



中國工程師學會會刊

工程

孫震敬題



中華民國108年6月 Vol. 92 No. 2

<http://www.cie.org.tw> ISSN:1015-0773

- ▶ 中國工程師學會暨各專門工程學會108年聯誼交流
- ▶ 赴馬來西亞出席亞洲軌道方案(RSA)研討會
- ▶ 專題報導：新一代園區的創新與轉化

新一代園區的 創新與轉化



卓越源自於超越

台灣世曦始終相信並堅持
唯有不斷超越自我，才有機會成就不凡
在服務業主的每一當下
積極尋求創新與精進
用專業贏得客戶的信賴
用關懷永續生生不息的大地

台北市11491內湖區陽光街323號

No. 323 Yangguang Street, Neihu District, Taipei City 11491, TAIWAN

Tel: (02) 8797-3567 Fax: (02) 8797-3568

<http://www.ceci.com.tw> E-mail: pr@ceci.com.tw

CECI



台灣世曦

工程顧問股份有限公司

Creativity · Excellence · Conservation · Integrity



新一代園區的創新與轉化

國內產業園區開發經過不同時空之變遷，既有園區機能與產業類型已漸不符未來產業發展之需求，因此如何在不同管理機關、管理體制與開發模式下進行園區更新或新增擴充用地，將是未來最重要之課題。本專輯探討新一代產業園區的理念與創意，期盼為臺灣未來產業發展與環境保護開拓出更寬廣的領域。

活動報導

- 02 本學會廖慶榮理事長及徐善慧理事獲選為俄羅斯國際工程院通訊院士
- 03 本學會第69屆理事長李建中博士獲頒亞洲土木工程聯盟(ACECC)之「個人成就獎」
- 05 參訪雪隧行控中心、文物館與九寮溪瀑布
- 06 中國工程師學會暨各專門工程學會108年聯誼交流
- 08 赴馬來西亞出席亞洲軌道方案(RSA)研討會
- 10 2019國際青年工程師交流活動
- 13 參訪臺中捷運綠線軌道工程
- 16 參訪桃捷青埔機廠暨聯誼座談會

回顧與展望

- 19 107年臺灣鑛冶工業之進展
- 24 台電公司107年度電力重要建設
- 33 桃園貯水池水文監測與動態分析管理平台之建置
- 39 2018臺灣建築傑出案例及建築耐震安全
- 45 財團法人中華鋪面工程學會永續安全、寧靜舒適、人本關懷及無限延伸

新一代園區的創新與轉化

客座主編：廖學瑞/台灣世曦工程顧問股份有限公司副總經理

- 52 建構生態維護與經濟發展之前瞻空間-以國家生技園區為例/劉國慶、謝宜亨、張格維
- 65 科學園區發展經驗創新轉化與基礎設施智慧化之研究/孔憲法、蕭勝雄、閻永祺、陳秉立
- 84 科學工業園區土地使用計畫：檢討與執行策略-以新竹園區為例/蔡文火、范聖堂、黃禎熹
- 96 科學園區水資源管理的挑戰與作為/傅金門、謝東進、李信昌、廖南維、張祉國、潘彥儒、劉偉裕、蘇玫心、曾淳錚
- 112 從中科七星二階環評看園區開發之環評課題/施文芳、蘇玫心、胡秀蘭、周忠和
- 126 產業園區智慧化構想/吳律平、黃敦博、林宏宇、陳威志、李逸凡、羅坤榮、潘明憲、黃聿彰、鄭謹晴

工程與技術

- 143 淡北地區運輸系統供需檢討/翟慰宗
- 159 原動力場超超臨界鍋爐發展/宋郁德

會務佈告

- 169 108年會務佈告-得獎名單

理 事 長：廖慶榮

常務理事：李世光 高宗正 楊宗興 楊偉甫

理 事：王錫欽 呂良正 宋裕祺 李偉賢

胡湘麟 孫以濤 涂元光 徐善慧

莫仁維 陳仲賢 陳彥伯 陳哲生

彭振聲 曾國正 黃金生 楊慶煜

廖學瑞 蒲鶴章 歐善惠 賴建信

薛文珍 薛富盛

常務監事：邱琳濱

監 事：王昭烈 李建中 郭新進 陳振川

秘 書 長：張武訓

發 行 所：中國工程師學會出版委員會

主任委員：黃慶東

委 員：李大成 林根勝 孫以濤 郭重顯

張武訓 廖學瑞

總 編 輯：陳沛清

客座主編：廖學瑞

編 輯：石昱郁 李宥萱 林秀琴 張桂瑜

梁愛倫 蔣雪芬 蔡琦嫻

聯絡地址：10607臺北市大安區基隆路四段43號

電 話：(02)2733-3141轉1177、3252、6938

傳 真：(02)2730-1000

會 址：10055臺北市仁愛路二段1號3樓

電 話：(02)2392-5128

傳 真：(02)2397-3003

網 址：<http://www.cie.org.tw>

郵政劃撥：00059892

戶 名：社團法人中國工程師學會

編 印：英杰企業有限公司

地 址：10667臺北市大安區復興南路二段293-3號
10樓之1

電 話：(02)2732-1234

行政院新聞處出版事業登記證局版臺誌0765號

中華郵政臺北誌字第721號執照登記為雜誌交寄
入會申請手續請上本會網站查詢

※版權所有，本刊圖文未經同意，不得轉載。

本學會廖慶榮理事長及徐善慧理事 獲選為俄羅斯國際工程院通訊院士

俄羅斯工程院 (Russian Academy of Engineering, RAE) 及國際工程院 (International Academy of Engineering, IAE) 聯合院士大會於108年4月26日在俄羅斯莫斯科市舉行，此次院士大會評選出2019年新科院士，分別就各地15分院分會所推薦人選，經IAE審查而提出之院士候選人進行討論及選舉，選出2019院士及通訊院士。

IAE今年經過嚴格審選，僅投票通過選出12位新科院士及19位通訊院士，分別來自俄羅斯、亞塞拜然、斯洛維尼亞、吉爾吉斯、臺灣、亞美尼亞、哈薩克、塔吉克斯坦、烏茲別克等。其中，由臺灣分會推薦的清華大學動力機械工程學系講座教授江國寧當選院士；臺灣科技大學校長廖慶榮（本學會第71屆理事長）、臺灣大學高分子研究所所長兼教授徐善慧（本學會第71屆理事）獲選為通訊院士，表現傑出。

廖慶榮通訊院士專精工業管理及工業智慧生產排程系統，曾榮獲APIEMS會士、科技部多次傑出研究獎等榮譽。徐善慧通訊院士專精於生醫工程及高分子材料，獲AIMBE會士、TBF生技獎座、科技部、經濟部等多項獎勵之傑出女工程師。另，江國寧教授曾於2013年榮獲通訊院士，精於力學理論及分

析，引入統計力學及人工智慧，成功應用於封裝、半導體奈米製程、MEMS、奈米結構力學研發，多次榮獲國際大獎，研究成果及專利普獲國內外獎項肯定。

國際工程院總部位於莫斯科市，係於蘇聯工程院因蘇聯解體後，為聯結前獨立國協國家，而於1992年成立之跨國工程院組織，成員包括俄羅斯、亞塞拜然、亞美尼亞、喬治亞、格魯吉亞、吉爾吉斯、哈薩克、烏克蘭、烏茲別克等國工程院，及白俄羅斯、斯洛文尼亞、中歐、臺灣及希臘等分會或代表處組成，由來自40個國家，約1,300位會員及院士組成。

本學會第69屆理事長李建中博士獲頒亞洲土木工程聯盟 (ACECC) 之「個人成就獎」

亞洲土木工程聯盟 (ACECC, The Asian Civil Engineering Coordinating Council) 為亞洲地區最大之民間土木工程學協會之聯盟，並每3年舉辦亞洲土木工程研討會 (The Civil Engineering Conference in the Asian Region, CECAR)。

2019年為第8屆活動，於2019年4月16日至19日假日本東京舉行，此為亞洲土木工程聯盟最盛大之聚會。ACECC每隔3年評選出亞洲地區之「優良工程獎」及「個人成就獎」並於大會中頒發表揚。由各會員國推薦角逐，歷經近一年的嚴格評選，優良工程獎由「桃園機場捷運工程」獲得，個人成就獎

由中國工程師學會第69屆理事長李建中博士獲得，臺灣雙雙獲獎兩項殊榮，難能可貴，可喜可賀！

ACECC創設於1999年9月27日，由中國土木工程學會 (CICHE) 及美國土木工程師協會 (ASCE)、日本土木工程學會 (JSCE)、韓國土木工程學會 (KSCE)、菲律賓土木工程師學會 (PICE) 等5個會員創立，至今計有13個代表不同經濟地域 (Economic Region) 的會員，亦包括澳洲工程師協會 (EA)、印尼土木結構工程師協會 (HAKI)、印度土木工程學院 (ICE)、孟加拉工程師學院 (IEB)、巴基斯坦工程師學院



▲ 本學會第69屆理事長李建中博士獲頒ACECC個人成就獎



▲ 臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫獲得優良工程獎，由交通部鐵道局胡湘麟局長 (左2) 代表領獎



▲ 出席團員合影

(IEP)、尼泊爾工程師協會 (NEA)、蒙古
土木工程師協會 (MACE)、與越南土木工程
協會聯盟 (VFCFA)，總人數超過65萬人。

參訪雪隧行控中心、文物館 與九寮溪瀑布

中國工程師學會於108年3月9日全員40位在全日下雨天堅持依計畫完成中工會得獎人等參訪雪隧行控中心、文物館和九寮溪瀑布活動，並舉辦移動式得獎人座談會，為更進一步凝聚各領域得獎人的經驗發揮多元升級及貢獻社會更邁進一步。

這次活動由得獎人聯誼委員會承辦，學會領隊是高宗正常務理事，參訪雪隧由中心唐偉文副主任接待，楊霽瑜工程師精彩導覽，九寮溪沿途由林宗銘老師解說。令人敬佩的，是在又濕又冷的天氣，全員準時出席，完全展現出工程師堅持如期如質的本質。

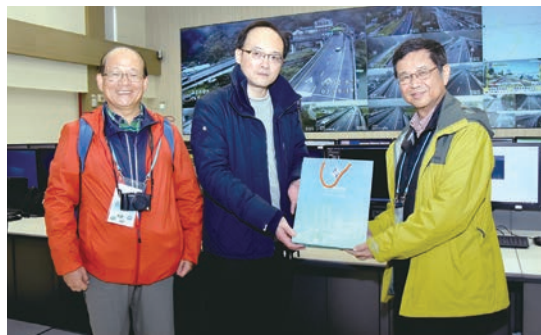
座談會中，優青林正祥技師建議爾後活

動可在簡章增列活動議題，以提升活動成就；傑出工程教授黃兆龍博士建議議題可考量AI或視訊（有感行控中心大螢幕辦理北中南視訊會議所增加的效率）的普及應用，傑出工程師高宗正常務理事也回應將會在理監事會議中反映並建議辦理相關座談會，高常務更呼籲出席的主管們要鼓勵年輕同仁多申請加入中工會會員，茁壯中國工程師學會。承辦單位張武訓主任委員一一感謝大家的熱忱、坦誠與積極，相信中工會會更進步，社會會更繁榮，工程師的使命更有希望實現。

這次參加活動除優先得獎人與眷屬報名，也歡迎一般工程人員參加。得獎人含張武訓主任委員超過15位，具有進步象徵的好現象。



▲ 全體人員於雪隧行控中心合影



▲ 高宗正主任委員（右）代表致贈紀念品

中國工程師學會暨 各專門工程學會108年聯誼交流

為加強中國工程師學會與各專門工程學會間的合作與交流，本學會於3月22日晚間假臺北福華大飯店舉辦「中國工程師學會暨各專門工程學會108年聯誼交流」活動，計約220位貴賓出席活動。

本次聯誼交流活動獲得中國土木水利工程學會、台灣化學工程學會、中國造船暨輪機工程師學會、中國機械工程學會、中國鑛冶工程學會、中國測量工程學會、中華民國環境工程學會、中華民國核能學會、中華民國結構工程學會、中華民國生物醫學工程學會、中華鋪面工程學會、中華民國大地工程學會、國際電機電子工程師學會中華民國分會、中國材料科學學會、台灣海洋學會、臺灣建築學會、台灣混凝土學會、中華民國防蝕工程學會及中華價值管理學會的支持，包



▲ 廖慶榮理事長致詞

含本學會共計20個專門工程學會參與，另有中工會理監事、主任委員及國內各地分會代表共襄盛舉，場面歡欣熱鬧。



▲ 各專門工程學會理事長及代表合影



▲ 新北市中正國小管弦樂團演奏表演

活動開始邀請新北市中正國小管弦樂團代表團演奏兩曲做為序幕，獲得熱烈掌聲，廖慶榮理事長特致贈感謝狀與中工會紀念牌。

廖理事長於致詞時感謝各專門工程學會的熱心支持，共同參與本年度聯誼交流活動，並說明本學會近年推動的工作重點包括推動專業工程師國際資格認證與合作，以促進臺灣工程產業的國際化發展；加強與學術界的合作，以培養我國工程領域未來的生力軍；聯繫國內各專門工程學會及推動各工程領域人員間的聯誼與參訪，增加組織成員之間的互動與溝通，凝聚工程界的向心力。廖理事

長亦邀請出席貴賓踴躍參加5月31日假高雄科技大學召開的中國工程師學會暨各專門工程學會108年聯合年會及慶祝工程師節大會。

廖理事長致詞後邀請各學會理事長或代表人一起上台合影並開歌，凝聚團結氣氛，接著由各學會分別上台合唱，全場氣氛熱烈到極點。本學會張武訓秘書長藉著聯誼機會，與各學會秘書長共同建立結盟工程學會秘書長line群組，讓後續27個學會的活動可透過這個熱線平台擴大合作，增進效率與效果，也是聯誼活動一項精進的具體成果。

中工會目前與26個專門工程學會簽有合作協議，除固定每年6月辦理聯合年會，向為工程界一大盛事，平時則透過秘書長座談會、學術活動資訊分享維持互動關係。為了提昇與各結盟學會間之交流合作，本學會自民國100年起發起每年辦理春季聯誼交流活動，獲得各專門工程學會熱烈支持及迴響，成功擴大各專門工程學會成員間之往來與溝通，維繫臺灣工程師界菁英交流平台，並凝聚工程界的向心力，以共同為各專門領域之工程師提供更好的服務品質。



▲ 各專門工程學會進行交流

赴馬來西亞出席 亞洲軌道方案 (RSA) 研討會

中國工程師學會於108年4月9日至13日組團出席假馬來西亞吉隆坡舉辦之亞洲軌道方案 (Rail Solution Asia, RSA) 20週年研討會，今年是本學會連續第3年組團出席，由張武訓秘書長、對外關係委員會宋鴻康秘書及詹凱峯秘書、中興工程顧問股份有限公司賴建名經理及王思涵工程師等5人組成，共發表2篇論文。

宋鴻康秘書於會中發表「Current Situation and Future Plans on Taiwanese Railways」，張武訓秘書長利用開場機會代表學會致詞，並簡報介紹本學會，另於會場中分贈與會者有關中工會及臺灣軌道工程學會的中英文簡介，很受歡迎。賴建名經理和王思涵工程師交替發表「The Whole Life Cycle and Good i-Design for MRT - A Case Study of Taipei Wanda Zhonghu Shulin Line Phase II」。文字、圖畫、影像、聲響與男女雙簧口才便給，精彩有料，贏得掌聲也贏得問題反映，交流熱絡。

宋鴻康秘書更藉意見交換之際，向菲律賓賓推銷舊機車頭及主動就某些國家處置情形回答問題，主辦單位對本學會團員之專業給予肯定並表達感謝。兩天的研討會計有20篇來自東南亞政府及歐美廠商的論文發表，臺



▲ 張武訓秘書長 (右) 擔任引言人

灣有4位上場，展現活潑輕鬆親切而且有程度，互動間已經讓與會者留下深刻印象，彼此聯繫亦已建立橋樑。

今年恰逢活動20週年，主辦單位於10日下午舉行RSA舉辦20週年慶祝酒會，由德國駐馬來西亞大使Nikolaus主持，致詞時表示馬國的軌道計畫一定會做，各軌道業者要有信心。另10日晚上歡迎酒會由奧地利大使館經濟部門Commercial Counsellor Mr. Werner Somweber夫婦主持，第二次見面，印象深刻，一見面就回憶起去年和我們合影的情境，立刻再次邀請合照，Mr. Somweber對中工會做為臺灣和奧地利工程研討會平台表示感謝之意。餐會中和吉隆坡機場捷運CEO Mr. Beck老友再次見面，提出互動的期許，



▲ 晚宴貴賓合影

其他在參觀80個展區間與專家們的互動亦收穫滿滿。

本次研討會結束後，特地安排拜會Prasarana Malaysia Berhad捷運公司、SCOMI公司，並與十方有限公司（Key Direction）及Tresec公司會晤，瞭解馬來西亞軌道相關公司的經營和企圖。

訪問團赴Prasarana Malaysia Berhad捷運公司的機廠與行控中心，聽取專為代表團製作的簡報、導覽和討論，內容看得出和臺北捷運公司與捷邦公司類似，簡報對於防範墜落災害的緊急反應板的使用和有效性討論甚詳細，COO帶領相關主管均到場接待與解說，團員賴建名經理亦回報中興工程顧問公司的i-Design。另赴SCOMI公司的工廠拜會，由CEO親自接待和解說，表示它們的列車可以外銷並提供在地化，工廠周邊是測試軌。該公司表示近日甫獲吉隆坡4列車標案。另與十方有限公司及Tresec公司會談瞭解系統整合綜合業務之爭取與參加國際標案概略。

本次從實地、簡報、討論與交流更認識國際公司的企圖和困難，思考我們要如何走向南向國家，並且迎戰南方國家的公司北向企圖，雙方合作創造雙贏局面。



▲ 展覽會場交流



▲ 賴建名經理（右）和王思涵工程師（左）共同發表論文

2019國際青年工程師交流活動

2019青年工程師委員會國際青年工程師交流計畫主要係延續去年3月於臺灣主辦之 Malaysia - Taiwan Young Engineers Exchange 國際青年交流活動，各出席代表達成共識每年持續舉辦，以藉由邀請不超過30人的小群體交流活動輕鬆達成深度的互動及討論。因去年交流活動的成功經驗，香港HKIE主動爭取主辦，除邀請去年參與之臺灣、新加坡、馬來西亞等單位代表外，今年度更擴大邀請了日本、韓國、菲律賓及澳門等地區學會之青年委員會及學生分會參加。

本次活動於108年4月25日至27日舉行，由香港工程師青年會員委員會主辦，由 Department of Electrical Engineering of the

Hong Kong Polytechnic University協辦，計有來自8個地區青年工程師學協會出席。本學會青年工程師委員會莫仁維主委邀請台灣世曦及中興工程顧問派員共同出席，獲該二公司高層支持，由中工會青委會林元生委員率黃婉淇委員、林沂賢幹事、曹恒碩會員、許肇安會員及林宜好會員代表參加此國際交流活動。

第一天舉辦歡迎晚宴，各國的青年工程師於輕鬆的環境下進行交流並為後二天之活動暖場，HKIE方面安排同一國家代表分坐不同桌次，為初次碰面的各單位代表主動營造交流的機會。於短暫二小時之聚餐活動期間，各單位青年工程師除交換名片外，交談



▲ 各單位代表合影



▲ 論壇交流

中也相互瞭解彼此背景、工作專長等其他方面，讓原本互不認識的各國、各地區青年工程師於輕鬆而自然的氛圍下進行交流。

第二天安排工程參訪，分別為鑽石山綜合發展區（Diamond Hill Comprehensive Development Area）、機電工程署創新辦公室（EMSD InnoZone）、西九龍文化區（West Kowloon Cultural District）、香港西九龍車站（Hong Kong West Kowloon Station）。

第三天辦理International Young Engineers Exchange Forum，上午交流論壇主題為Gear Towards The Future - Innovative and Sustainable Cities，首先為三場的演講內容，後來為參與單位之分享，主要為南韓、日本、新加坡及菲律賓進行說明介紹，內容包含其國內環境、工程概況等。活動最後為Interactive Panel Discussion，由各參與單位推派一成員，由現場學生及參與者針對幾項議題投票，主持人依據投票的結果及內容向各單位

成員發問，臺灣方面被問及的內容為是否有提供海外人士的工作機會及相關的限制為何。此一活動結合青年工程師及參與學生進行互動，可藉由票選方式實際了解學生對於目前工程產業及未來生涯規劃上之問題外，藉現場各國工程師的回覆可提供實際產業界的現況與環境，提供學生參考。

下午的活動為各參與單位的介紹，來自各單位成員介紹各自所屬的學協會、學生參與及相關活動特點，中工會方面簡報簡述中工會歷史沿革，活動方面則為去年主辦第一次的國際青年工程師交流活動與大專生創意競賽。最後為各國海外工作經驗分享以及三天的活動回顧及建議。

本次國際青年工程師交流活動係延續去年於臺灣辦理之活動，今年香港方面更擴大舉辦，共計8個地區之學協會參與，其具有拓展青年工程師之視野及促進各國學協會之交流重要性更加凸顯，建議明年如有延續活動

仍持續組隊參與。其餘心得如下：

1. 臺灣受限國際環境影響，部分國際交流活動無法直接受邀參加，惟就今年參與各單位而言，臺灣、香港及澳門位置居中，於地理條件上具有優勢，建議可主動爭取辦理此一活動，並藉由其他學協會介紹，拓展更多參與國家，國內部分除中工會外，亦可爭取國內其他學協會共同承辦，使國內青年工程師有更多與來自不同國家工程師交流及認識之機會。
2. 青年工程師具有承先啟後之任務，藉由此次香港交流論壇活動為例，其活動設計結合青年工程師與學生間進行互動，使學生關切及欲了解之問題與答案，藉由具實務經驗之各國工程師獲得解答。此一方式可作為中工會及青年委員會之參考，以促進學生分會、青年委員會及中工會間之聯繫。
3. 由IEM-YES與HKIE-YMC的介紹當中，我們發現到馬來西亞或香港的青年工程師相當活躍，不管是在對外的交流或是對內活動的舉辦與參與，他們都有提到是因為學生分會充分的支持與協助組織，也因為學生就是未來的青年工程師，藉由學會的平台，讓青年工程師與在校學生有緊密的聯繫與互動，對於工程產業新血的持續注入，會有正向的影響。因此，在中工會的平台下，未來青年委員會與學生分會的交流連繫應該可以更為緊密。
4. 日本的代表分享有關他們的銜接教育觀點，此部分與青年委員會莫仁維主委的想



▲ 工程參訪活動

法不謀而合，建議青年委員會可與學生分會及教育委員會討論，規劃有關在學階段至進入職場五年內之銜接教育，例如產業認識、自我管理、技術能力等，協助青年工程師於工程職涯奠定穩固的基礎。

5. 菲律賓的代表提到即將整合他們國內眾多單位的青年委員會，此部分莫仁維主委目前亦積極推動我們國內各單位青年委員會之整合平台，希望可以集中資源與力量，目前平台有中工會、中華民國工程技術顧問商業同業公會及中國土木水利工程學會，後續還要邀集臺灣區綜合營造業同業公會與政府單位加入平台，希望可以透過各界共同的努力，為工程產業注入源源不絕之活水。
6. 此活動各參與學協會中，多推派40歲以下工程師參與，其中南韓成員均為20幾歲之青年工程師參加，其對外表達、活動參與之積極度亦令人驚艷。如何藉由中工會青年委員會及相關委員會之力量，培養國內青年工程師或學生參與國際活動，為後續可思考發展之工作。

參訪臺中捷運綠線軌道工程

108年4月26日由中國工程師學會主辦，臺北市政府捷運工程局第二區工程處協辦，中國工程師學會得獎人聯誼委員會承辦的臺中捷運綠線軌道工程參訪與座談會歷時一天，豐收圓滿成功。本次活動參加學員包含中國工程師學會得獎人、中工會會員及各專門工程學會會員，共計50位。參訪範圍為全線環境、軌道道岔、隔音罩、車站和行控中心等工程設施與技術創新和障礙克服。

活動領隊由張武訓秘書長代表學會，臺北市政府捷運工程局第二區工程處陳俊宏處長撥冗到場接待簡報與主持座談會。另四場簡報與導引有侯工務所主任、洪工務所主

任、王工務所主任、機電系統工程處陳工務所主任及工程處的主管和同仁擔任，感謝協辦工程人員的專業指導和熱情服務。

座談會歷時近2小時，除以「臺中捷運綠線對臺中生活圈的影響」為主題外，發言與互動交流範圍更擴及工程技術與產學合作，踴躍熱絡且具建設性。發言會員和交流人員有：朱登子董事長、陳兆誼先生、王國興教授、王震宇先生、賴永堃先生、劉毓毓先生、蕭木煌先生、李昭穎工程師、陳俊宏處長、陳茂生主任、張武訓秘書長等。會後由張武訓秘書長代表學會致贈會旗予陳處長及陳主任表示感謝，陳處長並回贈紀念品。中



▲ 全體人員於臺中捷運站內合影

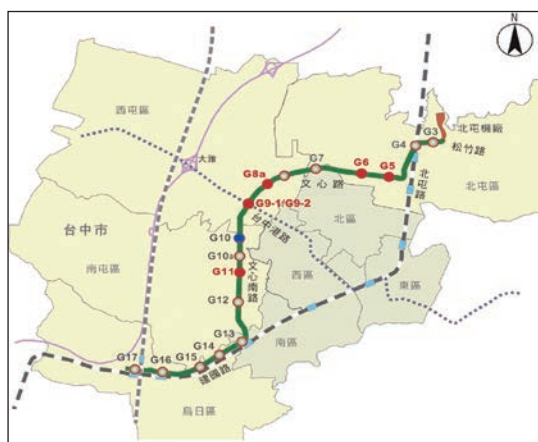
工會在臺中舉辦本次工程參訪可便利中部地區更多會員參加，提出問題也都能深入關切地方工程事務，因此，中工會後續將增加更多活動。

座談會發言概要如下：

1. 臺中捷運因土地無法順利取得而影響通車，政府應依照市價行情徵收才有利土地取得。
2. 肯定捷運帶來經濟效益的機會，可鼓勵投資大坑延伸線。
3. 臺中居民大都期望大坑延伸線中央能夠儘快同意。
4. 參觀國家建設臺中捷運，深感值得走這趟臺中捷運參訪，從臺中捷運品質優良和安全舒適，就了解我們國家優勢在哪裡。
5. 臺中捷運工程師們克服困難、排除障礙之刻苦耐勞的精神值得佩服。
6. 希望藍線和綠線交會處能夠設計得更便利和舒適。
7. 我在勤益技術大學服務，希望學生能有機會參訪臺中捷運，臺中捷運公司招考時能讓學生有機會參與。
8. 學校機關產業界，產學合作已走向多元化，希望能與臺中捷運合作。
9. 在臺中居住50年，看世界先進國家如日本、美國、英國等擁有捷運，今日難得能參觀在地臺中捷運，今天參觀硬體設施介紹較多，也希望多了解營運方面，及如何讓騎摩托車願意轉搭捷運。
10. 我是土木工程師，居住在臺中捷運附近，長期觀察臺中捷運施工，感覺品質良好，值得讚美。
11. 規劃設計施工時，須考慮維修時間夠不夠和維修便利性，使營運單位在營運維護時比較順利。
12. 電力和行控系統容易被專業維護廠商綁住。
13. 規劃設計施工時盡量嚴謹，減少在營運期間改建，會增加營運單位的困難。
14. 今日有機會參觀大型造福大眾的工程感覺很慶幸。
15. 本身從事土木工程，參觀臺中捷運感覺品質好。
16. 謝謝中國工程師學會和捷運局二區工程



▲ 張武訓秘書長（右）致贈陳俊宏處長會旗



▲ 臺中捷運綠線路線圖

處，辦理這次臺中參訪的活動。

17. 臺北捷運人潮多，尤其交會站人潮擁擠，上、下班時間搭乘捷運時紅線常常無法順利上車，營運規劃如何預防改善。

陳處長與張秘書長等回復與交流：

1. 市價徵收是政府未來的趨勢，目前法令是以公告地價加四成來辦理徵收。
2. 臺中捷運藍線之可行性研究已核定惟綜合規劃報告和環境影響評估等待中央核定，也期待中央儘速核定，北捷能將現有人員留在臺中繼續施工服務。
3. 捷運路線只一條或兩條還不夠，要有成型路網效益才會更好。
4. 勤益科技大學學生參訪臺中捷運沒問題。
5. 臺中捷運公司持續招考中，可搜尋網頁了解。
6. 臺北捷運已和許多學校有過產學合作，由北捷局局本部技術處為聯絡窗口。
7. 目前臺中市政府對於捷運班次票價和捷運轉乘公車尚未定案，但原則上於通車時會有一段免費的試乘時間。
8. 臺中目前捷運有18列車，班次時間和營運模式，臺中市政府尚未定案，臺中捷運公司為使營運順利，增強營運人員的專業，已借重臺北捷運的專業人員的經驗，未來營運應該會很順利。
9. 臺北捷運營運妥善率保持99.94%國際評比一直保持優良。
10. 依北捷設計規範及契約要求，廠商完工移交前需要提送維修手冊，規定材料設備維修頻率及更換時間。
11. 目前臺北捷運搭乘人數每日2,300,000人次，擁擠的問題確實持續改善中，等環狀路網建置完成，人潮分流後紓解效果會更明顯。



▲ 臺中捷運綠線機廠

參訪桃捷青埔機廠暨聯誼座談會 180位工程師在大雨中歡喜豐收

本學會邀請團體會員、一般會員及各專門工程學會會員於108年5月17日參訪位於桃園捷運公司機場線的青埔機廠，感謝桃捷公司劉坤億董事長、蒲鶴章總經理、辛其亮副總經理、陳定漢副總經理及公關室吳安琪經理等主管的接待並精心安排豐富參訪行程，同時感謝中興工程顧問股份有限公司大力支持及熱情參與本次活動。

本次參訪分三梯次，輪流參觀模型車、行控中心與聽取桃捷公司簡介，歷時90分鐘。座談會首由本學會廖慶榮理事長致詞感謝、

桃捷劉坤億董事長致歡迎詞並介紹桃捷公司及其願景、張武訓秘書長會務報告，並進行意見交流。參訪的工程師大多數為首次造訪青埔機廠與行控中心，在參訪過程中透過彼此互動進而增加專業知識與交流，獲益良多。

座談會由廖慶榮理事長主持，日勝生活科技股份有限公司沈景鵬總經理就桃捷施工、運量、財務及桃捷對目前政府推動軌道交通之建議等提出討論。桃捷蒲鶴章總經理回應說明，桃捷目前每天運量約7.1萬人次，其中51%是從機場到臺北，18%是早晚通



▲ 廖慶榮理事長（左）致贈感謝狀



▲ 參訪桃捷青埔機廠合影

勤，其中以林口到臺北市段居多，其他一日遊、就醫、洽公或特殊目的族群，和北捷較不一樣是桃捷假日人多平日人較少和北捷相反。另，營收部分比當初預估運量還高，但設備維修還在保固期間，桃捷在劉董事長帶領下積極開發副業，目前財務穩健。

中興工程魏德輝協理提問，桃捷目前營運到A21站，未來即將到A23站，運量逐漸增加，未來將建構出桃園捷運網，列車採購有無詳細規劃？桃捷蒲鶴章總經理回應說明，分析5年內運量會增加2.5倍，一般車輛採購要第3或第4年才能交車，增購列車為目前當務之急，現在桃捷已進行購車計畫研究，擬訂購車計畫。

學會張武訓秘書長表示馬來西亞吉隆坡機場捷運公司除了營運業務以外，發展許多顧問業務，對亞洲國家如印度、杜拜、越南

等輸出教育訓練及產品等服務，未來亦可發展合作。

會員尤貴華先生提出桃捷路線坡度及氣候對軌道銹蝕是否影響？桃捷蒲總經理表示在林口臺地這一段軌道雖已達到4.9%坡度之極限，但桃捷車輛是全動力，所以沒問題，而氣候目前也並未造成軌道銹蝕的問題。

中興工程邱琳濱董事長表示，工程的完成是團隊合作，是由業主方、顧問公司及廠商攜手完成，軌道重點在核心機電，臺灣目前還是只能統包方式，能否順利通車重點在契約簽訂，外商是依契約執行，因此簽訂契約要更嚴謹，權利義務要更清楚。臺灣推動軌道交通應不需太多種系統，否則系統轉換時容易造成民怨，盡量統一相同系統，人員和設備維護費用才會減少。



▲ 聯誼座談會交流

前高速鐵路工程局吳福祥局長補充說明，統包BOT是很好的制度，以臺灣高鐵為例，高鐵公司在處理國際契約很用心，執行到最後沒有爭議。同時公部門高鐵局在廖慶隆局長積極完成用地取得，使得高鐵順利簽約，此後展現堅強實力，依國際發包慣例設定招標條件並順利發包，國際契約是依據公平性是可求償的。公務人員要克服外來壓力才能使統包和BOT變成好的制度。



107 年臺灣鑛冶工業之進展

中國鑛冶工程學會理事長、國立成功大學材料科學及工程學系講座教授 / 黃肇瑞

一、前言

根據報告顯示107年臺灣經濟成長率為2.63%，明顯趨緩，主因為受到經濟態勢影響，通膨壓力趨緩所致。依據經濟部礦務局資料顯示，107年自產礦產產值225億6,759萬元，較民國106年增加1.61%。另依據經濟部國際貿易局資料指出，進口之礦產品進口量為178,293,005公噸，相較於民國106年增加0.26%；進口價值達新台幣1兆2,898億元，相較於民國106年增加26.15%。臺灣地區107年礦產品出口總量為1,293,083公噸、出口總值為新台幣186億4,333萬元，較民國106年出口總量減少14.64%、出口總值減少23.28%，原因係銅礦（砂）與硫磺出口價值減少所致。

茲再就107年我國油氣礦業，金屬與非金屬礦業、鋼鐵工業、非鐵金屬工業及粉末冶金工業之進展，重點摘錄分述如下：

（一）油氣礦業

1. 陸上探採

(1) 於臺灣西部進行屏東平原東段二維震

測，共完成137.5公里資料採集。

- (2) 進行嘉義-臺南間平溪斷層以西麓山帶區域、宜蘭仁澤-土場區，以及新北大屯山區之地質核査，總計完成72平方公里。
- (3) 於宜蘭仁澤-土場區勘定仁澤3號及4號地熱探勘井，仁澤3號井於107年11月7日開鑽，後續將進行本井產能測試。

2. 海域及兩岸合作探勘

- (1) 海域探勘與聯合研究計畫：與加拿大哈斯基能源國際有限公司之「臺南盆地部份深水礦區合作探採契約」合作案，107年8月完成該批三維震測資料處理。
- (2) 兩岸合作油氣探勘與聯合研究計畫：
 - a. 與中國大陸中海油公司之「臺南-潮汕凹陷部分海域合約區石油合約（台潮石油合約）」合作案，107年進行總體油氣潛能評估及經營策略盤點，12月第2次聯管會中雙方同意本合約於107年12月31日期滿後不再延約。
 - b. 與中國大陸中海油公司及法國道達爾探勘與生產（中國）有限責任公司之「台陽石油契約」合作案，107年完



成東區二維震測處理2,198公里，107年9月完成西區二維震測採集作業2,198公里。

3. 國外探採

- (1) 與國際油公司在5個國家中的8個礦區合作探採，部分礦區則因政治、技術、安全等風險因素，正式退出礦區。
- (2) 鑒於油氣探勘為高風險高投資之事業，依業界作法，積極讓入與併購東南亞天然氣田開發礦區，進行商業開採；將有限資源聚焦於核心目標，期發現具開採價值之油氣藏，以提升自有油源比例。

油氣探勘須投入大量資金且具極大風險，但卻是油公司的主要獲利來源。中油公司為因應我國長期能源需求，除了穩定生產國內自有油氣外，為掌握國外自產油源，降低進口成本，把握低油價契機擴大國外投資，持續參與全球礦區探勘與併購，積極與國際大油公司合作，透過參與開放礦區投標或轉讓機會取得新礦區。

(二) 金屬與非金屬礦業

1. 金屬礦業

- (1) 金銀銅礦：金瓜石4個金銀銅礦區現為台糖公司所有，目前仍停工中。
- (2) 砂金礦：僅東部和平溪地區礦區少量生產，民國107年尚無生產量。
- (3) 鐵礦：西部海岸砂鐵礦，107年尚無生產量。

2. 非金屬礦業

- (1) 大理石：民國107年供交水泥用大理石

產量為1,241萬1,111公噸，產值199,435萬3,393元，較民國106年減少90.17%。原料用大理石產量為322萬6,070公噸，產值41,819萬5,018元，較民國106年產量增加6.64%，產值減少9.78%；建材及工藝用大理石產量為13,149公噸，產值3,121萬1,693元，較106年減少0.86%，產值增加6.26%。

- (2) 石灰石：礦物成分及用途與大理石相同。民國107年原料用石灰石產量為50公噸，產值約7,020萬元，較民國106年產量、產值無變動。建材及工藝用石灰石民國107年產量70公噸，產值35萬元，較民國106年減少97.62%，產值減少97.44%。

- (3) 蛇紋石：民國107年原料用蛇紋石產量83,654公噸，產值7,432萬9,109元，較民國106年，產量增加38.31%，產值增加63.13%；工藝用蛇紋石產量為12,740公噸，值約4,384萬7,037元，較民國106年產量增加9.92%，產值增加30.98%。

- (4) 白雲石：民國107年白雲石產量13,418公噸，產值1,953萬7,680元，較民國106年產量增加0.46%，產值增加10.17%。

- (5) 矽砂：矽砂產於臺灣西部，為玻璃、玻璃纖維、鑄造、噴砂等業之基本材料。民國107年總產量為57,796公噸，產值約1,394萬7,799元，較民國106年產量減少58.5%，產值減少46.01%。

- (6) 砂石：為營建之基本材料，亦為目前礦產品中量值最大者。民國107年砂石產量為5,293萬公噸，產值約163億6,505萬6,655元，較民國106年增加17%，產值減少0.33%；總產量中河川砂石占



75.92%，陸上砂石占24.08%；東砂西運海運部分占總供應量3.14%。

（三）鋼鐵工業

1. 國內市場供需

- (1) 粗鋼、鋼材產量：107年粗鋼產量2,324.9萬公噸，較106年增加3.6%。鋼材產量2,608.3萬公噸，較106年增加2.6%。
- (2) 鋼材、半成品進出口量：107年鋼材進口量361.6萬公噸，減少4.2%；出口量1,184.6萬公噸，成長2.7%。半成品方面，107年進口量393.7萬公噸，增加11.9%；出口量19萬公噸，大幅減少35.2%。
- (3) 粗鋼、鋼材表面消費量：107年粗鋼表面消費量2,142.3萬公噸，鋼材表面消費量1,785.3萬公噸，均微增1.0%。
- (4) 主要鋼品表面消費量：107年我國鋼品表面消費量，除電磁鋼片、彩色鋼片、棒鋼及電鍍鋅有明顯變化；106年及107年主要鋼品表面消費量成長率比較：鋼板8.5%、棒鋼13.4%、線材3.3%、熱軋1.4%、冷軋9.5%、電鍍鋅17.3%、電磁鋼片17.6%、熱浸鍍鋅1.1%、彩色鋼片15.2%、鋼筋11.1%、H型鋼2.9%、鋼管-4.7%、不鏽鋼熱軋1.5%、不鏽鋼冷軋4.4%、不鏽鋼棒線0.4%、不鏽鋼鋼管0.6%。

2. 鋼鐵產業發展

於107年度，全球經濟持續復甦，主要市場經濟成長動能放緩，國內鋼鐵下游產業營運逐步好轉，工業生產指數成長3.65%，分述如下：

- (1) 螺絲螺帽業：主要螺絲類產品出口量168萬噸，年增5.25%，整體螺絲類產品出口值達48.4億美金，年增12.75%。
- (2) 鋼構業：107年核發總樓地板面積33,984仟平方公尺，增加13.75%。107年整體鋼構業景氣明顯回溫。
- (3) 汽車業：107年政府推動汽車汰舊換新減免政策，臺灣新車銷售量為43.5萬輛，年減2.1%；惟進口車積極搶攻，而國產車方面外銷因中東市場經濟復甦緩慢。預期108年國產車生產量仍可持平或小幅增長。
- (4) 家電業：107年房地產市場維持弱穩，窗型冷氣機生產年減6.8%；電冰箱生產年增11.3%；洗衣機生產年增3.2%。108年家電產銷量可望回溫。
- (5) 機械業：107年臺灣機械設備出口大幅成長，較上年度增加7.2%；臺灣工具機出口國際競爭依然劇烈。

3. 中鋼公司新技術與新產品開發主要成果

- (1) 電磁鋼片產品開發：已開發出更低鐵損、更高磁通、更高強度電動車驅動馬達用薄尺寸電磁鋼片。
- (2) 熱衝壓技術與應用：已建立熱衝壓製造技術，跨入車廠供應體系。

4. 中鋼公司製程研究改善較重大之成果

- (1) 生化廢水場智能監控技術開發。
- (2) 高爐流道爐襯設計與延壽技術開發。

5. 中鋼公司設備技術建立方面較重大之成果

- (1) 無人天車之開發：目前已建立完整技術並通過實際運轉測試。
- (2) 煉鋼排程智能決策輔助系統：依不同變



數建立技術，充分滿足訂單需求，使高爐鐵水利用最大化。

6. 國內鋼鐵及下游業者主要技術研發與合作情形

- (1) 提升國內鋼結構橋梁使用中鋼高功能鋼材：將大量使用在國道豐潭段、淡江大橋與安坑輕軌土建等工程，對國內公共工程之安全有引導作用。
- (2) 建置直棒全檢產線，協助國內完備自主汽機車保安零件供應鏈體系，推升產品附加價值，亦有助於汽機車保安零件產品之拓銷。

(四) 非鐵金屬工業

1. 鋁產業市場概況

107年鋁產業總產值約1,150億元，估計較前年成長13%，主要在於國內外車輛零組件需求提升，帶動再生鋁錠、鋁鑄件產值成長；軋延材料因轉單效應產值成長24%，使我國對美出口大幅成長。

2. 鋁產業製程精進

- (1) 熱軋兼均質技術：節能減碳及降低成本思維，各家將鋁胚製程及熱軋預熱製程合併生產，可縮短升降溫時間，同時間進行大量作業。
- (2) 犧牲鋁陽極錠：採用鋼結構預製陽極芯，將鋁錠進爐熔解，利用滿足設計要求的模具將鋁水和陽極芯鑄成一體，研發出高品級鋁合金犧牲陽極材料。

3. 鋁產業新產品開發

- (1) 6000系汽車內外鈹金用料開發：成功開

發6022-T4、6111-T4合金其烤漆後強度大幅提升並且供料OEM廠測試驗證。

- (2) 5000系船板用料：目前已開發5086/5083/5383合金材料提供國內船廠使用，其中5383具有較高機械強度及焊接特性佳。

- (3) 鋰電池箔開發：透過導入鋁箔清洗線，讓原本表面的殘油量降至極低，表面品質提升，可維持其高能量密度、高充放電次數輸出。

4. 鈦合金市場應用

我國為了加速產業升級並發揮國內產業鏈優勢下，目前推動5 + 2產業創新計劃，國防產業部分以航太、船舶為主軸，積極將國防武器自備率提高，主要用於戰鬥機機身結構、發動機等。

5. 銅合金市場應用

近年來受惠前瞻基礎建設及電動車議題持續發酵，其國內半成品產值皆在1,000億以上，認為2019年銅價有機會來到歷史高點，並預期開發重點仍在汽車運輸及機械設備等產業。

(五) 粉末冶金工業

由於受到中美貿易的影響及整個中國大陸汽車市場的衝擊衰退之外，並伴隨的消費者環保意識抬頭。氣車市場陸續上市電動車以及燃料電池車，可看出整體未來汽車市場結構的變化已然出現，粉末冶金因為80%的產品用於汽車相關產業，可說是受影響頗大的產業之一。



粉末冶金技術所發展出來的固態氧化物燃料電池（SOFC）連結板應用，未來皆呈現兩位數字的成長趨勢，隨著解決空污、地球暖化議題的推動，燃料電池已陸續被各國採用來當作定置型發電裝置，對於燃煤發電的減低排碳，是一項有助益的能源選項。

近年來中美貿易戰氣氛逐漸緩和，加上市場疲乏已超過半年時間，訂單復甦的情況漸漸出現契機，無論是新訂單引進或是新產品開發，前瞻的應用都已經陸續啟動，放眼108年甚至109年度，粉末冶金的成長脈動已經開啟。



台電公司 107 年度電力重要建設

台灣電力股份有限公司

一、核能火力發電工程處－臺中發電廠既有機組空污改善工程計畫

為因應環保法規加嚴影響及提升臺中發電廠發電品質，預計改善臺中發電廠現有1~4號機之硫氧化物（SOX）、氮氧化物（NOX）與粒狀污染物（PM）之防制設備，以降低耗煤量、減少各項空氣污染物排放。本計畫針對1~4號機辦理燃煤機組之粉煤機更新、鍋爐、靜電集塵器及排煙脫硫等系統改善，總預算金額約92.6億元，決標金額約56.8億元。第1、2號機已分別於107年2月27日及108年2月23日達成通氣里程碑；第3、4號機則安排分別於108年1月及9月停機進行改善工程。

二、核能火力發電工程處－通霄電廠更新擴建計畫

本計畫為舊機組汰舊換新，共設置三部低污染排放且高效率之複循環燃氣發電機組來取代既有#1~#3機。新機組毛效率為61.37%，較舊機組提升18.67%，每部發電量

為89.26萬瓩並設置高效率污染防治設備，硫氧化物及氮氧化物排放量均低於法規標準，亦低於環評承諾值，且新機組每度電所排放之二氧化碳排放量較舊機組低，具明顯環保效益。107年度夏季供電緊澀，機組及時上線運轉，紓緩供電吃緊及彌補因空污減碳機組降載之供電缺口；電廠亦就近供應北部用電，減少長距離輸送之電力損耗。

三、核能火力發電工程處－大林電廠更新改建計畫

本計畫共設置2部80萬瓩超超臨界壓力燃煤機組，新機組毛效率約45.6%，較舊機組提升約5.57%，每度電產生之二氧化碳排放量約減少15%；除了規劃使用高效率的環保設備，建築物設計以最先進的綠建築省能設計原則，導入環境透水化、建築通風節能之設計概念，配合減少能源消耗及增加綠地配置，於廠區適當地點種植喬木植栽綠化，並於廠區建物上方設置太陽光電系統，以達有效省電節能，各機組完成後每部機年淨發電量為5,270百萬度，2部機共105.4億度。目前



大林1號機已於107年2月13日達成商轉里程碑，2號機預定108年6月30日商轉。

四、通霄發電廠－新機組更新擴建計畫

複循環舊#1.2.3號機因為機組已屆除役年限並於106年10月底正式除役。新機組以先建後拆方式於廠區重油處理設備及油槽區興建三部高效率複循環機組總裝置容量約2677.8MW，預計109年12月底完成計畫。

#1機於107年2月27日正式商轉（裝置容量892.6 MW），是臺灣目前天然氣複循環機組最先進也是裝置容量最大機組，發電效率可達60.7%（LHV）。#2機於107年11月05日正式接受調度運轉（裝置容量892.6 MW），預計108年中商轉、#3機試運轉中。108年5月161 kV擴線完成後，供電能力將可達到2,700 MW，對108年臺灣夏季用電提供優質穩定及環保的電力。未來待更新擴建計畫及345 kV輸電線路完成後，全廠總裝置容量達3,771 MW將成為中北臺灣重要電力供應電廠。

五、東部發電廠－「結合微水力、太陽能之環保水力機組」

近年來公司努力提升各機組之發電效率、減少發電過程中產生的汙染，達成穩定供電任務的同時，亦逐步推行綠能。東部電廠為水力發電機組，發電過程雖不產生污染物，但發電量因天候而異，完全取決於降雨多寡。本廠致力提升發電效率，並配合公司近年之綠電政策，積極開發微水力系統，於106年建置全臺首座微水力－立霧微水力發電



圖 1 立霧微水力機組 1



圖 2 立霧微水力機組 2

機組（如圖1、圖2所示）。

立霧機組發電用水來源於立霧溪，因水質混濁，故改以其支流-砂卡礑溪作為機組冷卻水來源，因水源乾淨，並且具有位能差（73公尺），本廠在此新建微水力機組，既不影響原有機組之發電效率，額外產生的電還能供給廠內用電，達到水資源生生不息、循環利用的環保精神。建造期間，所有設計、施工皆由本廠員工親自辦理，甚至將報廢的馬達改造成小型發電機；建造完成後，微水力的運轉數據由本廠監控，並派員每日巡視



圖 3 立霧太陽能板

及維護。微水力的發電來源來自既有的冷卻水、微水力的設備來自既有的汰舊設備，皆符合環保效益。

自106年8月建置立霧微水力以來，本廠除日常維護微水力機組，亦悉心蒐集相關數據，以期能將相關經驗套用至其他機組。目前本廠清流機組微水力已著手建置；碧海機組微水力（生態放流）、初英機組微水力（發電尾水）評估設計中。本廠107年6月於立霧廠房屋頂新裝設8片太陽能板（如圖3所示），每片的裝置容量為285 W，其總裝置容量為2.28 kW，連同微水力機組併入廠用電系統，若實際效益符合預期，擬再於其他廠域新增其他太陽能，有效利用再生能源。

六、大潭發電廠 – 107 年度「電力」重要建設報導文稿

台電大潭火力發電廠位於桃園縣觀音鄉大潭濱海工業區，係為配合國家經濟發展及紓解北部地區電力需求而興建，該廠現裝設6部以天然氣為燃料之複循環機組及一部單循環機組（如圖4），裝置容量合計498.42萬瓩，約佔全臺發電系統總裝置容量11.2%。

為配合國家能源政策轉型，目前大潭電廠正在擴建二部複循環機組，並再將目前的單循環機組增建後段熱回收鍋爐及蒸汽輪機等複循環發電設備，成為一部完整之燃氣複循環機組，屆時大潭電廠擴建機組全部完工後，預計總裝置容量將高達755.22萬瓩。

大潭電廠為因應此天然氣發電大幅增加之需求，透過精進燃燒調校技術及引進新型低氮燃燒器等空污改善設備，使既有6部燃氣複循環機組可有效減少NOX排放總量，逐年提升其機組總供電量，107年全部機組總供電量達23.56億度已創其歷史新高，約佔全臺總供電量（2,257.91億度）之12.37%，顯見其對全臺電力系統供電穩定及區域電力平衡的重要性與日俱增。



圖 4 大潭電廠 1~7 號機組



七、嘉南供電區營運處－建置澎湖 P/S 69 kV 自動同步合聯裝置，以利臺澎系統合聯成功順遂

連接臺灣與澎湖電力網之臺澎海纜預定108年11月完工加入系統，屆時將面臨澎湖及臺灣兩電力系統之異頻合聯技術（規劃於澎湖P/S 69 kV 630或640線路合聯），由中央調度中心（CDCC）指令尖山G/S機組出力調節澎湖系統之電壓及頻率，澎湖P/S值班員依傳統指針同步儀指針於時鐘之57分位置投入斷路器（630或640）完成兩電力系統之合聯。

為確保澎湖系統與臺灣系統合聯成功順遂，合聯時斷路器兩端相角差降至最小，以降低合聯對斷路器及發電機設備不良之衝擊影響，同時加快合聯時程，落實電力系統操作自動化及精準化等現代化需求，因此107年7月設計於澎湖P/S建置自動同步合聯裝置。完成合聯設備之建置（如圖5）及儀器模擬測試（OFF – LINE TEST）合格後，108年2月安排停用尖山G/S一部機組及一69 kV Bus（代表澎湖電力系統），實際發電經澎湖尖山紅線（630）與澎湖P/S（代表臺灣電力系統）透過自動同步合聯裝置實際進行合聯操作。尖山G/S值班主任透過遠端監控軟體同步顯示澎湖合聯設備之模擬同步儀動態畫面，充分掌握兩系統之並聯電壓、頻率大小、頻率快慢參數數據，大大縮短CDCC指令尖山G/S調節機組電壓、頻率之溝通時間。

臺澎海纜完工加入系統運轉，將開啟我國長距離海底電纜輸電系統之新紀元，除了滿足澎湖地區未來用電需求外，同時肩負澎



圖 5 澎湖自動同步合聯裝置

湖再生能源大量開發後餘電回送臺灣之任務，乃政府推動「設置澎湖低碳島專案計畫」之重要關鍵基礎建設，臺澎系統合聯之成功順遂對公司聲譽及國家形象均有極大之效益。

八、明潭發電廠電氣組：107 年度「電力」重要建設報導文稿

（一）抽電課－「明潭 345 kV 線路保護電驛汰換－使本廠輸電線路供電穩定」

107年抽電課進行明潭345 kV線路保護電驛汰換工作，本廠輸電線路中寮一路、中寮二路、中寮三路及鳳林線將第一套及第二套保護電驛盤之通信介面架構由音頻傳輸更改為光纖傳輸且兩套電驛盤之主保護電驛跟後衛保護電驛皆汰換為同型式（SEL-311L）電



驛，分別為差電流保護（87L）電驛及測距保護（21）電驛，若輸電線路事故發生使保護電驛動作時，能快速將故障點隔離並把停電影響範圍縮至最小，保護人員及相關設備之安全，以便進行故障檢修；本案已汰換完成且已送電正常運轉中。

（二）慣電課－「明潭發電廠鉅工分廠 161 kV 開關場更新工程 - 使設備操作更加準確、快速及安全，以維運轉人員安全及提高電力供應的可靠度」

鉅工分廠原既設鐵構型161 kV屋外式開關場之油斷路器、空段開關、鐵構…等相關設備皆已老舊，本次工程將其更新為屋內型開關場161 kV氣體絕緣開關設備（GIS）。工作項目包含：

1. 土建部分：新建161 kV GIS屋內型開關場建築物（建物一幢，地下一層及地上三層，含通風、消防、空調、照明、水電…等附屬機電設備）、電纜涵洞（東側、南側、北側）及門型鐵構（A構）、台架、DTR.&集油池等基礎。
2. 機電部分：新設23 kV GIS、161 kV GIS、高壓電力電纜（25 kV & 161 kV）及附屬器材，新設保護電驛盤、控制盤、充電機/蓄電池組、配電盤及相關輔助盤…等。
3. 既設配電變壓器（DTR）、23 kV GIS、屋外高壓SC及線路保護電驛盤、PLC盤等相關設備，遷移至指定位置。
4. 新建161 kV GIS屋內型開關場完工後，

拆除既有開關場設備，並運至指定地點存放。

鉅工新開關場完工後，除可供設備可靠、安全運轉外，亦兼顧整體環境之美觀，開關場之各161 kV饋線、配電變壓器（DTR）及其引出23 kV饋線等，皆已移設完成及加入系統，目前均正常運轉中。

（三）儀控課－「明潭抽蓄機組調速機控制系統更新案－汰換升級數位調速機控制系統，提升發電、抽水之穩定性」

明潭抽蓄機組調速機共有六部，主要功能係在控制發電機之轉速及供電出力，因明潭抽蓄機組水輪機有正反轉二方向，白天正轉提供電力輸出，於夜間反轉抽水，不同於一般發電廠只有一個方向轉動，在控制上較為複雜，其中控制核心設備即為調速機，不管是發電、抽水，皆需調速機來控制轉速、電力輸出、抽水量以維持穩定的電力品質，在明潭電廠是扮演極重要的靈魂角色。

更新緣由是明潭抽蓄機組調速機電子控制系統從建廠至今使用逾26年，因原設備商已無出產相關產品，電廠面臨無備品可採購之困境，維護設備日益困難，除老舊之外，控制系統亦採用舊式類比卡片控制，控制訊號皆採用電壓比較疊加，雖有控制功能，惟穩定性較差。

本廠已規劃將舊調速機全面汰換成新式數位調速機控制系統，將採用美國控制器大廠GE MARK VI系統，該系統已使用於其他電廠，亦有好評，是目前GE調速機控制系



統的主力產品，更新為數位式控制系統後，採用數位化PID控制更精準、穩定，收集機組資訊擷取進數位資料庫，對維護人員判斷故障點更快速精準，另硬體設備採模組化設計，更換便利，並有雙控制器冗餘架構，單一控制器故障仍可不停機運轉，延長發電時效。

本次更新預計於108年9月陸續汰換明潭抽蓄機組#1~6調速機，將於109年底全數上線，為電力電網提供可靠電力。

九、新桃供電區營運處－竹園超高壓變電所

因應新竹科學園區用戶成長及竹南基地建設用電需求，而規劃興建竹園超高壓變電所及相關輸電線路，主要目的為提昇園區電源穩定度及供電品質，進而增進園區經濟發展。

超高壓變電所為輸電系統中最重要樞紐，直接於園區內興建超高壓變電所可就近提供優質充沛之電力。可以紓緩峨眉超高壓變電所主變供電壓力，穩定地區供電及提升電力調度彈性，充分供應園區穩定用電需求，並提高供電可靠度及品質，帶動廠區各項投資意願，促進國家經濟發展。

竹園E/S組織自106年12月1日成立感謝上級長官支持及全體同仁齊心努力，已於107年5月9日順利加入系統。我們很清楚所肩負的使命，今後亦將以加入前竣檢之精神，務必做好轄區變電所的設備維護、巡檢及操作等各工作，以因應竹科園區既穩定又可靠的高電力品質需求（如圖6）。



圖6 竹園 E/S 啟用儀式

十、配電處－老舊被覆線汰換

為避免老舊被覆線因老化或颱風侵襲而斷線（如圖7），防範民眾不慎接觸斷線發生感電事故及搶修線路費時引發用戶抱怨，老舊被覆線汰換工程已列為台電公司各區營業處年度必辦事項，俾提升供電可靠度。

本專案係由台電公司各區營業處自行規劃目標、設計及辦理施工並訂定老舊被覆線汰換處所及數量，期程為107年全年。為確保工程如質、如期完成，台電公司配電處每月管控各區營業處執行進度，對於落後目標之區營業處則適時要求檢討原因及提出改善對策。經由前述管控措施，專案各分項工程截至12月底止已完成汰換老舊被覆線達120萬3,311公尺，減少斷線事故成效已逐步顯現（如圖8）。

台電公司已訂定108至111年老舊被覆線汰換之年度目標，未來4年將再完成353.4萬公尺之老舊被覆線汰換，期能不間斷精進線路弱點改善、加強用戶服務及提升整體供電之營運績效。



圖 7 被覆線老舊腐蝕情形

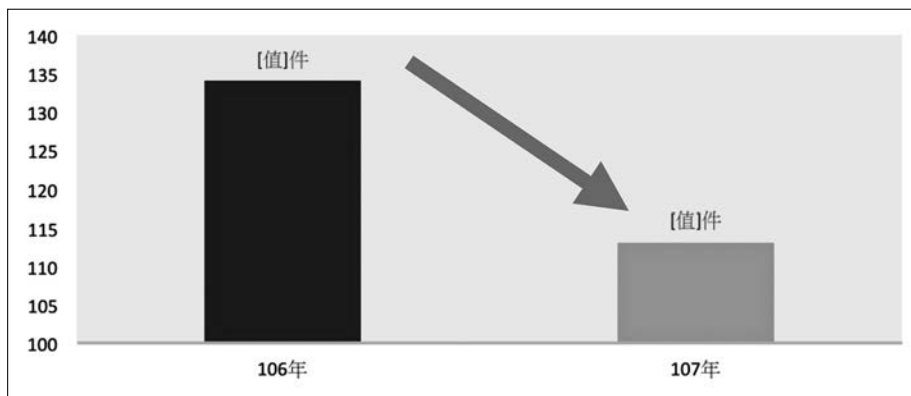


圖 8 被覆線斷線事故減少情形

十一、環境保護處 – 電力與環境

過去一年以來，台電為臺灣電業挹注多元環境友善作為，讓電力與環境和諧共融並

持續成為臺灣經濟發展的動能、民生樂利的基石。其相關友善作為說明如下：

為能接軌國際，台電除持續於各火力電廠



推動能源管理系統外，並輔導各單位更新環境管理系統，以符合國際標準的要求，更重要的是，藉此持續推動電力環境品質的提升。

基於市容美化的理由，本公司配合臺中市政府舉辦的2018世界花卉博覽會，於臺中區處及所屬豐原分處、后里、東勢、大甲及新社服務所設置宣傳布條及進行植生牆等綠美化工作，營造在地共同參與國際盛會之氣氛。

為提升本公司環保企業之形象，除持續鼓勵並協助所屬各電廠競逐國內企業環保獎項，如南部發電廠在高屏空污嚴重區域仍於106年獲頒銅級獎，並於107年進一步獲頒銀級獎之外，本公司亦以「煤灰循環再利用於混凝土相關產品」獲頒首屆臺灣循環經濟獎。

在環境關懷方面，每年中秋前夕各沿海電廠主動發起淨灘活動，同步連結國際淨灘行動機制（ICC）紀錄海洋垃圾分類結果，提供國際組織分析海洋生態，更以海洋垃圾公斤數計算，捐助董氏基金會推動兒少憂鬱防治工作；同時基於回饋地方、增裕海洋資源及保護海洋生態環境，持續於電力設施附近海域進行魚苗放流，積極參與臺灣沿海漁業資源的復育工作。足證明本公司逐步邁向全方位綠色企業，實踐環境永續之綠色價值的努力與決心。

另萬大發電廠在前期完整場域建置基礎下，將電廠平時致力於環境教育推動的努力與成果完美地呈現出來，藉由時任環保處蔡處長顯修（現為蔡專業總工程師）向外界傳

達本公司作為重要的社會企業，能為當地生態、學校與鄰里的發展，乃至全體國人的生活環境、資源保育、能源管理等方面，開啟一個永續的未來，此舉深獲委員的讚賞與認同，爰於107年6月5日榮獲國家環境教育獎優等的殊榮。同時本公司近年來亦積極推廣能源教育，107年度更成立「能源暨環境教育推廣種子工作坊」，與臺灣公民實踐教育學會合作、設計環境教育課程，舉辦6梯次「能源小博士環境教育推廣營」，更首創水力發電桌遊，讓桂山電廠化身自然生態教室。

為實現低碳綠生活，台電成立「綠色企業創意平台」發起有關建物節能、社會公益、綠色生活與採購、環境友善等相關活動，107年除持續執行既有案件（如舊有建築物節能改善等）外，也於大甲溪發電廠、南部發電廠及第三核能發電廠試辦電桿上的耶誕禮活動，募集同仁家中物資轉贈予鄰近學童。

此外，台電亦積極推動綠色工地，針對更新改建之發電廠、輸電及配電等相關設施工程單位，透過辦理工地評鑑以及營建工程相關環保法規與環保措施之宣導，期待未來在工程揚塵、廢土、污水處置等防制面向上，除能達到符合法規外，更應以提升環境品質加以努力精進。

台電為秉承公司「友善環境」的使命，打造企業經營在環境面向的發展策略與目標，展現台電邁向世界級電力事業集團的企圖，以及成為全方位綠色企業的決心。因此，台電延續過去的環保理念，在107年起持續推動環境白皮書之制定與揭示，除對外



說明台電在面對電業自由化時如何擘劃未來環境永續藍圖之外，同時搭起與社會大眾溝通之橋梁，歡迎民眾與台電對話，共同監督台電；對內則期許建立共識，框定共同的溝通語言與目標，透過齊心努力，營創環保立基，同舟共濟，與臺灣及國際社會共同打造美好環境。

未來將是低碳綠電的時代，電業不僅是民生、工商發展所需，更是一個新興產業，台電將以綠色企業為期許，除了帶動相關產業發展，開拓潛力市場，促進臺灣產業轉型之外，希望未來多元創能的市場成熟後，能偕同產業鏈朝向國際發展，移植成熟的經濟與技術，創造更高附加價值的效益，讓臺灣成為綠色能源之國，與國人共同攜手努力打造一個更潔淨、永續的美好家園。



桃園貯水池水文監測與動態分析管理平台之建置

財團法人農業工程研究中心 / 劉日順、譚智宏

一、前言

為維護農民用水權益及提升水資源永續利用效率，臺灣桃園農田水利會因應行政院推動之「前瞻基礎建設-數位建設」-「建構民生公共物聯網計畫」，其中於水資源運用方面由行政院農業委員會成立「精進灌溉節水管理建置計畫」，針對臺灣近年工商發達及人口增加使得用水需求日盛，在水資源開發不易及農業用水需索之壓力下，以提高水資源有效利用為目標，而針對目前轄管灌溉貯水池管理運用操作，為掌握即時水量水情以利研擬因應對策，並綜觀近年網路通訊及雲端網技術成熟發達，與財團法人農業工程研究中心之自動測報與物聯網工作團隊共同設計桃園貯水池水文監測與動態分析管理系統。

本計畫針對觀音工作站、新屋工作站貯水池，經由現場勘查及調查工作後提出整體規劃，調查監測站設置之周邊環境，確認感測器物理量範圍與精度等級需求並且確認感測器構造與測量現場安裝位置周邊尺寸，評估感測器之壽命，思考感測器之感測與安裝

方式對目前的供水與渠道維護的影響性，網路、通訊及電信之調查及分析與監測站最終設置檢討等。

二、監測站設備規劃

配合經濟部水利署「水資源物聯網感測基礎雲端作業平臺建置計畫」，於現地監測站之規劃，配合物聯網新技術之整合與開發，達到監測與傳輸原件之微型化、無線化、模組化及耐候性（具防水、撞擊等），以達相關監測與營管數據即時傳輸與雲端化，建立整合資料庫、分析模組、決策系統及互動式資訊平台，相關架構示意如圖1所示。

電力配置及設計原則由於貯水池取得市電之建置成本高，因此各監測站之電力來源將規劃以太陽能為主，配合高容量鋰鎢電池，以達到電力備援。本案根據現場狀況，規劃太陽能板輸出功率、鋰鐵電池容量以及整體系統耗電量進行計算及設計。有關通訊部分以NB-IoT之通訊架構為主、4G通訊為輔

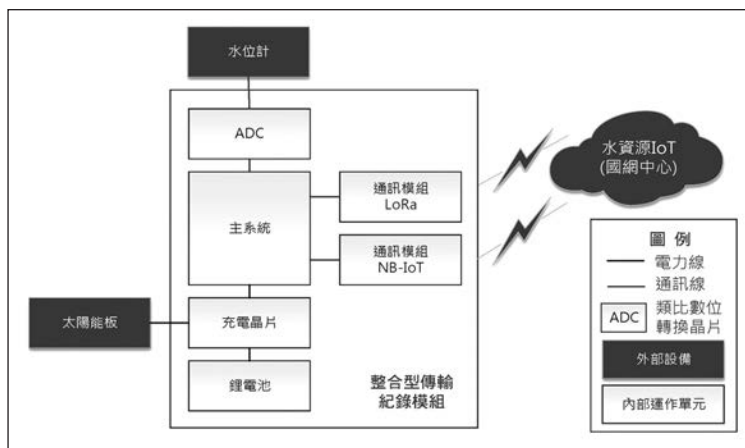


圖 1 現地監測系統整合系統架構示意圖

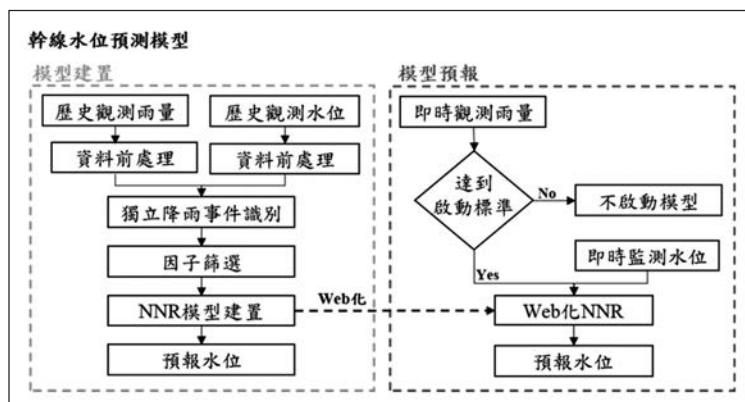


圖 2 幹線水位預測模型流程圖

之雙通道通訊系統，採取雙備援設計。

三、幹支線水位預測模型建置

透過Microsoft Azure雲端運算平台服務的Machine Learning Studio建構預測水位模型，使用回歸類神經網路（Neural Network Regression, NNR）建構水位預測模型，建置幹線水位預測模型的流程圖，如圖2所示。建

構模型的流程分為模型建置和模型預報，模型建置是以歷史觀測雨量和水位經過資料前處理、獨立降雨事件識別、因子篩選和參數率定，建置出一個準確且穩定的預報模型，建置完模型後，即可模型預報。模型預報中，接收到即時觀測雨量後，判斷是否達到啟動標準，達到啟動標準，即可與即時監測水位一起傳入以建置好的Web化NNR模型，預報未來1至3小時的水位。



圖形化展示貯水池水量規劃



貯水池監測站相關資料展示畫面

圖 3 貯水池水量規劃示意圖

四、水文監測動態分析管理平台系統架構及內部功能介紹

平台首頁可選擇登入身分為訪客或是水利會人員，將依照權限不同而可查看不同頁面或編輯相關參數。水量示意圖將依照水量百分比進行顏色變化：60%以上則顯示藍色；介於60%至30%之間則顯示黃色；低於30%顯示紅色。點選各貯水池後則會直接彈

跳出該貯水池的前6小時水位紀錄及蓄水量等相關資料，如圖3所示。

透過模型所計算出之支線預測增加流量採用折線圖的方式進行展示，並於折線圖下方提供表格供使用者查看各支線之即時水位、流量及未來1至3小時的預測增加流量數值。貯水池配水調控建議頁面，將該模型將分別依照各支線建議貯水池之調配水量，並

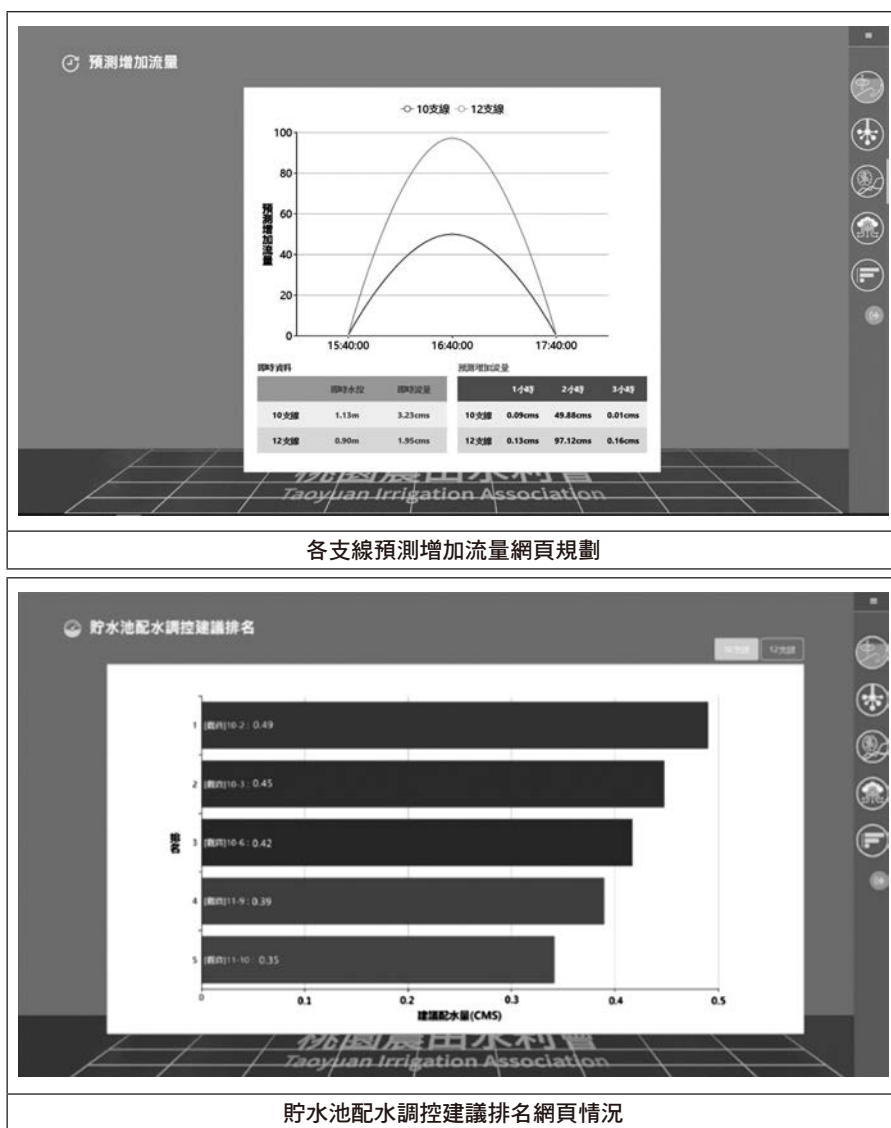


圖 4 預測增加流量及配水調控建議排名示意圖

採用橫條圖的方式進行展示，以提供給工作站調配水量參考，相關示意圖如圖4所示。

超標）標示為紅色，並可選取條列式顯示或表格格式顯示，如圖5所示。

水位異常排名頁面將依模式計算出之水位異常數值進行排序，將風險指標最高者排於最上方，且風險指標超標者（數值大於0為

五、現場建置情形

摘錄給水箱涵式貯水池及給水塔式貯水

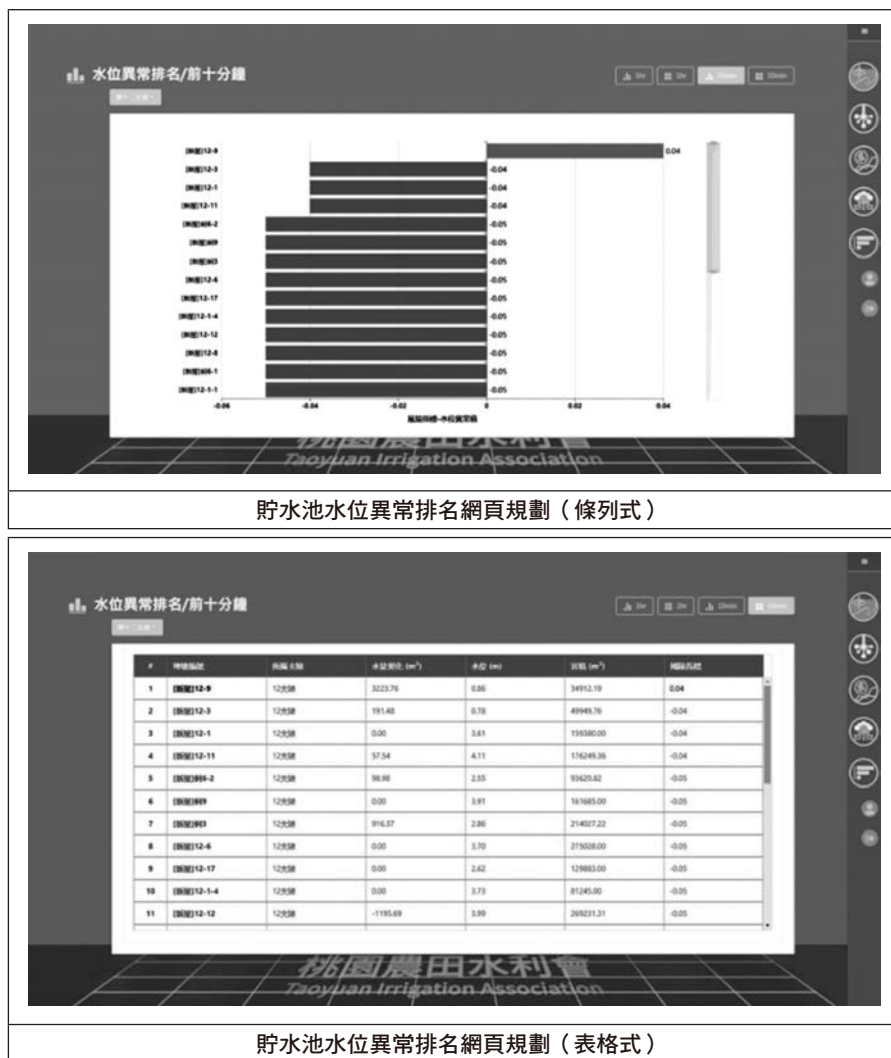


圖 5 貯水池水位異常排名網頁規劃示意圖

池現場施工各1組分別說明。

上50公分以內，相關照片如圖6所示。

(一) 觀音 11-5 池

所屬給水箱涵式，其上方有格柵進行防盜保護設備免於被破壞，內部採取的是雷達式水位計，其水尺及水位標號皆在最高水位

(二) 新屋 12-1-4 池

所屬給水塔式，其水位計支架由給水塔正前方伸出直接偵測水位，太陽能板、傳訊紀錄器、水位計皆鎖於立桿上，其水尺安裝

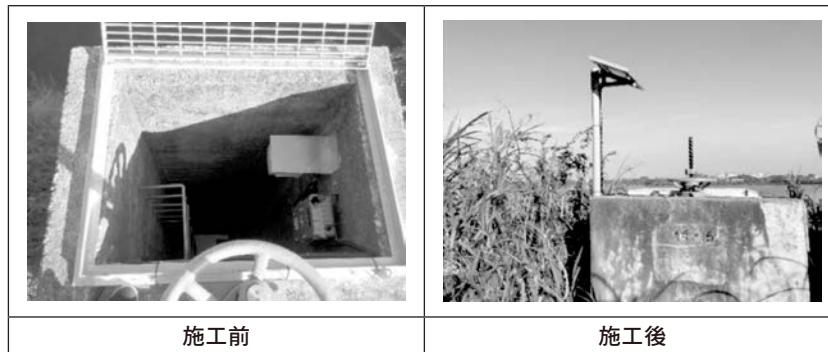


圖 6 11-5 施工照片



圖 7 12-1-4 施工照片

於給水塔之右側，相關照片如圖7所示。

六、結語

本計畫共建置共61口貯水池監測站，其中共包含33口貯水池屬於箱涵式監測站、28口貯水池屬於給水塔式監測站。在61處之貯水池，使用物聯網資通訊技術收集水位資料後，傳送至水利署水資源物聯網，並使用水資源物聯網與Azure的運算資源，進行相關水文模擬演算，以產出調控貯水池策略、防災應變、貯水池管理建議等結果，並建置相關網頁，讓管理人員可以在行動裝置、桌上

型電腦，以及桃園水利會本會、工作站之展示系統上，觀看相關產出之結果。未來配合即時監測雨量和水位，若達到啟動標準，即可啟動模式預報未來水位，本團隊重新率定過所得之迴歸式，可提供決策調配貯水池貯水量。

桃園灌溉埤塘為水資源有效利用之重要部分，如能精準掌握埤塘水量，可對未來預報、調度提供可靠依據。本計畫透過水位感測、埤塘水位-容量率定及物聯網技術，將埤塘水位及可用水量即時提供管理單位有效調度，為建構民生公共物聯網計畫重要一環。



2018 臺灣建築傑出案例 及建築耐震安全

臺灣建築學會常務理事 / 姚昭智

2018年臺灣建築界有許多精采的案例完工，以下挑選具有代表性的臺北信義區住宅「陶朱隱園」結構系統，以及於去年10月盛大開幕的高雄「衛武營國家藝術文化中心」音響系統來作介紹，最後再介紹全台正在進行的老舊建築物耐震力普查計畫，介紹政府如何為提升國人住宅的抗震能力之努力。

一、陶朱隱園結構系統

- 地點：臺北市信義區
- 建築設計：Mr. Vincent Callebaut
- 結構設計：傑聯國際工程顧問
- 土地使用分區：住宅區（信義計畫特定專用區）
- 結構系統：鋼構造
- 基地面積：8,160 m²（2,468.4坪）
- 總樓地板面積：42,850.16 m²（12,962.17坪）
- 層數高度：地上21層、地下4層

該案外型猶如一棵大樹，因其旋轉變化的立面，在國內外皆獲得非常大的知名度。

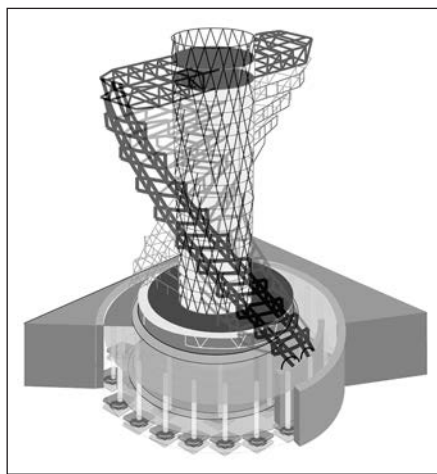


圖 1 主要結構系統。圖 / 作者繪製

建築中每一層樓以相差4.5度的方式從2樓順時鐘旋轉直到屋頂。為了解決旋轉幾何並且達到室內無柱的需求，結構設計由數個主要單元構成，包含中央鋼核心筒（Steel Core）、水平向屋頂外伸穩定桁架（Roof Out-rigger Truss）、每兩層樓一組的空腹桁架（Vierendeel Truss）及從兩側旋轉至屋頂的組合柱（Mega Column），如圖1所示。此外，



為符合高標準的耐震需求，基礎層設置了48組摩擦單擺隔震墊 (Friction Pendulum Bearing) [1]，以下逐一介紹上述單元：

(一) 鋼核心筒

在結構系統上，核心系統 (Core System) 為高層建築常應用的建築結構系統之一，而核心的大小及位置更是影響建築物抵抗水平力的重要因子。由於該案的核心筒直徑達20.6 m，有很高的抗扭能力，主要做為抗側力 (風力及地震力) 和垂直力的角色，同時亦提供抑制扭轉效應的功能。

(二) 屋頂外伸穩定桁架 (Roof Outrigger Truss) 及空腹桁架 (Vierendeel Truss)

外伸穩定架主要用來抑制核心傾斜轉動，因此應儘量配置於核心頂端。此案採用以連結中央核心與外側兩緣組合柱的桁架，深度達5 m，具有足夠的剛度將兩者做連結以降低扭轉效應。此外，為了解決建築體因旋轉產生空間使用上的問題，在結構外圍每兩層樓設置一組空腹桁架，又稱范倫第桁架 (Vierendeel Truss)。本案的桁架深度達一層樓高，可視為一根深梁，將核心與端部外緣柱連接，以實現室內空間除了最外緣組合柱外，室內無其他立柱之目的。

(三) 組合柱 (Mega Column)

為減緩中央核心傳遞垂直力的負擔，同時配合旋轉的樓板，在結構外緣的兩端設置由連續構架系統而成的巨型柱，並且與空腹桁架結合，成為一個完整座落於外緣的組合

柱系統。由於該柱列系統位於結構體最外側，可做為整體結構抵抗側向力的力臂，提高穩定性。

(四) 基礎隔震系統

除了滿足臺灣耐震規範的要求，業主同時希望提高抗震等級，要求當設計地表加速度達0.4 g時仍需使結構構件保持彈性，不可產生塑鉸的要求。因此為符合此標準，該建築物在基礎層使用了48個摩擦單擺隔震墊，利用曲面半徑來控制隔震週期。地震作用時整體結構可保持近似剛體的運動特性，來降低建築物的反應加速度，提高結構的安全性。

二、「衛武營國家藝術文化中心」音響品質控制

位於高雄市中心的衛武營國家藝術文化中心，長230公尺，寬170公尺，高38公尺，是一棟呈扁平、流動感的水平建築，如圖2所示。建築底座相當於5.5個足球場，建築體從零水平線升高至36公尺落差的大型曲



圖2 衛武營國家藝術文化中心。圖 / 官方網站



面波浪皮層，形成了連續性自由曲面的三度空間，成為世界上最具指標性的音質廳堂。推動這個聲學設計的靈魂之手就是徐亞英的設計團隊，在有限造價的前提下，除了必須提供高規格的聲學質量，與建築、結構、空調等各種技術不同工種的協調結合，更要達到隔音、隔振、高音質的廳堂聲學標準。

由於基地位於交通繁忙的區域，前方120公尺即是高雄捷運橘線，為減少營造成本，建築物沒有裝設隔減振裝置。所幸經現地量測振動，顯示捷運所在地屬沖積土層，阻尼衰減效果較好，與建築間距可達到振動波削減的長度距離，無須進行額外的隔振處理。

當建築完工啟用之後，本身各種日常機械振動如維修、停車、貨物裝卸等運作，必然會產生固體傳導的結構噪音，其引致的振動傳聲將導致地板持續振動，產生連續低頻噪音和撞擊聲，這些噪音源對建築結構影響涵蓋範圍從屋頂、牆面、地面、到建築基地。衛武營主要的四個廳堂（樂廳、歌劇院、戲劇院、表演廳）以及樂團排練廳，皆需要嚴格控制背景噪音，因此建築結構隔音設計便十分重要。建築物旁的戶外公園環境噪音可達95分貝，進入至建築內部人為噪音則在75至85分貝，但進入廳堂後的空調噪音則需控制在23至28分貝以下，因此本案於配置、工法、構造、材料的選擇也特別格外謹慎。

音樂廳屋頂最外層為多層夾心金屬屋頂，空氣載隔音設計值需達 R_w 45分貝，設計採用由12層材質集成的版片，依「mass +



圖3 複層屋頂。圖 / 徐亞英提供

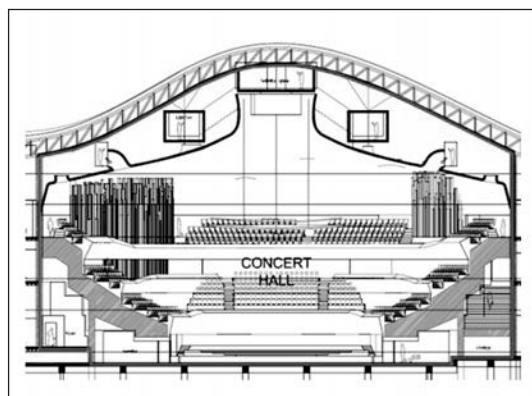


圖4 音樂廳 15 公分 RC 隔音層與內牆。圖 / 徐亞英提供

spring + mass」的複雜工序製作而成，總厚度達1公尺，如圖3所示。屋頂板片於國內進行風雨測試，確保結構性設計符合需求；而暴雨衝擊音測試，則送至國外符合ISO140-18的實驗室進行測試，結果顯示暴雨時音量低於 L_i 37分貝，暴雨噪音的隔音效果相當良好。另外，金屬屋頂下弦也以15 cm的RC隔音天花內層佐以空氣層加以隔音，如圖4所示。並以不同厚度的RC牆、磚牆、雙道門

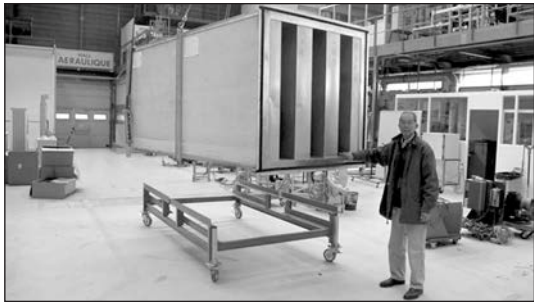


圖5 消音箱及測試實驗室。圖 / 徐亞英提供

組成的「聲鎖」、多層直立矽酸鈣板內外牆等，形成完全密封的隔音結構，全面阻斷外界噪音的侵入，以上總隔音量可大於70至80分貝。

機械設備的隔振，則以隔振慣性基座、軟管接頭、彈性支架和懸吊等方法，降低對鋼結構的激振能量；中央空調系統在劇院內部採裝設恆溫恆濕低風速、低噪音的系統，主機則是移到主建築之外。然而強大的鼓風機，以每秒七公尺的高風速經過管道、轉彎頭等，皆會引發高音量噪音，解決方法是加裝消音器，讓管道中的噪音衰減。但越是低風速、低噪音的系統，消音器與管道的尺寸就越需按比例加大加長；有鑒於此係國家級的演奏廳堂，故配置達五百多個大小消音器。特別是用於敏感廳堂的大型消音器，均需經過合乎國際標準的實驗室測試，但在臺灣和亞洲都沒有合適的實驗場所，因此長達三公尺的大型消音器都送至法國里昂的CRTIAT實驗室進行測試，如圖5所示。

在廳堂聲學的設計，則如同製造一座大型的樂器，本著體積、形狀、材料以及工法四項廳堂聲學設計要素，面對音樂廳、歌劇



圖6 音樂廳 1:10 聲學縮尺模型。圖 / 徐亞英提供

院、戲劇院、表演廳、樂隊排練廳等伍座不同演出型態、不同席位數與聲響需求，徐亞英構思著不同的聲學設計，因此量身打造了臺灣首座葡萄園式音樂廳。音樂廳觀眾席如同數塊葡萄園錯落分布，圍繞著樂團及演奏者，由於無挑臺樓座與舞台上大反射板的設計，可讓每位觀眾接收到來自天花以及側牆的一次反射，幾乎讓每個位置聽到的聲音都是平均的。此外為保證演出中樂團各個聲部能聽到其他樂器的聲音，演奏臺的側牆與大天花反射板也做了特殊的設計。而除了進行嚴謹的計算模擬，還針對音樂廳製作了1:10的聲學縮尺模型試驗（圖6），讓完工後的音樂廳，能接近設計時預期的各項聲學品質。

本案例中進行了許多高難度的聲學測試，如滿場聲學試驗（圖7），因在聲學團隊以及營建廠商的高配合度及時間、預算下，從材質、設計，以及在興建過程中進行了各式各樣的聲學測試，已取得高品質的聲學水準[2]。徐亞英先生從2007年設計初始就參與本案直到完工，其過程中所投注的心血，對於



圖7 2018年9月音樂廳滿場聲學試驗。圖/徐亞英提供



圖8 結構快篩。圖/作者自行繪製

臺灣未來的聲學設計與施工發展，提供了莫大貢獻。

三、國內建築結構耐震力提升計畫介紹

臺灣地區地震頻繁，921及0206地震曾造成建築物倒塌及重大的人命傷亡。為了找出臺灣潛在的維冠大樓以確保未來地震中，不致再造成如此重大的災難，因此內政部啟

動了「安家固園計畫」，主動並積極辦理私有建築物結構快篩、耐震能力評估及補強等措施，如圖8。為配合「安家固園計畫」之推動，下列各項工作亦已同步進行：

(一) 建築物結構快篩

內政部營建署針對民國88年12月31日以前興建，9層以上的私有住宅大樓（樓層數亦



可由各縣市自訂)主動進行全面的結構快篩工作。結構快篩因子係參考921及0206地震建築物倒塌之鑑定報告及法院判決書,其中包含地面層建築設計(挑高、夾層或騎樓、大面積空間)、結構設計(載重、組構係數)及構架系統(未具連續完整構架、單跨構架)等九項因子,將建築物進行量化並做危險度的分級[3]。

結構快篩工作係委託建築師、技師以「二圖一書」方式(建照圖、結構圖及結構計算書)進行比對,目前辦理的建築物件數在106年為9,315棟,107年為7,500棟,本工作未來仍會持續的進行。

(二) 耐震能力初步評估及詳細評估

私有住宅辦理耐震能力初步評估時,政府採全額補助每件約8,000元,如初步評估結果有安全疑慮者,則可補助辦理耐震能力詳細評估,但政府每件以補助評估費用之45%且不超過30萬元為限。耐震能力初步評估或詳細評估之結果,係做為未來建築物實施補強、階段性補強或都更、危老條例拆除重建之參考依據。

(三) 修訂耐震規範

配合全臺灣土壤液化現象及建築物補強、階段性補強作業之實施,耐震規範亦同步做修訂,同時將近斷層帶的區域及相關參數做調整。

(四) 都更及危老條例

老舊建築物使用多年後,幾乎已達建築物生命週期之使用年限,如仍強制辦理補強亦不符經濟效益,若實施階段性補強亦有其侷限性。因此應鼓勵人民辦理都市更新或危老條例,將建築物拆除重建,如此除可完全保障人民生命財產之外,對於增進都市景觀亦有所助益。

參考文獻

1. 張敬禮,葉秀信,「臺北陶朱隱園住宅大樓結構工程設計」,建築鋼結構進展,第18卷第1期,105年,P.55-P.65。
2. 徐亞英先生口述。
3. 陳啟中建築師。高雄市建築師公會前理事長、陳啟中建築師事務所主持人。



社團法人中華鋪面工程學會永續安全、寧靜舒適、人本關懷及無限延伸

社團法人中華鋪面工程學會理事長 / 張家瑞

社團法人中華鋪面工程學會秘書長 / 林宏偉

社團法人中華鋪面工程學會秘書 / 李家春

一、認識中華鋪面工程學會

社團法人中華鋪面工程學會由我國鋪面工程產官學菁英組成，成立迄今已進入第19年，主要以聯絡從事鋪面工程人士、研究鋪面工程學術、提高鋪面工程技術、協力發展鋪面工程事業為宗旨，不定時舉辦相關鋪面工程研討會或論壇，亦提供教育訓練服務以傳授鋪面工程知識與新知，並提供專業諮詢服務等。

學會目前組織架構設有秘書處及14個委員會，包括學刊、學術研究、編輯、會務、財務、服務推廣、國際與兩岸活動、工程教育、評獎、工程技術、資訊、路平專案小組、顧問及諮詢以及青年工程師等，藉由秘書處及各委員會的推動，不斷地研究鋪面相關議題並引進新材料與新工法，為提升我國鋪面工程水準貢獻心力，藉由各委員會的推動，用心為會員提供更多更好服務，期能讓民眾可使用更平坦、安全的道路。



圖1 鋪面年會常務監事報告

學會會員亦逐年成長，至108年3月底有團體會員74個機構/公司，永久會員86人，個人會員421人。為增進國內、外之產官學界交流，每年度亦會舉辦數十場次相關研討會，其內容主題包含實務交流、新科技應用於道路、透水性鋪面、循環經濟及公共工程品質管理多元化等。學會鋪面年會迄今亦已舉辦至第十三屆鋪面材料再生及再利用研討會暨2018世界華人鋪面專家聯合學術研討會，鋪面年會活動情形如圖1及圖2所示。



圖 2 鋪面年會活動情形

二、人行道考評：「面面都贏、人人能行、處處好心情」

本學會受內政部營建署委託辦理市區道路人行無障礙考評計畫多年，107年度「市區道路養護管理暨人行環境無障礙考評計畫」頒獎典禮暨研討會於108年1月22日假交通部運輸研究大樓國際會議廳舉行，頒獎典禮由內政部營建署吳宏碩副署長主持，社團法人中華鋪面工程學會籌辦，並恭請內政部政務次長陳宗彥親臨致詞及頒獎，如圖3所示。107年度頒獎典禮暨研討會，主要係延續「以人為本、永續發展」之宗旨，表揚在改善道路養護及人行環境表現優良之行政區，各縣市授獎代表合影如圖4所示，本次研討會擬定2大主題，邀集最熟知民眾訴求的地方里長



圖 3 內政部陳宗彥政務次長蒞臨指導



圖 4 各縣市授獎代表合影

分享「在巷弄中尋找屬於你我的幸福」及交通部代表分享打造優質舒適交通安全環境之「樂活城市，安全交通」。

考評計畫持續追蹤改善人行、交工及道路品質，歷經十二年的執行沿革，累計改善超過5,000條人行道，除為打造完善之人行環境，學會更於考評中協助營建署一併檢討各縣市市區道路養護之情形及交通工程之設置狀況，以積極督促各直轄市及縣（市）政府落實執行清查及改善工作，從而推行道路及人行環境改善之正確觀念，杜絕錯誤設計觀念持續使用，以求逐年提升具平坦之暢行道路及適宜之人行道比例為目標，確實增進駕駛人及行人之用路權益，提供尊嚴、安全、舒適之道路養護及人行環境。

學會希冀透過考評機制，協助各縣（市）政府有效提升市區道路養護績效與營造友善的人行無障礙環境，一起將全臺灣市區道路環境推向更舒適、安全無障礙之通行空間，以貼近民眾之期許，讓全民都能有感，創造「面面都贏、人人能行、處處好心情」之境。

另外，為促進各縣（市）之間市區道路養護及人行環境無障礙相關業務推動之經驗交



圖5 中央大學榮譽教授林志棟致詞



圖6 中央大學校內設置示範路口

流分享，由中央大學土木系與內政部營建署及社團法人中華鋪面工程學會108年3月7日共同舉辦的研討會中，邀請中央大學榮譽教授林志棟蒞臨致詞（如圖5所示），以及專家學者就相關主題與各縣（市）參與人進行「咖啡館討論」，研討會亦安排縣市政府經驗交流與分享、現地觀摩及體驗等活動，並特地在中央大學校內設置一處示範路口，邀請全國主管機關實地體驗視障者的行走環境，如圖6所示，鋪面學會前理事長陳世晃教授親自向媒體朋友說明無障礙設計理念，如圖7所示，期改變以往較重視「行車效率」的觀念，從「人本交通」出發，建構一個行人安全、順暢、連續的通行空間。

三、鋪面年會：鋪築永續鋪面、迎向綠色生活

本學會第十三屆鋪面研討會會議主題：材料再生再利用、鋪築永續鋪面、迎向綠色生活，由國立中央大學土木工程學系、開南大學交通運輸學系、中華鋪面工程學會主辦，此屆辦理於桃園國際機場旁之諾富特華



圖7 鋪面學會前理事長陳世晃教授親自向媒體朋友說明無障礙設計理念

航桃園機場飯店。舉辦之目的主要為順應國際鋪面材料再生及再利用之潮流，並配合臺灣環保廢棄物減量及提升資源回收再生及再利用政策。

本研討會議為跨校且結合全國產官學研各界之科技學術活動，同時邀請世界各地華人鋪面專家熱烈響應，在眾多籌備委員包含超過22所大學教授、交通部、內政部營建署、交通部高速公路局（如圖8所示）、交通



圖 8 高公局陳議標副局長及公路總局許鈺漳副局長蒞臨指導

部公路總局（如圖8所示）、行政院公共工程委員會、臺灣區瀝青工業同業公會等專家代表之指導與辛勞付出下，敬邀各界專家學者與會並獲得熱烈回應，包含有來自國外等超過350位與會貴賓參加，希冀藉由此次會議提供產官學研對於鋪面材料再生及再利用的經驗分享，提供政府推動營建資源再生及再利用規範之訂定參考，並對臺灣與大陸地區乃至國際鋪面工程之學術研究及實務發展有所助益。

研討會議邀請南非Professor WJ vd M Steyn及日本笠原 篤教授兩位跨學術與實務領域的專家擔任專題演講講者（如圖9所示），兩位皆為該國土木領域類之重要學者；在論文發表方面，為期獲致經驗交換與充分研討之效果，會議邀請14位審查委員由100多篇國內外投稿論文中挑選共計105篇學術論文，主題涵蓋鋪面材料、鋪面檢測、鋪面管理、營建實務及永續防災等最新研究成果；此外，研討會議籌劃「台灣市區道路高峰論壇」、「刨除料去化與冷拌再生瀝青混凝土規範初稿發表」兩場論壇，共邀集21位國內產官學



圖 9 邀請南非 Professor WJ vd M Steyn 及日本笠原篤教授擔任專題演講講者



圖 10 論壇主持人及與談人合影留念

研的專家學者，論壇主持人及與談人合影如圖10所示；深信本學會舉辦之研討會議將使鋪面工程材料再生及再利用領域邁向新的里程碑。

四、精進道路人行道品質，不餘遺力

本學會與國立宜蘭大學建築與永續規劃研究所及宜蘭縣政府於108年3月28日假宜蘭縣政府辦理「道路暨人行道品質精進研討會」，邀請宜蘭縣政府林茂盛秘書長、交通處林國民處長及瀝青公會林榮婕總幹事蒞臨



圖 11 研討會綜合座談時間

指導，研討會中邀請養護工程科翁鄭啟志科長（宜蘭縣道路暨人本環境計畫及實施成果）、內政部營建署道路工程組鄭惠心分隊長（都市人本交通規劃設計）、交通部公路總局養路組王韻瑾副組長（道路工程現場監造實務）、交通部公路總局第三區養護工程處高雄工務段張孟孔段長（道路鋪面設計實務）、國立中央大學土木工程系陳世晃教授（冷拌再生瀝青混凝土於管挖回填材料研發應用）等專家學者針對相關議題帶來精闢簡報，並安排綜合座談時間，讓寶貴經驗可充分交流與分享，如圖11所示。

五、辦理教育訓練，提升專業素質

本學會近年來勤於辦理各種教育訓練及研究計畫，扮演產、官、學界交流及合作之角色。本學會為了服務道路維護品質及人員培訓，使管線單位加強管控施工品質，各道路管理機關加強申挖至路面修復的流程管控，使管線挖掘施工期間，追蹤督導路面回填及施工品質達到「路平」之目的，以維持道路服務水準，配合臺北市、新北市與桃園

市政府推動管線挖掘施工管理之人員認證，與政府合力舉辦管線挖掘施工管理人員認證訓練班以輔導各廠商認知政府推行政策及如何確保管線挖掘工程之品質要求。

六、結語

中華鋪面工程學會以一貫積極態度參與各項鋪面相關研究計畫及相關工程實務，配合政府政策研擬法規及輔導產業，並舉辦多場次研討會及訓練班以培訓專業人才，未來亦將更努力扮演產官學界橋梁角色。本學會透過出版「鋪面工程」季刊以及「International Journal of Pavement Research & Technology (IJPRT)」學刊等學術期刊發表相關研究議題，其中IJPRT學刊為EI收錄之重要學術期刊。學會亦長期耕耘於鋪面各項技術及規範，並提供多項工程評獎及獎學金，期望服務全體會員及學子。近年積極進行國際交流，期盼能引進新觀念新技術，進而提昇本學會專業及學術地位，並積極參與各項有關國際道路鋪面相關學術以及工程實務事務活動，致力展現臺灣在鋪面工程領域之研究成果與技術創新，持續為臺灣及本學會爭取榮譽。

新一代園區的創新與轉化－專輯序言

台灣世曦工程顧問股份有限公司副總經理 / 廖學瑞

產業園區之設置主要透過提供公共設施吸引廠商聚集，進而節省成本支出，後續則是以此為基礎，引入創新思維創造群聚效應。國內產業園區開發至今已逾50年，從民國49年全臺設置第一個六堵工業區，至今已由政府及民間開發出不同體系之產業園區達120餘處，面積約38,509公頃（含自由貿易港區），幾占全臺灣開發用地（都市計畫之都市發展地區+非都市土地之開發用地）面積之9%，區位遍及全國各縣市。

國內產業園區開發經過不同時空之變遷，既有園區機能與產業類型已漸不符未來產業發展之需求，因此如何在不同管理機關、管理體制與開發模式下進行園區更新或新增擴充用地，將是未來最重要之課題。以下從環境及發展兩個面向來說明。

在環境面上，為兼顧促進產業升級及保存美好生活環境，發展低污染、高附加價值的園區已成為產官學界共同的期望。首要在透過擬定適當的園區發展策略，以吸引優秀科技人才的進駐及生根發展，並促進園區與

周遭環境的永續經營。最終目標為將產業發展融入自然生態之循環體系中，同時創造區域性兼顧生產、生活以及生態三生一體之優質生活環境。

在發展面上，由於全球經濟環境劇烈變遷，造成內在需求與外在環境改變，產業園區普遍面臨發展的瓶頸。在此困境下，各國紛紛導入新一代智慧園區之概念，除了通過資訊技術和各類資源的整合，以降低企業運營成本與提高工作效率，並加強各類園區創新、服務和管理能力外，將更積極朝向達成提升產業價值鏈、改善就業投資、協助廠商整合供需要素等為目標。因此，智慧園區不僅包含落實智慧工廠與智慧製造的基礎設施，積極面更朝向落實各項智慧服務所需的基礎設施，最重要的核心架構是以「智慧設施」為核心，並從「園區管理」、「園區服務」、「企業服務」等三大面向落實智慧園區基礎設施的建設。

基此，本期專輯主題為「新一代園區的創新與轉化」，內容共收錄包括「建構生態



維護與科技發展兼容的前瞻園區-以國家生技園區為例」、「從中科七星二階環評看園區開發之環評課題」、「科學園區水資源管理的挑戰與作為」、「科學園區土地使用計畫檢討與執行策略-以新竹科學工業區為例」、「科學園區發展經驗創新轉化與基礎設施智慧化之研究」、「產業園區智慧化營運及管理發展概述」等六篇文章，希望藉由產官學界專業人士就上述議題所提出精闢見解及相關工程案例探討，尋求臺灣產業園區創新與轉化可行的解決方案，將臺灣產業集聚發展與城市生活居住的不同空間有機組合，形成資源共享、土地充分利用的複合型產業空間區域，並突破傳統園區存在的管理與治理困境。

最後，感謝各篇撰稿人的熱心投入，使本專輯得以順利付梓，也期盼藉此為開端，有更多產官學先進提出對新一代產業園區更佳的理念與創意，為臺灣未來產業發展與環境保護開拓出更寬廣的領域。



建構生態維護與經濟發展之 前瞻空間－以國家生技研究園區為例

台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部協理 / 劉國慶
台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部正工程師 / 謝宜亨
台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部正工程師 / 張格維

關鍵字：國家生技研究園區、土地開發

摘要

國家生技研究園區（以下簡稱本園區）於107年10月開幕，建置期間歷經4任總統，其肩負促成國內生技新藥、新試劑、新疫苗研發，以及與新竹生醫園區串聯，建構完整的國家級生技產業廊鏈之重要角色。惟本園區內有豐富的沼澤生態，作家張曉風曾於8年前投書聯合報，呼籲政府勿開發該區，為臺北市保留最後一片肺葉，在中研院的努力下，本園區以「生態先行」為建設推動方向，並提出諸多優於法令標準之園區生態規劃措施，成為近年兼顧經濟發展及環境生態保留之新一代國家型研究園區。

民國97年至102年台灣世曦工程顧問股份有限公司受中央研究院委託辦理都市計畫、

水土保持計畫、環境影響評估、都市設計暨土地使用開發許可（第一階段）等部分，以下說明本案規劃階段之內容。

一、開發緣起

行政院為推動六大新興產業發展、加速推動我國生技產業，於98年10月7日核定「臺灣生技起飛鑽石行動方案」行動計畫，核心概念在於「強化價值鏈（value chain）第二棒的產業化研發」，期望能突破目前產業發展鏈上的關鍵缺口，由下一棒順利承接國內的基礎研發能量 [1]

生技與綠能產業因重視生態與環保，是未來發展之方向。目前臺灣學界在生技產業之研發成果相當豐碩，卻苦無往下進入「第



二棒」之契機；且研發單位極為分散，並未有效整合，導致學術研究結果無法發揮整體力量。生技園區興建後，將使學術研究與產業科技能真正銜接，不但能因此找出特色領域加以發展，更能增加就業機會，創造臺灣新的經濟產值。

然園區必須緊臨重要學術機構，否則難以整合學術資源並創造產業價值。依此方向，以協助國家發展生技產業之立場，規劃「國家生技研究園區」成為具有「轉譯醫學」平台功能之研究園區，選址在鄰近中研院之國防部第202兵工廠及高鐵南港站附近，俾便結合中研院與北部地區研發單位能量產生「群聚效應」[2]。

二、規劃背景

(一) 基地位置

本園區位於臺北市南港區，北側鄰近忠孝東路，東側與四分溪連接，南側近中央研究院，西側為國防部軍備局生產製造中心第202廠。用地面積約25.31公頃，開發基地位置詳圖1。

(二) 進駐單位

本園區內設置中研院生醫轉譯中心、核心主題中心及生物資訊中心，以利於將基礎研究銜接至動物及臨床試驗階段；另設育成

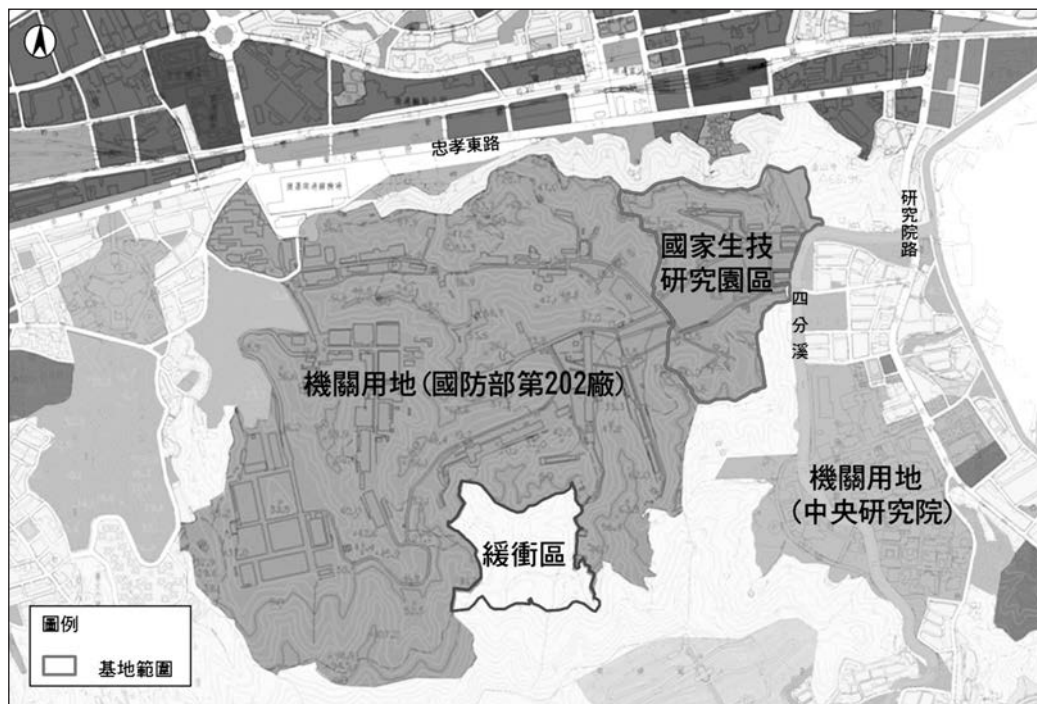


圖1 本園區位置示意圖



表 1 本園區進駐單位

進駐單位	管有單位
生醫轉譯研究中心	中央研究院
核心主題研究中心	
生物資訊中心	
育成中心	
創業服務中心	
國家實驗動物中心	行政院國家科學委員會
生物技術開發中心	經濟部
食品藥物管理局	衛生署食品藥物管理局

中心便於讓進駐廠商育成早期研發成果。此外，與園區研發密切相關的科技部國家實驗動物中心（NLAC）、經濟部生物技術開發中心（DCB）、衛生署食品藥物管理局（TFDA）等亦共同進駐，使用單位及機構詳表1。

（三）地景演變

依據1904年臺灣堡圖所繪之古三重埔埤範圍及歷年航空照片如圖2，古三重埔埤主要分布於計畫園區中央平坦區域，後續則因人為利用，逐漸縮減至1994年較開發前現況滯洪池還小之2處小埤塘，再整治成現在之滯洪調節池；園區周邊之丘陵地區則未有顯著之地形變遷。目前古三重埔埤在本園區部分，規劃為人工濕地復育區，對恢復古三重埔埤之舊貌、提升園區內整體蓄洪能力及對園區下游之防洪規劃有正面助益。

（四）生態資源

1. 全區生態環境概述

本園區所屬南港區位於臺北盆地東緣，

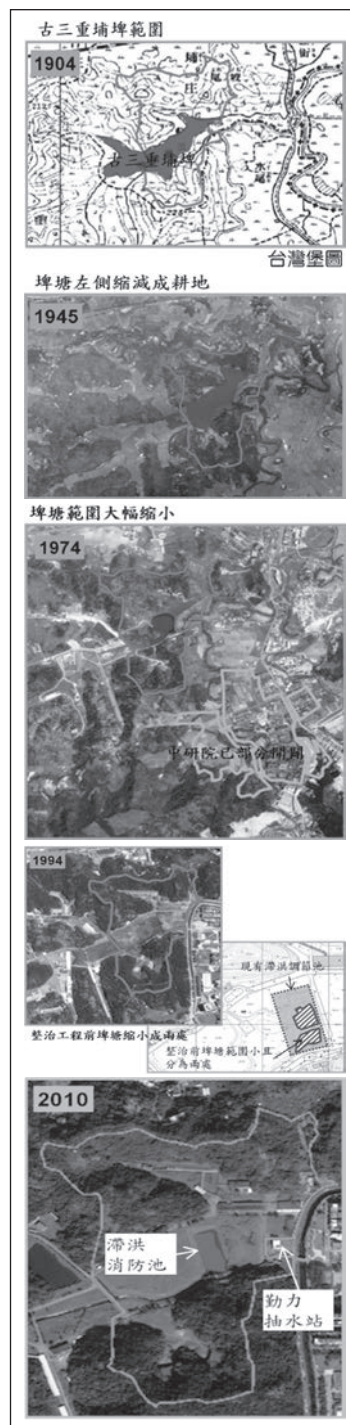


圖 2 園區三重埔埤演變歷程示意圖

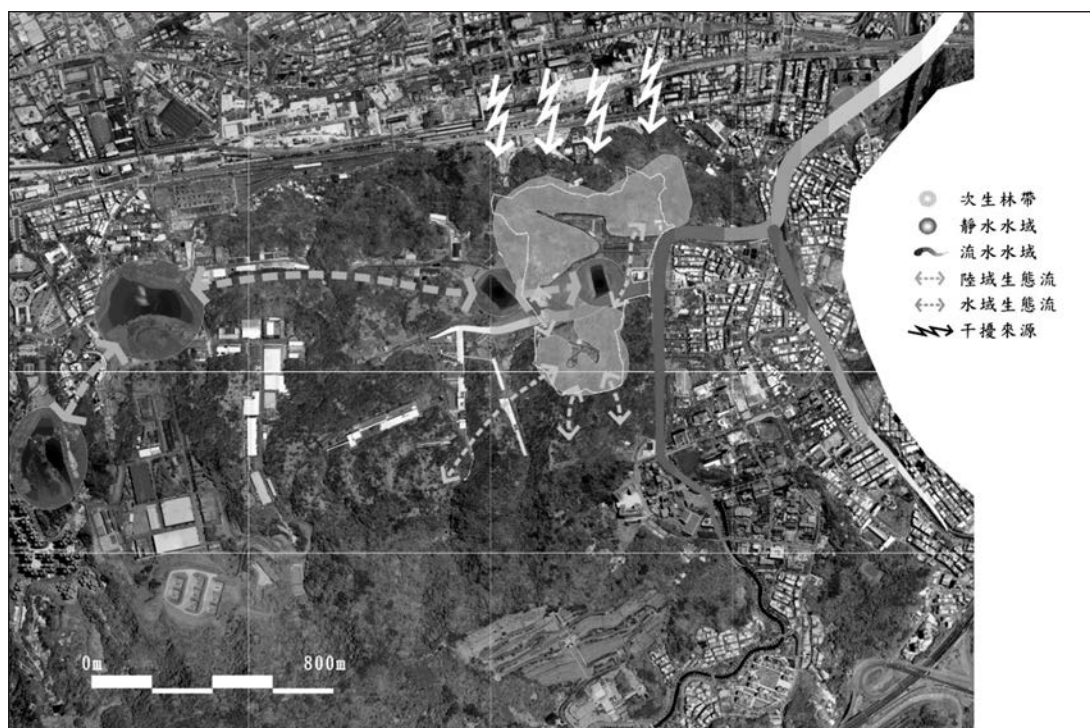


圖3 生態環境脈絡示意圖

基隆河下游南岸與南港山系北側，隨臺北市都市範圍的擴張，生活圈逐漸深入南港山系，原有的水田、埤塘等地景，因開發的壓力逐漸轉變成商業及住宅區，碩果僅存之埤塘散落在都市邊緣。本基地開發前現況為軍事管制區人為干擾較少，生態資源豐富，生態環境屬於都市近郊淺山生態系邊緣，成為都市生活與郊山生態交互作用最為密集之處，如圖3 [3]。

2. 陸域植物

基地北方與南方目前無大規模之人為干擾，保持自然度較高的次生林環境，調查共計發現植物111科270屬345種，惟未發現稀有或瀕臨絕滅之植物，植被分區如圖4。

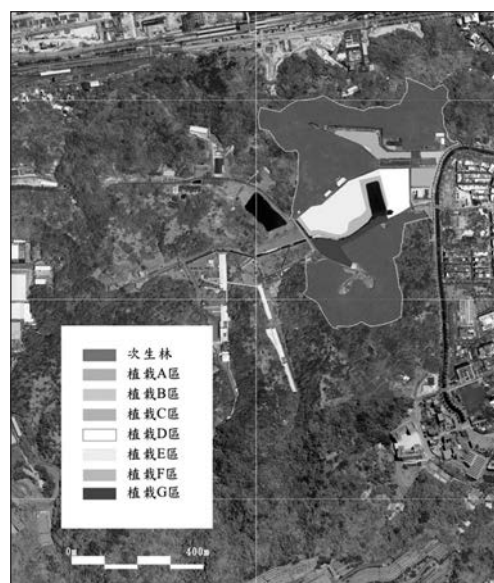


圖4 植被分區示意圖



3. 陸域動物

本園區與附近地區陸域動物於冬、春、以及秋季調查共記錄鳥類8目18科32種，哺乳類2目3科3種，兩棲類1目5科9種，爬蟲類1目5科5種，蝶類1目7科31種，其中發現鳳頭蒼鷹、松雀鷹、大冠鷲、領角鴟、黃嘴角鴟、臺灣藍鵲與龜殼花等7種保育類，目前也出現在中央研究院區內。

4. 水域生物

- (1) 四分溪上下游樣站並未發現保育類物種，數量較多之物種為吳郭魚。
- (2) 滯洪池與三重埔埤樣站滯洪池發現魚類共5種：高體鯽鰱、羅漢魚、大肚魚、吳郭魚、極樂吻鰕虎等，數量較多之物種為高體鯽鰱。底棲生物共7種：粗糙沼蝦、日本沼蝦、新米蝦、福壽螺、瘤螯、臺灣蜆、石蚌等。水生昆蟲共4種：猩紅蜻蜓、薄翅蜻蜓、青紋細蟬、水黽等。

(五) 土地使用

本園區範圍原屬國防部軍備局生產製造中心第202廠範圍，變更前土地使用為都市計畫機關用地。南北側為山坵環繞，中央區域地形平坦部分，係經整地形成一處完整坵塊，原現況使用為空地、排水溝渠與調節池（兼供消防池）為主，其中排水溝渠與調節池皆為臺北市工務局在納莉風災後，對於基隆河流域大坑溪、四分溪及其支流所進行的水利工程之一部分。基地北側近山坡地處原設有數個設施房舍，基地南側山坡地平地有兩處大型掩體庫房，房舍與庫房皆為第202廠興建使用，如圖5。

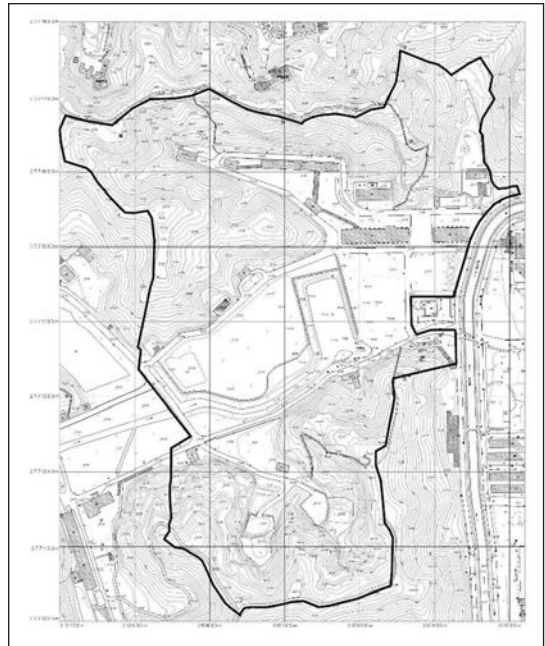


圖5 園區既有發展現況圖

(六) 地形高程

本園區屬大坑溪西側之西部麓山帶丘陵地形區及臺北盆地河谷地形區，地勢大致平緩，基地內平坦地區之高程約在16公尺以下。平坦地區周邊環繞麓山帶丘陵地形區，地勢則呈高低起伏狀，高程約為16公尺至60公尺之間，山嶺脊線大致呈東西至東北走向，邊坡坡面多呈向北或向南傾斜，地表多為雜林，基地地勢高程如圖6所示。

依據「臺北市都市計畫劃定山坡地開發建築管制規定」附件之規定，本基地採用坵塊法進行坡度分析，其結果為坡度30%以上面積約占基地面積之45%，坡度30%以上之自然山林將不做任何開發，保留現有生態環境。

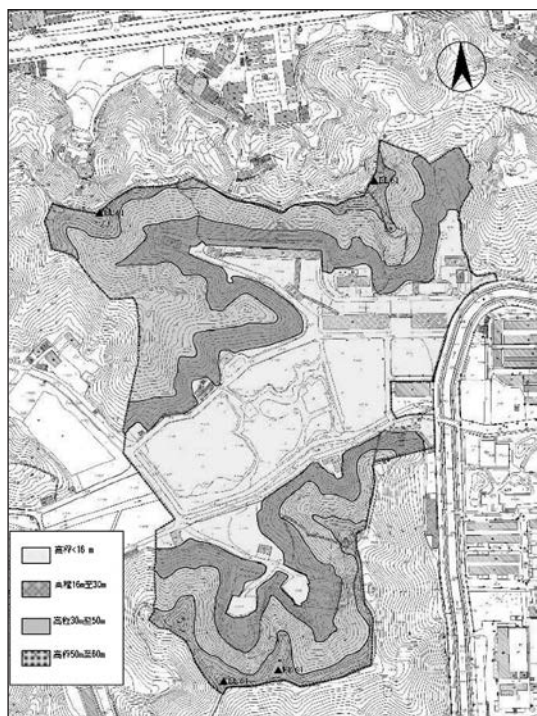


圖 6 基地高程分析圖

三、規劃內容

(一) 空間規劃原則

本園區空間規劃之主要概念為善用現況豐富之自然資源，結合建築與景觀設計手法，創造出生技研發、生態復育、自在生活三者融合之綠色研究園區。

1. 量體減少原則

「最小開發、維護最大生態」之目標。

2. 綠地保留原則

園區及滯洪池西側，生態考量保留或增加綠地。

3. 濕地復育原則

以人工濕地方式復育早期三重埔埤之濕地功能。

4. 綠廊復育原則

復育低海拔原生樹林，作為生物棲息遷移廊道。

5. 蓄洪增加原則

現有滯洪池與西側草地結合，增加蓄洪調節。

6. 社區友善原則

取得環境教育場所認證，提供民眾環境教育。

(二) 土地使用配置

1. 機能分區

依據園區的對外關係及既有自然資源，土地使用規劃概分為研究專區、人工濕地復育區及生態保留區三大部份；再以各建築物的使用機能為基準，將研究專區劃分為六分區（街廓）；配置上強調公私領域的次序，以避免不必要的干擾；並著重各分區本身的便利性、完整性，以及分區之間的關聯性、互動性與未來的發展彈性，如圖7、表2。

(1) 人工濕地復育區

保留現有滯洪池，將其西側填土堆高草地改為人工濕地，復育原三重埔埤的濕地及生態功能；並在其北側復育低海拔原生林帶。人工濕地與既有滯洪池體結合，增加蓄洪調節能力。設置生態渠道、浮島以營造生物多樣性棲地環境，改善現有之生態環境，提供市民

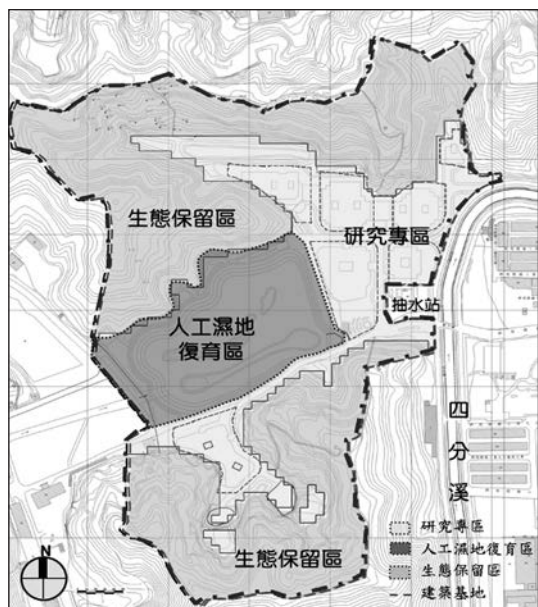


圖 7 全區土地使用配置圖

表 2 土地使用計畫表

使用項目			面積 (公頃)	百分比 (%)
生態保留區			14.19	56.06
人工濕地復育區			4.00	15.80
研究專區	1	生醫轉譯研究中心	0.78	3.08
	2	食品藥物管理局	0.33	1.30
	3	育成中心	0.47	1.86
		創業服務中心	0.11	0.43
		生物技術開發中心	0.38	1.50
	4	生物資訊中心	0.15	0.59
	5	核心主題研究中心	0.44	1.74
	6	國家實驗動物中心	0.54	2.13
	7	區內道路、人行道及開放空間	3.92	15.49
合計			25.31	100.00

一處極富環境教育價值之戶外教室。

(2)生態保留區

南、北兩側坡度30%以上之自然山林不做任何開發，保留現有生態環境。

(3)研究專區

其餘土地供中研院、衛生署、經濟部、國科會，或園區共用。

2. 變更歷程

本園區兼顧生態保育及國家發展，2010年4月配合「臺灣生技起飛鑽石行動方案」，結合國內生技研究單位形成群聚效應，2010年5月回應社會期許，縮小建築開發量體，保留草地範圍，最後參採各方建議，以環境再生理念，兼顧生技研發及生態復育之雙贏策略。

本園配合環境議題與歷次相關審查會議結論，朝縮小開發量體，建物集中配置及擴大濕地復育範圍等方向努力，如表3所示，建築街廓面積由6.13公頃縮小為3.2公頃，濕地復育面積更由原0.65公頃擴大為4公頃，園區進駐人次亦由4,750人降低為2,242人，歷次變更方案如圖8～圖12。

(1) 民國98年：兼顧生態保育及國家發展。

(2) 民國99年：配合「台灣生技起飛鑽石行動方案」，結合國內生技研究單位形成群聚效應。

(3) 民國100年：回應社會期許，縮小建築開發量體，保留草地範圍。

表 3 土地使用變更歷程

分區名稱	時間	98 年	執行方案
研究專區建築街廓		6.13 公頃	3.20 公頃
古三重埔埤濕地復育		0.65 公頃	4.00 公頃



圖 8 民國 98 年原規劃方案



圖 10 民國 100 年環評通過方案



圖 9 民國 99 年提報經建會方案

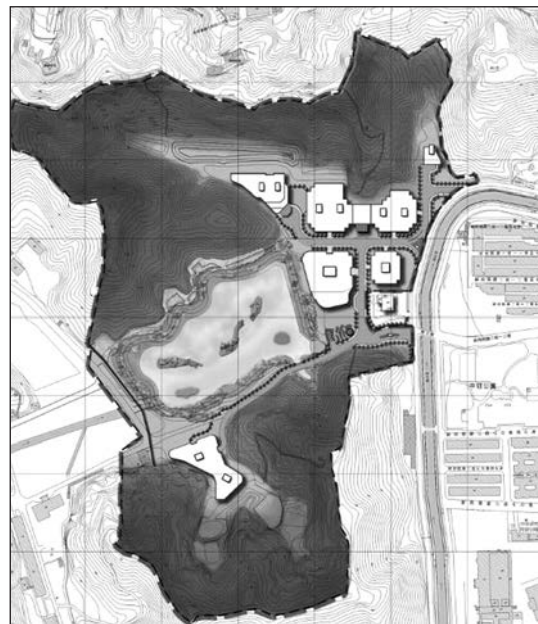


圖 11 民國 102 年開發許可通過方案

(4) 民國102年：參採各方建議，以環境再
生理念，兼顧生技研發及生態復育之雙

贏策略。

(5) 民國107年：兼顧園區有生態功能良好

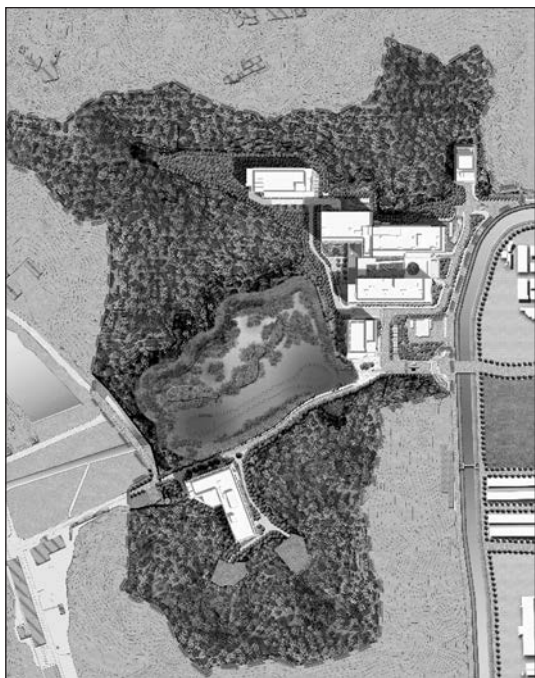


圖 12 民國 107 年開發營運方案（中央研究院提供）

之淺山森林生態系，及復育古三重埔埤濕地及提供生技研發建築群，在開發過程中，力行人類對森林生態系之維護、濕地生態之復育，以及明智利用已開發地的不同做法。

3. 開放空間系統

保留本園區南、北側既有山坡地，不作任何開發，大片自然林帶即成為園區獨一無二的天然資源。在自然林帶和建築物之間設置中介開放空間，包括帶狀或塊狀開放綠地、廣場和中庭等，以降低量體衝擊，發揮視覺美化功能；並提供園區員工及附近居民戶外討論、交誼及休憩等活動使用。規劃將基地現有之人工滯洪池改為生態滯洪池，結合其西側之人工濕地，再與部分改道後的生



圖 13 開放空間系統

態渠道連貫起來，形成一完整的水域空間，極富生態復育功能及環境教育價值，成為整個園區的特色所在，如圖13。

依據各類型空間未來應扮演之功能角色劃分為六大機能分區，其中自然林帶再細分為生態保留區與低海拔原生林帶復育區，水域空間細分為生態滯洪池與人工濕地復育區，園區中介開放空間則區分為服務性空間與廣場及綠地。並依照該空間既有的自然資源特性，創造最佳的園區環境使用模式，與結合區域生態環境的復育與保育，塑造全新的園區風貌。開放空間之機能分區如下，如圖14：

(1) 生態保留區

園區內坡度超過30%以上之山坡地劃設為生態保留區範圍，地貌現況為次生林林地；

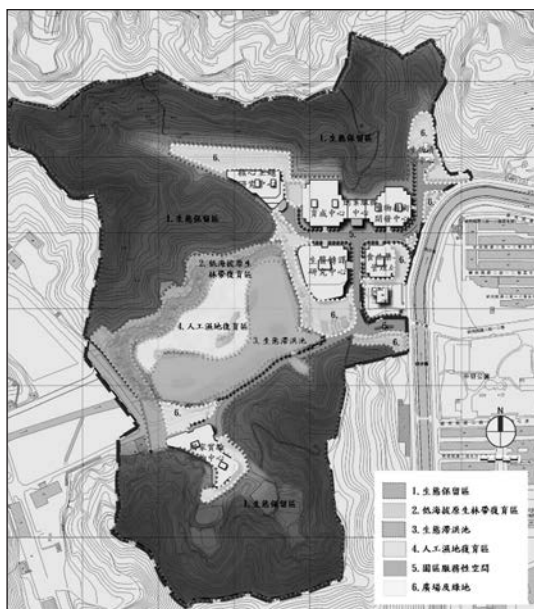


圖 14 開放空間規劃

未來林相將完整保留及保護，嚴格限制不得做任何開發，並屬於園區施工時期應加強保護之範圍，規定不得以任何施工行為擾動之。

(2) 低海拔原生林帶復育區

介於次生林帶至人工濕地間區域，計畫將採取漸進式複層原生植物復育林設計，初期應以本地陽性先驅之喬木層、灌木層及地被層等為主。

(3) 生態滯洪池

收集並調節園區地面雨水及週邊區域排水，未來計畫增加生態功能，配合多樣化與複層植栽種植，建構多孔隙生態池體結構，強調水域生態環境復育與保育，塑造多元物種的生態環境。

(4) 人工濕地復育區

擇定不同之棲地類型及條件進行設計，考慮因素包含水深（深、淺）、水岸結構（泥

岸、灘地、草坡）、陸島、水生植物、濱水林帶等，規劃選定營造之標的「棲地」環境。

(5) 服務性空間

主要為園區建築量體周邊之服務性空間區域，包括車道、人行道及停車空間等類型，為未來園區中主要的戶外活動使用區域。

(6) 廣場及綠地

提供員工及附近居民親水賞景、休憩、散步、慢跑等日常活動需求外，未來將另提供環境教育及生態教學導覽解說等功能。

四、生態補償措施

(一) 人工濕地暨生態滯洪池

1. 功能說明

- (1) 提供園區與三重埔埤間的水系連結，提升整體滯洪空間功能。
- (2) 塑造多樣化的水域環境，提供兩棲類、爬蟲類、魚類、水禽、昆蟲、水生植物等棲息環境。
- (3) 於中央與西側各設置一處生物廊道，增加南、北次生林生態系串連。

4. 避免水泥化池體與設施，增加地表水自然入滲機率，補助園區地下水水源。

2. 設計原則

本園區人工濕地生態復育，將塑造林澤、草澤、陸島、浮島及不同深淺水域等多樣化的棲地環境，以恢復古三重埔埤濕地生態功能為目標，如圖15。

- (1) 人工濕地與生態滯洪池除溢流設施外，並減少水泥設施運用。
- (2) 水池剖面具備多樣性，有推移帶、淺水域和深水域等不同的水域空間，提供不

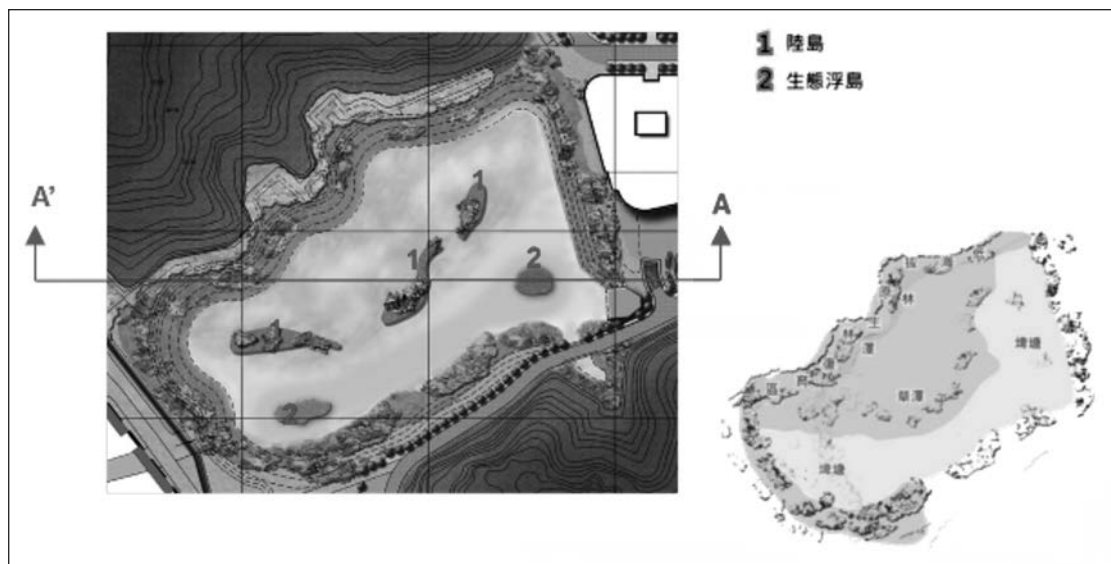


圖 15 人工濕地配置圖

同的魚類棲息空間。

- (3) 推移帶的物種包含挺水、浮葉、沉水、漂浮等不同的水生植物。
- (4) 滯洪池具補助地下水的功能，低水線以上邊坡應具備滲透功能。
- (5) 水池池底避免以水泥封底，降低底層生物的能量交換。
- (6) 為提供生物棲息與繁殖復育，濕地與滯洪池周邊避免設置環湖步道，減少人為的干擾。

(二) 生態廊道

現況環境南北山系呈現東西向切割，使棲地產生不連續的狀況，干擾動物移動。為解決此一問題，設置二處生態廊道作為替代補償性設計，主要利用原生林帶復育區與隔離土坡綠籬的所形成的西側陸域生態廊道，

及滯洪池水域與穿越聯絡道路跨橋下方渠道式通道形成的中央生態廊道，提供園區爬蟲類、兩棲類棲地自由遷移活動使用。工程設計階段並由中研院生態研究學者參與指導，如圖16、圖17、圖18。

伍、結論

「國家生技研究園區」之設計為強化第二棒研發，促進生技醫藥技術走向臨床試驗和產品發展階段，除可加速推動生技起飛方案外，預期將可對臺灣生技產業環境產生擴散效果。我國亟需在臺灣通過上市的新藥作為生技醫藥發展的成功案例，而此園區將快速催化成功案例的形成，此為本園區推動之必要性。

就環境面而言，本園區若不開發，則將

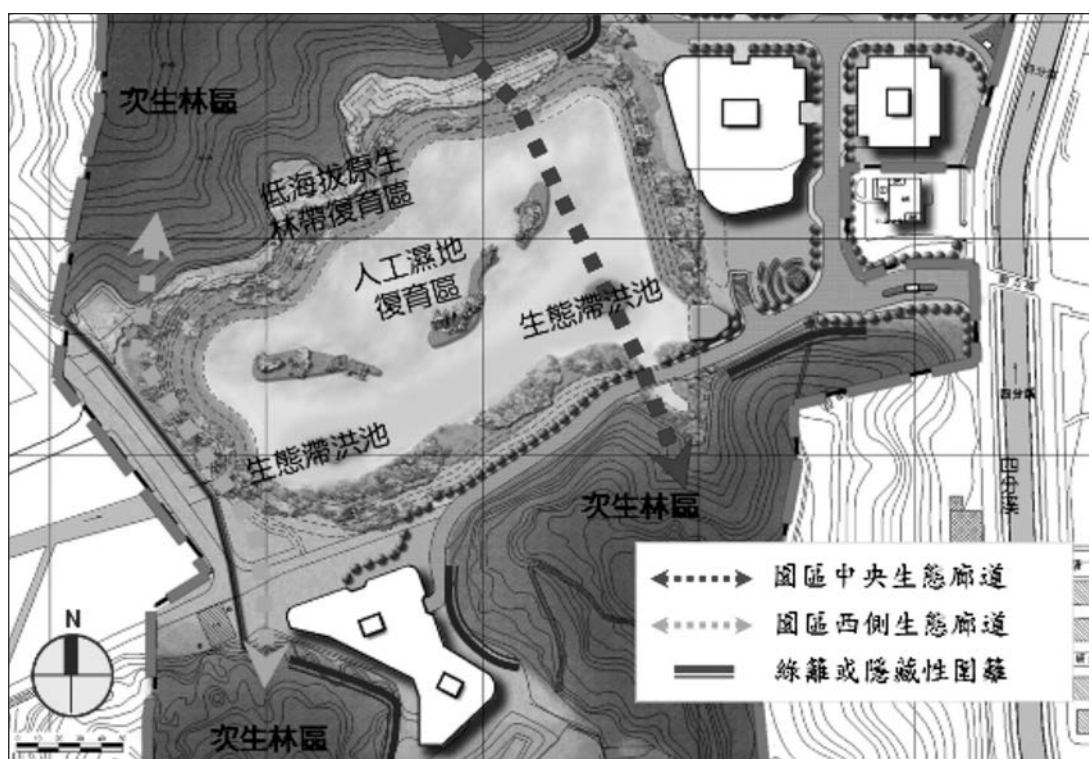


圖 16 園區生態廊道示意圖

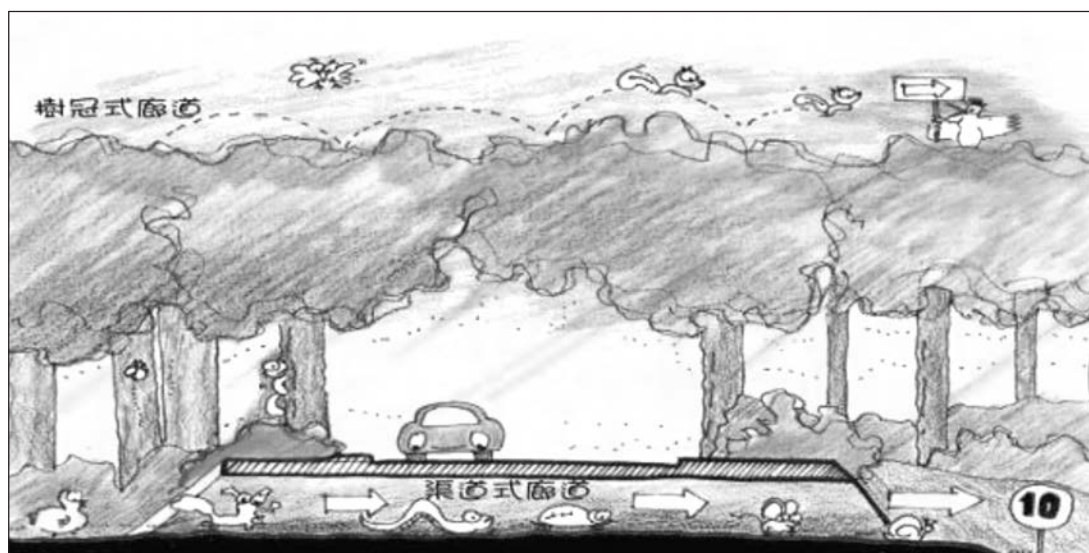


圖 17 園區中央渠道式廊道示意圖

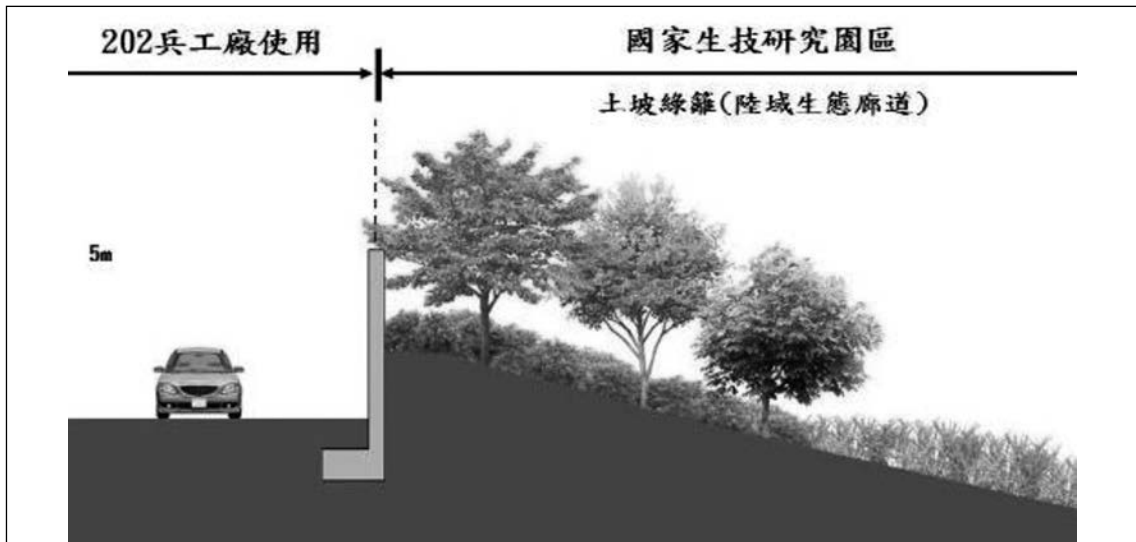


圖 18 西側生物廊道示意圖

維持原用地狀態，仍屬軍事管制區，繼續生產砲彈，對於生態環境之貢獻度相對並不高。計畫園區之開發係遵循「最小開發、維護最大生態」之目標，訂出「量體減少」、「綠地保留」、「蓄洪增加」、「綠廊復育」、「濕地復育」及「社區友善」等六大環境增益作為，將建築物集中配置於現有滯洪池東北側，並移除滯洪池西側現況以填土堆高之草地，及以接近自然溪流的生態渠道取代三面光水泥渠道，規劃為人工濕地復育區，以期恢復古三重埔之舊貌，並呼應生態調查之建議，營造棲地多樣性、提供生物自由遷徙的生物廊道，同時也擴大原有滯洪池的調節能力。

園區生態復育計畫，除保留園區南北兩側山坡、次生林，及避免破壞現有之生態環境外，並進一步將已被人工填土長草的原濕地環境重新復育為濕地、低海拔原生林帶，

不但豐富園區內生物棲地之多樣性，並藉由設置土坡綠籬，提高南北山丘間動植物往來之關連性，更進一步將園區建設為「乾淨的都市綠肺」。

故本園區開發後之生態環境、濕地復育、滯洪能力將獲得改善，未來園區亦將藉由鼓勵市民志工參與、依法申請認證為環境教育場所等，努力提升園區生態及環境品質。

參考文獻

1. 國家生技研究園區開發計畫，中央研究院，101年4月。
2. 國家生技研究園區都市設計暨土地使用開發許可審議申請書，中央研究院，102年3月。
3. 國家生技研究園區開發計畫環境影響說明書，中央研究院，101年7月。



科學園區發展經驗創新轉化 與基礎設施智慧化之研究

國立成功大學都市計劃學系教授 / 孔憲法

台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部經理 / 蕭勝雄

國立成功大學研究總中心（國土中心）助理研究員 / 閻永祺

國立金門大學都市計畫與景觀學系助理教授 / 陳秉立

關鍵字：科學園區、創新系統、智慧基礎設施

摘要

科學園區不僅是帶動高科技產業發展的重要政策與工具，更是臺灣創造亞洲經濟奇蹟的重要基礎，發展中國家亦透過各種管道協請國內規劃單位將臺灣科學園區經驗轉化於不同地區。隨著全球科技產業的變化，為持續增強園區競爭力，科學園區之發展需要不斷進行動態調整，科技部因此逐漸改變政策方向，引導科學園區朝向「區域創新系統」與「新創事業」之發展型態。在此架構下，政府科技投資亦逐漸朝向「創新」及「智慧」兩大面向，創新部分包括「科技研發計畫」及「創新基礎建設」，智慧部分則包括「智慧基礎建設」及「智慧園區管理」。本文透過訪談及二手資料分析，探討兩大議題。第一，科學園區發展經驗及其轉化之內容；第二，園區推動智慧化設施

之政策思維及推動策略，以作為後續園區規劃之參考。

一、前言

根據行政院經濟建設委員會整理臺灣經濟發展策略[1]，本文將國內經濟發展階段概分為工業化（1950-1970）、電子化（1970-1990）、資訊化（1990-2010）、智慧化（2010-迄今）等四大階段，其中工業園區的開發在推動科技創新、產業升級、經濟發展中皆扮演重要的角色。回顧臺灣開發工業園區的經驗，從1960年全臺設置第一個六堵工業區至今已逾50年，期間配合整體國家產業政策，開發出不同類型的工業園區，如科技部（組改前為國家科技發展委員會）的科學工業園區、經濟部的編定工業區與加工出口區、都市計畫甲種乙種工業區。其中新竹科

學工業園區（以下簡稱竹科）的設置，不僅是國內第一個科學園區，亦是工業化跨入電子化及創造臺灣經濟奇蹟的重要推手。

從國內外文獻可知，科學園區不僅是國內帶動高科技產業發展的重要政策與工具[2, 3]，竹科更是世界知名的成功案例[4, 5]，接續竹科而設立的南部科學工業園區（以下簡稱南科）及中部科學工業園區（以下簡稱中科），在臺灣西部構築一條「西部走廊」，至此臺灣西側形成一條相對完整的科技帶，涵蓋的產業包含IC半導體、精密機械、電通、電腦及其週邊設備、生物科技及光電等主要產業。隨著時空的演進與環境的變遷，科學園區在開發定位、區位需求、法令規範、空間機能、營運管理等面向，產生了創新性及結構性的影響與轉化，發展中國家亦透過各種管道協請國內各單位轉化臺灣科學園區經驗。

近年，由於科技產業生命週期的快速改變、生產行為與環境保護的衝突，園區土地及廠房閒置、科學園區作業基金負債、環評缺水爭議等議題相繼浮現檯面[6]，致使園區管理需要不斷進行動態調整[7]。園區管理單位為持續增強科學園區產業競爭力，園區管理事業由服務區內大型製造之型態，逐漸朝向扮演「區域創新系統」與推動「新創事業」之兩大發展主軸。政府亦轉而朝向「創新」及「智慧」兩大面向進行科技投資。

在此發展脈絡下，本文透過梳理既有文獻、案例及政策資料，搭配專家訪談，整理以下三大內容。第一，國內科學園區的重要發展經驗及創新轉化案例；第二，國內近年推動創新及智慧的思維及重點作法；第三，

智慧設施在下世代科學園區發展的重要性。文章架構除前言外分為四大部分。第一，分析國內科學園區的發展現況，並將其與經濟發展階段進行對話；第二，根據團隊的研究與實務經驗歸納國內科學園區的重要發展經驗及創新轉化案例；第三，就創新與智慧兩大面向整理國內科學園區的做法及下一階段任務；最後則是提出結論與未來展望。

二、國內科學園區發展現況

國內科學園區指依據「科學工業園區設置管理條例」所設置的產業園區。竹科設立於1979年並於1980年12月15日完工，發展最為成熟。南科設立於1997年，中科則設立於2003年，自此在北、中、南三大核心園區形成高科技產業創新走廊，更有利於加速推動臺灣成為全球創新研發中心。三大核心園區計有以下13個基地，共計有4,662.95公頃，其分布如圖1。



圖 1 臺灣科學工業園區分布及開發情形

資料來源：科技部網站

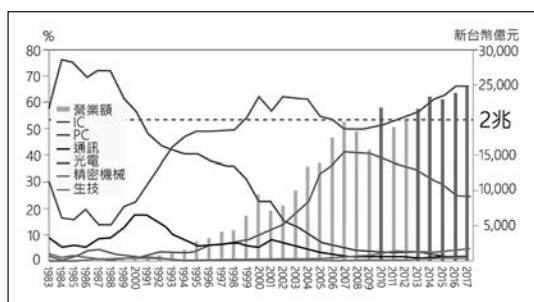


圖 2 科學園區 6 大產業發展歷程圖

資料來源：科技部網站

根據科學園區統計，2017年12月止國內科學園區入區登記廠商家數943家、從業員工數達27萬2,194人，營收達24,615億元，較前一年度成長3.58%，前三大營業額分別為積體電路（66.10%）、光電（24.43%）、精密機械（4.56%）。由圖2可看出1980年代科學園區初期以PC產業為主軸，產值高達總額80%，1990年代PC與IC產業產生黃金交叉，其後PC產業呈現衰退，IC產業呈現高度成長維持至今。

由於當時產業與消費環境有很大的轉變、全球化市場競爭加遽，加上開發中國家迅速崛起，全球市場及資源重新分配，致使產業競爭環境更加激烈。企業開始透過資通訊科技提升產業經營效率，開發創新經營模式，滿足客戶需求，創造更大效益，臺灣電子化亦邁向以IC為基礎的產業及產品資訊化階段。

科學園區的光電產業在初期產值不高，直到1997年南科成立後，產值逐年上升，到了2008年呈現最高峰。事實上，竹科的發展經驗，加速了南科的成長路徑，由圖3可看

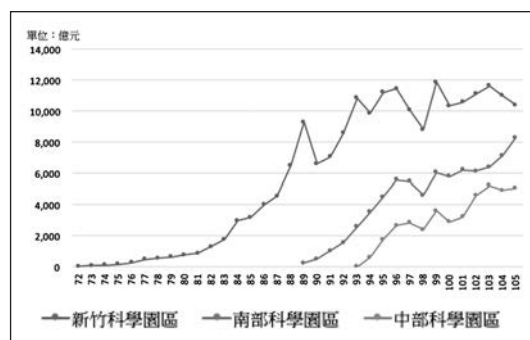


圖 3 1983~2016 年各科學工業園區營業額變化（單位：億元）

資料來源：科技部網站

出竹科花了20年的時間達到的廠商數與產值規模，南科花了10年完成，兩者都還在持續成長。顯示南科的成長不僅吸收了竹科的經驗，更創造了自己的成長模式，也成為後續中科開發重要的參考經驗。

根據科學園區發展現況的分析，可看出幾個值得規劃人員深入探討之重要方向。

- 竹科的設置與規劃有其特殊的發展脈絡，其開發經驗對國內外產業園區之影響，如南科、中科及海外園區。
- 園區總營業額雖呈現上升，但近年有趨緩的趨勢，面對此情境，園區下一階段之整備工作。三大科學園區在此前提下，發展出何種智慧及創新模式。

三、國內科學園區發展經驗之創新轉化

國內科學園區已經走過38年，即將邁入第40個年頭，累積非常多的規劃及服務經驗，本文根據相關文獻及世曦研發計畫成果報告整理出以下9大重點[8-13]：



1. 國內科學園區開發初期以生產製造為主，研發創新為輔；隨著發展成熟，逐漸以創新為主軸，指導園區製造能量。
2. 強調建構「科學城規模」及「地方政府的角色」，思考園區區位評選。
3. 不同於歐美以「民間機構」為開發主體，國內科學園區以「政府」為開發主體，其中竹科屬於「中央政府主導，地方政府配合」，南科、中科吸取竹科經驗，轉而朝向「地方政府主導，中央政府協助」。
4. 透過「剛性法令」與「研究能量指標」為基礎，管控進入園區產業類型與資源投入形式。
5. 成立「園區審議委員會」納入專業考量與提供營運彈性。
6. 從「在地優勢產業」選擇預計引入園區之重點產業。
7. 成立「園區專責管理單位」與「單一窗口」負責廠商營運服務管理業務。
8. 以都市計畫「特定區」工具搭配「分期分區」計畫落實三生環境。
9. 提供「各項優惠」吸引廠商進駐。

本文選擇世曦團隊實際參與的規劃案例，考慮國家特性、年份、開發主體與園區屬性後，最後選出案例一2007年由越南工業區、案例二2009年史瓦濟蘭農業生技園區、

表 1 科學園區創新轉化案例整理表

	越南 芭善工業區	史瓦濟蘭 農業生技園區	南通 科學工業園區
開發年份	2007	2009	2015
國家	越南	史瓦濟蘭	中國大陸
座落地點	永福省 平川縣	曼齊尼	江蘇省 南通市
開發主權	民間主導	國家主導	地方主導
園區面積	327 公頃	108.82 公頃	956.47 公頃
重點產業	電腦	生物科技	半導體

案例三2015年南通科學工業園區等三個案例進行說明。三個案例共同點在於案子之起源皆源自希望透過規劃手法複製臺灣科學園區之經驗，差異之處則在於規劃團隊會因為每個案例國家與地方現況，有不同程度之差異，基本資訊如下表1說明。

(一) 越南百善工業區

越南位於中南半島，面積約33萬1,690平方公里，2016年底，人口約有9,270萬人。越南自1986年開始施行革新開放後，其經濟體制開始向國際接軌。1987年頒佈外國投資法，2007年加入WTO，2011年先後推出「2011-2020社會經濟發展戰略（SEDS）」及「2011-2015社會經濟發展計畫」，嘗試有效地融入國際經濟。越南外人直接投資（FDI）由1988年的3億美元，迅速成長至2016年的209.5億美元，同期間對外出口貿易也由10億美元成長至1,621.12億美元。

本案則是在此發展脈絡下，民間電腦公司（以下簡稱委託廠商）2007年委託世曦進行規劃，隨後並投入7,500萬美元興建百善（BA THIEN）工業區。百善工業區位於河內

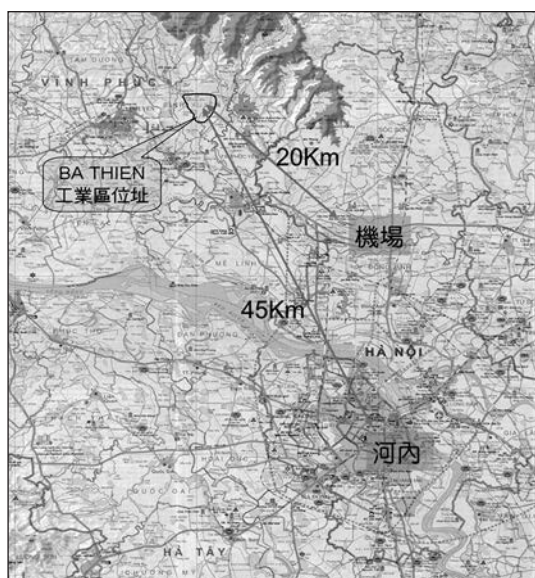


圖 4 越南百善工業區區位示意圖

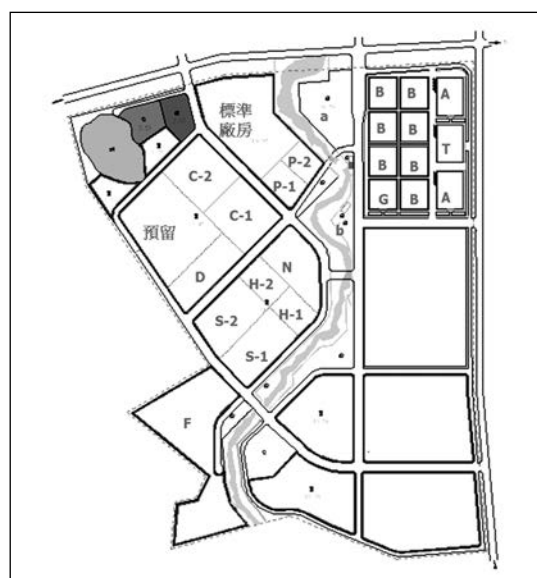


圖 5 越南百善工業區土地使用配置圖

市的西北方約45 km處，距離機場約20 km，相對位置如圖4所整理。本案規劃面積約327公頃（由越南政府提供），委託公司使用約100公頃，其餘土地則提供給協力廠商使用，建立NB生產鏈。本案主要由民間委託廠商主導，規劃團隊根據國內科學園區經驗提出以下規劃重點：

1. 提出分期分區發展計畫：2007年越南開始開放投資，考量政策不確定風險與資金到位時程，團隊提出分期分區發展計畫。計畫中將100公頃分成二期進行開發（如圖5），第一期開發產業區32.09公頃（一個完整區塊），第二期預留60.34公頃（6大產業區塊）。
2. 留設大面積區塊提供發展彈性：對照土地使用計畫（圖5），第二期6大產業區塊

中，除其中一個區塊已經有擬訂細部計畫（31.48公頃），其餘區塊四塊則是預留（19.7公頃、19.05公頃、10.8公頃、10.79公頃），此區塊大小則是依照臺灣科學園區之經驗數據，配合當地狀況進行調整（如南科每個區塊約預留20-40公頃）。

3. 利用規劃與管制手段確認園區品質：科學園區不僅留設將近30%的公共設施用地（如圖6），配合都市計劃建蔽率與容積率之管制規範，確保園區未來開發品質。
4. 強調人車動線分離：科學園區強調以人為主的生產環境，因此所有的交通系統亦需以人之活動為優先，才能吸引人才進駐，因此規劃團隊在此前提下，配合分期分區發展，擬定出不同規劃期程之人行與車行動線。



圖 6 越南百善工業區公共設施配置圖

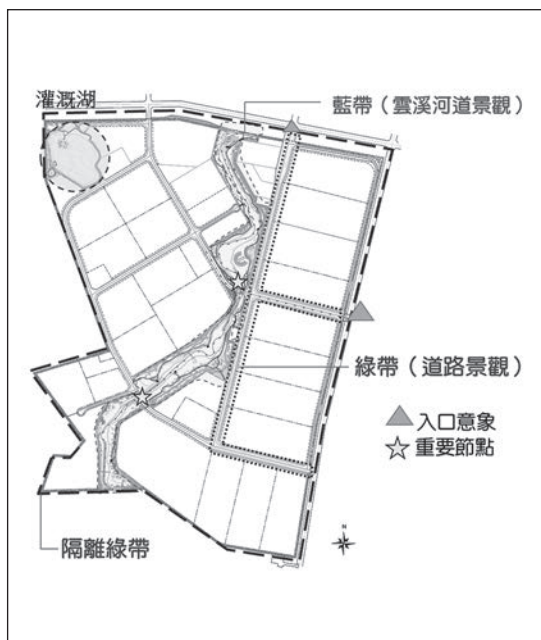


圖 7 越南百善工業區藍綠帶系統整合圖

5. 透過景觀規劃整合藍綠系統：利用現有河道及水圳系統，創造園區內之滯洪效能利用生態手法進行多元水景生態風貌，包括淺灘濕地、廣深水池、軟硬渠底、軟硬護岸，如圖7所示。此部分對照國內科學園區規劃，亦可發現竹科時期並未整合藍綠系統，到了南科時期，不僅善用既有大排系統，並配合滯洪池規劃，建立完整的景觀系統。

5. 設置管理中心：由於進駐廠商多為委託廠商的協力廠商，因此基於國內科學園區管理經驗，由委託廠商成立管理中心，協助廠商進駐與對外協商事務。

6. 由此可看出，委託廠商原為新竹科學園區之廠商，因此對於科學園區相當熟悉，加

上世曦規劃竹科與南科之經驗，因此在規劃階段，便已提出建構產業鏈之構想，並提出落實計劃。事實上，根據國內既有經驗，委託廠商可歸類為旗艦廠商，因此已具備重要成功條件，但不同於竹科與南科管理單位，委託單位除了具備旗艦廠商身分，更兼具後續管理之角色中心。

(二) 史瓦濟蘭農業生技園區

史瓦濟蘭位於非洲南部之內陸國，其北、西、南三面與南非接壤，東面為莫三比克，面積17,363平方公里（臺灣約36,193平方公里），人口約有113萬人。農業為史國首要就業部門，約佔全國就業人口70%，2016年產值佔GDP之比重為6.3%。農產品以蔗糖、柑橘、玉米、鳳梨、棉花、木材及牛

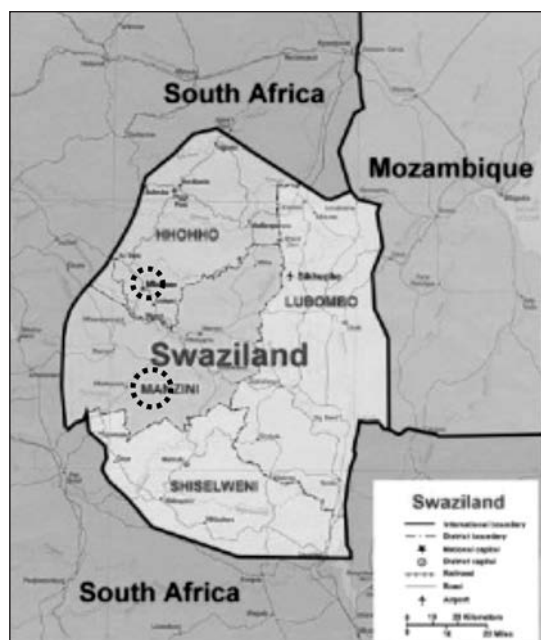


圖 8 史瓦濟蘭農業生技園區區位位置圖

肉等為主，上述產品經過加工後成為製造業（飲料及食品加工、紡織業、木材紙漿業），成為史國主要創匯來源。

由於史瓦濟蘭為內陸國，面積小於臺灣（約臺灣1/2），加上資源有限，南非是主要進出口國家（各占約60%），因此史瓦濟蘭相當依賴南非。2009年史瓦濟蘭由於當時面臨外資減少，失業嚴重，經濟自主性低，促使官方推動各項吸引外資計畫。史瓦濟蘭透過外交部，請世曦協助規劃科學園區，帶動經濟發展。科學園區預定之區位在Manzini區（史瓦濟蘭工商大城），距離首都Mbabane（位於Hhohho區）約40 km（如圖8），緊鄰史瓦濟蘭最大之Matsapha工業區。Matsapha工業區興建於1960年代，該工業區土地約645 ha，土地全為國有，由企業部負責

租售，主要產業為勞力密集、出口導向為主之輕工業，如紡織成衣業、食品加工業、木製品、紙製品、塑膠及化學工業、金屬製造業等。

史瓦濟蘭農業生技園區不同於案例一，該案主要是由中央政府主導，且不具備關鍵旗艦廠商與產業定位，因此規劃團隊不僅須規劃園區，同時必須思考進駐產業。規劃團隊評估史瓦濟蘭在地產業結構，指出規劃科學園區未來在市場定位與招商上會碰到很大的困難，因此考量在地產業結構與人力資源後，建議從農業與食品加工業出發，逐漸轉向高科技產業，因此提出農業生技園區之構想。以下則就規劃重點思維進行分析與論述：

1. 引入特定區及科技城觀念進行區內規劃：
由圖9可看出考量在地的基礎設施不足情況，基地不僅朝向具備住宅、商業、工業使用之使用，同時已納入保存在地文化聚落與後續擴大區塊，此部分在空間佈局上更接近科學園區與科學城之布局形式。
2. 引入R&D與實驗室空間：不同於歐美與日韓科學園區，國內科學園區強調研發與生產兼具之產業園區。由其考量國內早期經濟狀況，發展模式是朝向以生產引導創新研發，近年才轉型為以創新引導製造。因此規劃團隊考量史瓦濟蘭經濟現況，因此建議生技園區同樣以製造引導創新，（圖10）。
3. 透過土地使用管制開發進程：本案生物科技產業使用面積約48%，服務區約占



圖 9 農業生技園區周邊環境示意圖

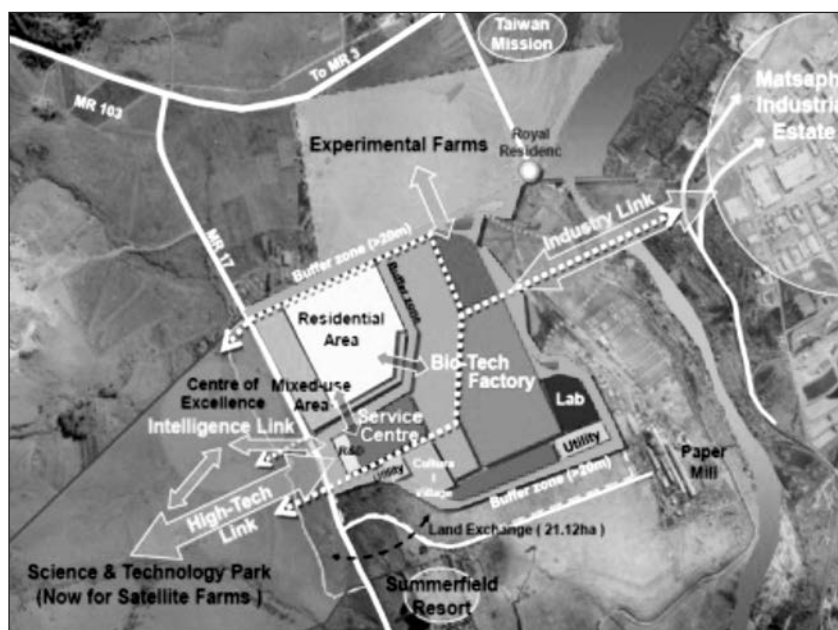


圖 10 農業生技園區開發構想圖

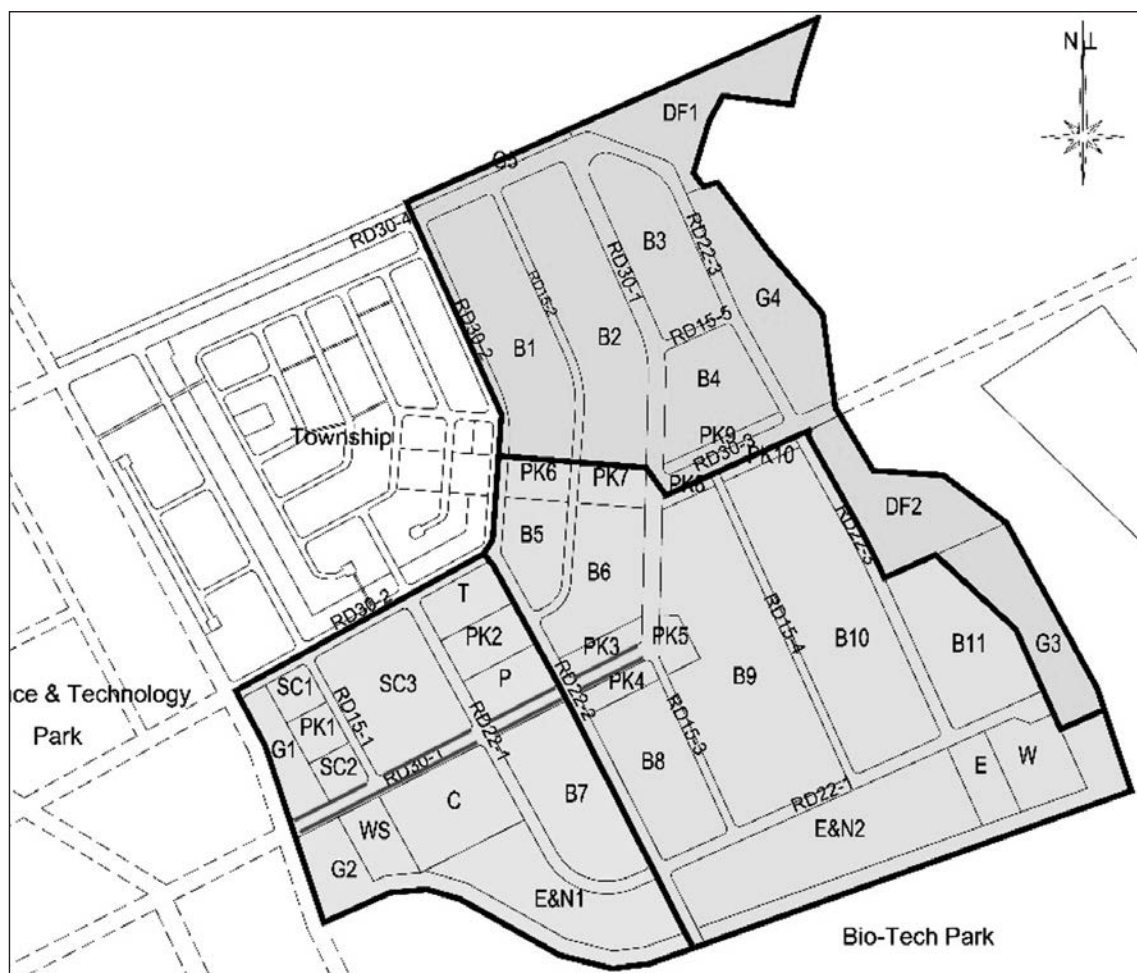


圖 11 農業生技園區土地使用管制圖

5.2%，文化保存區約有3.42%，其餘公共設施超過40%（如圖11），規劃團隊同步擬定土地使用管制規則，協助管理單位管理開發過程與開發強度。

（三）南通科學工業園區

南通市面積8,001平方公里，人口768萬人，中國江蘇省下轄的一個地級市，位於長

江北岸，東臨黃海，與上海的崇明島及蘇州市隔江相望，在區位上是長三角經濟區重要的港口城市。南通是中國近代工業的發源地之一，是中國首批對外開放的14個沿海城市之一。2015年南通一級產業總值有354.9億元，成長率+2.9%，二級產業產值2,977.5億元，成長率達+9.7%，三級產業總值2,816.0億元，成長率達+10.5%。從區位上來分析（如圖12），南通市是長三角地區面江鄰海

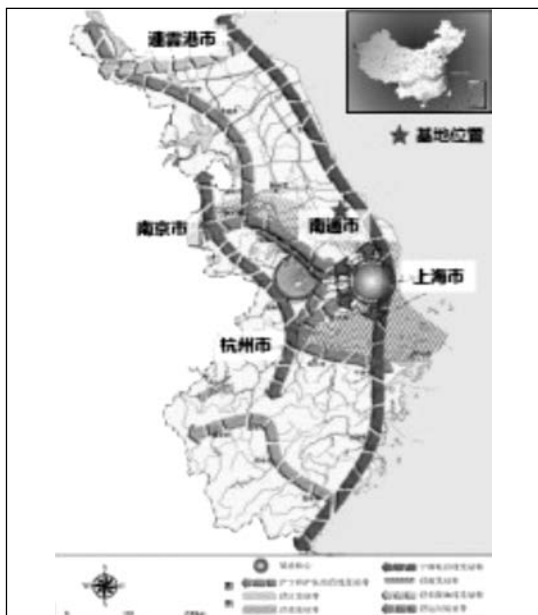


圖 12 南通市空間區位優勢圖

之城市，另外與蘇北地區有緊密相連，具備顯著交通優勢。

南通重點工業有IC封測、船舶及重裝備業、紡織業，前兩大產業是朝向智慧製造之重要基礎。事實上，南通市三大重點工業在〈江蘇省國民經濟和社會發展第十三個五年規劃綱要〉中已歸類為重點產業，其半導體產業在長三角地區扮演非常重要之角色。規劃團隊接受南通市政府委託，協助規劃符合IC產業生產所需，兼具產業發展與優質生活環境的科學園區示範案例，（圖13與圖14）。

本案起案年度，相較於案例一與二相隔超過5年，因此在規劃上結合更多南科與中科經驗，本文歸納以下重要規劃經驗：

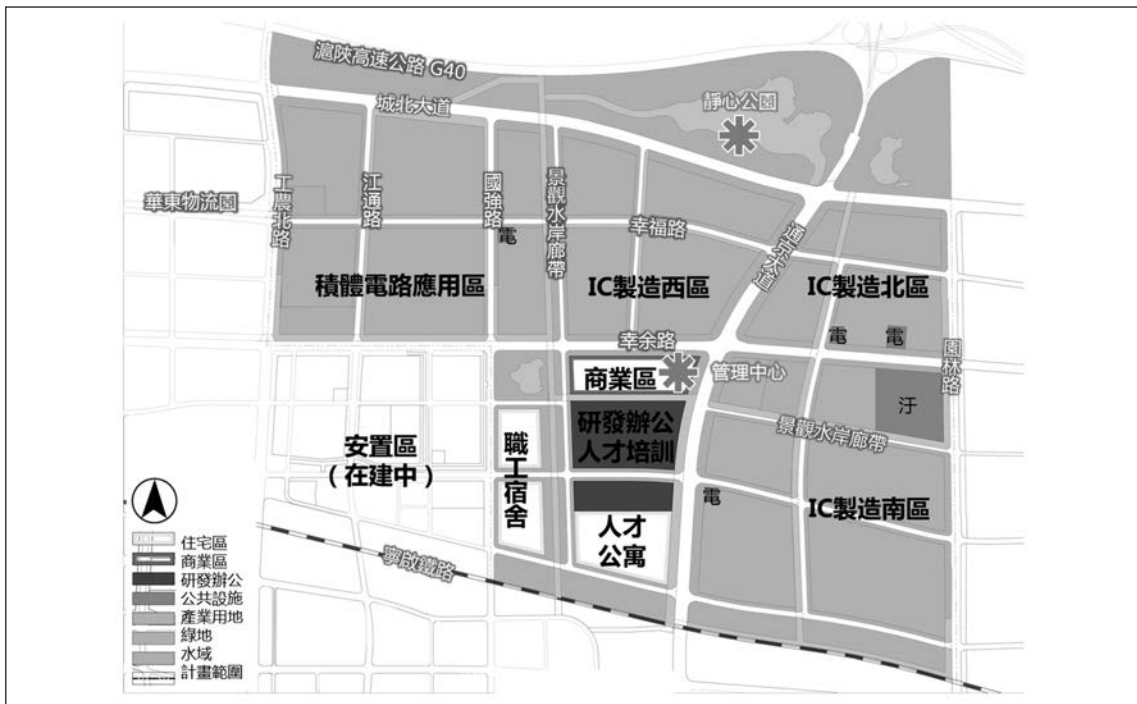


圖 13 南通科學工業園區空間配置圖



圖 14 南通科學工業園區空間規劃圖

1. 建構IC產業鏈空間布局：本案參考南科及中科經驗，投入相當時間確認關鍵產業及引入合理性，並考量空間規模及空間相鄰原則，配置區內生產區塊。
2. 引入具備人才培育與生活機能的科技城：本案參考南科經驗，不僅引入科技城，同時在區內規劃生活及生態空間。
3. 引入汙水處理空間：鑒於國內園區廢水問題，區內設置汙水處理廠，提高環汙標準，增加用水循環。

四、國內科學園區發展智慧及創新模式

隨著全球科技產業的變化，產業需要不

斷進行動態調整，為持續增強科學園區產業競爭力，國內科學園區管理單位逐漸朝向定位為建構「區域創新系統」與推動「創新創業」之平台，以落實園區「推動產業創新」、「升級產業環境」、「建構區域創新」，整體未來發展願景架構如圖15。以下將就科學園

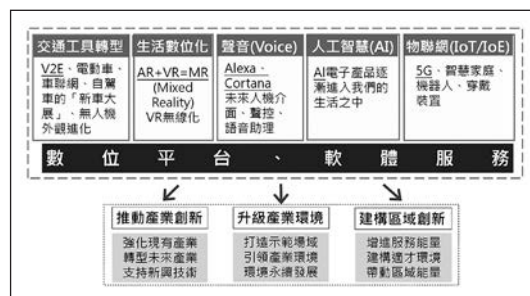


圖 15 科學園區未來發展願景圖

資料來源：[14]



區推動區域創新系統及創新創業之經驗及面對下一代科學園區之發展內容及經驗進行整理。

(一) 以「園區事業」形式引入「研究機構」與「育成中心」，配合修正限制法令，建構區域創新系統的核心設施

科學園區為推對創新育成，在「科學工業園區設置管理條例（以下簡稱舊法）」第四條指出園區得設置園區事業。園區事業亦指科學工業與經核准在園區內設立以提供科學工業營運、管理或技術服務之事業。除前項園區事業外，研究機構、創業育成中心亦得申請在園區設立營運。創業育成中心之進駐對象，需以從事研究發展為限並不得量產，且經園區管理局核准，其進駐期間不得超過三年。創業育成中心設立營運之管理辦法，由國科會定之。此辦法有「進駐育成中心者須完成公司登記始得營運」與「不得量產之相關規定」兩大限制。

由此可知，舊法雖已將創新的觀念導入，並與「促進高級技術工業之發展」的量產導向並列，既有園區執行時仍傾向於量產，現在即使有創新也偏重於製造開發的技術，較缺乏新興創意技術的研究發展，此發展模式與國外科學園區之發展有顯著差異。事實上，修法前園區管理單位推動創新創業業務時，各育成單位與創業團隊均反應「不得量產之限制」可能造成團隊階段無法有營收，妨礙創業團隊之成長茁壯。惟是否屬於量產，管理單位可以行政裁量進行判斷是否試量產，且不限制於區外量產，但相對增加了非常多的行政程序，且限制了創新效益的擴大。



圖 16 科學園區園區事業規定修正整理表

資料來源：<https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/871805b5-031e-4597-9fb0-7ecb07fd5f46>

2018年06月06日公布將舊法更名為「科學園區設置管理條例（以下簡稱新法）」。新法頒布後，園區事業不僅需扮演區域創新系統的核心，亦需扮演新創事業基地如圖16，重點如下說明：

1. 鬆綁育成期限及進駐條件。放寬事業進駐育成中心不得超過三年之期限。
2. 相關進駐對象、資格審查認定與營運管理等事項授權，則授權另訂辦法彈性規範。
3. 授權對研究機構、育成中心之進駐另訂管理辦法。

(二) 協助「在地廠商」轉型，並以其為「群聚核心」進行上下游廠商招商，形成區域創新系統

從南科預計引進產業與目前產業發展現況，可發現南科原本預計發展的產業類型，



至2001年時並無明顯成效，直到2007年時，南科發展出非預期之TFT-LCD產業群聚，原本預期規劃的半導體產業與精密機械產業，初期並非依照劇本延續竹科的發展能量，反而是因為TFT-LCD產業群聚的發展，間接帶動兩類產業之發展，近而各自塑造出不同的群聚型態。

分析南科的TFT-LCD產業可以出現在南科，關鍵原因除了思考在地產業的重要性外，更重要的是南科管理局協助在地旗艦廠商奇美，從化學製品轉型發展TFT-LCD產業。奇美實業為臺南在地的廠商，透過文獻可知，奇美透過南科管理局的協助，決定設廠於南科，相關群聚廠商（如上游—冷陰極管（西虹）、彩色濾光片（和鑫）、背光模組（中強光電）、偏光板（住華）；中游—面板（奇美及瀚宇彩晶）與製成設備（東捷及大福））則是因為奇美的原因，決定進駐南科[15]。大福、西虹、住華為日商，中強、和鑫、瀚宇彩晶為竹科廠商於南部設廠。

奇美不僅與國立成功大學合作積極開發製程的研發，更透過各種策略聯盟的方式，將上游廠商引入南科。由此可看出，根據奇美以往發展石化業的經驗，具有完整的上下游產業的聚集對於產業的發展與成功扮演重要的角色，因此奇美積極吸引與協助相關同業廠商或是異業轉型，並進入園區，進而形成目前的產業群聚。

（三）以「創新平台」架接產學研合作限制，並以其為平台培育在地廠商

奇美實業在未跨入TFT-LCD產業時，在

化工與食品領域已經是重要的跨國企業，因此其相對有能力自行開發市場與吸引上下游廠商。然而由於產業發展日新月異，中小規模廠商的重要性逐漸增加，在此趨勢下園區管理單位必須更積極地與在地產業結合，有計畫培育旗艦廠商。然而，產學合作實務操作上最關鍵的問題有以下二點：

1. 產學研間缺乏信任
2. 產學研間認知落差

南科在此限制下，逐漸於高雄園區開發出在地的「醫療器材群聚」，其中創新平台的運作扮演非常重要角色。南科管理局初期嘗試複製TFT-LCD之成功推動經驗模式，選取在地關鍵廠商與提供「高雄園區生技醫療器材專區（以下簡稱醫療專區）」發展精密醫療器材產業。然而，初期執行碰到很大的困難。根據文獻指出[16]，尋找奇美具備國際網絡與在地資源的廠商難度非常高，大部分金屬製品與醫療器材的廠商屬於中小規模廠商，且在資金、學習模式、市場分析與預測、跨界面整合等能力有其基本限制，因而容易產生所謂的結構洞（structure hole），因此廠商是否進駐園區的關鍵考量，便是南科醫材專區可為其減少的不確定性及經濟效益。

透過初期的運作，南科管理局認知到，扶植醫療器材產業需要的不單是尋找關鍵廠商，更重要的工作可能是如何培育在地關鍵廠商與創造投資氛圍，亦即需要透過育成及創新培育出具有奇美能力的廠商，以上工作需要大量的資金、人力、專業服務。在此操作階段，南科管理局與金工中心意識到了透過創新推動產業升級的問題，因而並提出創

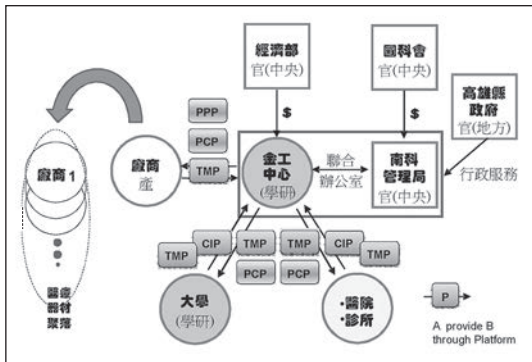


圖 17 創新平台各成員運作模式說明圖

資料來源：[16]

新平台之概念。運作構想如圖17所示。

南科管理局與金工中心，基於其本身的資源、能力與權力，同時在不斷的學習中，使其學習與溝通能力逐漸增加，進而成為了政策社群、專業網絡、府際網絡與網絡互動的核心，並協助申請計畫經費與計畫推動。在此階段，兩個單位也透過做中學意識到了透過創新推動產業升級的問題，並提出創新平台之概念。運作構想如圖17所示。

醫療單位與大學的醫生與教授，透過臨床資訊平台（CIP平台）提供金工中心，自身對於醫療市場產品的需求與看法，由於涉及市場機密，往往是由一對一面談或座談，並簽訂保密合約，確保醫院醫生的權益。由於金工中心屬於研究單位，平台的負責人與組織內的成員具有高比例博士學位，行政與諮商服務也至少具有碩士學位，因此在知識溝通上不會產生落差，也就是說金工中心扮演了擷取隱性知識的管理者（gatekeeper），並將其轉化或移轉的角色。金工中心為了發展醫療器材與負擔這樣的角色任務，除了本身

需要增加自己對於醫療技術、市場分析與預測的能力，組織結構與規模上亦作了很大的調整。其將原本的「醫療器材研發中心」提升為「醫療器材及光電設備處」，該處成員也擴編到100人，超出金工中心一個組編制約20人之慣例。

（四）推動創新創業與智慧製造基地

2000年國內產業在國際競爭中逐漸面臨極大的壓力，亟需新的轉型動能以重建產業競爭力。行政院國家科學委員會（以下簡稱國科會）指出國內科技能量在國際學術上有傑出的表現，然而產業的應用價值卻存在相當大的落差，其關鍵因素在於未能有效地將科研成果轉化為產業創新能量。國科會根據第九次全國科技會議（2012年12月17日-18日）結論，將強化學術研究成果產業化效益，以銜接學研前瞻研發成果與產業需求為宗旨，2013年開始推動「創新創業激勵計畫（From IP To IPO, FITI）」。

該計畫透過整合國內外創業輔導資源，鼓勵國科會獎補助之大學院校及研究單位，將傑出研究成果推向產業、鼓勵青年學子科技創業。透過銜接「創新」和「創業」間斷層及落實推動創新經濟與科技轉型之目標，並將科學園區規劃為創業團隊北中南的創新創業基地。三大科學園區不但設置創業場域，更提供創業團隊專業諮詢與資源轉介服務，包括協助媒合產品應用諮詢、市場行銷、技術及設備支援、原型製作實務、創投洽談、法律及財務會計諮詢等，以擴大單一窗口服務功能，營造創新創業文化的友善環境。



圖 18 科學園區引進產業規定修正整理表

資料來源：<https://www.ey.gov.tw/Page/9277F759E41CCD91/871805b5-031e-4597-9fb0-7ecb07fd5f46>

然而，由於當時仍使用舊法推動相關業務，因此多採用辦公空間或臨時空間，進駐團隊雖有行政服務，相對缺乏資金、技術協助、試作場地。新法頒布後重點如下，修正內容如圖18：

1. 移除「工業」二字，確認國內科學園區將擴大引進多元新創產業，進駐科學園區的事業以「科學研發」為主，提供高附加價值或較為創新前瞻屬性之產品或服務，著重於扶植科技創新、未來產業的形成。
2. 未來引進科學事業之組織型態不限於「股份有限公司」，尚得以「有限公司」、「有限合夥」等型態進駐，同時刪除須具有相當之研究實驗儀器設備、設有研究發展部門的限制，擴大引進具技術研發之事業，尤其諸多新創團隊及年輕新創公司具有高度技術能量與市場潛力，在成立初期具有營運規模小、缺乏豐沛資金來源、無資本支出需求等特性，「有限合夥」將

為適合上述新創公司成立與發展的組織型態，將更有利於園區走向通訊知識服務、數位內容等軟體產業發展，吸引新創公司增進園區創新動能。

3. 針對人才培訓、新創事業育技術員或設備交流運用等，得選擇適當學研機構進行產合作。

三大科學園區在新法架構下，開始依園區的優勢與在地資源規劃創新創業基地，提供創業者co-working空間及Maker空間，如圖19所示。

1. 竹科管理局於矽導竹科研發中心規劃「竹青庭（Young Entrepreneur's Studio）」場域，提供獨立辦公室及開放空間供團隊租用，另有會計、法律、技術、營運策略等業師的輔導，加速創業動能。透過建置創新創業專區，辦理竹青庭揭幕活動，凝聚團隊向心力，強化各界對竹科創新創業生態體系認同感。另外，竹科正規劃興建「軟體大樓」為廠商建置優質之投資環境



圖 19 南科 AI_ROBOT 自造基地

資料來源：南科管理局網站



及設施，鏈結國際創新能量，發展人工智慧領域應用技術，落實人工智慧技術產業化；整合學研及產業聚落優勢，應用AI技術，培育跨領域創新人才，以孕育下世代關鍵科技與人才。

2. 中科管理局則是以「智慧機器人自造基地」為主軸，達成兩大目標。第一，提供智慧機器人自造者Maker及創業者co-working空間，並結合中部智慧機器人及精密機械廠商，落實產學研訓等單位之究成果與技術。第二，結合國內產業專知識與 ICT 技術，將人工智慧融合在各種應用服務系統。
3. 南科管理局設立「創業工坊」(Start-up Workshop)，導入一站式創業資源媒合平台，提供創業團隊創業發展場域、配合廠商與業師、基本原型試作設備與資源、專屬保母與申請專案計畫補助等，讓創業團隊可以在南科管理局協助之下成功創業。南科規劃「AI_ROBOT 自造基地」，帶動AI機器人自造風潮及提供環境協助團隊參加國際競賽。

五、結論及未來展望

臺灣科學園區即將邁入40年，科學園區的發展經驗透過不同管道影響國內外產業園區發展。由於全球產業的快速變遷，國內科學園區的發展型態從過去由製造領導創新，轉而朝向以創新創業領到製造，如中科中興新村高等研究園區與竹科宜蘭科學園區。近年透過法令的修正，既有的三大科學園區，也開始修正園區的發展方向，積極朝向建構

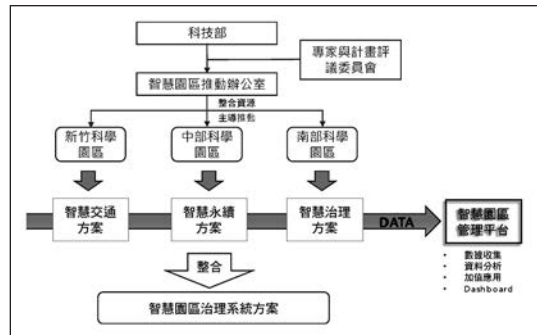


圖 20 智慧園區行動方案執行架構圖

資料來源：[17]

「區域創新系統」與推動「新創事業」兩大發展目標。科技部資源投入方式逐漸朝向「創新」及「智慧」兩大面向進行投資，創新部分包括「科技研發計畫」及「創新基礎建設」，智慧部分則包括「智慧基礎建設」及「智慧園區管理」。在此架構下，建構智慧園區將是未來園區的重要基礎建設，透過智慧基礎建設，才能落實智慧園區管理，完成園區升級目標。目前國內科學園區的智慧園區行動方案內容如執行架構如圖20及表2。

智慧園區是指融合新一代資訊與通信技術，具備快速資訊蒐集、高速資訊傳輸、高度集中計算、智能事務處理和無所不在的服務提供能力，實現園區內及時、互動、整合的資訊感知、傳遞和處理，以提高園區產業集聚能力、企業經濟競爭力、園區可持續發展為目標的先進園區發展理念。智慧園區不僅包含落實智慧工廠與智慧製造的基礎設施，積極面更朝向落實各項智慧服務所需的基礎設施。因此智慧園區乃以「智慧設施」為核心，並從「園區管理」、「園區服務」、「企業服務」等三大面向落實智慧



表 2 科學園區智慧園區行動方案整理表

運用 ICT 技術發展 智慧園區 計畫	主要工作項目	建置項目
	1. 智慧園區管理平台建置	1.1 智慧園區計畫管理與維護 1.2 智慧園區數據治理平台建置
	2. 智慧交通系統建置	2.1 園區節能公共交通網建置 2.1.1 竹科電動車運行計畫 2.1.2 中科智慧電動車運行計畫 2.1.3 南科智慧電動巡迴交通車建置計畫 2.2 智慧停車服務系統建置 2.2.1 竹科停車場智慧化計畫 2.2.2 中科停車場智慧化計畫 2.3 智慧交通資訊服務系統建置 2.3.1 竹科交通資訊可變看板建置計畫 2.4 智慧交通控制中心系統建置 2.4.1 南科交控中心建置工程建置計畫
		3.1 園區環境治理資訊網建置 3.1.1 竹科環境品質智慧看板建置計畫 3.1.2 南科環境監測資訊系統建置計畫 3.2 公共治理資訊服務網建置 3.2.1 竹科 3D GIS 系統建置計畫 3.2.2 南科公用設備管理監控整合系統建置 3.2.3 南科智慧樓群建置工程（社區及廠房） 3.3 園區開放網路環境建置 3.3.1 竹科休憩公共區域無線網路系統建置計畫 3.3.2 中科園區無線網路建置計畫 3.3.3 南科無線網路建置計畫
		4.1 園區節能服務系統建置 4.1.1 竹科智慧 LED 路燈系統建置計畫 4.1.2 中科智慧用水、用電系統建置計畫 4.1.3 中科自主智慧防災水情系統 4.1.4 南科行政大樓智慧電錶系統建置計畫 4.1.5 南科地震預警防災系統 4.2 園區污水管制系統建置 4.2.1 中科污水下水道系統智慧營運及管理計畫 4.2.2 中科污水排放緊急應變及管控計畫

園區基礎設施的規劃。

而成的基礎公共設施，其組成結構如圖21。

本文認為展望未來，智慧園區設施可定義為由實體設施、數位設施及創新設施結合

1. 實體設施（physical infrastructure）：實體設施主要是傳統重要的基礎設施，如交

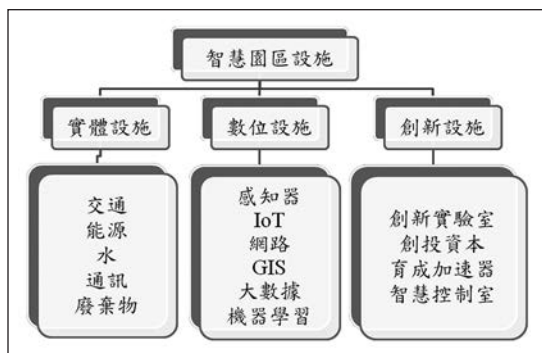


圖 21 智慧園區設施組成結構圖

通、能源、水、通訊、廢棄物處理，數位設施則是賦予既有實體設施新生命或智慧化的關鍵設施，其運作最關鍵的核心為大數據。

2. 數位設施 (digital infrastructure)：數位設施是收集大量資訊的基礎設施，並利用各種大數據蒐集可信的資訊，透過網路傳遞層層的運作及剔除多餘資訊，可協助決策者進行更準確的決策。
3. 創新設施 (innovation infrastructure)：智慧園區的內涵則是透過建構區內創新系統，發展知識密集與產業群聚等活動、深入地區並建立良好的社會合作關係進而獲得與適應新的知識和技能、完善的通訊基礎設施、數位空間與知識及創新管理工具 [18]。創新設施是落實創新系統、增加資金循環、加速園區育成的重要基礎設施，為園區新動力及新發展的來源。

在此定義下科技部的「智慧基礎建設」，可歸類在智慧園區的實體設施及數位設施，「創新基礎建設」則可歸類於創新設施，

具體實踐場景如科學園區推動創新創業的「核心基地」及「實驗場域 (Living Labs)」。透過科學園區的智慧化，才得以落實「園區智慧管理」、「園區智慧服務」、「企業智慧服務」。在此發展趨勢下，科學園區將開始扮演「創新驅動者」、「產業整合者」、「網絡串聯者」、「資源分配者」，引導廠商及結合周邊城市共同轉型升級。因此，建構園區的「創新基礎建設」、「智慧基礎建設」及「智慧園區管理」，將是未來園區的重要業務，也是工程界可著力之處。

參考文獻

1. 行政院，臺灣經濟發展歷程與策略，102 年 10 月。
2. 馬維揚，「台灣高科技產業管理與經濟專題：以科學園區為例」，滄海，89 年。
3. 瞿宛文、安士敦，「超越後進發展：台灣的產業升級策略」，聯經出版社，92 年。
4. Castells M., and Hall P. "Technopoles of the World: the Making of 21st Century Industrial Complexes.", London: Routledge, 1994.
5. Kung S.F. "The Role of Science Parks in the Development of High Technology Industries: with Special Reference to Taiwan, Cambridge", University of Cambridge, PhD Thesis, 1995.
6. 杜文苓，「環評決策中公民參與的省思：以中科三期開發爭議為例」，公共行政學報，第 35 期，99 年，P. 29-P.60。
7. 尹啟銘，「台灣經濟轉換時刻」，商周出版社，93 年 2 月。
8. 周素卿，「科學園區的另一個發展版本：台南科學園區」，台灣社會研究季刊，87 年。
9. 徐進鈺，「台灣積體電路工業發展歷程之研究—高科技、政府干預與人才回流」，地理學報，第 23 期，86 年，P. 33-P.48。
10. 孫同文、林玉雯，一個或多個政策網絡？：中部科學園區開發與營運的個案分析，「空大行政學報」，第 22 期，100 年，P.19-P.56。
11. 蔡偉銑，新竹科學園區政策過程的重新檢視，「人文及社會科學集刊」第 26 期，第 3 卷，103 年，P. 427-P.481。
12. 楊友仁、蘇一志，「地方成長聯盟轉化與空間治理策略：以台南科學城計畫為例」，都市與計劃，第 32 卷，第 1 期，94 年，P.1-P.23。
13. 蕭勝雄、孔憲法、張守剛、閻永祺，「從新南向政策探討台灣產業園區發展經驗之複製與轉化」成果報告，106 年。



14. 科技部，科學園區現況與發展願景，107 年 4 月。
15. 孔憲法、閻永祺，「產業群聚分析與空間規劃 - 台灣經驗之探討」，新竹：建都文化出版社，102 年。
16. 陳秉立、閻永祺、孔憲法，「南部科學園區創新平臺形成之政策網絡分析」，建築與規劃學報，第 17 卷，第 1 期，105 年，P.25-P.51。
17. 科技部，運用 ICT 技術發展智慧園區計畫，105 年 2 月。
18. Komninos N. "Intelligent Cities and Globalisation of Innovation Networks." London and New York: Routledge, 2008.



科學工業園區土地使用計畫 檢討與執行策略－以新竹園區為例

科技部新竹科學工業園區管理局建管組副組長 / 蔡文火
台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部土規組副理 / 范聖堂
台灣世曦工程顧問股份有限公司運輸土木部正工程師 / 黃禎熹

關鍵字：新竹園區、土地開發、廠房更新

摘要

新竹科學工業園區自69年設立迄今，成功的開發經驗更擴散至南部以及中部科學園區，型塑北、中、南各具特色的產業聚落，帶動了區域經濟均衡發展與地方繁榮。

新竹科學工業園區迄今計轄有新竹園區、竹南園區、龍潭園區、新竹生醫園區、銅鑼園區、宜蘭園區等計六處園區 [1]，本文僅以新竹科學工業園區轄下新竹園區為研討範圍。

新竹園區開發與擴建，公共設施配置及建築物自創立年起陸續興建迄今，部分土地有利用率較低情形，且有已老舊或有未符產業與服務使用需要，已面臨土地使用與建築物需更新情形，本文研議以新竹園區土地使

用計畫檢討及更新執行策略。

一、園區設立歷程

新竹園區首揭於民國65年5月經行政院財經首長會報審慎檢討後決定設置「科學工業園區」[2]，初期構想係設置以「研究」為主要的研究園區為目標。同年8月納入六年經建計畫，9月2日由行政院第1491次院會討論通過，並指示經濟部、教育部及國科會協力籌設科學工業園區。67年1月核定由國科會主辦科學園區業務。

園區選址條件包括鄰近大學及研究機構及在2小時車程之內之國際機場、港口，評估後選擇新竹地區係因清華大學、交通大學、工業技術研究院、食品工業研究所、精密儀器發展中心等大學及研究機構林立的區位，



且交通便利，距離國際機場、港口及公路要道都在2小時車程之內，故第一個科學工業園區設立在新竹。

園區選址確定後，陸續公佈相關法令，68年7月27日總統令公佈「科學園區設置管理條例」，68年9月1日成立「科學工業園區籌備處」，69年7月25日總統令公佈「科學工業園區管理局組織條例」，同年管理局成立與揭幕，高科技廠商開始入區設廠營運。

二、園區土地開發歷程

園區設立宗旨旨在塑造臺灣高品質的研發、生產、工作、生活、休閒的人性化環

境，並藉此成功吸引高科技人才、建立高科技產業發展基地。

（一）土地徵收與計畫

新竹園區因應發展需求，分期展開土地徵收、公共設施規劃設計，土地取得過程因遭地主阻擾而調整徵收範圍，其分期土地徵收面積及計畫分述如下，詳如圖1。

1. 第一期發展區土地徵收與計畫

67年辦理土地取得，徵收面積210公頃，68年開發工程闢建除園區事業專用區外，尚有員工住宅、安遷戶住宅、管理局、污水處理廠、實驗中學、大型公園、綠地等公共設施。

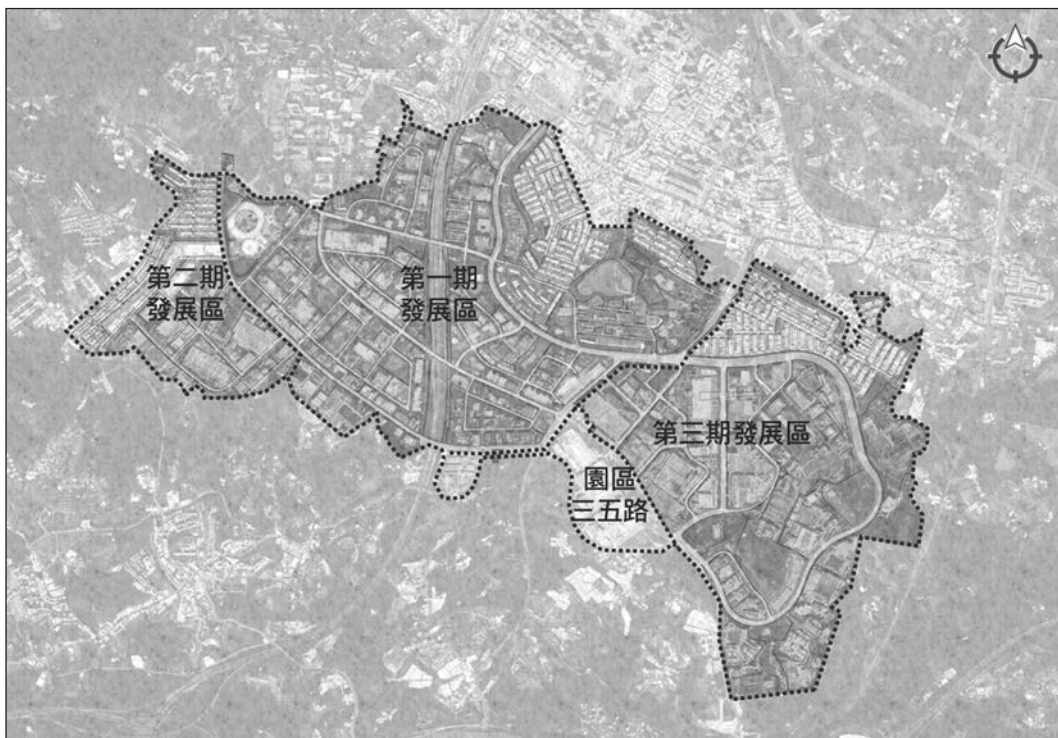


圖1 新竹園區各期發展區範圍位置



至72年11月12日發布「擬定新竹科學工業園區特定區第一期發展地區細部計畫並配合修正主要計畫」。

2. 第二期發展區土地徵收與計畫

土地徵收面積約167公頃，分兩批進行於71年取得57公頃及74年取得110公頃土地，並進行開發工作。

至78年8月28日發布實施「擬定新竹科學工業園區特定區第二期發展地區細部計畫並配合變更主要計畫案」。

3. 第三期發展區土地徵收與計畫

於76年完成第三期發展用地之都市計畫變更程序，計畫擬取得總面積約530公頃，包括新竹市192公頃及新竹縣338公頃，但在徵收過程中因新竹縣部分地主抗爭，只徵收到新竹市轄範圍約192公頃土地進行開發；並就三期範圍內之兩處軍事營區分別於86年3月及91年3月變更，再於91年1月發布「擬定新竹科學工業園區特定區計畫（第三期發展地區）細部計畫案」。

4. 園區三路、五路地區土地徵收與計畫

因新竹園區供給已趨飽和且產業仍有需求，於95年12月發布「變更新竹科學工業園區特定區主要計畫（新竹縣部分）（園區三路、五路地區）」，並辦理土地徵收面積約31公頃。

三、新竹園區土地使用型態

新竹園區土地依「科學園區設置管理條例」[3]第十二條第一項「園區內之土地，公有管理者得申請撥用；屬私有者得予徵收。」；第三項「園區事業得依其需要向管理

局申請租用園區土地，除應付租金外，並應負擔公共設施建設費用。」，即園區土地僅出租符合園區計畫引進之產業類型之園區事業，並向承租園區事業收取租金及公共設施建設費用等相關費用。

（一）現行都市計畫相關管制與園區發展

新竹園區於70年公佈實施「新竹科學工業園區特定區計畫」，直至臺灣省政府精省及民國89年2月2日召開「新竹科學工業園區特定區主要計畫（第二次通盤檢討）案作業移撥事宜研商會議」，計畫改由新竹縣、市政府二行政轄區各自辦理都市計畫作業[4]（詳圖2所示），屬於新竹科學工業園區管理局管理範圍之土地使用分區則有園區事業專用區、園區服務區、研究專用區及貨物轉運區、第二種住宅區、加油站專用區等；公共設施用地則有機關用地、公園用地、綠地用地、廣場用地、停車場用地、污水處理廠用地、環保設施用地、變電所用地及道路用地等，依都市計畫統計面積為659.48公頃。

依細部計畫相關管制分別以「土地使用分區管制要點」、「都市設計準則」管制為主，重點內容說明如下：

1. 土地使用分區管制要點

新竹園區各土地使用分區面積及使用強度，詳表1。

2. 都市設計準則

屬新竹科學工業園區管理局管理轄區或核發建照範圍者，依新竹科學工業園區管理局訂頒之「建築預審申請案審議要點」規定辦理。

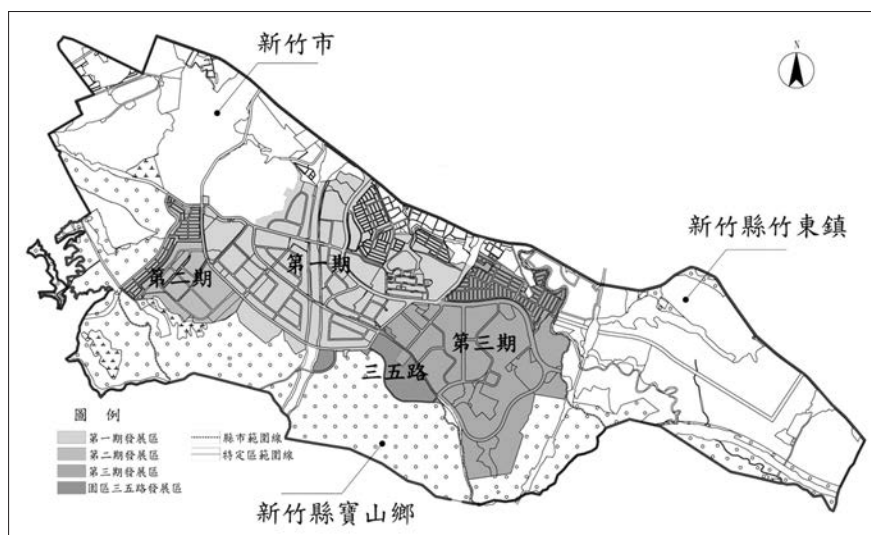


圖2 新竹科園特定區（含新竹縣、市部分）及細部計畫位置示意圖

表1 土地使用分區面積與使用強度表

項目		計劃面積（公頃）	百分比	使用強度（%）	
				建蔽率	容積率
土地使用分區	園區事業專用區	315.90	47.90	60	200
	園區服務區	1.87	0.28	30	150
	研究專用區	10.89	1.65	40	200
	住宅區				
	員工住宅區	18.7056	2.84	60	200
	安遷居住戶	52.5912	7.97	60	150
	保存區	1.15	0.17	50	150
	貨物轉運區	4.28	0.65	60	200
小計（1）		405.40	61.47	-	-
公共設施用地	機關用地	10.11	1.53	50	200
	學校用地	14.14	2.14	50	150
	公園	58.37	8.85	15	30
	綠地	35.00	5.31	15	30
	兒童遊樂場用地	0.91	0.14	15	30
	污水處理廠	3.92	0.60	50	200
	加油站用地	0.54	0.08	40	120
	市場用地	0.43	0.07	40	120
	停車場用地	3.45	0.52	60	180
	社區中心用地	0.20	0.03	50	200
	人工湖用地	4.64	0.70	-	-
	自來水事業用地	1.66	0.25	50	150
	道路用地	104.91	15.91	-	-
	高速公路	14.21	2.15	-	-
	河道	1.60	0.24	-	-
小計（2）		254.09	38.53	-	-
小計（1）+（2）		659.48	100.00	-	-

資料來源：本計畫整理（依現行都市計畫統計）



（二）園區產業類型與廠商與員工數

新竹園區內主要產業包括有積體電路、電腦及周邊、通訊、光電、精密機械及生物技術等六大領域。依據科技部108年3月統計資料庫 [5]，新竹園區總進駐廠商家數計516家，創造10,775億元產業營業額，產業類別包含積體電路產業計185家、電腦及周邊產業計45家、通訊產業計48家、光電產業計90家、精密機械產業計48家、生物技術產業計87家、其他產業計5家，是全球半導體製造業最密集的地方之一。

依產業鏈進行分類，概分為半導體/IC設計產業群聚、精密機械/生技醫材產業群聚、光電/通訊產業群聚，後續可依其產業上中下游互動程度及對建蔽率與容積率需求程度，進行產業群聚分類與整併更新，從業員工迄108年2月為132,027人。

新竹園區因周邊之環境及拓展開發用地受限，自99年起新竹園區的出租率一直維持100%，雖積極開發五處衛星園區，且擴展至中南部發展科學園區，但因園區引進高科技技術，建立高科技產業發展與群聚效應，及各項服務設施俱全等條件下，新竹園區仍為各廠商之首選，仍有廠商提出用地需求。

四、新竹園區土地使用

（一）現行用地檢討分析

新竹園區因優質的投資環境，於69年創立後，於78年設立二期至91年完成三期擴建用地，三期土地使用分別為第一期發展地區

進駐產業以通訊、電腦及周邊產業為主，第二期發展地區以精密機械、矽晶產業研發，第三期發展地區以半導體、光電產業為主。

新竹園區土地出租率於99年後已達飽和，而園區內建築物自創立起陸續興建迄今，多數已老舊或有未符產業使用需要，將面臨建築物更新需求，另有部分土地有利用率較低情形，第一期開發區之標準廠房興建年期大部分為71年～78年，開發迄今將近40年，已漸達公有建築物使用年限，須適時檢討予以更新規劃；且新竹園區自成立以後，陸續核定園區事業廠商土地供自建廠房，其地上物產權為廠商擁有，部分園區事業廠商所自建廠房之建築亦陸續將達使用或折舊年限。

因新竹園區周邊已無大面積可擴建用地，且無符合條件用地可供廠商承租並新建廠房，但新竹科學園區高科技產業上、中、下游緊密完整的群聚（cluster）效應及高知名度，已成為國內外高科技廠商積極爭取進入的第一首選，無論自建廠房或標準廠房，近年用地需求有增無減，依「新設及擴建科學園區政策環境影響評估」估計新竹園區潛在廠商土地需求約有90公頃。

（二）土地權屬及建築物權利特性

1. 土地權屬特性

依「科學園區設置管理條例」第十三條 園區內之土地，其原屬其他機關管理者，管理局得申請撥用；原屬私有者，得予依法徵收。因此園區土地權屬皆為公有，土地所有權人為中華民國，管理者為新竹園區管理



局，只租不售。

2. 建築物權利特性

依「科學園區設置管理條例」第十八條園區內之廠房及社區內之員工宿舍，得由園區內設立之機構請准自建或由管理局興建租售。園區土地提供入區廠商兩類型用地：「標準廠房：由管理局興建租售（建築物屬公有）」、「自建廠房：園區事業廠商租地自建（建築物屬私有）」之申請使用。

（三）園區事業土地使用模式與管理

園區土地之建築物依「標準廠房」、「自建廠房」分別說明使用與管理模式：

1. 標準廠房

（1）廠房興建租賃規定

依「科學園區設置管理條例」第六條第一項第二十三款「關於廠房、住宅、宿舍之興建及租售事項。」，及第十八條「園區內之廠房及社區內之員工宿舍，得由園區內設立之機構請准自建或由管理局或分局興建租售。…」辦理標準廠房興建與租售事宜。

（2）園區廠房管理

依「科學園區設置管理條例」第十一條第三項「園區事業投資計畫實施後，未依經營計畫經營，且未經管理局核准延期或變更經營計畫者，得廢止其投資案並令其遷出園區。」

2. 自建廠房

（1）自建廠房使用規定

依「科學園區設置管理條例」第十三條第五項「園區事業得依其需要向管理局申請

租用園區土地，…。」

（2）園區出租土地管理

a. 自建廠房土地租金

依「科學園區設置管理條例」第十三條第五項「…，除應付租金外，並應負擔公共設施建設費用。」；再依「科學園區設置管理條例施行細則」第十條「…所稱之租金，應依土地法第一百零五條規定計收之；所稱公共設施建設費用，指管理局所投入道路及交通設施、地下管線、路燈照明、排水設施、水電供應設施、景觀設施及其他基礎建設等費用。前項費用，承租土地者應按實際發生成本，依其承租面積占園區基地內可出租土地面積之比率，分二十年逐年攤還。」

b. 自建廠房管理

依「科學園區設置管理條例」第十九條及第二十條未符規定廠房依規定得依市價徵購或強制拍賣。

（四）新竹園區未來發展探討

新竹園區研議10年發展計畫，因應未來產業發展將與社會所面臨的情境，如數位經濟、高齡少子、氣候變遷、跨越疆界等議題，部分議題需可借重科技力量加以解決，故對應此類議題所衍生的科技技術，新竹園區訂定未來10年發展重點為「以軟扶硬，翻新竹科」，打造產學研發平台與推展軟體AI，並以「產業創新、智能優化、鏈結國際」做為規劃方向，預計引入：AI、大數據、智慧物聯、軟體服務、智慧製造、精準醫療等六大產業，持續推動臺灣高科技產業發展。

依據科技部於107年4月26日行政院會提



報之「科學園區現況與發展願景」[6]，摘錄有關新竹園區概要內容如下：

產業創新	◎半導體－行動裝置、高效能運算、汽車電子。 ◎生技醫藥－智慧醫材、新藥、特色醫療。 ◎軟體服務－系統平台、大數據、雲端服務。
智能優化	◎空間規劃－土地使用效率、創新育成機能。 ◎資源整備－水、電系統優化、環境永續。 ◎智能化－智慧節能建築、智慧交通。
鏈結國際	◎增進園區國際合作－以 ASPA 盟主打天下。 ◎鏈結歐美及新南向國家－加強國際產業交流、協助新南向國家籌建園區。 ◎與國際大廠合作解決問題－發展能源技術。

為積極建置科學園區優質的投資環境，以協助高科技產業發揮高效研發與產能，期望透過新竹園區各街廓或區域整體評估規劃，提供將來建築物更新改建時，能朝同質性產業在同一街廓或區域，並興建具有符合產業未來使用需要、節能低碳的建築量體規模，以提升新竹園區整體環境品質及活化土地利用效能，並能釋出土地以滿足新竹園區未來十年之需求使用。

（五）新竹園區土地使用檢討小結

1. 新竹園區內建築物自創立起陸續興建迄今，多數已老舊或有未符產業使用需要且漸達使用年限，土地有利用率較低，將面臨建築物更新議題。
2. 新竹園區高科技產業群聚效應，為高科技廠商積極爭取進入的第一首選，用地需求有增無減，新竹園區仍具潛在廠商土地需求。

3. 新竹園區土地出租率至99年起已飽和，周邊已無大面積用地可供擴增使用，期望透過新竹園區各街廓或區域整體評估規劃，提供將來建築物更新改建，並能釋出土地以滿足新竹園區未來十年之需求使用。

4. 未來10年發展重點推動工作為「以軟扶硬，翻新竹科」，打造產學研發平台與推展軟體AI。

五、新竹園區土地使用執行策略

新竹園區可出租土地已額滿，但因產業群聚效應廠商對新竹園區土地需求強勁，為提供產業發展所需空間，受制於周邊環境限制無法以擴大園區，另擴增園區從選址至實質計畫時程緩不濟急且須考量廠商聯結性，爰建議以研議土地活化或由既有都市計畫工業區提升容積率方式強化產業用地使用效率，以因應創新產業發展時效之需求。

（一）新竹園區土地活化方式研析

現行土地活化再生方式種類繁多，包含整體開發之區段徵收、市地重劃及都市更新等方式，及屬於發展權移轉或彈性容積管制類之容積移轉、容積調派與透過土地使用分區管制要點進行彈性容積訂定等方式，不同土地處理方式得適用之環境亦有所不同，針對都市更新、容積移轉、容積調派、土地使用分區管制方式進行容積管控等方式分析其適用情形，研擬提出適宜新竹園區使用之活化再生方式，如表2。



表 2 土地活化方式可行性研析一覽表

土地活化方式	適用地區	適用土地及建物條件	現行使用情形 (工業區活化不變更)	可行性評估情形	備註
都市更新	×	○	×	×	得採用相關獎勵及管制精神
容積移轉	○	×	×	×	得採用容積移轉及接受容積上限之精神
容積調派	○	○	×	×	
土管方式進行容積管控	○	○	○	○	得結合都市更新精神進行相關辦理之研擬

註：×不適用、○得採使用。

(二) 都市型工業區更新立體化發展方案

107年3月27日經行政院核定「都市型工業區更新立體化發展方案」，規定適用範圍為工業區及科學工業園區於都市計畫地區其容積小於240%者，另外內政部於107年6月26日修正都市計畫法臺灣省施行細則，將相關規定納入第三十四條之五，新竹科學園區之園區事業專用區目前容積為200%，故可適用該方案。

(三) 新竹園區廠房更新機制

新竹園區考量園區土地使用模式，經探討現行法令更新模式適用於園區執行可行性，及更新立體化容積調增，續研討園區廠房更新機制，執行過程使用土地及建築物之權利特性為重要因素，說明如下：

1. 標準廠房更新

園區標準廠房興建時期較早，部分使用年期已達35年，依「固定資產耐用年數表」標準（鋼筋（骨）混凝土建造）使用年限50年計，園區標準廠房部分將陸續達到使用年

限，研議更新規劃；又因早期對科技廠房需求與設計缺乏經驗，引進發展的產業、內容等皆存在著不確定性，因此無論是廠房作業空間大小、辦公空間、設備機房、淨高、跨距、大廳配置等的基本計畫，呈現諸多使用上的問題，再加上產業及製程轉變進步，使用空間、內容需求、廠房結構設備或建材老化等因素，考量標準廠房新設或更新各項行政程序，發包、規劃、設計及建造引導廠商遷置等時程約需5~8年，需未雨綢繆籌劃更新策略。

鑒於園區標準廠房廠商進駐額滿，標準廠房更新重要條件為維持既有廠商之營運，故首要需尋求用地提供新建標準廠房，供既有廠商遷移暫置，以維持其產線生產與不間斷營運。

受限新竹園區土地已滿租、且周邊發展及地形地勢關係擴增園區事業專用區土地取得不易，於兼顧廠商營運及既有建物使用生命週期更新，辦理標準廠房營運與更新詳圖3，研議更新策略如下：

(1) 標準廠房廠商聯合改合建租地

鑑於園區辦理標準廠房更新作業繁雜，更新一處約5~8年期程，影響更新作業時

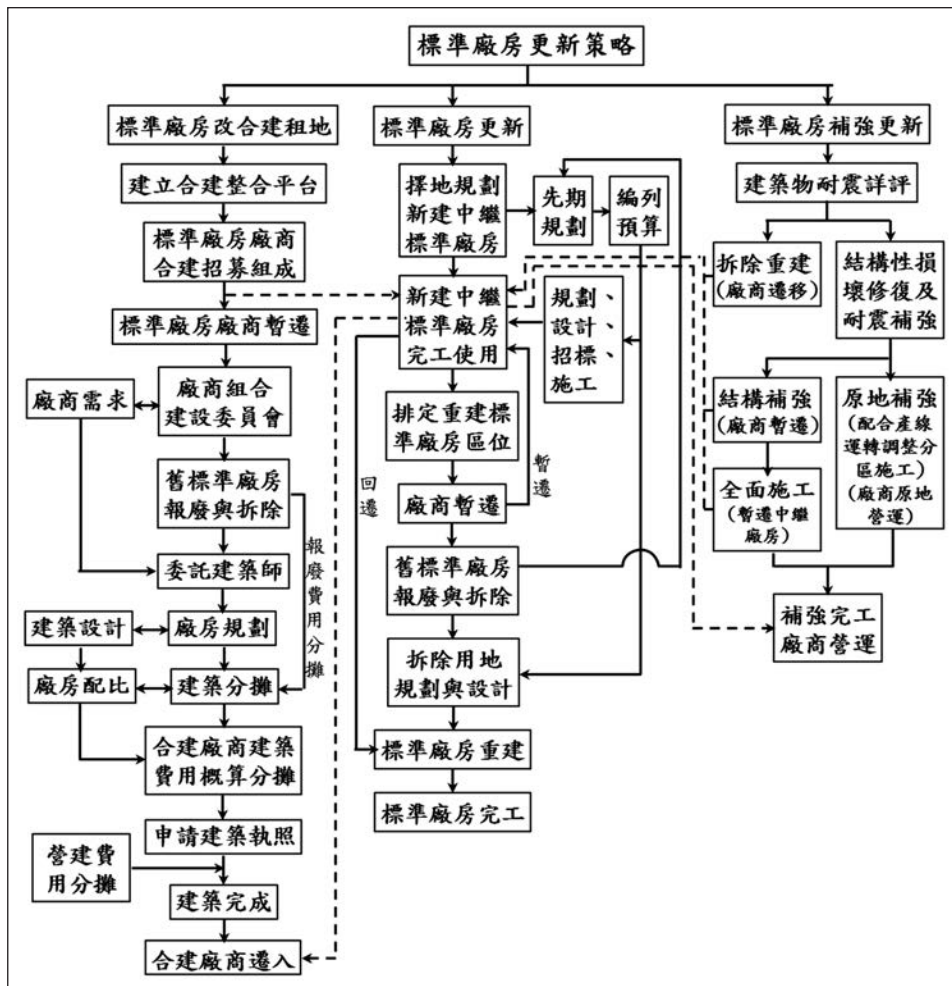


圖3 標準廠房更新機制流程圖

間，爰建議提供標準廠房廠商整合平台，促成既有廠租廠商聯合籌組合建，改以聯合租地，合建廠房模式辦理，惟此模式，受限於街廓內各棟廠商參與意願，迄今有標準廠房一期及二期之標準廠房用地辦理完成改合建租地之案例。

(2) 標準廠房中繼更新

考量園區標準廠房更新時，廠商維持營運之需求，須先行尋求用地先建標準廠房，

提供更新標準廠房之中繼營運廠房，以利將達使用年限標準廠房之廠商遷置後拆除重建。

新建標準廠房須依「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」第5點及第6點規定，完成先期規劃構想（或可行性評估），函報科技部審查同意後，再核轉相關審查機關核定，據以辦理後續工程設計施工事宜。

於興建完成標準廠房可供廠商先遷後建



(3) 標準廠房補強更新

2. 自建廠房更新

自建廠房區由廠商自行維護租賃用地廠

若自建廠房欲更新廠房，尚需考量諸多因素，其中維持營運仍應是主要影響作業執行因素之一，其他如廠商因新技術或新增量產等產能需求，可於自建廠房用地自主更新擴建。

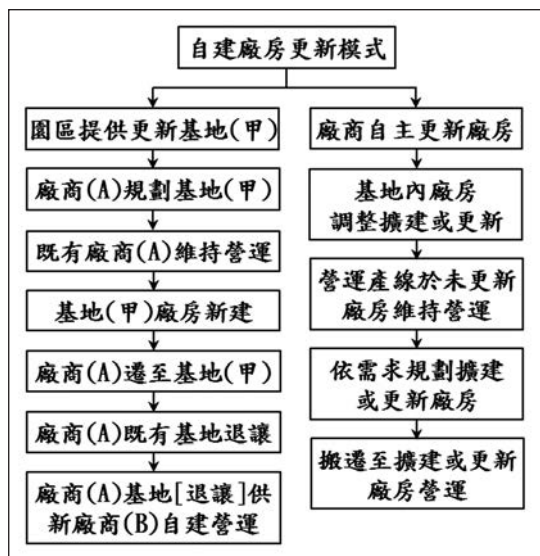


圖 5 自建廠房更新模式流程圖

(2) 自建廠房更新流程

新竹園區用地及廠房更新，期以公布更新區位及時程，廠商將可依該公司營運規劃配合調整；自建廠房可分廠商自主更新廠房及園區提供更新基地方式進行，作業流程詳如圖5。

(四) 新竹園區土地與廠房更新策略

新竹園區開發迄今亦將近40年，於此期間園區事業廠商持續營運中，其中開發初第一期發展區有土地使用率偏低，既有建築已老舊或未符產業使用需要，且園區面臨土地飽和但持續有廠商進駐需求，面臨建築物須更新情形，且考量廠商更新期間仍須維持營運之要件，於「穿著衣服改衣服」之現實條件下，需有周全方案，研議更新配套措施，提供足夠誘因驅使園區事業配合園區更新規劃與時程辦理更新。

1. 建立更新推動藍圖

新竹園區既往擴建至三期之用地，因各期用地規劃與設施配置未能整體規劃與依產業發展特性考量，建議依此更新計畫契機，以調整用地供給措施，營造符合未來產業需求投資與創投環境，建立更新未來藍圖與更新輪動區塊，並研擬更新區塊時程，以供廠商因應及利推動執行。

2. 維持園區營運運作要件

為鼓勵園區事業參與廠房更新，需考量園區事業既有營運諸多因素，其中園區事業廠商維持營運應是主要影響更新執行因素之一，各項廠房以「先建後拆」模式為基準，以達廠商維持營運目的。

3. 鼓勵參與更新獎勵誘因措施

為提高園區事業參與更新意願，建議提供足夠誘因，如提高更新基地容積率，以專案申請建立更新專案補貼措施，研議園區事業廠商於更新期間補貼內容與事項，後續可再訪談及輔導廠商需求與意願、並視園區決策及法規許可條件，研擬設置更新專案辦理更新獎勵誘因措施，考量方向包括更新期間產線搬遷補貼、建築物殘值補貼、租金減免；管理費減免，可提升廠商參與更新意願之措施。

六、結論

新竹園區自69年成立至今，已近40年，檢討園區土地部分仍有使用率偏低，且建築已顯老舊格局已不符現今產業與服務使用需求，新竹園區可出租土地自99年起已額滿，但因產業群聚效應廠商對新竹園區土地需求



強勁，為提供產業發展所需空間，受制於周邊環境限制無法以擴大園區，另擴增園區從選址至實質計畫時程緩不濟急且須考量廠商使用與管理聯結性，考量園區廠房新設或更新各項行政程序，發包、規劃、設計及建造引導廠商遷置等時程約需5~8年，需未雨綢繆籌劃更新策略。因此藉由土地使用發展策略，爰建議以研議土地活化或由既有都市計畫工業區提升容積率方式強化產業用地使用效率，檢討園區廠房更新及土地使用，藉以提供未來世代的使用需求。

七、未來展望

新竹園區設置目的在引進高級科技工業及科技人才，也帶動我國工業技術之研究創新，促進高科技產業生根發展，達成加速我國之經濟發展目標。新竹園區為我國第一個開發的園區，已發展為臺灣高科技產業的重心，創造出舉世特有的產業聚落，也成功帶動國內產業轉型與經濟成長，高科技產業瞬息萬變，新竹園區因產業聚落完整且舉世聞名，新竹園區未來朝向「以軟扶硬，翻新竹科」，依現行產業優勢推展軟體AI，打造軟體開發專區，為軟體產業建立群聚的效應。

新竹園區未來發展，土地供給仍為重心之一，因新增園區受制外在因素從選址、評估、規劃、實質計畫、環境評估…等作業期程長緩不濟急，另園區事業廠商對新增園區考量因素如區位、產業群聚環境、交通…等因素影響成敗，爰以新竹園區更新，若規劃良善，園區事業接受，更新階段以新增容積，除得以維持既有廠商營運，並能因新增

容積取得樓層或用地，得以提供更多產業發展使用。

重新檢視新竹園區土地使用，建立更新推動藍圖，並以維持園區廠商營運之運作，提高土地使用效率，以期更新園區並能增加土地供給，提供軟體AI產業的研發與發展據點。

參考文獻

1. 新竹科學工業園區管理局 - 認識園區，108 年。(<https://www.sipa.gov.tw/> 認識園區)
2. 新竹科學工業園區管理局 - 科學工業園區二十週年專刊，103 年 1 月。(<https://www.sipa.gov.tw/> 出版品 / 年報)。
3. 全國法規資料庫 - 科學工業園區設置管理條例，107 年 6 月 6 日。(<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=H0160004>)
4. 新竹市都市計畫資訊服務網 - 變更新竹科學工業園區特定區主要計畫（新竹市部分）（計畫圖重製檢討暨第三次通盤檢討）書，104 年 1 月 14 日。
5. 科技部統計資料庫 - 科學工業園區常用統計表，108 年 3 月。(<https://was.most.gov.tw/> 科學園區 / 園區統計資料庫)。
6. 行政院「科學園區現況與發展願景」，107 年 4 月。(<https://www.ey.gov.tw/> 政策與計畫 / 院會議案)。
7. 新竹科學工業園區管理局 - 科技部新竹科學工業園區管理局自建廠房查察小組設置作業要點，104 年 11 月。(<https://www.sipa.gov.tw/> 廠商服務 / 租賃及營建 / 相關法規)。



科學園區水資源管理的挑戰與作為

科技部新竹科學工業園區管理局營建組組長 / 傅金門

科技部中部科學工業園區管理局營建組組長 / 謝東進

科技部南部科學工業園區管理局營建組組長 / 李信昌

台灣世曦工程股份有限公司水環部工程師 / 廖南維、張社國、潘彥儒

台灣世曦工程股份有限公司水環部副理 / 劉偉裕

台灣世曦工程股份有限公司水環部經理 / 蘇玫心

台灣世曦工程股份有限公司水環部協理 / 曾淳錚

關鍵字：除氮、MBR、MLE、ANAMMOX、再生水、智慧用水、SCADA、管網分析、漏水控制

一、前言

科技部轄下科學園區承擔國內半導體、光電、電腦及周邊、精密機械與生物科技等高科技產業發展，由北而南分別是民國69年設立的新竹科學園區（以下簡稱竹科）、民國92年展開的中部科學園區（以下簡稱中科）及民國85年動土的南部科學園區（以下簡稱南科），為提供產業營運無虞的生產環境，各園區開發均投入供需穩定可靠的水、電基礎建設，奠定臺灣經濟發展厚實的基礎。

伴隨科技產業擴充、技術調整與新世代製程發展需要，各園區除確保電力供應外，

因應用水量成長於水資源管理上所衍生之三項重要挑戰，亦已著手研擬並逐步落實相對應作為，分別是：

- 應用水污染削減技術強化廢水處理機能：用水量成長所引致之廢水處理需求，考驗在既有處理廠框架下，如何擴充廢水處理容量並滿足加嚴的放流水標準規定，目前竹科於新竹園區污水處理廠已導入薄膜生物處理系統（MBR）及除氮程序，強化對水環境之保護，且將有利於再利用。

- 引接再生水滿足新增水量需求：除透過產業端落實水回收再利用、提高水資源使用

效率外，園區正積極接洽縣、市政府，提供水資源回收中心產製的再生水，南科並規劃於臺南園區內產製再生水，降低新增自來水需求對水源之依賴。

• 智慧用水管理提昇供水品質：為做好園區用水管理，中科選定臺中國區建置智慧用水分析平台，期強化配水管網維護能力，提供用水調配決策判斷，以減輕枯水期間對園區整體產業經濟衝擊。

二、新竹園區經驗 - 水污染削減導入 MBR 處理技術

為增進對環境與水體保護，提升民眾生活品質，行政院環境保護署近年來檢討環保法規之放流水水質，將具有污染潛勢之水質項目納入放流水質標準規範，其中針對科學園區部份於101年10月12日已公告「科學工業園區污水下水道系統放流水標準」，將氨氮有條件、分階段納入放流水標準管制。

竹科管理局除了由原物料、製程、前處理等方向督促園區廠商進行廢水氨氮削減管理，同時朝提昇既有污水處理廠除氮功能，於102年辦理「新竹園區污水處理廠功能提昇第一期工程」，於用地空間受限條件下，導入MBR處理技術，如圖1配置所示，將MBR處理單元串連既有處理程序，分別於約0.3公頃與0.2公頃空間內，建置處理容量35,000 CMD (A區) 以及20,000 CMD (B區) 之除氮生物處理設施 [1]。

MBR處理技術係利用薄膜構造緻密特性，留置較高污泥濃度處理污水，可相對



圖1 新竹科學園區污水處理廠全區配置

提高單位容積污染負荷，進而節省生物池槽空間，同時以薄膜取代沉澱池與過濾單元功能，更大幅縮減污水處理廠所需用地約50%；操作上，於透膜壓力升高使過濾效果下降時，可進行反沖洗或回復性藥洗恢復處理效能。

以MBR處理技術結合生物除氮處理功能，不僅獲得更理想的水質，也可有效利用廠區空間，新竹園區污水處理廠除氮功能提昇後，已於106年開始營運，依據106年1月至107年12月申報資料統計，BOD、COD、SS及氨氮平均去除率分為97.1%、89.2%、98.8%、96.3% (詳表1)，顯示處理單元運作效能良好。

表1 新竹園區污水處理廠106年1月至107年12月 MBR處理單元效能統計

水質項目	進流 (mg/L)	出流 (mg/L)	處理效率 (%)
BOD	80.8	2.3	97.2
COD	151.2	16.3	89.2
SS	154.5	1.9	98.8
氨氮	25.3	1.0	96.3



而同樣受限於基地空間條件，為擴充廢水處理容量，以因應園區產業先進製程發展需要，南科管理局借鏡竹科經驗，亦計畫於約3.5公頃用地內，新建二期基地污水處理三廠工程，其中生物處理單元即採用MBR除氮技術，處理容量為65,000萬CMD。

MBR處理技術已成為都市污水及工業廢水生物處理單元應用選項，以下將藉由竹科實際應用MBR廢水處理技術經驗，就除氮程序選用、MBR模組型式及程序配置、MBR系統設計考量與MBR系統操作應注意事項等面向彙整說明，以提供其他廢水處理場域導入MBR處理技術之參考。

(一) 除氮程序選用

含氮廢水可藉由物理、化學或生物處理等方法進行處理，其中物理及化學處理程序操作維護與設置成本高，較適用於高濃度含

氮廢水，而生物處理程序中厭氧氨氧化法（ANAMMOX）具低有機碳源與低曝氣量需求，惟自營性微生物系統成長慢，具實廠應用經驗顯示，處理氨氮濃度高於100 mg/L廢水效能較佳，考量新竹園區廢水氨氮低於50 mg/L，因此功能提昇工程選用生物硝化脫硝處理方式。

生物除氮之硝化脫硝技術成熟，至今已發展不同處理程序，如MLE（Modified Ludzack and Ettinger）、SBR（Sequencing batch reactors）、Bardenpho、氧化渠法（Oxidation Ditch）等。參考內政部營建署「污水下水道工程設計指針與解說」之活性污泥除氮處理方式，以都市污水特性其設計準則如表2所示 [2]。

於前述處理程序之廢水負荷下，考量竹科污水處理廠用地空間受限，因此功能提昇工程朝增加生物池污泥濃度方向，選用MLE

表 2 活性污泥除氮處理方式設計準則

項目	食微比 (Kg BOD / kg MLSS · Day)	ASRT (day)	MLSS (mg/l)	水力停留時間 (hr)			迴流 污流率 (%)	硝化液 循環率 (%)
				缺氧段	好氧段	合計		
MLE	0.1 ~ 0.2	7 ~ 20	3,000 ~ 4,000	1 ~ 3	4 ~ 12	5 ~ 15	50 ~ 100	100 ~ 200
SBR	0.1 ~ 0.2	10 ~ 30	3,000 ~ 5,000	可變動	可變動	20 ~ 30	—	—
Bardenpho (4 段式)	0.1 ~ 0.2	10 ~ 20	3,000 ~ 4,000	1 ~ 3 (第 1 段 2 ~ 4)	4 ~ 12 (第 2 段 0.5 ~ 1)	8 ~ 20	50 ~ 100	200 ~ 400
Oxidation ditch	0.1 ~ 0.25	20 ~ 30	2,000 ~ 4,000	可變動	可變動	18 ~ 30	50 ~ 100	—
MBR	—	長 (依 MLSS 濃度而定)	5,000 ~ 20,000	2 ~ 3	2 ~ 3	4 ~ 6	—	100 ~ 200
分段進水 Step Feed	0.1 ~ 0.2	5 ~ 10	2,000 ~ 3,000	配合進水比例控制好氧段之 相同食微比值設計、總 HRT 6 ~ 8			50 ~ 100	原則不設置， 惟高除氮需求 可增設

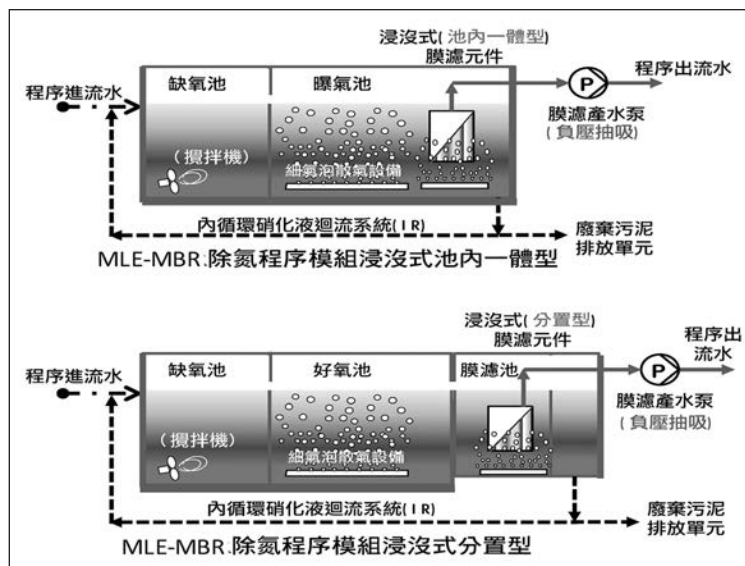


圖 2 一體型與分置型薄膜程序配置示意圖

結合薄膜之MBR處理系統，以下簡稱MLE-MBR程序，本程序無需結合沉澱池與過濾單元，大幅節省空間，且其處理水懸浮固體濃度低，有利後續回收水使用。

(二) MBR 模組型式及程序配置

MBR模組以薄膜作為處理機能，依薄膜模組型式，約可分為摺匣式 (pleated filter cartridge)、平板式 (plate-and-frame)、螺旋式 (spiral-wound)、管狀式 (tubular) 及中空纖維式 (hollow fiber) 等，目前較經常採用之MBR模組型式為中空纖維式及平板式。

平板式模組係以框架及支撐層支持薄膜，填充密度及固體物攔截能力通常小於中空纖維式，所需裝置空間稍大，但薄膜易清洗，操作相對便利；中空纖維式模組之填充密度較高，裝置空間則較小 [3]。

MBR系統主要由生物池槽與薄膜設施兩部份組成，其程序組合如圖2所示，一般分為「分置型」和「一體型」兩種，前者將生物池槽與薄膜設施分開設置，後者則是將生物池槽與薄膜設施置於同一池槽。

新竹園區污水處理廠可供功能提昇之地有限，是設計選擇中空纖維式模組之主要考量，程序組合以分置型進行配置。

薄膜基本規格詳表3所示，以「浸沒分置型抽吸出水」為MLE-MBR程序，平面配置詳圖3，將薄膜過濾單元污泥迴流至好氧池，

表 3 薄膜基本規格表

種類	中空纖維膜
材質	PVDF
孔徑	<0.1 μm
膜面積	<27 m^2

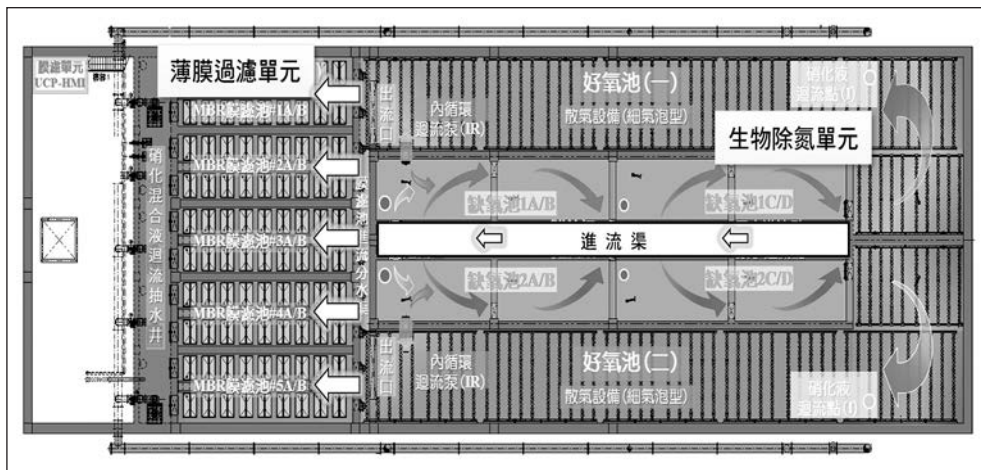


圖3 新竹科學園區污水處理廠 MLE-MBR 平面配置圖

再由好氧池將硝化液推流至缺氧池。

(四) MBR 系統操作應注意事項

(三) MBR 系統設計考量

如同過濾單元，MBR系統操作過程，欲維持所需處理通量與跨膜壓差，必要進行回復性清洗等程序，此對處理量與設備壽命均有影響，應納入設計評估考量項目有：

1. 前處理：視MBR系統需求，前端設置孔隙2 mm以下微篩機，避免膜絲受纏繞與破壞。
2. 設置規模：薄膜規格數量、薄膜面積計算、操作水量及膜通量檢核。
3. 薄膜性能：跨膜壓差（TMP）、透水率、產水濁度、產水量。
4. 操作程序維護：維護（MC）及恢復性清洗（RC）、藥劑適用性評估與RC後清洗液處理及走向。
5. 設備效率延壽對策：穩流操作、保固校核、系統評估、專業調校建議。

MBR系統操作一段時間後，無機鹽類或生物膠羽將逐漸形成積垢使薄膜發生堵塞現象，此時跨膜壓差升高、處理通量降低，而依據被薄膜阻截的顆粒物化性質不同，薄膜表面所形成的積垢可能被吸附在薄膜表面或孔隙壁內，需要定期物理及化學清洗。

薄膜積垢的預防包含薄膜本身之抗垢能力、膜濾池模組佈置、空氣掃流強度、膜濾池操作濃度設定等，模組佈置越密集，膜絲擾動空間越小，不利於空氣掃流作用，而膜濾池操作濃度過高亦導致清洗頻率增加，原則上池內MLSS濃度應避免超過10,000 mg/L。

新竹園區廢水含較高濃度無機性鹽類，易於鹼性環境形成無機性結垢而損壞膜件，RC時主要採用酸性清洗藥劑。而為維持RC效能，針對處理水水質應進行持續性之無機鹽類檢測，於發現水質變異時，即與MBR系



統廠商研討調整RC藥劑與頻率之必要性，此對於廢水水質特性尚不穩定，處於開發成長階段之園區尤其重要。

而MBR處理技術之導入，除可因應既有廠區空間限制並滿足放流水質規定外，更增加後續水再生利用之可能性。

三、臺南園區經驗 - 水資源運用引入再生水系統

南科以光電及半導體廠商為大宗，屬高用水需求產業，惟其所在之臺南地區係屬水資源較不足之地區，如何於產業發展與用水需求間取得平衡為園區發展之重要課題。

為配合臺南園區內產業發展進程，南科於106年重新提送用水計畫書至經濟部水利署，用水量由25萬CMD提升至32.5萬CMD（民國115年）。鑑於目前欲興建大型水利設施已日漸困難，然用水需求卻與日俱增，故南科管理局乃積極與水利署、地方政府及相關單位溝通，除園區自行產製再生水外，目前規劃使用永康、安平與仁德再生水[4]。

另中科臺中國區亦參考南科臺南園區經驗引入水滴水資源回收中心再生水予區內廠商使用，預計110年可供水1萬CMD。以下分別說明各再生水計畫之推動情形：

（一）園區使用再生水推動情形

1. 南科自建再生水廠

為達園區自建再生水廠之目標，南科管理局於民國101年～103年間即辦理模廠測試

規劃案，以臺南園區放流水為測試標的，擬定再生水處理流程進行效能測試，並評估建置經費、廠商使用需求與意願調查等可行性研究工作。後因園區內各污水處理廠自102年起陸續進行功能提昇工程，考量放流水水質與前規劃案執行期間已有所差異，為提供再生水廠設置之有效參考依據，遂於105年進行第二次模廠評估規劃。依前後兩次之模廠測試成果顯示，園區放流水尚具回收潛勢，採用逆滲透膜等工法，可產製滿足廠商用水需求之再生水。另為展現園區使用再生水之決心與目標，管理局遂於臺南園區第九次環差報告中（106年1月通過），承諾於園區用水量大於20萬CMD時，三年內逐步以再生水替代部分自來水源。

南科園區規劃建置產水量2萬CMD之再生水廠，依再生水資源發展條例第十一條及相關子法規定，流程如圖4所示，取用者須向主管機關（即南科管理局）申請使用許可，待審查通過後始得進行取水構造物之興建，完工後亦須經主管機關查驗合格後方得取得營運許可。

再生水廠規劃設置於2.7公頃之水7用地，規劃採立體化配置，並設置2萬 m^3 之地下化配水池。用地位置詳圖5所示。

2. 永康再生水廠

為滿足臺南園區半導體與光電業用水成長需求，經濟部水利署協調內政部營建署、臺南市政府以及南科管理局共同參與「永康水資源回收中心放流水再生利用案」，並於民國105年7月27日與廠商簽署「永康水資源回收中心再生水供應南科臺南園區及臺南市政府樹谷園區使用」合作意向書。

考量再生水水質需求，永康水資源回收

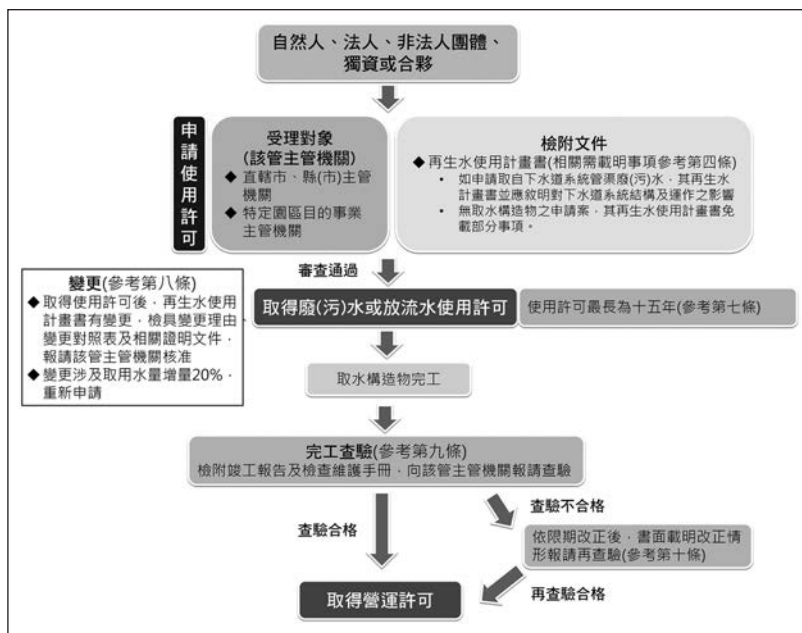


圖 4 自行取用作業流程圖

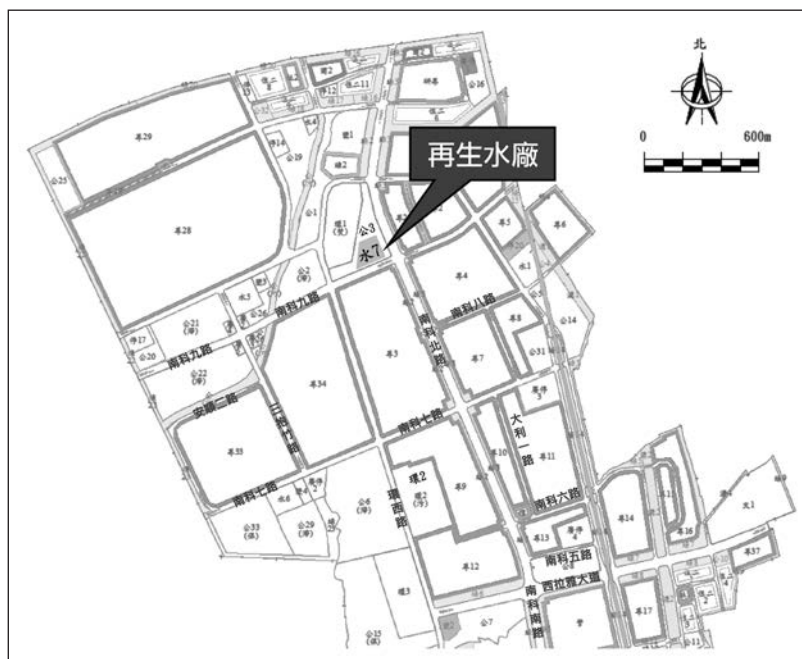


圖 5 再生水廠設置位置



中心規劃採MBR處理技術結合多段缺氧/好氧單元，用以控制污水中氨氮與硝酸鹽氮，再生水廠則應用RO處理流程，配合用戶接管期程與污水量成長，設計產水量約1.55萬CMD。計畫推動採統包方式辦理並已於107年12月決標，預計於110年第一階段供水8,000 CMD，112年第二階段供水1.55萬CMD。

3. 安平再生水廠

為滿足臺南園區廠商先進製程新增用水需求，臺南市政府另規劃辦理「臺南市安平再生水廠新建工程統包計畫案」，於安平水資源回收中心西南側興建一座產水量3.75萬、可擴充至6萬CMD之再生水廠，並設置再生水輸配水管線及配水設施，本計畫規劃採統包方式招標，預計於108年完成招標作業，111年第一階段供水1萬CMD，113年第二階段供水3.75萬CMD。

安平水資源回收中心為營運中之污水處理廠，佔地面積約10.31公頃，設計處理量為16萬 CMD，實際處理量約14萬CMD，處理流程採傳統活性污泥法，主要處理程序包含渦流沉砂池、初沉池、曝氣池、二沉池與消毒池等單元，放流水總氮多介於20 mg/L上下，為符合高科技廠商水質要求，安平再生水廠規劃設置快濾單元、超濾膜（UF）、二段式RO等處理流程。

4. 仁德再生水廠

臺南市仁德再生水廠為繼永康、安平再生水廠後所規劃之第三座再生水廠，預計採用換水方式就近供應無特殊水質要求之產業，而自來水則供應臺南園區高科技廠商使用，以促進臺南地區水資源永續利用及產業

之穩定發展。

（二）水質要求標準研析

除仁德再生水外，南科自產再生水、永康與安平再生水均供應臺南園區內之高科技廠商使用，由於再生水將為半導體或光電製程所用，其水質要求不得亞於自來水，南科自產再生水與安平再生水之產水水質均比照永康再生水，將尿素等21項水質納入，如表4所示。

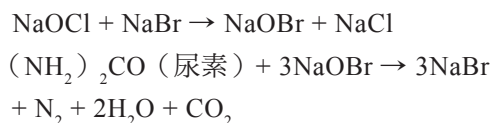
尿素係為用水廠商所要求之特殊水質項

表 4 永康再生水產水水質要求

項次	水質檢測項目	單位	標準限值
1	溫度	°C	15~35
2	導電度	μS/cm	<250.0
3	pH	-	6.0~8.5
4	濁度	NTU	<0.3
5	懸浮性固體	mg/L	<1.0
6	總有機碳	mg/L	<1.0
7	硬度	mg/L as CaCO ₃	<50.0
8	氨氮	mg/L	<0.5
9	亞硝酸氮	mg/L	<0.1
10	硝酸鹽氮	mg/L	<10.0
11	硼	mg/L	<0.1
12	PO ₄ ⁻³	mg/L	<0.5
13	氯鹽	mg/L	<15.0
14	總溶解固體物	mg/L	<150.0
15	硫酸鹽（SO ₄ ⁻² ）	mg/L	<45.0
16	砷	mg/L	<0.05
17	鎘	mg/L	<0.005
18	鉻	mg/L	<0.05
19	鹼度	mg/L	<30.0
20	化學需氧量	mg/L	<4.0
21	尿素	mg/L	<0.005

目，雖國內高科技廠商或水處理系統商均不乏尿素處理經驗，惟民生污水或工業廢水處理系統均無相關實績，如何運用具高效率、經濟性之處理方式，將尿素自綜合廢（污）水中削減，實為再生水推動過程中之重要課題。尿素主要來自農業（肥料）或生活污水（動物性蛋白），經臺南市政府委外團隊實測，再生水廠水源之尿素濃度最高達100 ppb以上，與廠商所要求之5 ppb尚有不小差距，由於尿素影響半導體產業之化學光阻程序（Chemically-Amplified photoresist），必須妥善處理，以避免影響廠商用水意願 [5]。

尿素屬有機氮分子，一般採用生物處理結合加藥程序為較經濟之處理方式，惟受限於用地空間，經考量處理效能、成本與實績等因素後，安平與永康再生水將採加藥氧化法進行尿素之處理，其原理係利用添加水溶性溴化物鹽和氧化劑進行尿素氧化處理，次氯酸可將溴化鈉氧化成次溴酸，再以次溴酸氧化尿素，使尿素降解成氮氣及二氧化碳，其化學方程式如下：



依據高科技廠商之瓶杯測試結果可知，採加藥氧化法需具備至少4~6小時以上之水力停留時間，方足以將尿素自100 ppb降解至小於5 ppb，考量永康與安平水資中心已無充足之用地，故上述兩案將於臺南園區區內各設置一座高階處理設施（含配水池），針對永康與安平再生水廠產製之再生水作進一步處理，以符合再生水水質要求。

（三）區內再生水輸配水管網規劃成果

1. 輸配水管網架構

因臺南園區內再生水使用量92%集中於單一廠商，為簡化園區再生水管網系統、避免重複施工、節省工程經費、便於後續營運管理，臺南園區規劃將三套管網予以整併。

未來永康與安平再生水經由輸水管線進入園區後，將各自進入位於南科九路南北側之配水池，再以配水管網送至A廠商自建之混合池與B、C廠商之用水點，再由A廠商自設混合池後之專用管網將再生水送至A廠商之各用水點，考量A廠商再生水使用量，專用管網將以6.7萬CMD進行規劃。

永康與安平再生水配水池則位於公26用地，該用地以南科九路為界區分為南北側（如圖6所示），永康配水池位於南側用地，



圖6 臺南園區再生水配水管網示意圖

面積約0.9公頃，安平配水池位於北側用地，面積約1.2公頃。再生水出永康配水池後設置管徑225 mm~450 mm之配水管網，安平配水池後設置560 mm之連絡管接至A廠商自設混合池，混合池後再設置560 mm~800 mm之A廠商專用配水管網。

2. 水力分析成果

以廠商提供之各用水點再生水使用量進行水力分析，經檢核永康再生水配水池出水泵之供水量為1.55萬CMD，其中9,500 CMD之水量係供給至A廠商自設混合池，出水泵操作水頭約為21.50 m，各用水端之剩餘水頭可大於10.00 m (1 kgf/cm²)，如圖7所示。另檢核A廠商自設混合池出水泵之供水量為6.7萬CMD，各用水點之使用量不大於1.5萬CMD，出水泵之操作水頭約為29.60 m，為確保最遠之供水點剩餘水頭可大於10 m (1 kgf/cm²)，南科七路與園區交界處、南科七路與環西路交界處之剩餘水頭將大於20 m (1 kgf/cm²)，如圖8所示。

四、臺中國區經驗 - 用水管理建置智慧用水分析平台

隨著氣候快速變遷、旱澇交替頻繁，加上各項用水需求不斷上升，有效地管理及運用水資源成為21世紀的重要課題。因此，透過建置智慧水網，以系統化方式管理輸配水管網，提升水管理及使用效率乃是國際趨勢[6]。智慧水網為現代物聯網應用的一環，其涵蓋範圍廣泛，除了供水事業，一般工業園區、智慧住宅、商辦大樓、學校機關亦可適用建置。在自來水管理的應用中，其主要架構是以數據資料蒐集為基礎，透過穩定的

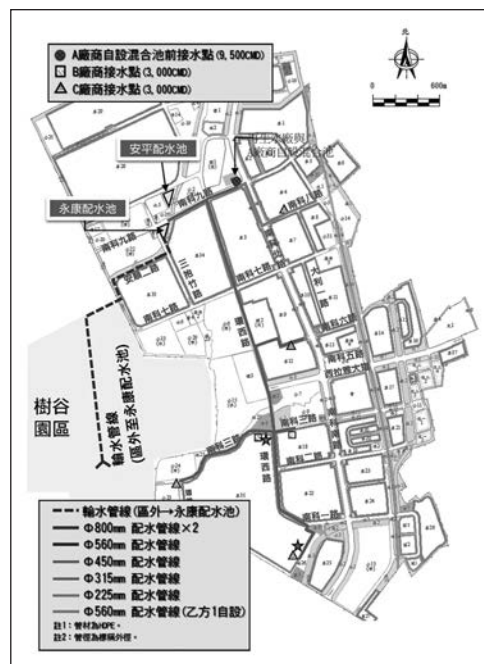


圖 7 永康配水管網水力分析

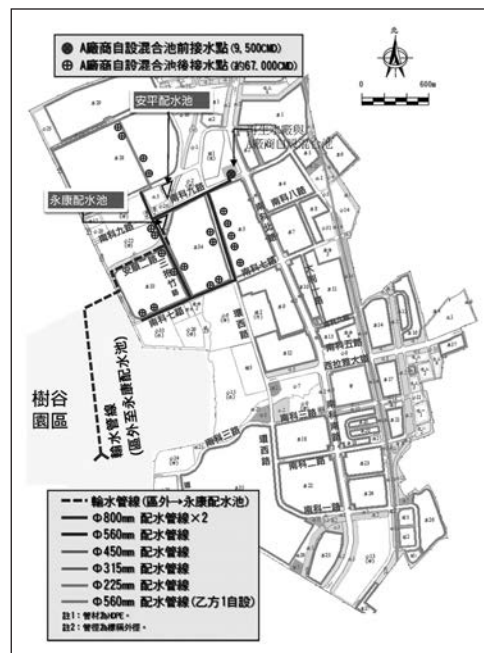


圖 8 A 廠商混合池後配水管網水力分析

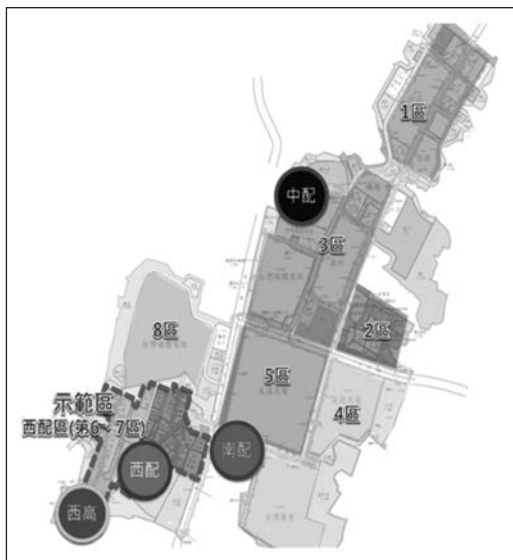


圖 9 臺中國區供水分區規劃

傳訊設備回傳至後端系統中，使管理者即時掌握水網內的供水狀況，並透過建置分區管網（DMA）以及分析平台工具優化供水流程，期望達到即時漏水評估、最佳系統操作等功效 [7]。而中科臺中國區遵循此套管理流程架構，將園區規劃為8個供水分區，如圖9所示。各分區建立獨立供水點，並建置流量計。

此外，以園區相對獨立的西南區作為計畫示範區，於示範區內管網廣佈壓力計與流量計，收集即時供水數據，並以LoRa無線通訊傳訊系統將數據資料傳送至監控系統及智慧用水分析平台，提供後端加值應用 [8]。

（一）廣佈基礎感測設施

在智慧水網系統中，基礎感測設施諸如壓力計、流量計的建置是系統能否發揮其功

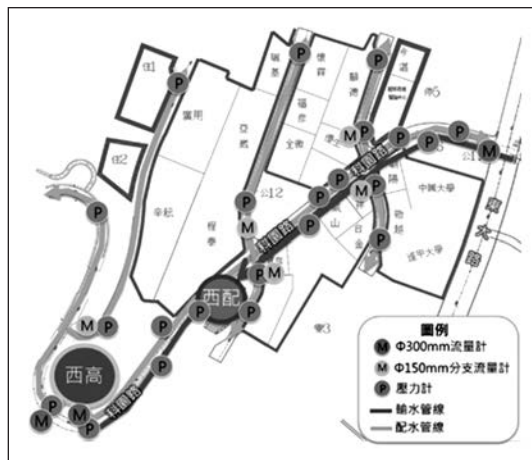


圖 10 西配區流量計與壓力計佈設示意圖

效之關鍵。臺中國區示範區之供水方式是由輸水管線送水到西區配水池及西區高架水塔後，再配送至範圍內之各家廠商。而區內道路多為囊底路，彼此僅由科園路交會。因此，園區規劃於示範區之進水端、配水池與高架水塔之進出水端，及區內道路之路口處，裝設流量計，掌控管網中水流分布狀況，並於幹管、閘井及消防栓等設施上裝設壓力計，範圍包括水池進出口、道路路口及道路末端，可充分獲取管網壓力分布資料，如圖10所示。

（二）建置無線資料傳訊設備

一般數據收集與傳輸主要是透過有線網路、無線網路或無線射頻辨識RFID等通訊方式，將現場設備收集到的資料傳輸回後端監控系統（SCADA）中。臺中國區利用LoRa技術進行管網水量、水壓等數據資料的傳遞。LoRa為應用在物聯網的低功耗廣域網路傳輸技術，目前臺北智慧城市計畫即納入LoRa系

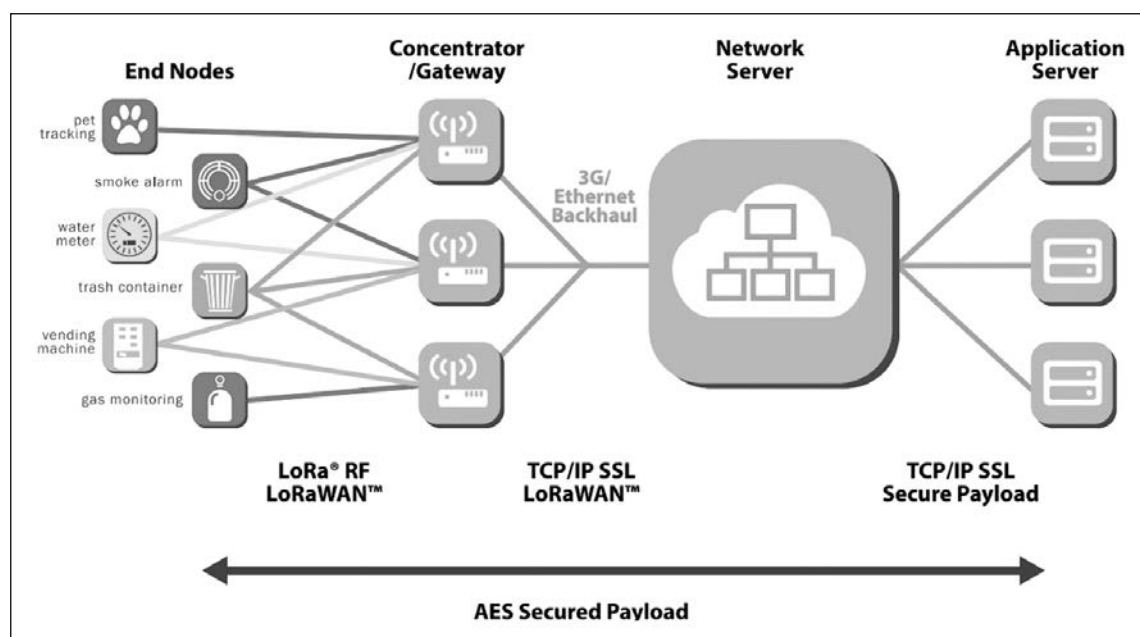


圖 11 LoRa 網路架構圖

統作為物聯網的一環，預計應用範圍包含空污感測、停車管理、失智老人手環、寵物晶片以及智慧門鎖等。

圖11為LoRa聯盟所公佈之技術概論中的LoRa網路架構，主要是由終端數據收集器、資料傳遞中繼站、以及後端中央伺服器等三大架構組成。臺中國區首先於現場設備控制盤中安裝資料收集器，每個收集器可收集1~3個設備數據。再於適當距離位置佈設中繼站，收集範圍內之資料收集器之訊號。最後再將訊號傳送回架設於監控中心之中央伺服器儲存資料。

相較於其他通訊方式，採埋設有線的獨立光纖，需開挖道路，耗時費力，初設成本較高；而向電信業者申請網路，利用4G網

卡傳送數據，雖然初設成本較低，但需繳納月租費或是單筆數據傳遞費用，累積之營運費用亦相當可觀；而LoRa系統雖然傳輸資料量較小，但用於表計設備資料傳遞已相當足夠。

（三）發展智慧用水管理系統平台

完善的管理系統平台能有效掌握園區供水設備使用情況，即時發布各項管線設備維運訊息，並降低自來水漏水率，以提供廠商穩定的用水來源；亦可將相關設備所測得之數據加以統整分析，提供管網即時模擬預測、管網漏水警示以及最佳化操作建議 [9]。

臺中國區智慧用水管理系統平台架構如圖12所示，整合了來自「供水設備管理系

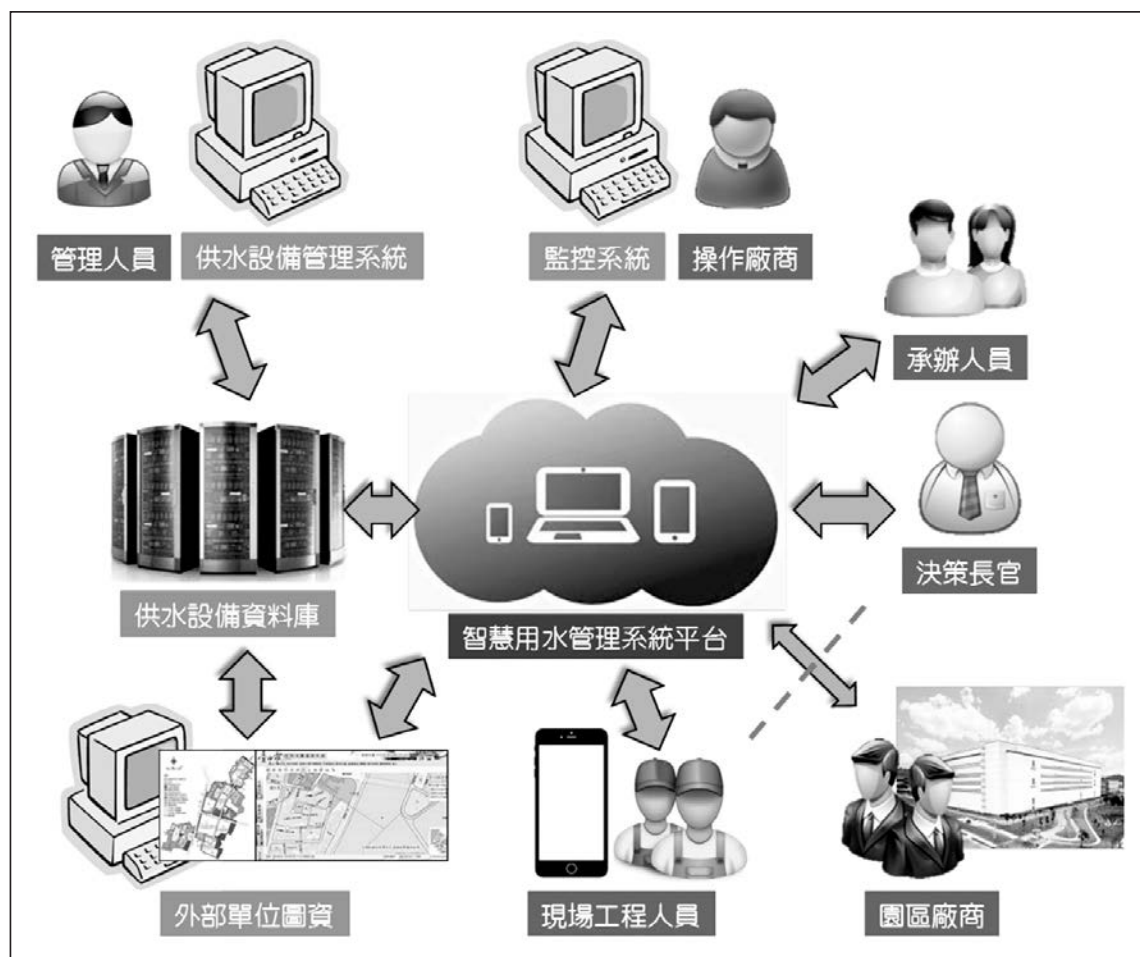


圖 12 智慧用水管理系統平台架構圖

統」之各項設備基礎資訊及「監控系統」之監測數據，並介接外部單位圖資，提供加值應用分析與防災支援決策；而為了提供管理人員不受時間、地點及設備限制之管理系統，該管理平台以WebGIS架構建置，且於任何網路空間中皆能使用，達到管網資訊整合、防災支援決策、操作效能提升等加值應用。

臺中國區智慧用水管理系統平台主要包

含下列各項功能：

1. 圖資整合

整合管線、閘栓、設備等資料庫檔案，將設計圖、竣工圖、工程資訊等整合至同一圖台進行呈現。並介接外部圖資，如TGOS、地形圖、航照正射影像、都市計畫使用分區圖。

2. 快速定位

道路定位、門牌定位、重要地標定位、



座標定位等。

3. 設備查詢

管線、閘栓、定位、監測設備等定位功能，並可於圖面上點選管線、設備後，顯示基本資料資訊，包含設備屬性查詢、竣工資料查詢、座標與高程查詢等。

4. 工程現況查詢

顯示施工及停水資訊狀態、閘栓設備巡檢、維修及啟閉狀態等。並提供監工在現場以行動裝置設定施工狀態（開始時間、施工進度、結束時間），歷史與未來排定施工案件查詢等功能。

5. 監控數據呈現

以地圖及儀表板方式呈現各供水分區即時監控資訊畫面，監控資訊內容如加壓站、配水池、水質、水壓、流量、出水量等即時內容，以及設備使用狀況、年限、用電狀況。並依管理者條件設定值，提供警示通知及統計等功能。

6. 統計分析

利用監控系統所得到的歷史資料，產生各種分析報表，如流量、水壓、用電量歷線圖等。

7. 停水方案規劃

建立管線追蹤功能，供使用者判斷應關閉之閘及其關閉後受影響之停水範圍，並統計受影響廠商。

8. 即時管網分析

利用監控系統所得到的數據資料，模擬

包含管網壓力分布、流向流量及流速分布、水頭損失分布等。

9. 管網洩漏分析

以管網分析與即時監控資訊為基礎，可評估可能發生洩漏之管網位置、面積與洩漏量。加上依照管材、管齡、用水情形等資訊，分析漏水潛勢。管理單位可依此判斷洩漏檢測的優先順序與管線更新規劃。

10. 操作最佳化

依照供水設備歷史操作統計資訊及用電需求，結合監控設備監測與水理分析模擬結果，研判供水系統最佳化操作模式。

11. 緊急通報

系統依據通報事件緊急程度，或監控系統自動判讀之異常狀況，發佈簡訊、Email、Line或撥打電話語音等方式通報管理人員。

除了於個人電腦上使用智慧管理平台，中科管理局亦於南區配水池管理中心架設大螢幕電視牆（圖13），用以展示系統平台及即時量測數據，提供管理人員更加視覺化與方便的監控環境，另智慧管理平台已預留使用水滴再生水供水管網設施資訊銜接，以建構園區完整供水管理平台。

五、結論

在既有空間架構下，竹科污水處理廠結合MBR處理技術與除氮程序之應用，已有效達成提昇水環境保護目標；而由於產業廢水特性變異性大，參考竹科水污染削減技術應用經驗，除設計應納入處理程序、容量與操

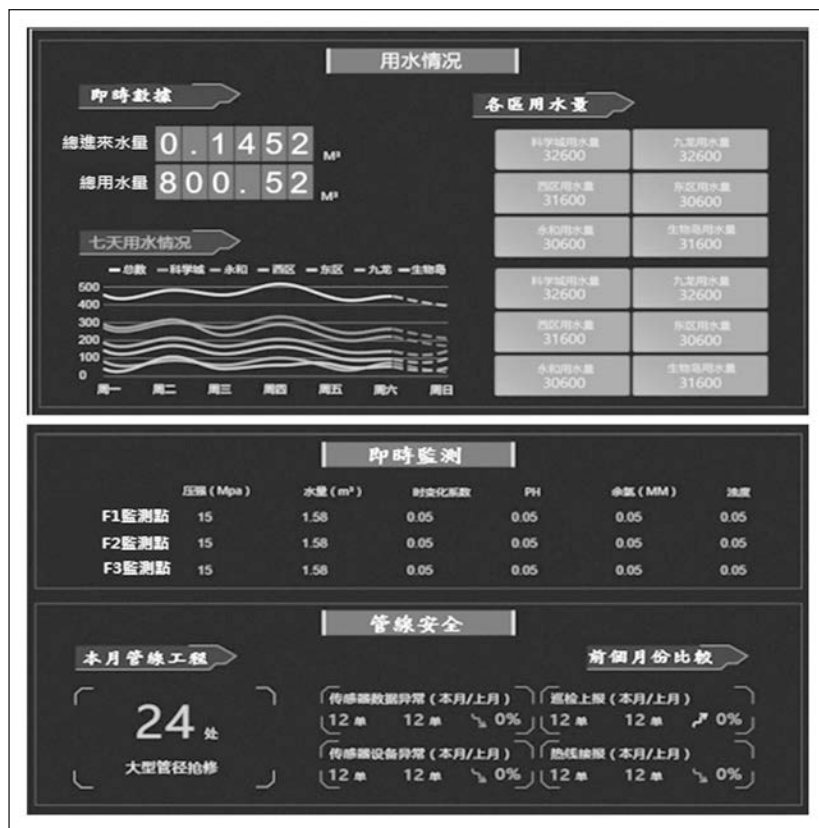


圖 13 電視牆系統展示示意圖

作需求等考量外，營運期間依園區開發成長與產業活動型態變動，操作面仍應透過經驗累積，持續調整因應處理需求。

另外，產業發展與環境保護間之平衡往往被視為重要課題，傳統水資源開發不易，使用再生水勢必為未來大勢所趨。南科管理局為配合臺南園區高科技產業之用水需求，正積極推動園區自產再生水及引入外部再生水等作為，以減少對傳統水資源之依賴，並達多元供水、提高供水穩定度之目標。臺南園區未來將逐步引入8.3萬CMD之再生水，其中永康、安平再生水需經臺南園區之高階處

理設施進行二階段處理後提供予廠商使用，因此南科管理局除以往管理者之角色外，亦將肩付起把關產水水質之重任；而自產再生水係由綜合工業廢水產製再生水之首例，需仰賴管理局與用水廠商齊心努力以達成目標。在缺乏經驗、實績之挑戰下，南科管理局作為園區使用再生水之參與者、先驅者，期望能以相關經驗為國內產業發展及再生水推動盡一己之力。

而現今各縣市的產業發展皆朝向園區型的開發模式，透過統一有效率的用地、用水及用電管理，可大幅降低廠商建廠及營運成



本，提高維生系統的穩定性與品質。而中科管理局透過智慧用水系統建置工程，將園區用水管理提升至供水事業等級，未來將可作為既有園區升級、新開發園區建置的參考依據，共創管理單位、供水事業與園區廠商三贏的局面。

整體而言，面對園區用水量成長與放流水標準趨嚴之情勢挑戰，科學園區業朝融合水污染削減技術、再生水應用、智慧用水管理等方面提出具體作為並初具成效，凡此更已為園區水資源管理逐步建構永續經營之道。

參考文獻

1. 新竹科學工業園區管理局，「新竹科學園區污水處理廠功能提昇工程規劃及基本設計報告」，101年，P.2-P.10。
2. 內政部營建署「污水下水道工程設計指針與解說」，105年，P.304。
3. 林志高，「新竹科學園區污水處理廠生物薄膜反應系統評估研究計畫期末報告」，96年，P.17。
4. 南部科學園區管理局，「南部科學工業園區系統再生水模廠驗證暨規劃案期末報告」，107年。
5. 營建署、臺南市水利局，「臺南市永康水資源回收中心放流水回收再利用統包工程-基設報告（初稿）」，108年。
6. 趙全明、丘宗仁、盧烽銘、陳永彬，「智慧水網軟體應用試辦成果」，中華民國自來水協會第34屆自來水研究發表會論文集，106年，P.96-P.101。
7. 李嘉榮、黃國永、張滄煊，「智慧水網系統的創新應用研究」，中華民國自來水協會第34屆自來水研究發表會論文集，106年，P.111-P.121。
8. 中部科學園區管理局，「中科台中園區智慧用水、用電系統建置計畫結案報告書（第四期）」，106年，P.131-P.169。
9. 中部科學園區管理局，「台中園區智慧用水系統建置工程-智慧用水管理系統平台需求說明書」，107年，P.1-P.5。



從中科七星二階環評 看園區開發之環評課題

科技部中部科學工業園區管理局副局長 / 施文芳
台灣世曦工程顧問股份有限公司水環部經理 / 蘇玫心
台灣世曦工程顧問股份有限公司水環部副理 / 胡秀蘭
台灣世曦工程顧問股份有限公司水環部正工程師 / 周忠和

關鍵字：科學園區、環境影響評估法、二階環評、民眾參與、健康風險、農業用水

一、前言

民國84年2月行政院核定設置之臺南園區係自83年12月30日環境影響評估法發布實施後第一個辦理環境影響評估之科學園區，也是第一個進入二階段環評之科學園區開發案例，其後陸續有新竹科學園區、中部科學園區、南部科學園區所推動計十餘件科園開發完成環評審查。

過往科園開發之環境影響課題與一般工業區並無太大差異，且多在無太多爭議之狀況下經一階段環評即通過審查；然而自各界開始對高科技廠商採取高規格檢視標準起，逐漸形成與過去對科園開發抱持樂觀其成態度截然不同之氛圍。從擔憂科園可能帶來之

環境影響，進而反對科園開發，對科園的發展投下變數，也引發產業界囿於須面對環評之不確定性，對國內之開發投資裹足不前。經濟發展與環境保護能否兼顧之論戰此起彼落。當此風潮，有14年歷程之中科七星園區環評是極具代表性之關鍵案例。

本文回顧歸納七星園區辦理環評之關鍵事件、程序及審查所遭遇之挑戰，希望從中科七星園區開發，自我檢視科園所需面對之環評課題，分享探討所研採之高規格環保措施構思，以作為其他開發計畫之參考。

二、七星園區開發概述

中科七星園區基地位於臺中市后里區



圖 1 中科七星園區基地位置

(參見圖1)，總開發面積約111.6公頃，用地開發前皆屬台糖公司所有。

94年適逢高科技產業蓬勃發展，為滿足國際科技大廠用地之殷切需求，科技部中科管理局積極推動包括后里與七星兩基地之中科第三期園區開發 [1]，后里在前，七星在後，送審時間相差約5個月。

為配合臺中國區進駐產業類別，及臺中地區既有產業型態，以形成群聚效應，中科三期以引進光電、半導體、精密機械等產業為主。七星園區更設定為光電面板廠之重要生產基地，後因國際間產業供給更迭、消長快速，有開放其他產業進駐之必要；然開發期間歷經2次環評行政訴訟，致使園區發展受限，長期處於僅有友達光電維持營運生產之



圖 2 中科三期放流專管佈設路線示意

狀態，一直延續至107年第二階段環評通過審查後才得以改變，轉而朝向綜合型科學園區發展，引進產業調整為光電、精密機械、生物科技、綠能及其他科學事業等潛力產業。

為避免七星園區經污水處理廠處理後之放流水影響農田水利會灌溉水質，與后里園區共同設置長約17公里之放流專管，將經過三級處理後符合高標準限值之放流水引至西濱公路附近大安溪下游河段排放，該地點下游已無水利會及自來水之取水口 (參見圖2)，落實灌排分離，水利會灌區內零排放。 [2]

三、環評辦理及審查經過

科園早期被認為是良性開發計畫，各界多持樂觀其成之態度。惟隨著產業進駐量產後之環境監測與追蹤檢討，各界開始關注高科技產業使用化學品後排放情形及園區經濟活動對周遭地區社經環境快速變遷之影響，乃重新思維科園之特殊環境影響問題，其環



評審查亦隨之漸趨嚴格，從污染總量管制到健康風險評估，科園在各界眼中早非低污染工業區（高等人，2008）[3]。

中科七星園區環評是在這轉變過程中極具影響的代案性案例之一，其環評過程前後歷時近14餘年，歷經2次環評結論之行政訴訟、2次通過第一階段環評審查，最後以第二階段環評審查通過。過程跨越環保署第六、八、十、十一、十二屆環評委員之審查，是接受過最多環評委員、專家學者審查檢視之環評案例，審查面向廣泛而深入，其間討論之各項議題對後續園區之開發環評帶來重大影響，亦係放流水標準等多項環保新標準之研定參考。

（一）第一階段環評（94～99年）

94年為及時提供高科技廠商設廠用地，中科依「區域計畫法」及「非都市土地開發審議作業規範」等相關規定，辦理中科七星園區開發計畫，並據以辦理環評作業。

95年間開發計畫環評送交環保署審查，先後辦理現場勘察及召開5次專案小組初審會議（下稱環評初審），後於95年6月召開環境影響評估審查委員會（下稱環評大會）第142次會議，決議本案有條件通過環評審查，並於95年7月公告審查結論（下稱95年環評審查結論），96年3月完成環境影響說明書（下稱一階環說書）定稿本，接續自96年6月動工開發，同步引入廠商投資設廠。

99年1月最高行政法院判決確定撤銷95年環評審查結論。之後再經中科管理局補充環

境現況、健康風險評估等資料送交環保署續召開審查，又歷經3次環評初審（99年4月～99年8月），及數次專家會議後，於99年8月第197次環評大會通過審查，99年9月環保署公告審查結論（下稱99年環評審查結論），環說書於99年10月定稿備查。

（二）第二階段環評（103～107年）

101年9月行政法院判決駁回民眾所請撤銷99年環評審查結論之訴，後經最高行政法院於102年3月判決發回臺北高等行政法院更審。基於尊重法院判決，103年1月環保署第254次環評大會討論決議，本案應繼續進行第二階段環評。

中科管理局依程序於103年1月將一階環說書公開陳列於臺中市政府、當地區公所、里辦公處等12處地點，並同步於環保署、國科會及中科管理局網頁公開、刊登新聞紙、並通知有關機關，30日期滿後再召開公開說明會以蒐集各方意見，並予以回應處理說明，提供審查之重要參考。

中科管理局接續規劃出第二階段環評可行之替代方案、擬製二階環評「範疇界定指引表」初稿送交環保署，該署在103年4月～104年3月計召開12次範疇界定會議，逐項討論確認二階環評之評估作業內容（環評法§10條）[4]。

遵循確認定案之「範疇界定指引表」編製之環境影響評估報告書（下稱二階評估書）初稿送交科技部後，科技部於105年4月及5月辦理現勘及公聽會，中科蒐集各界意見



並納入二階評估書修正回應，再轉送環保署審查，於105年10月～106年12月間共計召開3次環評初審，再經過107年3月第328次環評大會，於107年6月第332次環評大會通過審查，107年11月同意認可二階評估書定稿本，並公告審查結論及二階評估書摘要。

（三）行政訴訟

中科七星園區自進入環評審查即有來自民間團體、地方民眾之高度關注，其對開發影響心存疑慮，進而不服環保署95年及99年

作成通過環評之審查結論，先後2次提起訴願及行政訴訟。

其中99年1月最高行政法院駁回環保署上訴，確定撤銷95年環評審查結論；第2次聲請撤銷99年環評審查結論之行政訴訟，先經法院審理判決駁回民眾所請，上訴後，於102年經最高行政法院作出原判決廢棄，發回臺北高等行政法院更審之判決。發回更審期間，環保署與原告地方居民於103年8月依臺北高等行政法院折衝仲裁之和解協議達成和解，爭訟至此終了（詳表1環評歷程紀要）。

表 1 中科七星園區環評歷程紀要

時間	環評歷程及事件
95.06.30	環保署第 142 次環評大會有條件通過。
95.07.31	環保署公告審查結論。
96.06.29	當地民眾向行政院提起訴願，行政院駁回環保團體訴願。
96.09.07	當地民眾向臺北高等行政法院提起行政訴訟，聲請撤銷 95 年環評結論。
97.01.31	臺北高等行政法院於作成撤銷環保署七星園區環評審查結論之判決。
97.02.19	環保署向最高行政法院提起上訴。
97.03.17	當地民眾向臺北高等行政法院聲請本案停止執行。
97.04.21	臺北高等行政法院裁定停止執行案移送最高行政法院。
97.04.25	當地民眾向最高行政法院提起行政抗告，要求發回臺北高等行政法院審理或自為裁定本案停止執行。
97.07.18	最高行政法院駁回當地民眾抗告。
98.12.31	最高行政法院駁回環當地民眾聲請停止執行案。
99.01.21	最高行政法院判決環保署敗訴，上訴駁回。
99.08.31	補正環評程序，第 197 次環評大會再次作成有條件通過結論。
100.01.21	當地民眾再次向臺北高等行政法院提起行政訴訟，聲請撤銷 99 年環評結論、開發許可，並聲請暫時停止執行。
101.09.05	臺北高等行政法院判決駁回當地民眾所請，民眾不服再提起上訴。
102.03	最高行政法院判決，發回臺北高等行政法院更審。
103.01.21	環保署第 254 次大會決議七星園區進入二階環評。
103.04～104.03	召開七星園區範疇界定會議
103.08	民眾與環保署達成訴訟和解
105.04、105.05	科技部召開現勘及公聽會
107.06.13	環保署第 332 次大會決議七星園區二階環評通過審查。
107.11.6	環保署同意認可七星園區二階評估書定稿本



法院判決撤銷95年審查結論之認定主要植基於「在未提出健康風險評估之情形下，遽認對國民健康及安全無重大影響，……，即構成未考慮相關因素，裁量濫用之違法」。

在此期間另衍生出是否應停止開發之爭議，雖在98年底最高行政法院駁回提訴民眾所聲請本案停止執行案，惟考量對廠商權利之信賴保護，亦基於尊重行政法院、民眾主張訴求，因此行政部門採取「停工不停產」模式 [5]，以凍結開發狀態，除避免停產對善意第三人（進駐廠商）造成難以彌補的重大損失外，亦不增加新的公共工程開發行為，將各方之可能負面影響平衡控制在最小限度。

99年續審環評，根據中科七星園區健康風險評估結果，成人或小孩之終身增量總致癌風險值均小於美國所公認可忽略的風險，即致癌風險率小於百萬分之一（ 10^{-6} ）（曾，2011）[6]，並無對人體健康有重大影響「之虞」情事，環評大會據以作成通過環評審查之結論，但仍不為行政法院認同。

觀諸法院對環評法之見解認為：只要對環境有重大影響「之虞」，就該進入二階環評，不能因要求開發單位採取預防減輕措施或附加條件的方式而作成有條件通過之審查結論，剝奪民眾參與二階環評權利。這項見解對往後之環評審查產生既深且廣之影響，除環保主管機關更加審慎判定應否進行二階環評外，也促成104年環評法施行細則修正條文加入明定可能有重大影響應進入二階環評之開發行為，例如石化工業區面積達五十公頃以上、其他園區面積達一百公頃以上者。

除此之外，法院審理所關注之實質爭點尚有：海域調查資料超過2年效期；未將大安海水浴場納入影響評估範圍；后里既存風險較高，開發可能超過環境涵容能力；未執行孕婦及嬰幼兒健康風險評估；整個大安區範圍、所有暴露途徑都應納入評估等等爭議焦點。

中科將訴訟之爭點，以及和解協議所要求評估停止中科七星園區開發並回復原狀所需費用、時間、影響及成本效益分析，悉數納入二階評估範疇，或替代方案評估。

四、環評之民眾參與機制

中科七星園區環評爭訟，突顯有否提供民眾充分之參與途徑，是關乎環評結論能否受到各方認同的最重要關鍵之一，其由最高行政法院僅肯認「自第二階段開始才真正進入一個較縝密、且『踐行公共參與』的程序。」即可見一斑。

環保署也有鑑於公民意識抬頭，民眾對於環保議題日益關切，自104年起著手積極推動檢討修正環評法施行細則、開發行為環境影響評估作業準則（以下稱環評作業準則），大幅強化一階環評之公共參與機制，期能擺脫外界長期存在「第一階段（環評）僅是從書面形式審查開發單位提出之預測分析，過濾其開發行為對環境是否有重大影響之虞」之既定看法。[7-10]

環保署為落實環評民眾參與及資訊公開之（104年）環評法施行細則修法主軸，於修正條文增列有關環評資訊、環說書陳列內容、公開說明會資訊、範疇界定會議資訊及



會議紀錄等，均須公布於環保主管機關指定之網站，以利民眾參閱。

環評作業準則亦配合施行細則之「落實民眾參與及資訊公開」修法主軸，明確要求將環評資訊公開，提供民眾參閱及表達意見訴求之機會，開發單位亦須參酌民眾、團體及機關表達之意見，檢討規劃及評估內容，並記錄檢討內容編製於環評書件（習等人，2018）[11]。

（一）資訊公開

環評作業準則106年修正條文第九條及第十五條規定開始進行環評時應先以網路方式徵詢意見、作成說明書前應檢具主要章節內容刊登於指定網站供民眾團體及機關表達意見。[10]

經過審查決議進入二階環評之開發案，則尚須依環評法第八條及其細則第二十、廿一條，將環說書於5處以上地點公開陳列，及上網公開30日以上、刊登新聞紙、並通知有關機關，以書面及網路徵詢意見之程序啟始二階環評作業。

（二）公開會議、公開說明會及公聽會

環評法規定提供給民眾團體與開發單位直接面對面溝通之會議平台包括有公開會議、公開說明會及公聽會等不同階段之公眾參與會議。

中科管理局依照93年12月修正發布之環評作業準則修正條文第10-1條規定，在一階

環說書送審前95年1月公開邀請當地居民團體召開計畫說明會議蒐集意見，其後再遵照95年環評審查結論要求於開發前至當地各村里一一辦理了合計達20場次之公開說明會，再加上應各界要求於當地召開2次聽證形式會議（第2次係循行政程序法辦理）[1]，是當時在一階環評程序中辦過最多場次公眾參與會議之開發案例。

然而當時環評法及其施行細則僅規定於環評審查通過後動工前須召開公開說明會，審查通過前公開方式之公眾參與會議付之闕如，這諸多場次實質召開之會議並不為行政法院所肯認。

為此，104年環評作業準則修正條文新增開發單位在一階環說書送審前必須舉行「公開會議」之規定，並首次將該會議納入環評法施行細則第11-1條第3項規定之「環境影響評估流程圖」中，齊備第一階段環評作成審查結論前所缺少的法制化之民眾參與會議平台。[7, 10]

公開說明會是在作成第一階段環評審查結論後，由開發單位召開，依審查結論可區分為：一階通過審查之開發案旨在施工前對民眾說明環評審查之要求及施工、營運之環保計畫，並蒐集民眾團體表達之意見，以為設計作業及實施開發之參考；應進入二階環評之開發案則著重於審查結論要求進入二階段環評之評估重點項目說明，聽取民眾所關心之議題，以為擬具二階評估作業範疇之重要參考。

公聽會則是由目的事業主管機關在收到



開發單位送審之二階評估書後，向主管機關、環境影響評估審查委員會委員、有關機關、專家學者、團體及當地居民，廣泛蒐集意見之會議平台；在召開公聽會階段，目的事業主管機關依法尚須邀請前揭對象辦理現場勘察。開發單位須參酌民眾、團體及機關於現場勘察及公聽會表達之意見，檢討規劃及評估內容，並記錄檢討內容編製於二階評估書。

（三）範疇界定會議

範疇界定會議是由環評主管機關邀集目的事業主管機關、相關機關、團體、學者、專家及居民代表召開，透過會議逐項討論開發單位於會議前依說明書審查結論，篩選環境關鍵項目與因子所填具之範疇界定指引表，以界定開發案在第二階段應納入之評估範疇及事項，包括確認可行之替代方案及進行環境影響評估之項目之調查、預測、分析及評定之方法。

範疇界定會議涉及高度專業性質，因此環評主管機關會邀請相關專業領域之學者、專家參與會議提供專業意見，對於居民團體與開發單位無法取得共識之內容，則給予專業衡量之建議；在地居民則係在地生活經驗看法及關注事項之提供者，以中科七星園區為例，與當地居民代表及里長之現地會勘選定環境現況空氣、水質等測點，即為順利完成界定會議之關鍵程序，亦是二階段環評審查過程未針對調查地點之代表性提出質疑原因之一，明顯提高了二階評估書之公信力。

值得一提的是，關切此中科七星開發案

之環保團體在範疇界定過程亦投注心力提出民間版本之評估範疇，中科管理局以尊重及開放心態面對，仔細衡量比對將屬於合理、與開發行為確有相關，並技術可行者，儘可能納入評估範疇，例如該版本內容建議增加許多重金屬及揮發性有機物質空污調查項目，就經討論後廣泛地納入；其所提出包括轉型為高科技農業園區之方案；以中部地區其他科園或工業區作為開發地點替代方案；產業廢水達零排放、放流管線延伸至外海3~6海裡、協調整合園區外排水系統、空氣污染階段性逐次減量規劃等環保措施替代方案，亦經討論後納入二階可行替代方案評估比較。

（四）審查會議公開機制

環評審查是我國政府部門各種審查制度中最透明公開者，環評審查會議均開放民眾團體旁聽及登記發言，環保署98年2月發布「行政院環境保護署環境影響評估審查旁聽要點」更賦予旁聽制度化規則，同時保障民眾參與審查會議權利，亦要求與會者應遵守議事規則，使審查會議得以順利進行。程序上先給予登記民眾發言時間，開發單位回應說明後，再接續由機關及環評委員提出審查意見。此旁聽制度施行迄今民眾團體已逐漸認同，並能充分配合規定進行自我意見之陳述表達，嚴重干擾審查議事進行之情形已不多見。

五、園區開發主要環境課題及相應措施

中科七星園區14餘年之環評過程，見證各界對科園認知之轉變。其評估探討之民居健



康風險等環境課題，已然被視為科學園區、工業區等等園區型態之開發計畫必須充分檢視，仔細評估，妥為因應之主要環境課題。

（一）居民健康風險管理

中科七星園區95年環評審查結論要求營運前應提健康風險評估，以確保民眾健康，同時也引入了環境健康保險基金之機制，強化園區進駐廠商之企業責任。特別的是七星環評結論是在后里環評之後作成，增加了「如評估結果顯示對居民健康有長期不良影響，開發單位應承諾無條件撤銷此開發案」之文字 [1]，也是影響後來行政訴訟結果的關鍵所在。課題也從行政管制技術面轉為邏輯檢視，但何者才是實施環評制度的本質與目的，宜需進一步釐清。

七星園區所在地臺中市后里區有鋼鐵廠、焚化爐、造紙廠等污染來源，開發場址北面數公里外有自來水淨水廠，民眾團體對居民健康影響及用水安全產生疑慮。對此中科管理局委託中國醫藥大學健康風險管理學系許教授遵照環保署公告之『健康風險評估技術規範』執行危害性鑑定、劑量效應評估、暴露劑量評估、風險特徵描述等四大評估分析（參見圖4）。

所評估及調查之化學物質涵括園區特徵排放物質，包括不同之揮發性有機物、重金屬、酸鹼氣體，及總有機毒性物質等，僅僅在煙道檢測項目就高達223項，是歷來檢測項目最多之園區環評。

經評估計算空氣污染物排放及放流水所

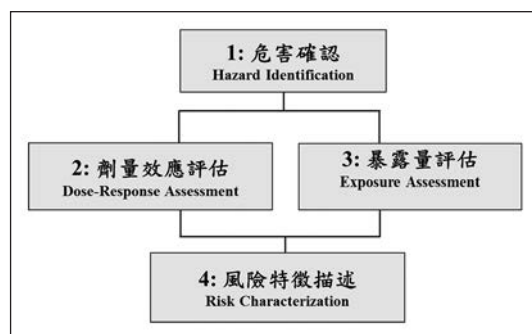


圖4 健康風險評估主要架構

致健康風險，並評估對0~3歲嬰幼兒及孕婦等特殊敏感族群之健康風險，評估結果終身增量總致癌風險機率小於百萬分之一，為可接受之風險。

針對民眾關心之既存污染，則進行背景濃度之檢測分析，並依健康風險評估技術規範第10條規定，採用流行病學調查分析。經綜合健保資料以及健康訪視調查結果，收集當地與確認危害性化學物質相關之癌症及疾病歷年發生率、死亡率，並收集人口學等相關數據，分析比較結果顯示當地並無一致性較全臺健康狀況不佳之情況；此外環保署及臺中市政府也對鋼鐵業發布實施加嚴管制標準，加強對鋼鐵業廠商之管制降低既存污染影響。歷年對當地空品監測數值以懸浮微粒濃度呈現出逐漸下降趨勢為例（參見圖5），可顯見其管制已達預期成效。後續健康風險管理，中科採取每5年進行1次流行病學追蹤調查比對；責成廠商執行環境會計帳、成立環境及健康保險基金，負起對居民健康風險之相關責任。

就民眾所關切廠商使用化學物質清單之

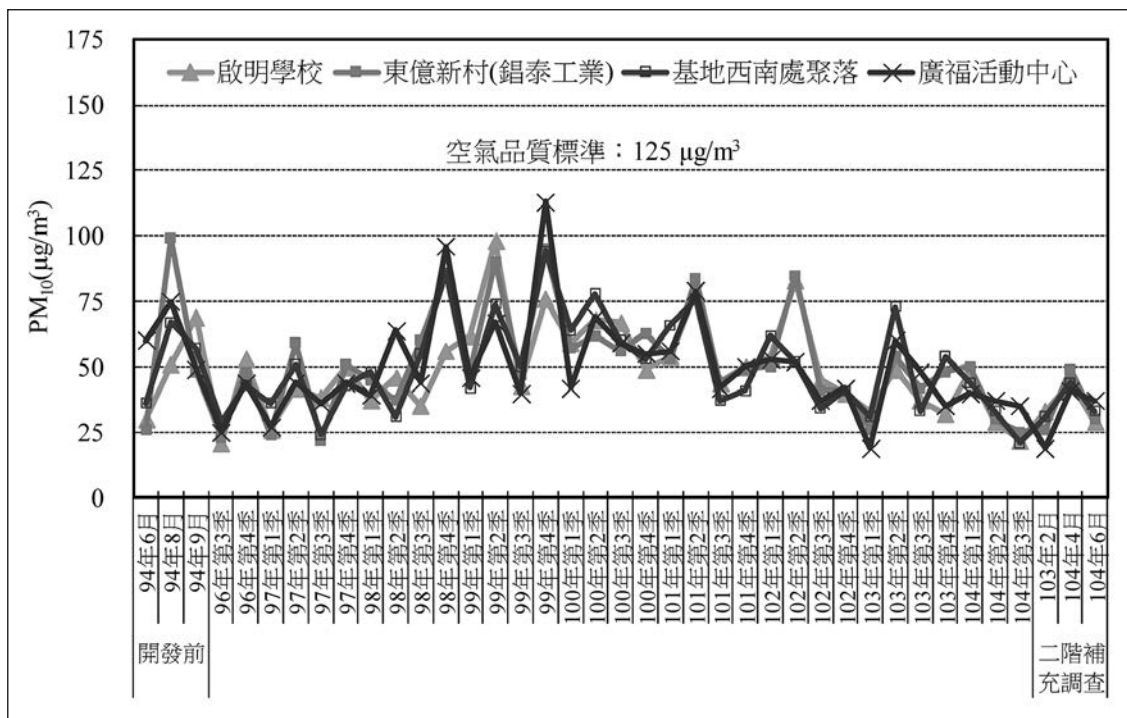


圖 5 中科七星園區歷次懸浮微粒日平均值變化圖

完整性，則限制廠商僅可運作評估所列出之化學物質清單項目，如需使用非清單化學物質，則必須向園區管理局提報申請，透過化學品之管理審查，及相關之變更程序審查通過才准予使用。

(二) 農業用水維護

中科七星園區所在后里地區雖不曾發生因為天候異常造成嚴重枯旱而啟動休耕之情形，然而配合開發所需用水，水利主管機關要求在中部地區之長期水源開源節流方案完成之前，必須與臺中農田水利會簽訂調度農業用水協定。對園區排擠農業用水之質疑，就此伴隨此項協定要求而產生。

然而中科管理局依「農田水利會調度農業灌溉節餘水作業流程」（參見圖6）與臺中農田水利會簽定灌溉節餘水供水契約，係將水利會執行加強巡檢、改善灌渠等等管理措施「節餘」之水量暫貯存於水庫，如需啟動調度節餘水則由水庫將其調度至淨水場，再由自來水系統供給園區，實質上並無排擠當地農業灌溉用水之情形。

而為避免調度農業用水引發疑慮，中科管理局自主採行包括執行源頭管控及入園審查；要求設置5日用水蓄水設施因應短期缺水；執行廠商用水查核等內控機制，藉由源頭引進合理用水產業之管理、廠商用水計畫之審核以及節水輔導等措施，達到篩選管理

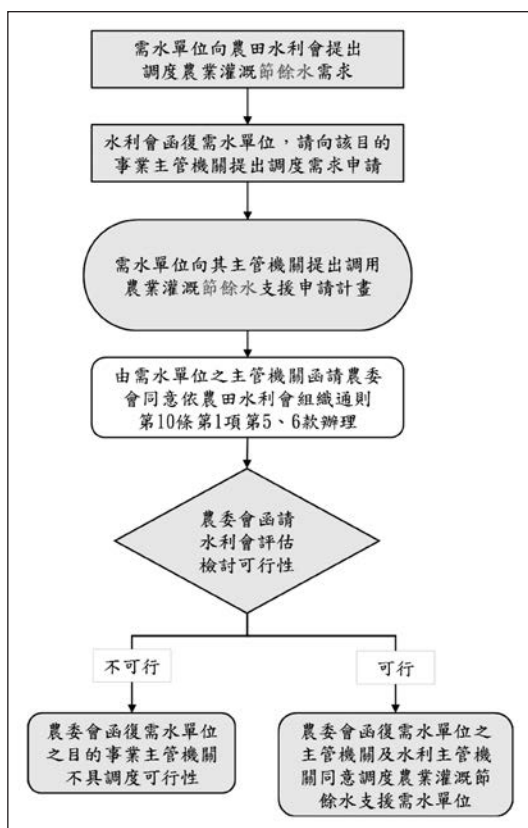


圖 6 農田水利會調度農業灌溉節餘水作業流程

產業用水之目標。

環評審查亦要求調用農業用水前，除向農田水利會申請調度經其評估可行，尚需依環評法第18條規定提出「環境影響調查報告」經審查通過方得進行，完整保障當地之農業用水。

(三) 灌排分離放流專管之規劃及追蹤管理

為維護園區下游水體利用，採取高標準之環境保護措施，設置長約17公里之放流專管，落實灌排分離。環評審查過程中雖曾有

具污水處理專業背景之環評委員表示該專管非屬壓力管，無放流水外溢問題，然而當地民眾仍存有專管可能破裂外漏之擔憂。

惟放流專管中所輸送之物質係處理過之放流水，且管線為地下化佈設，並不具有發生火災、風災、水災、爆炸、化學災害、油污染等意外災害之風險，且經評估放流水不具急毒性，故中科採行包括進行專管沿線長期監測土壤及地下水質、管線全線定期採TV檢視，及放流管流量監測比對等管理措施，同時建立著重於放流控制及管道檢修放流管之緊急應變機制（參見圖7）。

中科實際執行定期專管檢視作業，亦透過邀請當地民眾代表會同參與進入管內檢

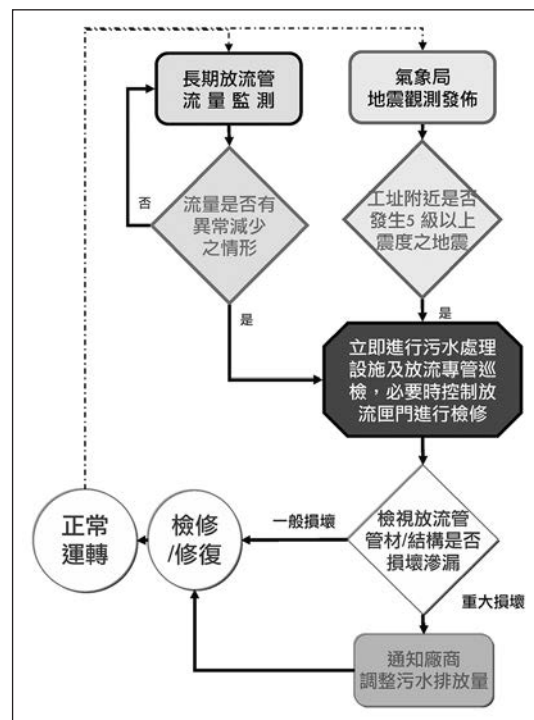


圖 7 放流專管緊急應變流程



圖 8 中科放流專管 TV 檢視作業照片



圖 9 圳寮 II 遺址發掘工作照片

視，取得民眾之信任，解除其擔憂，作業照片參見圖8。

（四）文化資產維護

中科七園區開發用地範圍內曾有枋寮遺址之發現記錄，然經環評作業實地進行地毯式調查結果，未發現任何文化遺物，再進一步以每100公尺為間隔，總計探勘了35個試掘坑，亦未見早期文化層之存在。

七星園區東側聯絡兼維生道路則恰穿越圳寮 II 遺址範圍，前臺中縣政府文化局於95年7月辦理現地會勘後，中科管理局即依文化資產保存法及遺址監管保護辦法規定，針對通過區域由財團法人中華顧問工程司委託劉益昌教授進行地表調查與考古試掘研究，並進行試掘三個探坑（工作照片參見圖9），結果雖無法確認遺址之中心區域，或遺址的功能，不過仍可確認此地點為一處史前時期人類居住活動之遺址。

為慎重起見，在遺址附近進行整地開挖

作業時，中科仍延請合格之考古學者專家跟隨監看，並無發現文化物遺物，倘若有發現文化物遺物，必須立即依文資法之規定停工，並於施工合約中明訂停工規定及罰則，落實文化資產之保護工作。

（五）引進廠商之審核及化學品管理

因應健康風險管理措施，對引進廠商之審核除了以往入區申請所提供之污染防治計畫書外，廠商亦必須提出使用化學物質之清冊申報。

而為落實園區化學品管理，採取包括：建置並持續更新「化學品自主網路申報平台」；執行查核及輔導機制；落實化學品分級管理；化學品源頭管理；毒性化學物質加強管制措施等多項管理措施（參見表2）。

（六）因應氣候變遷之排水防洪

依國家災害防救科技中心「臺灣氣候變遷科學報告2017」之臺灣未來氣候變遷推



表 2 中科七星園區化學品自主管理機制

化學品管理機制	執行要點
持續更新「化學品自主網路申報平台」	- 於園區職業安全衛生管理資訊系統建置事業單位之化學品管理平台，輔導協助園區廠商填報登錄使用之化學物質相關資訊 - 持續進行更新、強化功能，加強園區對於相關資訊之掌握
執行查核及輔導機制	- 依照平台登錄資料，每年至少二次由專家或中科派員進廠定期查核 - 配合執行不定期現場稽核
落實化學品源頭管理	- 廠商製造或輸入勞動部公告以外之新化學物質時，依法申請核准登記 - 廠商應依 GHS 建立化學品之安全資料表 (SDS)，並依 SDS 所載化學品物性及化性與相關危害辨識資料建立化學品分級管理機制
輔導實施化學品分級管理	運用化學品申報管理平台，要求廠商落實危害性化學品分級管理，依化學品之危害性、使用情形、散布狀況等評估風險並採取控制措施
毒性化學物質加強管制措施	- 依據「科學園區設置管理條例」規定，執行管理輔導措施 - 環保署「環境災害應變隊」進駐臺中園區，引進毒化物管理專家及 24 小時值勤人力，並研訂園區「毒化物運作管理作業規範」據以實施，提升廠商毒性化學物質之申報、危害預防、演習及應變等管理工作 - 廠商依「毒性化學物質管理法」規定申請取得許可、登記或核可文件後，始得運作，並製作毒性化學物質運作及釋放量紀錄定期申報

估，未來極端暴雨事件造成之淹水災害風險可能增加 [12]。考量氣候變遷造成暴雨強度提高，中科七星園區在環評審查階段就當地之歷年降雨統計資料推求保守估計之一日最大暴雨量，以及受氣候變遷影響加劇之一日最大暴雨量等2種降雨情境條件進行淹水模擬評估，並探討中科七星園區設置滯洪沉砂池等措施後之改善成效及殘餘之災害風險，以及災害發生時相關之防災及緊急應變計畫。

園區透過加大設置滯洪沉砂池等減災措施，除不增加區域排水負荷外，更達到減輕下游負荷之成效。而針對下游地區殘餘之淹水風險，中科管理局先行設置區域排水溝截流分洪箱涵至園區區界，配合臺中市政府南向三合一聯外道路興建工程同時進行分洪至大甲溪之排水改善工程，協助地方有效減輕下游地區之排水負荷，將殘餘風險降至最低。

(七) 替代方案之檢討

七星園區進入二階環評程序後，民眾團體就其所關切之面向，提出多項替代方案建議，其中以恢復開發前之農場使用之狀態之零方案，最具特殊性；而以國內閒置工業園區作為區位替代以及產業廢水達零排放則成為後續園區開發經常被要求檢討之議題。

針對執行零方案回復開發前台糖公司用地狀態之可能影響等事項進行評估比較結果，顯示除於執行拆除復舊工程過程中將造成環境衝擊，以及植被移除破壞園區營造之生態多樣性及景觀美質外，完成復舊後則將喪失園區開發所提昇之排水功能、街道環境美質、公共設施品質、交通便利性、就業機會以及相關之經濟效益等開發之正面效益，因此綜合評估比較兩方案之內部及外部各項成本效益，中科七星園區開發後營運30年總



計可獲近約5,484億元之社會經濟外部效益，顯著高於總成本2,637億元。相對而言，零方案之總效益僅15億元（包含拆除回收價值約1億元及農業產值利益約14億元），顯示回復農作之經濟產值遠低於工業產值，且須付出近4,447億元之社會經濟機會成本。

中科七星園區開發後產生之總體利益顯著大於成本，並且外部成本亦將由制度化之環境保護措施、環評承諾事項、回饋措施及保險機制將外部成本內部化，將可維護公共利益，因此相對較零方案有其顯著之效益。

產業廢水達零排放之替代方案係指園區污水處理廠之放流水全數回收利用，或以其他方式進一步處理，以達到產業廢水零排放。惟七星園區科技大廠用水回收率已提昇至85%以上，若欲達零排放則須再持續進行濃縮處理，最後再對高濃縮廢液做熱處理，如此將大幅增加耗能及二氧化碳之間接排放量，亦將增加需處置之污泥數量；且中科七星園區之水處理設計係採灌排分離之保護原則，除提高污水處理等級並已設置放流專管併同后里園區污水處理廠放流水排放至大安溪下游已無農田水利會灌溉取水口河段，對下游承受水體水質及生態已無顯著影響，故計畫採行之污水處理相關環保措施應屬較佳之方案。

六、結論與省思

資深環評委員曾對環評制度提出建議：有法律規範及主管機關管理之事項應儘量回歸法律規範及主管機關，避免重複督導[13]。例如土石方為營建工程資材，且依

「營建剩餘土石方處理作業要點」係由主管機關內政部營建署管理，環保機關如逕重複督管往往從嚴解釋，常衍生爭議困擾。

審查標準不明確也是環評充滿不確定因素之一。前環保署長沈世宏分析環評只要參雜「要不要」，很多爭議都講不清楚。只要有否決權，遇到爭議案件，就無法回歸環保專業[14]。七星園區一階環評，一度作成自設測站小時值1年內測值一旦超過豐原測站測值10次以上，第11次起就以環評法最高罰額按日處罰連續處罰至改善為止之審查結論，即為不符「有責主義」、裁量標準未基於科學上因果關係等問題之典型爭議性結論案例。而在高度民眾參與的環評程序中，健康風險評估工具之運用方式實有斟酌之必要，一般民眾不易理解接受其方法論及限制性，往往因顧名思義而誤解疑慮，相關爭執也仍持續中。

上述環評制度存在之問題，在七星園區十餘年見證之環評歷程中，適逢公民意識高漲浪頭，環保與發展天平之擺盪，引發諸多省思，針對特異於其他國家經驗之環評制度，站在天平兩端之各方都有必須修正環評法之體認。[14]

透過本文對七星園區環評歷程之回顧檢討，也審視環評法規之相應變革，展望未來科園開發需面對之環評法定程序，以及民眾關切及期盼達成之目標包括居民健康風險管理、農業用水維護、文化資產維護、化學品管理、氣候變遷下之排水防洪措施、鄰近景觀品質維護，以及產業廢水達零排放等等，七星園區環評長期對各項議題之應對處理經



驗，在行政訴訟與民眾互動溝通、環評專業審查之環保措施反覆思慮精進，所建立之各項環保機制及模範，促成後續園區或其他類型之開發引為基礎，朝向更臻完善、環保與經濟發展兼顧之開發模式邁進。

參考文獻

1. 科技部中部科學園區管理局，中科志，92-97年，P.126、P.128、P.254、P.255、P.280。
2. 科技部中部科學園區管理局，「中部科學工業園區第三期發展區（后里基地－七星農場部分）開發計畫環境影響評估報告書定稿本」，107年。
3. 高尚蓮、周忠和、黃致堯、胡秀蘭、張月珠，科學園區環境影響評估，中華技術，No.78，97年，P.51-P.59。
4. 行政院環境保護署，環境影響評估法，94年。
5. 科技部中部科學園區管理局，口述中科，108年。
6. 曾志超，「簡評中科三期爭議」，國家政策研究基金會，100年。
7. 行政院環境保護署，環境影響評估法施行細則，104年。
8. 行政院環境保護署，環境影響評估法施行細則部分條文修正條文對照表，107年。
9. 行政院環境保護署，開發行為環境影響評估作業準則，104年。
10. 行政院環境保護署，開發行為環境影響評估作業準則部分條文修正條文對照表，106年。
11. 習良孝、王志遠、吳文彰，「環評法規修訂趨勢及成效」，中國工程師學會會刊，91卷06期，107年，P.83-P.89。
12. 國家災害防救科技中心，臺灣氣候變遷科學報告2017，106年。
13. 顧洋，「國內環評制度問題與未來改革方向，經濟與環保如何兼籌並顧」，產官學研討會，103年。
14. 遠見雜誌，「投資大不易 都是環評惹的禍？」專題報導，105年。



產業園區智慧化構想

台灣世曦工程顧問股份有限公司技術經理 / 吳律平

台灣世曦工程顧問股份有限公司副理 / 黃敦博

台灣世曦工程顧問股份有限公司計畫副理 / 林宏宇

台灣世曦工程顧問股份有限公司計畫工程師 / 陳威志

台灣世曦工程顧問股份有限公司正工程師 / 李逸凡

中華電信股份有限公司數據分公司智慧聯網處處長 / 羅坤榮

中華電信股份有限公司數據分公司智慧聯網處副處長 / 潘明憲

中華電信股份有限公司數據分公司智慧聯網處組長 / 黃聿彰

中華電信股份有限公司數據分公司智慧聯網處專員 / 鄭謹晴

關鍵字：產業園區、管理服務、智慧化、物聯網、智慧監控空氣品質、智慧監控水資源、智慧路燈、智慧電表、智慧化保安系統、智慧化防洪監控、智慧化電子圍籬、智慧營運管理系統、ERP、智慧運籌管理中心、IOC

摘要

產業區至當趨勢之智慧化產業園區。

臺灣自50年代進入發展二級產業（工業）階段，工業區與產業園區的推動與發展一直扮演關鍵之角色，也成為帶動與創造臺灣經濟發展重要命脈。隨著時代演進、法令變革、環保意識抬頭、環保管制因應、管理服務機能需求與現代科技運用等因素，園區發展型態，亦應與時俱進，以符合現代產業發展需求與趨勢，並兼顧環保與經濟平衡發展之指標；依此，園區發展型態已逐步由傳統型工業區演進為資訊化科技園區、系統化

而嶄新一代之智慧化產業園區，主要係思考將園區公共設施場域設施維運資訊化與系統化、管理服務事務與機能效率化、與區內廠商及城市居民互動多元化、管理資訊遠端與行動裝置同步化等需求，藉由現代相關尖端感應設施等ICT及IoT資通訊技術運用，並以延伸智慧城市內涵與概念，將園區包含公共管線圖資系統、各項污染物與資源管理、環評管制事項、防災與保安管理等資訊，透過軟、硬體之建置，達到可視化之即



時呈現及預警，同時將各項管理及監控措施整合於同一雲端資訊管理平台，除可將相關資訊永久保存外，而利用雲端運算及大數據等創新技術，使園區管理單位掌握同步資訊、維護管理系統化及規格化，以達到智慧管理、服務創新與節能減碳目標。

以目前園區發展屬性與內涵及管理服務機能需求，推動產業園區智慧化運用與規劃構想，可朝向智慧監控空氣品質、智慧監控水資源、智慧路燈、智慧電表、智慧化保安系統、智慧化防洪監控、智慧化電子圍籬等內容建置相關感應設施與資訊平台，並將其資訊整合與借接至智慧營運管理系統或智慧運籌管理中心（IOC），除可及時提供第一線管理人員及時掌握相關管理資訊，遇有緊急狀況時，可立即應變處置；另藉由單一嵌入系統，可讓主管機關或政策決策與管理者，遠端同步掌握園區資訊，並將相關資訊藉由大數據與雲端運算技術，進行統計分析，可滿足資訊得以即時擷取，用以面對監督機關或民意代表業務或質詢需求，並作為政策擬訂與管理機制檢討之參考。

而本專題探討之相關智慧化內容，不論已開發營運園區及規劃中國區，均可依其屬性、園區公共設施條件與管理服務需求等，採更新提升轉型或預為規劃發展嶄新之智慧化永續園區進行推動。

一、前言

臺灣自50年代發展工（產）業以來，工業區（產業園區）為提供產業發展之重要場域；然早期開發之傳統工業區重點在提供一

個單純生產空間，並未全面思考應具備之完整功能或管理服務機能需求，以往工業區普遍存在整體公共設施供給不足、品質不佳、環境不彰、管理服務效率有待提升等問題；民眾往往將工業區與空氣、污水與廢棄物產生大量污染畫上等號，然隨著環保意識抬頭，科技日新月異，同時為扭轉傳統工業區形象，園區轉型成為後續發展重大課題，其除朝向引進低用水、低用電、低污染及高附加價值之「三低一高」產業，並搭配環保、減碳及綠化等理念，兼具環保與經濟平衡發展之方向推動；其後又配合政府推動智慧城市之概念，新一代之園區，則開始運用ICT及IoT技術，以現代化科技與智慧化之方式規劃公共設施與管理效能，打造舒適、綠色、智慧及永續發展的園區；本專題之目的，即希望透過相關智慧化內容之探討，提供智慧園區推動之參考與發想。

二、產業園區智慧管理服務設施機能沿革

工業區與產業園區之發展，始於民國49年訂定「獎勵投資條例」所推動之工業區開發，並於59年成立經濟部工業局做為工業區主管機關，統籌工業區之編定、開發、租售及營運管理等相關工作，至79年另訂定「促進產業升級條例」，則進入傳統工業區轉型為綜合型工業區發展階段，此階段仍為傳統型工業區；其公共設施主要為一般之道路、照明、排水、綠帶、供水及污水等相關基礎設施，爰其具有之管理服務機能與事務相對單純。上開可謂園區1.0階段。

後又於89年「促進產業升級條例」修訂後再次重新公告實施，除延續工業區開發



圖 1 產業園區智慧管理服務設施機能沿革示意圖

之發展政策與實質推動外，亦考慮工業區之多元發展，於整體規劃上，除「生產」之基本功能外，亦導入園區內員工與鄰近居民之「生活」需求與在地「生態」環境，成為「三生一體」之科技工業區，公共設施除一般基礎設施外，朝向複合式發展型態；而於廠商服務與管理亦呈現多元態樣，介面與內容亦變得複雜化，此為園區2.0階段。

至99年，為因應全球化之經濟競爭，有效促進產業用地之再利用及提升產業競爭優勢，於「促進產業升級條例」落日後，再訂定「產業創新條例」，並將科技工業區轉化為產業園區之新型態發展，使園區朝向永續化、效能化、高值化等面向創新發展，配合環評法規日益趨嚴，園區新增環評承諾與管制項目亦應予以控管；再隨著科技城市發展，同時配合政府因應資訊系統化時代，行政效能提升之要求，公共設施之規劃與建置

除上述兩階段基本項目外，尚需考量如何運用現代科技技術、網路通訊設備及智能服務，提供產業園區客製化之開發與管理服務，又依其發展歷程與開發運用項目，可區分為園區3.0階段與4.0階段。

而依各階段工業區與產業園區發展歷程，其管理服務機能與思考面向亦有不同，其機能沿革概述如下：並詳圖1。

(一) 園區 1.0 階段（傳統型工業區）

傳統工業區之管理服務主要以工業運作與廠商生產營運之基本需求為主，且資訊設備未臻完善，只能由人力負責園區相關設施紙本圖面歸檔與書面資料建置，廠商端相關服務費用之計算、收取與收據寄發皆以人工方式進行，且相關資料皆以紙本印製產生環境資源浪費，更大問題則在於各項資料因



時代久遠或人員更迭，造成滅失、缺漏等問題，衍生後續工業區需辦理工程改善更新、文件管理或歷史資料查詢時產生困難。

（二）園區 2.0 階段（資訊化科技園區）

隨著資訊設備及網路發展逐漸成熟，以永康科技工業區為例，即建構營運管理系統，發展並建置園區地理資訊系統（簡稱GIS），將園區相關資料與圖資建檔與保存以資訊化方式建置，同時開發園區自動與資訊化各項費用收費系統，朝向無紙化方式收取各項費用，並讓園區廠商可以利用網路平台直接下載繳款通知，達到資料保存與服務資訊化、自動化之新階段。

（三）園區 3.0 階段（系統化產業園區）

本階段除延續園區2.0階段之各項資訊化服務外，有鑑於環評管制內容與項目應有效管制與落實，且與園區內廠商之製程息息相關，惟園區廠商眾多，如何透過科技運用，達到確實管理目標，即為本階段園區管理服務機能發展之重點，本階段代表之園區為嘉義大埔美精密機械園區，除於開發階段導入營建管理資訊系統（PMIS），將開發過程各項公共設施資料確實保存外，並建置環評管制申報系統供廠商線上填報，由ERP系統進行彙整，以供管理機構申報、檢核與管理。

（四）園區 4.0 階段（智慧化產業園區）

隨資訊與通信科技（Information and Communication Technology，簡稱ICT）與物聯網（Internet of Things，簡稱IoT）快速發展，

廣泛與人類之生活、商務與管理事務結合運用，智慧城市概念在您我周遭逐步落實與成形，而產業園區亦朝向智慧化發展，高雄市政府即宣示將智慧管理、智慧城市及物聯網政策導入和發產業園區，發展智慧運籌管理中心（簡稱IOC），針對各項水資源、空氣品質、路燈與路口影像等進行即時監控與智慧管理，成為一個嶄新型態之智慧園區。

三、產業園區導入智慧化內涵

隨著資訊科技時代脈動，以新一代資通訊科技使能以更加即時的方式管理生產和生活，經由傳輸及感應設備了解整個城市的供電、供水、交通、建築物和油氣管道等各項系統中，使其形成的物聯網相聯，透過雲端運算整合。其概念圖如圖2所示：

園區智慧化即是延伸智慧城市之內涵與概念，將園區建設之管理及監控措施整合於同一資訊平台，利用雲端運算及大數據等創新技術，使園區管理單位掌握同步資訊、即時呈現及預警、維護管理系統化及規格化，以達成智慧管理、服務創新與節能減碳目標。智慧化園區主要內涵與需求如圖3所示。

四、智慧化產業園區概念與管理服務需求鏈結

（一）運用大數據分析提升管理效能與資訊共享

傳統化園區的管理服務主要為管理單位與廠商之間基本業務往來，然隨著資通訊科

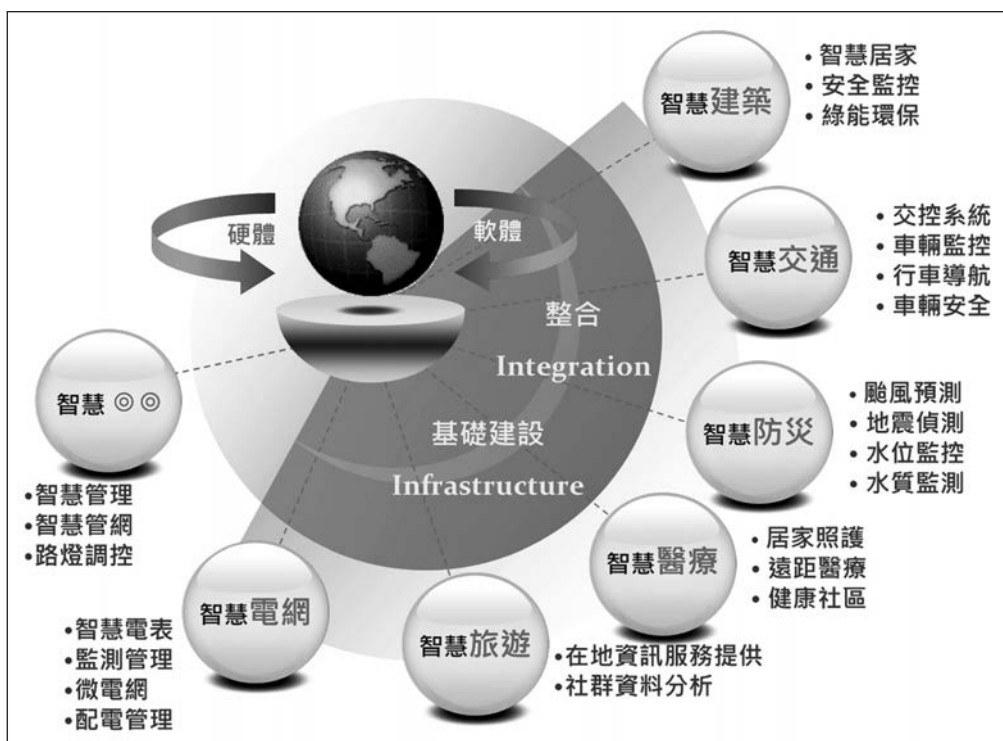


圖 2 智慧城市內涵與概念示意圖

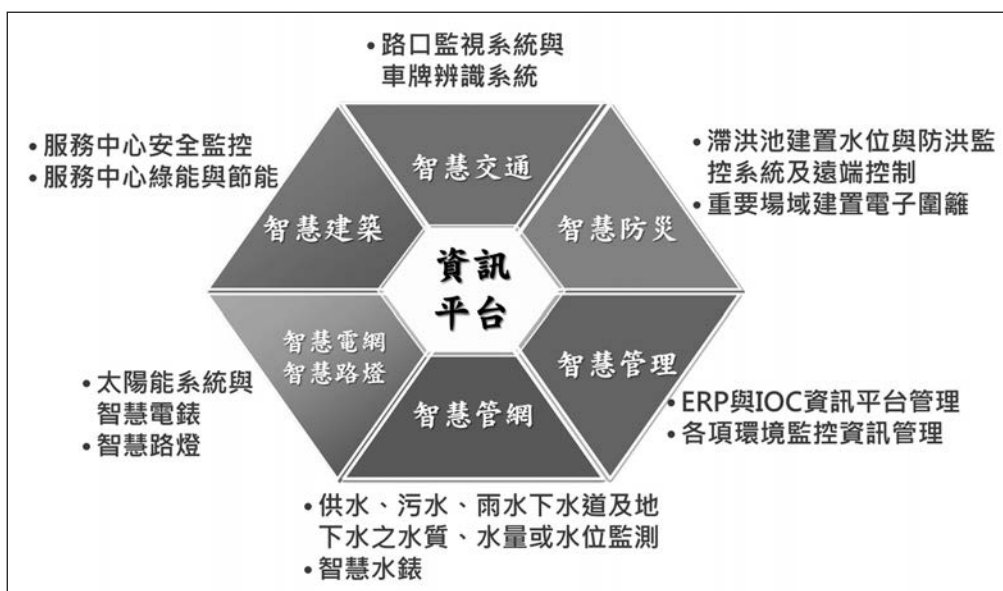


圖 3 產業園區智慧化內涵與需求分析



技的進步，管理單位所能提供的服務更為提升。如建置各項智慧監控系統，藉以蒐集相關數據，並進行大數據分析，其分析結果不僅可提供管理單位決策或廠商規劃生產使用，更可於園區遭遇緊急狀況時，發揮預警及應變處理的功效；建置區內電網與水資源監控系統，平時可透過該監控系統了解園區內廠商之用電、用水及污水排放特性，分析離峰及尖峰之用電、及淡旺季之水量趨勢，可提供管理單位或事業單位做為供電、供水之調度規劃，並可將分析結果提供給廠商作為生產規劃之參考，以增進生產效能，避開尖峰用量，提升園區服務滿意度。主管機關亦可藉由大數據統計分析，作為相關政策擬定參考與依據

（二）提升相關費用收取效率

早期園區管理單位對於相關管理費用之收取主要以試算表將各家廠商的費用逐一計算後，再以人工開立紙本繳款單、郵寄繳款通知單，廠商繳款後再以傳真回傳收據或由銀行將登核聯交回，再一一核對、銷帳，耗費大量的人力及時間成本。

現在可透過網路及資通訊技術之運用，建置智慧化收費系統，藉由建置資訊管理系統（ERP）及廠商服務入口網站。管理單位可透過ERP計算相關費用、開立電子繳款單、自動銷帳、產生收據；廠商透過入口網站下載繳款單或自動扣款，並線上下載收據，提升效率。

（三）控管環評承諾要求（有效控管園區相關資源運用與污染物排放）

園區為因應環保法規及環評審議的要求，對於污染物的種類及數量進行管制，環保法規要求園區廠商皆應向環保主管機關申報一般污染物排放量，如空污、污水、廢棄物及毒性化學物質排放量，惟環評審議要求之污染物管制項目除了一般污染物以外，尚包含非毒性化學物質、溫室氣體及用水量…等。為利園區管理單位掌握污染物排放總量並確認符合環評承諾要項，建置智慧化環評污染物申報系統提供廠商定期辦理申報，達到預警因應、數據分析與動態管理目標，又可改善以往園區營運後若遭污染處分問題，常須於事件發生後再耗費大量人力分析及釐清污染源。

（四）因應環保節能趨勢

新一代之嶄新園區公共設施具多樣性，傳統的管理服務工作相對龐雜且耗費資源，因此可透過智慧化設施建置與運用，因應環保節能趨勢，強化管理效能，減少資源耗損，如智慧路燈之運用，可透過網路平台，有效掌握路燈狀況，降低定期巡檢成本，路燈故障可立即掌握，加速維運管理效率；同時使用LED路燈、分時調控，可降低園區電力成本與節能減碳；又如於供水系統裝設智慧化水壓及水量管之設施，即時監控，掌握可能之漏水狀況，主動通報搶修，以達節水目標。

（五）資訊遠端與行動裝置同步掌握

園區管理單位除透過第一線人員於現場即時因應外，上級主管機關可利用行動裝置同步掌握園區相關管理資訊或即時取得相關



統計數據，以加強管理服務與因應緊急業務需求。

五、產業園區智慧化運用與規劃構想

利用現代科技與ICT及IoT技術，產業園區智慧化，針對已開發完成並營運之園區，可因應其屬性與管理需求，檢視公共設建置狀態，檢討設施更新與功能提升，而新園區可預為規劃，並於公共設施設計時，先行整合，避免二次施工、資源二次調整或整合之情形產生，園區智慧化可規劃與運用內容概述如下：

（一）智慧監控空氣品質

為扭轉傳統工業區空污形象，可依不同場域需求建置空氣品質感測器模組，項目包

含溫度、溼度、細懸浮微粒（ $PM_{2.5}$ ）、風速、風向、二氧化碳（ CO_2 ）、二氧化氮（ NO_2 ）、二氧化硫（ SO_2 ）…等，進行資料之收集、分析及管理，並以平台視覺化呈現、進行即時狀態監控、設備管理、異常警示等，依據空氣品質動態擴散呈現圖進行污染溯源、預測空污擴散趨勢等加值服務，示意如圖4。

（二）智慧監控水資源

1. 上水、中水、下水水量或水質監控

園區之供水系統規劃以滿足區內廠商生產、營運及員工生活所需為目標，因應現今環保意識與資源有效運用之趨勢，除了員工生活所必須之民生用水須採自來水（即上水）供應外，廠商近年來已有回收水資源再利用之做法；然對於無法回收再利用部分，則藉由園區建置完善之污水系統（即下水）

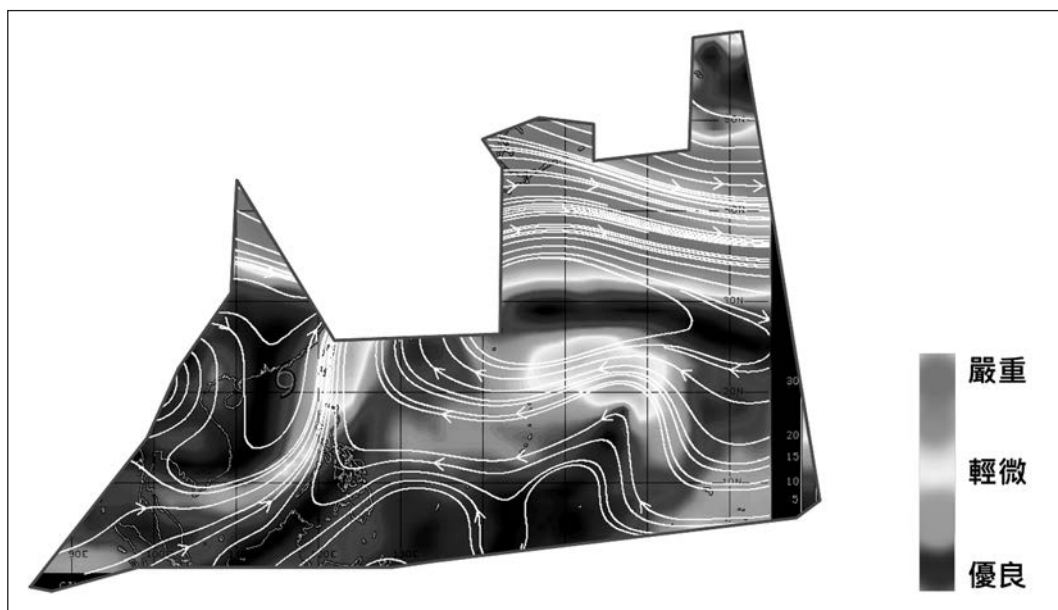


圖 4 園區空品動態地圖示意圖

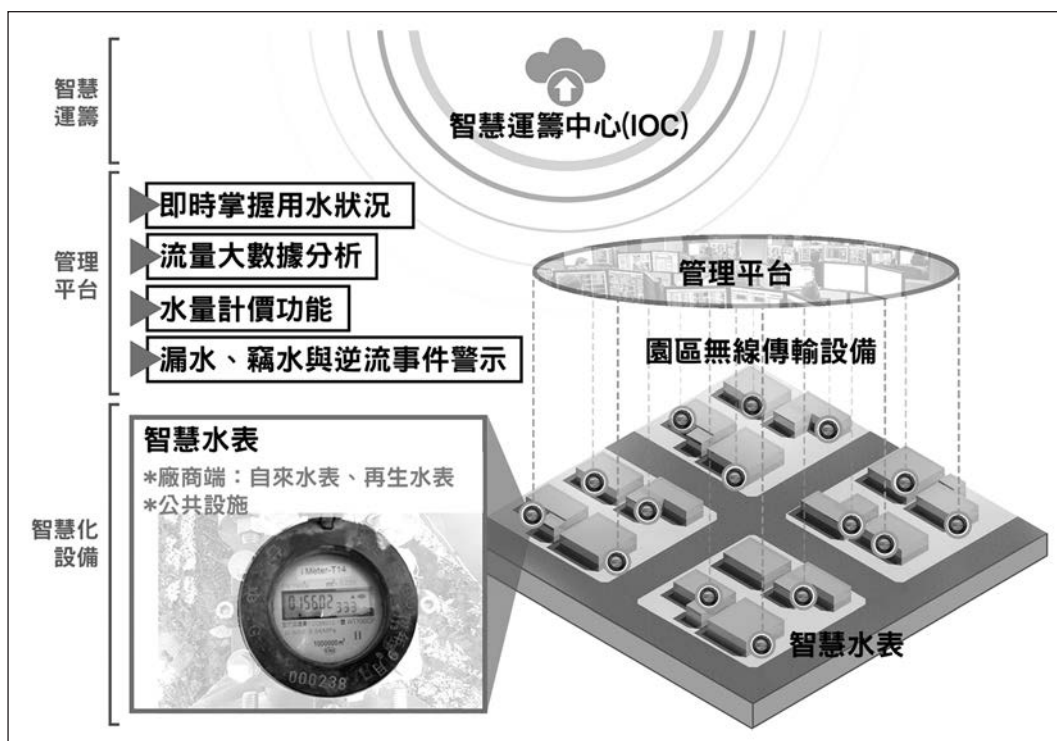


圖 5 園區智慧水表監控示意圖

進行收集、處理。至於製程、澆灌等用水，其趨勢已朝向利用生活廢水或污水處理廠處理後之放流水（即中水）等方向規劃。另因應產業園區此一特性，運用智慧化概念與技術，建置園區水資源管理系統，說明如下：

(1) 上水、中水（再生水）系統

因應產業園區供水目標與特性，配合園區智慧化推動，水資源管理系統將以邁向節水型智慧水網之概念，規劃園區水資源監控智慧化系統，其內涵與內容如下：

a. 水量管理智慧化

於產業園區各廠商、公共設施與管理設施等用水單位針對自來水與再生水等用水全面採具自動傳輸功能智慧水表，將訊號傳至服務中心與配水

池操作中心，可隨時掌握各用戶之用水狀況，得以減少管理人力，對於供水設備故障亦可有效掌握與即時因應，監控示意如圖5。

另配合利用智慧管理系統與平台之建置，進行大數據分析，除分析用戶單位用水模式與頻率，以利用水調度及資源整合與供水政策調整參考，亦可將資料與廠商資源共享，找出最佳用水模式。

b. 水壓管理智慧化

於產業園區供水管網中設置電子壓力計與流量計等設施，並將其偵測到之壓力及流量訊號傳至服務中心與配水池操作中心，可由其數值判讀與



規劃之警示值，透過智慧管理平台即時與有效掌握漏水、破管，主動警示，以利園區管理機構人員即時進行檢漏、修漏，建構與落實節水型智慧園區。

(2) 污水系統

園區自行設置污水處理廠及專用下水道，收集及處理區內污水，以達到環保主管機關規定之放流水標準或環評要求之加嚴標準，避免對環境產生污染。爰此，為有效與即時掌握污水下水道系統之狀況，預防進駐廠商偷排廢（污）水而造成環境污染之情形，並有效與具體落實環評承諾之相關管制標準，利用智慧化之設施與技術，於污水系統之用戶端、下水道管線系統及放流口分別設置水量、水質即時監控設施，並將相關訊號傳輸至管理系統，即時控管與處置；亦可規劃建置即時監控APP系統，以便利管理單位針對園區污水系統水質進行動態查詢。相關規劃與做法說明如下：

a. 用戶端水量監控

因應園區智慧化，於用戶端設置具自動傳輸功能廢（污）水計量設備，相關訊號傳至污水處理廠操控中心，並傳送至園區智慧管理平台，進行雲端管理與監控。

b. 污水系統與污水處理廠水質監控

因應園區特性，於污水匯集處、大水量用戶與污水處理廠放流口，設置污水自動監測系統，相關訊號傳至操控中心，再傳送至智慧管理系統或平台進行監控。

自動監測系統選定適當的水質指標（如水溫、pH、導電度、SS…）進行連續監控，當單一監測點位所監測之

水質指標濃度達到警戒值，或進流、出流監測點位出現一定比例異常差異值時，收到訊號之管理人員可迅速判斷可能污染來源並前往現場瞭解與處理。

(3) 雨水下水道水質監測

於雨水下水道主、支幹線匯流處或重要交會口，透過水質自動監測（視）及連線傳輸系統，可自動化、即時化與全天候監測，以瞭解產業園區污水是否有直接排入雨水系統之情況。

選定適當的水質指標及監測頻率，當單一監測點位所監測之水質指標濃度達到警戒值，或上、下游相鄰監測點位出現一定比例異常差異值時，將相關資訊傳回IOC平台，並自動發送警示訊號，收到訊號之管理人員可迅速判斷可能污染來源並前往現場瞭解與處理，並將資料儲存雲端資料庫供後續查詢使用。

(4) 地下水水位及水質監測

於用水量較大之用戶或區界處設置水位及水質監測井，透過自動監測設備，可自動並即時觀測地下水位及水質變化，以瞭解產業園區是否有超抽地下水或污染水質之情形。

選定適當的監測儀器安裝於觀測井內，當監測點位所監測之水位或水質指標濃度達到警戒值，或所監測之水位或水質指標濃度變化出現一定比例差異時，自動發送警示，通知管理人員判斷可能超抽或污染地下水之範圍並至現場因應，另相關資料儲存於雲端資料庫供後續查詢使用。

（三）智慧路燈

有別於傳統路燈，產業園區之智慧路燈可規劃採用有線（電力線通訊PLC）與無線

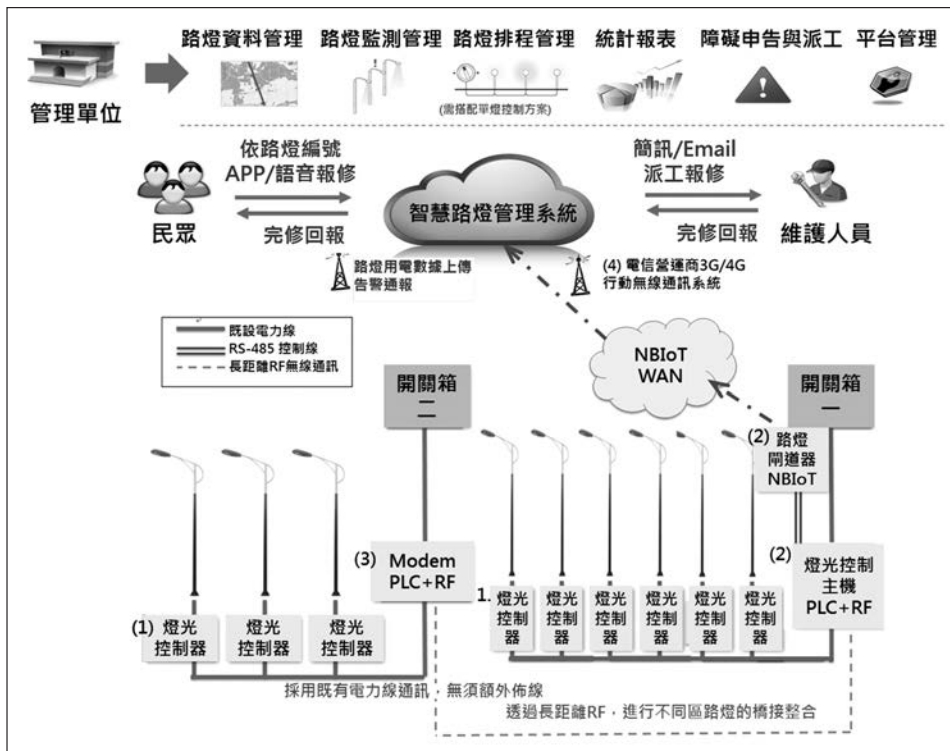


圖 6 園區智慧路燈管理系統架構示意圖

（NB-IoT）或4G之智能混合型方案，若有線或是無線受到干擾時，可立即切換燈控訊號，不會造成訊息掉包。搭配路燈管理系統執行用電偵測、點滅控制、故障偵測、分時調光等智能控制，達到智慧節能、照明管理與提升維運效率之目的。

透過智慧路燈管理系統（架構示意如圖6）所蒐集資訊，分析用電及節能成效，能讓電力掌控更加精準；針對異常用電可以加強維運與修理，長時間趨勢分析較常異常發生的設備點，不僅節省電同時提高行政效率。

除故障自動偵測機制外，系統亦可提供

掃描報修機制，民眾發現路燈異常時，可透過手機掃描QR-Code直接進行報修，方便快捷。

（四）智慧電表

園區可利用智慧用電監測，針對各廠商需求評估安裝簡配或全配置之用電監控管理設施，簡配可於園區各用戶之總回路端配置數位電表，全配則針對各用戶之每棟建築於不同樓層之各類電力迴路如插座、照明、動力、空調及其他類別等之迴路分別建置智慧電表，以便對該區域與類別之設備進行用電監測、記錄及分析，達到下列目標與功能：



圖 7 用電看板管理示意圖

1. 需量即時預測

建構能源管理平台支援同步式與滑動式需量分析演算法，系統可判斷選擇預測演算法模式。

2. 用電看板管理

能源管理平台提供使用者透過用電看板管理（如圖7）自訂契約容量，用電看板可顯示當日與一定時間區間累積用電與即時用電曲線圖或長條圖。

除用電看板外，亦提供多種圖表，包含用電即時報表、用電原始報表、電表群組報表、用電比較報表（如圖8）等。

3. 電費模擬試算

提供電費模擬報表與最佳契約容量試算功能。使用者可挑選電表選擇電價類型後進行電費模擬試算。可估算出該電表最適合之契約容量。

4. 警示管理

使用者可設定契約容量、警示上限比率與警示通報群組，當警示情況發生時，平台會於系統產生事件單並以跑馬燈方式顯示或進行需量超約的卸載控制。

（五）智慧化保安系統

路口監控與車牌辨識為智慧園區保安系統之重要一環，提供使用者安全監視影像管理功能，並可透過智慧影像技術，偵測、警示、追蹤及查詢分析事件，提升管理效率。提供辨識結果，透過影像畫面確認事件及查核。

新世代車牌辨識技術多元化，當資料量大時，運用即時雲端系統記錄分析車輛車牌，並回傳至伺服器，而各要素間的因果關聯特性技術，協助系統進行相關即時監看與即時回報，當有事件發生時（如竊盜、酒

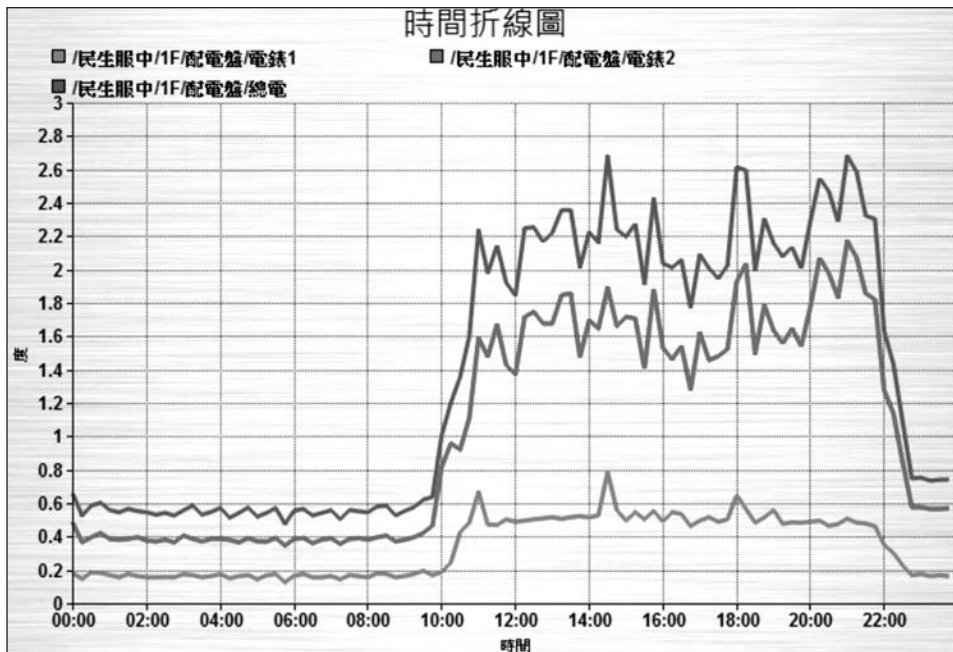


圖 8 用電比較報表示意圖

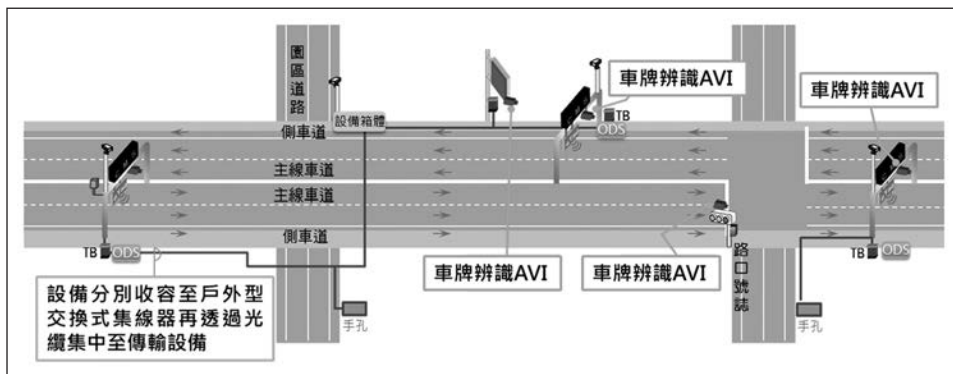


圖 9 車牌辨識系統架構示意圖

駕、車禍肇逃、可疑車輛等），使用車牌辨識系統找出該車行經路線、瞭解行駛路線、透過雲端影像物件偵測得知車輛特性結構等，對嫌疑車輛採取關聯分析，經大量資料比對並連接警用系統定位車輛方位、角度等資訊，可有效協助對事件的掌握。

可藉由路口監控與車牌辨識系統建置，利用上開技術，針對可疑車輛進出時，主動發出警報給監控人員判斷即時因應處理，同時將異常事件記錄於雲端資料庫中，以供調閱，並可結合警政系統，降低園區犯罪發生率。系統架構如圖9所示。

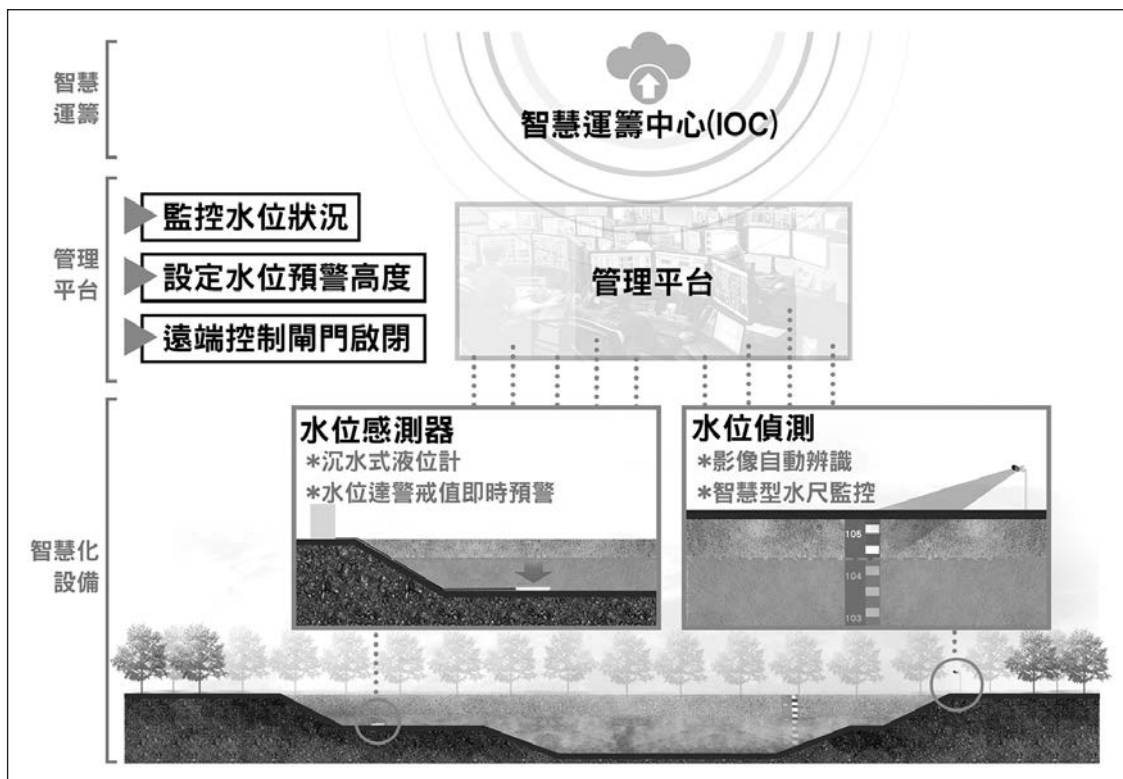


圖 10 園區防洪監控系統示意圖

(六) 智慧化防洪監控

滯洪池為園區排水防洪之重要設施，於其水工設施及附近適當範圍自動化、即時化監控，並藉由區域防洪水位監測管理，建立長期水位監測資料，提供防汛期間遠端視訊畫面即時監視、安全預警、汛情掌握及遠端排洪操控，以維護園區滯洪排水操作安全，兼顧安全管理與智慧化管理（如圖10），內容說明如下：

1. 滯洪池水位監視與管理

使用「水位感測器」監測技術，自動辨識智慧型水尺，確認內、外水位狀況，依適

當的監測頻率，當水位達警戒值時，將相關資訊傳回管理單位智慧管理平台，並自動發送警示，收到訊號之人員，依警戒程度分階段進駐指揮調度場所，以利掌握汛期現況及執行相關防汛應變作業，並將資料儲存雲端資料庫供後續查詢使用。

2. 滯洪池閘門遠端操作與監控

倘園區有設置閘門之水工設施，於夜間或防汛期間，為減少人員現場操控之安全顧慮，以園區各滯洪池內/外水位進行觀測紀錄、配合即時影像視訊畫面掌控，於監控中心設置遠端遙控閘門啟閉系統，遇有異常狀況發生時，管理人員可迅速判斷原因並前往



現場處理。

3. 滯洪池區域監視與管理

設置全功能攝影機監視滯洪池功能啟動情況及觀察池內積、淹水狀況，若滯洪功能啟動，將相關資訊傳回IOC平台，得即時通知遊客或區內人員遠離滯洪池，所發出之監控資料及警戒訊號皆儲存至監控設備主機中，以提供後續管理單位查詢與制訂相關管理辦法時參考使用。

（七）智慧化電子圍籬

透過高解析度攝影機，結合深度學習之人工智慧技術，可將影像進行違規分析的相關應用，電子圍籬及為其運用之重要領域，終端系統可結合物聯網建立違規通知資訊，經由網路主動告知管理單位現場狀況，降低巡查人力成本，迅速處理。

在可視範圍內，提供即時監控由使用者所框選的特定警戒區域，一旦有人員穿越警戒區域，如園區不對外開放之配水池與污水處理廠，即可截圖與發出警報，並在螢幕上顯示警示訊息。

又如園區具有親水性滯洪池空間開放遊客作休憩使用時，可採「電子圍籬、影像濃縮」技術，於滯洪池周圍設定警戒線，於夜間、汛期或不開放時段，當遊客跨越該線時，即可主動警示，收到訊號之管理人員可透過「影像濃縮」技術，對物件特徵作分析，快速找到可能目標當時過程影像，以瞭解該遊客是否撤離滯洪池，並進行人員疏散，相關監控資料及警戒訊號皆儲存至監控

設備主機中，以提供後續管理單位查詢與制訂相關管理辦法時參考使用。

（八）智慧營運管理系統（ERP 系統）

園區導入企業資源規劃（ERP，Enterprise Resource Planning）之概念，規劃園區營運管理系統平台（ERP）。ERP可收存廠商入園各階段申請及許可記錄以利查核，另針對園區費用管理核銷、環評承諾管制、水資源監控及圖表統計資訊建立集中之管理平台（如圖11所示），除提供園區營運管理單位有效掌握園區業務經營主軸，亦可整合進入智慧運籌管理中心架構進行大數據分析。

1. 費用管理核銷

就園區相關費用規定，於廠商服務業務作業標準化之前提下，推動管理費及污水費用等大宗費用計算及繳納作業電子化（如圖12）。透過系統自動且快速核算廠商應繳費用。平台可提供多元化費用繳納管道，除可透過臨櫃或轉帳，亦提供自動扣款機制，配合自動化扣款提醒通知，避免進駐廠商因忘記繳費而產生滯納罰金。

2. 環評承諾管制

環境保護向來為科技發展應兼顧之重要議題，依據法規入園廠商應申報闡明於環評承諾書中之空污、污水、廢棄物及毒性、非毒性化學物質及溫室氣體等資訊，以供掌握全園區污染物排放情形，並可於瀕臨超標時主動提供警訊，以利追蹤廠商進行改善。又廠商進駐前亦須針對預定用水及用電計畫進行提報，以利掌握園區資源耗用情形。透過正式營運階段申報之實際用量，除可核對整



圖 11 營運管理系統建置概念示意圖

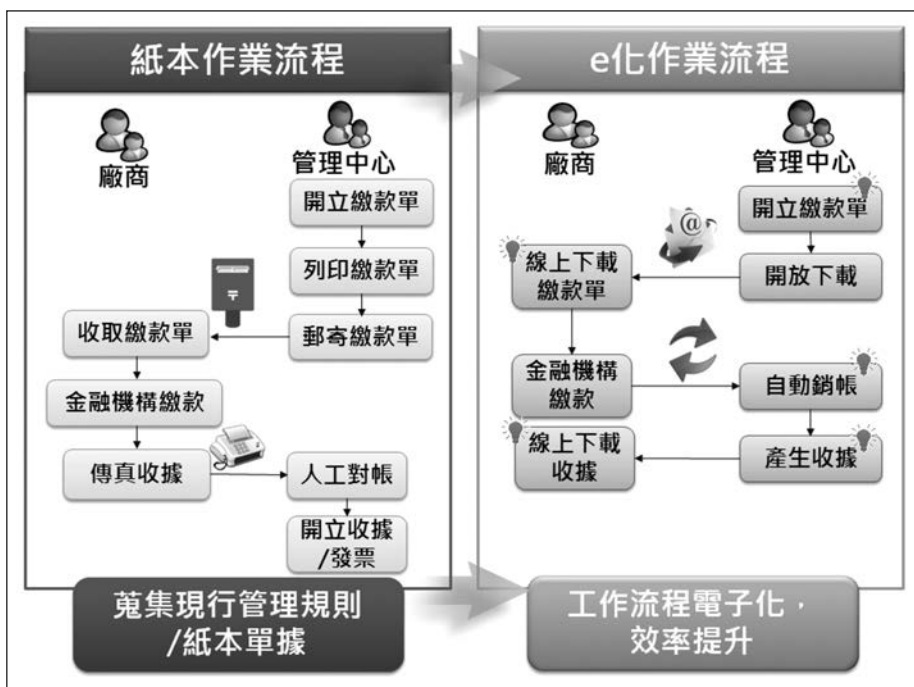


圖 12 園區收費管理系統示意圖

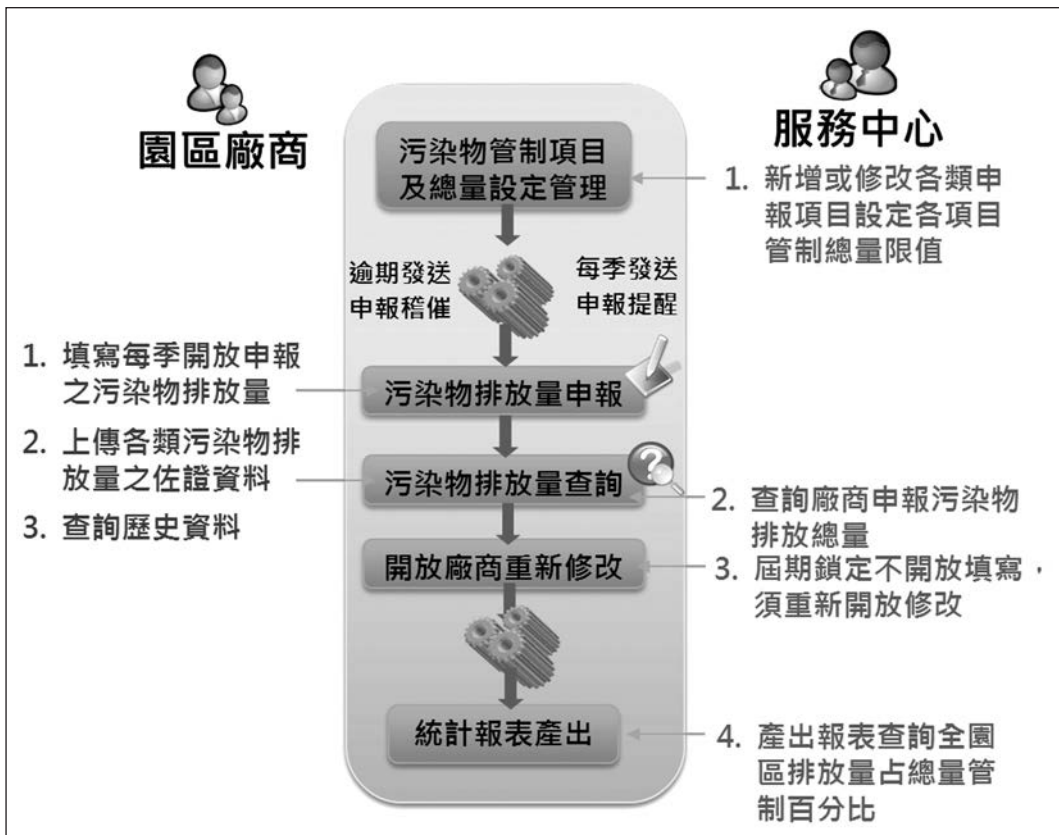


圖 13 園區環評管制事項申報管理系統示意圖

體園區用水用電是否超標，亦可透過智慧運籌管理中心進行大數據分析，以輔助勾稽異常排放或異常尖峰用量之監控作業（如圖13）。

3. 水資源監控

對於園區水資源之監控管理，ERP系統除透過裝置智慧化設備以自動收存供水、污水、雨水下水道與地下水水量、水質及水位監控資訊，ERP系統並進行主動篩選，於各類指標達到設定之警戒值時自動發送提醒訊息並追蹤處理。

4. 圖表統計資訊

透過ERP系統之導入將園區管理所需之資訊集中到同一平台，即可提供園區營運管理單位更便捷之圖形化檢閱及報表快速彙整機制，包含費用統計資訊、收據清單、污染物排放趨勢、用水用電尖峰控管等，透過單一介面視覺化掌控關鍵資訊。

（九）智慧運籌管理中心（IOC）

透過智慧運籌管理中心（Intelligent Operation Center, IOC）（如圖14），將前述的感

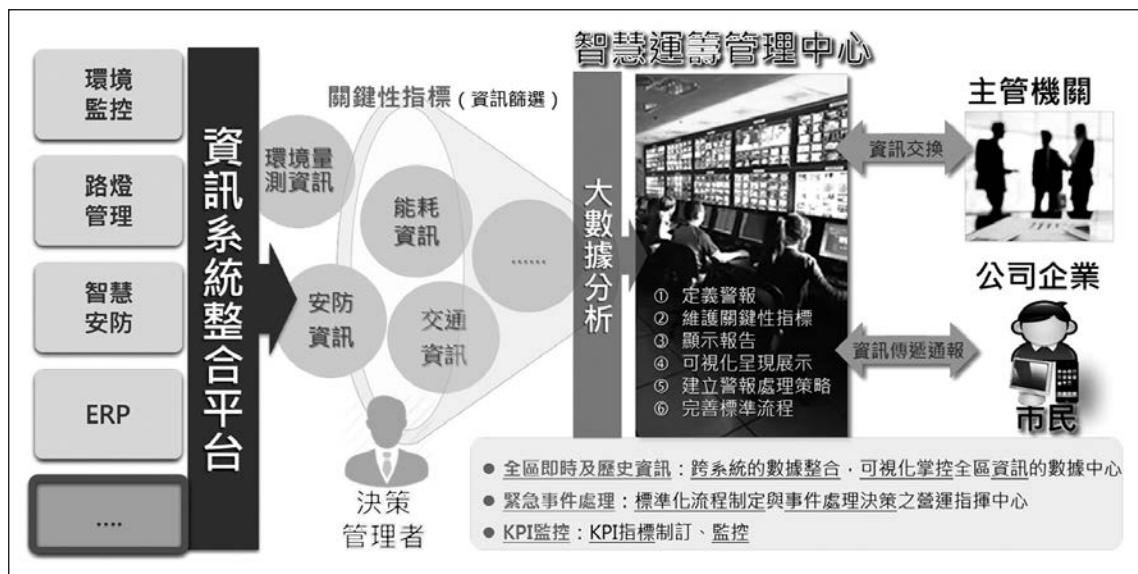


圖 14 智慧運籌管理中心服務示意圖

測資訊與園區既有系統加以整合，分析產生大量資訊，並針對不同來源數據資料，以系統化、可視化方式呈現有意義訊息，便於進行管理、分析與決策，並可連動控制。

IOC可介接感測資料，例如水資源監測與空氣盒子即時濃度資料、智慧路燈管理系統及智慧影像辨識系統等，將監控資料透過監控儀表板，以數值、圖表方式呈現，易於掌握。

同時規劃監管項目警戒值，於監控資訊達警戒值與事件時，即可透過事件警示機制，將事件發生地點、類別等資訊，透過APP及簡訊通知相關人員進行處理，並以地理資訊系統（GIS）方式呈現，充分掌握事件間的相關性與可能影響範圍，從而掌握事件狀況。

五、結論

因應產業新時代來臨與變遷，不論已開發營運園區及規劃中國區，均可依其屬性、園區公共設施條件與管理服務需求等進行智慧化之推動，得採更新提升轉型或預為規劃發展嶄新之智慧化永續園區；建議其應具備建設利民、強化溝通、服務管理應用提升等三大機能；希冀藉由各項智慧管理的構想與機制落實，降低園區運作對於環境受體之負荷，以期提升園區及廠商之形象，增加競爭力，達到招商引資、擴大就業機會、增進經濟發展、善盡環境保護責任、創造資源有效利用之園區總合發展目標。



淡北地區運輸系統供需檢討

交通部運輸研究所運輸計畫組研究員 / 翟慰宗

關鍵詞：淡北地區、公路系統、捷運系統、供需檢討分析

摘要

隨著北部濱海地區之蓬勃發展，淡海新市鎮、臺北港特定區之開發，淡北地區（新北市淡水區及八里區）交通需求日益增加，迭有交通壅塞改善之議；本文蒐集淡北地區近10年來公路系統及捷運系統運量，觀察其成長變化趨勢，進行供需檢討分析，由分析結果得知，現況淡北運輸走廊問題主要在於私人運具需求比例高，尖峰時段台2線關渡~紅樹林路段及台15線關渡橋路段，交通量近（逾）道路飽和容量，而捷運淡水信義線在淡水站至臺北車站之路段運能仍有餘裕。未來年（120年）淡江大橋及淡海輕軌完工通車後，在所得提高且無抑制私人運具發展政策下，前揭二路段交通量仍近（逾）道路飽和容量，而捷運劍潭至中山站間之運量亦近飽和。建議持續強化私有運具管理措施，完善淡北地區大眾運輸路網，以移轉私人運具使用，為因應未來旅運量成長需求，建議可適時檢討

相關運能調整措施，如配合旅客需求調整班距，兼顧滿足旅運需求與運輸資源使用效率。

一、前言

隨著北部濱海地區之蓬勃發展，淡海新市鎮、臺北港特定區之開發，淡北地區（新北市淡水區及八里區）交通需求日益增加，迭有交通壅塞改善之議，本文蒐集淡北地區近10年來公路系統及捷運系統運量觀察其成長變化趨勢，並進行供需檢討分析，以為後續各方辦理改善方案參考。

二、社經發展分析

（一）人口趨勢與預測

民國106年底，新北市淡水區人口數為169,597人，人口密度2,400人/平方公里，高



表 1 計畫道路附近地區人口特性（106 年）

項目	淡水區	八里區	新北市
人口數（人）	169,597	38,493	3,986,689
土地面積（平方公里）	70.66	39.49	2,052.57
人口密度（人／平方公里）	2,400	975	1,942

表 2 淡水區、八里區及新北市歷年人口趨勢與預測分析表

年度	淡水區	八里區	新北市
	人口數（人）		
97	135,355	33,231	3,833,730
98	140,156	33,958	3,873,653
99	143,481	34,791	3,897,367
100	146,756	35,423	3,916,451
101	150,687	35,721	3,939,305
102	155,241	36,201	3,954,929
103	158,953	37,187	3,966,818
104	162,221	37,678	3,970,644
105	165,765	38,167	3,979,208
106	169,597	38,493	3,986,689
110（預測）	190,085	41,007	4,025,505
120（預測）	211,675	44,135	4,045,375
97-106 年均成長率（%）	2.54	1.65	0.44
106-120 年均成長率（%）	1.60	0.98	0.10

資料來源：1. 歷年各鄉鎮市區人口數，內政部戶政司，106 年 12 月。

2. 中華民國人口推估（105 至 150 年），國家發展委員會，105 年。

3. 北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究期末報告，運輸研究所，107 年 11 月。

於新北市1,942人/平方公里，因受淡海新市鎮開發、臺北捷運淡水線等影響，屬高開發地區。八里地區人口為38,493人，人口密度975人/平方公里，約為新北市人口密度之1/2（詳如表1）。

近十年（民國97年~106年）間，淡水區因淡海新市鎮開發，八里區受臺北港興建等因素，人口呈逐年成長趨勢，淡水區

及八里區人口分別增加了3.42萬人及0.53萬人，年均成長率各為2.54%及1.65%（新北市0.44%、全臺0.26%）。由於淡海新市鎮計畫及臺北港特定區計畫持續開發，參酌運輸研究所北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究，推估淡水區、八里區於未來年（民國120年），人口數將增至21.17萬人及4.41萬人（詳如表2），較106年增加約4.21萬人及0.56萬人。



表 3 淡水區、八里區二級、三級及業人口數

年度	淡水區		八里區	
	二級 及業人口	三級 及業人口	二級 及業人口	三級 及業人口
90	9,993	12,833	2,507	2,587
95	10,443	20,535	3,819	3,837
100	13,961	23,143	4,413	5,144

資料來源：1. 各縣市重要統計指標，中華民國統計資訊 <http://61.60.106.82/pxweb/Dialog/statfile9.asp>。

2. 運輸部門決策支援系統，運輸研究所，107 年。

(二) 產業人口

淡水區因鄰近臺北市區，加以交通較為便利，故工廠林立、商業繁盛，以二、三級產業為主（詳如表3），近年政府大力推展觀光產業，亦使當地服務業人口持續增加。區內工廠多設於台2線兩側，商業活動則聚集於捷運站前淡水老街附近，以小型零售業及餐飲業居多。90至100年間，二級、三級及業人口數分別成長39%、80%，顯示淡水區整體二級、三級產業呈成長趨勢。

八里區內產業目前以二、三級為主，近年來受臺北港、台64線、觀音山風景區及八里左岸等開發計畫影響，二、三級產業人口數快速成長，區內工廠主要位於台15線沿線

兩側，商業活動則以八里區公所等人口聚集區為主，亦以小型零售業及餐飲業為大宗。

三、重大開發與建設計畫

(一) 淡海新市鎮計畫 [1]

淡海新市鎮位於北臺灣海岸觀光遊憩中心，具有串連整合區域遊憩系統，形成國際觀光新軸線，創造多元觀光產業發展之優勢，緊鄰淡水都市計畫區北側，南、北以省道台2線之2號橋與9號橋為界，西至臺灣海峽，東至淡水區水源國小，計畫年期至民國125年，計畫容納人口為30萬人，進駐率設定詳如表4。

土地使用分區規劃有住宅區、中心商業區、海濱商業區、鄰里商業區、產業專用區、政商混合區、行政區、醫療專用區、藝術文化專用區、車站專用區、保存區、海濱遊憩區、河川區、高爾夫球場專用區等。開發方式分三期發展區開發，採區段徵收方式辦理。第一期發展區面積857.72公頃，分三區開發，已優先開發第一開發區（綜合示範區）面積303.53公頃，及第二開發面積142.49公頃，合計446.02公頃。其餘地區除海濱遊憩區外，餘後期地區開發時序奉准調整，將

表 4 淡北地區重大開發計畫進駐率設定

計畫名稱	縣市區位	預定期程（年）	規模（公頃）	計畫人口	設定進駐率		
					106	110	120
淡海新市鎮計畫	新北市	79-125	1,756.30	300,000	25%	33%	53%
臺北港特定區計畫	新北市	110	陸域：1,031； 水域：3,098	32,000（含八里 都市計畫 22,700）	54%	70%	90%

資料來源：北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究期末報告，運輸研究所，107 年 11 月。



視第一期發展區第一、二開發區實際開發情形及土地標、讓售達成相當程度，或配合產業引進需要與財團法人專責開發機構之設立，賡續辦理開發。

（二）臺北港特定區計畫

臺北港特定區計畫區設置主要係配合北臺灣第一深水港臺北港建設，於週邊八里區、林口區土地進行特定區開發規劃，期藉由週邊土地整體規劃以提升臺北港競爭力，並利用港口人流、物流、金流、資訊流匯聚優勢，帶來都市土地發展契機。

臺北港特定區以產業、遊憩、文化、居住及公共服務為主，在空間使用上則有複合港區、產業服務區、親水遊憩區、文化觀光區、居住生活區等五大活動系統，並進一步規劃有港埠專用區、文化創意產業園區、海洋文化園區、臨港商業區、經貿服務區，以及由八里渡船頭起，至臺北港遊艇碼頭，海岸線長度長達9.8公里的八里遊廊，打造臺北港週邊特定區成為一觀光產業聚落與產業、生活、休閒並重的國際港灣城市。

（三）淡海輕軌運輸系統建設計畫 [2]

淡海輕軌興建係為落實淡海新市鎮聯外系統改善計畫，達到新市鎮開發與紓解市中心人口成長壓力，提供淡海新市鎮至臺北都會區走廊快捷運輸之目的，並兼而於初期能吸納舊市區既有之運輸需求市場，以整合綠山線與藍海線之整體路網為建設方案提高財務計畫之可行性。整體路網分為兩期推動，第1期路網興建綠山線與藍海線漁人碼頭站至

台北海洋科技大學站路段；第2期路網興建藍海線由漁人碼頭至淡水站路段。計畫完成後，將可提供淡海新市鎮聯外綠色、低碳、便利之大眾運輸服務，以紓解淡水既有發展區之交通壅塞、提高淡水觀光遊憩品質。

本案綜合規劃報告於102年2月奉行政院核定，於103年11月動工，綠山線於107年12月23日正式通車。

（四）淡江大橋及其連絡道路建設計畫 [3]

淡江大橋位於淡水河口，路線南起臺北港聯外道路，北迄至淡海新市鎮1-3道路止，全長約6公里，完工通車後可串連淡水與八里間交通，往南可利用台61線西濱快速公路快速銜接桃園國際機場、國道2號、台66線觀音大溪快速公路及鄰近相關工業區；往西連接台64線八里新店線，可銜接國道1號五股交流道、國道3號中和交流道，直達新店地區。

本案建設計畫於103年1月奉行政院核定，修正計畫於107年11月奉行政院核定。計畫分為3標進行，第1標已於105年11月完工，第2、3標預定於109、113年底完工。

（五）淡水河北側沿河平面道路 [4]

本計畫道路為改善省道台2線竹圍路段交通壅塞問題，規劃路線沿淡水河右岸紅樹林，經竹圍路段、大度路橋，終點跨越臺北市立德路口，大致呈南北走向，路線全長約5.4公里；計畫道路以市區主要道路等級規劃，設計速率50公里/小時，道路斷面採雙向四車道。考量計畫道路部分路段鄰近淡水河



圖 1 淡北地區主要公路交通量調查點位示意圖

資料來源：公路交通量調查統計表（97-106 年），交通部公路總局；本研究繪製。

紅樹林自然保留區周邊，為儘可能降低環境影響，規劃將採限制使用車種，限行小型車輛，但保留未來大型公車通行空間。

新北市政府於95年底辦理可行性研究，並於97年辦理規劃設計作業，98年函送環境影響說明書報請行政院環保署審查，於100年6月審查「有條件」通過，隨即於101年8月辦理工程發包動工；惟103年最高行政法院撤銷「第一階段環評有條件通過」之環保署環評審查結論後停工；新北市刻正辦理第二階段環評中。

四、淡北地區公路系統交通量分析

（一）主要公路歷年交通量趨勢

淡北地區位於臺北都會區西北方，以省

道台2線為主要聯外道路，往南經關渡、北投、士林後，通往臺北市中心區；往北可連繫三芝、石門等地區。除省道台2線，台2乙線、台15線關渡大橋，未來淡江大橋通車（預計113年）後，台61線、台64線亦將為淡北地區重要聯外道路；淡北走廊主要公路歷年交通量（97~106年）詳如圖1、圖2及表5，說明如下：

1. 台2線竹圍（關渡~紅樹林）：97年交通量為11.0萬PCU/日，97年~100年呈逐年下降之趨勢，100年交通量為9.9萬PCU/日，100年~104年呈逐年成長之趨勢，104年交通量13.4萬PCU/日為歷年最高，105~106年則呈下降趨勢；近10年日交通量成長約1.8萬PCU/日，平均成長率為1.75%。

2. 台2線金龍橋（台2乙線交岔路口~金龍

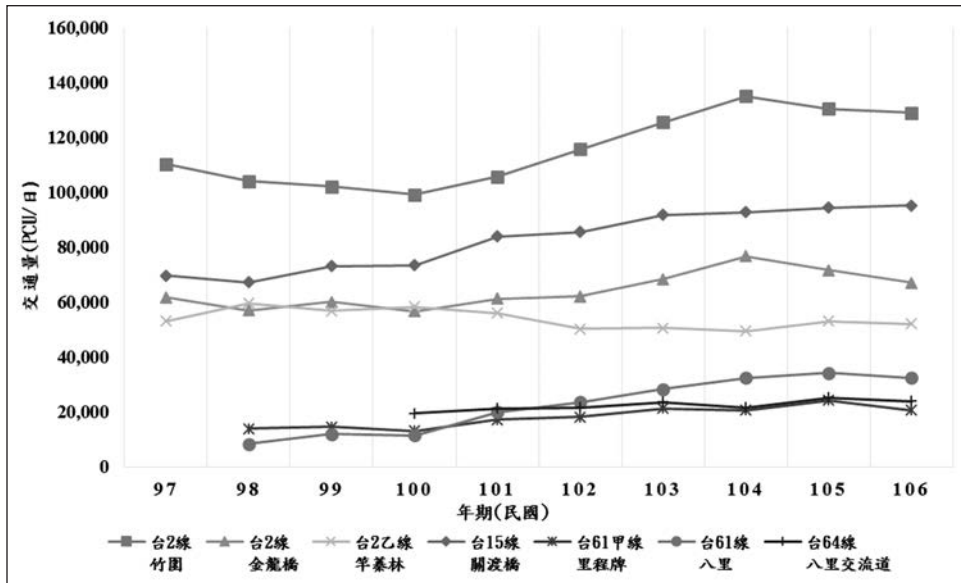


圖 2 淡北地區主要公路歷年交通量 (97~106 年)

資料來源：公路交通量調查統計表 (97-106 年)，交通部公路總局；本研究繪製。

表 5 淡北地區主要公路歷年交通量 (97~106 年)

年度	台 2 線 竹園	台 2 線 金龍橋	台 2 乙線 竿蓁林	台 15 線 關渡橋	台 61 甲線 里程牌	台 61 線 八里	台 64 線 八里交流道
	PCU/ 日						
97	110,171	61,830	53,130	69,698			
98	104,045	57,102	59,705	67,101	13,996	8,370	
99	102,058	60,185	56,863	73,034	14,684	12,016	
100	99,086	56,674	58,352	73,440	13,133	11,615	19,559
101	105,650	61,359	56,134	83,800	17,264	20,088	21,353
102	115,560	62,154	50,262	85,562	18,245	23,686	21,621
103	125,382	68,394	50,615	91,769	21,439	28,441	23,688
104	134,898	76,597	49,474	92,778	20,741	32,456	21,694
105	130,270	71,642	53,106	94,315	24,241	34,250	25,214
106	128,842	67,010	52,145	95,211	20,786	32,505	23,905
97 (或調查起始年) -106 年成長值	18,671	5,180	-985	25,513	6,790	24,135	4,346
97-106 年 平均成長率 (%)	1.75	0.90	-0.21	3.53	5.07	18.48	3.40

資料來源：1. 公路交通量調查統計表 (97-106 年)，交通部公路總局。

2. 本研究彙整。



橋)：97年~100年交通量界於5.6萬~6.1萬PCU/日之間，100年後呈逐年成長之趨勢，至104年交通量為7.6萬PCU/日為最高，近2年則有下降之趨勢；近10年日交通量成長約0.5萬PCU/日，平均成長率為0.9%。

3. 台2乙線竿蓁林（登輝大道~淡水）：近10年來以98年交通量5.9萬PCU/日為最高，而後呈逐年下降之趨勢，至104年交通量降為4.9萬PCU/日；近2年則維持5.2~5.3萬PCU/日；近10年日交通量減少約0.1萬PCU/日，平均成長率為-0.21%。
4. 台15線關渡橋（關渡橋~米倉國小）：97年交通量為7.0萬PCU/日，98年下降至6.7萬PCU/日，98年~106年呈逐年成長之趨勢，106年交通量為9.5萬PCU/日為歷年最高，近10年日交通量成長約2.5萬PCU/日，平均成長率為3.53%。
5. 台61線八里站（八里~林口）：98年交通量為0.84萬PCU/日，10年~105年呈逐年成長之趨勢，105年交通量為3.4萬PCU/日為歷年最高，近9年日交通量成長約2.4萬PCU/日，平均成長率達18.48%。
6. 台64線1K + 000八里交流道站：100年交通量為1.9萬PCU/日，100年~105年呈逐年成長之趨勢，105年交通量為2.5萬PCU/日為歷年最高，近7年日交通量成長約0.4萬PCU/日，平均成長率為3.40%。

由近10年交通量統計資料得知，除台2乙線竿蓁林（登輝大道~淡水）段日交通量略為

下降（減少0.1萬PCU/日）外，研究範圍內公路交通量均為成長，成長幅度最高者為台15線關渡橋（增加2.5萬PCU/日），其次為台61線八里（增加2.4萬PCU/日）及台2線竹圍（增加1.8萬PCU/日）；106年日交通量高者為台2線竹圍（關渡~紅樹林）段，其次為台15線關渡橋段及台2線金龍橋（台2乙線交岔路口~金龍橋）段。

（二）淡北地區主要公路供需分析

本文依公路總局106年公路交通量調查成果及參考淡江大橋及其連絡道路建設計畫，彙整分析淡北地區主要公路幾何特性、現況交通量、道路容量及V/C（流率/容量比）詳如表6，說明如下。

1. 台2線竹圍（關渡~紅樹林）：本路段為雙向各3線快車道，中央實體分隔型式；由調查結果可知，雙向均以上午尖峰時段交通量較高，南向（往臺北）交通量為5,776 PCU/hr，V/C = 1.06，北向交通量為4,956 PCU/hr，V/C = 0.91；本路段往南現況為3車道，因匯流台2線3車道及台2乙線2車道之車流，致匯流前後路段車道不平衡，尖峰時段車流量大時，易產生壅塞；離峰時段，快速車流匯流易生交通事故。
2. 台2線金龍橋（台2乙線交岔路口~金龍橋）：本路段為雙向各3線快車道，中央實體分隔型式；由調查結果可知，雙向均以上午尖峰時段交通量較高，南向（往臺北市）調查值為2,867 PCU/hr，V/C = 0.53，北向（往淡水）調查值為2,540 PCU/hr，V/C = 0.47。



表 6 淡北地區主要公路幾何特性與現況交通分析

路線編號	調查點位 (起迄地名)	樁 號	路面 寬度 (公尺)	方 向 (往)	車道佈設				流 量 (PCU)	尖峰小時			道路 容 量	V/C
					快車道 寬度 (公尺)	機慢車道 寬度 (公尺)	路 肩 寬度 (公尺)			交 通 量 (PCU)	時 段			
							寬度	寬度				寬度		
台 2 線	竹園	1K + 000	25.8	北	3.4,3.4,4.2	0	1		65,143	4,956	07-08	5,460	0.91	
				南	3.4,3.4,4.2	0	1		63,699	5,776	07-08	5,460	1.06	
	紅樹林	3K + 400	26.8	北	3.3,3.5,3.5	0	0.3		60,597	4,249	17-18	5,460	0.78	
				南	3.3,3.7,3.6	0	0.4		60,941	5,608	07-08	5,460	1.03	
台 2 乙線	金龍橋	5K + 600	25	北	3.5,3.5,3.5	0	1.3		33,013	2,540	07-08	5,460	0.47	
				南	3.8,3.5,3.5	0	1.7		33,997	2,867	07-08	5,460	0.53	
	竿蓁林	15K + 200	21.8	北	3.5,3.5	0	2.6		25,922	2,168	17-18	3,940	0.55	
				南	3.5,3.5	0	2.7		26,223	2,783	07-08	3,940	0.71	
台 15 線 台 61 甲線	清潔隊	17K + 600	17.2	北	3.4,3.5	0	0.8		15,542	1,331	07-08	3,300	0.40	
				南	3.4,3.5	0	0.8		10,686	1,245	17-18	3,300	0.38	
	關渡橋	0K + 800	14.6	東	3.5,3.5	0	0.2		48,116	4,316	07-08	3,300	1.31	
				西	3.5,3.5	0	0.2		47,095	4,207	17-18	3,300	1.27	
台 61 線	米倉 國小	3K + 800	21	北	3.5,3.6	0	2.4		17,533	1,702	17-18	3,940	0.43	
				南	3.5,3.6	0	2.4		16,646	1,998	07-08	3,940	0.51	
	里程碑	1K + 900	21.6	北	3.5,3.5	0	2.4		7,406	1,040	17-18	4,160	0.25	
				南	3.5,3.5	0	2.4		13,380	1,670	07-08	4,160	0.40	
台 64 線	八里	18K + 000	21.6	北	3.5,3.5	0	2.4		16,581	1,902	17-18	4,160	0.46	
				南	3.5,3.5	0	2.4		15,924	2,111	07-08	4,160	0.51	
台 64 線	八里 交流道	1K + 100	21.6	東	3.5,3.5	0	2.4		9,343	1,320	17-18	4,160	0.32	
				西	3.5,3.5	0	2.4		14,562	1,544	07-08	4,160	0.37	

資料來源：1. 106 年度公路平均每日交通量調查統計表，交通部公路總局。

2. 本研究集整。



3. 台2乙線竿蓁林（登輝大道~淡水）：本路段為雙向各2線快車道，中央實體分隔型式，由調查結果可知，南向（往臺北市）上午尖峰交通量較大，調查值為2,783 PCU/hr， $V/C = 0.71$ ，北向（往淡水）下午尖峰交通量較大，調查值為2,168 PCU/hr， $V/C = 0.55$ 。
4. 台15線關渡橋（關渡橋~米倉國小）：關渡大橋為雙向各2線快車道，中央標線分隔，由調查結果可知，東向（往淡水或臺北市）上午尖峰交通量較大，調查值為4,316 PCU/hr， $V/C = 1.31$ ，西向下午尖峰交通量較大，調查值為4,207 PCU/hr， $V/C = 1.27$ ，整體而言，尖峰時段交通量已逾道路飽和容量。
5. 台61線八里站（八里~林口）：本路段為雙向各2線快車道，中央實體分隔型式；由調查結果可知，北向（往八里）下午尖峰交通量較大，調查值為1,902 PCU/hr， $V/C = 0.46$ ，南向（往林口）上午尖峰交通量較大，調查值為2,111 PCU/hr， $V/C = 0.51$ 。
6. 台64線1 K + 000八里交流道站：本路段為雙向各2線快車道，中央實體分隔型式；由調查結果可知，東向下午尖峰交通量較大，調查值為1,320 PCU/hr， $V/C = 0.32$ ，西向（往臺北港）上午尖峰交通量較大，調查值為1,544 PCU/hr， $V/C = 0.37$ 。

綜上，檢視淡北地區聯外交通需求，以上午尖峰往臺北市區交通需求較大，台2線竹圍（關渡~紅樹林）、台15線關渡橋（關渡橋~米倉國小）等路段尖峰時段交通量已近

（逾）道路飽和容量。

五、淡北地區大眾運輸系統分析

（一）捷運系統分析

1. 歷年捷運場站進出站人數分析

淡北地區大眾運輸系統主要包含捷運及公車系統，捷運淡水線於民國86年12月25日全線通車營運，為國內第一條通車之高運量捷運系統，全線長約22.8公里，設置20個車站，全線行駛時間為31分鐘，捷運淡水線自通車後，即成為淡水地區最重要之聯外大眾運輸工具；2014年11月15日，配合松山線的通車，信義線採用「淡水-象山」與淡水線直通的營運模式，兩線合稱「淡水信義線」，捷運淡水信義線淡水站-關渡站各站歷年進出場站人數，詳如圖3及表7，說明如下。

- (1) 捷運淡水站：97年進出站人數為6.7萬人次/日，99年~103年呈逐年成長之趨勢，103年進出站人數為8.1萬人次/日，為歷年最高；104~106年則有下降之趨勢，近10年日交通量平均成長率為1.35%（詳如表5）。
- (2) 捷運紅樹林站：97年進出站人數為1.1萬人次/日，99年~104年呈逐年成長之趨勢，104年進出站人數為1.4萬人次/日，為歷年最高；104~106年則有下降之趨勢，近10年日交通量平均成長率為1.29%。
- (3) 捷運竹圍站：97年進出站人數為1.7萬人次/日，98年~103年呈逐年成長之趨勢，103年進出站人數為1.9萬人次/日，為歷年最高；103~106年則有下降之趨勢，近10年日交通量平均成長率為0.65%。

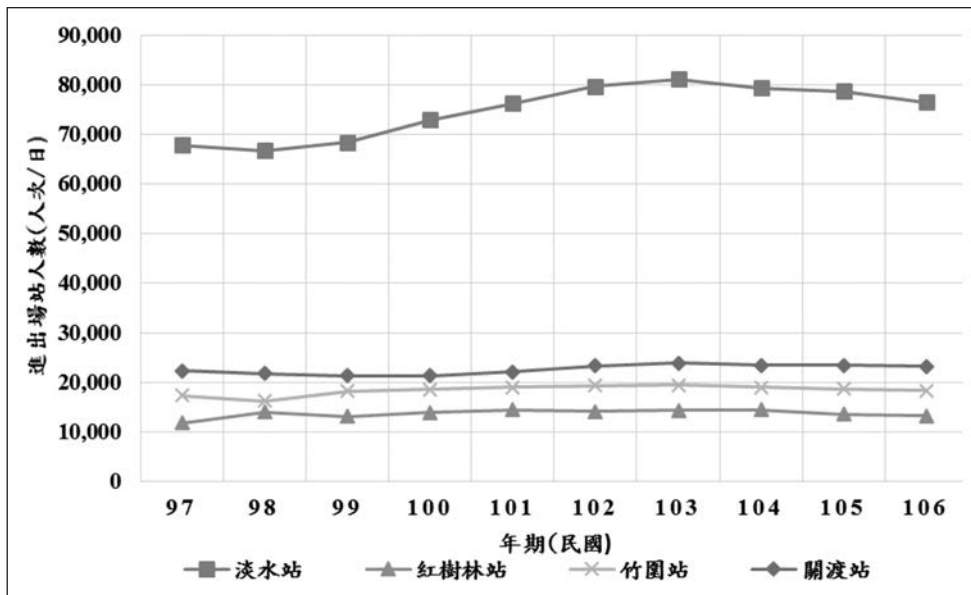


圖 3 捷運淡水信義線淡水站－關渡站歷年進出場站人數 (97~106 年) 趨勢圖

表 7 捷運淡水信義線淡水站－關渡站各站歷年進出場站人數 (人次/日)

	淡水站	紅樹林站	竹園站	關渡站	合計
97	67,778	11,731	17,243	22,250	119,002
98	66,665	13,968	16,142	21,738	118,513
99	68,365	13,030	18,154	21,296	120,845
100	72,882	13,821	18,541	21,350	126,594
101	76,165	14,395	19,013	22,121	131,694
102	79,616	14,084	19,303	23,312	136,315
103	81,096	14,313	19,372	23,821	138,602
104	79,284	14,355	18,923	23,356	135,918
105	78,700	13,481	18,632	23,413	134,226
106	76,483	13,161	18,284	23,224	131,152
97-106 年 平均成長率 (%)	1.35	1.29	0.65	0.48	1.09

資料來源：<http://dotstat.taipei.gov.tw/pxweb2007P/Dialog/varval.asp?ma=TP10201YA&ti=臺北捷運營運概況&path=../PXfile/CountyStatistics&lang=9&strList=L>。

(4) 捷運關渡站：97年進出站人數為2.2萬人次/日，98年~103年呈逐年成長之趨勢，

103年進出站人數為2.4萬人次/日，為歷年最高；103~106年則有下降之趨勢，



近10年日交通量平均成長率為0.48%。

由歷年捷運場站進出站人數統計得知，淡水地區淡水、紅樹林、竹圍站及關渡等4站捷運每日搭乘人數於103年度達最高，合計約13.8萬人/日，惟自104年起4站搭乘人數有逐年下降之趨勢，至106年下降至13.1萬人/日，較103年減少約0.75萬人/日。

2. 站間運量分析

本文蒐集淡水信義線臺北車站-淡水站站間運量、分析各站間承載率詳如表8，由分析結果得知，淡水地區因屬於捷運淡水信義線

之末端，故站間運量為該路線中最小者，上午尖峰時段（平日8-9時）如紅樹林往淡水方向之站間運量為1,505人次/小時，淡水往紅樹林方向之站間運量為3,684人次/小時；站間運量最大者，順行（往北投、淡水方向）為臺北車站至中山站之路段，站間運量為15,995人次/小時，逆行（往臺北車站方向）為民權西路站至雙連站之路段，站間運量達25,054人次/小時。

由淡水信義線站間運量與列車班次（淡水-象山及北投-大安二營運模式，重疊區間為北投-大安）進行承載率分析，順行關渡站

表 8 淡水信義線臺北車站－淡水站站間運量與承載率（平日 8-9 時）

站名		站間運量（人次／小時）		承載率（站立人數／m ² ）	
		順行 （往北投淡水方向）	逆行 （往臺北車站方向）	順行 （往北投淡水方向）	逆行 （往臺北車站方向）
臺北車站	中山	15,995	20,103	1.70	2.49
中山	雙連	15,255	24,515	1.56	3.31
雙連	民權西路	13,447	25,054	1.21	3.41
民權西路	圓山	14,817	24,381	1.47	3.28
圓山	劍潭	13,914	23,033	1.30	3.03
劍潭	士林	11,842	21,288	0.91	2.70
士林	芝山	10,524	19,291	0.66	2.32
芝山	明德	9,160	16,411	0.40	1.77
明德	石牌	8,775	14,805	0.33	1.47
石牌	唎哩岸	6,921	12,205	--	0.98
唎哩岸	奇岩	6,413	10,914	--	0.73
奇岩	北投	5,394	9,954	--	0.55
北投	復興崗	4,690	7,702	0.44	1.58
復興崗	忠義	4,530	6,991	0.38	1.31
忠義	關渡	4,020	6,659	0.19	1.19
關渡	竹圍	2,393	7,500	--	1.51
竹圍	紅樹林	2,094	4,799	--	0.48
紅樹林	淡水	1,505	3,684	--	0.06

備註：

1. 資料來源：臺北大眾捷運股份有限公司，站間運量為民國 106 年 5 月 9 日~5 月 11 日資料。
2. -- 表示站間承載率小於 0。



至淡水站之路段上午尖峰時段承載率小於0（站立人數/m²），逆行淡水站至關渡站之路段承載率小於1（站立人數/m²），顯示淡水信義線在淡水地區之路段仍有相當之運量空間。另由分析結果可知淡水站至臺北車站間尖峰時段承載率較高者，順行為臺北車站至中山站承載率為1.70（站立人數/m²），逆行為民權西路站至雙連站承載率為3.41（站立人數/m²），依大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法，臺北市政府定期檢查平均承載率需低於5（站立人數/m²）之規定標準，顯示淡水信義線在淡水站至臺北車站之路段運能仍有餘裕。

六、淡北地區運輸需求預測分析

（一）運輸需求預測分析

為分析淡北地區旅次分布情形，將臺北都會區劃分為九大區域、走廊（如圖4），說明如下。

1. 淡北走廊：士林區、北投區、八里區、淡水區、三芝區、石門區。
2. 臺北市北區：大同區、中山區等地區。
3. 臺北市南區：中正區、大安區等地區。
4. 臺北市東區：松山區、信義區、內湖區、南港區。
5. 萬板走廊：包括萬華區、板橋區、土城區、樹林區、鶯歌區、三峽區。
6. 雙和走廊：包括永和區、中和區。
7. 重新走廊：三重區、新莊區、五股區、蘆洲區、泰山區、林口區。
8. 文山走廊：文山區、新店區、深坑區、石碇區、坪林區、烏來區。

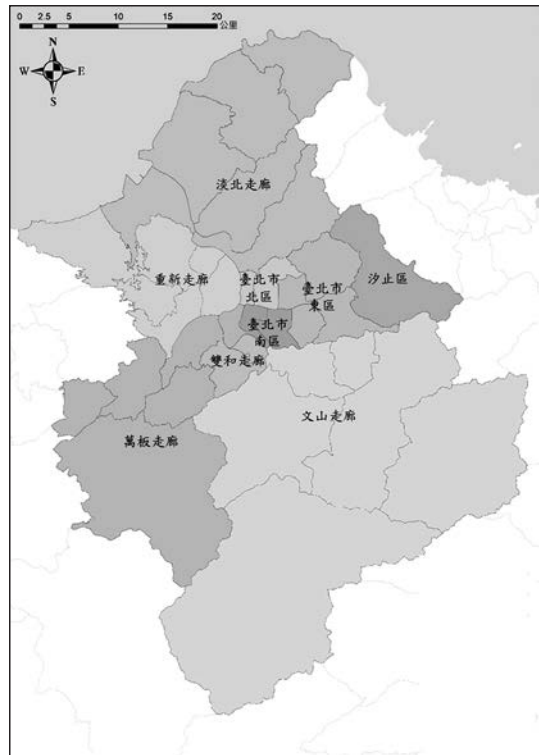


圖 4 臺北都會區九大區域、走廊示意圖

9. 汐止區

由「北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究」分析現況及推估未來年（120年）淡北走廊晨峰時段聯外產生旅次，詳如表9。由推估得知淡北走廊於120年，聯外產生總旅次為41.8萬人次，使用私人運具為32.1萬人次（約佔77%），與基年使用人次相近；使用大眾運具9.6萬人次（約佔23%），較基年成長1.5萬人次。

淡北走廊聯外旅次（使用私人運具）前往地點分析，晨峰時段以前往重新走廊（三重、新莊、五股等區）4.6萬人次為最多，其



表 9 淡北走廊晨峰時段聯外產生旅次

年度	起迄	淡北走廊	北市北區	北市南區	北市東區	萬板走廊	雙和走廊	重新走廊	文山走廊	汐止	總計
106	淡北走廊(私人)	121,943	21,19	27,774	40,064	28,402	11,907	45,147	23,918	1,400	321,749
	淡北走廊(大眾)	25,220	8,931	24,417	10,908	4,159	1,155	2,502	3,674	66	81,033
120	淡北走廊(私人)	116,836	22,058	27,530	40,552	29,326	12,200	45,853	25,339	1,667	321,361
	淡北走廊(大眾)	26,148	10,789	29,855	13,342	6,304	1,604	3,877	4,507	109	96,535

資料來源：「北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究」推估，運輸研究所，107年11月。

次為前往臺北市東區為4.1萬人次；進一步統計分析，往臺北市（臺北市北區、南區、東區、文山、汐止等）為11.7萬人次（約佔36%），往新北市（萬板、雙和、重新）為8.7萬人次（約佔27%）。

淡北走廊聯外旅次（使用大眾運具）前往地點分析，晨峰時段集中前往臺北市地區為5.9萬人次（約佔61%），前往新北市（萬板、雙和、重新）者合計1.2萬人次（約佔12%）。

綜上所述，推估未來年（120年）淡北走廊晨峰時段聯外旅次中，使用私人運具為32.1萬人次，與基年（106年）相近；而使用大眾運輸為9.6萬人次，較基年成長1.5萬人次，二者主要均前往臺北市。

（二）淡北地區主要公路需求分析

本文以北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究所建北臺模式預估未來年（120年）淡北地區主要公路交通需求，仍以台2線竹圍

（關渡~紅樹林）全日雙向交通量13.1萬PCU為最高，台15線關渡橋（關渡橋~米倉國小）全日雙向交通量10.6萬PCU為次之（詳如表10）。未來淡江大橋及淡海輕軌完工通車後，在所得提高且無抑制私人運具發展政策下，尖峰時段台2線紅樹林、竹圍路段及台15線關渡橋，交通量仍近（逾）道路飽和容量。

（三）淡北地區捷運系統需求分析

另參考臺北都會區整體運輸需求模式（TRTS-IV）更新案，預估淡水信義線臺北車站-淡水站未來年（120年）站間運量需求詳如表11，未來淡北地區，由於人口持續成長及淡海輕軌加入服務，上午尖峰時段捷運紅樹林站-關渡站逆行站間運量預估將成長至1萬人次/小時。而劍潭-圓山、圓山-民權西路、民權西路-雙連及雙連-中山等4站間運量將成長逾3.4萬人次/小時，如維持列車班次（1小時20列班車），該4站間承載率將高於定期檢查平均承載率5（站立人數/m²）之規定標準。

表 10 淡北地區現況與未來年（120 年）主要公路交通量

路線編號	調查點位(起迄地名)	方向	106 年		120 年	
		(往)	全日交通量 PCU	尖峰小時 PCU	全日交通量 PCU	尖峰小時 PCU
台 2 線	竹園	北	65,143	4,956	66,315	5,860
		南	63,699	5,776	64,320	5,684
	紅樹林	北	60,597	4,249	61,121	5,404
		南	60,941	5,608	61,273	5,417
	金龍橋	北	33,013	2,540	29,470	2,638
		南	33,997	2,867	31,707	2,838
台 2 乙線	竿蓁林	北	25,922	2,168	19,514	1,683
		南	26,223	2,783	19,789	1,706
	清潔隊	北	15,542	1,331	13,502	1,236
		南	10,686	1,245	11,828	1,083
台 15 線 台 61 甲線	關渡橋	東	48,116	4,316	53,812	4,849
		西	47,095	4,207	52,490	4,578
	米倉國小	北	17,533	1,702	17,362	2,067
		南	16,646	1,998	17,533	2,087
	里程碑	北	7,406	1,040	8,416	899
		南	13,380	1,670	13,722	1,466
台 61 線	八里	北	16,581	1,902	16,587	1,915
		南	15,924	2,111	17,045	1,968
台 64 線	八里交流道	東	9,343	1,320	22,571	2,859
		西	14,562	1,544	23,533	2,981

資料來源：「北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究」推估，運輸研究所，107 年 11 月。

表 11 淡水信義線臺北車站－淡水站現況與未來年（120 年）站間運量需求

站名		106 年		120 年	
		順行(往北投、淡水方向)	逆行(往臺北車站方向)	順行(往北投、淡水方向)	逆行(往臺北車站方向)
臺北車站	中山	15,995	20,103	17,082	26,692
中山	雙連	15,255	24,515	17,389	34,123
雙連	民權西路	13,447	25,054	14,359	36,089
民權西路	圓山	14,817	24,381	17,269	34,657
圓山	劍潭	13,914	23,033	16,067	34,050
劍潭	士林	11,842	21,288	13,760	30,964
士林	芝山	10,524	19,291	12,618	30,111
芝山	明德	9,160	16,411	11,399	25,345
明德	石牌	8,775	14,805	10,395	23,486
石牌	唿哩岸	6,921	12,205	8,118	19,239
唿哩岸	奇岩	6,413	10,914	7,133	18,352
奇岩	北投	5,394	9,954	6,647	15,897
北投	復興崗	4,690	7,702	5,091	11,986
復興崗	忠義	4,530	6,991	5,050	11,555
忠義	關渡	4,020	6,659	3,770	11,497
關渡	竹園	2,393	6,082	3,020	10,831
竹園	紅樹林	2,094	4,799	2,973	9,341
紅樹林	淡水	1,505	3,684	943	2,236

資料來源：「臺北都會區整體運輸需求模式（TRTS-IV）更新案」推估，臺北大眾捷運股份有限公司，106 年。



七、結論與建議

（一）結論

1. 淡北地區因淡海新市鎮計畫、臺北港特定區計畫之開發，近10年來人口呈逐年成長趨勢，淡水區及八里區人口分別增加了3.42萬人及0.53萬人，由於該二項開發計畫持續進行，推估淡水區、八里區於未來年（民國120年），人口數將持續成長至21.17萬人及4.41萬人。
2. 近10年來，淡北地區主要公路除台2乙線竿蓁林（登輝大道~淡水）段日交通量略為下降（減少0.1萬PCU/日）外，研究範圍內公路交通量均為成長，成長幅度最高者為台15線關渡橋段增加2.5萬（PCU/日），其次為台61線（八里~林口）段增加2.4萬（PCU/日）及台2線竹圍（關渡~紅樹林）段增加1.8萬（PCU/日）。106年日交通量高者為台2線竹圍（關渡~紅樹林）段，其次為台15線關渡橋段及台2線金龍橋（台2乙線交岔路口~金龍橋）段。
3. 檢視淡北地區現況聯外交通需求，以上午尖峰往臺北市區交通需求較大，台2線竹圍（關渡~紅樹林）、台15線關渡橋（關渡橋~米倉國小）等路段尖峰時段交通量已近（逾）道路飽和容量。
4. 由歷年捷運場站進出站人數統計得知，淡北地區淡水、紅樹林、竹圍站及關渡等4站捷運每日搭乘人數於103年度達最高，合計約13.8萬人/日，惟自104年起4站搭乘人數有逐年下降之趨勢，至106年下降至13.1萬

人/日，較103年減少約0.75萬人/日。

5. 由淡水信義線站間運量與列車班次進行承載率分析，關渡站至淡水站之路段上午尖峰時段雙向承載率小於1（站立人數/ m^2 ），顯示淡水信義線在淡水地區之路段仍有相當之運量空間。另淡水站至臺北車站間尖峰時段承載率較高者，順行為臺北車站至中山站承載率為1.70（站立人數/ m^2 ），逆行為民權西路站至雙連站承載率為3.41（站立人數/ m^2 ），依大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法，臺北市政府定期檢查平均承載率需低於5（站立人數/ m^2 ）之規定標準，顯示淡水信義線在淡水站至臺北車站之路段運能仍有餘裕。
6. 由運輸需求預測分析推估，未來年（120年）淡北走廊晨峰時段聯外旅次中，使用私人運具為32.1萬人次，與基年（106年）相近；而使用大眾運輸為9.6萬人次，較基年成長1.5萬人次，二者主要均前往臺北市。未來年於淡江大橋及淡海輕軌完工通車後，在所得提高且無抑制私人運具發展政策下，台2線竹圍、台15線關渡橋路段交通量仍近（逾）道路飽和容量，而捷運劍潭至中山站間之運量亦近飽和。

（二）建議

1. 由上述分析得知，現況淡北運輸走廊問題主要在於私人運具使用比例仍高，而捷運每日搭乘人數於104年後有逐年下降之情形，建議新北市政府持續強化私有運具管理措施，包括強力執法交通違規、反映停車之合理成本；在前瞻軌道建設政策及淡



水捷運/淡海輕軌服務供給下，強化淡北運輸走廊公共運輸聯外功能，如淡海輕軌轉乘淡水信義線票價整合措施，以提高大眾運輸使用率，移轉私人運具使用。

2. 淡海輕軌綠山線已於民國107年底通車，在推動輕軌運輸系統之同時，應整合淡北地區之大眾運輸系統，如適切調整市區公車路線，減少與輕軌系統服務路線重疊之公車路線，而增闢輕軌車站與社區或遊憩據點之接駁公車，並妥善規劃輕軌與捷運車站轉乘動線與設施，架構淡水地區整體性大眾運輸路網，於淡水地區區域內可以輕軌系統為主要服務幹線，並輔以與輕軌車站銜接之接駁公車路網，而聯外之大眾運輸則以捷運淡水信義線為主要聯外幹線，由區域內至聯外，構建整體性無接縫之大眾運輸路網。
3. 由運輸需求預測分析結果，劍潭-圓山、圓山-民權西路、民權西路-雙連及雙連-中山等4站間運量將成長逾3.4萬人次/小時，如維持現況列車班距（尖峰時段約3分鐘），則承載率將高於定期檢查平均承載率5（站立人數/ m^2 ）之標準，為因應未來旅運量成長需求，建議適時檢討相關運能調整措施，兼顧旅運需求與運輸資源使用效率。
4. 在公路改善方面，公路總局在淡北地區除辦理「淡江大橋及其連絡道路建設計畫」外，並將持續進行多項改善計畫包含「大淡水地區交通改善策略評估」、「三芝北投公路可行性評估」、「台64線及台61甲線交會系統改善」等，另新北市政府亦刻正辦理「淡水河北側沿河平面道路工

程」、「八里輕軌」等計畫，建議於相關評估案中，整體考量上述計畫對於淡北地區交通之影響，提出未來年運量預測及瓶頸路段分析、各計畫間競合分析，以排定各計畫推動之優先順序，循序推動，俾改善台2線竹圍（關渡~紅樹林）、台15線關渡橋等路段尖峰時段交通壅塞問題。

5. 為改善淡北地區道路交通壅塞問題，公路總局刻正辦理「淡江大橋及其連絡道路建設計畫」，連絡道路及主橋段預定於109年及113年底完工，為淡江大橋淡水端能完善銜接至淡海新市鎮，沙崙路（現況為雙向雙車道）相關改善作為、#10（沙崙路）計畫道路之闢建，及八里端連絡道路忠孝路是拓寬改善等議題，及台64與台61甲路口增設匝道改善工程，建議加速辦理，俾淡江大橋通車後，避免形成新的瓶頸路段。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，北臺區域陸路運輸服務均衡發展策略研究期末報告（初稿），107年11月。
2. 交通部高速鐵路工程局，淡海輕軌運輸系統綜合規劃報告書，102年3月。
3. 交通部公路總局，淡江大橋及其連絡道路建設計畫，103年1月。
4. 新北市政府，淡水河北側沿河平面道路工程（淡水河北側沿河快速道路第一期工程替代方案）環境影響評估報告書（初稿），107年11月。



原動力場超超臨界鍋爐發展

中華民國仲裁人 / 宋郁德

關鍵字：淨煤發電技術、超超臨界鍋爐、超臨界鍋爐

摘要

以投資效益而言，提升主蒸汽壓力雖可略增機組效率，但鍋爐及汽機的設計壓力亦需相對提高，將大幅增加投資成本及日後維護費用，抵銷機組所提高之效率。對於主蒸汽及再熱蒸汽溫度的提升，則僅需變更部分爐管及汽機相關材料，略增初期成本，相對機組效率提升之效益較為顯著，且由於再熱蒸汽之壓力較主蒸汽壓力為低，故以提升再熱蒸汽溫度為最優先。

長期以來節能減碳需求越趨強烈，迫使未來電力走向先進的淨煤發電技術，歐盟已規劃超過30年，應用全新的材料科技成果，鍋爐出口蒸汽壓力及溫度高達350 bar及700°C。而新型態大型動力廠燃煤超超臨界機組鍋爐發展趨勢，在本文中概述。

一、前言

依工程熱力學原理，介質參數提高必然

使熱效率提高，主要是因為改善熱力循環所致。從各項研究可知，就周際瑜先生在台電公司出國研習報告「超臨界鍋爐及其附屬設備運轉技術」提及：一般壓力是180~360 bar、溫度538~618°C的範圍內，壓力每提高10 bar，機組的熱效率上升0.18~0.29%；主蒸汽溫度或再熱蒸汽溫度每提高22°C，機組的熱效率上升1~1.25%（如圖1）；因此在同樣條件下（均為一次再熱），主蒸汽壓力從25 MPa升至30.0 MPa，機組熱效率只提0.75%，只有單純將溫度從566°C提高至600°C時熱效率提高的一半（如圖2）；故欲改善機組熱效率提升蒸汽溫度比提升蒸汽壓力顯著有效，平均而言蒸汽溫度每提升22°C，可獲得1.25%的熱效率之改善。

長期以來節能減碳需求越趨強烈，迫使未來電力走向先進的淨煤發電技術，歐盟已規劃超過30年，「The Advanced Pulverized 700°C PF Power Plant project」，設計蒸汽條件由傳統540°C/250 bar大幅提高至700°C/350 bar超超臨界燃煤發電機組，將可大幅減少耗

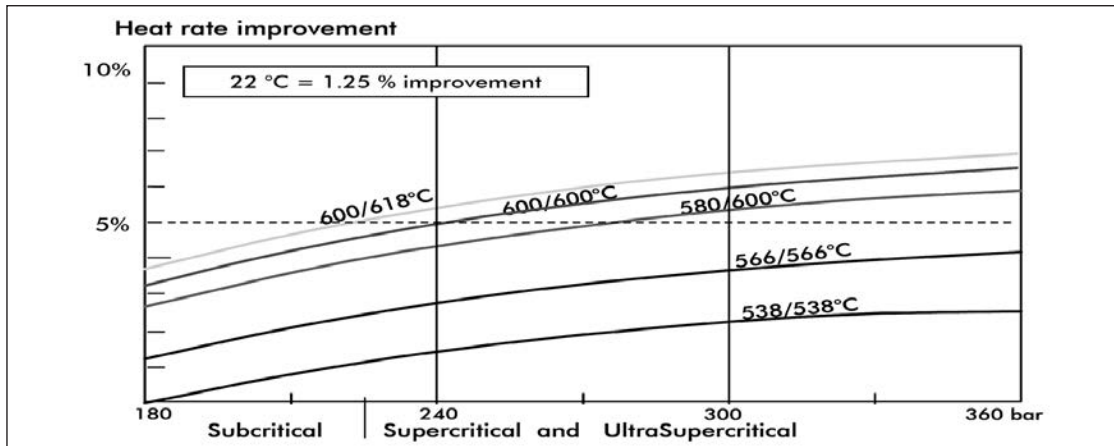


圖 1 Heat Rate Improvement Vs Steam Conditions (Single Reheat) [1]

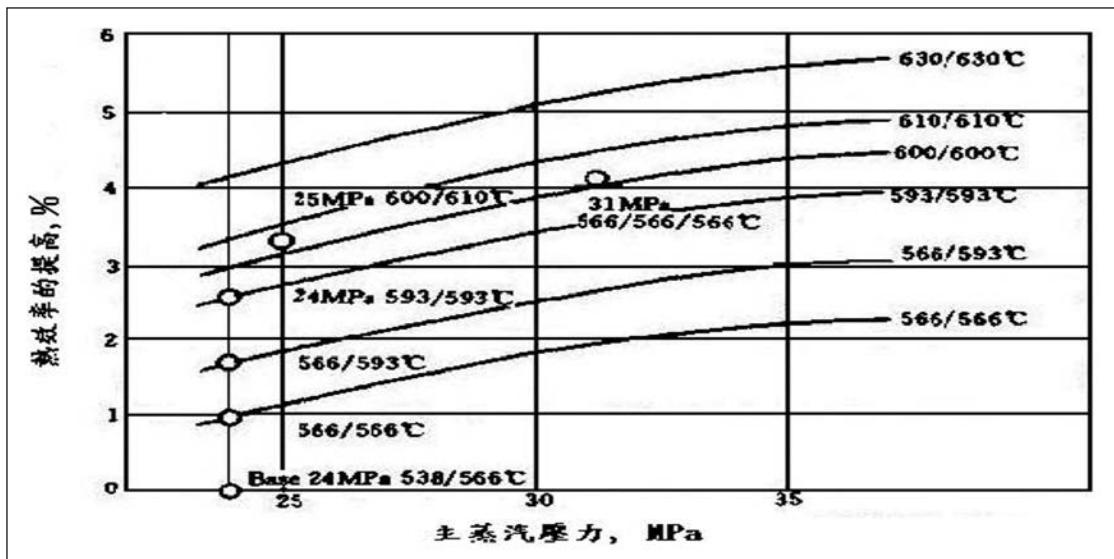


圖 2 蒸汽參數對照效率的影響 [1]

煤量及污染排放量。計畫商轉世界首座淨廠效率高達50%，發電量為500 MWe燃煤超臨界機組，應用全新的材料科技成果，鍋爐出口蒸汽壓力及溫度高達350 bar及700°C。由於是架構在已成熟的商業化燃煤發電技術之

上，相較於現有傳統燃煤機組，將可減少相同燃料之耗煤量及CO₂排放量達30%以上，對於使用化石燃料的傳統發電機組的設計有重大的影響，將是未來主要的商業化淨煤技術之一。



由於目前燃料價格（石油及煤碳）飆漲，興建高效率的超臨界機組為目前臺灣電力開發之要務，主要理由為高燃料價格、相對地需提高機組的效率，以降低運轉成本。由於超臨界機組採用高效率之空氣污染防治設備使得空氣污染排放量降低。而新型態燃煤超臨界機組鍋爐發展趨勢，在本文中概述。

二、鍋爐及其輔機設備

鍋爐及其輔機設備係以高溫燃燒氣將水加熱成為蒸汽，為汽力電廠之蒸汽主要來源，除供給汽輪機旋轉所需動力外，還可做各種不同用途，例如供輔助熱交換器作傳熱交換、或被引用於其他試俾、清潔、維修等用途。火力發電用之鍋爐不斷改進，例如溫度、壓力與熱效率的提升、材質改良、各種輔機附屬配件之裝設等。

電廠的鍋爐型式如下：

（一）以構造分

1. 圓筒式鍋爐：以大型之鼓筒為其主體，僅適合於小型低壓力使用。
2. 水管式鍋爐：由許多小口徑水管與其匯集在一起的集管箱（Header）和汽水鼓等三個主體構成。水管外側受火燄之輻射熱照射及接觸燃氣，水在管內流動，被加熱成飽和狀態之汽水混合物再流回到汽鼓，在汽鼓內進行汽水分離，分離出來之飽和蒸汽再送至過熱器加熱，成為過熱蒸汽來推動汽輪機做功。在水管式鍋爐中使用最多的當屬輻射鍋爐。

3. 廢熱回收鍋爐HRSG（Heat Recycle Steam Generator）

利用排放廢熱加熱於鍋爐時另引入燃料燃燒稱助燃式（Supplement Type），而純使用排放的廢熱於鍋爐內不再有燃燒稱為非燃式（Unfired Type）熱回收鍋爐HRSG（圖3），可分為臥式自然循環廢熱鍋爐與立式強制循環廢熱鍋爐兩種，為當今複循環機組所採用。此鍋爐亦因氣渦輪機排氣溫度之不同，加上經濟因素，比如建廠成本、燃料成本、維護費用及需求負載容量與品質而定，一般分為三種型式：

- （1）單壓式（Single Pressure HRSG）：只產生一段壓力的飽和蒸汽。
- （2）雙壓非再熱式（Dual Pressure Non-Reheat HRSG）：有蒸發器產生高及低壓段蒸汽。
- （3）三壓再熱式（Triple Pressure Reheat HRSG）：有過熱器產生過熱蒸汽，有高、中、低壓三段蒸汽。

需求的負載蒸發容量越高，愈須多段壓力，以提高熱能利用率，而須付出更多建置成本與操作運轉維修成本。

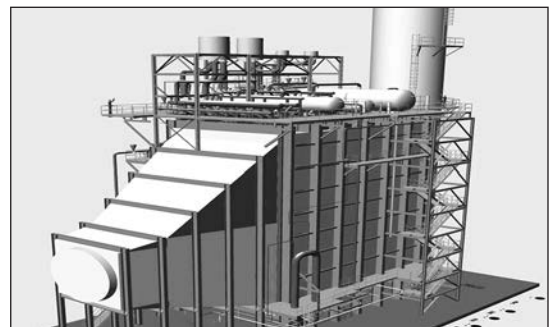


圖3 熱回收鍋爐 HRSG [2]



（二）依循環方式分

1. 自然循環：鍋爐爐水的循環力量，係由降水管中之飽和水與水牆管中之汽水混合物，兩者間之比重（密度）差而產生。
2. 強制循環：隨鍋爐壓力變高，飽和水與飽和蒸汽密度差變小，自然循環力變差時，由爐水循環泵克服系統阻力，將定量之爐水輸送到水牆管中，水流率及壓力可藉由泵浦來控制達適當條件於汽鼓中做汽水分離，可節省管料，傳熱也較佳。
3. 貫流式鍋爐：鍋爐採用超臨界壓力，由飼水泵送入鍋爐之爐水，在管中加熱、蒸發、過熱，貫流式鍋爐沒有需要再加以循環，飼水進入爐管受熱後，變成超臨界態蒸汽離開，不用汽鼓，全由管組成。若在次臨界壓力下，則須一分離器以去除蒸汽中之液態水。
4. 貫流加上強迫循環：其設備構造與強迫循環鍋爐類似，附設一泵浦，在低載或起動時，可強迫爐水循環。

（三）鍋爐材質

鍋爐由多樣管徑及不同的管厚，且長度千呎以上的鋼管組成。大多數鍋爐水牆管多採用低碳鋼，使用無縫鋼管及電阻熔接管，運轉時對流溫度約260～371°C，中碳鋼在510°C燃氣下運轉，過熱器爐管必須能抗溫達593°C以上，所以採用Cr Mo Ni合金鋼是必須的，一般用耐熱合金鋼，此管外徑大都為2吋或2.5吋之圓筒型光管，其位於溫度比較

高區域者，管子吊架與管子間的鞍型間隔片支撐，也是需要考量高溫。現代的鍋爐均採用沃斯田鐵結構為多，以便能在極高溫度下運轉。對於鍋爐的建造，使用不同等級的金屬結構，遵照美國機械工程師學會（ASME）所提POWER BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE之設計規格。對管材的選擇應視材料的抗氧性、最大容許應力以及經濟性而定。

（四）鍋爐本體結構

鍋爐本體結構：吸收燃燒熱，使爐管內的水生成為蒸汽的部份。詳圖4貫流式鍋爐本體與附屬輔機設備組合圖所示。

1. 燃燒室（或稱爐膛Furnace）為使燃料燃燒生熱之空間。爐膛受熱面積與產生的蒸發量有關；高度能使水牆管內的爐水達到循環作用，避免爐管過熱；裝有爐溫探測器及吹灰器，不能碰撞；保溫耐火磚要能承受運轉溫度，空間吸熱均勻；不可有燃氣漏出或吸入。
2. 汽鼓（Drum）：分離汽和水之裝置，貫流式水管鍋爐則無此設備。飼水經由飼水管補充至汽鼓中，以供給鍋爐之蒸發水量；飼藥管填加藥品以減少鍋垢、污泥及腐蝕之發生；連續沖放管用以調節水位及控制爐水品質；氣水分離器會產生迴旋作用，使汽水混合物之汽和水分離；分離出的水經旋渦消除器至降水管；飽和蒸汽取樣管抽取爐水及蒸汽供分析水質。
3. 過熱器（Superheater）：將鍋爐本體所生

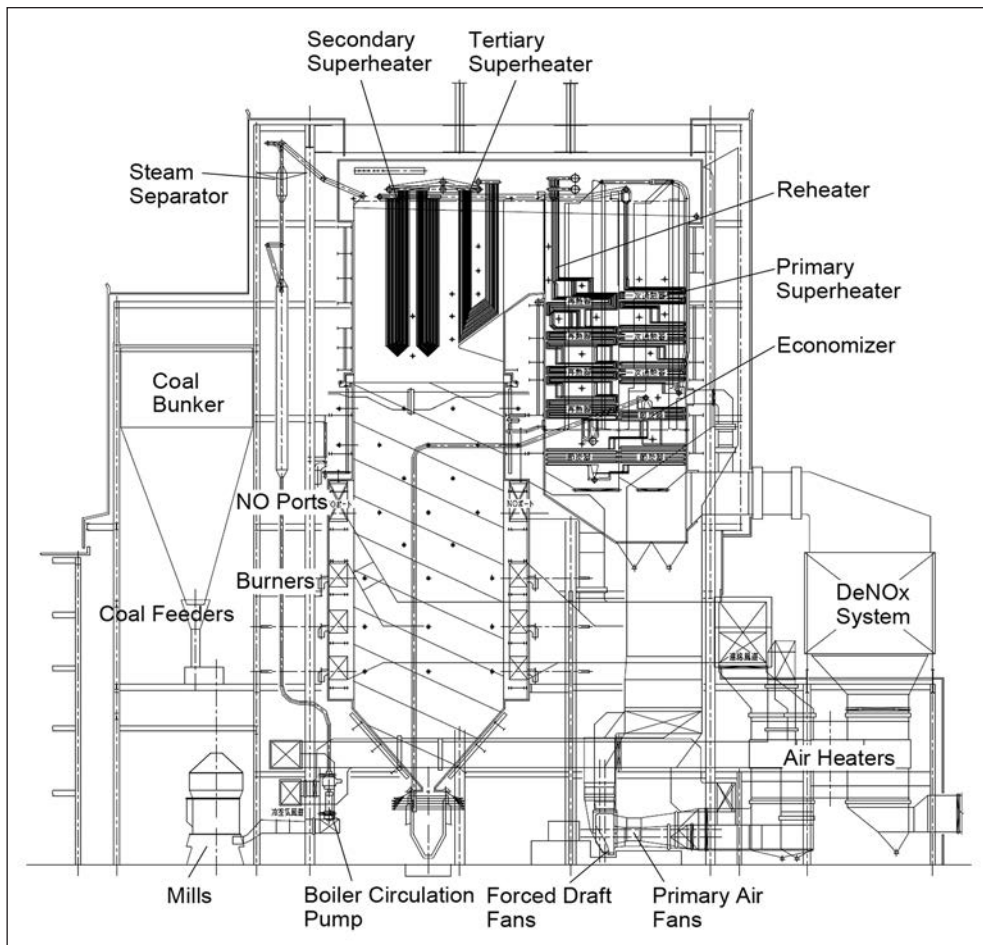


圖 4 貫流式鍋爐本體與附屬輔機設備組合圖 [2]

成的飽和蒸汽進一步加熱至飽和溫度以上的過熱蒸汽，以免濕蒸汽中之液滴對汽輪機之葉片造成腐蝕，同時為控制蒸汽溫度在 542°C 左右，為免水管無法承受高溫，有減溫器，以自動調節噴水流量來控制溫度。

4. 再熱器 (Reheater)：將經高壓段汽輪機作功後之蒸汽，再導回鍋爐吸收煙氣熱量，提高蒸汽溫度供低壓段氣輪機使用做功。

設計上再熱器必須有足夠蒸汽質量流率保持壓力，即管中壓降不大於5%。

5. 節熱器 (省煤器Economizer)：利用燃燒煙氣餘熱將進入鍋爐之給水預熱的裝置。飼水溫度升高，氧從水中排出，會腐蝕管子內壁，但如飼水溫度過低，管外部水份凝結，造成管外腐蝕，降低熱傳導，要使用清洗設備去除沉積物，所以除要利用飼水除氧方式去除溶解氧外，一般在飼水系統



可利用抽氣加熱，提高飼水溫度。

三、超臨界鍋爐整體比較

優點：	缺點：
1. 蒸氣壓力高、機組效率高。	1. 設備剛性要大，管壁厚度增加，建廠費用高。
2. 鍋爐效率高發電成本降低。	2. 水處理設備要求高，有雜質危害問題。
3. 無汽水鼓裝置，設計與建廠較簡單。	3. 鍋爐管材料耐壓力耐高溫要求高，採用 Ni Cr Mo 高合金鋼。
4. 產生蒸汽的時間短。	4. 飼水流量的控制及自動燃燒控制要更精巧。

煤炭的蘊藏量超過百年以上，在可以預知的未來，仍然是發電過程所不可或缺的主要燃料之一。然而燃煤發電具有低效率、高污染的缺點，CO₂、NO_x、SO_x的大量排放，是主要的污染排放問題。因此，燃煤發電之淨煤技術的發展，一直朝向降低CO₂的排放為目標，現階段以「提昇機組效率以減少CO₂排放」及未來的「CO₂的捕集與封存（CCS）」等兩大方面來努力。就提昇機組效率方面來說，提高蒸汽溫度及壓力的超臨界或超超臨界機組的研發與製造，可以減少煤炭的使用，以降低污染物的排放，是目前主要商業化的節能減碳技術應用。

90s年代以來環境保護意識急劇升高，由於煤炭是產生CO₂主要的來源，放棄燃煤發電的聲浪持續高漲，因此歐洲電力集團及製造廠商於1994著手建立跨國的研發計畫，稱為「The Advanced Pulverized 700°C PF Power Plant project」，設計蒸汽條件由傳統540°C/250 bar大幅提高至700°C/350 bar超超臨界燃煤發電機組，將可大幅減少耗煤量及污染排放量。以表1為例，比較不同燃煤機組

表 1 不同蒸汽條件燃煤電廠的比較表

A. 現行德國燃煤電廠平均值				
B. 電廠條件（鍋爐溫度 / 過熱氣溫度 / 蒸氣壓力）（540°C/560°C/25 MPa）				
C. 電廠條件（700°C/720°C/35 MPa, cooling tower, single reheat）				
D. 電廠條件（700°C/720°C/35 MPa, sea water cooling, double reheat）				
	A	B	C	D
Power Plant Net Efficiency (%)	37.0	43.8	50.2	51.9
Spec. CO ₂ -Emission (g/kWh)	930	785	685	663
Spec. Fuel Consumption (g/kWh)	332	280	245	237
Reduction of CO ₂ -Emission (%)	--	15.5	26.3	28.7

效率對耗煤量及CO₂排放量，以硬煤（Hard Coal）熱值為燃料基準，Basis A是現行德國燃煤電廠平均值，Basis B是傳統超臨界機組，Basis C、D是最近新建2015年將商轉的機組，廠效率由37%提升至50%以上，相同的發電量及煤質基準條件，CO₂及煤炭將減量大約30%的成效，由此可見效率提昇對節能減碳的重要性。最大的挑戰在於高溫材料的研發與驗證，以及鍋爐與汽機的硬體設計，以期發展出最先進的高溫材料應用於傳統的燃煤發電機組。然而，對於未來的CO₂捕集與封存技術，由於技術層次較高，現階段僅止研發階段。

計畫的執行者已完成：尋找高溫材料供應商，尋找製造加工廠商，可測試高溫材料製造品質，高溫元件電廠運轉實測。選定德國Scholven電廠F機組的鍋爐，於700°C蒸汽溫度條件，實地安裝測試不同高溫材料在鍋爐的使用情況，測試區域分別是蒸發器（Evaporator）、過熱器（Superheater）、安全



表 2 Scholven 電廠測試 700°C 條件之區域及材料

測試區域 / 測試條件	測試材料
蒸發器爐管及集管	
進口溫度：53°C 出口溫度：42°C 壓力：155 bar	進口集管：13CrMo44 出口集管：P92 爐管：T24、HCM12、Alloy 617
過熱器爐管及集管	
進口溫度：34°C 出口溫度：89°C 壓力：152 bar	進口集管：P92 出口集管：Alloy 617 爐管：Alloy 714、TP310N、Alloy 740、Alloy 617

閥 (Safety Valve)、汽機關斷閥 (Turbine Stop Valve)，測試材料如表2為所列。

該計畫是建造700°C超超臨界電廠稱為FSDP (Full-Scale Demonstration Plant)，將於2010年招標，目前德國最大電力公司E.ON積極規劃總經費超過10億歐元的700°C超超臨界電廠，稱為Project 50 Plus。但是FSDP的主要經費決定於第7期歐盟科研架構計畫 (FP7) 的政治立場，以及是否將CO₂捕集與FSDP組合而定，這是FSDP電廠是否建造不可確定的因素之一。分3個階段完成FSDP建廠計畫，其中2008年以前完成容量及廠址的決定，2010年以前完成發包含約的簽訂，

2014年完成建造及機組起動 (start-up)。電廠初步規範如下：

Site：Wilhehnshaven, Germany

Fuel：Hard Coal (25 MJ/kg (5,971 kcal/kg))

Fuel Consumption：140 ton/h

Output：508 MW

Net efficiency：> 50%

Main steam：705°C/365 bar

Reheat steam：720°C/73 bar

Feed water：330°C

CO₂ emission：670 g CO₂/kWh

淨效率50%以上的超高效率機組並非單純以提高蒸汽條件來達成的，仍須有其它項目的改善設計來配合，如飼水溫度的提高、汽機效率提升、廢熱的回收、廠用電的減少、真空度的改善等等項目的匹配。以600°C/250 bar之淨效率46%為基礎，各項目的改善對效率的增加程度如下表3所示，唯有各方面的配合改善，50%的目標才能達到。然而700°C計畫是否成功與高溫材料的發展息息相關，因此以下將介紹高溫材料於鍋爐的應用情形：

表 3 各項目的改善對效率的影響表

	主蒸汽溫度	再熱蒸汽溫度	飼水溫度	汽機效率 (%)	廢熱回收 (%)	鍋爐效率 (%)	輔機用電 (%)	真空度 (kPa)
600°C /250 bar	600°C	600°C	270°C	91/94/87	-	95.0	7.0	4.0
700°C /350 bar	700°C	720°C	330°C	93/95/90	-	95.5	6.5	3.5
效率增加 (%)	+3	+1.8	+0.6	+0.35	+0.6	+0.26	+0.2	+0.2
累積效率 (%)	49	50.8	51.4	51.75	52.35	52.61	52.87	53.07



四、鍋爐高溫材料發展

(一) 鍋爐爐管溫度的分布

超臨界或超超臨界鍋爐各區域壓力組件的承受溫度並非單一數值，隨著機組負載的變化，鍋爐各區域爐管、集管及蒸汽管路的溫度均會變化，下表4為四種蒸汽條件下超臨界及超超臨界鍋爐於40%及100%負載時，各區爐管的蒸汽溫度/蒸汽壓力的變化情形，其中603°C/300 bar及703°C/358 bar為超超臨界機組，其餘為超臨界機組。下表粗黑體字表示100%負載的爐管蒸汽溫度值，蒸汽條件由540°C/200 bar至703°C/358 bar，省煤器溫度變化由290°C增加至380°C，水牆（爐鼻）溫度由375°C增加至490°C，水牆（爐頂）溫度由385°C增加至520°C，水牆出口溫度自400°C增加至540°C，過熱器出口溫度由540°C增加至703°C。由此顯示當蒸汽條件為703°C/358 bar時，各區域爐管的溫度均較傳統設計條件高出許多，因此傳統的高溫材料應用於過熱器區域，於此只能應用703°C電廠之水牆管或更低溫的省煤器管，而大量的高溫新材料將應用於過熱器爐管、集管或蒸汽管路。以下介紹高溫材料及傳統超臨界或700°C電廠鍋爐各區域材料的考量及應用情形：

(二) 鍋爐高溫材料的應用

材料應用於超臨界或超超臨界鍋爐，主要是考量溫度的因素，以耐溫等級由低至高依序為肥粒鐵系低合金鋼（ferritic steel）、麻田散鐵系低合金鋼（martensitic steel）、沃斯田鐵系不鏽鋼（austenitic steel）、鎳基超合金（Ni-based super alloy）等四大類的材料，應用於鍋爐為嘴管、過/再熱器爐管、集管、管路、高壓閥、安全閥等壓力組件（pressure parts）。此四類材料於不同蒸汽條件之超臨界鍋爐的佔比如表5所示，而合金含量越高，則價格成本亦高，如鎳基超合金的成本高於肥粒鐵系低合金鋼的10倍以上，因此使用溫度越高，材料的成本越高。此外，研究結果顯示肥粒鐵系低合金鋼的應用溫度無法超越620°C，稱為肥粒鐵障礙（ferritic barrier）。肥粒鐵系與麻田散鐵系低合金鋼主要是以2% Cr、9% Cr、12% Cr為主的低合金鋼，沃斯田鐵系不鏽鋼是以22-25% Cr的合金添加為主要應用的材料。

表6為不同鍋爐區域的材質選用考量因素。以水牆管區域材質的選用為例，考慮超臨界鍋爐水牆管的溫度並非恆定值，金屬溫度隨著受熱長度增加而升高，造成較次臨界機組更嚴苛的環境。對於水牆管常用的材料，如銲接性佳的T11（1Cr-1Mo）爐管，則有潛變強度不足的缺點。雖然T22（2Cr-2Mo）、T91（9Cr-1Mo）材料足以因應此環

表 4 四種蒸汽條件之鍋爐爐管 / 集管溫度值（單位：°C）

負載 100% (40%)	省煤器出口	水牆（爐鼻）	水牆（爐頂）	水牆管出口	過熱器出口
540°C 200bar	290 (270)	375 (305)	385 (305)	400 (330)	540 (540)
544°C 261bar	330 (290)	420 (325)	440 (360)	450 (380)	544 (544)
603°C 300bar	340 (305)	440 (375)	470 (415)	490 (455)	603 (603)
703°C 358bar	380 (335)	490 (395)	520 (445)	540 (475)	703 (703)



表 5 不同蒸汽條件鍋爐使用材料的佔比

蒸汽條件 (蒸氣壓力 / 鍋爐溫度 / 過熱氣溫度)	使用材料佔比
250 bar/540°C/560°C	Ferritic + Martensitic : 100%
280 bar/600°C/620°C	Ferritic + Martensitic : 80% Austenitic : 20%
360 bar/700°C/720°C	Ferritic + Martensitic : 60% Austenitic : 24% Ni-based : 16%

表 6 不同的鍋爐區域的材質選用考量因素

鍋爐區域	選用材質主要的考量因素
水牆管	銲接性、腐蝕、潛變、疲勞
過 / 再熱器管	潛變、腐蝕、疲勞
集管	疲勞、潛變
蒸汽管路	疲勞、潛變

境，然而卻有銲接性不佳、須施以銲後熱處理等缺點。因此，T-23 (HCM2S) 材料是 T-22 鋼材的改良，在原有的 2.25 Cr 鋼材添加 1.6W、V、Nb 等元素，並降低碳含量，其潛變強度介於 T22 與 T91 的高經濟性鋼材，銲接性優於 T22 及 T91，適合應用於超臨界或超超臨界鍋爐水牆管的一種常用材料。

鍋爐的高溫高壓蒸汽管路、集管、過熱器及再熱器等爐管，必須以材料的潛變強度為主要的考量。此外，對於厚件的集管及蒸汽管路，熱疲勞也是重要的考量因素之一。相較於沃斯田鐵系列的鋼材，肥粒鐵及麻田散鐵系列的母材具有較低的熱膨脹係數，及較高的熱傳導係數，因此適合應用於集管及蒸汽管路。許多早期的超超臨界的機組，因蒸汽管路及集管選用不鏽鋼材質，往往造成材料熱疲勞的破壞。如前所述，肥粒鐵或麻田散鐵系列的低合金鋼應用溫度 620°C 以下具有較佳的機械性質。

對於蒸汽溫度 700°C 的嚴苛環境，耐溫能力較高的不鏽鋼無法使用於集管及蒸汽管路的條件下，以及對於傳統超臨界或超超臨界鍋爐使用的肥粒鐵系低合金鋼又有肥粒鐵障礙的限制，因此該計畫設計製造鎳基超合金做為鍋爐出口集管、過/再熱蒸汽出口管路、末段過/再熱器局部管排、安全閥、高壓閥的用途。下表 7 為符合 700°C 超超臨界鍋爐可行的高溫材料，包含肥粒鐵系等四類的高溫材料，但並不侷限於此，新材料仍持續的研發。

表 7 符合 700°C 超超臨界鍋爐的高溫材料

鍋爐區域 / 基材材質	Ferritic + Martensitic	Austenitic	Ni-Based Alloy
水牆管	T23 T24 T92 T122	—	Alloy 617 (Mod.)
過 / 再熱器管	—	Super 304H Alloy 174 Sanicro 25 HR6W	Alloy 617 (Mod.) Alloy 740 Alloy 263
集管及蒸汽管路	—	HR6W	Alloy 617 (Mod.) Alloy 263



五、結語

歐盟27個會員國達成協議，2020年前縮減溫室氣體排放20%，確保風力、太陽能等乾淨能源佔總能源20%。此舉勢必將汰換許多高污染、低效率的現有燃煤機組。為因應未來的改變，歐盟700°C超超臨界燃煤發電計畫更應加速進行，以符合未來新的減量要求。結合高溫材料的研發應用與整廠先進的設計概念，規劃出超高效率商業等級的燃煤發電機組，雖然最後的電廠建造及運轉仍有賴更多經費的投入而有其不確定因素，但此結果是成果豐碩並證明具體可行。相對於其它研發或試驗中的CO₂減量技術而言，其規模多為先導等級（pilot scale）而非商業等級（commercial scale）的機組，均有其商業應用的限制。而700°C電廠的技術是直接架構在既有成熟的商業化發電技術之上，若計畫成功將對應用數百年的傳統化石燃料發電技術，有極為深遠的影響，將徹底改變此類傳統技術擺脫高污染、低效率的缺點，以全新的面貌兼顧環保需求及節能減碳的優點。因此，面對節能減碳的全球化趨勢，掌握最先進之淨煤發電技術的演變及高溫材料的應用情形，有助於未來燃煤機組的規劃與執行。

參考文獻

1. 周際瑜，超臨界鍋爐及其附屬設備運轉技術，台電公司98年出國研習報告（未出版）。
2. 宋郁德，火力發電廠發電供電設備組態介紹，電機技師雙月刊，100年2月，P.17-P.20。



108 年會務佈告 – 得獎名單

獎項	得獎名單
會士	邱琳濱（中興工程顧問股份有限公司 / 董事長） 谷家恒（中國科技大學 / 董事） 曹壽民（中興工程顧問股份有限公司 / 前董事長） 楊正宏（國立高雄科技大學 / 講座教授）
工程獎章	李世光（工業技術研究院、資訊工業策進會 / 董事長）
傑出工程教授	吳安宇（國立臺灣大學電機系 / 特聘教授兼電子所所長） 呂良正（國立臺灣大學土木工程學系 / 教授） 李光敦（國立臺灣海洋大學河海工程學系 / 特聘教授） 張文恭（國立中正大學電機工程學系 / 特聘教授） 張木彬（國立中央大學環境工程研究所 / 特聘教授） 陳文逸（國立中央大學化材系 / 特聘教授） 陳科宏（國立交通大學電機工程學系 / 教授兼系主任） 陳國聲（國立成功大學機械工程學系 / 教授） 楊昌彪（國立中山大學資訊工程學系 / 特聘教授） 劉德騏（國立中正大學機械工程學系 / 教授）
傑出工程師	尤志文（三陽工業股份有限公司 / 副總研究員） 王志豪（台灣積體電路製造股份有限公司 / 台積科技委員、處長） 朱惕之（新北市政府工務局 / 局長） 李定國（中鼎集團 / 副執行長） 林俊男（福懋興業股份有限公司 / 協理） 洪曉慧（國家實驗研究院國家地震工程研究中心 / 研究員） 彭文陽（工業技術研究院機械與機電系統研究所 / 組長） 黃廣立（中鼎工程股份有限公司 / 煉化試車組主管） 鄧文廣（交通部公路總局 / 總工程司） 羅坤榮（中華電信研究院智慧聯網研究所 / 所長）



優秀青年工程師	方炳昌（中鋼鋁業股份有限公司研究發展處 / 工程師） 林典永（財團法人金屬工業研究發展中心銲接組 / 副組長） 邱育賢（資訊工業策進會數位轉型研究所 / 組長） 洪立平（台灣世曦工程顧問股份有限公司捷運工程部 / 正工程師） 陳文信（交通部公路總局西部濱海公路北區臨時工程處第六工務段 / 段長） 黃聖夫（工業技術研究院材化所 / 技術經理） 劉陽光（工業技術研究院綠能與環境研究院 / 經理） 薛清益（中華電信研究院智慧聯網所 / 研究員） 謝協宏（台灣積體電路製造股份有限公司類比訊號暨射頻設計方案處 / 經理） 蘇敬智（信鼎技術服務股份有限公司澳門廠 / 技術經理）
詹天佑論文獎	電動車驅動馬達用電磁鋼片開發 蔡明欽、李欣怡、蕭一清、林世庭、張博民
工程論文獎	張守一、陳柏鈞、蕭羽婷、王鼎翔、陳泰盛、呂明生、賴宏仁等 7 人合著： 軋化鋁銅鐵基準晶 / 鈑多層鍍膜製備與奈米塑性變形觀測 許展璋、李佳勳、張雷、呂世源等 4 人合著： 氣摻雜碳點 @ 層促進之二氧二鈦同質異晶物異質結構做為有效的光電化學水氧化觸媒 劉光晏、吳振揚、李昱勳、楊世豪、趙文成等 5 人合著： 應用本土化圍束混凝土模式於 New RC 柱構件撓曲行為之研究 吳瑞賢、劉日順、張聖瑜、蘇家陞、陳佩螢等 5 人合著： 建立水旱作混植區之地表水與地下水聯合灌溉管理模式 黃玉新、顏鴻森等 2 人合著： 八桿 Ravigneaux 式串聯混合動力傳動系統之構形設計
石延平教授 工程論文獎	郭永麟 Glucose Concentration Regulation Using the SDRE-Based Sliding Mode Control
優秀工程 學生獎學金	王耀霆（國立高雄科技大學 / 模具工程系） 何筱珊（淡江大學 / 資訊工程系） 林寰鐸（國立成功大學 / 電機工程學系） 陳崑豪（國立彰化師範大學 / 化學系）



優秀工程 學生獎學金	黃乙玲（國立臺灣海洋大學 / 河海工程學系） 黃雅君（元智大學 / 工業工程與管理學系） 劉彥廷（國立中山大學 / 材料與光電科學學系） 劉峻佑（國立中興大學 / 土木工程學系） 劉鎔瑄（國立臺南大學 / 材料科學系） 潘 震（國立屏東科技大學 / 環境工程與科學）
沈怡獎學金	陳泓名（國立宜蘭大學 / 土木工程學系四年級） 黃 捷（義守大學 / 電機工程系三年級）
工程優良獎	環狀線 CF640 區段標之 CF643A 子施工標工程 臺北市政府捷運工程局第一區工程處
	高屏堰上游傍河取用伏流水工程 經濟部水利署南區水資源局
	臺北南山廣場新建工程 南山人壽保險股份有限公司
	高雄港第二港口北側防波堤新建工程 臺灣港務公司高雄港務分公司
工程優良獎	C411 標正義路段隧道工程（含全線臨時軌及臨時站） 交通部鐵道局南部工程處
	海洋文化及流行音樂中心（高雄港 11-12 號碼頭及光榮碼頭區域）新建工程 高雄市政府工務局新建工程處
	CJ930 臺中捷運烏日文心北屯線 G10 至 G17 站及全線電梯 / 電扶梯區段標工程 臺北市政府捷運工程局第二區工程處
	林口～頂湖 345 kV 線 #41~#43、#56~ 頂湖 E/S 電纜終端土建暨附屬機電統包工程 台灣電力股份有限公司輸變電工程處北區施工處
	桃園市大溪區大溪橋第二期整修工程 桃園市政府養護工程處
	台 9 線蘇花公路中仁隧道接續工程 交通部公路總局蘇花公路改善工程處



產學合作績優單位	組別	得獎單位
	公立大學及科技大學	國立交通大學
		國立清華大學
		國立成功大學研究總中心
		國立高雄科技大學
		國立屏東科技大學
		國立中央大學
		國立臺北科技大學
		國立勤益科技大學研發處
		國立虎尾科技大學
	私立大學及科技大學	崑山科技大學
		元智大學
		遠東科技大學
		樹德科技大學
		亞東技術學院
		義守大學
	高中職	新北市立新北高級工業職業學校
		臺中市臺中工業高級中等學校
	公民營事業單位	台灣世曦工程顧問股份有限公司
		財團法人金屬工業研究中心
		中興工程顧問股份有限公司

CTCI 中鼎集團

CTCI 中鼎集團 (TWSE: 9933、TPEX: 5209、TPEX: 6803) 為國際級工程統包公司，承攬多元化重大工程。創立於 1979 年，總部位於台灣台北市，業務範圍包括煉油石化、電力、環境、交通、一般工業等工程領域，致力提供全球最值得信賴的工程設計、採購、製造、建造施工、試車操作及專案管理等服務項目。於全球設立數十家子公司，集團員工總數約 7,400 人，並入選道瓊永續指數 (The Dow Jones Sustainability Indices, DJSI)。



業務領域

- 煉油石化
- 電力
- 環境
- 交通
- 一般工業

服務內容

- 專案管理
- 可行性研究及前端工程設計
- 工程設計
- 工程採購
- 設備製造
- 工程建造與維修
- 工廠試車
- 智能解決方案
- 自動化控制
- 無塵室與機電配管工程
- 智能頂進工法
- 地盤冷凍工法
- 操作及維護

產品項目

- 設備製造
- 化學添加劑
- 智慧化能源管理系統

ctci
中鼎集團

11155 台北市中山北路六段89號
Tel: (886)2-2833-9999
Fax: (886)2-2833-8833

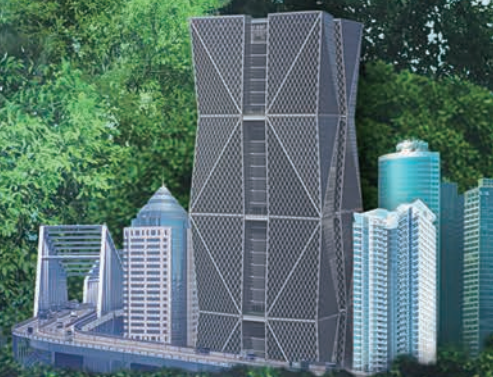
www.ctci.com

CTCI EF

財團法人中鼎教育基金會

10571 台北市南京東路五段188號2樓之2
Tel: (886)2-2769-8599
Fax: (886)2-2769-9299

www.ctcief.org



中鋼公司

STEEL WITH YOU

www.csc.com.tw

幸福公路

道路不僅是一條從出發到目的地之間的媒介
也不僅僅是導航里程上顯示的一個數字或標示
而是帶領我們體驗另一個生活文化的方式





專業製造 工程整合 E.P.C.

- 鋼鐵設備
Products for Iron and Steel Making & Rolling Mill
- 輸送設備
Products for Material Handling and Transportation
- 軌道車輛
Products for Rolling Stock
- 鑽油平台操作設備
Equipment for Oil Rig
- 自動倉儲系統
Automatic Storage System
- 風力發電廠設備
Products for Wind Power

- 發電廠及石化設備
Products for Power Plant and Petrol-Chemical
- 天車製作EOT Cranes
- 齒輪製作Gear Reducer
- 油壓缸製造維修及測試
Manufacturing & Testing for Hydraulic Cylinders
- 大型組件
Products of Large Components
- 鋼鐵鑄件
Products of Casting Steel / Iron
- 軋輪再生
Roll Reclamation



中鋼機械
CHINA STEEL MACHINERY

高雄市小港區81246台機路3號
3 Tai Chi Road, Hsiao Kang, Kaohsiung 81246, Taiwan, R.O.C.
TEL/ 886-7-806-8625 · 886-7-802-0612 FAX/ 886-7-803-7063
E-mail/ C3@csmc.com.tw http://www.csmc.com.tw



致力資源永續及創新價值
成為綠色產業的卓越企業

高爐水泥、高爐石粉、飛灰爐石粉、HSC處理劑
廢棄物污染場址清理、土壤及地下水污染整治
有害事業廢棄物固化處理、氣冷轉爐石及高爐石
資源回收利用



國家品質獎
NATIONAL QUALITY AWARD

中聯資源股份有限公司

總公司：高雄市前鎮區成功二路88號22樓 TEL：07-336-8377 FAX：07-336-8433 http://www.chc.com.tw/



用技術落實對安全及永續的執著

結構工程&工程監造

SINOTECH



白米脊橋鄰近蘇澳白米甕社區，是國內第一座結合「波形鋼腹板」、「預力混凝土」及「外置預力斜索」複合材料及工法之造形景觀橋。橋塔外觀似飽滿米粒的造型，靈感來自當地的舊地名「白米甕」，將在地人文元素融入剛硬冰冷的大型公共建設。本工程由中興公司負責設計及監造，並榮獲2016年公共工程金質獎佳作。本橋已竣工，於2018年元月通車。





台塑企業
FORMOSA PLASTICS GROUP

全方位照明系統 解決方案



工業照明
G3工業燈



危險區域照明
S3防爆燈



南亞光電股份有限公司
NAN YA PHOTONICS INC.

營業處：

TEL：(02)2712-2211 #5906~5908

E-mail：80652806@nypi.com.tw

Web：https://www.nypi-lighting.com