

中技社

通訊

114

CTCI QUARTERLY 民國104年 夏季刊

以節流為開源：我國水資源效率化利用新思維
國際電動車發展趨勢與台灣發展機會

中技社104年度「科技獎學金」甄選

2014在台外籍研究生參訪台灣企業活動報導

中技社103年度研發計畫成果概述

緣繫福爾摩沙的盟約

目錄 Contents



1995年10月1日創刊
1996年10月1日第一次改版
2000年02月1日第二次改版
2013年02月1日第三次改版

發行人 潘文炎
編輯委員會 (依姓氏筆劃排列)
主任委員 余騰耀
編輯委員 王新鈞 李齡 馬金玲
黃朝仁 鄒倫 鄭清宗
總編輯 張兆平
副總編輯 余俊英
執行編輯 許湘琴 潘惠萍 劉惠君 薄懷照

發行者 財團法人中技社
地址 106台北市敦化南路2段97號8樓
電話 (02)2704-9805~7轉23
傳真 (02)2705-5044
網址 <http://www.ctci.org.tw>
設計 巨門演繹有限公司
印刷 信可印刷有限公司
登記證 局版北市誌字第372號
中華郵政北台字第5504號

投稿須知

1. 歡迎本社同仁及中技社歷屆獎學金得主投稿。
2. 綠色科技、環保、能資源節能減碳相關文稿2,200字。
3. 來稿請附照片(含圖說)或圖表。

注意事項

1. 本刊編輯對來稿有刪改權。
2. 來稿請註明作者真實姓名、服務單位、聯絡電話及E-mail，一經刊登即致稿酬。
3. 請勿抄襲或一稿數投。

業務單位

能源技術發展中心 企劃室
電話 (02)2704-9805~7 電話 (02)2704-9805~7
傳真 (02)2709-8825 傳真 (02)2754-5799

環境技術發展中心
電話 (02)2704-9805~7
傳真 (02)2705-9184



傳播站

- 2 以節流為開源：我國水資源效率化利用新思維
- 8 國際電動車發展趨勢與台灣發展機會
- 14 中技社104年度「科技獎學金」甄選
- 15 2014在台外籍研究生參訪台灣企業活動報導
- 18 中技社103年度研發計畫成果概述

藝文村

- 24 緣繫福爾摩沙的盟約
專訪水彩畫家 洪東標

編輯手記

全球經濟論壇 (WEF) 在 2015 年全球風險報告中，將水危機列為最重大的風險來源。台灣儘管降雨量高，但在地形及降雨分布的限制下，可用水量為全世界倒數第十八。本社去年召開三場次水資源效率化利用論壇，針對建構自來水水費合理化及提升供水有效率、積極推動民生及工業效率化用水、農業用水效率化管理及節水移轉利用，進行討論並綜整出版「台灣水資源效率化利用策略」專題報告。水資源效率化提升不能僅依靠政府，需要產業及民衆配合，透過各界積極因應水資源困境，才足以跳脫缺水之苦。

近年台灣零組件已切入國際知名電動車廠商供應鏈，然而面對實用性與方便性均仍不及內燃機引擎的電動車，未來仍有賴政府重新構思政策方向，方能達成協助電動車產業發展的目標。本社於去年度就電動車產業進行議題探討，並彙整研討內容出版「我國電動車產業發展」專題報告。在國際電動車產業發展中，國內業界急需相關系統平台整合驗證與發展技術，同時促成產業聚落；並把握新興東盟地區發展省能車輛的機會，開發台灣電動化車輛與零組件的潛在市場。

本社研發計畫於 103 年度執行「風險專家 (Mr. Safety)-KPI 模組研究及發展」、「Mr. Energy 50001 研發進階 (III)」、「蒸餾系統動態操作指引系統」、「鋼管柱與鋼梁之接頭設計」、「低能耗廚餘乾燥設備開發與研究」、「黏彈複合式元件於減震消能之研究」等專案，並獲致可供實際運用之成果。學術獎掖方面，104 年度「科技研究獎學金」、「科技創意獎學金」、「外籍研究生科技研究獎學金」相關申請須知、書表於 6 月函送相關校院系所，並自 7 月 1 日～ 9 月 20 日止受理推薦申請。

本社於 103 年度首次舉辦「在台外籍研究生 (含大陸、港、澳地區) 參訪台灣企業」活動，藉由安排高科技、綠色企業、名勝之參訪，促使外籍生了解台灣的企業經營與風土人文。由於參與學生深感活動意義非凡並期盼持續辦理，因而本社於今年 4 月即展開報名事宜；希望透過互動交流，增添台灣企業向外拓展的新生量能。





▲ 環境技術發展中心 鄒倫主任 · 楊智凱副工程師

前言

水資源為民生、農業及工業發展之基礎，近年來在全球氣候變遷影響水資源供給的衝擊下，為各國政府規劃永續發展政策之關鍵議題。全球經濟論壇 (WEF) 在最新的 2015 年全球風險報告中，將水危機列為全球最重大的風險來源，更提升各國對於水資源的重視。對台灣而言，水資源問題為政府長期面對的挑戰，儘管降雨量高，但在天然地理及降雨分布的限制下，可用水量為全世界倒數第十八位，而氣候變遷所導致的降雨分布改變及泥沙造成水庫供水能力衰退等，更使得我國水資源問題日漸惡化。我國正面臨 67 年來最嚴重旱災，2014 年秋冬雨量創氣象局自 1947 年設置平地雨量站以來歷史最低降雨紀錄，引發一連串的因應措施，包括 2015 年第一期稻作停灌超過 4 萬 3 千公頃、桃園市及新北市實施供 5 天停 2 天的限水措施及多數縣市工業用水大戶減量供應。災情最嚴重的高雄市，由於高屏溪流量持續創新低，若情況無無法改善則可能於 5 月初啟動第三階段限水。對抗水資源缺乏的挑戰已為刻不容緩的要務。

台灣降雨量豐沛卻常有水資源不足問題，過去每當遇水資源議題，均依傳統「開源節流」的思維尋求解決方案，然而國內水資源不足最根本是管理不善，欠缺效率化有效利用，每年損失可利用之水資源，民生及工業用水達十多億噸以上，農業用水更達其總用水量 177 億噸的三分之一以上。在新水源開發不易，用水量持續不足下，惟有以效率化水資源利用做為解決水資源不足之策略，真正認識問題、針對問題，採取行動並長期投入，才能拯救改善。

中技社秉持著民間公益團體的立場及專業智庫的角色，去 (2014) 年召開三場次水

資源效率化利用論壇，邀集國內各主管機關之首長及重要專家學者，針對：(1) 建構自來水水費合理化及提升供水有效率；(2) 積極推動民生及工業效率化用水；及 (3) 農業用水效率化管理及節水移轉利用 (含對曾文及烏山頭兩水庫灌溉用水建議) 等三議題進行討論，並綜整出版「台灣水資源效率化利用策略」專題報告，期望透過水資源的最適分配，讓有限的資源發揮最大的功效。(專題報告內容已置本社網站，歡迎下載瀏覽，在此摘錄重點與讀者分享。)

一、建構自來水水費合理化及提升供水有效率

台灣自來水普及率達 92.23 % 以上 (2013 年)，其中台北 (北水) 自來水系統普及率為 99.6%，台灣 (台水) 自來水系統普及率為 91.56% (另有馬祖自來水及金門自來水系統)，供水人口 2,159 萬人，每日供水量達 1,082.5 萬噸，顯示政府推動自來水普及化之成效。然而若檢視台灣地區水資源利用分配現況，平均每年生活用水供水量達 34 億噸，相當於每日 931 萬噸，但若每人每日用水量平均以 250 公升估計，每人每年用水量為 91 噸，相當於每日 575 萬噸，每年則僅約 21 億噸，顯示供水量及生活用水量之間相差達每年 13 億噸，約 38.2%，即每日未有效利用水量達 366 萬噸，為一令人震撼的水資源未效率化利用損失量，無效用水量來源主要為漏水及無費水量。

(一) 漏水率

台灣整體自來水漏損率偏高，部分地區漏損率達 30% 以上，影響水資源利用效率至大。相較於世界主要都市及國家的漏水率 (如表 1 所示)，我國雖不是最差，但有向上提升空間，2012 年台灣全國漏水率達



19.55%，遠高於新加坡的 4.2% 及日本的 7.2%。若與其他國際都市比較，2013 年台北市 17.88% 的漏水率也遠高於東京的 3%、柏林的 5% 及莫斯科的 9.9%。有效降低漏水率並非易事，日本在這方面的努力及成績提供良好借鏡。1960 年日本為改善全國自來水漏損，以滿足經濟成長用水量的需求，積極進行全國自來水減漏，由當年的自來水有效率 71.3%，以每年 0.66% 的改善速度，歷經 15 年提升至 1975 年的 81.1%，2011 年時則進一步提升為 92.4%。顯示自來水降低漏水率為長期工程，非一蹴可及。

表 1 世界各大都市（含國家）漏水率（%）

都市（或國家）	漏水率
東京	3.0
柏林	5.0
莫斯科	9.9
馬德里	10.5
仁川	17.0
台北	17.88（2013 年）
開羅	20.0
伊斯坦堡	25.2
香港	26.0
倫敦	26.5
墨西哥市	35.0
新加坡	4.2
日本	7.2
台灣	19.55（2012 年）

註：除台北、台灣外，其餘數據為 2008 年日本環境省製作

（二）輸配管線更新

台灣自來水投資建設的快速成長是在 1976 至 1991 年間，且輸配水系統皆都早於普及供水前 3~5 年完成，距今已是 20~30 年。考量一般自來水設施包括輸配管線之

設計使用年限為 20~30 年，台灣目前約有 80% 以上的管線設施都已超過使用年限。管線老朽不僅有嚴重漏水的問題，包括巴西及日本都曾發生過因管線老朽而導致的災害，實不可忽視。對此，國際水協會（IWA）之提議，每年應汰換達總長度 1.5% 以上的管線，並以替代材質增進未來使用年限，才能有效降低漏水率，提升供水有效率。我國惟因經費不足，每年輸配水管線更新率不及 1%（台水），即要耗時超過 100 年才能完成，不僅遠超過使用期限，將使未來管線更形破敗，其漏損率有更加惡化之虞。

（三）水價偏低造成用水浪費

姑且不論漏水的問題，2012 年台灣地區每人每日家庭用水量達 268 公升，高於全球平均值，而我國自來水水價偏低（如表 2 所示）為主要原因之一。2011 年我國平均水價每度 9.2 元，依國際水協會（IWA）統計（如表 2 所示），為 GDP 在 30,000~40,000 美元國家中，平均水價最低者，也是水費負擔率最低之國家。

自來水費已二十年以上未調整為價格偏低的主因，使自來水事業未能依法獲得應有合理的利潤，反導致虧損、負債，不僅無能力更新、維修，也因低價的水價未能反映成本，而使得用水效率不彰而浪費水資源，導致水資源未能效率化利用。此外，國內無費用水量偏高，自來水漏損率及無費用水量平均合計近 30%，使得自來水有效供水率僅及 70% 左右，不僅造成水資源的損失外，更造成自來水在淨化及輸配送過程中所耗用之藥品、電力及人事費的損失，影響經營成本及能資源的浪費等，皆為自來水自建設以來，目前面臨最嚴峻的問題。



表 2 國際水協會 (IWA) 統計各國 2011 年平均水價及水費負擔率

國家	人均 GDP (美元)	平均水價 (新台幣元 / 度)	水費負擔率 (%)
比利時	37,600	57.2	1.01
芬蘭	38,300	48.0	0.83
德國	37,900	70.7	1.23
香港	49,300	17.3	0.23
日本	34,300	49.6	0.96
澳門	33,000	16.8	0.34
韓國	31,700	15.2	0.32
西班牙	30,600	33.3	0.72
英國	35,900	67.6	1.25
台灣	37,900	9.2*	0.16

註：1.GDP 為換算各國物價後之實質 GDP 比較

(四) 合理水價及有效供水之建議

台灣自來水因長期漏損嚴重，以致供水有效率量偏低，造成水資源損失每年達 10 億噸以上。也因二十多年未調整水價，更因電力費、藥品費及人事費的攀升，使得現行水價不僅不能反映成本，以致經營虧損以債養債，甚至資產淨值比率將降至 50%，更因輸配水管線面臨全面老化卻無財源汰換更新，使得台灣自來水已瀕臨破敗邊緣。拯救瀕臨潰敗的自來水的具體策略建議如下：

1. 調整適當水價，加速汰換老舊管線延續使用壽命，共同維護世代永續利用的自來水公共設施。
2. 籌設自來水水費評議委員會，以每年能汰換老舊管線折舊更新達總長度 1.5% 以上長度比例之合理水價，調整自來水費，以保護自來水設施的永續利用。
3. 考量國民生活正義，對於用水量大的用戶，以累進用水量加大差價收取水費，除可達到以價制量節約用水外，更可反映維護成本。

4. 提出完整具體的短、中、長期改善提升計畫，持續改善以達設施之永續維護管理之目標，並達到水資源的效率化利用。

二、搶救自來水 - 積極推動民生及產業節約用水

自來水普及率為國家發展程度的象徵，而在缺乏管控的情況下，社會富裕往往造成大量的自來水消耗，這明顯反映在我國的自來水消耗量上。依據台水公司售水資料 (詳表 3 所示)，2003~2012 年間自來水供水量由 29.6 億噸提升到 31.2 億，期間雖然漏水率由 24.58% 下降至 19.55%，但因為售水率及有效無費水量均呈現增加的趨勢，造成總體自來水供水量的提升。有鑑於自來水主要為民生及產業所消費，因此下面將從民生及產業用水趨勢，檢視節約用水的空間。

(一) 民生用水

富裕帶動自來水消耗量的提升，1970~1980 年代間由於洗衣機、沖廁馬桶、瓦斯利用導致淋浴蓬蓬頭洗澡的普及化，國民生活用水量持續增加，甚至以每人每日用水量愈多，顯示生活水準愈高，只要交水費，似就有權利用多少水。1980 年代後期，民間社團及有識人士感於國人每人每日用水量偏高而浪費，開始提倡節約用水，但成效不明顯。面對開發新水源的壓力，主管機關逐漸意識節約用水所節餘的水量，可視為另一種水資源開發，因而行政院於 1994 年 2 月核定「節約用水措施」，列入當時的十二項建設「開發管理水資源」計畫中。政策推動的成效直接反映在平均每人家庭用水量的變化 (如圖 1 所示)。1988~1996 年間，人均每日家庭用水量由 244 公升攀升到 291 的最高峰，隨著節約用水政策的推動，人均用水量逐年下降，2012 年時為每人每日 268 公升。



儘管人均用水量有改善，若與其他先進國家比較 (詳表 4 所示)，則屬偏高，仍需再持續強化推動節約用水。若依政府政策四年達到目標 250 公升 / 人日，則實際上將有 2.6 億噸 / 年的可節省水量。

推動管網改善是提升自來水利用效能的重點，過去 10 年台灣自來水漏水率降低約 5%，達 19.55%，與新加坡 4.2% 及日本 7.2% 相差甚遠，為持續努力的重點。透過節約用水及管網改善的雙關齊下，將明顯降低對於自來水的需求。以台北市為例，2013 年度北水處轄區平均日供水量 197 萬噸，相較於 95 年平均日供水量 231 萬噸，每日供水量已減少 34 萬噸，相當於一年節省 1/3 座翡翠水庫蓄水量，數量十分可觀。

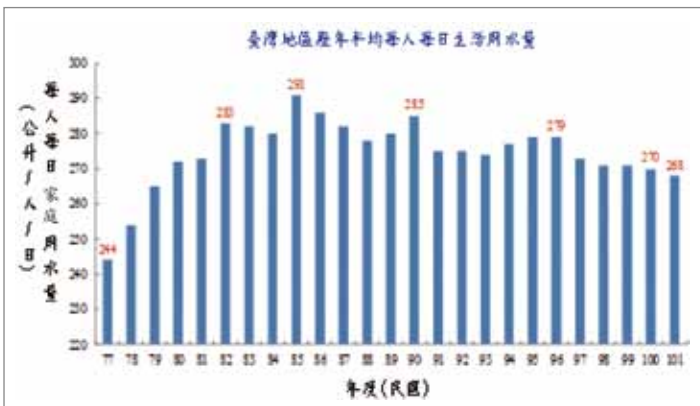


圖 1 台灣地區每人每日家庭用水量變化 (水利署資料)

表 3 台水公司 2003-2012 年供售水量及漏水率 (台水公司資料)

單位：M³、%

年度	供水量	售水量 (或抄見量)	有效無費水量	漏水量	漏水率
2003	2,959,327,403	2,000,069,396	231,715,336	727,542,671	24.58
2004	2,981,172,447	2,054,880,445	217,327,471	708,964,530	23.78
2005	3,047,219,999	2,093,351,103	232,807,608	721,061,288	23.66
2006	3,115,321,070	2,159,559,945	225,549,245	730,211,879	23.45
2007	3,149,709,952	2,194,321,839	226,779,117	728,608,996	23.11
2008	3,101,414,351	2,203,242,019	217,409,146	680,763,186	21.95
2009	3,032,267,573	2,110,707,987	271,084,721	650,474,865	21.45
2010	3,095,423,908	2,209,619,278	251,038,879	634,765,751	20.51
2011	3,111,306,169	2,231,201,828	252,196,631	627,907,710	20.19
2012	3,115,357,317	2,254,044,536	252,249,099	609,063,682	19.55

註：1. 有效無費水量係指：消防用水量、事業用水量、水表不感量及違章竊水量等。
 2. 2003 年以前為抄見量，2007 年以後改以售水量計算。
 3. 2012 年度較 2004 年度漏水率共降低 5.03% (= 24.58% - 19.55%)。
 4. 2012 年度較 2004 年度共減少漏水量 1.57 億 M³ (= 31.15 億 M³ * 5.03%)。



表 4 世界各國生活用水量及家庭用水量比較 (水利署資料)

國別	年份	每人每日 用水量 (公升)	生活用水				
			有效無費水量		非家庭用水		
			戶內 用水	戶外 灌溉	營業 用水	機關學 校用水	公共及 消防用水
台灣	2012	375	○	○	○	○	○
		268	○	○	○	○	×
日本	2010	297	○	○	○	○	○
大陸	2012	216	○	○	○	○	○
加拿大	2005	371	○	○	×	×	×
美國	2009	274	○	○	×	×	×
澳洲	2012	208	○	○	×	×	×
新加坡	2012	152	○	○	×	×	×
德國	2010	121	○	×	×	×	×
英國	2007	148	○	×	×	×	×
法國	2007	164	○	×	×	×	×
丹麥	2012	104	○	×	×	×	×

(二) 工業用水

工業用水量雖僅占全國用水之 9.3%，由於涉及產業發展及開發議題，尤其為環保團體關切。有別於民生用水，除節約用水外，工業用水尤其注重回收再利用。鑑此，經濟部水利署於 2003 年 3 月公告用水計畫書審查作業要點，審核新開發單位之用水量及回收再利用量，確立節約用水及回收再利用機制。經濟部工業局依據前述「節約用水措施」之原則，自 2003 年起針對用水密集、高耗水產業與用水大戶進行節水輔導作業，配合工業用水多元化、廢水回收再利用研究、用水管理系統推動、節水技術宣導、技術研發及國際合作技術引進等，不含冷卻水循環之回收率由 2003 年 47.7% 提升至 2013 年 69.8%。但在此期間持續有新開發工業開始生產使用水資源，因之總工業用水量並無顯著的降低，即節約下來的水量，已移轉為新開發工業所引用，詳表 5 所示。

比起日本全國工業用水總回收再利用率近 80%，則尚有積極推動之空間。惟在低水價的環境下，重複利用率提升已達瓶頸，因此必須擴大辦理節水、提供實質減量誘因

表 5 三十年來工業用水量的變化

年	工業用水量 (百萬立方公尺)	年	工業用水量 (百萬立方公尺)
1982	1,780	2007	1,644
1986	1,622	2008	1,668
1991	1,628	2009	1,554
1996	1,765	2010	1,601
2001	1,740	2011	1,552
2006	1,576	2012	1,610

及行政管制等積極作為，工業用水重複利用率才能持續提升。

(三) 自來水節約及有效利用建議

國內無論在民生用水部分或工業用水在過去二三十年來已有很大的改善，但若與先進國家比較，則兩者仍有很大的差距，而最重要的就是建立以節流為開源的新思惟，深化效率化水利用，特提出下列具體策略：

1. 降低氣候異常風險，構築一耐缺水、耐旱的社會生活。
2. 結合各區處與在地行政單位及設置推廣組織全面落實節約用水。
3. 整合法令、經濟與管理輔導政策工具，有效節約工業用水。
4. 在管理上採合理化用水診斷、用水查核、落實水權水量管理及一元化用水管理；經濟上採差別水價、水污染防治費、投資節水設備優惠措施；法令上限定用水類別用水量，特定地區限定回收率等策略。
5. 短期達成每人每日 250 公升目標，並將工業用水節水率由 69.8 提高至 71%。
6. 以工業用水最大宗的冷卻用水及製程用水列為重點節水對象。
7. 以化材、電子、造紙、基本金屬、紡織及石油業等六種高用水行業進行盤整，建立水管控回流再利用模式，加強輔導，以達加速減量。
8. 針對大戶用水進行盤查輔導，重新核定用水計畫書。



三、農業用水效率化管理節水移轉利用

(一) 農業用水現況

台灣農田灌溉系統，多為粗放式，灌溉系統欠缺精緻封閉性，造成供水系統損失頗大，且在同一灌區中，因夾雜休耕的農田，而使由水源引入圳道後的水，有部分未被引用也未流入農田，而直接由圳道流入河川下游，致使珍貴的水源未能獲得充分效率利用。依據經濟部水利署統計，台灣平均每年可用水資源量約 177 億立方公尺中，農業用水量長期維持在 127 億噸立方公尺，佔總用水量 72%，比例甚大。即使休耕面積年有變化且增加，但灌溉用水量卻仍未有變化。

過去農業灌溉用水移轉其他利用僅於乾旱時採農業停耕，而將灌溉用水移轉為民生、工業利用，反造成停耕及補償的雙重損失。遲未能從灌溉效率化管理著手，以移轉藉灌溉系統粗放式漏損量的改善，所衍生之穩定水量，予以移轉利用，以達到水資源的效率化利用。由於水資源的利用有降雨時空的限制，水資源的貯存及調度利用，仍以灌溉水源為湖庫者，始能較具貯存調度效益。

(二) 問題及建議

以目前嚴重缺水的嘉南平原及高雄為例，其主要灌溉水源為由曾文及烏山頭兩水庫聯合運用，每年用水量達 6.3~6.9 億立方公尺，水平衡計算顯示灌溉系統目前之損失量約佔供水量之 35%。兩水庫皆為多目標利用水庫，但供灌溉用水量卻佔兩水庫供水量很大的一部份，倘能經灌溉系統精緻化改善及效率化的精密輪灌，當可節省相當大量的水資源，使水庫之容量得以有效調節貯存，而在不損及農業灌溉實際所需用水量外，將其節餘下來的水權移用為民生及工業利用，則將達到水資源效率化充分利用，同時不影響農業需求之多贏目的。可能之包括：

1. 水利主管機關及曾文、烏山頭水庫管理單

位，若遇乾旱，原則上不再協調農民停耕，造成巨大的補償損失。同樣民生工業若遇乾旱，應自行節水因應而不再期待農民停耕協助解決缺水問題。

2. 灌溉系統目前之損失量約佔供水量之 35%，效率化改善目標以能達到降低目前供水量之 20% 為目標，並依各分年改善漏失量，逐年將該水權量移轉為民生、工業利用，每年可達 1 億立方公尺以上，有效減低南部缺水問題。
3. 針對灌溉系統漏失之大小，進行調查並策訂分段分年進行輸配水系統改善計畫，選擇嚴重段先行改建、修繕系統整合，其所需之工程費，由政府視同為水資源開發，按年編列預算辦理，亦可檢討籌措水資源設施更新基金，進行改善，再以附加水資源水源費歸墊。
4. 依每年輸配水設施減漏損改善所衍生移轉之水權量，酌收水資源費以補償嘉南農田水利會，供做聘請掌水工之工作費，減輕嘉南農田水利會之負擔。
5. 加強掌水工之訓練及考核，除行前訓練外，依各掌水工所負責各小灌區之面積及每次灌水量之達成狀況做為考核依據，對於不適任者不予續聘，以達效率化管理，並達滴水不流失。

結語

在新水源開發不易的情況下，政府多年來積極推動節約用水雖有成，但相較於其他國家仍有顯著的改善空間。近期乾旱所導致的限水措施及稻作停灌，讓民眾對水資源於這個極其重要卻被忽視的議題更加「有感」。儘管對產業及民眾造成不便，但也促成各界的關切，及政府在例如水費調整議題等政策推動上更強的施力點。水資源效率化提升不僅依靠政府，更需要產業及民眾的配合，期望在這次的乾旱過後，各界能積極的因應水資源議題，讓台灣免於缺水之苦。



能源技術發展中心 王新鈞主任 · 許湘琴組長 摘錄

前言

交通運具帶給人類生活極大的便利，其中使用電力為動力的交通運具例如電動車 (Electric Vehicle, EV)，早已出現在 19 世紀中葉，但隨後將近 100 多年的歷史當中，使用汽柴油等化石燃料的傳統內燃機 (Internal Combustion Engine, ICE) 車輛主宰了車輛市場。然而，奠基於化石燃料的傳統車輛，在化石燃料燃燒後排放出大量的污染物，對環境產生相當程度的傷害，加上石油價格的攀升等因素，使得推動替代車輛的發展，成為一條必要的道路。電動車相對於傳統車輛，具備更佳的能源使用效率，且車輛動力使用電力，而發電用的能源種類廣泛，且可透過降低化石燃料的比重及提高再生能源等較潔淨能源的組合來提供電力，以降低交通運輸對環境造成的傷害，使得較具節能及環保效益的電動車，因而越來越受到關注。目前，世界多國政府已開始努力推廣電動車，希望能逐漸替代傳統交通運具。

現階段電動車在各國屬發展中的技術與產業，多數國家對電動車的相關法規、制度、基礎設施及消費習性等層面都尚未建構完整，可以說電動車發展還存在相當多的挑戰。未來全球交通永續發展，美國、日本、荷蘭、法國、中國大陸、挪威、德國等，都已積極推動電動車技術、產業與市場的發展；而各國最主要的電動車推廣方式，則包括示範運行計畫、提供購車補助或稅額減免、低排放車輛配額，以及提高車輛能耗標準和 CO₂ 排放標準等政策工具。此外，面對逐漸開展的電動車產業大餅，許多國家也紛紛規劃電動車產業發展目標及推動電動車產業發展計畫，協助電動車廠商積極發展，以求拓展電動車產業市場。

我國方面，並未在傳統車輛整車的產

業發展上占有優勢，然而在車輛零組件產業上，卻已擁有相當好的發展成果；在電動車產業發展方面，我國近年也有一些電動車零組件供應商，已切進國際知名電動車廠商供應鏈，並在電動機車、電動大客車及非典型應用電動車輛等領域，有了不少頗具特色的發展，對於成長前景可期的全球電動車市場，我國廠商可說已具有發展潛力。為了將我國電動車相關產業推展至全球，過去幾年政府與廠商通力合作，規劃電動車相關產業未來發展策略與目標，透過完整的規劃及戰略方針，具備潛力的廠商漸漸發展茁壯，使得部分電動車相關產業能走出台灣，切入全球電動車市場。此外，不管是各主要電動車發展國家或是我國，在電動車推廣目標擬具過程中，對電動車技術發展過度樂觀，對存在相當多的挑戰過於輕忽，以至於近年各國及我國電動車推廣目標的落實程度，都比預期低相當多。然而，面對實用性與方便性均仍不及內燃機引擎的電動車，未來產業發展的挑戰，仍有賴政府重新構思政策方向，方能真正達到協助電動車產業發展的目標。

鑑此，本社基於公益法人角色立場，邀集國內相關專家學者及資深相關產業人士，就我國電動車產業發展進行相關的重要議題進行探討，並彙整研討內容出版「我國電動車產業發展」專題報告。本文摘錄電動車國際發展趨勢和國內發展現況與機會等部分內容供讀者參考，詳細論述歡迎上本社網站下載參閱。

一、國際車輛油耗與 CO₂ 排放法規演進

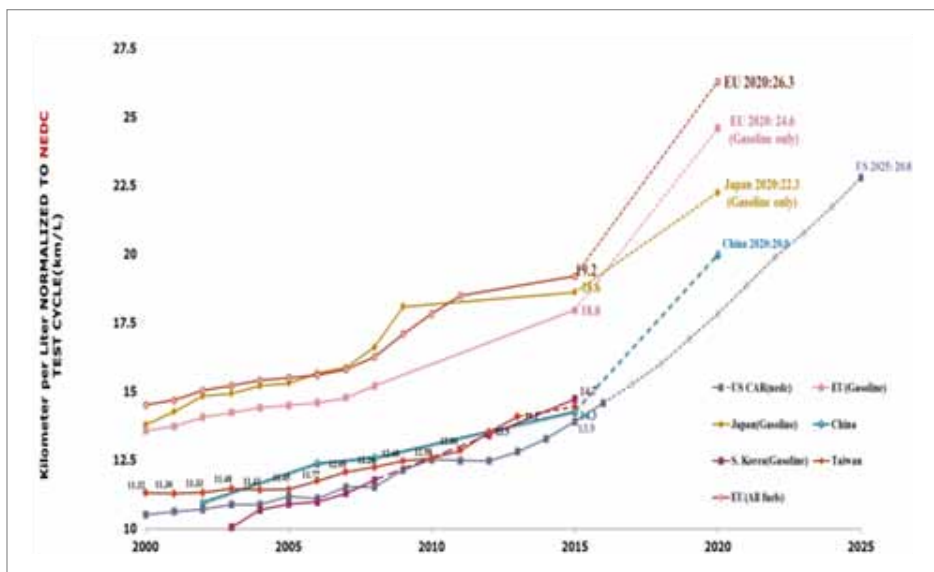
在節能減碳之環境訴求下，各國紛紛推展潔淨車輛開發，自 2015 以後在車輛油耗與 CO₂ 排放法規均大幅加嚴，並導引出電動化車輛產業的興起。國際近期電動化車輛

的發展其一主要來自車輛燃油經濟標準日益嚴格 (如圖 1)，在將各國的測試條件都轉化為歐盟的 NEDC 行車型態情況下，如美國提出 2025 年所有銷售車款提高到每公升行駛 20.8 公里燃效；中國大陸要求每公升行駛 20.0 公里燃效。另一方面，部分國家以車輛 CO₂ 排放為管制標的 (如圖 2)，如歐洲乘用車 CO₂ 排放標準為 2015 年 130g/km，並在 2020 年再降到 95g/km；美國是 2025 年降為約 109g/km。由於主要國家標準加嚴，僅靠汽油車將無法達到要求，車廠開始發展 HEV、PHEV、REEV 和 EV。

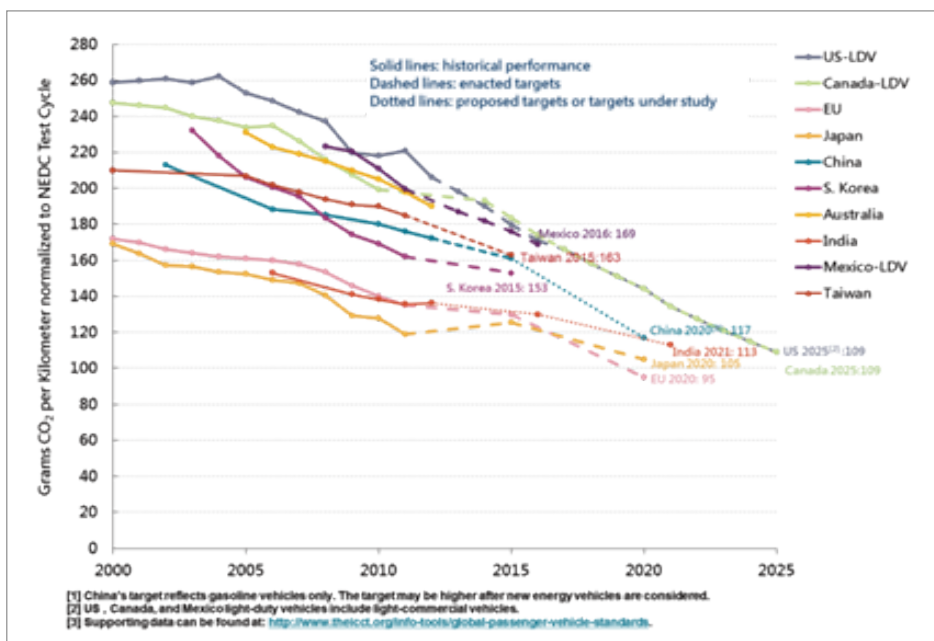
二、國際電動車輛市場與領導廠商發展趨勢

(一) 各國電動車市場銷售現況

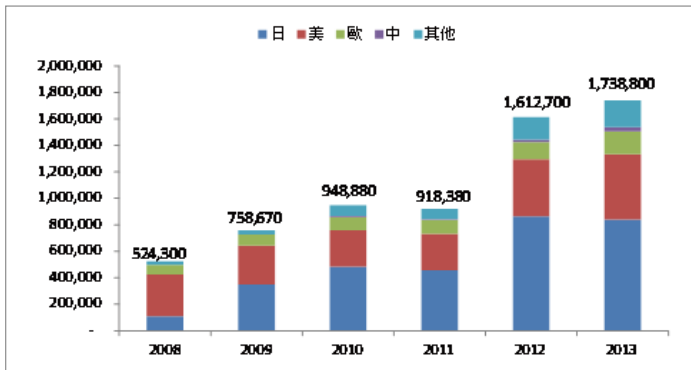
1. 複合動力車市場在 2013 年為 174 萬輛，日本約為 83.8 萬輛且市占率超過 50%，美國約為 49.5 萬輛且市占率超過 25%，2008~2013 年全球複合動力車銷售數量 (如圖 3)。
2. 2013 年 EV/PHEV 銷售數量為 22.5 萬輛，其中美國約為 10.1 萬輛且市占率超過 50%，其次為歐洲的 6.1 萬輛且市占率超過 30%，日本約為 3 萬輛 (如圖 4)。



資料來源：ICCT(The International Council on Clean Transportation)、工研院整理
圖 1 歐美日等國乘用車油耗標準 (轉換為 NEDC 行車型態)

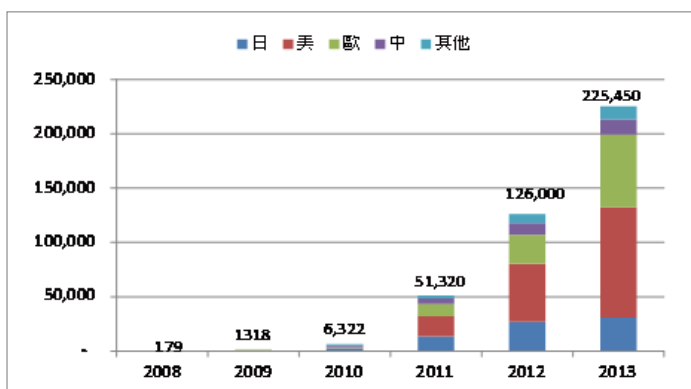


資料來源：ICCT、工研院整理 (2014)
圖 2 歐美日等國在乘用車 CO₂ 排放量管制標準



資料來源：Fuji Chimera, 2014

圖 3 國際複合動力車 (HEV) 市場



資料來源：Fuji Chimera, 2014

圖 4 國際電動車 (EV/PHEV) 市場

(二) 國際領導廠商在電動車布局

歐洲車廠如 VW, BMW, Daimler, 日系車廠如 Toyota, Nissan, Honda, 美系車廠如 Tesla 相繼發表 2014 年以後的電動車計畫，其中 Honda, Daimler, BMW, Nissan 都與中國大陸的車廠合作電動車。

表 1 國際領導車廠在電動車生產規劃

領導廠商	主要動向
VW	2014 生產 VW e-up! 和 e-golf 2015 生產 PHEV Golf GTE, Audi A3 Sportback e-tron 2016 分別由一汽大眾與上海大眾生產 PHEV Audi A6 和中階價位三廂車 2018 生產 15 款新能源車
BMW	2014 銷售 EV i3 和 PHEV i8 與華晨汽車合資生產“之諾 (ZINORO)”
Daimler	與 BYD 合作開發“騰勢 (DENZA)”
Tesla	2014 銷售 3.5 萬輛有 30~35% 在中國市場
Toyota	Corolla, Levin 將在本地組裝電池、變頻器與變速機構，採購率目標為 50~100%
Honda	2016 推出與東風、廣汽集團合作生產 50 萬元新台幣的複合動力車
Nissan	2014 銷售開發中國自主品牌的 Venucia e30

資料來源：Fourin, 2014

1. 美國 Tesla Model S 單次充電最高續航 426 公里，且可快速充電與換電，車輛在 30 分鐘快速充電後，便可以擁有行駛 320 公里的電量。Tesla 的電池交換設備，能在 1 分半左右將現用電池取下並換裝新電池再上路的工作，讓電動車能更實用化。
2. 日本 Toyota 掌握電動車從元件到整車之核心，其餘各車廠以各自結盟爭取規模經濟與技術投資分攤。全球重要電動車廠積極與動力電池技術供應商策略結盟，以確保電池技術與供應無虞。日系車廠 (Toyota、Nissan、Mitsubishi) 之動力電池供應鏈甚為緊密，甚至是與電池提供商合組公司，美系車廠 (GM、Ford) 合作對象較為多元。
3. 南韓首創馬路供電系統提供開車時充電系統，突破現有充電困境。南韓龜尾市測試的充電馬路與線上電動公車系統，行駛時不斷將電磁轉換成 100 千瓦 (136 馬力) 電力，驅動公車或將電能儲存於車載電池組，傳輸效率最大可達 85%。
4. 德國 BMW 公司推出 i 系列電動車，其中 i3 純電動與增程型電動車，強調大量使用碳纖維輕量化材料車身以及 Connected Drive 互聯駕駛服務。BMW i8 插電式油電混合車使用碳纖維輕量化材料車身，並強調 Efficient Dynamics 高效動力表現。

三、國內發展現況重點觀察

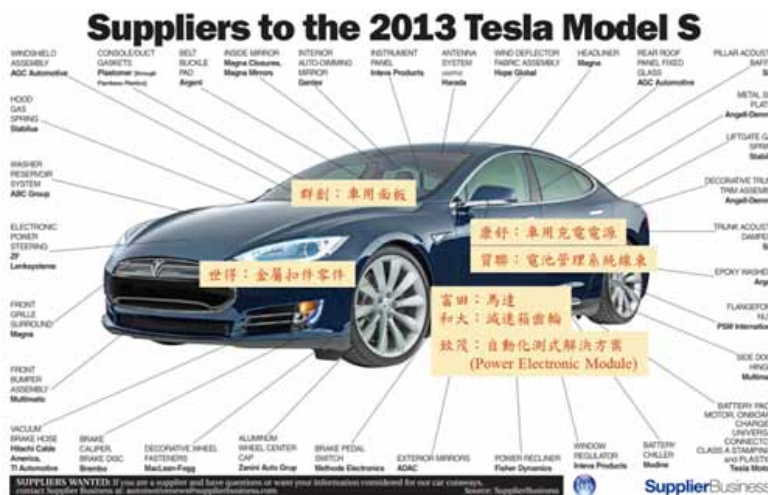
(一)、國內整車業者

從產業發展角度而言，大客車具有較高產值（相對於機車或轎車）、較高技術（高能量電池能源管理、車隊管理）和較高民衆可見度的三高特性，易彰顯產業推動的效益。即使國內向來缺乏大客車產業供應鏈，在明確的應用策略引導之下，也成功吸引國內廠商投入生產，包括華德、立凱、唐榮（與中國大陸申沃合作）、馨盛（與中國大陸比亞迪 BYD 合作）等。此外，透過長期的補助研發投入與購車補助政策措施，促使我國業者在中小型電動車輛的各種產品區隔上，均已有整車廠推出純電動車輛產品，包括：電動乘用車、電動商用車、電動機車和電動自行車。各品牌車廠所使用的鋰電池和動力馬達等關鍵零組件中僅有為數不多的國內供

應商，多數供應商都來自於中國大陸。目前工業局正在致力於提升這些電動車輛的國產化比例，以使後續推動大規模應用時，能創造出更大的國內產業發展效益。

(二)、國內關鍵零組件供應業者

國內廠商尚未深入參與我國各型中小型電動車供應鏈，然在電動車界最受矚目的高端跑車 Tesla Roadster，初期開發階段據稱有七成零件來自台灣，包含最關鍵的動力馬達係由台中富田所供應。2013 年 Tesla Model S 的供應鏈裡，國內廠商供應以下零件(如圖 5)：馬達(富田)、減速齒輪箱(和太)、車用充電電源(康舒)、車用面板(群創)等。至於 Daimler、BMW 等其他國際品牌車廠，各式混合動力或插電式電動車輛的供應鏈之中，也不乏國內廠商參與。我國電子大廠台達電，則是國際市場中快、慢充電設備的重要參與者，取得認證的產品銷售遍及歐、美、日、中國大陸等地；顯示：在電動汽車所需的部分關鍵零組件，國內廠商已經具有尖端實力，供貨國際標竿市場。只是，環顧全球仍處於電動汽車市場發展遲滯的產業環境，若僅仰賴國際品牌車廠供應鏈以帶動國內產業發展，短中期恐難有卓越進展。



資料來源：中華經濟研究院 (2014/09)。台灣廠商資訊依據公開報導：供應鏈圖取自 <http://www.autonews.com/assets/PDF/CA843311210.PDF> (2014/09/10 擷取)。

圖 5 特斯拉 Tesla Model S 供應鏈

(三)、非典應用

1. 參與廠商

事實上，在正規汽車市場之外，電動車輛應用於非典情境的個案不在少數。國內來說，雲林西螺果菜市場正在推動的果菜搬運車電動化計畫，最具知名度。預期 5 年內，西螺果菜市場要將現有 800 輛柴油果菜搬運車全數改裝為全電動動力系統車輛。目前已取得車輛改裝資格的廠商，包括恆智重機、貝力科技、四維機械等，改裝車輛可參見圖 6；後續取得改裝許可的廠商清單，可能還會增加。此案營運電動車的銷售與售後服務，亦由國內之恆智重機專責。而國內廠商切入類似的非典應用個案，也可見於國際場域。例如國淵實業在瑞士電動郵務車個案中，提供車輛、車隊管理與維修服務(車輛請見圖 7)。或是東元電機也積極爭取菲律賓 E-Jeepney 與 E-Trike 市場(車輛請參見圖 8)。



資料來源：<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1018568>

圖 6 雲林西螺果菜市場電動搬運車



資料來源：<http://www.kyburz-dxp.ch/en/kyburz-dxp/pictures?zoom=part65DE42B>

圖 7 瑞士郵務用電動車輛 (國淵實業)



菲律賓傳統的Jeepney
資料來源：<http://blog.andynn.tw/2011/08/jeepney.html>

東元電機的E-Jeepney

菲律賓傳統的Trike
資料來源：<http://www.panoramio.com/photo/12569175>

東元電機的E-Trike

資料來源：TECO. (2014). 東元電動車產品及服務介紹。Aug 2014, Business Development Center, Board of Directors, TECO Group.

圖 8 菲律賓電動車輛（東元電機）

2. 利基市場特性

這些非典應用所強調的電動車輛優勢，首重於減少環境污染排放、無噪音等的非運輸效益。例如雲林西螺計畫主張「清新果菜」、「市場內看不到黑煙、空氣清新」、「市場內聽不到車輛引擎聲」、「醫療支出變少」等。瑞士郵務車與菲律賓 E-Jeepney 與 E-Trike 等國外個案，也都強調減少空氣污染的效益。彙整這幾項非典應用之電動車輛的產品特性如表 2，可以發現 2 個重點：(1) 速率與續航能力並非產品關切重點，(2) 從台灣廠商的規模與能耐而言，具有令人感到振奮的車隊規模、銷售數量或潛在市場需求。

表 2 非典應用電動車輛產品特性

非典應用個案	最高速率	續航里程	備註
西螺果菜運輸車 (審驗規範)	40 km/hr	50 km	負重 1 或 2 噸 車隊規模 800 輛
瑞士郵務車 (國淵產品規格)	45 km/hr	30-100 km	爬坡 30% 已銷售 1500 輛 / 年 × 5 年
菲律賓 E-Trike (東元產品規格)	60 km/hr	40 km	爬坡 16% 1+6 人座潛在市場 10 萬輛 1+3 人座潛在市場 350 萬輛

資料來源：中華經濟研究院 (2014/10)

這些國際品牌車廠疏於耕耘的非典應用，其情境特徵經常是：密集使用、環境

敏感地區甚至室內應用，以凸顯電動車輛之無排放、安靜、低震動的技術特性。而此類電動車輛技術應用的利基範疇，除了各式搬運、遞送情境之外，視當地調整車體、配件與附加功能後，還可能應用於方興未艾的個人化新興運具，擔負短距離、非高速行駛的代步工具。換言之，這些國際品牌車廠輕忽的非典應用利基市場，可能是電動車輛應用的潛力發展市場，也是國內參與業者能力可及的產業成長利基所在。

3. 國內發展限制

西螺果菜運輸車、瑞士郵務車或菲律賓 E-Trike 這類非典應用案例，在國內如擬擴大應用場域或增加應用案例，可能受到法規限制阻礙。因為這些非典應用之車輛載具，在歐 / 日市場經常是小型 / 輕型車輛（歐規 L 型車、日規 K-car），在東南亞國家則是改裝車輛。而國內交通部相關法規，目前並無小型 / 輕型車輛之相關規範，且禁止改裝車輛行駛於一般道路。換言之，在適法條件下，非典應用在國內僅能使用於「非道路」（non-road）情境，例如：農用、高爾夫球場或度假村內等，不可以行駛於市區道路、鄉道或更高等級的省縣道路。惟此限制可依據「地方自治條例」授權，由地方縣市政府擬定單行法規（需經地方議會通過），劃定特定區域，例外允許小型 / 輕型車輛之非典

應用。例如：雲林縣政府即擬推動單行法規，使電動果菜運輸車得以合法掛牌、行駛於地方政府主管道路（農用道路、鄉道、市區道路等）。

四、台灣產業優勢與機會

電動車是未來全球交通永續發展的重要選項，不論是先進國家或是新興經濟體，均積極致力於電動車輛關鍵技術的研究。而新萌生中的電動車輛產業之全球供應鏈，較有機會不受制於傳統汽車產業供應體系封閉性的限制，是台灣電動車輛零組件產業提升至國際車廠 ODM 之機會。整體而言，台灣在發展電動車具有一定之優勢與條件，可以做為國際競爭之基礎，包含：

(一) 產業面

- 台灣具有少量多樣生產製造優勢，我國電動自行車、電動代步車廠商已具發展基礎；
- 我國部分車用電池、馬達、驅動器等廠商已和國際車廠有合作經驗；
- ICT 產業厚實基礎，汽車電子產品在國內車廠已有驗證應用實績，智慧公車與商用車隊管理與派遣等車載服務應用成熟；
- 東南亞以馬來西亞 National Automotive Policy(NAP) 與 Energy Efficiency Vehicle(EEV) 產業政策、印尼推出 Low Cost Green Car(LCGC) 產業政策等促動下，有助於台灣電動車與關鍵零組件出口；
- 菲律賓電動搬運車與 Jeepney 市場近 350 萬輛，亞洲銀行提供菲律賓首批更換 10 萬輛，估計達千億元新台幣市場機會。

(二) 環境面

- 台灣的城鄉地理位置距離近，有利電動車驗證測試與試運行環境；
- 台灣複雜的交通環境，可為最佳的測試應用地點。

(三) 政策面

- 全台商用運輸車隊超過 6,000 輛，主要行駛距離在 40~120 公里的短程運輸工具，可推動逐步汰換為電動商用運輸車隊；
- 台灣未來 10 年將現有公車 (約 6,200 台)

逐步汰換電動公車，並新添新路線車輛後，可推動達到 10,000 台電動車。

在國際電動車產業發展中，國內業界急需電動車輛相關系統平台整合驗證與發展技術，在電池價位仍高且環境建構不明朗情況下，台灣電動車輛可以朝自主化、小型化、成本具競爭力之電動車輛為切入產品，帶動台灣具強項之關鍵系統技術與產業，並以產業聚落之產品及關鍵模組帶動產業發展，推動電動車輛之策略重點在於下列三點：

1. 建立電動車輛技術發展平台，發展關鍵模組：以電動巴士、電動商用車、電動特用車為切入點，結合跨領域技術，發展電動車輛系統整合技術、大動力用電池模組及高效率馬達控制技術等技術。
2. 促成產業聚落：以系統整合技術帶動零組件產業整合發展關鍵模組 (如馬達與馬達控制器、電池與電池管理系統、功率 IC 電力電子模組與充電系統等關鍵模組廠商)，建立電動車創新聚落，帶動產業群聚效應與商機。
3. 建構 EV 驗證能量：建立電動車驗證設備與程序來推動車輛實驗運行，促使產業在政策導引下積極投入產品開發，以實驗車運行取得關鍵模組之產品回饋資訊，進行工程改良，來增加電動車產品之國際競爭力，同時加強建構電動車需求之驗證與標準。

後記

去年底，日本豐田汽車 (Toyota) 正式對外開賣 MIRAI 燃料電池車，成為全球首例，也為燃料電池電動車畫下一頁新紀元，此燃料電池車充飽一次燃料能行駛的距離約 700km，且充飽燃料僅需約 3 分鐘，相當於現行汽油車充滿油所需的時間，故開賣一個月訂單已達豐田年度銷售目標的近四倍水準。另據報導，德國 BMW、Benze，韓國現代也將於未來一、兩年推出類似的電動汽車。我國燃料電池與應用之技術發展，在過去多年投入於行動載具，成效有限，且採低壓儲氫系統，技術明顯與美、日、歐高壓系統不同，未來如何因應電動載具另一可能發展的動力來源技術走向，如何與世界接軌，可能也是需謹慎而積極思考的工作。

中技社104年度 「科技獎學金」甄選

企劃室 向玉琴組長

本社 104 年度分別以「科技研究獎學金」、「科技創意獎學金」、「外籍研究生科技研究獎學金」；獎掖國內研究成果優秀學生，培養未來科技人才；鼓勵具綠色科技創意潛力之大學生與碩士生，投入有市場價值之綠色創新與研發；協助在台修讀理、工、及電資相關領域之碩、博士生完成學業，並增進其學成留台貢獻所學之意願。為促進學生深入了解環保生態與節能減碳之綠色科技，將永續或節能的概念應用於生活中，鼓勵學生發揮集體創意，「科技創意獎」同時受理個人及團體方式參與甄選。相關申請須知、書表已於 6 月函送相關校院所，並自 7 月 1 日～ 9 月 20 日止受理推薦申請，詳請參閱網站。(http://www.ctci.org.tw 獎學金 / 公告)

申請須知

一、獎學金類別、名額及金額

1. 科技研究獎：15 名，每名獎金新台幣壹拾伍萬元及獎狀乙紙。
2. 科技創意獎：15 名(隊)，每名(隊)新台幣壹拾伍萬元及獎狀乙紙。(團隊獎金之分配由獲獎團隊自行決定，獎狀每人乙紙。)
3. 外籍研究生科技研究獎：5 名；每名新台幣壹拾伍萬元及獎狀乙紙。
(註：評審小組得視各組申請人數、研究或創意品質等調整得獎名額)

二、申請資格

1. 科技研究獎：
 - (1) 依本社捐助章程第二條所列與環保、能源、材料、化學、機電及資訊等工業之有關產品、製程及工程技術之研究發展相關之國內大學校院理工科系所博士班三年級(含)以上研究生。
 - (2) 歷學年各學期學業平均成績達 A- 或 80 分(含)以上。
2. 科技創意獎：
 - (1) 國內大學校院大學三年級(含)以上及碩士班學生。
 - (2) 歷學年各學期平均學業成績達 B- 或 70 分(含)以上。
3. 外籍研究生科技研究獎：
 - (1) 在台修讀與環保、能源、材料、化學、電機及資訊等相關之理、工、及電資領域碩、博士學位之外籍優秀在學學生(含大陸、港、澳地區)。
 - (2) 歷學年各學期學業平均成績達 A- 或 80 分(含)以上。
4. 申請資格中規定之博士班三年級(含)、及大學三年級(含)以上，其認定以本獎學金申請截止日為準。已畢業者必需在申請截止日之前一學期仍有註冊在學者。
5. 基於資源分配之廣泛性，本獎學金以不重複給予歷年已得獎者為原則。

三、申請對象

1. 科技研究獎：
 - (1) 台灣大學、清華大學、成功大學、交通大學、台灣師範大學、中央大學、台灣科技大學及台北科技大學等 8 校 80 系所博士班三年級(含)以上之優秀學生，每所限推薦一位參與甄選。
 - (2) 研究主題與綠色產業、綠色創新、能資源、環境保護等領域相關者將酌予加分。
2. 科技創意獎：
 - (1) 國內教育部認可之大學校院大學三年級(含)以上及碩士班，凡具創意及研發潛力之學生以個人或組成團隊方式申請，由各系所推薦，不限名額。(可跨系，不可跨校，不限人數)
 - (2) 創意主題以科技相關之設計、宣導、推廣與應用等相關之創意構想或作品。主題與綠色科技、環保、能資源、及節能減碳等相關者將酌予加分。
3. 外籍研究生科技研究獎：
台灣大學、清華大學、成功大學、交通大學、台灣師範大學、中央大學、台灣科技大學及台北科技大學等 8 校 80 系所在台修讀碩、博士學位之外籍(含大陸、港、澳地區)在學學生，每所限推薦一位參與甄選。



企劃室 鄭清宗主任 · 向玉琴組長

財團法人中技社成立於 1959 年，為一非營利之公益法人，為增進在台修讀學位之外籍研究生對台灣企業及環境有更多的認識與了解，本社於 103 年首次舉辦「2014 在台外籍研究生 (含大陸、港、澳地區) 參訪台灣企業」活動，藉由安排台灣高科技與綠色企業之參訪活動，使在台灣修讀的外籍研究生能更直接與深入的了解台灣企業經營理念、企業願景、及企業社會責任等，同時也建立企業與在台優秀外籍學生之交流平台，以提供我國企業與優秀外籍生徵才、求職之管道。

103 年度共有來自國內臺灣大學等 6 校 4 個國家的 10 位外籍研究生獲選參加於 103 年 11 月 20 日 (四) ~ 22 日 (六) 為期 3 天的企業參訪行程，安排拜訪中鼎工程 (股) 公司、綠電再生 (股) 公司 - 楊梅廠、友達科技 (股) 公司 - 竹科廠、昱晶能源科技公司 - 竹南廠、台中市后里資源回收廠、及台灣電力公司大觀發電廠等企業，透過企業介紹與說明，並帶領參訪學生參觀企業設施與實際運作情況。

3 天的參訪行程中，不但使在台外籍學子了解國內綠能產業發展現況與前景外，並深入企業了解台灣科技的先進發展及管理模式，參訪學生並可直接與各企業員工對談、交流、及提問，參加之外籍學子莫不深感參訪機會難得、意義非凡並受益良多。於參訪行程中沿途亦遊覽日月潭風景區及參觀中台禪寺等特色文物景觀，讓外籍生感受自然與人文的台灣之美。其中號稱高速公路八景之冠的「橋聳雲天」國道 6 號國姓交流道工程，45 支平均高度 55 公尺最高達 70 公尺的橋墩柱矗立於烏溪河床上，更令二名修讀土木工程

結構的同學嘆為觀止。以下摘錄本次活動外籍生對台灣企業參訪的心得，與大家分享。

王俊 元智大學通訊系碩二 / 中國哈爾濱

三天的參訪活動，首先參觀中鼎工程，讓我知道什麼是國際化；參觀友達光電，感受到大企業該有的氣派；參觀昱晶能源，瞭解到科技的進步。參觀以上幾個企業，讓我有機會深入瞭解不同類型企業的發展方向、精神面貌、工作環境，以及科技的進程，對於我即將面臨的就業問題無疑是大有益處。其次參觀綠電再生楊梅廠，讓我對資源的回收利用有更深刻的理解；參觀后里焚化廠，讓我真正曉得只要用心用力就一定能保護好我們的環境。他們為社會，為大家而努力地工作，尤其是參訪綠電再生楊梅廠很是感慨，那裡的工人們是偉大的，在噪聲中辛苦勞作，是為了社會更加美好，向他們致以崇高的敬意！

王愛莉 臺灣師範大學環境教育所碩三 / 馬來西亞

地球自從被人類劃分以來，引起許多無謂糾紛，但是人類的長處就是能夠覺悟而改善。中技社扮演了把這些界線逐漸擦掉的角色，讓我們不再以國籍之分，互相學習，彌補彼此的長短處及發揮友誼無國界的大同理想。我是一名全職外籍學生，對台灣的企業界感到非常陌生，這次中技社主辦的企業參訪活動，正好彌補我欠缺的這一塊知識。雖然三天的行程非常短促，但是中技社在行程安排上的專業及服務讓我很感動，衷心感謝三位代表，旅遊經驗豐富且攝影技術高超的鄭清宗主任、兩位敬業可親的向玉琴組長及向玉玲副管理師、企業界和我們互動的員工及一起參與的同學，都讓我感恩這項意義非凡的活動。



吳友績 成功大學機械所博二 / 越南

我們共參訪五家公司、一處發電廠、紅茶故事館、中台禪寺。頭兩天參訪的幾家公司，使我覺得台灣企業發展已達到相當高的程度，能夠跟其他發展國家競爭。尤其是電子業，處於最高的技術發展，都還在研發世界最高技術的產品；雖然未達到美國、歐洲或日本的發展程度，但是我相信能很快達到目標。企業參訪行程使我更多了解台灣發展情況與程度；也有機會了解台灣文化，欣賞台灣景色，品嚐台灣美食。我真的非常感謝中技社特地為外籍生舉辦此行程。希望未來中技社將繼續舉辦類似活動，使更多外籍生有機會深入了解台灣企業與文化。

武黃俊 成功大學微電子所博二 / 越南

透過參訪友達光電、昱晶能源科技，讓我深入了解台灣電子業的發展與趨勢，瞭解為何台灣電子業在全球資訊產業中有舉足輕重的地位。透過綠電再生、后里焚化廠、及台灣電力公司大觀發電廠，了解能源是跟人類生活息息相關，還看到台灣企業家與人民對台灣寶島這片土地及對地球的愛護，台灣提供完美的物品回收處理達到資源回收再利用的目標、讓地球少一分污染，多一份環保力量。透過紅茶故事館、日月潭玄奘寺、文武廟玄光寺慈恩塔、中台禪寺等美景，讓我更了解台灣文化、台灣的美景與台灣的宗教信仰。

柳成蔭 臺灣大學資訊網路與多媒體研究所碩二 / 中國浙江

首先參訪中鼎工程，這家台灣最大的 EPC 公司竟有著巨大的親和力，柯經理和其他同事為我們做詳細的介紹；中鼎一路發展下來，從台灣走向世界，讓我看到一個大公司堅持不懈的追求：專業、誠信、團隊、創新的企業文化也給我留下深刻的印象。綠電再生廠的各種家電回收讓我大開眼界；后里焚化廠則讓我感慨台灣在資源回收和能源再生方面所做的努力。友達公司、昱晶能源也都非常成功；這次的參訪讓我相信台灣還有很多這樣有競爭力的企業，只要一步一腳印，就可以走向世界。我相信不管在哪個領域，都需要那樣腳踏實地的努力。台灣的企業文化很好地

詮釋了這一點，而這也是這次參訪給我的最大收穫。

徐雅芹 臺灣大學光電所碩二 / 中國湖北

最感興趣的就是友達光電及昱晶能源；前者是全球有名的面板製造商，此次參訪，瞭解最新的產品及面板領域的發展方向。後者是全球十大太陽能電池製造商之一，產品中名為“鳳凰”系列的彩色太陽能電池讓人印象深刻；更有幸進入生產線參觀製作流程。綠電再生公司和后里焚化廠讓我看到真實的垃圾焚化廠，大型的怪手、焚燒爐，還有十多層樓高的垃圾貯坑就在眼前，告訴自己以後少製造垃圾。經這次參訪，才知道中鼎在大陸及東南亞有這麼多分公司，研發人員展示設計圖讓我們瞭解煉油工廠及發電廠是如何建設。也參訪日月潭及中台禪寺等，這是外籍生嚮往的人文台灣與自然台灣。感謝中技社讓外籍生獲益良多的參訪，希望活動越辦越好！

黃東偉 臺灣大學化學所碩一 / 中國澳門

這次我們看了不少的企業，如中鼎是建造石化廠、化工廠的工程公司，昱晶科技是製造太陽能面板產業，友達是做螢幕面板，綠電再生是做家庭電器的回收，還參觀了台中后里的垃圾焚化廠，及台電的大觀發電廠。對我來說，比較特別的感覺是，現在綠色環保都變成了大家很重視的議題；對企業而言，賺錢不再是唯一的準則，許多地方都在考慮如何讓地球資源更永續的發展下去。謝謝中技社舉辦這次活動，也謝謝主任，以及兩位向小姐的辛苦帶隊和計劃聯絡各企業，我想許多地方不是中技社的話，我們應該沒機會參觀。希望這麼有意義的活動，以後能繼續舉辦。

阮幢映 臺北科技大學能源光電國際所博四 / 越南

During the visit, not only did I learn the high economic value of waste electronic appliances recycling, but also introduced with the process of household waste reduction through effective collection and transportation scheme with proper treatment facilities. The development of solar cells provides a balance between energy

consumption and environmental conservation. On the other hand, I was attracted by the panel technology for hi-tech devices for its cutting edge technology. There were only some problems with me communicating with other students as my Chinese ability was not good enough, I hope the next program should be designed in both Chinese and English to attract more foreign students in Taiwan to participate. I have just obtained my doctoral degree and will be leaving for my home country. Therefore, once again, I am really thankful to the CTCI Foundation for the memorable experience.

鄧彩雅 中央大學土木工程系碩一 / 印尼

CTCI Corporation is one of the major companies in Taiwan with many subsidiaries around the world and best known for their efficiency in engineering project management that made the company today. E&E recycling factory was built to reduce municipal solid waste through increase of efficient and safe waste recycling and turning solid waste into useful resources. AU Optronics Corporation offers high quality product as well as providing customers with innovative, high value-added products. Gintech Energy Corporation produces many kinds of solar cell, including solar cell with beautiful color design. Houli Resource Recycling Plant which answered the question that has been with me all these time in Taiwan about how garbage are disposed after collection by truck. Sun Moon Lake is the true beauty of Taiwan. We also visited the Takuan hydroelectricity power plant Tai-power company where I learned general information about applying for electricity service, reading meter, calculating bill, and dealing with the power outage situation. Chung Tai Chan Monastery is a luxurious temple with many huge Buddha sculptures. I will always remember the many things I have learned during this amazing trip.

Free

您想對台灣高科技及綠色產業
現況與就業環境有更多的瞭解嗎?

歡迎參加「中技社科技列車」之旅

「2015在在外籍研究生(含大陸、港、澳地區)台灣企業參訪」

主辦單位：財團法人中技社
活動內容：赴實業科技與綠色企業參訪(3天2夜)
申請對象：在台北師範大學博士學位之理工及科技相關領域學院所
籍生、外僑生、交換生及國際碩士學位研究生
參加名額：25名
費 用：免費
申請方式：1. 郵寄至106台北市大安區敦化南路2段97號8樓(郵政信箱)
2. 以電子郵件提交申請檔案:cliu@email.ctci.org.tw
截止日期：104年5月15日(五)
其他資訊：詳見公告內容請參閱(<http://www.ctci.org.tw>)
或致電先生(02-2704-9805#53) ; cliu@email.ctci.org.tw

2015 Enterprise Visit for International Graduate Students

(Including Mainland China, Hong
Kong and Macao)

In order to enhance the willingness of international graduate students having their careers in Taiwan, CTCI Foundation arranges a 3-days-2-nights activity (2015/07/02~2015/07/04) to visit selected corporations in Taiwan, learning how the real business operates, having face to face discussion with managers, and understanding the development and prospects of Taiwan's high-tech and green industry.

- Free of charge : CTCI Foundation will cover all the relative expenses during the trip.
- Eligible applicants : International, overseas Chinese or exchange students studying Master or PhD program in the related fields of science, engineering or technology.
- Limited number of attendees : 25
- Application due date : 2015/05/15 (Friday)
- Application can be sent to :
1. By Mail : 8F, No. 97, Sec. 2, Dun-Hua South Rd., Taipei, Taiwan
2. By E-Mail : cliu@email.ctci.org.tw

Application forms can also be found in the website of CTCI Foundation :

[http://www.ctci.org.tw/
ct.asp?xItem=3983&ctNode=669](http://www.ctci.org.tw/ct.asp?xItem=3983&ctNode=669)



企劃室 鄭清宗主任 · 劉惠君副管理師

風險專家 (Mr. Safety) - KPI 模組研究及發展

「風險專家」(Mr. Safety)-KPI 模組研究是針對製程安全績效指標的設計與應用，由於英國石油專業調查報告、美國化學安全與危害調查委員會總結報告中，建議美國石油協會針對煉油廠與石化產業，發展製程安全績效指標的國家標準，透過領先與落後指標的發展方法，參考 CCPS 及 API754 製程安全參數金字塔四個層次的績效指標，嘗試建立動態的製程安全績效指標系統，目的為辨識可能造成更嚴重後果的事件或狀態，指標可用於量測作業、狀態或績效和要求、目的之間的落差，績效量測和分析可協助事業單位採取必要的矯正措施。

本研究以中油高廠五輕廠區丁二烯工場的管線爆破事故與中油林園廠六輕再生系統可能因超壓引起爆炸火災來執行實務探討。「風險專家」(Mr. Safety)-KPI 除有前期開發的模組及資料庫外，本期針對工廠安全績效作評估補強，新增第四階的主動式指標、整合警報系統、Safety Online KPI，以提供更多的評估方法與規範。研究成果包括：

1. 與國內學術及研發單位交流，於化工工廠安全分析相關技術，更新安全技術資料及資料庫。
2. 透過于樹偉教授及新鼎對製程操作安全經驗，發展如下技術：① 第四階的主動式指標技術模組；② 警報系統整合技術模組；③ Safety Online KPI 技術模組。
3. 建立共通之單元系統之操作安全管理知識庫，作為石化及半導體產業未來在相關安全操作參考，以減少工安事故之發生。
4. 研究成果作成具體資料，以動態方式對相關單位進行簡報，使業主瞭解其優點與適用性，以擴大應用層面，期望能應用於其它工程業務範圍，提升競爭力。

為使「製程安全績效指標」開發能符合客戶需求，特別與業界合作，在開發過程中多次與客戶討論，業界對於目前開發的產品都持肯

定；為提早於產品完成前測試市場反應，舉辦一場與業界合作的產品介紹；爭取客戶訂單，對於產品研發方向的定位以及後續開發有正面貢獻。「風險專家」(Mr.Safety)-KPI 將針對工廠安全績效作評估，提供更多的評估方法與規範，本案將「績效指標」納入可靠性工場如(圖1)為本年度新增功能：

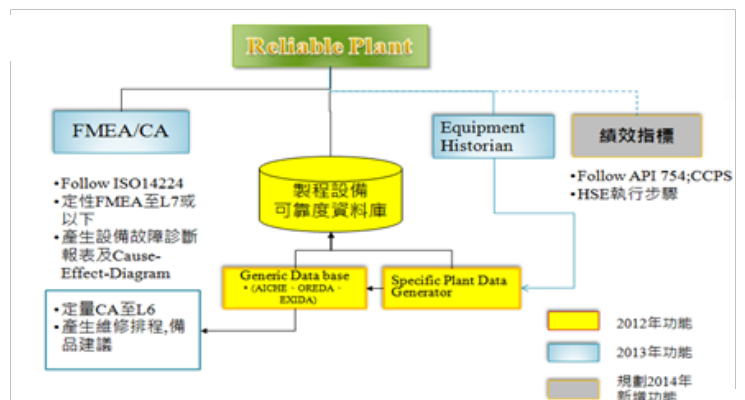


圖 1 Mr. Safety Reliable Plant 的功能

本次研究製程安全績效指標功能系統開發後，具體效益如下：

1. 提供 PSM(製程安全管理) 的 14 個構面執行績效量度、評核與分析。
2. 提供管理者適當授權給各層級製作績效指標，可快速歸納整場關鍵項目整體架構績效指標。
3. 提供使用者各單一績效指標即時顯示，顯示的指標若為領先指標不按預期規劃執行，可提早溝通檢視；而對於落後指標亦可對問題做剖析，避免問題重現與危害發生。
4. 提供使用者領先與落後指標做相關性分析，選項亦為多選項，做為指標訂定合理性的參考。
5. 建立各工場製程安全績效指標的共同指標，以比較績效執行的狀況。
6. 展示全廠各工場的績效指標儀表板展現，提供廠長或高階主管快速了解各工場的狀況，



針對指標異常訂定對策。

7. 藉著量測關鍵警報的數目，發覺現有警報系統的缺點，以改善警報系統設計，事業單位應制定並確實執行警報策略，達到警報管理的有效性。
8. 使用者使用系統的便利性如下：① 以 Web 方式開發，服務效益無遠弗界；② 使用者可自行勾選 PSM 項目，並依不同的功能觀點如：管理層、技術層、生產層等層面，逐一建立製程安全績效指標架構；③ 提供客戶自訂績效指標編輯的功能，客戶可自訂績效指標計算項。
9. 可自動化評分資料項目載入與彙總，多元展示績效指標圖形，亦提供圖形與實際資料連結，可快速查閱實際資料清單，以利問題的查核。

Mr. Energy 50001 研發進階 (III)

為求在能源管理系統的產品市場上保持領先地位，持續此產品線的研發，除增加與能源使用效率改善行動計畫及能源使用成本的管理及分析外，另針對產品化必要重點功能進行研發，期使產品更貼近能源用戶的需要。本年度增加在 ISO 50001 中所欠缺的 D 循環功能，讓使用者可針對其組織的能源管理政策及目標做更直接的連結與監控，在行動計畫的管理上也捨棄一般業界常見的派工系統設計，延續以往的產品設計理念，將設計重心放在 ISO 50001 最關注的問題上，廣泛性也加入對以非能源績效指標方式進行績效管理的做法，因此無論高、低端用戶皆可適用。對於企業關心的能源利潤中心的能源使用成本分攤問題也開始提供解決方案，支援多種能源費率並可處理多次的能源轉換後的成本分攤問題，將損耗能源轉成金錢，以促進企業對於能源效率的重視。

由於 Mr. Energy 50001 是自動化的 EnMS，因此在線上運作的穩定性非常重要，也由於嵌入式系統是不可任意調整的平台規格，在受限的平台條件下優化整體的執行效能

是研發人員很大的挑戰，因此，除降低非預期的記憶體上升率外還需找出記憶體洩漏的起因。依據產品應用的現況，增加執行管制模組，以增加在行動計畫執行管理的支援。能源管理系統在業界的實作上必須被分層管理，而 Mr. Energy 50001 定義四個分層來導入完整的能源管理系統，並明確區分能源管理系統，向上為「能源管理層」，向下為「能源技術層」，其中能源管理層以能源績效管理及分析為主，能源技術層偏重現場耗能設備的運作與能源使用量的監控。以下是本研究增強的相關說明：

1. 能源使用 TOU 分析功能：新增多組 TOU Plan 設定及管理功能。
2. 能源使用 TOU 分析功能：新增量測原始資料查詢、統計及匯出功能。
3. 行動計畫管制功能：新增行動計畫管理及執行績效組合分析功能。
4. 能源計費與分攤：對於各種能源費用依據使用量進行分攤。
5. 組態設定模組：新增取得產品識別檔功能。
6. 組態設定模組：新增產品更新功能。
7. 外部能源資料連結設定：新增對多種關聯式資料庫的支援。

Mr. Energy 50001 產品系列可協助大型製造業在執行日常能源管理工作更加輕鬆，產品本身除了解決 ISO 50001 能源管理系統較為技術性的核心問題外，本次更增加對能源節約行動計畫的管理，以及能源使用費用利潤中心的支援，也由於對本產品永續發產的期望，產品團隊也會定期提供 Service Pack 讓所有客戶可以自行將產品功能升級，讓能源管理系統的功能與經驗隨著時間越來越完整。

蒸餾系統動態操作指引系統

本研發案接續「蒸餾系統穩定操作與節能分析之模擬診斷」之穩態模擬與操作指引功能，以化工程序動態模擬軟體 Aspen Plus Dynamics 建立其動態模型，並針對其動態模型探討控制架構的改善。另外在操作指引功能



部份，結合回饋控制以及前饋控制的概念，針對製程擾動，提供合適的操作建議值，加快消除製程擾動的速度。本計畫以中油四輕丙烯精餾塔的動態模擬，並提出新的控制架構以作為現場操作的改善方向，成果如下：

1. 建構動態模型：Aspen Plus Dynamics 的動態模型，必須建立在丙烯精餾塔穩態模型的基礎之上。動態模型計算需要給現場實際設備的尺寸數據，先向業主蒐集完整設備規格，在 Aspen Plus 輸入設備大小以後，即可自動轉成 Aspen Dynamics 動態模型。
2. 利用實場 DCS 資料調整 ASPEN 模型：藉由建立之模型，將實場 DCS 做為輸入資料送進模型當中，比對結果差異，經由調整模型之設定以及比對現場之資料後，縮小模型和現場 DCS 資料之結果差異，使得模型可以反應出現場的實際操作動態變化情形。
3. 模型之實場測試：將動態模型佈署到現場控制室，與操作班長協同測試各種不同操作條件下，包括低進料流量、正常進料流量、高進料流量與 LPG 摻煉等，操作班長進行操作變量調整對製程的影響。依據實場測試結果，驗證模型動態影響。經由多次測試，取得符合現場動態變化的最終模式，作為即時操作導航的開發基準。
4. 即時導航系統：即時導航結合前饋控制以及回饋控制的概念，此部分要運用 PID 控制器的公式以及 relay feedback test 技術，借助動態模型找到的組成控制器新參數來推導出現場所需要的公式，供現場人員作為操作指引，搭配現場的經驗來使用會比直接對組成控制器重新調諧還要有彈性。

本計畫所使用之穩態模擬軟體為 Aspen Plus，依據物流及設備資訊，加上 DCS 圖，利用 Aspen Plus 中的 Radfrac 模組建立丙烯精餾塔的穩態模型，為了要貼近現實操作情況，Radfrac 模組僅單純設定為丙烯精餾塔塔體，再沸器與冷凝器則分別使用 Heater 模組，另建其回流使其與現場 DCS 圖相同。Aspen Plus 建立的穩態模型為 Aspen 動態模擬之基礎，而

動態模擬所使用之軟體為 Aspen Dynamics，可將 Aspen Plus 之穩態模式延伸至動態模式，此時需要輸入動態資訊，如塔槽之形狀、大小、初始狀況，幫浦、壓縮機、控制閥之連接情形。

即時導航結合前饋控制及回饋控制的觀念，由 PID 控制器推導出一組計算回流量變化量的公式，當現場有量測到進料流量大小、進料組成和產品的組成，即可透過即時導航系統得到建議回流量。公式測試結果顯示塔頂產品組成和設定點的偏離較小，實場資料最大誤差為 0.001，而使用即時導航最大誤差為 0.0004，可供現場人員使用作為操作指引。本研究利用實場資料驗證了先前所建立的動態模型，驗證結果顯示動態模型的溫度變化和實場資料一致，組成則在前面時段差較大，後面較為接近，最大誤差為 0.15%。而其變化趨勢則和實場資料相符，所以此動態模型可用來進行即時導航的研究。

鋼管柱與鋼梁之接頭設計

本研究研擬完成鋼管柱與鋼梁之外橫隔擴翼式接頭設計，如圖 2、3、4 所示，接頭處之力學行為可滿足設計需求。

本研究針對二組外橫隔擴翼式梁柱接頭進行試驗：一組為內側加勁並於外側以三角加勁之外橫隔擴翼式梁柱接頭試體，另一組則為僅於內側加勁之外橫隔擴翼式梁柱接頭試體。由試驗結果得知，二組試體之梁柱交會區及外橫隔板皆能有效控制於彈性範圍，破壞僅發生於梁上，此結果皆與設計需求相符，確認其為可行之接頭設計。

針對鋼管柱與鋼梁之梁柱接頭進行可行性評估及設計，研究中以美國 AISC-LRFD 規範作為設計及評估依據。為確認梁柱接頭之有效，除以有限元素軟體進行接頭強度分析，亦以全尺寸試驗有效驗證之。由研究結果獲以下結論：

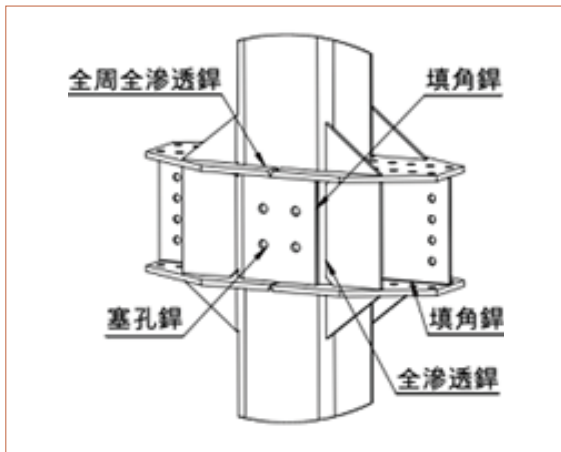


圖 2 外橫隔擴翼式接頭示意圖



圖 3 外橫隔擴翼式接頭

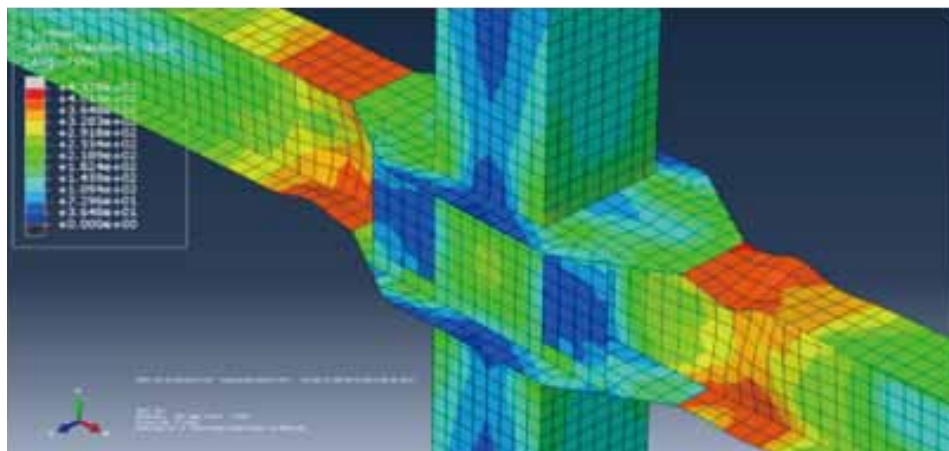


圖 4 外橫隔擴翼式接頭以有限元素法分析之結果

1. 由試驗結果得知，外橫隔擴翼式梁柱接頭若同時於內外側加勁，更能有效減緩外橫隔板之受力。
2. 分析與試驗所得之梁柱接頭反應模式相近，破壞機制亦相符，因此以有限元素軟體估算結構破壞模式，具相當正確性。
3. 以外橫隔擴翼之方式作為鋼管柱與鋼梁之接合，具有適當之安全性、施工性及經濟性，適合於工程應用。
4. 建議之外橫隔擴翼式梁柱接頭對梁端應力之分散有正面助益，此設計可在高樓層位移比下，由梁有效發展塑性鉸，維持其餘構件

及梁柱接頭在彈性狀態，因此其接頭行為穩定，是有效之工程設計。

低能耗廚餘乾燥設備開發與研究

經實驗本計畫乾燥設備之處理能力，每小時可乾燥數量約為 600~700 公斤；能源損耗以取廚餘 600 公斤進行乾燥，含水率自 72.3% 降至 7%，乾燥試驗共去除 191.94 公斤的水分，若暫不考量熱能逸散的損失，共消耗 204,000 kcal 之熱能，平均去除每一公斤的水需消耗熱能 1,062.83 kcal。廚餘因具有高水分、熱值低



及組成成分中含有鹽分等特性，採加熱方式進行試驗，若溫度控制不穩定，恐衍生「戴奧辛」物質，故將操作溫度設定於 250℃ 以下，以避免戴奧辛之生成。進行乾燥試驗前後分別採樣，測得蒸煮廚餘於乾燥前之戴奧辛含量為 0.288 皮克限量，乾燥後，戴奧辛含量平均約為 0.173 皮克限量，依據歐洲聯盟有關「動(植)物來源飼料」管制規定，其戴奧辛數值均低於其管制值 0.75 皮克限量。

本計畫依功能分為二者，一為熱氣生成系統，另一項則為攪拌乾燥系統。熱氣生成系統係採用液化石油氣作為熱風爐燃料，若於作業過程中發生瓦斯洩漏或壓力異常之情事，示警系統將自行啟動，並立即停止液化石油氣供應作業。於乾燥機前端有設置一溫度監測表，依據設定溫度進行液化石油氣之流量控制。風量及風速則藉由人工方式調節入風處之柵欄亦或由後端之抽風機進行調整，且於熱風爐之爐壁鋪設保溫岩棉，以避免熱能損耗。

為使被乾燥物能有充分熱能交換時間及空間，乾燥機上半部橫斷面如熱氣球，可提高熱風效率，且水平斷面內懸掛多層次插板，驅使熱風按 S 型前進，此設計可有效增加熱風內部滯留時間，以達充分熱交換、節省能源之目的。乾燥機內部主要零件即為攪拌器，可細分為攪拌軸心及攪拌葉片，攪拌器主軸採方管式設計，便於試驗過程中，調整攪拌葉片角度。另攪拌葉片數量共 33 只，外觀均採圓弧式扇形製作，考量廚餘性質屬黏稠狀，故其中 10 只採框式空心設計，以降低攪拌時所產生之阻力，避免損耗過多動能。本研發案效益如下：

1. 廚餘經乾燥後，可延長其保存時間。
2. 廚餘經高溫殺菌後，可去除有害病菌，避免有疫情傳染疑慮。
3. 由於台灣土地面積狹小，耕種面積受限，玉米來源多仰賴進口，故乾燥後之產品性質直接取代玉米，將有助於降低國內飼料業者之製造成本，同時也具有低碳的優勢。

本研究針對廚餘再利用技術，提出以乾燥方式降低廚餘含水率，試以評估可行性，獲下列結論：

1. 廚餘經乾燥後，經性質分析並與 CNS 配合飼料標準比較，可發現廚餘乾燥產品之性質足可符合飼料規範且略優於玉米。
2. 廚餘乾燥飼料化技術之固定成本及其相關操作成本會因處理量過少而不利於整體經濟效益，故經檢視本計畫之乾燥物生產成本，至少須達 100 公噸 / 日，且產出乾燥物 30 公噸 / 日以上，才具市場競爭。
3. 由於垃圾焚化廠焚燒廢棄物所產生之蒸氣，若用於發電熱能使用效率僅 25%~30%，但若應用於廚餘乾燥製程，則可提升至 65%~70%，後續若將本研究計畫構想結合焚化廠蒸氣進行規劃，預期可同時達到提升熱能使用效率及降低乾燥製程操作成本等兩項目標。

黏彈複合式元件於減震消能之研究

本計畫以鋼鐵 - 橡膠複合材料作為能量消散元件，裝設在梁柱接頭處 (或結構體中其他部位)，以達到多軸受力狀態下的消能效果。由於此複合材料是由鋼鐵、軟金屬和高分子聚合物共同組成，其整體勁度與強度低於鋼鐵本身，但可透過適當的幾何參數調整，使其整體勁度達到工程上的要求。整體阻尼則是由橡膠之黏彈性質以及低降伏強度金屬 (例如軟鋼，錫、鈾、鉛等) 之塑性消能性質所提供，透過最佳化設計，同時提升此複合材料之勁度與阻尼。當力學振動因提升的阻尼降低後，相對應地部分噪音量亦可降低。此外，整體複合元件之韌性，因元件內部的鏤空設計，促使應力於局部集中，使最大應力於元件中漸進發生，因而降低脆性破壞，達到提升韌性。

本計畫從材料、元件與系統 (結構) 三個層次，進行理論、計算與實驗，提供學術與實作層面的 know-how，奠定未來在工程業界使



用黏彈複合元件的基礎。圖 5 顯示複合黏彈基座實體照片圖，用於降低工具機運作中的樓板振動。圖 6 顯示一邊長 10 公分立方體的複合黏彈梁柱接頭，結合鋼鐵、金屬錫及高分子材料，達到高勁度與高阻尼的特性。



圖 5 複合式黏彈基座實體照片 (a) 內部構造，(b) 外觀。



圖 6 黏彈接頭之實體照片 (a) 未填充高分子材料前，(b) 填充高分子材料後。

以有限元素為基礎的分析與設計方法，結合材料非彈性質之理論基礎，包含黏彈性、塑性、黏塑性及超彈性等材料模型。這些理論為目前學術界中最精確的材料模型，配合 COMSOL 有限元素軟體，以有限元素法進行分析，探討消能元件在不同受力狀況下之力學行為，以整體勁度與阻尼為計算指標，將有限元素計算結果與工程分析設計軟體 ETABS 進行分析比較。

本計畫完成對新型黏彈複合元件實驗分析方法，從材料、元件與結構三個層面驗證所設計的複合元件之力學性質。黏彈基座已實際用於機具上進行測試，消能性質顯著，同時亦可降低地震對機台的傷害。因消能性質的提升，對振動均有降低的效果。至於接頭也裝置於鋼構架試體上，並以振動台試驗，測試其於鋼構架之整體消能性質。此外，使用動態力學分析儀、直接剪力流變儀、拉伸試驗儀等測試工具，完成各個組成材料之實驗量測，包含橡膠與鋁合金，以及元件層面的測試。各個組成材料之力學性質是分析時的重要參數，用於對黏彈複合元件進行整體的優化設計與結構分析。本計畫的研究成果，主要在提供一複合元件，用於降低因地震或機械運動而產生的振動，具下列性質：

1. 可調整阻尼：由軟鋼片 (或其他軟金屬，如錫、鈮、鉛等) 之塑性性質與高分子之黏彈性性質達成。
2. 可調整勁度：由一般鋼材與軟鋼片 (或其他軟金屬，如錫、鈮、鉛等) 之線彈性性質提供。
3. 可調整強度與韌性：由高分子聚合物與鏤空設計增加變形能力。
4. 可替換性：元件老舊或損壞後，可使用新的元件替換。
5. 可應用於機械減振或土木結構減震。
6. 多軸性：在複雜受力狀態下，亦可提供優異的消能性質。
7. 保險絲：實現強柱弱梁概念，當梁破壞時，不會因接頭連帶破壞柱子。

本計畫對消能元件進行分析設計與市場和規範調查，以力學理論與材料模型，建立分析基礎，並以 COMSOL 有限元素軟體，配合所提出的分析設計程序，完整精確分析複合元件與結構的力學行為，另完成對複合黏彈基座與複合黏彈梁柱接頭的實體製作，以實驗方式，評估其高勁度與高阻尼之性質，提出的計算與實驗方法可用於未來新型消能元件之分析、設計、與實驗驗證，並實際應用於工程中。



緣繫福爾摩沙 的盟約

■水彩畫家 洪東標

2012 年為一圓年輕時的夢想，同時也是長期以來的使命感驅策，再加上不老騎士環台壯遊的鼓舞，洪東標老師騎機車沿台灣的海岸小路，展開 56 天的環島寫生。行程中連結許多無縫接軌的熱心協助；包括行前安排、機車維修、路線導航、免費住宿；在奔馳 3000 公里的旅途中，完成百餘幅水彩畫作，創下台灣畫家實地首繪的紀錄。

3 月 31 日舉辦行前記者會，4 月 1 日騎光陽機車沿西海岸逆時針繞向東海岸，一路獨自追風、頂日、迎雨，不覺孤獨。數十年未曾謀面的老師、學生、素昧平生的陌生人意外現身，或打氣或加入即興的速寫，也有畫會成員相約定點會合寫生；行程中邂逅無數貴人，深深感受到台灣人的親切與熱情；如果沒有他們，絕對無法完成溫馨圓滿的環島寫生，回想起來滿懷的感謝與感恩。118 幅的「台灣海岸百景之美」於 10 月在中正紀念堂展出，並同步出版畫冊及環島寫生的完整紀錄—「56 歲這一年的 56 天」；每天也在臉書「跟著洪老師遊台灣海岸」，逐一分享其中圖文。

環島寫生 56 不是結束，而是另一個挑戰的開始。2013 年拎起小畫箱、八開的寫生本，以開車自助旅行的方式，由西雅圖入境，35 天橫跨美國西東 18 州，再由紐約出境，畫出 70 幾幅作品，2014 年 5 月於台北吉林藝廊展出，並以交織著文字、相片、水彩畫的內容，發行「帶著畫箱去旅行」。前後兩相對照，懷抱使命的台灣兩輪巡禮與隨興所至的美國四輪巡旅；洪東標將台灣的優雅秀麗、美國的宏偉遼闊，揮灑得淋漓盡致。然而基於對鄉土的深切愛戀，以及揮映當年葡萄牙人自海上看「福爾摩沙」的驚鴻一瞥，洪老師計劃再沿著海岸，描繪台灣全貌的永恒之美。

成立於 2005 年的中華亞太水彩藝術協會，參考英國皇家水彩協會模式，以年度創作及競賽成績作為會員升等分級的審核標準。洪東標擔任理事長 6 年期間，陸續和玉山國家公園、杉林溪森林遊樂區、農委會林業試驗所等單位合作，辦理寫生活動及研討會；2007 年發行贈閱雜誌「水彩藝術資訊」，無論在提升水彩創作風氣與水平都發揮極大作用，成為國內倍受推崇的藝術組織。近年網際網路發達，水彩畫基於媒材與速度的優勢，趁勢而興；2012 年，國際水彩畫會 (IWS/ International Watercolor Society) 成立，分會遍及世界 55 個國家，洪東標是台灣分會負責人。台灣沉寂多時的水彩畫終於撥雲見日，屢在國際交流比賽中脫穎而出，獲得至高的評價與迴響。

2014 年 9 月「水彩藝術資訊」副刊 001 期，介紹 60 幾幅洪東標於 2008 ~ 2014 年以台灣為主題的「斯土斯情」畫作；翻閱中，體會其筆尖下自然真實的色彩鋪陳，以及完作時如雨後般的澄淨舒暢及如詩近禪的意境。正當我們不知取捨之際，洪東標老師隨手拋出近期畫作「山盟」，希望以最新的作品分享讀者；這也讓我們見識到洪老師充沛的創作力，以及越畫越神勇的自信。走遍千山萬水，月是故鄉明；藉由「山盟」，希望大家發現故鄉之美，一起珍惜故鄉之美！

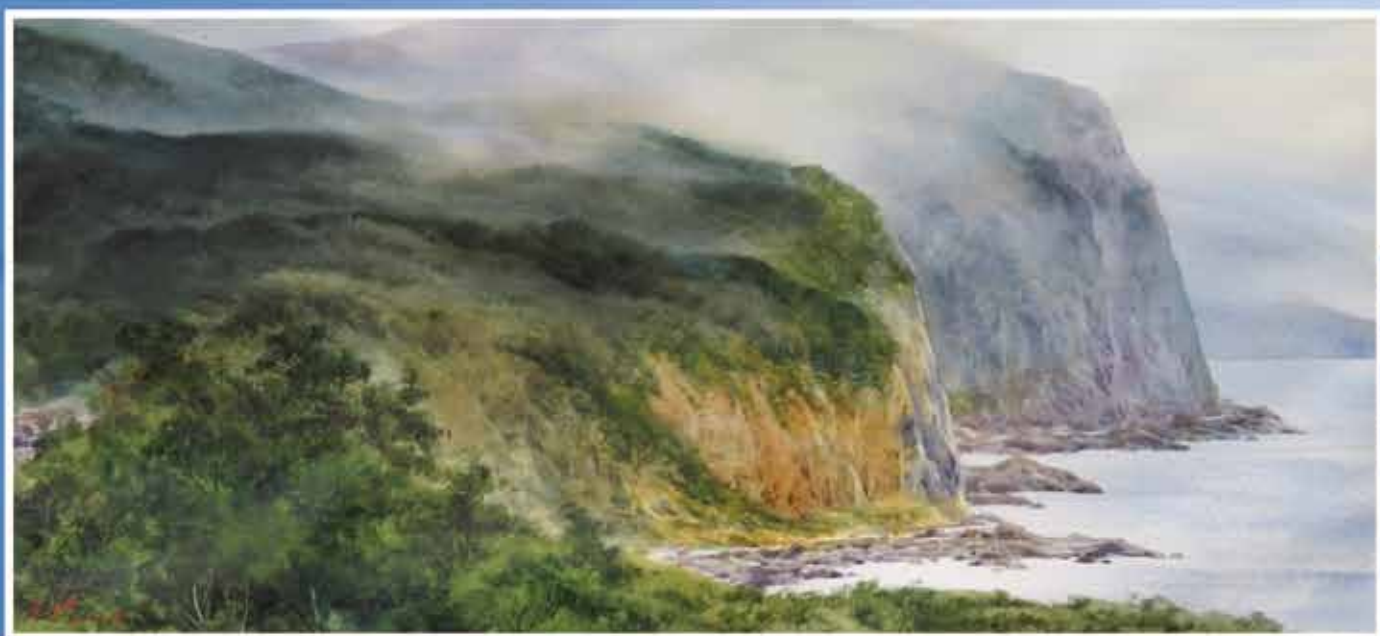
採訪整理 / 余俊英組長 · 張兆平



武陵緋櫻



水，滴滴瀾瀾來自自然
省水，來自我們生活上的計較
有好用的水，才有愜意的生活



山 盟

鼻頭角的群山在霧氣迷濛中峰峰相連，宛如對鄉土情懷綿延不絕的堅定盟約。

35X75 cm 水彩 2015 洪東標 創作



財團
法人 中技社

106 台北市敦化南路 2 段 97 號 8 樓

電 話： (02)2704-9805

傳 真： (02)2705-5044

網 址： <http://www.ctci.org.tw>

