



中國鑛冶 九十年 目錄

民國一〇五年十月十六日出版

發行人：林弘男

監編：林再遷 主編：陳貞光

In Commemoration of the Nonagintennial Anniversary of the Chinese Institute of Mining and Metallurgical Engineers

封面設計：林再遷

封面說明：**九龍獻瑞壽鑛冶
五蝠臨門慶九秩**

扉 頁	5	亞洲水泥股份有限公司董事長 徐旭東	13
中國鑛冶工程學會會歌	6	中聯資源股份有限公司董事長 郭新進	14
鑽禧獻辭		金屬工業研究發展中心董事長 林仁益	15
經濟部礦務局局長 朱明昭	9	本會理事長 林弘男	16
經濟部中央地質調查所所長 江崇榮	10	經濟部中央地質調查所所長 江崇榮	20
鋼鐵工業同業公會理事長 宋志育	11	台灣電力公司董事長 朱文成	21
台灣區石礦業同業公會理事長 呂克甫	12	中油探採事業部執行長 廖滄龍	22
		中油探採研究所所長 翁榮南	23

鑛冶世界

台灣礦業發展困境與永續經營方向	27
■ 朱明昭	
世界能源趨勢與因應	35
■ 陳綠蔚	
我國電力供需現況與展望	42
■ 台灣電力公司	
全球非傳統頁岩油氣資源概述	54
■ 呂明達	
台灣西南海域天然氣水合物資源調查及展望	63
■ 翁榮南	
台灣綠能產業永續發展前瞻與挑戰	70
■ 王人謙	
我國鋼鐵業的回顧與展望	84
■ 韓義忠	
國內外金屬材料研發現況與展望	96
■ 魏嘉民	
迎接新世紀－臺灣石材產業的精進之路	105
■ 郭志成 林志善	
臺灣地區砂石供需趨勢與穩定料源供應策略	112
■ 陳永定 王偉光	
十多年來國際油價動盪及未來展望	123
■ 蕭慕俊 翁榮南 邱垂昱 陳育威	
爆炸物使用管理之演進及探討	138
■ 劉保淇	
榮工處花蓮大理石工廠開採大理石加工 產業發展史	153
■ 陳統元	
亞泥新城山礦場礦井捷運系統工程建造紀實	159
■ 何恆張	

國立臺北科技大學材料及資源教育現況 與展望	168
■ 唐自標	

風雲際會

當世理事長繡像

余光華先生（民91～92年）	185
蘇福欽先生（民95～96年）	186
吳建國先生（民98～98年） （獎章委員會：民96年）	188
朱秋龍先生（民99～102年） （台灣SOFC產業促進委員會： 民100年～）	189
吳榮章先生（民103～104年）	190

當世總幹事／秘書長素描

簡芳欽先生（民79-80年） （總幹事：民74-78年）	191
林再遷先生（本會秘書長：民89年～） （出版委員會：民96年～）	194

當世主任委員剪影

楊日昌先生 （礦業委員會：民77～82年）	196
陳顯章先生 （會員委員會：民81～86年）	197
陳瑞祥先生 （石油委員會：民85～89年）	200
翁祖炘先生 （年會籌備會：民86年）	201
魏稽生先生 （年會籌備會：民88年）	202

陳統元先生 （年會籌備會：民89年）	204	懷念台灣石油探勘宗師吳公德楣 ——記我傳承自吳公的工作理念： 工作本身便是一種報酬	224
朱明昭先生 （會員委員會：民95～96年） （礦業委員會：民97～）	206	■陳成興 吳公德楣先生 憶吾師中油前副總經理靳叔彥博士	229
吳坤玉先生 （促進兩岸礦業發展委員會： 民95～98年）	208	■曾弘志 中鋼精神實踐者—陳源成先生	240
樊遺風先生 （獎章委員會：民97年）	210	■陳啟泰 探勘耆老中油楊舒前副總經理 說自己的故事	242
李昭興先生 （海洋資源委員會：民97～102年）	211	■曾弘志 專訪石油探勘前輩邱華燈先生	253
易洪庭先生 （獎章委員會：民98年）	212	■丁信修 記中油陳前副總經理瑞祥油生涯 的幾件事	257
黃錦福先生 （石油委員會：民99～100年） （年會籌備會：民98年）	213	■曾弘志 四十年油人生涯—懷念與感恩	271
賴克富先生 （海峽兩岸礦業發展委員會：民99年～）	214	■翁豐源 記幾位油人前輩登上太平島的往事	280
劉季剛先生 （財務委員會：民101年～）	215	■曾弘志 地球化學探勘回顧	295
陳逸偵先生 （獎章委員會：民103年）	216	■戴國邦 回憶在台灣東部探礦的日子	311
王宗櫚先生 （年會籌備會：民104年）	217	■鄭瑞熾 台煤老兵憶往	322
		■陳永齡 見證台煤探勘開發之點滴回顧	331
		■高冶鋁 我的特殊鋼製程研究經歷	340
		■連雙喜 遊走在地質和礦業領域之邊緣	344
		■魏稽生	
懷舊叢談			
感懷盧善棟先生對鑛冶學會的貢獻 ■林再遷	221		

海天油蹤—參與中油國外鑽井紀要

■黃耀宏

臺灣煤礦國寶—賴克富專訪

■國立台北科技大學校友會

十年史料集粹

最近十年紀要（民國95～104年）

■林再遷

最近十年（民國95～104）

本會年會紀事篇

■林再遷

慶祝建國百年暨本會在台復會60周年

「礦物與生活」特展回顧

■林再遷

兩岸合辦石油天然氣／地質礦產

資源學術研討會六年紀要

■林再遷

本會組織

第五十八屆（105-106年）

會員代表芳名錄

第五十八屆（105-106年）

理監事名錄

第五十八屆（105-106年）

各專門委員會組織及委員名錄

中國鑛冶工程學會創會90周年慶

暨105年年會籌備會委員芳名錄

349 廣告題名錄

台灣保來得股份有限公司

封面內頁

357 中國石油股份有限公司

封底內頁

中國鋼鐵股份有限公司

封底

台灣電力公司

8

中鴻鋼鐵股份有限公司

24

東和鋼鐵企業股份有限公司

26

中鋼鋁業股份有限公司

184

384 三和耐火工業股份有限公司

218

元鼎耐火工業有限公司

220

工業技術研究院綠能與環境研究所

364

400 中鋼運通股份有限公司

428

中國鑛冶工程學會

何之天



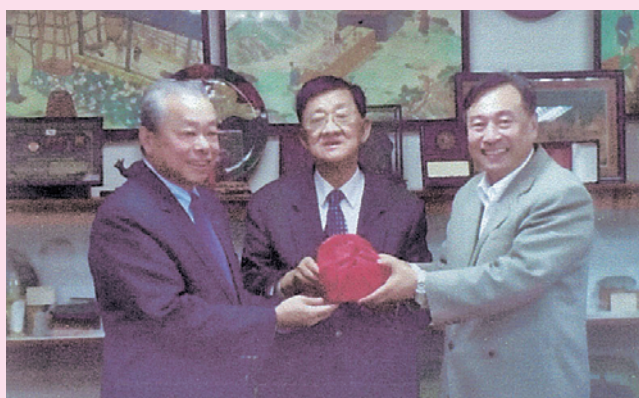
第53屆（95~96年）前任曲新生理事長（左）將印信交予新任蘇福欽理事長（右），中為監交人樊遺風常務監事。



第54屆（97~98年）前任理事長蘇福欽（左）將印信交予新任理事長吳建國（右），中為監交人樊遺風常務監事。



第55~56屆（99~102年）前任理事長吳建國（左）將印信交予新任理事長朱秋龍（右），中為監交人樊遺風常務監事。



第57屆（103~104年）前任理事長朱秋龍（左）將印信交予新任理事長吳榮章（右），中為監交人賴克富常務監事。

研發鑛冶學術日新月異
開創鑛冶事業歲裕年豐

中國鑛冶工程學會會歌

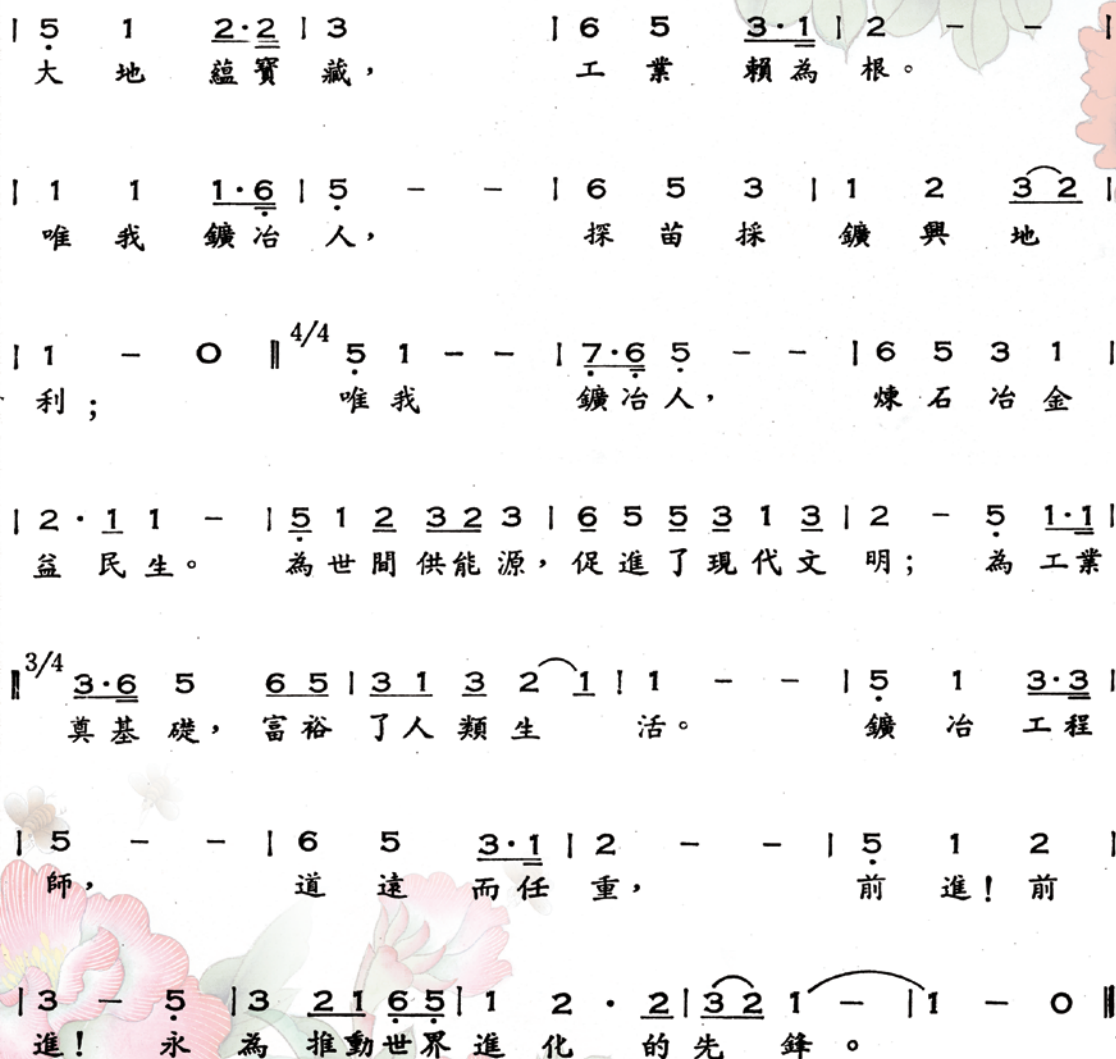
Institutional Anthem of The Chinese

Institute of Mining & Metallurgical Engineers

F大調 3/4

Andante

盧善棟 撰詞
作曲
By Prof. Shan Tung Lu
President, CIMME
(1984-1985)



鑽
禧
獻
辭

為地球

深耕



隨手不離遙控器，
卻只是耽溺於聲色的追捕，
隨時渴望填滿冰箱，
最終只換得過期廚餘的下場，
人心，總是填不滿，
生活，其實不需要太多無謂的點綴。

今天開始，歸於簡單，
不用電的時候，就放心把插頭拔了吧！
因為，
一個動作，就能換回一顆樹的生命力，
一個轉念，就能啟動歸零生活的智慧。



台灣電力公司
www.taipower.com.tw

廣告

中國鑛冶工程學會創會九十周年紀念誌慶

懋
績
卓
著

經濟部礦務局 局長朱明昭 敬題

中國鑛冶工程學會建會九十周年紀念獻詞

承先啟後、繼往開來

經濟部中央地質調查所 所長江崇榮 敬祝

中國鑛冶工程學會創會九十周年紀念

嘉惠工商，鼎業維新

鋼鐵工業同業公會 理事長宋志育 敬賀

中國鑛冶工程學會創會九十周年紀念

功
在
鑛
冶

台灣區石礦業同業公會

理事長 呂克甫



敬賀

中國鑛冶工程學會創會九十周年誌慶

礦冶九十年
興民萬千眾

亞洲水泥股份有限公司董事長

徐旭東 敬賀

二〇一六年十月

中國鑛冶工程學會創會九十周年誌慶

團 結
造 福
業 社
界 會

中聯資源股份有限公司

董事長 郭新進

敬題

中國鑛冶工程學會創會九十周年慶刊物誌念

鑛冶新造
駿業宏開

金屬工業研究發展中心

董事長林仁益

敬題



中國鑛冶工程學會 建會九十周年紀念獻辭

一、學會成立淺談

中國鑛冶工程學會（以下簡稱「本會」）將邁入九十個年頭，是為中國鑛冶界規模最大且歷史悠久的學術團體。

憶及本會成立初因是二〇年代後期，經濟發展使科學重要性急速提升，對鑛產的需求急劇增大，鑛產勘查、採鑛工程等行業蓬勃發展；為協調鑛產勘查、採鑛工程、冶煉工程等研究工作，並促進學術交流發展，故由學者啟端，各路專業人士總成，於民國十六年二月九日在北平（今之北京）正式成立本會。

民國三十四年抗戰勝利後，三十七年十月在臺北成立「中國鑛冶工程學會台灣分會」，三十八年八月一日出版《鑛冶（臺灣）創刊號》。後因中華民國政府遷都來臺，學會會員人事分散，會務復陷於停頓，終於四十年十一月十二日在台北宣告復會，之後成立財務、會員勵進、研究、出版及名辭編纂等五個專門委員會；在臺復會後，第一件要事就是《鑛冶會刊》復刊的籌辦，歷經艱辛，終於四十一年十月出版創刊號。《鑛冶會刊》是各會員專業的研究論著與深入的技術性報導，經出版委員的審慎甄選、編輯的精心編排與設計的刊物，由於深具學術和工程應用價值，於六十六年十一月十一日榮獲行政院新聞局雜誌類金鼎獎；七十七年三月，更經國際期刊資料系統中心核准註冊，成為國際認同之學術性雜誌。此外，本會因對國家發展具有貢

獻，經內政部全國性社會暨職業團體工作評鑑，於一〇〇年度及一〇二年度榮獲全國性社會暨職業團體「甲等獎」，此均端賴歷任理事長、理監事暨全體會員們的無私奉獻。

二、學會組織架構簡述

民國三十二年，本會原僅設4個委員會，在臺復會後，為加強鑛冶學術研究與會務推動，自四十二年至四十九年間成立各種委員會，另於民國五十年進行會務革新，調整委員會架構，就工作性質分為兩大類：凡工作任務永續不替者，稱為「常設專門委員會」，現有六個：(1)鑛業、(2)冶金、(3)石油、(4)出版、(5)會員、(6)財務；另工作完成目標任務後就宣告結束者，稱為「任務專門委員會」，今有：(1)獎章委員會、(2)促進兩岸鑛業發展交流委員會、(3)海洋非生物資源委員會、(4)年會籌備委員會、(5)鑛冶技術各項研究或評鑑服務組、(6)各項學術活動籌備委員會、(7)各項鑛冶訓練籌備委員會、(8)盧善棟獎金評選委員會、(9)台灣 SOFC 產業推動委員會等。這兩大類分野結構迄今不變。

三、學會重要會務活動

(一) 本會為激勵學生致力鑛冶工程及相關工程領域，於民國46年設置「大專學生獎勵金」，得獎學生爾後均成國家專才，成就斐然，本會與有榮焉。為獎勵對於鑛冶學術及技術有特殊成就或重大貢獻的會員起見，於民國51年設置「技術獎章」，於每年年會時頒發一至二座。為促進鑛冶學術研究，提升鑛冶技術水準，於民國52年起設置「論文獎」，每年評審年會中之鑛業、冶金、石

油論文各一至二篇為得獎論文，於年會中頒給論文獎；其後因會員在年會提出論文宣讀者，逐年增多，為激勵起見，提交得獎名額每年可多達十篇。另為紀念盧善棟前理事長畢生奉獻礦業，自民國 99 年設立「盧善棟獎學金」以提携礦冶學子，並於年會中頒予。本會會員更於九十六年至一〇五年近十年間，獲頒中國工程師學會「詹氏論文獎章」（象徵全國最高榮譽的工程論文獎章，每年僅評發一座）共四座，且於同期間獲頒中國工程師學會「工程論文獎金」（全國當前最高額論文獎金，每年限評發五篇）亦多達六次，顯示本會會員作者學術研究之精湛。

- （二）為增進兩岸之學術交流，本會亦於民國九十九年開始，與福建省礦業協會輪流辦理「海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會」，為使交流更切合兩岸礦產資源，第五屆（一〇三年）決議易名為「海峽兩岸地質礦產資源學術研討會」；更名後的首屆於一〇四年十二月七日在台北舉行，對岸來台交流人數達十六人。

四、學會對社會貢獻

- （一）本會對於全國鑛冶之問題研究及推動有重大責任，每年舉辦學術活動高達 50 多場；另為使與國際接軌，亦促成多項國際技術交流活動。
- （二）本會因鑛冶工程名詞素乏專冊，倡議編輯，自民國四十五年至四十八年共二十四次集會審查，期間均逐字逐條質疑問難，委員相互研究，經過增補、削減、修正、編整等，終於四十九年八月第一版問世；後又因不敷時下應用之情況，至七十二年十二月再增編修訂完成，共得名詞一萬三千八百九十七則，比第一版

大幅增加一萬則左右；諸位審查委員之不辭勞瘁，本會深感銘謝。《鑛冶工程名詞》因有一詞多義、非有註釋，有難以明辨之憾，本會乃於五十八年決定編纂《鑛冶辭典》，歷經辛勞，終於六十四年秋完成全稿之整編；綜觀本辭典歷經數次核校，慎重其事，期盡精詳，故擇於建會五十週年（六十五年）時出版問世；《鑛冶辭典》內容豐富、編排系統分明、概有鑛業、冶金、石油三類工程名詞解釋、切合實用，為提供鑛冶人探究學術之利器。

五、學會對未來展望

礦產資源常被視為最具體可得的國家資源，礦產業始終是臺灣由農業過渡到工業社會過程中，最具代表性的產業之一。這些蘊藏在地殼中的岩體，或因價值連城，或因國民生活所需，而被開採、流通販售，但其持續開採不僅會耗竭亦會對自然環境造成無法挽回的損傷，因此如何兼顧經濟發展與環境保護仍有諸多的議題需討論，從早期礦產開採到現今冶金技術提昇，透過提高生產效率、升級冶煉技術以及尋找替代材料，是現在礦產業發展的趨勢，亦是本會永續經營的未來展望。

今逢本會建會九十周年，綜觀歷來的成就，皆為歷任理事長、理監事暨全體會員們同心同力的結果；希望本會再以博採眾長、彙聚眾流、海納百川之勢，持續提升鑛冶學術水準和鑛冶工程技術，為國家經濟民生，做出更大的貢獻；願與我鑛冶人共勉之。

本會理事長 林 弘 男

敬祝中國鑛冶工程學會建會九十周年紀念獻詞

承先啓後、繼往開來

中國鑛冶工程學會與地質界淵源很深。最初在章源釗、丁文江與翁文灝等工商部地質調查所老前輩與當時各業界團體合力支持下，於民國十六年創立於北京，並在民國四十年在臺復會。感念前人披荊斬棘，一步一腳印，擔負發展我國鑛冶事業之使命，多年以來，高瞻遠矚而績效斐然。

世界正在改變！面對全球性日益增加的能源與礦產需求時，處理關於永續發展的問題當下，地質科學是重要的，鑛冶工程更是扮演重要角色！而當我們從多面向來探討時，能發現到未來發展是光明的，怎麼說呢？近年來，幾乎對每樣能源與礦產資源需求量都極高。對於資源的高需求量，提供給學會及吾人很多機會為這些資源之生命週期作出貢獻，包括探勘、開採、回收及再利用；同時，不斷提高對環境的友善方法，對環境負責；符合經濟成本的商業化，可持續資源開發的活動。

國父曾於《實業計畫》中敘之：「鑛業與農業，為工業上供給原料之主要源泉也。鑛業產原料以供機器，猶農業產食物以供人類。故機器者，實為近代工業之樹；而鑛業者，又為工業之根。」誠如斯言，我國經濟得以快速起飛，繼而進入已開發國家之列，並與世界各國並駕齊驅，學會實乃居功厥偉。主要原因在於，鋼鐵乃工業之母，工業的發展，改善我國工業結構，同時帶動整體產業發展所致，學會居中扮演領頭羊的重要角色。

蓋亞（Gaia）提供人類各種寶貴之資源，地質界將其發掘出來，我鑛冶界則是以充分善用為己任，舉凡早期銅、金、煤等礦業為主，而後發展鋼鐵工業與油礦、天然氣等能源礦業為務。二十世紀初，銅價飆升，更帶動我國鋼鐵工業崛起。顯而易見，今日您我正處在礦業最蓬勃發展的歷史時期之中，綜合生產總量、年產量高峰值及礦山壽命的數值作為比較，當前的榮景已經超越過往，但學會並不以此為滿足，亦能繼往知來，積極發展資源再生與開發、海域資源探勘與展拓，綠色再生能源或高效能產電之礦產資源等推展重點領域與議題，彰顯學會皆能掌握全球未來礦業脈動，積極提供切合時需的協助與服務。

學會長久以來，主動舉辦學術活動與各項鑛冶訓練課程，並出版會刊及叢書等專業書籍，嘉惠國內產業界與學術界。對於人才的培養，為國舉才之力，更是當仁不讓，諸如創辦大專學生獎勵金、詹氏論文獎、保安獎章，以及盧善棟獎勵金等各種獎章與獎勵，努力培育與嘉勉優秀的學、研人士，獲獎人員均成為國家專才，於公或私之業績皆卓然有成，達到產、官、學、研相輔相成之效。

今逢中國鑛冶工程學會建會九十周年，吾人不僅緬懷過往，更添雀躍；真摯賀喜之際，更願學會繼續承先啓後、繼往開來，為社稷盡最大偉績。

江崇榮（經濟部中央地質調查所所長）

中國礦冶工程學會九十周年 鑽禧誌慶

九十年禧耀礦壇 繼往延伸繫群賢 贊澤民生堅後盾 再展百歲高峰年

大地賜予人類珍貴礦源，乃推動經濟文明之重要動力，而礦源耗用逐漸匱乏之後，新能源開發與資源永續利用之挑戰，勢甚艱鉅，端賴各界建立共識，方能有成。其中，尤以政府相關政策之推展，在在需要民間企業與團體做為強力後盾。

中國礦冶工程學會自民國十六年創會以來，隨著全球礦源開發脈動，從早期煤礦、金礦、銅礦，續以油礦、鋼鐵、鈾礦，繼之近年綠色能源之興起，均能洞灼先機，結合產官學界菁英，積極推動礦冶學術交流，傳薪毓秀，殊榮無數，於政府、企業、學界之間，扮演極重要且成功之角色，個人至感敬佩。

台灣電力公司與中國礦冶工程學會係能源學術交流之重要夥伴，學會繼往延伸九十載，台電亦披荊斬棘七十年，一路走來，攜手見證台灣礦冶與電業發展史，未來面對全球暖化加速與氣候變遷影響，綠色能源開發與運用，任重道遠，期盼值此關鍵，和衷協繼，互持共勉。欣逢貴會創會九十周年大慶，誠賀 濟利經濟，再創百年新猷。

台灣電力公司董事長

朱文成 敬賀

賀中國鑛冶工程學會九十週年慶

從民國 16 年北平西城兵馬司胡同成立中國鑛冶工程學會，再遷徙至南京和重慶，民國 40 年來台復會，57 年起會址設於台北市濟南路，至今年正好屆滿 90 年。歷經草創、成長和發展，每個階段都面臨不同的挑戰，幸賴歷任會長、理事長的運籌帷幄，學會已成為國內歷史最悠久的優良學術團體。

鑛冶為一切工業的根本，經由各類礦產的開採，加工冶煉和處理，提供作為原料和能源，才會有各種工業的發展。中油公司為國內唯一的油氣探勘、開發和生產業者，台灣的油氣自清朝時期於苗栗出磺坑發現油苗，但未有量產。日據時期開始在新竹、苗栗和台南地區進行油氣探勘和生產，光復後由中油公司繼續經營台灣陸上及海域油氣探勘和生產。然台灣面積有限，礦產資源經長期生產後必然進入生產末期，唯賴開採技術的進步及創新的理念，始能再發現新的資源量及提高剩餘資源的生產量。此外，往國外發展亦是必然之徑。

鑛冶學會除了常設的礦業、冶金、石油等委員會外，配合科技的發展及環境的變遷，陸續新設台灣 SOFC(固態氧化物燃料電池)產業推動委員會、海洋委員會等，積極推動相關技術及學術活動，出版會刊及叢書，不論對國內鑛冶產業發展及學校人才培育等均有莫大的助益。

值此慶祝成立九十週年之際，願學會亦能繼續帶領全體鑛冶人，邁入下一個光輝燦爛的九十年。

中油探採事業部 執行長

廖 滄 龍

賀中國鑛冶工程學會創會九十週年

興業有成

欣逢中國鑛冶工程學會九十週年慶，九十年，對於一個人來說是經歷漫長歲月，已漸趨終點之際；然而對於團體來說，九十年是一個里程碑，代表淵遠歷史與經驗。中國鑛冶工程學會雖然歷經不同時代的挑戰，依然能傳承優良文化，經由歷屆理事長的領導，以及無數會員同仁努力耕耘，讓歲月激發出光和熱，累積經驗與智慧，為鑛冶產業界提供新知與技術交流，造就更多的人才及新血，持續茁壯成熟，邁向永續經營。

石油與天然氣為能源礦產之大宗，在油氣探採及研究方面，中油公司曾在民國四、五十年代於國內獲得豐碩成果，隨著陸上既有油氣田逐漸枯竭，目前國內油氣幾近全數仰賴進口，提昇自主資源成為重大挑戰。台灣中油公司探採研究所有幸為中國鑛冶工程學會團體會員之一，所內同仁多為個人會員，歷年來熱心參與學會活動，獲益匪淺，近年來致力發展探採核心技術，協助探採事業部積極併購油氣，擴大海外探勘，近期所主導的非洲查德礦區即將進入開採階段。此外，為順應全球減碳潮流及政府綠能政策，重啟評估地熱資源開發的任務，並持續掌握國外可燃冰等能源研發情況，期望未來能在新能源礦產領域，提供國人更多潔淨能源的選項。

鑛冶為工業發展之根本，在這個值得紀念的日子裡，由衷期盼中國鑛冶工程學會持續帶領我國鑛冶工程專才，提供鑛冶學術研究、建設發展的技術，以及國際交流的機會，為裕國利民貢獻心力。最後，再次獻上最誠摯的祝福，敬祝中國鑛冶工程學會九十週年生日快樂。

中油探採研究所 所長

翁 榮 南

◆願景：中鴻堅持正派經營，努力打造成為一個
持續發展、值得信賴、樂於交往的鋼鐵公司

◆本公司通過 ISO 9001、ISO 14001、ISO 50001、OHSAS 18001、TOSHMS
及安全認證優質企業(AEO)驗證。

◆本公司冷軋廠榮獲環保署「中華民國第十三屆企業環保獎優良廠商」。

◆本公司熱軋廠榮獲環保署「中華民國第十四屆企業環保獎優良廠商」。

◆本公司熱軋廠榮獲「97、98、102 年度產業溫室氣體自願減量績優廠商」。

◆本公司冷軋廠榮獲經濟部「94、102 年節約能源績優廠商優等獎」。

◆本公司 94~103 年溫室氣體排放量通過 ISO14064-1 查證。

◆本公司冷軋廠 101~102 年榮獲「高雄市推行勞工安全衛生優良單位」，並經勞
動部評定為「勞工安全衛生優良單位」，獲頒「優良單位獎」獎牌。

◆本公司榮獲中華民國品質學會 2008 年品質團體獎二星獎（企業類）。

◆本公司通過 ISO/IEC 17025 實驗室品質管理系統審查，成為 TAF 認證實驗室。

◆主要產品：熱軋鋼捲、花紋鋼捲、酸洗塗油鋼捲、酸洗退火球化
鋼捲、冷軋全硬鋼捲、冷軋調質鋼捲、鍍鋅鋼捲。
碳鋼鋼管(CNS/JIS/ASTM)、鍍鋅鋼管、PE 包覆鋼管、
API 輸油管、API 油井套(導)管。

中鴻鋼鐵股份有限公司

地址：高雄市橋頭區芋寮里芋寮路 317 號

電話：(07) 611-7171

傳真：(07) 611-0594

E-mail：chs@chsteel.com.tw

網 址：www.chsteel.com.tw





鑛冶世界

「...氣候變遷是真實存在的，這個危機正在全球上演，這是全體人類所面臨最迫切的威脅，而我們應該同心協力並立即做出行動，我們必須支持那些有所作為的領袖們，他們不為汙染環境的大財團發聲，而是為了捍衛全體人類、全球各地的原住民、無數受影響最深的弱勢族群、我們的子子孫孫，以及那些聲音被貪婪的算計所淹沒的人們...」*

美國第88屆奧斯卡最佳男主角 李奧納多·狄卡皮歐

如果你認同李奧納多的奧斯卡得獎感言
那麼東和鋼鐵就是你的選擇



採電爐煉鋼，使廢鋼永續再生

與高爐相比，電爐僅有1/4能耗、1/5碳排放強度

我們相信這些努力，會使你因為指名東和鋼鐵，而感到驕傲



台灣礦業發展困境與永續經營方向

■ 朱明昭*

一、前言

台灣地區主要礦場開發活動，經歷 50 年代煤礦的全盛時期，與之後西部縣市之石灰石原料石、石油天然氣探採。其後配合產業東移政策，現階段礦業開發活動除苗栗地區之石油天然氣探採外，多集中於宜蘭、花蓮與臺東等縣，以生產大理石原料石礦產品為大宗，次為蛇紋石與白雲石原料石。

隨著民眾環保意識高漲，各界對礦業開發之環境景觀及水土保持的要求日益嚴苛，加上台灣政治、社會、經濟因素變遷快速，台灣地區礦業發展均普遍面臨環保要求、地方抗爭、礦業用地申請不易等困境，鑒於礦產品及其製品不僅為經濟發展的基本投入要素，同時也與許多產業之發展密切相關，吾人應關注與瞭解礦業發展現況與困境，進而圖謀改善之道，以使礦產資源的永續開發與利用，並持續增進經濟成長與國家穩定發展。

二、臺灣礦業資源開發與供需概況

臺灣地區 104 年截至 12 月底有效礦業權計有陸上礦區 246 個，面積 4 萬 8,953 公頃（不包含海域石油礦 6 礦區，面積 5,182 萬 2,700 公頃）；較 103 年之 254 礦區，面積 5 萬 0044 公頃，減少 8 礦，面積減少 1,091 公頃。104 年已向經濟部礦務局申報開工礦場共 186 礦區，占全部陸上礦區 75.61%，面積為 3 萬 7,751* 經濟部礦務局局長

公頃，未開工（含停工）礦場計有 60 礦區占全部陸上礦區 24.39%，面積共計 1 萬 1,202 公頃，詳請參閱表 1、表 2。

* 經濟部礦務局局長

表1 民國104年已設權礦區狀態統計表

領域	礦 種	探 礦 權		採 礦 權		合 計	
		礦數	面積（公頃）	礦數	面積（公頃）	礦數	面積（公頃）
陸上	煤	0	0	1	417	1	417
	石油、天然氣	13	8,222	10	13,583	24	21,805
	大理石	0	0	80	12,534	80	12,534
	石灰石	0	0	18	1,145	18	1,145
	火粘土、瓷土	0	0	14	1,112	14	1,112
	其他	0	0	110	11,939	110	11,939
海域	石油、天然氣	1	13,738,100	5	38,084,600	6	51,822,700
	合計	15	13,746,322	238	38,125,331	252	51,871,653

表2 104年度開工與未開工礦場統計

領域	礦產名稱	開工 礦場	未開工 (含停工) 礦場	探礦權		採礦權		礦業權合計	
				礦數	面積 (公頃)	礦數	面積 (公頃)	礦數	面積 (公頃)
陸上	煤	1	0	-	-	1	418	1	418
	石油、天然氣	10	13	13	8,222	10	13,583	23	21,805
	大理石	73	7	-	-	80	12,534	80	12,534
	石灰石	12	6	-	-	18	1,145	18	1,145
	火粘土、瓷土	14	0	-	-	14	1,112	14	1,112
	矽砂	28	21	-	-	49	2,670	49	2,670
	蛇紋石	23	2	-	-	25	4,545	25	4,545
	其他	25	11	-	-	36	4,724	36	4,724
	合計	186	60	13	8,222	233	40,731	246	48,953
海域	石油、天然氣	1	5	1	13,738,100	5	38,084,600	6	51,822,700
	合計	1	5	1	13,738,100	5	38,084,600	6	51,822,700
總計		187	65	14	13,746,322	238	38,125,331	252	51,871,653

三、近年礦產品生產與供需變動情形

台灣地區礦產及相關資源供需分析能源礦產主要仰賴進口，以往之需求穩定成長；工業原料礦產品中，水泥用原料及煉鋼助熔劑（蛇紋石、白雲石）可自給自足，玻璃用矽砂可部份自足，陶瓷用原料大部份仰賴進口，而建材用之砂石須靠進口調節產銷，石材用原石進口比例則很高。影響能源礦產品、工業原料礦產品及礦產相關資源之未來供需情勢主要視營造業、工業及發電業之發展而定，整體而言，未來蛇紋石及白雲石因中鋼公司產能固定，未來需求與供應皆呈穩定狀況；而工業原料礦產品及礦產相關資源之需求仍可能因景氣低迷而呈遞減狀況，能源礦產品需求由於政府綠能政策推動，天然氣需求則仍可能呈現穩定成長。

（一）自產礦產品概況

臺灣地區自產礦產品與土石於 104 年之生產值共 268 億 345 萬元，較 103 年之 314 億 4,781 萬元，減少 46 億 4,436 萬元，減少 14.77%。其中以砂石為最重要，產值達 186 億 6,090 萬元，占 69.62%；其次為天然氣 43 億 103 萬元，占 16.05%；第 3 位為大理石（含石材）19 億 8,443 萬元，占 7.40%。

金屬礦主要為北部金瓜石之脈金、東部河川砂金礦及西部海岸砂鐵礦，而非金屬礦分為工業原料礦物與砂石類兩款，目前生產者包括大理石、石灰石、白雲石、蛇紋石、鹽、硫磺、雲母、瓷土、火粘土及砂石等約十多種之多，民國 104 年總產值高達 266 億 8,750 萬餘元，其中砂石為最重要，占總產值 69.56%。

工業原料礦物生產情形：1. 大理石：大理石產於東部地區之變質岩，礦為碳酸鈣，可供化工、水泥、石粉、煉鋼、玻璃、製糖等工業之原料以及建材與工藝用，民國 104 年原料用大理石產量為 1,799 萬 6,703 公噸，產值 19 億 7,050 萬元，較民國 103 年產量為 2,054 萬 7,250 公噸，產值 27 億 7,116 萬元，產量減少 255 萬公噸（-12.41%），產值減少 8 億 66 萬元（-28.89%）。民國 104 年建材及工藝用大理石產量為 14,326 公噸，產值 1,393 萬元，較 103 年之 20,385 公噸，產值 1,746 萬元，減少 6,059 公噸（-29.72%），產值減少 353 萬元（-20.26%）。2. 石灰石：石灰石主要產於台灣西部之沉積岩，其礦物成分及用途與大理石相同。民國 104 年建材及工藝用石灰石產量為 742 公噸，產值約 180 萬元，較民國 103 年之 2,000 公噸，產值約 466 萬元，減少產量約 1,258 公噸（-62.90%），產值減少 286 萬元（-61.35%）。原料用石灰石民國 104 年產量 352 公

噸，產值9萬元，較民國103年產量28,049公噸，產值537萬元，減少27,697公噸（-98.75%），產值減少528萬元（-98.40%）。3. 蛇紋石：蛇紋石產於台灣東部，供煉鋼、化工、鎂肥之原料以及建材與工藝用。民國104年原料用蛇紋石產量120,755公噸，產值8,165萬元，較民國103年之122,566公噸，產值8,905萬元，產量減少約1,811公噸（-1.48%），產值減少約740萬元（-8.31%）；民國104年工藝用蛇紋石產量為13,209公噸，值約3,284萬元，較民國103年產量為15,389公噸，值約4,255萬元，產量減少約2,180公噸（-14.17%），產值減少971萬元（-22.82%）；原因係卓溪鄉地區之部分礦場雖已恢復開採，但石材需求趨緩，仍以原料石需求為主。4. 白雲石：白雲石產於台灣東部，供煉鋼、化工、鎂肥之原料以及建材與工藝用，民國104年白雲石產量22,350公噸，產值2,778萬元，較民國103年白雲石產量22,195公噸，產值2,731萬元，產量減少155公噸（-0.70%），產值減少47萬元（1.75%）。減少原因除成本與產能考量之調節，尚有部分礦場礦石運輸量能受地區發展休閒觀光相關管制措施所致。4. 矽砂：矽砂產於台灣西部，為玻璃、玻璃纖維、鑄造、噴砂等業之基本材料。民國104年總產量為132,469公噸，產值約2,214萬元，較民國103年總產量為131,652公噸，產值約2,513萬元，產量增加817公噸（0.62%），產值減少299萬元（-11.91%）。

（二）臺灣地區進出口礦產品概況

臺灣地區大部分的礦產品需求皆靠進口補充供應。民國104年進口總量為1億7,771萬9,649公噸，較103年之1億7,831萬2,198公噸，減少59萬2,549公噸，減少幅度為0.33%；進口之礦產品價值共達新臺幣9,570億5,428萬元，較103年之1兆5,778億841萬元，減少6,207億5,412萬元，減少幅度為39.34%。臺灣地區104年礦產品出口總量為151萬9,219公噸，總值為新臺幣59億641萬元，較103年108萬4,287公噸，總值為新臺幣74億2,549萬元，增加43萬4,932公噸（40.11%）、減少15億1,908萬元（-20.46%）。

四、近年礦業發展之不利因素

（一）森林法修法提案，限縮礦業開發空間

立法委員林淑芬、莊瑞雄、張宏陸等25人，提出「森林法」部分條文修正草案，刪除森林許可探採礦之條文。依提案修正森林法第6條、第9條條文，將限制或刪除探採礦之行為，後續位於森林內新礦區之設權及現存礦區之展限恐遭否准，宜有相關配套措

施及預算編列因應，否則恐生龐雜訴訟業務及影響經濟發展，衍生政治及社會動盪。

森林法第九條規定「於森林內為左列行為之一者，應報經主管機關會同有關機關實地勘查同意後，依指定施工界限施工：一、興修水庫、道路、輸電系統或開發電源者。二、探採礦或採取土、石者。三、興修其他工程者。前項行為以地質穩定、無礙國土保安及林業經營者為限。第一項行為有破壞森林之虞者，由主管機關督促行為人實施水土保持處理或其他必要之措施，行為人不得拒絕。」

森林內之探、採礦申請已漸趨嚴格，且相關法令已明訂相關審查機制及許可或限制條件；又落實加強國土保育規劃管理需要，內政部已著手並針對2公頃以上之非都市土地林業用地申請礦石開採朝使用分區及使用地變更方式進行修法作業中，均朝向審查從嚴方向修正。綜上，應可在嚴謹審查及落實非都市土地使用管制之精神下，兼顧保育及資源有效合理運用。

（二）原住民族基本法第21條有關原住民族參與程序

原基法第21條所規範之行為，探、採礦係歸類為土地開發，惟就礦業法而言，部分委員提案為限縮探、採礦核准期限，因探、採礦有其空間與時間上的風險性及困難性，核准期限過短不利於實質作業，且礦產資源透過分期分區開發，以時間換取空間，不僅可為永續經營亦可降低環境衝擊與礦業權之維持，因此探、採礦之核准期限不宜再予限縮。礦業權於申設階段並未涉及實質開發，對周遭環境生態等尚不生明顯影響，為兼顧資源探採程序之簡化，宜於涉及實質開發（即核定礦業用地）階段，始導入原住民族參與程序，方可落實並符合原基法第21條之立法精神。

（三）花蓮縣政府堅持「八不政策」影響縣境內礦業開發

花蓮縣傅崑萁縣長在100年就職周年上做出「八不政策」的宣示，包括：不准山坡地開發、公共財私人不准開發、新砂石廠不准設立、不准土資場設置、新礦區不准申請、舊礦區不准申請延期、電動玩具不准在花蓮縣申請設立、不准有煙囪工業進駐等。近期花蓮縣政府將縣長傅崑萁的「八不政策」法制化，制定「花蓮縣維護自然環境生態永續發展自治條例」。政府對礦業開採就設有許多法規予以管理，業者從經濟部申請礦業權、新礦區開採所需核定之礦業用地，除向環保署申請環境影響評估，相關水土保持計畫之審查，由縣府層級主政。就礦業資源安全角度而言，對國外礦產品之依賴度提高，自產礦產比率偏低，實為警訊。惟該縣於制定「礦石開採特別稅自治條例」獲准後，近來已有放寬對礦業不予核發相關許可之趨勢。

(四) 中央政府行政組織再造對整體礦業開發管理之影響

中央政府為強化政府效能，行政院組織三法三讀通過，三級機關由 292 個縮減為 70 個（行政院初步規劃 60 個），礦業主管機關（礦業司、礦務局）計畫被調整為環境資源部 下三級機關，與水土保持局及中央地質調查所合併成立水土保持及地質礦產署。105 年新政府上任後，基於該提案通盤考量須要，已自立法院法制委員會撤回原組改提案，再行研議。

由於水土保持屬於土地保育工程之施作、監督及管理，與地質礦業之地球科學研究與地下資源探查開發屬性差異甚大，而且分屬不同職組，兩者業務推動的基本概念有很大出入，將來人員無法互相流通，即便勉強互通，亦會產生業務推動之困難，人才無法適所的管理問題。況且世界各國亦無將該等不同業務併成一個機關之先例。再考量職系、職組之設置，是按工作性質及所需學識之不同，予以區分，凡其工作性質及所需具備之學識相同或相似者，列為同一職系，目前銓敘部就現行職系、職組檢討修正方向亦是如此，從職系說明書修正草案內容可知，例如：1. 將現行「水土保持工程」、「水利工程」及「土木工程」等職系整併為「土木水利工程職系」；2. 將現行「地質」、「礦冶材料」及部分「工業行政」職系整併為「地質礦冶職系」。以上因工作性質與專業學識之異、同，所作之整併安排，以利未來機關人才羅致與業務推動，顯而見之。

衡諸水保業務之權責係屬中央與地方分工，而礦政業務之權責隸屬中央，倘依原規劃水保及礦政業務合署，礦業開發案件所涉水土保持計畫受理及准駁，係由地方政府負責，惟業務、法規卻又受中央水土保持及地質礦產署之指導及監督，恐有權責分工及球員兼裁判之矛盾。綜上所述，依現行的組改規劃，地質調查所原 5 組 1 室，及礦務局及礦業司之原有組織架構，均同樣被縮減至 2 組，原有功能職掌有被過度限制及弱化之虞，恐對資源調查運用管理造成嚴重影響。

五、台灣地區礦業永續管理之實績

(一) 環境保護與水土保持管理

現行礦業所採取之環境維護措施：礦業法方面：依「礦業法」第 15 條及「礦業登記規則」第 8 條與第 10 條規定，申請設定探礦（採礦）權時檢具之探礦（開採）構想，其應敘明之永續經營事項包括水土保持措施和環境維護措施。「礦業法」第 43 條規定，主管機關核定申請礦業用地時，應先徵詢地政、環境保護、水土保持、其他相關主管機關

及土地所有人之意見。經濟部礦務局依礦業法及礦場安全法等相關法令實施礦場監督檢查外，對於位在國家公園及風景特定區範圍的礦區，均會同水土保持、環保、地方政府及國家公園等有關機關，加強監督礦場依核定之計畫及水土保持計畫實施，做好植生綠化及景觀維護等工作。

臺灣地處亞熱帶，近年全球氣候異常，以致天然災害更甚往常（尤以莫拉克風災影響最鉅），中南部山區土石流災情頻仍，已造成社會大眾誤認為開發行為必然招致土石流災情之負面印象。然而臺灣各類已設權礦場，水土保持計畫皆經過嚴格審查通過後，始得申報開工，並依照年度施工計畫，於核定之礦業用地內由上而下布階開採，以及作妥相關水土保持措施；現階段尚未傳出有礦場因開採而導致土石流相關災情之情事。經濟部礦務局均定期邀集土地、水土保持、環保、地方政府及有關機關實施礦場監督檢查，督促礦區進行植生綠化及水土保持等各項復育工作。

惟近年來國內國土資源保育及環保意識高漲，各目的事業主管機關長期以來對於礦業開發皆未能積極支持，部分縣、市政府於礦業權申設過程中，對水保計畫之審核，莫不持負面立場，更有拒絕受理相關水保計畫案件審查之情事。以花蓮縣境內之礦業開發案為例，自現任縣長就任迄今，縣政府相關主管部門拒絕受理礦業用地核定之相關水保計畫案件，目前雖已開始審查，惟尚未核准通過，受波及業者約有二十多家，開發進度因此而延宕多時，影響對國內中下游產業所需之原料供給。該縣於 105 年制定特別稅自治條例獲准後，已有放寬對礦業不予核發相關許可之趨勢。

（二）產值較少，有水土保持疑慮之礦種，暫時停止接受申請設定礦業權

為避免危害生態保育、破壞自然地景之採礦行為，經濟部已就產值不大或地質條件欠佳有水土保持疑慮之礦種，依礦業法第 28 條第 2 項規定，在 99 年 1 月 6 日公告指定「基隆市、臺北縣、新竹縣及苗栗縣轄內之矽砂礦、盜土礦、火粘土礦及煤礦」、「桃園縣轄內之鐵（砂鐵）礦及煤礦」、「南投縣轄內之水晶礦及煤礦」、「雲林縣及臺南縣轄內之鐵（砂鐵）礦」，自該公告日起停止接受設定礦業權之申請。

六、結 語

台灣礦產資源開發產業，近年面對國內外政經局勢之演變，國土三法陸續頒布施行，礦業開發因公民與環保團體之環境保育意識興起衍生相關土地使用管制及環境影響評估審查愈趨嚴格，為保留礦業開發之應有空間，應有以下實務做法以為因應：

台灣地區已開工礦場之礦業開發工程，經濟部礦務局均依礦業法及礦場安全法規定會同土地、水土保持及地方政府有關機關實施礦場監督檢查，對於開採完畢之礦場，由該局依礦業法及水土保持主管機關依水土保持法等規定督促礦業權者按原核定計畫辦理復整及防災措施。

近年因環保意識抬頭及國土保育立場，對礦業用地核定、租用亦趨嚴謹，尤其是花蓮縣政府公開宣示「八不政策」，影響礦業權者權益甚鉅，未來將持續與各土地管理機關、水保及環保等主管機關溝通協調，在開發保育的前提下，有效管理資源開發及環境保護兼籌並顧，以達自然資源永續發展。對於鄰近部落、鐵公路目視所及、常遭民眾機關反映檢舉陳情及有違規紀錄之礦場，列為監督檢查重點，除適時增加監督檢查頻率及邀請相關機關聯合檢查，依法嚴格執行外，並請礦方做好水土保持、植生綠化、環境景觀維護、敦親睦鄰與對外溝通工作，減低開發阻力。

另有鑑於臺灣近年礦業發展受整體大環境，與環保聲浪高漲影響，為突破不利資源開發之困境，礦業主管機關就礦業發展前景進行多次諮商，研議因應方案，如：（一）積極辦理海域非生物資源儲量調查與開發可行性研究，研訂資源開發之替代模式（如地下開採）；（二）呼應國家永續發展整體目標有關國土規劃利用及綠色經濟等項之行動計畫，開發系統化資源管理工具，將礦業與土石採取開發朝科學化方式進行管理，並就綠色礦業面向，研擬相關應用，以逐步實現礦業永續發展之目標。

至於影響礦業發展之制度面因素～中央政府組織再造之推動，據悉行政院已通函各部會暫緩相關作業，並俟適當時機再予重新檢視既有方案有否修改調整需要。建議礦業部門與相關公學協會應趁此良機，積極協調業務相關中央部、會、署等單位，說明將地質及礦業部門與水土保持單位合併，未來新機關業務執行可能因法令競合與政策轉向，對資源利用產業造成衝擊，有待商榷。為保障產業發展，並為資源合理利用，可考慮將原「水土保持及地質礦產署」架構調整為地質部門與礦業部門合併，水土保持部門另外設立之方式辦理，以保障資源開發產業得以永續發展，並得以受到政府專業分工政策輔導，以充分發揮政府整體效能。

★

世界能源趨勢與因應

■ 陳綠蔚*

前 言

能源發展，因與全球政經情勢交互影響而複雜多變，近年經歷了快速而巨大的變遷。台灣先天資源有限，所需幾乎全數仰賴進口，中油公司身為國營事業，為達成穩定國內油氣供應、國家能源安全的使命，長期關注世界能源產業趨勢。本文概述世界油氣能源脈絡，以至近期發展及未來走向，並提出穩定能源供應、高值低碳應用、提升能源效率、致力綠能研發四面向的因應作法，盼共同為追求永續台灣而努力。

綜觀世界能源產業發展，始於 1895 年世界第一口油井—美國賓州的德瑞克（Drake）油井，間歇了「石油世紀」也改變了世界經濟型態與人們生活風貌。之後，國際戰爭、區域衝突的發生，概與油氣資源的爭奪脫不了關係。油氣能源的重要性，不僅是戰略物資，更與國家經濟民生息息相關，時至今日，仍牽動世界局勢與國際關係的變化。

隨著冷戰結束，蘇聯解體，世界走向「地球村」（global village），油氣能源發展與國際政經情勢、地緣政治的複雜變化進入另一階段。探勘技術的進步，各種能源的開發應用，世界能源使用的配比結構也隨之改變。英國石油（BP）在墨西哥灣的漏油污染事件，讓人們從災變中重塑能源觀點；而日本 311 福島核災事件後，許多國家重新省思核電的必要性。全球暖化效應下，減碳蔚為共識，核能似仍是重要的選項，各國作法不同，綠色能源的發展則受到普遍的重視。

另一方面，從貿易關稅壁壘到自由貿易，各大經濟體的形成，如北美自由貿易協定（NAFTA）、東南亞國協（ASEAN）、歐盟（EU），各國之間洽簽的自由貿易協定（FTA），區域經濟整合趨勢興起，油氣資源也從以往戰略物質變為商品，油氣期貨交易市場的建立，使油氣成為期貨商品的重要部分。

* 台灣中油公司總經理

從歷史的脈絡看，世界能源產業發展從以往由國際大型油氣公司 (Oil Majors) 主導，到 1960 年石油輸出國家組織 (OPEC) 成立，形成 OPEC、Non-OPEC 兩大陣營，以沙烏地阿拉伯為首的 OPEC 長期扮演左右世界石油市場的角色。近十年，世界能源產業出現了巨大的變化。受惠於開採技術的突破，美國頁岩油氣 (shale oil/shale gas) 的開發，打破了 OPEC 數十年主宰油市的霸主地位，也重組了世界能源版圖，新能源的發展，更改變了產業發展走向。

以往中東是世界油氣生產重心，然而近年來新開發的深海油田、油礦石少以及頁岩油氣等非傳統能源，集中於美洲大西洋西岸，使得美洲在未來能源供給所占的地位愈趨重要。另一方面，石油化學產業的發展也因為製程的改變、進料的多元，近年來產業快速變化，加上區域經濟整合方興未艾，增加產業經營的難度。包括中東、中國大陸、日本、南韓及東南亞各國均大舉提升石化產能，其中中國大陸產能大增，並發展煤化工，為市場帶來威脅；中東各國以本身乙烷作原料的成本優勢，搶占市場；美國以頁岩氣生產乙烯，亦具成本優勢，衝擊全球；日本整併石化工場，南韓與多國簽署 FTA，馬來西亞及印度增建輕裂工場，影響整體供需，競合加劇。隨著全球經濟成長趨緩，前景不明，石化市場亦面臨了產能過剩、結構調整問題。

近年隨著國際間重要油氣田的發現，頁岩油氣的開採，產能過剩 (oil glut) 對市場價格帶來巨大的影響。受到油價震盪走低的衝擊，主要產油國歲入銳減，衝擊國家財政，尤其是高度仰賴油元收入的委內瑞拉等國，也衝擊能源產業。許多國家進行改革，紛紛取法油品補貼措施。在長於頁岩油氣將使傳統原油滯銷的危機，沙國為鞏固市占，改變行之多年的「減產保價」手法，不惜以「增產保市」方式意圖將高成本的非傳統原油擠出市場，重新奪回主導權，卻使原油市場供過於求加劇，低迷不振的油價，不僅衝擊相關產業發展，也對全球經濟成長投下變數。

有鑒於油氣價格的劇烈波動，對國家經濟民生的影響，傳統油氣能源的長期使用，對環境帶來的負面效應，以及新替代能源技術的持續進步，各國無不關注能源產業發展走向，調整能源策略及配比，亦均致力於綠色能源的研發，如太陽光電、氫能、風能、地熱資源等。其中值得注意的是，電動車（燃料電池）的成長與發展，改寫了人們交通

載具的能源模式，舉世電動車最普及的國家挪威已宣布將於 2025 年全面淘汰（禁售）汽油車，可預見將為傳統油氣能源的發展帶來根本性的變革。全球最大原油生產國沙國也意識到太陽能及其他再生能源的快速發展，取代化石燃料（fossil fuel）發電已非遙不可及，利用境內優越的日照條件、廣大乾旱的土地，自 2012 年起大規模補貼境內太陽能事業，並規劃 1,090 億美元的太陽能發展計畫。

BP 能源展望（BP Energy Outlook 2035）指出，未來全球能源消費仍將以初級能源（指石油、天然氣、煤等化石能源，以及風力、水力、太陽能等再生能源）為主，惟化石能源的使用比例將逐年降低，再生能源、頁岩氣、緻密油及其他新能源將是能源供應的主要成長來源。在供給面，傳統天然氣將成為成長最快速的初級能源，頁岩氣占全球天然氣產量的比重將大幅上升，與傳統天然氣對全球天然氣供給成長的貢獻相當。在需求面，由於能源效率的提升，BP 報告下修世界能源需求展望，並將視全球 GDP 成長、轉型至低碳能源系統的速度、緻密油與頁岩氣是否具更大發展潛力等情境而定。

今年 4 月 22 日（世界地球日），逾 170 國領袖與代表在巴黎簽署協定（Paris Agreement），喚起全球共同減碳以拯救地球的承諾與行動，可見在新能源喊起、減碳趨勢下，世界油氣能源市場正經歷快速的變遷，供需結構的改變，價格的震盪崩跌，以及全球原油貿易板塊的重組，煉油業進入「微利時代」邁向低碳經濟的產業調整，已為各國政府及業界帶來挑戰，台灣身為地球村的一員，自不例外。

大家都知道，台灣缺乏自有能源，所需油氣能源幾乎全部仰賴進口，石油關聯性產業占製造業比重近三成，是經濟的重要支柱，當國際油市發生變化，產業、經濟及民生所受衝擊甚大。多年來，中油公司肩負供應、國內油品之責，經過幾次的世界石油危機，不管國際原油價格是每桶 147 美元還是 20 美元，從來沒有一天斷過油，也從來沒有一天停止過服務，對促進國家經濟發展、兼顧環境保護，做出具體貢獻。

在國際能源產業變遷及減碳趨勢下，中油公司將在穩定台灣油氣供應的基礎上，持續擴大節能措施，提升能源使用效率，達到低能耗、高效率，並強化低碳能源天然氣的多元化應用，同時跨足新能源探勘開發及再生能源的研究發展，以為因應。茲分如下四面向加以說明：

一、穩定能源供應

能源的穩定供應，攸關經濟發展與國家安全。中油公司一方面致力油氣來源多元化，以分散風險，並透過長約採購，以確保穩定供應，同時完善進口輸儲系統，建立安全儲存能量；在政府非核家園政策下，天然氣用量將大幅成長，中油公司積極興建第三座液化天然氣（LNG）接收站，同時藉由多元拓展氣源、接收站與管線的穩定操作和維護，提供消費者穩定的品質和價格。該接收站規劃營運產能為每年 300 萬噸，預計於 2022 年第 1 座儲槽完成後開始供氣，並以提前於 2023 年全量營運為目標，未來可視市場需求再行擴建，每年規劃營運量可提升至 600 萬噸。中油公司預期第三座 LNG 接收站完工後，未來全國天然氣供應量將可從目前的 1,400 萬噸提升至 2,000 萬噸，可供應電力、交通、工業及民生等天然氣用量持續成長的需求。

另一方面，有鑒於油價大幅波動已成常態，中油公司深知唯有提高自有油氣能源，才能因應，因此不斷堅持探勘工作。在台灣陸上，以「老油田新觀念」持續尋覓油氣蹤跡；在台灣海域，借重國際大油公司的技術和經驗，包括：和 Husky 合作的台南盆地深水礦區計畫、和 Total 合作的台陽石油計畫、和中海油（CNOOC）合作的台潮石油計畫；並積極走向海外，目前中油公司在 8 個國家有 24 個礦區，重點區域在非洲的尼日、查德，未來聚焦澳洲、拉丁美洲以及中東的伊朗等地。未來中油公司探勘事業將持續致力國際探採合作，分散油氣來源，並配合政策深化我國能源供應安全機制，也將投注於非傳統能源如地熱資源的開發，朝自有油源 10% 的目標邁進。

二、高值低碳應用

中油公司煉化事業的發展，在高雄煉油廠功成身退後，煉製生產轉移至大林煉油廠，未來將結合規劃在高雄港洲際貨櫃二期興建的石化及油品儲運中心，打造「前店後廠」的生產輸儲基地，以確保供應穩定無虞；而由煉廠到加油站的輸儲體系，因應都市化的發展，目前的油庫亦將逐步規劃為臨港型的體系。石化原料缺口，則由林園石化廠新三輕及進口填補。在石化產能無法擴充的情況下，唯有高值化才能維持永續發展，提

升國際競爭力，中油公司計劃透過產學研合作，精煉開發高價值的石化複合材料，以達成石化高值化的目標。台灣石化產業的國際化，存在著關稅的貿易障礙，非單一企業能解決，有賴政府協助。

配合政府政策，擴大應用並充分供應具潔淨能源特性的天然氣，是中油公司重要發展方向之一。除發電外，另規劃推廣天然氣應用於交通、工業與民生等領域。其中在交通用途方面，近年來部分國家對船融入港排放廢氣的規範趨嚴，船身自開始試驗以天然氣作為動力。一旦國際間將天然氣列為必要燃料，屆時每個港口均需增設天然氣灌裝設備，中油公司將密切注意趨勢發展，以把握潛在商機，兼顧環境保護。

在工業用途方面，中油公司持續鼓勵工業用戶改用天然氣取代燃料油，有助於改善空氣品質。在民生用途方面，目前受限於設備及管線，用戶以中北部地區居多，未來擬設小型氣化站，讓東部地區甚至離島地區民眾也有天然氣可用。此外，天然氣還可用於生產氫氣，中油公司希望未來能利用天然氣就地產氫，以供應氫能設備之需。

三、提升能源效率

面對環保意識高漲，資源日趨匱乏，中油公司了解到唯有利用先進科技與技術強化環境管理，並由源頭解決能源消耗及環境生態的污染問題，才能在低污染、低耗能、高效率的作業環境中生產，並增加產品的附加價值。多年來以製程新技術、高產能、低能耗、高效益的最佳化考量，落實節能減碳，成效顯著。

中油公司於 2005 年成立節約能源服務圈，全面推動節能減碳，統籌全公司節能的推動，並提供下游客戶節能技術的諮詢與服務。主要重點在節能新技術的引進與研發、建立主要工場單位能耗指標、設定改善目標以及加強成效追蹤管考等。近年中油公司除了以低碳的天然氣替代製程加熱爐與鍋爐的燃料用油，並引進國外最新技術，提高原油回收煉製比率，回煉量逐年提高，不僅提升煉製績效，亦減少廢氣燃燒塔排放。同時進行煉製製程及設備改善，提高能源效率，利用大林煉油廠與中鋼公司相互支援或交換能資源，並推動廢熱能回收工作，整合區域能資源，降低能源使用，節能減碳成效卓著。

基於環境保護的理念，中油公司多年來持續節能減排，各廠致力提高能源使用效

率，廢水回收再利用，並建置廢氣回收系統（Flare Gas Recovery Systems; FGRS），落實各項減廢工作，加油站安裝油氣回收設備，推動辦公室「四省」（省電、省油、省水、省紙），不遺餘力。其中林園石化廠於 2014 年完成再生水設備建置，將使用過的製程廢水回收再利用，形成再生水，水質好、效益佳，可避免生產過程因缺水而中斷的情況；再生水設備上線後，每天可產出 3 千 9 百噸的超純水，提供需要超純水的鍋爐使用，占整體鍋爐用水的 40%，減輕環境負擔兼具省水功能，將進一步評估再生水的推廣。

在此循環概念之下，中油公司未來新建硬體設備、作業流程規劃，將朝向節能、減廢、回收再利用的方向設計，現有的設備與作業模式也將依此原則進行修正或改善，如回收生產過程的蒸氣、熱能，用以發電等，相信可進一步降低排放，提高產能。

此外，多年來提供消費者優質油品與服務的中油加油站，硬體建設也將轉型，邁向綠色加油站。目前中油公司旗下已有的座綠建築加油站，其中 8 座是鑽石級；將進一步運用工業 4.0 打造智慧、型加油站，同時也將以多角化營運模式提供消費者更多元的服務，成為友善的、綠色的、智慧的加油站。

四、致力綠能研發

近年來氣候變遷加劇，各地災難頻傳，節能減碳蔚為趨勢，發展綠色能源成為全球共識，中油公司為推動綠色能源的研發，於 2012 年 3 月成立綠能科技研究所（簡稱綠能所），以期掌握能源產業轉型發展的契機，並做為企業持續成長的新動力。

中油公司綠能所主要研發項目涵蓋氫能、太陽能及生質能。氫氣主要來自煉廠純化，因運輸不易，近期專注在氫氣天然氣重組、儲存及輸送等應用技術研究，並以供氫環境建置、加氫站應用示範系統為目標。

太陽能發電為兼顧能源安全、環境保護及經濟發展的重要再生能源。台灣地處亞熱帶，太陽能資源豐富，中油公司運用加油站屋頂閒置空間設置高效率太陽能發電系統，2011 年於墾丁啟用首座太陽能發電加油站，接著在屏東麟洛設置第 2 座太陽能發電加油站，目前已完成 7 座商用型太陽能發電系統。未來希望結合綠能所的專業及油品行銷事業部的經驗，推廣太陽能力口油站，持續探討建置大型太陽光電系統發電的可能性。

生質能是中油綠能研發第三重點項目。近年來歐洲國家為降低排碳量，已逐步建立於航空燃油中添加生質燃油的相關法令，多家國際航空公司也投入生質航空燃油飛行試驗。隨著技術及市場環境漸趨成熟，中油公司亦積極投入生質與綠色油料製程技術開發，以即時因應市場需求。

此外，台灣位處環太平洋火環帶，地熱充沛，中油公司於 2008 年開始研發，已參與科技部宜蘭紅柴林地區地熱深鑽計畫，負責該區兩口地熱井的深鑽業務，期望未來能將地熱的應用擴大及商業化。

小 結

中油公司是國內主要的能源及石化公司，也是經濟部所屬國營事業，多年來秉持「提供優質生活資源，確保能源供應安全，促進經濟成長繁榮」的使命，肩負穩定圈內能源供應的任務。中油公司體察全球油氣能源發展趨勢，化石能源的使用降低，再生能源及新能源的興起，國際供需結構多變，油氣價格波動成為常態，台灣自有油氣能源缺乏，對外能源依存度高達 99%，積極研擬各項因應作法。

未來中油公司將以穩定供應為前提，戮力國際探採合作及併購業務，以期提高自主能源的掌握，並穩定天然氣的供應，積極尋求更多元的氣源，建構完善的輸儲網絡，增加 LNG 進口能量；投入石化高值化研發與投資，擴大低碳能源的使用，開拓更多元的天然氣市場；持續落實節能、減廢、回收再利用，提升能源效率，降低能源使用；致力開發潔淨能源，包括氫能、太陽能、生質能及地熱，朝向「高值低碳」、「環保節能」的產業領域邁進。

中油公司自 1946 年成立至今，正好屆滿 70 年。在國際能源發展巨大變化的今天，中油公司將以成為「具有製造能力的服務業、善盡社會責任的在地優質企業、具競爭力的國際型企業」深自期許，持續努力，繼續扮演帶動台灣經濟發展的角色，提供消費者綠色、友善、智慧的能源服務，創造「能源、經濟、環境」三贏的願景，共同追求台灣的永續發展。

★

我國電力供需現況與展望

■ 台灣電力公司

一、前言

電力為近代科技進步之產物，也是人類從事各項活動及日常生活上不可或缺之產品，電與生活早已密不可分，本公司不只是電力供應者，更是臺灣品質生活的推手。本公司於民國 35 年成立以來，不斷擴充發、輸、配電設施，以友善環境及合理成本的方式提供社會多元發展所需的穩定電力。

今年適逢本公司 70 週年，也是電力供應的重要轉捩點。近年來減碳、細懸浮微粒 (PM2.5) 及空污減量、再生能源併網、2025 年非核家園、電業自由化等議題，皆是電力業者必須面臨的挑戰。因此，如何在穩定供電的情形下進行能源轉型，將是本公司未來電源開發所必需面對的挑戰。

二、我國電力供需現況

（一）台電系統與全國系統

在民國 35~68 年間，台電系統即為全國電力系統，之後隨著汽電共生及民營電業 (IPP) 陸續加入發電行列，全國電力系統即開始有了不同樣貌。

我國在民國 60~80 年代經濟蓬勃發展，經濟部為解決台電電力不足之窘境，自 69 年起於「能源管理法」第 10 條規定每小時生產蒸汽達 100 噸之業者，強制設置汽電共生設備，並陸續制訂多項法令措施及執行計畫，經濟部自 77 年提出「汽電共生系統推廣辦法」，推廣設置汽電共生系統，以保證收購電價的方式鼓勵發展汽電共生廠，加速推動我國汽電共生系統發展，以提高我國電力系統之供電可靠度，之後經濟部於 91 年 9 月 4 日發布實施「汽電共生系統實施辦法」，並同時廢止「汽電共生系統推廣辦法」。

我國汽電共生自民國 69 年起開始提供電力，至 87 年占全國裝置容量之比例為 10.0%，發電量占比為 11.0%。至 104 年占全國裝置容量之比例為 16.7%，發電量占比為 15.2%。

受環保意識抬頭的影響，自民國七十年代開始，台電公司的電源開發頻頻受阻，為避免電源不足影響國家經濟發展，解決電源嚴重不足實刻不容緩，政府於 83 年 9 月 3 日公布「開放發電業作業要點」，並於 84 年辦理第一階段開放民間申設興建電廠，第一部民營發電機組於 88 年開始加入發電行列。

歷經四階段的開放民間設立發電廠方案之後，除第四階段無獲選業者及容量外，其餘三階段共有 770.7 萬瓩容量獲經濟部審查通過准予籌設，並順利完工商轉與本公司簽訂購售電合約。

依據經濟部能源局出版之 104 年能源統計手冊，民國 104 年全國電力系統裝置容量中，汽電共生廠占 16.6%，民營電廠占 18.3%，本公司電源則占 65.1%。在發電量方面，汽電共生廠占 15.3%，民營電廠占 16.7%，本公司電源則占 68.0%。

目前台電系統包括本公司自有之電源、依據「汽電共生系統實施辦法」躉售電力予本公司之汽電共生部分、以及與本公司簽訂購售電合約之民營電廠 (IPP) 等三種來源。

考量傳統汽電共生系統係業者將製程外之餘電躉售予本公司，無法接受本公司之電力調度，故其裝置容量不計入台電系統裝置容量，但考量其餘電躉售部分對提升台電系統整體供電能力有幫助，故仍將汽電共生系統的「尖峰保證容量」計入台電系統的「淨尖峰供電能力」中。汽電共生中，屬再生能源之垃圾、沼氣等，係將生產之電力全數躉售給台電公司，其裝置容量計入台電系統中。

以民國 104 年底為例，全國系統總裝置容量約 4,870.3 萬瓩，台電系統 4,103.7 萬瓩，之間的差距主要為民間自發自用之汽電共生。

（二）電力供應現況

1. 歷年備用容量率變化

經濟部於民國 94 年核定「推動供電可靠度 999 方案」，民國 98 年推動該方案第二期計畫，將供電可靠度提升至每年缺電 0.365 天，相當於每年缺電機率 0.1%。在此供電可靠度前提下，行政院於民國 101 年將備用容量率 (Reserve Margin) 目標值下修為 15%。換言之，就長期電力規劃的角度而言，若系統備用容量率可達 15%，則未來之缺電機率可望控制在 0.1% 以下。

我國各項電源開發計畫於推動過程中，皆難免面臨各項內外環境之挑戰，導致工期有所調整，甚或無法推動。舉例而言，本公司於民國 92 年規劃推動深澳電廠更新擴建計畫，於 94 年奉行政院核定，95 年通過環評，惟因地方政府及民代對於卸煤碼頭位置

有爭議，迄今仍無法動工。此外，環評審查上的不確定性、輸電鐵塔用地取得、能源政策的調整等外在環境因素，亦影響計畫推動之期程。

除電源供應端之外，長期的用電需求亦受到經濟、氣溫、產業結構等因素而變動。在各項因素加總影響下，當年實績備用容量率往往與過去規劃之備用容量率目標值有所不同。

圖1為79~104年之實績備用容量率及目標值，圖中可發現幾個現象。第一，在79~85年間之備用容量率皆低於7.4%，且該期間皆曾發生限停電情形；第二，我國在95~102年間之實績備用容量率高於目標值，供電無虞；第三，自103年起，實績備用容量率已低於目標值，我國電力供應逐步顯現捉襟見肘。

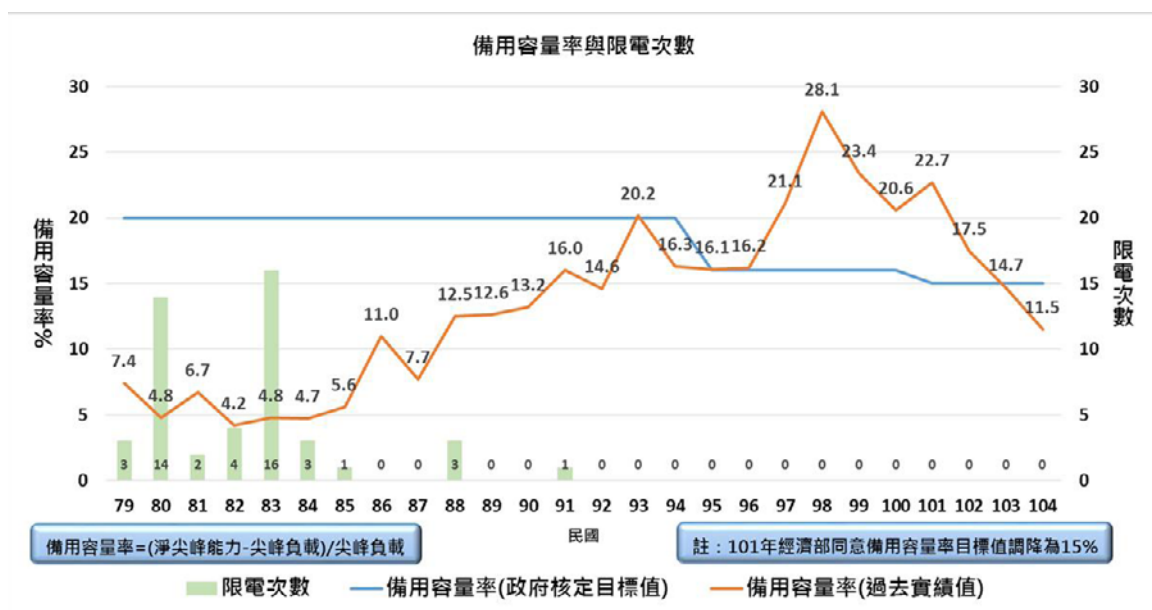


圖1 歷年備用容量率實績及限電次數

2. 近年備轉容量率之變化

探討即時運轉之電力供應時所引用之指標為「備轉容量率 (Operating Reserve)」。備轉容量率指的是扣除歲修、小修、故障之發電機組後，並考量環保限制、氣溫變化、合約限制及水力豐沛情形後，實際可調度之發電容量裕度，亦即系統每天的供電餘裕。

以本公司網頁所公布之燈號為例，備轉容量率所代表的意義如表1所示。

表1 備轉容量率燈號之說明

備轉容量率燈號	內容	代表意義
綠燈	備轉容量率大於等於 10%	系統供電餘裕充足
黃燈	備轉容量率 10%~6% 之間	系統供電餘裕緊澀
橘燈	備轉容量率小於等於 6%	系統限電機率增加
紅燈	備轉容量 90 萬瓩以下	限電警戒
黑燈	備轉容量 50 萬瓩以下	限電準備

「備用容量率」與「備轉容量率」之高低呈現相同趨勢。以過去 4 年為例，101、102、103、104 年備用容量率分別為 22.7%、17.5%、14.7% 及 11.5%，而當年之最低備轉容量率分別為 10.73%、5.86%、3.44% 及 1.90%。此外，備轉容量率低於 10% 之天數分別為 0 天、10 天、62 天及 191 天。

今 (105) 年由於用電需求持續成長，且氣候因素異常，導致 5 月 31 日之備轉容量率創下近十年之新低，來到 1.64%。截至 8 月 31 日止，計有 48 天之備轉容量率低於 6%，已超過 104 年全年之 33 天，供電吃緊情形，可見一斑。

有關近年備轉容量率之變化情形，詳如圖 2 所示。備轉容量率不足之情形，詳如圖 3 所示。

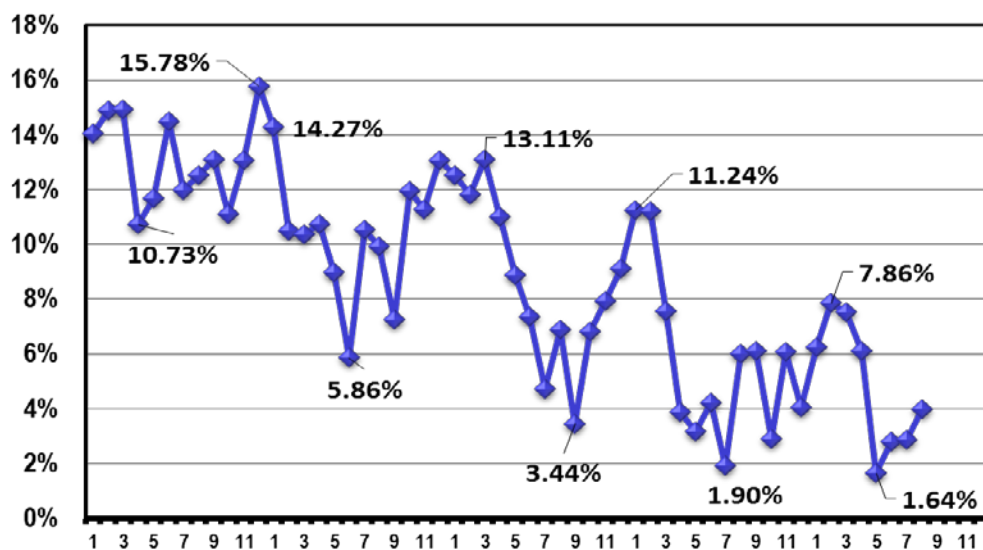


圖2 101~105年8月31日備轉容量率變化圖

三、未來電力供需展望

(一) 未來電力供需之不確定性

1. 未來用電成長需求難以精準預測

需求端的不確定性因素眾多，例如經濟景氣、產業結構、各行業發展，以及電價、人口、氣溫與節電效果等，都將影響長期用電需求的成長。因此，未來電力供應是否充裕，涉及諸多外在環境條件、政策法規限制及計畫執行面等變數，尤其用電需求之成長情形難以精準預測，因此未來電力供需是否平衡，實為一風險及機率問題。

「節電」是民國 104 年全國能源會議的兩大共識之一，政府自 104 年 4 月實施「智慧節電計畫」，推動「自己的電自己省」，目標是節電 2%，將節電觀念化為行動，推動中央到地方共同合作，期翻轉民眾用電習慣，以有效抑低用電成長。政府目前亦推動為期三年之「新節電運動計畫」，將由中央與地方政府共同推動，協助地方具體節電作法。

台電公司除了自 68 年起推動需量反應等負載管理措施外，亦於 104 年起陸續積極推動需量競價措施及其他多元化節電措施。

然而，近年來的異常氣候對於用電需求的影響更是電業必須面對的挑戰。舉例而言，過去夏季尖峰用電需求大多出現在 7~8 月之間，故本公司大型機組皆不會安排在夏月期間進行檢修，但隨著氣候異常，5~6 月高溫屢創新高，10 月秋老虎也愈加兇猛，用電需求的考量也與過往有所不同。隨著炎熱時間的拉長，使得大型發電機組的定期檢修排程受到擠壓，衝擊非夏月期間的發電排程，進而影響非夏月期間的系統供電能力。

2. 再生能源占比大幅提升

為因應全球氣候變遷及提高我國能源自主性，行政院於民國 97 年 6 月 5 日核定「永續能源政策綱領」，於 98 年召開第三次全國能源會議，其中「加速完成『再生能源發展

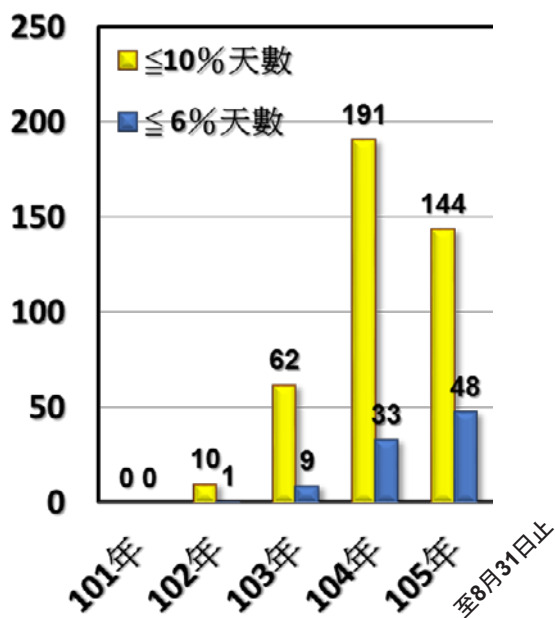


圖3 近年備轉容量率不足情形

條例』立法作業及相關配套措施」為會議共識之一。政府於 98 年公布實施「再生能源發展條例」，引入再生能源躉購制度，鼓勵民間大量發展再生能源。

民國 104 年政府召開第四次全國能源會議後，政府依據會議共識於 104 年 5 月上修我國再生能源發展目標，於 119 年總裝置容量達 1,725 萬瓩。本公司經評估本身技術及資金能力，預計至 119 年再生能源發展目標為 350 萬瓩（不含水力），加計水力發電目標 190 萬瓩後，本公司再生能源預計達 540 萬瓩，換言之，政府再生能源目標的達成尚需仰賴民間大量投入。

政府為達成西元 2025 年非核家園之政策目標，經濟部於民國 105 年 5 月 25 日記者會宣示將進一步加速擴大再生能源的開發，「民意非常清楚選擇了 2025 非核家園之目標，在這個明確的目標下，經濟部將全力以赴開發綠色新能源，使 2025 年再生能源發電量占總發電量達 20%」。因此，未來民間投入再生能源之開發量將進一步提升。

儘管如此，再生能源除有併網傳輸問題待克服解決外，有關設置太陽光電及離岸風電所需之土地或海域部分，更涉及國土整體開發利用、漁業權、環境與生態保護等層面，必須全力投入國家資源，才能克服困難，如期推動再生能源。

由於太陽光電及風力發電屬於間歇性能源，未必能在用戶需要電力時及時供應，因此為了不中斷供電，需在新建太陽光電及風力發電的同時，必須有足夠的傳統火力發電機組作為備援，以便在太陽光電或風電變動時立即遞補發電。

當間歇性再生能源占比不高的時候，對於電力系統之運作影響有限。未來再生能源占比大幅提高後，我國屬獨立電網，必須考量相關的儲能設施及整體電力系統之運轉操作配合事宜，以確保全國電力系統穩定運轉。

3. 電力政策及環保法規改變火力電源開發及營運模式

火力發電包括燃煤、燃氣及燃油等方式，其中占比最大的燃煤發電（民國 104 年裝置容量占 26.1%、發購電量占 35.7%）也正面臨前所未有的變數。社會各界對於燃煤發電所排放的空氣污染物有著相當高的疑慮，尤其是 PM2.5。目前已有部分地方政府提出禁燒或減燒生煤之管制條例，再加上空氣品質不良，未來國內大部分地區都將成為三級空氣品質管制區，這將使未來的電源開發增添變數。

民國 104 年 12 月聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 召開巴黎會議 (COP21)，世界 180 餘國依據各國國情提交各自的「國家自定預期貢獻」(INDCs)，我國於 104 年 9 月主動提出 INDC，在達成「前瞻節電」及「核四商轉」等前提之下，明訂西元 2030 年溫室

氣體排放量為西元 2005 年排放量之 80%。此外，我國於 104 年 7 月 1 日發布實施「溫室氣體減量及管理法」，長期減量目標為西元 2050 年溫室氣體排放量降為西元 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下。

為達此目標，必須減少溫室氣體排放，並積極節電，擴大使用低碳及無碳能源。未來能否在供電無虞的情形下順利達成減碳目標，必須由全國各部門審慎面對及抉擇。

以往只要確保燃料供應無虞，火力發電即可持續提供穩定的電力，但未來火力發電之貢獻將受到以上種種因素的交互影響。

4. 核能發電運轉情形面臨不確定性

在日本發生福島事件之後，我國核能發電政策面臨了重大的轉變，現有三座核能發電廠將採屆齡除役，龍門（核四）廠也已在民國 104 年 7 月 1 日起暫時封存 3 年。

政府目前以西元 2025 年達成非核家園做為政策目標，而該目標係基於現有核能電廠屆齡除役。然目前運轉中之核一、二廠受到乾式貯存推動不順利及機組大修後無法順利啟動等因素之影響，若無可行之應變方案，核一、二廠可能較原訂除役時間提前停轉；核一、二廠裝置容量 324.4 萬瓩，占 104 年台電系統裝置容量 4,103.7 萬瓩的 8% 左右，若提前停轉，將為供電投入變數。

5. 未來的電力市場將朝向自由化發展

「在穩定電源供應及合理電價前提下，逐步推動電力市場開放。」為第三次全國能源會議共識之一，具體內容包括：允許綜合電業經營，開放民間投資及參與發、輸、配電業，並設置電力調度中心，以公平調度電源及輸配電網路，開放用戶購電選擇權及發電業可直接售電予民眾，使民眾可自由選擇電力提供者，並可與發電業議價，及建立供電義務、備用容量、輸配電線路通行權等規範，以確保電力供應穩定及安全。

為加速電業法修正通過，行政院依據上述共識原則於民國 104 年 7 月 16 日提送修正草案至立法院審議，惟在委員任期結束前未完成一讀通過，因換屆不續審，電業法修正草案將由行政院重新檢討提送。

「能源轉型與電業改革」為民國 105 年 5 月 25 日經濟部部長就任記者會所揭政府施政重點之一，政府將加速完成電業法的修法，俾提供能源轉型所需市場結構與法制基礎。

此外，在本公司電力系統中，目前有 9 家民營電業 (IPP) 售電予本公司並接受本公司調度；未來電業自由化後，本公司與既有 IPP 之購電合約在屆期之前，是否因政策變更

而 IPP 可不再售電予本公司，而在屆期之後，IPP 與本公司能否在自由化市場架構下續約，亦需視未來電業法修法方向及未來市場規則而定。

承上所述，由於電力市場朝向自由化發展，本公司目前可調度之電源，未來亦將面臨前述之不確定因素。

（二）台電在電力供應之角色

展望未來，再生能源的開發及電業自由化等兩項因素可望讓更多的民間電源加入供電的行列，本公司雖仍持續辦理電廠更新改建計畫，惟預期未來自有電源占全國電力系統之比例可能再降低。

104 年底，台電系統再生能源發電量占比約 4.2%(含本公司及民間)，就本公司資金及施工能量而言，未來 9 年間無法由本公司獨力將再生能源占比提升至 20% 之政府目標，必須依據 98 年發布之「再生能源發展條例」精神，由全民共同投入。因此，未來全國電力系統中，民間再生能源的占比將大幅提高。

電業改革為政府既定目標，並積極推動中，民國 105 年 5 月 25 日經濟部部長記者會明確指示將完成電業法修法，提供能源轉型所需的市場結構與法制基礎。因此，未來電業自由化後，隨著新的電業經營者進入市場，本公司用戶可能隨著移轉、流失，進而使本公司自有電源之占比進一步下降。電業自由化對於我國電力供應結構及本公司權利義務之影響皆需依電業法修訂方向進一步探討。

本公司目前仍為綜合電業，每年依內外情勢，參酌現有大型發電機組之除役情形、國家電力政策及環保法規等相關因素之變化，定期檢討台電長期電源開發方案，規劃未來可能新增之再生能源及火力發電計畫。

承如前述，未來再生能源發展及電業自由化等兩大因素將讓台電設備占全國比例再降低，本公司所規劃的長期電源開發方案無法反映全國實際電力供需情形。面對高度不確定性的未來，本公司還需克服長期用電需求之不確定性、核能使用情形、國家自定預期貢獻 (INDC) 之減碳承諾、空氣品質管制區之總量管制情形等，而這些議題對於本公司角色定位及備用容量率所代表的意涵都會帶來根本性的改變。因此，本公司長期電源開發方案適用於本公司電力建設投資決策的參考。至於整體性的全國電力供需評估，涉及更為全面性的考量，宜參考經濟部能源局出版的「全國長期負載預測與電源開發規劃」報告。

(三) 台電電源開發規劃

1. 台電發電系統現況

台電系統包括台電公司自行開發電源及購入部分汽電共生與民營電廠 (IPP) 等民間電力，至民國 104 年底，台電電力系統裝置容量為 4,103.7 萬瓩，全年發購電量則為 2,191.0 億度，各類電源配比詳如圖 4 所示。

2. 大型發電機組退休規劃

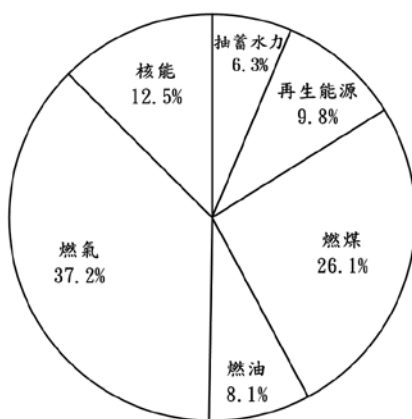
(1) 核能

依據政府民國 100 年 11 月 3 日公布之能源政策及 105 年 5 月 25 日經濟部部長記者會宣示之政策目標，運轉中的核一、二、三廠之運轉執照到期後不延役，現有三座核電廠各機組預計於 107 年底至 114 年 5 月間除役，除役容量合計 514.4 萬瓩。

(2) 火力

通霄 #1~#3 於民國 105 年 10 月 31 日夏季過後，辦理除役拆除工作；大林 #3 ~ #5，環評承諾於新 #1 商轉時除役 (107 年 3 月)，但 #3、#4 因環保加嚴標準需於 105 年 8 月起轉為緊急供電機組 (#3 於 106 年 9 月除役；#4 於 105 年 10 月除役)，#5 需於 105 年 12 月起降載至 38.6 萬瓩運轉；興達電廠燃氣複循環 #1 ~ #5 規劃於 113 年 10 月除役；燃煤汽力 #1 ~ #4 規劃於 115 年 1 月及 116 年 1 月除役，其餘火力機組除役時程按各機組運轉壽齡而定，105~116 年間預計退休之火力容量為 956.5 萬瓩。

104年底台電系統裝置容量配比



104年台電系統發購電量配比

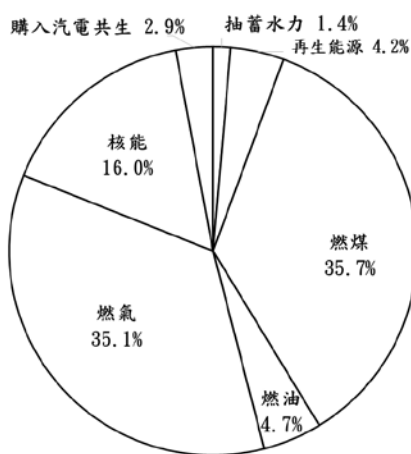


圖4 104年底台電系統裝置容量與發購電量配比圖

3. 台電施工中發電工程

目前台電公司計畫奉准及施工中工程，再生能源方面於民國 106~110 年新增 14.7 萬瓩，火力方面於 109 年以前新增 669.9 萬瓩，施工中發電工程合計新增 684.6 萬瓩，詳如表 2 所示。

表2 台電公司奉准及施工中發電計畫

計畫名稱	裝置容量 (萬瓩)	預定 商轉年
1. 再生能源		
澎湖低碳島風力計畫	3.3	106~107
鯉魚潭水庫景山水力	0.4	109
離岸風力第一期計畫	11.0	109~110
小 計	14.7	
2. 火力		
林口新一至三號機(燃煤)	3×80.0	105~108
通霄新複循環一至三號機(燃氣)	3×89.3	106~109
大林新一、二號機(燃煤)	2×80.0	107
金門塔山九、十號機(燃油)	2×1.1	108
小 計	669.9	
3. 合 計	684.6	

4. 台電陳報政府審核中的發電計畫

目前台電公司陳報政府審查中之計畫包括風力五期計畫及大潭複循環七~十號機，裝置容量合計 320.4 萬瓩。

5. 台電規劃中發電計畫

台電規劃中發電計畫摘要如表 3，其中再生能源方面共 171.2 萬瓩，包括湖山水庫小水力、集集攔河堰小水力、風力第六~七期、離岸風力、太陽光電第二~五期計畫及地熱計畫。

現有液化天然氣接收站卸收能力已達上限，需待第三座液化天然氣接收站完成後方能進一步提升天然氣發電。為積極使用天然氣發電，本公司規劃民國 113~116 年完工商轉之燃氣複循環計畫包括高原、通霄二期、協和更新 #1、興達更新 #1~#4、台中新 #1、

#2 等，其裝置容量共 1,040.0 萬瓩。

燃煤部分，計畫已奉核定並通過環評之深澳計畫規劃於民國 114~115 年間商轉，其裝置容量 120 萬瓩。

至民國 116 年以前規劃中發電計畫（包括再生能源）合計新增容量達 1,332.0 萬瓩。

表3 台電公司規劃中發電計畫

計畫名稱	裝置容量 (萬瓩)	預定 商轉年
1.再生能源		
湖山水庫小水力	0.2	110
集集攔河堰小水力	0.7	111
太陽光電第二～五期計畫	55.2	108~116
綠島地熱試驗計畫	0.2	109
風力第六～七期計畫	13.9	110~115
離岸風力第二期計畫	81.2	112~115
地熱第一～二期計畫	5.8	112~116
澎湖離岸風力	14.0	115
小計	171.2	
2.火力		
離島(燃油)	0.8	108~112
高原複循環機(燃氣)	140.0	113
通霄新複循環四～六號機(燃氣)	3×90.0	114~115
深澳新一、二號機(燃煤)	2×60.0	114~115
協和新複循環一號機(燃氣)	90.0	114
興達新複循環一～四號機(燃氣)	4×90.0	114~116
台中新複循環一、二號機(燃氣)	2×90.0	115
小計	1,160.8	
3.合計	1,332.0	

6. 10505 台電長期電源開發方案

由於本公司目前仍為國內唯一綜合電業，為提供我國多元發展所需之穩定電力，本公司持續規劃長期電源開發方案，並依據民國 105 年上半年之內外在環境條件分析，提出 10505 長期電源開發規劃如下：

(1) 再生能源方面：預計民國 119 年（西元 2030 年）離岸風力裝置容量目標為 180 萬瓩，太陽光電目標為 100 萬瓩，陸域風力及地熱之目標為 70 萬瓩，水力發電則為 190 萬瓩（皆不含購電）。

2. 火力及核能方面：民國 105~116 年預計除役容量 1,470.9 萬瓩，除了核一、二、三廠屆齡退休之容量 514.4 萬瓩外，火力部分為 956.5 萬瓩，包括燃煤 210 萬瓩、燃油 320.3 萬瓩及燃氣 426.2 萬瓩；據此，規劃火力新增發電計畫容量為 2,147.5 萬瓩，包括燃煤 520 萬瓩、燃油 2.9 萬瓩及燃氣 1,624.6 萬瓩。

四、結 語

未來電力供應是否充裕，涉及諸多外在環境條件、政策法規限制及計畫執行面等變數，尤其用電需求之成長情形難以精準預測，未來電力供需是否平衡，實為一風險及機率問題。

我國電力供需係經濟部能源局權責，本公司身為國家能源政策的執行者及目前國內唯一綜合電業，將持續參酌各項內外條件滾動檢討長期電源開發方案，以做為本公司電力建設的投資決策參考，並提供政府納入全國電力供需之評估。

未來電業自由化後，基於企業責任，本公司仍將因應國際減碳趨勢、國內環保法規趨嚴，及永續發展理念，配合政府推動再生能源開發利用政策及適時規劃新增低碳燃氣機組。

★

全球非傳統頁岩油氣資源概述

一、前 言

頁岩油氣是屬於非傳統資源的一種，目前國際能源總署 (IEA) 已將頁岩油視為輕質緻密油 (Light Tight Oil)，也就是一種呈現液態可自由流動的輕原油，頁岩氣則歸類於緻密氣。由於頁岩油及頁岩氣都儲集於低滲透率的儲集層中，需透過水平鑽井及液裂 (Hydraulic Fracturing) 技術才能產出具有效益的油氣，於是這種頁岩油氣的探採方式成為近年北美石油業界最熱門的領域。

二、全球各國頁岩油氣分佈概況及資源量

由於頁岩為數量最多且分佈最廣的沉積岩，因此在美國將頁岩油、頁岩氣成功開發後，各國無不積極進行地質研究，期望能在自己國內發現具開發潛力的頁岩層。圖 1 為

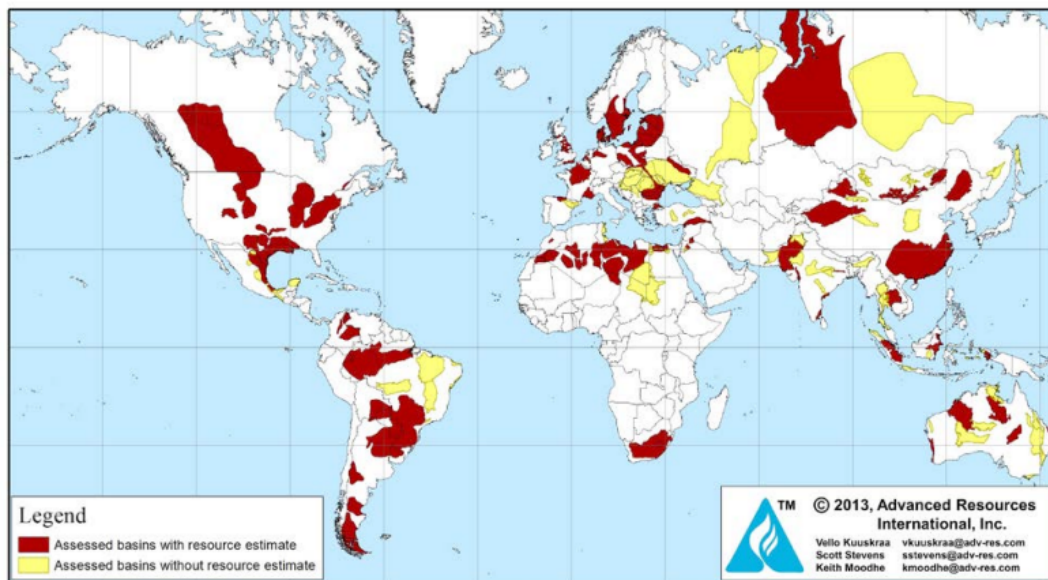


圖1 美國能源資訊署評估全球頁岩油和頁岩氣地層盆地 (EIA, 2013)

* 台灣中油公司探採事業部前執行長

2013 年美國能源資訊署 (EIA) 評估全球頁岩油和頁岩氣地層的盆地圖。其中紅色區域代表評估的頁岩沉積盆地具有資源量的預估資料；黃色區域代表被檢視過的頁岩沉積盆地，但未預估資源量；白色部分則尚無評估報告，但並不代表未來沒有開發潛力。

圖中顯示目前技術上可開採的頁岩油氣區域廣佈於全球各地，唯目前僅有美國在開採頁岩油及頁岩氣上最具有經濟效益。其他各國為了能在這場能源革命中取得先機，也積極與各大型油公司合作，以期能透過最新的工程技術取得開發的成功。根據美國能源資訊署 (EIA) 於 2013 年針對頁岩油、頁岩氣資源量所進行的評估報告（由 ARI 公司評估）內容顯示已針對 42 個（包括美國）的國家進行資源量估算，其中包含 95 個頁岩沉積盆地及 137 個頁岩地層的個別分析，全球可採頁岩油、頁岩氣的資源量分別為 3,350 億桶及 7,299 兆立方呎。

資料顯示美國以外的區域也具有相當高的頁岩油氣開發潛力，只是地質條件及開發技術未如美國成熟，但豐富的資源量仍是其他各國的一大優勢。各種條件均具備的美國從 1995 年液裂技術出現後才有進一步的發展，而美國德州的 Barnett 頁岩則在 2003 年應用水平鑽井技術，才加速進入頁岩氣的商業生產，並快速發展頁岩油氣開發，目前頁岩油產量約占美國境內油品需求的 25%，頁岩氣產量則約占 50%，美國液化天然氣 (LNG) 及原油均已出口。這種運用水平鑽井及液裂技術所造成的頁岩革命，已對全球油氣市場造成衝擊，除了北美之外，亞太、歐洲等地區近年也開始投入頁岩氣的發展，各地區發展情勢，分別概述如次。

北美地區：加拿大 2000 年在西加拿大沉積盆地先導實驗，發現具有頁岩油氣資源的盆地，均有厚層頁岩及豐富的有機質，其中主要的油氣資源多集中於加拿大西部，即迅速增加產量，逐漸考量增設液化天然氣站，出口至亞太地區。表 1 和表 2 分別為 2013 年 6 月美國能源資訊署對全球 42 個國家 137 個頁岩地層，技術可採收頁岩油、頁岩氣的十大國家排序及資源量。

亞太地區：澳大利亞已著手探採、部分已進入商業開發，但印尼、印度仍在觀望中，中國大陸則宣布在重慶涪陵區投入中國境內第一個商業開發生產頁岩氣田。

歐洲地區：歐洲天然氣大部分利用管線由俄羅斯進口，阿爾及利亞已和 ENI, Shell 及 Talisman 等國際油公司簽訂頁岩氣開發合作協議，德國、保加利亞和法國擔心頁岩氣開發會造成環境汙染，英國則由反對轉為贊成但並不積極，波蘭經國際油公司鑽探後評估蘊藏量不如預期，因此歐洲頁岩氣開發速度會稍緩。

表1 世界前十大頁岩油可採資源量國家

排名	國家	資源量(十億桶)
1	俄羅斯	75
2	美國	48
3	中國	32
4	阿根廷	27
5	利比亞	26
6	澳洲	13
7	委內瑞拉	13
8	墨西哥	9
9	巴基斯坦	9
10	加拿大	8
	其他	65
合計		335

資料來源：修改自美國能源資訊署的Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States (2013)。

表2 世界前十大頁岩氣可採資源量國家

排名	國家	資源量(兆立方呎)
1	中國	1,115
2	阿根廷	802
3	阿爾及利亞	707
4	美國	665
5	加拿大	573
6	墨西哥	545
7	澳洲	437
8	南非	390
9	俄羅斯	285
10	巴西	245
	其他	1,535
合計		7,299

資料來源：修改自美國能源資訊署的Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States (2013)。

其他地區：中南美的巴西資金大部分用在海域鹽下構造開發，尚未著手頁岩氣。阿根廷（與 Repsol YPF/Chevron 等國際油公司）投資 Vaca Muerta 頁岩區。墨西哥認為 Brugos 盆地是美國德州 Eagle Ford 構造的延伸，但因缺乏資金而暫緩。俄羅斯、中東及北非傳統油氣資源豐富的國家也展開頁岩氣開發。

由於油、氣生成條件不同，頁岩油及頁岩氣的分佈並非完全一致，其中又以美國、中國、阿根廷等三個國家，在頁岩油及頁岩氣的資源量都在前五名內，因此本文除中油公司的發展概況以外，謹就這三個國家作較詳細的說明。

三、中油公司在國內外的頁岩油氣研究及探勘概況

依據陸上地質條件的分析結果，台灣較有機會具備頁岩氣的區域，以生產天然氣的苗栗新竹地區為主，但以目前地球化學資料來看，該地區有機碳含量偏低，且大都來自煤層，能發現具經濟效益的頁岩氣的潛能機會不高。中油公司探採研究所曾於 2011 年，針對苗栗生產井資料分析，進行油氣生成與動力的模擬，在頁岩層中的薄砂岩生產少量油氣。此外，高屏地區泥岩中產生的生物氣，也類似頁岩油氣，但深度過淺，泥岩尚未固結，以氣苗出現於地表，生成量有限。因此即使未來台灣有機會生產頁岩氣，估計其產量也不大。至於有關開採頁岩氣所需的水平鑽井與高壓液裂技術，國內仍處於初期研究調查階段，中油公司的頁岩油氣探勘距離實際執行階段，仍有一段漫長而艱難的路要走。

中油公司自 2008 年起開始派員前往美國參與頁岩油氣的訓練課程，同時透過美國分公司的接洽，初次評估參與探勘頁岩油氣礦區的投資機會，從此每年陸續接洽多件頁岩油氣礦區的案件；案件內容主要是參與加拿大的頁岩氣礦區，同時包括出口液化天然氣計畫的投資機會，和美國具凝結油或原油潛能的頁岩油氣礦區為評估投資對象。中油公司在進入頁岩油氣領域的過程，面臨投資制度受到法令重重束縛，並且在開發技術方面，亦未具有實際操作經驗；但是中油公司利用身為液化天然氣的買家優勢，藉以取得參與頁岩氣礦區開發生產的投資機會，進而參與經營，逐步取得經驗與技術，此作法在澳洲傳統氣田的液化天然氣合作案上，已有實際案例可循，這是中油公司無任何外援情形下突圍的策略，並且正朝此方向努力邁進中。

四、美國頁岩油氣開發概況

美國是目前頁岩油及頁岩氣開發最成功的區域，其頁岩資源的分佈區域也隨著研究及開發而逐漸擴展，其中主要有 20 個油氣資源盆地（圖 2）。根據美國能源資訊署委託 Advanced Resources International's (ARI) 所評估的資源量報告顯示，美國擁有約 477 億桶的技術可採頁岩油及 1,161 兆立方呎的技術可採頁岩氣，資源量相當豐富，又具有良好的基礎管線設施、開發技術，相信頁岩油及頁岩氣的產量占美國油氣總產量的比例將持續攀升。

美國頁岩油的實際生產量包含於頁岩油氣盆地中的緻密油生產量中，而美國主要生產緻密油層的區域為 Permian 盆地，Western Gulf 及 Maverick 盆地的 Eagle Ford 頁岩，Williston 盆地的 Bakken 頁岩，Powder River 盆地、Denver 盆地和 Greater Green River 盆地的 Niobrara 頁岩層（圖 2）。截至 2015 年 12 月緻密油生產資料顯示，緻密油產量集中於 Permian、Eagle Ford 和 Bakken 三個區域，其中以 Permian 盆地產量最大，約占目前緻

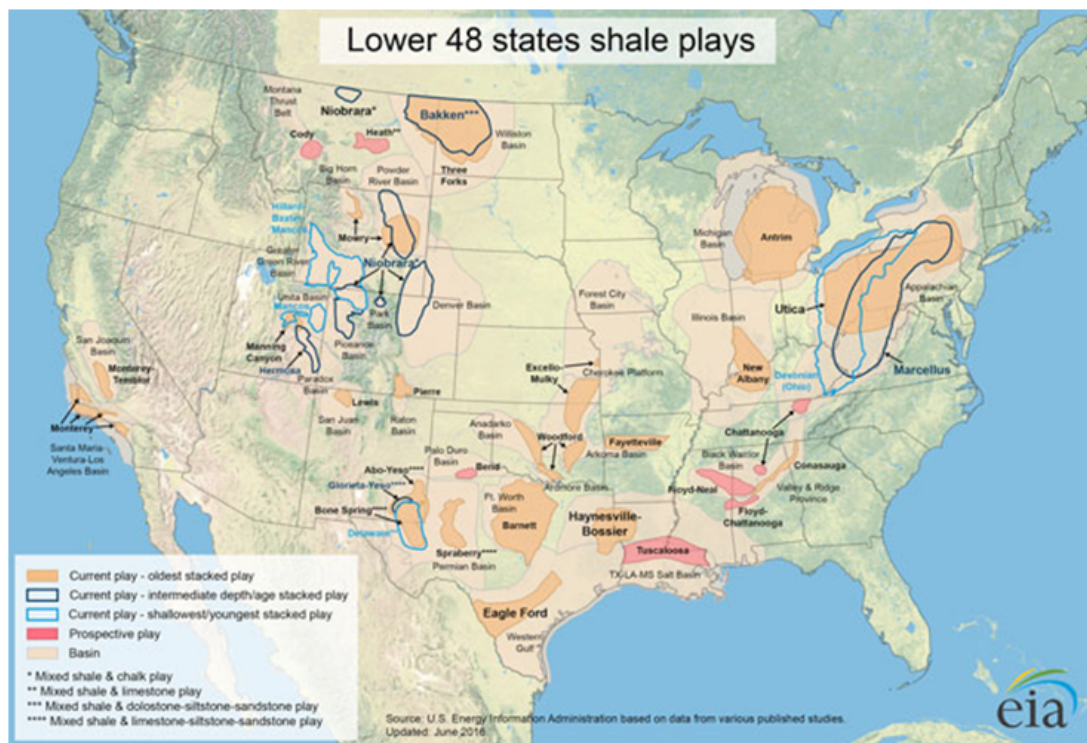


圖2 美國各主要頁岩油氣資源盆地及探勘標的(EIA, 2016)

密油總產量的 41%。在頁岩氣方面，截至 2015 年 11 月的頁岩氣生產資料顯示，頁岩氣盆地產量最大的前三名，依序為 Marcellus 頁岩、Eagle Ford 頁岩及 Barnett 頁岩，其中 Marcellus 頁岩約占目前美國頁岩氣總產量的 37%。

五、中國大陸頁岩油氣開發概況

中國豐富的頁岩油氣資源，主要分佈在 7 個盆地，分別是四川(Sichuan)、塔里木(Tarim)、準噶爾(Junggar)、松遼(Songliao)、揚子臺地(Yangtze Platform)、江漢(Jianghan)及蘇北(Subei)盆地(圖 3)。全國共設置頁岩氣探礦權 44 個，面積 14.4 萬平方公里。頁岩油主要集中在準噶爾、塔里木及松遼盆地，預估技術可採資源量約 322 億桶，然而由於其沉積環境屬於湖泊相，因此泥質較多，對於液裂開採方式較為不利。而頁岩氣則遍布於七個盆地，預估技術可採資源量約 1,115 兆立方呎，其中又以四川盆地



圖3 中國大陸各主要頁岩油氣資源盆地 (ARI, 2013)

的 626 兆立方呎資源量最為豐富，地質環境為海相及湖泊相沉積為主。頁岩氣的開發在中國已有中石油及殼牌 (Shell)、中石化和延長石油等公司進行開採，目前集中於四川盆地和鄂爾多斯盆地。

2011 年底中國大陸國務院批准頁岩氣成為中國第 172 個礦種，有利大規模開發頁岩氣，並於 2011 年與 2012 年 舉辦兩輪頁岩氣開發招標。中石油公司於 2009 年開始與殼牌公司合作，在四川的長寧和威遠地區展開探勘與評估，2012 年鑽獲中國大陸第一口具有商業價值的頁岩氣井寧 201-H1 水平井，2014 年 4 月長寧頁岩氣實現外輸，2015 年底有 67 口井生產中，日產氣 360 萬立方公尺。中石化公司 2011 年與油田服務商斯倫貝謝 (Schlumberger) 公司合作，加速引進國外頁岩氣核心技術並移轉本土化。中國大陸於 2009 年開始評估重慶涪陵區塊，並於 2014 年 3 月宣布重慶涪陵為中國境內第一個商業開發生產頁岩氣田，截至 2015 年 8 月底，已開鑽 253 口，完鑽 204 口，壓裂投產 142 口，單井平均日產約 33 萬立方公尺，最高約 59 萬立方公尺；總日產氣超過 1200 萬立方公尺，累計產氣 25 億立方公尺；在涪陵附近已建成年產能 50 億立方公尺的頁岩氣生產規模。2015 年全國頁岩氣產量 45 億立方公尺。2015 年，中國大陸財政部和國家能源局明確表明「十三五」期間頁岩氣開發利用繼續接受中央財政補貼，補貼標準調整為前三年 0.3 元/立方公尺及後兩年 0.2 元/立方公尺，並加強頁岩氣開採環境影響評估，頁岩氣井鑽井液及壓裂返排液處理技術、開發生態及地下水環境風險評估與監控、建立安全環保標準體系，此外，規劃 2020 年頁岩氣的產量目標為 300 億立方公尺。

中國大陸頁岩氣資源總量看似豐富，但適合開發的區域其實不多，其中，具較好的海相沉積的區塊集中在川渝黔三省，但此三省地形環境起伏，加上還有如水源供應、基礎管線和政府管理等困難，均造成了中國大陸開發頁岩氣的未來展望為任重道遠的情況。

六、阿根廷頁岩油氣開發概況

阿根廷擁有世界級的頁岩油及頁岩氣資源潛力，可能是美洲除了北美以外最具開發前景的區域。阿根廷最主要油氣資源分佈於 Neuquen 盆地，另外還有 San Jorge、Austral-Magallanes 及 Parana 等三個盆地也具有一定的開發潛力（圖 4）。Neuquen 盆地的 Los Molles 和 Vaca Muerta 地層為海相沉積，富含有機質的厚層頁岩，具有相當高的油氣潛能，整體技術可採資源量約有 270 億桶頁岩油及 800 兆立方呎頁岩氣。當地已有

Chevron(CVX)、Dow、Russia's Gazprom、ExxonMobil(XOM)、Petronas 等大型石油公司紛紛與阿根廷 YPF 公司合作，試圖開發 Vaca Muerta 的頁岩油氣。



圖4 阿根廷 Neuquen 盆地 Vaca Muerta 頁岩油、氣遠景區 (ARI, 2013)

2016年7月 Vaca Muerta 頁岩油產量為5萬桶/日，不過 IHS 能源部的研究表明 Vaca Muerta 具有著諸多優勢，估計2018時，產量應該會翻倍。Exxon Mobil CEO Rex Tillerson 聲稱在阿根廷頁岩計畫投資可能超過100億美元。YPF 則說明整個 Vaca Muerta 開發計畫總金額約2,000億美元。阿根廷新總統馬克里 (Macri) 上台後致力於推行自由市場以促進經濟發展，放開了外匯管制並降低公共事業補助，在低油價的環境下，阿根廷的固定油價和巨大儲量是石油公司投資的一個很大的動力。

七、展 望

全球油氣供需隨著美國頁岩油氣革命的發生，造成全球原油供給從2014年開始呈現供過於求的情況，預估在2017年第二季才可能達成平衡。原油價格也由2014年的100美元/桶走跌至現在西德州原油約48美元/桶，依據美國能源資訊署(EIA)預測，未來一年內，油價將維持在40至60美元之間。美國頁岩油氣的大量開發是造成油價滑落的主要原因，伴隨著水平鑽井和液裂技術提升，新的鑽井技術還可以降低每口井的成本，而且增加產能，然而隨著全球原油需求量的逐年持續提升，美國和全球具潛能的國家將會繼續從事頁岩油氣的開採。此外，由於此項開採技術也可應用到傳統油氣探勘上，所以在探採方面繼續從事非傳統頁岩油氣開採技術的研究，實在是刻不容緩。

參考資料

CNN Money, 2016, Next hot spot for shale drilling? Argentina.

<http://money.cnn.com/2016/07/28/investing/argentina-shale-drilling/>

U.S. Energy Information Administration, 2016, Shale gas & oil plays, Lower 48 States (6/30/2016)

U.S. Energy Information Administration, 2013, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States:

Zou Caineng, Zhu Rukai, Tao Shizhen, Hou Lianhua, Yuan Xuanjun, Song Yan, Niu Jiayu, Dong Dazhong, Liu Shaobo, Jiang Lingzhi, Wang Shejiao, Zhang Guosheng, et al., 2012, Unconventional Petroleum Geology: p150-190. *

台灣西南海域天然氣水合物資源調查及展望

■ 翁榮南*

一、前言

台灣自有油氣資源有限，週遭海洋中的天然氣水合物可能是未來重要的自有天然氣資源。天然氣水合物是低溫高壓條件下，天然氣被嵌入水分子內所形成的冰晶狀固態物。由於天然氣中最常見的主要成分是甲烷，因此天然氣水合物也常被稱為甲烷水合物。純淨的天然氣水合物呈白色，能源密度高，點火可燃，又被稱為可燃冰（圖1），一單位體積的固體甲烷水合物在常溫常壓環境下可解離釋出約 150 到 170 單位體積的氣體甲烷。自然界天然氣水合物廣泛分布在極區的永凍層與大陸邊緣深水海域的淺部地層中（圖2），湖泊或內海等深水區域亦有發現。至今的調查研究顯示全球天然氣水合物所含天然氣（甲烷）資源非常豐富，保守估計有 2 萬兆立方公尺，遠超過已知的傳統油氣資

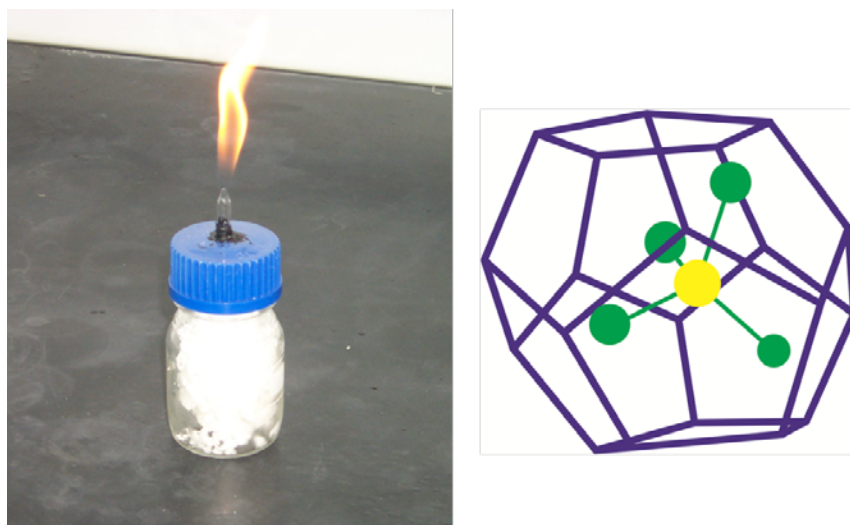


圖1 天然氣水合物模型（美國地調所）及玻璃瓶中的合成天然氣水合物樣品燃燒中的照片（中油公司探採研究所）

* 台灣中油公司探採研究所 所長

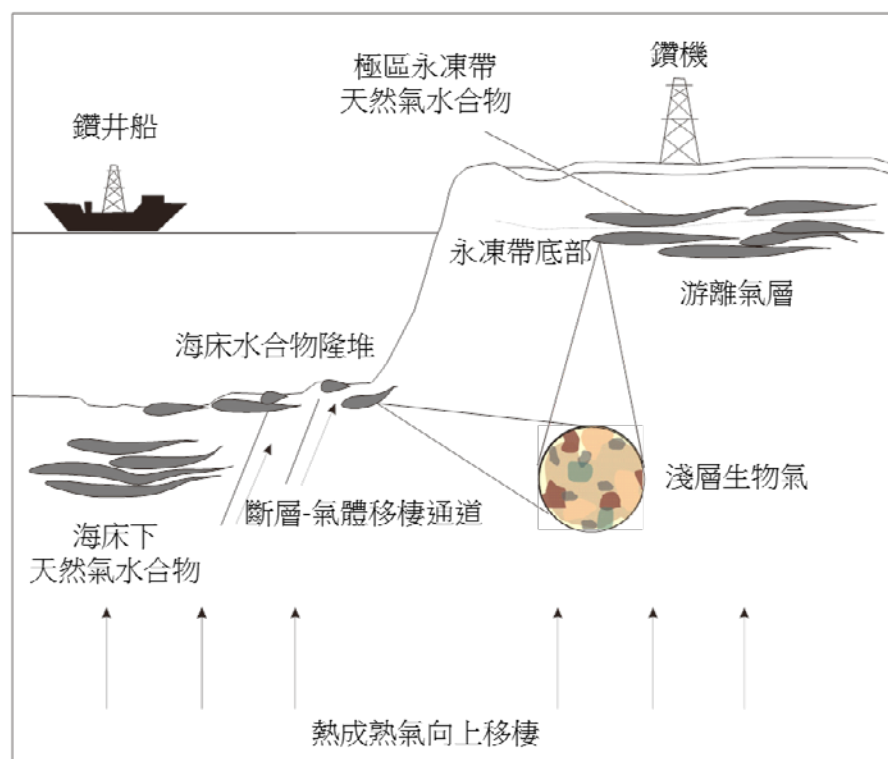


圖2 天然氣水合物在陸上永凍層與海域深水區賦存的地層剖面示意圖
(參考美國能源部網頁)

源，因此被認為是 21 世紀重要的天然氣資源之一。美國、日本、加拿大、德國、印度、中國大陸及韓國等國家多年來積極調查研究，相較於鄰近的日本、韓國、中國大陸等，我國實際推動天然氣水合物調查研究的起步較晚，主要由政府部門如經濟部中央地質調查所（簡稱地調所）及科技部主導推動，委由學校及研究單位專家組成調查研究工作團隊執行。

二、台灣西南海域天然氣水合物資源調查

臺灣的天然氣水合物資源調查主要在西南海域深水區，多年來的調查研究顯示天然氣水合物賦存徵兆明顯。早在民國 80 年代學術界的海洋震測資料即已發現西南海域變形前緣及及增積岩體的海底地層中具有海底仿擬反射信號 (Bottom Simulating Reflector,

BSR)，指示天然氣水合物廣泛存在的可能性，中油公司在民國 91 年首先在西南海域以海研號施測多頻道反射震測，調查水合物的分布，惟此計畫並未持續進行。

地調所為有系統瞭解國內海域天然氣水合物的資源潛能與分布，於民國 90 年委託工研院能資所進行台灣週邊海域甲烷水合物調查研究先期規劃，擬定台灣西南海域為最優先的重點調查區。隨後委託台灣大學海洋研究所進行地球物理先期調查，結果顯示海底仿擬反射信號分佈廣且密集，值得進一步調查研究。

地調所因此於民國 93 年啟動第 1 個 4 年期 (2004-2007) 天然氣水合物科技發展計畫 - 「臺灣西南海域天然氣水合物賦存區地質調查研究」，委由國內學術界及研究單位研究團隊在高雄－屏東外海的深水海域進行地球物理、及海域地質調查與地球化學探勘，總共完成 1 萬多平方公里之海域地質、地球物理及地球化學區域性普查，結果顯示海底仿擬反射信號明顯處及海底泥火山區域具有甲烷含量高的異常現象，研判地層中可能賦存天然氣水合物，惟其資源特性及資源量仍不明確。

為此地調所於民國 97 年啟動第 2 個 4 年期 (2008-2011) 調查研究計畫 - 「臺灣西南海域新興能源－天然氣水合物資源調查與評估」，評估第一期計畫所示重點構造區的資源量，也加入海洋生物及水合物熱力學研究，並提出科學鑽探井位規劃，作為資源評估與井位選址的依據。這 2 期計畫成果顯示本區具有豐富的天然氣水合物資源，初步推估所含甲烷資源量超過 2.7 兆立方公尺，惟仍有待科學鑽探，測井及採集地層岩心，以取得實際樣品及地質資料，方能驗證天然氣水合物的實際產狀與儲集情形。

為因應國際減碳趨勢及國內能源發展規劃，國科會（今科技部前身）自 2009 年起展開能源國家型計畫，地調所的天然氣水合物調查計畫納入此能源國家型計畫 - 能源技術分項的地質能源項下，著重於地質調查，並於自 2012 年起繼續推動第 3 個 4 年期科技發展計畫「能源國家型科技計畫－臺灣西南海域天然氣水合物資源地質精查及南部海域天然氣水合物賦存潛能調查」(2012-2015)，除持續精查西南海域天然氣水合物好景區的地質資料，提供能源國家型計畫規劃鑽井依據外，並擴展到恆春南部深水海域的調查。

科技部的能源國家型計畫於 2014 年進入第二期 (2014-)，其中「地熱與天然氣水合物主軸計畫」負責與天然氣水合物有關的國際合作，科學鑽探調查，環境影響與安全，主要研究包括：海域資源特性評估、深海高解析探勘調查技術、資源開發與生產技術、

探採安全與海床穩定性、及深海生物多樣性等。

綜觀國內天然氣水合物的研究發展，歷經地調所為期 12 年的調查計畫，及科技部能源國家型主軸研究至今，參與的調查研究團隊包括國內海洋科學、地質學、地球物理、地球化學、工程、生物等領域的專家學者，引進發展海洋科研設備及探勘技術，逐年調查台灣西南海域內的天然氣水合物賦存潛能。依據海底仿擬反射分布廣、海床水甲烷含量高、地層沉積物中硫酸鹽-甲烷界面深度異常淺、含有與甲烷來源相關的自生性碳酸岩，噴氣柱，化學自養性生物群落分布等現象，顯示高雄-恆春外海海域，無論是在被動陸緣的南海大陸斜坡區或是活動陸緣的增積岩體區，均有明顯的天然氣水合物賦存徵兆，例如海底仿擬反射信號、海床下的硫酸鹽還原-甲烷之界面深度淺、甲烷通量高等現象。進而釐定了天然氣水合物高潛能的探勘好景區，包括被動大陸邊緣的福爾摩沙海脊、指標海脊及九龍海脊，活動大陸邊緣的永安-好景海脊、下枋寮盆地、前緣海脊、及手掌海脊。其中前緣海脊、永安-好景海脊、手掌海脊、下枋寮盆地與指標海脊好景區進行了仿三維震測精查、儲集層特性分析及規劃科學鑽探井位，供未來鑽井參考（圖 3）。

天然氣水合物是一項多學門且跨領域的新興研發項目，十多年來的調查研究工作整合國內優秀的海域地質、地球物理、地球化學、石油地質、石油探採工程、生物學、化學工程等專業研究人才，在有限的研究資源下，取得大量調查資料，提昇國內海洋科技能力，培育海洋科技人才，建立國際合作研究管道。惟後來政府科學鑽探計畫預算未能通過，鑽探延後，研究規模已有減縮的趨勢。

三、台灣天然氣水合物開發可行性

天然氣水合物具有賦存深度淺、分布廣、儲量大、能量密度高且潔淨等特點，被視為是一種有別於傳統油氣的新能源，但基本上還是屬於化石能源的一種，都是沉積地層中的有機物質受微生物作用或熱作用所生成，只是儲聚型式、儲存條件及分布位置不同，開發生產模式及技術不同。未來開發的可行性主要還是考量技術、經濟效益及環保議題，在有經濟開採技術，不影響環保的條件下就有機會開採。

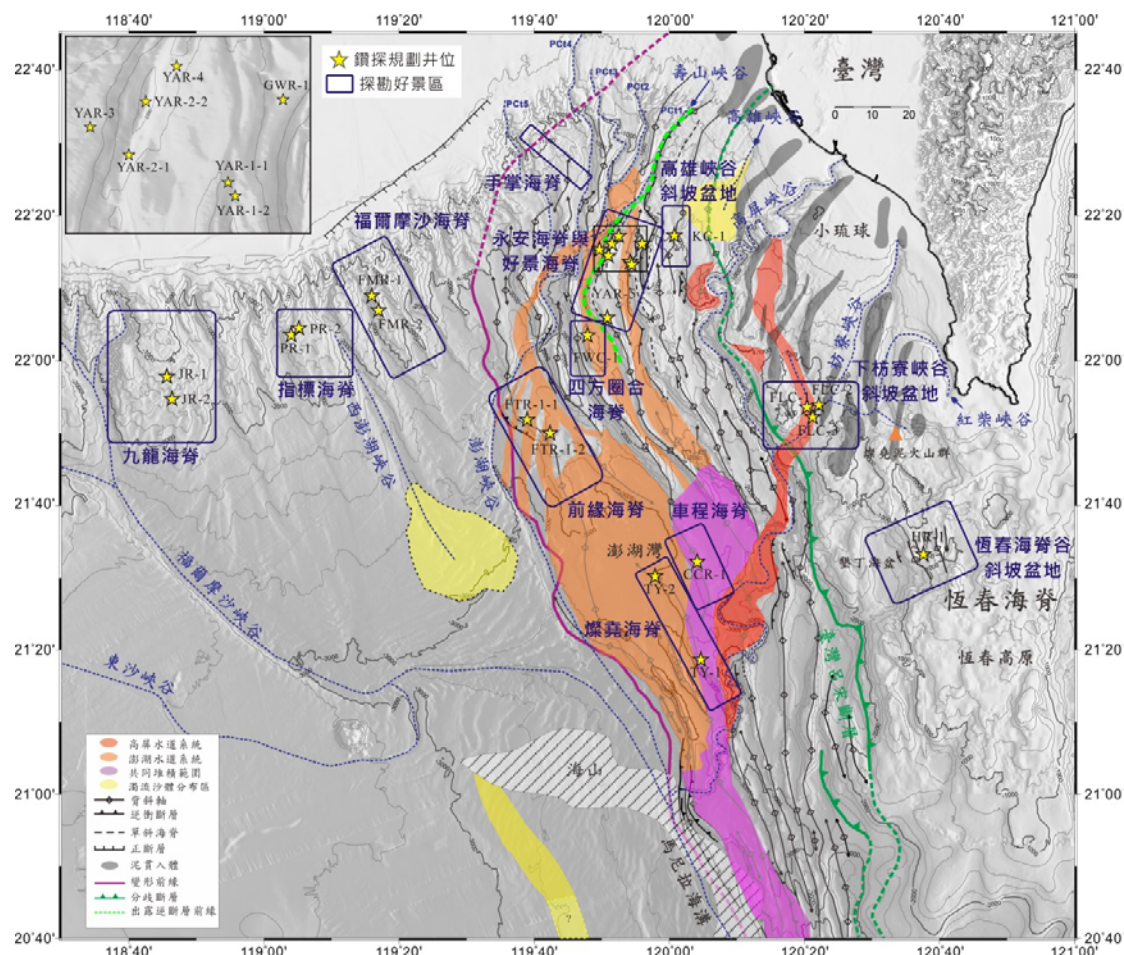


圖3 台灣西南海域天然氣水合物分布示意圖（取自經濟部中央地質調查所報告）

開採技術考量

天然氣水合物的開發生產技術至今仍在研發設計中，主要包括藉由減壓法、加熱法或加入化學劑等技術，破壞水合物的穩定，將地層中的水合物解離，釋出天然氣。至今全球尚未有天然氣水合物的商業開發生產，2002年期間，由日本、美國、加拿大、印度、德國等國家組成的國際聯合研發團隊，在加拿大北部麥肯齊三角洲地區（Mackenzie Delta）進行永凍層天然氣水合物鑽探及生產試驗研究計畫，成功利用減壓法輔以加熱法，採出天然氣水合物的甲烷氣，證明天然氣水合物確實可被開採利用，但商業性開採

階段仍有待未來發展經濟開採的關鍵技術。

海域天然氣水合物開發生產的困難度遠高於永凍層地區，深水技術困難度大，成本高，一般利用永凍層天然氣水合物生產試驗所獲得的結果作為基礎，再研發適當的生產概念模式轉移應用到海域環境系統中。日本宣稱在南海海槽發現大量天然氣水合物，蘊藏 1.1 兆立方公尺（約 40TCF）天然氣資源，並在 2013 年進行海域天然氣水合物生產測試，成功以減壓法得到日產 2 萬立方公尺天然氣，此為海域天然氣水合物開發生產的里程碑。惟產量未達經濟效益，下一步將是設法突破經濟開採技術。

估計商業投產應該在 2020 年之後。考慮到開發綜效如技術人力、地質資料、鑽採設備、管線等，初期天然氣水合物的商業開發地點可能會在傳統油氣田鄰近區域，傳統油氣資源開發生產技術的快速發展有助於天然氣水合物開發生產。

環保考量

天然氣水合物分布在自然界中的深水高壓低溫帶，在地球的碳循環上扮演重要的角色，其消長與地球環境的變遷有密切關係，未來天然氣水合物的開發生產是否造成海岸環境改變，衍生大陸斜坡地區的海床崩毀、滑移，甚至海嘯，而危害沿岸城市，所引發的災害及生態的改變，將會是重要的考量因素。此外若開採技術無法妥善收集開採過程釋出的大量天然氣或甲烷，使其逸散到大氣層中，所造成的溫室效應遠高於二氧化碳，可能加速全球暖化，影響全球氣候，因此開採造成的環保議題必須事先深入研究評估，預做因應。

經濟效益考量

天然氣的價格及經濟效益是控制商業開發生產最主要的因素，天然氣的市場需求逐年增加，但其蘊藏量較原油寬裕，資源耗竭的壓力較小，尤其是在美國非傳統油氣資源，如頁岩氣大量開發生產之後，其國內天然氣價格下跌，明顯壓縮新興能源的發展，無疑的對天然氣水合物的發展及商業開採的迫切性造成相當程度的衝擊。

台灣能源多倚賴進口，自產天然氣有限，每年進口超過 1000 萬噸液化天然氣，對自有能源有迫切的需求，西南海域的天然氣水合物資源提供台灣一個掌握自有能源的機會，進口天然氣氣價因處理及輸送費用高，若能自產，可節省大量外匯，且降低國際政

治影響能源供應的風險，將是國內開發生產天然氣水合物的利基，雖然考量前述因素，短期內尚無開發生產天然氣水合物的條件，離商業開發還有相當的時間，但一般而言，地質能源的探勘開發耗時甚久，投資大，仍宜趁早持續調查研究，做好準備。而且從傳統油氣探勘的角度看，天然氣水合物的調查研究也有助於認識傳統石油系統，如天然氣來源和油氣移棲路徑，甚至有機會發現以天然氣水合物層為蓋層的游離天然氣藏。

四、展 望

現今對台灣西南海域天然氣水合物的賦存型式、儲集層特性等認知多靠地球科學資料推演，展望未來迫切需要實際的科學鑽探，取得樣品及地質資料，後續進一步評估蘊藏量及規劃資源開發。

現階段國內天然氣水合物的發展困境是相關主管機關忽略研發的重要性，產業界對於相關研發計畫的投資意願較低。能源產業界基於投資報酬率的考量，對天然氣水合物的投入多持觀望保守態度，中油公司早年在西南海域對水合物施測調查，之後未曾自行或參與調查研究，僅有資料整理及文獻研究。即便調查結果提出潛能好景區，因未有科學鑽探證實，地質不確定性大，難以評估經濟效益，且探勘費用昂貴，更因為沒有商業開採技術，實難以吸引產業界投入後續計畫，未來還是建議由政府主導支持，持續推動台灣周圍海域天然氣水合物的調查研究與技術研發，以掌握未來天然氣資源自主的契機。除了資源探採外，研究成果也涉及全球碳循環與氣候變遷、陸坡海床穩定性及海域地質災害等議題，甚至可應用於天然氣輸儲、節能、空調、蓄冷、萃取、二氧化碳減量與封存等工業用途，以及深海特殊環境生物的調查保育與生化研究等。 *

台灣綠能產業永續發展前瞻與挑戰

■ 王人謙*

一、前言

全球溫室氣體排放的增加，導致地球氣候發生重大變遷；為減少溫室氣體排放來減緩地球溫度上升，各國均致力於推展節能與減碳行動；因此，綠能產業的推展已成為未來的經濟策略及施政潮流。2015年聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 第21屆締約國大會 (COP21) 中，各締約國也達成了減碳共識，即制定全球氣候變遷調適策略，並各自提出「國家自主減排貢獻」(INDC) 目標，以降低與管理溫室氣體排放。我國也提出2030年溫室氣體排放量為現況發展趨勢 (BAU) 減量50%，相當於比2005年排放水準再減20%的目標。

為減少碳排放，政府也積極發展綠能產業。行政院於2014年8月6日核定之「綠色能源產業躍升計畫」，即是結合我國的資通訊、半導體、機電及材料等相關產業的基礎及優勢，以製造業服務化及朝下游拓展系統服務業發展的思維，將資源聚焦於太陽光電、LED照明光電、風力發電及能源資通訊等四項主軸產業（圖1）的推動上；並擴大到海外系統的輸出能量，期望能夠快速嵌入全球分工布局，來創造綠能產業成長新動力。除此之外，政府更在2016年推出五大創新產業（生技醫藥、亞洲矽谷、綠能科技、智慧機械、國防產業）的發展，作為我國下一世代產業成長的驅動核心，期能達成數位國家、智慧島嶼、服務業高值化、非核家園及節能減碳的願景。其中的綠能科技就是結合在地產業發展，以國內綠能需求扶植產業，並在綠能科技的優勢情況下進軍國際市場，使得綠能產業成為我國下一個明星產業。

* 工業技術研究院 綠能與環境研究所副所長



「綠色能源產業躍升計畫」簡介

- 行政院2014年8月6日核定通過「綠色能源產業躍升計畫」，集中資源聚焦推動**太陽光電**、**風力發電**、**LED照明光電**及**能源資通訊**等4項產業。

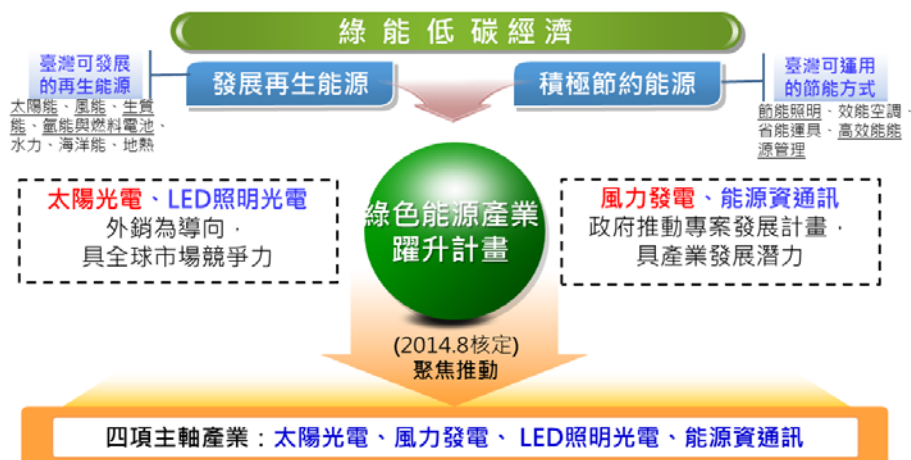


圖1 綠色能源產業躍升計畫四大主軸產業示意圖（資料來源：能源局）

二、綠色能源產業躍升計畫

(一)太陽光電

依據經濟部能源局資料，2015 年度綠能產業總產值達新臺幣 4,632 億元，較 2008 年（1,586 億元）成長 192%^[1]；而自 2009 年至 2015 年，累計帶動國內投資總額為新臺幣 2,488 億元；且 2015 年總體就業人數約 6.25 萬人，較 2008 年增加約 4.74 萬人。其中最主要的太陽光電產業鏈廠商超過 250 家，太陽電池年產量 9.6GW，占全球總供應量 20%（近 5 年產量居全球第 2 位），產值達新臺幣 2,005 億元。較遺憾的是太陽光電產業中，以中游之製作太陽電池外銷為主，而較高階的太陽能發電系統及太陽能模組產值比例並未達 8%；主要因素為推動太陽能發電系統的積極度不夠（裝置容量不到 0.5GW），致使我國的太陽能模組與系統產業基礎，目前仍難以在國際中占一席之地。

雖然我國是全球第二大的太陽電池產地，但卻未充分運用太陽能發電的優勢，例如到 2016 年 2 月止，國內的太陽光電系統累計裝置量只有 914.4MW，尚不到太陽能電

池年產量的 10%。而經濟部能源局推動之「陽光屋頂百萬座計畫」，原預定 2020 年達到 2,120MW、2030 年屋頂型及地面型分別達到各 3,000MW 與 5,700MW 的設置目標，因未有效地運用本土化產業優勢，且推動步調偏於保守，經過廠商反應與政府進行評估後，2016 年開始已經調整太陽能發電的收購容量，以刺激國內太陽光電場商的裝置意願。

政府除了推動陽光屋頂百萬座之外，也積極鼓勵地面型太陽光電的發展，並協助國內太陽能系統業者發展百萬瓦 (MW) 級的大型太陽光電系統設置能力。依據台灣土地現況調查評估，對於高鐵沿線雲彰地區黃金廊道計畫、加上部分地層下陷區、受汙染地區與極不利於耕作之農地，評估可設置太陽能發電系統的裝置容量可大為增加。因此，在結合我國綠能產業的優勢，配合政府積極推動太陽光電的發展，以及相關之太陽光電金融業務人才培訓、建構國內外融資環境、促進多元資金管道的情況下，將可促進我國太陽光電產業的蓬勃發展。除了可增加我國的能源自主性外，也可激發太陽能模組與系統產業的基礎，進而增加國民的就業機會與促進 GDP 的貢獻。同時培養我國更有能力承接國際太陽能電廠裝置與營運管理，帶動太陽光電的國際商機。

(二)風力發電

2014 年我國的風力製造業及風電服務業的產值 114 億元；2015 年亦僅達到 155 億元。而依「綠色能源產業躍升計畫」，2020 年台灣的綠能產業總產值目標期望達新臺幣 1 兆元，並提供約 10 萬人就業機會。以風力發電年產值加倍成長的觀點推估，似乎可以達到預定目標；但以太陽光電與風電產業所面臨的問題，近兩年的目標值均未達成。未來如果配合政府的綠色能源政策，以及較積極務實的再提升執行積極度，要達到目標並非不可能。

2012 年政府核定之「千架海陸風力機計畫」目標如圖 2 所示。發展策略為先開發陸域風場，續開發離岸風場。其中的陸域風場開發順序為先發展優良風場，續開發次級風場，並希望到 2030 年能裝設 450 座風力機，裝置容量達到 1.2GW 的目標。而截至 2016 年 7 月為止，我國陸域風力裝設 336 架風力機，裝置容量共計 666.2MW^[2]，進度已經落後；加上裝設陸域風力機附近的民眾對噪音有所疑慮，所以目前政府暫時不再積極發展陸域風力。

台灣四周有良好的風場，特別是台灣海峽為全球 10 大優異風場之一；因此，政府乃積極推動離岸風力的開發。策略為先推動在淺海區域設置示範風場，再逐步擴展至深海



圖2 我國推動千架海陸風力機計畫目標（資料來源：能源局）

區域。依據圖2之千架海陸風力機計畫，原預定2015年完成4架示範機組設置，2020年於淺海海域完成設置120座示範風力機組，裝置容量320MW；2030年再擴大開發深海的海域風場，並完成設置離岸風力機600架，裝置容量達3,000MW的目標。但目前的離岸風機示範機組尚未完成建立，進度已經明顯落後。

為加速風力發電的發展，經濟部能源局於2015年5月宣布，將原先規劃到2030年的海域風力裝置量由3GW提升到4GW的目標。鑒於現有設置之陸域大型風力機組均自國外進口，對我國的風力機組合與相關技術提升並沒有實質貢獻，而離岸風電產業的困難度較高，在我國缺乏基礎建設、專用碼頭與工作船等的情況下，由廠商主導發展可能有諸多困難，特別是大型風力發電機的組合。未來若要落實產業升級，則積極扶植國內相關企業與國際大廠合作，以落實技術移轉；除了在本土建立風力機的組裝、扇葉設計製作及零組件製造等產業鏈，未來則可推動風電製造業的全面發展，並進軍國際市場，以帶動國內就業機會及GDP的實質成長。

(三)LED照明光電

2015年我國LED照明光電產業的年產值達新台幣2,210億元，主要集中在LED元件（產值全球第三）與背光模組（產值全球第二）。由於我國LED照明光電產業的上、

中、下游產業鏈相當完整，廠商逾 830 家，非常有利於節約能源之 LED 照明光電產業的發展。但是常因為國際大廠的專利限制，以及缺乏品牌通路與應用實績，且無法主導國際標準與規格，所以許多外銷業務已失去先機。為擴展我國在國際上的 LED 照明光電產業，目前的策略除了開發先進技術，強化製造優勢外，亦需要建立產品標準規範，以爭取外銷先機及打造應用實績。另外在既有的基礎下，持續提升產業形象，建立海外市場及合作平臺，以拓展新興市場及爭取外銷訂單；政府亦從旁輔導具國際競爭力之臺灣 LED 照明企業，配合指標性大廠建立 LED 燈具品牌通路，使得我國的 LED 照明光電產業能夠持續的擴展，並成為國際知名的產業。

(四)能源資通訊

能源資通訊在綠色能源方面，主要是提供節能方面的應用。2015 年我國能源資通訊產業的廠商約有 108 家，年產值接近新台幣 300 億元。其中的智慧型電表系統 (AMI) 產業鏈佈局趨於完整，領導廠商並著手發展電表資料管理系統 (MDMS)，而電子代工業者也逐步整合開發系統解決方案，包括輸配電自動化之配電、變電及饋線自動化等之發展。

我國缺乏能源資通訊產業大型軟體系統廠商，且系統整合經驗不足，並缺乏應用實績。為促進能源資通訊產業規模，以及爭取成長中的智慧電表與電網商機，可擴展策略為 (1) 發展關鍵技術，建立服務能量，包括 AMI 全系統建置能量、發展自主化工業能源管理應用，以及發展虛擬電廠應用來解決供電瓶頸。(2) 發展共通介面標準，提升建置效益，包含啟動智慧家庭物聯網通訊標準，及評估時間電價效益。(3) 結合國際合作平台拓展海外通路，以取得海外 AMI 建置標案訂單，並推動台商海外工廠導入能源管理應用。(4) 推動示範應用，累積經驗與實績，包含澎湖智慧電網示範系統及帶動國內產業導入能源管理應用等^[1]。

三、五大創新產業之綠能科技發展

2016 年政府再推出五大創新產業，其中的綠能科技就是打造創新產業生態系；即結合在地產業的發展與既有技術，藉由國內的綠能需求來扶植產業，進一步再發展到國際市場（圖 3）。而創新產業生態系就是在人力集中、產業整合、資金到位及與國際鏈結的情況下，打造台灣成為綠色能源及科技研發與產業重鎮（圖 4）。

五大創新產業發展概要說明-綠色科技

目標與策略

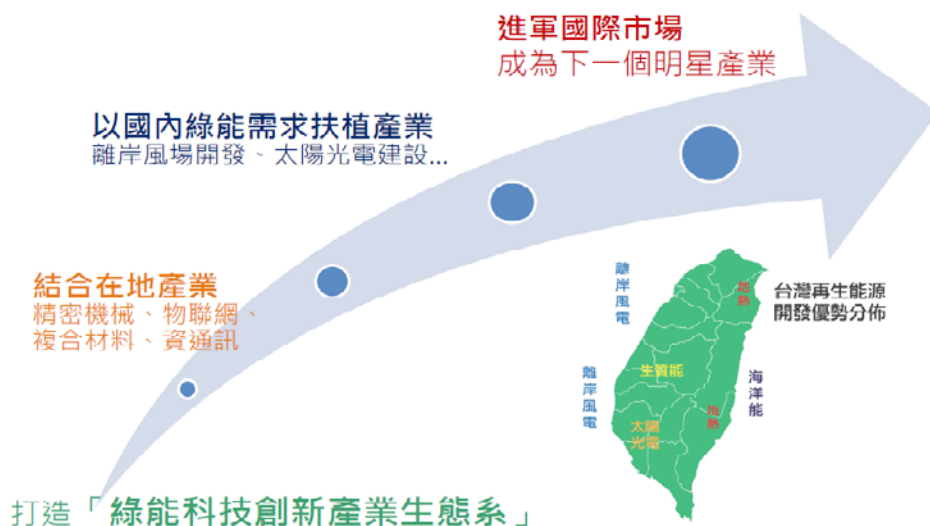


圖3 五大創新產業之綠能科技發展（資料來源：數位生活科技研發中心）



圖4 綠能科技之創新產業生態系架構（資料來源：數位生活科技研發中心）

(一)規劃方案

我國的綠能科技發展，在創能方面先是整合各產業需求，並布局新興產業。例如對於較為成熟的太陽光電與生質能等再生能源產業，利用現有的產業優勢，整合學術資源及各機構的研發能力，先擴展國內需求；再結合國際資金、技術與料源，藉由政府的協助與輔導，全力發展為具全球競爭力的產業。對於具有開發潛力或較為獨特之再生能源，如離岸風力、海洋能與地熱等，則可先與國際先進技術的國家或團隊，進行產業的良性互動或實質合作，藉由共同開發、技術移轉及人才培訓等，來培育與提升本土廠商的技術能力，進而養成優質的技術人力資源與累積實際的工作經驗。

綠能科技發展之四大主軸中（圖5），除了創能以外，尚包含節能、儲能與智慧系統整合。例如因應全球之節能與儲能趨勢，我國需要積極提升節能之相關設備、能源資通訊與智慧電網與電表的推廣；並進行儲能（鋰電池、氫能及燃料電池）的研發及技術升級，同時儲能與創能技術能夠緊密鏈結，以提升供電穩定度，並達到儲能最大效益。另外之智慧系統整合則結合能源服務公司(ESCO)、物聯網(IOT)服務、能源顧問諮詢產業及系統整合商等，進行能源組合與調配，以產生最佳化的能源效益。政府也可藉由綠能科技四大主軸的發展，積極培養國內之相關軟硬體、金融服務等次世代產業與人才，使綠能產業得以在國內生根，並在建置相關技術與累積經驗後，再藉由技術與行銷的整合，擴展到國際市場。

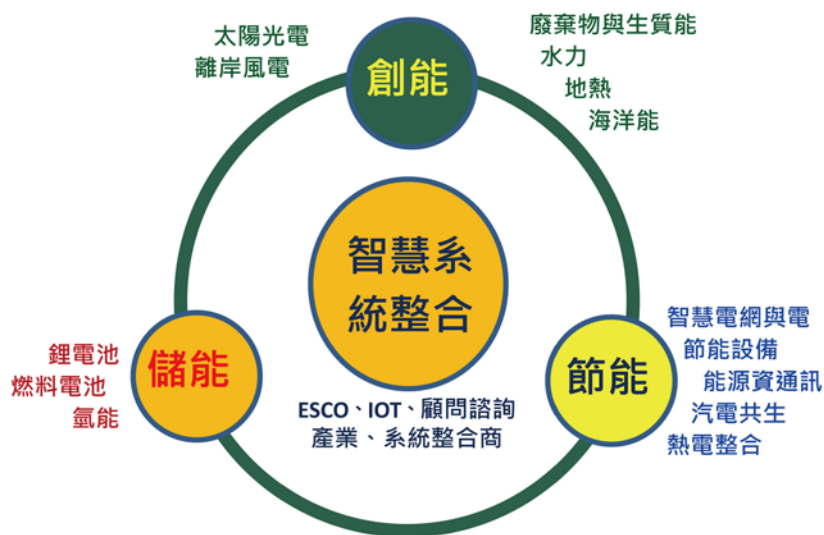


圖5 綠能科技發展四大主軸

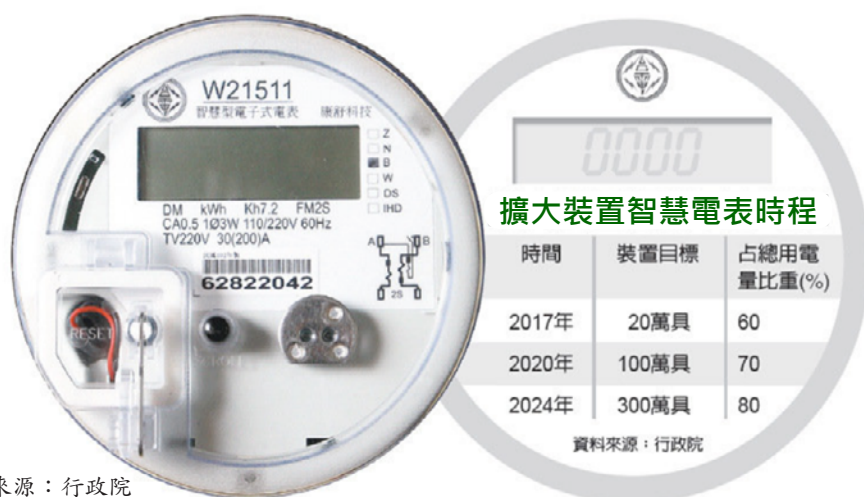
近年來，國際上投入氫能的研發經費持續增加，例如氫能車及利用氫來儲能等研發。而國際上注重潔淨能源的國家，如德國、英國、丹麥及日本等國也開始將多餘的再生能源，如風能及太陽能等電力來電解水產氫予以儲存，即所謂的「PowertoGas」或「RenewableGas」，再嘗試將氫能發電做為「基載供電」；或以氫氣用於氫燃料電池車，以取代傳統的石油成為未來低碳運輸的燃料。我國也因應全球發展趨勢，經濟部能源局於是發佈了的氫能發展新願景，到 2030 年氫能發電將達到 40 億度（ $\sim 1\text{GW}$ ）。由於氫能轉換在儲能方面具有非常大的潛力，可以在非尖峰時間將過剩的電力轉換為氫能，再於尖峰用電時將氫能轉為電能；因此，推估氫能的儲能技術在未來可以發揮非常好的穩定電力輔助功能。而我國在積極推展再生能源的同時，氫能的研發與儲存技術就顯得非常重要。

為方便我國綠能產業的推展，政府希望能群聚相關綠能產業，共同進行科技研發與人才培訓等，以激發綠能技術的提升及彼此之經驗分享。並與全球知名企業相鏈結，藉以了解國際綠能發展趨勢，進一步帶動我國的能源技術提升與參與國際合作機會。為了集中綠能研發能量，於是規劃在台南市的沙崙農場，結合科技研發、科技應用與產業培訓等功能，打造出屬於我國特有的創新綠能科技園區，來帶動綠能產業的發展，進而能夠與全球市場接軌，在國際能源領域中開創出一片天地。

(二)具體行動

目前國內的大型百貨公司、工廠等高壓電用戶，智慧電表裝置量僅有 2.4 萬具；低壓用戶也曾有 1 萬具試辦，但因技術等因素而成效不佳。為解決未來供電可能吃緊及降低尖峰用電量負擔，政府乃要求台電公司提前擴大裝置智慧電表時程。行政院並於今年（2016 年）8 月敲定擴大裝置智慧電表方案（圖 6），優先鎖定一般商店、餐廳與美容院等低壓用戶裝設智慧電表，預計 2017 年將裝設 20 萬具、2020 年 100 萬具、2024 年達到 300 萬具，並占用電量八成的目標。其中的智慧電表搭配時間電價，將可大幅減少尖峰用電，以 100 萬具為例，約可減少 275MW（百萬瓦），相當一個火力發電廠的一半，或核一廠一個機組的一半發電量。初步估計此方案中，政府將投資數百億元，可以創造上千億元產值，包括電子業、通訊業及系統供應商等廠商都將受惠。而智慧電表另外亦可配合需求量反應，來帶動能源管理顧問服務等新興產業商機。且未來更可以將成熟技術的整體服務系統輸出，特別是我國的電業法修正通過後，預估市場發展規模將會更大。

近期內，行政院已將能源重點業務彙整為八大專案，包括供電、太陽光電、風力發電、綠能科學城、節電、空汙防制暨溫室氣體減量、非核及能源政策總綱；並將台澎海纜、台電公開資訊、電業法、電價公式及推動智慧電表等列為重要追蹤議題。其中為了積極推動再生能源，特別是太陽光電與離岸風電的發展，行政院於2016年9月核定並啟動太陽光電二年計畫及風電四年推動計畫（再生能源雙箭），總投資金額達新台幣1,400多億元，將帶動國內外廠商的投資。另外也選定台南沙崙地區，並開始動工興建為能源產業建置推動研發中心，並將科學城營造為「生態城」（圖7）。內容包括：



資料來源：行政院

圖6 2016年8月行政院敲定擴大之裝置智慧電表方案



圖7 2016年行政院能源辦理能源重點業務三大成果

(1) 太陽光電二年計畫主要目的是加速裝設太陽光電的發電量，希望2年內的裝置容量能增加1,440MW；推估投資金額為新台幣800多億元（每1MW投資金額以新台幣6,000萬元估算）。計畫將先引進國外大型系統商投資，並協助國內太陽能廠商轉成中小型系統商。

(2) 風力發電四年推動計畫主要是完善設置國內的基礎建設環境，未來希望將風力發電相關經濟活動產業化；計畫草案在2016年9月中旬行政院核定後執行。主要目標是離岸風電裝置容量達520MW，以每投資1MW裝置容量經費新台幣1.2億元推估，總投資金額達新台幣6百多億元。

(3) 選定台南沙崙地區為設置地，協助科技部完成「沙崙綠能科學城」草案，將沙崙地區建置為能源產業建置推動研發中心，並將科學城營造為「生態城」，作為國家未來能源科技政策決策中心，進而連結在地產、學、研團體，成為未來綠能發展重鎮。

四、推動綠能產業永續發展限制與挑戰

2015年7月1日我國通過溫室氣體減量及管理法（簡稱溫減法），明定2050年溫室氣體排放降為2005年排放的50%以下。COP21會議中我國提出之INDC目標為2030年溫室氣體排放量為現況發展趨勢(BAU)減量50%。為了達到上述減碳目標，政府更積極致力於節能與減碳的行動。而重要減碳政策之一即是大力推展再生能源的應用，並規劃到2025年再生能源裝置容量達27.4GW，發電量將占我國總發電量20%，其中太陽光電與離岸風力的裝置容量分別達到20GW與3GW的目標（圖8）。在我國的地理環境限制

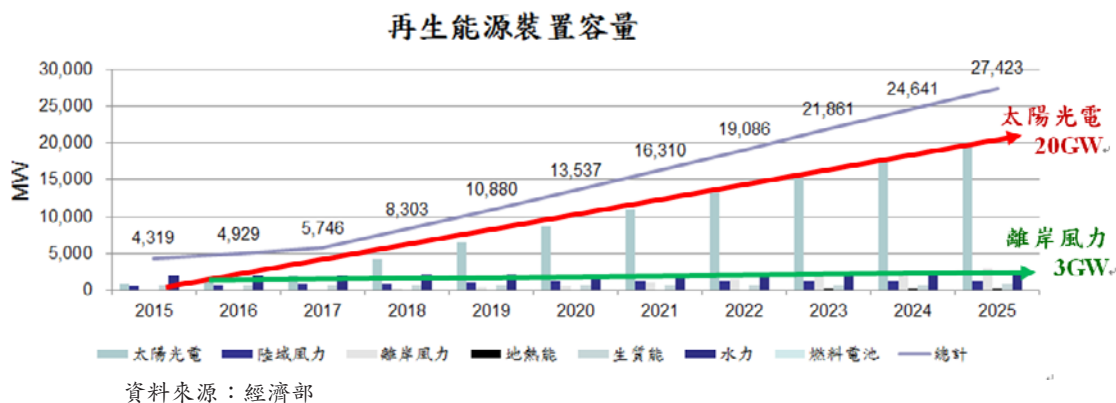


圖8 2016年5月經濟部提出2025年發電量占20%之再生能源裝置容量

及目前仍缺乏全民共識的情況下，推動再生能源發展並達到預期目標，將會面臨諸多挑戰。

(一)太陽光電

2025 年太陽光電推動目標往前提升，由原先之 2030 年太陽光電裝置容量 8.7GW，提升並增加到 2025 年達 20GW 的目標。對於屋頂型太陽光電的設置，鑒於台灣地區屋頂面積有限，估計設置潛能僅 3GW；因此，需再透過法規鼓勵與規範，來提升屋頂型設置。至於地面型太陽光電土地取得仍是一大問題，雖然已經規劃對於高鐵沿線雲彰地區黃金廊道計畫、部分地層下陷區、受汙染地區與極不利於耕作之農地，評估可設置太陽能發電系統的裝置容量達 20GW 應不成問題。但是仍需要考慮土地整合的困難性，例如上述之不利於耕作土地多屬私人土地，或是私人土地具多人持分，這需要透過地方整合，方能提升設置意願及提升光電專區開發的速度。

當大量發展太陽光電後，亦須考慮電力併網及穩定度問題。地面型太陽光電主要設置於農業區或空曠區域，該區域的電網強度不足，需要再擴大區域輸配電電網、變電站、變電所等基礎設施，方能擴大併網容量。而電網穩定度更是一大挑戰，因為臺灣屬於孤島電力系統，當太陽光電占比提升時，需同步增設基載與替換快速啟動的發電機、智慧電網與儲能設施等，方能穩定電網調度，提供安全無虞的電源。

當太陽光電推展目標由原先之 8.7GW 提升到 20GW 後，再生能源發展基金支出將再提高，且尚需考量擴大電網費用將會提升電價，此舉是否會因為提高發電成本，導致電價上漲而引發民怨；甚至如需要額外建置變電所、輸配電電塔等設施，將因鄰避效應而遭遇地方民眾抗爭；且農地之取得也需要考慮與糧食生產競合而引發農民之負面觀感，進而阻礙土地之取得^[4]。

(二)風力發電

臺灣地區地狹人稠，陸上風場場址與民眾生活空間距離不遠，所以容易產生抗爭。例如民眾擔心風力機的旋轉可能產生低頻噪音或眩影，進而影響週邊居民生活品質；且設置風力機將長期改變地貌景觀並造成視覺衝擊，會降低當地自然環境發展。而部分保育團體或野鳥協會等成員，認為台灣處於國際候鳥遷徙之重要路線，設置風力機將會影響鳥類生態甚至造成鳥擊，因而極力抗爭或反對風力機的設置。

對於離岸風電的設置，政府於 2015 年公布 36 處離岸風電潛力場址，評估開發潛能

可達 20GW 以上；惟離岸風電推動及海域資源整體利用，涉及眾多主管機關權管業務與相關部會業管法規，需要各部會間的協調、理解、溝通及合作，以利於排除相關行政障礙。例如在航運安全方面，受到既有兩岸直航航道、船舶累計穿行率大於 10% 區域不得設置等開發限制，可設置容量將縮小為 2GW 左右。而離岸風電開發與傳統漁業經濟活動空間重疊，相關補償及回饋機制尚無明確法制化規範可供遵循，漁業協商恐需耗時冗長。

我國缺乏風力機組的組裝技術與能力，現有設置之大型風力機組均自仰賴進口；因此，需發展如扇葉等相關的零組件與大型風力機組的整合技術，此方面之技術亟需要與有經驗的國家交流，或進行技術移轉（包含離岸風力機的設置與安全性評估）。而在發展相關技術的同時，自國外進口的離岸風電設備沉重，更需要專用碼頭提供運送組裝所需之整備場地，此港埠碼頭相關基礎的建設需要龐大資金及工程時間，亦非短期內可完成。

目前國內尚未完整建立離岸風力示範機組，所以金融界仍缺乏對離岸風電所需專案融資，或是保險所需之風險管控等經驗。此方面亦有賴於參考國外的經驗，並在政府的輔導下，方能有完善的融資管道，以鼓勵業者的投資。

(三)其他再生能源

我國再生能源的推動，尚包含水力、地熱、廢棄物及生質能，以及海洋發電等項目。對於水力發電，雖然規劃到至 2030 年的水力發電裝置容量達 2,200MW，但是國內水力發電的優良場址多已開發利用，且經過如美濃水庫等民眾的抗爭，未來慣常大型水力發電開發的成長有限。地熱發電規劃至 2030 年裝置容量達 200 MW（淺層地熱發電 150 MW，深層地熱發電 50MW），但淺層地熱發電成本仍高，且場址大多位於國家公園內（如大屯山），開發限制頗多，開發非常不易；深層地熱目前仍在研發階段，國際尚無大型商轉電廠資料可供參考。

廢棄物與生質能發電為國內發展成熟的技術，規劃至 2030 年裝置容量合計 950MW（廢棄物發電 793MW、生質能發電 157MW）。但近年來家戶垃圾量銳減，廢棄物直接焚化發電量成長率已趨緩；且受限於料源供應不穩定與燃料成本等因素，生質能發電成長有限。另外初步研發的海洋能發電，由於我國對於海洋能技術尚未成熟，國際尚無大型商轉機組（潮汐發電除外），短期發展亦受到限制。

五、結 語

行政院核定之「綠色能源產業躍升計畫」，為結合我國之資通訊、半導體、機電及基礎材料等產業優勢，期望朝著製造業服務化及往下游拓展系統服務業發展的思維，將資源聚焦推動太陽光電、風力發電、LED 照明光電及能源資通訊等四項主軸產業；同時能將相關業務擴大推展到以外銷為導向，並在全球相關領域中成為具競爭力的國家，以創造我國綠能產業成長新動力。截至 2015 年底，太陽光電與風力發電推展的積極度不夠強勁，所以進度明顯落後；LED 照明光電的產業鏈雖然完整，但受國際大廠的專利限制，以及缺乏品牌通路與應用實績，目前仍無法主導國際標準與規格；所以在既有的基礎下，須努力提升產業在國際中的形象，並建立海外市場及平臺，藉以拓展新市場及爭取外銷訂單。能源資通訊方面，雖然具有技術能力，但仍缺乏大型軟體系統廠商，且系統整合經驗不足及缺乏應用實績；因此，未來的擴展策略可朝 (1) 發展關鍵技術，建立服務能量；(2) 發展共通的介面標準，提升建置效益；(3) 結合國際合作伙伴拓展海外通路；(4) 推動示範應用，累積經驗與實績等方面努力。

政府在 2016 年推出五大創新產業中的綠能科技，為在非核家園願景及推動節能減碳的前提下，希望結合在地產業發展，先扶植國內綠能產業，並利用綠能科技的優勢進軍國際市場。而在綠能科技發展的創能、節能、儲能與智慧系統整合四大主軸中，創能方面先是整合各產業需求，同時布局新興產業；對於較成熟的產業，利用現有優勢與整合學術、各機構的研發能力，先擴展國內需求，再尋求國際合作，全力發展為具全球競爭力的產業。對於具有開發潛力的再生能源，如離岸風力、海洋能與地熱等，則先以合作為基礎，藉由共同開發、技術移轉及人才培訓等，來培育與提升本土廠商的技術能力。節能之研發則積極提升節能之相關設備、能源資通訊與智慧電網與電表等的推廣；並配合儲能（鋰電池、氫能及燃料電池）的研發及技術升級，而藉由大型儲能設施與創能的緊密鏈結，未來在供電穩定度上將可大幅提升，特別是擴大再生能源推廣時，可以達到儲能的最大效益。

智慧系統整合則可以藉由政府的輔助，結合 ESCO 服務、物聯網、能源顧問諮詢產業及系統整合商等，進行最佳化的能源組合與調配，以產生最大的能源效益。政府也可透過綠能科技之四大主軸發展，積極培養國內相關軟硬體、金融服務等次世代產業與人才；在建置相關技術與累積經驗後，再藉由技術與行銷的整合，擴展到國際市場。

台灣本土的面積不大，且山地約占 70% 的面積，在地理環境較為特殊與目前仍缺乏全民共識的情況下，要大力推展再生能源應用會面臨許多限制與挑戰。例如政府規劃 2025 年再生能源裝置容量達 27.4GW，發電量占我國總發電量 20% 的目標；其中的太陽光電要達到 20GW 的裝置容量，就需要考慮土地取得的相關法規及其困難性，同時亦須兼顧電力併網及穩定度、是否提高電價以及引發民怨等問題。同時，2025 年的離岸風力設定裝置量達 3GW 的目標，也涉及眾多主管機關權管業務與相關部會業管法規的相互制肘，彼此的協調與溝通恐需要冗長的時間。另外，我國目前仍缺乏風力機組的組裝技術與能力，且沒有離岸風機的設置經驗，也沒有專用港埠碼頭提供運送組裝所需之整備場地，這些基礎建設均需要龐大資金及工程時間，亦非短期內可完成；特別是國內的金融界尚缺乏對離岸風電所需專案融資或保險所需之風險管控等經驗；此方面亦有賴於吸取國外的經驗，並在政府的輔導下有完善的融資管道，以鼓勵業者的投資。

其他再生能源的推動，雖然規劃到至 2030 年的水力發電裝置容量達 2,200MW，但國內的優良場址多已開發利用，所以慣常大型水力發電開發成長有限。另規劃 2030 年地熱發電達 200 MW，但淺層地熱發電成本仍高，且如大屯山場址的開發限制頗多，開發不易；深層地熱仍在研發階段，目前全球尚缺乏大型商轉資料提供參考。而廢棄物與生質能發電為國內發展成熟技術，但近年來家戶垃圾量銳減，廢棄物直接焚化發電量成長率已趨緩，且料源供應不穩定與燃料成本等因素，生質能發電成長有限。對於海洋能發電，由於我國對於海洋能技術尚未成熟，短期發展亦受到限制。

參考文獻

- [1] 綠能產業躍升計畫整體策略與推動成果，經濟部能源局，2016 年 1 月
- [2] 千架海陸風力機風力資訊整合平台，經濟部能源局網站：<http://www.twtpo.org.tw/>
- [3] 五大創新產業_配合新政府建請協助事項，數位生活科技研發中心，政府科技計畫資訊網：<https://gstp.stpi.narl.org.tw/public/download.htm?id=4b1141df550a5dae015513e4a32207b9>
- [4] 再生能源發展推動面臨限制與挑戰，工研院綠能所，2016 年 4 月。 *

我國鋼鐵業的回顧與展望

■ 韓義忠*

壹、前言

鋼鐵的耐久性可讓其重覆使用，節省天然資源；鋼鐵的多功能性和回收帶來了無數的創新應用，從產品生命週期的角度來看，提供節約，效益超過生產所造成的影響，其強度、可回收、可用性及多功能性的組合讓鋼鐵在材料界獨一無二。

鋼鐵是運輸系統、基礎設施、建設、製造業、農業、水和能源供應的中心；鋼鐵是綠色經濟體系的核心（生產再生能源 - 太陽能、潮汐能和風能的主要材料），與經濟成長和環境責任緊密連結。

鋼鐵是歷史悠久、應用廣泛的工業材料，向來被視為國力的象徵，素有「工業之母」美譽，先進國家皆投入大量資源精進鋼鐵製程與技術。臺灣鋼鐵業配合國家經濟建設發展進程，長期以來持續升級、轉型，產業結構、鋼品質量及生產技術皆有重大進展，不僅於國際鋼鐵市場占有一席之地，也帶動鋼鐵下游製品蓬勃發展，對臺灣經濟與就業有重大的貢獻。

貳、臺灣鋼鐵業與經濟發展歷程

臺灣四分之三的土地是山地，60%的面積為森林所覆蓋。耕地僅占土地面積的四分之一，2015年農業生產僅占國內生產毛額（GDP）的1.5%，工業與服務業產業呈高度發展。臺灣生產煤、石灰石、大理石、白雲石與天然氣等礦產，但蘊藏量並不豐富。目前台灣99%的能源必須仰賴進口，快速工業化過程中所需的原物料也需大量進口。

過去60餘年來，在民間與政府的共同努力，並搭配適宜的經濟發展策略之下，經濟快速成長，物價水準穩定，所得分配平均，創造出舉世稱譽的「臺灣經驗」。每人GDP由1952年的208美元，至2015年增達22,294美元；GDP規模由17.28億美元，增至5230.09億美元；貿易總額由3.03億美元增至5,225億美元，2015年為全球第19大貿易國。

* 中國鋼鐵股份有限公司營業管理處處長

1967年臺灣粗鋼生產44萬噸，2015年成長為2,139萬噸；消費量由82萬噸，成長為2,106萬噸。

臺灣鋼鐵業與經濟發展約略可分為五個階段，分述如下：

一、萌芽階段（1953年~1974年）

1950年代，經濟安定與糧食生產為施政首要目標，政府積極利用美援促進經濟發展，並採用關稅與進口管制等措施扶植國內工業；實施土地改革，同時，發展勞力密集型進口替代產業，以降低對進口的依賴。此一時期平均每年經濟成長率達8.4%。1960年代，發展重點轉為勞力密集之出口導向產業，政府積極改革外匯與租稅制度，制定「獎勵投資條例」，並於1966年設立臺灣第一個加工出口區。此一時期，平均每年經濟成長率達9.3%。1970年代，政府積極推動「十大建設」，除充實鐵路、機場、港口、電力等基礎建設外，並積極發展石化、鋼鐵等進口中間財替代產業與資本密集產業，1974年爆發第一次石油危機。1970~1974年平均每年經濟成長率達9.7%。

臺灣光復前，鋼鐵年產量不足3萬噸，1953年政府推動第一期臺灣經濟建設四年計畫，工業發展開始起步，1956年唐榮鐵工廠售予韓國鋼筋200噸，首創光復後鋼品外銷紀錄，1965年政府頒布「獎勵進口舊船加工輔導辦法」，臺灣鋼鐵業獲得廉價廢鋼原料，加以需求誘發，刺激拆船業、電爐廠、單軋業興起，尤其單軋業最多，1970年，軋鋼廠總數243家，單軋業即占85%，主要產品為焊接鋼管、鋼筋、盤元、棒鋼與角鐵等一般建築用鋼，當時，臺灣經濟起飛，國內輕工業初具規模，然鋼鐵業生產之一般建築用鋼無法支撐工業發展需求，且大部分工業用鋼鐵材料僅能自國外進口。

1960年，臺灣鋼材出口占生產比重22.9%，鋼材進口占消費比重38.2%，1969年，出口占生產下降至17.2%，進口占消費下降至32.6%，出口與進口遞減。1960~1969年，鋼材產量平均年成長率17.9%，鋼材消費量平均年成長率17.7%，此一時期，消費量持續高於產量。1970年，臺灣鋼材出口占生產29.9%，鋼材進口占消費41%，1974年出口占生產下降至13.1%，進口占消費提高至56.6%。出口遞減，進口遞增，1970~1974年鋼材產量平均年成長率2.5%，鋼材消費平均年成長率16.8%。

1974年國內鋼鐵業（冶煉及鑄造業、軋延及擠型、鋼鐵伸線業）僱用員工人數達2.75萬人。

二、蛻變階段（1975年~1984年）

1979年爆發第二次石油危機，1980年代早期，臺灣貿易順差不斷擴大，政府採取經

濟自由化與國際化作為經濟發展新主軸，同時，臺灣也發展電子、資訊與機械等資本與技術密集產業，此一時期，臺灣平均經濟成長率達 9%。

1974 年政府推動十大建設，其中，一貫作業煉鋼廠計畫，奠定臺灣工業發展穩固根基。中鋼第一階段建廠及第二階段擴建工程分別於 1977 年及 1982 年完工投產，改變臺灣鋼鐵業產業結構，由傳統拆船、單軋及電爐煉鋼，發展為高爐、轉爐、軋鋼之一貫作業煉鋼，鋼鐵品質與數量皆有重大突破，產品範圍亦由條線類擴大至平板類。1977 年起，為了避免國外鋼廠刻意打擊我國鋼鐵工業、穩定國內鋼鐵下游產業料源以及早日減輕政府財政負擔，中鋼獲得經濟部同意，將鋼板、盤元及棒鋼列入「勸導內購」範圍，1982 年再將熱、冷軋鋼品列入「勸導內購」範圍，即凡是中鋼產品的材質、規格、品質、交期能符合客戶需求者，請其直接向中鋼採購；而無法產製或不能準時交貨者，均同意其進口。

1975~1984 年，鋼鐵上游材料品質優異、價格合理、供應充足，帶動下游再加工產業崛起，國內鋼品生產量與消費量年平均成長率分別達 19.4% 與 13.7%。1975 年，臺灣鋼材出口占生產為 17.3%，鋼材進口占消費為 42%，1984 年出口占生產提高至 28.6%，進口占消費下降至 22.1%，充分發揮生產取代進口效應。進口遞減，出口遞增，1983 年我國鋼材出口量首度超過進口量，由進口鋼材替代提升為直接出口鋼材。平板類占鋼材生產由 1975 年之 6.1% 提高至 1984 年之 45.4%，平板類占鋼材出口也由 1975 年之 15.8% 提高至 47%。

1984 年，國內鋼鐵業僱用員工人數達 5.63 萬人，1975~1984 年，年平均僱用員工人數成長率高達 8.2%。1981~1984 年國內鋼鐵業產值（冶煉及鑄造業、軋延及擠型，不含鋼鐵伸線業）由 635 億元增至 1526 億元，年平均成長率高達 34%。

三、成長階段（1985年~1994年）

工資上漲雖導致勞力密集產業外移，但憑藉高素質的人力資源，以及分工完整的產業群聚，資訊科技產業蓬勃發展，台灣工業順利轉型、升級，由過去的「雨傘王國」、「玩具王國」蛻變成「資訊王國」。此一時期，臺灣平均經濟成長率達 8.2%。

新臺幣升值，加上勞基法實施、環保意識抬頭、勞工運動興起，不利拆船業生存，原依賴拆船原料軋製鋼筋的單軋廠改以進口鋼胚代替，部分勞力密集鋼鐵業者，逐漸外移海外投資。國內鋼廠則致力製程改善，生產鍍鋅鋼片、彩色鋼片、馬口鐵皮及電磁鋼片等高附加價值產品；特殊鋼工業也在此一時期快速發展。1987 年起 7 月 31 日終止「勸

導內購」措施，8月1日起，全面開放進口。自此，我國鋼鐵市場成為完全自由競爭市場。1988年中鋼第三階段擴建工程完工，臺灣鋼材供應更加充裕，鋼鐵產業結構已臻完整。

1985~1994年間，國內鋼材生產量年平均成長率12%，消費量年平均成長率14.3%，生產量年平均成長率低於消費量，出口占生產比率由28%降至24%，進口占消費比率由22.5%增至25%，1986年起，生產量低於消費量，進口量高於出口量。此時期最大特色在於鋼材直接出口增加，而國內鋼鐵表面消費成長主要來自下游業者加工外銷帶動。

1994年鋼鐵業僱用員工人數達7.12萬人，1985~1994年年平均僱用員工人數成長率高達2.4%。1985~1994年國內鋼鐵業產值由1447億元增至3343億元，年平均成長率高達9.8%。

四、擴張階段（1995年~2004年）

1997年亞洲發生金融風暴，2000年起政府揭櫫「知識化、永續化、公義化」三大理念，全力投資人才、研發創新、運籌通路與生活環境外，亦發展半導體、影像顯示、生物科技及數位內容等產業，以提升產業創新能力與國民生活品質；2001年全球資訊產業泡沫化及美國911恐怖攻擊事件，2002年1月1日臺灣正式成為WTO的會員國，逐步建立與國際接軌的經貿體制，重新定位臺灣經濟的核心優勢，2003年SARS疫情蔓延。此時期，臺灣年平均經濟成長率大幅萎縮到4.4%。

此時期臺灣鋼品種類完備，各鋼廠首重產能擴充。1995年中鋼第6次公開釋股，依法改制為民營公司，1997年中鋼第四階段擴建工程完工投產，下游用鋼產業更加蓬勃發展，粗鋼、線材、H型鋼、厚板、熱冷軋鋼捲、電磁鋼片、熱浸鍍鋅鋼捲、電氣鍍鋅鋼捲，以及不銹鋼熱軋、冷軋鋼捲、棒線等產能持續成長，由於國內市場已趨飽和，因而轉向外銷，去化過剩產能，2004年起，國內鋼品進口關稅調降為零，臺灣成為鋼鐵競爭激烈的市場。

1995~2004年國內鋼材生產量年平均成長率為4.9%，消費量年平均成長率1.1%，消費量年平均成長率低於生產量，出口占生產比率由17.6%提高至34.6%，進口占消費比率由29.7%降至21.9%，1998年起，生產量高於消費量。2004年鋼鐵業僱用員工人數達5.74萬人，1995~2004年平均僱用員工人數成長率-2.1%。

1995~2004年國內鋼鐵業產值由3891億元增至9873億元，2004年鋼鐵業產值僅次

於營造業，產值年平均成長率達 10.9%。

五、成熟階段（2005年~2015年）

2008 年全球金融海嘯，政府積極推動基礎建設、產業再造、招商引資與全球連結，透過「消費」、「投資」與「出口」三引擎帶動經濟成長。推動產業再造，發展六大新興產業、四項新興智慧型產業及十大重點服務業；提出「黃金十年國家願景」計畫。此時期，臺灣年平均經濟成長率 4.1%。

臺灣鋼鐵生產由量的擴充，轉入質的提升。中鋼積極發展高附加價值鋼品，並協助子公司中龍進行擴建計畫，以充分供應臺灣鋼鐵產業升級用鋼需求，2010 年，中龍二期一階擴建及熱軋工場相繼完工。2010 年臺灣與中國大陸簽署兩岸經濟合作架構協議（ECFA），自 2011 年起臺灣出口至中國大陸部分鋼品可獲得關稅調降優惠，但也面臨更激烈的市場競爭。

2005~2015 年國內鋼材生產量年平均成長率為 -0.2%，消費量平均成長率 -1.3%，消費量年平均負成長率大於生產量，出口占生產比率由 35.4% 提高至 44%，進口占消費比率由 19.6% 升至 22.6%，出口依存度平均年成長率大於進口依存度。

2013 年國內鋼鐵業僱用員工人數達 6.92 萬人，2005~2013 年平均僱用員工人數成長率達 1.9%，2005~2015 年鋼鐵業產值由 1 兆元降低至 0.93 兆元。

臺灣鋼鐵業發展過程大致呈現四種特性，即 1. 進口替代→加工外銷→出口導向；2. 拆船軋料加工→電爐→高爐煉鋼；3. 條鋼類→平板類生產；4. 碳鋼→特殊鋼→合金鋼生產。這種發展過程充份反應鋼鐵工業為支應經濟發展所產生的變化。

參、臺灣鋼鐵業面面觀

一、產業結構完整，生產消費全球排名亮眼

臺灣鋼鐵業結構發展完備，擁有完整上、中、下游體系。下游產業包括營建（2015 年用鋼量占 39.2%）、運輸工具（汽車、機車、自行車、船舶，占 3.9%）、金屬製品（螺絲、手工具、小五金，占 41%）、產業機械及電氣機械（家電、馬達、個人電腦、電子零件，占 2.4%）等，通信、化工及其他產業占 13.5%，產業集中度不高，多為中小企業。雖然中國大陸成本優勢，吸引部分業者前往設廠，致臺灣內需成長趨緩，但 2015 年臺灣粗鋼產量 2140 萬噸，仍然排名全球第 12，人均鋼材消費 751 公斤更排名全球第 2，僅次於南韓。

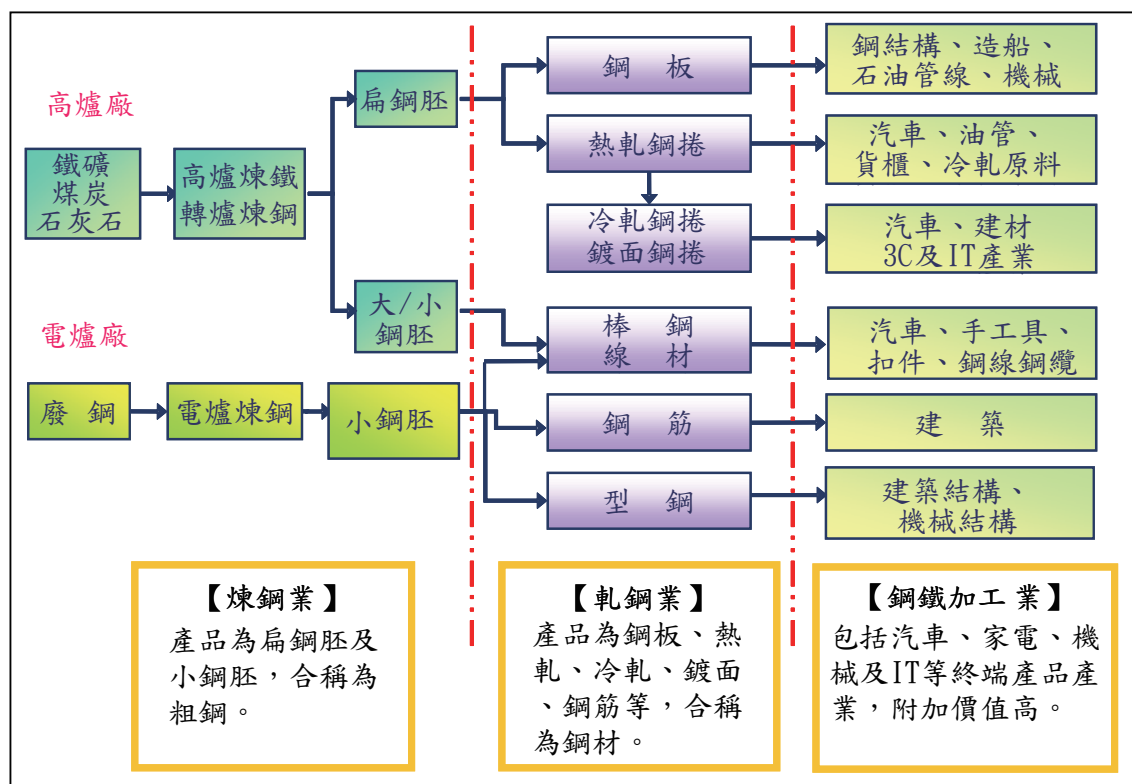


圖1 臺灣鋼鐵業關聯圖

表1 主要國家用鋼產業比率

	營建	家電	電機	機械	金屬製品	汽車	其他運輸
德國	31	3.5	3.5	15.5	12.5	31	3
美國	38	4	2	14	16	24	2
日本	36.6	1.7	5.2	12	8.3	28.9	7.3
韓國	42.4	6.5	--	7.6	6.5	18.5	18.5
臺灣*	39.2	13.5	1.7	0.7	41	1.6	2.3

註：表中臺灣家電占比為通信、化工及其他產業

資料來源：worldsteel及臺灣鋼鐵工業同業公會

2015 年德國、美國、日本及韓國汽車用鋼量比率達 19~31%，日本及韓國造船用鋼量達 7 及 19%。臺灣汽車及造船用鋼量分別僅占 1.6% 及 1.4%，遠低於全球汽車（13%）及造船（5%）用鋼量，顯示臺灣缺乏大型下游產業支撐基本用鋼需求，金屬製品業占 41%，泰半為中小企業為主的螺絲等業者憑藉臺灣產業群聚獨特優勢，發揮螞蟻雄兵聚沙成塔力量，預期此種鋼鐵產業結構未來難以改變。

表2 2015年臺灣鋼鐵下游業產值與就業人數

	產值（百萬元）	員工（人）	鋼材成本比重
鋼構業	44,776	11,131	65%
造船業	39,429	7,730	30% 以上
機械業（註 1）	649,088	219,187	15%
螺絲業	93,721	32,761	45%
手工具業	65,531	35,728	27%
焊條業	3,601	1,010	65%
鋼線鋼纜業	30,778	3,920	70%
製管業	43,147	2,368	80~85%
車輛業（註 2）	660,700	150,253	60~70%

註1：機械業的金屬成型工具機，鋼板占成本50~60%，一般機械鋼材原料占投入成本約15%。

註2：汽車使用鋼鐵材料重量比。

資料來源：產值來自經濟部統計處，車輛業產值來自車輛公會，員工人數為2014年數字來自經濟部統計處，鋼材成本比重來自中鋼。

二、臺灣鋼鐵業產值與對經濟貢獻度提升

2015 年鋼鐵業（不含下游加工）產值 0.93 兆元，約占臺灣製造業生產總額 4.8%，約占臺灣國內生產總額 2.5%；鋼鐵業出口總值 80 億美元，約占臺灣出口總值之 2.8%，進口總值 73 億美元，約占臺灣進口總值之 3.1%。鋼鐵業自給率提升，協助下游出口，對臺灣經濟貢獻卓著。

表3 鋼鐵業國家經濟指標

		1981	1991	2001	2011	2015*
國內生產總額 (億元)	所有產業	45299	109152	204956	340627	370680
	製造業	24663	52370	86044	171732	191829
	鋼鐵業	635	2504	4546	14810	9276
	占產業比(%)	1.4	2.3	2.2	4.3	2.5
	占製造業比(%)	2.6	4.8	5.3	8.6	4.8
出口 (億美元)	出口總值	227	766	1263	3083	2853
	鋼鐵業	3	8	35	117	80
	占出口比(%)	1.3	1	2.8	3.8	2.8
進口 (億美元)	進口總值	212	631	1080	2814	2372
	鋼鐵業	9	42	32	128	73
	占進口比(%)	4.2	6.7	2.9	4.6	3.1

註：國內生產總額除鋼鐵業為2015年數字，其餘為2014數字

資料來源：1.國內生產總額-中華民國統計資訊網，鋼鐵業產值-經濟部經濟統計資訊網。2.進出口總值及鋼鐵業進出口-財政部財政統計資訊網，1981年鋼鐵業進出口-中鋼鋼鐵月報。

三、總關聯程度高

鋼鐵業向前及向後關聯程度（合稱總關聯程度）均大於全體產業之平均值，鋼鐵業不僅可以帶動其他產業發展，亦為配合其他產業發展不可缺少的產業，為致力經濟發展所必須推動的關鍵性產業。依主計總處產業關聯統計分析，1996年、1999年、2001年及2004年，臺灣鋼鐵業總關聯程度皆僅次於化工原料，2006年，鋼鐵業總關聯程度低於化學材料、其他金屬及石油及煤製品，居第4，2011年，鋼鐵業總關聯程度低於化學材料及礦產，居第3。

四、臺灣鋼鐵產銷概況

國內鋼鐵市場規模小，各項鋼材均供過於求，須仰賴出口，消化過剩產能。以2015年為例，鋼材產量達到2428萬噸，消費量僅1755萬噸，自給率達138%，出口量1069萬噸，出口依存度達44%，因此，擴大內需及提升出口競爭力，將是臺灣鋼鐵業發展的關鍵因素。

表4 2015年臺灣鋼鐵工業產銷概況表（單位：千噸）

	生產量	進口量	出口量	消費量	自給率	出口依存度
鋼軌、型鋼	1,485	193	402	1,276	116%	27%
鋼筋	5,808	1	151	5,658	103%	3%
棒線	3,451	257	363	3,345	103%	11%
厚板	974	417	118	1,273	77%	12%
熱軋鋼捲	4,653	1,347	4,367	1,633	285%	94%
冷軋鋼捲	3,340	371	2,016	1,695	197%	60%
鍍面鋼捲	3,385	575	2,638	1322	256%	78%
鋼管	1,144	164	392	916	125%	34%
合金鋼	40	634	244	430	9%	610%
合計	24,280	3,959	10,691	17,548	138%	44%

註：型鋼含不銹鋼型鋼、U型鋼、角鋼及其他型鋼棒線、熱軋及冷軋鋼捲含碳鋼及不銹鋼鋼管含有縫及無縫鋼管鍍面鋼捲含鍍錫、鍍鉻、熱浸鍍鋅、鍍鋁鋅、電氣鍍鋅、電磁鋼片及彩色鋼片

資料來源：臺灣鋼鐵工業同業公會

肆、臺灣鋼鐵業當前面臨的挑戰

一、全球鋼鐵產能過剩，鋼價大跌小漲，經營壓力仍大

世界鋼鐵協會（worldsteel）2016年4月發布報告，預估2016年全球鋼材消費量14.88億公噸，較2015年衰退0.8%。2015年全球粗鋼產能遠超過粗鋼消費量達7.5億噸，產能利用率僅69.7%，全球鋼鐵產能過剩情況嚴峻。2015年，中國大陸鋼材出口達1.12億噸，創歷史新高，2016年1-7月出口6,741萬噸持續成長8.5%，中國大陸低價鋼品外銷全球鋼鐵市場，實為全球產銷失衡元兇之最。

2015年12月美國、歐盟及中國大陸市場流通價止跌反彈，鋼廠陸續調漲鋼價，2016年上半年全球粗鋼生產減少1.8%，加上下游業回補庫存，帶動鋼價強勁上漲。不過，此波鋼價上漲主要為減產造成供應吃緊，加上鋼廠不堪虧損，又逢鐵礦價格大漲，鋼廠順勢拉抬帶動的行情。由於下游需求仍然不如預期，未來鋼價漲勢能否由目前的跌深反彈與成本推升（cost push）邁入需求拉動（demand pull）甚至供應短缺（shortage）

的大波段回升強勁上漲走勢，尚待觀察。尤其，「成也大陸，敗也大陸」，此波大陸鋼價瘋狂上漲，明顯隱含「資金炒作」風險，鋼廠轉虧為盈陸續恢復生產，3月以來中國大陸粗鋼日均產量連續4個月同比成長，6月達231.57萬噸，創下歷史新高，加上資金退潮，導致4月下旬以來鋼價出現大幅回跌修正走勢，國際鋼價劇烈波動，鋼鐵業營運仍處於微利，面臨極大經營挑戰。

二、區域經濟合作衝擊臺灣鋼鐵出口

韓-歐與韓-美 FTA 生效，臺灣螺絲螺帽、手工具、汽車鈑金件、機械…等鋼鐵下游製品輸往歐美，因關稅高於韓國，影響出口競爭力；鋼材因歐美進口零關稅不受影響。東協為台灣鋼材亞洲三大出口市場之一，中日韓分別與東協簽有 FTA，關稅差異對臺灣鋼材出口東協造成巨大壓力。

區域經濟協定盛行，中、日、韓都與貿易夥伴國簽有 FTA，臺灣僅與中國大陸完成 ECFA 早收清單，服貿與貨貿談判停擺，經貿逐漸被邊緣化。出口須支付較高關稅，對臺灣鋼鐵出口已造成貿易障礙。

因應大陸市場轉變，中鋼已積極拓展如東協、印度等市場，除於越南、印度設生產據點外，並積極於各地布建裁剪中心、行銷據點，但受區域內他國 FTA 影響，由臺灣本地出口鋼品將被課徵相對較高關稅，產品競爭力受到大幅衝擊，與主要區域競爭對手中國大陸、日本、韓國等一級鋼廠相較，中鋼面臨更嚴重關稅差異問題。

三、貿易保護主義衝擊臺灣鋼鐵出口

國際經濟成長放慢，造成全球鋼鐵原本就供給過剩的現象更加嚴重。面對鋼鐵產業不景氣，市場競爭激烈的環境，世界各國紛紛以反傾銷作為阻斷進口手段，部分國家甚至以直接提高進口關稅、實施進口防衛與進口認證等方式築起貿易壁壘，保護該國鋼鐵產業，已嚴重衝擊出口導向的臺灣鋼鐵產業，2015 年臺灣鋼鐵出口值占總出口比率已回跌至 2001 年水準。

鋼鐵業因具循環及策略特性，基本金屬（含鋼鐵）已成為被控傾銷最多產業，世界貿易組織資料顯示 1995-2014 年基本金屬占 29%，其次依序為化學 20%、樹脂塑膠及橡膠 13%、機械及電機設備 9%、紡織 7%、紙 5% 及木材 2%。

四、低價進口貨擾亂國內市場

臺灣鋼鐵進口零關稅，為全球最自由開放的市場之一，導致鄰近各國持續將過剩鋼材以不公平的超低價格對臺灣傾銷，國內鋼鐵業者已針對鋼板（巴西、中國大陸、印

度、印尼、韓國及烏克蘭等6國)及鍍鋅鋼材(中國大陸及韓國)提出反傾銷控訴,要求課徵反傾銷稅,以維護臺灣鋼鐵市場產銷秩序。經濟部貿易調查委員會於105年4月20日進行審議,2案均認定有合理跡象顯示國內產業遭受實質損害。8月16日,財政部公告對上述兩件傾銷案自8月22日起課徵臨時反傾銷稅,為期4個月。

中國大陸取消加硼鋼品出口退稅,但其他合金鋼品、鍍鋅鋼品(如熱浸鍍鋅)與合金鋼品(棒線與熱軋)仍享9-13%出口退稅優惠,另外,部分半成品如小鋼胚出口關稅25%,為逃避出口關稅,僅經簡單加工後以方鋼名義出口,低價來台嚴重影響國內鋼鐵產銷秩序與業者營運。

次雜級劣質鋼板與熱浸鍍鋅鋼品大量低價擾亂國內市場的現象不斷,不合規範的劣質進口鋼品用於營建與公共工程,影響營建工程品質,危害公共安全。政府因故廢止「烤漆及熱浸鍍鋅鋼捲片之相關檢驗規定」,形同暫停國家標準驗證制的實施,不利於鋼鐵業發展。

伍、臺灣鋼鐵業因應策略(以中鋼為例)

一、產品策略

1. 擴大產品差異-合作開發客製化產品,強化EVI(先期供應者參與)與技術行銷,於客戶研發階段,即配合客戶設備特性,開發並掌握客戶需求材料。

2. 加強市場區隔-積極研發及供應高附加價值鋼材,整合上中下游成立產業大聯盟,避開大陸紅海低價競爭。迎合節能環保與汽車輕量化趨勢,掌握綠能產業商機,如跨入風電事業及推動「熱沖壓研發聯盟」,開發熱沖壓技術,生產符合輕量化、強度更高及更高價值的藍海汽車用鋼。

3. 提高高品級產品比率-去年原本設定高品級比率目標51.7%,實際超過54%,今年將挑戰60%目標,遠高於國際鋼廠平均約30%水準。

4. 降低生產成本-以科學方法降低生產成本;多用低價原料、降低合金使用量、提升原料自給率,降低原料成本波動風險;製程精簡優化,提升生產效率與產率。去年設定降低成本目標新台幣35億元,實際達到48億元。

二、促銷策略

1. 提出反傾銷控訴-針對低價傾銷進口鋼材提出反傾銷控訴,尤其是大陸因享有9-13%出口退稅補貼,而得以極度偏低價格大量出口,已面臨世界各國採取反傾銷、反

補貼、進口防衛及提高關稅等保護措施圍堵，為避免大陸低價傾銷不公平競爭，破壞國內鋼鐵市場產銷秩序，敦請政府積極加速反傾銷處理調查，且應師法美國修訂有助於國內鋼鐵產業永續發展的進口救濟措施。

2. 因應出口被告傾銷 - 建立出口預警機制，分散出口市場，避免被告傾銷風險；加強與各國鋼鐵協會交流，並善用經濟部與外貿協會等政府相關駐外機構資源，快速掌握國外醞釀中的反傾銷控訴動態，且結合海外客戶力量，設法讓傾銷控訴無法立案或排除台灣。

3. 推動鋼品 CNS 認證 - 建立進口監視預警系統，推動鋼品 CNS 國家品質認證，抵擋低劣品質鋼品低價進口，侵蝕市場甚至危及國內業者生存。

三、通路策略

掌握全球運籌，原料當地化趨勢，中鋼採取「立足台灣，放眼亞洲，布局全球」策略，積極進行全球通路布局，中鋼策略考量包括：1. 突破關稅與非關稅貿易障礙；2. 貼近市場快速回應客戶需求；3. 貼近原料產地，降低生產成本；4. 順應原料採購當地化趨勢；5. 降低物流成本；6. 加強售前售後服務，建立長期穩固策略夥伴關係；7. 掌握具成長爆發力的海外市場需求。

中鋼公司透過合作投資策略聯盟

1. 擴大海外銷售據點：配合集團海外生產基地及既有客戶，在各潛力地區設立銷售據點或辦事處（代表處）（中國大陸及香港、新加坡、日本、印尼、印度、泰國、越南、墨西哥，5 個銷售據點及 6 個辦事處（代表處））。
2. 增設裁剪中心：延伸服務鏈、拓展集團鋼品外銷量，且為因應進口關務需要，發貨倉庫配合在裁剪中心（中國大陸、馬來西亞、義大利、印尼、印度、泰國、越南，15 個裁剪中心）下統籌運作，以達成產品加值目的。
3. 生產基地：延伸直接投資或策略性持股增加海外生產基地（中國大陸、馬來西亞、印度及越南，4 個生產基地）。
4. 與策略客戶簽訂供料 MOU，和企業總部洽談打入全球統購供應鏈，積極逐步建立全球行銷網路，分散出口市場。

★

國內外金屬材料研發現況與展望

■ 魏嘉民*

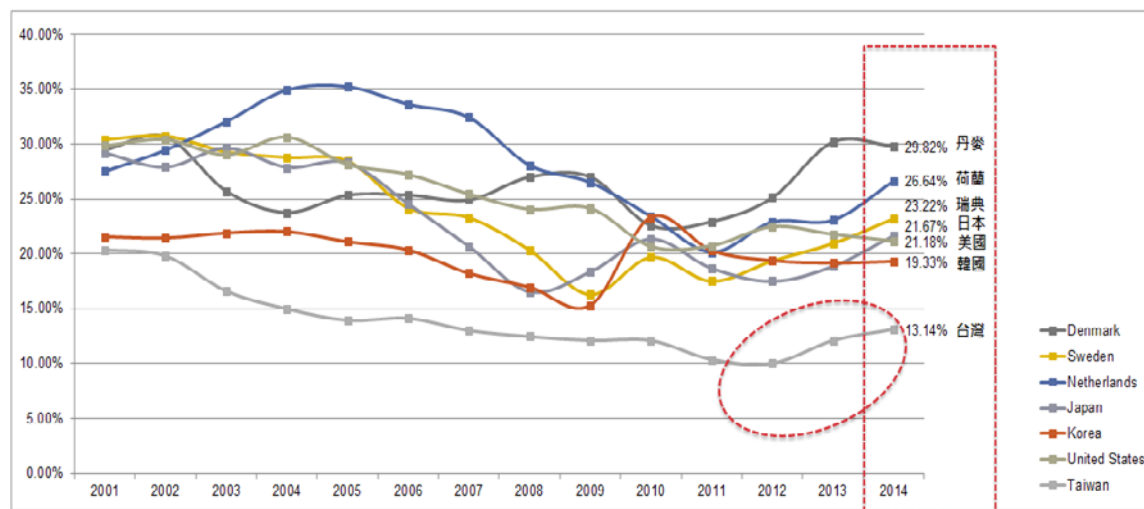
前 言

金屬材料產業為各國製造業發展最重要的根基，國際間主要工業國家都陸續將材料之發展視為國家重要產業發展策略，並紛紛提出具體施行策略方案與發展藍圖，如美國“AMP 計畫”、日本“鋼鐵與非鐵戰術策略”、韓國“World Premier Material”和中國“製造 2025 計畫”。在此同時，金屬材料產業也是我國發展五大創新產業所需的重要支援性產業，其發展與我國之經濟成長脈絡形成密不可分的特殊關係，我國金屬材料產業發展迄今已超過 40 年，2015 年連帶衍生中下游金屬製品產業總產值已超過 1.93 兆，是我國產值突破兆元之國家重點發展產業。

根據經濟部統計處最新統計數據顯示，2015 年我國金屬材料產業產值 1.2 兆，約占製造業 9.52%，較前一年微幅衰退，由於金屬材料的產業結構中，鋼鐵占了 8 成，因而去年鋼鐵景氣低迷也帶給全球鋼鐵廠三大挑戰，包含價格下跌、利潤萎縮及生產過剩。目前僅有在製造高階鋼鐵產品，如航太、汽車業會用上的合金鋼、高強度鋼的公司較能因應低價危機，像是南韓浦項鋼鐵、新日本製鐵（Nippon Steel & Sumitomo Metal）、日本 JFE 集團等。而金屬中心在過去幾年來與國內業者共同進行高階鋼品的研發，在景氣低迷的環境中與業者相扶成長，未來也將持續協助國內業者因應不斷變化的挑戰，並找尋更多的機會。

從附加價值層面來看，台灣金屬材料之附加價值率於近幾年在法人、業者及政府的共同努力之下，雖然已從 2012 年的 10.02% 回升至 13.14%，然而與國際幾個標竿國家相比，我國金屬材料的附加價值率仍受限於終端內需市場應用不足而明顯偏低，如下圖所示。

* 金屬工業研究發展中心 副執行長



資料來源：MII繪整編製（2016/08）

若以進出口貿易來看，2015年我國金屬材料實際進口值為64.5億美元（約為台幣2,064億元），出口值為111.1億美元（約新台幣3,555億元）。很顯然地，國內金屬材料產業已從過去進口為主的情況，慢慢往出口導向的目標前進。事實上目前國內依然有不少關鍵零組件所需之金屬材料仍仰賴進口，而其所衍生的材料自主化、取代進口等議題便有其重要性，因此未來金屬中心仍將持續專注在高值關鍵材料的研發，除了滿足現產業所需之外，更重要是能提升國產化的應用比率，以健全我國金屬產業甚至製造業的整體發展。

目前金屬中心針對鋼鐵、非鐵金屬等金屬材料，進行了多項研發工作，主要的研究項目與成果包括以下各項，其中亦包括了金屬中心與中鋼公司（Engineering Research Center, ERC）共同進行先進高強度鋼及鈦合金之研究成果：

一、鋼鐵材料

● 先進高強度鋼：

隨著車輛輕量化與更嚴苛的碰撞安全規範要求，全球車輛產業已朝向全面導入先進高強度鋼的應用趨勢，包括中國市場的自主品牌車廠使用先進高強度鋼部件數量，已有由8件提升至22件以上的案例，也因此促動廠商大幅投資產線設備的趨勢（已有單一家

廠商投資 12 條以上熱衝壓產線的案例)，此外變強度先進高強度鋼的製程技術，也逐步形成顯學，產業技術競爭已將生產節拍降低至 5（衝程 / 每分鐘）以上，並且將先進高強度鋼的輕量化與安全性能再提升；面對此產業趨勢與挑戰，金屬中心開發出國內第一套先進變強度熱衝壓模具（用於製造 patchwork 型式之 B 柱），並導入宏利公司進行取樣驗證與批量生產，後續將持續朝向推動國內第一台安裝先進變強度熱衝壓部件之量產車為目標，並加速輕量化車體構件之國產化發展。

● 預成形調質鋼：

預成形調質（Quenching & Tempering, Q.T.）鋼製程技術是針對預先成形之鋼材，經由高速射流水淬（Water Jet Quenching）製程使鋼材之顯微組織轉變為麻田散鐵相而達到強化效果，再藉由回火（Tempering）製程提升鋼材韌性而達到材料性能強韌化之調質目的。目前金屬中心已具備射流水淬冷卻控制技術並建置實驗產線進行測試生產，以橫斷面尺寸 50*50 mm 之型材工件為例，表面冷卻速率（Cooling rate）可達 180°C /s、芯部冷卻速率則達 80°C /s。經過 Q.T. 製程處理可提高鋼材強度 50~200%，可運用於扣件、機械零件、新興能源設備、車體結構件、型材結構件及民生建築等產業，優化強度、韌性及耐磨等機械性質。目前已推廣運用於大型扣件（風力發電機組、橋樑結構）之熱處理製程，並正結合國內標竿廠商進行 QT 技術運用於風力發電鎖固螺栓之量產製程開發，以因應全球風力發電趨勢，風電機組螺栓性能等級及尺寸規格要求不斷提升，隨著風機發電容量增加所需的葉片螺栓尺寸由 $\Phi 28\text{mm}$ 增至 $\Phi 48\text{mm}$ ，而風機塔柱基座螺栓隨著安裝環境需求，性能等級需求由 8.8 級提高至 10.9 級。此外，射流系統可衍生應用於鋼材除銹製程，利用高壓高速射流將鋼胚表面氧化銹皮去除，改善鋼胚後續軋延產品的表面品質，提高產品等級及減少酸洗除銹之酸液用量（綠色製程）。

● 抗菌不銹鋼：

在國際上，日本為首先提出抗菌不銹鋼材料之發明者，其首先開發含銅系抗菌不銹鋼，但因需經由熱處理形成抗菌相 $\epsilon\text{-Cu}$ ，故除增加成本外，耐蝕性能也受到影響，其後，研發出含銀之不銹鋼，但銀添加量高達 0.3%，其銀粒子尺寸約在 50~100 μm 。而在我國，金屬中心已開發出低含銀量及低鎳含量之抗菌不銹鋼材料，並建立相關熔鑄製程技術，該材料經成分、機械性質及顯微組織分析，得知銀含量約 0.1%~0.2%，銀粒子分佈均勻且最小直徑為 2 μm ，經由針對金黃葡萄球菌及大腸桿菌進行測試抗菌率達 99.5%

以上，並獲得國際檢測單位（SGS）認證，可符合 JIS Z2801 規範標準，而在原有不銹鋼材料中增加銀元素及降低鎳含量，亦不會影響其原有機械性質；現已應用於啤酒閥、高質環保餐具、高級寵物器械、牙科齒套及牙科手機上，協助國內傳統鑄造廠轉型，製作更高品級之產品，業者反映相當良好。未來將和業者共同開發不銹鋼板材及相關更高性能之不銹鋼之抗菌材料，如低鎳抗菌雙相鋼材，以擴大應用的範圍（如建材、食品器械及養殖業等）。

● 熱穩定性材料：

為協助國內精密機械設備業者，進行高品級工具機之發展，以拓展全球競爭優勢，金屬中心因而投入低熱膨脹鑄鐵材料之研發，目前已建立球墨與灰口低熱膨脹鑄鐵熔鑄與熱處理技術，開發所得之球墨鑄鐵低熱膨脹材料的熱膨脹係數（ α 值）在 100°C 下可 $\leq 3.6 \times 10^{-6} \text{m}/^{\circ}\text{C}$ ，而灰口鑄鐵 α 值在 100°C 下可 $\leq 3.85 \times 10^{-6} \text{m}/^{\circ}\text{C}$ ，兩者實際產出的鑄件熱膨脹性能，皆已達到先進國家日本（榎本株式會社）同等級產品水準，並已應用做為半導體設備真空泵浦轉子及晶圓研磨盤零件材料。

● 尺寸安定化之工具機結構材料：

金屬中心已完成 3 種國內使用量最大灰口鑄鐵材料 FC250、FC300、FC350 之精度穩定性之基礎研究，建立灰口鑄鐵材料特性 / 形狀因子（石墨大小、基地組織）/ 熱處理程序與超音波量測參數技術資料庫。鑒於國內工具機業者對不同功能工具機，對於鑄鐵材料之選用，只考慮到“強度”因素而進行設計，然而，國外先進國家對不同工具機則有著明確的合金設計之要求。為突破此一瓶頸，目前金屬中心正進行低鑄造應力灰口鑄鐵合金設計研究，藉由鑄鐵碳當量 CE 值、Si/C 比及微量合金添加之研究，可建立國內自主工具機鑄件材料設計能力，配合低鑄造應力鑄造方案 CAE 分析及材料可靠度工程，逐步建立工具機用高尺寸精度結構材料。

● 釹鐵硼磁性材料：

釹鐵硼磁石主要應用於馬達中，依類型可分為粘結、燒結及高溫成形三種。粘結型磁石之磁能積一般為 $4 \sim 10 \text{MGOe}$ ，近年來日本業者（愛知製鋼）所發展的異向性粘結磁石（Magfine）已達 15MGOe ，未來將推廣應用於高轉速馬達及電動手工具中，以展現高轉速、高扭力、低渦流損等特性。燒結型磁石之最大磁能積為 $40 \sim 55 \text{MGOe}$ ，以日本（日立金屬）、德國（VACUUMSCHMELZE GmbH）及中國（中科三環）等業者為技術

領先者。近年來由於重稀土元素（如鐳 Dy、鉕 Tb）面臨供應穩定性問題，世界各國紛紛投入進行燒結磁石重稀土減量之技術開發。目前已達成之技術指標，係透過晶界擴散法或粉末混合法，將燒結型釹鐵硼磁石之鐳元素重量百分比由處理前的 4%~8%，降低至 2%~4%，但仍確保磁石在 100℃ 以上應用場合能保有足夠的矯頑磁力。金屬中心自 102 年開始進行異向性釹鐵硼磁石材料成形技術之研發，目前已藉由高溫成形法製造出不含粘結劑之輻射配向環狀磁石，成品尺寸外徑範圍 10mm~25mm、內徑範圍 7mm~21mm、高度可達 40mm、最大磁能積介於 25~35MGOe。此類環狀磁石搭配金屬中心自主開發之充磁座，可進行輻射配向充磁，以及客製化傾斜角之傾斜充磁（如 5° 或 10°，中心傾斜角誤差小於 $\pm 1^\circ$ ）。此類磁石因具有特殊材料纖構，使用者可自由決定充磁形態，不需在製造過程中先以磁場決定配向方式或極數。使用者僅需改變充磁座設計，即可獲得不同極數（2 極、4 極、8 極）、不同波形（方波、弦波）及不同傾斜角之充磁成品。環狀磁石充磁後，表面磁通量可達 0.2T，適合應用於小型高效率馬達中。

二、非鐵金屬材料

● 鋁合金型材：

美國鋁擠型工業規模居世界之冠，年產值約為 100 億美元，其中每年約有 500 萬公噸的鋁擠型應用於車體結構上，尤其輕量化電動車的需求促使全鋁化車體結構發展備受關注，然而國內鋁擠型產業受限於製程技術提升不易，無法滿足 EN 12020 高精度擠型國際規範之要求，使得汽車零件供應鏈的切入受限；有鑑於此，金屬中心投入高精度擠型與抽製技術之研發，藉由模擬與設計準則之建立，提供業者健全之整體解決方案，輔以現場實作與製程優化並透過異型材抽製技術開發與設備建置，已成功協助國內車輛系統業者開發出鋁合金輕量化懸吊零組件，符合高品級產品市場之要求。

● 鋁合金線材：

鋁製封裝導線，目前作為功率元件等大電流通電用的半導體配線材使用。功率元件在功率電子中占有重要角色，是工業及車輛的關鍵元件，也是再生能源產生及傳輸重要的元件，具有非常高的市場成長率及產業價值，近年來隨著功率元件高密度化、小型化、高輸出功率化的趨勢，開發高耐熱材料的需求提高，而金屬中心開發的鋁導線對於提高封裝耐熱溫度能夠有所助益。

一般而言，鋁製封裝導線只要使材料硬度增加並提高機械強度，即可避免因熱疲勞造成破壞，但卻也容易在封裝打線接合時損害 IC 晶片。金屬中心所開發的鋁導線是鋁含量 99% 的合金，藉由添加微量元素，並採取最適當的加工方法，可在不損害晶片及兼顧導電性的情況下，達成了高強度及高耐熱性。金屬中心開發的耐熱鋁導線，不僅機械強度較傳統產品提高約 30%，其鋁材料再結晶溫度亦比傳統產品提高了 60°C 以上，因此有助於提高封裝的耐熱溫度，可符合業者使用需求。

● 可壓鑄高散熱鋁合金材料：

隨著電機電子產品體積越來越小，散熱的需求越來越高，業者希望有比傳統用來作為殼體的壓鑄鋁合金更高熱傳導率的壓鑄鋁合金。為了達到良好的散熱效果，國外一些鋁合金供應商都開發了高熱傳導率的壓鑄鋁合金，例如：日本大紀鋁業的 HT1 (Al-Si-Fe) 與 HT2 (Al-Fe-Cu)；日本輕金屬株式會社的 DX17 (Al-Si-Mg-Fe)、DX19 (Al-Si-Cu-Fe) 與 DX26 (Al-Ni-Fe)。基本上要得到較高的熱傳導率，添加的合金元素越少越好，但添加的合金元素少就可能降低強度或流動性。所以要在熱傳導率、強度與流動性三者之間，按產品需求取得平衡。除了成份以外，組織的型態也會影響熱傳導率，所以適當的熱處理也可提高熱傳導率。

金屬中心也開發了高散熱鋁合金材料 (Al-Si-Fe-Cu)，壓鑄後經過適當的熱處理，熱傳導率可達到 150W/m · K 以上，強度與流動性均與常用的 ADC12 壓鑄鋁合金相近。

● 鋁合金表面機能材料：

鋁合金重力鑄造其健全度優於壓鑄，過去許多汽車保安部品多採用此一製程製備。近年隨著汽車輕量化的需求及半固態成型技術的進步，鋁合金車用零組件也開始導入半固態製程，特別是流變成型。過去 10 年，在蛇形通道半固態材料製備的基礎上，發展出更簡潔的半固態技術，且在某些特殊的鋁合金材料，此製程之壓鑄件可滿足陽極處理之需求。目前已有許多壓鑄廠嘗試導入此一製程，並成功應用至 800 噸以下之壓鑄機，許多追求美觀及強度之車用部品也已得到很好的應用。

● 鎂合金材料：

隨著國內生物科技的快速發展，鎂基合金的研究也從以往的 3C 應用轉換成生醫應用，特別在 Mg-Zn-Ca 合金，由於合金的 3 種元素都是人體中的常量元素，具有良好的生物相容性，優良的機械性能等優點，已成為新一項鎂合金的研究重點。Mg₆₆Zn₃₀Ca₄ 和

Mg₇₀Zn₂₅Ca₅ 非晶合金的體外腐蝕降解及細胞相容性研究上，Mg₆₆Zn₃₀Ca₄ 非晶合金具有較好的強度和耐腐蝕性能，與傳統熔煉熱加工的鎂合金材料相比，其腐蝕形貌更均勻，表面腐蝕產物主要成分為 Mg、Zn、Ca、P、O，其中 Mg₆₆Zn₃₀Ca₄ 非晶合金表面的 Zn 含量較 Mg₇₀Zn₂₅Ca₅ 非晶合金高，並且通過細胞培養研究顯示細胞在其表面黏附性生長良好，並具有無毒性；表現出良好的生物相容性。在 Mg-Zn-Ca 鎂合金材料的血液相容性研究上，發現 Mg-Zn-Ca 三元鎂合金的溶血率能滿足生物材料對溶血率的要求（<5%），約為 0.79%，未發生溶血，該三元鎂合金材料對血液紅細胞沒有破壞作用，其血液相容性良好。

● 鈦合金材料：

台灣上游材料廠商積極投入鈦金屬的開發，促使國內鈦金屬應用產業得以蓬勃發展。國內鈦金屬產業的發展長期以高爾夫球頭與生醫產業為主，其中球頭廠商因應陸廠低價競爭的狀況而持續轉型、專注於高品質的鈦合金核心技術之開發，以期能走出低毛利的紅海態勢。金屬中心與中鋼曾於 2014 年開發鈦杯作為股東紀念品，獲得市場廣大迴響，因此，推升了國內民生鈦產業風潮，未來中鋼將持續投入各種鈦餐具開發，以培育國內中、下游產業轉型升級，並期盼能帶給台灣人民一個更健康、更安全的食用環境。另外，在新政府喊出「國機國造」的願景，漢翔催生國內航太業「A-Team 4.0」聯盟，有助整合國內航太供應鏈打國際盃。金屬中心也因應政府政策及追趕國際民航客機商機潮流，協助國內中鋼、中鋁上游材料廠商進行航空品質管理系統 AS 9100 認證，以降低國內航空產業取得鈦合金材料、鋁合金材料之成本，促進漢翔提升國際接單競爭力，預估未來鈦合金市場將有更突破性的應用商機。

● 鎳鈦合金材料：

目前，全球醫用鎳鈦線材/管材之生產廠商以美國 ITI、NDC、Memry 最具代表，日本則為古河電工與大同特殊鋼公司；美國業者能供應直徑 0.1mm 以上之線/管材及製品，NDC 及 Memry 並整合二次加工技術（包含雷射加工、表面拋光等），提供客製化零組件服務。國內高階醫材仍限於使用不銹鋼及鈦合金材料，廠商雖有意願朝鎳鈦合金之應用發展，但受限於合金來源、製程技術及後續之檢驗證，無法研發新產品，與國際之技術差距日漸擴大。

為因應微創手術之醫療器具，以及工業、民生等產品特殊功能之需求，產業界對於

具備獨特超彈性及形狀記憶特性之鎳鈦合金的需求與日俱增。金屬中心因而於 102 年度引進美國鎳鈦合金標竿廠 ITI 之製程系統設備，建立了國內第一條鎳鈦合金示範實驗產線，並持續引進 ITI 公司之鎳鈦熔配及線材 / 管材成形技術；目前已成功開發血管支架之鎳鈦合金管材（Ni 含量 55~57wt%，直徑 2mm、管壁厚度 0.3mm），表面具生物功能性塗層，鍍層剝離強度超過 40 MPa 並可抑制血管內皮細胞異常增生，105 年度將完成血管支架產品開發試作。

● 易切削無鉛黃銅材料：

因應北美無鉛法案（AB1953）及澳洲黃銅材料抗脫鋅規範要求，金屬中心投入無鉛易切削抗脫鋅黃銅材料之研發，協助業者解決生產衛浴五金零組件量產加工之瓶頸以及材料進口依賴等產業急迫性問題。目前所開發之無鉛黃銅鑄錠材料之切削加工指數，可達含鉛快削黃銅（C36000）之 85% 以上，有效改善了無鉛黃銅困難加工之瓶頸；而該材料耐脫鋅腐蝕層遠小於 100 μ m，完全可符合 ISO 6509（澳洲 AS 2345）規範要求，此材料已獲得中華民國專利並通過 UNS 國際材料認證登錄，材料編號為 UNS CDA C89710，成為國際流通的銅合金材料。此外，金屬中心亦完成抗脫鋅腐蝕測試實驗室認證（TAF），獲得執行抗脫鋅檢測與出具測試報告之授權，可解決國內業者產品出口時，產品相關檢測分析需送至他國測試之曠日費時的困境，目前已有國內衛浴五金業者仲正公司接受專利牌號授權，導入該 C89710 材料之熔配技術，並投資產線生產無鉛黃銅鑄錠材料，供應下游用料業者，例如和成欣業等公司使用，取代進口，降低生產成本。為了滿足更廣大材料需求，亦已完成有別於鑄錠材料配方之無鉛黃銅棒材的研發並進行專利布局。

● 無氧銅材料：

銅具優異的導電性、熱傳導性、耐蝕性及良好的成形性，故常作為導電用線材及熱導體。近年來，在高科技的發展領域，3C 產品持續往輕薄短小發展，因此線材也往極細線發展。由於尺寸變小，所以銅線也需有較佳機械強度，以避免抽線時斷線，並需要較佳的耐蝕性及表面品質，以保持有良好的導電性質，故銅的純度需往高純度發展，從 3N、4N 發展至 5N，甚至到 6N。因應此產業需求，金屬中心建立「金屬材料技術研發平台」以協助國內業者建立金屬線材之生產製造技術能量，針對材料熔煉、合金設計、線棒材成形、線棒材前後處理等製程進行製程技術之開發與整合，且針對構裝用高純度、高導

電率之銅導線與相關產業需求之精細線、管材進行研製，目前中心能量已建立 $18\ \mu\text{m}$ 高純度銅封裝導線製程技術，延伸率可達 10%、且破斷強度達 9g；期將建構精細線棒材產業技術及周邊系統技術支援之完整而良好的發展環境，進而協助支援我國 3C、醫療及電子工業等相關產業之關鍵零組件與系統的發展。

● 特殊合金粉末材料：

特殊合金粉末材料主要應用於航空、國防、電子材料、醫療器材等領域，應用工法則以噴鋸、硬鋸、粉末冶金及積層製造為主。上述應用及工法對於材料的潔淨度、真圓度、粉體流動特性及粉末粒徑分佈等要求較高，因此，國際上特殊合金粉末材料的生產製程以真空惰性氣體霧化法金屬粉末製程（Vacuum Inert Gas Atomization, VIGA）、電漿旋轉電極製粉法（Plasma Rotating Electrode Process, 簡稱 PREP）為主。目前國內已有鑫科、光洋應材等公司，引進德國 ALD 公司的 VIGA 設備進行電子級靶材生產，爭取全球硬碟、光碟靶材之市場。鑒於特殊合金粉末市場於國內逐年活絡，以及我國於國防、航空、醫材產業上的發展需求，金屬中心預計於 105 年內陸續完成 50kg 試量產級 VIGA 設備及高潔淨合金粉末製程用 PREP 設備之建構，並成立「高性能鋸材製造與檢測分析系統平台」，協助國內廠商進行特殊合金粉末開發，如活性硬鋸填料 TiCuNi...等。此外，除了進行關鍵製程及設備技術發展外，金屬中心亦將努力推動並協助業者建構國產化合金粉末製程產線，強化國防、醫材等產業之發展自主能力及競爭力。

結 論

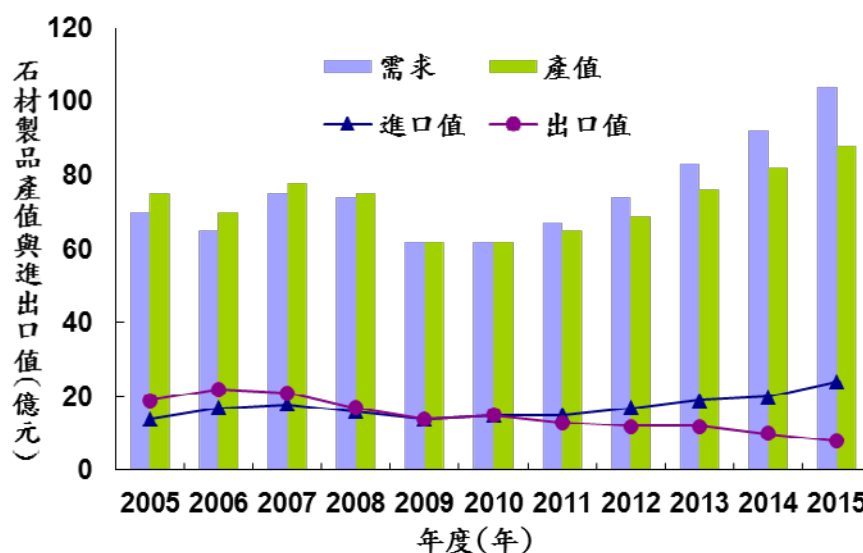
金屬材料產業被稱為工業之母，「產業升級，材料先行」，因此未來我國五大創新產業的發展，亦需要藉由強大的金屬材料來作最強而有力的支撐；未來金屬中心除了在上述既有能量持續紮根之外，也將因應我國及全球產業的發展趨勢，往高值化材料如積層製造、鎳鈦合金、磁性材料等領域努力，期盼能持續帶動國內金屬材料產業之價值鏈，續創台灣金屬產業榮景。

迎接新世紀－臺灣石材產業的精進之路

■ 郭志成¹ 林志善²

民國 49 年東西橫貫公路通車，次年，行政院國軍退除役官兵輔導委員會（簡稱退輔會）為安置榮民就業，因緣際會開啟國內新產業，利用臺灣東部開採的大理石，奠定我國石材產業基礎。經過半世紀的風華歲月，花蓮儼然成為臺灣石材產業的重鎮。雖然經歷多次興衰存亡，臺灣石材產業仍在國際佔有一席之地。只是邁入 21 世紀之初，遭逢中國大陸崛起，其挾礦產、人力、資金與市場等優勢，席捲全球，臺灣石材產業亦深受其害。隨後 2002 年加入世界貿易組織（WTO），以及 2009～2010 年的全球金融海嘯，其間雖有營建產業短期復甦，促使石材產業向上發展，然而終究不敵全球金融海嘯，臺灣石材產業跌至谷底，不及全盛時期的一半。

2011 年起，擺脫金融海嘯的困擾，營建產業開始復甦，並且強勁往上攀升，帶來石材產業許久不見的榮景（圖 1）。這波復甦光景不同以往，石材廠竟無法滿足國內營建市場的需求，明顯地石材進口逐年增加，顯示石材產業必須提升產能，因應擴大的市場需求；然而在產業長期嚴重缺工的處境下，臺灣石材產業的發展面臨另一波危機。



¹ 財團法人石材暨資源產業研究發展中心石礦資源組組長

² 財團法人石材暨資源產業研究發展中心總經理

所謂「危機就是轉機」，自從民國 76 年開放原石進口完全免稅，民國 79 年開放大陸花崗石原石進口，促使以大理石為主流建材的臺灣，轉變成以花崗石為主要建材生產國，而當時大量引進的鋼砂拉鋸，歷經 25 年以上的不停運轉，早已面臨除役換機時刻；加上雪上加霜的長期缺工所致，無法承接突來的大量訂單。因此業者痛定思痛，逐步調整發展方向，此時，昔日雷大雨小的鑽石多索鋸卻開始引進臺灣，促使臺灣石材產業邁向自動化。

早在 2009 年第 44 屆義大利維洛那（Verona）國際石材大展中，約有 6 家廠商展示鑽石多索鋸，當時因鋸切樣本較少，技術未臻成熟，加上歐元匯率處於高點，加工耗材—鑽石鋼索昂貴，以致乏人問津，國際成交量寥寥無幾。數年後，技術漸趨成熟，而且歐元匯率暴跌，鑽石鋼索降價諸因素，2014 年國內廠商開始引進鑽石多索鋸。雖然目前鑽石多索鋸售價約 3500 萬元，仍較鋼砂拉鋸貴外，但是無論產能、耗電、人力、廢水和廢棄物處理，皆佔有極大優勢，如表 1 所示。更重要者，鑽石多索鋸具備生產彈性化和加工自動化等特性，可徹底解決石材產業多年嚴重缺工問題。

自從 2014 年國內石材業者引進義大利 Breton 鑽石多索鋸，迄今全臺共有 11 台鑽石多索鋸，來自 Breton、Gaspari、Pedrini 和 BM 等 4 家廠牌，其中以 Gaspari 最多，佔 36.4%；Breton 次之，佔 27.3%。而且尚有其他石材業者準備投資鑽石多索鋸，一起加入提升產能的自動化生產行列。

鑽石索鋸最早應用於礦山原石開採和建築物拆除，後來逐漸發展使用於原石切割。使用於石礦開採和混凝土切割的鑽石鋼索，其鋼索上的鑽石串珠外徑通常在 11mm 以上，且以一條鑽石鋼索鋸切石礦，現今石材廠內的原石修邊機就是典型的單索鑽石索鋸。由於原石鋸切要求產出更多的石板，因為減少鑽石串珠的外徑，乃縮小鑽石鋼索的鋸路，一方面減少廢棄物的產生；另一方面則增加石板的產量，因此鑽石鋼索被迫減小外徑，目前市售最常見的鑽石鋼索幾乎為 7.3~6.3mm。舉例而言，鑽石串珠外徑分別為 7.3mm 和 6.3mm 的鑽石鋼索，其鋸切長、寬和高分別為 3.5 公尺、1.975 公尺和 2.2 公尺的原石，後者較前者至少增產 3 片 2cm 厚石板（共計 23 平方公尺），所以鋸切原石的鑽石鋼索正朝向小徑化發展。鑽石鋼索主要由燒結或電鍍鑽石層的合金串珠，沿著鋼索等間距排列，再以具韌性的塑膠或橡膠，熔融包覆於鋼索外露部分，並且滲入串珠與鋼索間的縫隙，強化固定鑽石串珠，同時保護鑽石鋼索在鋸切過程中，不為冷卻水和石屑沖蝕，以及避免水分進入串珠與鋼索內，造成串珠與鋼索發生銹蝕現象（圖 2）。

鑽石多索鋸引進臺灣石材產業僅及三年，卻對國內石材產業造成前所未有的衝擊，

表1 鋼砂拉鋸與鑽石多索鋸的鋸切效益比較

設備名稱 規格		一般鋼砂拉鋸 (Breton HG375)	大型鋼砂拉鋸 (BM Grizzly Super)	鑽石多索鋸 (Gaspari MW2000)
				
鋸切製程	可鋸切原石尺寸(長×寬×高)(mm)	3500×3500×2200	3500×5000×2200	3500×1975×2200
	可鋸切石板數(mm) ⁽¹⁾	122	169	67
	下切速度(mm/hr)	30	30	300
	1回車(鋸切+前後處理)時間(hr)	73.3+1	73.3+1	7.3+0.5
	耗材更換時間(hr)	4(換鋸切鋼帶)	4(換鋸切鋼帶)	2(換鑽石鋼索)
	月產能(m ²) ⁽²⁾	5,167 (4天/1回車)	7,157 (4天/1回車)	22,700 (0.5天/1回車)
	耗電量(度/m ²)	7.5	8.1	3.9
	石板處理	須以鹽酸清除殘留鋼砂		直接進入研磨製程
	人力(人)	9		4
	現場環境	易髒亂		易維護
廢水處理	處理設施	增加鋼砂分離設施		不需鋼砂分離設施
	廢水排放	須以硫酸中和		直接排放
	廢棄物(礦泥)	—		減少 17.8wt%

註：(1) 鋸切產出的石板厚度為2cm

(2) 月產能以每月22天計算



圖2 鑽石鋼索的組成與構造

因為其不僅鋸切設備的改變，更重要者，帶來石材產業生產生態的巨幅變化。鑽石多索鋸因使用鑲嵌鑽石串珠的鋼索鋸切原石，與鋼砂拉鋸以鋼帶帶動鋼砂磨切原石的機制截然不同，前者直接以人造鑽石切割石材，所以僅用清水為冷卻和磨潤劑，然而後者為使較重的鋼砂懸浮且均勻分布，在清水內添加適量的石灰，雖然達成上述目標，而且具冷卻和磨潤作用，卻增加廢棄物量（無效鋼砂與石灰），並產生強鹼廢水，必須以硫酸處理後才得排放。此外，因石材表面多有微細孔隙，無效鋼砂易沈積其內，導致石板發生銹斑現象，嚴重影響石材賣相，所以一般石材廠在鋸切完畢卸板時，常以鹽酸清洗石板，去除殘留鋼砂，此舉同時亦影響操作人員身體健康。

此外，在積極方面，鑽石多索鋸具備多項優於鋼砂拉鋸的特點，其中最令人稱道，亦是吸引臺灣，甚至全球石材業者爭相採購的優勢為單位時間產能提升至四倍。從表一得知，雖然鋼砂拉鋸一次可產出2～3倍數量的石板，但是需花費73小時以上的鋸切時間；相反地，鑽石多索鋸每回車的產量僅有鋼砂拉鋸的1/2～1/3，然而因其鋸切速度快，在上述時間內，可完成8～9回車鋸切製程，並且鋼砂拉鋸鋸切原石3回車後，鋼帶嚴重磨損，必須停機更換鋼帶，但是鑽石鋼索卻能持續鋸切原石40回車以上，二者相較，鑽石多索鋸的生產效益遠大於鋼砂拉鋸。此外，若以生產單位面積石板為基準，經初步計算後，鑽石多索鋸可節省約50%電能，是石材產業節能省電的新世代設備。

人力嚴重短缺是石材產業近年發展最大瓶頸，即使雇用外籍勞工的比例從15%提高至25%，仍無法解決現有缺工困境，以致近年產業正逢景氣興旺之際，仍有業者不敢接單之憾。因為鋼砂拉鋸一回製程長達三天以上，中途不得停機，否則鋼砂易沈積鋸路底部，造成後續鋸切鋸路變寬，產出上寬下窄的石板。由於每個原石構成礦物不同，造就其不同特性，每位現場操作人員必須調配適宜的砂漿（鋼砂的石灰水懸浮液），且監控整個原石鋸切過程，防範原石鋸切時突發狀況發生，以及排解原石鋸切製程的特殊情況。為此操作人員需要三班制輪班，加上原石固定、鋼帶安裝、砂漿抽檢、石板卸運、石板酸洗等，每日必須編制9位工作人員。相反地，因為鑽石鋼索鋸切原石速度快，不到8小時可完成一回車鋸切作業，加上鑽石多索鋸具備監測回饋裝置，而且可建置不同石種的鋸切參數，因此包括原石固定、鑽石鋼索安裝和石板卸運，每日鋸切原石二回車僅須4位工作人員，大幅縮減製程人力，解決目前石材產業最大困境，而且現有設備的自動化與智慧化，逐漸吸引國內年輕勞工投入石材產業。在勞力運用方面，鑽石多索鋸另一優勢為彈性化製程。所謂「彈性化」意指產品尺寸，鋸切時間等，皆可隨時調整，例如可在安全生產範圍提高鋸切速度、可隨時停機，可同時鋸切厚度2cm和3cm石板

等。尤其勞動部實施「一休一例」在即，鑽石多索鋸的引進，不啻石材產業一大福音，有利於人力的適當運用。

鋼砂拉鋸縱橫原石鋸切製程三十餘年，帶領臺灣石材產業邁向頂峰，為臺灣石材產業贏得「經濟奇蹟」的美名，然而因其製程產生大量礦泥和乾燥後的粉塵，以及早年石材廠房的規劃，使得石材產業背負「骯髒、危險、辛苦」等 3K 產業的印象，連帶影響年輕從業人員的投入。然而隨著科技日新月異，昔日以礦山石礦開採為主的鑽石索鋸，如今竟發展成為鑽石多索鋸，擔負原石鋸切製程轉型與精進的重要角色。從前從人工轉為機械化生產，今日更向前邁進，朝自動化與智慧化發展。鋼砂拉鋸身形龐大，附屬設施眾多，如石灰槽、鋼砂槽、砂漿調勻池、砂漿排放池等，透過輸送軟管，以泵浦泵送砂漿。相較之下，鑽石多索鋸則身軀較小，佔地不及鋼砂拉鋸一半，且無附屬設施，以及地上和地下兩層的基礎建設。因此安裝鑽石多索鋸可大幅節省廠房空間，又無砂漿溢漏造成的工作環境污染，其可謂原石鋸切的先進製程，一改往日石材產業予人的 3K 產業印象，進而成為「清潔、快速、節能」的產業（圖 3）。

儘管鑽石多索鋸擁有許多優點，然而近 70 家花崗石一次加工廠，僅 9 家業者引進鑽石多索鋸，主要原因為鑽石多索鋸的價格高出鋼砂拉鋸 75%，而且以單位面積產量為基準，鑽石鋼索的售價為鋼砂拉鋸加工耗材（鋼帶、鋼砂和石灰）的 1.46 倍。其次，目前累積最適原石鋸切參數資料無法涵蓋所有石種，並且多數偏向硬度較低的花崗石材，一些常見較硬花崗石材的鋸切參數闕如，甚至多家石材廠實際測試結果有待改善，表示在鋸切硬度較高的花崗石材方面，無論鑽石鋼索或鋸切製程，皆有深入探討與測試的必要。



圖3 石材產業原石鋸切製程的升級與精進（左：鋼砂拉鋸 右：鑽石多索鋸）

此外，鋼砂拉鋸在臺灣石材產業紮根三十餘年，已建立多面的耗材供應和維修服務的衛星工廠，構成完整的產業供應鏈，隨時提供業者加工各面問題的全方位解答。然而臺灣石材產業引進鑽石多索鋸不到三年，尚未有在地化的耗材供應商，更遑論耗材生產製造，以及設備維修服務的在地自主服務體系。以致一旦耗材用盡或損壞，必須停機數週，等待國外耗材船運抵臺，或是事先預購至少 70 條以上的鑽石鋼索，囤放在恆溫乾燥的空間內，避免鑽石鋼索受潮生鏽，影響花崗石材鋸切品質，同時無形中積壓數百至數千萬元資金。而鑽石多索鋸發生不明原因故障或需維修時，必須邀請義大利原廠技師來此整修，因此時間與金錢耗費不貲。上述原因迫使許多石材業者心存觀望態度，不願立即投入鑽石多索鋸的鋸切製程。

對此，為使原石鋸切製程升級與精進，朝自動化與智慧化邁進，未來數年臺灣石材產業迫切需要和努力方向如下：

一、建立在地化的鑽石鋼索生產與供應

目前國內石材產業計 9 家業者，引進 4 種廠牌，共 11 台鑽石多索鋸，每台設備安裝不同數量的鑽石鋼索，少則 56 條，多則 84 條，每條鑽石鋼索長 24.5 公尺，而 Breton 出廠者則安裝 27.5 公尺的鑽石鋼索。現今石材廠大多從義大利進口鑽石鋼索，平均每公尺 35 歐元（約新台幣 1284 元），而義大利供應商要求每次訂購量至少需一組（視安裝數量不同而介於 56 ~ 84 條）另加數條（以備鑽石鋼索突然斷裂的備品），因此每筆訂單至少需花費 5.2 ~ 7.7 萬歐元（約 190 ~ 282 萬元）。另一方面，鑽石鋼索的使用壽命介於 201 ~ 213 小時，若以每日工作 2 回車，週休二日，扣除國定假日與例假日，以及稼動率 55% 計算，每年至少進口 2.5 億元鑽石鋼索。建立在地化的鑽石鋼索生產與供應，其對國內石材產業最大益處，在於穩定供應鑽石鋼索，不用擔心交貨遲延，亦不需預先囤貨，有利於業者資金調度，同時能把握接受較大規模的訂單。

二、建立自主化的鑽石多索鋸維修體系

鑽石多索鋸未能普及，令許多石材業者裹足不前的重要因素之一，乃是欠缺完善的自主維修體系，一旦設備、製程，甚至關鍵零組件發生問題，簡易者可自行排除，然而許多時候仍需央請義大利原廠技師來廠維修，此舉不僅耗費時日與金錢，而且嚴重影響生產時程。由於鑽石多索鋸屬於新興設備，原有石材耗材供應和維修服務的衛星工廠對此完全陌生，因此為石材產業永續經營之道，初期借重義大利技師專業經驗，深入瞭解鑽石多索鋸各關鍵零組件，其相對應工作機制，以及全面的維修作業，以建立完整的

製程操作，培養國內維修服務業者，建立如同鋼砂拉鋸的供應鏈，石材產業才能技術升級。

三、建立本土化原石鋸切參數資料庫

石材運用非常倚賴其表面色彩與紋路，而此與當地文化風俗息息相關。以臺灣而言，整體顯現素色石材是較受青睞者，尤其大紅或深黑是常見的石材。然而義大利累積的原石鋸切參數多為巴西常見的石材，屬於花紋複雜，且硬度較低的花崗石，而臺灣進口的花崗石主要來自中國大陸與印度，分占總進口量 67.9% 和 16.9%，通常為硬度較高的花崗石，尤其從印度進口的紅色與黑色系石材，在鋼砂拉鋸鋸切的原石分級中，屬於較高等級硬度的石種；巴西排名第三，只占 9.8%，因此高達 90% 的花崗石鋸切參數資料闕如，必須業者親身測試，或是請原廠派駐義大利技師協助，逐步建立自己廠內原石鋸切參數資料。一些廠商在測試過程中，常因原石硬度較高，導致鑽石鋼索斷裂，所以必須大幅調整原廠提供的鋸切參數，甚至必須尋找更適合的鑽石鋼索。上述措施需要花費不少金錢和時間，此亦是許多廠商存疑觀望的主要原因之一。

未來鑽石多索鋸成為臺灣石材產業鋸切製程的主流，仍有一段艱辛的路，但是畢竟臺灣的石材產業已跨出邁向自動化與智慧化的一步，隨著勞工工作環境改善的意識逐漸頭，以及周邊供應與維修體系逐步建立，加上鑽石多索鋸具備提升產能，同時又降低電能、人事與周邊相關處理成本的競爭優勢，臺灣石材產業將藉此更加精進發展。某些業界人士甚至認為不超過 20 年，鋼砂拉鋸將完全走入歷史，鑽石多索鋸成為未來石材產業的領航者。

★

臺灣地區砂石供需趨勢與穩定料源 供應策略

■ 陳永定¹ 王偉光²

前言

因應國內近代建設大量採用混凝土建築為主要工法，做為混凝土製作之必需，砂石相應成為民生建設不可或缺之原材料，也連帶奠定其基礎產業之根基。台灣地區砂石料源依其屬性種類可區分為河川砂石、土石採取（含陸上砂石、海域砂石、碎石母岩）、營建剩餘土石方、礦區碎石等 4 大類。鑒於國內砂石供需長期呈現區域性供應不足狀態，如何就各項砂石資源予以合理配置並落實開發，為當前主管機關之要務。

一、臺灣地區砂石供需趨勢

據「臺灣地區砂石供需與總體經濟成長關聯研究」研究指出，臺灣的砂石年需求曲線可分為「成長期」和「成熟期」部分，因此可以經濟發展型態預估未來砂石需求（樊遺風和陳逸偵，1989）。臺灣已邁入已開發國家之林，經濟發展成熟，故砂石需求亦已進入成熟期，早年大量需求已不復見，呈穩定趨勢。由民國 81 至 104 年砂石需求量迴歸分析結果（圖 1），未來砂石需求趨緩並呈收斂趨勢。茲對歷年統計成果取對數曲線迴歸分析，推算未來 3 年砂石需求量約介於 7,200~7,500 萬公噸之間。

臺灣地區砂石供需呈現區域性失衡現象，以北部地區最為嚴重，尚需依賴進口砂石、東砂北運等多元料源調節；中、南部地區目前供需雖呈穩定狀態，中、長期如河川疏濬量趨減，亦有供需失調之虞；東部地區因砂石需求少，除可自給自足外，部分剩餘砂石可透過東砂北運管道，調節北部供應缺口。

¹ 前經濟部礦務局技正（Former Technical Specialist, Bureau of Mine, MOEA）

² 經濟部礦務局科長（Section Chief, Bureau of Mine, MOEA）

Qs需求量(萬公噸)

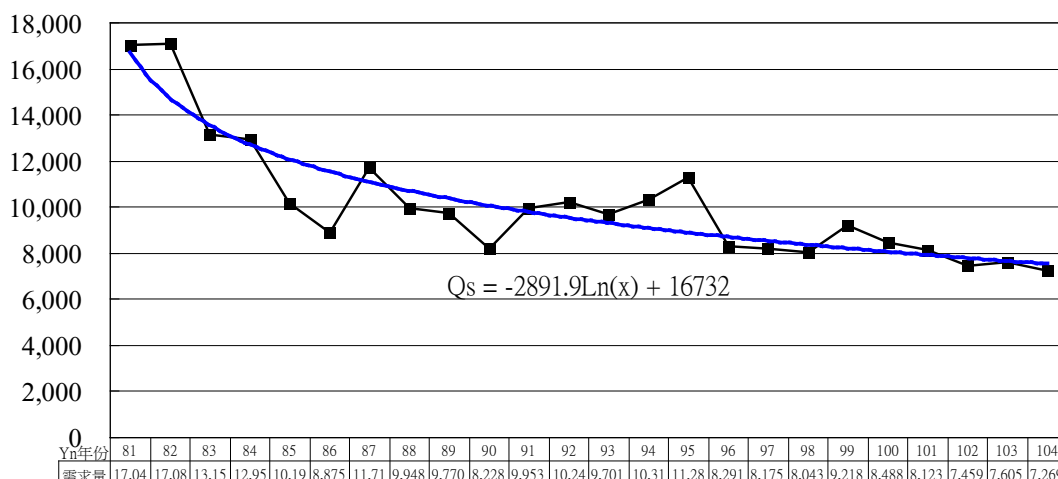
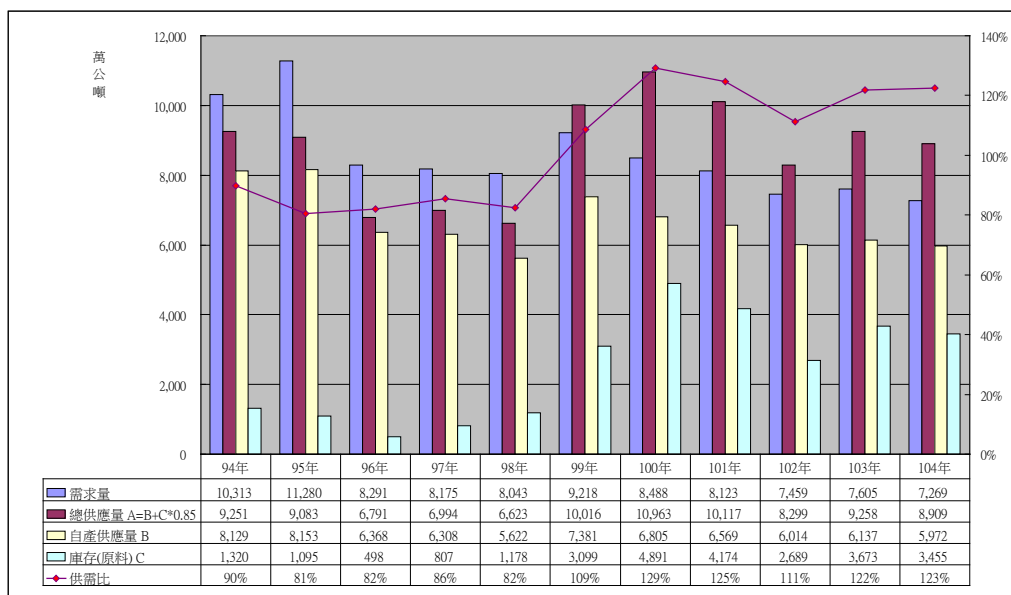


圖1 砂石需求迴歸線圖

在北部地區必須依賴其他料源調節供應缺口條件下，就東砂北（西）運、南砂北運、中砂北運及進口砂石等料源運往北部地區每公噸之成本進行分析，得知進口砂石約 440~450 元、南砂北運約 587~607 元、中砂北運約 705~710 元、東砂北運約 464~491 元，相較北部當地平均價格 423 元，以進口砂石最具價格競爭優勢，其次為東砂北運，至於南砂北運及中砂北運因運輸成本偏高，無競爭能力。

台灣地區目前砂石供應仍以河川砂石為主，約為 60%，但於汛期（5 月至 11 月）期間，供應量有限。因營運物料周轉之必要，故砂石破碎洗選場需有合理庫存（約為 2~3 月市場需求量），以茲因應，因此，砂石供應需求比例宜維持在 120%，始可確保市場穩定。由民國 94~104 年供需統計資料分析（圖 2），排除莫拉克風災所帶來大量土石干擾市場之因素，由民國 94 年至 98 年經驗值檢視，臺灣地區自產砂石供給率平均在 85% 以下，與合理供需比相較，呈現嚴重不足情形，此為臺灣地區砂石供需之常態，故需有進口砂石及各項措施以為調節因應；即使風災後有大量清淤砂石供應，民國 99 年至 104 年平均供需比在 120% 區間，剛好達到穩定供應之目標，故而近 5 年砂石市場呈現大體供應穩定、價格合理之趨勢，但隨庫存砂石日益去化，區域性供需失衡問題亦將日形嚴



資料來源：經濟部礦務局

圖2 民國94~104年臺灣地區砂石需求與自產砂石供應量統計

重，有關料源多元化之踐行，業已刻不容緩。

以民國94~104年砂石料源總體供應各項料源結構數據趨勢分析（圖3），預估未來台灣地區砂石供應情勢如下：

（一）自產砂石仍有不足：參照砂石需求回歸需求估算國內未來3年砂石需求介於7,200~7,500萬公噸，綜合未來各項料源供應趨勢，評估自產砂石預估供應量約為5,100萬公噸，約占全國砂石需求量之65%，預估缺口約2,100萬~2,400萬公噸，除由進口砂石補充外，但砂石短缺風險仍高，另需積極增加其他料源供應數量。

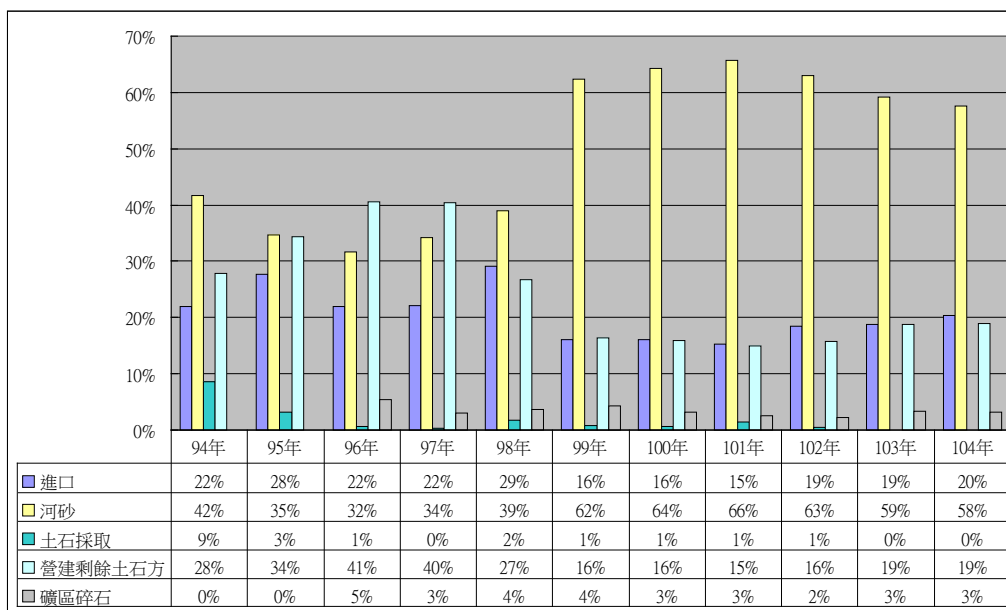
（二）河川砂石供應將逐漸減少：民國98年莫拉克風災發生之前，河川砂石之占比，已由往年90%以上減少至40%以下，民國99~104年河川砂石占比大幅增加，係中區及南區因有莫拉克風災清淤之大量砂石釋出，料源價格相對便宜，排擠其他供應源，故全國占比擴增。由市場去化速度觀察，現該因素影響預估於3~5年左右消除，河川疏濬量將恢復到風災前水準，河川砂石供應量以民國94~98年平均價值約3,450萬公噸/年估

算，預估供應量將減少 1,500 萬公噸 / 年。

(三) 營建剩餘土石方呈緩減趨勢：因建築景氣放緩及政府公共工程投入預算規模縮減，工程產出之營建剩餘土石方供應量大幅減少，已由最高峰之 3900 萬公噸減少至 1,300 萬公噸（近 5 年平均值），未來可供應量以該平均值估算，並預期呈減少趨勢。

(四) 礦區碎石可穩定供應：近 5 年及 10 年平均值呈穩定狀態，且大型礦場之礦業權期限均在 10 年左右，預估未來仍可保持供應量在 250 萬公噸左右。惟受地方政府收取相關費用，導致成本上升之因素，應予考量。

(五) 土石採取供應量甚微，但為穩定料源供應之要項：因地方政府及民眾抗爭等因素遲滯開發及國土規劃開發相關法規規定限制，許可案件增加不易甚至逐年減少，若未能有政策引導法規鬆綁，恐無法視為有效穩定供應。惟為提高砂石自產比例，減低進口砂石之依賴，土石採取為料源供應之必要選項，應透過政策工具落實開發，以確保國內砂石供需穩定。



資料來源：經濟部礦務局

圖3 民國94~104年臺灣地區歷年砂石料源占比統計

二、台灣地區砂石料源供應規劃

目前國內各項砂石料源以種類而論，可供調節措施計有河川砂石、土石採取（陸上及海域）、營建剩餘土石方、礦區碎石及進口砂石等。其他替代料源可供應量過少或爭議過高（如輕質骨材、爐石等），現階段暫不予考量納入倘未來國內砂石供應短缺時之調節機制，以確保政策規劃及執行之可行性及恆定性。

莫拉克風災（民國 98 年）前，河川砂石供應量已降至約 40% 以下，莫拉克風災後，水利署加強河川疏濬作業，河川砂石佔全國砂石供應量之比例提高約至 60%。迄今已歷 6 年，莫拉克風災清淤之砂石已逐漸順利去化，雖然中部及南部地區尚有庫存量分別為 902 萬及 2,290 萬公噸，但依照市場去化速度估算，預計在未來 3~5 年即可到達合理之庫存水位。水利署已於 104 年起恢復常態疏濬，河川砂石供應量預估將逐年遞減少至風災前水準，其減少之疏濬量扣除非營建骨材使用之土方及廢土，估算短少之成品供給量約為 1,500 萬公噸。其依現有調節機制，似無法達到供給穩定、價格合理之政策目標，主管機關應審視可行調節機制，並預為審酌各方案可補充數量以為過渡因應。

由表 1 得知，莫拉克風災前，國內各地區（東區除外）砂石自產供應量均屬不足，期間由進口砂石填補需求缺口，進口量高達 2,329 萬公噸，占比直逼 30%，似有過度依賴之虞。長此以往，將影響國內陸上砂石開發意願，無法提升國內砂石供應自主率，一旦進口國家政經局勢有變（管制或減少出口）時，將嚴重衝擊國內砂石供需，且短時間內國內賦存料源亦無法於短期內立即補足，其風險應予審慎考量，故初期建議以近 10 年進口平均值為過渡，並逐年降低至 20% 以下。

表1 各地區進口砂石需求統計表

單位：萬公噸

年度	北區	中區	南區	金馬	合計總量
風災前 5 年（94~98）平均值	954	325	973	78	2,329
風災後 5 年（99~103）平均值	1,047	225	50	57	1,379
94~103 平均值	1,000	275	511	67	1,853

土石採取（含陸上砂石、碎石母岩及海域砂石）因環保議題及民眾抗爭等因素遲遲未能積極開發，甚至持續萎縮，年供應量由 897 萬（94 年）減少至 37 萬公噸（104 年），此與世界各國以陸上砂石為主要供應源之模式截然不同。因此，土石採取占比應逐年提升至合理數量，始能確實穩定國內砂石供需。鑒於大規模土石採取申請核准困難度甚高，建議以小規模開發併行辦理，逐年提高產量。參照過往經驗，先以近 10 年內較具開發規模之 94 及 95 年產量為參考推動目標，並視砂石資源賦存品質、開發之可行性以及各區域之需求考量，各區規劃土石採取年產量增量為北區 190 萬公噸、中區 400 萬公噸、南區 200 萬公噸。

北區及中區營建剩餘土石方應屬逐年遞減趨勢，南區則有大幅增長空間，參照其於莫拉克風災前營建剩餘土石方所占料源量，估計南區可增量以 200 萬公噸為目標。東區使用量少且河川疏濬量穩定，足供區內使用，供需不虞匱乏，暫無需補充規劃。

參照上述礦務局各項料源供應及歷年供需統計數量及趨勢評估，未來砂石料源配置以增加土石採取提升自產砂石占比為基本策略，進口砂石適時調節補充不足，並逐年降低至合理水準為原則，並歸納台灣地區未來砂石需求缺口補足基本方案如表 2。現階段先以其為短期規劃，再漸次調整進口及土石採取之占比，以自主供應率 85% 為主要目標。

表2 砂石需求缺口補足規劃方案（短期）

單位：萬公噸/年

料源別 \ 區域		北區	中區	南區	東區	合計
自產供應總量		1,720	1,751	1,199	430	5,100
預估需求量		2,625	2,400	2,025	400	7,450
預估缺口或剩餘量		-905	-648	-826	30	-2,349
增量 補充 方案	進口砂石	1000	275	511	—	1,786
	土石採取	190	400	200	—	790
	營建土石方	—	—	150	—	150

註：北部地區進口砂石占比約40%，需增加規劃土石採取量，以逐漸取代進口砂石。

依照上述方案規劃，各區各種料源供應之規劃供應比例如表3，此為3~5年後莫拉克颱風清淤砂石庫存去化後，穩定台灣地區砂石供應及提升自產砂石比例之基礎方案，現階段宜利用僅存之緩衝時間予以調整國內砂石供需結構，並參酌各項影響因子以滾動式檢討修正，方可穩健國內砂石供需。

表3 台灣地區未來砂石料源供應規劃（短期）

料源別 \ 區域	北區	中區	南區	東區	合計
河砂	24%	50%	56%	91%	44%
土石採取	7%	18%	10%	5%	11%
營建剩餘土石方	26%	21%	9%	4%	19%
礦區碎石	9%	—	—	—	3%
進口砂石	34%	11%	25%	—	23%
合計	100%	100%	100%	100%	100%

三、穩定砂石供應之策略研析

砂石供應的穩定與否，與國家經濟發展息息相關；決策者（群體）在研訂相關的砂石供應決策時，宜利用科學方法進行評估，作為形成決策之依據，以減低決策風險，增加決策的品質。有關臺灣地區砂石供應最佳策略，經濟部礦務局透過次級資料分析及專家學者意見，建立 AHP (Analytic Hierarchy Process) 層級架構共三層，第一層為砂石供應最佳策略（最終目標層）；第二層為「砂石供應自主性」、「多元砂石料源供應」、「砂石供應管理措施」、「法規及政策面」、「砂石供應調節機制」等5項影響砂石供應的評估要素及第三層26項評估指標（如表2）。經由遴選嫺熟砂石產業的專家學者擔任問卷對象，進行層級分析法（AHP）分析，以驗證各評估要素、指標對臺灣地區砂石供應影響之權重。

根據層級結構圖設計訪談表格，表格問項分為兩部分：一是以兩兩評選因素相對重

要性之成對比較；另一是以某評選因素作為評估基準，進行方案間的成對比較。每一層級若有 n 個要素，則需進行 C_n^2 次成對比較，其目的在於減輕決策者在思考時的負擔，更能清晰地呈現決策因素的相對性。問項設計採用名目尺度，劃分為同等重要、稍重要、重要、極重要、絕對重要等五項，並賦予 1、3、5、7、9 的衡量值。另有四項介於 5 個基本尺度之間者，並賦予 2、4、6、8 的衡量值，如表 4 所示。

表4 AHP評估尺意義及說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	A 與 B 對該目標有相同貢獻
3	稍重要 (Weak Importance)	評比者認為 A 較 B 稍重要
5	重要 (Essential Importance)	評比者認為 A 較 B 為重要
7	極重要 (Very Strong)	對 A 有強烈偏好
9	絕對重要 (Absolute Importance)	A 之重要性絕對凌駕於 B
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate Values)	當需要折衷值時

資料來源: 吳萬益、林清河 (2000)，企業研究方法 (P459)

接受問卷調查之專家學者涵括產業界、政府機關及學術單位等領域，總計 25 位。統計問卷調查結果如下：

(一) 影響臺灣地區砂石供應評估要素之權重排序：

依據研究結果顯示，對於臺灣地區砂石供應策略的選擇以「砂石供應管理措施」為最重要之關鍵要素，其依次為「砂石供應自主性」，第 3 為「法規及政策面」，第 4 為「多元化砂石料源供應」，最後為「砂石供應調節機制」。如此結果意涵著在訴求穩定的砂石供應施政目標下，應突破以往僅及口頭宣示多元化砂石料源供應為導向的做法，宜先做妥相關砂石供應的管理措施，提升民眾及地方政府支持度，以期順遂擴展陸上或其他砂石料源的開發，達成多元料源供應及自主供應的施政目標。

(二) 影響臺灣地區砂石供應各評估指標之權重排序：

研究結果顯示 26 項影響臺灣地區砂石供應的評估指標，在專家學者對其權重認知中，以自產砂石供應之權重為最高、其次為河川疏濬砂石供應、第 3 為進口砂石供應，餘如表 5 所示。上開結果意涵臺灣地區砂石供應策略，在專家學者的認知中，應以自主供應為目標，在陸上土石料源尚未大量釋出之前，宜以河川砂石供應為主，進口砂石為輔。此外也發現權重前 10 名的指標中，土石取用及用地法規鬆綁、土石採取法及砂石開發供應方案相關法規修正、加強砂石車運輸管理及專用道路規劃、調查陸上土石資源及開發規劃及規劃大面積土石採取專區等均與規劃開發陸上土石有關。因此，建議決策機關在運用評估指標規劃陸上土石開發時，可從上開 5 項指標著手。

表5 影響臺灣地區砂石供應各評估指標之權重排序

權重 排序	評估指標	權重 排序	評估指標
1	自產砂石供應	14	維持砂石市場公平交易
2	河川疏濬砂石供應	15	落實政府公共工程自覓料源
3	進口砂石供應	16	水庫疏浚砂石供應
4	土石取用及用地法規鬆綁	17	土石採取
5	土石採取法及砂石開發供應方案相關法規修	18	即時掌握砂石供需資訊
6	東砂北運	19	砂石品質的管理
7	建立砂石供需問題解決專案小組	20	爭取地方政府及民眾支持陸上開發砂石
8	加強砂石車運輸管理及專用道路規劃	21	河川砂石標售方式
9	調查陸上土石資源及開發規劃	22	分散砂石進口國
10	規劃大面積土石採取專區	23	礦區砂石供應
11	設置砂石儲備調節中心	24	中砂北運
12	健全砂石供應鏈管理	25	研發其他替代骨材
13	營建剩餘土石方供應	26	南砂北運

四、結論與建議

照臺灣地區砂石供應趨勢及各項影響因子，茲提出整體砂石供應策略提出建議如下：

- （一）鑒於現階段砂石供應尚未能達到砂石料源多元化之積極政策目標，建議砂石主管機關在執行砂石供應相關決策時，針對彙整專家學者所提出 26 項影響臺灣地區砂石供應之評估指標，依其權重優先排序，規劃配套措施，以穩定砂石供需。
- （二）評估河川疏濬砂石可供應量在無異常氣候影響之下，將逐年遞減至莫拉克風災前之供應水準，估算因此短少之供應量約 1,500 萬公噸，建議決策主管機關納入參考，並預為因應規劃料源供應調節措施。
- （三）臺灣地區砂石供應之料源，未來應以擴展陸上土石開發為導向，以建構自足供應、永續經營之目標。為期順遂推動陸上土石開發，建議決策機關未雨綢繆，儘速規劃開發陸上土石相關配套措施。至有關加強砂石車運輸管理及專用道路規劃事項，因事涉交通主管機權責，建議雙方權責機關應進行溝通協調及權責分工。
- （四）參照與我國國情相近之日本經驗，陸上砂石（包括碎石母岩為原料製成之機制砂）為供應之主流，占比達 90% 以上。為克服陸上土石開發規劃因民眾誤解而屢遭抗爭，建議決策機關參酌「以河防安全為主，採取砂石為輔」的河川整治概念，建構「以坡地整治防災及土地二次利用為主，採取土石為輔」的執行策略，並透過區域規劃手段，將其構想納入中央及地方國土規劃，達成建設發展與資源充分利用的雙贏局面。
- （五）為避免砂石碎解洗選場管理權責混淆，以及提升政府對於該產業之管理效率，建議針對砂石碎解洗選加工事業訂立專門法規，確立其目的事業主管機關，統一管理權責。
- （六）因「土石採取法」所稱礦業用地與「礦業法」核定之礦業用地兩者用詞雖相同，作用法卻不同，有造成事權混淆、責任推諉之虞，建議內政部於「非都市土地管制規則」增列「土石用地」類別，予以明確區分。

參考文獻

1. 樊遺風、陳逸偵，1989，臺灣地區砂石供需與總體經濟成長關聯研究。
2. 鄧振源、曾國雄，1989，層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（上），中國統計學報，第27卷第6期，頁5-22。
3. 鄧振源、曾國雄，1989，層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（下），中國統計學報，第27卷第6期，頁1-20。
4. 黃朝盟，2005，政府部門進行策略規劃的重要性。
5. 黃營芳、林文慶，2008，以AHP法分析海生管委外經營模式之關鍵成功因素。
6. 褚志鵬，2009，Analytic Hierarchy Process Theory 層級分析法（AHP）理論與實作。
7. 行政院研究發展委員會，2009，砂石採售管理之政府職能與角色分析。
8. 王偉光、陳永定，2015，臺灣地區砂石供應最佳策略研析。
9. 內政部，2014，非都市土地使用管制規則。
10. 經濟部，2007，政府規劃陸上砂石資源區納入國土綜合開發計畫體系可行性研究。
11. 經濟部，2013，非都市土地申請變更編定為礦業用地興辦事業計畫審查作業要點。
12. 經濟部水利署，2011，加強河川野溪及水庫疏濬方案。
13. 經濟部水利署，2012，河川野溪及水庫疏濬後續計畫（101.9~102.8）。
14. 經濟部水利署，2013，河川野溪及水庫疏濬後續計畫（102.9~103.8）。
15. 經濟部水利署全球資訊網河川便利通 <http://iriver.wra.gov.tw/>
16. 經濟部礦務局，1992~2015，民國94年~104年年度砂石產銷報告。
17. 經濟部礦務局，2006，民國95年度土石需求量預估及總量管制供應策略之研究。
18. 經濟部礦務局，2010，民國砂石供應調查暨未來砂石需求預估模式之研究。
19. 經濟部礦務局，2014，砂石碎解洗選場行政管理作業須知彙編。

★

十多年來國際油價動盪及未來展望

■ 蕭慕俊¹ 翁榮南² 邱垂昱³ 陳育威⁴

前 言

石油被稱為經濟的血液，是全球最大宗的原物料交易商品之一，價格基本上是隨著國際市場的供需起伏來波動，由於它具有高度的經濟、政治與戰略義含，十多年來，油價的大起大落，牽動了全球的經濟發展及地緣政治平衡，大到國家、區域、小至升斗小民都受到影響，石油的未來發展與走向是值得各國家投入關注。

很多的歷史事件都是一再重演，從過去的幾次重大事件教會我們一件事，油價不可能永遠處在谷底，等空頭循環過後，往往都有一波成長可期，多頭的到來，往往就是醞釀著空頭的契機，鑑往可以知來，本文期望可從國際油價的歷史演化中，瞭解到石油市場的脈動並推演未來可能的走勢。

世界石油價格的歷史演化與回顧

1960年9月，OPEC（石油輸出國家組織，簡稱：歐佩克）在伊拉克首都巴格達成立，初始成員國有伊朗、伊拉克、科威特、沙烏地阿拉伯（簡稱：沙國）以及委內瑞拉。在OPEC成立以前，石油的生產和需求受到西方國家的壟斷與控制，油價處於1.5～1.8美元/桶的低水準，在1970年前，中東地區低廉量大的石油，是西方世界仰賴石油供應的主要地區。

OPEC成立後，隨著會員國數量的增加，到1971年末前，陸續有卡達（1961.12）、印尼（1962.12）、利比亞（1962.12）、阿聯大公國（阿布達比，1967.11）、阿爾及利亞（1969.7）和奈及利亞（1971.7）等六個國家加入，實力逐漸增強，同時也積極爭取石油生產權和定價權的自主性。在1960～1970年，原油價格大致保持在1.8～2美元/桶的水準上，在1970年時，沙國的官方原油價格為1.8美元/桶，約為當時煤炭價格的一半，如將當時的油價以通貨膨脹率換算還原，歷史最高的年均原油價格應該是在1864年（121.65美元/桶），1970年的1.8美元/桶油價，約為現在的10.98美元/桶。（見圖1）（BP, 2016）^[1]

¹ 台灣中油地球物理師，² 台灣中油探採研究所所長，³ 台北科技大學教授，⁴ 台北科技大學副教授



資料來源：BP世界能源統計2016年鑑英文版

說明：(1) 1861~1944美國原油價；1945~1983 Ras Tanura.油田生產阿拉伯輕原油價；1984-2016布蘭特原油價
(2) 2015年為通膨計算基期；2016年計算至8月10日止為40.029美元/桶

資料網址：<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

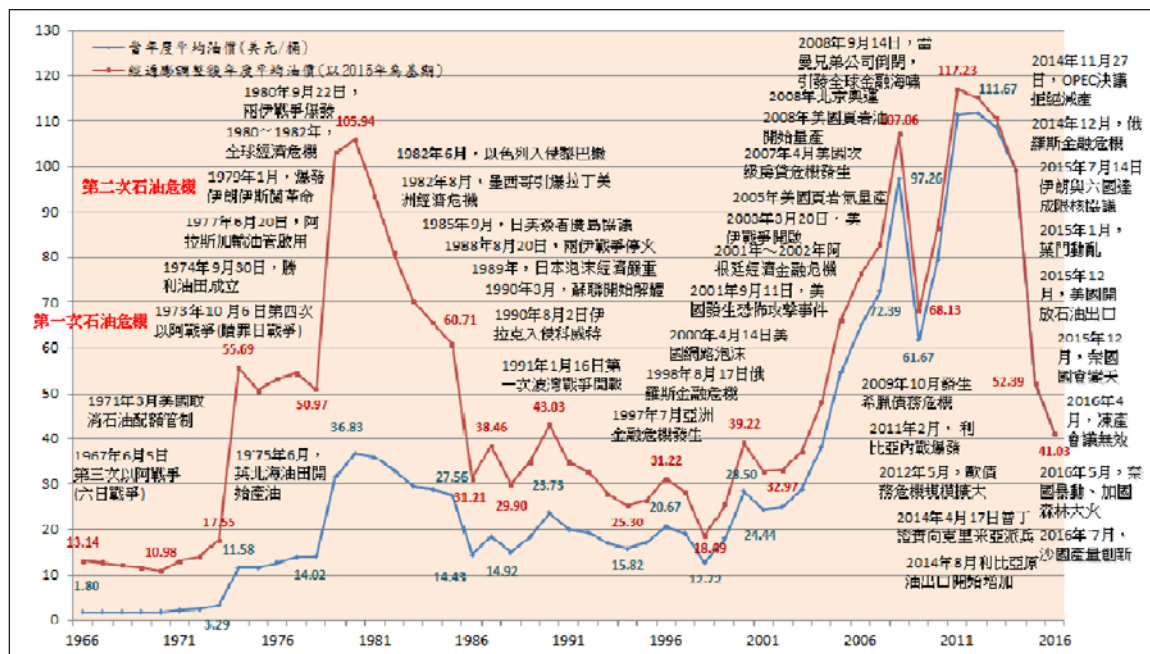
圖1 1861~2016年8月年均國際油價歷史走勢圖

1970 ~ 1973 年期間，隨著 OPEC 在爭取石油自主權益的成功以及美國經濟繁榮，對原油的需求不斷增加，當時德州的石油產量已達頂峰，1971 年 3 月，德州鐵路委員會（Texas Railroad commission）首次取消石油配額限制，原油進口較以前快速增加，原油價格開始發生變化，油價開始被 OPEC 部份主導，到 1973 年 1 月油價已達 2.95 美元 / 桶，1972 年 ~ 1973 年 10 月時，油價約為 3 美元 / 桶。（中國經濟網，2013）^[2]

四十多年來的油價興替與演變

自 OPEC 成立後，經過 12 年的努力及聯合國的支持，爭取到對自身油田的主權，並

廢除了不公平的石油租借地制，從 1973 年 10 月中東第四次以阿戰爭之後，國際油價的波動更是富有戲劇性，迄今（2016 年）大致可分成四個不同的歷史階段，試陳述如後：（見圖 2）



資料來源：BP世界能源統計2016年鑑英文版；石油重大事件相關報導；製圖：蕭慕俊於2016.08.17

說明：(1) 1966~1983 於 Ras Tanura 油田生產阿拉伯輕原油價；1984-2016 布蘭特原油價

(2) 2015 年為通膨計算基期；2016 年計算至 8 月 10 日止為 40.029 美元/桶

資料網址：<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

圖2 1966~2016年國際油價與歷史事件走勢圖

第一階段：1970年代的兩次石油危機與兩伊戰事（1980）推動油價持續暴漲

1973 年 10 月 5 日，埃及與敘利亞攜手對以色列發動襲擊，史稱「贖罪日戰爭」。為了報復西方國家支持以色列，在沙國石油部長雅曼尼（Ahmed Zaki）的建議下，阿拉伯國家於 10 月 16 日以「石油當武器」，聯手對支持以色列的西方國家施行限產與禁運，這段期間原油價格飆漲 354%，到 1974 年 1 月達 11.651 美元/桶，突破 10 美元/桶的歷史關卡，史稱「第一次石油危機」。

這次的石油危機令美國的 GDP 成長由 1973 年底的 3.9% 下滑至 1975 年初的 -4.7%。

1974 年西方國家的經濟成長率，英國為 -0.5%，美國為 -1.75%，日本為 -3.25%，反觀阿拉伯國家的石油收入，則由 1973 年的 300 億美元猛增到 1974 年的 1,100 億美元，在 1973 年後，OPEC 的國際地位是鹹魚翻身、迅速上揚。（人民網，2007）^[3]

因應此次石油危機的衝擊，當時的美國總統尼克森在 1973 年 11 月 16 日簽署了《縱貫阿拉斯加管道授權法案》（Trans-Alaska Pipeline Authorization Act），開啟了阿拉斯加北坡油田的開發；此外，在美國建議下，於 1974 年 2 月 11 日～12 日召開了第一次石油消費國會議，稍後更成立了國際能源機構（IEA，1974.11）；同時期，美國也啟動了「能源自主計畫」（Project Independence），嘗試開發本土的能源，並於 1975 年頒行原油出口禁令，1975 年 1 月 7 日，OPEC 同意將油價提高 10%，顯示 OPEC 已主導當時的石油價格。自此，能源問題正式成為國際政治中的重要議題。

第一次石油危機所帶來的影響延續至今在，西方國家加快了新油田的探勘開發，導致日後新興產油國的崛起；近年來，導致全球油價大跌的禍首－美國頁岩氣（Shale Gas），它的研究發展就曾受到執行自主計劃相關機構的支持與補助。

在 1974～1978 年期間，原油價格在 11.5～14 美元/桶呈逐年緩步增高，到了 1978 年，伊朗發生伊斯蘭革命，伊朗國王巴勒維於 1979 年 1 月出走，伊朗原油停止出口 2 個月（1978.12.26～1979.3.4），造成石油供應短缺，原油價格突破 20 美元/桶關卡，史稱「第二次石油危機」。

在伊朗政局未定之際，1980 年 9 月 22 日兩伊戰爭爆發，交戰的兩國原油出口銳減，日產量從 580 萬桶減少到 100 萬桶，到 1981 年初，布蘭特原油價格狂漲到 36.83 美元/桶，突破 30 美元/桶大關，經歷了兩次的石油危機，OPEC 拿到了石油定價的權力。（自 1986 年後，本文以布蘭特（Brent）原油價格為主要引用數據）

第二階段：1981～1999 年初，屬穩定期，大部分期間油價徘徊在 30 美元內

自 1981 年後，各國因兩伊戰爭大幅提高石油庫存，有些國家的庫存高達 180 天以上，甚至連油輪都當作浮動儲槽，此時期的全球經濟增長也開始疲軟，如：1982 年 8 月爆發拉丁美洲經濟危機，導致原油需求減緩。

由於，二次石油危機的影響與高油價的利益，促使非 OPEC 產油國的崛起，如：北海油田不斷擴大並開始量產、1982 年的蘇聯大幅擴大石油產量和出口規模等等，原油產量的快速增長，OPEC 的石油市場開始遭逢競爭對手分食，加上替代能源和節能的科技發展與推行，此時的 OPEC 對油價的控制能力不斷下滑，原油價格也開始不斷回落。

面對原油市場供應充裕，OPEC 採行原油產量配額制，以「減產保價」方式來維持較高的油價，油價從 36.83 美元 / 桶緩慢降到 27.56 美元 / 桶（1985 年），其中，沙國付出的代價是年均產量從 1,025.6 萬桶 / 日（1981 年）降至約 360.1 萬桶 / 日（1985 年），財政盈餘由 1981 年的 411 億美元下滑到 1983 年的財政赤字 168 億美元。

市場石油的供應充裕以及沙國長期的收支失衡，從 1985 年 8 月，沙國改採「降價增產」的策略，開始搶佔市場。沙國石油出口從不足 200 萬桶 / 日猛增到 8 月的約 600 萬桶 / 日，11 月更達到 900 萬桶 / 日，快速的增產使得國際石油價格從 11 月的高峰 31.72 美元 / 桶一路暴跌到 1986 年 3 月底的 10.42 美元 / 桶，不到 5 個月內重挫達 67%，這次的油價暴跌對於當時的石油產業帶來嚴重的衝擊，導致了長達 12 年的油價熊市，任期長達 24 年的傳奇性人物沙國石油部長雅曼尼也因此黯然離場，也被認為是日後 1990～1991 年 12 月蘇聯解體的重要因素之一，總體而言，OPEC 於 1974～1985 年間主導了國際油價的走向，其後，影響力逐漸式微。（蘭台，2014）^[4]

來到了 1986～1997 年時期，緣於石油探勘開發技術的進步，石油產量增加、成本不斷下降，加上兩伊戰爭結束（1988 年 8 月 20 日），兩伊開始恢復石油生產，油價因供給的增加自然位處於較低價位，此時期的國際油價決定權已從 OPEC 轉向由 OPEC、石油需求國和國際石油公司共同來決定的局面，油價基本上是屬於市場導向，除了 1990～1991 年的海灣戰爭時油價出現短期大波動外，如 1990 年 9 月 27 日油價為 41.45 美元 / 桶，首次登上 40 美元 / 桶價格，隨後，因 OPEC 增產、國際能源機構釋出 250 萬桶 / 日儲備原油，在 4 個月後，油價很快又滑落至 20 美元 / 桶以下，該期間的布蘭特原油價格多在 13～23 美元 / 桶的區間來回，大部分期間都位於 15～20 美元 / 桶價位。

源於人民幣的大貶，到 1997 年 7 月，泰國爆發金融危機，泰銖大貶，並引發亞洲金融風暴，不久，這場風暴掃到了馬來西亞、新加坡、日本和南韓、中國大陸等地，這次危機造成部分東南亞國家政局的混亂，減緩了亞洲經濟發展的速度，不到一年，1998 年 8 月 17 日，俄羅斯又發生金融危機，需求成長的減緩以及 OPEC 適時的增產，這波油價跌勢共持續了近二年，國際油價向下穿底，從 1997 年 1 月 9 日 24.83 美元 / 桶下降到 1998 年 12 月 10 日的 9.10 美元 / 桶，跌破了 10 美元 / 桶的大關卡，這應是 1974 年以來最低的油價，這段低油價時期大多是在美國總統柯林頓主政期間。

第三階段：1999～2008 年，久經蘊釀後的國際油價再次飆升

經歷第一、二次石油危機後，國際油價波動走了近 20 年的穩定期，拜全球經濟逐漸回溫，國際油價再次步入新的飆升階段。

當油價於 1999 年 2 月再次回檔觸底後，即開始反彈並一路攀升，1 年後，油價又來到了 25.85 美元 / 桶（同年 12 月 9 日），2000 年的平均油價向上提升到 28.66 美元 / 桶，然後 2000 年 8 月 15 日突破 30 美元 / 桶，2000 年 9 月 7 日最高時達到 37.43 美元 / 桶，短短 21 個月漲幅達 3 倍之多，這是自 1990 年波斯灣戰爭以來的油價新高，這段路走了 10 個年頭。

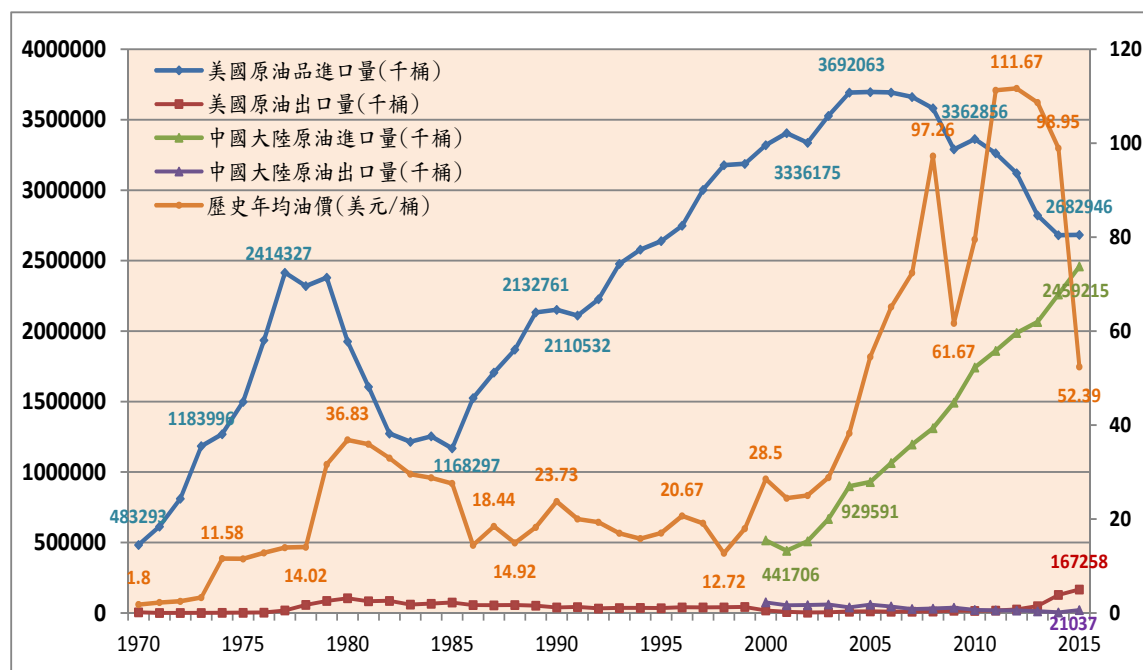
接下來的 2001 年～2002 年，阿根廷發生暫停償債的金融危機，與此同時，2001 年 9 月 11 日，美國本土又發生賓拉登主導的 911 恐怖攻擊事件，這些事件對於油價產生抑制作用，油價於 2001 年 11 月 15 日跌到了 16.51 美元 / 桶後，再次反彈攀升，受到 2002 年全球經濟景氣開始回溫，2002 年 12 月 19 日再次進入 30.26 美元 / 桶大關，此後的油價始終都是漲多回少，直到 2008 年底全球性金融海嘯發生，以崩盤結束。

全球經濟成長到 2003 年逐漸增溫，油價見回不回，2003 年 3 月 20 日，美伊波灣戰爭爆發，由於事前的處理得宜，油價僅在 24～30 美元區間盤整，到 2004 年 1 月 5 日油價站穩 30 美元 / 桶關卡後，開始一路上漲，少有回頭，2004 年 7 月 27 日、10 月 11 日，油價迅速來到 40.09 及 50.75 美元 / 桶之後，才緩步回檔，一年之內，連續突破三個整數關卡，價格倍翻，令人難免會感受到油價飆漲與市場炒作的氛圍。

2005 年 8 月 1 日，油價登上 60.56 美元 / 桶。2006 年 4 月 17 日，油價躍登 70.97 美元 / 桶。2007 年 9 月 28 日，油價再創歷史達 80.97 美元 / 桶。2007 年 11 月 1 日，油價登上 90.36 美元 / 桶，並在年底直逼 100 美元 / 桶。這段期間的國際政治尚稱平穩、美國持續大量進口原油以及中國大陸的經濟崛起對石油需求強勁等因素，成為支持油價攀高的重要基礎。（見圖 3）

2008 年油價出現大幅飆升與暴跌，2 月 29 日出現 100.90 美元 / 桶的價位，接著 4 月 15 日、5 月 7 日、6 月 6 日、7 月 1 日出現 110.84、120.27、132.81、140.67 美元 / 桶的價位，7 月 3 日油價創下 143.95 美元 / 桶的歷史最高紀錄，其後，因美國次級房貸風暴（2007.7）引發金融海嘯（Financial Tsunami），全球經濟受到衝擊，國際油價大幅回落，在 5 個月後的 2008 年 12 月 23 日戲劇性地下挫到 30.28 美元 / 桶，為 2003 年 11 月以來的新低，這次價格的飆漲與暴跌速度較 2004 年有過之而無不及，為歷史僅見。

簡言之，油價自 1990 年波斯灣戰爭（期間 1990 年 8 月 2 日至 1991 年 2 月 28 日）後，即一路盤跌，於 1998 年 12 月 10 日到達低點後（9.10 美元 / 桶）開始翻揚，歸結原



資料來源：美國進出口數據：EIA；中國大陸進出口數據：國家統計局（2000~2014年）及其他報導；
油價：BP 2016統計年鑑
繪圖：蕭慕俊於2016.08.14

圖3 歷年來（1970~2015）美國與中國大陸原油進出口量走勢圖

因，一方面是，中國大陸自鄧小平（1992年2月）南巡後，因政策與路線的明確，經濟的改革與發展逐漸顯現出成效，大陸原油進口開始大幅增加；另一方面是，美國在此期間也因用油的需求，不斷地增加石油進口量，隨著市場長期的求過於供，加上 OPEC 的限產、庫存下降與市場炒作等諸多原因，油價到2008年7月3日來到了歷史性的高點（143.95美元/桶）。

第四階段：2009~迄今（2016年），頁岩油氣的開發致國際油價開始疲軟驟跌

在2008年9月，雷曼兄弟公司因衍生債券問題宣佈破產，金融的風暴已擴大到全球，油價開始驟跌，同年12月24日來到了谷底（30.28美元/桶），伴隨著世界金融情勢的暫時穩定，在經濟需求的帶動下，市場對石油需求仍強，油價在2008年觸底後開始迅速彈升，到了2011年2月1日，再次攀上了100.40美元/桶的價位，並於2012年3月

13 日來到波段高點 128.14 美元 / 桶後，在高檔來回震盪，直到 2014 年 9 月以前，油價始終在 100 美元 / 桶以上。在這段 3 年 7 個月的期間內，雖曾發生希臘債務危機以及希臘退出歐盟（2012 年 2 ~ 6 月）與歐債危機的疑慮，致油價出現斷崖式暴跌（128.14 → 89.18 美元 / 桶），但整段期間的原油日均價是維持在 110.287 美元 / 桶的高檔價位。

2014 年 6 月 19 日油價來到當年度的高點（115.19 美元 / 桶）後，即逐漸向下盤跌，2014 年 9 月 4 日底，油價再次跌破 100 美元 / 桶關卡後，即一路向下暴跌，2014 年 11 月 27 日 OPEC 部長級會議後，因堅持不減產的決議，油價更加雪上加霜，向下一路的發展。

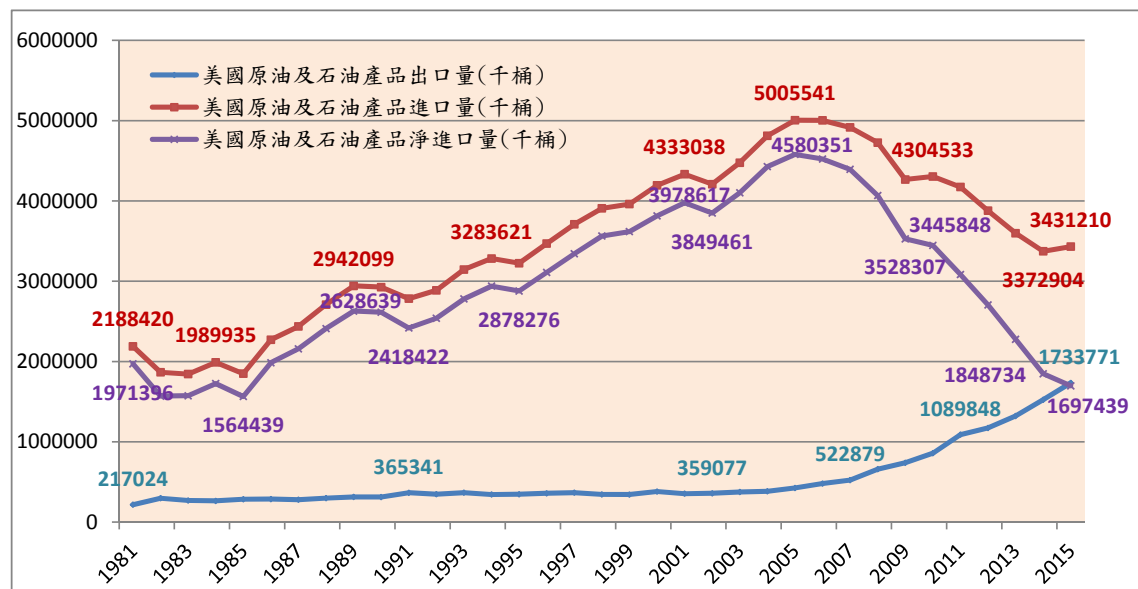
2015 年的油價仍延續了 2014 年 9 月後的下跌走勢，到 1 月 13 日的谷底（45.13 美元 / 桶），4 個月的跌幅達 55%，隨著葉門的動亂以及沙國聯軍空襲葉門，油價反彈到 5 月 13 日波段高峰 66.33 美元 / 桶，幅度達 46.97%，隨後，因美國石油業者增產以及伊朗同意限核協議等，因市場的預期心理因素，油價於 8 月 24 日又跌到 41.59 美元 / 桶附近，才得以止穩反彈。

2015 年 10 月 8 日，冬季時節已是用油旺季，油價自 52.88 美元 / 桶的高點開始下滑，到了 2015 年 12 月 4 日，OPEC 部長級會議無視於一整年的油價慘跌，仍決議不減產，接著 2015 年 12 月 18 日美國國會通過解除自 1975 年以來長達 40 年的原油出口禁令，這些舉措都對油價造成了傷害，到了 2016 年 1 月 20 日，油價已慘跌到 26.01 美元 / 桶，足足打了對折，這是油價高原期 1/4 ~ 1/5 的價位。

這波近二年的油價下跌，部份的產油國因財政惡化導致民生凋蔽、社會混亂、政局動盪，隨著 OPEC 及其他產油國的「凍產保價」意識抬頭、奈及利亞動亂產量大減以及加國森林大火（2016 年 5 月），油價開始抬升，近期在 38 ~ 50 美元 / 桶來回打轉。

探討本波油價得以維持高檔後再驟跌的原因，一是緣於美國頁岩氣於 2005 年開始開發量產，頁岩油也自 2008 年開始大量開發，石油產量快速增加，石油淨進口量自 2007 年起逐年地減少，到 2015 年石油淨進口量只有 2006 年高峰時的 37%，進口量的減少，外匯支出減少，使得美國在面臨 2008 年金融海嘯後，全球經濟發展遲緩之際，本土經濟得以快速復甦，競爭活力至今依然十足，但對於油價則產生負面的作用。（見圖 4）

（Wikipedia, 2016）^[5]



資料來源：主要摘自EIA；製圖：蕭慕俊於2016.08.12

摘自：<https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=mcrimus1&f=a>

圖4 歷年來（1981～2015）美國原油及石油產品進出口量走勢圖

其次，近20年來，中國大陸石油用量幾乎是年年增加，石油對外依存度與進口量也是年年提高，從2011年起，中國大陸經濟開始轉型、成長逐步放緩，但對於石油等原料的需求依然持續強勁，在一定的時間內，它彌補了美國石油進口量所短少的缺口，使得國際油價得以居高不下，隨著美國石油淨進口量不斷下滑，市場預期大陸的石油需求成長開始減緩，支持高國際油價的基礎已顯得薄弱，當產油國產量微增不減，油價自然向下發展。（見表1、圖5）

經年的油價驟降代表著石油收入的減少，對產油國家的政經情勢帶來了嚴重影響，諸如：奈及利亞動盪、伊朗同意限核協議、巴西總統遭到彈劾下台、委內瑞拉國會大選變天以及中東局勢的混亂等等，直接對全球的地緣政治與經濟帶來了重大的衝擊，油價未來發展仍在未知之列，但暴跌的後果已在逐漸顯現，油價失衡所衍生的情勢令各國關心。

表1 近年來（2005～2015）中國大陸原油進出口量及對外依存度

年度	產量	原油出口量	原油進口量	消費量	對外依賴度
2005 年	18084	806.69	12708	29986	39.69%
2006 年	18368	633.72	14518	32252	43.05%
2007 年	18666	382.92	16318	34600	46.05%
2008 年	18973	373.34	17889	36489	48.00%
2009 年	18949	518.4	20379	38810	51.17%
2010 年	20301	304.22	23931	43868	53.72%
2011 年	20365	252.2	25255	45367	55.11%
2012 年	20748	243	27102	47607	56.42%
2013 年	20813	162	28195	48846	57.39%
2014 年	20951	60.02	30835.68	51728	59.50%
2015 年	21474.2	286.56	33549.13	54736.8	60.4%

註：消費量為表觀消費量；單位：萬噸；數據來源：中國大陸國家統計局

資料來源：主要摘自中國產業資訊網（2005～2013）；2015年1-12月全國天然原油產量統計表

製表：蕭慕俊於2016.5.27

摘自：<http://www.chyxx.com/industry/201409/277346.html>；

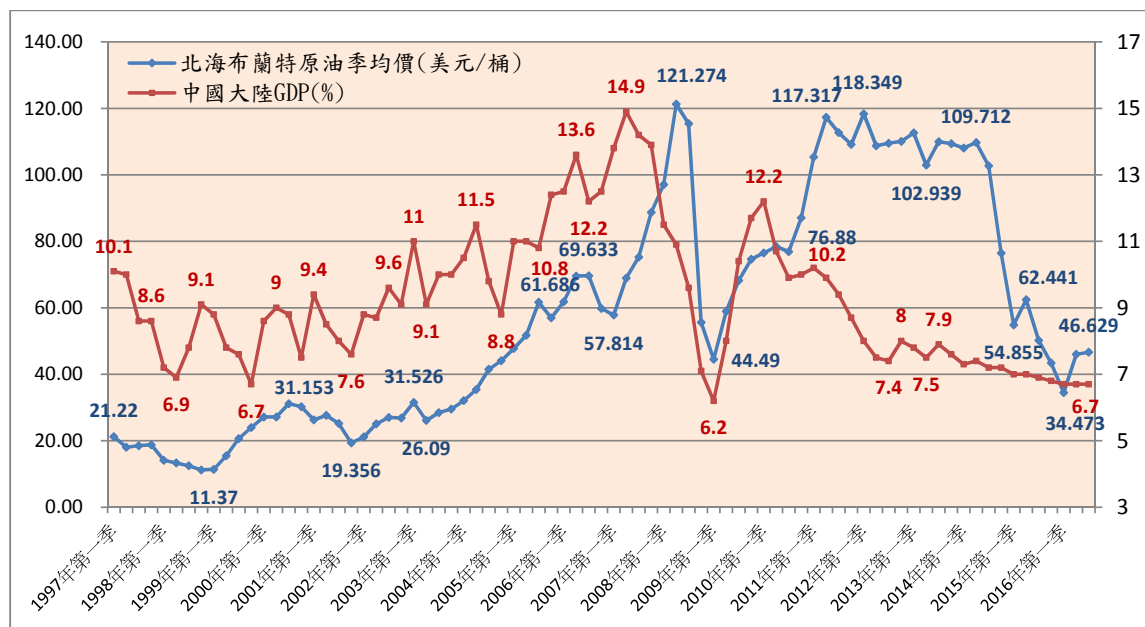
<http://www.chyxx.com/data/201604/402330.html>

從近年的現況評析石油市場未來的隱憂與演變

源於過往的油價發展與近期的現況對未來幾年的石油市場有如下看法：

一、油價揚升需要產油國家的團結

翻閱過去 40 年的油價走勢，大波段油價下跌幅度達到或超過 50% 的情況只發生過 5 次，分別是在 1985 ～ 86 年、1990 ～ 91 年、1997 ～ 98 年、2008 ～ 09 年以及 2014 ～ 16 年，剖析其原因，似乎每次油價下挫都是與經濟衰退、系統性金融風暴、全球需求下滑等相關因素所引起，地區性的戰爭與小產油國的政局動亂則可歸屬為短線型的影響，但在 1985 ～ 1986 年的油價崩跌事件中，又多了一些因素，那就是風暴本身是由沙國當時增加供應量所引起的供需失衡所致，這是與本波 2014 年 9 月初油價下跌時的市場環境有著相似的地方。因此，產油國家的團結以穩定石油產量或供應量，油價未來才有大幅復甦的機會。（朱七七，2016）^[6]（證券時報，2014）^[7]



資料來源：布蘭特油價：2000年以後來自經濟部能源局，2000年以前來自EIA；中國大陸GDP成長率：2015年第3季以前來自百度百科（<http://baike.baidu.com/view/368359.htm>），2015年第3季以後來自大陸國家統計局等網頁；

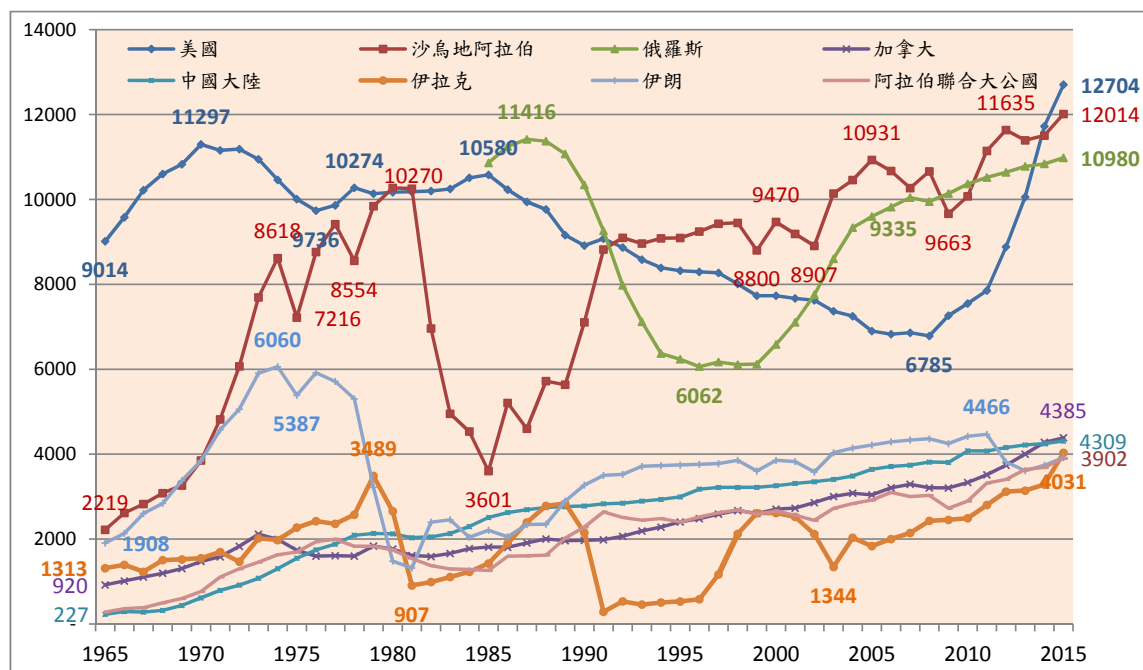
說明：2016年第3季為預估值；繪圖：蕭慕俊於2016.08.08

圖5 歷年來（1987~2016Q3）中國大陸經濟成長率與國際原油價格季走勢圖

OPEC 於今（2016）年 9 月 26 ~ 28 日在阿爾及利亞的國際能源論壇期間，召開非正式會議，討論維持石油市場穩定的問題，然而，沙國 2016 年 7 月的石油產量達 1,067 萬桶/日，再創波段新高，2016 年 4 月 17 日全球關注的杜哈（Doha）凍產會議中，協議未獲共識，顯示出 9 月的會議所達成的初步共識仍有難度，其中，第四大石油蘊藏量國—伊朗的參與以及盟友美國的支持將是重要關鍵。（見圖 6）

二、中國大陸經濟轉型以及印度的經濟發展對未來油價走勢深具影響

回溯這 10 幾年來全球原物料價格的飆漲，主要原因之一是「中國經濟快速成長對原物料的大量需求所致，包括以石油、鐵礦、銅礦、鎳礦為主的礦業等等，甚至如大豆、咖啡等農產品」。當前中國大陸經濟發展腳步正在放緩，2015 年的石油對外依存度已高達 60.4%，顯示出未來對石油的需求將難以大幅成長，大陸政府的能源政策已漸漸朝向「油氣並重」發展。



單位：千桶/日

說明：以2015年產量排列；製圖：蕭慕俊於2016.08.23

資料來源：BP世界能源統計2016年鑑英文版

圖6 歷年來（1965～2015）世界前8大原油生產國及產量

當美國頁岩油氣仍持續發展時，對國際油價的快速回升會帶來影響，油價須要其他國家對石油需求的接續支持，因此，全球的經濟回溫、中國大陸的經濟轉型以及人口眾多的印度經濟發展與對油氣的需求，將是未來觀察焦點之一。（見圖5）（[新浪財經，2016年](#)）^[8]

三、天然氣的替代效應將會漸長，對石油市場產生長期的影響

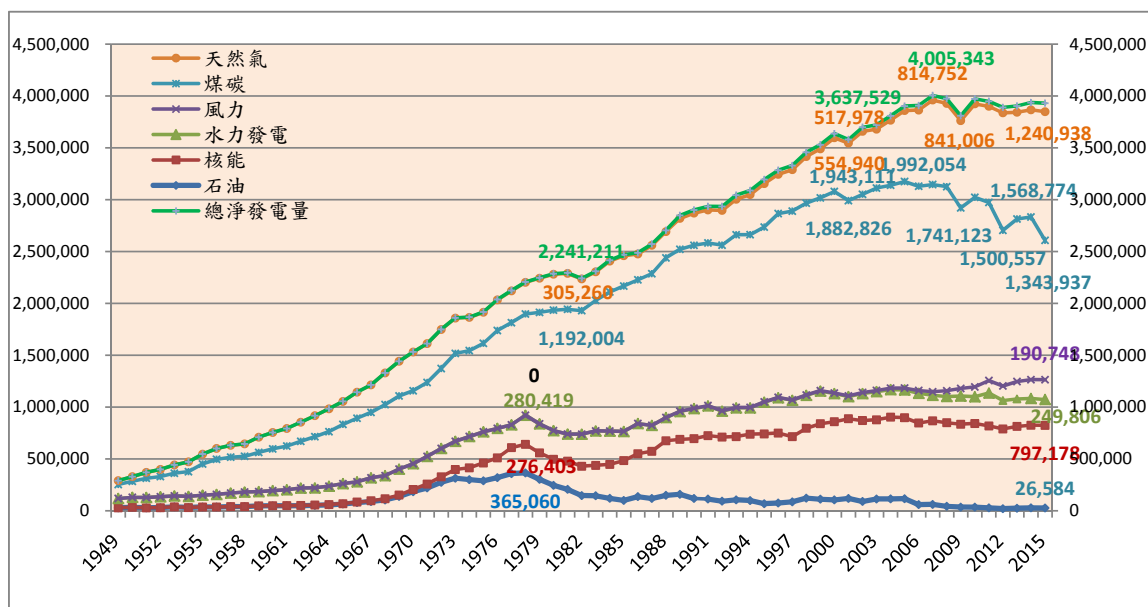
美國自2005年後頁岩氣產量驟增，加以天然氣儲運不若石油方便且不易過海、用途不如石油寬廣，造成天然氣價格低迷。

近年來，緣於全球對環保訴求的重視，全球能源消費已逐步有「向氣傾斜」的趨勢，使用潔淨量大的天然氣來發電自然成首選，以美國為例，依據EIA的數據，2015年淨總發電量為3,930,579百萬千瓦（MKw）較2014年的3,937,003 MKw相比較，屬

持平狀態。有趣的是，天然氣所佔發電總量比率從 2005 年的 17.52% 上升到 2015 年的 31.75%，發電量比 2014 年驟增 20.11%，反觀，煤炭則由 2005 年的 51.0% 驟跌到 2015 年的 34.19%，天然氣在發電發方面已部份取代煤炭，這對於使用石油發電的國家，將有示範作用。（見圖 7）（國際石油網，2016）^[9]

當這些國家參考美國頁岩氣的發展模式，將開採到的天然氣用來供應國內能源或材料需求，如：發電、天然氣化工等，或以管道及液化天然氣（LNG）來外銷，使用量的增加，無形中加速或擴大了「以氣代油」的格局，也部份壓縮與替代石油的使用層面。

近 10 多年來，世界大型天然氣田的不斷發現，如 2015 年 8 月埃及外海發現高達 30 兆立方英尺（TCF）大型天然氣田（Zohr）、2012 年 5 月莫三鼻克發現 15 TCF 大型天然氣田（CORAL）等，卻因氣價的低迷、經濟效益差而暫緩或延後開發，因而累積了可觀的天然氣蘊藏量可供使用，未來，用油的成本將會高於用氣的成本，隨著技術的更替，天然氣用途將會更加寬廣。



單位：百萬千瓦；註：淨發電量低於石油者（0.69%≤）忽略

資料來源：EIA；

繪圖：蕭慕俊於2016.08.08

圖7 歷年來（1949～2015）美國總淨發電量與各種原料淨發電量疊加走勢圖

2014年5月22日，中國大陸與俄羅斯簽訂價值4,000億美元的天然氣（東線）協議，象徵中國大陸大量使用天然氣的時代已逐漸來臨，也顯示出中國大陸能源發展將轉向「油氣並重」，未來，天然氣替代石油的技術提升與成熟，如：天然氣化工、天然氣液化（GTL）等技術，將可能對於石油市場造成長期的影響。

四、金融市場的波瀾對油價走勢易造成長期影響

自2012年歐債危機發生以來，很多國家的央行都開始採行負利率的實驗性措施，如：丹麥、瑞典、瑞士、歐盟部份國家、日本等，希望能刺激消費、提升經濟發展，顯示出全球經濟的疲軟與金融體質的欠佳。

在每桶100美元以上的高油價時期，石油公司所作的資產投資，到了2015～2016年期間，絕大多數都已經成為鉅額負債。高油價時所買的油田，在低油價時不是關門停產就是強力推銷變賣，光是這樣，就令融貸銀行對於油氣公司擔心不已，油價的下跌造就了石油業與金融業兩者唇亡齒寒的共構關係，尤其，經過12～13年的油價大多頭，石油業與金融業的互動已是盤根錯節、難以釐清。

石油產業的借貸金額龐大，這波油價的下跌已浮現出不少金融市場的問題，加上這10多年來，各國大搞信用擴張所衍生的脆弱金融體質，任何的風吹草動，都將掀起金融市場的波瀾，對於石油業的經營會產生雪上加霜的效應，而龐大的「石油債權」對於未來全球的貨幣與金融市場也將會是一顆不定時炸彈，如何避免兩者間互相波及，是未來幾年內須要探討的課題。

結論：對未來國際油價走勢的看法

影響油價的因素很多，每種因素對油價會帶來正反兩面以及或大或小的影響，這些因素隨著不同時間點或情境，產生微妙複雜的變化，進而反應在油價上，在2008年金融風暴時，油價飆跌再飆漲的走勢，在本波段中，短期內應是難以看到。

2015～2016年的油價大跌，使得各石油公司大幅縮減資本支出，使得石油探勘與開發活動大幅縮小，幾年後的石油產量將會大幅降低，這已為未來的油價上揚埋下基礎；再從過去百年來的油價線型觀察，目前油價的基期仍低，向下修正的幅度有限；替代能源的技術開發仍需時日，加以部份產油國因財政失衡與政經動盪，產量難以穩定，如：拉丁美洲地區與中東地區，未來的油價欲低（ ≤ 35 美元/桶）不易。

10多年來，石油的狂潮掩蓋其他能源的光芒，石油的開發此時已到一個高峰，未來找油難度會漸漸增高，成本也會提高，量大價廉的現有天然氣將是未來的能源焦點，過

去以「以油為主、以氣為輔」的格局，將會逐步進入到「油氣並重」的時代，這將是全球能源消費與技術的大轉型，2014～2016年的油價暴跌應是油氣歷史上的重要里程碑。

綜合來說，推演未來的油價走勢應是朝向緩步來回、分多階段上揚，短期內（<1年）上看55～58美元/桶的價位，中期（2～3年）維持在40～75美元/桶的區間都有可能，現在49.01美元/桶（8月17日）的油價應不會是高點，長期走勢油價想要回升到110美元/桶以上，是需要運氣與較長期的等待。

在關心油價發展的過程中，美國、OPEC（如：沙國、伊朗、伊拉克等）、俄羅斯、中國大陸甚或印度等國的石油政策與動向以及經濟發展是長期重要的觀察指標，同時，金融市場的動向也是須要關心的標的。

參考文獻

1. BP公司，BP世界能源統計年鑑（2016版），發表於2016年6月，摘自：http://www.bp.com/zh_cn/china/reports-and-publications/bp_2016.html；中文版：<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
2. 中國經濟網，1970年以來國際原油價格走勢與大事記，2013年07月31日，摘自：http://intl.ce.cn/specials/zxxx/201307/31/t20130731_24622321.shtml
3. 人民網，世界範圍內的三次石油危機，2007年2月5日，摘於2016年8月16日，摘自：<http://war.163.com/07/0205/16/36J32B4T00011232.html>
4. 蘭台，1980年代油價暴跌拖垮蘇聯是美國的“陰謀”嗎？，2014年12月18日，摘自：<http://news.ifeng.com/history/shijieshi/special/youjiabaodie/>
5. Wikipedia, History of the oil shale industry in the United States, modified on 12 May 2016, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_the_oil_shale_industry_in_the_United_States
6. 朱七七，李嘉誠“一生最偉大的投資”難扛油價暴跌，時代周報。2016年1月26日發刊，摘自：<http://www.time-weekly.com/uploadfile/2016/0126/20160126060357686.pdf>
7. 證券時報網，原油會重演1980年代的暴跌嗎，2014年11月5日，摘自：<http://finance.qq.com/a/20141106/017772.htm>
8. 新浪財經網，全球宏觀經濟資料-GDP年增長率，摘於2016年8月10日，摘自：http://finance.sina.com.cn/worldmac/#indicator_NY.GDPMKTPKD.ZG.shtml
9. 國際石油網，沙烏地阿拉伯石油政策的演變及其走向，國際石油經濟，2016年第1期，2016年3月2日，摘自：<http://qing.3g.cnfol.com/index.php?r=Article/Rssarticle&date=20160302&Id=22340864&source=yidianzixun>

★

爆炸物使用管理之演進及探討

■ 劉保淇*

一、前言

爆炸物係供作採礦、探勘、採取土石、土木、建築及爆破加工等工程使用之基礎材料，主要包括炸藥成品、火工製品及火藥類與炸藥類原料，台灣地區近5年使用炸藥量平均每年約247萬公斤，惟爆炸物亦係具高度危險性之物品，如此巨大數量倘缺乏妥善管理，必對公共安全產生危害，從而影響國家社會之安定。本文藉由彙整歷史文獻、法規沿革、統計資料，探討爆炸物供應體系、法規管制、需求使用情形之演進與變革，目的在於釐清爆炸物管理之脈絡，分析問題進而提出未來管理方向之建議，以作為政府單位及業界之參考。

二、爆炸物市場供應體系之變遷

2.1 國家政策輔導成立的爆炸物製造廠

為配合國家大興交通建設與開採經濟礦產資源，需要爆炸物來加快開發的腳步，在考量國內應設有爆炸物製造廠，以維持穩定供應來源之需求，台灣地區先後成立三家由政府或黨營事業所設之製造廠，即臺灣擎天神公司、齊魯企業公司工礦器材廠、行政院國軍退除役官兵輔導委員會龍崎工廠。隨著基礎公共建設陸續完工及礦業逐漸萎縮，最終仍不敵自由競爭及環保意識而結束，即使如此三家製造廠對於造就現今國家經濟與建設的發展仍是功不可沒。茲分述如下：

2.1.1 臺灣擎天神公司

民國51年台灣首家生產工礦炸藥廠為「臺灣擎天神公司」，是由美國擎天神(Atlas)公司出資51%及高雄高硫公司出資49%所成立的，起源於民國49年省政府選定具有基礎設備的高硫公司接辦「工礦炸藥廠計畫」，及美國擎天神公司受美援會之邀合股經營並負責提供技術，高硫則提供操作人員及硫酸、硝酸、硝酸亞等生產原料，除了生產炸

* 經濟部礦務局技士

藥外，亦有外銷炸藥至國外，該廠址原位在高雄市郊的工業用地，後來因為人口蓬勃發展逐漸由市區向郊區擴大，形成住宅與工廠毗鄰而居的情形，民國 87 年因公司經營策略考量而結束營業，為期經營炸藥生產及販賣約 36 年。

2.1.2 齊魯企業公司工礦器材廠

第二家「齊魯企業公司工礦器材廠」是國內唯一一家經中央主管機關核准生產雷管的製造廠，屬於國民黨早期遷臺之黨營事業，該廠原座落於當時人煙稀少的台北縣中和南勢角地區，於民國 72 年底遷移到新竹縣北埔鄉，具有完善生產廠區設備，廠區位置偏僻隱密且遠離人群居住地，除了主要製造販賣普通雷管與電雷管，亦有製造販賣黑色火藥、導爆索及導爆管等爆炸物，足以供應當時正逢國家重大建設之需，此外亦具有研發非電雷管的技術潛能，惟因電雷管的製程比炸藥的製程危險性及敏感性相對較高，曾於民國 83 年廠區內發生過爆炸意外，後來因為諸多因素考量，該廠於民國 92 年停止生產爆炸物並釋股給民間企業「展威科技股份有限公司」經營，目前仍由該公司持續經營爆炸物之販賣業務。

2.1.3 行政院國軍退除役官兵輔導委員會龍崎工廠

第三家炸藥製造廠為「龍崎工廠」，隸屬於行政院國軍退除役官兵輔導委員會（以下簡稱退輔會），該廠前身為「聯義股份有限公司新竹火工廠」及「退輔會新竹彈藥處理工廠」，民國 51 年聯義火工廠發生爆炸事件而停工，退輔會便於民國 55 年簽約租用聯義廠區的機具設備，成立彈藥加工處理團隊，改名為新竹廢彈處理工廠，又於民國 57 年改名為新竹彈藥處理工廠，專門負責處理軍方廢彈脫藥作業及加工製造工礦炸藥包作業。脫藥作業是指將砲彈中填裝的炸藥卸出，使其脫離彈體，採用蒸氣或熱水來溶出彈體內的 TNT (Trinitrotoluene, 三硝基甲苯) 炸藥，亦稱黃色炸藥，脫出後的 TNT 炸藥仍具有爆破威力，經過處理加工後則可再利用。該廠後續於民國 59 年成功研發硝酸鉍炸藥及民國 61 年自製硝油炸藥上市，在國內工礦業有良好的成效，然而當時的工廠設施不足及腹地狹小，又鄰近人群居住地區，進行試爆作業時易驚擾當地居民，經過退輔會另尋新廠址地點，最終選擇在臺南市龍崎區牛埔里建設龍崎工廠，該廠四周有泥岩惡地山谷形成天然屏障，地理位置極具安全及隱蔽性，對外運輸網絡極為便利。

龍崎工廠於民國 67 年正式營運，除了設有火藥庫、酸廠、脫藥廠等設施，具備製造及研發新炸藥產品的能力，民國 70 年代所研發的炸藥曾外銷到關島、泰國、阿拉伯、馬來西亞、印尼等國家，該廠亦具有完善的試爆場所，處理過許多軍用廢彈藥、刑事警察

局的爆裂物及逾期爆炸物銷毀等；該廠也是國內三家爆炸物製造廠中，唯一不曾發生過爆炸事故致人員傷亡之工廠，安全管理層面有相當完善的制度。

惟因應行政院自民國 78 年起開始進行公營事業民營化，減輕國家財務負擔，許多國營事業陸續轉為民營企業，如工礦炸藥的主要購買者榮民工程及中華工程等；但因退輔會龍崎工廠的產業型態極為特殊，在 70、80 年代經濟貿易自由化與各種嚴謹法令限制下，前景難以預料且摻雜許多不穩定的因素，民營化較為困難 (1)，尤其 93 年後政府較少重大公共建設，工礦炸藥需求銳減，基於考量對炸藥製造廠的安全性高於需求性，於 96 年即規劃關廠運作並於 101 年底結束國內最後一間炸藥製造廠，亦宣告台灣地區正式進入完全仰賴進口爆炸物的市場供需。

龍崎工廠的火藥庫可儲存量為炸藥 400 公噸及雷管 160 萬發，另加上該廠花蓮和仁火藥庫之可儲存量，總計有炸藥 469 公噸及雷管 212 萬發，炸藥庫占全國限存量 45%，雷管庫則占 41%，主管機關礦務局為考量關廠後短期內恐影響國內爆炸物供需及爆炸物儲存調度之平衡，積極尋求接替單位，經彙整爆炸物販賣業者或有意願承接該廠火藥生產及庫存之業者意見，協調退輔會及財政部國有財產署協助承接事宜，後續需俟退輔會政策決定土地歸屬而定。

2.2 爆炸物供應型態的轉變

擎天神、齊魯、龍崎工廠這三家爆炸物製造廠之間的競爭與合作互利關係，造就了爆炸物供應的歷史演進。

民國 60 年間因國軍汰換彈藥速度趨緩，新竹彈藥處理工廠（龍崎工廠的前身）的 TNT 炸藥來源供應不穩定，恐影響炸藥市場供需，又因 TNT 炸藥屬於軍用炸藥，過去在工礦界的使用經驗上，岩石爆破效果不易控制，因此該廠開始生產較安全且使用便利的工礦專用炸藥，於民國 60 年所生產的硝酸銨炸藥，使用於榮工處所興建的曾文水庫，後來所成立的龍崎工廠設備、技術及人力充足，開始生產硝銨炸藥（AN-TNT）及硝油炸藥（ANFO），硝銨炸藥的主原料為晶體硝酸銨、TNT 等，呈粉狀，而硝油炸藥的主原料為球狀硝酸銨、柴油等，具有粒狀多孔的結構，使用效能及儲存安定性較高，從民國 61 年開始生產銷售，便成功在工礦炸藥界打響名號，民國 74 年自行設計硝油炸藥自動生產設備，兼具省時省力，後續又研製大爆破炸藥及強力組合炸藥等，其爆破後的礦石破碎度均勻且細小，有利於後續礦石出碴作業，適用於大理石、白雲石等露天礦場。

原先獨占國內炸藥供應市場的擎天神，則以生產硝銨炸藥及硝甘炸藥為主，民國 80

年引進當年全球最新的乳膠炸藥，抗水性佳，比起原本早期使用的硝甘炸藥安全性高，不會像硝化甘油引起頭疼，爆破後的煙塵較少，適用於坑內採礦及隧道工程爆破作業。在蓬勃發展國家建設的 60 至 80 年代裡，具有國營事業背影的龍崎工廠與擎天神在經營炸藥販售上屬於競爭關係，也伴隨著技術精進各自發展出許多不同的炸藥種類及規格，以因應台灣複雜的地質構造及符合各種工程、採礦之需，相對在安全方面是互利的。而齊魯工礦器材廠則專注於雷管的製造，從早期的普通雷管、電雷管及其他火工製品，其後並進口非電雷管，後期亦製造販賣硝油炸藥。

而隨著炸藥製造廠的沒落，90 年代起由民間企業成立的爆炸物販賣業者陸續引進現場拌合爆劑，其中硝油爆劑已漸成中大型礦場使用之主流，至土木工程部分，目前已有開始嘗試使用乳化爆劑之隧道施工。

2.3 爆炸物供應之展望

台灣地區目前已無爆炸物製造工廠，所有爆炸物供應均需仰賴進口，然而進口受限於爆炸物專用運輸船舶掌握不易，以及販賣業者火藥庫儲存量過小等因素，致使運輸成本提高，加上台灣夏季多颱風，冬季東北季風強勁，當海面風浪較大時，小噸位船隻無法航行，亦造成進口之風險，進而影響爆炸物使用單位。是以，現場拌合爆劑之使用可能成為未來的趨勢，不論是硝油爆劑或乳化爆劑，其原料多孔性粒狀硝酸銨、未敏化硝酸銨乳化劑（即乳膠基質）在未拌合前均非屬爆炸物，不適用爆炸物運輸規定，可大幅減少運輸成本，提升便利性。目前國內乳化爆劑正開始使用，尚未普遍，如能加以推廣，在隧道工程及含水層礦場不失為安全、理想的選擇；另在大型礦場部分，或可考慮設置現場乳膠基質廠，並配合起爆藥之使用，長期而言，應可減少炸藥取得成本及對火藥庫庫存之需求。

三、以法制落實管理爆炸物

3.1 省政府時代下的制度建立

爆炸物屬公共危險物品，隨著使用範圍在土木建設與採礦開發越來越廣泛，倘管理及使用不當，恐致社會安全之疑慮及使用者安全之曝險，為了管理實業上正當製造、販賣、運輸或持有爆炸物，以確保社會治安，由內政部及經濟部於 69 年 3 月 5 日會銜訂定發布「實業用爆炸物管理辦法」，主管機關依中央、省、直轄市分為經濟部、省政府建設廳、市政府建設廳，所管實業用爆炸物包括火藥、炸藥、爆劑、引炸物（導火索、導

爆索、雷管類)、爆炸物原料等,由當時隸屬於省政府建設廳的礦務局辦理有關爆炸物製造、販賣、申購、持有、運輸、進出口、管理、搬運及火藥庫設置等。

省政府時代歷經五次修正相關條文,其中包括 88 年 6 月 30 日增訂工業用火藥筒(錠)內所裝填之發射藥為爆炸物,其輸出入受相關規定管理,以及相關管理層面的修訂,另配合於 88 年 7 月 1 日實施省政府業務及組織調整,中央主管機關改隸為經濟部礦務局,地方主管機關為直轄市或縣市政府,已無省政府建設廳層級。

3.2 強化法制變革之時代

經濟部礦務局針對爆炸物管理業務方面,88 年 8 月 16 日檢視前述辦法之相關條文,修正所需書表格式,以符合實務管理之需,當時正逢工程使用爆炸物高峰期,89 年間曾發生兩件爆炸物失竊案件,一件為北迴鐵路之臨時火藥庫爆炸物遭竊案,另一件為北二高基汐段之爆炸物管理員監守自盜及藏匿爆炸物案,除移送司法單位偵辦外,該局陸續於 90 年 3 月 1 日及 10 月 31 日修正相關條文,主要強化措施包括針對爆炸物失竊、遺失訂有處理機制,如失竊、遺失或其他非正常使用致數量不符時,應立即報請經濟部、所在地警察、消防機關處理,以及為落實督導工區現場使用爆炸物,亦責由工程委辦單位負監督之責,未依規定監督者,由經濟部函請該工程委辦單位查處。

再於 91 年 8 月 21 日修訂之相關條文,則為考量爆炸物使用單位現場實務需求,針對未經常使用爆炸物使用單位如石材開採礦場及公路總局道路養護單位,修訂以計畫所需用量核配,以及兼顧爆炸物實務管理需要,增訂遇有特殊情形,領用爆炸物逾 24 小時退還火藥庫之但書條款;另有關前述火藥筒於 88 年納入管理辦法管制其輸出入,亦配合經濟部國際貿易局於 92 年 4 月 1 日起取消核發火藥筒之輸出入許可同意書。

惟實業用爆炸物管理辦法係內政部、經濟部會銜發布之職權命令,主要規範爆炸物之製造販賣、申購持有、輸出輸入、管理、儲存、搬運、使用、爆炸物管理員、監督及處分等事項,諸多涉及人民權利義務,應以法律訂定,方符合法律保留原則,配合行政程序法第 174 條之 1:「本法施行前,行政機關依中央法規標準法第 7 條訂定之命令,須以法律規定或以法律明列其授權依據者,應於本法施行後 2 年內【註:即至 91 年 12 月 31 日止】,以法律規定或以法律明列其授權依據後修正或訂定;逾期失效。」規定,在主管機關及業界努力下,於 94 年 11 月 30 日公布施行「事業用爆炸物管理條例」,據以有效管理事業用爆炸物,原實業用爆炸物管理辦法則於 95 年 2 月 16 日廢止,並續於 95 年 6 月 30 日完成施行細則及相關配套子法,迄今該條例僅於 98 年 5 月 5 日修正 1 次,係

為配合民法刪除禁治產規定，修正該條例第 26 條第 1 項第 1 款為「受監護或輔助宣告」者，不得擔任事業用爆炸物管理員，以更周延考量擔任之資格。

從實業用爆炸物管理辦法演進到事業用爆炸物管理條例之管理制度，主要導向依法公正透明及提升行政效能，其中差異性較大之措施簡述劃分如下：

業務內容	實業用爆炸物管理辦法	事業用爆炸物管理條例
配購爆炸物	早期：先將配購申請表送火藥庫所在地警察分局查核火藥庫、看守所、爆炸物管理員、停配處分等事項。 後期：填妥配購申請表，檢附生產計畫或工程圖說，需炸物體計算表及登記許可證件，於 5 日前向火藥庫所在地消防機關申請查明上述事項核章後，再向經濟部申請發給配購證，以憑核配。如為工程承攬者，則先經工程委辦單位審核。	向經濟部申請核發爆炸物配購證。爆炸物購買者，如為工程承攬施工者，所填之申請書應先經工程委辦單位審查符合規定後，再依前項規定申請，無需由警消機關核章。
輸出入爆炸物	先向建設廳申請核發運輸證，向臺灣警備總司令部申請核發輸出、入境許可，84 年則改由經濟部核准。	向經濟部申請核發貨品輸出入同意書。
設置火藥庫	依儲存量及看守人數分為甲、乙、丙級平房火藥庫，並針對工程期限 1 年以下之工程單位可設臨時火藥庫，以及使用爆炸物之工區互相距離在 10 公里以內者，經核准可設置合併火藥庫。	火藥庫僅設置或寄存兩種，無火藥庫分級制度，亦無臨時火藥庫、合併火藥庫之樣態；並於 95 年 6 月 1 日訂定「火藥庫設置期限及設置標準」以為規範，目前火藥庫型式包括平房式、坑道式及移動式。
爆炸物管理員	依據事業別、一年使用炸藥量區分甲、乙種爆炸物管理員制度，擔任資格須為化學、化工、礦冶、土木科系畢業及國軍相關官科或具有相關軍職專長的退伍軍官。 88 年 6 月 30 日修訂為無分級制度，並刪除國軍或退伍軍官資格。	95 年 6 月 7 日訂定「事業用爆炸物管理員資格及任免管理辦法」，包括受訓資格、遴用申請、不得擔任之情事及廢證等規定，作較為嚴謹的規範。

爆破專業人員	使用爆炸物時，應指定爆破人及爆破監督人員，無嚴格法規限制。	明確規範應經由受過爆破專業訓練之人員使用爆炸物，以避免爆炸物之使用或處理不當易致重大災害，並訂有行政罰鍰，並於95年6月7日訂定「事業用爆炸物爆破專業人員訓練及管理辦法」。
違反規定之處分	涉有刑責者應移送司法機關偵辦。 違反相關規定，所在地警察分局得視情節輕重，扣留其爆炸物數日、報經經濟部停配（用）爆炸物。	違反相關規定，訂有刑責或行政罰，行政罰部分除罰鍰外，並令限期改善，屆期仍未改善者，得按次連續處罰。

3.3現場拌合爆劑原料儲存場所法制化

現場拌合爆劑之使用，對於現場作業及運輸均較具安全及便利性，90年10月31日實業用爆炸物管理辦法修正增列現場拌合爆劑，定義為非爆炸性之物質，經由特殊設備在使用現場拌合後成為爆劑（blasting agents），並立即注入砲孔內，藉由引爆裝置引爆之混合物；事業用爆炸物管理條例制定時亦列為炸藥成品。

隨著礦場使用現場拌合爆劑逐漸增加，有關原料之儲存問題，一直未納入法規管制，恐有儲存安全之風險，經由經濟部礦務局邀集相關單位研商，為落實現場拌合爆劑之多孔性粒狀硝酸銨、未敏化硝酸銨乳化劑等原料合法儲存，於103年3月3日發布「事業用爆炸物製造使用與器材之新技術及新產品管理辦法」，將現場拌合爆劑原料納入火藥庫儲存管理，並於施行1年內全面完成合法儲存場所，設置及使用單位亦需遴用爆炸物管理員執行管理職務，完備法制作業。

3.4預防爆炸物災害之措施

依據歷年來工礦業者使用爆炸物之實務管理及使用情形，經濟部礦務局針對防止爆炸物災害部分，採取以下加強管制措施：

3.4.1 火藥庫之防搶及防災措施

經濟部於92年2月10日邀集國防部、內政部訂定「火藥庫防搶通報聯繫及防護計畫」，督導建立火藥庫事故緊急通報系統圖，以強化火藥庫之聯繫與管理，於火藥庫發生緊急狀況之第一時間通報當地警察、消防等機關，於最短時間內採取必要措施，以防止爆炸物被竊或遭搶等重大事故。

另 101 年退輔會龍崎工廠所屬花蓮和仁火藥庫遭逢蘇拉颱風土石流沖毀，礦務局除採取相關措施處理後續事宜外，並公告使用單位可依循災害防救法第 24 條規定，於災害發生或有發生之虞，危及火藥庫看守人員安全時，可於適當時機通知看守人員撤離，惟應開啟監視器，並於災害狀況解除時，隨即返回火藥庫執行看守職務。

3.4.2 積極查核及監督

火藥庫之檢查可區分為平時抽查及聯合檢查，平時抽查原為每 2 個月抽查各使用單位火藥庫安全設施及爆炸物管理情形 1 次，於 100 年修正為依風險等級排定檢查頻率，高風險者 1 至 2 個月檢查一次，中風險者 3 個月檢查一次，低風險者 5 個月檢查一次，發現儲存、使用及管理上之缺失，即督促至改善為止。102 年起為因應蘇花改工程進入使用爆炸物高峰期，實施不定期突擊檢查，藉以提醒使用單位不得掉以輕心，著重預防甚於處理之原則。聯合檢查則為經濟部邀集內政部警政署、消防署及各縣（市）警察及消防機關於每年 9 至 10 月間，辦理年度火藥庫安全設施及爆炸物儲存管理情形檢查，防止爆炸物流失，維護社會安全。

3.4.3 督導清查使用現場之爆炸物

鑑於以往爆炸物失竊或流失事件均發生於土木工程業，故需切實掌握各營造工程施工動態，加上工程有承攬、再承攬之關係，人員流動頻繁且複雜，工程單位尚僅重視工程進度及品質，疏於爆炸物之現場管理，發生爆炸物失竊或遺失的風險甚高，故於 105 年起督導使用單位應逐砲孔清點填裝爆炸物數量，落實安全管理。

3.4.4 失炸處理

為防止工（礦）區之爆炸物災害，於 105 年修訂事業用爆炸物領用應行遵守及注意事項，包括爆炸物引炸後孔內遇有殘留爆炸物之處理措施及引炸後碎石堆之殘留爆炸物處理方式。

3.5 法規制度精進之方向

事業用爆炸物管理條例相關法規實施已屆 10 年，期間雖對該條例及相關子法進行若干修正，惟經實務執行結果，仍有諸多改進空間，例如目前爆炸物購買者種類眾多，衍生成管理困難；又如爆炸物管理員權責不清，應予釐清界定；再如未依規定申請核發運輸證即載運爆炸物之情形，亦不見相對應罰則等，故為期爆炸物管理更臻完善，爆管條例應有檢討修正之必要。依上述所生問題，修法大致可朝簡化管理體系、加強管理機制及補充漏洞等三方向進行，以符合實務需要。

四、爆炸物使用統計及分析

4.1 炸藥成品

4.1.1 實業用爆炸物管理辦法時期

依據礦務局統計歷年炸藥使用核配量高峰期為 78 至 81 年，平均炸藥核配量超過 400 萬公斤，尤其 80 年之炸藥核配量高達 435 萬公斤，其中石礦業占 70%、土木業占 20%、砂石業占 5%、煤礦業占 3%、其他（含震測等）為 2%，主要係因行政院於 75 年 5 月 24 日核定「水泥工業十年長期發展方案」(2)，因應西部石灰石礦源不足，引導水泥工廠東移，進行建置東部水泥工業專區，促進國家建設發展及維持穩定國內建設所需之水泥來源，隨著東部水泥廠陸續開工，致炸藥核配量遽增。但 82 年至 85 年間因為煤礦業急遽萎縮，及砂石、土木業受到景氣影響，炸藥核配量開始逐年下滑至 370 萬公斤左右，其後又因國內建設開發及水泥供需朝向減緩趨勢，於 87 年炸藥核配量首次跌落 300 萬公斤 (3) (4)，至 94 年間則維持 300 萬公斤上下（圖 1）。

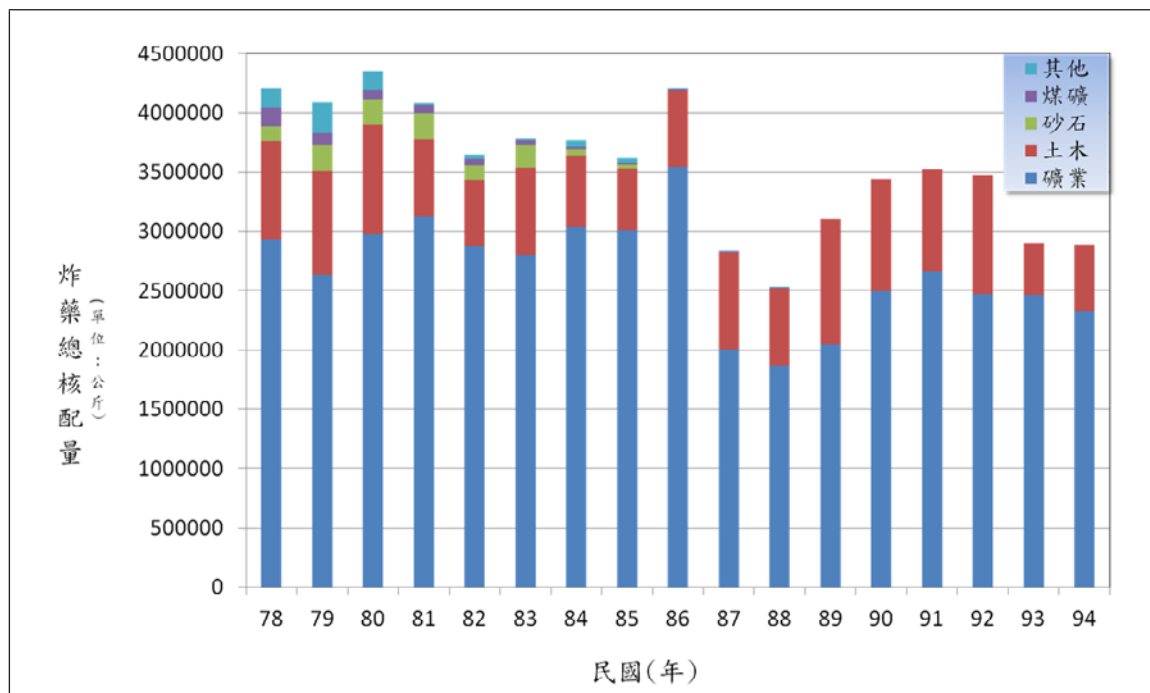


圖1 78~94年炸藥使用核配量圖

4.1.2 事業用爆炸物管理條例時期

95年起工礦炸藥的使用單位逐漸簡化為「石礦業」及「土木業」，石礦業仍以水泥產業為主，土木業則以土木工程占大宗。依圖2顯示石礦業之炸藥核配量呈逐年減少之勢，除了採礦量降低之外，亦受到環保意識抬頭影響，尤其在103年台泥和平廠停採，石礦業從前一年原占整體核配量81%下降至72%，致成為歷年來炸藥核配量最低點。另在土木工程方面，鑑於雪山隧道等重大公共工程陸續於94年逐漸完工，僅剩零星工程、台電鐵塔或道路災害搶修等少量使用炸藥，致95至99年間的土木工程用炸藥量需求降低，99年土木業之炸藥核配量僅占整年度6.4%。

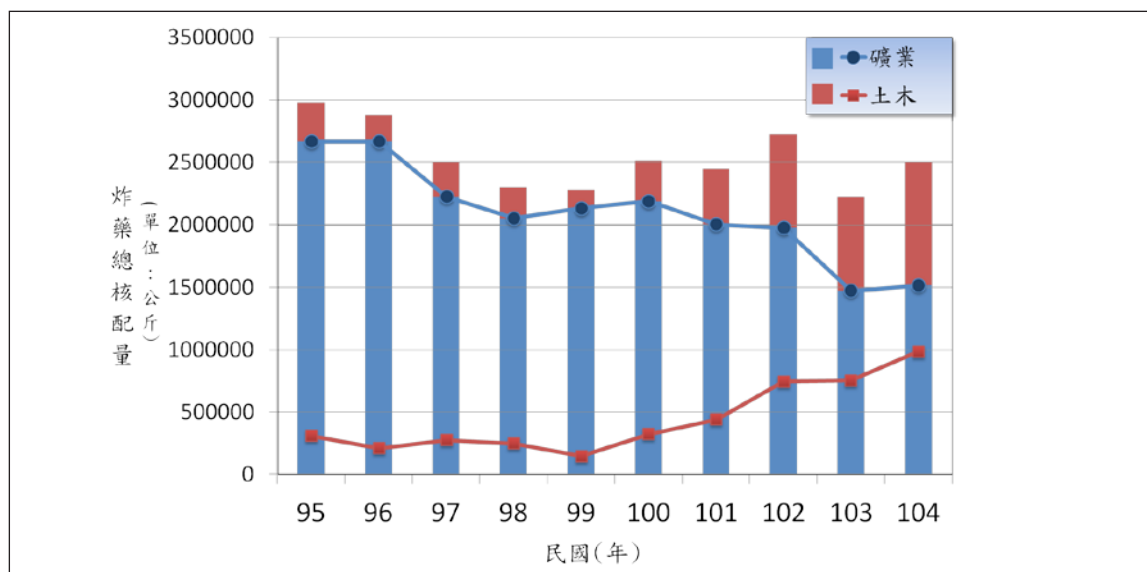


圖2 95~104年之炸藥使用核配量圖

交通部蘇花公路改善工程於101年至104年開始分段開工，其中長隧道工程，以及南部地區之南迴隧道、水庫防淤隧道等工程，均採用傳統鑽炸法開挖隧道，自102至104年炸藥核配量均穩定成長，但亦衍生出爆破專業人員不足之問題，礦務局近年來因應工程之需均有辦理訓練班；此外，由前述檢查措施亦發現目前大部分的工程，實際上在第一線執行監督、警戒、看管爆炸物、裝藥、結線及發爆等爆破專業人員均是由再承攬商所僱用之人員擔任，工地監督管制或溝通易產生疏漏，加上趕工效應，易便宜行事，而未確實依據安全作業方式執行各項爆破職務，加上現場爆破專業人員流動率極為

頻繁、專業素質參差不齊，難以控制爆破作業品質，以上因素均潛藏爆炸物使用災害、遺失及失竊的風險，除了加強辦理在職訓練，宣導正確及安全之爆炸物管理及使用觀念外，亦須針對土木工程或石礦業對於爆炸物使用、管理的漏洞進行補強，以及針對工程委辦單位、監造單位明確訂定監督責任內容，落實全方位之監督，避免災害發生及維護公共安全。

4.1.3 炸藥使用分類

將礦務局歷年所核配炸藥之情形，依據炸藥組成成分可區分為六大分類（如表1），而隨著時代變遷與工礦技術精進，炸藥使用種類亦隨之改變。鑒於爆炸物販賣業者於91年引進現場拌合爆劑後，改變了國內礦業界的炸藥使用型態，主要使用單位為中大型礦場，基於運輸便利及安全性，亦可提升裝藥作業速度且使用安全性高，如圖3所示其爆劑核配量自91年起開始遽增，93、94年陸續亦有其他販賣業者引進，逐漸取代原以條裝硝油炸藥的主流市場需求，而原本國內主要生產硝油炸藥的龍崎工廠，則受到市場衝擊影響，隨著炸藥技術發展，為求更安全的裝藥作業環境，該廠亦於96年便開始不再生產較危險的硝甘炸藥，僅將剩餘炸藥販售完畢，至於含有TNT混合炸藥96年之後便無再使用。

表1 六大炸藥分類表

炸藥分類	各類炸藥名稱
含 TNT 混合炸藥	大爆破炸藥、強力組合炸藥
硝化甘油炸藥	硝甘炸藥、硝甘膠質炸藥、硝甘粉質炸藥、龍光一號炸藥
硝油炸藥	硝油炸藥（成分為硝酸銨及柴油，成顆粒狀）
乳膠炸藥	乳膠炸藥（過飽和硝酸銨溶液微粒分佈於油質中，添加敏化物）
現場拌合爆劑	現場拌合硝油爆劑（原料為多孔性粒狀硝酸銨）、現場拌合乳化爆劑（原料為未敏化硝酸銨乳化劑）
煤礦准用炸藥	煤礦准用炸藥（成份似硝甘炸藥，添加火焰抑制劑）

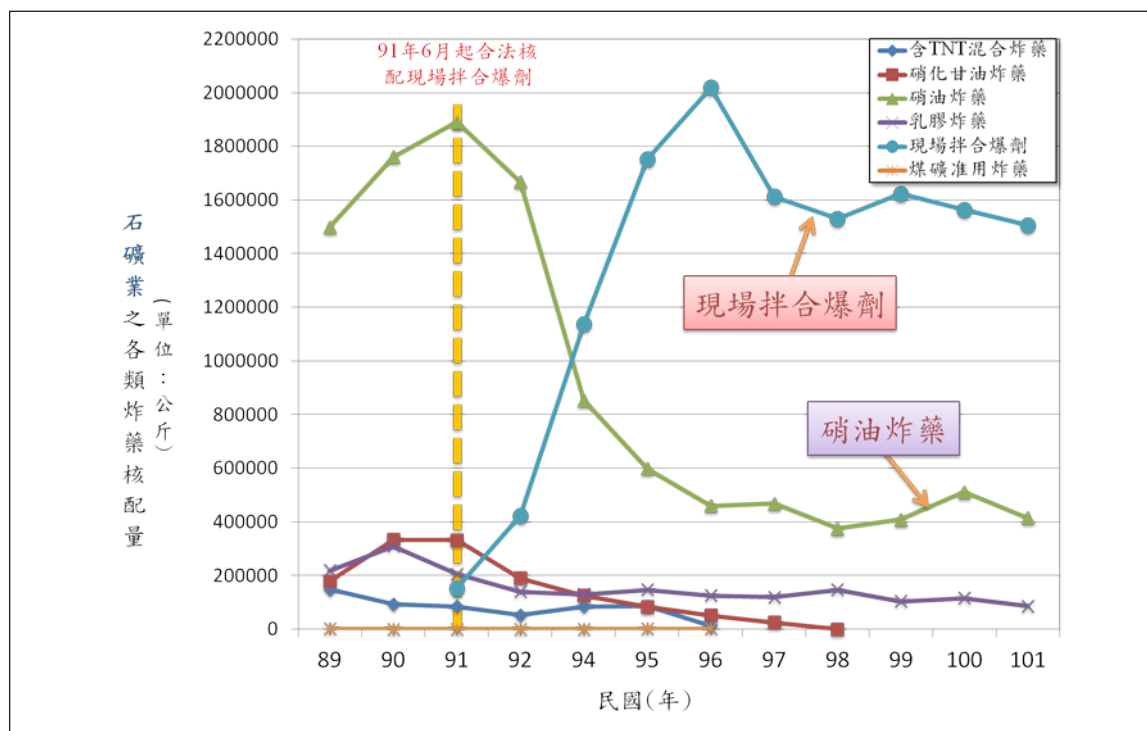


圖3 89~101年石礦業之各種炸藥使用核配量圖

至於土木業並未受到現場拌合爆劑影響炸藥使用結構（如圖4），乳膠炸藥早在79年由臺灣擎天神公司引進國內使用，其儲存、使用及運輸方面之安全性均高於硝甘炸藥，且爆破後的爆煙較少，兩者炸藥皆適用於地下或隧道工程，成本上相差不多，但由於裝藥人員使用習慣不易改變，因此96年以前主要的炸藥型態仍以硝甘炸藥為主，然隨著龍崎工廠的硝甘炸藥停產及近年來加強業界之安全宣導，逐漸轉變採用安全性較高之乳膠炸藥，至101年以後土木業者全面使用乳膠炸藥。

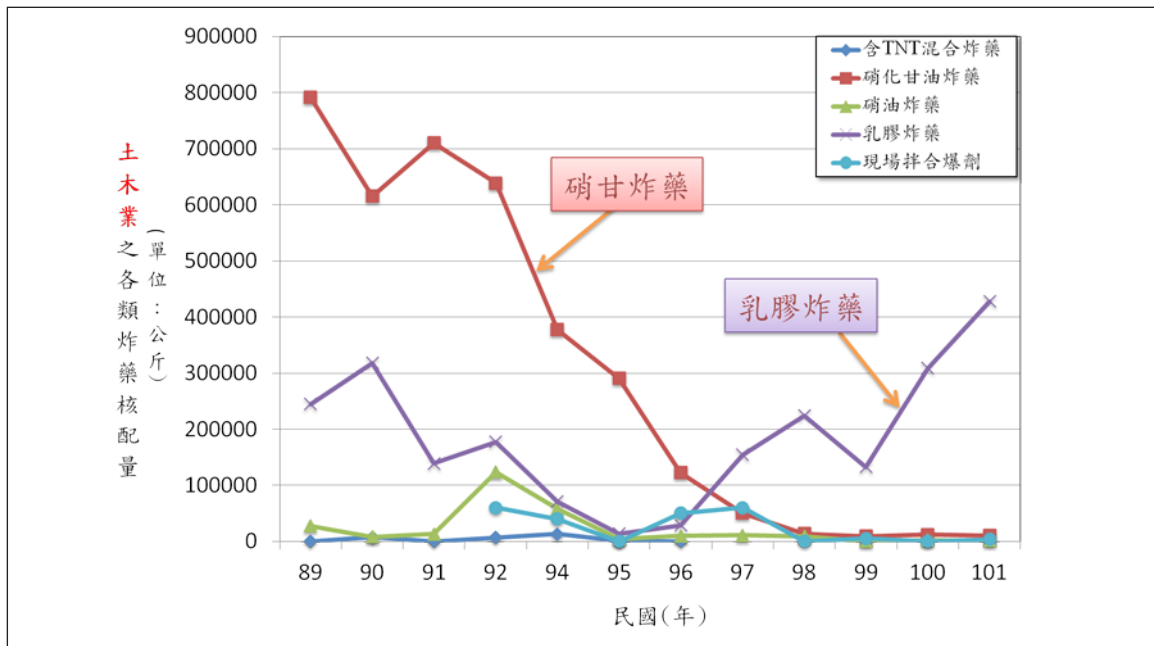


圖4 89~104年土木業之各種炸藥使用核配量圖

4.2火工製品：

工礦用炸藥必須藉由火工製品（引爆系統）來引爆，包括電雷管、非電雷管、導火索、導爆索等，本研究僅針對核配量較多的電雷管及非電雷管進行統計（如圖5）。電雷管包括遲發及瞬發電雷管，石礦業之雷管類核配量歷年統計差異不大，而土木工程的核配量多寡則受到交通建設開發影響，主要仍以電雷管為主，96至99年間無重大的土木隧道工程開發，致用量較少。電雷管本身具有良好的防水性，惟其傳導用的電線對於潮濕環境十分敏感，亦會受到靜電、不明電流、無線電波等因素影響而意外引爆，使用風險較高(5)，故近來102年後續開標之蘇花公路改善隧道工程逐漸改用較安全之非電雷管，其結線方式亦較為方便，可控制延遲時間以達到較佳爆破效果，但每輪進仍然須使用1發電雷管作為引爆系統，此外，單發的電雷管體積較小且易引爆，在工地易被有心人士竊取，具有高度潛在危險因素，若工地監督不周，使用完或輪班交接時未詳實清點使用贖餘數量，便更提升風險程度。

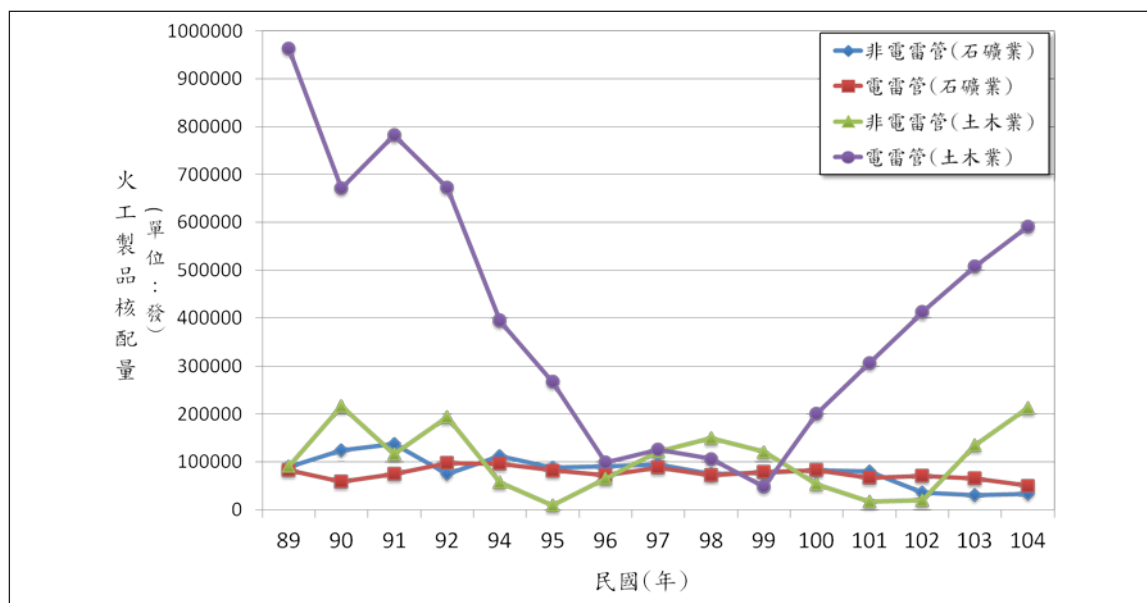


圖5 89~104年雷管類使用核配量圖

4.3爆炸物使用之趨勢

目前國內礦業與工程單位使用之炸藥包括條狀之硝油、乳膠炸藥及現場拌合硝油爆劑。礦業部分，主要大型礦場已使用現場拌合硝油爆劑；至於工程部分，因工程隧道多水，目前大都使用條狀乳膠炸藥。近年來，現場拌合爆劑因其安全性較高，已漸成使用之主流，未來也應是有增無減。

另雷管部分，因電雷管會受到靜電、不明電流、無線電波等影響而意外引爆，使用風險較高，且其體積小，易被有心人士竊取，進而影響公共安全；而非電雷管則無電雷管缺點，相對較為安全，且操作亦極方便，故將來除油氣井、水下爆破或具可燃性氣體地下坑道等特殊工程，不適合使用非電雷管外，非電雷管應會逐漸取代電雷管。

五、結 論

(一) 台灣近數十年來使用爆炸物之趨勢，除了受到製造及販賣業者的供應型態轉變，以及使用單位對於實際鑽炸技術的成長，逐漸朝向安全、便利之方向演進，目前國內已無爆炸物製造工廠，均需仰賴販賣業者進口爆炸物，惟受限於專用船舶航期不易掌握、販賣業者火藥庫儲存量等因素，造成進口之風險，進而影響爆炸物

使用單位。而現場拌合爆劑之使用因安全性高，且其原料在未拌合前非屬爆炸物，不適用爆炸物運輸規定，提升便利性，故將成為未來使用之主流。另雷管部分，因非電雷管在使用上較為安全，且較無流失、遭竊之風險，故將來應會逐漸取代電雷管，而主管機關在政策上亦應加以推廣。

- (二) 爆炸物係屬高度危險性物品，其使用涉及公共安全，應作有效妥善之管理，相關管制措施原依實業用爆炸物管理辦法辦理，歷經法制變革，目前已邁入依法行政及法律保留時代，均以事業用爆炸物管理條例及其子法規範，法規備置具相當規模，惟爆管條例施行已屆十年，在實務執行上，發現仍有諸多管理問題，亟需修正改善，經探討大致可朝簡化管理體系、加強管理機制及補充漏洞等三方向進行，以符合實務需要。

參考文獻

- (1) 煙硝桃花源：退輔會龍崎工廠，行政院文化建設委員會文化資產總管理籌備處出版，民國 97 年 12 月，第 28、40、71、89~92、118、120~121、136~137 頁，(ISBN:987-986-01-6933-7)。
- (2) 臺灣鑛業史續二（自中華民國 69 年至 87 年），中華民國鑛業協進會，民國 89 年出版，鑛業大年事表第 3、7 頁。
- (3) 臺灣省鑛務局局志，臺灣省鑛務局編印，民國 87 年 6 月出版，第 383~385 頁。
- (4) 鑛業統計年報，經濟部鑛務局編印，民國 92 年 7 月出版，第 180~181 頁。
- (5) 隧道開炸技術諮詢系統之研究（二），交通部臺灣區國道新建工程局，民國 89 年 3 月，第 21~23 頁。

✱

榮工處花蓮大理石工廠 開採大理石加工產業發展史

■ 陳 統 元 *

前 言

五十年代花蓮大理石產業在無意中萌芽，基本上是一個從無到有，由小而大的地區產業。

大理石業無疑的是東台灣獨具特色的產業。回顧台灣大理石原石礦業的成長過程，應回溯到民國 50 年代，行政院國軍退除役官兵輔導委員會在開闢東西橫貫公路時，發現東部蘊藏著極為豐富的大理石資源。依據地質探勘調查，粗估蘊藏量達三千億噸以上。

退輔會為了照顧榮民就業及建設東部，率先於民國 50 年 3 月設置了榮民石礦場，早期在木瓜溪河床採集轉石，供應台肥花蓮廠製造肥料。民國 51 年 4 月在花蓮市海濱街設立了工藝品加工廠，利用河床裡手工打造的圓柱粗胚；配合軍中淘汰的車床，車製像花瓶煙灰缸等日常用品。民國 52 年四月榮民石礦場改隸退輔會的榮工處，成立大理石工廠，民國 53 年 12 月正式遷廠至美崙工業區，從事大理石礦場與加工相關的業務。

由於大理石礦石的紋彩多變；各式各樣的石雕和工藝品不斷的推陳出新，深受消費者喜愛，花蓮的大理石工業便如雨後春筍般的蓬勃興盛開來，民間工廠也紛紛仿效設立，總數多達一千多家，從業人員約五萬多人。民國 59 年，在日本大阪舉辦的萬國博覽會中，台灣大理石製品首次贏得國際人士的讚賞與肯定，不僅因而開啟了台灣前所未有的工藝品工業，伴隨著樓梯板與地磚以及不同顏色與材料的運用，加上進口石材與加工技術的提升，一個多樣化的大理石產業，在榮工處的帶動下，於焉誕生。

榮工處大理石工廠佔地十六公頃，是全台唯一同時擁有石礦業、石材業、藝品業、石材安裝業的綜合性工廠，產品不但內銷也外銷到美國、日本、中東等國家。在台灣石材產業發展方面扮演引導的角色，以下謹就其礦業探勘、原石開採、原料礦開採、石材加工業以及石材安裝業的發展過程概述如下。

* 前榮工處花蓮大理石工廠廠長

一、榮工處花蓮大理石工廠的礦業探勘發展

在時任退輔會主委蔣經國先生領導下，榮工處奉命帶領退伍老兵修築中橫公路，在沿路兩旁發現各色花紋的大理石礦脈。針對當時工業與石藝市場的需求，榮工處處長嚴孝章先生積極在公路沿線兩側 20 公里範圍，投入相當人力進行細部探勘，也設定了長春橋，立霧溪及靳珩橋等礦權，進行少量的開採。同時依據大理石產業的市場導向，延攬探採人員成立礦務課，積極尋找極具開發價值的新礦區，設定東部大理石礦藏的開發準則與開發區域如下：

- (一) 將廣義的大理石概分為灰白大理石、蛇紋石、化石石灰石、白雲石、輝綠岩及片麻岩。其中礦體破碎，不適合製作建材或工藝品的礦石，經採選加工成碎石後，可作為水泥、鋼鐵、造紙、肥料、橡膠、塑膠、玻璃、油漆、藥品等工業原料。反之，礦脈節理裂紋較少，石質色澤勻稱美觀且容易加工的少數礦體，才能成為石礦製品（建材及工藝品等）的原石來源。
- (二) 台灣白灰色大理石為變質的結晶石灰岩，以碳酸鈣為主要成分，顏色有白底或灰黑底夾雜花紋，黑白花紋變化多，研磨後光澤亮麗，主要分布在和平、和仁與清水等地區。綠色蛇紋石由基性火成岩受換質作用而成，矽酸鎂為其主要成分，顏色由暗綠到草綠，白色方解石交錯充填於縫隙間，成為天然的紋彩，質硬色澤佳，主要分布在瑞穗，玉里等地區。化石石灰石指未經變質且無結晶之貝殼或珊瑚類化石，顏色呈白色、灰白、米黃與粉紅等色，有玻璃質與粉質兩類，質軟易加工，主要分布在大港口、成功、東河等地區。
- (三) 除受限於先天的礦體結構，物性與化性等先天條件外，開採運銷成本和市場競爭力更是決定能不能永續經營的重要關鍵。大理石礦的開發主要集中在中央山脈東側地質區，本區北起蘇澳南至台東，長約二百四十公里，寬十至三十公里，為台灣最古老的地質結構，屬先第三紀變質雜岩區，岩石係由沉積岩或火山岩變質而成。其次是海岸山脈地質區，由第三紀沉積岩，火山岩或堆積岩層組成，由於先天與經營條件欠佳，迄今鮮少開發。

二、榮工處大理石建材藝品用原石開採技術發展

(一) 陷落法(下拔法)

民國五十年代初期，各礦場均係使用鑽孔劈楔法來切割河床或山坡上堆積的大轉石，以利搬運。作業手以鑽岩機在大轉石上鑽出連續的排孔，再塞入鐵楔以榔頭敲打來分裂石頭。為減少作業成本，必須由下而上清除大轉石下方的岩石。因此通常使用硝鉍炸藥將下方岩石炸碎，再以人工清除，期使上方轉石陷落於採石平台上，然後進行原石的選材與切割。當時吊裝原石均使用三腳（或兩腳）架配合柴油捲揚機作業。為了節省道路與礦面布置成本，採台高度多在四十公尺以上，加上設備簡陋，作業工人必須冒險靠近陡峭的岩壁，因而經常發生浮石崩落傷人的礦災。在營運方面，原石裂損多而成材率差，產量也低。

（二）台階式開採法

為改善礦場安全，榮工處大理石廠積極配合礦務局政策，逐步改變原有下拔法採礦，推行由上而下的台階式開採法。民國 63 年間，自日本引進黑色炸藥，運用於巨大岩石的分割，成功減低炸藥對原石的傷害。民國 75 年起為提升技術，接受礦務局之「石材礦場開採技術改善及示範推廣計劃」，推動「台階式開採法」，獲台灣省礦務局評定為示範礦區。一方面降低採石台階高度至二十公尺以下，改採由上而下的開採順序進行採掘；一方面增購大型裝載機裝卸石料及長臂挖溝機清理礦面。採台高度的降低及新型採礦機械的更新，不僅提高了採礦面的安全性，也因而有效的增加產能，滿足了大理石的市場需求。

（三）金鋼索鋸工法

民國七十九年，在礦務局的輔導下，該廠率先引進義大利索鋸工法，初期選擇在和平礦場示範推廣。此工法係由上而下佈置低台階，先以油壓鑽孔機在礦床上鑽孔，藉以安排鋼索的切割方向，再將鑲有人工鑽石的鋼索穿進孔內，以水平或垂直的動力牽引機來拉鋸礦床，達到直接在礦床上分割岩石的目的。經多年實地操作及研發改進，獲得良好的成效，不僅增加原石的成材率，也提升了原石品質及降低生產成本。

民國八十八年榮獲中國鑛冶工程學會頒發最高榮譽的「工程技術獎章」。

三、榮工處大理石原料礦產業的發展：

無法作為建材或藝品的大理石碎石，因其主要成分為碳酸鈣，是水泥、鋼鐵、造紙、肥料、橡膠塑膠、油漆、藥品等工業原料。大理石礦脈中含碳酸鎂的白雲石是生產玻璃的重要原料。

民國 50 年，榮民石礦場將木瓜溪轉石以榔頭擊碎並用人工裝車，供應給台肥公司製造肥料。其後榮工處大理石廠在花蓮三棧地區取得石灰石礦權，以下拔法採礦，將不能做為建材或藝品的礦石，用炸藥爆破再以擊碎與裝車，另設置石灰窯煉製生石灰，供應台肥及附近化工廠。

民國 55 年間，該廠取得花蓮和平及大濁水兩個白大理石礦區，除生產白大理石石材供應花蓮地區建材與工藝品原石外，較破碎的大理石經爆破後打成碎塊，運往蘇澳宜蘭地區作為造紙用石灰石原料。民國 75 年，為提高產能與作業安全，除改採較安全的台階開採外，更添購大型的裝載機與挖溝機加速表土清運，藉以提高礦場裝載作業效率。碎礦作業也改用挖溝機安裝油壓破碎機來代替人工。

民國 64 年，為了配合中鋼石灰石每年 36 萬噸的需要，該廠立即計畫開發三棧石灰石新採區，以長期穩定供料。一方面在礦區進行地質鑽探以規劃採礦作業，一方面引進大型履帶鑽機、裝載機、大型挖溝機、破碎機等重型機具，由上而下規劃開採台階與運搬道路。為符合粒度規範，碎石場裝置大型顎碎機及篩洗等自動化設備。自民國 66 年起，展開約長達 35 年的供料，除節省了大量的外匯支出，也圓滿達成任務。

民國 85 年，接續榮礦處西林白雲石礦，供應台玻公司製造玻璃所需的白雲石原料。

四、榮工處大理石工廠的石材加工業發展

民國五十年代台灣大理石因具有獨特的花紋風格，更有比花崗石容易加工的優勢條件，可以廣泛運用在各式各樣的手工藝品和建材。

榮工處大理石廠不斷自行培訓了許多車床藝品師傅與石雕藝術家。經由設計加工成水盤、煙灰缸、花瓶、燈具、燭臺等等；也雕刻如獅子、麒麟、佛像及具有西方風格的石雕，還有石板藝品包括桌椅、家具等日用品。有些產品更巧妙搭配木材或金屬等其他材料而製成。不但早期敦請楊英風先生設計大型石板拼花的藝術裝飾，也延攬藝術專業的人才研發新產品，以展現省產石材運用上的特殊風格。

民國 62 年，象牙海岸文化部長夫人透過外交部主動來函，願在該國代銷大理石產品，台灣大理石產品經由此管道，首次銷往非洲。同年陳立夫先生於美國加州聖荷西市創建中國文化公園，計畫興建一座中國式的涼亭，園內豎立一尊孔子像，榮工處為表示善意，請花蓮大理石廠配合捐贈底座及護欄石料，使該公園順利完工。

台灣大理石原石的主要需求來自建材與日用品。民國 60 年代初期，除國內建築市場

外，美國與日本為外銷建材的主要地區。當時榮工處大理石廠只有四台砂拉鋸、中小口徑的圓鋸機、老舊車床、噴砂機與雕刻機。民國六十六年起，中東地區為數龐大的大理石地磚與樓梯板訂單，源源不斷，為因應市場需求，大理石廠必須積極擴充產能。民國69年初起，在時任廠長的張天溥先生大力推動下，淘汰老舊的砂拉鋸，自行研發大理石金剛拉鋸、自動切割機（十字剪）及地磚自動生產線等加工設備，業務規模與產能大幅提升。民國74年自行研發出兩部油壓式的金鋼套筒機與鑽石模具，有效降低工藝品圓材與藝品的生產成本。

民國70年間，該廠大理石藝品的內外銷頗受好評，銷往美國的各類石藝品、墓地花瓶、趕麵板、裝飾品銷售十分暢旺，但隨著市場轉變與經濟的繁榮進步，色彩多樣的高價位進口礦石（如青玉石、白玉石、紅龍玉等）及其成品，源源不斷的流入市場。現今藝品展覽中，台灣本地礦石產品已不多見，絕大多數為進口礦石製品所取代。

民國75年以後，國內外消費能力普遍提高，由於花崗石開採與加工成本隨著科技進步而不斷降低，進口花崗石需求隨之大幅成長。舉凡新建大樓或住宅外牆或內外地坪都流行採用花崗石材，內部牆面也都使用進口大理石。民國79年政府開放大陸花崗石原石進口後，為了工業轉型，榮工大理石廠也增設花崗石自動化加工設備，包括鋼砂拉鋸、大小尺寸的自動磨床、弧型加工機等，以因應市場的急迫需要，也因此奠定了該廠承接大型安裝工程的基礎。

五、榮工處大理石廠石材安裝產業的發展：

在50年代，該廠奉命承辦各項國家重大的石材裝修工程，例如陽明山中山樓、天祥慈恩橋等大理石製作與安裝。當時安裝工法採傳統的吊掛與鋪設工法。牆面安裝前，在石材後方打孔，然後用鐵線穿孔固定在水泥牆面，並局部灌入水泥沙黏著固定。地坪則是用乾拌水泥砂混合少量水與海菜粉等黏著劑，予以固定。此工法施工容易，但安裝後因天候或地震因素，石材容易與結構分離，維護十分困難，且如使用品質不佳的砂石或水泥，容易產生白華或黃斑，會污染石材表面，影響外觀。

為提升施工品質，民國66年間大理石廠奉命承接中正紀念堂內外石材裝修工程時，即率先自美國引進最先進的乾式安裝法。除水泥牆面先塗佈防水材料外，牆面安裝前先在石材側面切槽或鑽孔，然後將不鏽鋼的扣件固定在水泥牆面或輕鋼架上，最後將石板吊掛固定在扣件上。石板間預留細縫，填入矽膠材料做防震處理。由於安裝時石板與牆

面間無水泥砂，不鏽鋼扣件也不致風化或污染石板，完全改善了傳統工法的缺點。在地坪安裝方面，除加強在石板背面塗佈防水材料與石英砂外，並使用高品質的白水泥替代一般水泥，以防止污染的發生。

民國 74 年間，該廠奉命承接中央文化中心國家劇院、音樂廳安裝工程。為了配合多樣化的建築造型及提升安裝品質，該廠自義大利進口弧型加工機製做圓柱與異型扶手，以克服手工精確度不佳的瓶頸。

民國 80 年起，該廠除先後完成榮工處交辦的台北捷運淡水線 251 及 254 標、五股及中壢標準廠房、板橋新站、中正機場二期航站、台北 101 大樓等石材新建工程外，還同時承接民間中大型石材裝修，例如台北雅適大樓、台中金沙大樓、台東娜路彎酒店等，頗獲好評。

民國 85 年榮獲行政院連院長頒發第七屆全國優良石材長城獎冠軍，同年由商檢局評定為台灣第一家通過 ISO9002 國際品保認證的大理石工廠。

結 語

在退輔會榮工處的政策指導下，50 年來花蓮大理石廠隨著整體石材礦業市場與技術的急劇轉變，從創業時的小車床藝品工廠，成長為國內唯一涵蓋上中下游的綜合性石材工廠。在經營初期著眼於安置退伍榮民就業，使能安居立業。隨後由於該廠積極開發大理石原石，讓下游加工場原料無虞匱乏，進而使大理石市場不斷茁壯擴大，成為花東最重要的特色產業。在發展過程中，該廠不斷配合轉型，自行研發多項石藝產品及生產設備，努力開發海外市場，也導引同業相互學習，讓整體石材產業更加蓬勃。該廠是唯一的公營大理石廠，一貫以石材產業拓荒者自詡，以發展石材產業為職志，因此，無論是技術或產業升級，乃至於人才培訓或市場開發，均不遺餘力率先創新改良並與同業分享成果。然而，為貫徹公營事業民營化政策，該廠的時代性任務也隨著逐步結束。

民國 87 年 7 月 7 日，榮工處配合民營化政策轉型為榮民工程有限公司後，大理石工廠亦同步開始實施人員精簡與改組。民國 91 年 10 月，礦場業務移撥給榮工公司工程材料事業部，同年 12 月加工場併入花東施工處管理。隨後三棧、和平與大濁水礦區完成了民營化。加工場與安裝事業也在停止續接業務後終止營運。民國 105 年初，該廠址 16 公頃的土地也完成標售。歷時 55 年的榮工處大理石廠正式走入歷史。 *

亞泥新城山礦場礦井捷運系統 工程建造紀實

■ 何恆張*

一、前言

民國六十二年期間前，臺灣水泥工業重鎮群聚于西部。政府十大建設偉哉政策與方針，在興建北迴鐵路及開發東部的大轟下，亞洲水泥公司配合提出水泥東移計畫，在同業間不看好情況下，毅然力挺，共襄盛舉，于花蓮縣新城鄉設立水泥製造廠，附屬礦山座落於該縣秀林鄉富世村地方；開發經營有成，石灰石（大理石）年產量達 650 萬公噸之規模。基於亞泥花蓮廠開發的經驗與成果，也誘導後續的水泥產業東移政策，產生了和平水泥專業區。筆者願將露天礦場四十餘年參與礦山直井捷運系統工程建設之實務，在此與諸位先進分享及並請不吝指正。

二、首創礦井捷運輸送系統

記得恩師盧善棟先生教誨中常予面題，採礦工法必需遵從“因礦生法”之圭臬。面對臺灣東部高峻地形，讓石灰石礦業爰由緩丘陵地形，轉往陡峻的壯年地形之開發，採礦業者面臨嚴峻挑戰與考驗，如何化逆境為轉機，衍生了高峻地形石灰石礦山開發技藝，以資利用老天爺免付費的“重力”做為運搬礦石之動力，將山巔的礦石迅速自井底運至平地使用，此即為所謂的礦井捷運系統（ore pass transit system）。亞泥公司花蓮廠新城山礦場於民國 68 年首創設立礦井捷運系統一套，又於民國 80 年設置第二套礦井捷運輸送系統。

礦井捷運輸送系統係由礦井、聯絡巷道及附屬初碎礦系統等主設施所組合；礦井位置的選址係自規劃開採礦體的幾何中心之模式，以求露天搬運（haulage）礦石最短的動線作業；礦井體的仰角角度之選擇，一般都採用 90 度垂直模式。經調查，日本石灰石礦業界也有採取 70~85 度斜井；理論上採用斜礦井者較不易架橋（bridging）或堵井。

* 亞洲水泥公司花蓮製廠 前首席副廠長

鑛井底的巷道係預計輸送 (conveying) 路徑與鑛井投影點連成一線，此為鑛井巷道的基線，若於巷道鋪設帶運機 (belt conveyor) 輸送鑛石，就以該基線設立為帶運機中心線，至於巷道寬度的設計除了帶運機寬度外並考慮人、物、通風及動力系統鋪設等寬度，整體巷道剖面採取朝外 1~2% 之斜度排水 (drainage)。

於巷道與井底連接處設置餵鑛室 (feeder room) 或初碎鑛室 (primary crushing plant)，以轉承井內鑛石進入下方的帶運機或將鑛石載入下方設置的碎鑛室再進一步的碎鑛處理。亞泥採用前者模式，井底僅設立餵鑛室，台泥和平廠鑛山則採用後者，特予區別之。至於餵鑛室或初碎鑛室尺寸，與設備選型有關，不在此贅述。上方鑛體的投影幾何重心點，據此，往上鑿井至山巔地表出露；山巔採挖的鑛石投入鑛井，由井底抽出鑛石經由巷道運至地面應用，一氣呵成。因井口座落於幾何中心，因此任何一顆鑛石皆以最短的運距到位。

(一) 捷運輸送系統之優點：

1. **節能減碳：**以年產量 650 萬噸、比高落差 200 公尺規模之鑛山，以鑛石捷運輸送系統與傳統鑛車搬運相較，節省 70% 柴油量，折合 2,310,000 公升，年減 6,420 噸 CO₂。
2. **降低運輸污染：**大宗鑛石於密閉空間地下輸送，侷限污染而無粉塵逸散之虞，對環境衝擊降至最低。
3. **開採過程降低景觀衝擊：**自井口上方僅保持三~五階採台作業裸露，井下方保持原地貌的植被，而採過的殘壁迅即綠化，在二至三年可達預期的綠化程度，因此，對開採過程景觀衝擊降至最低。

(二) 缺點：

1. **初期投資高：**按亞泥花蓮廠新城山鑛場第二號鑛石捷運輸送系統，巷道 400m (H3m*W4.2m)、鑛井 300m (井徑 3.2m)、餵鑛室 (H10m*W捷運輸送系統 7.2m*10m) 及其他附屬巷道等地下工事，掘削工程費 1,400 萬元；地下土木工程費 6,600 萬元 (不含機電設施費用) 分計 8,000 萬元 (民國 80 年期間)。
2. **雨季地下水之困擾：**大理石質裂隙多，井底座落於整個鑛體水梯度的最低點，井深 150-250m，當地表降雨量在 100 毫米/日連續 2 天以上，第 3-4 天就類土石流從井底突出，雨停後約 6-10 天水流方為消退，該期間生產作業上非常困擾。

(三) 亞泥花蓮廠新城山礦場捷運輸送系統一、二號礦井、巷道建造

1. 礦井：

(1) 一號礦井由日本小野田工程顧問公司設計（圖1）；二號礦井由亞泥（筆者）設計、監造（圖2）。

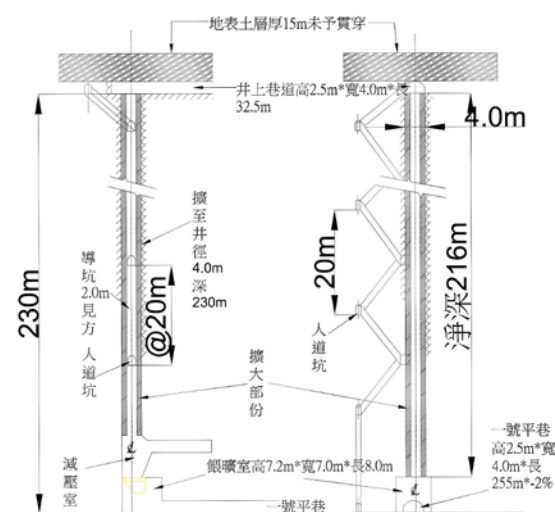


圖1 一號礦井系統
(含人道坑、銀礦室及平巷)

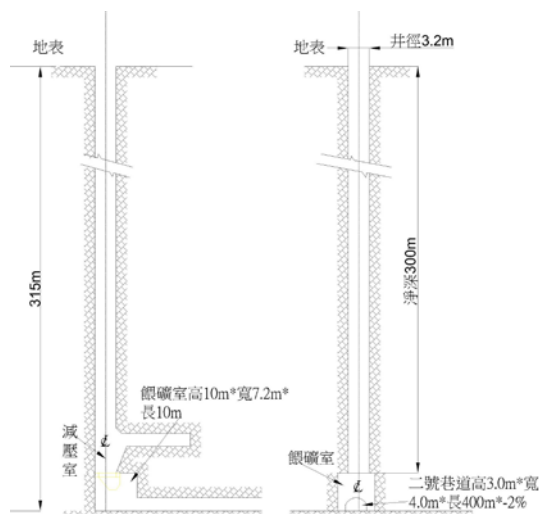
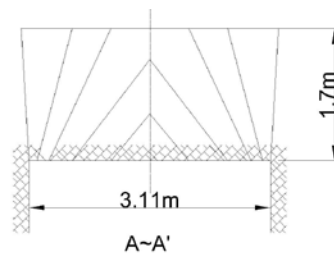


圖2 二號礦井圖
(含銀礦室及平巷)

(2) 一號礦井

(a) 掘削設備：向日本小野田工程顧問公司租用爬昇機 (Alimak Raise Climber) STH-5E (電馬達驅動及電纜)，工作平臺 2.0*2.0m。

(b) 導坑斷面 2.2*2.2m 開鑿：以 V-cut 砲孔模組（圖3），砲眼 $\Phi 34\text{mm}$ *24 個/班，每日



一號礦井導坑砲孔、裝藥、遲延點炸順序					
砲孔號	孔數	裝藥kg/孔	裝量kg	遲延雷管	
1	4	0.50	2.00	瞬發0ms	
2	4	1.00	4.00	500ms	
3	4	0.75	3.00	1000ms	
4	4	0.50	2.00	1500ms	
5	8	0.30	2.40	2000ms	
小計	24		13.40	每輪進8.23m ³ ，耗藥1.6kg/m ³	

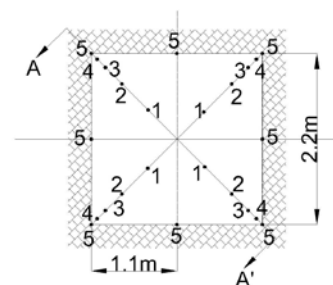


圖3 一號礦井導坑V-cut砲孔模組

維持3班，每班掘進僅1.5-1.7m，每輪炸岩 8.23m^3 ，炸藥耗用 13.4kg/班 ，炸石比 1.6kg/m^3 ，不符合每輪進安設制式 2.0m 軌道之需求，以致 216m 深的礦井耗費98個工作天完竣，平均輪進速率 2.2m/日 。

- (c) 擴井：井側設有人道坑係供擴井時人、物出入之用；將 $2.2*2.2\text{m}$ 的導坑擴為 4.0m 之礦井，砲眼 $34\text{mm}*17$ 個/班，每日維持3班，每班擴井 2.5m ，每輪炸岩 25.9m^3 ，炸藥耗用 9.4kg/班 ，炸石比 0.36kg/m^3 ，耗時40個工作天完成擴井（圖4、4-1）。

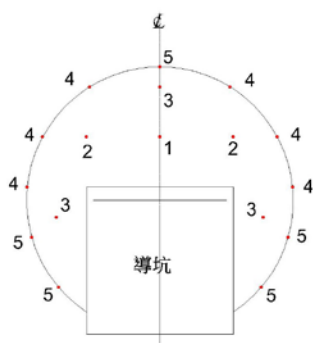


圖4.2 擴井砲孔及點炸順序

表三 擴井砲孔、裝藥、遲延點炸					
砲孔號	孔數	炸藥量kg/L	裝量kg	遲延雷管	
1	1	1.25	1.25	瞬發0ms	
2	2	1.00	2.00	500ms	
3	3	0.75	2.25	1000ms	
4	6	0.40	2.40	1500ms	
5	5	0.30	1.50	2000ms	
小計	17		9.40	每輪進 25.9m^3 ，耗藥 0.36kg/m^3	

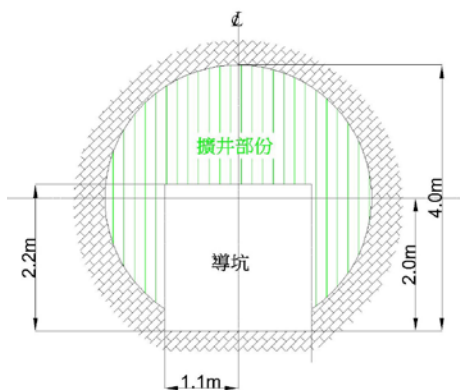


圖4 一號礦井導坑與擴井

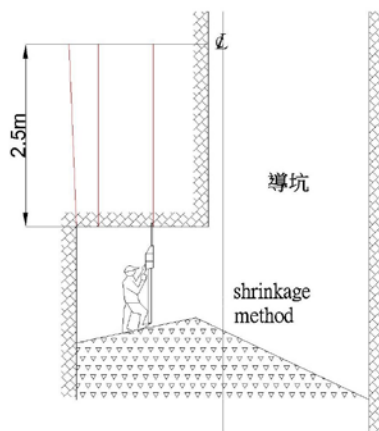


圖4.1 擴井示意圖

(3) 二號礦井

- (a) 自購 Alimak Raise Climber STH-5DD，鑑於先前使用電氣設備有漏電之虞，而引起保安之困擾，是以採用柴油機驅動油壓系統，將爬升機、工作平臺、礦伏及器材運送至礦井內，該爬升機的工作平台為 $2.75*2.75\text{m}$ 。

- (b) 井徑 3.2m 全斷面掘削：井徑 3.2m，斷面積 8.0m^2 ，採 V-cut 砲孔模組（圖 5），每班鑽鑿砲眼 $\Phi 34\text{mm}$ * 孔數 26 個 * 深 2.6m * 三班作業，每班炸藥耗用 23.55kg，每輪炸岩 20.9m^3 ，炸石比 $1.13\text{kg}/\text{m}^3$ ，班輪進 2.2-2.4m，每日輪做兩班，平均每日安設 2 支軌道；井深 305m 經 75 個工作天完成。
- (c) 著重鑽孔精度以提高輪進：依理想設計砲眼，並力求鑽鑿工作方法合理化，鑽機鑿孔時氣腿 (air leg) 擺設的理想點用角鋼焊固，同時在天頂架 (protect roof) 焊導桿管，使鑿孔方向與設計吻合，以達精準。（圖 5-1、2、3）。

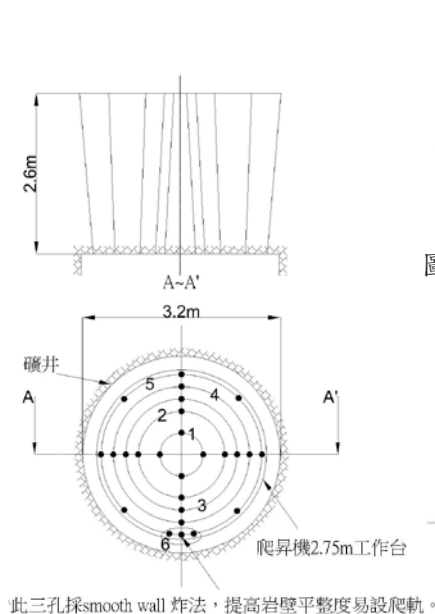


圖5 二號礦井掘削V-cut 砲孔模組

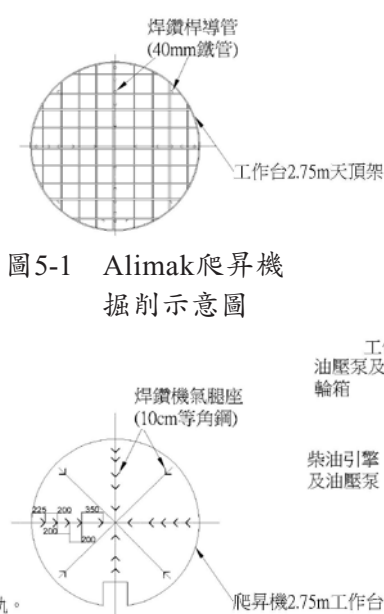


圖5-1 Alimak爬昇機掘削示意圖

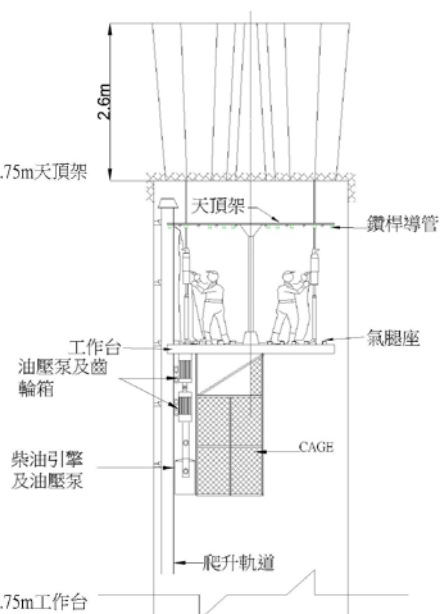


圖5-3 工作台天頂架鑽感導管圖

2. 巷道（安設帶運機）：

- (1) 一號巷道
- (2) 二號巷道：

- (a) 長 400m，2% 向外排水，巷道高 3.0m * 寬 4.4m * 斷面積 12.01m^2 ，採 Vcut 砲孔模組（圖 6），每班鑽鑿眼徑 34mm * 45 個 * 深 2.8m，每班炸藥 54.5kg，每輪炸岩 31.3m^3 ，炸石比 $1.75\text{kg}/\text{m}^3$ ，班輪進 2.5-2.7m，每日輪做三班，76 個天作天完成。

- (b) 砲孔模組中穹頂 7 個砲眼為平壁炸法 (smooth-wall blasting)，裝藥強度 0.185kg/m；若遇岩盤質弱，則該組等砲孔改為 1 號遜位點炸，如此，可降低由拔心及擴孔等爆破震動的傳遞，而擾動穹頂及腰側等岩體健康度 (soundness)。
- (c) 手提氣腿鑽機 (hand drifters with air leg)：古河 -317、322*2sets，含鑽頭鑽桿 (inserted bit integral rods)，一字型鑽頭 $\Phi 32$ 、34mm 碳化鎢材質，長 1.8、2.4 及 3.0M 等。
- (d) 炸藥與雷管：採用台灣儘擎天神 gelatin 60 $\Phi 1 \times 8''$ 及 geladyn $\Phi 17\text{mm} \times 600\text{mm}$ 、齊魯 DS 遲延電雷管。
- (e) 空氣壓縮機：Atlas Copco PC750*1*100psi。

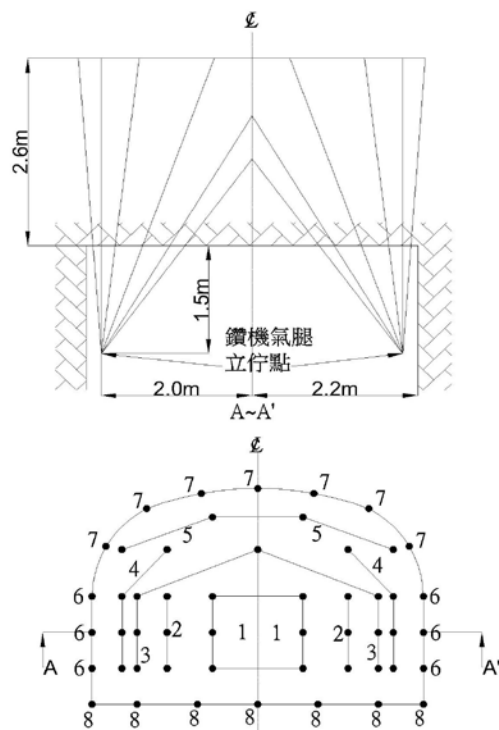


圖6 二號平巷砲孔及點炸配置

表五 平巷砲孔、裝藥、遲延點炸					
砲孔號	孔數	裝藥量kg/孔	裝藥kg	遲延雷管	
1	6	1.05	6.30	瞬發0ms	
2	6	1.70	10.2	500ms	
3	7	1.50	10.5	1000ms	
4	8	1.25	10.0	1500ms	
5	4	0.90	3.60	2000ms	
6	6	0.60	3.60	2500ms	
7	7	0.50	3.50	3000ms	
8	7	1.00	7.00	3500ms 平壁砲孔	
小計	45		54.7	每輪進31.3m ³ ，耗藥1.75kg/m ³	

亞泥花蓮廠新城山礦場一、二號礦井掘削比較					
項別	建造日期	礦井規格	巷道規格	附設人道坑	餵礦室
一號礦井	民國 67-68 年	井徑 4.0*淨深 216m (分段擴井)	高 2.5m*寬 4.0m*長 255m	沿井每高 20m 設人道坑一處	高 7.2*寬 7.0* 長 8.0m
二號礦井	民國 78-79 年	井徑 3.2*淨深 300m (全斷面開挖)	高 3.0m*寬 4.4m*長 400m	不設人道坑	高 10m*寬 7.2m*長 10.0m

(四) 亞泥花蓮廠新城山礦場捷運輸送系統一、二號礦井、巷道建造之檢討：

1. 礦夫的職教：一號礦井、巷道建造時，募集有經驗礦夫執行建造工作，效率與進度不佳，其主因乃在有經驗礦夫接受新概念及新教育的態度排斥甚鉅，不易管束。鑑此，于二號礦井工程則改採募集無經驗之礦夫加以教育與訓練，其工作成效為一號礦井的 1.6~1.7 倍，顯然教養接受度是關鍵點且僱用的礦夫數少了 1/3 強。

二號礦井工程鑿孔模式與效益比較

類 別	孔數	鑿孔深 (m/ 輪)	鑿孔 (時/ 班)	輪進 (m/ 班)	備 註
V-cut	45	125	4~5	2.5~2.7	1、孔數及鑿深雖較多，但孔眼對稱配置，礦夫辨識容易。 2、管理便當，輪進及渣粒適中，樂予採用。
Fan-cut	44	123	4~5	2.2~2.4	1、拔心孔位置每輪需左右調邊，增加管理困擾。 2、拔心孔精度控制不易，造成輪進率受影響，不再採用。
Parallel-cut	42	118	5~6	1.8~2.2	1、用手持鑽機鑿拔心空孔 $\Phi 75\text{mm}$ ，耗時約 1.4~1.6 時。 2、拔心空孔未完全爆破機率高，以致影響輪進率。 3、拔心空孔位置每輪需左右調邊，增加管理困擾，不予採用。
WP-cut	46	226	10~12	4.5~4.8	1、瑞典工法 (瑞典 WP 氏發表工法，類 V-cut)。 2、拔心孔精準度要求高，需作拔心孔導架加以輔助。 3、炸後渣細，出渣易，每班輪進率高。 4、孔多、鑽孔耗時 (相當兩班時)，礦夫易疲勞，不予採用。

2. **管理：**技術為骨、管理為輔，兩者兼容與互補，在二號礦井工程中徹底執行，如現場掘進佈孔制式化及簡單化（如圖 5-1~5-3 及圖 6 所示），讓礦伏鑿孔無疑慮，提高鑿孔精度，讓實際與理論接近。另每輪進的炸藥裝填量固定化，不予多領用，若遇特殊狀況現場主管工程師親自監督。爆破後徹底執行工作面危石、浮石清理 (scaling)，岩釘鑽鑿及掛網 (bolting & netting)，整個工程保持零災害。一號礦井工程使用軸流式風車 $aq100mm \times 100m^3/min \times 15HP \times 2$ 部通風于巷道掘削，後來加上礦井工作面，整體上就顯得通風清掃 (scavenging) 不足，因此，于二號礦井工程中，改用離心式風車 $aq250mm \times 300m^3/min \times 30HP \times 1$ 部不單完全能滿足法規之要求，且餵礦室、礦井掘削及清渣工作可同時進行而互不干擾，保持既定進度。
3. **測試各種爆破模式：**在二號礦井工程施工中測試並研討各種爆破工法如 V-cut、Fan-cut、Parallel-cut 及 WP-cut 等，以尋求最佳輪進效率，測試結果，決定採較合宜的 V-cut 工法。

三、結 論

- (一) Alimak Raise Climber (爬昇機) 掘削礦井工法漸被 Raise Borer 工法所取代，惟 Raise Climber 工法施工費低約為 Raise Borer 工法 1/10，仍有存在之地位。
- (二) 設計礦井直徑必須餵礦粒徑的三倍以上，較無堵井之虞；斜井比垂直井不易堵料。
- (三) 井底卸料槽必須設置減壓室及通氣孔道，以保持卸料順暢。
- (四) 雨季期天降水滲漏入石灰石岩體的礦井，以引起礦石輸送過濕的困擾，可考慮井壁採防水及鋼板襯砌，惟成本高，且鋼板襯保修不易。
- (五) 近幾年來高抗張鋼材有長足發展，質輕且廉又耐磨，若地表地形允許的安設條件下，可考慮採用鋼管作為礦料溜槽，因礦料在管內在 60 公尺的柱體以上的側向張力呈接近常數狀況，所以僅採用適宜的鋼管就可取代地下礦井，無地下水之困擾，只要餵入的礦料大小管制，輸送管理得體，鋼管溜槽用個 15~20 年不成問題。
- (六) 若地表地形允許的安設數條高傾角帶運機系統以收降程，可取代礦井之設置，將高山礦料送至平地，此設施在亞泥集團大陸亞東水泥公司成都臥牛坪礦山投產中。

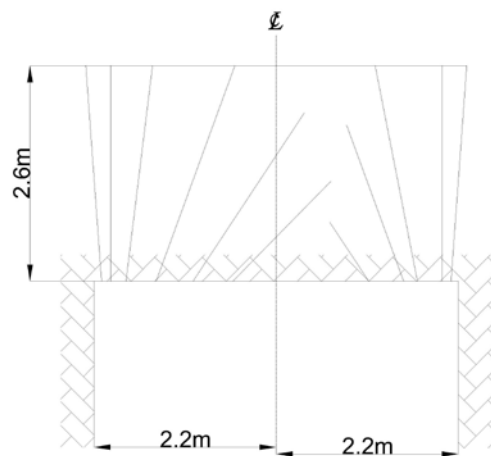


圖7 Fan-cut示意圖

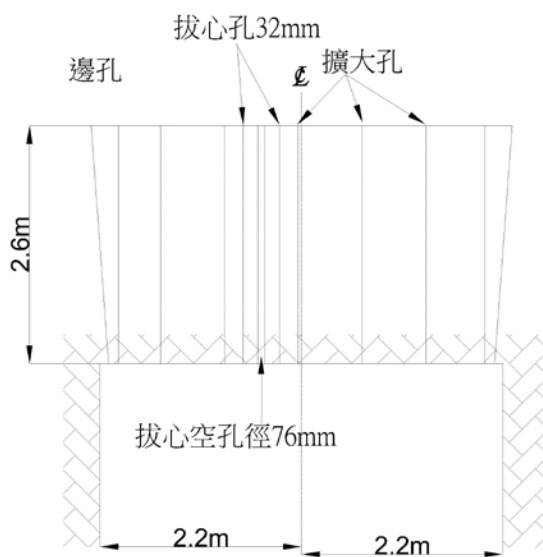


圖8 Parallel-cut示意圖

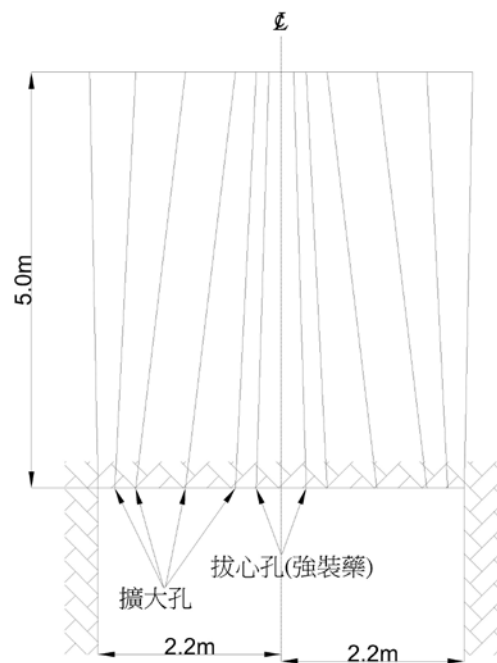


圖9 WP-cut示意圖

*

國立臺北科技大學材料及資源教育現況與展望

■ 唐自標*

臺北工專（現升格為台北科技大學）係於 1912 年，日治時代的台灣總督府為培養專業技術人才所創辦之工業講習所，日後易名為臺灣州立臺北工業學校（1919）、1937 年時增設採礦科、並於 1945 年光復後更名為台灣省立工業職業學校、再於 1948 年升格為台灣省立臺北工業專科學校，正式進入臺北工專時期。

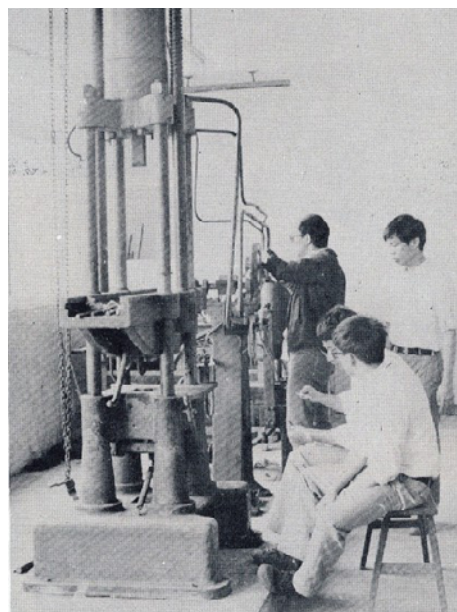
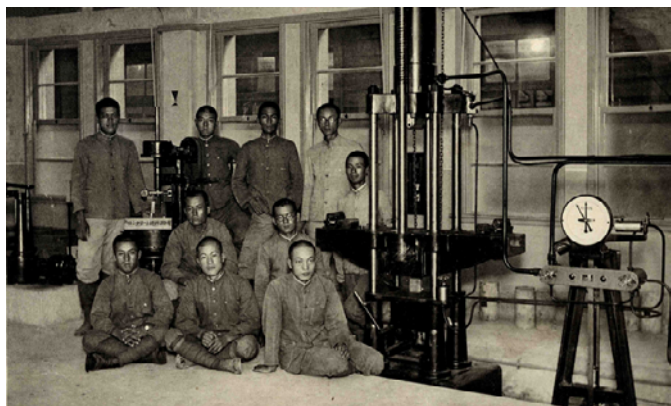
礦冶工程科五專部係成立於 1949 年分冶金組及採礦組。本科與 1953 年台灣省立工學院（現成功大學）所成立的礦冶工程學系，成為台灣高等礦冶教育之先驅。1954 年礦冶科首屆畢業生。1967 年成立日夜間部三專採礦組。1981 年省立臺北工專升格為國立臺北工專，1988 年礦冶工程科更名為材料及資源工程科，1994 國立臺北工專升格為國立臺北技術學院材料及資源工程系，1997 年升格為國立臺北科技大學材料及資源工程系，於 1998 年五專部正式停招，成立材料及資源工程研究所招收碩士生。2000 年參與工程科技研究所博士班材料及資源組招生。2001 年工程學院設立工程科技研究所博士班，設有材料組及資源組。2003 年成立奈米光電磁材料技術研發中心。2004 年成立甘比亞石油專班四年制，此乃國內首創。2006 年研究所改名為材料科學與工程研究所，並成立資源工程研究所，形成一系兩所；博士班於工程科技研究所博士班，分材料科學與工程組與資源工程組招生。2007 年成立土石及礦產資源研究中心。2009 年獲准設立材料科學與工程研究所博士班，資源工程研究所仍參與工程科技研究所博士班資源組招生。

本科系自創立以來畢業生已達五千名以上，早期因國內礦冶領域人才稀少，且台灣在原料上游產業方興未艾，許多校友在業界都頗負盛名、各據一方；1980 年代因台灣電子工業崛起，礦冶工程一度沒落，但隨著 1988 年礦冶科更名為材料及資源工程科，就業前景再度看好，鹹魚翻生、畢業人才供不應求，一直是國內傳統產業、高科技光電產業十分受歡迎的人才來源。

帶給系友最深的學習印象，應當莫過於所有礦冶人與材資人須要用的試驗設備。由於工專時期，畢業學分數高達 200 學分以上、甚至達 250 學分，幾乎每天課程均為 8 小

1 國立臺北科技大學材料及資源工程系兼任教授、前主任

時滿堂，其中可以讓同學喘口氣的機會，莫過於一次二到三小時的實習課程；也因為每學期至少一種實習課程，使得工專畢業生各個具備動手與實務操作的能力，也培養了與同儕齊心協力的團隊默契，成為工業界不可欠缺的精實大軍。其中，材料機械性質試驗一向為本科系的重要實習課程，是系友們接觸大型試驗設備的第一次經驗。日治時期本校購入了「引張試驗機」（如下圖即現代之拉伸試驗機前身（現設置於北科大宏裕大樓一樓）），該設備由日本的東京衡機製造所株式會社於昭和 14 年（1939 年）製造，此項設備購入時係由土木科使用，1955 年後轉由礦冶科使用。此一設備之使用除了教學用途，礦冶科一度為國內僅有對外接受金屬材料測試服務的公證單位，更幫助過無數工程業界；在台灣積極建設的過程中，拉斷無數鋼筋，一路到 1980 年代初期，本系自日本島津公司購入新的設備之後，這部設備才功成身退。這部拉伸試驗機從本科系草創開始，見證了逾六十年的歷史，相信是許多礦冶系友心中一段記憶猶新的學習過程。

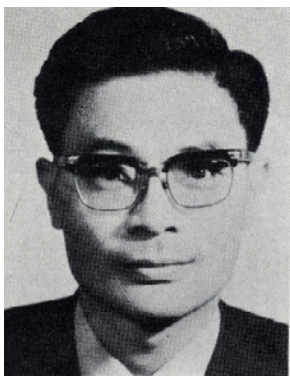


日本東京衡機製造所株式會社於1939年製造的引張試驗機（攝於1940,1979）
（現設置於北科大宏裕大樓一樓）

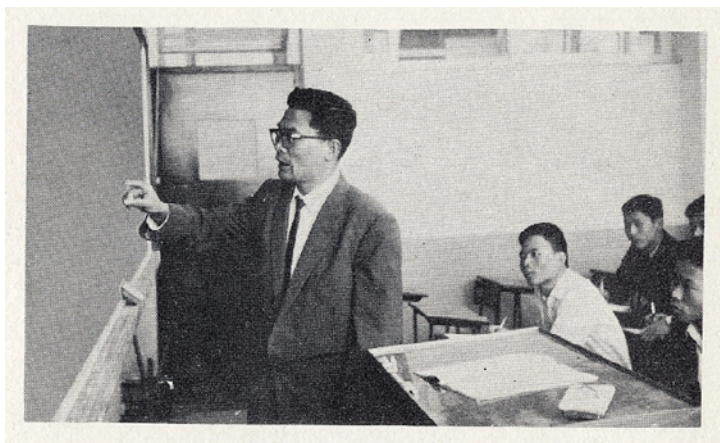
一、系友耳熟能詳可敬的師長

這個科系有許多令人懷念的身影，我們對共同的師長心懷感念，從工專時代開始他們的教職生涯，直到 20 世紀末才陸續退休，教過所有的北工礦冶人、是所有工專礦冶生共有的印象，系上現役的許多教師，亦是前人所教導過的系友，繼續承襲北工礦冶的精神，發揚光大北科大材料及資源工程系。

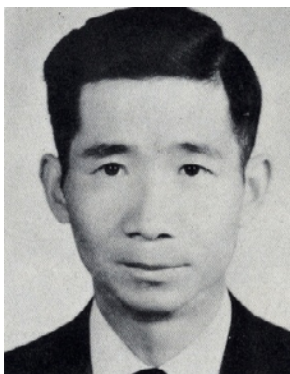
林安熙教授：1953 年時任講師，1957 年升任副教授、1959 年升任教授，卒於 2010 年。林教授的相圖教學領進無數北工礦冶人，其冶金計算更是一絕，上課風趣靈活。林教授擅長桌球運動，包括年輕學子都不是他的對手；林教授可以不看點名單，由面孔背出號碼與姓名點名，所以學生不敢翹他的課，為他折服。



林安熙教授



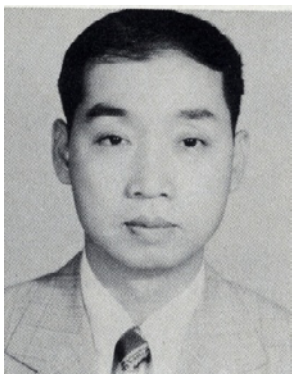
王名增教授：1953 年時任講師，1958 年升任副教授，1964 年升任教授，目前旅居美國。王教授的圖學課為專科一、二年級的必修科目。目前材資館所在的五樓教師研究室，早期正是圖學課程的教室。不時眯著眼睛，帶著笑臉講課，是王教授的招牌；在挑戰三度空間思考的圖學課中，同學貼著窗戶抄圖、描圖，是許多礦冶人十分逗趣的少年回憶。王教授亦有教授測量學，帶學生校園測量。



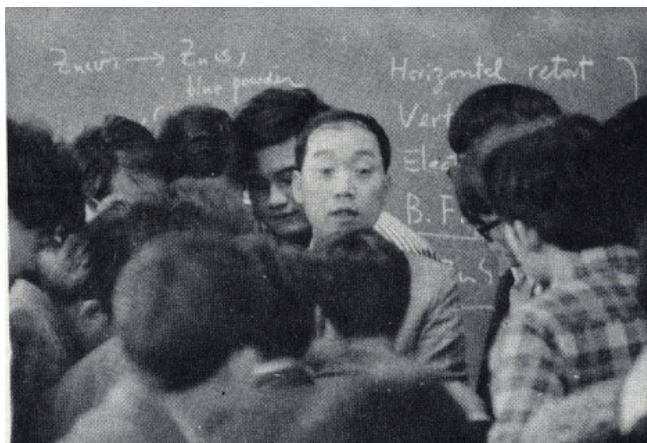
王名增教授



吳裕慶教授：1957年畢業自臺北工專礦冶科（第4屆），於1962年負笈日本東京大學，1968年取得冶金工學博士後，1969年返回母校服務擔任副教授，為國內第一位冶金博士，1970年兼任礦冶科科主任，復於1972年升任教授。1970年代中國鋼鐵公司設立之初，以吳教授的鋼鐵冶金學授課開端為全國首屈一指，工專礦冶畢業生成為當年中鋼公司的主要人力來源之一，並在台灣大學兼課，許多台大畢業生也都是吳教授的學生！對台灣金屬產業之人才培育具有重大貢獻。吳博士於1970年起接任臺北工專礦冶科主任至1977年，成為本科系第一位系友擔任系主任，其後復於1983接任主任至1989年，是許多礦冶人心中永遠的系主任，並於2002年起榮膺本校榮譽教授，同時擔任校友會主委、材資系教育基金會董事長，長期以來一直是聯繫本校校友、系友的重要靈魂人物。



吳裕慶教授

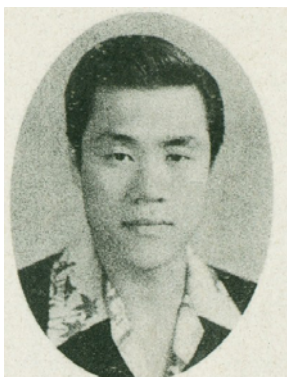


余煥騰教授



余煥騰教授：1955年畢業自臺北工專礦冶科（第2屆），1966年日本國立岩手大學工學院金屬工學系碩士畢業，1968年日本東京都大學博士。經歷：行政院石門水庫建設委員會助理工程師，經濟部金屬工業研究所，經濟部工業局。1973年返回母校服務擔任副教授，1979年升任教授。一直以來擔任三專導師不遺餘力，以其經濟部產學經驗對台灣金屬熱處理、機械加工等產業輔導及人才培育具有重大貢獻。

王金鼎教授：1954年畢業自臺北工專礦冶科（第1屆），1966年美國維琴尼亞州立維琴尼亞理工學院礦冶系碩士畢業，1956年度特種考試甲種技術人員礦冶組及格。經歷：1955年經濟部煤礦探勘處探勘訓練工務員，1957年經濟部中國煤礦開發股份有限公司助理工程師，1966年美國愛慕工業化學公司選礦工程師，1968年經濟部聯合礦業研究所副主任。1969年返回母校服務擔任副教授，1974年升任教授。1977年接任臺北工專礦冶科主任至1983年，以其產學經驗對台灣礦場採礦選礦等實務產業輔導及人才培育具有重大貢獻。



王金鼎教授



歷屆科系主任

- ◆ 礦冶科時期歷屆科主任 1949年8月至1952年7月陳培泉教授，1952年8月至1954年7月吳君確教授，1954年8月至1955年7月施家福教授，1955年8月至1956年7月汪申教授，1956年8月至1964年7月錢卓儒教授，1964年8月至1970年7月周聞經教授，1970年8月至1977年7月吳裕慶教授，1977年8月至1983年7月王金鼎教授，1983年8月至1988年7月吳裕慶教授。

- ◆ 材料及資源科時期歷屆科主任 1988 年 8 月至 1990 年 7 月吳裕慶教授，1990 年 8 月至 1993 年 7 月薛文景副教授，1993 年 8 月至 1994 年 7 月翁祖炘教授。
- ◆ 材料及資源工程系時期歷屆系主任 1994 年改制為國立台北技術學院，更名為材料及資源工程系 1994 年 8 月至 1997 年 7 月翁祖炘教授。1997 年改制為國立台北科技大學，五專部停止招生。1997 年 8 月至 1999 年 7 月翁祖炘教授，1999 年 8 月至 2002 年 7 月王玉瑞副教授，2002 年 8 月至 2007 年 12 月王錫福教授，2007 年 12 月至 2011 年 1 月徐永富教授，2011 年 2 月至 2016 年 1 月唐自標教授，2016 年 2 月迄今陳貞光教授。

二、組織架構

目前為一系、二所、二中心

1. 材料及資源工程系計有大學部四技（材料、資源兩組）。
2. 材料科學與工程研究所碩士班、博士班，與進修部碩士在職專班。
3. 資源工程研究所碩士班、工程科技研究所資源工程組博士班與進修部碩士在職專班。
4. 奈米光電磁材料技術研發中心：

整合本校師資專長及設備等資源，協助產業界研究開發微米至奈米之光、電、磁材料及新製程，提供人才培育及員工教育訓練，促進產學界合作，提升產業界之競爭力。同時培養學生發揮創意與了解產業技術發展脈動，厚植產學研究能量，以提升學校實務教學及研究成果。研發主軸為（1）新材料、新製程的開發（2）奈米材料製造及應用（3）元件之多層化與積體化之開發（4）材料光電磁現象於生醫之應用開發（5）材料物理、化學性質之量測及機制建立。

5. 土石及礦產資源研究中心：

推動前瞻性、整體性之土石礦產資源之管理、規劃及應用方案，強化土石及礦產資源之多元化供應政策、促進資源永續利用、提昇決策效率與品質、在兼顧環境保育、土地保育前提下增進整體土石及礦產資源之有效利用及國家經濟之持續發展。土資研究中心將特別著重探討土石及礦產資源之多元化供需「管理」、「保育」及有效規劃及開發之現代化觀念，發展有效實用的管理體系，以協助政府達成土石及礦產資源永續經營目的。

三、專業師資

系有專任教師 28 人，其中教授 11 人、副教授 11 人、助理教授 2 人、講師 3 人及助教 1 人，每位教師均具豐富之教學與實務經驗，其中具有博士學位的有 24 人。本系基於教學需求，另兼聘教師 12 人，均為產業界學有專精的人才，輔助本系教學。另外有技士 2 人，行政職員 1 人，工友 1 人，共同組織一堅強的教學研發團隊。

四、研究設備及實驗室

系之教學研究設備逐年添購更新，目前在分析量測設備方面主要有 XRD、FE-SEM、FE-TEM、MTS、ICP、VSM、Ramon、DTA/TGA/DSC、Dilatometer、UV/Visible Spectrometer、PL Spectrometer、AFM、FTIR 等；在製程設備方面主要包括真空燒結爐、玻璃熔煉爐、噴霧造粒機、熱壓燒結爐、VAM 及 VIM、高真空薄膜蒸鍍系統、陶瓷射出成型機、刮帶成型機等。本系之基本研究設備相當完整，同時也開設相關專業課程以使本系學生能具備專業知識與操作實務經驗。

系主要研究發展實驗室包括：X 光繞射實驗室，掃描式電子顯微鏡實驗室，穿透式電子顯微鏡實驗室，儀器分析實驗室，生物醫學材料實驗室，奈米生醫材料實驗室，粉末冶金實驗室，光電顯示材料實驗室，電子薄膜實驗室，固態電子元件實驗室，奈米光電磁材料技術研發中心，資源處理實驗室，綠色資源利用實驗室，粉體實驗室，礦物岩石標本室，岩礦實驗室，分離與純化實驗室，專業軟體實驗室，岩石力學實驗室，測量儀器室，晶體合成實驗室，工程地質與空間資訊實驗室。

五、學 生

大學部四年制 495 人，研究生 158，師生比約 18.3，含研究生則為 21.9。在職生平均每年職材料所 6-8 人、職資源所 4-6 人。休學、退學比例為 2.83%（101 年），自 95 年起實施期中預警制度一直執行至今均可有效遏止退學比例。

入學申請

大學部：材料組 - 聯合登記分發（10/45）推薦甄選（15/45）申請入學（20/45）。資源組 - 聯合登記分發（10/45）推薦甄選（13/45）申請入學（20/45）體優甄試（2/45）。

材料科學與工程研究所：推薦甄試（27/48 書審 + 面試）與一般入學考試（21/48）。
必考科目：普通熱力學；選考科目：材料科學與工程導論、物理冶金擇一。

資源工程研究所：推薦甄試（17/32 書審 + 面試）與一般入學考試（15/32）分兩組：
資源處理及材料製成組領域（甲組）- 必考科目：普通熱力學；選考科目：材料科學與工程導論、環境工程概論擇一。資源開發及地質工程領域（乙組）- 工程地質與土壤力學。

在職專班：一般入學考試材料科學與工程研究所（9/9 書審 + 面試）資源工程研究所（8/8 書審 + 面試）

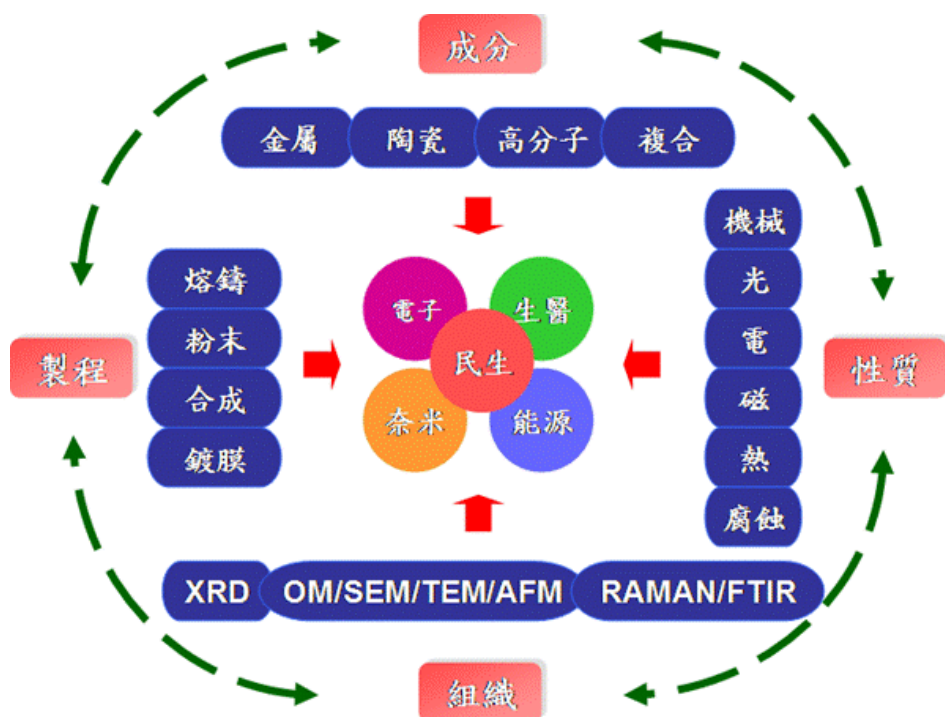
博士班：材料科學與工程研究所一般入學考試（5/8 書審 + 面試）逕讀 3 名。工程科技研究所博士班資源組一般入學考試（3/5 書審 + 面試）逕讀 2 名。

暑期材資營 2014 年成立，目的由系上專業課程與活動的相互搭配，讓學員能夠初步認識「材料」及「資源」如何和生活緊密的結合，並且在活動中學習互助與責任心，建立良好的團隊精神，寓教於樂。主要課程：材料科學導論、學涯講座、金屬冶金及陶瓷、普通地質學、地質野外實習、資源工程導論、寶石學。

六、材料組及資源組介紹

全國唯一將材料科學與資源工程整合的學術單位，配合現代材料科技與資源永續發展，提供材料生命週期所需之專業知識與人文素養，由資源之開發、處理、應用、再生，以至於材料製程、組織、性質、性能與應用等專業實務科技，使學生得以進入科技或學術領域發展。課程採材料與資源兩組分組教學，師資與各項教學研究設備互相支援，研究方向彼此整合，以強化學生學習的深度，並構建出其視野的廣度及專業技術的發展與競爭能力。以下針對材料及資源兩組之發展特色分別進行說明。

（一）材料組之發展及研究重點在於培育材料工程之專業技術人才，使能擔負材料之製造、設計、處理、加工、品質管制及檢驗等任務。主要教學及研究方向在金屬、陶瓷及其複合材料之組成、微觀組織、製程及性質間之相互關係，材料之性能與應用，以及材料之防蝕與保固研究，研究之材料依功能性主要可以分為電子、奈米、生醫、能源、民生材料為主（如下圖）。



國立台北科技大學材料及資源工程系材料組發展特色

其詳細內容包括：

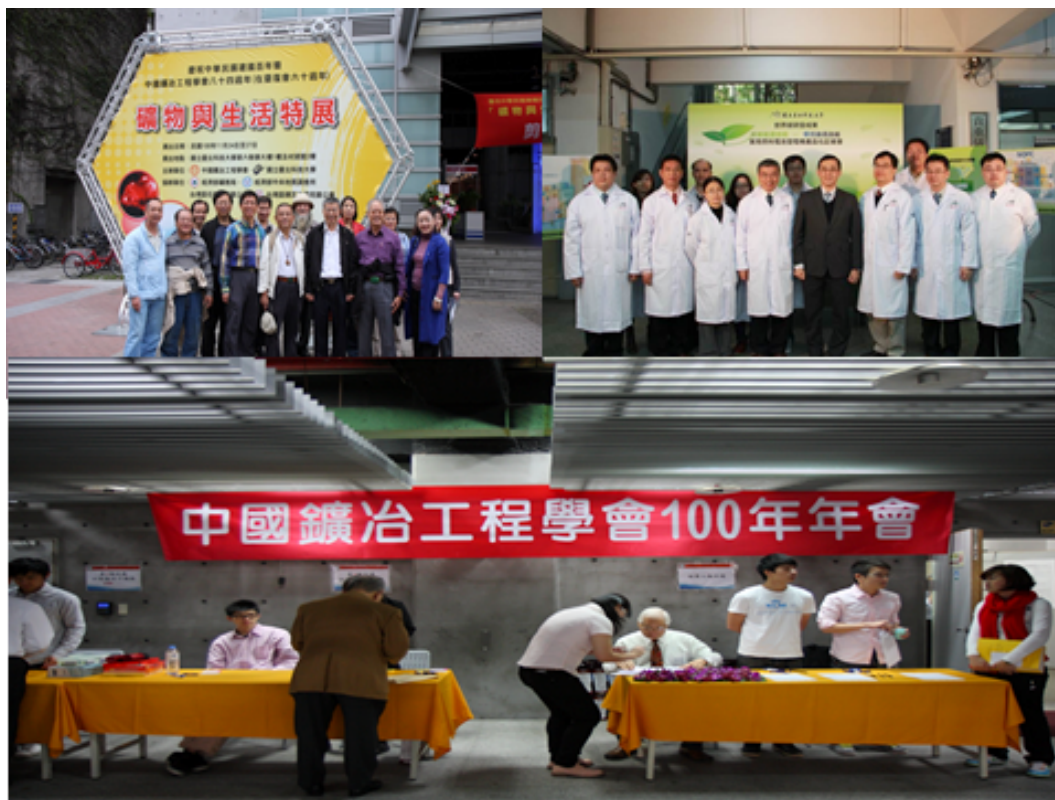
1. 電子材料：包括發光材料合成與應用、光觸媒材料合成與應用、光學陶瓷薄膜之製造、高頻表面聲波濾波器開發、高介電薄膜製程開發、磁性陶瓷材料配方開發。電子陶瓷材料：包括被動元件材料配方及製程開發，通訊用低溫共燒陶瓷材料與 RF 元件之設計及製作，非收縮型 LTCC 材料製程開發，及 High Q、High K 低溫介電陶瓷材料開發等。

2. 奈米材料：設立奈米科技學程，發展包括具備光、電、磁功能奈米粉體之製備技術研發、粉體分散與分級技術研發、粉體粒面修飾/臉譜技術研發、晶粒成長行為調控配方、奈米材料結構及性能之分析測試等。奈米微粉末之應用以增加高分子材料之抗紫外線、吸收遠紅外線、抗菌消臭、導電及抗靜電或電磁等特殊機能。

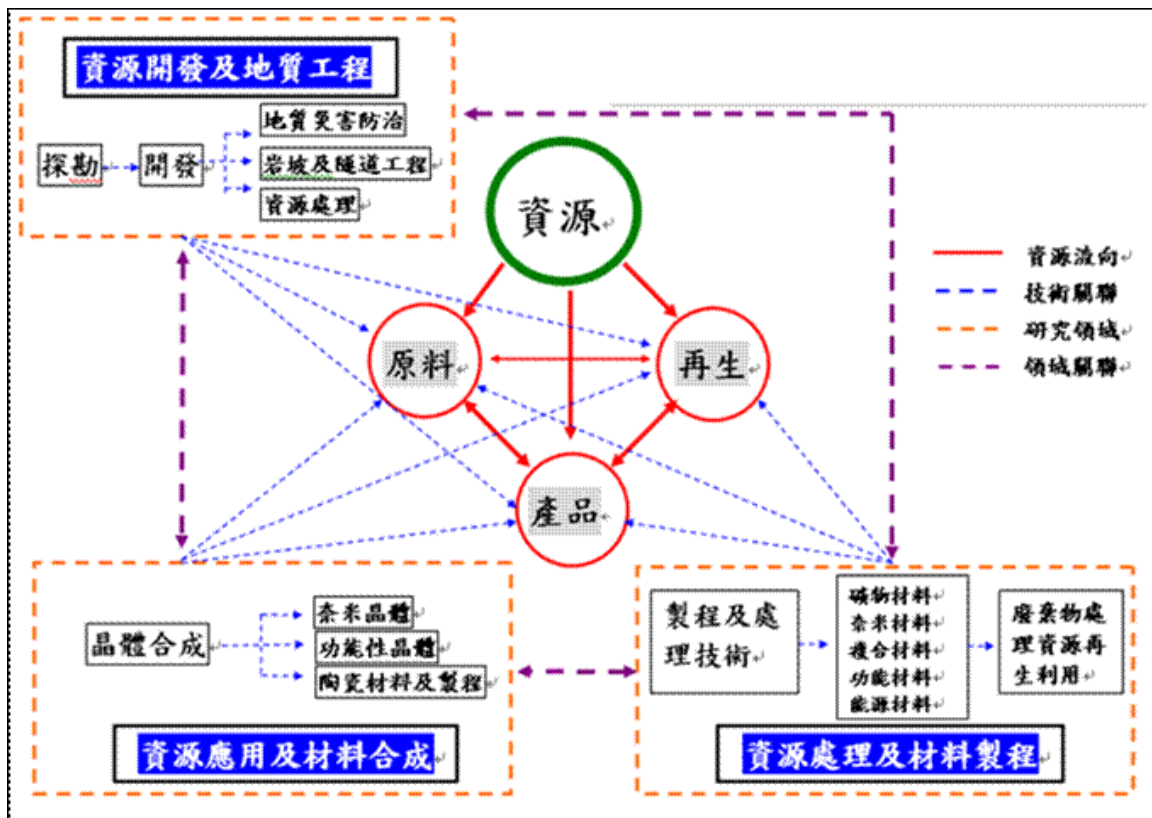
3. 生醫材料：包括奈米級生醫材料於組織工程及藥物傳遞與釋放領域之應用研究、生醫金屬材料之表面改質與生物親合性研究、生醫陶瓷與金屬複合材料於牙科骨科植體之應用研究、材料表面奈米化改質之抗菌性與應用研究。

4. 能源材料：配合工程學院發展重點，成立發展太陽光電科技學程。發展的方向包括太陽能電池的材料研發及系統整合、固態氧化物燃料電池的研發、光電元件（如感測器）、磁流體發電機材料、固態電解質、光觸媒材料合成與應用、複合多層膜材料之製備及應用等。

5. 民生材料：包括傳統金屬材料及其複合材料之製造、加工、熱處理及性質等創新製程與應用領域之開發；其中包括：鑄鐵、鑄鋁、鑄鋼、陶金複合材料、熱均壓與粉末冶金製程高緻密度材料、高溫合金、超合金及非晶質金屬等材料與其製程之研發，銅系、鎳鈦系形狀記憶合金之特性研究，及以上材料微結構與性質關係之探討。



（二）資源組之主要研究及教學方向為資源開發及地質工程、資源應用及材料合成、以及資源處理及材料製程等三大專長領域（如下圖）。基於研究方向之專精，本系已積極整合各個領域專長之教師，組織資源及再生利用研究群。以實用技術研發為重心，並以實務性及應用性為導向，竭力爭取相關研究計劃。



國立台北科技大學材料及資源工程系資源組特色發展

研究與發展重點列舉並分述如下：

1. 資源開發及地質工程：本領域研究與發展重點包括：工程地質與大地工程之應用、地理資訊系統（GIS）與全球定位系統（GPS）應用於二次資源流向之監控技術、地理資訊系統（GIS）與全球定位系統（GPS）應用於二次資源處理地點之選址技術、礦山技術於污染場址整治之應用、廢棄礦山作為最終處置場之可行性評估技術、廢棄物最終處置場之資源探勘技術、各種工程地質調查與大地工程之試驗。所包含技術有工程地質調查、地質鑽探與岩心判釋、地下水調查與模擬、滑動層調查、岩石力學試驗與岩體破壞理論、邊坡穩定分析以及工程地質與大地工程整治規劃等。根據內政部之統計，台灣地區天然災害發生數目自民國六十一年至九十年間成長了一倍之多，各種天災之損失迭創新記錄，另由行政院國科會的統計，台灣地區於民國五十年至七十六年間，因颱風、

豪雨所造成的災害損失總計高達新台幣二千五百億元，平均每年將近一百億元。此些災害發生的驅動力雖然多與自然力量有關，但由於人類對自然環境的不了解或甚至直接由人為因素所造成的也經常是災害發生的主要因素。因此在地狹人稠卻又地質災害危機四伏的台灣，如何避免或降低地質災害損失，應是當前重要的課題。本系所的災害地質與環境地質研究重點即在以上之前提下，是由了解地質災害的發生機制出發，進而建立臺灣地區環境地質之基本資料並發展一套可信的地質災害發生預測方法，作為國土規畫之參考。

2. 資源應用及材料合成：本領域之發展重點及特色包括：工業礦物之粉碎研磨及奈米化、純化，石材加工、表面處理及奈米化，微米與奈米級陶瓷與金屬粉體之合成、分散、流變性質及應用研究。



3. 資源再生處理及材料製程：由於資源及再生技術近年來已受到世界各國之重視，並體認到資源枯竭與環境污染之嚴重性，因此提出資源再生對策。從廢棄物中將有用的資源加以回收利用，供為原料再生，如此不但可減少蘊藏資源之開採量，節省能源耗費，更可使廢棄物產生量減少，實為一體多面之解決良策。所以資源工程實為目前台灣急需發展之重要科技，也是獲得更豐富的生活物資與更完善的生活環境所必需建立的技術。本領域研究與發展重點包括資源回收、再生與利用，資源再生系統模擬、設計與自動化，資源再生與利用之整體性經濟評估，回收處理技術例如吸附、分散、凝聚、發泡、乳化、離子交換等表面處理技術，冶煉與精煉回收製程如材料回收之火法及濕法製程及製程反應中之熱力學、動力學與輸送現象之研究，回收材料加工技術如再生之貴金屬、鋼鐵材料、非鐵材料加工與應用。

七、就業機會與發展

材料及資源工程系畢業生就業市場多元化，有許多進修及工作機會可供選擇，畢業校友返校進修亦不勝枚舉，因此學生就業管道暢通，發展前景看好。茲列舉畢業學生可投入之研究所升學及職場就業管道。

研究所

台大、清大、交大、成大……等

工作職場

產業界

如被動元件、平面顯示器、半導體元件、電子周邊、生物科技、金屬工業、環境工顧問公司、大地工程顧問公司、環保公司、地理資訊公司、水泥公司、石材公司、礦業公司、化工公司、資源處理公司、資源再生廠、陶瓷廠及國營企業…等。

政府機關

環保署、中央造幣廠、中央地質調查所、經濟部礦務局、經濟部標準檢驗局、經濟部技術處、經濟部工業局、各縣市環保局…等。

研發單位

國內外各公私立大學材料科系所教職及專案研究人員。工業技術研究院材料與資源相關研究所、核能研究所、財團法人金屬工業發展中心、中研院、財團法人石材暨資源產業研究發展中心、國研院國家地震工程研究中心、國家同步輻射研究中心…等。

八、學術研究成果

- (一) 臺北科大材料及資源工程系教授臺北科大副校長、研發團隊計畫主持人王錫福，研發出家用燃料電池可以產品化，代表臺灣已經擁有世界先進技術，從原料、製程到組裝，可以完全本土自製，未來推行上市，還能銷往國外，是極具潛力的新興產業。臺北科大推出的家用燃料電池，類型屬於眾多燃料電池中的「固態氧化物」燃料電池（簡稱 SOFC），美國、澳洲、日本等少數幾個先進國家，都已開始推動家戶安裝。臺北科大使用的 SOFC 工作溫度屬於中溫型，相較於其他國家正推動的高溫型 SOFC 來說，因為不需要耐高溫的特殊材料，在材料的選擇上範圍更廣，大大降低成本及提高壽命。臺北科大已成功將家用燃料電池發電機產品化，未來推行上市，只要接上天然氣管線即可發電，還會產生熱水供應洗澡及飲用水，無噪音及其他污染，可望成為家戶環保低碳生活新選擇。
- (二) 臺北科大材料及資源工程系及北醫研發團隊，發表「生醫陶瓷植牙體」產品化成果，離正式上市之日指日可待。該產品已於去年技轉成功，極受國內植牙體製造廠商重視，不久後將可以量產，讓國人走在全球醫美時代的潮流尖端。該計畫取得經濟部學界科專專案辦公室的支持，由身為臺北聯合大學系統的兩個學校－北醫團隊對人體牙齒的醫美專業，北科團隊在陶瓷植牙體材料上的研發製程，經過 2 年的研發合作，並在台大獸醫學院教授郭宗甫協助下，成功通過生物相容性、動物實驗及臨床植牙醫師認可，成功推出產品化的成果。新研製的陶瓷配方，強度及韌性更高，在製程上容易，可大幅縮短製程、加快量化生產過程，上市後成本更可逐漸降低。
- (三) 臺北科大材料及資源工程系陳貞光教授，跨校院所之整合型研發案科技部專題研究計畫「雷射積層熔融製造生醫用鈦合金組件之研究」，研究團隊成員包含本系教授吳明偉、聯合大學林惠娟教授、明志科大吳鉉忠教授、中興大學林淑萍教授、臺北醫學大學江長蓉教授。
- (四) 臺北科大材料及資源工程系邱德威副教授與北京科技大學跨校院所之整合型研發案學術合作專題研究計畫「口腔純鈦種植體表面鹼性納米層的構建與性能評價」，研究團隊成員包含本系教授、北京科技大學教授。

- (五) 臺北科大材料及資源工程系鄭大偉教授企業產學研究計畫「開發蛇紋石多元工業化材料之應用研究」研究團隊成員包含本系張裕熙副教授。
- (六) 臺北科大材料及資源工程系蔡子萱副教授果科會專題研究計畫「綠色矽晶圓切割製程與材料研究」研究團隊成員包含本系鄭大偉教授及張裕熙副教授。
- (七) 臺北科大材料及資源工程系柯明賢副教授企業產學研究計畫「煉鋼爐石於工程材料之應用研究」研究團隊成員包含本系陳志恆副教授。
- (八) 臺北科大材料及資源工程系丁原智副教授企業產學研究計畫「營建工程剩餘土方資源回收處理與資訊交流及總量管制計畫」本系教授為研究團隊成員。
- (九) 臺北科大材料及資源工程系王泰典教授企業產學研究計畫「國道長隧道維護管理系統--隧道襯砌潛在破壞模式研究」及「莫拉克颱風受災區域之地質災害判釋與調查(大安溪流域)」研究團隊成員包含本系教授及台灣大學教授。



風
雲
際
會



中鋼鋁業

以踏實、創新、成長、共榮的精神
提供客戶最完善的服務，善盡社會責任

產品範例



電池鋁箔



3C機殼



罐材



廠房



船板



車體

主要產品

- 鋁板、鋁捲、鋁片
- 鋁箔、散熱片
- 塗漆鋁捲(片)
- 防蝕鋁陽極錠
 - 鋅合金錠
 - 鋁合金錠



產品特色

高性價比、使用者安心、實踐綠色生活



CSALUMINIUM 中鋼鋁業股份有限公司
C.S. ALUMINIUM CORPORATION

地址：高雄市小港區81260東林路17號
電話：+886-7-8718666 傳真：+886-7-8721852
免付費服務熱線：0800-742-168
公司網址：www.csalu.com.tw



余光華先生

（本會理事長：民91～92年）

余光華先生，湖北人，民國29年5月20日生，國立成功大學礦冶工程系畢業。

先生於民國54年投身公營生產事業，因表現優異，由基層逐步擢升至董事長，難能可貴。其經歷由台鋁公司之值班工程師、主管工程師、資深工程師、課長、主任、副廠長、廠長至副總經理，其間提昇煉鋁技術為全球第一，揚威國際，並於民國74年協助我國第一枚自製「天弓飛彈」順利發射，強化我國國防戰力；嗣轉任經濟部專業人員研究中心主任；台塩公司總經理、董事長；台肥公司董事長等職，帶領台塩公司朝生物科技、海水化學及資訊科技發展，成功轉型為我國企業典範，八十九年台塩公司榮獲本會最高榮譽之「技術獎章」；轉任台肥公司董事長，繼續開發肥料新產品及投資生技事業，使公司業務蓬勃發展，提昇競爭力，富裕民生，對國家經濟發展，貢獻卓著；九十二年十月底榮退。

在學界方面，先生曾在明新工專、南亞工專、高雄工專兼任副教授；現任成功大學管理學院兼任教授及崑山科技大學企業管理研究所教授，作育英才，桃李滿天下。

先生一向熱心公益活動，曾獲選為成功大學材料系系友會及台南校友會理事長；中國工業工程學會理事長；中國機械工程學會理事長、榮譽理事長；現任中華民國企業經理協會及中華民國管理科學學會理事；經濟部產業合作推動委員會委員，教育部公費留學委員會委員；國科學會教授傑出研究獎評選委會；中華民國大學評鑑中心企管類評鑑委員兼召集人。先生歷任本會理事、常務理事、常務監事；民國91～92年擔任本會理事長，致力革新會務，推動各項學術活動，成果輝煌，懋績斐然。

先生因傑出領導才能，屢獲獎項無數，其重要者有：中華民國傑出企劃經理獎；李國鼎管理獎章；中華民國傑出經理金鑽獎、金鋒獎；中國機械工程學會工程獎章；中國工業工程學會工程獎章及台塩公司終身成就獎等；現更膺選為中國機械工程學會「會士」與中國工業工程學會「會士」等最高榮譽，實至名歸，咸為我礦冶人莫大榮耀！✱



蘇福欽 先生

（本會理事長：民95～96年）

蘇福欽先生，台灣雲林縣人，民國31年10月4日生，國立成功大學物理系畢業、國立中央大學地球物理研究所碩士、美國科羅拉多工礦大學地球物理學博士。民國57年8月至96年10月在中油公司服務近40年，歷任台灣油礦探勘處地球物理師，台灣油礦探勘總處地熱電探隊隊長、組長，海域及海外石油探勘處物探資料處理組副組長、組長，以及升格為海探處物探資料處理中心首任主任，總公司副總地質師、礦務處副處長，台探總處副總處長、總處長，探採事業部首任執行長，中油高級顧問。自中油公司退休後，曾任國光石化科技公司副總經理，並先後在文化大學、中央大學兼任副教授。曾膺任本會理事長、中國地球物理學會理事長、本會石油委員會主任委員、中華民國海洋及水下技術協會理事、中國地質學會常務理事。民國73年榮獲經濟部暨所屬機構優良人員獎。民國68、81年二度榮獲本會年度論文獎。民國97年榮獲本會技術獎章。民國102年榮獲中華民國鑛業協進會第17屆鑛業服務獎章。現任經濟部能源局顧問、中華民國鑛業協進會理事、中油公司諮議委員。

蘇福欽先生任職中油公司期間有以下建樹：

1. 民國 65 年引進電探技術應用於地熱測勘，推動中油公司以電探勘定地熱井位，提高鑽探成功率。
2. 民國 70-82 年間建制中油自力處理地球物理探勘震測資料單位，並引進探勘資料管理、資料庫等系統，建置中油公司探採資料庫。
3. 民國 83 年 4 月參加行政院內政部「南海小組」南沙群島太平島考察團，登上太平島確認中油公司於民國 70 年 6 月所鑽太平島 1 號井位，強化我國在太平島行使主權之力證。
4. 民國 83 年起積極推動兩岸合作探油，與對岸 CNOOC 共同執行台灣海峽中線「台南盆地及潮汕凹陷物探協議及石油合約」，完成該海域之地球物理測勘及鑽井。
5. 民國 90-95 年主持中油公司探勘業務期間賡續推動國內陸上及海域油氣層探勘開發，民國 93 年發現官田新氣田。
6. 民國 95 年經由國際油層評估專業公司及自力評估，確認高雄外海 F 構造蘊藏可採天然氣約 60 億立方公尺，值得開發生產。
7. 主持中油探勘業務期間致力引進新觀念、新技術，改善探採作業流程，致力提升績效。民國 94 年國外探採績效首度突破至新台幣 40 億元，連同國內自產油氣績效，合計新台幣 58 億元。
8. 拓展工程地質服務，賡續地下水污染檢測及整治、溫泉井位勘定及鑽探、油氣管線鋪設及檢測等，利用鐵砧山氣田地下儲集層充當 LNG 儲氣窖等多角化經營。

✱



吳建國 先生

（本會理事長：民98～98年，
獎章委員會主任委員：民96
年）

吳建國先生，祖籍浙江，1950年出生於台北市。台北工專五年制礦冶科畢業，美國內布拉斯加州大學機械系博士。曾任國立台灣海洋大學校長、大同大學校長、金屬工業研究發展中心董事長及總統府科技諮詢委員。目前已退休，並擔任行政院政務顧問。

主要著作有國際 SCI 論文一百多篇；中美發明專利共 11 件。專長是高等教育管理、科技管理與材料工程。



朱秋龍 先生

（本會理事長：民99～102年；本會台灣SOFC產業促進委員會主任委員：民100年～）

朱秋龍先生，福建省永安縣人，民國37年出生於台中市。民國60年自淡江大學化學系畢業。於民國63年因緣際會下進入台灣保來得股份有限公司服務，也開始與粉末冶金展開了豐富又精彩的事業情緣。

從工程師的基層訓練開始至掌管全公司的經營，42年以上的完整經歷，對先生在企業的擴展上有了更好的助力。從開疆闢土時代的奠基工程，向國際揮軍與同業競爭到產業的提升上，先生無役不與，數十年如一日的孜孜不倦精神為公司也為台灣獲得多項殊榮。工作上的傑出表現，在民國91年獲日本總公司肯定並升任集團董事會成員。同時先後獲得中華民國粉體及粉末冶金協會的傑出貢獻獎、中國鑛冶工程學會的個人技術獎章、全國商業總會的優良商人獎、經濟部國家傑出經理獎、中國材料科學學會的材料科技傑出貢獻獎等。

由於對市場需求與走向洞察先機，公司產品不斷創新，從產量居世界先鋒的含油軸承零件到歐美廠商紛紛主動來台採購的汽車零件，一步一腳印擦亮了台灣在國際市場的能見度，近年更以粉末冶金的工藝進軍綠能產業，生產固態燃料電池零組件。這是粉末冶金界的一大突破。

先生在工作繁忙之餘也熱心於產業間的互動及公益活動的參與。先後擔任中華民國粉體及粉末冶金協會理事長，台灣區金屬製品冶製工業同業會理事，中國材料科學學會理事、國際扶輪3500地區總監。民國81年成為鑛冶工程學會的會員，進而於民國99年到102年擔任學會第55屆及56屆理事長一職。任內除了繼續推動兩岸在鑛業工程上的交流外，更成立SOFC產業聯盟，在能源議題上，多次向政府提出建言，促成國內相關產業的供應鏈更加緊密團結。

雖然卸下本學會理事長一職，仍不減先生為產業服務的職志，民國102年再次被選為中華民國粉體及粉末冶金協會理事長，有了過去20餘年兩岸在粉末冶金產業上的交流經驗，2017年4月將以身為亞洲粉末冶金協會的理事及會員，於台灣擴大舉辦兩年一次的國際型會議，使台灣乃至亞洲的粉末冶金產業能與世界接軌、相互激勵。



吳榮章 先生

(本會理事長：民103~104年)

吳榮章先生，台灣台南市新營區人，民國42年生，國立臺灣師大地球科學博士，曾赴英國及法國研究；專長微古生物學、地層學、石油地質學、地球科學及石油探勘，現任職台灣中油公司總經理特助，科技部政府科技發展計畫審議作業智庫委員，並兼任台大地質系副教授、成大地科所教授；經歷有探採研究所微古生物科學師、研究員、專案經理及研究計畫、整合型計畫主持人、石油基金大型研究計畫主持人、副所長、所長；探採事業部副執行長及執行長等；並曾任中華民國地質學會、石油學會及鑛冶學會多屆理事、監事及台灣碳捕存再利用協會理事等；並為中國鑛冶工程學會剛卸任之理事長；目前亦兼任兩個〈能源國家型主軸計畫〉的主題經理。

吳氏自民國七十年進入中油公司即致力微體化石、超微化石、古地理及古沉積環境研究；發展反剝法地質模型分析技術；研究地層埋藏史、沉積物遷移演化、三維古構造解析、整合發展測勘值模擬系統，應用於油氣探勘；引進並發展地質平衡剖面電腦分析技術，以協助麓山帶複雜構造探勘；並協助進行國內外油氣探勘生產，提高油氣採油率等，成就斐然，分別獲頒中國石油學會探採類個人最高榮譽「石油技術獎章」、中華民國鑛業協進會最高榮譽「鑛業服務金質獎章」，以及本會最高榮譽「技術獎章」。

吳氏平時除從事技術服務外並致力研究工作，研究論文曾獲行政院傑出研究獎、行政院研究發展甲等獎、經濟部研究發展優等獎、頭等獎及探採研究所優良研究獎等多項獎項；並積極推展國外礦區合作探勘研究，主持國外礦區評估，協助公司爭取有利開放投標礦區，降低投資風險，增加自有油氣蘊藏量以拓展獲利空間，對國家能源開發及經濟發展貢獻厥偉！

★

服務臺灣礦業界半世紀

■ 簡芳欽*

余於民國21年（西元1932）出生在桃園縣大溪鎮（今桃園市大溪區），民國43年於臺灣省立臺北工業專科學校礦冶工程科畢業後，接受預備軍官訓練班第3期，為期1年之軍事訓練，獲授陸軍兵工少尉，後陸續接受短期訓練晉升為兵工中尉。於民國44年9月到臺灣金屬礦業公司金瓜石礦場任工務員。民國47年11月調職臺灣工礦公司基隆鋼鐵廠西帽山礦場任助理工程師至民國52年3月。同年4月赴日本國立秋田大學礦山學部採礦學科進修，民國54年3月畢業返國，是年6月進入經濟部礦業司服務達23年，歷任薦任技士、薦任技正兼科長、簡任技正等職。至民國77年5月調任經濟部中央地質調查所副所長，民國83年2月接任所長。於民國83年12月獲日本早稻田大學授予工學博士學位。民國87年元月服務公職42年屆齡以簡任第13職等年功俸3級辦理退休，而後仍由經濟部暨中央地質調查所聘為顧問至民國90年，方始完成公職生涯。



簡芳欽先生

（本會總幹事：民74-78年；
秘書長：民79-80年）。

余服務公職42年之間，除在經濟部礦業司及中央地質調查所擔任職務外，並迭任行政院主計處工商普查委員會研究委員、統計標準分類評審委員會研究員，行政院中央防災會報專家諮詢委員會委員，行政院勞工委員會中華民國職業分類興修訂草案審查委員、考選部典試委員，財政部稅則修正工作小組研究員，經濟部國營事業委員會工業安全衛生專業小組委員，經濟部中央標準局國家標準起草委員會委員，國家標準審查委員會委員，水土保持及山坡地保有利用法規修訂小組委員，蓄水庫安全評估小組審議委員。中國鑛冶工程學會委員、總幹事／秘書長、理監事，中華民國鑛業協進會委員、主任委員、理監事、常務理監事，中國石油公司董事等學術機關團體重要職務，對於國內

* 本會前秘書長，經濟部中央地質調查所前所長

之礦業技術提昇及礦業行政改進貢獻所學，並獲多次記功及多項獎勵與獎座。余於公務及研究工作之餘，亦應聘於母校臺北工專及臺北科技大學材料與資源工程系任教，作育後輩學弟達 23 年。又曾任中國文化大學地理研究所碩士班研究生論文指導教授及國立臺灣大學及成功大學研究生碩士學位考試委員，以及臺北市留日秋田大學同學會會長等。此外並擔任「地質」和「臺灣鑛業」期刊主編、編輯委員，「鑛冶」、「臺煤」月刊、「中華民國經濟年鑑」編輯委員等，長期參與地礦雜誌之編輯工作。

余兼任教職之間編著有關礦業專書共 8 冊，並在國內學術刊物上發表有關礦業骨材資源研發及礦業管理等方面之論文專輯八十餘篇，從事於礦業學術之研究；尤其對於砂石資源之開發與利用方面之論著，多能洞悉先機，掌握臺灣工程建設的脈絡，頗受業界好評，論文又獲得日本早稻田大學頒授工學博士學位。

余早年參加臺灣金屬礦業公司金瓜石礦場、臺灣工礦公司西帽山礦場，主要從事金、銅、錳礦等金屬礦產之調查探勘開發工作，歷練成為一個採礦工程師；進入經濟部後專心於礦業行政管理，在礦業司任內致力國內金屬、非金屬礦產、土石之開發輔導，尤以致力於國內骨材資源之調查與研究成果頗為豐碩，故歷年來所發表之研究發展專題，均被評定為頭等，屢獲經濟部頒獎肯定。民國 62 年以服務成績優良賢勞卓著，當選為經濟部優秀員工，獲頒獎狀及獎金之殊榮。

民國 77 年，余奉派擔任中央地質調查所副所長，民國 78 年因提升國內礦業技術貢獻績效，獲臺北工專遴選為傑出校友接受表揚，民國 83 年接任所長，任職 10 年期間積極推動各項研究計畫，致力於人才培育，增添研究設備，提高研究水準，並加速地質調查研究，而獲致豐碩成果。除能按期出版地質調查所彙刊、特刊與「地質」期刊外，並陸續出版臺灣五萬分之一地質圖幅及說明書多幅，「臺灣地質」系列專書多冊，另舉辦



擔任中國鑛冶工程學會秘書長時代

臺北盆地地下地質與工程環境調查研究成果發表會，地下水文及水文地質，臺灣西南部地區地質等研討會多次，均出版論文集；其他重要工作尚有宜蘭平原、濁水溪沖積扇、屏東平原水文地質圖之編製，積極進行海砂調查研究，臺北盆地地下地質綜合研究，推展國土資源有關地質及活動斷層等調查研究著有勞績，民國85年獲行政院頒發一等服務獎章及獎狀，民國87年元月登錄於中華民國現代名人錄。



擔任中國鑛冶工程學會秘書長於年會上報告會務

民國87年元月，余服務公職42年屆齡退休，但為繼續貢獻所學乃退而不休，除在工業技術研究院兼任顧問，協助經濟部石油基金會油氣探勘計畫之審查工作外，亦在中華民國鑛業協進會協助會務之推動，並於經濟部標準檢驗局擔任國家標準之審查工作等。民國92年被薦任臺北科技大學材資系教育基金會第1屆常務董事兼學術及出版委員會召集人。

余於民國45年11月與同鄉李玉蟾小姐結婚，並育有1男1女，男兒留學美國維吉尼亞理工州立大學劇場藝術研究所，返國後現服務於國立臺北藝術大學擔任戲劇學院院長，女兒大學畢業後先後服務於礦務局、環保署，後退休；現有女孫兒1人擔任空姐，男孫兒2人均在求學中，妻在世時為日本池坊流插花教授。余現時獨自生活於新北市永和區。

回想余自臺北工專鑛冶科畢業至今七十餘年，初出社會10年於鑛廠實地學習探鑛、採鑛技術實務，其對日後從事鑛業行政工作幫助甚大，自再赴日大學進修回來是余一生之轉捩點，嗣後先從事鑛業之服務，後來又轉至地質界工作，退休後現仍在鑛業界繼續服務。余能全心致力於公務，在學術研究上能有些許成績，實有賴先妻玉蟾女士內助之功，是余一生之好伴侶，現仍時時感到很欣慰能有良妻為伴。

今年欣逢本會九十周年大慶，本會籌備會紀念刊組函囑撰寫自我介紹，本人忝為會員之一，謹略述個人在鑛業界之服務事蹟，以誌慶祝！

✱



林再遷 先生

(本會秘書長：民89年～；
出版委員會主任委員：民96
年～)

林再遷先生，台灣澎湖縣人，民國二十四年生，國立台北科技大學（前台北工專）礦冶科四十六年畢業。八十八年服兵役後歷任經濟部礦產測勘團助理工程師；經濟部礦業研究服務組技士；經濟部聯合礦業研究所工程師兼資料室副主任、正工程師兼秘書室主任；工業技術研究院能源與資源研究所正工程師兼行政室主任、行政組組長等職，於民國八十九年屆齡退休。

先生任職礦產測勘團曾在東部橫貫公路山里、陶塞及南勢等區探勘地質礦產；亦曾參予蘇花鐵路蘇澳至花蓮沿線礦產調查及南投水社大山石英礦探勘工作，成果豐碩，並有探勘報告出版。

先生自四十九年奉派接辦礦業行政業務，因任事負責，績效彰著，於民國六十年獲經濟部優秀員工表揚；任職工業技術研究院熱心公益，兼任該院員工消費合作社理事主席八年，爭取同仁福利不遺餘力，建樹頗多，八十六年榮獲前台灣省政府頒發合作社場務人員考績優等獎；同時擔任仁愛社社長，領導工研院及科學園區愛心同仁，長期關懷與照顧新竹竹東基督教世光教養院殘障院童及老人，備受社會人士所讚揚與肯定。

林氏熱心會務，積極參與各項學術活動；自65年至88年即應聘為本會副總幹事／副秘書長兼礦業委員會執行秘書；89年迄今擔任秘書長。八十九年奉派擔任

本會「會章研修小組」召集人，研修會章第十一條，將理事長任期由一年改為二年，不得連任；理、監事任期二年連選得連任，但連任人數不得超過三分之二。九十三年再度擔任會章研修小組召集人，改修會章第三章「會員」第六條：(1)刪除「學生會員」，學生入會即為「初級會員」；(2)增列資源、材料、資材科學或有關係所學歷入會資格；(3)名譽會員取消年齡限制；(4)贊助會員需年捐款累計達七十五萬元以上者；(5)會員升級除自行申請外，經員委員會自動提報，理事會審查合格，亦准升級之規定。

上述條文之修正，符合現狀及多數會員願望，實行以來，頗獲好評。

林氏應聘擔任本會秘書長自民國 89 年至 104 年已閱 15 載，為本會成立迄今榮任該職務最久者；林氏襄助八任理事長襄助會務，表現優異，致學會近六年均獲內政部頒發社會團體績優「甲等獎」。

先生自民國 96 年擔任年會出版委員會主任委員接辦〈鑛冶〉會刊總編已逾十載，傳承盧善棟先進建立之基礎及學術聲譽，戰戰兢兢，戮力以赴，維持鑛冶工程學術雜誌至高評價，難能可貴。

先生擔任本會與福建省礦業協會聯絡人，建立兩會學術交流，自民國 99 年至 103 年，連續在福建與台灣輪流合辦「海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會」五年，成果豐碩；嗣以兩會有鑑於「石油天然氣資源研討會」已召開五屆，應擴大範疇為「地質礦產資源」（含石油天然氣），經兩會同意，自民國 104 年起改為「海峽兩岸地質礦產資源學術研討會」，第一屆由我會主辦，在台北舉行，雙方提出精彩論文 28 篇，相互切磋，咸認收益良多，對增進兩會友誼及學術交流，頗多貢獻！

★



楊日昌 先生

(本會礦業委員會主任委員：
民77～82年)

學歷：

美國華盛頓大學機械工程博士

國立台灣大學機械工程學士

現職：

工業技術研究院特聘專家

經濟部顧問

行政院環保署顧問

國立交通大學榮譽教授

經歷：

香港應用科技研究院行政總裁

工業技術研究院副院長

奈米國家型科技計畫總主持人

工業技術研究院能源與資源研究所所長

行政院永續發展委員會專家委員

經濟部能源委員會委員

中國石油公司常務董事

★



陳顯章 先生

（本會會員委員會主任委員：
民81～86年）

陳顯章先生，民國二十三年十月二十三日生，台灣台南麻豆鎮人，國立政治大學公共行政研究所碩士，曾任職台灣省糧食局糧管處處長、科長、主任秘書、台灣省建設廳專門委員、台灣省礦務局副局長、民國七十八年七月升任局長、八十六年五月晉升台灣省建設廳副廳長、民國八十八年二月再調升代理廳長、八十八年七月精省後，改任經濟部參事兼中部辦公處主任，至八十九年初退休後，受聘為經濟部顧問。

本會為借重先生之管理長才，自民國八十一年時即敦請出任本會會員委員會主任委員，六年期間，令人推崇的是陳主委並不因為本身公務繁忙而對本會會務之推展稍有鬆懈，反而能適時結合其在礦業上之經驗，投注本會會務推動，全心全力地奉獻，績效顯著，其用心實令人感佩。

茲將先生六年間主要的事績摘要列述如次：

- 一、配合礦務局主管業務，每年利用暑假期間舉辦為期二週之「暑期大專礦業（資源工程）系學生講習會」，總計約有二百人次參加。這項活動使全國礦業相關科系之大專青年，能由實務上的體驗，去印證課堂上所學之知識，對台灣礦業現況有深一層之體認，對於培養礦業界之新血深具意義。
- 二、為期使本會不斷注入新血，不遺餘力地吸收新會員加入本會，六年間計吸收團體會員十單位、個人會員二五一人、學生會員六六九人。
- 三、每年配合年會舉辦廠礦參觀活動，使會員有機

會親臨台灣各地之廠礦實地參觀，瞭解台灣地區礦業開發之現況。

四、為連絡會員情感，達到以球會友目的，每年舉辦「礦冶盃」網球錦標賽，六年計有參賽會員五百五十餘人次。

先生除對本會上述貢獻外，尤值一提的乃是自其於民國七十八年接掌礦務局後，期間台灣地區礦業受到諸多衝擊，舉凡煤礦礦工轉業、資遣、開放大陸礦產品進口、及國人環保意識高漲等，均迫使礦業投資經營意願和理念受到嚴厲的考驗，惟幸在該局歷任局長奠定基礎上，先生深謀巨擘、悉心經營，雖歷經許多艱難考驗，均能領導所屬同舟共濟克服阻礙，擘劃台灣礦業多元化的發展，並針對因應台灣礦業及土石業之趨勢、以及顧及社會需求的變革，大力推展礦業及土石採取專業區的開發與加強管理，同時亦積極開拓各項新業務，多年下來對台灣礦業之永續經營及轉型發展，確有卓著的績效且成果豐碩，現謹擇其具體且影響深遠者略述如後，期能概窺其事績之一、二：

一、台灣煤炭供銷與事業經營績效：長久以來為配合執行台灣地區煤業政策，輔導良礦經營而辦理調節台煤產銷，並辦理煤礦礦工轉業及資遣補助，計輔導轉業礦工一萬四、四三二人次、資遣礦工一萬一、一八三人次、合計補助經費為二十八億九、〇五〇萬元，安定礦工生活及達成社會安定之責任，特別是台煤產量日漸萎縮、營運日趨困難，所幸在先生領導下謀求對策因應，方能克服萬難、苦心經營而獲得上級的肯定，績效考核連續八年獲評為甲等，實屬難能可貴。

二、台灣礦場安全監督績效：煤礦場安全向為社會大眾所關注，在陳局長主政期間，安全狀況績效卓著，災變發生次數及死亡人數，均大幅降低至個位數，民國八十三年十一月至八十九年底全面收礦止，均保持「零死亡災變」紀錄，由此可見近年先生領導全體礦場安全監督員，全心全力厲行嚴格監督檢查，並實施科學管理，及礦場相關人員之調訓等等努力，已收到具體佳績。

三、礦業專業區規劃與輔導設置：鑑於台灣東部地區蘊藏豐富礦產資源，為台灣礦業重心，為配合產業東移政策、合理開發東部礦產資源，並兼顧環境景觀、與水土保持，針對礦源集中及開發力高的地區，設和平、豐田、玉里、向陽、都蘭山、瑞

穗、萬榮、西林、高嶺等九個礦業專業區，逐年進行規劃開發，其中和平、豐田、向陽、瑞穗礦業專業區已完成規劃，玉里礦業專業區，由經濟部委託工研院能資所辦理完成規劃。

四、為順應時代趨勢，促進國家礦產、土石資源合理開發利用，並兼顧環保原則下，求取均衡開發，及加強監督管理執行上之需要，適時研訂新法令並修正不合時宜之法令，諸如研訂「礦業法修正草案」、「礦業法施行細則修正草案」、「事業用爆炸物管理條例草案」、「土石採取法草案」、「土石採取法施行細則草案」及「礦場安全法台灣省施行細則草案」等，以資適應今後礦業環境及實物處理之需要。

五、礦務局為拓展礦業管理領域，加強服務社會，自民國七十九年十月接辦土（砂）石業務，自承辦本項業務以來，即每年辦理砂石產銷量調查，平衡全國砂石供需，又有感於河川砂石料源將逐漸枯竭，故積極推動砂石料源多元化之開發利用，並配合行政院核定之「砂石開發供應方案」，已積極推動陸上砂石專用區之規劃開發，計至八十五年六月底止，已規劃完成桃園龜山地區、新竹芎林地區、苗栗三義地區、台中大肚地區、南投竹山地區、及雲林林內地區等六個土石專用區，共計面積為一、四五三餘公頃，可採砂石量為十億一、三一三萬立方公尺，並賡續辦理推動農地砂石資源開發利用、海砂除鹽技術之實驗、及推動東砂西運政策，支應台灣北部與南部之砂石料源，穩定砂石料源長期供應。

六、升任台灣省建設廳副廳長、代理廳長後，繼續監督礦務局業務：民國八十六年五月先生升任台灣省建設廳副廳長，八十八年再晉升代理廳長，時礦務局仍隸屬建設廳，先生繼續監督礦務局辦理各項礦政業務、礦場安全之加強工作、土石開發、供應、調節業務，以及實業用爆炸物之加強管理業務等等礦業與土石採取業之相關業務，成效依然卓著。

總之，先生在礦業界服務十三年，擔任礦務局長八年多、及台灣省建設廳副廳長、代理廳長近三年期間，對台灣礦業開拓發展的種種施政、及苦心經營策劃，其績效斐然、貢獻良多。（吳坤玉 撰擬）

★



陳瑞祥 先生

（本會石油委員會主任委員：
民85～89年）

陳瑞祥先生，台灣雲林人，民國二十五年八月生，民國四十六年畢業於台北工專鑛冶工程科，四十七年高考及格，四十八年服務於經濟部鑛產測勘團，五十一年三月轉入中國石油公司，首先擔任震測隊的基層助理，其後調升隊長、課長、組長等職，六十八年奉派菲律賓分公司經理，其後兼任駐印尼代表，七十一年返國，七十四年調升鑛務處副處長，負責國外探油之開拓，八十年調回苗栗台灣油鑛探勘總處擔任副總處長，八十三年榮升總處長，八十六年公司改組，海域石油探勘處和苗栗兩處合併，仍由先生擔任總處長，八十七年更獲晉升為鑛務副總經理，綜理中油公司國外及國內陸、海探勘及生產，其後更兼管該公司之工安、環保督導。

先生在擔任副總經理及總處長期間，曾領導同仁鑽探八口油氣井成功，發現天然氣約十三億立方公尺，增加本土自產能源，貢獻卓著。陳先生也兼任中油公司在巴拿馬設立之「海外石油及投資公司」（OPIC）副總經理多年，目前中油生產中之國外油田均有其貢獻，中油最多時曾參加國外十三處鑛區，其中有六處曾擔任經營人，領導鑛區所有外國油公司之日常經營業務，此種模式係陳先生在菲律賓時所首創。

陳先生為因應民營化之需求，發展多角化經營，曾在苗栗設立工程服務處，開創油氣管線工程之設計、施工，檢測及建立 GIS 圖資管理系統，曾因此使中油能承辦能源局委託代全省各城市瓦斯公司建立管線分布及緊急救護系統，對工安防護甚具貢獻。另外他又指導台探總處發展溫泉井及水平井之承包工程，獲致很大效益，並爭取將生產漸次衰竭之氣田闢建為地下天然氣儲窖，使北運之液化天然氣有安全經濟之儲存場所，節省在地面興建之巨額經費，轉化氣田之另種功能。

陳先生歷任本會多屆理、監事，並曾任本會石油委員會主任委員及獎章委員等，對工程學術活動一向熱心參與。早年領導之團隊曾獲本會技術獎章，與同仁合作之論文，曾兩度得到論文獎。陳先生個人更獲頒中油公司最高榮譽之竹銘獎，在中國石油學會及中國地球物理學會亦因其傑出貢獻而先後得獎，並獲頒美國休士頓市之榮譽市民。 *



翁祖炘 先生

（本會年會籌備會主任委員：
民86年）

翁祖炘教授，福建省莆田縣人，民國42年生，成功大學礦業及石油工程系學士，美國西維吉尼亞州立大學（West Virginia University）採礦工程博士，民國78年於國立台北工業專科學校材料及資源工程科（現今國立台北科技大學材料及資源工程系前身）擔任教職迄今，專長於資源工程教學及研究。

翁祖炘教授，曾受邀擔任考試院專門職業及技術人員高等暨普通考試典試委員、經濟部礦場安全諮議委員會委員、經濟部中央標準局礦業國家標準起草委員會委員，考選部礦業技術檢覈委員會委員、國立台北工業專科學校材料及資源工程科（現今國立台北科技大學材料及資源工程系前身）主任、中國鑛冶工程學會理、監事及年會籌備委員會主任委員等職務。



魏稽生 先生

（本會年會籌備會主任委員：
民88年）

魏稽生先生，民國36年出生於天津市，於57年省立台北工業專科學校礦冶工程科畢業，服役後回母校擔任助理、助教兩年，後赴美國密蘇里大學地質研究所深造，主修經濟地質，於64年獲得碩士學位。其後，回台服務於工業技術研究院礦業研究所（後改名為能源與資源研究所）任職副研究員、研究員長達14年，先後參與國內東南澳地區的銅礦、東部地區的白色大理石礦、大屯山及三峽地區的鈾礦以及台電的核廢料處置等計畫案。國外方面，參與台電委辦的巴拉圭與美國鈾礦探勘及核廢料處置查證計畫案，主要負責經濟地質探勘與研究方面的工作。

民國79年離職轉赴中國文化大學地質系任教，並擔任地質系副教授兼系主任及地學研究所地質組主任長達22年，至101年七月底屆齡退休，其間同時兼任國立台北科技大學材料及資源工程系副教授至今。中國文化大學任職期間，先後主持國內石材圖鑑、大理石、蛇紋石及閃玉的探勘開發，砂石資源的探勘開發以及廢棄煤礦地盤下陷之調查評估等項計畫案。

因熱愛地質、礦業之專業工作，101年退休後，仍繼續在中國文化大學地質系及國立台北科技大學材料及資源工程系兼課，其間亦受五南書局之邀，出版「環境地質學」一書，以及受託某私人集團擔任礦業地質顧問，赴緬甸進行金屬礦產的探勘評估工作。

在專業服務領域上，基於所學專長，略盡一己綿薄之力，先後擔任中國地質學會理事、中國鑛冶工程學會理事、中華民國鑛業協進會理事、考試院專門職業及技術人員高考暨普通考試典試委員、經濟部礦場安全諮議委員、經濟部標準檢驗局礦業國家標準技術委員、考選部環安工礦技師考試審議委員，經濟部中央地質調查所、經濟部礦務局等兩部門的委辦計畫審查委員以及其他學會的多項委員。

除了在校教學、研究工作外，也編著出版多本書籍，其中包括有五南書局出版的環境地質學、經濟部中央地質調查所出版的專書－「臺灣金屬經濟礦物」、「臺灣非金屬經濟礦物」以及「臺灣能源礦產及地下水資源」等3本；文化大學出版的「環境與生態」，以及社會普及教材－豪雨土石流叢書之三「臺灣的土石流」（非正式出版）。而在社會科普教育方面則有遠足出版社的「臺灣的礦業」、國立臺灣科學教育館「滋養萬物的地球」，以及嘉義市立文化中心的「嘉義市石頭資料館藏品目錄」。在譯著部分則有中華民國陶業研究學會出版的「陶瓷製造技術」。

總之，在鑛冶及地質領域服務40年期間，先後參與中國鑛冶工程學會之理監事會及多項委員會，期望在台灣礦業發展上，能突破目前的困境，並拓展、落實礦業永續經營的境界，以對台灣經濟建設有所助益。

✱



陳統元 先生

（本會年會籌備會主任委員：
民89年）

台北市人，民國三十九年生，民國六十一年畢業於國立成功大學鑛冶及材料學系，同年通過考試院高等考試及鑛業技師考試，民國六十四年任職於行政院國軍退除役官兵輔導委員會榮民工程事業管理處，歷經大理石工廠和平及三棧礦場站長（民國 65 至 66 年），台北安裝工作站站長（民國 66 至 67 年），大理石工廠生產課長，副廠長（民國 67 至 73 年），廠長（民國 74 至 91 年），於民國九十一年退休。曾任中國鑛冶工程學會第五十屆理事（民國 90 年），台灣區石鑛業同業公會常務理事（民國 88 至 91 年），財團法人石材工業發展中心董事（民國 81 至 91 年），中國工程師學會花蓮分會 35 屆理事長（民國 81 及 88 年）。

陳員於民國六十四年任職於三棧石灰石礦場，規劃新採區露天安全台階，及增建高效率的碎石設備。自民國六十六年四月起，長期供應中鋼每月供應三萬六千公噸石灰石作為煉鋼原料，三十多年間，供貨穩定品質優良，節省大量外匯。

民國七十四年起任職大理石工廠廠長，陸續增加和平礦及大濁水兩個大理石礦區新型採礦設備，民國七十五年起為提升技術，接受礦物局之「石材礦場開採技術改善及示範推廣計劃」，推動「台階式開採



法」，獲台灣省礦物局評定為示範礦區。民國七十九年引進義大利「金鋼索鋸」工法，因而原石與碎石產量增加三倍，白大理石產量佔全台三分之一。民國八十八年榮獲中國鑛冶工程學會頒發最高榮譽的「工程技術獎章」，代表接受表揚。

為使天然資源有效開發利用，民國六十七年起陳員任職生產課長，持續改良石材加工技術及自動化設備，並率先引進國外石材「乾式安裝法」，圓滿完成中正紀念堂石材裝修工程。民國七十四年起任職廠長，更承接台北中央文化中心國家劇院、音樂廳安裝工程、中正機場及民間等多項重大安裝工程。此外，該廠所生產的建材及工藝品亦均廣泛行銷國內外，直接帶動石材礦業資源的廣泛運用。

陳員任職廠長時，極為重視產品品質提升，民國八十五年榮獲行政院連院長頒發第七屆全國優良石材長城獎冠軍，同年由商檢局評定為台灣第一家通過 ISO9002 國際品保認證的大理石工廠。

陳員任職期間積極面對礦場環保爭議，努力進行修復措施，包括植生綠化、廢水淨化處理、粉塵防治、廢土石清運及社區回饋等五大部份，頗獲各界好評。

民國一百零一年該員獲得中華民國鑛業協進會頒發第十六屆鑛業服務獎。

★



朱明昭 先生

(本會會員委員會主任委員：
民95~96年；本會礦業委員會
主任委員：民97~)

朱明昭先生，台灣省台中市人，生於民國四十二年十二月三十日，民國六十五年國立成功大學工學院礦業及石油工程學系畢業，六十七年於同校礦冶及材料研究所取得碩士學位，民國七十二年再獲泰國亞洲理工學院能源科技研究所碩士，民國七十五年公務人員甲等特考採礦工程科最優等及格。最初服務於經濟部礦業司，歷任薦任技士、薦任技正、簡任技正、簡任技正、簡任組長、前台灣省礦務局副局長、局長等職。改隸中央後，自民國八十八年七月陞任經濟部礦業司司長，兼代礦務局局長，民國九十三年三月礦務局組織修編，奉派礦務局局長並兼經濟部礦業司司長。

自民國八十六年接篆以來，推動諸多重大事項：

- (一) 督辦研訂礦業法與土石採取法、礦業行政管理、糾紛案之處理、礦害防治與礦區整治、拓展砂石業務、陸上土石專業區之規劃，引進海砂除鹽及檢測技術，推動東砂西運，農地砂石開發；
- (二) 督導礦場安全政策及礦場安全法規研擬，訂定礦災災害防救及礦場災變調查處理，屢創歷年最佳績效，維持九百六十天以上煤礦場零災害的紀錄；
- (三) 協助台北縣政府成立「黃金博物園區」之初期構想，規劃開設坑道觀光；
- (四) 督辦礦源調查開發與開採技術輔導、礦業專區的輔導設置及規劃、礦業資訊之蒐集研究、示範礦場之建立與推廣，推動台灣礦業開發，積極參與國際礦業合作；
- (五) 督辦研訂「事業用爆炸物管理條例」，加強爆炸物管理；
- (六) 輔導煤礦礦工轉業及補助資遣審查專案工作、輔導煤礦合理化開採經營、煤礦礦工轉業及資遣補助，煤炭供銷調節穩定供需；
- (七) 加強礦物化(檢)驗作業；
- (八) 督辦審查既存列冊輔導砂石碎解洗選場申請變更編定為礦業用地興辦事業計畫；
- (九) 督辦直轄市、縣(市)政府處理陸上盜濫採土石坑洞善後處理工作；
- (十) 督導砂石料源履歷制度建立；
- (十一) 配合第四階段電子化政府計

畫推動，督辦相關礦業土石資源資料庫系統建置；(十二)督辦海洋事務之推動。

民國 87 年起擔任本會理事、常務理事、會員委員會及礦業委員會主任委員，等職務，迄今歷時十九年，於公務繁忙之際，仍全力協助本會推展相關會務，其間卓著事蹟例如：(一)協助本會辦理大專礦業學生講習會暨配合技專校院教師赴公民營機構實務研習活動；(二)舉辦「台灣礦業界在海外投資的狀況及成果」學術研討會，與本會赴北京及上海進行參訪，參加「兩岸礦業合作與學術交流研討會」；(三)完成會員申請入會、會員升級審查；(四)會員資料電腦建檔工作；(五)舉辦團體會員座談會；(六)協助本會辦理「海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會」；(七)協助本會於台北辦理「2015 年（第一屆）海峽兩岸地質礦產資源學術研討會」等，不斷致力會務推展，對礦冶工程界之學術貢獻良多。

台灣礦產資源開發產業，近年面對國內外政經局勢之演變，國土三法陸續頒布施行，礦業開發政策環境影響評估，中央政府組織再造以及公民與環保團體之環境保育意識興起等因素之影響，產業發展進程與規模愈形困頓。鑑此，先生特邀集礦業先進賢達與專家學者，就礦業發展前景進行多次諮商，研議因應方案，茲列舉構思方向如次：(一)檢討與修訂礦業管理相關法規，研訂資源開發之替代模式（如地下開採與海域非生物資源開發）；(二)系統化資源管理工具，將礦業與土石採取開發朝高效節能與高值化方向引導；(三)契合國家永續發展整體目標有關國土規劃利用及綠色經濟等項之行動計畫，實現礦業永續發展之政策目標。希望藉由上述事務推動，實現礦產資源有效開發管理，台灣礦業永續發展之目標。

吾人相信在先生苦心經營規劃領導下，台灣礦業發展將有機會邁向全新境界，繼續對礦冶工程界及我國經濟建設方面提供更大的貢獻。

★



吳坤玉 先生

（本會促進兩岸礦業發展委員會主任委員：民95～98年）

吳坤玉先生 民國 28 年生，苗栗南庄人，國立台北科技大學資源工程碩士，採礦工程普考、及礦業安全高考及格，曾受聘為考試院專技人員高考命題閱卷委員，曾任台灣省建設廳礦務科、礦務局技佐、技士、檢查員、課長、技正、組長、主任秘書，自最基層之公務員幹起，民國 81 年調升副局長，88 年礦務局改隸後，續任經濟部礦務局副局長，迄民國 94 年退休。

於公職期間，民國 60 年奉派往日本北海道，研習礦場安全、安全儀器修護、及礦山救護技術，經結業考試及格分別取得資格證書回國，因未受過日本語文教育，倍加用心研習，日人讚譽稱為「東洋君子」，回國後推動、建立，台灣「煤礦用安全檢測儀器之維護、校驗制度」；其後個人陸續多次再奉派、或率團赴日考察、研習，每次一至二個月，仍以礦場安全為主題，如在三井、住友系統之煤礦瓦斯突出問題、在東北大學資源工科之粉塵爆炸研究試驗、在九州石炭技術研究中心之炸藥爆破研究試驗等等礦山安全技術研習；民國 83 年獲台灣省政府選拔為「菁英一百」之交通建設組人選，派往美國南加州大學管理學院進修「安全管理」一學期，再充實安全方面之理論與實務；自民國 80 年起，隔年奉派參加我國出席世界能源會議代表團，前往歐、美、亞、非、澳洲諸國開會，及參訪各國礦業、能源設施，此等在國外之諸多進修、研習，觀摩與參訪，對礦場安全管理技術理論、與實務，獲有極多心得，對之後在礦務局服務，從事礦場安全工作，影響至深且鉅、助益良多。

從事公職 40 餘年間，幾乎以礦山技術、尤以礦場安全技術工作為主，其間經歷台灣礦業之起落興衰：調查處理民國 69 年 3 月瑞芳永安煤礦坑內發生貫通基隆河之大水災，淹死 34 人慘案；73 年下半年，煤礦 3 次重大災變中，現場指揮、並親自調查 12 月 5 日海山一坑煤礦之煤塵爆炸災變後，唯一倖存者「吃死人肉求生」之空前絕後奇異事件，為公職生涯內，調查處理過 248 件礦場災變案中，心情最覺沉痛、印象最為深刻之案例。擔任保安組長 7 年多期間，遭逢 73 年煤礦連續 3 次大災變、及新煤業政策之實施，為台灣礦業歷史中，礦場安全工作最為緊急、繁忙之時期，所有業務皆以加強礦場

安全為重點，礦場安全工作千頭萬緒、卻須劍及履及去執行，正是千斤重擔肩上挑，至對於礦場安全法、及其各類子法、各種安全技術規章、礦場安全政策、計畫、措施之研擬訂定；礦場安全衛生評鑑之執行；礦場安全訓練改進、安全器材更新充實、礦山救護人員、設備、訓練制度之建立；礦場安全管理、安全監督檢查、自動檢查制度之建立；礦場「零災害運動」之推行；礦場救護站評鑑制度之建立；以及實業用爆炸物監督、管理，尤為近 10 年，對爆炸物從業與監管人員在職訓練制度之建立等等，連同 14 年副局長任內，為台灣礦場安全，付出數拾載精力與心血，奉獻極多。

先生為本會正會員，亦為 50 年以上之資深會員，擔任礦業委員會、會員委員會副主任委員、召集人、副召集人等諸多職務多年，又任 52、53 屆理事，民國 92 年曾以「海外礦藏資源開發策略之研究」獲本會論文獎，民國 90 年中，本會首次組團前往中國大陸參加「兩岸礦業交流技術合作研討會」，先生以參訪團顧問名義同行，為我國主管礦業之官方代表正式登陸之首舉，從此兩岸礦業團體交流互動頻繁，民國 94 年 3 月本會為加強對礦業之服務，成立「促進兩岸礦業發展委員會」，聘先生為主任委員，以大陸之「中國礦業聯合會」為對口單位，希望本會對兩岸礦業之交流合作，能做更多的服務、發揮更大的功能，嗣後曾率領台灣礦業界組團前往中國大陸華南、華中、華北、東北、西北等主要礦場，與礦業、地質機構參訪多次。

94 年自公職退休後，仍本礦業專業立場，繼續為礦業界奉獻餘力，除本會及友會之各項義務工作外，又受聘為台北縣政府諮詢委員，協助籌建金瓜石黃金博物園區、及侯硐煤礦生活園區、協助苗栗縣巴巴坑道石炭文化館、及平溪鄉台灣煤礦博物館充實典藏、展示之礦業文物；繼續擔任中華民國鑛業協進會常務理事（第 8 屆至第 12 屆現在）、及會員委員會主任委員，用心推動會務、經常辦理學術演講及會員參訪活動；92 年起擔任國立台北科技大學材資系文教基金會監察人，為母校文教工作奉獻心力；並於 94 年底，接任台煤收坑後從業人員組成之「台灣煤礦業經濟文化促進會」第 2、3 屆理事長，現受聘為台灣礦業經濟文化促進會名譽理事長，希望能為眾多台灣礦業「老兵」之健康與福利繼續服務；94 年起也應邀協助故鄉南庄之觀光單位，辦理「南庄觀光解說員訓練」工作（礦業解說方面），期望給往日的煤礦村，帶來「新的第二春」。雖然南北奔波，忙碌或甚於有酬之原公職生活，但畢生受礦業之薰陶，緬懷濃厚之礦業情懷，此時還有能力回饋礦業界，做礦業志工，也是難得的機緣，況助人為快樂之本。 *



樊遺風 先生

（本會獎章委員會主任委員：
民97年）

樊遺風先生，四川重慶市雲陽縣人，國立政治大學法學士，民國三十五年來台，初任台灣省行政長官工署工礦處（後改制為台灣省政府建設廳礦務科），由基層科員，到中央經濟部礦業司司長，於民國七十八年六月屆齡退休，服務礦業領域四十餘年。惟其間曾奉調任內政部出版事業管理處科長及經濟部國際貿易局主任秘書有年。

先生為本會永久會員，亦為名譽會員。歷任本會理事、監事、常務理監事、財務委員會委員、礦業委員會委員、獎章委員會委員、會員委員會副主任委員、礦業經濟小組及礦業法規小組召集人。並在退休後於民國九十七年榮膺本會獎章委員會主任委員。按獎章會遠在民國七十七年設立，乃為獎勵會員對鑛冶學術與技術研究發展有特殊成就貢獻者遴選為候選人，經由獎章會審查，報經理事會通過，陳理事長核定，於當年會員大會表揚頒贈技術獎章。

先生處事作人，敬業樂群，誠信嚴謹。退休之後仍經常參與本會及中華民國礦業協進會、中國石油學會、兩岸礦業協進會等礦業法人社團公益活動。更應邀參加中華民國老人福利協進會及台北市長青會，弘揚敬老傳統，協助政府共謀老人福利。並移時選任樊氏宗親會兩屆理事長，完成『樊姓家譜』首次修纂出版。先生退休多時，年高九上遐齡，喜愛網球運動，身心健朗，惟緬懷時空，感念台灣礦業幅員受限，礦源待勘，大陸地大物博，礦產豐盛，期盼兩岸能積極交流，建立管道、擴展潛存之無限契機，景願璀璨可期也，恭賀本會壽無疆。

✱



李昭興 先生

（本會海洋資源委員會主任委員：民97～102年）

李昭興先生，台灣台北市人，民國36年生。

一生從事海洋科學研究：第一屆中國文化大學海洋系畢業，服役於海軍，第一屆台灣大學海洋研究所擔任助理研究5年，主要工作在我國第一艘海洋研究船九連號。並且曾經經歷我國籌劃南海拋棄低階核廢料的海上調查工作。1976年美國 Scripps 海洋研究所碩士畢業，1982年美國德國農工大學海洋系博士畢業。1985年赴澳洲地質調查所擔任大陸礁層調查工作。1999年，獲海洋大學校長邀請回國擔任客座教授為海洋科學中心籌備工作；當年的921大地震，而決定留在台灣。2000-2008任國家科學諮詢委員，致力於海洋立國（例如大陸礁層研究計畫、海洋白皮書等）和海洋產業（例如國艦國造船和海洋深層水等計畫的推動）2000-2002 國際海洋鑽探委員會主席，2002-2005年中華民國地質學會會長、2004-2013年中國礦冶工程學會海洋資源委員會主任委員等，畢生盡力於海洋科學與資源之我國釣魚台附近資源的期間，曾經被日本保安船艦追跡達10次以上。近幾年來，繼續南海的調查，並且是第一個教授帶船去調查曾母暗沙。雖也退休，但仍然繼續海上和陸上（地熱發電和核廢料處理）的地球科學研究工作。目前，積極推動民間企業投資清水地熱發電廠的重建。我國地熱發電30年前在清水失敗，現在希望我們從跌倒地方，再爬起來！

✱



易洪庭 先生

（本會獎章委委員會主任委員，民98年）

易洪庭先生南京市人，民國三十一年生，國立台灣大學經濟系畢業，並赴美國費城賓州大學能源管理及政策研究碩士班進修，以及美國國際開發總署能源管理訓練班結業。早期服務於行政院經合會能源規劃發展小組，後改組到經濟部能源政策審議小組，於民國68年11月成立經濟部能源委員會，擔任組長，副執行秘書，執行秘書等職務。從事國家能源政策與法規研擬，能源供需規劃及能源研發計畫等工作。

易氏在經濟部能源委員會執行秘書任內擬訂「台灣地區能源政策」，為國家能源發展方針；公布「能源管理法」，建立能源安全存量制度，凡能源供應事業及大用戶必須儲存煤炭、石油及天然氣規定天數之存量，以備能源供應短缺之需；設立「能源研究發展基金」，提供能源技術研發資金來源，奠定今日再生能源及節能技術發展之基礎。公布「汽電共生推廣辦法」，提高產業能源使用效率，並增加供電能力。在民國八十年代國營之台電公司興建電廠不易，修訂「電業法」，開放民間經營發電業，以提供國內所需之電力。同時打破台灣石油市場獨營局面，開放民間石油煉製業，為石油市場自由化之先驅。

台灣缺乏自產能源，大量依賴進口能源，為加強進口能源國之交流，建立「台印尼能礦會議」及「台澳能礦諮商會議」，每年相互舉行雙邊會議加強關係。另擔任亞太經合會（APEC）中華台北能源工作組協調人，爭取權益及提供倡議，加強會員國間之互動關係。

易氏曾經擔任中國石油公司董事，台糖公司董事，經濟部顧問，工業技術研究院顧問，世界能源會（WEC）中華民國委員會秘書長，中華民國能源經濟學會理事長，現任中國鑛冶工程學會常務理事，中華民國鑛業協進會理事。易氏於經濟部能源委員會服務期滿後，轉任台灣電力公司顧問並至退休。易氏服務於能源界凡40年，對於國家能源政策擘劃與各項能源業務推動，為後續能源工作者奠定深厚基礎，貢獻至鉅。

中國鑛冶工程學會歷史悠久，在國內外具有崇高學術地位，在本學會之下設有「獎章委員會」民國98年膺聘擔任主任委員，每年選拔鑛冶界對國家社會具有貢獻之卓越傑出人士，授予本學最高榮譽之技術獎章，以彰顯其功績，同時也為國家推舉人才。 *



黃錦福 先生

（本會石油委員會主任委員：
民99-100年；98年年會籌備會
主任委員）

黃錦福先生，台灣苗栗縣人，生於民國39年，台北工專礦冶工程科畢業，美國科羅拉多礦業大學石油工程研究所碩士。

民國63年進入中油公司台探總處服務，歷任石油開採工程師、海域採油工程隊長、生產技術組長、採油工程處副處長，期間於民國77年在美國科羅拉多礦業大學石油工程研究所修得碩士學位。民國85年出磺坑140號井發生噴井事故，協調國外噴井處理工程公司，縮短壓井作業時間，減少地下資源因井噴造成之損失。民國87年規劃及完成鐵砧山儲氣窖注產氣井設備構建工程，將進口天然氣注儲於鐵砧山礦場地下，以調節離、尖峰用氣量。民國88年榮獲膺選中油公司績優員工。民國91年調任中油總公司副總工程師，任職期間督導中油北部LNG接收站整體工程案各項品質管理，榮獲96年度工程品質金質獎。民國96年調任中油公司探採事業部副執行長，引進低壓生產技術，設計應用於青草湖及永和山等礦區因井口流壓降低致無法正常生產之油氣井使順利復產，提昇油氣採收率及增加地下資源採收總量。民國99年調美國德州休士頓，擔任中油海外石油暨投資公司美國公司/休士頓公司總經理。任期屆滿後歸國，出任中油公司探採事業部執行長特別助理、中油公司利比亞分公司總經理，並於民國102年起參與行政院第二期能源國家型科技計畫地熱及天然氣水合物主軸中心，負責深層地熱鑽井工程設計與執行，期能達成開發宜蘭深層地熱能源目標。民國104年5月退休後，應聘擔任上述計畫地熱及天然氣水合物主軸中心地熱深鑽聯盟顧問。

黃氏從事石油探勘與生產工程達40年以上，多次赴國外參與國際會議及礦區談判，積極爭取國外合作礦區探勘機會，增加中油公司自主油氣產量。歷任中國石油學會技術委員會委員及中國鑛冶工程學會石油委員會主任委員。於民國104年4月獲中華民國鑛業協進會頒發礦業服務金質獎章。

✱



賴克富 先生

（本會海峽兩岸礦業發展委員會主任委員：民99年～）

賴克富先生，民國24年生，台灣新北市人。民國45年省立台北工專（今之國立台北科技大學）礦冶科採礦組畢業，同年即考取高等考試、礦業技師及特種考試甲級技術人員資格，服役後在國營南湖煤礦擔任工程師，旋以公費赴日本及英國研修採礦工程及礦場保安技術。

民國55~78年，服務於海山煤礦，由採礦課長、坑長，因表現優異擢升為副所長，任內創新研發「摩擦短柱採煤法」，突破國內薄煤層（45公分）採煤面，將有史以來傳統之坑木支柱方式，改用全球首創自製成功之最短摩擦鐵柱，全面改進鋼鐵化支撐，對防止煤面落磐，確保採礦安全，厥功至偉！

台煤開採進入深層，通風、排水、運搬，日趨艱困，災變頻仍，政府乃於民國90年全面關閉煤礦業，賴氏配合政府政策，離開海山煤礦，轉任經濟部礦業司技正，輔導礦業不遺餘力，建樹良多。

賴氏因職場傑出表現，曾當選全國優秀青年工程師、第11屆全國十大傑出青年、台北工專傑出校友、榮獲美國亞利桑那州世界大學「榮譽礦業博士」，入選英國劍橋傳記中心「世界名人錄」，獲頒中國鑛冶工程學會最高榮譽「技術獎章」，實至名歸！

民國90年，賴氏自經濟部礦業司技正榮退後，仍關心國內礦業發展，積極參予民間礦業團體各項活動，曾任台北市礦業技師公會理事長。現任台灣區石礦業同業公會秘書長、中國鑛冶工程學會常務監事兼促進兩岸礦業發展委員會主任委員、中華民國鑛業協進會常務理事、台灣礦業經濟文化促進會常務理事；應聘擔任中華民國砂石商業同業公會全國聯合會、台灣區土石採取業同業公會、台灣砂石碎解加工業同業公會等3個公會顧問，畢生奉獻礦業，懋績卓著。

✱



劉季剛 先生

（本會財務委員會主任委員：
民101年～）

劉季剛，湖南紹陽人，民國四十二年生，國立台灣大學機械工程學士。民國六十六年進入中國鋼鐵公司擔任工業工程業務及中鋼第二階段熱軋鋼帶工場擴建、試車、運轉工作。民國七十四年自美國引進不銹鋼熱軋捲產製技術，順利完成中鋼公司替唐榮不銹鋼廠代軋製不銹鋼熱軋鋼捲任務。民國八十年接任熱軋廠副廠長，民國八十九年調派至當時燁隆公司（現中鴻公司）擔任生產副總經理，民國九十二年升任中鴻公司總經理。民國一十年調回中鋼公司擔任業務部門助理副總經理，現擔任業務副總經理綜理原物料採購、成品儲存運輸及鋼品銷售業務。

★



陳逸偵 先生

(本會獎章委員會主任委員：
民103年)

陳逸偵先生為本會理事，現任經濟部礦務局副局長及中華民國礦業協進會常務理事。畢業於美國西維吉尼亞大學礦業經濟研究所碩士班、國立成功大學礦冶系採礦組，具有採礦技師資格。曾在美國礦山安全衛生學院專業班受訓，亦曾在美國馬里蘭大學、杜克大學接受短期訓練。

民國 64 年進入經濟部煤業合理化基金保管運用委員會服務。職場上曾擔任經濟部煤業合理化基金保管運用委員會助理工程師、副工程師；經濟部礦業司荐任技士、技正、科長、簡任技正、專門委員；經濟部礦務局組長、經濟部礦業司副司長、經濟部礦務局代理副局長、財團法人石材工業發展中心董事及財團法人工業技術研究院兼任顧問；中華民國礦業協進會理事、出版委員會委員。並曾擔任交通部砂石車管理委員會委員、經濟部石油基金委員會委員、現任經濟部標準檢驗局國家標準技術委員會委員。為國內研究砂石經濟第一人，砂石產業政策及立法之推動與執行者。

在國際組織上擔任 APEC / GEMEED(能礦專家小組)、APEC / NFMD(非鐵金屬對話)、APEC / MRM(礦業部長會議)之我國歷屆代表及 APEC / MTF(礦業任務小組)現任代表，並經常代表我國參加國際性礦業會議，向國際推廣我國礦業永續經營理念及成果。其中亞洲水泥公司花蓮新城山礦場係其在 APEC / MTF 礦業任務小組永續發展研討會上發表我國成果而為澳洲政府選為世界典範礦場之一並專書特別介紹之 18 個礦場之一。

公餘常撰寫文章闡述礦業及砂石政策、礦業及砂石經營管理理念、國內外礦業及砂石新技術與發展，已發表著作及文章包括國際事務、國際投資合作、資源貿易、永續發展、礦業、砂石、法規、經濟、組織再造、管理、企業經營、自然科學、綜合等 10 大類百餘篇。

✱



王宗樞先生

（本會年會籌備會主任委員：
民104年）

王宗樞先生，台灣省彰化縣人，民國四十七年生，國立清華大學化學工程學士，美國猶他大學材料科學與工程博士。王博士於清華大學化工系畢業後，曾受聘於台塑公司仁武台麗朗廠，頗受公司器重。其後負笈美國，五年內獲得碩士及博士學位，博士學位主修高分子科學與工程，副修半導體工程及物理冶金。民國七十九年畢業後接受清華大學化工系陳壽安教授海外徵才邀約，回國擔任博士後副研究員職務，從事導電性高分子材料之研究。一年後應聘至南台灣之國立高雄工專化工科擔任副教授之職。

王博士雖在工專服務，但衷情於研究工作，自到校後次年即申請並獲得國科會專題研究計畫，由於執行績效及研究成果頗佳，故能持續每年獲得國科會計畫，也順利於民國八十九年晉升教授。隨著高雄工專改制為高雄技術學院及高雄應用科技大學，王博士也開始投入產學合作工作，並協助高應大育成中心輔導進駐廠商。

王博士於民國九十三年轉任至甫成立之國立高雄大學化學工程及材料工程學系任職，並於次年擔任系主任一職。王博士幾乎以創系系主任之職責來建立化材系各種法規及委員會制度，並徵聘六位專業學養與研究能力兼優之師資，使化材系自民國九十七年起連續獲得全校「學術研究與產學合作績優教學單位」評比第一名。民國九十七年系主任卸任後，王博士應邀至新加坡國立大學化工與生化工程系擔任訪問學者一年。由於王博士學養俱佳，多年來獲考試院聘任為高普考化工類命題委員、經濟部 SBIR 計畫審查委員及科技部高分子學門複審委員等職。

王博士於民國一零一年擔任高雄大學研發長，制訂全校 KPI 指標評量表。一年後，王博士出任高雄大學工學院院長，任內成立了院務發展委員會，並訂定工學院獎勵與補助要點，使工學院不僅在學術研究與產學合作方面連續獲得全校院級第一名，更在全校五大面向之 KPI 評比連續獲得全校院級第一名，也在任內領導工學院辦理 104 年度全國鑛冶年會，對高大之發展貢獻良多。

✱



SUNWARD
REFRACTORIES



三和耐火工業股份有限公司

2001 年榮獲經濟部標準檢驗局登錄為 ISO-9001:2000 評鑑合格廠商

2005 年榮獲 Bsi 英國標準協會 ISO-14001:2004 驗證合格廠商

2005 年榮獲 Bsi 英國標準協會 OHSAS-18001:1999 驗證合格廠商

本公司耐火材料廣泛使用於鋼鐵業、水泥業、焚化爐、化工業、非鐵金屬業及其他高溫作業場所。

(一) 定型產品：

鎂碳磚、鋁鎂碳磚、鋁碳磚、鋁矽碳磚、鋁碳化矽磚、高鋁磚、不燒磚、腊石磚、火粘土磚、鎂磚、鋯磚、鎂鉻磚……等。

(二) 不定型產品：

澆注材、可鑄性材、堵泥材、搗固材、噴漿材、可塑性材、耐火泥、預鑄材料施工……等。

(三) 各種窯爐築爐工程設計、連工帶料維修、改造工程承攬。

(四) 其他有關耐火材料之應用與技術服務。

TEL：886-7-371-1011

FAX：886-7-374-4371

地址：高雄縣仁武鄉鳳仁路398號

E-mail：sales@sunward.com.tw

www.sunward.com.tw



懷 舊 叢 談



元鼎耐火

鋼鐵、高溫窯爐、冶金業的最佳夥伴

耐火材料製造與各類窯爐之設計、施工

可鑄性耐火材料 · 振鑄性耐火材料 · 可塑性耐火材料 · 可鍛性耐火材料
輕質隔熱耐火材料 · 高溫粘劑以及其他特殊不定形耐火材料
各式不定型耐火預鑄塊 · 高溫窯爐之設計與施工
榮獲ISO 9001:2008的品質保證

元鼎耐火工業有限公司 GOOD FURNACE REFRACTORY IND. CO., LTD.
TEL : 02-26223681 FAX : 02-26233630 EMAIL : GoodFurnace@gmail.com

感懷盧善棟先生對鑛冶學會的貢獻

■ 林再遷*

盧善棟先生，福建福州人，民國六年六月生。國立交通大學唐山工程學院鑛冶工程工學士，美國賓州州立大學專攻鑛坑通風、採鑛機械、鑛山評價及鑛業經濟，論文《海底採煤作業》；接受美國鑛務局採鑛技術實地研訓及美國密西根大學企業管理研習。

先生於三十二年大學畢業時，適逢抗戰方酣，先後參加重慶天府煤礦、建川煤礦擔任採煤工程師。迨後奉戰時生產局召為薦任工程師，擘劃大後方鑛產之探勘開發。抗戰勝利，調任經濟部薦任技士，主管首都南京燃料產銷。旋調任資源委員會專員，辦理全國工鑛建設之策劃與督導工作。

由於大陸國共爭戰不休，乃改行從事國際貿易，先就任廣州 Expedo Inc. 經理。後因中共渡江，廣州震動，乃轉任香港 Ronson brothers, Ltd 副經理。先生在香港達六年之久，生活雖好，但因不願為次殖民地之子民，而於民國四十三年（1954）從香港攜眷來台。

此時國民政府亦已遷臺，程宗陽先生擔任臺灣省石炭調整委員會煤鑛技術輔導團團長，聘為秘書。旋調為經濟部煤鑛探勘處處長技術助理，策勘全省煤源，發現海底煤田；嗣改任經濟部中國煤鑛開發公司煤業合作處處長，運用美援協助煤鑛開發；調任該公司新竹煤鑛礦長，成績卓越，升為協理，督導新竹、豐林、南湖三大煤鑛之開發與經營。

民國五十四年起調任臺灣電力公司顧問，兼任中國生產力中心顧問、鑛業研究所顧問及臺北工專教授。五十八年調經濟部任專門委員、鑛業司副司長，調任煤業合理化基金委員會委員，旋升任鑛業司司長，皆致力於全國鑛業建設之發展。七十一年七月自司長公職退休後，受聘為工業技術研究院能源與鑛業研究所顧問，仍兼任台北工專教授，為鑛業技術研究而努力，迄至八十一年七月始全面「解甲歸田」。

盧氏熱心倡導鑛冶學術，歷任中國鑛冶工程學會總幹事、理事、常務理事、監事、常務監事、理事長。並自五十四年至九十五年兼任出版委員會主任委員，主編《鑛冶》

* 本會秘書長

會刊歷四十一年，以言論輒具創意，於民國六十六年獲行政院新聞局優良雜誌「金鼎獎」及教育部「優良科技雜誌獎」，迄今仍為全國工程雜誌所僅有。六十三年至七十二年兼任該會總幹事，監修《鑛冶辭典》問世，對促進鑛冶學術研究，殊具宏助。六十五年接受中國鑛冶工程學會「技術獎章」，以褒揚其對鑛冶事業與學術之貢獻。七十三年至七十四年被推舉為理事長，更積極廣展學術活動，推動國際性「近代鋼鐵技術研討會」及「鋼鐵工業高階層經營管理座談會」之召開，並舉辦臺灣東部礦業技術討論會等二十餘起。理事長任期滿後，仍擔任駐會常務理事或常務監事，義務處理會務，勤奮不輟。七十五年鑛冶學會成立六十年鑽禧大慶，頒贈先生「榮譽勳章」以贊揚其推展會務，不遺能力，卓然有成，以彰功績。八十五年鑛冶學會舉行建會七十年紀念慶典，理監事第166次聯席會議，決議授予先生「名譽會員」榮銜並頒給證書，以彰顯其歷年致力會務，貢獻卓著，厥功至偉，以示崇敬，此為學會建會九十年以來的創舉。盧氏亦曾任中華民國礦業協進會常務理事及名譽理事，七十五年七月接受中華民國礦業協進會頒贈「礦業服務獎章」，表彰其服務礦業界數十年的功績與貢獻，增寵殊榮。

盧氏於三十六年五月十一日與交大同學唐又貞小姐（交通大學北平鐵道管理學院管理系畢業，會計專家）在南京結婚。育有長子志遠（美國哥倫比亞大學物理博士，曾任交通大學教授，主持《科學月刊》，美國貝爾實驗室研究員及工研院電子所副所長，主持經濟部委託工研院之次微米製程技術計劃成功，帶領我國成為世界第4位（1992）具備8吋晶圓製程自主能力之國家。曾任世界先進積體電路公司副總經理、總經理。五年後辭職自創欣銓科技公司為董事長，近年應旺宏電子公司邀聘兼任總經理。）；次子超群（美國史丹福大學電機博士，即返臺灣為交通大學客座副教授，傳授電子新知，半年後赴美擔任IBM研究中心經理主持人，於1983年發明多項影響DRAM深遠的記憶胞（SPT Cell），用於IBM4b至256Mb四個世代之DRAM，比1992年生產者快2-3倍；返國後，創辦鈺創科技股份有限公司擔任董事長，帶領高科技團隊完成中國第一顆16Mb DRAM設計，供為次微米製程之載具，促使次微米計劃提早成功。），超群董事長熱心公益，現擔任台灣半導體產業協會理事長，台灣玉山科技學會常務理事，推動台灣半導體科技發展不遺餘力，貢獻厥偉。倆子分娶長媳張芬芬，次媳廖淑娟（皆台大人，長媳以執教鞭為樂，婚後以相夫教子為榮。次媳愛音樂，婚後相夫教子並從事理財務。），共有孫子三人，孫女一人，聰穎可愛，皆攻讀美國名校。全家為基督徒，和煦怡樂。

盧氏主要著作有：《臺灣之煤礦》（程宗陽合著）、《海底採煤作業》（英文）、《近

代礦業機械》、《計量管理學》（譯著）、《礦坑通風》、《鑛冶評論集》第一集及第二集，《鑛冶評論彙集》等。盧氏九十高齡開始撰寫自民國6年出生至民國43年之傳記「桐廬日新啟示錄」，全書450餘萬字，分60篇，篇篇珠璣，為一部盧氏在大陸時期，精彩的奮鬥史。

盧氏於民國九十八年六月六日，蒙主恩召，安息主懷，享嵩壽九十有三，盧氏畢生奉獻礦業，懋績勳著，遽然仙逝，無限懷思。盧氏兩位公子為繼承父志，獎掖青年學子，特於中國鑛冶工程學會設立「盧善棟獎學金」，自九十九年起每年於學會年會時頒給國立台北科技大學、國立成功大學、國立交通大學資源及材料相關科系，品學兼優研究生各乙名，每名新台幣六萬元，義行可感！

（取材自「中國鑛冶工程學會八十周年特刊」（風雲際會篇））

✱



94年農曆六月初五日祝賀盧公（左2）89歲壽辰，家庭在國賓大飯店2F溫香廳設壽宴，筆者（前排左2）及內文為家族外人應邀與會者，開桌前留影（贈寄前生公盧盧為照存思）。

懷念台灣石油探勘宗師吳公德楣

—記我傳承自吳公的工作理念：工作本身便是一種報酬

■ 陳成興*

歲月如矢，自民國93年8月底退休以來，彷彿在不經意間，已邁入第12個年頭，想起古人「浮雲一別後，流水十年間」的詩句，年過古稀，對其中「時移世易與人事滄桑」的感慨，體會更為深刻。回首過去逾40年的油人生涯，平淡平凡，令人欲語還休。但「凡走過必留下痕跡」，縱使往事如煙，仍然有些人、有些事會銘記心底，令我時常回味、懷念及追思。吳公德楣先生即為其中顯著的例子。



吳公德楣先生

民國52年12月，我通過中油公司在苗栗的台灣油礦探勘處（簡稱台探處）招考，與數位同期錄取者一起報到，辦完相關手續後，人事課的楊佩文女士引導我們拜見處長吳公德楣先生，那時他正值盛年，外表俊逸溫文，儒雅蘊藉。他親切的詢問我們所學科系、家住何處及工作經歷等，最後他勉勵我們：「進入公家機關工作，雖然待遇較微薄（記憶中那時月薪不到一千元），但較具制度及規模，可學習的東西很多，而且工作的本身便是一種報酬，你們好好學習吧」。這是我第一次聽到「工作的本身便是一種報酬」這句話，當時我對它沒有特別的感受，但隨著歲月流轉，工作深入，職位變動，及人生閱歷增加，我對它的體認也愈來愈深，我不只把它視為「自己的工作理念」用以自勉，也常用以勉勵別人。

我本身學的是礦冶工程（成功大學礦冶系畢業，屬採礦組。）六個月實習後，分發

* 台灣中油公司探採事業部前副執行長

至鑽井組的鑽井課。那時正值台探處的鑽探工作蓬勃發展，所有的鑽機及鑽井工程師幾乎全部出動，我在課內協助當時的課長賴俊傑先生（後來擔任台探總處副總處長），每天接聽及記錄井上助理由現場打回來的電話特報，連絡各鑽井隊需用的人員、材料、車輛及特殊工程設備，及處理上級交辦事項與擬辦公文稿等。遇到井上發生打撈時，賴課長若到現場督導協助，我則需代理課長職務。在旁人眼中，我那段期間到現場擔任助理的次數比別人少很多，覺得很可惜（因為到鑽井隊工作，可多領現場工地津貼）。但我自己後來自我檢討，我每天可以同時看到很多口井的工作進度，且在工程事故發生時，可看到整個事故的進展，及瞭解課長或組長的處理決策過程。加上我負責撰寫鑽井組對外的公文稿，由最後發文與原稿之間的差異，我學到了公文寫作的技巧，這些都是現場的隊長或助理沒有機會接觸或學習的。因此我一直不曾抱怨，只是用心的學習及做好本身的工作。我於民國 58 年 5 月調技術課，接觸到鑽井工程的規劃設計及鑽井器材採購，與原先鑽井課的工作有很大的差異，不只需看國外的油氣雜誌、器材規範及台探處過去刊登過的技術論文，也需與來訪的外國鑽井器材廠商代表洽談及撰寫英文信函連絡及詢問等。那時台探處的內部刊物「油花」月刊已創刊及持續出版，我除偶爾投稿外，也擔任過閱稿編輯。另外，我也開始把國外有關新技術或新器材的文章予以翻譯，投油花或中油公司的技術刊物「石油鑽採工程」刊登。民國 58 年中油公司為培育各項專業人才，創辦為期二年的石油技術訓練班，由內部員工甄試錄取優秀同仁，依專業科別不同分班予以訓練，畢業後即由原先的技術員晉升為工程師，先後舉辦兩期。其中鑽採科的第二學年（亦即民國 59 及 60 年）在苗栗台探處上課。我奉派接替已調台北總公司的蔣孝靜先生講授套管設計及水馬力設計課程。由蒐集國內外資料、撰寫講義及上課講解，工作忙很多，但也感到進步了不少。我於民國 62 年 3 月，升任技術課長，民國 65 年 7 月，台探處改組為台灣油礦探勘總處（簡稱台探總處），原先的課改為組，原先的組改為處或室。我被調至鑽井組擔任副組長，不久升任組長。民國 66 年 11 月，公司在苗栗成立新的單位探採研究中心，加強油氣探採的研究發展，我被調至該中心擔任鑽採組長，後來於民國 77 年 10 月調回台探總處接任秘書室主任，民國 86 年 7 月調竹東鑽機修

造廠廠長，民國 87 年 5 月週返苗栗擔任總處長室特別助理，民國 88 年 1 月獲拔擢升任副總處長，92 年 2 月，台探總處改組為探採事業部，我的職稱改為副執行長，迄民國 93 年 8 月底退休。

在我過去的經歷中，我的工作及職位變動較多，我不只在鑽井及研究（探採研究中心）單位各歷練 10 餘年，後來又跨入管理（秘書室）及直線（鑽機修造廠）部門獨當一面，因此所需學習及調適的地方也較複雜，但我都全力以赴，亦即我在每個階段，都秉持「工作的本身便是一種報酬」的理念，盡力做好本分工作，並將自己喜歡閱讀及動筆的一些能力予以延伸或發揮。對於我過去的工作調動，我要感謝提拔我的主管是我的貴人，我也要感謝吳公告訴我的那句話，讓我對工作的意義及理念有更深的體認，並奉行不渝。對於「工作的本身便是一種報酬」，我的心得簡述如下：

一、只要認真投入某項工作，不論工期長短或性質難易，都盡心盡力，徹底予以完成，則由此得到的技能、知識、特別是經驗，是無法以物質的代價來換取的。這才是由工作中得到的真正報酬，值得特別珍惜。

二、從事一件工作不必太在意短期的收益或酬勞，有些較長遠的工作，雖然眼前看不到回報，但只要用心投入，精進不懈，時機到了，自然會得到相對的報酬。

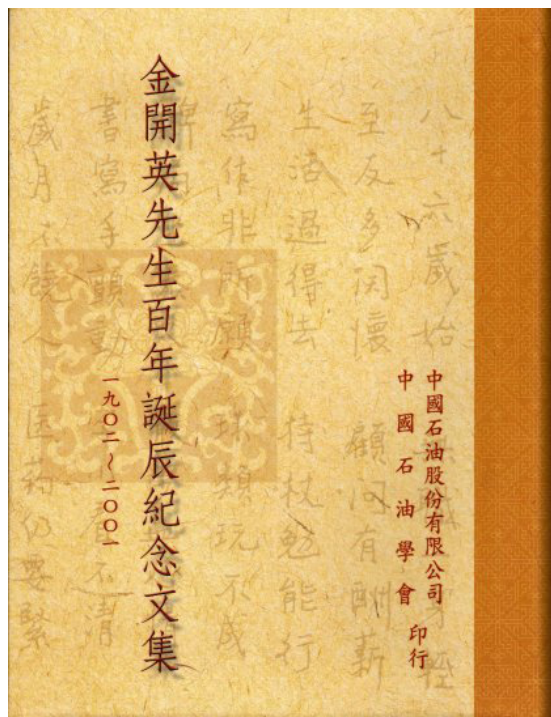
三、不要害怕工作調動或擔任新工作，只有透過實際作業的過程，經過成功及失敗的洗禮，才能真正學到或瞭解新工作的精髓，也才能由此得到進步及成長。

四、人生的真諦不在於拿到一手好牌，而在於把手上的這付牌打好。因此，活在當下，珍惜及努力眼前的工作，用心把它做好，只要所做的結果能比別人更具深度及內涵，自然能得到肯定及掌聲。

我第二次與吳公接觸是民國 90 年 3 月下旬，我意外接到吳公的電話，告訴我總公司及中國石油學會將於 11 月 30 日，中油公司前總經理金開英先生百年誕辰時，共同舉辦三項追思紀念活動，其中之一為籌編紀念文集。在紀念活動的籌備委員會第一次會議中，決定由我主辦，工關處伏文采組長及石化事業部何麗君小姐協辦。這項消息令我有點吃驚，由於此項任務頗為重大，且我對金公完全沒有接觸過，加以苗栗地區很少金公

的資料，因此我曾向前輩大老表達想辭去主編，請籌備會另覓合適人選，我則退居協辦，因未獲同意，只好勉為其難，全力以赴。

首先我召集台探總處具有編輯經驗的陳貴興、李俐媛、馬國英及余忠憲先生及我共五人做為基本成員，並開會討論未來的工作步驟。然後於民國90年5月11日，首次編輯會議在台北市重慶南路中國石油學會十樓會議室召開，參加人員除前述5人外，還包括總公司工關處黃萱組長（接替職務異動的伏文采組長）、石化事業部何麗君小姐，難得的是石油界前輩大老楊玉璠、吳德楣、虞德麟、楊舒與賴適



金開英先生百年誕辰紀念文集

存等五位顧問，石油學會賴中和秘書長均列席指導，此後定期隔週在相同地點開會一次（到後段時，石油學會李天河副秘書長亦參加開會），至11月16日止，共召開14次。每次開會，前輩們均秉持對金公的敬愛景仰，竭盡心智，力求週延完善。有時求好心切，相互間會爭持不下，使擔任主席的我左右為難，這時吳公常出來打圓場，替我解圍。另外，吳公也將自存的「張其昀先生百年誕辰紀念文集」帶到會場，供大家參考該文集的字體及版面大小，後來金公紀念文集即在大家認同下比照採行。吳公每次在會中發言，都語氣委婉，意見具體，且要言不繁，令人敬佩。我常覺得能有機會與這些前輩大老共聚一堂，為金公紀念文集的籌編開會討論，奉獻一份心力，實為難得的機緣，也是我個人最大的榮幸。

吳公為一代石油探勘宗師，他領導同仁克服艱難，於民國48年在錦水38號井加深鑽探成功，發現錦水礦場的深部蘊藏大量天然氣，由此突破困境，積極推動探勘工作，

不只陸續發現鐵砧山礦場、青草湖礦場、永和山礦場等，且在台灣最早的出磺坑礦場深部亦發現大量天然氣。在吳公的卓越領導及銳意經營下，台探總處欣欣向榮，探勘開發呈現蓬勃發展的新局面。吳公功績卓著，不只令所屬敬佩感念，且將光耀「台灣油礦探勘史冊」，永遠為後輩景仰追思。另外，他擔任台探處處長（及改組後的總處長）長達 26 年（他於民國 48 年晉升中油公司協理，仍兼台探處處長及後來的總處長，民國 69 年免兼總處長，至台北總公司專任協理，民國 70 年改稱副總經理，至民國 72 年屆齡榮退），培育人才，擘劃宏規，且平易近人，關心部屬，故深受擁戴敬愛。「甘棠遺愛，永留去思」，吳公已樹立一個現代的典範。我與吳公雖然只有二次較深刻的接觸，但已令我對他無限懷念，無限感恩。因為他的一句話：「工作的本身便是一種報酬」，深深的影響我的工作理念，豐富了我平凡的油人生涯。

附記：

1. 金開英先生是近代中國石油工業史上的一位傳奇人物，為我國石油工業的開山祖師、石化工業的催生者，及中國石油公司同仁口中尊稱的金公，畢生奉獻石油及石化工業而被譽為「我國石油事業奠基者」。
2. 吳德楣先生於民國 92 年 8 月 13 日辭世，享壽 87 歲。探採事業部為紀念吳公對台灣油氣探勘的巨大貢獻，及表達深切的悼念與哀思，除於九月十三日在台北舉辦隆重肅穆的吳公德楣先生追思會，由潘文炎總經理親自主祭外，並將民國 92 年 11 月出刊的「油花月刊」，編輯為「吳公德楣先生紀念專刊」，由探採事業部的高階主管及過去與吳公接觸較多的部屬撰寫相關文章，表達對吳公的追思及懷念。限於篇幅，在此我只記述自己油生涯的前段及參與金公紀念專刊編輯的經過，用以顯示我對「工作的本身便是一種報酬」的體認及實踐的結果。平凡如我，無法充分發揮這個理念的精髓，但只靠淺薄的領悟，已使我一生受益良多，也讓我永遠對吳公有著深摯的尊敬、感恩及懷念。

✱

憶吾師中油前副總經理靳叔彥博士

■ 曾弘志*

一、來自休士頓的訊息

1975年筆者讀大三時，在文化海洋系講授石油地質學的張錫齡老師及海洋礦產資源的李榮宗老師，都是中油公司海域石油探勘處處長靳叔彥博士向關世傑系主任推薦的中油主管。當時張錫齡老師剛接任孟昭彝總地質師屆齡退休的遺缺，李榮宗老師則是礦務處副處長。還記得大一新生訓練結束那天，關主任提到中油公司為探勘台灣海域油氣資源，特別成立了海域石油探勘處，首任處長靳叔彥博士表示急須海洋科技人才加入探勘海域油氣資源的團隊，如學校有需要，可引薦中油公司專業人員到海洋系所講課。有靳處長的承諾，文化海洋系雖在華岡山上學海洋，師資卻最專業。

筆者於1977年文化海洋系畢業後繼續留校就讀文化海洋研究所，碩士論文由靳叔彥、張錫齡、李榮宗3位老師指導。1979年研究所畢業後進入中油公司服務，目前負責業務包括與中油公司各駐外單位對口，中油有很多駐外點係以「海外石油及投資公司」（Overseas Petroleum and Investment Corporation）名義的分支單位對外往來。

2010年元月22日中油公司在休士頓據點—海外石油及投資美國公司（Opicoil America Inc.，簡稱OAI）來電，告知中油公司前研發副總經理，大家敬重的靳叔彥博士，於休士頓時間2010年1月21日上午11時40分因心臟衰竭，蒙主寵召，距其生於1918年7月，享壽92歲。靳副總家屬表示，其生前曾提到後事千萬不要勞師動眾，以免親朋、故友及門生為公祭而千里奔波、舟車勞頓，因此僅在2月6日上午9時半舉行家祭追思禮拜。OAI呂明達總經理銜命代表中油公司及OAI致意，另OAI探勘經理黃成來在文大海洋研究所時修過靳副總的課，華岡海洋同學會乃請黃經理就近代表所有華岡受業門生向恩師致上最後的禮敬。

筆者於1977-79年在文化海洋研究所時，當時海域石油探勘處正與幾家外商在台灣海峽及北方海域合作鑽探，靳處長業務繁忙；為免耽誤學生課程，靳老師將連假及週日

* 台灣中油公司總經理室督導

留給成大鑛冶研究生來台北上課，文化同學則成了夜間部，在下班時段借用敦化南路海域處辦公室的小會議室，上課前靳老師請秘書吳晴曦小姐幫同學準備好便當，篤信基督的靳老師進餐前會先禱告，接著才上課。除了制式課程，靳老師也會與同學分享生活哲學及提醒我們要重視服裝儀容，同學及海域處員工如留長髮，他會當面指責。有時會請海域處工程師幫我們說明海域探採作業，以免只是上課抄筆記，在實務面恐有不足。

筆者於 1978 年研擬文化海洋研究所碩士論文寫作計畫時，論文指導教授為靳老師，不久靳處長榮升主管中油研究發展業務之協理（後改稱副總經理），靳老師以公務太忙怕延誤學生取得碩士學位，乃商請張錫齡老師接手指導，惟仍時時關心筆者論文進度，且靳老師利用成大鑛冶研究生未北上的例假時段，要筆者到他家裡，義務指導筆者論文。

二、顛沛流離的求學歷程

緣於寫論文時定期到靳老師家中請益，相關問題討論完後，陪著老師用餐，吃水餃時必佐以大蒜，靳副總常說東北人身體好，不是吃人蔘的關係，而是大蒜餐餐有。餐敘時會閒話家常，以及曾替靳副總整編自傳（「油人生活筆記」一書），因此得知靳副總係遼寧瀋陽附近的營口人，九一八事變後與學生弟弟靳叔寧一起到關內，在天津就讀鐵道部設立的扶輪中學，再轉至北平知行中學。不久知行中學併入東北中學，兄弟二人又隨著東北中學遷校到了南京。1938 年高中畢業後，考入遷校西安的東北大學電機系。東北大學後來與北平大學、焦作工學院及北洋大學工學院等幾所遷校至西北的大學合併成國立西北工學院，校址在漢中陝西省城固縣古路壩。靳副總覺得電機系因遷校頻頻，欠缺實驗設備，而萌生轉系念頭。他想到小學上學常路過煉鋼廠，東北的煤、鐵礦產豐富，應積極開發，乃轉入鑛冶系。

三、永遠的老君廟油人

當靳副總還是國立西北工學院的大學生時，1939 年 8 月 11 日玉門第一口油井 -- 老君廟 1 號井鑽獲可投產的原油蘊藏量，揭開了開發建設老君廟油礦的序幕。消息瞬間傳遍全國，正在抗日的全國軍民無不歡欣鼓舞。1941 年 3 月資源委員會成立甘肅油礦局，俾早日能擴大玉門老君廟油礦的生產規模。1942 年老君廟油礦原油產量已達到 4.6 萬多噸，生產汽油 180 萬加侖。這一年（1942 年）靳副總自西北工學院鑛冶系畢業，有感於

「一滴汽油一滴血」，便前往塞外甘肅玉門老君廟油礦投身石油事業。與西北工學院學長吳德楣及同班同學史久光成為中國第一批接受美式鑽機訓練的鑽井工程師，由美籍鑽井顧問麥克蒲修（Mike Bush）親自指導。麥克蒲修於1944年返美，出任加州標準石油公司鑽井主任工程師，後來在中南美洲擔任鑽井顧問。靳副總於1976年5月在洛杉磯與恩師麥克蒲修重逢，他對當年在老君廟認識的金開英等友人及他所訓練的吳德楣、靳叔彥等年輕工程師，均在石油界出任要職，與有榮焉。3年後麥克蒲修病世，靳副總曾出版紀念小冊追念恩師，當年曾分贈筆者在內的修課研究生。

1943、1944接連兩年，老君廟油礦提煉的汽油年產量都超過200萬加侖，到了1945年，累計生產原油為25萬多噸。從礦上所產的油品陸續運往前線支援抗戰。1943年日軍企圖強渡風陵渡，入侵陝西，由於有了玉門的汽油，所產的及時「油」將蘇聯供應的大炮從新疆趕運到前線，成功阻擋了日軍的進攻。此外，玉門的油品還運往大後方銷售，紓緩了油荒，使戰時後方交通運輸不會中斷。

靳副總在老君廟油礦待了一段時日後，1943年春因習醫的弟弟叔寧在重慶空軍醫院行醫，乃向嚴爽礦長請了長假到重慶，而有機會在重慶大渡口煉鋼廠見習。適巧煉鋼廠打算赴新疆探鎢礦，乃隨隊前往，隊伍到了蘭州，因「伊寧事件」行程受阻。滯留蘭州期間，結識了來此地探親的新疆迪化商業銀行會計韓惠芳小姐。一年長假結束後，靳副總返回礦上，與她魚雁往返，韓小姐曾到礦上玩，兩人感情日益成熟。1945年11月她再度來到老君廟，選在冬至那天結婚。次年長子在礦上誕生。

1990年、1992年，靳副總（當時已移居美國）等台灣玉門老君廟油人兩次應邀訪問玉門並參觀了大慶等油田，終於打破了兩岸石油界分隔40多年的歷史。台灣老君廟油人與海峽對岸石油界油人流露了同根同源的深厚感情，彼此互勉要促進兩岸石油界的交流與合作。其後，兩岸石油公司負責人曾多次互訪參覽。1998年8月玉門等油田共同邀請海內外20多位老君廟油人齊聚玉門。這些耄耋之年的老油人幾乎都熱淚盈眶，年事已高的金公開英因腿疾未克前往，還託人賦「玉門頌」以表達對玉門油田的情懷。

四、台灣油氣探勘尖兵

1946年6月1日中油公司在上海成立，原資源委員會甘肅油礦局的玉門油礦及煉油廠改制為中油甘青分公司，分公司辦公室雖設在蘭州，靳副總仍留在礦上服務。嚴爽礦長及煉油廠金開英廠長則赴上海中油總公司，分別出任礦務與廠務協理。不久，金協理

及甫自伊朗見習回國的老君廟工程師楊玉璠（1971年升任礦務協理）等人先後來台，以資源委員會人員身分接管日人在台遺留的石油事業。1946年10月金協理及楊玉璠先生因急需人手，電報上海中油公司請求派人協助，當時玉門油礦董蔚翹礦長指派靳副總來台。他們一家於11月先飛上海，靳師母與長子搭中國民航轉飛來台北松山機場（當時兩岸有直航班機）。靳副總隨後搭中興輪走海路，船行兩天後抵達基隆港，全家會合後即往苗栗。

到苗栗報到後，1946年11月底靳副總赴台南出任台灣油礦探勘處新營礦場主任。新營礦場辦公室設在原由日人經營的牛山礦場，並轄有凍子腳、竹頭崎、六重溪3個分礦。靳副總平素待人和藹、誠懇、無私，1947年的二二八事件，因台籍員工主動保護而平安渡過。1948年元月從新營礦場調回苗栗本部，在工程師室服務（圖1）。

台探處於1949年元月開鑽高雄縣中洲一號探井，由靳副總擔任鑽井隊長。井位係中



圖1 1949年中油張茲閏總經理（中）視察苗栗台探處，與董蔚翹處長（右3）及楊玉璠（右2）、吳德楣（右1）、靳叔彥（左2）等年輕工程師合影。

油上海總公司於戰後派重力測勘隊來台勘定的，6月鑽至1,426.77公尺，惜未鑽獲油氣。1953年元月靳副總奉派至美國加州標準石油見習半年，再至賓州州立大學修習油層工程6個月。1952-1959年間，美駐台安全分署推薦來台的澳籍顧問史太克，以及聯合國技協局所派華裔美籍顧問吳昌生等外籍專家多人，協助台探處引進包括地球物理震波測勘在內的諸多新觀念、新技術。靳副總常向這些外籍顧問請益，結為莫逆。1954年夏天靳副總升任台探處技術副處長，參與籌組地球物理震波測勘隊事宜。同年台探處自美購得一套震測儀，配置在隊上，從此台灣油氣探勘邁入地物震波測勘新領域。也因為中油公司苗栗的台探處率先在台引進地球物理震測技術，1957-58年「國際地球物理年」活動結束後，在台的中央大學校友向教育部申請復校，就選中苗栗於1962年成立中大地球物理研究所，就是要利用中油的地球物理師資與設備。中大後來遷校至中壢雙連坡，原校地於1969年創建聯合工專，即今國立聯合大學前身。

台探處於1958年將原由日人所鑽的錦水38號井加以清井，再從原井深3,583.3公尺加深至4,063公尺，創下當時遠東最深井紀錄。該1959年7月成功鑽獲大量天然氣，喜訊傳遍全國，鑽井隊長等多位鑽井工程師獲行政院頒發景星勳章，督導業務有功的台探處吳德楣處長及靳副處長則獲頒行政院獎狀。錦水38號井加深成功是台灣油氣探勘的轉捩點，一掃1954年在台南縣竹頭崎構造鑽獲油氣，卻曇花一現的陰霾。發現錦水老油氣田深層大量的天然氣蘊藏量後，1963年12月中油公司與外資在苗栗合建的慕華尿素廠落成，以錦水天然氣為進料。該廠係由曾與吳德楣副總、靳副總在老君廟共事的李達海公，自高廠來苗統籌建廠事宜。

1962年靳副總在一次地質研討會提出苗栗通宵鐵砧山構造值得研究探勘。經結合地面地質調查與震測勘定井位，終於發現了鐵砧山大油氣田，至今仍持續生產，目前部份原生產層尚充當為進口LNG的地下儲氣窖。

五、從海探處長榮升研發副總

1964年6月靳副總赴美進修，1965年底取得賓州州立大學石油工程碩士學位，旋即返國。1967年自苗栗奉調至台北，出任總公司新成立的研究發展處處長。1971至1972年再取得日本早稻田大學工程博士學位。當時全球油氣探勘已向近海海域發展，台灣海峽吸引外資前來合作探油，中油公司於1970至1972年先後與7家外商分別簽訂台灣海峽幾個海域礦區的合作探油契約。1972年12月更成立海域石油探勘處，由靳副總出任

首任處長，至 1978 年 7 月榮升研究發展協理。在海探處處長任內除進行海域震測等地物測勘外，並鑽探 40 口井（其中與外商合作 9 口，中油公司自力鑽井 31 口）。1974 年在高雄外海，中油公司與美商康納和與亞美和 2 個油公司，共同發現 F 構造蘊藏大量天然氣。

1973 年文化學院海研所所長兼海洋系關世傑主任到海域處，以素仰靳教授在成大礦冶系所上課頗受佳評，特登門親邀來文化海洋系所兼課，兩位東北同鄉一見如故，關主任為文化海洋學子覓得良師。

由於海上作業環境艱難，當進行海域鑽井時，是一項沒有例假、年節、耶誕的工作，係全天候 24 小時的任務。為了督導作業及掌握井況，靳處長每於颱風夜駐守辦公室，這時他用錄音機錄下自小成長至投身石油事業總總歷程，由秘書吳晴曦小姐轉成文字，經名作家潘人木（原名潘佛彬，1919 年生於遼寧，著名女作家、小說家、兒童文學家。抗戰期間，入關求學，1942 年畢業於中央大學外文系。曾任職於重慶海關總署、新疆省女子師範學院。後舉家來台，於 1964～1981 年間，先後擔任臺灣省教育廳兒童讀物編輯小組編輯、總編輯。抗戰文學名著漣漪表妹作者，與靳副總為東北同鄉）編為一個工程師的故事、哥兒倆的玩具 2 本兒童讀物，由當時的省教育廳兒童讀物編輯小組收錄在中華兒童叢書內，曾在全國小學廣為流傳。1983 年靳副總再將錄音稿及相關著作交筆者整編成「油人生活筆記」一書，這本自傳曾分送靳副總尊敬的長官、親朋好友、同仁及他教過的學生。

六、中油研發與能源經濟研究的推手

1970 年代台灣經濟起飛，為提昇產業競爭力，加強科技研究發展為政府重要政策。1977 年 11 月中油公司遵行政策，分別在苗栗、嘉義成立探採及煉製兩個研究中心（1979 年 7 月起均改稱研究所），1978 年 1 月總公司研究發展處改為企劃處，仍負責研究發展等業務。

靳副總對推動中油公司研究發展業務不遺餘力，除與國科會、經濟部能源委員會、國內外各研究院及大學加強合作，並透過中油公司研究指導委員會下設探採、煉製及管理 3 個研究發展評審小組機制，禮聘學者專家指導中油公司研發業務。1981 年成立中油公司研究策略委員會，以研議研究政策、審查研究計畫及成果，以及積極推動現場與研究單位進行經驗交流。

1982 年為使研究人力更專業化、研究專題更深入化，俾發揮最大研究發展功能，靳副總推動細分、擴編兩個研究中心組織，奠定日後改為研究所的基礎。企劃處的石油經濟研究專案小組及兩個研究中心每年所完成的研究論文屢獲肯定，榮獲行政院、經濟部等主管機關各項獎項。研究成果除用於現場技術服務，更為公司取得諸多專利，創造龐大產值。

1978 年 7 月 28 日中油董監聯席會議決議，有鑑於 1973 年第一次世界性能源危機發生後，國際能源供需情勢變化錯綜複雜，而能源供需問題又影響國家經濟至鉅；中油公司既膺付供應全國石油重任，對國際性石油問題所造成經濟建設之衝擊與影響，自當予以密切注意並加以研究，企劃處應成立石油經濟研究組專責研究。該組成立伊始，靳副總認為應延聘學有專精的學者專家指導油價結構分析、油品需求預測與石油經營決策支援系統、油品市場調查、石油與能源供需結構、石油工業線型規劃模式等，研究同仁受益匪淺，除順利解決技術上困難問題，並於實際作業中獲得寶貴經驗，奠定未來自力研究之根本。該組在歷經 27 年的運作後，2015 年改制為中油企研處能源經濟研究所。

1979 年筆者研究所畢業後進入苗栗的中油公司台灣油礦探勘總處服務，1983 年總公司企劃處建議應有探採現場實務的同仁負責探採策略規劃，靳副總想到筆者可勝任此等職務而推薦，筆者遂於 1983 年 5 月調中油台北企劃處。為充實筆者企管知識，靳副總還派筆者於下班後至金華街政大企業經理班進修，筆者於該企經班認識內人，結婚時特別請靳副總福證。

靳副總深知理想的研究環境有助於提昇研發效率，力主研究中心環境應力求自然環境之安寧、清靜、悅目、美化及方便，並配以充實的圖書資料、完備的儀器設備及有效管理制度等；有鑑於探採研究中心原辦公地點為台探總處苗栗火車站旁為公路的辦公大樓，因空間狹小，不利未來發展，乃贊同於苗栗市文山里達園 1 號興建探採研究中心新大樓，終於在 1982 年 9 月破土起建。此建地原為苗栗鎮公有土地，為迎風面的山坡地，因不適於農作，1962 年 11 月苗栗鎮將此地贈與台探處改為玫瑰花園（對外原稱玫瑰公園），成為探採研究中心建地後取名為「達園」，緣於董事長李公達海之「達」字。辦公室及研究大樓則命名為「公弢樓」，以前總經理金開英公對中油公司貢獻卓著，其字公弢而名之，並敦請前經濟部長李國鼎先生親筆書寫，懸掛於大門正中。該大樓在靳副總於 1984 年退休（圖 2）後，於 1986 年 6 月落成，11 月正式啟用，靳副總自美返國時曾參訪。

靳副總督導企劃及研究發展業務期間，多次趁出國訪問機會，訪談在外國油公司或研究機構任職的台灣留學生，鼓勵他們響應「海外學人返國服務」行動，希望學有專精的旅外學人能夠回國到中油公司兩個研究中心貢獻所學；例如中油公司潘前董事長文炎，於1982年返國出任嘉義煉製研究中心組長前，係在美國孟山都化學公司擔任高級研究員兼資深工程師。能替公司覓得良才，一直是靳副總生前最得意的事。

國外合作方面，中油公司除與美國田納西州橡樹嶺國家研究院（Oak Ridge National Laboratory, 簡稱 ORNL）合作外，並引進奧地利國際應用系統分析研究所（The International Institute for Applied Systems Analysis, 簡稱 IIASA）MEDEE-2 能源需求系統模式應用於台灣交通部門與工業部門能源供需模式研究。與 ORNL 合作案，經幾度磋商後達成協議，由中油公司分年指派人員前往田納西州駐地研究能源供需模式。中油公司與 ORNL 曾於 1982、1984 年二度在台北舉辦能源經濟技術研討會。研討會圓滿成功，靳副總進而推動籌組中華民國能源經濟學會，並規劃成立後加入國際能源經濟學會組織事宜。

猶記得當時台電剛完成核一、核二廠，在媒體大力宣導電力經濟時代已來臨，將取代石油經濟。靳副總除為文力陳石油經濟之不可取代，並異中求同，以能源經濟涵括二者，力主石油與電力應相輔相成。且邀台電與經濟部能源委員會（能源局前身）等單位參與中華民國能源經濟學會籌組事宜。靳副總可說是我國能源經濟研究的創始者之一。



圖2 1984年6月靳副總經理榮退前留影。

七、公餘授業 著作等身

1959年夏，台探處與成功大學礦冶系建教合作，礦冶系希望學有專精的台探處主管能南下授課、教導學生實務經驗；台探處則冀盼大學生畢業後留在國內服務，最好到台探處學以致用。建教合作初期，台探處由吳德楣處長、靳副處長至台南授課。後來成大

增設礦冶研究所，靳副總改在研究所開課及指導學生碩士論文。所教過的學生有多位後來在台探處、探採所服務。此外，利用公餘時間，靳副總亦在成大、海洋學院（現今國立台灣海洋大學）、文大等校系、所兼課所指導研究生的碩士論文凡數十篇，門生遍及產、官、學界。

靳副總除了公務上盡忠職守，教學時誨人不倦，平時更熱心參與中國石油學會、中國鑛冶學會等學術團體活動。除分別於 1956 及 1976 年以全國最優考績公務員分別榮獲蔣總統及嚴總統召見外，並曾獲頒行政院最優人員獎章，且為 1962 年中油公司首屆竹銘獎章得主，1974 年中國鑛冶學會頒予最高榮譽的技術獎章。

靳副總文筆流暢、見解精闢，除了常寫文章，平素喜蒐集資料及剪報，每年的日記本到了年底即厚達數吋。著有「海洋礦產資源」、「海洋礦產資源開發」、「海域石油探勘開發」、「The Exploration and Development of Offshore Petroleum」、以及包括「能源與能源工業」等 5 巨冊的「石油工業叢書」之中英文學術論著，另有記載個人成長歷程及投身石油事業種種的「油人生活筆記」一書。傳記文學亦曾登載靳副總所寫有關西北工學院的往事。

靳副總服務石油事業長達 40 餘年，屆齡退休轉任中油公司顧問。1984 年 11 月中油公司與中國石油學會共同出版的第 20 號「台灣石油地質」國際著名期刊，特別在封面加題「靳叔彥博士榮退紀念論文集」以資紀念。

八、退休旅居休士頓

因子女均在美，靳副總退休後，1984 年底移居美國德州休士頓，許多同仁及門生前往休士頓時都前往探望。退休後靳副總仍勤於筆耕，在石油通訊等刊物撰寫老君廟憶往等小品文，以及繼續在能源季刊、鑛冶季刊發表論文及報導能源工業近況。靳師母則在寓所庭園蒔花、種菜，除了 OAI 歷任負責人及駐美同仁時常前往探視外，許多同仁及門生訪休士頓時亦前往探望，常吃到靳師母所包的北方餃子及麵食，靳副總每每強調餃子內餡為自家種的有機蔬菜。

2007 年 11 月筆者赴休士頓列席 OAI 董事會議，而中油林茂文副總（後升任中油總經理）則出席美國華人石油協會（CAPA）輪值主辦、在休士頓舉行的「全球華人石油及石化技術研討會」，會後我們到靳副總住所探望他（圖 3）。那年靳副總 90 嵩壽，行前潘前董事長文炎敬題「萬壽無疆」、陳前總經理寶郎親書「登大耄年、祝無量壽」，以及所

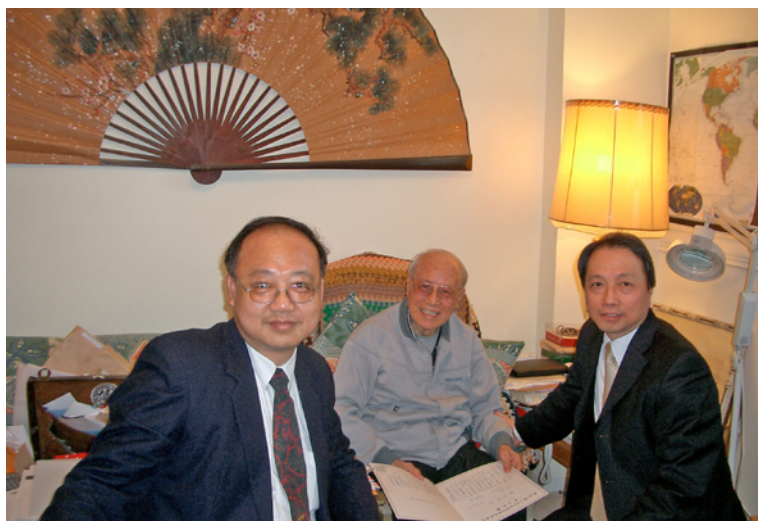


圖3 2007年11月中油林茂文副總（右）與筆者（左）探望靳副總（中）。

有副總經理及靳副總當年帶領的海域石油探勘處、企劃處、兩個研究中心與旅居休士頓中油人，合計有 90 位同事簽名的祝壽賀卡，經我們呈上，靳副總感動莫名。

那次見面，靳副總一面傳承他的工作經驗及待人處世心得，談到擔任中油高階主管要帶人帶心、時時關心部屬、凡事將心比心，更要具有世界觀、前瞻性的視野等等。更親筆寫下相關重點摘要；一面拆開我們所帶來的同仁及門生託轉的書籍等小禮物，開心的與我們閒話家常。談及當年所指導的學生，很多位都還在中油、台電及學術研究機構的工作崗位盡心盡力，也有自行創業有成者，學生有所成就，為師者與有榮焉。

最後靳副總向筆者詢及 1984 年替筆者證婚時，靳師母贈送親繪的一幅牡丹花，靳副總在畫上題詞賀新婚的國畫是否還保存？當得知這張畫仍掛在筆者家中已有 20 幾年時，靳副總甚為欣慰，並頻頻表示靳師母過世這幾年，他非常的想念。我們還聊到 1984 年靳副總即將旅居休士頓，臨行前，師母曾將一件保存了 30 幾年，大兒子穿過的舊嬰兒服交給當時懷孕的內人。她說老一輩人會將長的好的小孩舊衣給兒孫輩穿，希望他們也長得好，師母已將筆者視如己出，令人感動。

我們回國後，有 OAI 同仁趁返國述職之便，「扛」了 7 打多的鋼珠筆回國，每支筆上刻有「Thanks & Sincere Appreciation for Your Greetings on Prof. Dr. Suyen Chain 90th Birthday」，原來是靳副總對 90 歲生日賀卡上簽名者予以一一回禮。

隔年 OAI 傳來訊息，得知靳副總在長子及女兒家前後 2 次不慎摔跤，跌斷了髌骨，



圖4 2010年12月3日OAI呂明達總經理（右2）等同仁探望靳副總（左2）。



圖5 2010年12月28日中油林茂文副總（右2）與筆者（左1）探望靳副總（左2）。

兄妹二人與在大陸的次子商量結果，只有求助專業的護理之家 24 小時專人照顧。

2010 年 12 月 3 日中油林茂文副總與筆者擬趁赴休士頓開 OAI 2009 年董事會議之便，再度前往探望靳副總；惟適逢立法院審查中油公司 2010 年度預算，林副總須延後出國，當日乃由呂總經理等 OAI 同仁先前往探視（圖 4），以免失約讓他掛念。

2010 年 12 月 27 日中油林副總與筆者赴 OAI 召開董事會時即計劃順道探望靳副總。28 日探望靳副總時，護理人員說他今早不願下床，但見到我們就很高興地坐著輪椅，引導我們到處走走。這一次，我們仍帶來靳副總在台灣的同仁及門生對老長官、恩師的關懷並轉交小禮物。靳副總對其中的中油大樓紀念鋼珠筆愛不釋手，曾試筆書寫“中油公司”幾個字，惜我們未予收藏，這應是靳副總生前對畢生奉獻的服務機構最後的連結。此次見他談笑風生，床上則散見中、英文書籍、報紙，仍不改書生、儒者本色。他說之所以坐著輪椅穿梭於醫療院各角落，逢人就加油打氣，是護理小姐見他腦筋清楚，請他幫忙照顧其他人，他很樂意幫助別人。當天陪靳副總用完午餐後合影（圖 5），才依依不捨的告辭。誰知道，不到一個月，靳副總卻溘然而逝，林副總與筆者應該是靳副總生前最後接見的訪客，也是最後看到的授業門生，筆者心中永遠記得有位靳副總對學生有無盡的照顧。

雖然 2011 年 2 月 6 日靳副總已安息於休士頓，揮別了世間塵土。但每每憶及與恩師最後的見面，當天陪他進午餐、相談甚歡的畫面永遠烙印在腦海。實在無法料到此次竟是與靳副總最後的會面，從此天人永隔，再也無法當面聆聽他的教誨。

★

中鋼精神實踐者－陳源成先生

■ 陳 啟 泰 *

陳源成先生於九十九年自中鋼公司總經理職務退休，在三十八年的職場歲月中，任事忠誠勤篤，勇於負責，待人以誠，深獲部屬信賴支持，又富理想遠見，以維護增進中鋼良好企業形象為己任，可視為「團隊、企業、踏實、求新」的中鋼精神實踐者。

民國五十八年陳源成先生畢業於成功大學礦冶工程學系，曾任職於唐榮鐵工廠公司，六十年獲全國高等考試冶金工程科優等第一名，取得冶金技師資格，六十一年進入中鋼公司服務，參與我國第一家一貫作業大鋼廠之建廠工作，建廠初期，多次奉派出國受訓，精研煉鐵新知，佐以生產實務，成為極優秀之煉鐵工程人才。在中鋼服務期間，歷任煉鐵廠工程師、主任、廠長、生產副總經理，八十年二月升任執行副總，九十四年十一月接任第八任總經理，九十九年二月屆齡退休，退休後短暫享受輕鬆愜意的家庭之樂。由於感受到臺灣所面對的嚴峻經濟情勢，以及鋼鐵產業發展困境，希望能以自身所學與鋼鐵經營經驗，再次對臺灣經濟做出貢獻，遂於一百零三年七月接受台塑集團總裁王文淵邀請，出任台塑越南河靜鋼廠副董事長兼執行長職務（於一百零三年十一月升任董事長一職），以完成東南亞最大一貫作業鋼廠台塑河靜鋼廠的建設、試車及生產，同時也希望與臺灣鋼鐵同業共同攜手，創造東南亞鋼鐵新市場。

陳先生曾在成大校友會上分享，人生不如意的事十有八九，重要的是遇到挫折要如何以正向的態度去面對，如何去克服挫折，他特別舉兩例說明，令與會者深為敬佩與感動。首先是民國六十六年七月二十五日強烈的賽洛瑪颱風侵襲高雄，造成南部地區重大災害，由於停電停水，甫建設完成的中鋼一號高爐，一度面臨缺水冷卻，可能會變形或燒毀的危機。高爐是鋼廠的心臟，不能有任何閃失，時任高爐工場主任的陳先生，肩負維護高爐安全的重要大任，領導部屬同仁克服種種危難，終使高爐轉危為安；其間最大的困難，在於大停爐後重新開爐，高爐裡面的鐵水幾乎凝固，出鐵非常困難，幸賴同仁們不眠不休，努力工作約一個月，才讓生產得以順暢。因為經歷這個過程，得到很多寶貴的高爐操作經驗，對日後操作效率助益甚大，同仁們也因為經歷這段艱困過程，凝聚向心力，而更加團結。陳先生亦以此卓越事蹟，於民國六十七年獲選中國工程師學會優秀青年工程師。

* 中鋼公司技術規劃發展處處長

其次是民國九十七年九月發生全球性金融海嘯，百業受創，企業面臨資本支出與投資停頓、維持正常交易保險成本增加的諸多挑戰，並流傳著「裁員滾滾、薪餉四成」的耳語。鋼鐵業同樣面臨貿易大幅衰退，中鋼員工人心惶惶，士氣低落，時任總經理的陳先生積極採取以下因應措施與作法：(1) 宣示不裁員、不減薪，厲行「1020 成本降低運動」即可控制附加成本降低 10%，可控制銷管研訓費用降低 20%。(2) 下游大幅減產，上游間歇停爐，高爐提早大修，降低成品庫存；秉持誠信原則，維持原料長約提貨，調整配料，不堆礦砂，改存鋼胚，蓄積能量，把握景氣回復先機。(3) 鋼價一次落底，阻絕進口貨，力守國內市場，搶攻國外市場；因應市場變化，採強化品質、少量多樣的生產模式。為激勵中鋼全體同仁士氣，除採取上述措施外，並以「從巨變到遽變」與「走出困境 -- 我們的體認與省思」為題發表演說，對公司同仁信心喊話，凝聚同仁向心力與團隊精神，運籌帷幄帶領中鋼走出困境，渡過金融海嘯的難關，並強化公司經營體質，朝世界一流鋼廠的目標邁進，以保企業長青。

陳先生除於中鋼公司日理萬機外，亦關注社會脈動及熱心參與和中鋼公司業務有關之學、協會公益團體活動。於民國八十三、八十四年膺任中國鑛冶工程學會理事長，民國九十二至九十四年擔任中國工程師學會高雄市分會理事長，由於認真負責推動會務，每年舉辦之重要學術活動多達三十餘項，尤其是民國八十四年四月促成中鋼公司、中國鑛冶工程學會與大陸寶山鋼鐵金屬學會合辦「兩岸鋼鐵技術與耐火材料科技交流會」，建立兩岸鋼鐵技術人員定期互訪及交流管道，去年中鋼與寶鋼在高雄中鋼公司舉辦雙方交流 20 週年慶祝大會，雙方與會人員在觀賞交流回顧影片之際，也對此津津樂道不已。民國八十四年十一月十九日至廿日與台灣鋼鐵同業公會及東南亞鋼鐵協會中華民國分會合辦「84 年鋼鐵技術研討會」，係屬區域性國際會議，對促進國際鋼鐵技術交流，深具意義。陳先生在鑛冶專業技術具備豐富知識與經驗，在中鋼服務期間表現傑出，績效卓著，有目共睹，尤其積極推動開發高品質、高品級高附加價值鋼品，帶動臺灣鋼鐵工業生產與技術提升，使我國鋼鐵產業更具規模與國際競爭力，因此於民國九十五年榮獲中國鑛冶工程學會頒贈最高榮譽的「技術獎章」，以表彰其貢獻。

陳源成先生投入鑛冶生涯已近五十年，以鋼鐵事業為職志，為典型的「鋼鐵人」，其為人誠懇、治事嚴謹、操守廉潔、對工作深具使命感，對我國經濟發展貢獻卓著，堪為國內鑛冶界典範，值此中國鑛冶工程學會建會九十週年時刻，藉本文肯定陳前總經理源成對臺灣經濟與中鋼公司的貢獻。

★

探勘耆老中油楊舒前副總經理 說自己的故事

■ 曾弘志*

一、緣起

文化部在龍應台部長任內，以每個人都有自己不同的生活故事，而個人的生命史，不論成功或失敗的經驗，都可激勵其他人努力或重新省思的力量，是維繫家庭、社會的重要記憶，更是國家歷史的一部分。因此策劃成立台灣故事島網站，讓大家說出自己的故事，並與最愛的家人、朋友，乃至社會各界分享。文化部的「國民記憶庫：台灣故事島」已建置完成，為一個記憶分享網絡，將台灣人民感動人心的故事記錄下來，匯集為國民記憶資料庫，並透過網站分享給社會大眾。

當中油公司工業關係處陳玫如組長得知當年老君廟來台油人經一甲子以上的歲月，碩果僅存者為 96 崙齡的楊舒前副總經理，即透過筆者聯繫楊副總，希望楊副總說自己的故事，她會連絡文化部的「國民記憶庫：台灣故事島」單位，讓楊副總將自身的體驗訴說記憶中的往事，藉由說與聽的互動方式，透過台灣故事島網站，與社會大眾分享油人生涯的種種回憶，從歷史與文化氛圍凝結人心，讓社會正向發展。

幾經聯繫，楊副總從謙辭到同意，還因聯繫上出了點落差，原先排定錄影的日期陰錯陽差讓楊副總等無人，楊副總說以他年輕時的脾氣，不會再來一次；幸好陳玫如組長與楊副總很投緣，最後重新排定民國 104 年 9 月 1 日錄影楊副總說自己的故事。當日剛好楊副總 95 歲崙壽，陳玫如組長很貼心的準備了生日蛋糕，大家先祝楊副總福壽安康，生日快樂，接著才錄影、說故事。此次蒙國父紀念館故事蒐錄站林建軍先生及賴翠蘭小姐兩位義工幫忙，圓滿完成。同日楊副總夫人戴世瑾女士亦敘述當年躲避烽火的日子，年輕貌美的 15 朵金花搭著大卡車遠赴老君廟工作的故事。兩則說故事錄影，林建軍先生已分別於民國 104 年 10 月 26 日及 27 日上傳到台灣故事島網站。有興趣的讀者可依以下資料找到網頁，或以 Google 分別蒐尋「楊舒 / 中油」或「戴世瑾」。

* 台灣中油公司總經理室督導

上傳者：林建軍
敘述者：楊舒
蒐錄者：林建軍、賴翠蘭
說故事地點：台北市
故事來源：國父紀念館故事蒐錄站
發佈時間：2015/10/26
故事編號：2015002938
題目：探勘耆老精采的油人生涯

上傳者：林建軍
敘述者：戴世瑾
蒐錄者：林建軍、賴翠蘭
說故事地點：台北市
故事來源：國父紀念館故事蒐錄站
發佈時間：2015/10/27
故事編號：2015002980
題目：躲避烽火的日子

本文係依據當日楊副總所說的自己故事，以及多次訪談的楊副總口述，並參考相關文獻所整理之楊副總精采一生的油人生涯。

二、西北工學院畢業赴老君廟

中油公司前副總經理楊舒，字舍予（拆「舒」字），民國9年9月1日生，山西省五台縣人。民國26年在太原讀高中時，發生七七事變，對日抗戰爆發，學校停課解散，乃隨軍渡黃河，由晉南臨汾到陝北洛川，停留年餘，民國28年再赴陝南洋縣，輾轉進入國立七中，翌年參加全國大學聯考，錄取陝西城固古路壩國立西北工學院礦冶系採礦組；會選讀礦冶，乃因山西老家煤礦蘊藏量居全國之冠且質佳，希望畢業後返鄉貢獻所學。

抗戰軍興，屬於資源委員會的甘肅油礦局，所屬的老君廟油礦與煉廠在甘肅，但局本部卻設在戰時首都重慶，目的除了便於就近向政府爭取所需經費，亦利於將老君廟礦

場所須器材由昆明經重慶以最快速度搶運到礦上。當時器材分別自越南、緬甸經由大西南（廣西及雲南）從陸上進口；以及由陳納德將軍的飛虎隊空運美國器材，飛越喜馬拉雅山駝峰運過來。甘肅油礦局更可就近在重慶招聘人才。楊副總在讀大學時，民國30年玉門老君廟油礦首次使用800公尺級的旋轉鑽機，開鑽老君廟8號井，鑽至442公尺，原油大量噴出，造成強烈井噴。儘管現場瀰漫著大量的天然氣，鑽井人員仍在滿天灑下的油雨中安裝上防噴器，成功制止了噴井事故，保全了該井，使得民國31年生產汽油的目標順利達成。這項消息傳遍全國（包括華北及沿海的淪陷區），大為振奮民心，當時的口號正是「抗戰必勝、建國必成」，全國軍民大團結，人人信心十足；那時也是對日抗戰最艱苦的時期，軍事委員會蔣委員長對老君廟8號井大發現甚為欣慰，隔年該井正式生產不久即親臨老君廟礦場視察。其時後方最缺乏的物資就是軍民運輸所需要的汽油，所謂「一滴汽油一滴血」，因此可自產油的玉門老君廟油礦瞬間成為國家的寵兒，也讓楊副總對讀礦冶系，將來要回山西老家開煤礦的初衷不再那麼堅持。

民國33年楊副總剛大學畢業時，抗戰尚在最後、最艱苦的階段，當時重慶中央政府，正號召舉國青年去開發大西北，資源委員會為當時政府主管工礦事業的最高行政機關，該會於每年大學生畢業前3個月，都發函給全國各大學，希望當屆工學院土木、機械、電機、航空、礦冶等5系畢業生，畢業成績為該系前5名者，可在該會所屬各工礦事業挑選其一任職，甘肅油礦局玉門油礦也在其中。楊副總經申請、分發至玉門老君廟油礦服務，遠赴塞外，從此展開精采一生之油人生涯。

楊副總學以致用，民國33-34年在礦上擔任鑽採工程師時，參與老君廟DH-1井鑽探，該井井深903公尺，創當時老君廟最深井紀錄（老君廟打井深度通常400～500公尺）。民國34年9月3日抗戰勝利，日本無條件投降，舉國歡騰，遠在塞外的老君廟員工繼續堅守崗位，但來自外鄉的可請假返鄉探親。民國35年6月中油公司在上海成立，甘肅油礦局改制為中油公司甘青分公司，玉門油礦隨同改隸。36年3月底楊副總向甘青分公司老君廟礦場請了2個月歸鄉探親假，返鄉路上國共酣戰，那時山西已被共產黨控制，太原遭圍城，無法返家；家鄉暫時回不去了，行經上海，遂到成立不久的上海中油總公司拜晤老長官嚴爽協理（原老君廟礦長，民國36年2月嚴協理來台視察台灣油氣探採業務，雖逢228事件，仍圓滿完成任務並安返上海）。他聽到楊副總有鄉歸不得的處境，談到既然暫時無法回鄉，而台灣接收日產改制的台灣油礦探勘處，正依據上海總公司派到台灣的重力測勘隊資料，由上海總公司探勘室翁文波主任（曾在中央大學地質系

教授地球物理學，為張錫齡總處長的大學老師，其兄為行政院資源委員會委員長兼中油公司董事長翁文灝，曾先後出任行政院副院長、院長）解釋後所勘定的井位，正要鑽台灣光復後的第一口探井，倒是可以由楊副總先到台灣擔任該鑽井隊長。

三、來台在苗栗台探處任職

楊副總決定短暫來台支援，首先想要告訴的人，就是在老君廟礦上認識的圖書館管理員戴世瑾小姐，兩人在玉門相識、相戀。戴小姐是安徽合肥人，出身書香門第，聰穎賢淑，民國34年於湖南國立八中畢業後，響應政府開發邊疆建設大西北號召，與14位剛畢業的女學生搭著大卡車，一路顛簸，遠赴老君廟工作，這批生力軍被譽為15朵金花，成為礦上未婚男同事追求對象。來上海前，楊副總還特別到安徽合肥探望已歸鄉的戴小姐。

民國36年4月楊副總從上海搭中興輪（同船尚有姚恒修等中油同事；姚恒修先生後來累升至中油總工程師、協理）到了基隆，先到台北，3天後去苗栗台探處報到，奉派至出磺坑礦場擔任工務室主管。

楊副總原以為來台係短期支援，後來時局逆轉，奈何兩岸從此一度長期隔絕，曾經歸鄉路阻，嘗感嘆當年一別難返；幸好戴小姐在楊副總來台不久，隨後即與現居休士頓的弟弟一起到台灣，與楊副總在台灣重逢，兩人在苗栗出磺坑礦場結成連理。

由於太平洋戰爭時期日人只顧著抽汲出磺坑淺層石油充當戰略物資，並無時間和餘力更新設備，甚至將鑽探、開發、生產等器材運往南洋（按：日據末期，太平洋戰爭爆發，日本占領東南亞後，將出磺坑礦場的鑽機及油田開發生產設備拆到產油的印尼島嶼），台灣光復後，出磺坑礦場徒留一片殘破景象；接收初期，百廢待舉，中油公司接收日人留下的11套頓鑽或旋轉式鑽機僅能勉強拼湊後成6套，都僅能鑽深1,000公尺左右，只能用於修井。來台後，楊副總因擔任出磺坑礦場工務主管，負責協辦出磺坑礦場康天經主任的修井工作，以維持生產。

楊副總於民國36年11月派任台灣光復後第一口探井——大肚山1號探井工程隊隊長，該井於民國37年5月31日鑽達1,203公尺，未鑽達目標地層，受限鑽機能力而停鑽，鑽進過程未發現油氣徵兆，該井位於現今的東海大學附近。楊副總籌鑽該井時發現日人以往打井，動力都以電動式，需拉電線，只適合在配有電力設施的礦場內打開發井，乃特別請上海總公司運來3部柴油機為動力，從此台灣鑽野外探井都改用機動性較

強的柴油機。

民國 42 年 2 月楊副總派任竹東鑽番婆坑 1 號探井隊長，鑽至 550 餘公尺地層變垂直而停鑽。不過，除了大肚山 1 號、番婆坑 1 號這 2 口未鑽獲油氣的探井外，民國 42 年 9 月 13 日負責鑽出磺坑 104 號井，民國 43 年 1 月 18 日這口開發井總算鑽獲油氣。

四、擔任竹頭崎礦場主任

民國 43 年 1 月 7 日台南玉井竹頭崎 8 號井鑽到 805 公尺，鑽獲大量油氣，該井鑽探成功，試油氣結果，日產輕質原油 8.6 公秉、天然氣約 3,000 立方公尺。楊副總每次與筆者聊到竹頭崎 8 號井，他總說（口述）：真想不到，在台灣鑽了那麼多口井，都沒舉行什麼開鑽典禮，偏偏竹頭崎 8 號井在民國 42 年 9 月 15 日敦請高雄煉油廠胡副廠長（後來高升至中油董事長）到竹頭崎來擲瓶開鑽，熱鬧了一翻，居然出了大油，我認為竹頭崎 8 號井足以媲美玉門老君廟 8 號井，都是 8 號（香港話 8 與發諧音），此井鑽探成功激發了探採人員的士氣，也許是託後來的胡董事長福氣和運氣，在竹頭崎出了那麼大的風采，對探勘除了精神鼓勵，影響亦深遠。的確，此井的成功不僅是台探處的一件大事，也為台灣油氣探勘露出一線曙光，增強了探勘人員的信心與奮力前進的動力，當把握機會、積極爭取更多的支持。當時我（楊副總）正在鑽出磺坑 104 號井，竹頭崎 8 號井由沈敬文先生擔任隊長，這時出磺坑 104 號井也順利完成，而我（楊副總）的新任務來了，原本竹頭崎屬新營礦場的分礦，這下獨立出來了！立刻被派為竹頭崎礦場籌備處主任，正式成立後稱竹頭崎礦場主任，沈敬文任鑽井股長，由苗栗調來 3 部鑽機同時開鑽，台探處大部份菁英都調來竹頭崎，並且增設採油股、工務股等，還請了高雄煉油廠的土木人員前來支援，其中包括（楊副總）後來的兒女親家丁道炎先生亦曾到礦協助，將竹頭崎生產的原油經由管線連結台糖的鐵道油罐小火車，再運到高雄煉油廠提煉。

楊副總就這樣一路從資委會甘肅油礦局玉門油礦甲種實習員、工務員、中油公司甘青分公司助理工程師、台探處出磺坑礦場工務主管、鑽井隊長、竹頭崎礦場主任、鑽採組副組長累升。民國 54 年 11 月台探處擴編技術部門，楊副總出任新成立的鑽井組首任組長。組長任內負責籌劃多口井鑽探工作，參與台探處在竹苗一帶陸續發現的崎頂、寶山、白沙屯、鐵砧山、青草湖、永和山等幾處新油氣田，以及在錦水、出磺坑老油氣田深部發現新的產氣層之盛事。當自產油氣全盛時期，竹苗區的自產凝結油負責供應桃園縣中壢鎮至台中縣烏日鄉之間的加油站，老一輩的人都知道，當年台中市、桃園鎮車子

加油都會北上至烏日或南下至中壢，因為自產凝結油品質較由進口原油提煉的汽油佳，能行駛的公里數較遠。

除致力國內陸上油氣探採外，中油公司曾提供人力、鑽機及相關器材，在國外進行鑽井技術服務。民國 55-57 年間由楊副總帶鑽井隊在韓國浦項地區技術服務鑽了 3 口地層探井。剛在韓完成鑽井任務，馬上被派去紐西蘭觀摩地熱發電，期間亦奉公司指派赴美國海灣（Gulf）等油公司長期研習。此外，楊副總曾向筆者提及，其多年老友張逢鑑兄，民國 33 年湖南大學礦冶系畢業，在老君廟與楊副總同事，民國 37 年來台，先在台探處短期服務，後來調台北，在中油台營總處上班，不久自費赴美留學，在聖路易大學時參加美國地質調查所南極計畫，於民國 50 年代遠征南極前，他特別寄一幅巨大的青天白日滿地紅國旗給張兄，楊副總一直深信，首面出現在南極土地上的中華民國國旗就是這一面。

五、北調至礦務處

民國 58 年楊副總由苗栗調到台北總公司，協助當時的礦務處楊玉璠處長辦理有關油氣探勘開發生產方面的行政工作，楊副總認為在礦務處期間完成 3 件重要大事：

（一）草擬「海域石油礦探採條例」稿：礦務處負責擬定該條例草案，經濟部法規會於民國 58 年 12 月為本案邀集法規會、礦業司、國營會、國家經濟建設委員會、石油化學工業發展小組及中油公司，召開第 1 次臨時會議。中油公司由胡新南總經理率董蔚翹協理、楊舒副處長及吳安富組長列席說明，當時礦務處楊玉璠處長係以兼任國營會第二組組長與會。以後經由經濟部、行政院層層審核後建請立法院立法。終於在民國 59 年 8 月獲立法院三讀通過，9 月經總統公布實施，從此外國油公司來台合作海域探油能有所遵行。

（二）決定在釣魚台附近海域鑽井：中油公司在我國北方海域第 II、III、IV 及 V 礦區曾分別與美商海灣、大洋、克林敦及德司福油公司簽約合作。這些外商除德司福簽約後即援引不可抗力因素未進行探勘外，其餘 3 家曾進行空中磁測、海域震波測勘、地質研究等工作。海灣公司更曾在北方海域第 II 礦區鑽過 4 口探井。海灣公司退出後，中油公司在第 II 礦區除了在民國 66 年租用白龍 2 號獨資自力鑽井 1 口外，68 年中油公司與克林敦油公司（出資比 9:1，中油公司擔任經營人）租用白龍 3 號，合作鑽井 1 口，惜未獲油氣。由於這幾口井均在我國主張的 200 海里經濟海域內，儘管接近釣魚台附近海

域，尚無爭議，也確立日後在台灣北方海域測勘及鑽井作業的因應模式。

（三）設立海外石油及投資公司：國際一般大油公司如果在國外合作探油，鑽探開發生產油氣，大都因風險太大，通常會以另設立一家低資本額的新公司名義去投資。為了保障中油公司權益，奉行政院同意可參照國際大油公司的此等作法，中油公司經過稅務及索賠風險等考慮後，民國 68 年 6 月決定在巴拿馬登記註冊一家公司，名稱初訂名為「海外石油公司」（Overseas Petroleum Corporation）。當楊舒處長手持該案親自向胡新南董事長請示，董事長表示要好好思考一下。隔天再去向胡董請示，他經幾翻思索，覺得應改稱「海外石油及投資公司」（Overseas Petroleum and Investment Corporation，簡稱 OPIC）會更好，這家公司以後除了參加國外探油，業務也可擴及海外投資，乃就此定案。OPIC 成立至今已 37 年，先後與 Gulf、Conoco 等國際油公司合作，在阿聯大公國凱馬邦海域、厄瓜多陸上 16、17 號、委內瑞拉礦區發現海外油氣田，並且併購印尼、阿聯大公國夏甲邦、澳洲、尼日等海外油氣藏外，中油公司在卡達投資建廠也用 OPIC 分支機構名義參加且獲利頗豐，就可看出一位領導人的遠見。楊舒處長還當場被胡董指派為 OPIC 首任總經理。為表示公司重視 OPIC，胡董告訴楊舒處長，如有需要，胡董可兼 OPIC 董事長。後來考量 OPIC 層級不宜與中油公司同位階，OPIC 首任董事長由當時中油總經理李達海公派兼。民國 98 年 9 月 1 日為慶祝 OPIC 成立 30 年，在中油大樓 13 樓圓弧廳舉辦「CPC 國際化 /OPIC 30 年—CPC/OPIC 海外投資回顧 & 前瞻研討會」，當日適逢楊副總 90 歲（虛歲）大壽，特別在會場為這位 OPIC 首任總經理祝壽（圖 1），當生日蛋糕一推出，現場齊唱生日快樂歌時，楊副總對節目單沒列出的這個節目非常感動。

楊副總在礦務處長任內還參與規劃成立海域石油探勘處一級專責單位，從此我國邁向海域油氣探探。另規劃有由台探總處在錦水礦場興建地下儲油窖，用以儲存自產的液化石油氣（LPG），較在地面建 LPG 儲槽節省興建及維修成本且安全。

六、出任海探處處長

民國 69 年 11 月礦務處楊舒處長奉調海域石油探勘處處長，任內危機處理民國 71 年 11 月 17 日海探處租用遠航直昇機墜海事



圖1 OPIC成立30年研討會，為OPIC首任總經理（楊副總）祝壽。

故，當時有 13 人因公殉職，民國 72 年 3 月 10 日在深澳港岸邊山丘豎立台灣海域探油殉職人員紀念碑，由李達海董事長主持立碑儀式。此外在海探處成立地球物理資料處理中心，從此能自力處理地球物理探勘震測資料，節省委外處理費用。

根據楊副總在民國 100 年追思胡新南董事長的文章，以及民國 101 年中油探採事業部吳榮章執行長邀請楊副總口述歷史，錄影存檔時講述一段當初與日本交鋒的往事，提及其海探處處長任內，民國 70 年 8 月中油公司租用白龍 3 號海域鑽井設備，獨資自力在北方海域鑽 YDC-1 號井時，由於此井井位較靠近釣魚台，而引起日人的注意，日方派巡邏艇在該井周圍海域巡邏監視。我空軍亦遵照我國海域管控範圍，派軍機飛臨該井上空巡視，以示維護。在此口井尚未鑽完前，日人竟向我國駐日代表處提出抗議，駐日代表馬樹禮立即飛返台北向外交部報告。行政院孫運璿院長即刻召開跨部會首長會議，出席有經濟部張光世部長、外交部北美司錢復司長、國防部宋長志參謀總長、駐日馬樹禮代表，中油公司由胡新南董事長率海探處楊舒處長參加。兩小時的會議中，由楊舒處長先將釣魚台附近海域這口井的鑽探依據及經過、國際法相關規定報告，隨後展開討論。會中雖然宋長志參謀總長站在維護國家主權立場，認為該區應該繼續鑽探，惟未獲具體結論，孫院長在會中並未作任何裁示。會後中油公司仍繼續將該井鑽至目標井深 2,263 公尺。

七、升任礦務副總經理

民國 72 年 1 月海探處楊舒處長升任礦務副總經理，原本至民國 74 年 10 月 1 日應屆齡退休，惟其督導且親兼開發規劃小組召集人的新竹外海長康（CBK）海域油氣田開



圖2 楊副總自中油高級顧問退休前，與退休長官餐敘合影。

發工程尚未完工，中油公司借重長才，簽奉主管機關同意改任高級顧問1年，民國75年6月-78年2月榮任中油公司董事。圖2為民國75年9月25日楊副總即將自高級顧問退休前，和退休長官餐敘合影，前排左起：詹益謙先生伉儷、吳德楣先生伉儷、楊舒先生伉儷、楊玉璠先生伉儷、張錫齡先生伉儷。



圖3 CBK海域國光平台在中船完成運往新竹外海前，金公開英（前排右3）由楊副總（前排右1）等陪同至中船參覽。

民國75年9月以高級顧問自中油退休，其督導的CBK海域油氣田開發工程已完成並試產成功（圖

3），其退休一個月後（10月底）正式生產。CBK海域油氣田開發工程係中油公司於民國74年起進行的計畫，在新竹外海25公里遠的海域，興建3座海上生產平台、5口平台井及4口水下井、海底輸送管線及平台上之油氣處理與公用設備。民國75年10月31日試俾完成後正式生產，自產之海域天然氣正式上岸，在LNG尚未進口前適時加入生產，調節市場供需，紓解國內陸上自產天然氣供氣不足之壓力，成功達成階段性任務。

民國70年中油公司以OPIC名義參加阿拉伯聯合大公國凱馬邦海域礦區合作探油鑽獲油氣後，楊副總於民國72年1月升任礦務副總不久，3月29日即由地主國與合作公司共同宣布商業性油氣發現。民國73年元月3日沙禮油氣田正式生產，10月1日第一船沙禮油氣田國外自產油運回國。本案合作期間，中油公司曾應經營人海灣（Gulf）油公司之請，派鑽井人員負責2口井之鑽井技術服務。此外，民國73年中油公司以OPIC名義參加美國康納和（Conoco）公司等所組成的厄瓜多16聯合投標集團，於民國74年6月24日共同標得厄瓜多16號礦區工作權益，並於民國75年2月17日簽礦區合約，這個楊副總任內標得的海外礦區，迄今仍在生產。

民國73年中鼎公司董監事聯席會議決議投資設立中鼎探勘工程公司，由王國琦先生擔任董事長，吳德楣先生擔任總經理。民國76年該公司與日本Shinco Co., Ltd. 簽訂Drilling Personnel Supply Agreement，為日本九州電力公司在九州八丁原鑽地熱井2口，由中鼎探勘公司提供技術人員24名。經中鼎探勘工程公司再洽中油公司承攬此項技術服

務。民國 77 年吳德楣總經理請辭，自中油公司退休後的楊副總接任總經理後，順利完成日本 Shinco Co., Ltd. 鑽地熱井工程。民國 78 年中鼎探勘公司奉准重新改組更名為萬鼎工程服務公司，仍聘楊副總為總經理，至民國 81 年方自萬鼎公司退休。此後楊副總一度往返海峽兩岸，積極推動兩岸國營油公司合作探採油氣，對 OPIC 目前與大陸 CNPC、Sinopec、CNOOC 幾個海外合作探油案甚為關心，每次回到公司，都為晚輩後學加油打氣。

楊副總育有 3 女，竹君、英迪、達賢，均留學美國，在美成家立業，幸福和樂。綜觀楊副總油人生涯，精采絕倫，惟其曾自感不及者，乃少小離家，未能回饋桑梓故里、對家族盡責，更無緣對父老、長輩盡孝道，曾謂此乃終生憾事。

楊副總 3 位女兒考量父母年事已高，終於說服楊副總伉儷移居美國生活，俾就近照料。民國 105 年 1 月 27 日楊副總赴美前，中油探採事業部廖滄龍執行長特別邀請楊副總摯交及得力助手（圖 4），一起為楊副總餞行。如今移居美國逾半年，楊副總還常常打電話回台灣閒話家常，並歡迎中油老同事、老部屬赴美路經洛杉磯時一聚，民國 105 年 7 月礦務處莊銘勝前副處長偕夫人赴洛杉磯，與楊副總伉儷見面時（圖 5），楊副總交待他們代向在台友人問好。



圖4 楊副總（前排中）移居美國前，與邱華燈總處長（前排左2）、陳瑞祥副總（前排右1）等同仁合影。



圖5 礦務處莊銘勝前副處長偕夫人在洛杉磯拜訪楊副總伉儷。

八、結 語

中油公司在民國 90 年未施行組織扁平化前設有 8 位副總經理，依專業分工輔佐總經理，其中一名為礦務副總經理，主要督導總公司總地質師室、礦務處、海外公司工作小組 3 個幕僚處、室、小組，以及台灣油礦探勘總處、海外及海域石油探勘處 2 個單位。中油公司為執行組織扁平化及成立事業部責任中心政策，先階段性將台探總處、海探處合併，以台探總處為暫存續單位，總地質師室則併入礦務處（探採事業部成立後轉成事業部企劃室），並配合新成立的各事業部兼幕僚功能之規劃，執行長核定簽文曾經逕陳總經理，所以礦務副總於陳瑞祥前副總於民國 90 年 9 月 1 日屆齡退休後，即未再派人接任。因此撰寫探採史料時，有關事件決策的背景因素，要向礦務副總前輩請益時，就想到如今老君廟來台油人碩果僅存的 96 嵩齡的楊舒副總，以及最後專任的陳瑞祥副總。筆者為蒐集台灣石油探採史料及撰述探油史，常常向兩位副總油人前輩請益，本文能完成承兩位副總之前的口述及提供之照片、文獻等資料，謹致謝忱。（本文完成於民國 105 年 9 月 1 日楊副總 96 嵩壽日，謹以本文祝楊副總生日快樂，在美生活愉快，平安喜樂）。

★

專訪石油探勘前輩邱華燈先生

■ 丁信修*

2016年7月29日，一個風和日麗的上午，中油探研所翁榮南所長偕同黃旭燦專案及筆者等三人來到苗栗縣公館鄉大坑地區拜訪中油退休前輩邱前總處長華燈先生。邱先生自退休後26年來多半住在這清幽的小鎮，一個很靠近台灣油氣產業發源地——出磺坑的鄉下地方。邱先生的寓所是一座傳統四合院建築，前有大庭院，院裡周邊種滿樹木花果，棵棵翠綠挺拔，不時綻放出濃濃的香氣，展現怡人與地靈人傑的氣息。由於邱先生個性十分平易近人，談吐幽默風趣，各類話題都能融入，許多退休老油人及在職的中油晚輩都喜歡經常來到邱先生寓所拜訪、問安、請益，其中最有意思的是，有一位中油退休同仁黃先生還貼心地準備訪客簽到簿，讓邱先生在訪客離去後還可以常常翻閱，回憶



（左起）翁榮南（台灣中油公司探採研究所所長）、邱華燈先生、丁信修
（2016年7月29日攝於邱先生苗栗縣公館鄉寓所）

* 台灣中油公司探採研究所組長

老同事們。我們與邱先生相談甚歡，近中午當我們要離去時，邱先生熱情地堅持送我們至庭院門口外，向我們揮手，一直看著我們，直到我們的車消失在馬路上。

● 探勘油氣四十年

邱先生從事油氣探勘達四十年，直到 1990 年自中油公司台灣油礦探勘總處長職位退休，他在台灣地質及石油探勘的研究方面的成就相當亮眼，此外，他在鄉村父老的眼中，更是事業及孝順兩方面都值得令人讚揚的楷模。

● 人生道路不平凡

邱華燈先生，1925 年生於苗栗縣公館鄉大坑，父親邱其銘經營香茅油生意，叔父邱其湘曾任公館鄉長，由於家庭算是富裕，邱先生得以專心求學，沈潛於學問及研究。他最初受的是日本教育，中學時代曾在日本就讀，他說：「在台灣光復第二年，我與叔叔邱其福一起離開日本，叔叔選擇到美國行醫，最終入籍美國；我選擇回台灣，回到鄉里。」邱先生比叔叔邱其福小五歲，光復前四年到日本留學，叔叔學醫，他念高中。1945 年台灣光復，日本一片殘破，叔叔商量何去何從，叔叔在祖父邱玉富同意下，瀟灑飛往美國，邱先生則因為是長子又是長孫，聽從父親意見回到台灣，為苗栗家鄉貢獻。叔叔兩人分道揚鑣後，就此走向不一樣的道路。

● 大學時期到就業

邱先生考進台灣大學時，父親希望他選讀醫科並能到美國深造，可是他卻選讀地質系。然而進大學後不久，社會上就發生了二二八事件；他回憶當時，台大文學院長林茂生才跟同學們說，學校暫時停課，等候通知，但隔天林院長就失蹤了，很多台籍菁英都在那時候突然失蹤，人人自危。邱先生親身歷經了那段動盪不安的日子。

由於邱先生選擇地質系，決定了他日後為中油公司奉獻四十年的命運。想起這段年少歲月，他說自己當時並不知道地質是什麼，只是心中嚮往大自然界的美麗和神奇。台大地質全系最先只有二名學生，後來增加到四名，算起來「冷門」之至。邱先生說，1951 年他從台大畢業，台大教授馬廷英幫他寫信給中油公司總經理金開英，金開英先生見他具地質專業，要他向台灣油礦探勘處處長董蔚翹報到，於是他就開始長達近四十年的油礦探採生涯，直到 1990 年底在總處長任內退休。說起來，邱先生是真正地質系科班出身進入中油的第一人，他記得剛到中油約兩個星期，就奉派跟著老師張麗旭前往嘉義

中埔，進行地質調查，前後共 118 天沒有回家，而且夜晚都宿在野外的帳棚裡，因此，學會了「吃苦」。同個時期，公司還有許多從大陸來的菁英如金開英、吳德楣、楊玉璠等一起打拼，對於台灣的油氣探勘有著深遠的影響。

● 尊重專業、從不鑽營

邱先生懷著感恩的口氣說，他在中油任職的四十年期間 (1951-1990)，接受前輩的紮實磨練，以及長官的照顧，相當幸福。憑著對工作的執著，他在中油的職位步步高升，1983 年接任探採研究中心（現為探採研究所）主任，1986 年榮升台探總處總處長，直到退休。

他自認拙於言辭，不善交際，也從不為自己的職位考慮鑽營過，但是擔任總處長時期，卻因為必須時常考慮部屬的人事遷調，傷透腦筋。他認為公營事業機構的人事制度並不健全，對於賣力工作的人鼓勵太少。舉例來說，不賣力工作的人照樣按時領薪水，而賣力工作的人卻無法獲得明顯的額外報酬，這是制度的不公平。

在他退休前夕時，有人問他心中最感謝那些人？他說：「我要感謝的人很多，事實上我真正要感謝的，是在不靈活的人事制度下，還能夠默默耕耘，盡心盡力的人。」他對於敬業的人很敬重，他對「敬業」二字的詮釋是這樣說的：「一個公司的員工，如能把公家的事當成是自己私人的事來做，全心投入，並且把公家的錢看作自己的錢來用，力求節約，就稱得上是敬業了。」邱先生在任內還完成探採研究中心的興建及竹銘樓的規劃，貢獻卓著。

● 專業研究倍受肯定

邱先生學有專精，他在台探總處地質課長任內，指揮督導完成錦水背斜南端、鐵砧山、出磺坑 等二十多個大小構造之地質調查及地下地質研究，並建議鑽探了三十七口井，導致錦水構造南半部的鑽探成功並陸續開發，使生產面積擴大，截定鐵砧山一號井而鑽獲油氣，進而開發，成為台灣最重要的氣田。當年台探總處所使用的井下地質報告模式，還是邱先生在課長任內，奉派赴伊朗研習回國後，建議修改而沿用下來的。

工作之餘，邱先生也先後完成研究論文二十多篇，有幾篇榮獲行政院國科會的研究獎，其中更以「台灣中西部中新統之層位及其古第三紀地層之關係」為主要論文，榮獲日本東京教育大學授予理學博士學位，此外，也曾兩度被推選為中國地質學會理事長。

● 故鄉公館的榮耀

公館鄉出磺坑是台灣最早發現油氣的地方，而台灣油礦探勘總處在早先時候，也是中油唯一設在苗栗縣的一級單位，邱先生回鄉服務，既能承歡膝下，也能服務鄉親。邱先生回憶 1951 到 1980 年代，「出磺坑、錦水礦場油氣盛產時，有如小香港。」台探總處是許多人羨慕的工作，員工們都相當敬業、刻苦，尤其是駐地鑿井，過的還是餐風露宿的生活。在沒有大型拖吊車前，運送鑽井器具，有時還得動員數十隻水牛與上百人力拉送。他說，台灣油氣的開採，日治時代已有不錯基礎，後因戰亂及美軍空襲，一度停頓；中油接收後，重新勘察這些油井，並強化加深鑿井技術，往後油氣源源而來，尤其錦水三十八號井的加深成功，帶來大量油氣，更讓員工們士氣大振。

● 孝道楷模、經驗傳承

邱先生在日常生活上，有很獨特的人生哲學，在總處長任內，仍每天搭車回到老家跟父母住在一起，晨昏定省，克盡人子之責，並沒有因為工作職位的提高而改變。鄉中父老皆稱邱先生為孝子，他承歡膝下，直到母親劉來妹九十九歲高齡去世，鄉親對於他的孝順頗為津津樂道，他則認為只是盡人子的本分而已，不值得稱頌。

邱先生發現，靠自己能力守法守分盡心盡力的人，第三者未必欣賞，但自己卻能很安心。他說：「我不是聖人，對自己的優缺點評分不敢奢求，但願有六十分足矣！」他說，人與人相處，小事情不必太計較，最重要的是能夠「心對心」，心誠則無往不利。

邱先生在退休後的前幾年，曾在台大、中央、成大等學校兼課，為學術界作了很好的經驗傳承，當晚輩向他請益時，他都很謙沖回應，讓學生受益良多。

邱先生一生奉獻中油公司四十年，為探採事業奠定良好根基，貢獻卓著，不管是在專業或為人處世方面，邱先生常有獨到的見解，提供大家有用的經驗與想法。同仁們都非常感謝能有邱先生這樣的老長官繼續伴隨中油這個大家庭一起成長，即使退休多年，他的精神仍時時刻刻與我們同在，他的為人與事蹟不但值得我們稱頌，更值得流傳給後輩學習與仿效。最後，我們祝福他老人家身體健康，生活和樂，歡喜繼續受我們叨擾，為我們解惑，並指引人生方向。

★

記中油陳前副總經理瑞祥 油生涯的幾件事

■ 曾弘志*

一、受教陳副總經理之機緣

1973年筆者考上文化學院海洋學系，新生訓練結束當天，關世傑系主任對新鮮人提到，文化海洋系許多學長畢業後在中油公司服務、學以致用。尤其在我們考進來的前一年底（1972年12月）中油公司為探勘台灣海域油氣資源，特別成立了海域石油探勘處，急需海洋科學人才。關主任稱我們這一班同學恭逢其盛，海域石油探勘處首任處長靳叔彥博士承諾將引薦中油公司專業人員到海洋系所兼課，講授海域石油探採專業課程。

當年在華岡山上學海洋，我們的地質、礦冶、海洋學等科目，老師不是博學碩彥，就是剛歸國的海外學人。關主任邀得朱祖佑、畢慶昌、何春蓀、靳叔彥、孟昭彝、張錫齡、林朝榮、尾崎博（日籍客座教授）、王鑫、陳培心（客座教授，國科會聘）、潘玉生、曾文陽、周瑞燾、過孝友、李榮宗、藍晶瑩、魏稽生等大師、學者專家授課。其中講授石油地質學的張錫齡老師及海洋礦產資源的李榮宗老師，都是靳叔彥博士引薦的中油同事。

筆者於1977年文化海洋系畢業後繼續就讀文化海洋研究所，碩士論文由靳叔彥、張錫齡、李榮宗3位老師指導。1979年研究所畢業後進入苗栗的中油公司台灣油礦探勘總處服務，期間參與張錫齡博士主編的中國石油學會與中油聯合出版的「台灣石油地質」編輯工作，1983年調中油台北總公司企劃處，1986年轉任礦務處。調礦務處後先在探採管理組服務，負責將探勘成果彙整向總經理、董事長上陳，再陳報經濟部國營會。這段期間筆者練得一套如何言簡意賅表達這些探採管理資訊、數據，目前擔任總經理幕僚，這套功夫還真受用無窮。

1988年12月李榮宗處長找筆者長談，說到筆者在礦務處負責彙整分析陳報探採管理資訊，這些工作雖然重要，畢竟是例行性作業，年輕人應該多歷練較具挑戰性的工

* 台灣中油公司總經理室督導

作。再談到礦務處新成立的國外規劃組負責取得優良國外礦區交給海域及海外石油探勘處（原海域石油探勘處改制）經營，這幾年國外業務有賴陳瑞祥副處長及即將自非洲加彭調回的鍾清榮經理等台北工專畢業的高手負責，李處長要將筆者調至國外規劃組，要這位他在文化兼課教過的學生虛心向這二位國外業務主管學習。李處長還提到在國民所得不高的年代，台北工專是金字招牌，就讀的都是同時錄取明星高中的佼佼者；大學與三專聯招時期，甲組排名也只在台大、成大後（清華、交大還沒復校），考生填志願時通常把台北工專排在私立大學前。李處長一席話，就是要筆者趁年輕時多學多看，好好把握有這2位良師帶的學習機會，要向前輩學習。

1989年1月我在礦務處的主管就這樣換成鍾清榮組長及陳瑞祥副處長。經辦的第一個案子是目前仍在生產的厄瓜多17號礦區讓入案。筆者也因此次的職務調動，有機緣受教陳瑞祥副處長，直到陳瑞祥副總經理退休15年，仍時時受到陳副總的無私的指導。2008年中華民國鑛業協進會籌劃出版「台灣鑛業史續（二）1999-2008年」時，編輯委員會請陳副總負責石油史部份，承陳副總推薦筆者為聯合撰稿人，3個月撰述期間，每週都勞陳副總分批審閱初稿。2016年8月陳副總滿80生日，趁中國鑛冶工程學會為出版90週年特刊邀稿，謹以本文與大家分享得自吾師陳瑞祥副總經理油人生涯種種的經驗傳承。

二、首次公務出國跟著陳副總見習

1990年11月筆者經辦的國外新礦區業務有一件係收到二戰後長期鎖國，且與我國不相往來的緬甸政府邀中油公司前往仰光洽談合作探油。當時緬甸剛改國名為Myanmar，筆者只知道緬甸原英文國名Burma，一時還不知道哪一國家致函中油公司。後來的緬甸行才知道1989年當時緬甸軍政府改了英文國名，表面理由為Burma只是緬甸境內佔多數的緬族（Burman），改成Myanmar才不會獨厚緬族；但主要原因為Burma係英國殖民時英人用字，改成Myanmar是為了擺脫被英國殖民的歷史。

當時緬甸見到中國大陸進行市場經濟，逐步改革開放的成效，且兩岸關係已經冰融，讓緬甸有意跟進。緬甸軍事執政團先同意華航飛越其領空後，再透過管道邀中油公司前往洽談合作探油。1990年12月筆者奉派跟著陳副總深入緬甸，行前礦務處李榮宗處長談到，當初要筆者改負責國外新礦區業務，就是要將筆者訓練成能真槍實彈上戰場，想要爭取國外優良礦區就是要走出去、上談判桌。此次出門他已請陳副總好好訓練

這位新手，要筆者一定要學好 OPIC 陳副總經理（陳副處長在 OPIC 的頭銜，OPIC 說明如下一段）涉外的全套功夫。

真謝謝李處長的安排，首次公務出國有幸跟著陳副處長見習，初探這個國際合作探油的處女地。從專程到曼谷接我們進入仰光的緬方人員稱，陳副總與筆者係緬甸政府核發給持中華民國護照入境簽證的第三、四人，前二人為華航代表，為洽談班機航道截彎取直，改由泰國直接飛越緬甸領空，毋須再繞至公海再轉折飛印度，節省燃料費甚巨。

還記得初訪仰光，儘管已是 12 月天，卻是炎炎烈日當頭，典型的中南半島氣候，午後的微風拂來，讓人昏昏沉沉；車子行經仰光大學，英國殖民時期的歐式建築校舍，掛著青紅白三色緬甸國旗（2010 年改用新旗，原本旗面為紅色，左上角為藍底，鑲有 14 個白色五角星及齒輪、稻穗圖案），讓人誤以為身在羅斯福路的台大校門口。當時因翁山蘇姬剛被軟禁，氣氛詭譎，陳副總謹慎的與軍事執政團對應，再分別拜會主管與開放礦區業務相關部會及緬甸國家油公司（MOGE），說明中油公司可用在巴拿馬註冊的海外石油及投資公司（Overseas Petroleum and Investment Corporation；簡稱 OPIC）與緬方往來，以和緩其與中國大陸關係的顧慮。此行因陳副總口才便給，與掌權的緬甸軍事執



圖1 1990年12月陳副總（左4）與緬甸軍事執政團外資審查會主席（右3）洽談合作探油，左3為筆者。

政團外資審查會主席（兼財政與計畫、貿易二部部長）原定 20 分鐘會談，卻暢談近 1 小時（圖 1），執政團對中油公司留下良好印象，隔年緬甸正式向中油公司邀標。

佛國緬甸接待初次來訪的賓客，安排有參拜仰光大金塔（圖 2）等參訪行程，篤信基督的陳副總尊重緬方的安排外，更主動要求前往市集參觀，為一旦取得緬甸礦區後如何經營預先蒐集資訊。他見到市場販售的空心菜等食材，以及仰光近郊的風土人情，覺得就是他小時候生長的嘉南平原翻版。曾提及，如能取得緬甸陸上礦區，擔任經營人，中油公司的地質調查、震測、鑽井隊伍都可大量派來工作，駐緬甸的同仁生活起居應無不適應的問題，也可解決國內陸上可探構造越來越少的困境。可惜 1991 年 9 月由黃錦澄副總親自率隊前往仰光，經莊漢珍、孔祥邦等前輩高手現場評估緬甸開放的地質、地物資料，及油層工程師龔士林試算預期蘊藏量後，由筆者現場製作標單，經黃錦澄副總簽字後遞單。返國一個月，緬方通知中油公司所投的中央盆地 RSF-4、5、6 三礦區已得標，惟一些難題無法解決，最後破局而未能簽礦區合約。

首次公務出國就有機會跟著陳副總學習，完成緬甸行程，飛曼谷至新加坡過夜，隔日再轉往吉隆坡視察 OPIC 的馬來西亞礦區業務。我們半夜從新加坡樟宜機場到烏節路飯店，只見整條馬路綴滿了聖誕燈泡，感受異國過聖誕的氣氛。這次見習，幾天相處，舟車沿途閒話家常，有機會更進一步認識陳副總的成長歷程。



圖2 隨陳副總赴緬甸的筆者（右）在仰光大金塔參拜。

三、陳副總的成長歷程

緬甸行得知陳副總成長於四季如春的嘉南平原，念完虎尾中學初中後放棄直升高中及保送師專（2005年虎尾中學頒授傑出校友獎），負笈北上，就讀台北工專名校（1994年國立台北技術學院（台北工專改制）頒授傑出校友獎）。高考採礦工程及格，取得採礦技師，1957年自礦冶科畢業後，服完兵役，1958年先在經濟部應用美援相對基金成立的礦產測勘團任職，後因該團改併，1962年陳副總轉任中油公司台探處。台探處由吳德楣協理兼處長親自面試，吳處長慧眼識英雄，為中油礦務部門覓得良才，當年經他面試錄取的年輕人，30年後成為吳協理（後改稱副總）的接班人。

陳副總進入台探處服務後專長於震測，在震測隊結識摯友周玉山（圖3），緣於兩人有同樣的測量專長，陳副總從初中起，就跟著任職嘉南水利會的父親學測量，在台北工專上測量實習課時，同學都喜歡跟他同組。他倆同庚，興趣、專長、成長背景相似，自然有著共同話題，既是難得的工作夥伴、朋友，更是兄弟、知己，結緣超過半世紀。2014年周兄因急性心肌梗塞過世，陳副總曾為文懷念這位會熱心幫助外地來的人。陳副總初到客家鄉苗栗承周兄照料，很快融入震測隊，與謙虛、誠懇，工作認真、負責、細



圖3 1993年陳副總處長（左）與摯友周玉山合影（右）。

心的周兄結成莫逆。從這篇文情感人的追思文，不難看出學理工的陳副總，有著文人的真性情。的確，在台北工專讀書時，陳副總就是一位文青，與同班同學－中國鑛冶工程學會林再遷前秘書長等人合編「工專青年」等刊物，名噪一時。

陳副總一路從震測隊助理、隊長、課長、組長累升。期間於1966年5月在交大電子研究所電子學訓練班結業，1967年5-12月赴東京參加聯合國亞經會第一屆海域探勘研習班課程，受教於東京大學竹內教授等名師，習得新興起的地球物理探勘新知。1972年當選經濟部優秀員工。苗栗第一階段服務期間最大的收穫，除了工作上的成就、長官的肯定外，就是結識夫人詹崇美女士，鶼鶼情深，是同仁眼中的模範夫妻。記得當年泰緬星馬一路隨行，陳副總除了傳授筆者一些工作心得，也不忘傳承生活經驗，囑工作與家庭應並重，他不諱言提及早年因忙於帶震測隊野外工作，長年不在家，在子女的成長階段，未能善盡父親的陪伴責任，不無遺憾。陳副總育有一對子女，女兒學音樂，會作曲、彈琴，經常在教會服務；兒子在美國取得MBA後與朋友共同創業，是一家在大陸設廠的國內上市科技公司董事長。子女事業有成、家庭美滿，這是畢生奉獻石油探採事業的陳副總自2001年9月中油退休以來，生活中最大的安慰。

1977年4月陳副總從台探總處北調，負責籌辦電腦資料處理中心，當時中油公司正大規模展開國外合作探油之際，剛調到台北總公司礦務處的陳副總恭逢其盛，從原先因專長於開發自力處理震測資料的電腦業務，竟被督導礦務的楊玉璠協理、礦務處楊舒處長2位油人前輩視為辦理國外探油的不二人選，正好協助當時正在積極進行的哥倫比亞、印尼各地探油業務。1979年12月更銜命赴馬尼拉出任中油菲律賓分公司經理，任內處理了菲國宿務礦區等幾件艱難舊案。翌年兼任OPIC兩個印尼礦區經營代表，那段期間陳副總幾乎在馬尼拉、台北、新加坡、雅加達，4個城市間飛來飛去。

1982年4月陳副總自中油菲分公司經理卸任返國後，礦務處將原來負責研究、發展震測資料處理的第四組改組成專責國外探油，陳副總隨即出任組長一職，開始主辦國外合作探油及OPIC業務，OPIC係中油公司為國外探油，於1979年在巴拿馬登記的公司。也因為專責國外探油業務，接著的十餘年，陳副總在各地再度飛來飛去，僕僕風塵於各國之間，係因1985年1月陳副總接任礦務處副處長後，派兼OPIC副總經理，其時OPIC國外合作探油業務蓬勃發展，陳副總曾於1989～1990年間，一年內曾有約半年時間奔波於國外之紀錄。才在休士頓主持OPIC加彭安國威礦區讓售說明會，接著飛緬甸，阿聯大公國及馬來西亞參加會議或洽談合作探油，馬上又飛赴厄瓜多參加經營代表

會議；連出國報告有些都是在飛機上或機場 VIP 室完成的。

2009 年筆者負責籌劃紀念 OPIC 成立 30 年研討會，並且編印 OPIC 成立 30 年紀念特刊，為邀請研討會主講人及蒐集 OPIC 紀念特刊史料，特向探勘前輩徵求文獻，除可提供研究單位進行文獻分析依據，亦可用於編撰石油史或礦業史之用。在向陳副總請益時，得知陳副總有蒐集、保存資料的習慣，因而幾乎保存了主管國外探油時期所有的出國報告，這批文獻正好是 OPIC 成立前後，陳副總參與其間的歷史紀錄，也是當年探採前輩們拓展國外及兩岸合作探油的奮鬥史。陳副總謙虛的表示，這批出國報告所述歷史事件不是他個人能完成的，應該說是集體創作精煉而成，是結合楊玉璠協理、吳德楣副總、楊舒副總等許多長官、前輩（圖 4）的智慧結晶，也集結了許多一同出任務同仁的血汗。最後筆者徵得陳副總同意，將此批當年現場的第一手記錄集結成冊，48 篇出國報告彙編成「OPIC 成立 30 週年紀念特刊（史料篇）」，除有助於保留 OPIC 史料，亦可供今後參與國外及兩岸合作探油工作同仁作業參考之用。此外，2009 年 9 月 1 日為慶祝 OPIC 成立 30 年舉辦之「CPC 國際化 / OPIC 30 年 --CPC/OPIC 海外投資回顧 & 前瞻研討

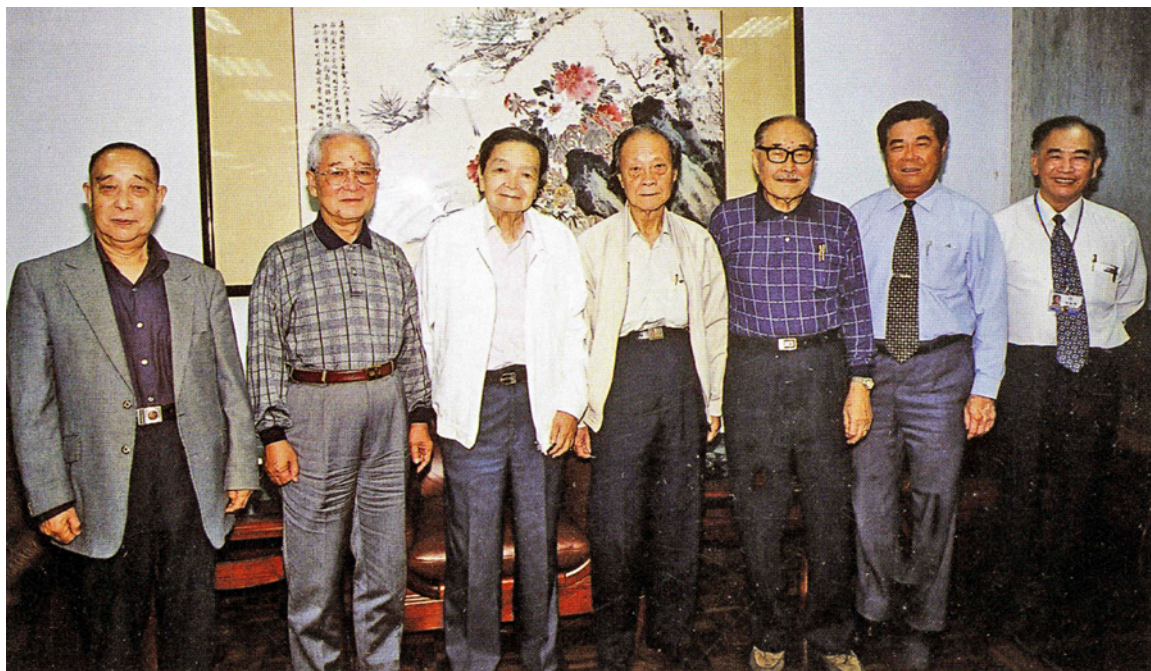


圖4 2000年11月蒞苗視察長官與陳副總合影（左起：楊舒前副總、周啟錦前總經理、吳德楣前副總、曾任工業局長虞德麟前協理、楊玉璠前協理、陳國勇總經理、陳副總）。

會」，陳副總發表的「OPIC 跨過海峽中線開展兩岸合作探油」一文，經鑛冶雜誌 2009 年 9 月號以特載刊出。

四、致力台探總處的多角化經營

1991 年 4 月，陳副總離開苗栗 14 年後，又回到老地方，出任台探總處技術副總處長，展開在苗栗第二階段服務。陳副總處長再回到苗栗，除了新晉升的蕭寶宗總處長力邀並懇請關永實總經理玉成之外，另外有一項緣由，因為當時高雄總廠五輕（1990 年動工，1994 年完工啟用，2015 年關廠）完工後需增加人力，乃協調各單位勻調一批新進年輕員工，先集中在高雄受訓，再設法於集訓後讓他們改行留在五輕。苗栗約有 40 名年輕鑽採技術員奉調高雄，可是接近結業時卻集體罷吃、鬧情緒，全部不願意留在高雄，連中油總公司人事處方幼南處長親自出面溝通也未能解決。這時方處長找尚在礦務處的陳副處長商量該如何處理，陳副處長在瞭解情況後，陪方處長南下召開協調會。首先請受訓的同仁逐一發言講出心中的問題，最大的因素是離家太遠不能回鄉、單身在高雄家庭無法兼顧、整個家庭從苗栗搬至高雄不易、新工作環境陌生、感到被冷漠對待、對新工作缺少自信等等。陳副處長建議讓他們 3 個月可返鄉一次、薪水仍在苗栗入帳，好讓家屬可在苗栗領錢（當年無法臨櫃通提，也無自動提款機）、在高雄則可辦理少數借支、台探總處主管定期赴高雄探視並和高廠主管保持密切連繫，並且要改善伙食和居住環境。這件事終於順利解決，後來許多同仁都把家遷往高雄，生活和工作都愉快，有人還寫信到礦務處道謝。此事也啟發陳副總後來在台探總處舉辦員工第二專長訓練、拓展多角化經營的構想，正可用於解決鑽井工作減少，造成 400 多位鑽井技術員閒置人力之問題。

台探總處新成立工程服務處時，首先承辦台探總處停止對外發包之土木工程和管線工程，接著向台營總處與其各地營業處依發包底價或前次招標之最低價承攬工程（以苗栗、新竹、桃園最多），成立後前 4 年間工服處就承包 141 件工程，總工程費達新台幣 12.3 億元。但是以當時中油公司內部轉撥計價制度尚未建立，台探總處並沒有實際收入，僅僅為台探總處和台營總處各地營業處減少發包支出、節約成本而已。人事費用和加班、出差等費用，台探還要自行吸收，縮擠其他台探處室的加班費用，所以常被戲稱這種對公司各單位提供的服務是自帶便當做義工。

不過開井坪、築路工程畢竟有限，又較屬勞力密集的工作，陳副總處長認為應提

升工程內容，從勞力密集邁向技術密集，擴展服務範圍。台探總處乃增購各種儀器、設備，沒多久管線工程即發展出能檢測地下油氣管線是否有漏洩危險的緊密電位檢測法，利用地下管線衛星定位與測量以探查管線施工多年後的正確位置。此外尚有油槽污泥清洗、地下污染防治、整治油庫與廠區，以及國土資訊管理應用等等工作。

1995年2月2日，中油台營總處的天然氣管線，在板橋市區的瓦斯管漏洩造成爆炸，引發大火災，因春節連假期間大多數人返回南部或出國旅行，幸無人傷亡。接著在1996-97年間中油公司各廠、處陸續發生災變、工安事件不斷，引起社會不安，當時台探的工服處用自力開發的手提電位儀，採用1960年代鐵砧山氣田開發後埋設管線時引進，用以偵測管線包覆，有絕緣效果的緊密電位法，剛完成錦水汽油廠至青草湖礦場間12吋油氣管線檢測，又經開挖驗證準確無誤，已升任總處長的陳副總和工服處磋商後，經公司同意後由台探總處試辦將全公司20年以上的706公里管線作為第1期工程，由台探進行檢測並列管追蹤。工服處立即緊急加購儀器設備並調訓人員，還商請海探處支援衛星定位人力及設備配合。自1997年10月至次年1月，全島分12組，最高時曾動員120餘人，終於完成檢測工作。在通過公司驗證和國營會監督、考核後，台探總處繼續進行第2期1,246公里、第3期1,941公里、第4期1,548公里任務。因此中油公司在1999年全公司不同管齡的管線終於全部完成檢測，解除公司重大的工安危機。台探總處工服處從此聲名遠播，公司也決定每年輪流定期安檢，石化界也委託檢測，甚至以後承攬經濟部能源委員會（能源局前身）委託全省24家城市瓦斯公司之管線偵測、圖資系統建置等案。此外，為建置台灣地區油氣管線圖資管理系統，除現場偵測、衛星定位等測量外，更結合轉換為地理資訊系統（GIS），套入街道圖，註記道路、路標等資料庫（data base）緊急查詢及教育訓練等功能。2014年8月高雄石化氣爆炸事件，此等專業服務更受各方重視。

台探總處研發管線地理資訊系統，也在陳總處長主導下，於1997年在完成PC版管線管理系統後，將該業務由工料室移轉工服處，在強化人力、更求精進後，1998年台探總處主動舉辦GIS應用與管線管理發表會，總公司評估後認為不輸國外廠家，1998年10月陳總處長高升礦務副總經理前，7月間公司成立「管線管理資訊系統推動小組」，由台探總處負責推動全公司約5,000公里長途管線之系統建置，1999年8月即告完成。

事隔十餘年，陳副總在台探總處力推的多角化經營，2012年6月25日出版的天下雜誌193期刁曼蓬撰寫的「捲起袖子找活兒幹」一文曾報導並予肯定。

五、與探採同仁一起打拼

1992年11月陳副處長自美國哈佛大學高級企管研究班畢業，1994年1月升任總處長後，1995年5月11日中油臨時董監聯席會議通過「組織改進規劃方案」，訂定1996年7月1日起，將直屬總公司的各一級業務單位陸續改制成事業部。爾後各事業部要成為盈虧自負的利潤中心或成本中心，且事業部一旦成立，當天就要正式運作。政策既定，中油公司上下、各單位同仁個個人心惶惶，每人心中都惴惴不安，耽心因事業部績效不彰時遭裁員，中年失業要如何才能再找到穩定的工作。內心不安的氛圍尤其瀰漫在探勘單位，大家的情緒很不穩，因為探勘、生產的目標是地下的天然資源，這些油氣並不能在短期內用人為方式造出來，而且加倍努力也不能保證就能找到豐富的地下油氣。所以油氣探勘成功的報酬雖然很高，但風險更高，全世界經探勘有成而能投產的成功率，平均在25%上下。易言之，有75%的努力可能會付之流水，因此探勘單位常會被人諷刺成「喝牛奶何必養牛？去超市買不就得了」！立即改制成事業部案最後因石油工會各分會普遍反彈，延緩實施，但飽受驚嚇的探採同仁知道潮流是不可逆、不可擋的。陳總處長順勢推舟，他領導的台探總處已未雨綢繆研擬因應方案，準備迎接變局。

果然，1997年12月31日中油公司突然函示各相關單位處室，依1997年12月份第441次董事會議決議台探總處與海探處二單位應予合併，並限在一個月之內完成。這項沒有預警的命令，照理講應該會引起恐慌，甚至掀起驚濤駭浪的反彈，尤以二千多員工的台探總處，苗栗工會幹部一向在反對運動頗有名氣，逢此劇變豈會靜默接受。殊不知台探總處早在半年多前就在陳總處長要求下多次開會研討、集思廣益，充分溝通後研擬出一套詳細的改組計畫。此計畫包括幕僚和現場重新定位、釐清各單位成本以利成本計價、現場人力（尤其是工服處）要增加、鑽井人員集中到竹東鑽機廠並改組為鑽井工程處、採油人員集中到出磺坑礦場並改組為採油工程處，各礦生產、維修、處理之權責調整、精簡，朝探採、工程、管理三體系形成戰鬥隊形。這是陳總處長受國外獨立油公司編組的啟發，他們用人精簡，公司的業務由少數專業幹部設計、籌劃，現場操作則委由技術服務公司專業的地質測勘隊、震測隊、鑽井隊執行。經過陳總處長等高階長官不斷的宣導，苗栗的同仁都深切體認到降低成本、提高生產力、設法探到更多油氣、承辦更多新工程，是唯一的活路！這項台探總處自動發起的改組規劃在分段完成，正要陳報公司之際，突然收到合併命令；因此台探總處和海探處兩個單位只經過兩週的密集研商，

在 1998 年 1 月 15 日即陳報公司二單位合併後的辦事細則、分層負責明細表、附屬單位權責劃分表、各廠處分層負責明細表、人力配置表等，一共將處室單位自 36 個減併為 20 個，組級單位自 174 個減併為 92 個。最後公司核定合併後單位保留台灣油礦探勘總處名稱，同時仍由陳總處長續任。這場和平的寧靜革命終於落幕。台探、海探原是一家，兄弟分家多年（海探處成立於 1972 年 12 月 1 日），終於又回到原來的大家庭。

六、處理出磺坑 140 號井天然氣洩漏事件

1996 年 7 月 12 日出磺坑 140 號生產井井場及鄰近山溝發現有泥水及氣泡冒出，經採樣分析證實是天然氣，研判該井管串已經破裂、漏氣，雖緊急處理仍未見改善。7 月 22 日陳總處長赴現場後，發現井場多處噴出水、氣，且井場下方沿線山溝亦有相同現象，立刻增派人員輪值警戒，逐漸減量生產，重新安排各處、各井的產量調配，先維持台探總處的日產供應量。隔天台探總處成立緊急事故處理小組，嘗試以撓曲油管灌入重泥漿壓井，惜未能成功。因壓力太高、氣量太大，台探總處自有救難設備已無法壓井。中油公司緊急聘請美國 WWCI（Wild Well Control Inc.）派員來台協助壓井。

7 月 26 日經濟部礦務局長、苗栗縣政府環保局、處等官員均到現場稽查、關注，記者十餘人到場拍照、訪問，當日中油公司發布出磺坑 140 號井災變新聞稿。WWCI 顧問當夜抵台，有關人員漏夜陪同勘查現場、檢討井史、井況，並研商對策。從 1996 年 7 月 26 日至 1997 年 5 月 21 日止，前後 299 天中，台探總處完全配合 WWCI 及後續接手的 GSM 顧問們指揮，依照他們設計的方法，調用人力、撥用器材、臨時緊急採購，總之完全遵照顧問的指揮，因為他們是世界少數鑽井時噴井、壓井、滅火、救急的專業顧問。WWCI 曾是中東科威特戰爭後，5 家在科威特全國撲滅伊拉克放的火及修井的領導者。但是他們工作 5 個月卻無法克服該井繼續日夜噴氣，甚至為減少突然大量氣衝的威脅而開井排氣、並設立燃燒塔點火，因此反而使井場附近日夜噴火，引來更多外界的驚擾、關切。苗栗公館鄉鄉長和鄉民代表還多次藉以要求回饋，甚至北上經濟部和中油總公司抗爭。

WWCI 的搶救一直到 1996 年 11 月仍無效果，還提出要增加更大容量的泵浦和增加器材、人力的方案，然而出磺坑 140 號井坪狹窄已無地可用，且耗資龐大，陳總處長與核心幹部經不斷研議，認為應另覓其他外援，乃廣徵各地專家的建議。經過許多管道的協助和努力，台探總處慎重評選並經公司核定後邀請美國 GSM 專家 Grase 先生來台，由

其評估 WWCI 的方案，但 WWCI 並未認同此等作法，最後放棄繼續服務，派員來台拆除設備，1997 年 1 月 20 日 WWCI 撤離人員、器材返美，2 月 2 日終止合約。另一方面 GSM 正式提出新計畫，於 1997 年 1 月 25 日台探總處與 GSM 另簽服務合約。

3 月 7 日 GSM 人員及器材抵台，首先磨銑很硬的填塞器並向深部推送，儘量靠近井底，期間因為等候大口徑油管購運及高壓泵浦租用，GSM 人員曾於 4 月 25 日至 5 月 12 日返美待命，5 月 13 日 GSM 人員和器材再回到井場，一切組立妥當即調配比重 2.3-2.4 的泥漿，並強壓降設 5-1/2 吋大口徑的油管，慢慢下降，終於到 3,400 公尺，5 月 21 日正式壓井，1997 年 5 月 21 日出磺坑 140 號井終於壓井成功。

經過十個月的辛勞，幸好沒有釀成火燒山，沒有衝噴到農田、民宅，甚至連污水都未洩入後龍溪。事後陳總處長代表台探總處在出磺坑礦場國光橋畔放生魚苗，對公館鄉的抗爭也作妥善回應，這場耗時、耗錢、讓人既驚又怕，處理過程大家貢獻智慧、體力，日夜不停，用耐心和毅力，用高科技與自然搏鬥的過程，天然氣終於又被穩穩的封存在地下，出磺坑 140 號井天然氣洩漏事件圓滿處理落幕。事後陳副總回想熬過此段筆墨難於形容的苦日子往事，就不禁想到 1996 年 12 月 26 日其母親過世，隔日仍然含悲主持「老油人回台探總處指導出磺坑 140 號井天然氣洩漏事件檢討會」。

這場台灣石油礦歷史中沒有前例，既耗時費錢，動員最多人力，終能以團隊的智慧與努力，利用現代科技設備，總算有驚無險克服災變，成功控制天然氣洩漏的危局。在工作中及處理後，有不少檢討、反省和改進之心得，陳副總要求台探總處整編成各別的報告和教材，以事前應預防，面對災變要臨危不亂、穩住陣腳，妥善因應處理，事後虛心檢討，避免重蹈覆轍。

七、勤於筆耕熱心學術活動

1998 年 10 月北返榮升礦務副總經理，1999 年獲頒中油最高榮譽的竹銘獎。榮升後，陳副總再度派兼 OPIC 副總經理。不過礦務副總期間的主要工作，竟然著重查核舊案或是註銷幾家 OPIC 的子、分公司；由此氛圍，不難得知其時中油公司探勘政策一度轉趨保守。當時國際油價尚低，國外礦區之爭取應較容易；如今看來，中油公司確實錯失這段良機，殊為可惜。陳副總在 2015 年 8 月的中油探採事業部大老座談會，欣逢 80 大壽（虛歲），老同事齊唱生日快樂歌祝壽時，陳副總許中油公司在本次國際油價再度回跌時，能掌握有利契機，再創新局。

綜觀陳副總油人一生，從台探處基層負責震測、北調礦務處主辦國外探油與建置 OPIC、回苗升任台探正副總處長、主政礦務之副總經理等幾個階段各有建樹，而陳副總勤於筆耕，退休後在中油人回憶文集、鑛冶雜誌、油花月刊、中華民國鑛業協進會創會百年慶紀念特刊陸續發表文章。

2015 年陳副總因搬家，清理舊物，發現所保存的許多具有歷史意義的照片，而照片中的前輩、長官們有些已仙逝，陳副總想到如果不趁著還能寫時為文追憶，實在可惜，也覺得對不起影中人，乃將這一批珍貴的老照片轉化成「看照片·說歷史」系列圖文並茂大作，筆者因幫忙查證文稿相關背景資料，先睹為快拜讀這系列 12 篇稿。自 2016 年 3 月起，台探總處內部刊物「油花」開始逐月刊載。

以字數觀之，有幾篇屬字字珠璣的感性小品，另有幾篇談史實的大器文章。綜觀這 12 篇鴻文主題及完成順序有其邏輯、脈絡可循，首篇陳副總追思吳德楣總處長老長官，第 2 篇寫兩岸都敬重的金公開英在油礦陳列館豎立半身銅像始末。第 3、4 篇分別敘述促成中油董監聯席會議在苗召開，以及張子源董事長視察青草湖 21 號鑽井現場，彰顯了探勘的重要性。第 5、6 篇為即將自礦務副總功成身退時，為老油井勒石立碑，以及奠定雙方合作基礎的兩岸破冰之行。第 7 篇則追憶 1992 年於烽火狼煙中，拜會遭伊拉克入侵，由聯合國部隊光復的科威特。第 8 篇寫赴休士頓參加輪由美國華人石油協會（CAPA）主辦的兩岸石油國企及 CAPA 之研討會，該次出國任務之一為 2000 年 5 月 25 日研討會開幕式的演講，題目為「The Outlook of Oil and Gas in Taiwan」。演講後午宴時，主辦的 CAPA 與美南國建會特別邀請休士頓市長 Mr. Lee P. Brown 頒給陳副總等所有赴美參加研



圖5 2000年5月休士頓市長頒給陳副總榮譽市民證書。

討的代表「榮譽市民及親善大使」證書，由陳副總代表領取（圖5）。第9篇談到40幾年前中油如何闖進國外探油之歷程及OPIC的成立。第10、11、12篇分別寫中油早期在菲律賓、印尼、中東探油的故事。當筆者拜讀這文筆流暢、娓娓道來的系列文稿，幾乎如身歷其境、完全融入陳副總精采的油人生涯現場。

綜觀此12篇文稿內容，每篇都蘊含感恩及各種情境如何適度處理，讓未有機會受教於陳副總的新進油人也能習得陳副總的做人做事，這是陳副總留給後生晚輩最棒的禮物。

陳副總除了著作等身，更熱心學術活動，先後出任中國石油學會、中華民國鑛業協進會、中國鑛冶工程學會、中國地球物理學會、中華民國海洋及水下技術協會等學術團體理、監事或理事長。1994年榮獲中國石油學會技術獎章、2000年榮獲中國地球物理學會傑出貢獻獎、2012年榮獲中華民國鑛業協進會礦業服務獎章，蔡穗理事長頒發礦業服務獎章，礦務局朱明昭局長頒發礦業服務獎得獎證書（圖6）後，陳副總致辭時表示，這個獎其實一切都要歸功於中油公司許多提拔和指導他的長官，以及在每一個階段和他合作的伙伴。因為石油的探勘、開發和生產工作，完全要靠團隊合作，不能有個人英雄。這個獎謹代表中油伙伴得到，要與他們分享。陳副總就是如此為人謙和、不居功，有幸受教於他，真是榮幸！



圖6 2012年礦務局朱明昭局長（左）頒發陳副總（右）礦業服務獎得獎證書。

八、附 記

本文內容有多處直接引用陳副總的大作，俾全貌描述陳副總對我國油氣探採事業的貢獻。2016年8月22日初稿完成時，為陳副總滿80歲生日時，謹以本文祝吾師陳副總80大壽生日快樂。並追思於2011年先逝的礦務處長李榮宗老師，沒有李處長於1990年改派筆者辦理國外業務，1991年派筆者隨陳副總泰緬星馬一行的見習，就無機緣受教於陳副總，感恩李處長的默默安排。

★

四十年油人生涯一懷念與感恩

■ 翁 豐 源 *

壹、前言

中油公司承擔台灣油氣探勘產業，我有幸在中油公司服務近四十年，前二十年在台灣油礦探勘處（後來重組改稱台灣油礦探勘總處，現在改稱為探採事業部）從事油礦探採現場工作，後二十年奉調探採研究中心（後來更名探採研究所）掌管探採研究業務，參與也見證民國 48 年到 87 年這段期間的台灣油氣探勘歷程。懷念中油生涯，也感謝上司指導、同仁鼓勵及協助，讓我能夠完成各階段的任務。

貳、在台灣油礦探勘處的歲月

一、進入台灣油礦探勘處（簡稱台探處）的機緣

我於民國 46 年 7 月自成功大學礦冶系第一屆畢業，服第六期預備軍官役，在海軍陸戰隊經過嚴格的基本訓練後，以尉官軍階被分發到左營履帶車連隊，參與民國 47 年金門八二三炮戰，負責修護運輸糧食及軍用品的補給船（另稱水鴨子）的任務，民國 48 年 3 月退伍。

退伍後首先在基隆金瓜石台灣金屬公司找到工作，但當地時常下雨，不是我在南部長大的人所習慣，上班不到一個星期就辭職返家，為另找工作傷腦筋。後來想到位於苗栗的中油台探處吳德楣處長曾經在成大礦冶系兼課，專程到苗栗拜訪他。抵到台探處，吳處長因公出國，由副處長靳叔彥先生接見，靳副處長謂正好實驗室需要工作人員，他詳細說明工作內容，是鑽井泥漿的調配，當時我有聽沒有懂，如台語所云「鴨聽雷」，但聽到實驗室工作我就很高興，答應接受這種工作，因台灣光復後我在台南工業學校念過六年化工科，畢業後曾經在高雄台肥三廠當過二年技術人員，對化學實驗很有心得。面試後靳副處長要我返家等候消息，經過一個月後接到報到通知。我民國 48 年 4 月 24 日到台探處人事室報到，經辦人楊佩文小姐告訴我工作地點是錦水礦場實驗室，並告訴

* 台灣中油公司探採研究所前所長

我礦場每天有交通車到台探處洽公，那天是礦場總務主管岳清溪先生來，我在岳先生親切的引導下搭上交通車(卡車改裝)，經過兩邊都是高大樹木的石頭路，約一小時後到礦場，首先向礦場主任杜學林報到，再到實驗室向謝德龍主管報到。

出乎我預料，位於造橋鄉下的錦水礦場美如世外桃源。礦場組織有主任、工程、總務、會計、人事部門，並有招待所、福利社、鐵工場、木工場、車庫等。那時正值台探處在鑽探錦水三十八號加深井，礦場所有單位全力支援該井的鑽探工作，鑽井隊隊長黃清豐，助理是沈敬文及賴俊傑先生，謝德龍先生負責泥漿處理工作，我則被派到鑽井隊跟謝先生見習，經過六個月實習期滿，正式被錄用為工務員，成為中油人的一份子。

二、難忘的錦水實驗室

我在錦水三十八號井實習中實際瞭解鑽井的整個過程以及泥漿的重要性，泥漿在鑽井過程中如血液在人體內不斷循環，直接、間接影響鑽井工程的成敗至鉅，所以井場設置小試驗室，由駐井泥漿技術員(另稱泥漿工)定時取樣測試泥漿的流動性質，做為添加泥漿材料，調整泥漿性質的依據，以確保鑽井工程得以順利鑽至預定之目標層。

民國48年底，錦水三十八號井加深工程以拼湊陳舊機具進行，深井泥漿的調配由謝德龍先生親自負責，以低pH值石灰水基泥漿鑽進，克服種種困難，順利達成而發現更多的油氣層，得來不易，可稱為智慧、經驗、堅忍的綜合發揮。當時不僅參與人



圖1 民國48年10月錦水三十八號井加深鑽探成功，參與工作人員笑逐顏開，最後排立在最高者是作者。

員振奮（圖 1），亦轟動公司與社會各界。主要有功人員由行政院轉奉總統核定頒發勳章及獎狀，謝德龍先生獲得九等景星勳章一座。

實驗室的主要業務，除了研究泥漿流動性質、泥漿種類、特殊問題之處理，還要負責測試套管用的水泥的凝固時間等等。我有幸在實驗室工作並參與錦水三十八號井鑽井工程，獲得許多經驗。

錦水三十八號井的加深成功是台灣陸上油氣探勘的轉捩點，台探處的探勘業務在吳德楣處長及各位主管領導之下，從谷底爬昇，除了在錦水及出礦坑老油田開發生產深層之油氣外，也開始在全省各地展開鑽探，在民國 51 年至 60 年間，陸續發現新油氣田，包括鐵砧山、新竹青草湖及崎頂油氣田。無論探勘井或生產井的鑽探，實驗室工作人員都要參與，當時實驗室除了謝先生和我，還有數位技術員，但已感覺人手不足，後來成功大學化工畢業的湯淳雄，台北工專畢業的楊貴美小姐前後加入工作行列，同時實驗室的業務也增加了生產井的防蝕工作。實驗室的工作同仁，必須不分晝夜待命，準備隨時前往井場解決鑽井工程突發狀況，雖然辛苦但極有成就感。

民國 55 年初實驗室升級為試驗課，不再隸屬於錦水礦場而直屬台探處鑽井組，由謝德龍先生擔任課長。回顧我在實驗室服務約八年，在主管指導，各位同仁協助，加上自己的肯學，成長不少。

三、獲國科會獎助赴美進修

民國 54 年初我在南部中洲二號探勘井鑽井隊駐井，負責深井泥漿工程，突然接到台探處人事室楊佩文小姐來電，要我趕返苗栗填寫表格申請國家長期科學發展委員會（簡稱國科會，今科技部）乙種研究補助，赴國外進修二年。我非常驚喜又惶恐，因已離開大學約十年，英語又不流暢。經當時的鑽井組長楊舒先生鼓勵，台探處也允許我到台北語言中心參加二個月的英語密集訓練課程，同時向美國各著名大學申請入學許可，皇天不負苦心人，結果獲得美國德州大學奧斯汀分校（University of Texas at Austin）石油工程研究所的入學許可，民國 55 年 9 月至 57 年 9 月帶職帶薪進修二年。

在美進修期間，利用寒暑假赴休斯頓 Baroid 及 Milchem 泥漿公司與 Duncan Hallibuton 油井水泥公司打工實習，並與國內謝德龍課長保持聯繫，傳達有關泥漿、油

井水泥，及油氣生產井之防蝕等新科技資料。這段期間最難得的是在 Milchem 泥漿公司見習期間該公司讓我使用研究設備及泥漿添加劑，進行高壓高溫環境下油基泥漿的流動性質研究，研究結果受到該公司的重視。我返校後與指導教授再研討，最後以「油基泥漿在高壓高溫下流動性質變化」為題撰寫畢業論文，順利獲得石油工程碩士學位。

回憶在美國進修二年期間，離鄉背井思鄉之苦是現在網路通訊發達環境中成長的年輕人所難以想像的，不過這二年的進修及見習獲益不少，對我返原單位後從事油氣開發之研發業務發揮了很大的效益。感謝台探處各級長官、德州大學教授以及在美期間照顧我的朋友們。

四、負責鑽採研發業務及奉調赴菲律賓探油工作

民國 60 年初鑽井組試驗課重組，在苗栗市為公路火車站前的台探處辦公地點設置鑽採研究室，我負責推動鑽採研發業務，並因試驗課謝德龍先生奉調菲律賓探油，兼代其課長職位。當時台探處的探採業務擴展很快，研究業務隨著探採需要範圍愈來愈廣。民國 62 年我與湯淳雄先生利用公餘之暇合編「鑽採試驗」一書，內容包括泥漿工程、油井水泥、油氣層岩石之測定法、油氣生產井之腐蝕及防蝕、油氣分析等，提供油礦探勘從業人員之參考並做為教學之用。

民國 61 年初至民國 62 年 3 月因中油公司繼續在菲律賓宿務（Cebu）島探勘，我奉派至該島馬雅（Maya）參與 CMB-2 號井、CMB-3 號井、CMB-4 號井以及 DAB-1 號井的泥漿工程，並在 DAB-1 號井兼代隊長職務。駐在馬尼拉中油分公司的詹益謙經理及謝世雄地質師經常到工地來關心同仁的生活及探油工程的進展。當時菲律賓治安不好，處在戒嚴時期，合作公司為保護中油公司工作人員的安全，特別用心。民國 62 年初我調返台，始知當選民國 61 年度中國工程師學會「優秀青年工程師」獎。

五、兼任教職培育油礦探勘人才

民國 65 年台探處重組改稱台灣油礦探勘總處（簡稱台探總處），企劃組改為技術室，鑽採研究室併入技術室第二組，我擔任技術室副主任兼技二組組長。副主任室設置在台探總處竹銘樓二樓，正好在吳總處長斜對面，上下班經常有碰面機會。當時吳總處

長已晉升為中油公司礦務協理（後來改稱副總經理），在台探總處兼總處長職務。成大礦冶系因應工業界之需要分成礦業及石油工程系（簡稱礦油系）以及冶金材料工程系。礦油系成立初期尚未聘請國外學人返來擔任專業教授，還是借重台探總處有關專業人員前往兼任。吳協理兼總處長為培養油礦探勘人才繼續在礦油系兼任授課，在大學部開「油礦工程」課程，在研究所開「高等石油工程」課程。由於吳協理台北、苗栗兩地忙碌，時常要我前往代課，我在成大礦油系代課，累積教書的經驗也與學術界有所接觸，後來吳協理調至台北，不再兼任台探總處總處長，成大礦油系開的二門課轉由我接棒。民國 68 年成大推薦我取得教育部副教授資格。當時礦油系畢業生有些赴國外進修博士，任職於國外油公司，留在國內學生很多進入中油探勘界服務，諸如現任探採事業部的二位副執行長范來富、陳大麟都是我教過的學生。我在國外參與國際會議或訪問期間，經常碰到有人招呼我翁老師，這些人應該是我在成大礦油系授課的學生，令我深深體會到自古以來的一句話「有狀元學生，無狀元老師」的道理。

之後有機會在學術界擔任大學口試委員、經濟部中央標準局國家礦業標準起草委員、行政院第八屆科技顧問會議化學科技相對專家，及中國鑛冶工程學會理事等職務，得以發揮所長，盡一己棉薄之力。

參、在探採研究所的歲月

一、探採研究中心的沿革及興建過程

中油公司台探總處原本就有部份人員從事探採研究之業務，民國 66 年 11 月因應政府加 國家研究發展政策，中油公司於苗栗成立探採研究中心（簡稱探研中心，民國 78 年 7 月改稱探採研究所）（圖 2）。成立初期暫時借用台探總處的為公路辦公室，台探總處原有的鑽採研究室，古生物研究室，岩心沈積實驗室，生油岩評估小組與圖書館等合併重組成探研中心的地球科學組、鑽採組及技術服務組等三個組，專責研究發展業務。研究中心主任由公司的總地質師張錫齡兼任，副主任經吳總處長推薦由我擔任。主任及我除延攬研究人員，採購儀器擴充設備外，開始尋找興建研究大樓的地點。

探研中心是直屬公司的一級單位，主任的位階相當於台探總處的總處長，副主任



圖2 民國66年11月探採研究中心成立全體同仁合照（前排左起第八人是作者，第九人是張錫齡主任。

則相當於副總處長，這職務對我是一種肯定也是考驗。我全心全力協助張主任推展研發業務及興建研究大樓，自許不要辜負吳協理的器重。公司對研究大樓的興建非常重視，有關的高階長官均表示關心。張主任及我走遍了苗栗郊區尋找興建地點提供公司長官做參考，曾考慮在錦水礦場附近的大坪，原屬於礮烟場，佔地約四公頃的小盆地興建，但張主任及我都認為該地視野不佳，不是理想的地方，正巧租地時有一位地主不願出租而放棄。最後經過張主任與公司長官溝通，並請吳協理相助，改在苗栗西山（後來改稱文山）玫瑰公園興建。民國71年9月破土典禮由張主任主持。

張主任由於公司總地質師室及苗栗探研中心兩地公務非常辛苦，授權我代為執行探研中心的研究業務及興建工程，讓我有機會累積更多的經驗，我很敬佩他處事待人的風度。研究大樓興建期間，公司董事長李達海、總經理陳耀生、副總經理、董監事及探勘有關長官都蒞臨視察指導，瞭解工程進度（圖3）興建工程歷經二年於民國74年初完成。

研究中心位於苗栗市西邊的山坡上，包含一棟行政大樓及兩棟研究大樓，行政大樓（另稱A棟）面對東方，遠望雪山山脈，整個苗栗市展現在眼前，景觀非常優美，成為公司長官、同仁以及國內外貴賓都非常欣賞讚美的工作地點。但其興建過程的艱難只有直接參與的人才能體會得到，所謂「前人種樹，後人乘涼」這句話，期望有幸到此地工



圖3 民國71年9月董事長李達海（左第一人）蒞臨現場，由作者（左起第三人）說明大樓興建進度。

作的研究人員永記心內，發揮所長，致力油氣探採技術研發，早日在國內外發現油氣資源就值得了。

二、達園公弢樓的由來

民國74年6月1日新建辦公室及研究實驗室完工遷入，緣於當時本公司董事長為李達海先生，特取「達」字將該地區命名為「達園」以資紀念。又因前石油事業接管委員會主任及本公司前總經理金開英先生對本公司貢獻頗宏，亦為本公司同仁敬仰的長者，金開英先生字公弢，特將新辦公室大樓命名為「公弢樓」，由前經濟部長李國鼎先生親筆書寫「公弢樓」三個大字，懸掛於行政大樓大門正中，民國74年11月2日舉行揭幕式，恭請金開英先生親臨參加，儀式簡單隆重，是日總公司及各單位主管應邀前來觀禮，貴賓計有楊玉璠、黃錦滢、李漢津、詹益謙、俞培新、陳繩祖、楊舒、吳德楣、胡新南、陳耀生、潘玉生、李榮宗等多人（圖4）。



圖4 民國74年6月探採研究中心公發樓落成，金公發先生（前排左起第六人）與觀禮來賓合影（後排左起第五人為作者）。

民國72年7月張主任奉調台探總處晉升總處長，由台探總處副總處長邱華燈調升探研中心第二任主任，我協助他將研究人員、設備等遷入新建研究大樓，擴展研究工作，任務繁雜。75年10月邱先生晉升台探總處總處長，由台探總處副總處長蕭寶宗接任第三任主任，我前後擔任副主管13年，輔佐這三位正主管分攤責任做好研究單位與現場單位的聯繫工作，完成各階段任務，他們的做事風格、習性以及人際關係處理方式各有特色，都是我學習的榜樣，讓我受益匪淺。

三、拓展研究業務，支援國內外油氣探採事業

民國 79 年 11 月蕭寶宗先生奉調台探總處擔任總處長，公司長官肯定我的工作能力及態度，且在探研所長期擔任副主管，對研究發展業務的推動有豐富的經驗，晉升我擔任所長職務。任職期間注重工業安全衛生的檢查與管理，提升環境檢測實驗室之水準，擴充電腦資訊設備與網路之應用，建立岩心資料庫，及加強與國際探採有關研究機構之合作等。在研究業務發展方面加強建立核心技術，擴充境外研究，支援國內外油氣探勘及油藏併購業務，並接受經濟部海合會的委託，辦理友好開發中國家油氣評估訓練。比照以往，探研所與台探總處定期召開聯繫會議，解決油氣探勘的困難，每年舉行研究成果發表會，邀請退休及在職長官、相關單位的同仁聚集一堂，彙整公司指示及現場單位的意見，做為探研所工作目標，以支援探勘事業，提升探採成果（圖 5）。



圖 5 民國 80 年 12 月金公弢先生與前蕭總處長（左起第一人）及作者合影於公弢樓。

肆、後 語

我於民國 87 年 1 月屆齡退休，苗栗是我服務的地方，也是我安頓家庭的地方，為回饋這好山好水的山城，退休後與老伴一起參與苗栗地方法院及檢察署的司法志工行列，為苗栗鄉親服務，至 80 歲再度「屆齡退休」成為榮譽志工。

回顧油人生涯近 40 年，見證台灣油礦探勘產業的發展，感懷這段生涯，也感念上司指導、同仁鼓勵及協助，讓我能夠完成各階段的任務。目前國內外油氣探勘環境日趨嚴峻，但見到年輕油人陸續加入這個充滿機會與風險的產業，期許中油公司的探採事業永續經營，創造未來再一春。

✱

記幾位油人前輩登上太平島的往事

■ 曾弘志*

一、南海仲裁出爐舉國義憤填膺

第二次世界大戰初期，南進的日軍於 1939 年占領南沙群島等南海諸島。日本投降後，1946 年 11 月中華民國派護衛驅逐艦太平號為旗艦，率領大型登陸艦中業號、掃雷艦永興號及大型驅逐艦中建號等前往南海收復南沙群島、西沙群島等島嶼。此行任務為接收日軍所占的南海諸島，並建碑、測圖，以宣示主權。1946 年 12 月 12 日太平艦抵南沙群島最大島嶼，接收後即以艦名稱該島為太平島，此外中業島、永興島、中建島 3 島嶼亦以接收艦名稱之。因接收島嶼、沙洲甚多，有些便以軍艦指揮官名字命名，例如美濟島、敦謙沙洲等。敦謙沙洲係中業艦接收後，依李敦謙艦長命名，該沙洲距太平島僅 13.15 公里，1974 年 2 月 3 日我駐敦謙沙洲陸戰隊暫至太平島躲避颱風，越南趁隙占領至今。

接收南海諸島後，中華民國內政部於 1947 年 12 月出版南海諸島位置圖，國境之南在北緯 4° 左右，以十一段國界線圈出我南海海域範圍。1949 年中共建政後，亦主張其擁有對該區域的主權，惟 1953 年為解決與北越海域界線爭議，周恩來總理主動移除北部灣兩線，成為九段線；而播遷來台的中華民國政府仍主張擁有南海諸島主權，並實際控制了太平島。

1951 年 9 月 8 日二戰大部分同盟國與日本簽署了舊金山和約，第 2 條第 6 項為日本放棄對南沙群島與西沙群島的一切權利、權利名義與要求。二戰戰勝國中國則因 1949 年中共建政及中華民國遷台等因素，未參與舊金山和約；日本於 1952 年 4 月 28 日與中華民國另簽中日和平條約，該條約明定日本已在舊金山和約放棄對於台澎及南沙、西沙群島之一切權利、權利名義與要求，惟 1972 年 9 月 29 日與中華民國斷交後，片面廢止該和約。日本復於 1978 年 8 月 12 日與中國大陸簽署中日和平友好條約。

2013 年 1 月 22 日菲律賓以中國大陸在南海主張的九段線違反聯合國海洋法公約為

* 台灣中油公司總經理室督導

由，向國際海洋法法庭提請仲裁，菲律賓並通知中國大陸仲裁意向並發出訴求陳述。儘管 2013 年 2 月 19 日中國大陸正式拒絕參與仲裁案，菲律賓卻進一步在 2014 年 3 月向仲裁法院提交訴狀，主張包括太平島在內的南海島嶼都是不適合人居的「岩礁」（rock）。而仲裁庭無視中國大陸拒絕仲裁案，仍於 2015 年 7 月 7 日舉行首次聽證會，中國大陸外交部同一時間也發表聲明，不承認仲裁庭對此案的司法管轄權，也拒絕菲律賓任何形式有關此案的和解提議。2015 年 10 月 29 日仲裁庭正式裁定對此案菲律賓提出 7 項訴求擁有管轄權，並將對菲律賓其他訴求的管轄權裁定留待審理時作出仲裁。2016 年 7 月 12 日仲裁庭通過常設仲裁法院公布仲裁結果，裁定中國對九段線範圍內的資源擁有歷史性權利的主張，並無法律基礎，且違反聯合國海洋法公約。此外，仲裁庭亦裁定中方在禮樂灘採集資源侵犯了菲律賓主權權利，中方對南沙群島珊瑚礁生態系統構成永久而不可挽回的傷害，而中方漁民在南海採取嚴重破壞珊瑚礁生態方式，大規模撈捕瀕危的海龜、珊瑚等，中方皆明知卻沒有履行停止這類行為的責任，法庭也判決包括自然面積最大的太平島在內之所有南沙群島的海上地物頂多只是「礁」（rock），而非「島」（island）。

由於依據聯合國海洋法公約，「礁」僅能擁有 12 海里的領海，「礁」無法主張擁有 200 海里專屬經濟區海域；而天然狀態下的美濟礁、仁愛礁和渚碧礁只是低潮高地，不能產生領海、專屬經濟區或界定大陸架（continental shelf，中華民國法律用詞為大陸礁層，地質學譯為大陸棚），中國大陸建造人工島行為被認為侵犯菲律賓主權權利。

由於仲裁庭並未邀請中華民國參加，也未徵詢中華民國對這項仲裁的看法，儘管該仲裁判決無損於我對太平島的主權，然而裁定太平島在內的南海諸島均非島，已造成我主張太平島擁有專屬經濟區海域的困擾，引起舉國義憤填膺，朝野均認為仲裁結果對我不具法律約束力。中華民國外交部旋即發表聲明，強調南海島嶼是中華民國領土的一部分，中華民國將會採取果斷行動，維護國家領土和相關海洋權益。爭議各方應按照國際法和聯合國海洋法公約，以和平方式解決問題；中華民國必須納入南海議題多邊爭端解決機制內；相關各方有義務維護南海航空和航海自由；各方應擱置爭議，透過聯合開發解決糾紛，繼續促進區域穩定和保護海洋資源。

中國大陸外交部則聲明本案仲裁機構屬聯合國海洋法公約附件七所組成之臨時仲裁庭，並不屬於常設仲裁法院建制。本案仲裁員為原告提供有償服務，薪酬由菲律賓等方面支付，而非如聯合國系統內國際法院和海洋法法庭由聯合國負責經費以保證獨立性。另外，本案部分證人提供之專家建議違背其在先前公開發表著作接近中國大陸立場之學

術觀點。因此，本案仲裁庭根本沒有公正性和公信力可言，中國大陸不會承認此仲裁。

南海仲裁出爐恰逢中國鑛冶工程學會編輯出版成立 90 週年特刊之際，謹借特刊一隅就筆者由各界在電子或平面媒體所揭露之資訊整理出政府對太平島之經營概況，再就筆者所認識的幾位長官、學長、同學等油人前輩登上太平島的往事記錄之。

二、我國對太平島之經營

太平島位居南海南沙群島北部中央，雖面積約僅有 0.51 平方公里，卻是南海諸島中最大島嶼（人工建物擴充之島除外）。因太平島被日本占領時隸屬於台灣總督府高雄州，1945 年二次大戰後，乃先由台灣省行政長官公署接收管轄，直到 1945 年 12 月 12 日中華民國政府設立由廣東省政府管轄的南沙管理處才改隸。1946 年 10 月 5 日法國軍艦 Chevreud 號登陸南沙群島之南威島和太平島，在島上建立石碑，當時中華民國政府提出抗議，並與法方洽定於該月及翌年 1 月 4 日進行談判，但因越南獨立運動暴發法越戰爭，法國未能依約談判。1946 年 11 月 24 日中華民國政府派出中業、永興、太平、中建等 4 艘軍艦，由指揮官林遵、姚汝鈺率領南下，並有內政部及陸海空各方代表隨往視察，會同海軍在廣州出發，前往西沙、南沙進駐接收。負責接收南沙群島為林遵率領的太平、中業兩艦。太平艦 12 月 12 日抵達太平島，在島西南方的防波堤末端豎立起「太平島」石碑，並在島之東端，另立「南沙群島太平島、太平艦到此」石碑。立碑完後，於碑旁舉行接收和升旗典禮。

1948 年 3 月彭運生少校奉命率 40 餘人，搭乘中海號軍艦遠戍南疆，任海軍南沙群島管理處少校主任，成為中華民國海軍駐太平島首任指揮官（南沙群島僅有太平島派有駐軍），至 1949 年 3 月止。1949 年海南特別行政區籌備建省，太平島乃由廣東省改隸該海南特別行政區，1950 年中華民國自海南島撤退。

1950 年菲律賓人趁兩岸分治初期，太平島無我駐軍之際，侵入太平島及其他諸島，偷採鳥糞磷礦。1952 年中華民國與日本簽訂中日和平條約，其中雙方承認日本已在舊金山和約放棄對南海諸島之主權。

1956 年中華民國海軍先後派出立威、威遠，以及寧遠 3 部隊分 3 次威力偵巡南沙群島。在巡弋過程中，曾在太平島、南威島、西月島重豎碑石並舉行升旗禮，隨後編為「南沙守備區」，並派中華民國海軍陸戰隊重回駐太平島長期守備。

1959 年太平島上官兵自台灣迎奉千手觀音菩薩，並修建觀音堂祭祀。1960 年 9 月

9日設立南沙群島郵政代辦所一處。1960年10月31日將原有之氣象站擴充為氣象台。1963年退輔會於太平島設立南海開發小組，從事廢鐵打撈與磷礦開採，迄1968年擴編為南海資源開發所。1967年10月中國青年反共救國團暑期育樂活動南疆遠航隊設立「南疆屏障」石碑乙座，此活動為我國首次開放一般民眾登島。

1972年起國科會（科技部前身）台大海洋研究所九連號研究船，每年有計畫調查台灣周遭及南海海域，九連號除役後由海研一號接續海洋調查任務，2艘研究船前後累積有40年南海資料。

1975年中華民國政府針對菲律賓、越南、馬來西亞相繼登陸南沙群島，發表對南沙群島擁有唯一合法主權之嚴正聲明。

1980年1月12日我內政部地政司王杏泉司長代表許水德部長登島設立「南疆鎖鑰」石碑乙座，並重申我對南海之主權。儘管太平島距高雄市約1,600公里之遙，1980年2月16日行政院核定高雄市成立管理委員會，太平島行政上正式籍隸高雄市旗津區中興里。高雄市接管太平島後即設立漁業工作站。

1981年6月14日至8月31日，中油公司在太平島鑽探太平島一號井。1987年政府在太平島設立台澎地區漁民服務站，推展各項漁民服務工作。

由於政府並無專責處理南海政策與事務單位，以往均以行政分工機制處理南海業務。鑒於行政管理層級不明，事權難以集中，行政支援機制難以統合，為因應南海問題，1992年6月12日由內政部籌組「南海小組」及負責運作，直到2005年「南海小組」才由國安會「周邊海域情勢會報」取代，接手處理台灣週遭爭議海域的主管機制。1994年4月14～28日內政部南海小組曾登太平島考察。

2000年1月28日行政院成立海岸巡防署，並責由該署取代陸戰隊，正式接管太平島。當時政府認為此舉既可以讓宣示主權意涵不變，而以警（海巡）代軍更可以率先表態降低區域緊張。惟原本期待撤離陸戰隊能為該海域劍拔弩張的氣氛降溫；卻事與願違，包括越南、馬來西亞和中國大陸等聲索國，各自在南海有效占領的島礁上繼續強化軍事設施，且強硬態勢有增無減。近年來南海情勢愈緊張，陸戰隊應重返太平島的呼籲日增；然而一旦我陸戰隊重返太平島，恐再度升高南海緊張情勢，因而幾經爭論，我政府迄今未派回陸戰隊，但駐守的海巡官兵交由陸戰隊代訓，並透過戰備輔訪方式，由國防部編組聯合輔訪小組前往東沙島及太平島，針對海岸巡防署防務設施與防務計畫提供意見。

2001 年 12 月太平島建置完成太陽能電力供應裝置，以作備用電源。2003 年 8 月 16 日內政部余政憲部長、行政院經建會、研考會、海岸巡防署、高雄市等官員視察太平島。2006 年為便利由台灣本島運輸補給和醫療救護，國防部開始著手構建太平島機場專案工程太平專案，2007 年 12 月 12 日中華民國收復太平島滿 61 年當日完工。

高雄市政府海洋局為保護當地活動之海龜及響應國際間對海龜保育工作的重視，2007 年 3 月 3 日依漁業法第 45 條規定公告劃設太平島海龜繁殖保育區，範圍以太平島為中心，陸域產卵棲地從沙灘至樹林外側，海域重要棲息環境自潮間帶和低潮線至 12 海里處。

2008 年 2 月 2 日陳水扁總統搭乘 C-130 運輸機登島，除慰問駐地海巡署人員，並主持機場跑道啟用典禮，用實際行動捍衛中華民國對於太平島的主權，成為中華民國首位抵達太平島的國家元首。

2009 年 2 月 4 日我外交部針對菲律賓參議院通過制定菲國領海基線法案，以及 2 月 2 日菲國眾議院通過將南沙群島部分島嶼（包括太平島）歸類為礁，以及將中沙群島的黃岩島劃入菲國領土，外交部聲明南海諸島主權屬於中華民國，在該水域享有一切應有權益，任何國家無論以任何理由或方式主張或佔據，中華民國一概不予承認。

2011 年 4 月中油公司獲經濟部礦務局同意太平島及其周圍 100 海里海域設定石油與天然氣探礦權。7 月 12～18 日軍方奉國家安全會議協調，在南沙太平島舉行全民國防南沙青年研習營，由台灣海洋大學師生登島。8 月 3 日李炳南監察委員和國防部、海巡署，以及其他國安相關單位共同考察太平機場與南星碼頭未來硬體設施升級的可能性。8 月 9～15 日國防部舉行 2011 年第二梯次全民國防南沙青年研習營，包括中山、中興、高雄海洋科技等大學師生登太平島。12 月 13 日太陽光電系統、太陽能熱水系統及節能省電電氣設備正式啟用。

2012 年 4 月 30 日林郁方等 3 位立法委員至太平島慰勞駐軍。7 月 9～15 日國防部舉行第一梯次全民國防南沙研習營；8 月 18～29 日再舉行第二梯次全民國防南沙研習營。8 月海巡署完成接收一批經軍方檢整過武器。8 月 31 日國家安全會議胡為真秘書長與內政部李鴻源部長、總統府及行政院、內政部、環保署和交通部中央氣象局等官員登太平島視察。9 月 4 日林郁方等 3 位立法委員偕同國內媒體，前往太平島採訪海巡官兵實彈射擊。

2013 年 1 月 31 日中華電信正式啟用島上 GSM 行動通信系統。3 月 13 日嚴明參謀

總長登太平島視導，隨行人員包括國防部及中油公司探採事業部吳榮章執行長等單位人員。6月中旬至7月底我海軍完成太平島與中洲礁海道測量作業，更新太平島航道圖資。10月7日經濟部礦務局、中油公司和成功大學組成的南海測勘團隊，在太平島進行1天半的島上測勘、圖資測量工作。12月5日高廣圻參謀總長登太平島視導駐軍防務。

2014年3月6日監察院國防及情報委員會7位監察委員至太平島上巡察。4月10日海軍在太平島演習。11月5日立法院外交及國防委員會2立委偕同國防部嚴明部長、海巡署王進旺署長搭機降落太平島，視導海巡、海空官兵防務及興建中的深水碼頭工程。

2015年3月16日南海研究計畫團隊搭乘海研一號研究船由高雄出發，20～21日再度登上太平島作業，3月27日返抵高雄，以執行2013年起中油公司與成大基金會、台大海洋研究所三方共同承攬經濟部礦務局3年南海研究計畫。6月13日海巡署王崇儀署長率領該署海洋總局重要幹部勘查碼頭新建工程。10月29日聯合國常設仲裁法院判定仲裁法庭對南海仲裁案具管轄權，我外交部發布聲明，仲裁庭亦未就本案徵求中華民國的意見，因此本案與中華民國完全無涉，中華民國政府對其相關判決概不承認，亦不接受。內政部陳威仁部長與海巡署長選在中華民國收復太平島滿69年之2015年12月12日，前往太平島主持碼頭及新建燈塔啟用典禮。

2016年1月28日馬英九總統不顧美國反對，搭乘C-130運輸機降落太平島視察，並且以喝井水、食用島上物產等行動，證明太平島非不適人居的岩礁。1月30日海巡署表示，駐島3位護理人員將遷籍南沙，其中1位護理師已先於1月21日完成遷籍手續，成為首位中華民國設籍南沙太平島公民。3月23日我外交部邀請國內外媒體搭機降落太平島土地，外媒包括CNN、半島電視台、華爾街日報、金融時報、美聯社、法新社、路透社、彭博社，以及日本的共同社與讀賣新聞。這是中華民國收復太平島即將滿70年來首度開放國際媒體登島。7月12日荷蘭海牙常設仲裁法院在南海仲裁案判決中裁定南沙群島的所有海上地物，包括太平島，均為岩礁，而不是擁有專屬經濟海域的島嶼。中華民國總統府隨後發表聲明，表示絕不接受，也主張此仲裁判斷對中華民國不具法律拘束力。8月16日內政部葉俊榮部長、海巡署李仲威署長、高雄市陳金德副市長、國內長期關注氣候變遷議題與海洋法學之學者專家及高雄市府團隊等人搭機降落太平島視察及研議規劃成環境變遷國際學術研究基地之可行性。

三、救國團南疆遠航隊登太平島

1965年中國文化學院成立全國大學第一個海洋系，1967年10月中國青年反共救國團暑期育樂活動在太平島舉辦唯一梯次（以後未再辦理）的「南疆遠航隊」（那時大學配合成功嶺暑訓，10月中旬才開學），文化海洋系暑假後升大二及大三同學（全國第一、二屆海洋系大學生）有9位報名參加南疆遠航隊，航向南海，體驗海洋，成為名符其實的海洋學子。其中一位為筆者大學老師何邦碩學長在此次南海仲裁出爐，舉國義憤填膺之際，無意間發現幾張50年前登太平島的泛黃照片（如圖1、圖2）。何學長提及當年南疆遠航隊係搭乘海軍中字號軍鑑（號碼223），以船速5～6節左右航向國境之南，赴太平島單趟航程須5～7天。海洋學子初嘗海上生活，一路暈船、反胃，方知海洋生活大不易。終於登上太平島，住宿兩晚及2天參訪行程，覺得島雖小，但基本水源及食物蔬



圖1 南疆遠航隊9位文化海洋系同學在太平島上合影



圖2 南疆遠航隊何邦碩同學（左）於太平島威遠樓（以1956年登島之威遠部隊命名）留影

果可自給自足，當然主食米麵仍由台灣補給。島上有海軍氣象站及陸戰隊弟兄駐守。南疆遠航隊 2 天活動最高潮為完成豎立「南疆屏障」石碑乙座。

何邦碩學長 1969 年大學畢業後，適逢台大海洋研究所成立第二年，他考入該所海洋物理組。1972 年中油公司成立海域石油探勘處，何學長在該處服務期間，曾在文化海洋系兼課。在聯考分數決定志願的年代，筆者於 1973 年考入文化海洋系，我們這一班後來從事本業者眾，包括中油探採事業部前執行長（中國鑛冶工程學會前任理事長）吳榮章博士、經濟部中央地質調查所謝凱旋副所長、溫泉鑛探業者台灣鑛研公司黃漢勇董事長（富國技術工程公司前副董事長、世界水中聯盟 CMAS 三星潛水專家及中華水下考古學會現任理事長）、中山大學海洋政策中心主任兼海洋事務研究所所長胡念祖博士等人，大三時都修何邦碩老師的地球物理概論。由於何老師學長只比我們大幾歲，與全班同學亦師亦友，他後來離開中油自行創業；我們這一班畢業快 40 年了，何老師還與大家保持聯繫，透過 LINE 通訊群組，我們最早得知何老師找到 50 年前登太平島照片。

四、台灣海洋研究船探測南海

何邦碩學長就讀的台大海洋研究所係 1966 年 5 月應邀來台的美國海洋學家 Dr. I. E. Warren 和 Dr. H. B. Steinbach 建議政府成立海洋研究所，為我國首創（比文化海洋研究所早 4 年）。1969 年 5 月我國第一艘正式歸類為海洋研究船的九連號自美拖運抵台。事實上較九連號早，海軍就對台灣周遭海域進行海洋探測，1965 年 9 月起由掃雷艦改裝的陽明艦，對台灣東邊的黑潮進行連續 4 年水文調查。九連號初期雖由海軍啟封、整修、管理，但由國科會指定專作海洋研究用。該船 1945 年下水，原為拖船，船名 Geronimo，由美國移交我國後稱九連號。1972 年九連號自海軍除役後，經擴建研究室，增加衛星導航儀及地球物理探測裝備，移交國科會（科技部前身），並指定台大海研所使用。



圖3 南海航次陳培心教授（左1）與黃漢勇（左2）、郭政隆（右2）、謝凱旋（右1）在九連號甲板上工作

1972 年國科會在台大海研所接收九連號研究船後，每年撥付台大海研所之研究經費包括九連號研究船經常性支出，九連號及其除役後由海研一號接續海洋調查任務，2 艘研究船長期有計畫調查台灣周遭海域及南海，目前累積有 40 年以上資料，我國因而擁有全世界最具權威的南海水文、生物、地質、海底結構等科學研析資料。

1972 年 5 月九連號曾進行菲律賓海探測，並訪問關島。1973 年九連號在菲律賓海約 4,500 公尺的海底，進行深海錳核和海底地殼玄武岩之採樣。1976 年 7 月九連號與美國 Scripps 海洋所 Thomas Washington 號研究船完成菲律賓海雙船折射震測。1977 年 7 月筆者大學畢業，就讀文化海研所前的暑假，與黃漢勇、謝凱旋、陳添庚、羅慰麟（目前旅印尼）、葉冰清（目前旅美）等大學同學，參加國科會發聘之台大海研所陳培心客座教授領軍的南海調查航次（圖 3），陳培心教授的研究助理郭政隆（先後出任中油探採研究所地球化學組及技服安環組組長，已退休）亦隨同出海。陳培心教授係哥倫比亞大學 Lamont-Doherty Earth Observatory 博士，此行原要在菲律賓、太平島間海域蒐集海水溫度、鹽度、密度、聲速、洋流等水文資料，以及瞭解各種深度的海水化學成分，並使用震測設備研究海底構造。可惜事與願違，進出高雄港三次，都因遇颱風而折返，未竟其功。

有鑒於九連號（圖 4）船齡老且設備陳舊，其船身並非研究船設計，我國於 1983 年委託挪威建造新研究船海研一號，以接續九連號工作。1984 年 10 月海研一號建造完成，由挪威啟航，繞了半個地球後，經新加坡取道南海北上，沿途並進行多點測站水文、漁業及礦藏調查。該船一路向北抵達太平島附近海域，先與海軍的補給艦會合，再由海軍護送於 1985 年 1



圖4 筆者在南海航次出發前泊於高雄港的九連號前留影

月 24 日抵台，以高雄左營港為母港，由台灣大學負責維護與運作，當年 4 月開始投身我國的海洋研究工作。在 1985 至 1993 年間，國內海洋探測的任務主要便是由海研一號執行，其後在 1993 年陸續加入了我國自行建造的海研二號與三號研究船，分別由台灣海洋大學與中山大學負責維護與運作。2012 年我國自建的海研五號加入海洋探測之列，隸屬科技部國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心，惟於 2014 年 10 月 10 日因颱風天出海且人為操作不當，沉沒於澎湖東方海域。由海研五號颱風天貿然出海而沉沒，造成領隊中央研究院環境變遷研究中心研究員許世傑博士不幸殉職，不禁想起 1977 年暑假我們的九連號南海航次三次躲颱風折返，雖未能達到出海目的，但真感謝領隊教授陳培心博士當年決策之苦心與果斷。

五、中油公司鑽探太平島 1 號井

筆者於 1979 年 6 月自文化海研所畢業後，12 月進入中油公司台灣油礦探勘總處服務。1981 年得知測勘處童培堅地質師前往太平島駐井。當時台探總處奉示在太平島鑽探一口井，以宣示主權及造成中華民國在太平島長期經營之事實。1979 年 9 月中油公司為勘定井位即派員前往太平島測勘，重力測勘由魏金一、楊家祥 2 位地球物理人員負責，林明德地質師作一般地質調查，結果顯示太平島東西兩邊各有一重力高區。

太平島為珊瑚礁島，四周沙灘環繞，南北側沙灘較狹寬僅 5 公尺，東側寬約 20 公尺，西南側寬約 80 公尺。地表細砂土為珊瑚礁風化，沙灘上堆積的細砂白裡透紅，主要為珊瑚和貝殼碎屑，紅色的砂是由紅珊瑚碎裂而成，下層為堅硬之礁盤。太平島 1 號井經勘定在東隅觀音堂後方 80 公尺處，由於目標深度僅 1,500 公尺，乃租用工研院礦業研究所鑽淺井之鑽機。井位標高海拔 2 公尺，以探測太平島一帶地質狀況及油氣蘊藏潛能。於 1981 年 6 月 14 日開鑽，井深達 523.35 公尺，由於鑽進的地層多為未固結之珊瑚礁，井孔一再崩塌及卡鑽，駐井地質師童培堅估計鑽機能力於預定時間內無法鑽達目標深度，加上運補困難，中油公司決定停鑽，該井於 1981 年 8 月 31 日提前結束鑽探。

以鑽井為憑證宣示主權有其合理性，可惜網路或出版品介紹太平島的文章鮮少提及中油公司曾鑽探太平島 1 號井。直到最近因南海仲裁議題在網路上才能蒐尋到點滴報導，諸如根據太平洋太平島一號井岩心（core）資料進行一系列太平島地質研究，依所採得岩心，在井深 43 公尺處定年約 78 萬年，而在井深 130 公尺以上岩心有 4 層相當厚層鈣土，是古早太平島處於較乾燥且低海平面的時期因風化所形成，該地層時代可能為

200 萬年前。最下段岩心之碳酸鹽岩已白雲岩化，係生成於淺海之珊瑚礁或潟湖，年層難以推測，可能老於 300、400 萬年。

六、內政部南海小組太平島考察

為維護我國南海諸島、南海水域之權益及和平開發、管理，1992 年 12 月 3 日行政院在內政部設置南海小組，正副召集人分別由內政部部長及政次出任，11 位委員分別為外交、經濟及交通等部次長、國防部副部長、行政院衛生、環保及海巡等署副署長，大陸、國科及農業等委員會副主委，以及高雄市長。

1994 年 4 月 16 ～ 28 日中油公司蘇福欽副總地質師（圖 5）及礦務處梁時雄組長（圖 6）奉派參加內政部南海小組南沙群島太平島考察團，此行係南海小組為彰顯我國在南海的主權，邀相關政府部門及國營事業赴南沙群島太平島考察。該團由內政部警政署派保七兩艘 400 噸巡邏船由楊子敬保七總隊長領隊。

除 2 名中油公司人員外，尚包括外交部張文仁專員，以及接受農委會委託進行研究計畫的學者專家。4 月 14 日中油公司及外交部人員提早 2 天在高雄海軍「四海之家」報到後，搭乘海軍中字號運補艦出發。農委會委託辦理的南海生態環境調查研究計畫於



圖5 中油公司蘇福欽副總地質師考察太平島留影



圖6 蘇福欽副總地質師（左2）與梁時雄組長（左1）與太平島守軍合影

4月16日由台灣省漁業局漁訓二號 1,200 噸級漁業研究船，搭載台灣海洋大學、中央研究院 28 位學術單位研究人員前來會合，並同時抵達太平島，一行有 2 艘陽字號驅逐艦護航。

藉由這次太平島考察，讓中油公司人員於 13 年後終於再度踏上太平島，確認 1981 年 6 月中油所鑽太平島 1 號井位，證實了我國曾經在島上鑽探的事實，船隊完成任務後安返台灣。

七、太平島海域礦區

除了 1979 及 1981 年中油公司在太平島地質調查、重力測勘及鑽探太平島 1 號井，以及國立自然科學博物館宮守業博士等人於 2005 年 6 月下旬登島進行 3 週海洋地質調查外，我國在太平島油氣探勘具體行動還有 2010 年 6 月太平島海域礦區之劃立。

由於南海地區的石油和天然氣蘊藏潛能甚高，我國若由經濟部核發中油公司油氣探礦權，在太平島附近海域持續探勘油氣資源，此等商業行為，雖會引發其他聲索國的關注，卻能高度宣示中華民國在南海之主權。因此經濟部在 2010 年 5 月南海資源開發小組會議，指示國營的中油公司立即申請劃定太平島新礦區。

中油公司在 2010 年 6 月提出太平島海域礦區申請後，經濟部於 2011 年 4 月同意中油公司在太平島及其周圍 100 海里海域設定石油與天然氣探礦權，總面積達 13 萬 7,381 平方公里，為期 4 年。在 2015 年 4 月期限屆滿前，又延長至 2017 年 4 月。

應該是考量太平島距菲律賓巴拉望島，僅距離 199.6 海里（約 370 公里），如我國太平島海域礦區以太平島為圓心，200 海里（約 370 公里）為半徑劃立圓型海域礦區，將與菲律賓所主張之 200 海里專屬經濟海域完全重疊。為避免衝突，乃以等距中線為分界線劃立每邊 100 海里（約 185 公里）正方形海域礦區。

八、南海仲裁提出後太平島防務備受重視

2013 年 1 月 22 日菲律賓提出南海仲裁後，3 月 13 日嚴明參謀總長登太平島視導，隨行人員包括國防部及中油公司探採事業部吳榮章執行長等單位人員（圖 7），由屏東機場搭空軍 C-130 運輸機直飛太平島，這是中油公司探採部門層級最高人員首次登島，由該事業部海域處李元偉副處長隨行。8 月 8 日嚴明升任國防部長，參謀總長由高廣圻接任，12 月 5 日高廣圻參謀總長與海軍許培山副司令、空軍陳添勝副司令及海巡署等人搭

乘 C-130 運輸機降落太平島視導駐軍防務，並代表國防部嚴明部長慰問官兵戍守南疆辛勞。島上除海巡署駐防人員外，軍方有空軍南沙基地勤務派遣分隊及海軍南沙氣象台等單位。

2014 年 3 月 6 日監察院國防及情報委員會召集人葛永光等 7 位監察委員至太平島上巡察。4 月 10 日國防部因應南海情勢，首次在太平島進行了「衛疆」規復作戰演習，設定太平島一旦遭敵軍占領，海軍即派出特遣艦隊，並載運一營海軍陸戰隊兵力，緊急駛往太平島執行武裝兩棲登陸作戰，重新奪回太平島。衛疆計畫共出動旭海號船塢登陸艦、成功級飛彈巡防艦與康定級巡防艦，以及納入敦睦遠航支隊等軍艦，並護送海軍陸戰隊進分乘 20 多輛 AAV—7 兩棲突擊車，在太平島搶灘，攜帶重型迫擊砲和反裝甲火箭進行規復作戰。11 月 5 日立法院外交及國防委員會召集人邱志偉立委與李桐豪立委偕同國防部嚴明部長、海巡署王進旺署長，搭乘 C-130 運輸機降落太平島，嚴部長與王署長共同宣示國防部、海巡署將持續密切配合，為維護我國南海疆域主權而努力。此行在瞭解碼頭修建工程執行進度，以及視導 40 公厘高砲與 120 迫擊砲等防務。



圖7 吳榮章執行長（前排右6）與海域處李元偉副處長（前排右1）陪同嚴明參謀總長（前排右9）登島

九、南海測勘團隊在太平島測勘

中油公司獲得太平島海域礦區探礦權3年後，續2013年3月13日探採事業部吳榮章執行長登島，10月再派探採事業部海域處鄭永豐處長等人（圖8）與經濟部礦務局、成功大學合組10人測勘團隊，由海軍151艦隊成功級巡防艦繼光號全程護航，搭乘海軍滿載排水量達1萬4,000噸，可發射標準一型防空飛彈和雄三超音速反艦飛彈的旭海號船塢登陸艦，前往太平島進行測勘（圖9）、圖資測量等任務，於2013年10月3日自高雄出發，7日上午以兩棲登陸將團隊成員和大批運島物資搶灘登上太平島，8日傍晚完成測勘任務後駛離太平島，11日返回高雄。

此行係立法院外交國防委員在2012年5月2日決議通過林郁方委員所提建議案，派遣一支南海測勘隊到太平島進行資源探勘。為解決測勘團隊登島所需的交通、住宿和啟返程護航等問題，且島上調查工作須在冬季海象變差前執行，林委員於2012年9月6日及13日二度邀集國防部、海巡署和中油公司等單位召開協調會後促成此行。南海測勘團隊的海軍支隊原定9月底出發，但受颱風影響，延後至10月初啟航成行時距中油公司鑽探太平島1號井已有32年。

南海測勘團隊包括利用一天半的時間，於太平島以攜來之重力儀、磁力儀、定位儀等器材進行初步的陸上地質調查、地質鑽探與重磁力測勘，以及後續測勘所需補給設施與設備的先期規劃。此次太平島初步測勘作業共測得重力資料18點；磁力資料18點；圖資座標21點；測勘作業路徑約2.8公里。因工作時間極短，工作分為重力、磁力測勘組及地質調查二組同時進行，重力、磁力測勘組是以現有地形，分左右兩圈迴路方式避免受當地金屬或建物干擾下進行快速測勘，於有限時間下完成初步測勘。如要進一步



圖8 中油公司鄭永豐處長（左2）參加南海測勘團隊



圖9 南海測勘團隊在太平島上測勘

油氣探勘工作，後續尚需加上反射震測工作研究及初步石油系統分析以進行油氣探勘規劃。

除南海測勘團隊在太平島測勘活動，2013 年起中油公司與成大基金會、台大海洋研究所三方共同承攬經濟部礦務局 3 年（2013-2015 年）南海研究計畫，此計畫目的為宣示我國對南海海域之主權，提升我國油氣蘊藏量及引進深水海域油氣探勘技術。

2014 年該計畫由台大海研一號研究船前往南海進行水文及海床調查，委辦及承攬四方所組團隊於 2014 年 3 月 22 日至 4 月 4 日，搭海研一號往返高雄至太平島兩地 2,011 海里航程（未登島），取得水深、海床底質聲納、海流、海水溫、鹽密度、重磁力測勘及反射震測、岩心採樣等資料。

2015 年 3 月 16 日該團隊搭乘海研一號研究船由高雄出發，3 月 20～21 日再度登上太平島作業，3 月 27 日返抵高雄。本航次採集太平島上水樣資料及完成鑽探與補給設備之可行性評估報告，此年度油氣盆地研究則以南海南部太平島附近之含油氣盆地為主。

十、附 記

儘管此次南海仲裁與各聲索國對南海諸島主權權益之主張無涉，且我國對此次有關太平島之南海仲裁已聲明不承認、不接受；但仲裁認定太平島在內的南海諸島均非島嶼，等於將太平島以東 12 海里外海域，全部劃為菲律賓專屬經濟海域，日後我國漁船只要駛出太平島 12 海里領海以外，雖在我國所主張之東側 100 海里專屬經濟海域內捕魚，就有可能受到菲律賓公務船的干預。

除漁業資源外，經濟部礦務局 2011 年 4 月依礦業法同意中油公司在太平島及周圍 100 海里海域設定 4 年石油與天然氣探礦權，當 2015 年 4 月屆滿後又延展 2 年至 2017 年 4 月；由於我國不承認、不接受此次南海仲裁，未來無論中油公司再重行申請新探礦權，或是獲得 20 年採礦權，太平島礦區範圍應不會改變。然而在該礦區東側 12 海里至 100 海里間海域進行探勘時，可能引起菲律賓之異議。無可諱言，南海仲裁將造成我國主張太平島擁有專屬經濟區海域的困擾。

本文承中油公司陳瑞祥前副總經理指正及文化海洋系何邦碩學長、中油公司探採事業部蘇福欽、吳榮章 2 位博士前執行長、海域處鄭永豐處長提供登太平島照片，謹致謝忱。

★

地球化學探勘回顧

■ 戴國邦*

地球化學（Geochemistry）乃將地球視為一龐大的化學體系，研究其岩石圈、水圈、生物圈及大氣圈中，各個部位有關化學元素之相對與絕對含量分佈及移棲機制的一門科學。應用地球化學技術在礦產資源之探勘即為地球化學探勘（Geochemical Exploration）。

地球化學探勘是利用地球化學循環中，原生岩石礦物（含沈積岩、變質岩及火成岩與其各種組成礦物）經物理、化學、生物風化作用形成二次礦物的土壤；岩石礦物主要經物理作用產生的河川沈積物或重礦物（比重大於 2.8 者）；普遍存在於礦化作用共生之黃鐵礦等之原地風化產物，以針鐵礦、褐鐵礦等水合物為主，並帶有目標礦化化學元素的鐵帽及植物等。

首先需採集礦化作用地區及附近土壤、河川沈積物、水樣或植物樣品，經地球化學分析找出礦床指示元素或指標元素，知其多種化學元素間共生關係，並將分析資料加以處理，作圖研判，可查出其礦產元素之擴散機制及移棲分佈現象，找出主要成份化學元素及微量元素的異常帶，即可發現該礦產資源。

世界上地球化學探勘有系統的應用在金屬礦產探勘上，首推莫斯科中央地質探勘所在蘇俄及斯堪地那維亞地區，於 1930s 年代即開始以半定量光譜化學分析土壤及植物灰中金屬含量。1940s 年代美國地質調查所因濕法化學分析技術之改進，及光譜分析儀之發明與迅速簡單技術之比色分析，亦從事大量的地球化學探勘工作。在此同時加拿大及日本亦開始地球化學探勘金屬礦產。及至 1950s 年代英國及西歐、澳洲、台灣及遠東地區始開始利用地球化學探勘技術於金屬礦產之探勘。時至今日則已經相當普遍。

一、金屬礦之地球化學探勘

台灣地球化學探勘工作，則始於 1957 年 3~6 月間，由前經濟部礦產測勘團（後併入經濟部礦業研究所）與台灣金屬鑛業公司合作，在美國地質調查所地質師 Mr.Rosenblum

* 工業技術研究院前礦研所正研究員兼主任

顧問之指導下，首次在金瓜石本山礦床礦脈露頭周圍，以銅元素作為指示元素，採取土壤樣品作試驗性的地球化學探勘。同年 6~12 月間日本人太田垣先生亦曾在金瓜石草山及粗石山一帶，以鋅元素作為指示元素，採取溪水水樣實施地球化學探勘。1958 年 8~9 月前經濟部礦測團與台金公司，亦曾共同在金瓜石半屏山地區之電探測線上，採取土壤樣品作試驗性的地球化學探勘工作，然該等試驗規模均小，且均僅止於研討金瓜石地球化學探勘之指示元素及適應性而已。

台灣地區 1950s 年代每年需銅量約一萬公噸，當時金瓜石礦場及宜蘭銅山銅礦合計年產電解銅約僅 3000 公噸，加上提煉廢銅約 2000 公噸，不敷之數均賴進口。當時，前經濟部部長李國鼎先生有鑑於此，一方面指示金瓜石礦場等設法增產，另一方面要求前經濟部礦業研究所（由經濟部礦測團合併礦研組衍變成礦研所，後轉變為工研院能資所）加強十三個國營銅礦保留區之探勘，所需經費由經合會及台金公司各付一半。因此，自 1966 年 7 月開始即由前能資所馮大宗所長及王榮輝副所長與前礦研所董國信主任等，籌劃展開十三個國營銅礦保留區之探勘。並聘請台大地質系譚立平教授為顧問，指導並與游芳松先生首先在台灣東部海岸山脈東翼各流域，採集河川沈積物樣品作為地球化學探勘普查之標定測定研究後，同年 8~10 月赴台東加路蘭、都蘭山、三仙溪、樟原及奇美作地球化學探勘普查。共採取河川沈積物樣品 722 件，發現奇美、都蘭山及銅門地區等數地球化學異常帶，其中又以奇美地區最具希望。因此，當時之前礦研所隨即展開一連串包含詳細地質礦床調查、地球化學探勘及地球物理探勘等之銅礦綜合探勘工作，茲將其主要者分區簡述如下：

1. 奇美地區（20km²）：綜合探勘區約（3km²）

1966 年地球化學探勘普查，發現花蓮縣奇美地區頗值進一步精查後，為期集中範圍縮小面積可進行綜合探勘起見，乃先於 1967 年 6 月展開主要為安山岩及安山岩質碎屑岩分佈區稜線土壤之地球化學探勘復查工作。於奇美地區地化異常集中之天港山~崩山一帶為中心，南北長約 5 公里、東西寬約 4 公里，面積共 20 平方公里範圍內稜線及其支稜，共設置 27 條測線，每隔 20 公尺以手旋螺旋鑽，採取深 50~70Cm 之土壤樣品一件，全區共採取地化探土壤樣品 1838 件。經地化比色分析顯示該區土壤銅含量之基數值為 50ppm 時，高於銅異常境界值 140ppm 之異常帶，分佈於天港山西麓及舊瑞陽銅礦區附近。其中，地化探方面經精查分析研究後，發現奇美地區出現極具意義之地化異常帶數處，將其銅礦異常帶精縮為舊瑞陽銅礦露頭附近、舊瑞陽銅礦露頭東側、舊瑞陽銅礦露

頭西側及舊瑞陽銅礦露頭南側等，分別定為奇美一、二、三、四區，從事詳細地質礦床調查、地球化學探勘及地球物理探勘等之銅礦綜合探勘工作，地化探方面經精查後結果發現，主要分佈在一區舊瑞陽銅礦露頭附近、三區廣達 1000m*300m 範圍之地化異常帶及四區五號露頭小範圍異常帶，地質礦床調查後證實均有銅礦化作用，再經地球物理探勘結果配合，以三區地化銅異常帶最值得注目。

最後，於 1969 年 3 月開始，根據奇美二、三、四區從事銅礦綜合探勘工作之結果，將其銅礦異常帶，約 3km² 面積範圍，擬定鑽孔位置於第二、三、四區全部總計 47 孔，總長度為 9463 公尺，每孔深自 50~300 公尺。其中以第三、四區之成果為最佳，確有銅礦化帶之賦存，在鑽探之前曾先挖深約 3m~5m 左右之試坑，發現即有鹼式碳酸銅水合物如孔雀石等二次礦物存在，鑽探至深部銅礦化還原帶，則可見到含黃銅礦之石英脈及黃鐵礦、輝銅礦及斑銅礦等原生銅礦網狀礦脈及浸染狀銅礦床。鑽探結果：估計奇美地區銅礦儲存量，以銅含量最低可採品位 (Cut-off copper grade) 0.2% 計之為 1305 萬公噸；若以 0.3% 計之為 512 萬公噸。可惜當時尚難作大規模之經濟開採。然本銅礦區之發現，地球化學探勘實佔極為重要之貢獻角色。

奇美地區銅礦探勘結果剛出爐之際，曾經喧囂一時，吸引美國、澳洲、加拿大、日本及菲律賓等國大銅礦公司經理、總地質師及礦業工程師等共 41 位專家，先後蒞臨台灣並到奇美實地參觀指導與討論。

2. 金瓜石地區 (60km²)

1966 年，當時我們與日本仍有外交關係，本計畫屬日本援外合作計畫之一。日本地質調查所乃派四位技官來台協助指導台北縣金瓜石礦場之綜合探勘六個月，分別有地質、礦床、地球物理及地球化學之仿城技官、大津博士、本間技官及東野技官，當時前經濟部礦研所分別指派源廣揚、萬獻銘、鄭清泉及戴國邦為相對應共同參與探勘，前台金公司亦派劉福本等參加。自此本人此生開始即與地球化學探勘及岩礦分析建立不解之緣。與東野德夫先生等在金瓜石礦床及其外圍地區展開綜合探勘之地球化學探勘工作，共採取岩石樣品 440 件、土壤樣品 6300 件之多，先作定向調查 (Orientation Survey)，以比色化學方法分析 Cu, As, Zn, Pb, Hg 結果，發現 Cu, As, Zn 在金瓜石地區可當銅金礦之指示元素。其石英安山岩與沈積岩分佈之本山礦床北部地區及樹梅礦床南部的土壤地球化學精查發現，Cu 含量基數值分別為 40-50ppm 與 11-20ppm，土壤中全銅含量高者可達 2400ppm，可溶性銅含量則低於 300ppm。結果發現本山礦床北部地區在石英安山岩上

之土壤地球化學異常帶有明顯的連續性，可推斷其底部有本山礦脈仍繼續延伸；至於樹梅礦床南部的土壤地球化學精查則發現有三處地球化學異常帶，其地表有強烈的矽化作用，依該地特性通常在底部均有礦床之關聯性。

當時譚立平教授與余炳盛博士亦曾在金瓜石南部石筍一帶地區，從事地化探工作。

3. 地化實驗室分析

1967 年日本地質調查所又派遣指導岩石、礦物、土壤及水質化學分析專家的竹田榮藏博士來台，為期半年。本人暨實驗室同仁蒙其指教者甚多，在那儀器仍不普遍的年代，確實奠定我們岩、礦、土、水之化學分析技術實力基礎，助莫大焉。同年及 1971 年 & 1988 年，本人先後蒙派赴日本地質調查所、美國地質調查所、瑞典核燃廢料公司及美國原子吸光儀與光譜儀公司，研習地球化學探勘及光譜化學儀器分析技術等，獲得諸多新技術，頗為感恩。

4. 銅山地區（16km²）：綜合探勘區（1.3km²）

1968 年 3 月日本地質調查所再派四位技官來台，與我方前礦研所共同合作，協助宜蘭縣銅山地區銅礦之綜合探勘，分別有地質、礦床、地球物理及地球化學之澤村博士、青木技官、本間技官及加藤技官，本人仍參與地球化學探勘工作。銅山地區乃屬於變質岩區層狀含銅硫化鐵礦床，胚生於結晶片岩中，主要礦石礦物為黃鐵礦、黃銅礦偶而有磁硫鐵礦之共生，質頗堅硬，銅品位尚佳。

該區銅礦之綜合探勘在地球化學探勘方面，共採取舊礦坑道內岩石樣品 17 件、附近河川沈積物樣品 18 件及河川溪水樣品 75 件。另一方面將該地區劃分為兩區，從事地球化學探勘方格法精查之土壤採樣工作，共採取土壤樣品 1139 件。經帶回實驗室先選代表性坑內岩石樣品作定向調查結果，該銅礦床之指示元素為 Cu,Zn,Hg。溪水樣品中在已知舊礦床南方之東、西兩支流匯合處的西南方小支流，所採取之水樣其 SO₄= 含量高達 109ppm，而其河川沈積物中樣品中之 Cu 含量亦高，為一值得注意之地化異常帶。至於土壤地化精查結果，其 Cu,Zn,Hg 含量高之異常帶，均集中在第一區已知舊礦床西南側之綠色片岩分佈區，實際與銅礦化作用有關；而第二區東側之地化異常則因含量低而零星。

5. 銅門地區（27km²）：綜合探勘區（0.25km²）

1968 年在完成宜蘭銅山礦床附近綜合探勘後，旋即轉往花蓮縣銅門木瓜溪旁之銅門舊銅礦床為目標，展開該地區之綜合探勘工作。本地區銅礦床亦屬於層狀含銅硫化鐵

礦床，胚生於先第三紀結晶片岩帶之綠色片岩或與其圍岩接觸帶中，其主要礦物為黃鐵礦、黃銅礦及磁硫鐵礦及微量閃鋅礦，銅礦石品位低，屬塊狀及礦染狀。

地球化學探勘方面，則採取舊坑道內岩石樣品 15 件、河川沈積物樣品 47 件、溪水樣品 126 件及綜合探勘之地化精查土壤樣品 616 件。經地化分析岩石樣品，發現銅門地區可作為銅礦床之指示元素為 Cu,Zn,Hg。溪水中 $\text{SO}_4^{=}$ 含量亦具該等硫化礦物之指示性，其在一般淡水樣品為 5.5ppm 時，此區 $\text{SO}_4^{=}$ 含量達 18ppm，且根據該地數條溪流中地化 $\text{SO}_4^{=}$ 含量異常點，可以判斷為順該露頭線走勢。至於土壤地化精查方面，部份 Cu,Zn 含量高之異常帶，乃為銅門舊銅礦露頭延長線之異常；另一部份 Cu,Zn 含量稍高而集中之異常帶，實際上乃源自於一般輝綠岩之 Cu,Zn 平均含量（80~90ppm 範圍）的異常，與該地銅礦化作用無關。其綠色片岩分佈地帶出現之異常點，約略與銅門銅礦南露頭的推定圍岩延長線相吻合。

6. 都蘭山地區

1970 年前礦研所曾在海岸山脈之台東縣都蘭山，安山岩質集塊岩及凝灰質砂岩分佈之都蘭山地區，實施地球化學探勘普查工作，共計採取岩石樣品 92 件、稜線土壤樣品 501 件及河川沈積物樣品 143 件。經地化分析統計結果，顯示都蘭山地區岩石、土壤及河川沈積物中銅含量基數值各為 60ppm、40ppm 及 30ppm，而地化異常境界值分別為 140ppm、90ppm 及 80ppm 時，則該三類樣品所發現地化銅含量異常帶，均分佈於舊探坑附近之銅礦化作用區。由舊坑口可以找出該礦化帶除有黃鐵礦外，尚有黃銅礦與銅綠之賦存。惜其銅礦化作用範圍不廣，僅限於該地沈積岩與安山岩質集塊岩接觸帶附近之集塊岩中。另土壤地化異常帶中發現一處分佈於舊坑西南方約 500 公尺稜線上，其地表土壤含鐵氧化物極多，可能為一弱礦化帶。都蘭山東側亦曾採取岩石樣品 51 件、土壤樣品 488 件及河川沈積物樣品 696 件。地化分析統計結果顯示，僅在原所謂台灣藍寶石（實為玉髓）舊探坑附近，有小範圍弱銅礦化作用帶，不值進一步精查。

7. 蘭嶼地區

1969 年前礦研所曾在台東縣蘭嶼地區安山岩分區，從事短時間銅礦地化普查及礦化之盤查工作，認為值得作進一步之精查。因此，1971~1972 年在蘭嶼地區安山岩分佈 16 平方公里之稜線，從事土壤地化探工作，共採取土壤樣品 3622 件作地化分析，結果經統計後，發現蘭嶼地區紅頭、東清兩處之地化異常帶，與地質調查結果之銅礦化帶或換質帶相當吻合。本地區在地化異常帶，亦曾分析 Cu、Pb、Zn、Ag、Ni & Co 等微量元素

與潛勢銅礦床相關系數，研究其間共生關係，並發現 Cu&Ag 與銅礦化作用息息相關，Zn 與它大部份吻合，至於 Pb、Ni & Co 則完全看不出其相關性。該等地化異常帶經試坑挖掘追查，可看出試坑表土下方與試坑側面，賦存有風化的次生銅礦物（鹼式碳酸銅水合物及伴隨多量黃鐵礦風化作用而成的褐鐵礦。1972 年此等蘭嶼地區銅礦化帶經鑽探結果，發現其含銅品位 0.2% 者，厚達約 30 公尺，惟其規模太小。

8. 關山地區鎳礦地球化學探勘

1970 年代，前經濟部礦研所亦曾在花蓮及台東縣內之基性岩或超基性岩分佈地帶，展開地化普查工作，發現關山地區值得進一步探勘。於是離開原關山舊鎳礦探坑，曾發現有磁鐵鎳礦及矽鎳礦礦物小脈而已經尖滅。再在該區其他基性岩或超基性岩分佈地帶，採取岩石樣品 142 件、河川沈積物樣品 604 件、河川重礦物（比重大於 2.8 之礦物）樣品 59 件及稜線土壤樣品 1078 件之地化探工作，分別分析其 Ni、Co、Cu、Zn、Pb&Ag 元素含量，並選擇少部份樣品從事半定量光譜化學分析，作為研究該區基性或基性岩火成岩中各元素含量、各元素分佈、及其遷移、Ni 元素與其他元素間共生關係等特性，以供探勘鎳礦之用。

關山地區最後地化精查採取土壤樣品 247 件，根據其結果在該區基性岩分佈地化異常帶，挖掘試坑 32 處，深度在 3~5 公尺，經坑壁由上而下採樣地化分析，發現其表層基性火成岩均已經換質作用及強烈的化學風化作用，而澈底分解成所謂腐泥土（Saprolite）、氧化鐵水合物及蛇紋石屑，此等由基性火成岩或超基性岩風化侵蝕及二次鎳富集作用而來的產物中，鎳含量可由原來的 1500ppm（按：地球超基性岩平均鎳含量為 1200ppm）富集到 6600ppm 於該關山地區基性岩或超基性岩之紅土及腐泥土中。本區亦曾吸引美國 Calumet&Hecla Co. 鎳礦公司副總 Mr. James Pollock 之關注，可惜該區範圍仍然過小，無法經濟開採。

9. 大屯山地區鋁礬土礦探勘之地化探

1973 年陳培源教授報告本區紅土中含有少量三水鋁石與粘土共生，但含量太少，僅具礦物學上意義。然 1978 年 7 月前工研院礦研所當時王榮輝主任，有鑑於世界鋁礦多產自紅土中鋁礬土：包含三水鋁石（Gibbsite）、水鋁石（Diaspore）及水鋁土（Boehmite）。乃擬定並報準大屯山火山群安山岩及火山碎屑岩分佈地區之鋁礬土普查計畫。作初步調查採樣，樣品經萬獻銘先生作 X- 光繞射分析鑑定，果然發現大屯山區大多有三水鋁石（Gibbsite）鋁礬土礦賦存。該等安山岩及火山碎屑岩經強烈風化侵蝕之紅

土化作用後殘留堆積成紅土層，而岩石中鐵、鋁成份風化成含水鐵氧化物、含水鋁氧化物及粘土礦物成紅色土壤為探勘目標。

1978 年大屯山地區經初步研究探討其鋁礬土分佈、品位與地質地形關係後，在廣大 100 平方公里範圍劃分甲、乙、丙、丁 & 戊五區實施鋁礬土普查，找出鋁礬土礦潛能地區，結果在陽金公路馬槽東北之甲、戊兩區發現有高品位的鋁礬土礦層。戊區隨即展開挖掘 21 處試坑追查探勘，試坑壁上定距採取槽溝式樣品，送回地化實驗室作粒度分析、礦物鑑定及分析 Total Al_2O_3 、Available Al_2O_3 、Total SiO_2 、Reactive SiO_2 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 & ignition Loss、就以 14 號試坑而言，其分析結果分別為 43.10%、37.19%、10.63%、6.90%、17.07%、1.27% & 24.82%、，以明瞭鋁礬土礦產狀，礦物組成，化學成份及地球化學特性。

大屯山地區鋁礬土礦普查結果，發現具有潛能地區之戊區，選擇其礦化帶劃分為三區面積各為 1~2 平方公里，作詳細的綜合探勘，包含地形測量、地質礦床調查、地球化學探勘、地球物理探勘、鑽探工程、試坑明溝工程及綜合研判等工作。結果發現大屯山地區鋁礬土礦床呈不規則層狀，賦存於大屯山地區晚期火成岩經強烈風化紅土化作用後殘留的紅土層中，其礦物以三水鋁石為主，並含有赤鐵礦、褐鐵礦及少量方矽石、長石、角閃石 & 輝石。一般礦層厚度在 2~4 公尺，厚者可達 8 公尺。第一區平均厚約 2 公尺，面積 1.7 平方公里，鋁礬土礦品位：Available Al_2O_3 為 25~40%，部份礦層在 40% 以上，與當時進口鋁礬土礦品位差不多。而 Reactive SiO_2 為 12% 以下，高品位者 5% 左右；鋁礬土礦中 Available Al_2O_3 在 26% 以下者，經選礦後，可提高其品位到 50% 及 Reactive SiO_2 至 5% 左右。

大屯山地區鋁礬土礦床，經綜合探勘及鑽探與試坑資料估計，第一區鋁礬土礦儲量達 300 萬公噸、第二區為 120 萬公噸及第三區為 80 萬公噸，總計為 500 萬公噸，外圍地區加入可再增加。

10. 利用大屯山地區地熱萃取當地鋁礬土礦中鋁氧試驗

1979 年，前礦研所亦曾利用地熱萃取大屯山地區鋁礬土礦中鋁氧試驗。本試驗乃就地取材，利用現成的大屯山地區鋁礬土礦，及既可烘乾礦樣又能萃取鋁礬土礦中鋁氧之地熱能源，在馬槽之前礦研所地熱利用中心，予以接裝自行設計具有溫度、壓力計的地熱壓力反應器（Geothermal Pressure Reactor）進行試驗。本試驗選用大屯山地區鋁礬土礦樣品 & 寶源化工公司提供的馬來西亞鋁礬土礦樣品一批，其 Total Al_2O_3 含量各為 44.72%

& 52.83%、Available Al_2O_3 含量各為 40.76% & 47.15%、Reactive SiO_2 含量各為 7.74% & 5.09%，其比重則為 2.54 & 2.52。每次試驗加料餵入 2 公斤鋁礬土礦樣品及 15.39 公升氫氧化鈉鹼液於地熱壓力反應器中，加熱到 100°C 及 110°C 蒸煮 15 分鐘及 30 分鐘，並以不同配料濃度，即 $\text{Na}_2\text{O}(\text{OH}) : \text{Al}_2\text{O}_3$ 分子比 0.73 (5%NaOH 鹼液)、1.46 (10%NaOH 鹼液) 及 2.19 (15%NaOH 鹼液) 分別從事蒸煮試驗。結果顯示兩地鋁礬土在 100°C 及 110°C 同樣蒸煮 30 分鐘，且相同配料分子比時，其有效鋁萃取率以 110°C 者為最佳。平均而言，大屯山地區鋁礬土又較馬來西亞鋁礬土之萃取率為佳，均在 90% 以上。惟其鋁酸鈉中矽氧含量則隨鹼液濃度增高而增加，如 15%NaOH 鹼液蒸煮 30 分鐘時 SiO_2 達 0.081%，紅泥量反之則減少。

再將大屯山地區鋁礬土礦樣品 & 馬來西亞鋁礬土礦樣品固定在 110°C ，用 5%、10%、15%NaOH 鹼液分別蒸煮 15 分鐘及 30 分鐘結果：兩地樣品中鋁氧之萃取率，均隨鹼液濃度增高及時間加長而增加，尤以大屯山地區鋁礬土礦比馬來西亞鋁礬土礦鋁氧萃取率較佳。兩地樣品在相同條件下蒸煮所得鋁酸鈉溶液之比重相差不多，在 1.060~1.170 之間。然其矽氧含量方面，大屯山地區鋁礬土在相同溫度及鹼液濃度下，有隨蒸煮時間加長而減少之趨勢，馬來西亞鋁礬土則繼續增高。紅泥中 Al_2O_3 含量隨蒸煮鹼液濃度增高及時間加長而減少，然紅泥中 SiO_2 含量及 Fe_2O_3 含量則隨而增加，兩地樣品均有相同趨勢。

綜觀以上試驗結果，利用現成的大屯山地區鋁礬土礦及既可烘乾礦樣又能萃取鋁礬土礦中鋁氧之地熱能源，證實是可行的，且以 10%NaOH 鹼液在 110°C 蒸煮 30 分鐘效果最好，確可達到節約能源之目的。

二、環境地球化學探勘

金屬礦之地球化學探勘，如上所述，乃以地球化學循環中原生自然岩石礦物經物理、化學、生物風化作用後，其中目標金屬礦化化學元素及具礦床指示元素或指標元素，經化學分析結果，知其多種目標化學元素間之共生關係，並將分析資料加以分析處理作圖，可查出其礦產元素之擴散機制及移棲分佈現象，找出主要成礦成份化學元素及指示性微量元素的異常帶，即可發現該礦產資源。也就是說，目標金屬礦化化學元素及具礦床指示元素是由地底擴散及移棲到地表的。

相反的，環境地球化學探勘調查之目標重金屬元素、有機碳氫化合物或農藥等環境

污染物，則是人為的由地表面向下擴散到土壤、地表水 & 地下水及植物。金屬礦與環境之地球化學探勘正好是一體之兩面。因此，利用我們成熟的地球化學探勘技術在環境污染調查方面，可說是相同而適宜的。至於一般環境污染物之有害重金屬指的是鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、汞 & 砷等八種元素，有機碳氫化合物；包含：石油界慣用之 BTEXs= 苯、甲苯、乙苯、二甲苯，揮發性有機化合物 (VOCs) 31 種及半揮發性有機化合物 (SVOCs or BNAs) 58 種。至於有機氯農藥 23 種則由環檢所及台灣毒物試驗所專司此職，另有空氣品質均不在此範圍。

台灣原本金屬礦產資源，經前礦研所全台盤查探勘已差不多瞭解，到 1970s 年末期金屬礦之地球化學探勘，配合地質礦床調查告一段落後，經費來源也不再。因此，1980s 年代開始轉向環境地球化學探勘調查及監測工作，在工業技術研究院的工業技術服務制度下，積極向有關機構公司或廠商提出調查研究計畫書或受委託執行，爭取經費。一般計畫時間都相當緊迫，因此撰寫計畫書、執行計畫、所需經費及計畫報告，一個接一個忙得不可開交，壓力之大可想而知，但亦得到各界之認同。

環境地球化學探勘、調查及監測，所執行各計畫均有詳細報告書。此等計畫大多簽有合約，且因限於篇幅，在此不便細載。茲將所執行計畫，列出“計畫名稱、執行日期及委託單位”如下：

1. 中華民國派駐瓜地馬拉國礦業技術團代表 - 協助其能礦部化驗室分析技術及探勘：A detailed study on the Sulin clay deposit, Purulha, Guatemala (1985.11-1988.3) - 外交部
2. 桃園地區地下水污染地球化學研究 (1988.7-1989.6) - 經濟部
3. 廢汽車觸媒轉化器中鉑族貴金屬火法治煉回收試驗 (1988.7-1989.6) - 經濟部
4. 中油林園廠地下水調查與評估計畫 (地球化學) (1988.10-1989.10) - 中油
5. 土壤污染監測站調查研究 (1989.7-1990.6) - 環保署
6. 群隆現代公司林園廠地下水與土壤調查 (1989.7-1989.11) - 群隆公司
7. 群隆現代公司林園廠地下水調查研究 (1991.3-1991.8) - 群隆公司
8. 澎湖中生代基盤岩地質驗證調查 (地球化學) (1989.3-1990.4) - 台電
9. 高雄縣林園地區重金屬分佈調查研究計畫 (1989.11-1990.1) - 中油
10. Soil survey on the proposed plant site for Merck Taiwan Ltd., kuangying industrial Park (1991.1-1991.3) - Merck Taiwan Ltd.
11. 台灣地區土地利用土壤污染等級區分 (1991.11-1992.6) - 環保署

12. 中油林園廠地下水水質長期監測計畫 (1991.10-1992.6) - 中油
13. 土壤污染調查程序與評估方法示範計畫 (1991.11-1992.6) - 環保署
14. 台灣地區土壤污染防治系統規劃及土壤污染物管制標準研訂計畫 (1993.2-1993.6) - 環保署
15. 五股油庫庫區地下水採樣分析計畫 (1992.7-1993.6) - 中油
16. 二仁溪流域現存重金屬污染移除工作調查及規劃實施計畫 (1992.7-1993.6) - 環保處
17. 高雄市八十三年度土壤污染調查計畫 (1994.1-1994.6) - 高市府環保局
18. 台灣地區重金屬污染來源與土壤負荷量之研究 (1994.7-1995.6) - 環保署
19. 高雄市八十四年度土壤品質監測站評估規劃 (1995.1-1995.6) - 高市府環保局
20. 土壤污染防治區與監測站設立研究 (1995.7-1996.6) - 環保署
21. 油品污染土壤與地下水復育技術評估 (1995.7-1996.6) - 經濟部
22. 用過核燃料第三階段 (II) 地化分項 (1995.6-1996.6) - 台電
22. 中非能礦部化驗人員訓練計畫 (1995.7-1996.7) - 國合會
23. 中山高 52K 處油污調查計畫 (1996.3-1996.8) - 中油
24. 高雄市八十五年度土壤品質委託監測案 (1996.4-1996.6) - 高市府環保局
25. 雙龍橋地區污染鑑定及影響評估 (1997.6-1997.8) - 中油
26. 錦水礦廠 T-01 油槽洩漏事件調查 (1997.7-1997.9) - 中油
27. 竹北地區地下水質監測 (1997.6-1997.12) - 竹縣環保局
28. 清大昆明湖污染追蹤計畫 (1998.7-1998.10) - 竹科園區管理局
29. 長途油管 274.5K 盜油案鳳凰城社區暨鄰近區域油品污染調查 (1999.5-1999.6) - 中油
30. 竹北地區地下水質追蹤監測計畫 (1999.5-1999.11) - 竹縣環保局
31. 竹北地區民井採樣監測計畫 (1999.8-1999.10) - 飛利浦公司
32. 鐵鉗山礦廠九二一震災污染鑑定 (1999.19-2000.3) - 中油
33. 台灣北中南部公私加油站油槽區測漏管監測調查計畫 (1999~) - 環保署

三、地球化學探勘分析方法

金屬礦地球化學探勘分析，一般要求的是操作簡單、分析迅速、費用便宜、能處理數量大的分析樣品，及分析結果再現性好而準確。探勘初期資料有時可以半定量分析即可達到探勘研判目的，然而到礦床探勘後期及礦量評估階段，則要求分析結果絕對的正

確。針對岩石、土壤、河川沈積物、河川重礦物、溪水及植灰等，常用之主要礦化元素及微量元素的地化定性及定量分析方法，簡介如下：



圖1 前礦研所地球化學實驗室

1. 濁度計測定法 (Turbidimetry)

地化探上，通常利用本法測定金屬硫化物經風化後，流入溪水中所成的 SO_4^{2-} 濃度，將水樣加氯化鋇成白色硫酸鋇，再調一不同濃度系列，加以測定比較，即可定量之。本法適用地化探追蹤硫化礦床之用。

2. 比色分析法 (Colorimetry)

地化探樣品中，某些金屬元素經溶解並以試劑抽出後，溶解或懸浮於特定有機試劑層，組成一有顏色的錯合物或化合物，能吸收或放出某特定波長的光，其吸收、發射光譜之多少，即為該元素含量之高低。本法分析簡單容易，且適用多數元素。1957~1970 年間當時分析儀器尚不普遍，前礦研所即學美國地調所方法，如銅元素視其含量高低使用 Cu-amine、Cu-Biquinoline、Cu-Dithizone 等有機錯合物層之藍色、黃色、紫色深淺及鎳元素的 Ni-Dimethylglyoxime 有機錯合物層粉紅色深淺，調製一系列標準加以比色，即可算出該元素含量。

3. 紙色層析法 (Paper Chromatography)

不同離子基於毛細管現象可在溶劑中沿一濾紙移動，由其不同移動速率即可將其分開。若加以適當控制，不同離子將由其與紙纖維素間組成移動速率之快慢，而規則排列於紙帶上，乾後用能與其離子組成發色化合物之試劑液處理後，由該有色化合物形之暈及其色層中之相關位置，即可判定該元素離子含量高低。本法優點為可分離一般分析時易相干擾之元素。如 U 與 Fe、Nb 與 Ta 可分離。缺點為需絕對維持一定溫度、濕度。前礦研所在探鈾 U 初期亦曾試用本法，因無溫濕度維持不變之實驗室，台灣濕度又高。因此乃改用更佳的螢光分析法。

4. 可見螢光分析法 (Visible Fluorescence Analysis)

地化探勘鈾礦時，將含鈾岩石、土壤，植物灰粉樣樣品加上助熔劑 ($\text{NaF} + \text{LiF}$) 熔解再冷卻後，使用可見光近紫外線特定短波長之螢光計測定，並先配製一系列由低~高濃度鈾標準，再相比較，即可測出鈾含量，其測定限度 (Detection Limit) 可達甚低。本法前礦研所在台灣探勘鈾礦時均使用之，方法簡單而精確。

5. 焰光分光光度法 (Flame Spectrophotometry)

諸多元素在高溫火焰下，會氣化或離子化（即激勵狀態之原子）發出特定波長之光

譜線，於可見光及近紅外線光譜範圍，由該特定波長之光譜線可測知其為何元素，且由光譜線之強弱，可定量出該元素含量。本法優點為對於鹼金屬及鹼土金屬測定之精確度高，缺點為只適用於少數微量元素。

6. 原子吸收光譜分析法 (Atomic Absorption Spectrometry)

地化探岩石、土壤，植物灰等樣品經事先處理後，稱重加助熔劑熔解，冷卻加酸溶解呈溶液，利用纖細管線之毛細管以霧狀樣液和（乙炔 C_2H_2 + 空氣 Air（耐火元素則改為笑氣 N_2O ））同時噴入燃燒頭火焰中，含有該等化合物元素之溶液，即由高溫熱解離，打破其原來的化學鍵。樣品元素經由溶液>固體>液化>氣化，而使其原子成基底狀態，能吸收由相同元素之空陰極管（Hollow Cathode Lamp）發射出該元素特定波長的共鳴線（Resonance Line），其吸光率（Absorption Rate）大小則與該元素含量成正比，經與配製的標準系列相比後，即可得知該元素含量。本法優點為測定界限非常低，精確度高，操作迅速，儀器還算便宜，適用於大多數元素。缺點為分析時要用各自元素之空陰極管，波長低於 $1950\text{\AA}$ 之少數元素不易測定。前礦研所在 1971 年開始，即獲採購使用本法，當時該儀器剛剛出世，幾乎為業界之首台。開始大量採取地化探樣品探勘、研究，並對外服務業界及接受台灣各空港海關之委託分析。

7. 發光光譜分析法 (Emission Spectrometry)

原子或原子團有其特定電子能階，當其受外來能量，如直流電弧（C.Arc）或交流電火花（A.C.Spark）電子撞擊，強熱氣化或離子化時，其正常狀態原子軌域之電子，即受激化從低能階跳到高能階，當該能量消失時，電子瞬間即經一系列能階之電子軌域層，回到安定底狀態，此時就發出相當於兩能階差的特定線光譜（ $E_2-E_1=h\nu$ ）。結果其線光譜可以特殊底片洗出相片，或直接射入光電倍增管（PM Tube），鑑定該特定線光譜波長位置及亮度，並與已知標準比對，即可作地化探元素定性、半定量或定量分析。本法優點為一次可分析大量的樣品元素，分析成本低，對無法鑑別之礦物尤為適合；缺點為儀器費用昂貴，實驗室溫、濕度要求控制嚴格。

1970 年末前礦研所首度向國科會申請採購發光光譜分析儀，當時該儀器即使在國外，亦屬新盈。因此，當時大量採取地球化學探勘之各種樣品，同時作多元素之地化探分析鑑定及研究。

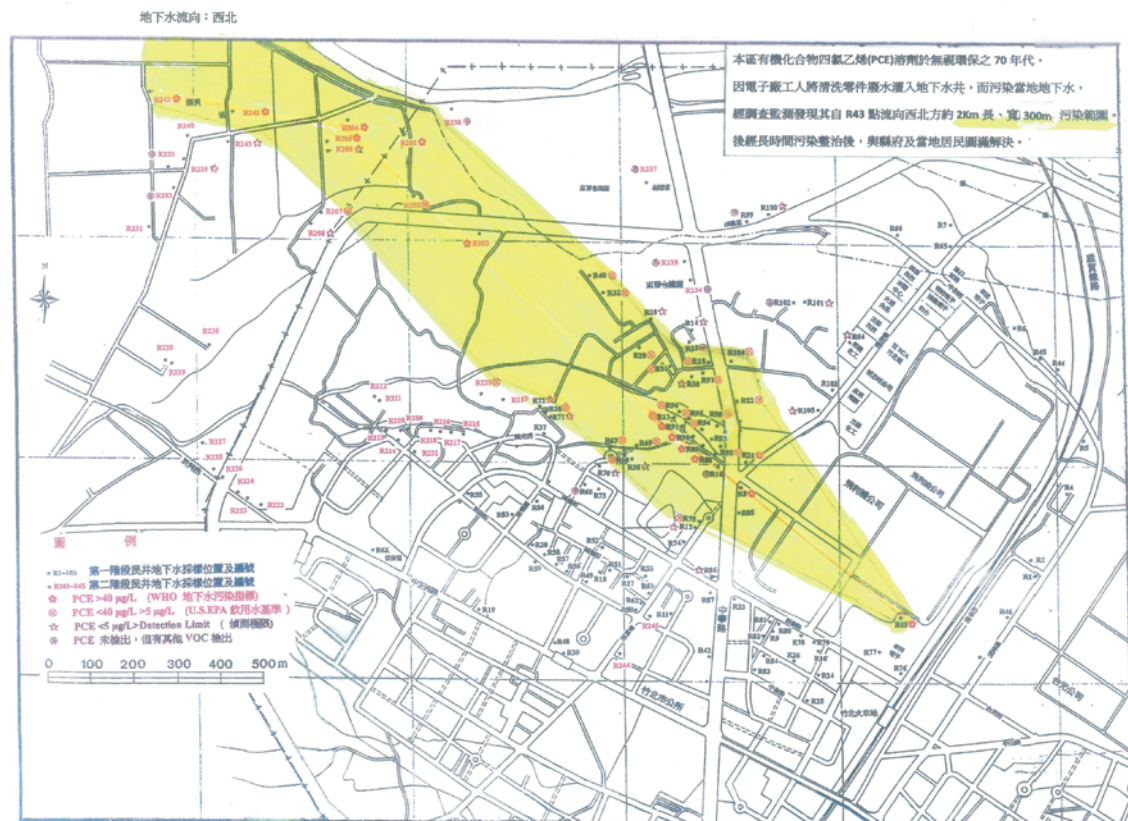


圖2 新竹縣竹北地區民井地下水四氯乙烯 (PCE) 污染範圍圖 (案例之一)

8. 感應耦合電漿光譜分析法 (I.C.-Plasma Spectrometry)

電漿光譜分析法為將地化樣品，先行處理熔融或溶解，成為樣品溶液或抽出在有機溶液後，使用電漿光譜儀之噴霧器 (Atomizer)，噴入混合室中石英珠處與打入的氬氣 (Ar) 混合均勻後，進入三層石英管內層，上升至電漿圈環狀圓心處，並盡可能使試樣停留在感應線圈上方 15~20mm、溫度 6000~8000 °K 的電漿區愈久愈好 (2mili-seconds)，在此高溫下各種化合物完全受熱解離，破壞其化學鍵後，經揮發、原子化、激勵化及部份離子化，依各元素的不同電子結構及游離能大小、電子量子數及軌域上電子能階位置等，各元素原子的電子由穩定的基底狀態吸收不同激勵能後呈不安定之激勵狀態，至此其他原理則與發光光譜同。

電漿光譜分析法之優點，為可同時分析地化探樣品中，主要組成成份、副成份及微量化學成份均可同時定量分析，一般分析時之化學及離子化干擾小，測定界限（DL）比較他法均較低，而且非常準確。缺點為儀器相當昂貴，且需訓練有素者操作。前礦研所為改善地球化學探勘、研究及服務效率，於 1979 添購此儀器，分析技術大為精進。

9. X-光光譜分析法及繞射儀（X-Ray Spectrometry&X-Ray Diffractometer）

利用一次 X-光照射樣品，使各元素原子內層軌域電子活性化，經光電效果產生之二次 X-光，在適當環境中以分光結晶分光後，將欲求得之螢光 X-光線譜以檢出器檢出，並用波高分析器選別必要能量，測定其波長作為定性分析、測定其強度即可定量。本法優點為適用於元素含量 0.1% 以上，尤以分析主成份極佳，樣品又不需破壞。缺點為儀器相當昂貴，且需訓練有素者操作。前礦研所早於 1970 年即擁有此儀器。同時，亦購 X-光繞射分析儀（X-Ray Diffractometer），曾大量的在地化探及一般地質岩石鑑定礦物上，發揮很大的助力。

10. 重量分析法（Gravimetry）

通常，地化探重量分析法，為針對樣品中之非金屬氧化物濕法化學分析其主成份，或火試金法（Fire-assay Method）分析金銀及鉑族貴金屬元素。貴金屬重量分析以火試金法分析極為靈敏，本法主要需經鉛吸（Scorification）、灰吹（Cupellation）及金銀分離（Parting）等步驟，並使用電爐、氧化鉛、骨灰皿、硝酸及精密天平，即可作金銀的分析。前礦研所也作過不少的重重量分析。本法分析簡單，操作需注意環境之安全。

四、結 語

1960s 年代前經濟部礦研所開始執行地化探當初，金屬礦業方面由於馮大宗所長及當時董國信、王榮輝兩位主管之積極延攬人才及送外培訓，並逐年添購儀器設備，以應探勘、研究之需，而且經常邀請國內外學者來所演講討論，介紹礦業新科技知識，使我們同仁永遠跟隨著時代在進步，學到不少技術，也使我們擁有相當先進的地化實驗室，可作國內外技術服務。行政部門林再遷主管則在實驗室儀器設備採購、安裝行政支援上，不遺餘力。以及實驗室同仁們努力合作無間，完成使命。撫今追昔，實在對他們感恩至極。

回想 1960s 年代，因限於儀器設備，當時參考國外技術及資料，一一摸索前進。地化探勘最常用的分析方法，首先從美國 USGS 學來的簡易比色分析法，直接將銅、鋅等以 Amine，Dithizone, Biquinoline, Diethyldithio-Cabamate & 鎳以 Dimethylglyoxime，砷以 MIBK 等有機發色劑，與所欲分析之金屬組成錯合物於有機層，量取比色定量之。肉眼比色精度較差，改為比色計或分光光度計測定後，精度提高了。

1970 年礦研所購入 X- 光繞射分析儀後，許多未知名礦物之鑑定，迎刃而解，助益良多。

1971 年增添發光光譜儀及原子吸收光譜儀後，以往不能分析鑑定者，經試驗逐步改進可行性後，我們對地球化學探勘、研究之分析技術，大為改善。

1979 年前礦研所為提高地化調查、研究分析水準，加強對外服務技術與速度，又添購一台電漿光譜分析儀，可同時測定 30 個元素之定性、定量分析工作，測定界限極低、化學及離子干擾小，精確度相當高。至此，前礦研所之地化實驗室要作探勘調查研究，可說已相當完善。

至於環境地球化學探勘調查方面，一般環境污染物中之有害重金屬：鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅、汞 & 砷等八種元素之分析方法，與金屬礦地球化學探勘分析方法，可說大致是相同的。

關於有機碳氫化合物（包含石油界慣用之 BTEXs= 苯、甲苯、乙苯、二甲苯），揮發性有機化合物（VOCs）31 種及半揮發性有機化合物（SVOCs or BNAs）58 種。可使用質譜儀及自有的氣體層析儀測定出其分子量和分子式為何物及濃度。綜合以上為摘要性的敘述前礦研所，自 1960s 年代以來，規劃及執行的地球化學探勘計畫回顧，敬請各位前輩，不吝指教！感恩！

★

回憶在台灣東部探礦的日子

■ 鄭瑞熾*

欣逢中國鑛冶工程學會創會 90 周年，以年資達 50 餘年，始終執著於礦業的老會員而言，自然感到與有榮焉。尤承年會籌備會紀念特刊小組來函邀稿，雖才不勝任，但願將個人從礦生涯中的前三分之一歲月就記憶所及，作一回述，若能激起同年代的從礦同志的迴響，或年輕一代礦界朋友的好奇，則幸甚焉。

筆者曾在「臺灣礦業」第 57 卷第 2 期（2005.06）以「一個礦業老兵談往」為題報導在台灣東部的探礦活動，並將之收納在拙作「走過台灣礦業興衰的年代」（2007.12；ISBN 978-957-41-5046-5）。主要內容記述了個人參與中部橫貫公路、屏風山金礦、三棧錳礦、中央山脈東側大理石及白雲石、層狀含銅硫化鐵礦，以及奇美斑岩銅礦等之探勘情況及簡要成果。

本文擬不重複「報告」或「論述」台灣東部的礦產或礦業，而將隨興閒談當年的探礦生活故事，但願能符合紀念專輯開闢「懷舊叢談」及「閒話家常」的用意。

一、初赴東部

1960 年 5 月筆者甫自預官七期退役，承恩師李文鐘先生延攬進入經濟部鑛測勘團（Mineral Survey Team，簡稱 MST）服務，該團係 1955 年設立，主要任務為利用剩餘美援資金調查及探勘台灣除煤及石油以外之各種礦產。當時團長為施家福先生，總工程師為李文鐘先生，高級工程師為黃克剛先生，另有多位國內外知名學者專家擔任顧問，其餘 20 餘位則為專業技術人員，如陳志賢、梁敬豪、江支地、郭西龍、王榮輝、鄭文哲、申屠天一、林再遷、陳瑞祥等都是不到 30 歲的小伙子，戴國邦及筆者是當時輩份最低的，也就是最嫩的菜鳥。

團址設在中山北路 105 巷，報到後先在團部接受三個月的基本訓練，如描製地形圖、研讀台灣地質礦產資料及聽取前輩們的工作經驗等，接著即聽命分發至野外。當時共有金山、東澳及中部東西橫公路等三個工作區，筆者被派至橫貫公路區的畢祿段工

* 工業技術研究院前能源與資源研究所主任

地，雖心中早有準備，但該處確是交通最不方便且最偏僻遙遠的工作地點，故心中難免有點像在當兵抽到上上籤分發至外島的感覺。

八月底一個輕颱過後的清早，獨自扛著一個裝滿衣物及工作裝備的藍色橫紋大帆布包找了一部三輪車直往台北車站。到達時橫貫公路工作區的梁敬豪隊長已先抵達並購妥車票在等候，二人匆匆搭上了開往蘇澳的普通車。

梁敬豪隊長是我在台北工專的學長，為人熱誠親切，但在那個時代前輩就是前輩，見之總是敬畏三分，沿途悉聽他的工作經驗與社會歷練，不覺中約三小時的車程即過，約在上午十一時抵達蘇澳，隨著大群旅客簇擁趕往公路局站爭購前往花蓮的車票，然後選在火車站對面的飲食店小吃，等候下午一時發往花蓮的班車。

話說當時的蘇花公路，全線僅單線通行，彎曲驚險，光是大排長龍的車隊即令人嘆為觀止，尤其颱風或大雨過後常累積大量車輛等待通行，那時每列車隊除有十餘部公路局客車在前行駛外，後面常接三、四十部貨車或小客車，像是美國西部電影的蓬車隊，蔚為壯觀。中途南澳及和平（昔稱大濁水）為南北錯車交會站，攤位林立，小販叫賣聲不絕於耳，真是今非昔比。

約於下午四時經過立霧溪口（大魯閣），景觀赫然開朗，令人心曠神怡，車道平直寬闊，車行加速，兩旁路樹風馳後拋。約經 40 分鐘抵達美崙山附近，居高臨下，花蓮市區瞭然在望，高高的椰子樹，雨後蒼翠的路樹，加上稀疏有序的日式房舍，曝曬在金色的夕陽下，真是美不勝收，我暗自慶幸就將會有機會享受這大自然的賜予。

二、考驗

1960 年的 8 月底，至花蓮富世工作站報到後，很快即隨梁隊長等趕赴碧祿工地。那時由花蓮至天祥已有公路局班車行駛，我們搭早上第一班車至天祥，約於九時前到達，但自天祥開始，即得靠雙腳步行。天祥至畢祿工地距離約 32 公里，我們卻走了將近 12 小時，到晚上八時多才到達。主要因沿路均為上坡（天祥海拔約 480 公尺，畢祿約 2,700 公尺，高差達 2,200 餘公尺），且當時颱風剛過，沿路有多處塌方及落石，必須繞道或等候落石停止片刻乘隙分批快速通過。當時雖年輕力壯，但仍有不勝負荷之感，當晚在疲憊之餘，心中第一次猶豫是否該選擇繼續走這條艱辛的路？

在工地稍作休息，於第三天展開野外工作，當時除了燒飯的女工留守工寮外，包括梁隊長、鄭文哲、高福盛、筆者及工人七、八人，全體出動，預定 4 至 5 天後才回工

寮。我在學校時曾是登山、航海及航空等協會的會員，且在預官訓練時打野外從不後人，自認應可適應山區工作。離開工寮不到 200 公尺即遇一河谷，深、寬各約 7、8 公尺，河谷兩岸間橫臥一支直徑約 20 餘公分之圓形杉木，可充便橋。該圓木鮮少有人通行，表面濕滑，我們的前導工人走了不到 2 公尺就滑了一跤，所幸其身手矯健，而未掉落，但卻帶給我極大的心理威脅。輪到我時，梁隊長看到我面有懼色，幾度退縮，便安慰稱不要恐懼，他將在我的背後保護我。幾經折騰總算度過了，回頭一望，卻為回程擔心，心中焦慮，此行能否全身而退，全無信心。

當晚由工人找到河邊一個岩洞當作安棲之處，該岩洞其實為河岸岩壁經河水冲刷淘空後所造成。石洞空間約 3 公尺寬，2 公尺深，前高約 2 公尺，無落磐之虞。由工人砍些芒草鋪在地上當床，晚上我們四人便各用一個睡袋蜷卷其間，工人們則在附近找更簡陋處棲身，他們因習慣於狩獵生活，晚上在身邊生堆火，而無其他禦寒之物，不但很少受涼，卻也能處之泰然。

翌日，一大早大家攤開地圖，商議應先進行踏勘之河谷，三位前輩爭先選擇較艱辛且較危險之河谷，其相互體諒及照應之情，頗令感動。他們看我面有倦容，要我暫留原地休息，他們預定在外過一夜後回來。那時我處於進退兩難之境，心境極端矛盾，想跟他們去又怕因中途走不動而影響他們的工作；獨留原地，既怕熊（當時尚有台灣黑熊出沒傳說），也怕發生其他意外，一夜未得安眠。這段情景，直至今仍常在睡夢中出現，並因而驚醒。

我在岩洞內獨居一夜，曾暗自許願，若能安全返回工寮，決心即刻打包回北，再也不從事這項艱辛又危險的工作。那時就業機會較多，心想找個教書或其他較輕鬆的工作並不困難。回程走到獨木橋處仍緊張萬分，所幸安全通過，當晚向梁隊長報告心中的感受，梁隊長仍苦口婆心，一再安慰，並告訴我他們也曾經經歷這段過程。

經過多天的猶豫與煎熬，自忖這或是上天的考驗，同時想到礦業生活本就艱辛而危險，既然選擇學礦，唯有堅忍以赴，方能克服，於是決定留下，繼續往前走，而成為一輩子的礦人。

三、跋山涉水找礦藏

早期的東部探礦有如遊牧生活，即擇目標而行，一區探完後，即行遷往新目標區，筆者在十餘年的東部工作中南南北北，走遍台東花蓮、宜蘭等山區，跋涉過不少高山

溪谷。

當時探礦大致分踏勘、複查及工程探勘三階段。踏查係根據地質環境與特徵實地尋找礦產露頭或礦化區，複查則選定較具規模或潛能地區進行測繪、採樣及精查等，至於工程探勘則在複查區挖掘明溝、採樣或進行鑽探，作為評估開採價值或作為釐定開發計畫之依據。

東部中央山脈東側地質年代古老，均屬於先第三紀變質岩地區。學理上賦存石油及煤炭之機率不大，所以當時探勘的礦產主要專注在金屬礦及石礦類礦物。

踏勘是探勘時最辛苦而危險的工作，到達新地區先找地方設置工作站，作為聯絡、補給、雇工等之基地，若範圍廣闊，則在工作站附近適當地點分建工寮或工地。例如橫貫公路區，即在大魯閣附近的富世村租用民房作為工作站，再於水文（舊稱綠水）、陶塞、碧祿等地搭建工寮。筆者在東部的宜蘭、瑪崙、四季、梨山，屏風山、霧社、新城、三棧、鳳林、奇美等工作站均曾住過，駐紮的時間由數月至數年不等。筆者初達東部時正有三個工作站運作中，包括富士、玉里、東澳，分別由梁敬豪、王榮輝、王明宗等先生擔任隊長，專業人員共十數人。

野外踏勘之前一般先作規劃，例如預定踏勘路線、溪谷及時間等。天候為影響計畫執行的重要因素，各工地配有一台可收長短波電訊的可攜式收音機，每天聽取國內外氣象報告外，也參考山地工人們的觀天經驗。

踏勘若可當天往返，每人帶 1~2 工人分開依預定的路線踏勘，若需過夜則多配幾位工人，協助背負睡袋及糧食等。

每個人的基本探勘裝備有地質調查鐵鎚（Hammer）、傾斜儀（Clinometer），比例尺、放大鏡（Loupe）、記錄簿及地形圖等，其中地形圖大部份使用 25,000 之 1 者，當時屬於軍事管制用圖，需經特別管道才能申請取得，所以現場都用描晒的藍圖。

踏勘路線大部份選擇溪谷及河流，因其兩岸岩層露出較良好，沿路注意岩層變化並量測地層或片、節理傾斜走向，遇有特殊岩石或礦物，則採樣攜回分析鑑定。河床上的轉石更是我們注意的目標，例如三棧錳礦露頭就是窮追轉石來源而探得。

碧祿工地設在碧祿神木（橫貫公路的觀光景點之一）下方 100 多公尺，為一以芒草搭蓋的簡單工寮，雨天或有颱風警報時就留在工寮整理野外記錄或撰寫報告，晚上靠微弱燭光看看書，梁隊長有一支吉他，常自彈自唱「俺は淋しんだ」，鄭文哲先生則有一支小提琴，偶爾也會重複拉他自己喜愛的曲子。那些日子每天起床看到的都是那幾張熟

悉的臉孔，真的有幾分寂寞與枯燥。

每個月底我們可下山一次，將月報寄回台北，順便理髮，當然也趁機看看電影，但來回的路實在太遙遠又辛苦，那時橫貫公路尚未開通，偶有工程車往返，但他們並不歡迎我們這批「黃魚」，常呼嘯而過，後來我們想了妙招，即遠遠看有車來即躲在路下，留下燒飯的女工向司機招手，俟車一停，我們再從路下跑出蜂擁爬上車，這招不錯，十之八九都能得逞，回想起來也滿好笑的。

大理石普查也是艱辛的工作，大理石礦脈不但分布廣闊，且越往南越西偏，也越不容易到達。當時沒配備車輛，常在集材場（俗稱土場）等搭上山運木材的大卡車，運氣好時可坐在駕駛座旁，不然就只好站在後車斗顛簸。這些卡車配合他們的集材作業時間大部份都在半夜上山，清晨三、四時到達，我們等到天亮再工作，有時晚上回到他們工寮借住二、三日，也常吃他們用鋁鍋燒的大鍋飯，大家在深山工作，不大分彼此，特別令人感到溫馨。

同是大理石普查，有一次差點出了意外，記得那是一個炎熱的夏天，筆者與另一位林姓同事帶了七、八名工人自瑞穗上山，預定利用四日的時間沿中央山脈脊樑，繞到丹大林道下山。第一天原預定在下午三時前可到達有水可過夜的地方，但到下午五時多仍找不到該預定水源，顯然工人們已迷失方位。因係在山脊上，水壺的水早已喝光，又熱又渴，若再盲目亂闖，後果勘慮，於是決定在山頂就地紮營過夜，叫工人們找幾支雜木作支柱，攤開塑膠布（平常當雨衣），架成小棚，以防夜晚露水。當晚都沒吃晚餐，雖然帶有米、肉鬆及罐頭食品，但無水卻無法下嚥。在山脊上下望台東縱谷稀疏的燈光，再仰望無光害的天空佈滿群星，真是難得美景，可惜大家已再無興緻欣賞，而不到8時就鑽進睡袋，準備翌日一大早趕路。到了半夜，身邊的林君突然不見了，以為他出去小便，但遲遲未回，便起身查看，發現他因乾渴難耐，嘴唇焦裂，正在舔舐塑膠布上的露水珠止渴。第二天清早四時起床，收拾行囊後便趁太陽未出不太熱時開跋，上午10時許，工人在路旁發現一棵枯木頭部有約一臉盆的水，工人們說可以喝，林君便用手捧起喝了二大口，後來才發現水裡有好幾條細長的小紅蟲蠕動，我強忍乾渴未喝，工人們卻將之喝得光光。至下午三時許，在稜線下200多公尺處才真正遇到水源，工人們快速燒水燒飯，我卻已經歷20餘小時滴水未沾。

檢討此行險生意外的原因，最重要的是找錯工人，因全部都是臨時在當地雇用的 40 歲以下的中壯年青人，他們狩獵經驗不豐，非但對當時的水源記憶模糊，對地形地勢之判斷能力較我們在花蓮雇用的老工人尤為不足。第三天一大早趕回花蓮基地，白白走了一趟，原計畫的調查探勘任務，一點都未達成，更糟的是林君下山翌日便打包回北，轉換跑道，再也不與我們共甘苦了。

三棧溪有錳礦轉石在許多文獻早有記載，每次颱風過後也可在三棧溪中、下游發現大轉石，其來源直至 1961 年，才由我們追蹤發現，其後並曾經挖掘探硿（Adit），進行深入探勘。

三棧溪之錳礦石學名薔薇輝石（Rhodonite），商場上稱玫瑰石，屬於矽酸錳（ MnSiO_3 ），亦稱硬錳礦，含錳低於 42%，且不易提煉，一般不作為錳金屬礦石。但因其顏色呈肉紅至深紅，獨具風格，加工後可當作印材及其他裝飾品，而成為花蓮的特產之一。

錳礦露頭遠在三棧溪最上游，可從橫貫公路綠水（昔稱水文）或由三棧溯溪前往，但都無法一日抵達，而需在中途過夜。冬春潮溼季節，沿路螞蟥（蛭）其多無比，走不到 100 公尺，褲管上常可捉到十餘條，儘管紮上綁腿，亦難防止，直至吸飽血，圓滾滾地，有時會自行脫落，有時仍咬住不放。晴天我們把睡袋攤開曝曬，常發現許多乾癟的螞蟥乾留在睡袋中。

對付螞蟥我們曾試過許多方法，例如擦摸樟腦油、肥皂水或防虫劑等，效果都不佳，倒是當發現有螞蟥鑽進皮膚內吸血時用香煙頭點燙，它便會縮蜷脫落。若硬拔拉，頭部有時會斷在皮內，不易處理。在行進時，走在最前面或後面者，較安全，較不會被攻擊，因螞蟥平常蟄伏在草樹枝葉上，當先導人員走過時，先受驚動，只抬起頭，不及攻擊，俟第二人通過時它就發威了，等到第四、五人過後，大部份螞蟥已各據目標，故走在後面的再被攻擊的機會就較小了。

立霧溪最上游的金礦探勘也是當年的重點工作之一。立霧溪出海口至天祥間的河床及段丘（低、中、高位）的砂金在日據時即已被發現，在第二次世界大戰末期，曾喧騰一時，當時發現多遠段丘（在今水文附近）砂金的小笠原美津雄技師，尚傳曾獲日本天皇寵召之事。這些砂金究竟來自何處？乃是我們追蹤尋找的目標。

立霧溪之極上游包括合歡山及屏風山地區被認為是可能的來源地之一，筆者等在1964年6月進駐在屏風山下的遠東金礦，展開其周邊及更上游的踏勘，當時遠東金礦已在設權開採中，並有搗礦機（Stamp Mill）及洗金台之設施，金礦經富集後用汞（水銀）提煉後帶出，實際產量不明，但以當時交通條件之艱困，而能將那些粗重設備運至現場，至為不易。

自霧社至昆陽派出所約30餘公里，那時已有公路局班車通行，每日往返各一班次，但逢颱風或大雨即停駛。自昆陽派出所經武嶺（台灣公路最高點，海拔3,275公尺）至合歡垭口（海拔3,100公尺）沿稜線下至立霧溪上游支流的工寮，需時3小時以上，若原路回到昆陽派出所一般則需4至5小時（上坡，高差約1,500多公尺，路況崎嶇狹窄），交通相當不便。

我們的探勘工作，先沿遠東金礦已挖掘之坑道觀察記錄石英脈之產狀及特性，以便應用在其外圍地區之調查。在石英脈中有時可用肉眼看到金點（粒），當時還親自採得一塊樣品，寬、長、厚各約20公分，估計含金量3公克以上，在斷面上可見有十餘顆筆尖大之金點成簇在白色石英脈上，曾背負帶回台北辦公室，在展示櫃中展示好長一段時間，後來因單位改組及辦公室搬移，不久也就不再看到它了。

屏風山金礦附近之河谷（立霧溪上游各支流）均曾作普遍性踏勘及淘洗，尤其流經主要露頭區（採礦區）之支流（當時編為8號支流）幾乎所有積砂都曾經密集採樣淘洗，值得一提的是，在已知露頭上游約200公尺的積砂中，曾淘洗到半粒米大小，外表形狀不規則之粗糙金粒；一般一畚箕的積砂亦常可洗到1或2粒小金點，可證在現有礦區上游仍可能有礦脈存在。後來雖曾追蹤探查，可惜未找到新露頭，推測可能源自更遠（2~3公里外）的奇萊山下某處。

越過屏風山稜線可達托博閣溪（立霧溪之另一支流）之最上游，曾發現有類似方鉛礦之小露頭分佈在破碎板岩的石英脈中，但未觀察到有金的存在，因地緣上距屏風山金礦相當遠，且屏風山金礦未曾有方鉛礦之出現，推測二者應無關連。但方鉛礦礦化露頭在當地地質環境上之意義，值得探究。

羊、羌、鹿、猴等為工寮附近最常見的動物，夜深風靜的夜晚常可聽到它們的叫聲，工人們也常在附近放「陷阱」，隔數日巡邏一次，每次捉到的不是羊就是羌，頗有收穫。那年的端午節因下大雨，道路不通，補給中斷，工人們便出去查「陷阱」，不到2小時即帶回一隻羌及一隻猴，就將之宰殺加菜，筆者原就不吃「山產野味」，當然沒法

與大家共享。

清昌山白雲石為踏勘追蹤時所發現，品質良好、交通方便，乃選定作進一步探勘。探勘計畫從規劃、執行至最後的利用研究均由王榮輝先生主導，全計畫進行順利，且探獲接近上億公噸之高品位白雲石（MgO 20% 以上），筆者忝列工作成員之一，亦沾光曾獲經濟部獎勵。

探勘工作著重全面清查白雲石露頭之分布、測繪 5,000 分之一地形圖及系統化採樣分析等。當時在鳳林工作站設有簡易實驗室，由王榮輝先生引進日本 EDTA 滴定法，可快速獲得分析結果，共分析了數百件樣品，對掌握全區白雲石之品質狀況極具成效。

清昌山白雲石礦分布在知亞干溪下游，距花東鐵路溪口及林榮站都僅數公里之遙，為提高效率並免來回奔波，工作人員都住在山上工寮，每週下山一次。山上百步蛇及金線蓮奇多。百步蛇是台灣最毒的蛇種之一，在悶熱的午後，一個下午曾遇上 5、6 條，所幸它們很懶，橫臥在山路，動也不動，我們跨越它也無暇理它，大家相安無事，但有一次卻侵入我們的工寮，記得那是有桃子的季節，某晚有一同事半夜肚子餓，伸手想摸個桃子充饑，卻感覺不對勁，拿起手電筒一照才知道是一條百步蛇，幸好未觸怒它，而免被咬。山上另種特產為金線蓮，係珍貴的中藥材，據說可清肺壯脾，價值不菲。金線蓮之分佈很特別，若某處發現有一棵，其方圓一、二公尺內必可找到許多棵，有人說是由鳥糞媒介，但卻很少看到金線蓮的花果，如何傳播不得而知。後來聽說，清昌山的金線蓮及百步蛇已告絕跡，原因是物以稀為貴，已被有心人「採盡捉絕」了。

最後談談奇美銅礦探勘，該礦位在秀姑巒溪出海口附近，距花東海岸公路長虹橋西方約 3 公里，早在日據時期就被發現，傳說曾採得露頭樣品，分析含金量最高達 19g/t 云。

早年金銅礦屬國營礦，只能租採，1950 年代有基隆顏氏家族申請租設礦權。1965 年該礦邀請菲律賓某銅礦公司協助探勘，有一加籍地質師 Scott 及菲國年青地質師 Santiago 來台，筆者時在經濟部礦產測勘團，由何春蓀先生（時任台灣省地質調查所副所長）介紹借調支援，期間共一月餘，主要詳查露頭及附近之地質狀況，亦在周邊各溪谷採取河川沈積物樣品，分析與礦化有關之成份。

該地區含銅礦物以散點狀分佈在廣大的斑岩中，含銅品位不高，不少國內外學者認為可能屬於「斑岩銅礦（Porphyry Copper）」，亦即當年最熱門的環太平洋火山帶的大型銅礦床的型態。

1967年6月展開包括大比列（1:5,000 ~ 1:1,000）地形測量、地質礦床調查、地球化學探勘、地球物理探勘，明溝與探坑及鑽探等綜合性探勘，直至1971年始告完成。

筆者參加其中的地球物理探勘工作，曾實施磁力及電氣探勘普查及精查。電氣探勘除選用電阻法外，特別引進當時對硫化礦床探勘最新且最有效的誘導分極法（Induced Polarization Method），並邀請日本地質調查所專家小野先生參與工作。

依據礦床研析及物探與化探的結果，全區選擇了47處進行鑽探，鑽孔深度自100m至334m不等，累計深度約7,330m，大部份鑽遇礦化帶，在約16萬平方公尺之範圍中估計含銅品位在0.2%以上者儲量約1,305萬公噸，其中0.3%以上者則約512萬公噸。

該地區探勘時曾有國內大學教授、地質調查所專家及金屬礦業公司的高級技術人員2、30人參與及指導，更有國外大銅礦公司的礦業及地質專家40餘人分30餘梯次前來協助、關懷與了解，堪稱是台灣礦業的盛事之一。

至1970年代初東部探礦活動漸趨萎靡，各種礦之賦存狀況大都獲得掌握，質佳量大的礦產如和平的白色大理及清昌山的白雲石探勘後劃為國營礦區，後交由榮工處及輔導會開發，低氧化鎂大理石則由民間開採供製水泥；至此跋山涉水的工作也少了，1973年經濟部聯合礦業研究所在花蓮成立東部服務處，筆者受命擔任主任，工作重點改以協助東部礦產開發及接受政府及民間企業委託研究，直至1977年筆者調任工業技術研究院礦業研究所技術服務處經理，調回新竹，共計在東部工作16年。

四、同甘共苦的夥伴

曾在東部同甘共苦的夥伴甚多，包括經濟部鑛產測團、經濟部聯合礦業研究所及工業技術研究礦業研究所各時期的前輩與同僚共30餘人，這些夥伴有的還經常相互聯絡，有的出國失聯，更有多位已辭世。茲就記憶所及不分職務、不分輩份，也不分年齡，而以姓名筆劃序，省略尊稱及頭銜記述如下。括號內為曾參與計畫的地區及近況，部分外籍夥伴名已忘，恕以xx記之。

王明宗（東澳，旅美），王榮輝（玉里、鳳林，工研院副所長退休），申屠天一（台北彙整探勘報告，已逝），朱俊宏（花蓮東部服務處，工研院退休），李文傳（奇美、

立霧溪，工研院退休），卓訓熙（奇美、立霧溪，旅居大陸），卓慶雲（花蓮東部服務處，工研院退休），周亮輝（奇美、立霧溪，已逝），易鵬舉（奇美、立霧溪，工研院退休），林宏（富世砂金，已逝），林丕旭（霧社、梨山，旅美），林再遷（橫貫公路，工研院退休轉任中國鑛冶工程學會秘書長），林宗武（花蓮、新城，中油退休），徐基建（奇美、立霧溪，工研院退休），高福盛（碧祿、四季、碼崙，已逝），張祥瑞（花蓮東部服務處，旅加），張義源（花蓮東部服務處，工研院退休），梁其清（花蓮、新城、鳳林、和平、奇美，已逝），梁敬豪（碧祿、霧社、梨山，工研院退休），郭西龍（台北英譯探勘報告，旅美失聯），郭湘齡（奇美、立霧溪，旅加），陳志賢（富世、陶塞、砂卡當，工研院退休），陳榮安（花蓮東部服務處，工研院退休），陳瀛章（玉里、東澳，經濟部礦務局退休），童乾和（富世、碧祿、砂卡當，已逝），馮仁德（花蓮東部服務處，工研院退休），黃隆章（富世、海鼠山，教師退休），楊毓德（東澳、四季，退休），劉忠夏（花蓮東部服務處，工研院退休），劉武志（奇美、立霧溪，已逝），劉金川（玉里、銅山，已逝），鄭文哲（碧祿、四季、三棧，工研院退休），鄭清泉（水文、銅門、奇美、關山，已逝），蕭成芳（霧社、梨山，已逝），戴國邦（東澳、玉里、鳳林、關山，工研院退休），魏稽生（瑞穗，教授退休），蘇柳條（富世砂金，已逝）。

上列夥伴中王榮輝、林再遷、梁敬豪、陳志賢、鄭文哲、戴國邦及筆者等共事逾一甲子，情踰手足，每年都有數次的定期聚會。

關注東部探礦工作的長官亦多，經濟部礦業司歷屆司長如卜昂華、吳伯楨、盧善棟等經常垂詢各項計畫情形；筆者之直屬長官如李文鐘及馮大宗先生則常前往東部視察，李文鐘先生在清昌山白雲石探勘時更曾艱苦登上海拔 400 餘公尺之工寮為工作團隊鼓舞士氣。

在那段時間亦有許多日本專家前來協助，最早來的是小谷良隆，帶來自然電位探勘儀，並示範及教導操作。後來透過中日交流協會，日本地質調查所陸續派來多批專家，其中與石礦（白雲石及大理石）計畫有關的有竹內榮藏（利用），井上秀雄（礦）、及福島 xx（開發規劃）；金屬礦有關的有澤村 xx（地質）、清水 xx（礦）、東野德夫及加藤甲壬（化探）、本間一郎及小野 xx（物探），他們在台駐留時間大致 1~3 個月，對協助東部探礦著有貢獻。其中有多位曾再因公或渡假來台多次，每次我們都會聚會敘舊。最後一批來台的御手洗先生，回國後更曾三次再來台觀光，到過阿里山、花蓮、鵝鑾鼻。2015 年春函告有意前往日月潭，乃陪同他作了一日遊，那時他已病急，似有想遊遍台灣

東、西、南、北及中心各景點以滿足心願之意，果不其然在其達成心願後不到半年即告病逝。

1969～1971 尚有 40 餘位外籍專家，包括菲律賓、澳洲，美國、加拿大、日本等大銅礦公司之地質、採礦、鑽探專家，甚至公司經理或負責人，都曾前來奇美銅礦訪問或協助探勘，他們居留時間僅數日至數週，其中澳洲 Noranda 公司的人數最多，共 16 人，有位鑽探工程師 R.Burnett，駐工地二個多月，最辛苦，另有一美籍地質師，在工地停留數日，因不適應工地飲食，隔天得派車至數十公里外之成功採購魚鮮及飲水伺候，乃記憶中較深刻的一件小事。

最後要提的是一批筆者永難忘懷的夥伴－原住民朋友，當年若無他們的協助我們絕對無法完成任務。我們在深山工作時常雇有十數位原住民長工，負責生活必須品之運補及陪伴踏勘，他們都身強體健，熟識山形地勢，更可貴的是都忠心耿耿，常以保護雇主安全為其自我要求。當時他們都不會說國語，所以用日語溝通，我們也都叫他們的日名，如 KAWAS、ABIS、太郎等。十數年前我們有幾位志同道合的夥伴曾往東部作「回顧之旅」，特別打探他們的狀況，可惜他們大部份都已過世。

五、慶幸與感恩

筆者投入東部探礦的時候正是台灣礦業由戰後復甦，轉進到活躍之期，主要礦產如煤炭年產量自戰後初期的約 79 萬公噸增至約 300 萬公噸；天然氣自約 25 萬立方公尺增至約 30 萬立方公尺，銅礦自約數百公噸增至 2,500 公噸，其他非金屬礦如硫磺、石灰、白雲石等也都受重視，並加強探勘開發，以應當時工農業發展需求。及至 1960 年代中期至 1970 年代後期台灣煤產量再增至 500 餘萬公噸，天然氣約 200 萬立方公，銅礦 3,000 餘公噸（至 1980 年更增至 50,000 公噸），而台灣東部之大理石及石灰石礦因應水泥工業及建築業需要，快速崛起，使台灣礦業呈現蓬勃景象。在這台灣礦業「空前」（可能也是「絕後」）鼎盛之時，能恭逢其盛，略盡棉薄，奉獻所學，乃一生大幸也。

探礦生活本甚艱險，跋山涉水，步步維艱；颱風洪水，時受威脅；毒蛇惡蜂，危機四伏。近年山難頻傳，受虎頭蜂攻擊之事亦時有所聞，筆者及工作團隊在十數年的歷險患難中都能平安全身而退，天佑吾人也，虔敬感恩。

筆者忝為中國鑛冶工程學會會員，受益良多，感懷厚恩，際茲慶祝成立 90 周年，謹祝禱會運昌隆、迎風高飛，繼續綿延、永續發展。

★

台煤老兵憶往

■ 陳永齡*

一、憶步兵學校與測量學校

(一) 步兵學校懷舊

民國四十七年，我在台北工專（今改制為國立台北科技大學）礦冶科採礦組畢業，不久就接獲國防部的服役通知，並須接受為期約半年的第七期預備軍官入伍訓練，地址在鳳山市陸軍軍官學校旁的步兵學校。當時校長為張立夫中將，之後因訓練有功等晉升為第六軍團司令職務。

在步校經過密集而嚴格的訓練，轉眼將屆半年，但在結訓前尚需經過三天二夜的敵我實兵對抗演習，我被長官指派擔任這次演習的實習連長，率領一百多位同學與敵軍對抗。當天即由校方派員將全連之所有裝備列冊當場點交，簽名接收，同時一再告誡，軍中凡是所謂演習，均視同真實的敵我作戰，絕不可視為兒戲，如有違失，一律以軍法處置，並囑咐我好自為之。當時立刻有一股強大的壓力，使我生平第一次體會到責任重大，責任感也油然而生。

演習期間，讓我最擔心的就是夜間紮營就寢後的這段時間，因為我們的演習雖然在荒山野外，但紮營地段，附近仍然有零星村落人家，萬一有不良分子，趁我們入夜疲累熟睡之際，偷竊槍械彈藥，茲事體大，非同小可，因此，雖然夜間派有衛兵值勤，輪班守備，但我仍不放心，一夜總要親自巡察數次！這三天二夜的演習，總算在大家共同合作努力下，有驚無險的平安度過，並獲得長官佳評。不過，我的體重，卻以每天一公斤的速度下降！本來就不壯碩的身材，卻更加苗條了！

在步校受訓期間，有幾位同學，我對他們印象特別深刻，一位是睡在我隔壁床的范宏二同學，他是台大醫學系畢業，為人和善，經常面帶笑容，可說是慈眉善目，的確，後來成為直腸外科名醫，並任高雄長庚醫院院長。其次是嚴雋同同學，其令尊嚴家淦先

* 前木南煤礦副礦長

生當時是財政部長，後來成中華民國總統。嚴同學為人隨和，溫文儒雅，星期假日甚少到市區遊玩，仍留在學校休息，和我一起在營區吃大鍋飯，極為簡樸，也常到閱覽室閱讀報章雜誌，或是和我下象棋消遣，度過悠閒的一天。嚴君毫無達官顯要，公子哥兒的不良習氣，由此可見嚴前總統的家教極為成功，令人敬佩！嚴前總統，民國八十二年底逝世於台北，並於八十三年一月十二日在大直三軍大學中正堂舉行奉安典禮，當時總統李登輝先生，行政院長連戰先生等均到場致最後敬禮，筆者亦奉派代表台肥公司前往致敬！

還有一位是陳棠同學，台灣省立農學院森林系畢業，為人幽默風趣，且能吃苦耐勞，完成任務。因陳君身材壯碩，所以行軍時，每次總是由他負責背負六〇迫擊砲極為沉重的底座，翻山越嶺，他雖扛得滿臉通紅、汗流浹背，卻從不言苦！

後來預官結訓步入社會，進入土地銀行任職，從基層助理員、辦事員、股長、三等技師、秘書、副理等等做起，最後晉升到董事長職位，由微知漸，實非偶然！

事隔三十多年，因台北捷運板南線之南港展覽館站，及文湖線南港軟體工業園區站土地等案件（因部分使用台肥公司前南港廠土地）故在討論會議上，得與陳君再度相逢。此時他已是土銀總經理，而我則是台肥公司財務處長，並管理公司土地業務。我們談及受訓時之往事，均會心一笑！

在步校受訓期間還有一件事值得一提，就是在將要結訓前的最後一週的最後一次實彈射擊操練時，僅差一點，就會鬧出人命關天的大事。事情經過是當時金門炮戰還在如火如荼地進行著，美國為此特別臨時軍援我國較為新式的一〇五公厘無後座力大砲，以對抗共軍的炮擊。步校也立即在最後結訓前臨時增加對一〇五公厘大砲的訓練，訓練項目除對其性能、結構等詳細講解外，最重要的還要實際操作，每位學員必須親自操作發射乙枚砲彈，於是教官與助教帶領我們到靶場做發射操作訓練，在每位學員實彈發射操作結束後，教官詢問所有同學是否仍有疑問時，忽然有一位同學，提了一個無厘頭的問題，就是請問教官，一〇五砲要如何操作發射？我看教官好像很生氣，這也難怪，剛剛才實際操作發射過，為甚麼會提這樣的問題，於是教官不發一語，一個箭步走到一〇五大砲邊用三根手指在發射器處一轉，說時遲那時快，一發砲彈立刻呼嘯射出，這時全場都驚呆了，大家鴉雀無聲，目光皆一致朝向數百公尺外靶場的炮靶處望去，只見該處的人群像螞蟻一般，四處奔逃。因靶場附近的百姓，在每次實彈射擊後，都會到靶場挖掘

彈頭，出售貼補家用。他們都知道，我們早已揮旗告訴他們射擊演習已經結束了，怎麼忽然又有砲彈向他們射擊，於是我們趕緊用望遠鏡仔細觀察看並未發現傷亡，才收隊回營。

這次事件，給我一個很重要的啟示，大凡事故與災害的發生「人」是最重要的因素，絕大多數是人的因素，以這次事件來檢討：第一、實彈射擊全部結束後，砲彈必須退出而未退出。第二、教官在實際操作時，並未注意砲彈已上膛。第三、實彈射擊結束後如再開始必須重新通知附近居民。第四、人在盛怒時，不宜做出任何決定，往往會發生錯誤！

最近轟動全國的社會新聞，就是海軍金江號巡邏船上的高姓中士甲操演習時未按規定，發生雄三飛彈誤射之嚴重事件，造成漁船上人員一死三傷，這當然又是因為「人」的過失。但也有媒體報導稱：雄三飛彈發射系統設計不良，因為發射介面複雜卻無再確認之機制云云，但是追根究柢仍是人為因素所致！由此更可證明，大凡災變事故中，「人」的因素是多麼重要！



筆者（左）代表台肥公司木南煤礦領取"全國勞工安全衛生連續三年成績優良獎狀"

這對我日後在礦場安全管理上有很大的啟示。特別是對煤礦人員安全訓練時，大凡對重要的地方，重複又重複，演練再演練，直到確實明瞭與純熟為止，也因此收到良好的成效。在我幾十年的煤礦生涯中，如我在擔任南湖主任時，曾獲的國營事業委員會所頒發的「廠礦安全優良單位績優獎金」，以及內政部頒發之「全國勞工安全衛生連續三年績優獎狀」等殊榮。各位都知道煤礦係屬危險產業，安全衛生工作之推行，困難重重，而能與全國其他工廠在同一水平下接受嚴格的考核與檢查，並且連續三年脫穎而出，實屬不易。

(二) 懷念測量學校

步校結訓後，其中凡是步兵兵科的同學，就可以獲得陸軍步兵少尉軍官官階。但我們這批第六中隊的學員，因屬特種兵科，尚須以中士的軍階再接受為期三個月的專科訓練，並以學員在原來大專院校所學的專長，分別分發到各有關單位繼續接受專科訓練。如醫學院畢業的學員，被分發到軍醫單位。如財經、會計科系的學員，分發到聯勤財務學校。我們礦冶科系、地質系、森林系的學員則分發到聯勤測量學校。校長是黃維恕少將，當時是國內少數測量專家之一，後來因功晉升為聯勤司令部測量署中將署長。測量學校的教官，大部分均在美國接受過測量、印刷、製圖等的專業訓練，是當時軍中水平較高之學府，每年招收高中畢業學生，四年畢業後，授以測量少尉軍官官階（測量兵科的符號是六芒星與以色列國旗內的標誌相同，因不多見，特此說明）。

我在台北工專求學時，本來就對平面測量、礦山測量及製圖等課程極感興趣，分發到測量學校後，看到該校的各種新式測量儀器設備等等，真是如魚得水。同時教官教學亦十分認真，諸如平面測量、大地測量、空照判讀、印刷製圖等等課程，理論與實習並重，每天上午講授理論，下午即進行實際操練，這段時間，對我來說，受益良多，在結訓時，我竟然獲得全班第一名，並在結訓典禮上，踢正步上台領獎，頗感意外。

二、憶木山煤礦與木南煤礦

(一) 木山煤礦甘苦談

服完兵役後，就開始找工作，當時台灣經濟正在澎湃發展時期，因此各行各業，職缺較多，求職不像當今困難。我記得那時至少有四、五個工作機會可供選擇，如中油公司地質單位、退除役官兵輔導會測量單位、土地銀行研究室（需測繪技術人員）以及台

肥公司所屬木南煤礦等等。當時我年輕，懷抱理想，沒有考慮到薪資待遇及職業安全等問題，認為在學校學的是採礦，當然選擇以本行採礦的木山煤礦。於是婉辭其他單位，僅向台灣肥料公司木山煤礦報到，當時和我一起在該礦任職者，還有同期預官服役結訓之黃峯久兄及鄭谷川兄，他們是成大礦冶系畢業。我們三人到礦場後都從實習員開始做起。但不久黃兄即辭職離去，大約兩年後鄭兄亦辭職赴加拿大，最後只剩我一人，一頭栽進台煤這一行長達廿三年之久。

木山煤礦，隸屬台灣肥料公司基隆一廠，是台灣少數的國營煤礦之一，它的前身在民國廿六年即昭和十一年，日據時代由三丸煤礦公司開採，台灣光復後，於民國三十五年四月一日由台肥基隆一廠接收，經改組成立木山煤礦，位於基隆市安樂區中和里，礦區面積九九五公頃零點一公畝八十公厘。其含煤層地質構造年代屬第三紀，中新世及漸新世等之木山層（為下部系統），可開採之煤層，一般分為三層，上層煤厚度約為零點三十五公尺，本層厚度零點四十五公尺，下層煤厚度為零點三十公尺。所產之煤炭為中度粘結性，屬原料煤，可供煉成焦炭使用。其塊煤之成分為：揮發分約 42%，固定炭約 5%，灰份約 5.5%，發熱量約七千八百卡。

木山煤礦是由三個礦坑組成，分別為文貴坑、大竿林坑和協和坑。各個礦坑的名稱，大部分用當地地名命名，如大竿林坑，因位於基隆市大竿林地區附近；協和坑係位於基隆市協和里而得名（協和坑結束採煤撤收後，土地轉讓台灣電力公司後即興建今日之台電公司協和火力發電廠）！唯有文貴坑之命名，則有一段鮮為人知之往事，他是為了紀念當時的坑主任鍾文貴先生而得名。

鍾文貴先生基隆人，少年時即在木南煤礦前身三丸煤礦公司服務，跟著日本人學習測量、採煤等技術，後來成為優秀的技術人員，木南煤礦接收後，即委任其擔任主任職務。鍾君為人忠厚，工作勤勉，每天帶便當下坑，巡查各處採煤面、掘進面、片道、風坑等處，經年如一日。據老員工告知，鍾君很少在下午三時以前出坑，出坑時總是滿臉沾滿煤塵石屑，混身被汗水濕透！不幸，有一天在下坑巡視又斜坑新開鑿捲揚機（Hoist）房時，因爆炸工人一時疏忽，被炸身亡，礦方為紀念一位如此優秀之同仁，特別報請將該礦坑更名為文貴坑，以資紀念！

台灣煤礦在爆炸災害中，同樣情況之事故，實屬屢見不鮮，因為爆破工人之粗心大意及經驗不足，以及平時訓練不夠嚴謹所致。

台灣煤礦對爆炸物之管理，及對爆炸操作時之規定，其實均訂有極為嚴格而周詳之規範。在爆炸前除必須按規定對炸藥、雷管、鑿孔、填充物、腳線、導線、母線及發爆器等等設備做詳細徹底之檢查安全無誤後，才能執行爆炸作業，同時尚須遵照下面四個步驟完成後才能真正開始執行爆破工作：1. 爆炸前必須巡視爆炸處及附近場所，有無其他工作人員，並請盡速離開至安全地點。2. 爆炸處四周，如坑道、風道等等，凡有人員可能出入處，均應以坑木架設臨時障礙，予以暫時封閉。3. 在即將爆炸前，尚須高聲警告周知，叫三、四聲「崩石—崩石—崩石—」（台語），如無回應，才能爆破。4. 要在約定時間爆破，一般都是約定在中午十二點整實施！

規定雖然如此周嚴，爆破災害仍時有所聞，主要原因是爆炸作業時，諸如炸藥、雷管不良，砲孔滲水，充填不妥，腳線、導線、母線等接觸不良，以及發爆器故障等等問題均能釀成災害。為免此等事故之一再發生，平時爆破作業人員必須加強訓練，要不厭其煩地講解事故發生原因，及如何預防之方法等等，並切切實實地演練，實為防災之不二法門！

文貴坑早期除發生此一爆破事故外，尚有一件重大的坑內出水災害。民國四十二年文貴坑內片道掘進面，突然貫通鄰近的舊礦坑，該舊礦坑內的積水瞬間大量湧入造成十餘礦工死傷的嚴重坑內出水事故。按照礦場保安法令規定，凡與鄰礦間必須各留二十公尺以上的防水炭壁，並在接近廢礦坑五十公尺以內，應在四周做先進鑽孔探查，而掘進面不得接近孔底五公尺以內，以維護安全。不過依據文貴坑坑內之實測圖，出水點距離鄰近舊礦坑，遠達八十公尺左右，按照常理，絕不可能貫通，造成此一重大災害。根據我的經驗，說來極為玄奇，大凡在二礦交接地帶，煤層往往突然變好變厚，似乎老天爺要故意誘人入罪！

早期台灣煤礦，所謂坑內實測圖，誤差不小，有疏忽亦有人為，當時政府有關單位之檢查員又人力不足，要掌控全省各礦坑開採、掘進之實況，卻有困難。因此，這次出水事故之責任，平心而論，不宜完全怪罪於文貴坑！

關於「大竿林坑」，他是在民國四十一年，為配合台肥公司基隆一廠肥料增產計畫，將日據時代原已停產廢坑之木山二坑，加以修復至民國四十二年七月，修復完成開始生產，但它在礦場保安上有兩大嚴重的問題，第一個問題就是坑內溫度特別偏高，有些場所溫度竟然高達攝氏四十度以上，按規定坑內工作場所不得超過攝氏三十七度。我

們知道在一般情況下，地面凡垂直下降三十三公尺，溫度就會因地熱而增加攝氏一度。坑內溫度除因地熱而增加外，尚有其他諸多原因，如坑內之各種機電設備：有空氣壓縮機、捲揚機、抽水機、抽風機、鑿岩機等等，除此之外尚有坑內照明，煤炭等氧化，以及各種摩擦，乃至於人體本身體溫等，在在都使坑內各處溫度居高不下！我們解決的辦法，就是經常整修及擴大各處大小排風坑道，並增強主排坑道之抽排風能力，及更換坑口主抽風機，增強其馬力，的確收到良好之成效！

大竿林坑在礦坑保安上的第二個嚴重問題就是「煤塵」，我們談到「煤塵」安全，就立刻會讓人想起去年八仙樂園的粉塵爆炸事件，一瞬間造成數百位在場年輕朋友之傷亡，由此可知粉塵爆炸速度之快，時間之短，威力之強，傷亡之多，令人怵目驚心！不過這只是發生在空曠的戶外，假如發生地面下的礦坑深處，其嚴重程度，更不堪設想！

煤塵在礦坑內是一種非常可怕的東西，它不像瓦斯爆炸災害，發生爆炸時，大部分僅爆炸一次而已！但煤塵爆炸災害，它會發生連鎖效應，因為在第一次爆炸後，會將原本平平靜靜躺在地面四處的煤塵，再度激揚飛起，到達一定濃度時，就會造成第二次爆，第三次連續爆炸。因此對坑內煤塵，必須積極防範耐心處理，使事故消除於無形。

我曾擔任大竿林坑主任多年，當時可說是一心一意、兢兢業業督導坑內各處保安工作。我們解決煤塵的方法，就是先清掃在煤塵較多的場地，每日派工盡可能全面地毯式清除，這是一件說易做難的工作，因為坑道內高低不平，上下左右四周均為參差凹凸之岩盤，使清掃工作艱難辛苦而效率不高，必須要極大的耐心，一點一滴、一步一步進行。除清掃外，有些設備及場所則使用灑水之方法，使煤塵潤濕以減少飛揚以維安全。另外還準備大量石粉，主要為石灰粉，遍撒各重要場所，並照規定，所灑之石粉必須達到煤塵的百分之六十以上，以抑制煤塵之飛揚。

大竿林坑在歷屆主任及全體員工共同努力下，數十年來從未發生煤塵及火災事故，尚堪告慰！

關於協和坑，它和文貴坑及大竿林坑不同，因為該兩礦坑為日人所開鑿遺留下來。而協和坑是在民國四十五年六月，為配合當時台肥五廠製造氫氮化鈣肥料之需要，並接受美援，由我們自行開鑿，至民國四十八年底著煤開始生產。民國五十二年，木山煤礦的三個礦坑，年產量已達捌萬貳仟餘公噸。

協和坑是台灣海底煤田之一，它雖然同樣是木山層，但並不是在陸地而是在海岸線

外的海底。在海面下採煤最嚴重的問題是「坑水」，因此，在主斜坑安裝有一百匹馬力抽水機外，並在主排風坑再安裝六十匹馬力抽水機來排水，水量極為驚人。

在坑水較多的礦坑，最擔心停電，因為一有停電必成水患，一有水患，坑道等處必須積極搶修復舊，既會增加成本，且又影響生產。因此，坑主任不論在深夜或清晨，只要停電，必須即刻趕往現場，督導解決。如有颱風來襲，更需留守礦場，指揮準備防颱工作，颱風過後，仍需留守善後，備極辛勞，好在當時年輕力壯尚可支撐。

在海底採煤，除「水患」之外，還有一個極為嚴重的課題，就是「腐蝕」，大家都知道海水鹽分高、腐蝕性強，坑內各種設備使用不久，即鏽蝕不堪，為此我們只有對各種設備加強保養與檢查，並將局部設備改為不鏽鋼等等措施，又經大家不斷努力的結果，多年來，幸無重大事故發生。

我擔任協和坑主任時，還發生一件有驚無險的事件，就是有一天照往例下坑巡查，剛到又斜坑捲揚機房不久，突然遠處傳來數聲沉悶的爆炸聲，機房四周煤塊石屑紛紛被震落下，因為在坑內從未發生過此種現象，於是立即到各處查詢結果，均無發現爆炸之事故。出坑後，經查訪，得知不久前有一艘韓國貨輪，在港外附近觸礁，其沉沒地點，正好在該捲揚機房上方。打撈公司當天用防水炸藥將龐大船身支解時，所造成此一虛驚。雖事隔多年，惟至今尚有餘悸。（附記：「木山煤礦」自成立至民國五十三年奉令改組為「木南煤礦」止，在此十餘年間，共歷經五位礦長，按順序為：華國楨、皇甫圻、陳金釵、邱岳、夏貢書等五位前輩，特此記述，以資感念）。

（二）木南煤礦壯志未酬

木南煤礦所屬之南湖坑，礦區面積達八七一公頃四十四公畝三十八公厘，是石底層之中部系統煤田，生產燃料煤，大部分煤碳提供台肥南港廠使用（當時南港廠尚稱台肥六廠），並使用高空索道，跨越礦區旁高速公路，以前稱麥帥公路（係為感念美國陸軍元帥麥克阿瑟對我國的友善與支持），運送至南港廠，全長約九百公尺。

合併後的木南煤礦，當時尚有一個前瞻性的計畫，就是在其礦區內，開鑿一口採煤直井，在台灣應屬創舉，並獲得經濟部之支持後，立即成立新坑工程處，礦長夏貢書先生親自兼任工程處處長職位，以示重視。同時，聘請西德礦業專家，到礦協助各項計畫之進行，木南煤礦前景看似一片燦爛。

但好景不常，台灣煤業，開始由盛而衰，不但產量每況愈下，成本節節高升，更嚴

重的是坑內災變，層出不窮。故此直井開鑿工程計畫，當然無疾而終！

尤其嚴重是在民國七十年以後，海山、煤山等煤礦相繼發生重大坑內災害，使木南煤礦更是雪上加霜。當時台肥董事長王玉雲先生（曾任高雄市市長），決定將木南煤礦轉讓民營未果後，即通知木南煤礦結束營運。開採廿六年之久的國營煤礦，就此遭到撤收封坑，黯然關礦之命運！



筆者（戴安全帽者）與撤收封坑之工作人員在南湖杭主斜坑口封坑前之最後留影

但從世界能源趨勢來看，這也是必然的結果，綠能崛起，煤炭已非主流能源。不過台煤對台灣的經濟奇蹟，卻有相當程度之貢獻，應屬事實。

最後借用一位英國工黨議員賈德勒 (Barry Gardiner) 先生的話：「煤礦工人過去帶給英國壯大，即使現在也應該要尊敬礦工的貢獻！」

✱

見證台煤探勘開發之點滴回顧

■ 高 治 鋹 *

一、緣 起

民國 105 年 4、5 月間鄭組長文哲兄囑咐為海外礦業開發主題，寫一篇印尼加里曼丹第八區煤田探勘開發計劃草創伊始之紀實引言；復於本年七月中旬接獲中國礦冶工程學會林秘書長再遷兄來電稱今年是中國礦冶工程學會成立九十週年的日子，刻正編集專刊，邀稿於八月底前繳卷。

經先洽得鄭文哲兄允，乃重新思考，賡續綿延，將筆者參與台煤探勘開發計劃三十年的心路歷程梳理從頭，並藉此九十周年深富歷史紀念的長河中，再度懷念與感謝與我同行的長官、學長、同儕以及攜手合作打拼的伙伴兄弟們，在驚風駭浪艱辛逆境中，胼手胝足奮勇圖強，無私聚義，眾志成城，為礦研組永續經營，為台煤發展而努力不懈。

二、美援相對基金企業貸款

2-1. 回顧 1961 年 3 月 1 日預官退伍即去台灣省煤業調節委員會（煤調會）向時任輔導處邱岳處長報到，派在設計課董文雄課長轄下，追隨楊禎宗兄見習，辦理煤業輔導業務，各項煤業資金貸款、煤炭產銷、收購保證、生產成本、開採效率等等，必須時赴煤礦現場，入坑爬採煤面調查量測煤層厚度傾斜走向、估算生產量、產煤與還款計等等，於焉展開與接觸到台煤探勘的生涯。

2-2. 煤調會設計課依煤礦地理位置不同，分為台北、基隆、瑞芳、新店、平溪、竹南等六區，分別由周宜章、朱文欽、張志謙、王清賢、游進聲、楊禎宗等六位前輩分區辦理，筆者參與相關業務，所以六年期間也跑遍全省二百多個煤礦，由於各個煤礦銷售策略與市場煤價波動，息息相關，月產量時而報多以爭取購煤契約量，或時而短報，以減低各項輔導貸款案之繳交契約煤扣款還款金額，雖然說不上是斤斤計較，但公正無

* 工業技術研究院前能源與資源研究所主任

私，精確估計，都要在失算的經驗中獲得成長。

2-3. 煤調會於 1961 年 7 月間成立技術輔導委員會，聘請美國煤礦通風專家林丕旭先生由美國攜回的煤礦通風測定與改善電腦系統，建立適合台灣煤礦環境之通風測定改善計劃推動實施，除筆者配合參加外，尚招聘陳瀛漳、郝晶旭、彭學亮，以及沈武鍵；特邀請礦研組指派礦用機電設備專家周亮輝先生（八堵服務站主任）參加，首起即選華強煤礦做訓練時實測與改善計劃。筆者參加初期實測計有華強煤礦，中臺鑛業八堵坑，台陽鑛業文山坑，基隆煤礦烘內坑，工礦公司瑞芳一坑等，尤值一提的是與周主任亮輝實測煤礦捲揚機，抽水機，抽風機，壓縮空氣機等，奠定茲後筆者借調礦研組負責深部煤田計劃時，合作推展省製鑛山機械之契機。

2-4. 由於台灣煤層地質變化大，煤礦業主資金不豐，台煤產銷缺乏彈性，動輒過剩或不足，美援相對基金牽涉面廣，延遲償款的會議多事繁，大部份由劉梧副主任委員或楊允棣專門委員主持召集中華信託開發公司，煤礦公會，美援煤礦業主及單位主管開會，致經常被召喚查詢，並訂正會議記錄，與結論交辦事項，這些文書行政工作，人人惟恐避之不及，筆者卻處之泰然，而且蒙益匪淺，尤其是煤礦貸款實務經驗，得有機會調職接辦，礦研組深部煤田計劃。

2-5. 行政院經濟合作發展委員（經合會）申請聯合國派遣德籍煤礦經濟專家柯華德先生（Mr. W.H.Koch）來台針對深部煤田計劃做整體性之調查與評估為期一年，礦研組煤業室主任陳金釵負責（後改名為陳修吾），煤調會派筆者全程配合調查評估中文報告亦由筆者在柯華德先生與陳修吾主任指導下撰編完成。因緣際會與工作肯定，經陳主任力薦，馮大宗執行祕書首肯，親自出面向煤調會邱岳處長商借，簽報省建設廳同意借調半年。

1966 年 10 月在田維五主任委員福證中娶得摯愛美嬌娘林梅英小姐，結成連理，陳修吾主任、邱岳處長與柯華德夫婦皆為席間貴人與嘉賓。

筆者接辦深部煤田計劃執行之橋、接續舖陳、無縫接軌。



—成家立業貴客推手—
左起陳修吾、柯華德與筆者夫婦、邱岳

三、中美基金十三區深部煤田探勘開發計劃

3-1. 回顧筆者於煤調會五年服務期間，亦正值台煤，由復舊邁向鼎盛時期，其間開創台煤年產五佰萬公噸以上，連續維持五年之久的最高產量記錄，爾後逐漸步入衰退期，筆者第一次見證到台煤的風華年代，由於國際廉價石油輸入，重油輕煤之勢日顯台煤隨之一落千丈。

1961年10月在美援基金資助下成立經濟部礦業研究服務組，承接中美基金台灣深部煤田的探勘、開發、設計工作，歷經四年，到1965年底全部調查並設計完成，劃定十三處經濟區，初步估計需要投資新台幣四億五仟萬元，預計年產煤量一百八十萬公噸，為降低投資風險，經濟部申請並獲聯合國同意派遣煤礦經濟專家柯華德先生（Mr. W. H. Koch）來華，就上述十三區深部煤田開發之可行性予以評價，經柯氏七個半月之考察研究，咸認應予從速開發，並應採取若干技術改進，促使台煤可以保持與其他能源相互競爭之不敗地位。



— 勘察十三區深部煤田 —
左起筆者、柯華德、吳伯楨、賴克富

3-2. 由於深部探勘開發，需要鉅額資金，投資風險亦大，且該十三區之礦權，皆分屬數個不同的煤礦礦業權者，必須聯合經營方能作有利開採，特於五十六年初核訂「中美經濟社會發展基金協助台灣深部煤層探勘計劃實施辦法」撥款委託礦研組辦理。陳修吾主任負責推動，吳仲傑執行秘書兼辦深部煤田計劃之執行。



— 勘察山子腳煤田勝和煤礦 —
前排左起杜伯英、馮大宗、卜昂華
後排左—陳修吾、左三吳仲傑、左四周亮輝、右一胡敬華

3-3. 自 1967 年初先後試辦推動實施者計有東汐止煤田福基煤礦（負責人吳萬盛董事長）與北八分寮煤田旭裕與旭隆煤礦（負責人楊登賢董事長），筆者借調到職派到煤業室在陳修吾主任領導下專責接替吳仲傑先生所經辦推動的二處深部煤田計劃，並立即接手經辦山子腳煤田勝和煤礦（負責人杜伯英董事長）與頂双溪煤田双溪鑛業（負責人鄭塘波董事長）的申請案，筆者援例聘請各有關煤業專家，機關代表與煤礦負責人會商，先行討論經濟礦區合併經營，探勘計劃審議修改或調整後簽約推動。

感謝煤業室同仁，胡敬華先生協同辦理，黃勝雄，范昌，林明川長期駐礦每天住在礦場監督探勘進度，每個月會同筆者與胡敬華先生到煤礦現場丈量工程進度，與礦主檢討得失，與改善內容，駐礦同仁每天都代表中美基金在探勘第一線與礦方同甘共苦，公正盡責均是計劃成功留有好榜樣的好伙伴，備極辛勞。

3-4. 1968 年 9 月 20 日礦研組改組成立經濟部聯合鑛業研究所（簡稱聯礦所），卜昂華先生接任所長（原任鑛業司司長），馮大宗先生為副所長，期間正值為確保經合會債權人權益而觸礁，申辦鑛業權抵押權設定時，省府建設廳主張經合會與中美基金不能行使資金借貸抵押，筆者經辦過程中時得經濟部法律顧問張君達先生與經合會法律顧問葛邦任律師的參議，指導解套之道，卜所長法令見解精湛，經驗豐富凡深部煤田計劃對外函件，件件都會被叫到所長室查詢修改字斟句酌，均因函文引用相關法律條文與見解，事先推敲正確週詳，深具說服力，故均能一一獲致解決為中美基金之債權得以合法保障。

3-5. 運用中美基金鼓勵合作煤田業主採用省製鑛用機械，亦鼓勵有經驗的鑛用機械製造工廠，擴大規模試製深部開採專用之大型捲揚機、抽水機、扇風機、防爆型馬達，由中美基金在各煤田經費採購，在簽約煤礦中做各種性能改進，測試與驗收，亦深獲助力，成功推展並普及到其他非深部煤田煤礦見效採用。探勘開發計劃中尚有大批鑛山機械之採購，與動產擔保法權益保障等事宜。綜觀以上四處煤田探勘開發計劃，成功的改善傳統的作業方式，諸如

- （1）採煤方式，推廣長壁法採煤，以替代傳統的昇樓採煤方式，全面採用空氣壓縮機為動力的搞煤機（Coal pick）採煤。
- （2）生產方式，推廣後退式採煤。
- （3）掘進方面，進口日本太空 650 型裝碴機改善掘進出碴時效。
- （4）煤巷運搬：試驗無極索運搬。



—松山機場歡送王恭立博士返美—
左起馮大宗、王長春、樊道風、吳伯楨、
盧善棟、陳修吾、賴克富與筆者

3-6. 行政院經建會於1970年先後數度邀請美國內政部礦務局經濟研究室主任王恭立博士來台，研究設立我國投入產出的經濟模式規劃，另一專題是對台煤前景之評估，王博士亦曾由各礦業機構負責人陪同赴各煤礦考察，筆者奉派全程隨行，王博士考察與建議總結報告筆者全程在王博士下榻處台北市愛國西路自

由之家整理，報告內容有自產煤源與進口相互競合，存廢消長，亦有正負兩方面的深遠影響，筆者是配合幫忙整理，引起安全單位認為有礙台煤發展，接到警訊受調查，雖然是王博士的主觀見解，筆者忠實記述，最後這篇報告下文如何，不得而知，這也是牽動到台煤發展之政治神經，有驚無險的一段過程。

王博士在美國內政部主編美國礦業年鑑（Minerals Year Book），期間亦費心指導筆者研擬適合中華民國台灣地區工業與礦業分類方式原則，自1974年確定以礦產品與礦產製品兩大分類將省礦務局自產礦產品生產統計與財政部海關進出口統計之基本資料彙整編製1974-1980年五年間之礦產品（Mining Products）與礦產製品（Mineral Products），乃涉獵入礦業經濟的領域。

3.7. 1972年承卜昂華所長、馮大宗副所長的舉薦，援中德技術合作計劃赴西德地質調查所（BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG 簡稱BFB）參予海洋地球物理探測計劃，1972年9月3日在松山機場登機，先到香港去西德領事館辦理簽證，換搭德航班機飛法蘭克福，再換機去漢諾威地質調查所報到，參加海洋探測船，由漢堡出發赴北海—蘇格蘭—冰島—格林蘭航程測線全程12,000浬為期二個月的探勘，磁力探勘與震波探勘，返德回漢堡後，復參加西柏林Tegeter湖上探測一週，亦進入東德憑吊柏林圍牆與鐵幕之旅。

在漢諾威整理海探資料期間，得一機會參訪派克拉物探公司（PRAKLA-SEISMOS GEOMECHANIK GMBH）是一家法人組織的物探公司，正在研發在煤礦中做延煤層的震波探勘研究，引發增進一窺煤礦探勘見識的異想，隔日就跑去PRAKLA公司求見幫地

調所做簡報的經理 Dr. Remhard Berteld，煤礦事業部門的主管，說明身為煤礦工程師得悉有此方面的新知，盼能轉到該公司見習，地調所海測計劃負責人也認同筆者想法，出面跟 PRAKLA 協商，最後以 BFB 人員委託代訓，增加多一項研習歷程，自力救濟，在德國能辦通，並不是一件容易的事，PRAKLA 指派一位資深的奧國藉煤礦工程師艾諾撒（Dipl Helfried Arnetzl）也是該公司於 1966 才研發在地下煤礦坑內沿煤層震測新技術試驗實用性之負責人與震測部門主管，每天追隨前後，講解分明，艾君也幫助安排四個月的研習與參觀，參觀魯爾區幾個煤礦正在地下坑內做延煤層震測試驗，也在德奧邊境巴伐利亞黑森林區住了一個多禮拜，參予地下水資源震測，跑遍德國全境震測工地，與煤礦，當然也遊歷了許多德國名勝古堡。

四、能源基金印尼加里曼丹第八區煤田探勘開發計劃

4.1 印尼能源資源豐富盛產石油天然氣，印尼政府為加速煤炭資源開發增加能源輸出結構之多元，乃將加里曼丹豐富處女煤田分劃八大煤田，並為降低投資風險，提升煤礦開發，現代化，國際化，特成立國營煤礦公司，簡稱（PNTB）主持八大煤田招攬世界各國著名的大煤礦公司或燃煤用戶投標競取煤田之探勘與開發礦權。

我駐印尼雅加達代表處曾多次將此訊息報送經濟部，並報稱英，美，日，韓，義大利與西班牙已分別投標競取，請政府從速考慮參與之時機，爭取海外優良煤田之探勘機會。

4.2 礦研所馮大宗所長於 1973 年間應邀訪問印尼參觀蘇門答臘國營煤礦布吉亞森



— 中印尼雙方代表在台初簽草約 —
左起鄭瑞熾、Mr. Prejono、葉玄與筆者

（Bnkit Asam）該公司有意與外國公司合作開發，馮所長返國即向有關主管機關提報爭取合作開發之契機，惜未獲有力支持，錯失良機。但 1974 年 7 月，礦研所獲得進軍印尼的第一宗礦業服務計劃，與英國（RBI）公司簽訂位於蘇門答臘信那瑪煤田鑽探工程合約，連續兩年鑽探合約，成功圓滿，從而奠定海外服務的

信心與印尼僑界的尊崇，亦開拓了接續而來的印尼僑資煤礦與其他礦產之服務機緣。

1979 年印尼僑領銀行家 Lippo 集團董事長李文正先生曾多次來台覓商煤礦開發之工程與諮詢服務，印尼 SDR 集團李尚大董事長亦有煤礦事業起步發展，洽商協助，三年期間礦研所派駐劉武志，黃明哲，游芳松川流駐礦諮詢協助。

印尼僑界復來台商洽合組公司赴印尼成立礦業公司，為僑資事業而經營，馮所長亦得方賢齊院長鼓勵以創新公司型態，張光世部長提示循經濟部投審會管道出去，礦研所以專業人才，機具設備等技術股為本，終因現金股財源難繼而成泡影，方向正確努力有加，惟缺東風耳，無疾而終。

4.3.1981 年 7 月間，馮大宗所長籌劃三項簡報資料，印尼的地質，印尼的金屬與工業原料礦產與印尼的煤炭資源（加里曼丹地區），分別由何春蓀高級顧問，王榮輝主任與筆者研擬，九月間向經濟部張光世部長簡報，供部長隨同行政院孫運璿院長率團訪問與我無邦交的印尼之參考，行程確定於 1981 年 12 月下旬，經濟部部長換由趙耀東部長接任隨行，礦研所派正工程師鄭瑞熾副理隨行。

1982 年 1 月 7 日馮大宗所長電囑筆者隨行參加經濟部能源委員會（簡稱能委會）列席由陳蘭皋委員（台電公司董事長）主持的會議，討論孫院長訪印尼期間與印尼礦業暨能源部長簽立兩項合作計劃，經濟部曹嶽維顧問攜來部長批示印尼加里曼丹第八區煤田探勘開發計劃，由能委會負責，礦研所執行。

馮大宗所長隨即召集各單位主管，決議傾全所的力量配合辦理。筆者奉命率企劃小組主辦；

- （1）函洽印尼 PNTB 申請踏勘計劃許可證
- （2）調集人手組隊，李春生博士任隊長，成員計有周順安、黃明哲、卓慶雲、張寶堂、陳仁宗、何春蓀高級顧問隨隊督導。
- （3）研擬能委會委辦合約並簽約、撥款、支應。
- （4）遵部長指示洽中鋼公司王鍾淦處長（後任中鋼董事長）專任交通運輸之勘察。

經依印尼 PNTB 規定 1982 年 5 月底前到現場踏勘不得超過 10 天，不得挖坑採掘，規定嚴格，礦研所踏勘隊伍 1982 年 5 月中旬出發 6 月初完成，交通運輸之調查亦稍後於 6 月中完成，調查結果煤量雖豐，但基於當時礦區港口及內陸之交通運輸條件不理想，尚難配合煤礦大量開發作業之需，故未參與投標。

4-4.1982 年 12 月印尼 PNTB 通知我國駐雅加達代表處說明第八區原由泰馬水泥公司

(Teseq Cement Bhd. Malaysia 與 Siam Cement Co. Thailand) 所簽訂煤田開發合作合約，已予撤銷，邀詢再派員勘察參與投標之意向，由於該區之交通運輸條件較佳，印尼政府最近及將來又有改善內陸及港口運輸改善計劃。能委會為慎重起見，於 1983 年 6 月 22 日由陳蘭皋委員召集國外煤源開發小組開會通過礦研所再組隊勘查，增加勘查區域補充 1982 年調查不足之處。交通運輸方面之調查則邀請中華顧問工程司 (CECI) 負責。1983 年 7 月 1 日工研院將礦業研究所與能源研究所合併改組成立工研院能源與礦業研究所 (簡稱能礦所) 馮大宗所長升調工研院協理，能源所所長葉玄博士 (中央研究院院士) 接任所長，筆者任企劃組副組長負責礦業部門之計劃管理，承葉所長指派仍由筆者續洽能委會辦理印八煤田第二次踏勘與競標事宜截標為 7 月 31 日，經洽准延至 9 月 15 日。

第二次踏勘由周順安任隊長，隊員計有黃明哲、張寶堂、葉春爐，CECI 派港灣部李德勝馮誠及駐雅加達辦事處李杉主任參加，勘查隊再於 1983 年 8 月 8 日進駐煤區，仍依 PNTB 規定，於 8 月 17 日結束，經評估咸認該複勘投標區面積 1650 平方公里，煤蘊量佔約三億多公噸，CECI 之交通運輸調查報告查明印尼政府獲得二項亞洲開發銀行核貸，其一為第六號公路改善計劃由馬辰港穿越我方目標礦區，全程 149 公里，其二為馬辰港遠程發展將以 15000DWT 之雜貨為主，年進出口量 7,540,000 公噸，CECI 均參予該二項計劃之設計與監工，基於上述有利因素之瞭解特建議擇定印八煤田為投標目標區，敗部得以復活矣。

4.5. 中印尼雙方自 1984 年 3 月 20-23 日及同年 10 月 31 日至 11 月 2 日在印尼雅加達談判合約內容，1984 年 12 月 29 日在台北能資所會議室完成印八區草約初簽 (Initial) 手續，印方預訂雙方簽約時間於 1985 年 5 月。

1985 年 4 月 1 日，經濟部李達海部長率能委會馮大宗執行秘書易洪庭副執行秘書工研院方賢齊院長能資所葉玄所長列席，行政院俞國華院長主持討論有關印八煤田簽約事宜，出席的長官有政務委員李國鼎。趙耀東、祕書長王章清、外交部長朱撫松、財政部長陸潤康、主計長周宏濤及經濟部長李達海、李瑞玉組長等，首先由李達海部長引言，接著由筆者代表經濟部作 15 分鐘的計劃簡報。中華海外礦業股份有限公司 (簡稱 P.T.COMD) 於焉據而誕生成立。

4.6. 印方 PNTB 安排合約第一次談判於 1984 年 3 月 20 日在印尼雅加達舉行，同年 2 月 24 日筆者到經濟部等著趙耀東部長簽署本再送到外交部等朱撫松部長簽署會銜報請准予進行兩國談判簽呈再到行政院時晴天霹靂被告知孫院長於凌晨在寓所跌倒送醫急救

中，會銜呈文，後由邱創煥副院長核批成行，行政院批函同年2月29日核示由能委會成立工作小組前往商談，談判代表僅能簽署草約正式合約應專案批准，筆者拿著簽呈依照馮所長指示，使命必達的快遞作業，充份感受到馮所長堅強的意志，打鐵乘熱，也怕「煮熟的又飛了」懷著忐忑的心情，橫衝直撞。

印 尼 PNTB 總 經 理 Mr.

Achmad Prijouo 於同（1984）年8月8日－13日來華深入見識台電公司與能礦所，筆者全程陪同，談判代表團長葉玄所長帶領到工研院參觀能資所設施，鄭萬方副團長帶領到台電公司拜訪陳蘭泉董事長與朱書麟總經理，筆者與劉武志陪同參觀興達港卸煤碼頭興達火力發電廠由席時濟廠長（後任台電總經理）帶領參觀，離台前葉玄所長陪同由經濟部徐立德部長接見，加強兩國雙方合作之祝福，PNTB 隨後通知第二次合約談判，時程1984年10月31日至11月2日在雅加達舉行。

第一宗國外煤田探勘計劃於焉正式誕生推動，筆者特此要感謝鄭瑞熾與劉武志兩兄多次分別會同赴印尼洽辦，以及周順安隊長兩次踏勘，以及帶領地質調查工程隊一年多長駐工地，茲後煤田開發階段，即由組織再造成立的能資所資源開發組鄭文哲組長主持，筆者退而襄助。

五、結 語

2001年台煤生產量歸零，雖然自有煤炭產業吹起熄燈號，但燃煤工業耗煤量劇增，2014年進口量達6,682萬噸之譜，令人驚訝的是進口國印尼達2,489萬公噸占37%僅次於澳洲3,109萬公噸，足証能委會當年高瞻遠矚目標正確。

筆者謹以此文紀念台煤暨海外煤田探勘與開發的先行者馮大宗執行秘書與馮大宗所長。

✱



— 中華海外礦業公司在雅加達成立 —
左起李杉（PNTB）、莊世明（PNTB）、朱明昭（PNTB）、
許炳楠總經理、Mr. Pri Jono、鄭萬方（PNTB）、
Mr. Ekto、筆者、何海傑

鑛冶90感言 我的特殊鋼製程研究經歷

■ 連 雙 喜 *

時逢鑛冶學會 90 週年，而筆者由成大鑛冶系念書至今已近 70 歲的人，入會也將近 50 年，其間每年鑛冶的年會論文發表，交流及參觀活動，個人感覺對我的專業成長獲益良多。

逢此盛事，野人獻曝，在此將個人退休前在台灣的研究作一簡述。

大學畢業後，開始在裕隆汽車，泰登粉末冶金，飛歌電子等公司工作，而當時台灣經濟還沒有發展起來，各種條件都不是很好，工作上遇到問題不易找到人請教，至於想進一步上研究所國內尚未有關冶金工程碩博士班的學校，遂決定到英國帝國學院，柏林工業大學留學；主修的冶金工程在煉鋼，煉銅等方面，與台灣的工業，環境及學校教育有很大的差距，回國後發現上游工業不多，未必有發展的機會，必須有所調適，謹將個人的過去的研究工作及一些感想，提供大家及鑛冶後進參考。

成大雖然用的是洋文書，但是到了國外才知台灣鋼鐵，煉銅等課程及實驗設備與國外相比，有極大的落差，除了語言外，專業，動手作設備，實驗，自行思考，問題解決及電腦程式等對一剛大學畢業不久的學生而言，非常辛苦，如無毅力很容易半途而廢。

民國 70 年拿到學位後返台，雖然當時中國鋼鐵公司正值發展階段，應是發揮所學的機會，但個人希望未來能更廣泛的有機會參與合金鋼與銅方面的研發，而選擇在高雄剛復校的中山大學工作。

我的特殊鋼製程研究經過

特殊鋼，特殊合金等是製造汽車，船舶，飛機能源，機械，化工等設備不可缺的金屬材料，有別於大鋼廠的碳鋼，低合金鋼，量少，成型，熱處理加工等技術，均會影響其性質，設備種類較複雜，在國內大專院校很少開冶煉精煉這方面的製程相關課程，既

* 台灣大學材料科學與工程系 退休教授

使在美加有這方面的大學或研究所亦不多，所以在國內從事這方面的研究發展會面臨不少困難。

人生可謂與緣分脫不了關係，回台灣有機會進入特殊鋼領域的研發，是因為工研院新成立材料研究所時，陳興時副所長在一次到中山大學口試的機會，詢問我到工研院負責金屬研究的意願，因此任教三年後，就開始模具鋼，超合金的開發。

當時正碰到台灣機械公司合金鋼廠購入電渣重熔設備（ESR），試俾所得鋼錠缺陷很多，經與陳副所長桂院長及行政院科技顧問室簡報討論後決定購入一試製型 (300 kg pilot plant)，但在設備製作運送到台灣前，我們已開始自行研製一小型的 ESR 實驗設備與組內的年輕研究員共同開始熔煉不同的特殊鋼，對試製型 ESR pilot plant 安裝運轉及問題解決有不少的助益，並利用此試製型設備成功製作戰車扭力桿及超合金。

民國 75 年台灣大學成立了材料研究所，當時陳鈞所長問我任教的意願，個人當時的職務已偏重較多的管理工作，人生接近 40 時需要作一決擇，最後選擇重回大學繼續在技術方面的教學研究工作。

大學的特點是自由度較大，可允許發揮個人理想，但工程的研究方向還是要兼顧經費的支持及學生參與的意願；初到台大，開創期得到國科會的經費支持，建立一個小型的電渣重熔實驗設備（圖 1），繼續從事電渣重熔的模擬研究，希望能掌握製程的複雜變數，此外清淨金屬與特殊鋼及粉末為先進國家發展的方向，每兩年的世界液態金屬製程和鑄造會議 Liquid Metal Processing & Casting Conference 就是針對清淨鋼與合金的精煉與鑄造高性能合金鑄錠的會議，與會者多半是世界大國的航太國防特殊鋼廠的研發人員，相形之下台灣在人員經費及設備投入的非常



圖1 小型ESR設備

有限。有感於其重要性，認為國內也應培養相關的人才及技術，幸得到核能研究所，工研院材料所及中國鋼鐵公司等單位的支持下，雖然經費不多，在克難的條件下，陸續建立了實驗室的小型電漿熔煉設備（圖2，圖3），並獲得在法國 Nancy 召開的世界液態金屬製程和鑄造會議的論文集封面刊登；又建立了國內的第一台旋轉電極設備（圖4及圖5）製造球型高清淨度的合金粉末及水冷卻坩堝真空感應電爐（圖6）製造高清淨度無縮孔的鋁合金並取得國內及美國4項專利，且熔製一些小量特殊性質乾淨的特殊金屬如燃



圖2 小型電漿精煉爐電弧



圖3 小型電漿精煉設備



圖4 旋轉電極製粉



圖5 旋轉電極設備



圖6 水冷卻坩堝真空感應電爐

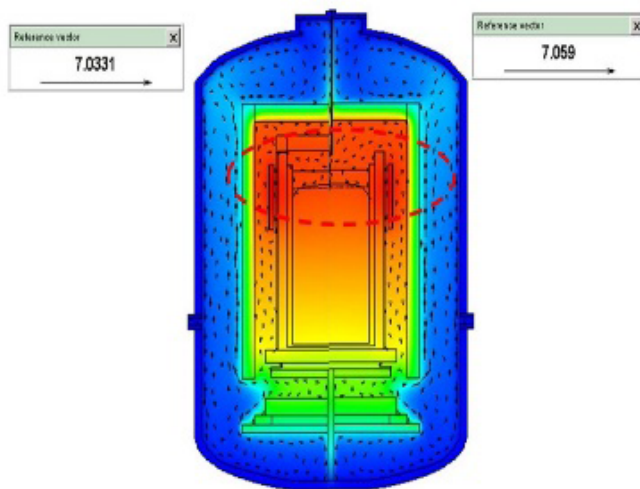


圖7 多晶矽長晶的模擬

料電池連接板與生醫合金。

個人在特殊合金精煉製程的研究工作雖然沒有機會把研究的結果工業化，但已培育了國內一些煉鋼及精煉方面的人，分別在國內鋼鐵廠與研究機構工作。

自古說有些事是靠機會，時機及人緣所促成，所謂天時地利人和，只要盡力做就好，人生也不全然能自己控制。個人最後對於未來有志於特殊鋼製程發展的學者及研發人員提出一些建議供大家參考。

在國內從事特殊鋼合金精煉製程這方面的工作，除了經費的限制，學生人少，高溫高熱工作環境較差外，其基礎理論如熱力學動力學及程式語言方面的要求可能不亞於機械化工等領域，如圖7多晶矽長晶的模擬，是製造現代大尺寸太陽能矽面板不可缺的技術。

現代歐洲的材料製程大學部及研究所都有材料製程數學模擬及材料計算的課程，有了這方面能力方可掌握不同的製程變數，累積經驗才能夠把基礎特殊鋼的技術建立起來，最重要的是個人要對這個領域有興趣並認定是自己發展的方向才不會被困難挫折影響而退出。

✱

遊走在地質和礦業領域之邊緣

■ 魏 稽 生 *

欣逢中國鑛冶工程學會九十週年慶之際，受林再遷秘書長之邀，提供一篇文稿暢敘心得，我一生涉及地質和礦業專長領域，一晃 40 餘年，故以遊走在地質和礦業領域之間為題分享我的專業生涯回顧。茲將幾段的影響時期分享如下。

一、省立台北工專鑛冶工程科就讀時期

五十多年前，我還是一位省立臺北工業專科學校鑛冶科的學生，在校期間不善了解這行的出路如何？但我們那一代的大部分學生，努力用功的居多，雖不論對這行的興趣如何，只是當一位學生應盡的責任而努力，老師、長輩交代的事務，只是盡力而為。當時，不否認確有受到一些老師的影響，尤其是當初周聞經老師對我地質學的啟發、蔣明振老師教我們岩石學，觀察顯微鏡下的礦物岩石世界，使我產生一些興趣，以致於之後，在我的專業領域一直未曾離開過顯微鏡。

在學期間，所開設地質方面的課程有地質學、礦物學、岩石學、古生物學、地史學、沈積學、經濟地質學、構造地質學、石油地質學、地球物理學、光性礦物學、地球化學、野外地質學、地質製圖等；另在礦業方面的專業課程則有採礦學、冶金學、選礦學、礦山測量學、礦山評價、礦業法規、採礦地質學、礦業探勘學、礦山安全等；外加基礎的物理、化學、電工等相關課程，可說是已涵蓋了完整的地質和礦業背景課程。這些課程的修習，導致我在一生的地質礦業領域工作上奠定了紮實的基礎。

值得一提的兩件事是，當初師長逼我們使用英文原文教科書，讓我個人增強閱讀英文的興趣與能力，這是促使我後來願意到美國進修的動力。另外，當初我們開設的科目看似很複雜，雖然不太瞭解將來是否會有機會用到，但因涉獵廣泛，以致於在我曾執行

* 前中國文化大學地質系主任

的研究計畫（如廢棄礦坑道計畫），仍會拿起過去的採礦學等專業書籍加以複習，求進一步瞭解。

二、留校服務時期

當我工專畢業，服完兵役後，開始想我的前途該往何處走？我曾應徵台灣水泥公司及中國石油公司的工作，均獲得錄取。就在我即將赴台泥公司受訓之際，家父告知我，我的學歷不夠！又瞭解自己兒子的好勝心，最好回校當助教，準備出國進修。我即聽從家父的建議，不久即回母校擔任助理一職（即相當助教職，由校長發聘），任職兩年後即赴美進修。兩年時間，擔任張奕華教授礦物學的助理，一方面有機會複習我的專業課程，另一方面加強我的英文能力。那段日子為了準備實習課業而對專業的努力、用心，獲益不少。赴美進修的意念與信心，與日俱增，也提升我往後在專業上的濃厚興趣。

三、留美進修時期

由於美國的教育和臺灣不同，較為公平對待人權，且教學嚴謹。不像臺灣教育，較受人性的偏袒與人情文化觀念的影響。另一方面，也學到獨立自主以及加強英文能力的機會。在當時，國內各大學對專科學校比較輕視，曾修過的許多學分不予承認，需重新再修。而相較下，我略有不服氣的個性，讓我毅然決然的遠渡重洋，赴美進修。

在美國密蘇里大學修業期間奠定了往後走向專業領域的紮實基礎。不但課程安排的緊湊，老師教學的認真、活潑，實習、實驗的嚴格要求，經常小考的壓力，讓我深感來美，即是盡可能的學習，挖掘老師腦袋中的知識。學習老師、同學間做學問的態度。或許，美國同學來大學唸書絕大多數是出於自願。不像臺灣的學生，大半不知為自己的未來前途而唸書，而是受父母、親友的壓力影響，甚至逼迫而去讀大學、研究所。此即為社會文化背景不同，觀念不同所致。

美國密蘇里大學（羅拉校區）為一知名的地質礦冶大學，其專業領域分工細緻，課程開課廣泛，是朝向礦業地質發展的優質大學。我在地質研究所期間，專長為經濟地質，主修礦床的液包體研究；除研習高等地質專業課程外，該校亦重視野外實習與實驗

課程，以及論文研究之訓練。

在美的日子，修習科目的領域廣泛，盡可能把握機會，能多學習一些，使自己將來走向社會時，能貢獻所長。

四、工研院礦業研究所服務時期

民國 64 年美國密蘇里大學地質研究所畢業後，由於家父與國內地質界大老孟昭彝先生為大陸南開大學的同學（不同領域），相互熟悉來往，被推薦進入工研院礦業研究所服務（當時原想進中油服務，孟先生建議中油人事較為複雜，不如進較為單純學術領域的礦研所）。

在工研院礦研所 14 年服務期間，國內外曾參與執行或主持的主要計畫案件，依年度列於如下。

民國 66-68 年：國內金屬礦產調查，其地區包括台東利稻地區之金屬礦床，東南澳地區的層狀含銅硫化鐵礦床及國外印尼西加里曼丹的金礦調查。

民國 67 年：美國能源燃料探勘計畫的美國 19 鈾礦區地質調查。

民國 69-73 年：台灣省鈾礦探勘，其地區包括大屯山、北部三峽、尖石地區及西南海岸的重砂調查。

民國 70 年：國外巴拉圭探鈾計畫（中美韓三國電力公司合作探勘）。

民國 70-71 年：美國哈佛及萊斯大學的鈾礦地質與探勘技術之研究。

民國 73-74 年：國內白色大理石礦源調查計畫及國外印尼中爪哇地區的大理石調查。

民國 75-76 年：台北內湖垃圾場之污染調查計畫及國內核廢料場址調查計畫。

民國 77-79 及 86 年：台電美國鈾礦探勘開發顧問服務計畫，我國用過核燃料長程處置調查區域評選計畫，及台電與美國 Weston 公司、瑞典 SKB 公司合作核廢料處置計畫。

上述計畫案件仍可看出係運用地質和礦業背景專長才可完成的工作任務。

回憶先後在礦研所（後改名為能資所、能環所）14 年的時間，感謝過去的長官、同事們的指導、合作，當時有王榮輝副所長（原主任，後為副所長）、何春蓀顧問、陳志

賢主任、龍村倪主任、戴國邦主任、潘國樑主任等主管的支持提攜，以及諸多同事間相互的學習研究，獲益良多，包括有萬獻銘、藍晶瑩、周順安、游芳松、雷大同等研究員。其中值得一提的是在參與美國及巴拉圭鈾礦計畫中，與當時的台電燃料處許富次專業工程師的共同合作執行，才能順利完成任務，也一併在此衷心感謝及感恩。

五、中國文化大學服務時期

自民國 66 年起，一直在中國文化大學地質系及臺北科技大學材料及資源工程系兼課，所以熟悉礦冶、地質兩領域之間的關係，也一直有興趣遊走這兩個領域之間的專業學科。直到民國 79 年（我尚在能資所服務），有一天，當時文化大學理工學院的殷富院長打電話找我，問我是否有興趣來文化專任教職，並擔任系主任職務。當時經我慎重考慮一星期後，認為我到文化大學更能發揮我的專長理想，與家人商量後，決定接受這項專任教職並接下系主任職務。

一晃眼，在文化大學渡過了 22 年。當時，地質學系由當初的一、兩位專任教師，增聘到目前的七位專任及五位兼任教師。由僅設有的大學部，在民國 100 學年度起設立地質研究所地質組。其專長領域也由當初的傳統地質學科，趨向開設應用面、廣泛面及實用性的學科，期能造就學生就業機會，增廣專業領域。文化地質系教師的研究計畫案，其領域已擴及到礦業環境災害、水文地質、地震、火山災害、地形變遷以及地質資源等多項領域。不但發揮教師自己的專長外，也讓學生有機會認識、學習到地質領域的廣度。而在系上的儀器設備部分，也符合大學、研究所之需。

在文化大學地質系 22 年服務期間曾執行及主持的主要計畫案件，依年度列於如下。

民國 79-81 年：台灣市場進口天然石材之分類與岩性研究。

民國 82-84 及 88 年：礦區（大理石、蛇紋石、閃玉、雲母等礦）開發規劃計畫，其包括建立專區示範礦場、和平礦業專業區開發、採礦場整復及土地二次利用之研究，豐田礦業專業區規劃開發、向陽礦業專業區規劃開發以及東部地區工業原料礦場整復及土地二次利用之規劃等計畫案。

民國 83-86 年：教育部大學基礎科學改進（寶石礦物學實習）計畫。

民國 85-88 年：台灣東部地區河川砂石調查規劃，其地區包括和平溪、立霧溪、花蓮溪、卑南溪、秀姑巒溪等流域地區。

民國 85-87 及 91 年：台灣經濟礦物（金屬、非金屬、能源礦產及地下水資源）之書籍編撰及礦產資源分布圖繪製計畫。

民國 88-91 年：台灣陸上砂石調查規劃，其地區包括台東縣、花蓮縣、台中縣等之農地、平地、坡地砂石資源調查及分布圖之建置。

民國 92-95 年：台灣能礦資源坑道及礦渣堆調查計畫。

民國 97-99 年：台灣廢棄坑道之地盤下陷災害潛勢評估計畫。

由上述計畫案，同樣可看出我仍然熱衷於地質和礦業相關性題目的研究計畫。

在文化地質系服務期間支持及關心我的長官及同事中，包括有劉鴻喜院長、劉廣英院長，以及同事們的相互支持。國內地質及礦冶界的大老：陳培源、譚立平、盧善棟等位先生對我的提攜。其中，值得一提的兩位得力大將助手嚴治民與游才潤（前後任助教），兩位均長期陪伴我渡過這 20 餘年光景，無論遇到快樂或困難事務時，均給予相當賣力的協助與支持。

六、退休後的专业參與時期

雖已退休 4 年，其間仍熱愛參與礦業、地質領域的學術活動。目前仍在中國文化大學地質系及台北科技大學材料及資源工程系兼職授課；也參與中國礦冶工程學會及中華民國鑛業協進會的理監事會及學術委員會。此外，也在退休後的 102 至 104 年期間受某私人集團之邀請擔任海外礦業地質顧問，赴緬甸進行銻、錫、錳、鎳、鉻等礦種的礦產調查及開發評估工作。

回顧自己在礦冶及地質領域的鑽研，從自己的熱忱與一路堅持，加上不同成長階段的人、事、物，構成了這幅人生藍圖，但個中酸甜苦辣，點滴在心頭。時值九十週年慶會盛事，綜觀臺灣的礦業起落與未來走向，除了先賢們胼手胝足建立的基礎外，還需後進學子們的努力，同時兼顧到礦業、地質雙重領域的專業技能。希望能將這些過往點滴，分享予諸位，相互勉勵。最後，謹以「礦業和地質相關性極為密切」作為結論。✱

海天油蹤——參與中油國外鑽井紀要

～油人漂泊浪跡天涯，凡走過必留下痕跡；記憶卻讓往事停留在那兒～

■ 黃耀宏*

我的國外鑽井經歷

我從事探勘鑽井工作 41 年，以實習員、工程隊助理或副隊長身分，共鑽鑿 10 口井；在國內擔任隊長，共鑽、修、廢井 32 口井；在國外 4 個礦區擔任代表或直接督導，鑽鑿 6 口井；在現場參與口數計 48 口井。本文僅提供個人在國外各礦區所遭遇之困難點、特殊工程事故、經驗與心得等，供讀者參考。

鑽井油人，一生注定漂泊，更沒想到會浪跡巴布亞新幾內亞、馬來西亞、日本，屆退前更被派至遙遠的非洲查德，體驗在極端偏遠的村落，過著終日與鑽井隊為家的鑿井生涯。實習從井場開始，屆退從井場結束，圓一有始有終之夢。走過四個國家四個礦區，凡走過必有痕跡，且記憶停留在那兒，那麼飽滿，茲陳述於後。

中油的國外鑽井類型

中油公司肩負石油與天然氣之探勘、開發、生產、煉製與銷售業務負責充分供應國內所須之油氣能源與石化工業之基本原料。台灣陸上及海域經歷多年來探勘，並加以開發生產。由於台灣地質複雜、地質儲集之油氣資源過於分散，除早期有豐富天然氣生產供應外，國內所需之石油與天然氣，絕大部分仰賴進口。國外油源及國際油價常因應政治、外交互動，石油輸出組織與非組織生產國間之競爭等錯綜複雜的國際關係，及市場因素的影響而不穩定，為了掌握穩定的油源、分散來源及降低進口成本，台灣中油乃積極進行國外石油探勘與開發的業務。

中油探採事業部（前身為台灣油礦探勘處、台灣油礦探勘總處）於民國 55 年起，開始以不同方式，參加國外探採業務，在國外鑽井之類型包括：

* 台灣中油公司探採事業部前鑽井隊長

一、技術服務

- (一) 鑽機與全隊人員同時出國服務：民國 55 年指派 1 部鑽機與全隊人員赴韓國鑽井工作，總共鑽鑿 3 口地層井，係以服務合約方式，協助韓國鑽井，雖然不能增加國內油源量，但技術輸出是國外探勘的第一哩路。
- (二) 工程人員出國服務：民國 70 年起，前進日本九州大分縣地熱鑽井服務工作，鑽機及材料由日方提供，迄 91 年停止服務工作，斷斷續續地，在 16 年期間，共鑽鑿 22 口井。其間大部分鑽鑿叢式定向井，目標半徑範圍小，井程要求嚴格，另漏泥情形嚴重，堵漏費事，幸工作人員均是一時之選，表現卓越，皆能順利完成艱鉅任務，贏得合作公司之佳評。

二、國外合作採油

- (一) 中油在海外之石油探勘活動最早在菲律賓，於民國 59 年以宿務礦區合作案開始，至 80 年禮智島合作案結束。曾有一合作案，中油公司直接與菲律賓政府單位簽約取得礦區，開創台菲斷交以來首度與政府單位簽訂合約。在菲合作採油期間，曾在馬尼拉設立中油公司菲律賓分公司，並擔任經營業人。中油公司指派震測隊、地質調查隊及 1 部鑽機與全隊人員赴菲律賓鑽井。
- (二) 民國 75 年中油在阿聯大公國凱馬邦海域礦區成功鑽探發現沙禮海域油氣田，該案經營人 Gulf 公司曾因一時租不到海域鑽井船，中油乃將在台灣海峽鑽探租用之伍德和 8 號鑽井船轉租，連同中油在船上之鑽井工作隊伍一併承攬鑽井技術服務，連船帶人航至波斯灣，完成任務後再返回台灣海峽繼續進行中油鑽井業務。
- (三) 中油公司的國外合作採油，可分為下列兩類：1. 礦區由國外油公司擔任經營人，中油公司持有不同百分比率之工作權益；2. 中油公司取得國外礦區持有之工作權益較多，擔任經營人，並邀請其他油公司參加，分擔投資風險。

無論是中油公司擔任經營人的馬來西亞、非洲加彭、巴布亞新幾內亞、利比亞及查德等案，或是由其他公司擔任經營人之合作，在礦區所鑽的井，均由專業鑽井技術服務公司承包鑽井作業，只是中油擔任經營人之個案，中油公司會派鑽井代表擔任監工。

巴布亞新幾內亞海域鑽井

國外探勘初體驗

巴布亞新幾內亞 PPL-59 礦區係中油公司首次經由簡報、查閱與購置資料、研究、

分析、競標、得標、洽談、簽約等，一系列完整的查尋、評估、決策過程後取得之國外礦區。其間中油公司各階層主管、技術、管理同仁在這一系列過程中，無不費心費力投入，發揮個人所長與團隊精神，做中學，學中做，獲得經營國際性石油業務之寶貴知識與經驗。

我於民國 78 年 4 月奉派駐巴布亞新幾內亞擔任海域鑽井代表，當時我已經進公司從事鑽井工作 15 年，舉凡鑽井設備、工程設計、國內外採購，都曾經承辦過，並已經在台灣陸上擔任鑽井隊長（代表）6 年，確實累積不少工程實務經驗，但台灣陸上鑽井，係依據事業部鑽探建議與鑽井設計施工，不須要鑽井契約之牽絆，為慎重起見，出國工作前，也前往海域鑽井船見習，實地瞭解鑽井契約之架構與執行。

做中學 學中做

當年先至新加坡接收鑽井船、補給船與驗收材料，類似此項工作，我未曾接觸過，不知從何做起，所幸有同梯次徐兆銘君指導，他進公司分發在海域處鑽井部門工作，熟稔海域鑽井契約內容與執行，我從旁學習受益良多。

鑽井船係法國油公司 Trident III 三腳昇降式者 (Jack up)，無動力；材料倉儲 (Ware House Barge) 係利用報廢伍德和 8 號鑽井船改裝者，亦無動力，兩者均須由補給船拖拉，接收、盤點與驗收，工程相當繁瑣，另我初次赴國外工作，英語能力尚待加強，但敢開口溝通，也算是走出第一步了。

中油為順應世界性合作經營趨勢及分散投資風險，慎選財務健全，且信譽較佳之韓國油公司及比利時 Petrofina 油公司簽署礦區轉讓合約與合作採油契約，分別轉讓各 20% 工作權益。經營人有了合作夥伴，等同有人隨時監督著，基於尊重合作夥伴之權益，前置作業與工作報告，均須知會合作公司，另與官員、協力廠商、辦公室當地職員互動，英語溝通及書信往來頻繁，往往合作公司來函，尚未函復，第二封信又跟著來了，當然得加快腳步回信呀！無形中，英語能力進步了。

碳酸鹽層漏泥 有驚無險

為節省鑽機、補給船、材料倉儲等待費用，合作公司決定在本礦區連續鑽探 2 口井，第一口井 Morigio 於民國 78 年 5 月 11 日開鑽，7 月 26 日鑽抵目標深度 3990 公尺。第二期鑽進地層大部分屬於碳酸鹽層，鬆軟破碎之漏泥層，經鑽頭壓碎後，幾乎漏泥至完全不循環，早在開鑽前，即已預估有此地層特性，乃提前簽訂契約，委請顧問公司提

供「Mud floating cap」高壓井控設備與技術服務，並常駐現場待命服務。鑽進中，由於長區段漏泥不循環，傳統配製泥漿根本無法因應大量的漏泥，只能分別從鑽桿內與鑽桿外，泵送大量海水取代泥漿，且司鑽得經常停泵作 Flow check，觀察泥漿溢流情形，並推測井內液面位置，避免衝噴 (Kick) 情事發生。若有衝噴時，當請該團隊啟動制噴操作，所幸鑽穿千餘公尺之碳酸岩層至預定深度，並下完中間套管妥，均未發生地層流體竄出，有驚無險。

發揮所長 贏得承商佳評

鑽抵 3990 公尺，準備起鑽電測時，鑽串在井底發生卡鑽，排阻未成，我奉命救援擔任駐井督導排阻與打撈事宜，打撈雖有程序，但沒有百分百 SOP，只能視井況與打撈進展情形，憑經驗逐步採取打撈步驟。

此 2 口井雖有簽訂打撈服務合約，但井況瞬息萬變，所須要的打撈器材，實無法在現場備齊，必須從新加坡或向境內油公司洽借，我在井場隨時掌握井況、瞭解現有打撈器材及下一步驟可能須要提前準備之器材。剛打撈時，幾乎無進度，承攬商很沒耐心，一再追問：「何時廢井 (abandon)」，我堅定地回答：「Never give up」，遭遇瓶頸時，我也曾越洋電話請教當時台探總處打撈部徐仁鑫領班，畢竟老領班臨場經驗豐富，值得借鏡之處多呀！但大部分我憑藉過去在台灣陸上所見所聞、實務經驗，指揮若定且按部就班地進行細膩打撈作業，經過整整二個星期的艱辛打撈，總算撈獲全部遺留管串。

證明有能力進行國外合作探勘

打撈成功，法國鑽井船全體工作人員，刮目相看，讚譽有加，他們認為「淺井怕噴井，深井怕打撈」，本井是深井，扭力傳遞不易，井況難以掌控，況且本井打撈經過強拉強扭排阻、測自由點、炸退或盲退、盲接、套洗、跳打等繁複程序，加以現場補給不易，徒增打撈之困難度，須審慎因應，但出乎它們意料的是 OPIC (Overseas Petroleum Investment Corporation 海外石油及投資公司) 做到了。

打撈後，下鑽頭沖洗，並順利地下妥 7 吋套管。經電測後，發現有油氣徵兆，乃知會 (Notice) 承商準備試油氣設備與人員服務，該租金及服務費昂貴，現場必須很有效率地執行，以節約公帑。原計畫試油氣 5 次，但測試 2 個主要地層層次，結果油氣無經濟生產價值，其餘 3 個層次也就放棄，不測試了，水泥回堵後廢井。

第二口井 Rama-1，3169 公尺鑽穿目標砂岩後，電測未發現油氣，水泥回堵後廢井。

中油以最經濟有效的方法，順利地鑽鑿兩口井，「雖沒有發現油氣，但就探勘及鑽井工程而言是成功的」，這句話是巴國能礦部給中油的評語。證實中油有能力進行國外合作探勘。

馬來西亞陸上鑽井

各項契約逐項審查與議價

中油公司歷年來在馬來西亞經營礦區共有三處，海域二處：沙巴西北海域礦區、海域 SK-7 礦區；陸上 SK-12 礦區。

SK-12 號礦區位於馬國沙撈越陸上，民國 80 年鑽鑿 2 口井，Teres-6 號井 2474 公尺，經地層測驗結果為乾井，廢井；Bawan-6 號井 1820 公尺，電測結果為水層，廢井。

我奉命與陳裕國君輪流擔任第三口井 Oya-1 號井駐井代表，於民國 82 年 11 月開鑽，井深 2631 公尺，經地層測驗結果：日產天然氣 20 萬立方公尺，未達商業開發價值，乃於翌年 1 月水泥回堵後廢井。

當年雖然還尚未實施採購法，但各工程契約仍得詳加審查、驗算各廠商規範、數量，並依前承攬價，參酌市場價與對方議價後，先簽訂草約，送馬國油公司審核，再陳報公司核定。在實務上，鑽機規範是最繁瑣的，但在國內長期鑽井耳熟能詳，審查鑽機自是得心應手；經常在嘉南地區鑽鑿定向井，對於定向井器材規範、數量準備，也不陌生；泥漿材料之數量，則缺乏概念，乃將本井套管設計，傳真給國內鑽井泥漿部門工程師郭兆標兄，他規劃妥各項材料、數量及價格後，傳真回分公司，有資料在手中，就可以與 MI 泥漿服務公司商討與議價，最主要在於材料不宜準備太多，因為泥漿材料，大部分以紙類包裝，耗損率高，且有使用期限，沒用完的材料歸還給廠商，還得付 Buy back 15%，所費不貲，此小動作，卻可以為公司省下不少鑽井成本。

他山之石可以攻錯

現場 Baker Hughes 公司定向鑽井工程師只有 1 人，執行 24 小時定向鑽井作業，工作時間長相當艱辛，敬業精神令人敬佩。8-1/2 吋井孔定向時，只採用 3 單根 6-1/2 吋鑽鉞，其餘則採用 5 吋重鑽桿，管串硬度較軟，還可以做為鑽頭加重用，鑽串也比較不易斷損，一舉數得。返國後，我在現場 8-1/2 吋井孔經常採用「以 5 吋重鑽桿代替鑽鉞」之方法，起下鑽較快，也可以減少鑽鉞斷損的機會。

本井泥漿測錄儀有增設 Measure while logging (MWL)，也就是隨鑽測井儀功能，除

了隨時提供定向資料，也可以顯示即鑽地層資料，鑽抵目標砂岩時，呈現良好油氣跡象，必須藉助地層測驗，瞭解蘊藏潛能，乃依據 MWL 資料，函請廠商動員地層測驗 (DST) 設備器材與服務團隊，因此 DST 得以無縫接軌地進行，避免支付鑽機及協力廠商待命 (Stand by) 費用。

本井位於河邊，鑽井期間，遭遇豪雨成災，河水氾濫並已淹至井場 1 公尺高，承租之快船，已在岸邊待命，面臨是否從井場撤退之關鍵時刻，我經過深思熟慮後，決定固守井場，必要時，工作人員再全部上至有 9 公尺高之井架工作台面，幸雨勢小了，河水也逐漸退了，除了井場部份設備、器材泡水稍有損失，但工作人員都安全，才是重要。

日本九州地熱鑽井

民國 88 年 8 月徐良夫隊長與我奉派輪流擔任 2H-22 號井經理兼代表，本區塊地熱井特性：叢式定向井，井程偏距長，軌跡要求嚴格；地熱井高溫、漏泥、高產量；重視工安區域環保等，鑽井過程關關難過，關關過，順利鑽抵目標井深 2302 公尺，表現卓越，贏得合作公司之佳評。工程隊返國後，日方來函致謝。91 年鑽鑿 H-33 號井日方高層，特地前來台灣，要求原班人員，重回九州服務。有關工程報導，將另行撰文於中油刊物。

非洲查德陸上鑽井

鑽井作業涵蓋範圍廣、招標複雜與行政程序冗長

非洲查德分公司是本公司目前唯一國外礦區經營人。民國 88 年政府採購法實施後，突顯國外鑽井業務招標之複雜與行政程序冗長。查德鑽井全攬契約內容，含鑽機等 10 個契約，以及 3 個採購案。本標案工程相當浩大、文件繁瑣，幸查德石油暨能源部則允許所有之鑽井全攬契約 (Drilling bundle services)，可以經由一個招標案，由一廠商全部承攬。

招標案繁瑣，應提早準備前置文書作業，並經公司層層審議通過，始能上網公告，再經資格標、技術標、價格標、簽約等，完成招標手續。另應假設所有設備與器材，均須從查德境外進口，準備期約 6 個月，規畫時，應一併考量，以期符合既定之期程開鑽。

人力斷層嚴重帶領新秀戮力以赴

我於民國 100 年 7 月派赴查德分公司擔任鑽井經理，任期 2 年，主導 3+1 口井契約製作、簽核、招標、決標，並順利鑽鑿 4 口井；爾後又主導 4+2 口井契約製作與修訂，任何契約經過執行後，總是有其盲點、缺點，經修訂後，讓契約趨周延。

民國 103 年 11 月現場 2 套鑽機同時鑽井，需要鑽井代表駐井，由於公司之人力與經驗斷層約二十年，足堪擔任鑽井任務者，寥寥無幾，一時間找不到適當人選，我乃奉命重披戰袍擔任督導兼代表。

一、查德是專制及人治國家，政府機關效率差，若文件必須上級單位核准者，務須要提前作業，並尋管道催促，始能進行下一階段工作。井場土地之取得，完全由管轄之酋長、村長決定，要事先做好公關及作物補償事宜，並與居民做好睦鄰工作。查德相當貧窮落後，百姓貪得無厭，設法請承商施小惠，讓抗議、擋路、陳請等事件，減輕至最低。

二、查德 BCO-III 礦區及鄰近油公司之礦區之地層，均無高壓層存在，故本區塊無投保井控險。我擔任 Mouroumar-1(M1) & Benoy-W2 號井督導，M1 鑽進中，遭遇工程特殊與困難點如下：

1. 12-1/4 吋鑽頭鑽進至 1904 公尺，下套管至 1166 公尺後，全程漏泥，泥漿無法回流，大鉗又故障，緊急至鄰近 Mbaikoro-1 號井調撥安裝，順利將 9-5/8 吋套管水泥至下妥，共漏泥 198 公秉。
2. 鑽進至 2266.8 公尺出現井漏，最大漏速 1.0 kl/min.，漏速大，無法繼續鑽進，研判已鑽入基盤，經堵漏 2 次後，不再漏泥，並下妥 7 吋襯管及水泥妥，本期鑽進漏泥共 88 公秉；但 7 吋襯管掛 (Linger hanger) 原廠設計有問題，設置襯管後，襯管掛無法退出，經排阻 2 小時後，始勉強退出；若襯管掛退不出，本井就報廢了。事後，開會決議：請長城公司督促製造廠商改進襯管掛品質，提高工作安全。
3. 本井無設計 6 吋井孔鑽進，鑽頭先以沖洗水泥因應，再補充之，加以基盤岩性緻密，鑽進率非常差，成本高。事實證明在緻密地層鑽鑿，有油氣潛能之機率低，應避免小徑鑽頭鑽進。
4. 本井鑽進至 2350 公尺停鑽，經測試油氣，產量豐富約近萬桶 / 天，惟地層產出之原油，不能燃燒，只能以儲桶暫存，故地層測驗時，節流嘴 (Choke) 不宜太大。

原油之現場儲罐與運輸，另作契約因應。查德官方及民間環保意識抬頭，廢棄物、原油輸儲要求日趨嚴格，增加鑽井成本至鉅。

Benoy-W2 計畫定向井，乃事先與長城公司簽訂統包 (Term key) 定向契約，含設備器材與服務費等，現場工程師只要負責工程執行就好了。長城鑽井隊、定向團隊、OPIC 三方 24 小時密集合作與監控，我方是老闆，又熟稔定向鑽井施工，乃負責主導定向工程。另惟恐 12-1/4 吋裸孔區間長，浸泡久，乃提前 135 公尺，下 9-5/8 吋套管，鑽進至 3230 公尺，定向軌跡、偏距符合需求，與靶心誤差僅 5 公尺，可見井程控制良好，惜未鑽獲油氣，回堵後廢井。

因查德油氣潛能佳，為積極開拓油源，中油公司以海外石油及投資非洲公司（簡稱 OPIC Africa）名義，與查德政府簽署礦區契約，取得 BLT I、BCS II、BCO III 等 3 礦區 70 % 工作權益。迄今已鑽鑿 12 口井，有 6 口鑽獲油氣。其中於 BCO III 礦區 Benoy-1 及 Mouroumar-1 兩口井皆可日產輕質原油約數千桶，這是中油公司國外探勘 50 年來最重大的發現與突破。目前查德礦區尚在探勘階段，並朝礦區之生產開發準備，有可能是中油公司第一個自營之開發礦區。

結 語

- 一、中油公司探勘獲得淨利比例偏低，國內能發現大油氣礦區之機率，愈來愈低，應設法取得國外礦區，提高鑽井成功率，新增蘊藏量。
- 二、赴國外工程人員須獨當一面，若有工程問題無法克服，應虛心向國內有關單位與人員請教；擔任鑽井經理須熟稔工程設計、現場實務、設備及器材規範、英文鑽井契約、採購法、當地政府對礦區經營之規定、其他油公司之作法等，始能因應繁瑣之鑽井全攬契約招標作業。
- 三、中油公司原有能力經營國外礦區，但資深者紛紛屆退，應加速強化經驗傳承，培植新秀。查德礦區是目前唯一自營礦區，加速探勘階段，也是新秀練兵的舞台。期望公司、立法院、社會大眾能夠持續支持國外探勘。

中油公司探勘獲得淨利比例偏低，為達成公司自有油氣產量佔公司需求 10% 之目標，最重要的課題是強化經驗傳承，培植新秀，積極取得國外潛能礦區，提高國內、外鑽井成功率，新增蘊藏量，願與中油鑽探員工共勉之。

✱

臺灣煤礦國寶

國立臺北科技大學傑出校友 賴克富專訪

■ 國立台北科技大學校友會

台灣煤礦國寶賴克富學長，新北市汐止人，幼時家境清寒，天性聰慧，小學五年級時由師長鼓勵，以同等學力考取汐止中學，求學期間，常利用夜間或假期賣香菸，做小工以博取蠅頭小利，補貼學費接濟家用，他在半工半讀的艱苦環境中成長，初中畢業名列前茅，被保送到省立台北師範學校，令人刮目相看，他也非常感謝父母養育之恩。因為家住汐止礦坑很多，經常發生災變，就想如果能讀礦冶或許有辦法能預防一些災變發生，減少人員傷亡，才決定報考省立台北工專礦冶科，並如願順利考取「省立台北工專」。但不幸在十六歲那年，父親五十歲因病逝世，家



（傑出校友賴克富）

庭頓失依靠，生活極其艱困，幸賴慈母茹苦含辛支撐家計，讓他得以就讀台北工專，五年的工專生活都是通勤上下學，先搭火車到台北車站，接著從台北車站走路到學校，即使冬天很冷也是一樣，在工專五年期間，做了五年的工讀生，每天下課留校為教授抄寫講義，兼打雜工作，夜間還要趕回汐止「和安醫院」擔任家教，求學時期非常用功，於民國四十五年二十一歲以優異的成績畢業於母校前身台北工專「礦冶科採礦組」，不僅如此，他以一個初出校門的學生，畢業同年就考上高等考試、礦業技師暨特種考試甲級技術人員及格，實屬不易，並於二十三歲時即取得了經濟部登記合格的礦業技師，不久又考入經濟部煤礦探勘處工作，歷任中國煤礦開發公司「南湖煤礦」、台肥公司「木南煤礦」工程師，賴學長平日工作努力盡職，研究心強，故甚獲長官器重，屢獲獎狀、記功、嘉獎等榮譽，為使理論與實際互相配合，賴學長亦極熱心於學術活動。

賴學長於台北工專就讀時，曾向美、日等著名大學申請入學獎學金，均獲全額補

助，但因家境貧困，為了生活不得不放棄出國深造的機會，而踏入社會工作，但是上天厚道於他，民國五十六年六月由台灣省礦業研究會之推薦，並經中日文化經濟協會遴選合格，公費派往日本研究採礦技術，為時半年，在日本研究期間足跡遍歷日本各大小煤礦場，為了加強學習心得，均深入礦坑做實地研究，以冀求人之長補己之短；回國後，由於對薄煤層機械化採煤及煤面支撐鋼鐵化設計，著有實績。於民國五十九年九月又由海山煤礦公司再度派往日本研究深坑溫度之控制，歷時二個月，心得殊多。於民國六十二年五月應馬來西亞華僑之邀請，前往馬來西亞及泰國設計煤田開發計畫及指導開發技術，開創我國煤礦技術人員援助外國之先鋒。

由於賴學長在學術研究工程技術及研究發展各方面均有卓越成績表現，於民國六十年十月由中國工程師學會選拔為該年度全國優秀青年工程師加以表揚，民國六十二年九月，經國際青年商會中華民國總會嚴格審慎評審結果，評選為該會第十一屆全國十大傑



當選全國十大傑出青年，由夫人陪同於基隆市區遊行



賴學長與原住民採煤工合照於工作現場

出青年，同年十一月又被選為母校第一屆第一位傑出校友，賴學長卓越的貢獻，同時也獲名列英國劍橋傳記中心「**世界名人錄**」之殊榮。

和藹的眼神中透露著堅毅與卓視，現年八十二歲的傑出校友，老當益壯談吐與氣度絲毫不減年輕時的意氣風發，賴學長說煤礦對於台灣的經濟起飛貢獻至鉅，而且提供數以萬

計的就業機會，以民國五十六年為例，臺灣地區煤礦有 366 個生產坑口，員工數達 6 萬 5 千餘人，連同產業相關就業人數更達 8 萬 1 千人左右，若以每戶 5 口計算，即有超過 40 萬人依賴煤礦業生活。台灣礦業的發展他瞭若指掌，可說是台灣礦業的第一把交椅，礦業就是他的專長無庸置疑，常年至各大學演講與莘莘學子分享討論台灣的煤礦重要知識，甚而更進一步應邀赴北京「**中國礦業大學**」演說，分享「**黑金**」領域的知識與傳承。

至於賴學長對台灣煤礦產業的看法他說：台煤開採歷史逾 125 年，回顧民國五十三年台煤年產量突破 500 萬公噸，連續保持五年之久，民國五十六年更以 5,078,403 公噸創下台煤有史以來年產量最高紀錄，民國四十年到六十年二十年間，我國工業突飛猛進，邁向開發中國家之列，最大功臣應屬煤礦業，因為全國火力發電廠、火車鐵路運輸及各種工業都是以煤炭做燃料。賴學長說台灣煤礦產業終結的原因有二，第一台灣的煤層相對他國較薄，平均約 45 公分，限於自然環境因素，採煤數量自然有限，但也因為如此，台灣才會擁有更豐富的薄煤層開採技術與經驗，第二賴學長說：開採煤礦是高度危險的行業，要「**活著出坑**」才算人，於採礦後期因為危險度更高，已較少人願意進礦坑工作，所以在煤礦產量有限，人源又不足之情形下，台煤終須走入歷史。



全球最短之「**摩擦鐵柱**」支撐於煤厚45公分之採煤面實況

談到賴學長對台灣煤礦業的特殊貢獻

1. 創作彎鋼拱機器：解決台灣煤礦深部開挖之支撐問題，對礦場推行使用機械化居功厥偉。
2. 砲孔填塞用砂條及製作機可節省炸藥 20% 以上，並可減少礦場災變之發生。
3. 全球首創自製成功之最短「**摩擦鐵柱**」推行煤面支撐鋼鐵化，並榮獲中國鑛冶工程學會之論文獎，於民國七十年十一月獲頒該學會最高榮譽之「**技術獎章**」。

在技術成就方面的貢獻

以獨特技術使用 MCE 40-1313 型割煤機，創下以同型機械開採最薄煤層之記錄，提高了我國工程師之聲譽與地位。

對國家社會之貢獻方面

1. 民國六十二年應聘赴馬來西亞及泰國設計煤田開發計畫及指導開坑技術，不只加強國民外交工作，同時亦開創了國內礦業技術外援其他國家之先鋒。
2. 民國六十三年九月奉派以中華民國代表團團員參加在美國底特律召開第九屆世界能源會議。



賴克富學長與蔣經國總統於坑口合照

3. 民國六十四年六月再度應聘前往印尼，六十七年七月應菲律賓國家石油公司之聘請，前往該國指導煤礦開發及設計工作，因表現優異榮獲該公司之感謝狀。
4. 研發成功多種採煤工具，如「**摩擦鐵柱**」等，以提高採煤效率及保障礦工安全。



賴克富學長(後排右一)與李登輝總統於坑口合照

賴學長工作之餘，經常以有關採礦技術之各項問題之心得，在礦業界各種刊物發表論述，並於民國五十四年編著「**坑內支柱手冊**」一書，該書內容以理論與實務並重，對國內礦場坑道規格化與礦坑保安之改善貢獻極大。民國九十五年以第一作者編著「**台灣的煤礦**」，該書內容將台灣煤礦的**歷史沿革**、**開採技術**、**保安技術**、**煤業政策**及**礦工生活**等之介紹，使社會各界對台灣煤礦的認識有所助益。

賴學長說，在煤礦界打滾了四十幾載，最讓他感到印象深刻的事，是陪二位前後任總統到煤礦坑內現場做說明，**第一位**是民國 63 年 6 月 1 日陪蔣經國總統（當時為行政院長），巡視台灣第二大之「**海山煤礦**」，**第二位**是民國 72 年 7 月 23 日陪李登輝總統（當時是台灣省主席）巡視台灣最大之「**瑞三煤礦**」。賴學長說他原來在國營「南湖煤礦」後改名為「**木南煤礦**」工作，於民國五十五年海山煤礦董事長李建川先生邀請他到海山上班，由採礦課長、坑長、再升為副所長，全權負責礦場運作並管理 1200 位員工，在「**海山煤礦**」通常礦工是早上六點進坑，但他每天清晨五點半就先到礦場進行準備工作，當時初二、十六是公休日，但他並沒辦法休息，而是要利用那二天進坑監督機電維修與擔任保安訓練講師，就這樣在海山工作了二十三年，長期下來身體無法負荷，因此得了十二指腸潰瘍，在上課中因大量出血而昏倒，所幸緊急送醫才保住了生命，這些事情讓他終生難忘。

賴學長曾任職海山煤礦副所長、經濟部礦業司技正、臺北市礦業技師公會理事長，現任台灣區石礦業同業公會秘書長，膺選與礦業有關的三個學會擔任二個常務理事及一個常務監事，另外應聘為砂石業有關的三個公會擔任顧問。

「**一勤天下無難事**」「**一分耕耘，一分收穫**」天下沒有白吃的午餐，賴學長這樣說，舉凡天下事，成功與否端賴我們是否肯下工夫努力，對於學弟妹的建議是，多學習語言，他說外語對他幫助很大，因他會講日、英、德語才能於民國七十七年擔任第一屆國際醫學氣功大會之台灣代表團副團長，也因此才有機緣透過北京中醫學院院長介紹，跟著氣功師傅一對一學習練氣功，讓他身體變好，才有精力為礦業繼續努力到今天，賴學長說：「**為人必須要打拼**」但打拼不一定會成功，但肯定的說，不打拼連成功的機會都沒有。

一個成功的男人，背後一定有一位偉大的女性支持著，賴學長也不例外，賴學長除了在礦業界有成就傑出外，他有一個幸福美滿的家庭，賢內助何蓉美老師，也為他養育了一男三女，很優秀又孝順，都受過高等教育，夫人勤儉持家，使他能專心於研究設計工作，賴學長以其卓越的學識和刻苦奮鬥的精神對社會國家的貢獻實堪為現時代青年的楷模。

賴學長說他一生有數位貴人提拔與指導，特別在此向他們致上最崇高的謝意與感恩，如南港國小何東源校長、海山煤礦李建川董事長、省立台北工專唐智校長、經濟部聯合礦業研究所馮大宗所長、經濟部礦業司樊遺風司長、經濟部礦務局朱明昭局長、台灣煤礦業經濟文化促進會吳坤玉理事長及台灣區石礦業同業公會蔡穗理事長等。

最後賴學長說：台灣煤礦業全盛時期之現場重要幹部，多由我們母校台北科大所培養出來的人，因此母校對國家社會貢獻至鉅，這段歷史記錄應加以記載，身為一位卓越校友在演講的同時，談到專業時就時時刻刻感謝母校的培育，使他能在煤礦領域對國家社會著有貢獻，這種引水思源的精神，昔日為青年典範至今仍值得我們效法。 *

（本文轉載自國立臺北科技大學校友會刊第 385 期（105 年 5 月 25 日出版））



十年史料集粹

工研院具備地熱資源調查、評估及地熱發電系統規劃、設計等技術，可提供地方政府 BOT/BOO 招商諮詢及地熱開發所需中低溫地熱發電系統整合設計與建置。

專業團隊竭誠為您提供服務：

- ✓ 地熱地質、地球物理及地化測勘
- ✓ 地熱資源調查與地熱概念模式建立
- ✓ 地熱井產能測試與潛能評估
- ✓ 高溫井測及含水層評估
- ✓ 地熱儲集層模擬與監測技術
- ✓ 結垢抑制與耐酸蝕管材技術
- ✓ 地熱發電開發諮詢



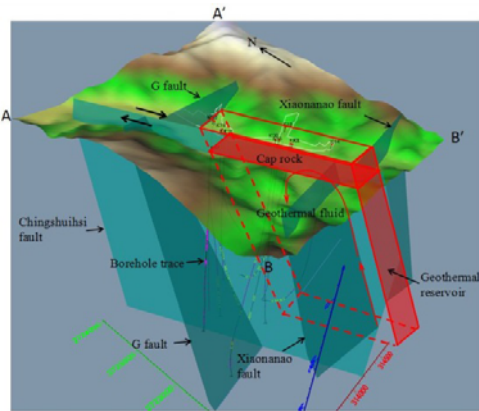
宜蘭清水 50kW 地熱增強型雙循環發電示範系統



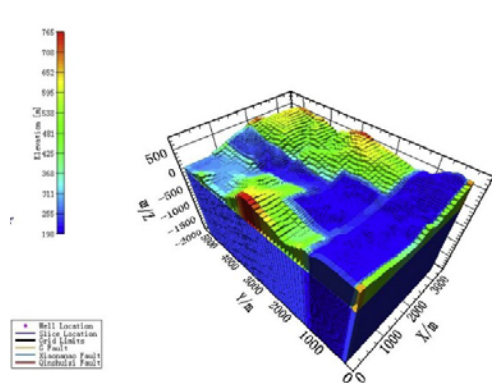
地熱水氣體化學採樣分析作業



地熱潛能區大地電磁 MT 現場儀器設置作業



清水地熱區三維水文地質概念模式



清水地熱儲集層網格數值化

最近十年紀要（民國95～104年）

■ 林再遷*

欣逢本會創會九秩大慶，會務在歷屆理事長、理監事暨全體會員之領導與鞭策下，蓬勃發展，績效斐然，茲就近十年重要學術活動之成果與貢獻，簡述如下：

一、年會重要建設性提案

（一）請政府鼓勵加強對國外能源及礦物資源掌握，確保穩定國內供應安全，以利整體經濟永續發展。

1. 近年來，中國大陸、日本及韓國等鄰近國家，積極計畫致力分散進口能源及礦物資源的供應來源，如中國大陸從早期唯一能源進口來自中東地區，極力分散來源，前已深入非洲、南美洲及東南亞等區域，而且中國大陸、日本分列世界第二、第三大石油消費國，經濟快速發展需大量能源及礦物資源，且與我供應來源重疊，相互競爭。
2. 我國能源供給幾乎 100% 仰賴進口，以往七成石油來自中東地區；四成煤炭來自中國大陸；天然氣更全數來自印尼及馬來西亞，當無法進口時，立即會威脅到我國經濟生命脈，能源及礦物資源來源多元化，才能有效確保國家能源安全。建請經濟部、經建會重視其重要性，研擬應對措施，鼓勵掌握海外能源及礦物資源，以因應未來趨勢。（民國 95 年）

（二）建請經濟部工業局，強化輔導及推動國內金屬及航太工業相關廠家進行 NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program) 特殊製程認證，以協助廠家提升製品品級，進入航太工業發展高值化領域。

1. 目前國內金屬產業多數廠家之生產雖已達國際大廠水準，但品質仍未臻高值化產品品級，例如：國內螺絲帽扣件加工業，在上游原料與下游良好加工技術結合下，約佔全球產量分佈之 14%，而高附加價值之航太扣件佔有率卻遠低於 1%。

* 本會秘書長

2. 為促進金屬產業產品升級與高值化，擬建請經濟部工業局，研擬擴大 NADCAP 認證輔導優惠措施，以協助廠家提升製品品級及獲得認證，順利進入航太工業高值化領域。

建請經濟部工業局，擴大 NADCAP 認證輔導優惠措施，鼓勵金屬製品業者提升產品品級，進入高值化航太產品領域。（民國 96 年）

（三）為確保國內砂石供需穩定，建請政府積極進行陸上土石採取相關法規鬆綁並推動土石採取專區。

由於平地農牧用地土石採取係屬中間利用行為，採取完畢後回填恢復農業使用，具有休耕增加農作物生產力之功能，建議政府（農委會）回歸非都市土地使用管制規則之規定，以容許使用方式開採土石。

建議經濟部依土石採取法第 7 條之 1 規定，積極推動陸上土石採取專區，以排除民眾疑慮，穩定國內砂石供需。（民國 97 年）

（四）為確保國內煤炭供應來源順暢穩定，建請政策積極輔導整合國內煤炭用戶進行海外煤炭資源探勘。

1. 我國煤炭之使用全部自海外進口，最近 97 年進口使用量為 6,296 萬 4,909 公噸，其中前三大進口來源國分別為澳洲、印尼、中國等國家。
2. 我國已無煤炭生產，無法調節因天災、人禍造成之煤炭價格起伏。例如 97 年初中國大陸因為雪災宣布煤炭暫停出口；澳洲昆士蘭省因洪水氾濫而減少煤炭出口，煤炭價格直線上升，一些煤炭供應契約甚至被終止；我國也只能隨波於煤炭現貨市場搶購現貨。
3. 最近台電及中鋼公司皆投資澳洲煤礦場，因大型煤礦場資金規模雄厚，我國企業投資所占個別煤礦場資本比例不高，為增加本國廠商在具潛力之大型煤礦中，取得較大資本比例之掌控權，宜整合國內各主力煤炭用戶，針對國外有潛力之煤礦場進行投資，謀求本國煤炭供應之穩定。

建議整合國內使用煤炭大用戶，針對國際上有潛力之煤礦場進行探勘投資。（民國 98 年）

(五) 立法院一讀通過之「溫室氣體減量（簡稱溫減法）」疑義甚多，建請主管機關儘速與工商業界充分溝通，以消弭窒礙、提升可行性。

建議：

1. 名稱及架構：以「氣候變遷法」涵蓋溫室氣體減量與氣候調適是當前趨勢。我國溫減法草案卻在名稱上與瑞士在 1999 年制定的 CO₂ 減量法相似，過於偏重減碳而忽略調適，已不符潮流。
2. 政府責任：英、日之減碳母法及韓國之母法草案都將各類減碳及調適視為政府的當然責任。我國亦應以同樣方式看待溫室氣體減量措施，並在母法中明述，使政府必需全盤承擔減碳及調適的責任。
3. 推行組織及機制：國際上認為需由最高行政機構首長來決策及推行，才能兼顧減碳、能源、經濟、調適及人民就業。我國溫減法的設計是由環保署主導，恐因位階過低而難兼顧全盤，亦難有效掌握減碳目標及期程。
4. 兼顧經濟發展：這是國際上推行溫室氣體減量的一項重要原則。工業部門的減碳以不傷及國際競爭力或造成「碳洩露」為原則，故以「國際標竿」及「部門別對策」統一要求全球產業較恰當。我國溫減法在效法國際上嚴格的核配與罰則時，也應採納其對工業部門的合理配套，以免導致我國產的減碳負擔遠較各國同業為重。
5. 考量減碳代價：符合「成本有效性」是國際上推行溫室氣體減量的另一重要原則。因此在減碳規劃時多先納入代價較低的對策，例如降低電力的排放係數及交通、住家節能等。我國溫減法在規劃溫室氣體減量措施時也應參酌國際趨勢，充分考量「成本有效性」，避免因不計代價的要求產業界減碳，以致重創我國經濟發展與人民就業，並使社會問題更為嚴重。

(六) 2008 年以前東南亞各國紛以保護消費者為由，規定進口鋼鐵產品須強制驗證才准予通關，建請主管機關儘速在 WTO-TBT 會議提出異議，或聯繫各國相關機關及進口商協會推動進口國取消或放寬限制，以利鋼鐵產品貿易。

1. 建請主管機關儘速在 WTO-TBT 會議提出異議。向相關國家國貿部門或其主管機關提出強烈抗議。聯絡各鋼廠所在國家之 WTO 代表或國貿主管機關，採取共同

步驟在 WTO 相關會議持續提出議案或報告，以突顯規定進口鋼鐵產品須強制驗證違反 WTO-TBA 之相關規定。

2. 進口鋼鐵產品須強制驗證，對各國進口商之供應鏈管理將形成重大衝擊，不僅延誤貨品通關時間，也增加取得進口准證成本，對消費者而言反而不利。建請主管機關駐外單位儘速聯絡各國之進口商組織或相關協會向進口國主管機關提出陳情或抗議，促使進口國重新考量鋼鐵產品須強制驗證之政策，以縮減須強制驗證項目，終極目標為取消鋼鐵產品須強制驗證規定，以突確非關稅貿易障礙。（民國 99 年）

（七）邇來媒體報載有關全面解除砂石管制輸出，開放砂石出口問題，環視目前國內砂石供應仍須仰賴進口砂石前提下，仍宜有限度開放出口以穩定砂石供應。

1. 依經濟部礦務局 99 年台灣地區砂石產銷調查報告，國內近幾年自中國大陸進口砂石年均量約 1,500 萬公噸，占年均總供應量 20% 以上。自 88 風災後，砂石進口只剩北部及中部兩地區，顯示國內即使 88 風災帶來巨量河川淤積砂石，但受限運輸成本無法大量北運，砂石供應仍存在區域性失衡現象。
2. 國內往年僅有花蓮地區有砂石出口，每月 2~3 萬公噸輸往日本那霸群島。又以目前國內每公噸砂石離岸成本 (FOB) 高達 12~13 元美金，相較鄰國菲律賓或緬甸等之砂石 FOB 供應價 7 元美金，缺乏價格競爭力。據報載礦務局今年 6 月已專案許可花蓮地區 1 萬 2 千公噸碎石出口，迄今仍未出口，似因價格偏高不利出口所致。
3. 中國大陸自 96 年新聞稿即發佈對臺砂石出口政策採取「合理數量，逐年遞減」方式辦理，即已造成當年砂石價格飆漲，經政府採取各項緊急因應措施才將其社會經濟衝擊減少。是故，倘全面解除砂石管制輸出，恐引起中國大陸誤解我國不再需要大陸砂石甚至轉運出口，而提前對臺採取禁止砂石出口之舉，屆時將引發類似 96 年因大陸禁止砂石出口造成砂石價格飆漲情事。
4. 全面解除砂石管制輸出，開放砂石出口，固然可增加砂石業者市場銷售管道，立意雖好，但已核准花蓮地區砂石專案許可出口，並無實際出口為花蓮地區帶來利益，復又因全面解除砂石管制輸出，可能引發大陸對臺砂石出口政策的轉

變，減少對我出口砂石，恐對國內砂石穩定及價格飆漲，投下變數。

5. 經濟部礦務局目前針對花蓮地區河川砂石賦存特性，就其砂石出口採取「專案許可出口」措施，即由該局依據砂石供需條件，核算每年許可出口額度，據以核發許可出口同意文件。此一控管作為，兼顧國內砂石供應穩定及兩岸砂石貿易順遂，亦有助平抑砂石價格。

建議政府仍須適度管控砂石出口事宜，以免重蹈 96 年砂石價格飆漲之覆轍。（民國 100 年）

（八）針對鋁錠及鋁軋品（HS 四碼代號：7606 和 7607）在 ECFA 後續談判中，建請政府協助向大陸爭取免徵或取消相關進出口稅率。

在 ECFA 後續的雙邊談判中，希望政府能協助爭取以下各點：

1. 以貿易談判之雙邊對等原則，爭取大陸鋁錠出口至台灣免徵 15% 的出口關稅，使兩岸同質產業之原料取得成本趨於公平狀態。
2. 以貿易談判之雙邊對等原則，要求對方取消鋁軋品出口至台灣的 13% 出口退稅。
3. 不怕競爭，只怕不公平競爭，只要政府能協助完成上述事項，則產業公平競爭的良性發展，自然能促進企業持續投資，提升水準。（民國 100 年）

（九）東海海域研判蘊藏豐富之石油與天然氣資源，建請政府基於「主權在我、擱置爭議、平等互惠、共同開發」之原則，與東海區域各國建立合作機制來共同開發此區域。

1. 我國政府於民國五十九年參加聯合國「海洋公約」並於東海設定四個海域礦區，分別由台灣中油公司申請礦權，同時開放外資與石油公司合作探勘開採，總面積為 234,826 平方公里。
2. 中油公司自 1980 年代後，因受日本干擾，便未在東海區域進行鑽探活動。
3. 我國於 6 月 27 日 APEC 第四屆礦業部長會議時，由經濟部礦務局針對台灣海峽及釣魚台海域油氣合作探勘與中國大陸國土資源部進行雙邊會談，另與日本經產省資源能源廳針對台灣北部海域三方合作議題，進行正式雙邊會談。
4. 馬總統於 8 月 5 日提出「東海和平倡議」，呼籲相關各方應自我克制，不升高

對立行動；應擱置爭議，不放棄對話溝通；應遵守國際法，以和平方式處理爭端；應尋求共識，研訂「東海行為準則」；應建立機制，合作開發東海資源。建請政府基於「東海和平倡議」研訂共同開發之原則，續與日本及中國大陸分別進行雙邊會談。（民國 101 年）

（十）針對政府為提升我國工業水準，已規劃十項「工業基礎技術」項目來引導業者投入基礎技術的紮根工作，建請政府再增列「金屬材料與應用基礎技術」項目，以深耕我國的金屬基礎工業。

1. 金屬材料產業是國內兆元產業之一，更是支援製造業永續發展的基礎，2011 年產值達 1.8 兆，創造 7.1 萬就業人口，孕育出國內龐大的用鋼產業體系。綜觀美/日等先進國家發展，未來金屬材料業將逐漸朝向特殊/功能性材料發展，其所需技術存在高共通性、高技術挑戰性之門檻，亟需政府政策更多關注。
2. 有好的材料，才能做出好的產品，創新/精進的材料可帶來產業與產品升級換代的飛躍成長，意即所謂「產業升級，材料先行」。過去台灣製造業長期為 OEM 代工型態，許多關鍵材料依賴進口，導至附加價值率低落，要突破此困境除轉往 ODM 外，更應積極發展自有品牌 (OBS)，而強而有力的原材料解決方案便成關鍵因子。
3. 政府無論推動中堅企業躍升、傳產維新、六大新興產業等都需要金屬材料的奧援才能帶動附加價值的成長。因此，如何鼓勵業者投入研發更優質的金屬材料及應用基礎技術，對我國未來經濟發展實有深遠的影響。

在後續「工業基礎技術」項目的討論中，希望政府增列「金屬材料與應用基礎技術」為工業基礎技術項目之一，以鼓勵並補助各界積極投入精益求精的材料研發工作。（民國 101 年）

（十一）台灣特殊鋼產業發展至今已超過三十年，可以說是相當成熟的產業，但關於鋼鐵產業的產銷狀況研究，大都泛指普通鋼而言，鮮少針對特殊鋼領域探討。建請政府協助支援特殊鋼產銷狀況進行市場調查統計，以便讓國內業者能全面而準確地了解特鋼產業的發展現狀以及能對於未來做出科學的預測。

1. 材料工業為國家基本工業，而特殊鋼由於具有附加價值高、產業關聯性高與技

術層次高等特性，更為一國發展國防、運輸工具、機械、電子與民生工業之先決條件。因此不論是先進國家、或是開發中國家，無不積極振興此項工業，以提升國家競爭力。

2. 為能讓國內業者能全面而準確地了解特鋼產業的發展現狀以及能對於未來產業投資做出科學的預測，建請政府能協助提供特殊鋼產銷狀況之市場調查資訊。特殊鋼產銷狀況之市場調查工作，希望政府能增列協助執行或委由學研機構協助。

(十二) 為吸引外商參與我國海域油氣之探勘，以加速自有油源之掌握，建議於礦業法中增列海域探採專章，並配合修訂相關礦業法規。

1. 由於我國現行礦業法等相關法令規章對於海域油氣探採並無詳細執行規範，以致現階段雖有外國油公司向台灣中油股份有限公司（以下簡稱中油公司）表達合作探勘台灣域油氣意願，但因國外油公司將我國目前礦業法與國際油氣探採合作模式相互比較，認為在礦權之取得、工作權益持分比例、收回投入成本、乃至獲利等權益之保障及稅捐等關鍵問題均無明確規範而有諸多疑慮，故迄今中油公司不易與外資合作。
2. 中油公司曾於 101 年 1 月～ 8 月委託中國鑛冶工程學會聘請礦業界相關之專家學者，參考現行國際油氣探勘合作模式並配合我國國情及海域自然條件，研提建請礦業法增修條文及增訂海域探採專章草案，並提出相關研究結論與建議，可提供相關修法單位參考。（民國 102）

(十三) 為增進能源安全，加強國內外油氣探勘，深化能源戰略布局，以建構能源供應安全體系。

1. 我國油氣資源供給歷年來之進口比例逾 9 成 9，自產比例嚴重偏低，以去（102）年為例，進口煤炭 6,775 萬公噸，石油 4,276 萬公噸，天然氣 1,290 萬公噸，共 1 億 2,340 萬公噸，自產石油 1 萬公噸，天然氣 26.84 萬公噸，合計約 28 萬公噸，為總供給量的 0.23%，於能源安全角度而言實屬不可忽視之風險。為穩定資源之供應並達到平抑價格波動，宜廣續推動全球與區域能源佈局；致力於逐年降低進口能源依存度。

2. 海域油氣礦（含天然氣水合物）為世界各國濱海國家積極探勘與開發生產的地方。我國擁有廣大經濟海域，鄰近國家海域大肆生產，亦足以推論其極具開發可行性。雖海域油氣礦之探勘、開發，具有我國主要供應來源之潛力，但相較鄰近各國，我國行動力相對不足，宜鼓勵公民營公司積極投入探勘與開發工作，以增加自產油氣供應比例，建構一個較安全的能源供應體系。

建議經濟部重視穩定油氣供應，以更積極政策、妥善運用石油基金，加強國內、外油氣礦穩定油氣供應之探勘及海外礦場之購併，以提升油氣礦自主率，確保能源供應安全。（民國 103 年）

（十四）因應國際提升天然氣發電配比趨勢，應積極開發海域灰氣資源，提升自有氣源，以確保能源供應。

1. 日本於福島核災後，國際間開始重新檢視核能發電之安全性，我政府部門經依據《環境基本法》第 23 條明文規定，政府應訂定計畫，逐步達成「非核家園」目標，設定「確保核安、穩健減核、打造綠能低碳環境、逐步邁向非核家園」能源發展願景，及「不限電、維持合理電價、達成國際減碳承諾」3 大原則，積極實踐各項節能減碳措施，逐步達到穩健減核之目標。

2. 目前核一、核二與核三廠不再延役，興建中的核四廠封存中，另為達成我國減碳目標，低污染之天然氣發電勢必逐年提升發電配比，然而我國油氣資源供給之進口比例逾 9 成，自產比例偏低，為確保能源之供應，宜推動海域天然氣資源開發及加強區域內能源探勘及投資佈局。

建議加強國內海域油氣礦區探勘，及持續推動穩定區域內天然氣貿易夥伴關係。（民國 104 年）

（十五）針對東南亞各國提高鋼品進口關稅與實施鋼品驗證、大陸與其他國家低價、品質不良鋼品傾倒到台灣，已嚴重危及國內鋼鐵產業之生存，建請政府迅速推動國內各項鋼品強制性驗證登錄制度，並與東協各國簽署貿易協議，以挽救國內鋼鐵產業，並健全國內鋼鐵產業發展。

建請經濟部標檢局迅速啟動各鋼品強制驗證登錄制度，包含鍍烤鋼品、鋼板、

H 型鋼、熱軋鋼管、鍍鋅鋼管、馬口鐵、輕鋼軌、型鋼、不銹鋼捲片與不銹鋼條棒，以杜絕低價、不良鋼品進口國內，並確保工程品質、國人安全與挽救國內鋼鐵產業。

建請經濟部標檢局推動國內公共工程唯一使用 CNS 規格與正字標記之鋼品，以確保工程品質與國人安全。

建請經濟部國貿局加強對低價進口鋼品之反傾銷控訴，以健全產業秩序。

建請經濟部國貿局與東協、印度及歐美各國簽署 F T A，降低關稅，以強化國內鋼鐵產業之競爭力。

建請經濟部國貿局與大陸協商取消出口退稅補貼，並儘速完成貨貿與服貿簽署。

建請經濟部國貿局協助業者答辯國外反傾銷控訴。（民國 104 年）

（十六）建請政府各部會協助煉鋼轉爐石去化及資源化之推動。

1. 一貫作業煉鋼廠之轉爐石料來源為石灰石（與水泥原料來源相同），物化特性穩定，為取代天然砂石絕佳材料。民國 88 年間政府核定為產品，為確保轉爐石無害性，一貫作業鋼鐵廠除依照行政院環保署相關規定及國家標準嚴格檢驗出廠品質合格，轉爐石同時經內政部認證獲頒綠建材標章及行政院環保署認證頒授為環保標章產品，政府應鼓勵採用。
2. 轉爐石長期遭受誤解，縱使轉爐石之再利用均符合國家標準及施工規範，仍待政府單位積極協助推廣，一旦資源化嚴重受阻，將導致鋼鐵停產，影響甚巨，針此，鑒於轉爐石已被評定為環保產品，建請政府應對轉爐石產品給予客觀之評定，並協助再利用推廣。
3. 轉爐石應用範圍非常廣泛，例如作為回填材料、水泥生料、道路工程、瀝青混凝土，以及水利工程材料等；先進鋼鐵工業國家如美國、日本、歐洲等，皆將爐石大量使用於各種土木營建、地盤改良材以及填方工程領域；另，地狹人稠的新加坡政府 LTA (Land Transport Authority) 也自 1990 年起，就已指定使用煉鋼爐石作為道路用材料。
4. 國內一貫作業鋼鐵廠多年來投入大量人力及資源，成功將轉爐石改質，使其物

理化學性質優於天然骨材，並積極與學界及工務單位合作，將轉爐石用於瀝青混凝土路面、道路基底層、人行道地面磚、鐵路道碴、護坡塊及消波塊等工程材料，於廠內、外試用獲得良好成效，惟轉爐石長期遭受誤解，致大量推廣受阻，為善加利用地球資源，建請政府協助轉爐石去化及資源化之推動，以疏解國內鋼鐵工業生產營運之困境。

為促進地球資源再利用並協助一貫作業鋼鐵廠解決轉爐石去化問題，建請政府協助轉爐石產品之再利用推廣，期藉由科學試用評估計畫，驗證轉爐石產品之使用實績，消弭大眾對於轉爐石產品之疑慮，以創造永續經營環境，並解決鋼鐵工業轉爐石資源化問題。（民國 104 年）

以上建議案經函送各相關主管單位參辦，均獲重視，並同意協助辦理。

二、專題討論會

本會為配合政府政策，關心國內礦冶事業之發展，每年於年會開會期間，均選擇當今對國家經建、民生與工業發展有關之議題舉辦「專題討論會」，邀請學者、專家講述並廣泛討論，其主講內容及建議，深獲政府當局重視與社會各界所肯定，茲將近十年來所辦理討論會主題、子題及主講人，簡要介紹如下：

（一）台灣如何對能源持續營運與管理（民國 95 年），子題及主講人如下：

1. 中油公司對油氣的掌與經營：潘文炎 / 中油公司董事長
2. 「永續發展」理念下電業永續經營與展望：陳貴明 / 台電公司董事長
3. 工研院能環所對再生能源新能源之研發與展望：陳發林 / 工研院能環所所長

（二）全球暖化問題之探討及對策（民國九十六年），子題及主講人如下：

1. 因應全球氣候變遷之水資源永續發展策略：陳仲賢 / 經濟部水利署署長
2. 鋼鐵產業節能與降低二氧化碳排放展望：陳俊達 / 中鋼公司新材料研發處組長
3. 二氧化碳地下閉存技術及展望：林國安 / 台灣中油公司探採研究所所長
4. 電業抑低二氧化碳之策略與展望：王惠生 / 台灣電力公司電源開發處副處長

（三）世界潔淨能源及相關材料之發展趨勢與展望（民國九十七年），子題及主講人如下：

1. 燃料電池材料與技術：韋文誠 / 台灣大學材料系教授
2. 儲能材料與技術的現況與發展：吳溪煌 / 大同大學材料系教授
3. 鋼鐵材料－節能又環保：王錫欽 / 中鋼公司鋼鋁研發處處長
4. 太陽能電池材料的現況與發展：林江財 / 干布太陽能（股）公司總經理

（四）國際金融風暴對我國礦產供需之影響及對策（民國九十八年），子題及主講人如下：

1. 全球金融風暴對油品市場之影響與因應對策：孔祥雲 / 台灣中油公司副總經理
2. 台灣電力公司因應國際金融風暴採行之燃煤及核燃料手採購策略：
徐振湖 / 台灣電力公司燃料處處長
3. 全球金融海嘯對我國金屬原料供需之影響及對策－兼談原材料枯竭的分析：
鍾自強 / 金屬工業研究發展中心副執行長
4. 民國 84-97 年我國工業原料礦物供需趨勢：陳逸偵 / 經濟部礦業司專門委員

（五）稀土金屬與綠能產業的發展（民國一〇九年），子題及主講人如下：

1. 綠能產業與稀土金屬元素：韋文誠 / 台灣大學教授
2. 稀土金屬之供應：黃紀嚴 / 成功大學教授
3. 稀土金屬在台灣應用實例：陳鑣夫博士 / 中鋼公司
4. 稀土金屬的回收技術：李清華 / 大葉大學教授
5. 台灣稀土金屬產業前景：高雅玲 / 資策會資深產業分析師

（六）海洋資源開發之契機與願景（民國一〇〇年），子題及主講人如下：

1. 海洋資源開發之法規與政府組織之因應：王冠雄 / 台灣師大教授
2. 海城甲烷水合物開發之機會與挑戰：王詠綸 / 經濟部地調所組長
3. 我國探採錳核、富鈷殼及金屬硫化碳物之機會與挑戰：
李昭興 / 國立海洋大學教授
4. 深海油氣探勘新技術與開發環境控制：吳榮章 / 台灣中油探採事業部執行長
5. 深層海水之開發利用：林志善 / 石材暨資源產業研發中心總經理

（七）氣候變遷與節能減碳（民國一〇一年），子題及主講人如下：

1. 氣候變遷的挑戰與因應：張子敬 / 行政院環保署副署長

2. 深層地熱開發對我國能源之影響：吳再益 / 台綜院院長
3. 綠能對台灣產業轉型之機會與挑戰：劉振邦 / 工研院能環所副所長
4. 我國「淨煤」發展模式之探討：林立夫博士 / 核能研究所
5. 非傳統油氣資源之生產開發現況：陳大麟 / 中油探採研究所副所長
6. 甲烷冰之技術開發及應用潛力：鐘三雄 / 中央地調所科長
7. 綠色潮流下離岸風電之機會與挑戰：林大惠 / 成功大學教授

(八) 能源科技與環境 (民國一〇二年)，子題及主講人如下：

1. 台灣永續能源策略之芻議：林立夫 / 能源國家型計畫淨煤之主軸計畫召集人
2. 核能發電在台灣：林德福 / 台電公司核能發電處處長
3. 能源與環境之永續發展：簡慧貞 / 環保署溫減管理室執行秘書
4. 粉末冶金產品對能源系統及汽車節能引擎的貢獻：
朱秋龍 / 台灣保得來公司總經理

(九) 天然災害與環境維護 (民國一〇三年)，子題及主講人如下：

1. 防災工作與土地利用：陳宏宇 / 國家災害防救科技中心主任
2. 氣候變遷的因應與調適：李鴻源 / 台灣大學教授、前內政部部長
3. 運用風險管理實施公路地質災害預警應變之作為：
吳盟分 / 交通部次長、前公路總局局長

(十) 鈦鎳合金的應用與展望 (民國一〇四年)，子題及主講人如下：

1. 日立金屬在能源化工用鎳基合金之發展：蕭立帆 / 台灣日立金屬總經理
2. 鈦、鎳合金於電廠之應用：潘永村 / 中鋼公司新材料研發處研究員
3. 鈦鎳合金製造與應用：劉復盛 / 台朔重工廠長
4. 工業用鈦、鎳合金之特性：陳國銘 / 中鋼鋼鐵研發處研究員
5. 鈦合金在醫療之應用與發展：陳維德 / 金屬中心組長
6. 鈦在建築之應用：吳瓊賢 / 盛興科技副總經理
7. 建築用鈦板的發展：洪胤庭 / 中鋼新材料研發處博士
8. 航太產業供應鏈與發展前景：曾婉如 / 金屬中心博士

9. 航空發動機材料之應用與發展：蔡振輝 / 漢翔科技組長

10. 航空發動機用鎳基合金之最新發展：葉安洲 / 清華大學教授

三、重要學術研討會

本會為促進學術活動，經常主辦或與學術友會及有關機關聯合舉辦研討會、座談會、演講會或討論會等，參加者極為踴躍，討論熱烈，咸感獲益良多，茲將近十年來舉辦重要學術研討會列舉如下，以供參考：

(一) 九十五年共舉辦學術研討會計 22 場，分別為：1. 第五屆海峽兩岸隧道與地下工程技術研討會；2. 2006 光觸媒環境淨化技術國際研討會；3. 熱管用材料及製程技術研討會；4. 95 年鋼鐵產業工程技術研習會（第 20 屆）；5. 裁剪業品質精進技術交流研討會；6. 金屬產業人才培訓－不銹鋼金相組織技術交流研討會；7. 金屬產業人才培訓－金屬表面硬化處理與熱處理技術；8. 瓦斯鋼瓶、製管、特殊鋼業技術交流研討會；9. 第一屆台北國際熱管理材料及製程技術研討會；10. 扣件業用鋼技術交流研討會；11. 2006 年耐火材料應用及技術研討會；12. 土石採取法及非都市土地使用管制規則法令講習會；13. 金屬產業人才培訓－金屬表面處理與熱處理技術；14. 日本鎂合金鍛造部品開發的現況；15. 第 28 屆暑期大專礦業學生講習會；16. 汽車業鍍面鋼料加工技術交流研討會；17. 汽車業熱冷軋用鋼技術交流研討會；18. 金屬產業人材培訓－模具技術；19. 金屬產業人才培訓－鋼鐵及應用技術；20. 中高碳鋼之熱處理技術交流研討會；21. 手工具鋼材選用及熱處理技術發展研討會；22. 非方向性電磁鋼片技術研討會。

(二) 九十六年共舉辦學術研討會計 31 場，分別為：1. 全球車輛產業動向、市場與發展趨勢研討會；2. 鋼鐵業戴奧辛脫除與 CO₂ 減量；3. 彈簧鋼技術交流研討會；4. 鎂鋁合金超塑性成型及 Al-Li 合金之發展與應用；5. 96 年鋼鐵產業工程技術研習會（第 21 屆）；6. 兩岸鎂合金產業與技術發展趨勢論壇；7. 縣市政府人員利用航照監測查緝盜濫採砂石講習；8. 3C 產業用鋼技術交流研討會；9. 多元合金薄膜蒸鍍技術與應用；10. 鋼結構產業技術交流研討會；11. 金屬產業人才培訓－金屬表面處

理與熱處理技術；12. 環境性檢測技術研討；13. 鎂、鋁、鈦合金表面處理技術實務；14. 2007 年耐火材料技術專題演講會；15. 熱軋中高碳鋼片加工技術交流研討會；16. 96 年度第 4 期土石採取場技術主管訓練班；17. 96 年度土石採取場技術主管在職訓練；18. 第 29 屆暑期大專礦業學生講習會；19. 扣件業用鋼片技術交流研討會；20. 金屬產業人才培訓光電模具加工技術；21. 環保鍍鋅鋼材技術交流研討會；22. 礦業簿平台及產銷資料庫查詢系統建置說明會；23. 2007 年耐火材料應用及技術研討會；24. 非方向性電磁鋼片技術研討會；25. 多元合金表面硬化處理技術；26. 礦業及土石資料庫建置成果發表會；27. 潔淨環保型輕金屬表面處理製程技術研討會；28. 鋼管產業加工技術交流研討會；29. 資源化技術發表會；30. 輕金屬國際研討會；31. 手工具用鋼技術發展技術研討會。

(三) 九十七年共舉辦學術研討會計 20 場，分別為：1. 鋼鐵化學分析技術交流研討會；2. 汽車鈑件用鋼技術研討會；3. 鋼結構產業技術交流研討會；4. 鋁、鎂合金之擠製加工與熱處理技術研討會；5. 97 年鋼鐵產業工程技術研習會（第 22 屆）；6. 電化學分析技術在表面處理之應用研討會；7. 利用航照等高科技監測防止盜濫採砂石；8. 汽車和件研發聯盟成果發表會暨技術研討會；9. 熱軋中高碳鋼片加工技術交流研討會；10. 第 30 屆暑期大專礦業學生講習會；11. 鎂合金之金屬光澤及陽極氧化表面處理技術研討會；12. 3C 產業用鋼技術交流研討會；13. 地質敏感區（地質災害類）劃定之芻議；14. 地質敏感區（地質保育類）劃定之芻議；15. 馬達研發聯盟成果發表會暨技術研討會；16. 2008 岩盤工程研討會；17. 裁剪與分條加工技術交流研討會；18. 手工具用鋼技術發展技術研討會；19. 以永續的角度思考各等級的鎂合金廢料再利用研討會；20. 兩岸礦業技術交流研討會。

(四) 九十八年共舉辦學術研討會計 29 場，分別為：1. 公開演講及小型研討會；2. 盆地天然氣地質特性研討會；3. 深層低滲凝析氣藏類型判別及反凝析特徵研究；4. 鎂合金快速氣壓成形技術研討會；5. 裁剪與分條加工技術交流研討會；6. 二氧化碳地下封存研討；7. 鋼線鋼纜業技術發展研討會；8. 工業製程節能科技研討會；9. 鋼鐵材料表面硬化，熱處理技術及問題探討；10. 靜電集塵器除塵技術研討會；11. 精密

衝剪原理與加工實務技術研討會；12. 汽車鈑件產業聯盟成果發表暨技術研討會；13. 扣件業技術發展研討會；14. 2009 年耐火材料應用及技術研討會；15. 第 31 屆暑期大學礦業學生講習會；16. 熱軋中高碳鋼片加工技術交流研討會；17. 金屬破損分析與非破壞檢測技術之應用；18. 非方向性電磁鋼片技術交流研討會；19. 壓力容器技術交流研討會；20. 資源再生技術講習會；21. 第十屆東亞資源再生技術國際研討會；22. 熱軋高強度汽車用鋼料介紹研討會；23. 兩岸電子廢棄物資源再生發展論壇；24. 手工具用鋼技術發展研討會；25. 海域油氣開發現況及全球趨勢；26. 深海油氣開發及可移動式生產平台開發；27. 泥貫入體構造油氣探勘潛能研討會；28. 新探勘機會研討會；29. CPC-CNPC 上游探勘技術研討會。

(五) 九十九年共舉辦學術研討會計 20 場，分別為：1. 鎂合金表面處理技術研討會；2. 高功能結構用鋼技術研討會；3. 寶玉石與觀光學術研討會；4. 鋼鐵材料機械性質及其選用技術；5. 鋁合金材料選用、金相組織分析與熱處理技術應用；6. 鋼鐵材料表面硬化的處理方法及其選用技術；7. 熱軋裁剪與分條技術交流研討會；8. 土木資源與環境學術研討會；9. ESCO 節能成功案例示範觀摩研討會；10. 扣件業技術發展研討會；11. 冷軋高強度汽車用鋼技術交流研討會；12. 熱軋高強度汽車用鋼料介紹研討會；13. 金屬熱加工測試與 processing map 製作技術研討會；14. 2010 年耐火材料應用及技術研討會；15. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會；16. 鋁合金壓鑄設計及成型技術應用；17. 熱軋鋼材銲接技術交流研討會；18. 3C 產業用鋼技術交流研討會；19. 第五屆泛黃海鎂合金國際研討會；20. 手工具用鋼技術發展研討會。

(六) 一〇〇年共舉辦學術研討會計 27 場，分別為：1. 碳封存場址水泥封固之影響研討會；2. 中國南海油氣探勘研討會；3. 熱電材料與應用技術研討會；4. 大尺寸棒鋼技術發展研討會；5. 航太金屬材料發展與商務流程研討會；6. 鋁合金材料選用、金相組織分析及熱處理技術應用；7. 鎂合金 SF₆ 減量與 CO₂ 替代研討會；8. CCS 策略聯盟成立記者會暨減量技術研討會；9. 鋁合金擠壓成型技術應用；10. 鋁合金熔煉、鑄造與均質技術應用；11. 鋁合金表面處理技術應用；12. 精密沖切模具設計、加工技術與實務應用；13. 鋁合金陽極處理技術應用；14. 鋁合金鍛造設計及製程技術應

用；15. 高性能結構用鋼技術交流研討會；16. 合金鋼、不銹鋼、碳鋼及鑄鐵選材及熱處理技術應用；17. 2011 年耐火材料應用及技術研討會；18. 熱軋厚薄板裁剪技術研討會；19. 南日島盆地礦區油氣潛能研討會；20. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會；21. 扣作業技術發展研討會；22. 精密衝剪 (Fine Blanking) 原理、加工與材料選用；23. 鎂合金旋鍛與先進接合技術研討會；24. 節能成功案例示範觀摩研討會；25. 航太精密製造與認證研討會；26. 鋼鐵經營管理研討會；27. 手工工具用鋼技術發展研討會。

(七) 一〇一年共舉辦學術研討會計 21 場，分別為：1. 海域礦區新探勘機會研討會；2. 海域礦區新探勘機會研討會；3. 金屬加工模擬製程技術研討會；4. 鋁合金鍛造設計及製程技術應用；5. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會；6. 鋁合金材料選用、金相組織分析及熱處理技術應用；7. 碳鋼、鑄鋼、合金鋼及不銹鋼選材及熱處理技術應用；8. 鋁合金表面處理技術應用；9. 2012 年耐火材料應用及技術研討會；10. 熱軋鋼材銲接技術交流研討會；11. 鋁合金擠壓成型技術應用；12. 液壓成型技術發展研討會；13. 第 1 屆全國珠寶研討會；14. 稀有金屬替代透明導電膜材料及製程開發研討會；15. 高性能結構用鋼技術交流研討會；16. 鋼結構設計及銲接施工技術研討會 (二)；17. 鋼鐵經營管理研討會；18. 建築鋼結構管 (BCR、BCP) 研討會；19. 稀土金屬替代奈米晶磁性材料及製程開發研討會；20. 機性試驗研討會；21. 二氧化碳對套管水泥物化性質之影響研討會。

(八) 一〇二年共舉辦學術研討會計 23 場，分別為：1. 建築 BCR、BCP 鋼結構管研討會；2. 3C 及家電產業用鋼技術交流研討會；3. 鋼鐵產業工程技術研習會 (第 27 屆)；4. 震測解釋系統 kingdom 軟體新版本研討會；5. 大尺寸棒鋼技術發展研討會；6. 二氧化碳封套管水泥物化性質之影響研討會；7. 褶皺機制研討會；8. 碳鋼、鑄鐵、合金鋼及不銹鋼選材及熱處理技術應用；9. 2013 年耐火材料應用及技術研討會；10. 雪山山脈地層問題討論會；11. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會 (一)；12. 精密下料與沖鍛成形模具設計技術及其應用；13. 燃燒系統重金屬排放控制研討會；14. 海洋 (離岸) 工程鋼結構研討會；15. 橋樑鋼結構技術交流研討會；16. 鋁

合金材料選用、金相組織分析及熱處理技術應用；17. 鋁合金沖壓模具設計及成形加工技術；18. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會；19. 扣件加工成形技術研討會；20. 綠色鋼材外部減碳方法學研討會；21. 102 屆鋼鐵產業經營管理研討會；22. 3D Printing 金屬粉末材料製作技術研討會；23. GZO 透明導電膜材料及鍍膜製程開發研討會。

(九) 一〇三年共舉辦學術研討會計 23 場，分別為：1. 海域地質技術研討會；2. 熱電技術研發應用與趨勢、缺陷及其特性選用；3. 新電測儀及新電測技術研討會；4. 海洋（離岸）工程鋼結構研討會；5. 碳鋼、鑄鐵、合金鋼及不銹鋼選材及熱處理技術應用；6. 石油地質技術研討會；7. 手工具創新研發研討會；8. 非方向型電磁鋼片技術交流研討會；9. 2014 年耐火材料應用及技術研討會；10. 防砂技術及實務研討會；11. 熱衝壓技術交流研討會；12. 廢棄資源物能源化技術研討會；13. 扣件業技術發展研討會；14. 鋁合金及熱處理技術研討會；15. 熱冷軋雷射銲接技術交流研討會；16. 產業園區能源資源整合研討會；17. 金屬加工模擬製程技術研討會；18. 儲氣窖新增注產氣井完井研討會；19. 建築鋼結構技術交流研討會；20. 鋼鐵經營管理研討會（板類）；21. 石油探勘技術研討會；22. 3D Printing 金屬粉末材料製作技術研討會；23. GZO 透明導電膜材料及鍍膜製程開發研討會。

(十) 一〇四年共舉辦學術研討會計 20 場，分別為：1. 鋼鐵產業工程技術研習會（第 29 屆）；2. 燃燒與能源學術研討會；3. 2015 年耐火材料應用及技術研討會；4. 電磁鋼片技術交流研討會；5. 熱處理不良件原因、對策及品保技術；6. 產業園區能資源整合研討會；7. 扣件加工成形技術研討會；8. 液壓 / 熱衝壓技術交流研討會；9. 生命週期評估應用於低碳設計之產品開發討論會；10. 3D Printing 積層製造與金屬粉末材料製作技術研討會；11. 大數據技術於鋼鐵產業的應用研討會；12. 大學礦業相關科系學生之暑期講習訓練；13. 熱加工製程模擬與模擬系統介紹研討會；14. 經營管理研討會；15. 新電測儀及新電測技術研討；16. 2015 年耐火材料專題演講會；17. 查德礦區開發計畫研討；18. 儲氣窖新增注產氣井完井研討；19. 高功能鋼結構用鋼技術研討會；20. 2015 永續淨煤減碳技術研討會。

四、鑛冶學術論著之發表

本為鼓勵各種鑛冶問題之研究，每年發表於《鑛冶》會刊之論著均達數十篇；另於每年年會中發表之「論文」平均約 80 篇／年，水準極高，輒見創新，受鑛業工程學術界所重視。近十年中，共發表鑛業、冶金、石油、材料等論文達 1,540 篇，其中鑛業組 243 篇、冶金組 243 篇、石油組 125 篇、材料組 441 篇、資源再生利用組 241 篇、能源發展與管理組 118 篇、海報組 129 篇（示如表），比 85～94 年十年前總篇數增加 799 篇，增加率 92.74%，論文增加約 1 倍；乃鑑於宣讀會場受限，自民國 102 年增設海報組，三年篇數達 129 篇，成果豐碩。

表1

年別	鑛業組	冶金組	材料組	石油組	資源再生 利用組	能源發展 與管理組	海報組	總 計
95	18	17	16	9				60
96	35	28	24	12				99
97	26	23	44	11				104
98	26	27	45	14	30			142
99	26	26	60	15	29			156
100	28	28	89	14	38	28		225
101	30	26	66	16	59	39		236
102	14	21	37	14	40	14	33	173
103	20	22	34	12	22	12	48	170
104	20	25	26	8	23	25	48	175
總計	243	243	441	125	241	118	129	1,540

本會推動鑛冶學術之研究風氣不遺餘力，不僅為國內學術團體所矚目，更深受國際鑛冶界之重視。茲將近十年年會中發表之鑛冶工程論文，及其得獎論文，暨由本會推薦參與各專門工程學會作會際論文競爭，榮獲中國工程師學會頒給工程論文獎或詹氏論文獎章，及由本會選拔給與論文獎者所提論文題目及著作芳名分述如下：

- （一）獲中國鑛冶學會論文獎 當年論文發表後，經各論文組主持人甄選推荐 1～2 篇，再經出版委員會主持之論文模擬宣讀評審會評選準得人，送請理監事聯席會議通

過核備，提送年會籌備會於年會大會中授予論文獎（獎狀及獎金），以資激勵與表揚，茲就最近十年得獎論文篇數統計如表 2。

表2 最近十年（95-104）獲本會論文獎篇數統計表

年 度	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	統 計
篇 數	8	6	8	8	6	8	8	9	9	9	79

（二）獲中國工程師學會工程論文獎／詹氏論文獎

年度	獎項	獲 獎 人	篇 名
95	詹氏獎	謝榮淵 李至隆 陳俊達 江連柱	以高速熔合技術開發射出成型雙金屬材料管理其應用
96	工程獎	黃議興 張六文	高速馬達用電磁鋼片開發
97	詹氏獎	陳溪鎔、何燦穎 沈森燦、鄭慶俊	鑄軋鋁片高速冷軋量產技術的開發
98	詹氏獎	黃慶淵、顏鴻威 潘永村、楊哲人	奈米析出物強化熱軋汽車用鋼開發
99	工程獎	洪胤庭、邱軍浩、黃宏勝、謝榮淵	LCD 用高濺鍍速率鋁靶開發
100	工程獎	涂睿帆、潘永村、劉弦錦	超高強度汽車車門防撞鋼樑開發
101	工程獎	劉永章、蘇彥豪、馮榮仲、袁成華	超低碳氮硫鋼煉鑄製程技術開發
102	工程獎	石漢正、庾忠義、陳博偉	超輕薄 6 μ m 鋁箔之開發
103	工程獎	李育成、楊金成、蔡立文、俞明塗	轉爐渣改質技術在中鋼之應用與突破
104	詹氏獎	蔣龍仁、涂睿帆、蔡科賢、鄭暉志	全系列高強度烘烤硬化鋼材開發

95 年～ 104 年十年間，本會推薦參加中國工程學會會際論文競賽，均入選獲獎，其中獲得最高論文詹天佑獎四年，工程論文獎六年，論文獎獨占鰲頭，難能可貴！

（三）出版會刊 本會之出版分定期刊物與不定期出版物兩類；前者為《鑛冶》會刊，每年出版四期，迄 104 年底已發行至 59 卷，印刷精美、文圖並茂、立論精闢、內容包括特載、多士談叢、評論、專輯、特載、論著等，備受讀者嘉許。《鑛冶》曾獲行政院新聞局「金鼎獎」、教育部「優良科技雜誌獎」及經世界著名科學參考雜誌「化學文摘」（Chemical Abstracts）列為摘文對象，學術地位備受肯定，目前美、英、德、日、韓及中國大陸各大礦業機構及圖書館均來函索取或交換；足見《鑛冶》之出版，出類拔萃的氣概！

★

最近十年（民國95～104） 本會年會紀事篇

■ 林再遷*

本會建會六十周年紀念特刊，盧老善棟曾為文《窺「年會」知史半篇》追記本會於民國十六年在北平召開第一次年會起，其後陸續在南京、瀋陽、杭州、焦作等地舉行。抗戰以後，每年與中國工程師學會舉行聯合年會，曾在重慶、貴陽、昆明、蘭州、成都等地召開。民國三十七年舉行年會後，因大陸淪陷，年會停開；一直至民國四十年十月，本會在台復會，旋於同年十一月恢復年會之召開，為在台第一屆年會，盧老苦心整理史料，備極辛勞！《知史半篇》詳述民國40年（第1屆）至74年（第35屆）三十四年之年會開會日期、地點、大會主席、年會籌備會主任委員及年會紀要等，巨細靡遺，蔚為大觀。迨七十年紀念特刊，盧老再撰《近十年「年會」紀事篇》，繼《窺「年會」知史半篇》一以貫之，將民國七十五年（第36屆）至八十四年（第45屆）年會盛況詳加記述，使本會歷年重大活動史蹟得以綿延，永誌青冊。

本會85年（第36屆）至94年（第45屆）年會紀事，奉 盧老指示，交由本人撰述，狗尾續貂，不恃筆拙，特將近十年之年會紀事，扼要紀述登載於「八十年紀念專刊」；95年至104年再續前緣，執筆縷敘如下：

中國鑛冶工程學會近十年（95-104）年會紀事

■ 民國九十五年（創會八十周年慶典九十五年會合併辦理）

- 年 會 日 期：10月15日～17日
- 大 會 地 點：台北市國賓飯店國際廳
- 大 會 主 席：蘇福欽
- 年籌會主委：曲新生

* 本會秘書長

● 年會紀要：

(一)本會創會八十周年慶典 95 年年會大會合併於十月十六日（星期一）上午，假台北市國賓飯店國際廳隆重舉行；大會由理事長蘇福欽主持，到有各界貴賓、鑛冶耆宿、全員等近二百餘人，冠蓋雲集，盛況空前。

大會有貴賓經濟部礦務局朱明昭局長及鑄造學會名譽理事長侯國光先生致詞；鑛冶耆宿 92 高齡的楊玉璠先生、九十高齡的盧善棟先生分別講話，報告畢生從事油氣探勘及煤礦開發經過，妙趣橫生，會眾洗耳恭聽，頗振奮民心！

盧老發表高論後表示：看今天會場布置得富麗堂皇，光彩奪目，群賢畢至，少長咸集，如此大慶良辰豈可無歌，我願為諸君高歌一曲，以娛雅興，仍以高亢的歌聲，唱出：「寶山處處有鑛藏疊疊重，我們要涉盡綠水走遍青山，到那渺茫的五雲中，穿巖越谷，穿巖越谷，寶藏新開治年窮，鑛冶人立奇功，鑛冶人立奇功，唱出胸中萬大長虹！」博得滿堂掌聲！

(二)曲新生主任委員報告創會八十周年暨 95 年年會籌備工作後，即進行頒獎節目：

1. 頒贈「技術獎章」給中鋼公司陳源成總經理及亞泥花蓮廠何恆張首席副廠長。
2. 頒發「金屬材料科技獎章」給大同大學校長吳建國博士
3. 頒發「懋績獎章」給盧善棟先生
4. 頒發「功績獎章」給近十年（85～94 年）對學會有功之當世理事長、秘書長、專門委員會主任委員：
 - 理事長：陳源成、余光華、曲新生
 - 秘書長：黃重裕、林再遷
 - 主任委員：黃鎮臺、鄭國華、陳瑞祥、朱明昭、鄒若齊、吳建國、吳坤玉
5. 頒發「功勞獎」給樊遺風、郭其義，獎勵二位主辦本會年會「鑛冶盃」網球賽 30 載之貢獻
6. 致贈感謝狀，近十年捐款達 50 萬以上之單位：
 - 中國鋼鐵（股）公司（陳源成總經理代表領獎）
 - 中國石油（股）公司（林督導自作代表領獎）
 - 唐榮鐵工廠（股）公司（陳鴻濱總經理代表領獎）
 - 台灣電力（股）公司（蔡文魁先生代表領獎）
 - 台灣區鋼鐵公會（沈錦全總幹事代表領獎）

- 工研院能源與環境研究所（陳發林所長代表領獎）
- 中鋼運通（股）公司（蘇秋福先生代表領獎）
- 經濟部礦業司（朱明昭司長代表領獎）
- 台灣保來得公司（李輝隆先生代表領獎）
- 亞洲水泥公司（何恆張首席副廠長代表領獎）
- 東和鋼鐵公司（未派代表領獎）

7. 頒發 94 年「論文獎」：每篇二萬元整，每人獎狀乙紙

● 礦業組 二篇：

① 郭泰融、董倫道、黃炎聰

「地球物理技術應用於台南縣龜丹及水雲溫泉資源調查」

② 鄒貴慈、謝秉光、林再興

「數值模擬法分析水錐現象對產率大小及出水時間之研究」

● 冶金組 二篇：

① 王佰祥、李昭祥、蕭綱清、許中輝

「煉鐵製程熱回收率提昇與二氧化碳排放量」

② 陳宗榮、葉聰海

「BA 退火冷軋鋼捲「條紋積碳」缺陷成因分析與改善」

● 材料組 二篇：

① 廖宏奇、洪飛義、呂傳盛

「鋰離子二次電池 LiMn_2O_4 陰極材料之充放電特性」

② 唐自標、曹文芳、吳孟桓

「Zns 系螢光粉電激發光之發光特性研究 (2)」

● 出版委員會 一篇：

① 溫紹炳、張瑞麟、李盈林

「採礦工程技術應用於清除水庫淤泥以永續經營石門水庫之研究」

② 李珣琦、謝秉志、呂明達、林再興

「利用電測資料及最佳化法估算儲油層－水界面之研究」

8. 頒發礦業學生獎：每名獎學金一萬元整，每人獎狀乙紙

● 國立成功大學：資源工程系：賴恬郁

材料工程系：王超鴻

● 國立台北科技大學：材資系：陳以欽、吳恬恬

● 中國文化大學：地質系：陳以瑛

● 大漢技術學院：環境資源管理系：黃秉仁、陳維德

● 致遠管理學院：環境資源系：鍾詩宜

(三) 年會通過提案一起：

請政府鼓勵加強對國外能源及礦物資源掌握，確保穩定國內供應安全，以利整體經濟永續發展。

(四) 例會 80 周年慶壽糕：籌備會準備美侖美奐五層壽糕，由蘇理事長福欽，歷屆理事長楊玉璠、盧善棟、陳源成、余光華、曲新生共同分切壽糕

(五) 年會專題討論會：10 月 16 日下午

主題：「台灣如何對能源持續營運與管理專題討論會」，邀請斯界名人主講，由中油探採事業部呂明達執行長主講。

主題：1. 中油公司潘文炎董事長：「中油公司對油氣的營運與掌握」。

2. 台灣電力公司陳貴明董事長：「永續發展理念下電業永續經營與展望」。

3. 工研院能源所發林所長：「能環所對再生能源及新能源之研發與展望」。

為表示感謝，本會致贈金匾：

1. 潘文炎董事長匾辭曰：「油業翹楚 領導群倫」；

2. 陳貴明董事長匾辭曰：「遠瞻高瞻 電業航手」；

3. 陳發林所長篇辭曰：「追求卓越 出類拔萃」。

(六) 宣讀論文：1. 礦業組 18 篇；2. 冶金組 17 篇；3. 材料組 16 篇；4. 石油組 9 篇，共計 60 篇。

(七) 廠礦參觀：10 月 17 日參訪 1. 核二廠；2. 金山三金礦業公司硫磺廠；3. 長春谷用餐及泡湯。

■民國九十六年

- 年會日期：10月12日～10月27日
- 大會地點：10月26日，中鋼公司T1集合堂
- 大會主席：蘇福欽
- 年籌會主委：陳玉松
- 年會紀要：

(一)十月十二日假台北市國家圖書館會議廳舉行「全球暖化問題之探討及對策」專題研討會，由中鋼公司黃義江處長主持，討論下列4個子題：

1. 因應全球氣候變遷之水資源永續發展策略：

陳仲賢（經濟部水利署署長）。

2. 鋼鐵產業節能與降低二氧化碳排放展望：

陳俊達（中國鋼鐵公司新材料研發處組長）

3. 二氧化碳地下閉存技術及展望：

林國安（台灣中油公司探採研究所所長）

4. 電業抑抵二氧化碳之策略與展望：

王惠生（台灣電力公司電源開發處副處長）

(二)宣讀論文：10月26日13：40至17：40，在中鋼公司各研討室舉行，礦業組35篇、冶金組28篇、材料組28篇、石油組12篇，共計103篇。

(三)年會大會：10月26日上午

1. 頒贈「技術獎章」給台灣中油公司探採研究所。
2. 頒發「論文獎」6篇，分別給(1)蘇義松、張瑞麟、藍世欽；(2)陳鏡夫、蔡金英、楊奉儒、周佳靜；(3)吳崑燿、何忠根、楊明恭；(4)謝榮淵、李至隆、陳俊達、江連桂；(5)王貞雲、王錫福、曾俊元、林冠明；(6)王志文、潘明瑜、李宗和、林再興。
3. 頒發「大專學生獎勵金」給王澤璋、柯志論、鍾宛蓓、詹尹依、駱亞俊、吳佩萱、譚嘉綺、詹博超、顏慧茹等9人。
4. 邀請中鋼公司陳源成總經理在大會上以「高值化－台灣鋼鐵產業的出路（談研發聯盟）」專題演講。

5. 通過年會提案乙案：

建請經濟部工業局，強化輔導及推動國內金屬及航太工業相關廠家進行 NADCAP (National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program) 特殊製程認證，以協助廠家提升製品品級，進入航太工業發展高值化領域。

6. 年會宴地點：中鋼公司明邦廳

7. 廠礦參觀：中油公司南梓煉油廠及曾文水庫

■民國九十七年

- 年會日期：10月21日、10月23日、10月24日
- 大會地點：台北市大同大學尚志教育研究館 B205 廳
- 大會主席：吳建國
- 年籌會主委：邱六合
- 年會紀要：

(一)十月二十一日假台北市國家圖書館國際會議廳舉行「世界潔淨能源及相關材料之發展趨勢與展望」專題討論會，由大同大學工程學院院長林永仁教授主持。

(二)十月二十三日年會大會：

1. 頒贈「技術獎章」給甫自中油公司探採事業部執行長退休：蘇福欽博士，表彰其對國內外石油探勘，致力探採事業轉型及多角化經營，貢獻厥偉及朱明昭局長建置礦場安全資訊化系統、防範礦災之發生，迎合時代科技發展；利用衛星影像及航照監測技術，免除國土遭破壞及國家資源被盜，績效斐然。
2. 頒發「論文獎」8篇，分別給(1)邵屏華；(2)蘇佳琪、申永輝；(3)陳昭羽、李正豐、鄭士仁；(4)黃議興、張六文；(5)許元良、顏家鈺；(6)王承麟、蔡易縉、賴宏賓；(7)蕭宇尊、梁智翔、黃啟祥；(8)牟金祿、孫治民。
3. 頒發「大專學生獎勵金」給陳楠凱、陳羿如、曾健倫、吳弘仁、張筱佩、呂依樺、陳昭任、盧書儀、林勻漸等9名學生。
4. 台灣保來得公司朱秋龍總經理報告「粉末冶金工業的發展與應用」專題演講。
5. 年會通過提案一起：
為確保國內砂石供應穩定，建請政府積極進行陸上土石採取相關法規鬆綁，並推動土石採取專區。

6. 宣讀論文：(1) 礦業組 24 篇；(2) 冶金組 23 篇；(3) 材料組 43 篇；(4) 石油組 11 篇，共計 101 篇。

7. 年會宴地點：台北市中山北路與民族東路口「海霸王餐廳」。

(三) 十月二十四日廠礦參觀：

台灣保來得公司→台灣中油公司探採事業部→石油展覽館→東和鋼鐵公司

■民國九十八年

● 年會日期：10 月 16 日、10 月 22 日、10 月 23 日

● 大會地點：苗栗 中油探採研究所大禮堂

● 大會主席：吳建國

● 年籌會主委：黃錦福

● 年會紀要：

(一) 十月十六日在台北市國家圖書館國際會議廳舉行「國際金融風暴對我國礦產供需之影響及對策」專題討論會，由吳榮章先生主持。

(二) 十月二十二日年會大會：

1. 頒發「終身貢獻獎」給本會前理事長盧善棟先生，由其次公子鈺創科技董事長盧超群博士代表盧府接受，表彰盧公畢身致力全國礦業建設之發展，熱心倡導礦業學術，自民國 44 年起擔任本會理事、常務理事、監事、常務監事；62-72 年擔任本會總幹事；民國 73-74 年榮膺本會理事長，建樹良多，貢獻斐然！自民國 54-95 年兼任本會出版委員會主委，總編〈鑛冶〉會刊，監修〈鑛冶辭典〉，獻身本會逾半世紀，功績勳著！

2. 頒發「技術獎章」給本會團體會員—金屬工業研究發展中心及正會員中鋼公司技術部門副總經理陳玉松先先生。

3. 頒發「論文獎」特優獎一篇：陳溪鎔、何燦穎、沈森燦、鄭慶俊；優等獎三篇：(1) 魏稽生、嚴治民；(2) 謝宏志、林村禾、汪啟榮、周文賢；(3) 庾忠義、石漢正、詹金生；佳作獎四篇：(1) 郭志成、邱孟君、黃菽茵、蘇裕翔；(2) 王耀明、謝濠全、張宏宜；(3) 羅佩嵐、李國豪、陳引幹；(4) 陳大麟、黃德坤、曾繼忠、林再興。

4. 頒發「礦業學生獎勵金」給蔡政倫、官琬純、簡奕光、李韋皞、鄭屹雅、朱家

瑋、黃信翰、陳彭薇、朱舒綺等 6 校 9 名同學。

5. 邀請中國石油公司朱少華總經理兼董事長講述「二氧化碳未來發展與中油公司可能扮演之角色」專題演講。
6. 通過年會大會提案二起：甲案「為確保國內煤炭供應來源順暢穩定，建請政府積極輔導整合國內煤炭用戶進行海外煤炭資源探勘」；乙案：立法院一讀通過之「溫室氣體減量（簡稱溫減法）」疑義甚多，建請主管機關儘速與工商業界充分溝通，以消弭窒礙、提升可行性。
7. 宣讀論文：(1) 礦業組 26 篇；(2) 冶金組 27 篇；(3) 材料組 45 篇；(4) 能源組 30 篇；(5) 石油組 14 篇，共計 142 篇。
8. 年會宴地點：苗栗市「國揚川菜館」。

(三)十月二十三日廠礦參觀：

新竹玻璃館→苗栗精礮坑 145 號井場→陶瓷博物館→中油探採事業部儲氣處

■民國九十九年

- 年會日期：10 月 7 日、10 月 8 日、10 月 22 日
- 大會地點：台南市國立成功大學圖書館 B1 會議廳
- 大會主席：朱秋龍
- 年籌會主委：申永輝
- 年會紀要：

(一)十月七日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給本會團體會員一財團法人石材暨資源產業研究發展中心。
2. 頒發「盧善棟獎學金」給成功大學資源工程研究所博士研究生李珣琮；台北科技大學資源工程研究所博士研究生何恭睿；國立交通大學材料科學與工程研究所博士研究生陳俞中，每人獎學金新台幣陸萬元，獎狀乙紙。
3. 頒發「論文獎」特優獎一篇：黃慶淵、顏鴻威、潘永村、楊哲人；優等獎二篇：(1) 張顧齡、郭有益、周文賢、高振隆；(2) 顏富士、楊榮澤、游佩青；佳作獎三篇：(1) 游佩青、吳宗駿、楊昆原、陳敬文、陳富士；(2) 劉仁煥、戴憲弘、張豐吉、鄭文桐；(3) 曾繼忠、范振暉、宣大衡、吳榮章。
4. 頒發「學生獎勵金」：賀菲、黃奕璋、劉俊甫、羅文昕、張詩涵、于傑、黃怡

甄等 5 校 7 名同學。

5. 邀請台灣區鋼鐵工業同業公會林明儒理事長專題演講「台灣鋼鐵工業現況與展望」。

6. 年會提案一起：

2008 年以來東南亞各國紛以保護消費者為由，規定進口鋼鐵產品須強制驗證才准予通關，建請主管機關儘速在 WTO-TBT 會議提出異議，或聯繫各國相關機關及進口商協會推動進口國取消或放寬限制，以利鋼鐵產品貿易。

7. 宣讀論文：(1) 礦業組 26 篇；(2) 冶金組 26 篇；(3) 材料組 60 篇；(4) 資源再生組 29 篇；(5) 石油組 15 篇；(6) 節能減碳組 14 篇；(7) 資源管理及利用組 13 篇，共計 183 篇。

8. 年會宴地點：台南成大會館「雨荷舞水餐廳」。

(二) 十月八日廠礦參觀：成大會館→曾文水庫→台鹽博物館

(三) 十月二十二日在台北科技大學第六教學大樓國際會議廳舉辦「稀土金屬與綠能產業的發展」專題討論會，由成功大學顏富士教授主持。

■ 民國一百年

● 年會日期：11 月 24 日～11 月 29 日

● 大會地點：台北市 台北科技大學第六教學大樓國際會議廳

● 大會主席：朱秋龍

● 年籌會主委：王錫福

● 年會紀要：

(一) 十一月二十四日在台北科技大學第六教學大樓國際會議廳舉辦「海洋資源開發之契機與願景」專題討論會，由經濟部礦業司陳逸偵副司長主持。

(二) 十一月二十五日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給團體會員－中聯資源股份有限公司及個人會員吳榮章博士，表彰中聯公司對資源永續利用，研究創新綠色建材，提昇工程品質及二氧化碳減量的貢獻及吳榮章博士從事地層埋藏史，沉積物遷移演化、三維構造解析，應用於盆地分析及油氣探勘，引進並發展地質平衡剖面電腦分析技術，探勘國內外油氣著有成就及貢獻。

2. 頒發「盧善棟獎學金」給成功大學博士研究生梅立人、交通大學博士研究生邱郁珈、台北科技大學碩士研究生許彤蓉等三位。
 3. 頒發「論文獎」特優獎乙名：「高濃鍍效率 LCD 用鋁靶開發」洪胤庭、邱軍浩、黃宏勝、謝榮淵；優等獎三名：(1)「手工工具用熱軋高碳合金鋼開發」王元聰、林守杞、王英淳、劉純宇；(2)「 χ - Al_2O_3 塗佈漿料的粒徑分析對製成塗層紙張性質之影響」陳芝亦、鎖培如、游佩青、顏富士；(3)「熱軋加熱爐爐氣低氧控制技術」鄭恆星、許元良、廖啟民、黃大松；佳作獎七名：(1)「新型水性隔熱塗隔熱效果研究」郭志成、趙任元、陳義華；(2)「高氯含量廢水去除氯離子之研究」曾淑滿、鄭大偉；(3)「新型分散劑對於磷酸鋁鐵正極材料之分散性質與電化學性能的研究」楊庭喻、李嘉甄、彭杏威；(4)「鹽水地層二氧化碳封存量估算之研究」劉政典、謝秉志、林再興；(5)「震測逆推結合古構造復元之三維地層孔隙壓力梯度分析」傅式齊、張資宜、楊育良、李健平、馮力中；(6)「合成方沸石對 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Sr^{2+} 之吸附研究」陳弘梅、雷大同；(7)「無機聚合物與水泥砂漿界面黏結特性之探討」朱秀雯、李宏輝、王泰典、翁祖圻。
 4. 頒發「大專學生獎勵金」給廖恆誼、林郁書、謝佑勳、鄭又珍、楊詠然、林鈺庭、梁美燕等五校 7 名同學。
 5. 專題演講邀請中鋼公司董事長鄒若齊博士主講「台灣鋼鐵工業在亞洲鋼鐵產業扮演之角色及未來發展」。
 6. 年會通過提案二起：甲案：邇來媒體報載有關全面解除砂石管制輸出，開放砂石出口問題，環視目前國內砂石供應仍須仰賴進口砂石前提下，仍宜有限度開放出口以穩定砂石供應。乙案：針對鋁錠及鋁軋品（HS 四碼代號：7606 和 7607），在 ECFA 後續談判中，建請政府協助向大陸爭取免徵或取消相關進出口稅率。
 7. 宣讀論文：(1) 礦業組 28 篇；(2) 冶金組 28 篇；(3) 材料組 89 篇；(4) 資源再生利用組 41 篇；(5) 石油組 14 篇；(6) 能源發展與管理組 28 篇，共計 228 篇。
 8. 年會宴地點：台北科技大學—大川堂。
- (三)十一月二十九日參觀旅遊：台灣地震關懷之旅
- (四)十一月二十四日～二十七日「礦物與生活」特展

■民國一〇一年

- 年會日期：10月19日、11月2日、11月3日
- 大會地點：國立高雄大學管理學院演講廳
- 大會主席：朱秋龍
- 年籌會主委：王錫欽
- 年會紀要：

(一)十月十九日在中鋼公司 T1 集會堂舉辦「氣候變遷與節能減碳」專題討論會，由中鋼公司張西龍助理副總經理主持。

(二)十一月二日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給林朝宗先生，表彰林氏於民國 99 年戮力完成「地質法」立法及相關子法；推動高科技運用於傳統地質調查，提升地質調查效能；整合地質資訊與防災科技，使地質環境資訊成為防災減災策略之重要依據；協助政府機關審查有關土地開發審議及環境評估案，績效卓然，對我國地質環境安全及管理，貢獻厥偉。
2. 頒發「盧善棟獎學金」給國立成功大學資源工程研究所博士研究生劉政典、國立台北科技大學材料與資源工程研究所碩士研究生李韋皞、國立交通大學材料科學與工程研究所博士研究生黃以撒等三位。
3. 頒發「論文獎」特優獎一名：「超高強度汽車車門防撞鋼樑開發」涂睿帆、潘永村、劉弦錦；優等獎三名：(1)「永和山氣田二氧化碳封存先導試驗模擬研究」曾繼忠、陳大麟、胡興台、林再興；(2)「高爐冶金模式的建立與應用」柯永章、何忠根、吳崑熠、蕭嘉賢；(3)「高品質低能耗熱軋技術」黃朝琪、石俊超、董坤成、鄭碧昆；佳作獎六名：(1)「台灣西南海域高屏斜坡上活躍的泥火山群與可能的天然氧水合物賦存」陳松春、許樹坤、蔡慶輝、王詠綯；(2)「抗白點氧化 5052H32 鋁片開發」陳保松、蘇俊仁、黃財賞、黃朝琪；(3)「鋁基—石墨複合材料之熱性質研究」陳貞光、黃意舜、陳適範、洪尚桐；(4)「中孔徑二氧化矽薄膜於不同尺度變因下對於容體分子的吸附與釋放行為之影響」吳嘉文、連泓原；(5)「鐵砧山東南地塊二氧化碳封存與舊氣田增產初步模擬研究」：曾繼忠、吳柏裕、陳大麟、林再興；(6)「無機螢光粉在提升太陽能電池轉換效率之應用」陳登銘、陳彥吉、黃琬妤。

4. 頒發「大專學生獎勵金」給林諭虹、王詩婷、呂雨珊、謝忠諺、陳名冠、許維如、李美滿等五校 7 名同學。
5. 邀請國立高雄大學黃肇瑞校長在大會上作「材料科技與文明」專題演講。
6. 年會通過提案二起：甲案：東海海域研判蘊藏豐富之石油與天然氣資源，建請政府基於「主權在我、擱置爭議、平等互惠、共同開發」之原則，與東海區域各國建立合作機制來共同開發此區域。乙案：針對政府為提升我國工業水準，已規劃十項「工業基礎技術」項目來引導業者投入基礎技術的紮根工作，建請政府再增列「金屬材料與應用基礎技術」項目，以深耕我國的金屬基礎工業。
7. 宣讀論文：(1) 礦業組 30 篇；(2) 冶金組 26 篇；(3) 材料組 66 篇；(4) 資源再生與環境永續組 59 篇；(5) 石油組 16 篇；(6) 能源發展與管理組 39 篇，共計 236 篇。
8. 年會宴地點：高雄市梓官區漁故鄉國際餐廳

(三)十一月三日參觀旅遊：參訪晉禾企業有限公司螺絲螺帽工廠及佛陀紀念館

■民國一〇二年

- 年 會 日 期：10 月 16 日、10 月 25 日、10 月 26 日
- 大 會 地 點：苗栗 中油探採研究所大禮堂
- 大 會 主 席：朱秋龍
- 年籌會主委：吳榮章
- 年 會 紀 要：

(一)十月十六日在：台北科技大學第六教學大樓國際會議舉辦「能源科技與環境」專題討論會，由台灣中油公司探採研究所吳明賢副所長主持。

(二)十月二十五日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給本會團體會員向陽礦業股份有限公司及個人會員保來得公司技術部經理李輝隆博士，表彰向陽公司開採雲母礦以挖土機鏟出，節省炸藥有利安全管理，礦漿運送以地形落差使用 PVC 輸送 3 公里，節省能源，避免車輛影響環境生態；絹雲母加工利用以新技術、多角化發展，將雲母原料應用在保溫、紡織品及鋼鐵耐鹽份、防鏽塗料，效能卓著；另在綠能光電產業開發高效能散熱複合塑料，應用在輕質 LED 光電產業；粗製品摻合有機農肥，取

代農用殺蟲劑，促進有機農業之蓬勃發展，頗著貢獻。李輝隆博士則在粉末冶金、材料加工製程、複合材料、品質工程技術有傑出表現，對國家經濟發展，貢獻厥偉。

2. 頒發「盧善棟獎學金」給國立成功大學資源工程研究所柯酈博士研究生、台北科技大學材料工程研究所歐陽采芸碩士研究生、國立交通大學材料科學與工程研究所路逸宜博士研究生等三位。
3. 頒發「論文獎」特優獎一名：「超低碳氮硫鋼煉鑄製程技術開發」劉永章、蘇彥豪、馮榮仲、袁成華；優等獎二名：(1)「合成堇青石之創新作業技術開發」顏富士、游佩青、陳政毓、李曼妮；(2)「新穎白光發光二極體氟硫化物螢光物之探索」陳登銘、吳昀錚；佳作獎六名：(1)「漏失帶對 SAGD 開採油砂生產模擬研究」王志文、曾繼忠、吳柏裕、林再興；(2)「利用 EBSD 分析通孔填充之各階段的電鍍銅微結構」何政恩、廖成偉、花馨慧、陳宏杰；(3)「水系漿料中堙基化 BaTiO₃ 與 PVA 和 B₂O₃ 之間的膠化及解膠化機制」張中璿、李嘉甄；(4)「氧氣氛對生質物低溫炭化反應之影響」盧科妙、劉世賢、陳維新、李文智；(5)「電解質支撐微管型固態氧化物燃料電池之製程與特性研究」謝文碩、林鵬、王錫福；(6)「奈米稀土螢光粉在提升矽晶太陽能電池效率之研究」陳登銘、洪文彬。
4. 頒發「大專學生獎勵金」給邱凱倫、莊其毅、董芝安、張瑞閔、丁三益、王尹楊安傑等五校 7 名品學兼優學生。
5. 邀請台灣中油公司林聖忠董事長專題演講「頁岩氣的挑戰與對策」。
6. 年會通過提案二起：甲案：台灣特殊鋼產業發展至今已超過三十年，可以說是相當成熟的產業，但關於鋼鐵產業的產銷狀況研究，大都泛指普通鋼而言，鮮少針對特殊鋼領域探討。建請政府協助支援特殊鋼產銷狀況進行市場調查統計，以便讓國內業者能全面而準確地了解特鋼產業的發展現狀以及能對於未來做出科學的預測。乙案：為吸引外商參與我國海域油氣之探勘，以加速自有油源之掌握，建議於礦業法中增列海域探採專章，並配合修訂相關礦業法規。
7. 宣讀論文：
 - 口頭報告組 140 編：(1) 礦業組 14 篇；(2) 冶金組 21 篇；(3) 石油組 14 篇；(4) 材料組 37 篇；(5) 能源發展與管理組 14 篇；(6) 資源再生與環境永續組 40

篇。

●海報發表組 33 篇。

8. 年會宴地點：苗栗市「東北角餐廳」。

(三)參觀旅遊：台北火車站→台灣首座 50kw 宜蘭清水地熱試驗發電廠→橫山頭內社區→長埤湖湖光山色→雪隧→台北。

■民國一〇三年

●年會日期：10 月 16 日～10 月 18 日

●大會地點：台北科技大學第六教學大樓國際會議廳

●大會主席：吳榮章

●年籌會主委：王錫福

●年會紀要：

(一)十月十六日在北科技大學第六教學大樓國際會議廳舉辦「天然災害與環境維護」專題討論會，由台北科技大學材資系王泰典教授主持。

(二)十月十七日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給中鋼公司技術部副總經理王錫欽博士，表彰王博士致力熱軋鋼線產品的研發、提升冶煉及軋鋼技術、新產品研發與產品性能改善，表現優異，對我國鋼鐵工業發展，提升國際競爭力，貢獻厥偉。
2. 頒發「盧善棟獎學金」給國立成功大學資源工程研究所沈建豪博士研究生、台北科技大學資源工程研究所李韋嶸博士研究生、國立交通大學材料科學與工程研究所吳佩瑜博士研究生等三位。
3. 頒發「論文獎」特優獎一名：「超經薄 $6\mu\text{m}$ 鋁箔之開發」石漢正、庾忠義、陳博偉；優等獎三名：(1)「臺灣西南海域上部高屏斜坡之泥貫入體與活躍泥火山的分布及油氣潛能」陳松春、許樹坤、王詠綸、劉家瑄；(2)「熱軋酸洗鋼帶油膜量測與塗油不均改善技術」郭育仁、石俊超、盧智仁、蔡炯村、陳福左；(3)「光電產業用濺鍍鉬靶開發」黃宏勝、邱軍浩、洪胤庭、董寰乾；佳作獎五名：(1)「轉爐吹煉雙渣法造渣技術開發與應用」張顧齡、郭有益、周文賢、黃溫杰；(2)「緻密氣層或頁岩氣礦區生產評估技術研究」曾繼忠、李崇豪、陳冠志、陳大麟；(3)「應用超重力旋轉填充床進行二氧化碳捕獲與爐渣安定化之績

效評估」潘述元、蔣本基、張怡怡、陳奕宏；(4)「汽車結構用冷軋高強度低合金鋼 420LA 開發」王泰翔、柯旭勛、涂泰年；(5)「利用三維震測資料研究台灣西南海域之氣水化合物」戚務正、陳麗雯、劉家瑄、林曉武。

4. 頒發「大專學生獎勵金」給蔡昀達、劉仁偉、杜家杭、黃怡婷、林庭玉、許展毓、傅柏翔、唐懷昱等六校 8 名同學。

5. 邀請濟部沈榮津次長專題演講「政府與民間攜手共同推動產業轉型升級」。

6. 年會通過提案一起：為增進能源安全，加強國內外油氣探勘，深化能源戰略佈局，以建構能源供應安全體系。

7. 宣讀論文：(1)礦業組 20 篇；(2)冶金組 22 篇；(3)石油組 12 篇；(4)材料組 34 篇；(5)能源發展與管理組 12 篇；(6)資源再生與環境永續組 22 篇；海報組 48 篇，共計 170 篇。

8. 年會宴地點：台北市逸香園餐廳

(三)十月十八日參觀旅遊：台北→台電龍門核四廠→黃金博物館→海洋博物館（區域探索館）→潮境公園→台北

■民國一〇四年

●年會日期：10 月 22 日～10 月 24 日

●大會地點：高雄市國立高雄大學管理學院演講廳

●大會主席：吳榮章

●年籌會主委：王宗櫛

●年會紀要：

(一)十月二十二日假高雄中鋼總部大樓國際會議廳舉行「鈦鎳合金的應用與發展」專題討論會，由高雄大學何文福教授主持。

(二)十月二十三日年會大會：

1. 頒發「技術獎章」給財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所，表彰該所致力潔淨能源及永續環境技術發展；在前瞻創新、產品發展、專利佈局三大構面，發展出世界頂尖技術應用，研發產品獲國內外多項發明獎；尤其對可高速充放電離子電池技術、鈣迴路捕獲 CO₂ 技術、防爆電器檢測服務等，在資源與材料利用及礦業研究領域，成就斐然。

2. 頒發「盧善棟獎學金」給國立成功大學資源工程研究所吳政岳博士研究生、台北科技大學材料科學與工程研究所呂雨珊碩士研究生、國立交通大學材料科學與工程研究所曾志翰博士研究生等三位。
 3. 頒發「論文獎」特優獎一名：「轉爐渣改質技術在中鋼之應用與突破」李育成、楊金成、蔡立文、俞明塗；優等獎三名：(1)「熱鍛免調質棒鋼開發與改善」梁聖樂、郭春億、張顧齡；(2)「以聚合法製作之聚酯奈米複合材料於功能性紡織品之應用」林怡君、林裕軒、胡焯淳、江肇銘；(3)「SUJ2 軸承鋼磷含量對鑄胚偏析的影響及其控制技術研發」林巖騫、蘇彥豪、周文賢、汪啟榮；佳作獎五名：(1)「臺灣西南海域永安及好景海脊區之可能近表層天然氣水合物賦存潛能」邱協棟、陳松春、許樹坤、蔡慶輝、王詠絢、劉家瑄；(2)「利用硫氧化物螢光粉作為下轉移與抗反射層以提升矽太陽能電池轉換效率」洪文彬、陳登銘；(3)「鍍鋅產線氣刀分析技術開發與應用」鄒穎；(4)「鐵氧磁體吸附材對稀土元素吸附研究」羅聖宗、游鎮烽、涂耀仁、翁子偉；(5)「生質煤/鐵礦複合球團之碳熱還原反應效率評估」盧科妙、劉世賢、蕭嘉賢。
 4. 頒發「大專學生獎勵金」給林姿町、王崇軒、陳煜偈、林玉韻、許文傑、吳冠何、謝崇焜等六校 8 名同學。
 5. 邀請國立中山大學黃志青講座教授專題演講「金屬玻璃之發展現況與應用」。
 6. 年會通過提案三起：甲案：為因應國際提升天然氣發電配比趨勢，應積極開發海域天然氣資源，提升自有氣源，以確保能源供應。乙案：針對東南亞各國提高鋼品進口關稅與實施鋼品驗證、大陸與其他國家低價、品質不良鋼品傾倒到台灣，已嚴重危及國內鋼鐵產業之生存，建請政府迅速推動國內各項鋼品強制性驗證登錄制度，並與東協各國簽署貿易協議，以挽救國內鋼鐵產業，並健全國內鋼鐵產業發展。丙案：建請政府各部會協助煉鋼轉爐石去化及資源化之推動。
 7. 宣讀論文：(1)礦業組 20 篇；(2)冶金組 25 篇；(3)石油組 8 篇；(4)材料組 26 篇；(5)能源發展與管理組 25 篇；(6)資源再生與環境永續組 23 篇；(7)海報組 47 篇，共計 175 篇。
 8. 年會宴地點：高雄市 漁故鄉國際大餐廳
- (三)十月二十四日礦廠參觀：興達火力發電廠、美濃客家文物館、天台山道場 *

■ 林再遷*

展覽會場分二個展場：第一展覽會場設置在台北科技大學第六教學大樓一樓廣場；第二展覽場設在材資館，展場的攤位平面圖如下：

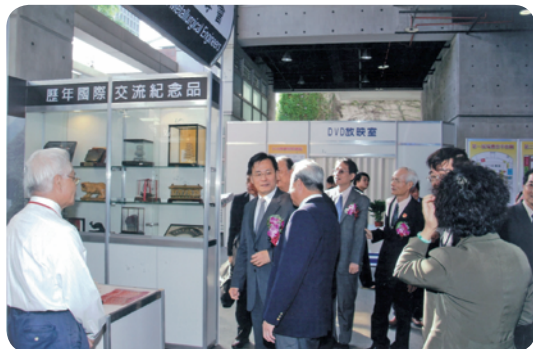
第一展場攤位平面圖

第二展場攤位平面圖





特展剪綵掠影



經濟部黃次長重球參觀本會攤位，由朱理事長親自說明。



朱理事長秋龍（右1）、朱局長明昭（右4）陪同黃次長（右3）參觀展出攤位，由礦務局羅光燭主任（右2）現場解說。



第二展覽場展出礦物岩石標本一角



剪綵後與會貴賓合影（前排左5經濟部黃重球次長、左3本會朱秋龍理事長、右3台北科技大學林啟瑞副校長）

工商活動

鑛冶工程學會 秀礦業科技

100年年會登場 舉辦礦物與生活特展 經部次長黃重球共襄盛舉

【台北訊】中國鑛冶工程學會今（25）日在台北科技大學舉行100年年會，昨（24）日起至27日在該校第六教學大樓及資材館舉辦「礦物與生活」特展，經濟部次長黃重球及產業代表出席剪綵。

中國鑛冶工程學會理事長朱秋龍表示，今年年會將頒發技術獎章、盧善棟獎學金、99年論文獎及大學暨學院礦業學生獎勵金等，並邀請中鋼公司董事長鄭若賓發表專題演講，

講題為「台灣鋼鐵工業在亞洲鋼鐵產業扮演之角色及未來發展」。

除了學術性課程，「礦物與生活」特展也為大會增添不少趣味與話題，該展內容包括：礦物利用與優質生活的高科技產品、銅品、寶石、水泥、石材、陶瓷磚瓦、石粉、輕質骨材及深層海洋的加工利用等。此外，還有金礦博物館、休閒礦場、鹽雕、探採技術及模型、礦業機械、礦山環境、地

質科學應用、礦業郵票錢幣、礦物標本等，具有寓教於樂的功能。

朱秋龍除了擔任中國鑛冶工程學會理事長，也是國內粉末冶金業龍頭廠台灣保來得公司總經理；此次特展由朱理事長及台北科技大學校長姚立德等共同主持開幕。

另台北科技大學副校長王錫福為此次年會籌備主任委員。（魏永全）

中國鑛冶工程學會主辦礦物與生活展，為年會揭開序幕，理事長朱秋龍（左三）與來賓共同剪綵。

魏永全／攝影

聯合報

UNITED DAILY NEWS
每份訂價10元 第21996號
創辦人王惕唐

4 710765 921682

參展廠商有本會、經濟部礦務局、經濟部中央地質調查所、中油公司、中鋼公司、台鹽公司、台灣水泥公司等33個單位，第一展場展出內容包含精緻礦業，各類礦物利用與優質生活的高科技產品，創新鋼品與玻璃、寶石、水泥、石材、陶瓷瓦、石粉、輕質骨材、深層海水等資源高度加工利用、金礦煤礦博物館、休閒礦場、鹽雕、探採冶煉技術及模型、礦業機械、礦山環境綠化等；第二展場展示簡宗鈞先生個人典藏的礦業郵



年會宴朱理事長致詞



朱秋龍理事長伉儷繾綣情深，合唱日本演歌



北科大學生摸彩獲頭獎（中）與朱理事長（右）及唐自標主任（左）合影。

票、錢幣、礦工人偶及北科大資源工程研究所相關研究成果與標本館典藏的各類珍貴礦物與岩石標本，琳琅滿目，充份展現礦業與生活密不可分的關係。

「礦物與生活」特展於 11 月 24 日下午二時揭幕，恭請經濟部黃次長重球暨礦業界先進共同剪綵，剪綵前有北科大男女同學表演熱情舞蹈，經濟日報更以重要版面大篇幅報導展覽活動。

特展展期三天 (11 月 24-27 日)，據估參觀人數逾三千人，展出單位為提高參觀率，準備有精美礦物紀念品，在攤位蓋妥 5 個章戳即可兌換，情況熱烈，尤其小朋友興趣高昂，領取紀念品後，笑逐顏開，增添無限參展樂趣！

✱

兩岸合辦石油天然氣 / 地質礦產 資源學術研討會六年紀要

■ 林再遷*

中國鑛冶工程學會與福建省礦業協會自 2010 年分別在台灣及福建兩岸合辦「海峽兩岸石油天然氣 / 地質礦產資源學術研討會」，至 2014 年共舉辦五屆，第六屆 2015 年因鑑於兩岸討論石油天然氣已逾五載，或有擴大領域召開研討會必要，仍自 2015 年起易名為「海峽兩岸地質礦產資源學術研討會」，茲就每年召開盛況縷述如下：

第一屆：海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會

一、召開日期：民國 99 年 7 月 20 ~ 24 日

二、召開地點：福建省福州西湖大飯店

三、代表團成員：

(一) 我方：

	姓名	性別	任職單位及職稱
團 長	林再遷	男	本會秘書長
副團長	吳明賢	男	台灣中油公司探採研究所副所長
顧 問	賴克富	男	本會常務監事兼促進兩岸礦業發展委員會主任委員
團 員	李昭興	男	海洋大學教授
團 員	李長之	男	台灣中油公司探採研究所地質師
團 員	莊恭周	男	台灣中油公司探採研究所地質師
團 員	張錦澤	男	台灣中油公司探採研究所地球化學師
團 員	林政遠	男	台灣中油公司探採研究所地球化學師
團 員	林再興	男	成功大學資源工程系教授
團 員	沈建豪	男	國立成功大學資源工程研究所碩士研究生
團 員	吳政岳	男	國立成功大學資源工程研究所博士研究生

* 本會秘書長

團 員	李通藝	男	師範大學進修推廣學院院長
團 員	陳文山	男	台灣大學地球科學系主任
團 員	李奇嵎	男	台灣大學地質科學系博士研究生
團 員	邵文佑	男	台灣大學地質科學系博士研究生

(二) 陸方出席：研討會有油氣企業、科研院所院士、學者專家 150 餘人。

四、研討會行程：

(一) 7 月 20 日：下午揭幕，晚上舉行歡迎酒會

(二) 7 月 21 日：上午「論文宣讀」及「企業座談會」

下午赴福建永安市住宿五州大酒店

(三) 7 月 22 日：上午考察吉山坂頭組地質構造

下午至 24 日參訪永安地質公園、地質博物館、丹霞地段鼓山、土樓等名勝古蹟；代表團於 19 日上午飛抵福州，下午空檔，參觀了福州古城中心的「三坊七巷」歷代名人故宅。

五、大會主題發言：發言者及主題如下：

1. 中國工程院院士金慶煥報告：台灣海峽兩岸資源調查初步報告。
2. 中國鑛冶工程學會海洋非生物資源委員會主任委員、國立海洋大學教授李昭興報告：Deep Sea Exploration(深海勘探)。
3. 中國國土資源部油氣中心副主任、研究員張大偉報告：台灣海峽盆地油氣。
4. 台灣大學地質系主任、教授陳文山報告：台灣西部前陸盆地的演化與造山帶構造活動的關係。
5. 中海油福建天然氣有限責任公司資源市場部副總經理林曉東報告：福建 LNG 站線項目介紹。
6. 福建省地質礦產勘查開發局總工程師陶建華報告：台灣海峽地質構造特徵及演化。

六、論文發表：7 月 21 日上午共分二組進行，第一組安排在酒店蓮花廳，由鑛冶學會林秘書長再遷主持，論文共 13 篇，發表人及篇名如下：

第一組論文作者及題目

序號	作者	論 文
1	吳明賢	珠江口盆地地質特徵與斷層模式的建立
2	王國純	東海盆地油氣勘探前景探討
3	李長之	獲油氣徵的舊礦區再探勘的轉機
4	鄒才能	「連續型」非常規油氣地質理論與潛力
5	姚根順	南方非常規油氣資源勘探前景
6	董世泰	地震疊前技術在中國石油的現狀及發展方向
7	林政遠	臺灣天然氣性質與地球化學探勘
8	翟常博	四川盆地下組合(Z-S)氣源研究及有利勘探層系油氣聚集規律
9	鄭倫舉	具近臨界特性地層水的生排烴效應研究
10	李通藝	由層序地層學原理探討臺灣西部地區低水位體系域地層封閉潛能
11	楊彩虹	西湖凹陷油氣成藏系統
12	傅 寧	珠江口盆地白雲凹陷烴源岩及油氣成因
13	沈阿平	火山岩氣藏水平井開發應用研究

第二組在紫荊廳舉行，由中國礦業聯合會常務劉會長曾紹金主持，論文 16 篇，發表人及篇名如下：

第二組論文作者及題目

序號	作 者	論 文
1	龐雄奇	中國油氣資源的分布特點及其研究方向
2	莊恭周	臺灣西北部鐵砧山氣田及其鄰近地區之儲集層研究
3	張春賀	地球物理勘探攻關帶動選區項目油氣發現
4	金春爽	臺灣海峽及鄰區中生界油氣資源前景
5	張錦澤	油氣中輕碳氫化合物成份在油氣探勘的應用
6	張光學	試論構造在臺灣海峽西部盆地油氣成藏中的作用
7	劉振湖	臺灣海峽盆地油氣前景與下一步勘探建議
8	周昌範	臺灣海峽西部地震反射特徵及油氣遠景
9	李 剛	臺灣島周邊海域中生界油氣
10	沈建豪	凝結油氣田之油氣生產模擬研究
11	姜振學	兩種致密砂岩氣藏類型劃分及成藏機理研究——以庫車坳陷依南——野雲地區為例

- 12 範柏江 冀東坳陷烇源岩生排油氣特徵及甚資源潛力評價
- 13 劉 豪 東海南部新生代層序地層及構造演化階段初探
- 14 周江羽 福建省晚古生代以來盆地原型和油氣勘探領域
- 15 劉成林 Unconventional petroleum geology and resources in China.
- 16 馬昌前 Migrating Mesozoic Magmatic Arc and Lithospheric Extension in the Southeastern China: Evidence from Magmatism and Sedimentary Geology.



两岸合力共促油气资源勘探开发

——访台湾“中国矿冶工程学会”秘书长林再迁

本报记者 林娟文/图



省矿业协会会长宋祥文向台湾“中国矿冶工程学会”秘书长林再迁(右)赠送有福州三宝之称的软木画。

为期两天的“海峡两岸石油天然气资源学术研讨会”昨天在福州闭幕，来自海峡两岸矿业界、地学界的150多位专家学者齐聚一堂，就加强海峡两岸油气资源勘探开发的交流与合作进行广泛深入的探讨。台湾“中国矿冶工程学会”与福建省矿业协会共同主办此次研讨会，其秘书长林再迁接受了记者的采访。

“台湾物产丰富，唯独矿产资源先天贫乏，所需的矿产品主要依赖进口。其中石油天然气资源经过200多年的开发，已逐渐枯竭，2009年天然气产量为3.51亿立方米，凝结油1.6万吨，与实际需求出现很大缺口，只能从沙特阿拉伯、科威特、伊拉克、印尼、马来西亚等国大量进口，进口油气价格高，是一笔沉重的负担，采购质高价廉的油气一直是台湾努力的目标。”林再迁说。

对石油天然气这一重要的民生物资与战略物资，大陆十分重视，目前已收购了世界不少地方油气资源的勘探开采权，矿权有一定的时限，而台湾的油气勘探开采技术比较成熟，在世界上处于领先地位。林再迁说，台湾矿业界希望能以技术力量协助大陆共同勘探开采，以期尽快探得油源，如果借此机会台湾能买到平价的油气，那么这对两岸必将得是互惠双赢的好事。



兩岸探討合作開發油氣資源

來源：人民日報海外版

發布時間：2010-7-24

由福建省礦業協會和臺灣“中國礦冶工程學會”聯合主辦的海峡两岸石油天然气资源学术研讨会近日在福州召開，来自海峡两岸科研院校、所從事油氣研究的院士、專家、學者和石油企業相關人士共150多人參加了研討會。

閩臺兩地物產豐富，但礦藏資源相對匱乏。臺灣海峽蘊藏著較為豐富的油氣資源，勘探與開發這些資源對兩岸經濟社會發展具有非常重要的意義。這次海峽兩岸油氣資源學術研討會是近年來兩岸在油氣研究領域的一次大規模交流盛會。會議期間，兩岸油氣企業以及與會院士、專家共同交流了海峽兩岸在石油天然氣地質研究和勘探開發技術方面的成果，並對今後開展合作進行了深入探討。

兩會因第一次聯合在福建辦理盛會，本會林秘書長接受福建日報記者林娟專訪，大幅刊載於 7 月 22 日福建日報海峽新聞版及「上海與台灣」網站。

第二屆：海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會

一、召開日期：民國 100 年 11 月 11 日（星期五）

二、召開地點：苗栗台灣中油公司探採研究所

三、協辦單位：台灣中油公司探採研究所及探採事業部

四、代表團成員：

（一）陸方：代表一行 30 人

	姓名	性別	任職單位及職稱
團 長	宋祥文	男	福建省礦業協會（會長）
副團長	江敦嵐	男	福建省地質礦產勘產開發局（副局長） 福建省礦業協會（顧問）
副團長	周珍琦	男	福建省地質調查研究院（院長） 福建省地質調查研究院（地礦高級工程師） 福建省礦業協會（副會長）
團 員	張則強	男	福建省國土資源局（副調研員） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	陳建萍	女	福建省台辦經濟處（副調研員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	李積瓊	女	福建省國土資源局（副調研員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	張瑞利	男	福建省地質礦產勘查開發局（辦公室副主任） 福建省礦業協會（副秘書長）
團 員	石建基	男	福建省地質物資供應站（副主任） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	翁朝峰	女	福建省地質調查研究院（地礦高級工程師） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	江劍麗	女	福建省地質調查研究院（地礦高級工程師） 福建省礦業協會（理事）
團 員	徐立明	男	福建省地質調查研究院（地礦高級工程師） 福建省礦業協會（理事）

團 員	邱盛安	男	福建省閩西地質大隊（代理總工程師） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	袁家開	男	福建省閩西地質大隊（地質工程師） 福建省礦業協會（理事）
團 員	張進高	男	福建省地質測繪院（副院長） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	黃 輝	男	福建省礦業協會（理事）
團 員	朱忠良	男	福建省礦業協會（處級幹部、常務理事）
團 員	涂樣謀	男	福建省礦業協會（秘書長）
團 員	趙 丹	女	福建省礦業協會（副秘書長）
團 員	陳基琳	男	福建省三明市國土資源局（副局長） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	蔡東升	男	中國海洋石油總公司 礦區管理辦公室（辦公室主任） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	高 樂	男	中海石油（中國）有限公司勘探部（綜合分析高級主管） 福建省礦業協會（理事）
團 員	李 頌	男	中海石油（中國）有限公司勘探部（勘探動態高級主管） 福建省礦業協會（理事）
團 員	孫曉軍	女	中國石油天然氣股份有限公司中國石油勘探與生產分公司 （礦權管理高級主管） 福建省礦業協會（理事）
團 員	陳志勇	男	中國石油勘探研究院（副總地質師） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	郭齊軍	男	中國石油化工有限公司（副處長） 油田勘探開發事業部（處長） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	何發岐	男	中國石油化工有限公司（副處長） 油田勘探開發事業部（處長） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	封永泰	男	中國石油化工有限公司（副處長） 油田勘探開發事業部（處長） 福建省礦業協會（常務理事）
團 員	金春爽	女	國土資源部油氣資源戰略研究中心（教授級高工） 福建省礦業協會（理事）

團 員 李 剛 男 青島海洋地質研究所遊息資源室（海洋地質研究員）
福建省礦業協會（常務理事）

團 員 劉振湖 男 廣州海洋地質調查局（副總工程師）
福建省礦業協會（常務理事）

（二）我方出席：朱秋龍理事長、苗栗縣政府林文翔副縣長、徐耀昌立法委員夫人、中油公司賴調燦董事、楊敬熙副總經理、吳榮章執行長、胡興台所長暨海岸大學李照興教授、台灣師範大學、成功大學等教授、中油公司等專家學者約 100 人出席。

五、研討會活動行程：

（一）11 月 10 日：上午：代表團抵台，林秘書長及中油公司林致遠秘書接機
下午：林秘書長陪同拜會經濟部中央地質調查所

（二）11 月 11 日：上午：開幕式及專題報告
下午：論文宣讀及參訪清朝石油老井
晚宴：苗栗縣長劉政鴻設晚宴於「東北角餐廳」款待兩會出席貴賓，席開 10 桌，賓客盡興。

（三）11 月 12 ～ 17 日：大陸代表團參訪國內名勝古蹟

六、大會專題報告：共六篇，題目及發表人如下：（上午 10：30 ～ 12：30）

題目及發表人

專題報告：台灣海峽及鄰區中生界油氣勘探前景

發 表 人：金春爽 教授級高工 國土資源部油氣資源戰略研究中心

專題報告：台灣中油氣探勘之回顧與展望

發 表 人：陳雄茂 督導 台灣中油公司總經理室

專題報告：南中國海非傳統性的油氣探勘

發 表 人：李昭興 教授 海洋大學應用地球科學研究所

專題報告：東海及潮汕盆地中生界勘探前景探討

發 表 人：蔡東升 主任 中國海洋石油總公司礦區管理辦公室

專題報告：台灣海域南日島盆地石油系統油氣潛能研究

發 表 人：翁榮南 主任地質師 台灣中油公司探採事業部

專題報告：台灣西南部二疊系與磁力異常之解釋

發 表 人：吳明賢 副所長 台灣中油公司探採研究所

七、論文發表：共九篇

下午 2：00 ～ 17：30 舉行論文宣讀會，論文及發表人如下表：

題目及發表人

論文題目：中國石油物探技術攻關成果

發表人：王玉山 高級主管 中國石油天然氣股份有限公司勘探與生產公司

論文題目：層序地層學與地層封閉：以台灣中新世地層為例

發表人：黃進達 博士研究生 台灣師範大學地球科學系

論文題目：新竹外海南莊層的煤層分佈

發表人：李長之 專案經理 台灣中油公司探採研究所

論文題目：台灣海峽盆地油氣勘探方向及勘探建議

發表人：劉振湖 副總工程師 廣州海洋地質調查所

論文題目：台南盆地儲集岩特性分析－黃鐵礦產狀與低電阻油氣層探勘

發表人：羅仕榮 組長 台灣中油公司探採研究所

茶

敘

論文題目：中國石化油氣勘探開發主要成就與技術

發表人：沈建豪 博士研究生 成功大學資源工程系暨研究所

論文題目：台灣海峽及鄰區中生界油氣勘探前景

發表人：金春爽 教授級高工 國土資源部油氣資源戰略研究中心

論文題目：中國東南沿海中生代地層及烴源岩特徵

發表人：周珍琦 院長 福建省地質調查研究院

論文題目：台灣西南增積楔之油氣特性

發表人：沈俊卿 組長 台灣中油公司探採研究所

第三屆：海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會

一、召開日期：民國 101 年 11 月 19 ～ 22 日

二、召開地點：福建省廈門國際會議中心酒店

三、代表團成員：

(一) 我方：

	姓名	性別	任職單位及職稱
團 長	朱秋龍	男	中國鑛冶工程學會理事長
副團長	吳明賢	男	台灣中油公司探採研究所副所長
副團長	陳太山	男	台灣中油公司探採事業部技術室主任
顧 問	林再遷	男	中國鑛冶工程學會秘書長
團 員	范來富	男	台灣中油公司探採事業部採油工程處處長
團 員	蔡鏗榮	男	台灣中油公司探採事業部採油工程處副處長
團 員	石文卿	男	台灣中油公司探採事業部測勘處組長
團 員	柯佳君	女	台灣中油公司探採事業部測勘處物探師
團 員	黃緯誠	男	台灣中油公司探採事業部測勘處地質師
團 員	沈俊卿	男	台灣中油公司探採研究所地化組組長
團 員	黃富文	男	台灣中油公司探採研究所專案經理
團 員	李長之	男	台灣中油公司探採研究所專案經理
團 員	范振暉	男	台灣中油公司探採研究所專案經理
團 員	林政遠	男	台灣中油公司探採研究所所長室秘書
團 員	俞何興	男	台灣大學海洋研究所教授
團 員	熊衍昕	女	台灣大學海洋研究所博士後研究員
團 員	楊耿明	男	成功大學地球科學系副教授
團 員	劉政典	男	成功大學資源工程研究所博士研究生
團 員	丁原智	男	台北科技大學資源工程研究所所長
秘 書	李文傳	男	中國鑛冶工程學會秘書

(二) 陸方：

參與研討會陸方代表有中國地質科學院院士李廷棟、中國科學院院士汪集暘、中國工程學院院士何繼善、國土資源部地勘司司長黃齊鳴、中國礦業聯合會常務副會長王家華及中國地質調查局發展研究中心、國土資源部油氣資源戰略研究中心、廣州海洋地質調查局、青島海洋地質研究所、中國石油杭州地質研究院、中國石化

總公司、中國石化石油勘探開發所、中國石化勝利油田地質院、江蘇油田地質研究院、中國石化華東分公司、中國石化上海海洋油氣分公司、中海油公司探勘部、陝西延長石油集團、同濟大學海洋與地質科學院、中國石油大學、中國地質大學資源學院、福州大學紫金礦業學院、福建省國土資源廳、福建省地勘局、福建省地質測繪院、福建省地調院等學者專家一百餘人。

四、研討會活動行程：

- (一) 11月19日：開幕式及「主題發言」及「論文宣讀」
- (二) 11月20日：上午論文宣讀，下午廈門「圖林博覽苑」攬勝
- (三) 11月21日：遊覽鼓浪嶼，19:00 廈門航空返台

五、大會主題發言：發言者及主題如下：

■第一階段：11月19日 10:40～12:00

- (一) 主持人：嚴光生、楊耿明
- (二) 發言人及題目：

1	吳明賢	台灣西南部二疊系與磁力異常之解釋
2	蔡東升	中國海油非常規氣勘探現狀與對策
3	陳太山	台灣西南部的泥火山分布與油氣探勘潛能
4	金春爽	台灣海峽及鄰區油氣資源前景
5	俞何興	台灣西部前陸盆地的地層及構造特徵

■第二階段：11月19日 14:00～16:00

- (一) 主持人：吳明賢、劉守金
- (二) 發言人及題目：

1	張大偉	中國頁岩氣資源潛力和管理政策
2	楊耿明	台灣西北部麓山帶鐵砧山構造的三維幾何及運動學模型
3	龐雄奇	廣泛連續型致密砂岩油氣藏成因機制與分布發育模式
4	葉先濤	中國南方海相頁岩氣選區評價體系研究
5	陶建華	福建推覆構造研究
6	劉振湖	台灣海峽盆地油氣地質及與鄰區成藏條件對比

■第三階段：11月19日 16：20～18：00

(一) 主持人：蔡東升、林再遷

(二) 發言人及題目：

- | | | |
|---|-----|---------------------------|
| 1 | 丁原智 | 二氧化碳地質封存－煤吸附二氧化碳之初步探討 |
| 2 | 楊耿明 | 值得關注的新領域：「大東海」中生代地層分布特徵 |
| 3 | 龐雄奇 | 生物礁成因及分布研究 |
| 4 | 葉先濤 | 鄂爾多斯盆地地下古生界 M 組碳酸鹽岩沉積環境分析 |
| 5 | 陶建華 | 由 A4 井的成功論東海盆地油氣勘探思路 |

六、論文發表：

■第一組 地點：國際會議中心一樓1C會議室

■第一階段：11月20日 8：00～10：00

(一) 主持人：俞何興

(二) 發言人及題目：

- | | | |
|----|-----|---------------------------|
| 1 | 熊衍昕 | 台灣－呂宋島聚合帶沉積物散布系統及其從源到匯之意義 |
| 2 | 周江羽 | 南海擴展過程與深水區重要地質事件響應 |
| 3 | 蔡進功 | 烇源岩中有機粘粒復合體－天然的生烇母質 |
| 4 | 劉政典 | 煤層氣資源量及蘊藏量估算之研究 |
| 5 | 易海 | 台灣海峽盆地西部坳陷地震層序劃分及構造演化 |
| 6 | 徐立明 | 福建省中生代烇源岩特徵及沉積環境分析 |
| 7 | 徐煥友 | 福建舉嵐盆地油氣地質條件評價 |
| 8 | 錢星 | 台灣海峽盆地西部地質構造特徵及油氣資源前景 |
| 9 | 吳春紅 | 東海南部面向中深層盆地的二維地震老資料處理技術探討 |
| 10 | 邱小平 | 台灣海峽淺層構造探索 |
| 11 | 江東輝 | 東海陸架盆地南部及鄰近陸域中生代地層格架探討 |
| 12 | 汪文基 | 碳酸鹽岩儲層類型評價方法 |

■第二階段：11月20日 10：20～12：00

(一) 主持人：龐雄奇

(二) 發言人及題目：

- | | | |
|----|-----|--------------------------|
| 1 | 周立明 | 頁岩氣成藏與富集規律初探 |
| 2 | 姜 航 | 功能要素匹配控藏模式定量預測構造油氣藏有利成藏區 |
| 3 | 于雯泉 | 金湖凹陷阜二段碎屑岩儲層成岩演化定量分析 |
| 4 | 王 路 | 高郵凹陷阜三段砂岩儲層控制因素分析 |
| 5 | 陳平原 | 高郵凹陷戴南組隱蔽油藏地質建模研究 |
| 6 | 裴 然 | 高郵凹陷阜寧組二段地震反射層特徵及形成機理研究 |
| 7 | 龐 宏 | 塔里木盆地塔中地區油氣藏形成與調整改造 |
| 8 | 陳君青 | 塔里木盆地台盆區奧陶系失利井分析 |
| 9 | 姚 旭 | 青島地區早白堊世地層及其與環太平洋構造帶初探 |
| 10 | 王安東 | 山東靈山島震積岩特徵及意義 |

■第二組 地點：會議中心三樓3C會議室

■第一階段：11月20日 8：00～10：00

(一) 主持人：陳太山

(二) 發言人及題目：

- | | | |
|----|-----|--------------------|
| 1 | 范來富 | 台灣－鐵砧山氣田生產井堵水技術研討 |
| 2 | 李本亮 | 中國近海油氣資源與勘探 |
| 3 | 夏在連 | 下揚子區晚期成藏理論的油氣勘探實踐 |
| 4 | 蔡鏗榮 | 出磺坑油氣田生產研討 |
| 5 | 張 濤 | 下揚子西部地區頁岩氣勘探潛力 |
| 6 | 張 英 | 南海北部水合物中天然氣成因及形成條件 |
| 7 | 沈俊卿 | 台灣中新世地層油氣潛能 |
| 8 | 徐 強 | 南海北部深水區盆地沉積作用研究進展 |
| 9 | 張青林 | 南海北部中生代盆地演化及油氣潛力探討 |
| 10 | 黃富文 | 從板塊運動觀點看非洲近斯的油氣大發現 |
| 11 | 李長之 | 同張裂沉積對石油探勘的重大貢獻 |
| 12 | 湯玉平 | 油氣微生物勘探技術研究進展及初步實踐 |

■第二階段：11月20日 10：20～12：00

(一) 主持人：張光學

(二) 發言人及題目：

1	談彩萍	成烓成藏定量研究及在我國東部斷陷盆地的應用探討
2	石文卿	直接探油應用於台灣西南部淺層探勘之成功案例
3	王 寧	車西洼陷油氣倒灌運移成藏特徵及機理研究
4	張營革	泥頁岩儲層地震識別與預測技術研究－以 LJ 地區為例
5	柯桂君	台灣北港區先中新統探勘潛能研究
6	楊 琦	南黃海盆地油氣勘探前景
7	黃緯誠	台灣西北部老田礦區儲集層分析
8	路順行	准噶爾盆地南緣東段大龍口背斜核部構造特徵研究及其啟示
9	李代杰	GY 凹陷泥岩裂縫油氣藏勘探技術方法研究

第四屆：海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會

一、召開日期：民國 102 年 12 月 12 日

二、召開地點：台灣保來得公司 201 會議室

三、協辦單位：台灣中油公司探採事業部、探採研究所、台灣保來得公司

四、代表團成員：

(一) 陸方

	姓名	性別	任職單位及職稱
團 長	何南飛	男	福建省國土資源廳（副廳長） 福建省礦業協會（顧問）
副團長	倪 超	男	福建省地質礦產勘產開發局（副局長） 福建省礦業協會（顧問）
團 員	丘文芬	男	福建省國土資源廳地勘處（處長） 福建省礦業協會（顧問）
團 員	黃文兵	男	福建省地質礦產勘查開發局（監察室主任） 福建省礦業協會（理事）

團 員	袁 寧	男	福建省煤田地質局（處長） 福建省礦業協會（副秘書長）
團 員	林利榮	男	福建省地質礦產勘查開發局礦開與安衛處（調研員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	姜宏汝	女	福建省地質礦產勘查開發局地環與工程處（副處長） 福建省礦業協會（理事）
團 員	程雪鶯	女	福建省財政廳（主任科員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	周延召	男	福建省地質礦產勘查開發局地勘與科技處（副主任科員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	林才浩	男	福建省地質調查研究院（副院長） 福建省礦業協會（理事）
團 員	林厚龍	男	福建省地質測繪院物地質礦產勘查部（副主任） 福建省礦業協會（理事）
團 員	杜建文	男	福建省地質調查研究院（總工辦副主任） 福建省礦業協會（理事）
團 員	鄧 克	男	福建省地質調查研究院（工程師） 福建省礦業協會（理事）
團 員	李昭升	男	福建省閩西地質大隊總工辦（主任） 福建省礦業協會（理事）
團 員	涂樣謀	男	福建省礦業協會（秘書長）
團 員	詹風雷	男	福建省礦業協會（副秘書長）
團 員	陳惠敏	女	福建省礦業協會（理事）
團 員	張 明	男	廣州海洋地質調查局（副總工程師） 福建省礦業協會（理事）
團 員	張 莉	女	廣州海洋地質調查局（副所長） 福建省礦業協會（理事）
團 員	黎 津	男	國土資源部地勘司（主任科員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	朱義林	男	國土資源部地勘司（主任科員） 福建省礦業協會（理事）
團 員	謝海霞	女	國土資源部地勘司綜合處（處長） 福建省礦業協會（理事）

(二) 我方：台灣中油公司探採事業部、台灣中油探採研究所、成功大學、台灣保來得公司、中國鑛冶工程學會等專家學者 59 人。

五、研討會活動行程：

(一) 12 月 9 日：陸方代表團一行 22 人抵台

(二) 12 月 10 日：拜會本會、經濟部礦務局、經濟部中央地調所

(三) 12 月 11 日：參觀亞洲水泥花蓮礦場

(四) 12 月 12 日：上午開幕及召開研討會，下午參觀保來得公司、石油博物館、清朝油井遺址。

(五) 12 月 13 ~ 15 日：遊覽日月潭、阿里山、西子灣風景區。下午 16：10 班機返福建。

六、大會專題報告：共六篇，題目及發表人如下：(上午 10：00 ~ 12：00)

題目及發表人

題 目：柴達木盆地冷湖構造帶斷層封閉性及油氣運移方向探討

發表人：周延召 副主任科員 福建省地質礦產勘查開發局

題 目：台灣西南部泥貫入體油氣探勘

發表人：吳榮章 執行長 台灣中油探採事業部

題 目：福建省福清市黃塘 " 矽質岩 " 時代討論及其意義

發表人：杜建文 總工辦副主任 福建省地質調查研究院

題 目：台灣西南麓山帶轉換構造特性分析

發表人：楊耿明 副教授 成功大學地球科學系

題 目：福建省油氣資源前景分析

發表人：鄧克 工程師 福建省地質調查研究院

題 目：台灣西南海域陸棚至深水區古第三世紀的沉積體系與探勘潛力

發表人：古月萍 研究員 台灣中油公司探採研究所

第五屆：海峽兩岸石油天然氣資源學術研討會

一、召開日期：民國 103 年 11 月 25 ~ 28 日

二、召開地點：福建省福州市悅華酒店

三、代表團成員：

(一) 我方：

	姓名	性別	任職單位及職稱
團 長	吳榮章	男	本會理事長
副團長	丁原智	男	本會理事，台北科技大學資源研究所所長
顧 問	林再遷	男	本會秘書長
團 員	王志銘	男	台灣中油公司探採事業部採油工程處組長
團 員	劉永郎	男	台灣中油公司探採事業部鑽探工程處工程師
團 員	林麗華	女	台灣中油公司探採事業部企劃室地質師
團 員	周定芳	女	台灣中油公司探採事業部測勘處地質師
團 員	莊恭周	男	周定芳眷屬（台灣中油公司探採研究所地質師）
團 員	曾彥祺	男	台灣中油公司探採事業部石油開採工程師
團 員	黃德坤	男	台灣中油公司探採研究所化學師
團 員	王明惠	女	台灣中油公司探採研究所微古生物師
團 員	李健平	男	台灣中油公司探採研究所地球物理探勘師
團 員	林殷田	男	台灣中油公司探採研究所地球化學探勘師
團 員	李長之	男	台灣中油公司探採研究所地質師
團 員	楊耿明	男	國立成功大學地球科學系副教授
團 員	吳政岳	男	國立成功大學資源工程研究所博士生
團 員	吳璽元	男	國立成功大學資源工程研究所博士生
團 員	楊嘉勝	男	國立成功大學資源工程研究所博士生
團 員	陳怡臻	女	台北科技大學資源研究所博士生
秘 書	李文傳	男	本會秘書

(二) 陸方：

與會陸方產官學研代表計 75 人，工作人員 18 人，官方代表有國土資源部地勘司司長，科技與國際合作司副司長、處長，地勘處處長，福建省國土資源廳廳長、副廳長、處長，廣州海洋地質調查局副局長、副總工程師、調研長，福建省地礦局局長、副局長、總工程師、辦公室主任、處長、科員，福建省地質測繪院副院長，

地質調查研究院院長、總工程師，福建省發展和政事委員會能源處調研員，財政廳經建處調研員、科技技術廳主任科員。產業界有中海油、中石油、西北石油局、上海油氣分公司等工程院院士級、副總經理、主任、高級主管。研究單位青島海洋地質調查所所長、主任、研究員。大學部份有同濟大學、中國地質大學、福州大學等副院長、教授及研究生參加，兩岸石油天然氣精英聚集一堂，共商兩岸能源未來合作與發展，氣份融洽。

四、研討會活動行程：

(一) 11月25日：報到

(二) 11月26日：8：30～9:30開幕式；09：50～12：00主題發言

14：30～16：00分二組論文發表

(三) 11月27日：考察泰寧丹霞地貌

(四) 11月28日：考察焦坑組地質剖面現場

下午17：55，MF883航班代表團於20：10抵松山機場，班機延誤。

五、大會主題發言：

(一) 共同主持人：李上卿（中石化上海油氣公司副總經理）

丁原智（台北科技大學資源研究所所長）

(二) 發言人及主題名稱：

發言人	題 目
康玉柱	中國主要盆地油氣分布規律及戰略思考
林麗華	Benzohopanes 在生油岩沉積環境辨識上之應用
王國純	東海及台灣海峽盆地油氣前景展望
楊耿明	台灣西南部前陸地區正斷層作用之運動學模式
黃德坤	原油中 V、Ni 與沉積環境關係研究
陳潤生	台灣海峽鄰近地區晚中生代造山作用

六、論文發表：共分二組發表

第一組論文 會場：拂翠樓夢松廳

■第一階段：時間 14：30 ～ 16：00

主持人：劉守金（青島海洋地質研究所所長）

發言人	論文題目
王志銘	出磺坑氣田復產研討
江東輝	東海陸架盆地南部中生代盆地油氣資源潛力分析
楊風麗	南黃海地區海相盆地原型演化及油氣選區評價
劉永郎	鐵砧山儲氣窖新注產氣井泥漿配方設計研究
陳踐發	中國頁岩氣富集地質特徵及勘探進展
蔡進功	泥頁岩不同賦存態烴的分離及特徵探討
王文烈	應用震測資料及 dc 指數預測地層孔隙壓力研究
雷振宇	台灣海峽盆地西部坳陷帶油氣地質條件
邱小平	頁岩氣與天然氣水合物的古氣候環境指示意義

■第二階段：時間 16：00 ～ 16：10

主持人：吳榮章（吳明賢探研所副所長因故未出席，由吳理事長代表主持）

發言人	論文題目
李長之	桃園盆地的油氣潛能
江文洋	含油氣盆地深部油氣資源潛力探討
周進峰	福建探區露頭樣品風化校正研究及烴源岩評價
陳怡臻	印尼煤樣對於 CO ₂ 和 CH ₄ 吸附量特性之初步探討
彭俊文	要素組合模式預測珠—坳陷珠江組下段油氣運移範圍
肖 爽	功能要素匹配控藏模式定量預測岩性油氣藏有利成藏區
吳政岳	台灣西南海域水合物礦區降壓生產法案例分析
劉雨晨	川西坳陷須五段天然氣成因類型及賦存機理

第二組論文 會場：拂翠樓玉帶廳

■第一階段：時間 14：30 ～ 16：00

主持人：楊耿明（國立成功大學地球物理科學學系教授）

發言人	論 文 題 目
周定芳	番婆坑構造之儲集層特性分析
徐政語	南方下古生界富有機質頁岩分布特徵與沉積環境
傅 強	深水細粒沉積岩－油氣地質研究新熱點
曾彥祺	利用重合前震逆推方法探討台灣官田地區儲氣層分布
周江羽	南海北部陸坡 - 深水盆地水道 - 深水扇系統演化及控制因素
王明惠	台灣南部 FE-3 號井與 FE-1 號井地層對比
林 珍	台灣海峽西部重磁場特徵及其地質構造指示
王海榮	台灣海峽周邊中生代古地貌面貌及啟示
易 海	南海北部中生代構造格局與沉積盆地發育特徵

■ 第二階段：時間 16：10～17：30

主持人：張光學（廣州海洋地質調查局副局長）

發言人	論 文 題 目
李健平	利用三原色視覺化展示頻譜分解分析於儲集層特性
涂廣紅	利用重磁資料研究南海西沙海槽盆地地質構造特徵
林殷田	流體中穩定氫氧同位素於探勘中的應用
徐維光	新版《福建省區域地質志》成果概要
錢 星	南海北部雙峰南陸坡深水區早 - 中中新世沉積充填特徵
陳璽元	利用二氧化碳封存層之薄頁岩層增加地質封存安全性
王 寧	基於測井曲線細分碳酸鹽岩岩性
嚴青霞	大邑背斜的構造建模與演化

第五屆研討會我方提出論文 15 篇，陸方 43 篇，討論熱烈；兩組論文發表均準時於 16：30 圓滿結束。

第一屆：海峽兩岸地質礦產資源學術研討會

- 一、召開日期：民國 104 年 12 月 17 日
- 二、召開地點：台北市億光大樓北科大會議中心
- 三、協辦單位：國立台北科技大學資源工程研究所
- 四、代表團成員：

(一) 陸方：

	姓名	服務單位	職稱
團 長	詹風雷	福建省礦業協會	會長
副團長	黃玉榮	福建省煤田地質局	局長
		福建省礦業協會	副會長
團 員	鄭榮富	福建省地質礦產勘產開發局	副局長
團 員	鐘厚良	福建省地質礦產勘產開發局財務處	處長
團 員	張必龍	福建省地質礦產勘產開發局財務處	主任科員
團 員	林志明	福建省地質調查研究院	高級工程師
團 員	包勝志	福建省地質調查研究院	工程師
團 員	黃昌旗	福建省煤田地質局地勘處	副處長
團 員	黃立峰	福建省國土資源廳礦產資源管理處	處長
團 員	黃 芳	福建省台灣事務管理辦公室	主任科員
團 員	李昌澤	福建省礦業協會	理事
團 員	張旗鼓	福建馬坑礦業(股)公司	總經理
團 員	林慶強	三明市國土資源監察支隊	支隊長
團 員	游詩祥	南平市國土資源局	副局長
團 員	余則灶	福建省礦業協會	理事
團 員	楊風麗	同濟大學海洋與地球科學學院	教授

(二) 我方：

1. 經濟部礦務局：朱明昭局長、曾保忠組長、羅光燭主任、李正鴻專員、施信宏技正等
2. 經濟部中央地質調查所：鐘三雄組長、陳松春技正、魏正岳技正
3. 台灣中油公司探採事業部：廖滄龍執行長、陳大麟副執行長、李元偉副處長、林人仰副主任、蔡錫麟組長、古月萍地質師、紀南光地質師、楊國威地質師、蕭慕俊物探師、蘇冠華地質師
4. 台灣中油公司探採研究所：張錦澤正研究員、王佳彬研究員、王明惠研究員、丁信修地物組組長、沈俊卿地化組組長、林

殷田研究員、王志文研究員、王文烈研究員、羅
文杰秘書

5. 工業技術研究院綠能所：歐陽湘技術總監、杜培欣推廣經理
 6. 中鋼公司料源開發處：呂名翔管理師
 7. 中龍鋼鐵公司：蔡沛宏助理副總
 8. 台灣電力公司燃料處：李博仁副處長
 9. 石材暨資源產業研究發展中心：陳清芳研究員
 10. 成功大學資源工程系：吳榮華教授、謝秉志副教授、吳政岳博士生
 11. 成功大學地球科學系：楊耿明副教授、王品棋研究生、柯益庭研究生、張皓雲研究生、蕭以晨研究生
 12. 台北科技大學：吳裕慶榮譽教授、唐自標主任、羅偉所長、翁祖炘教授、鄭大偉教授、丁原智副教授、余炳盛副教授、王馨行政組員、廖珙含專案助理
 13. 中國文化大學地質學系：陳柔妃助理教授、宋科翰碩士生
 14. 海洋大學應用地球科學研究所：陳惠芬所長、張英如助理教授、李毓和博士生、林佳穎碩士生、黃子璇碩士生
 15. 台灣大學：王 祈研究助理、嚴治民博士後研究
 16. 師範大學：江家榕碩士生
 17. 亞洲水泥公司：何恆張首席副廠長、游象麟主任、王祈涵副主任
 18. 中華民國礦業協進會：蔡穗理事長
 19. 中國鑛冶工程學會：吳榮章理事長、蘇福欽榮譽理事、易洪庭常務理事、賴克富常務監事、陳瑞祥理事、鄭瑞熾監事、魏稽生理事、王中監事、林再遷秘書長、李文傳秘書、宋桂春組長、俞佩汝組長
 20. 協慶工程顧問公司：卓慶雲負責人
 21. 通達鑫實業公司：蔡鎰輝總顧問
 22. 順陽工程顧問公司：周順安總經理
 23. 億元公司：莊木順礦場負責人
 24. 豐陽產業科技股份有限公司：林怡君研發工程師
- 我方出席學者專家及礦業首長共 84 人，冠蓋雲集。

五、研討會活動行程：

(一) 12月6日：陸方代表團於中午抵達

(二) 12月7日：1. 08:00 – 09:00 報到

2. 09:00 – 10:20 開幕

3. 10:20 – 10:50 拍攝團體照及茶敘

4. 11:00 – 12:30 主題發言

5. 13:35 – 17:00 論文發表

6. 17:50 – 19:30 聯合晚宴（台北永福樓金龍廳）

(三) 12月8日：大陸代表團參訪亞泥花蓮廠石灰岩開採及礦場環保規劃實例

(四) 12月9日：參訪花蓮大理石工廠下午返北

(五) 12月10日：陸方代表團 11:25 班機返回大陸

六、大會主題發言：原安排四篇，因陸方南京大學地球科學與工程學院王良書教授未能與會，僅報告三篇：

1. 臺灣的礦業概況及礦業政策規劃：成功大學資源工程系吳榮華教授

2. 南黃海內幕結構及區域構造意義：同濟大學海洋與地球科學學院楊風麗教授

3. 亞泥花蓮廠新城山礦場開發與景觀維護：亞洲水泥公司新城山礦場王祈涵副主任

七、論文發表：分地質組及礦產組，在西特廳及瑞特廳發表：

地質組論文共 12 篇，分上半場及下半場宣讀。

●上半場共同主持人為：詹風雷（代表團團長）、

羅偉（台北科技大學資源研究所所長）

論文發表人及講題如下：

1. 宋聖榮：台灣地熱潛能、現況與展望

2. 王 祈：地熱能源發展由專業研究邁向產業實現的橋樑

3. 張必龍：醫巫閭山變質核雜岩兩期伸展變形的厘定及其構造意義

4. 陳惠芬：台灣閃玉礦場調查與未來研究課題

5. 姜智文：宜蘭清水地熱之三維電性構造模型

6. 嚴治民：探勘地下廢棄煤礦的新方法

●下半場共同主持人：王玉瑞（台北科技大學教授）、

楊風麗（同濟大學海洋與地球科學學院教授）

論文發表人及講題如下：

1. 林志明：福建省海洋金屬砂礦成礦地質條件及遠景區劃
2. 江家榕：以水化學地質溫度計估算臺灣地熱儲集層溫度
3. 宋科翰：大屯火山群安山岩風化紋的特徵 - 以龍鳳谷和硫磺谷地區為例
4. 彭士睿：地面光達應用於描述燕子口附近不連續面幾何資訊案例討論
5. 沈俊卿：南海北坡靖海凹陷石油地質評估
6. 柯明淳：由崩塌熱點探討地質條件對崩塌發生之影響

礦產組論文 12 篇，分上半場及下半場辦理。

- 上半場共同主持人：李昌澤（福建省地礦局前總工程師）、
鄭大偉（台北科技大學資源工程研究所教授）

論文發表人及講題如下：

1. 黃昌旗：福建浦城 - 尤溪地區鉛鋅礦床找礦模型與成礦預測研究
2. 林怡君：遠紅外線天然元素之特性及其綠色農業應用
3. 楊耿明：臺灣苗栗地區永和山構造打鹿層之 CO₂ 封存系統
4. 鄭大偉：蛇紋石非傳統工業材料的應用
5. 李韋皞：利用濕式渦錐進行粗氧化鋅分選之研究
6. 余炳盛：深層海水藍金資源之開發新法

- 下半場共同主持人：黃立峰（福建省國土資源廳礦產資源管理處處長）、
余炳盛（台北科技大學資源工程研究所教授）

1. 包勝志：福建岩金礦控礦條件及找礦方向探討
2. 陳松春：臺灣西南 - 南部海域天然氣水合物調查研究進展
3. 王文烈：鐵砧山儲氣窖新注產氣井設計研究
4. 劉馨賢：美國非傳統油氣生產遞降分析
5. 吳政岳：台灣西南海域永安海脊天然氣水合物好景區生產模擬
6. 張英如：Source dependence of organic maturity parameters evaluated by artificial maturation using confined pyrolysis

論文宣讀會，討論熱烈，在學術交流中，兩岸專家學者建立了深厚友誼，咸認為一次成功的研討會。

★



本 會 組 織



卓越 / 成長 / 正派 / 責任

Pursuing Excellences in

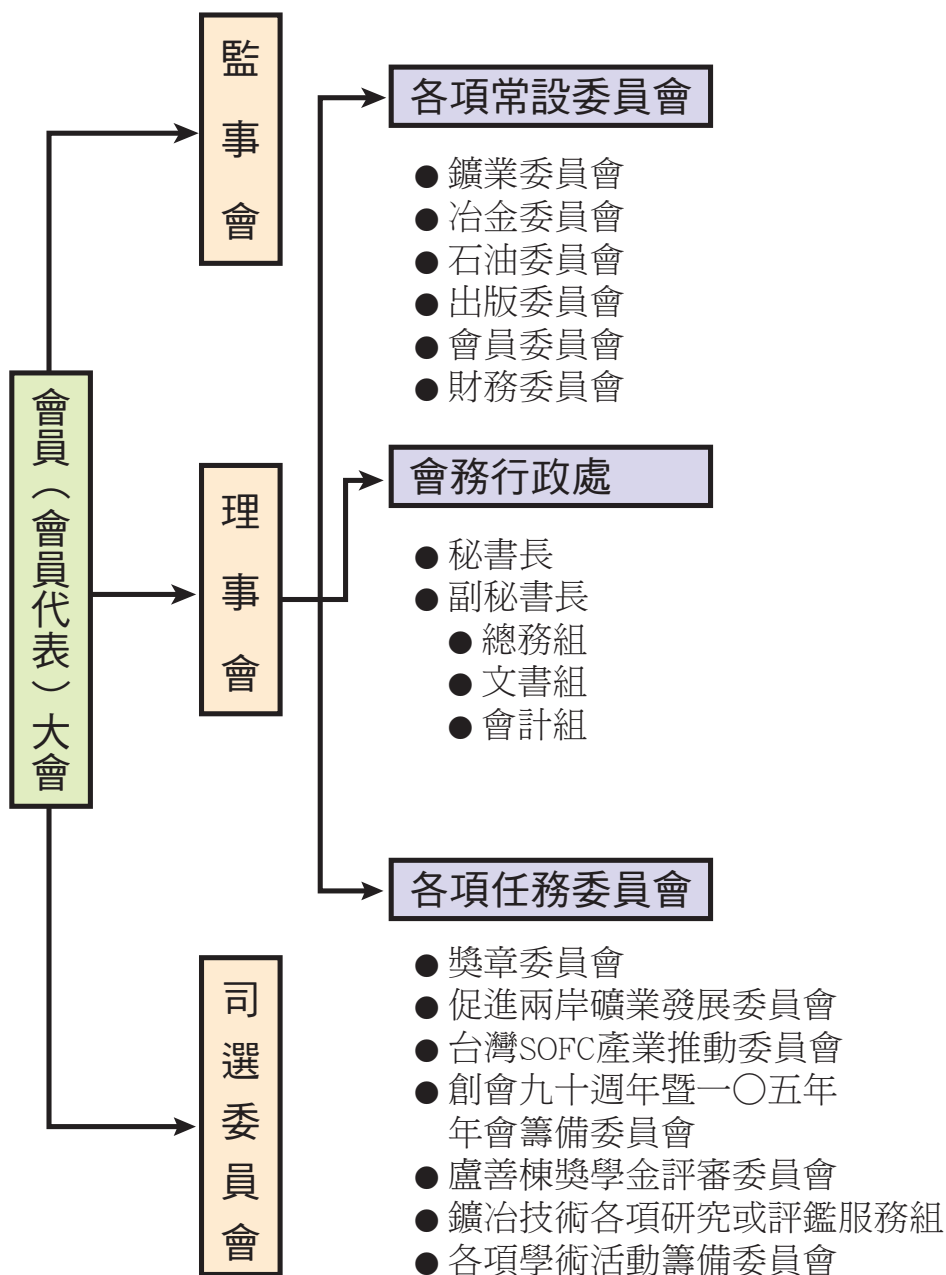
Safety

Efficiency

Reliability

Environmental Protection

中國鑛冶工程學會組織系統圖



第五十八屆（105-106年）會員代表芳名錄

一、北區代表（33名）

1. 丁 原 智 台北科技大學資源研究所教授
2. 王 中 綠久安健康顧問有限公司行政總監
3. 王 又 男 臺灣煤礦經濟文化促進會理事
4. 王 錫 福 台北科技大學講座教授，前副校長
5. 朱 明 昭 經濟部礦務局局長
6. 江 崇 榮 經濟部中央地質調查所所長
7. 余 炳 盛 國立臺北科技大學材資系教授
8. 吳 榮 章 中油公司總經室特助，本會前理事長
9. 吳 樂 群 文化大學地質系主任
10. 李 文 傳 本會秘書
11. 周 順 安 順陽工程顧問公司負責人
12. 易 洪 庭 台電公司顧問
13. 林 再 遷 本會秘書長
14. 紀 阿 明 中華民國礦業協進會顧問
15. 胡 毅 大同大學工學院院長
16. 唐 自 標 台北科技大學材資系前主任
17. 徐 振 湖 台電公司燃料處處長
18. 連 雙 喜 前台大材料工程研究所教授
19. 陳 志 恆 台北科技大學材資系教授
20. 陳 貞 光 台北科技大學材資系主任
21. 陳 敏 修 元鼎耐火工業公司董事長
22. 陳 逸 偵 經濟部礦務局副局長
23. 陳 瑞 祥 前中油公司副總經理
24. 蔡 穗 中華民國礦業協進會前理事長
25. 鄭 大 偉 台北科技大學材資系教授
26. 鄭 瑞 熾 前工研院能資所主任
27. 賴 克 富 台灣區石礦業同業公會秘書長
28. 謝 凱 旋 經濟部地質調查所副所長
29. 簡 宗 鈞 中華民國礦業協進會秘書長
30. 魏 稽 生 文化大學地質系前主任
31. 羅 偉 台北科技大學資源工程研究所所長

32. 羅 光 嬾 經濟部礦務局東辦處主任
33. 蘇 福 欽 中油公司顧問，前理事長

二、中區代表（6 名）

1. 朱 秋 龍 台灣保來得公司總經理，前理事長
2. 李 輝 隆 台灣保來得公司協理
3. 翁 榮 南 中油公司探採研究所所長
4. 陳 木 澤 豐興鋼鐵公司總經理
5. 董 鈞 堯 中油公司探採事業部組長
6. 廖 滄 龍 中油公司探採事業部執行長

三、南區代表（22 名）

1. 王 錫 欽 中鋼公司執行副總經理
2. 王 昱 法興耐火材料工業股份有限公司總經理
3. 伏 和 中 金屬工業研發中心前執行長
4. 江 肇 銘 向陽礦業股份有限公司總經理
5. 何 恆 張 前亞洲水泥公司花蓮廠首席副廠長
6. 林 弘 男 中鋼碳素股份有限公司董事長，本會理事長
7. 林 志 善 石材暨資源產業中心總經理
8. 林 再 興 前國立成功大學資源工程系教授
9. 邱 順 得 中鋼公司業務部門助理副總經理
10. 洪 聰 榮 旭華石業股份有限公司董事長
11. 郭 新 進 中鋼結構公司董事長
12. 陳 昭 旭 成功大學資源工程系主任
13. 陳 啟 泰 中鋼公司技術規劃發展處處長
14. 黃 肇 瑞 高雄大學校長
15. 黃 重 裕 本會前秘書長
16. 黃 華 銘 鴻立鋼鐵公司總經理
17. 黃 議 興 中鋼公司鋼鐵研究發展處處長
18. 劉 季 剛 中鋼公司業務副總經理
19. 謝 秉 志 成功大學資源工程系教授
20. 蔡 松 釗 中鋼公司助理副總經理
21. 魏 豐 義 中鋼公司風電事業委員會副主任委員
22. 蕭 崎 昌 利東工礦股份有限公司董事長

第五十八屆（105-106年）理監事名錄

職 稱	姓 名	現 職
理 事 長	林弘男	中鋼碳素(股)公司董事長
常 務 理 事	朱明昭	經濟部礦務局局長
	王錫福	台北科技大學講座教授
	蔡 穗	中華民國礦業協會前理事長
	廖滄龍	台灣中油公司探採事業部執行長
	易洪庭	台灣電力公司顧問
	劉季剛	中鋼公司業務部副總經理
	王錫欽	中鋼公司執行副總經理
	徐振湖	台灣電力公司燃料處處長
理 事	陳逸偵	經濟部礦務局副局長
	連雙喜	前台灣大學教授
	陳瑞祥	中油公司顧問
	羅 偉	台北科技大學資源工程研究所所長
	余炳盛	台北科技大學材資系副教授
	江崇榮	經濟部地質調查所所長
	丁原智	台北科技大學資源所副教授
	陳昭旭	成功大學資源系主任
	鄭瑞熾	前工研院能資所主任
	陳貞光	台北科技大學材資系主任
	李輝隆	台灣保來得公司協理
	吳樂群	文化大學地質系主任
	郭新進	中鋼結構公司董事長
	翁榮南	台灣中油公司探採研究所所長
	顏志偉	工業技術研究院綠能所應用技術組組長

職 稱	姓 名	現 職
	陳大麟	中油公司探採事業部副執行長
	曾保忠	經濟部礦務局組長
候 補 理 事	何恆張	亞洲水泥花蓮廠前首席副廠長
	林景崎	中央大學材料所教授
	傅式齊	台灣中油公司探採研究所副所長
	鄭永豐	台灣中油公司探採事業部海域處處長
	謝秉志	成功大學副教授
	林志善	石材中心總經理
	胡 毅	大同大學工學院院長
	伏和中	金屬中心前執行長
常 務 監 事	賴克富	台灣區石礦業同業公會秘書長
監 事	邱順得	中鋼公司業務部門助理副總
	羅光燭	經濟部礦務局東區辦事處主任
	謝凱旋	經濟部中央地質調查所副所長
	王 中	綠久安健康顧問公司行政總監
	唐自標	台北科技大學材資系兼任教授
	魏稽生	前文化大學地質系教授
候 補 監 事	范萊富	台灣中油公司探採事業部副執行長
	黃啟祥	成功大學教授
秘 書 長	陳啟泰	中國鋼鐵公司技術規劃發展處處長
執行副秘書	李文傳	中國鑛冶工程學會秘書
副 秘 書 長	董鈞堯	台灣中油公司探採事業部技術室組長
組 長	宋桂春	中國鑛冶工程學會組長

第五十八屆（105-106年） 各專門委員會組織及委員名錄

一、礦業委員會：

主任委員：朱明昭

副主任委員：陳逸偵、蔡 穗、吳樂群、羅 偉、江崇榮、蔡印來、陳昭旭、易洪庭

執行秘書：周國棟

委員：鄭大偉、王文郁、王玉瑞、王榮輝、何恆張、余炳盛、吳榮華、吳坤玉、林景崎、陳家榮、陳統元、陳台雄、張煥金、曾保忠、楊奉儒、鄭瑞熾、蔡敏行、歐陽湘、陳志恆、許進忠、廖志中、周順安、黃鎮臺、溫紹炳、費立沅、孫思優、王 中、林朝宗、魏稽生、申永輝、賴錦文、吳 煌、林國安、李錦發

（一）礦業資源小組：

召集人：羅 偉

副召集人：魏稽生、鄭瑞熾、陳逸偵

委員：曾保忠、方錫鏘、余炳盛、吳萬全、林金梓、林再遷、陳燈貴、陳龍實、彭永禎、黃勝雄、楊國華、劉清華、范 昌、賴克富、劉正明、李烈明、林義雄、林清田、鄭俊明、高慕聖、施豐敏、林杰濱、鄭文哲、戴國邦、高治錕、姜政男、陳瑞祥、陳鑑岳、周順安、湯銘文、莊營發

（二）地質環境小組：

召集人：李錦發

副召集人：張碩芳

委員：陳宏宇、林銘郎、李錫堤、顧承宇、林慶偉、吳銘志、余騰鐸、黃鎮臺、柳志錫、候秉承、黃崇仁、冀樹勇、廖瑞堂、孫荔珍、陳時祖、謝敬義、王文能

（三）石礦土石小組：

召集人：林健豪

副召集人：曾保忠、許進忠、陳逸偵、何恆張、蔡 穗

委員：鄭大偉、丁原智、余炳盛、賴錦文、王玉瑞、魏稽生、賴克富、劉文元、周順安、陳家榮、陳育英

（四）礦業經濟小組：

召集人：陳逸偵

副召集人：吳榮華

委員：曾保忠、賴正文、李秉正、張煥金、蔡 穗、陳家榮

（五）資源再生小組：

召集人：陳志恆

副召集人：林景崎、張西龍、張啟達

委員：王鴻博、李清華、李明晃、杜豐生、邵中興、吳耀勳、邱義豐、林志森、林正雄、施勵行、馬振基、馬小康、柯明賢、張祖恩、張國慶、張添晉、童翔新、曹世亮、巢志成、郭振明、郭淑德、黃清連、黃孝信、陳文盛、陳偉聖、陳文卿、葉逸彥、葉能魁、顏富士、溫紹炳、楊金鐘、楊致行、蘇銘千、鄭智和、鄭明助、鄭大偉、蔡尚林、劉國忠、劉崑山、魏玉麟、魏 衍、顧 洋、翁林廷彬

(六) 溫泉及地熱資源小組：

召集人：黃鎮臺

副召集人：歐陽湘、李振誥、張郁生、孫思優

委員：蘇全勝、陳世南、郭明錦、宋聖榮、張寶堂、柳志錫、黃漢勇、張煥金、夏龍源、董倫道、胡國興、周順安、劉豐壽、鄭文哲、林伯修、王詠綸、郭泰融、官德城、李清瑞

(七) 礦業資訊小組：

召集人：周國棟

副召集人：曾保忠、陳志恆、魏稽生、歐陽湘

委員：余炳盛、吳榮華、周順安、蔡印來、蔡穗、鄭瑞熾、江崇榮、嚴治民、丁原智、崔革俗

二、冶金委員會：

主任委員：王錫欽

副主任委員：何燦穎

執行秘書：陳啟泰

委員：黃議興、黃重嘉、黃勝俊、陳冠傑、董寰乾、陳俊達、金崇仁、陳高川、王錫福、陳進明、吳威德、林志剛、林東毅、高伯威、連雙喜、張世豐、黃文星、楊智超、蔡棋浚、蔡振球

(一) 普通鋼小組：

召集人：黃重嘉

副召集人：林志剛

委員：黃重嘉、林志剛、黃議興、黃勝俊、洪成宗、王宗裕、楊國琳、李柏志、林圻榮、龔上達、蕭秋得、張世豐、許清俊、張木柱、黃文星、黃培特、黃啟智

(二) 特殊鋼小組：

召集人：張世豐

副召集人：黃議興

委員：張世豐、黃議興、楊哲人、張士欽、侯春看、敖仲寧、李世欽、李驊登、黃文星、林東毅、傅兆章、謝成志、楊智超、林清武、魏嘉民、龔上達、張君華、周泰隆、黃培特、黃英彬

(三) 輕金屬小組：

召集人：陳進明

副召集人：董寰乾、陳高川

委員：陳進明、董寰乾、陳高川、黃紹煌、王俊傑、吳培欣、呂傳盛、吳春森、洪佳和、洪衛朋、高森田、張元彰、陳復國、黃振東、楊智超、葉均蔚、葉俊麟、施景祥、曾婉如、歐炳隆、鄭憲清、黃志青、連漢濱、王昆生

(四) 特殊金屬小組：

召集人：楊智超

委員：黃振東、金重勳、張世豐、張文成、曹紀元、連雙喜、黃士宗、葉均蔚

(五) 耐火材料小組：

召集人：蔡棋浚

副召集人：陳冠傑

委員：潘建男、李育成、賴鳳成、趙坤盈、楊寶生、陳錫泰、謝忠修、黃偉誠、蔡立文、張琨閩、江旻晟、周祥德、林明澤、陳世傑、李春發、顏輝雄、韋文誠、賴進滄、張淵雄、葉志明、王昱、謝炎明、黃文進、林志剛

(六) 能源環保小組：

召 集 人：蔡振球

副召集人：陳俊達

委 員：張西龍、周倉榮、楊叢印、何大成、陳源德、楊致行、楊金鐘、杜清松、葉庭芳、
金崇仁、楊義雄、嚴杭忠、羅逸元、沈錦全、楊安民、蘇鴻章

三、石油委員會：

主 任 委 員：廖滄龍

副主任委員：范來富、傅式齊

執 行 祕 書：董鈞堯

委 員：楊 舒、陳瑞祥、李漢津、李榮宗、葉國銓、魏明輝、沈繼超、陳成興、潘玉生、
江東益、吳瑞智、翁豐源、楊源盛、胡錦城、趙拔都、林宗武、王國雄、吳金通、
蘇福欽、林國安、卓聖鎬、鄺念祖、楊健一、吳健一、黃富文、胡興台、溫紹炳、
吳榮華、林再興、王玉瑞、郭其義、孔祥邦、陳建華、李顏域、陳雄茂、徐兆銘、
陳養愚、王孟炫、翁茂源、丁榮崑、邱創泉、陳太山、翁榮南、吳榮章、吳明賢、
郭政隆、陳大麟、王勝雄、曾弘志、鍾火盛、劉家華、江天才、謝申章、魏廷容

(一) 石油探勘小組：

召 集 人：黃旭燦

副召集人：賴昭輝、呂榮聰、陳大麟

委 員：沈俊卿、陳耀輝

(二) 油氣開發小組：

召 集 人：沈望陸

副召集人：張光宇、曾繼忠

委 員：王志銘、林冠宏、曾永森、余 驥、王俊鈞

(三) 海外礦區經營小組：

召 集 人：胡雅折

副召集人：巫慶鐘

委 員：林人仰、胡大任、陳奇呈、游銘銳、曾茂榮、黃成來

(四) 兩岸合作小組：

召 集 人：鄭永豐

副召集人：李元偉

委 員：蔡錫麟、田景隆、萬師偉、忻冠白、陳裕國

(五) 節能減碳研究小組：

召 集 人：黃德坤

副召集人：張光宇

委 員：曾繼忠、曾永森、黃旭燦、沈俊卿

四、會員委員會：

主 任 委 員：王錫福

副主任委員：胡興台、陳逸偵、呂南雄、陳昭旭、陳貞光、蔡印來、羅 偉、胡 毅

執 行 祕 書：羅光燭

(一) 會籍組：

召 集 人：王 中

副召集人：李文傳

委 員：翁祖忻、曾保忠、周麒麟、廖銘洋、林志堅、吳榮華、林志善、陳貞光、張啟凡

(二) 活動組：

召 集 人：羅 偉

副召集人：董鈞堯

委 員：林健豪、易洪庭、吳坤玉、梁武雄、蔡印來、唐自標、盧建華、胡塵光、林光隆、
徐開鴻、丁原智、費立沅、崔革俗、余仁堂

(三) 會員組：

召 集 人：唐自標

副召集人：陳貞光

委 員：許進忠、費立沅、歐陽湘、徐開鴻、蔡印來、陳昭旭、陳逸偵、柯明賢、王泰典

五、出版委員會：

主 任 委 員：林再遷

副主任委員：黃重裕

祕 書：宋桂春

委 員：王錫欽、王錫福、朱明昭、朱秋龍、江崇榮、李輝隆、吳慶煌、易洪庭、林景崎、
翁榮南、陳貞光、陳昭旭、陳逸偵、連雙喜、黃啟祥、劉季剛、廖滄龍、蔡印來、
蔡松釗、鄭大偉、顏富士、魏稽生、羅 偉

總 編 輯：林再遷

編 輯：陳啟泰、董鈞堯、余炳盛

六、財務委員會：

主 任 委 員：劉季剛

副主任委員：羅光燦、吳榮章、陳明漢

執 行 祕 書：許崑山

委 員：朱秋龍、黃孝信、程贊育、朱明昭、劉仲明、張文春、林明儒、林義守、林秋景、
林再遷、陳興時、周麒麟、易洪庭、侯貞雄、莊國輝、張天德、梁武雄、曾英輝、
陳瑞祥、林朝宗、陳逸偵、呂榮峰、邢坤貴、杜金陵、辜成允、鍾潤松、顏惠忠、
林清波、吳林茂、陳文斷、黃義江、彭學仁、陳坤木

七、促進兩岸礦業發展委員會：

主 任 委 員：賴克富

副主任委員：羅 偉、林再遷、溫紹炳

執 行 祕 書：林健豪

委 員：王永練、王又男、易洪庭、丁原智、黃重裕、鄭大偉、鄭瑞熾、蔡印來、魏稽生

八、台灣SOFC產業推動委員會：

主 任 委 員：朱秋龍

副主任委員：王錫福

執 行 祕 書：李輝隆

九、獎章委員會：

主 任 委 員：易洪庭

委 員：陳逸偵、邱得順、陳貞光、翁榮南、李輝隆、周國棟、陳啟泰、董鈞堯、林再遷、
唐自標

中國鑛冶工程學會創會90周年慶 暨105年年會籌備會委員芳名錄

主任委員：王錫欽

副主任委員：何燦穎、朱明昭、廖滄龍、翁榮南、朱秋龍、蔡穗、劉季剛、王錫福、
林再遷

執行秘書：陳啟泰

委員：王中、王昱、江崇榮、江肇銘、何長慶、余炳盛、吳林茂、吳樂群、
呂克甫、宋志育、宋桂春、李文傳、李至隆、李坤炎、李建明、周凱芬、
周麒麟、易洪庭、林弘男、林志善、林明儒、林景崎、林義守、林聖忠、
侯貞雄、侯傑騰、洪聰榮、紀阿明、胡毅、胡義財、胡耀祖、徐永富、
徐旭東、徐振湖、張天德、張復盛、張智勝、莊木順、莊同興、連雙喜、
郭新進、陳大麟、陳木澤、陳政光、陳昭旭、陳貞光、陳敏修、陳逸偵、
陳綠蔚、程贊育、辜成允、雲財福、雲萬益、黃文祺、黃宗英、黃重球、
黃啟祥、黃華銘、黃瑞龍、黃肇瑞、楊秉純、董紀廷、董鈞堯、鄒若齊、
趙子謙、潘立智、潘立智、潘燕岑、蔡印來、蔡松釗、鄭瑞熾、蕭崎昌、
賴克富、謝凱旋、鍾國安、簡宗鈞、顏輝雄、魏稽生、羅偉、羅光燾

- | | | |
|-----------|---------|------------------|
| 一、秘書組 | 召集人：郭開誠 | 副召集人：李文傳 |
| 二、大會活動組 | 召集人：江連桂 | 副召集人：洪偉仁 |
| 三、論文發表場地組 | 召集人：邱勝雄 | 副召集人：毛國荃 |
| 四、總務組 | 召集人：林美龍 | 副召集人：許柏彥 |
| 五、公關組 | 召集人：施義雄 | 副召集人：林育翰 |
| 六、財務組 | 召集人：劉季剛 | 副召集人：羅光燾、趙子謙 |
| 七、專題組 | 召集人：歐正章 | 副召集人：陳俊達 |
| 八、獎編組 | 召集人：余炳盛 | 副召集人：翁榮南、石漢正 |
| 九、紀念刊組 | 召集人：陳貞光 | 副召集人：陳逸偵、翁榮南、陳啟泰 |
| 十、註冊組 | 召集人：郭開誠 | 副召集人：林俊傑、宋桂春 |
| 十一、展覽組 | 召集人：王錫福 | 副召集人：林鋒富、葉長生 |

中國鑛冶九十年

發行人：林弘男

監編：林再遷

主編：陳貞光

委員：陳逸偵、翁榮南、陳啟泰、賴克富、張郁生、陳昭旭、
羅偉、余炳盛、紀阿明、陳大麟、林再興、曾弘志、
董鈞堯、陳貞光、李輝隆、鄭瑞熾、唐自標、李新中、
李文傳

發行所：中國鑛冶工程學會

住址：10056 台北市濟南路二段三十八號之一 2 樓

電話：(02)2351-7046

(02)2391-4427

傳真：(02)2397-5377

電子信箱：cimme01@ms51.hinet.net

印刷所：大光華印務部

住址：108 台北市萬華區廣州街 32 號 6 樓

電話：(02)2302-3939

傳真：(02)2302-2036

電子信箱：house.print@msa.hinet.net

初版印刷：民國一〇五年十月三十一日

版權所有・翻印必究