



工程

- ▶ 本學會第74屆第1次會員代表大會順利圓滿
- ▶ 邁向淨零排放的統包工程- 淨零EPC精進方案的推廣
- ▶ 中鼎引領綠色未來：構建全方位供應鏈永續管理
- ▶ 綠建築與淨零建築初探
- ▶ 從淨零排放談能源管理系統
- ▶ 3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用
- ▶ 建構智慧化統包工程技術 永續綠色工程管理



邁向淨零排放的 統包工程

CTCI 中鼎集團

CTCI 中鼎集團 (TWSE: 9933, TPEX: 5209, TPEX: 6803) 為國際級統包工程公司，承攬多元化重大工程，致力提供全球最值得信賴的工程服務。於全球逾 10 個國家成立約 50 個據點，集團員工總數約 8,000 人。因應 ESG 永續及淨零的趨勢及挑戰，CTCI 自許為「地球永續的把關者」，持續打造與地球永續息息相關的「綠色工程」，並積極帶動全球合作夥伴打造低碳供應鏈，為地球的永續發展做出具體貢獻，優異實績入選道瓊永續指數 (The Dow Jones Sustainability Indices, DJSI)。



業務領域

- 環境
- 煉油
- 石化
- 電力
- 交通
- 一般工業
- 高科技設施
- 液化天然氣

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
- 無塵室與機電系統
- 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
- 能源管理系統及溫盤模組
- 化學添加劑

CTCI
中鼎集團

11046 台北市中山北路六段89號

Tel: (886)2-2833-9999

Fax: (886)2-2833-8833

www.ctci.com





邁向淨零排放的統包工程

中鼎集團在布局全球的過程中，深刻瞭解工程產業發展與氣候變遷的高度關聯和影響，持續透過氣候變遷相關財務揭露(TCFD) 辨識經營的風險與機會，積極投入綠能以及低碳產業的發展。多年來，中鼎致力以核心本業實踐永續，透過「綠色工程」、「智慧工廠」、「循環經濟」和「智能化統包工程」四大核心本業，以達成淨零排放的統包工程為目標。不僅在低碳及環保相關工程領域的業務拓展上多所斬獲，也協助業界達成節能減碳及節約成本的目標，以工程專業創造經濟與環境的雙贏。本次專題將分享中鼎的經驗給各界的夥伴們，期盼共同實踐並邁向永續淨零之路。

活動報導

- 02 氫能發展及應用研討會
- 04 本學會與台灣工程法學會簽訂合作協議
- 07 2024知識分享研討會
- 10 本學會第74屆第1次會員代表大會順利圓滿
- 12 成大碳中和新世代培育基地參訪活動
- 14 本學會與中華民國地質學會簽訂合作協議

邁向淨零排放的統包工程-專輯序言

客座主編：蘇育弘 / 中鼎工程股份有限公司設計部主管

- 20 邁向淨零排放的統包工程-淨零EPC精進方案的推廣 / 牛德育
- 32 中鼎引領綠色未來：構建全方位供應鏈永續管理 / 張瀟云、殷紹翔、徐筱淳
- 44 綠建築與淨零建築初探 / 王緯民
- 58 從淨零排放談能源管理系統 / 吳哲仁
- 64 3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用 / 屠樹仁
- 74 深耕循環經濟領域 迎接氣候變遷挑戰 / 楊建邦、洪建皓、宋建財
- 85 建構智慧化統包工程技術永續綠色工程管理 / 張泰源、彭大倫
- 94 雨水貯集/中水回收及再利用 / 徐志明
- 100 打造綠色永續天然氣接收站 / 林郁鈞

會務佈告

- 111 中國工程師學會第74屆理監事簡歷
- 113 專業工程師國際認證體系及GAPC衡量標準架構 / 王祥驪

理事長：楊正宏

常務理事：李順欽 胡湘麟 陳仲賢 楊宗興
鄭光遠 賴建信

理事：王宇睿 王錫福 伍勝園 江秀丹
余信遠 宋裕祺 李政安 李偉賢
周永暉 林聰利 莫仁維 許泰文
許鈺漳 陳守道 陳哲生 陳國隆
黃維焄 楊正君 楊慶煜 廖學瑞

常務監事：施義芳

監事：高宗正 陳玫英 歐善惠 蘇玫心

秘書長：蔡榮禎

發行所：中國工程師學會出版委員會

主任委員：黃炳勳

委員：方振仁 王子安 王宇睿 余信遠
林建華 洪文玲 徐強 張人懿
莫仁維 陳守道 陳哲生 劉國慶
賴建信

總編輯：張鈺輝

客座主編：蘇育弘

編輯：李宥萱 李綺馨 林秀琴 袁雅玲
梁愛倫 許舜雅 蔣雪芬

聯絡地址：114710 臺北市內湖區陽光街323號

電話：(02)8797-3567轉8215、8234

傳真：(02)8797-4585

會址：100026 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：106411 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



氫能發展及應用研討會

本學會環境與能源委員會於9月13日假國立台灣大學社會科學院梁國樹國際會議廳舉辦氫能發展及應用研討會，共100多位出席與會。

楊正宏理事長於致詞時表示感謝本學會環境與能源委員會李順欽主委及中油公司相關同仁的努力，並謝謝各位演講人在百忙中安排時間出席活動，就不同面向為大家說明。學會也將持續關注氫能相關議題，希望大家持續支持並踴躍參與學會所舉辦的活動。

工業技術研究院綠能與環境研究所萬皓鵬副所長主講「氫能全球趨勢與發展」、經濟部能源署吳志偉副署長主講「我國氫能政策與法規現況」、氫豐綠能科技股份有限公司李鈞函總經理主講「氫能車發展趨勢與商機」、台電公司綜合研究所鍾年勉所長主講「混氫發電示範規劃」、中油公司綠能研究所呂國旭所長主講「邁向氫淨家園加氫站設置規劃」，與會人員對氫能發展及其他替代能源的規劃提出許多討論，活動順利成功。



▲ 環境與能源委員會李順欽主任委員致詞



▲ 楊正宏理事長致詞



▲ 楊正宏理事長 (右 5) 和與會貴賓合影



本學會與台灣工程法學會簽訂合作協議

本學會與台灣工程法學會於113年10月8日假本學會會議室簽訂合作協議，由楊正宏理事長與台灣工程法學會蕭偉松理事長分別代表簽署。

楊理事長表示，台灣工程法學會是第35個與本學會簽署合作協議的組織，雖然是個很年輕的學會，但一直非常積極發展會務。成立19年來，在歷屆理事長及現任蕭理事長的帶領下，在推動工程法學之研究實踐及工程法制之改革，已有相當顯著的貢獻。

台灣工程法學會有許多位理監事也長期參與本學會活動並擔任委員會的委員，與本學會的關係相當的緊密。我們兩會在過去有合作舉辦工程法相關的研討會，都相當的成功且獲得熱烈迴響。因此，我們特地邀請台灣工程法學會與中工會結盟簽署合作協議，希望未來我們可以持續加強合作，共同舉辦工程法相關活動，以擴大服務兩會的會員，並使各項工程法制更加的完善。

蕭理事長續於致詞時表示，各個行業的經營都需要法律的保護，若有涉及爭議，需



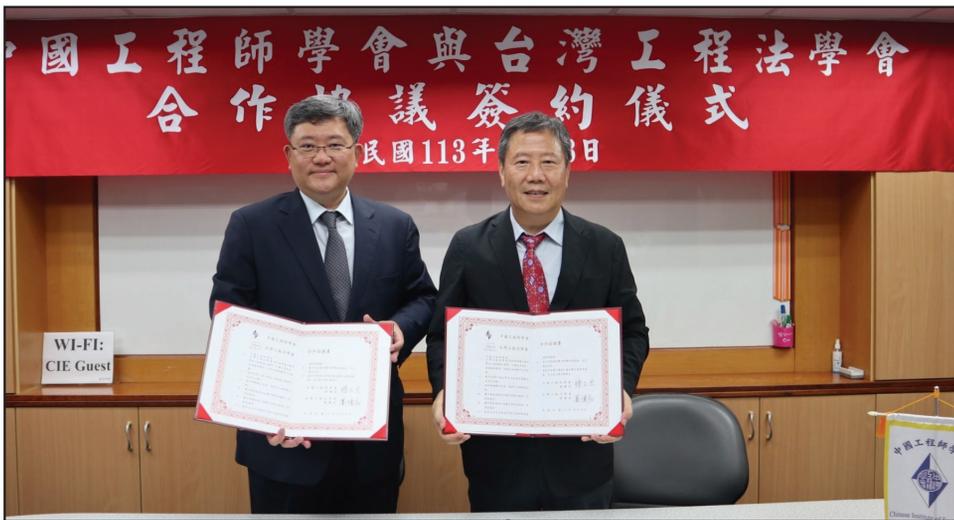
▲ 王宇睿主任委員致歡迎詞

法律專業知識作為最堅強的後盾。成立台灣工程法學會的起因，是因一群工程師和律師相互欲瞭解學習彼此領域的相關知識，因此共組讀書會分享交流工程專業及法律知識，後為推動深化法律知識，爰成立了台灣工程法學會。蕭理事長表示特別高興可與中工會簽署合作協議，希望可以透過中工會這個大家庭，擴大與各專門工程領域學會間的交

流，以增進更豐富廣闊的工程知識。

本學會包括王宇睿主任委員、余信遠理事、蔡榮禎秘書長、台灣工程法學會李建中常務監事、吳詩敏常務理事、陳錦芳理事、

莊均緯理事、傅建中理事及張敦威秘書長，均在場觀禮見證。本學會目前已與35個專門工程學會訂有合作協議。



▲ 楊正宏理事長 (右) 與蕭偉松理事長交換約本



▲ 與會貴賓合影



▲ 簽約典禮情形

2024知識分享研討會

2024年知識分享研討會（Knowledge Sharing Seminars）經與亞洲開發銀行（Asian Development Bank, ADB）討論，就Energy、Urban、Water及Transport等4個領域以視訊方式進行研討。

Transport辦理2場；邀請資訊工業策進會軟體技術研究院連紹宇技術總監主講「Integrated Carbon Reduced Transportation Service」，道勤工程顧問有限公司郭松庭技師主講「Joint Traffic Coordination in Taichung Metropolitan Area」。Urban辦理1場；邀請財團法人中興工程顧問社王天元主任主講「Rehabilitation and Upgrade of WTE Plants」。Water舉辦2場；邀請美商傑明工程顧問股份有限公司台灣分公司卓昱宏副總主講「Empowering Water Utilities Smart Solutions for a Sustainable Future」、經濟部水利署吳植凱副工程司主講「Combining Technology and Human-Centric Approach: AI and Public-Private Collaboration in Water Disaster Prevention」。Energy辦理3場；邀請星能公司何信毅董事長主講「Tainan Cigu Shared Substation Project of Star Energy

Corporation」、台電綜合研究所簡振宇研究專員及李盈家專員分別主講「TPRI Microgrid Project -Design and Planning」、「V2G-A Possible Way of Energy Storage (TPRI)」。

本學會在行政院公共工程委員會指導下，自2016年起加強與亞銀的聯繫，嗣後多次前往拜訪，希望透過亞銀的機制將我國工程技術及管理經驗引介至其他會員國，以協助我國工程產業參與其援助和貸款計畫，並配合政府新南向政策推助工程產業國際化。

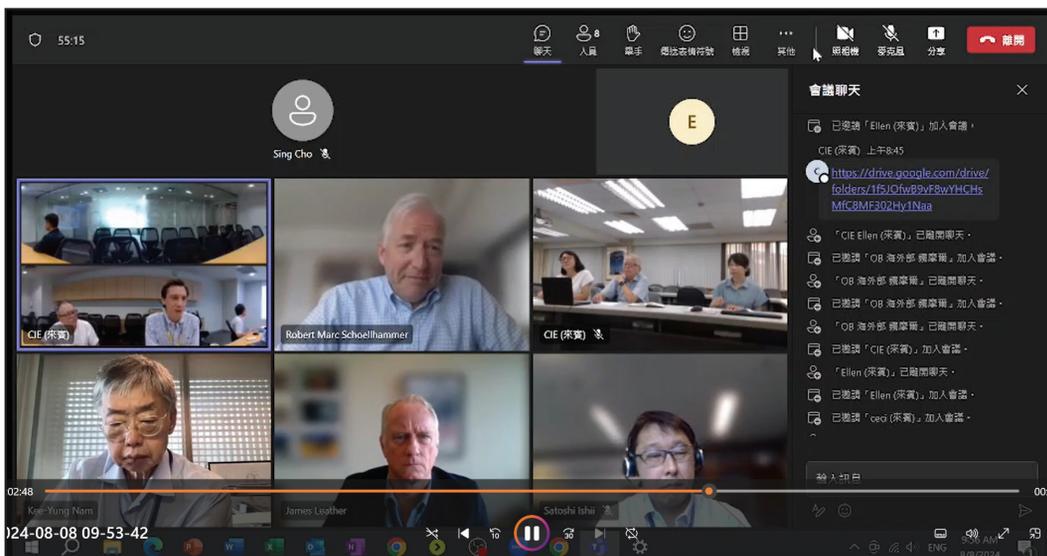
2017年首次在亞銀舉辦知識分享研討會，俟後每年固定舉辦。2019年研討會期間，本學會與亞銀簽署合作備忘錄，雙方同意擴大交流領域及合作模式，除每年固定於亞銀總部或其設於受貸國之分支機構（Country Resident Office）辦理知識分享研討會以外，並將透過資訊交換、參加會議、聯合舉辦活動與會議、顧問、訓練、聯合出版刊物、聯合分析工作及借調專家至亞銀擔任職務等方式強化交流合作。

本學會近年來積極與亞銀進行交流合

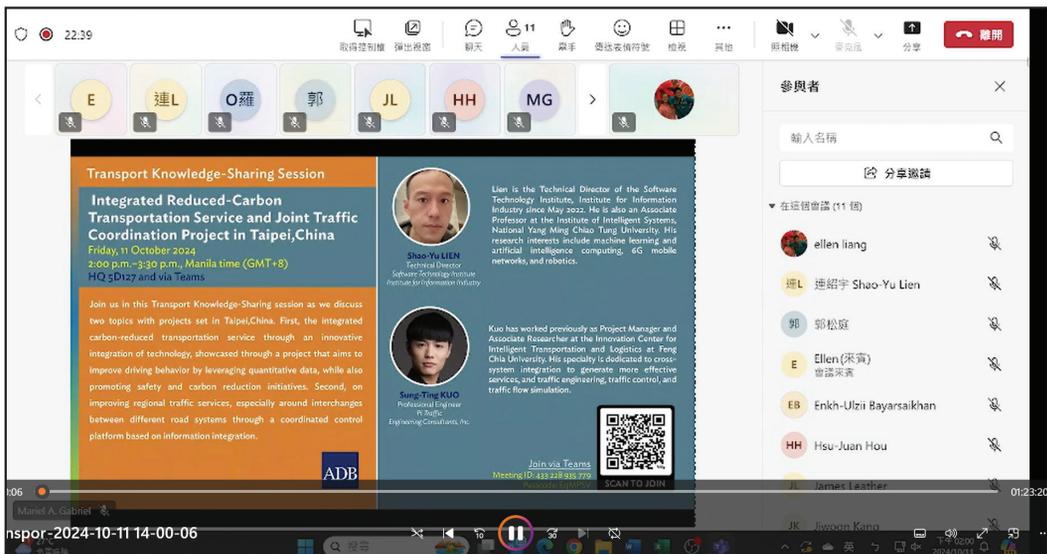


作，深獲亞銀肯定，並感謝本學會的熱誠分享，努力將工程技術及管理經驗介紹至其他會員國，協助推動會員國的發展。未來本學會將持續舉辦各類建設、經營和管理經驗分

享活動，藉此強化與亞銀官員和相關部門的互動，協助亞銀和其他會員國瞭解台灣工程產業的能力和成就，推動我國工程業者爭取亞銀援助和貸款計畫的龐大商機。



▲ 會前與亞銀召開視訊會議討論舉辦本年度活動



▲ Transport 場次連紹宇技術總監及郭松庭技師主講



▲ Water 場次卓昱宏副總主講



▲ Urban 場次王天元主任主講



▲ Water 場次吳植凱副工程司主講



本學會第74屆第1次會員代表大會 順利圓滿

本學會於113年11月8日假中興工程顧問股份有限公司10樓大會議室召開第74屆第1次會員代表大會，共計135位會員代表大會代表(含委託)出席與會。

會議首先由楊正宏理事長致詞，續由蔡榮禎秘書長報告會務、蘇逸菁總會計進行財務報告。本次會議除通過本學會112年度資產

負債表、收支決算表、財產目錄、現金出納表及基金收支表，並通過購置「米蘭國際時尚大樓」。

本次會議進行第74屆次的理事及監事選舉，經各會員代表大會代表投票，順利選出理事27位、監事5位。



▲ 楊正宏理事長致詞



▲ 司選委員會施義芳主任委員報告



▲ 蔡榮禎秘書長進行會務報告



▲ 召開會員代表大會



成大碳中和新世代培育基地參訪活動

本學會環境與能源委員會於113年11月7日舉辦「成大碳中和新世代培育基地參訪活動」，活動開始由楊正宏理事長致詞，感謝所有蒞臨活動現場共襄盛舉的產官學界代表。楊理事長分享學會近期在推動碳中和之努力，並期勉本次活動能為各位參訪貴賓帶來豐富的收穫與深刻的體驗。

成大化工系陳志勇名譽教授介紹成大碳中和新世代培育基地使命與願景。該基地為教育部在我國唯一支持的碳中和高等教育計畫，負責推動碳中和領域的基礎研究與人才培育，聚焦碳中和七大關鍵技術領域，開設相關的學分課程與大師講座，並積極推動校園ESG社會責任與永續發展，展現成大在碳中和領域的深厚貢獻與成果。

本次活動特別安排陳志勇教授帶領貴賓們實地導覽碳捕捉再利用示範工廠。該工廠運用先進的碳捕捉技術，將二氧化碳捕捉下來，並將其轉化為低碳化學品或低碳燃料，實現資源再利用。陳教授指出，隨著我國開始實施碳費政策，未來碳捕捉與再利用技術的商業化成功，將取決於設備的高效率與低成本特性。

本活動旨在提升社會各界對於碳中和議題之認識，並促進跨領域的交流與合作。在成功大學化工系的精心安排下，貴賓們不僅參觀了成大最新打造的碳中和基地，還現場實地參觀碳捕捉與再利用技術的實際應用，並與專家進行面對面的交流，討論該技術在實務面的挑戰與未來發展。希望透過本次活動，學會成員能夠互相交流、攜手合作，建立更緊密的聯繫，並擴大在碳中和領域的經驗與影響力。



▲ 楊正宏理事長致感謝詞



▲ 楊正宏理事長 (右) 致贈會旗予成大化工系陳東煌系主任



▲ 參訪碳捕捉再利用示範工廠



▲ 參訪人員合影



本學會與中華民國地質學會簽訂合作協議

本學會與中華民國地質學會於113年11月29日假本學會會議室簽訂合作協議，由楊正宏理事長與中華民國地質學會劉雅萱理事長分別代表簽署。

楊理事長表示中華民國地質學會創立於民國11年，與本學會一樣也是經歷合併、更名及遷台的發展過程，也是國內歷史悠久的學術團體之一。在歷屆理事長的領導之下，不論會員人數及會務活動，均有相當之成長，為我國的地質研究發展及工程技術，提供了非常實質的資訊與服務。

楊理事長說明本學會代表我國辦理中華台北亞太工程師暨國際工程師業務，其中認證科別包括應用地質等10個科別，未來希望地質學會可以多多鼓勵會員來申請資格，以蓄積國際競爭之能量。

劉理事長於致詞時表示，地質科學在工程產業是相對保守的領域，且涉及的領域相當廣泛，包括工程、整治、環境、地震、土壤液化等。台灣地質相當複雜，許多國外地下水施工經驗對於台灣並不適用，因此地質

學會持續推動我國地球科學教育與研究之發展，解決各項地質的問題，以及促進相關工作者間知識與意見之交流。

同時，地質學會開闢了一個「永保安康-國土地質資訊調查的重要性」專欄，邀請數位台灣地質科學界不同領域的專家，從不同的角度介紹災害造成的成因、可能的構造特性、地表變形與位移、土壤液化、相關的地質背景，尋找人民與土地和平共存最有效的方式。

兩會理事長最後期許透過合作協議的簽署，可進一步擴大有關服務領域及層面，為更多的工程人員提供更好的服務，並結合各專門工程學會之專業與資源，共同提昇國內的工程專業水準。本學會目前已與36個專門工程學會訂有合作協議。



▲ 簽署合作協議



▲ 兩會理事長交換約本



▲ 兩會理事長交換會旗



▲ 楊理事長 (左二) 與貴賓合影



邁向淨零排放的統包工程 - 專輯序言

中鼎工程股份有限公司設計部主管 / 蘇育弘

在全球氣候變遷與永續發展的背景下，企業必須重新思考其在環境保護與經濟增長中的角色。做為一家致力於推動「淨零統包工程」的工程公司，中鼎集團秉持「最值得信賴」的品牌精神，透過「綠色工程」、「智慧工廠」、「循環經濟」及「智能化統包工程（iEPC）」四大核心業務，致力於實現工程建設與環境保護的雙贏。

全球受到氣候變遷影響日益加劇，聯合國永續發展目標（SDGs）已成為各界努力的指引，中鼎集團在 余總裁俊彥的引領及 SDGs 的指引下，積極推動全員參與的 ESG 策略，並在集團內部每月召開「永續與淨零精進會議」，以不斷創新和優化工作流程，進一步鞏固永續文化。我們相信，做好日常工作就是實踐永續發展，並能夠在持續推進「淨零統包工程」的過程中，帶領全球供應鏈夥伴攜手實現零碳排的願景。從綠色技術的研發到智能化統包工程的實施，從全球供

應鏈的協作到生物多樣性的保護，不僅在技術層面推動低碳轉型，更在行動上落實了對未來的承諾。在集團「永續與淨零委員會」的帶領下，我們已經在多個領域取得了顯著的成果，並將繼續致力於在2030年達成全球辦公室淨零碳排、2050年達成生產據點淨零碳排的長期目標。

在這一系列的專題文章中，我們將分享中鼎如何透過綠色工程技術的創新、全球供應鏈的合作、智慧工廠的應用、循環經濟的發展以及智能化 iEPC 模式的推廣，為客戶和合作夥伴提供全方位的淨零碳排解決方案。

第一篇專題是“淨零EPC-精進方案的推廣”。說明中鼎秉持「全員ESG，實踐淨零統包工程」的理念，鼓勵同仁提出精進方案，以創新技術，提升經濟及節碳效益，與業主共創雙贏。「綠色技術精進提案」由四個主要元素組成：精進提案、碳排係數、減碳效



益計算平台、業主簡報，以結合統包工程，為業主提供節能減碳服務，從設計、採購、建造、試車、操作及除役的全生命週期角度，發展出的各項綠色技術。文中也列舉了中鼎各項綠色技術之作法與案例成效。

第二篇專題是“中鼎引領綠色未來：構建全方位供應鏈永續管理”。講述中鼎如何要求供應商遵守施工安全、誠信經營、員工權益、氣候與生態行動等規範。在初期即進行ESG風險評估，強化與供應商之溝通，並將供應商依據交易金額和風險分級進行管理，確保供應商符合ESG標準。針對高風險供應商，進行現場稽核與輔導。透過建立永續管理制度，制定「廠商行為準則」和「永續經營承諾書」，要求所有供應商簽署並遵守，並進行風險調查和評估。對於稽核缺失，中鼎提供改善輔導，設立獎勵和汰除機制。

第三篇專題是“綠建築與淨零建築初探”。文中分享了團隊如何將營建工程核心本業結合永續作為，透過「綠色工程」核心技術的應用，於公私有建築或統包工程，推動節能減碳與永續工程的作法。近年在原有的綠建築基礎上，納入近零碳建築設計，透過逐步提升建築外殼及設備效能，達到「近零

碳建築」。內容也綜整了近年執行綠建築、智慧綠建築及近零碳建築案例，與相關對應作為及節能減碳效益，擬藉本文分享從工程面執行綠建築及永續工程過程所累積的技術經驗。

第四篇專題是“從淨零排放談能源管理系統”。分享了全球淨零趨勢、台灣永續政策、碳管理相關作為、ISO 50001能源管理標準，以及中鼎集團旗下新鼎公司，如何以自行開發的「Mr. Energy能源管理系統」，協助企業進行能源管理，落實減碳目標。該管理系統以自動化與系統化的方式，依據ISO 50001標準，將複雜而重複性的能源管理工作予以簡單化，不僅可以降低企業在實施能源管理系統的人力與成本，更可大幅降低人工統計造成的疏漏與失誤。

第五篇專題是“3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用”。本文將探討3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用，分析其優勢，並深入案例研究，闡述其與淨零排放目標的關聯性。3D掃描技術的興起，為連續製程生產線的更新與維護提供了新的解決方案。3D 掃描技術利用雷射（Laser）或結構光（Structured Light）等方式，對物體進行高精度的三維資料採集，生成數位化的模



型。這項技術不僅能提高測量精度和效率，還能降低停機時間，提升安全性，並在實現淨零排放方面展現出潛力。

第六篇專題是“深耕循環經濟領域 迎接氣候變遷挑戰”。循環經濟是一種經濟與環境永續共生的系統，在經濟發展的同時兼顧環境永續與社會責任，達成永續發展的目標。本文將分享崑鼎於淨零排放所規劃的策略、作為與成效。崑鼎做為循環經濟的實踐者，以「廢棄物處理、回收再利用、再生能源、機電維護整改」四大主軸業務均與淨零永續息息相關，並獲得顯著的節能減碳成效。崑鼎將持續透過資源循環業務的推動、拓展及綜效發揮，為業主及政府提供多元且可持續的循環經濟解決方案。

第七篇專題是“建構智慧化統包工程技術 永續綠色工程管理”。本文介紹了中鼎集團透過智慧物聯網技術，推動統包工程智慧化管理的實踐與成果。IoT技術應用於工地管理，提升了人員定位、危險區域監控、車輛調度與器材保全等方面的安全性與管理效率。文章中詳述了IoT技術如何協助企業在環境、社會及公司治理方面的進展，包括節能減碳、勞動條件改善與管理透明度提升等，並分享了具體應用案例，強調集團在智慧化工地管理中的技術創新及其對未來發展的影響，展

示其對工安及ESG推動的助益。

最後，從中鼎執行的專案中，挑選了兩個實際的案例。專題分別是“雨水貯集/中水回收及再利用“與”打造綠色永續天然氣接收站”。第八篇是關於雨水貯集利用，透過建築物屋頂、屋簷所裝設的集水管、天溝，或以天然地形等方式收集雨水及地表逕流水，經由沉澱、過濾後，可利用於廁所衛生設備沖洗、植栽澆灌，以及地板洗滌等雜用水使用，可以減少對自來水的需求。而第九篇則是天然氣接收站的案例。中鼎集團與義大利Saipem合作，承攬泰國PTTLNG NongFab LNG接收站專案，該專案應用了各種綠色技術，例如風力發電、日光照明系統、太陽能發電、屋頂植栽、冷能再利用、生態滯洪沉砂池以及廢料回收再利用等，實踐了ESG的永續發展目標。

這些專題不僅反映了中鼎集團在實現淨零排放目標方面的承諾與行動，也展示了我們對創造可持續未來的決心。透過這一系列的探討，我們希望與業界同仁、客戶及供應鏈夥伴分享經驗，共同邁向更綠色、更智慧的未來。



邁向淨零排放的統包工程 – 淨零 EPC 精進方案的推廣

中鼎工程公司助理總工程師 / 牛德育

關鍵字：綠色技術，精進方案，統包工程，節能減碳

壹、前言

隨著全球暖化升溫，如何以具體行動加速減碳，已然成為各界努力的目標。中鼎為「台灣第一、全球百大」的國際統包工程集團，承攬的工程層面由陽光、水、風等層面的相關產業，到與大眾日常生活相關的電力、資源循環再利用、捷運等之鉅大基建工程，在在影響這片土地的永續發展。面對氣候變遷所帶來的挑戰，中鼎訂下「地球永續的把關者」的ESG願景，帶動全員以核心本業實踐永續，並且積極攜手全球合作夥伴打造「低碳供應鏈」，實踐「淨零排放」，以兼顧經濟與環境的「綠色工程」著眼，推動整體的進步與永續發展。中鼎致力將永續理念融入公司文化，強化於經營治理（G）、社會參與（S）及環境保護（E）三大面向的

推動，使永續成為企業核心競爭力及 DNA。

貳、綠色技術精進方案的推動 [1]

中鼎集團秉持「全員ESG，實踐淨零EPC (統包工程)」的理念，為持續精進綠色工程成效，自2020年開始，推動綠色工程精進作為，鼓勵同仁突破合約框架，向業主提出精進方案，以創新技術，提升經濟及節碳效益，共創雙贏。集團高層為展現推動決心，定期召開精進會議，釐訂執行方向，檢討執行成效，並責成各單位主管督導，負完全責任。實施至今，各事業群每月提報精進方案，範圍涵蓋節電、節能、節水、省工省料、使用低碳材料等面向，具有激勵創新突破工程瓶頸之特色。（圖1）

「創新」是中鼎的企業文化之一，精進

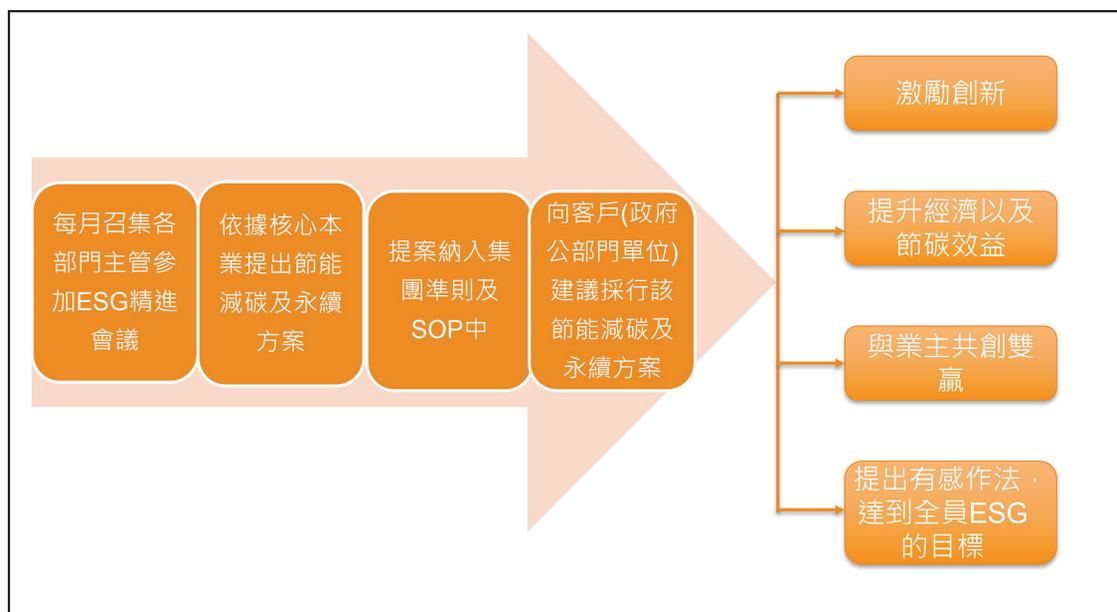


圖 1 中鼎帶動業主綠色工程意識的積極做法

方案就是為了突破綠色工程的瓶頸，以下就技術及流程兩大方向的創新做說明。

一、技術創新

在長期的工程實務中，中鼎已經累積了深厚的技術根基，但是面對日益劇烈的競爭環境，以及日益嚴苛的環保要求，運用創新技術提升工程執行成效已是不可避免的趨勢，舉例如下：

1. 運用價值工程技術：

價值工程，為在確保必要的機能前提下，考量精準化設計，獲得最大的價值，提供替代方案。歷年來中鼎運用價值工程技術，精進廠區布置，不但創造價值，更精準化材料與施工量，有效降低碳排放。

2. 運用新科技：

使用智能接線箱取代傳統現場的儀表接線箱，達成減少材料量、施工人力，以及減少CO₂當量的目標。

3. 使用低碳原料：

混凝土材料採用飛灰或爐石粉取代部分水泥，除可減少能源消耗，降低二氧化碳排放，節省材料成本外，亦可降低混凝土之水化熱、增加混凝土工作性及耐久性。

4. 運用新材料、新工法：

採用預製保溫管(Pre-insulated tubing)，及容易安裝的牙接施工，取代傳統碳鋼裸管於現場進行銲接及外層加保溫之工法，不但縮短施工時間，更減少材料量與施工量，提



升減碳效益。

5. 採用新製程：

結合廠商優化製程，將逆滲透系統排放水回收，用作次級用水及超級過濾器逆洗/藥洗用水，以節省用水，減少廢水，降低碳排放。

二、流程創新

統包工程生命週期，從可行性評估、基本設計、細部設計，再到採購、現場安裝，最後試車移交給業主，長達數年；且參與人

數眾多，包含：業主、製程專利商、統包商、供應商、下包商，作業流程繁複。為精進作業流程，提高效率，中鼎在流程創新的精進方案，舉例如下：

1. 工程餘料回收與回用：

報價（估計）量、設計（檢料）量、採購（施工）量與建造（實際）量之間，可能產生器材之差異量。為此，中鼎建立工程餘料管理系統，整合各專案工程餘料資訊，進行專案間工程餘料之媒合、申請、訂購、調撥、轉移、提領、成本轉移及出售等相關作業平台，可適時回收與回用工程餘料，並減少碳排。（圖2）

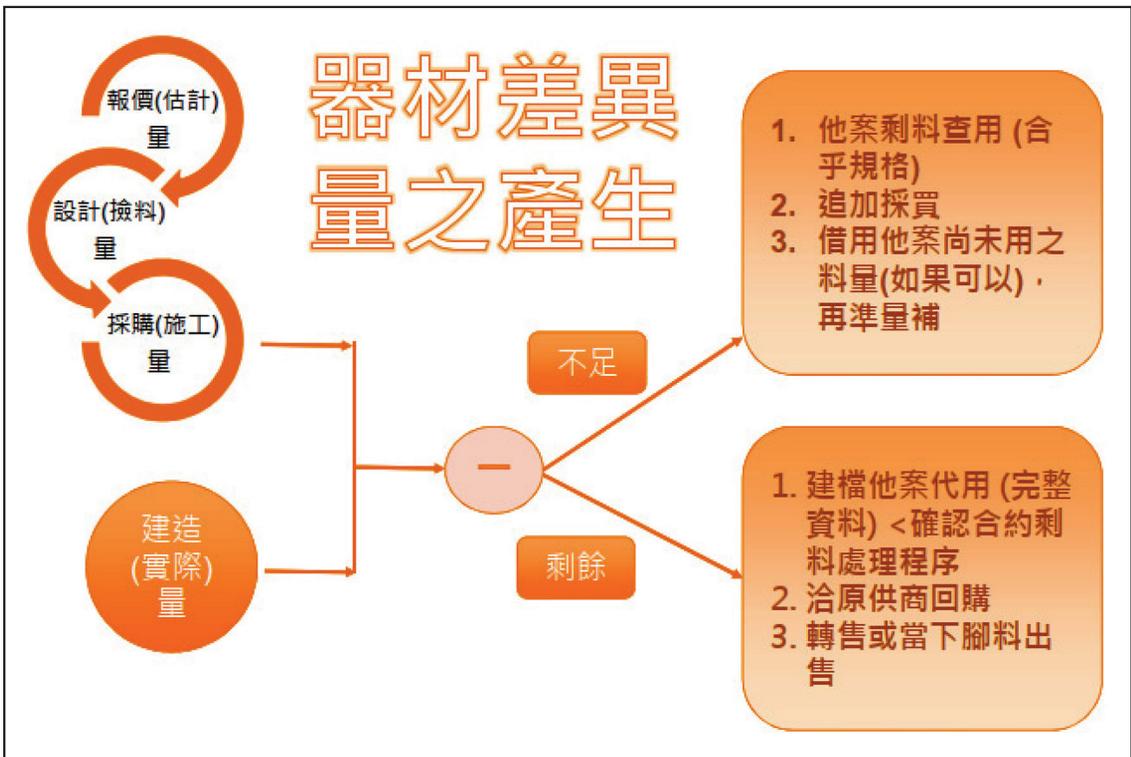


圖 2 工程餘料回收與回用



2. 虛實合一的開標室：

藉由虛實合一的開標方式，建議外國廠商視訊參加開標，以減少外國廠商搭乘飛機的次數，達到環保及減碳成效。

叁、精進方案的推廣 [2]

在執行面上，「綠色技術精進提案」由四個主要元素組成：精進提案、碳排係數、減碳效益計算平台、業主簡報，以結合統包工程，為業主提供節能減碳服務。（圖3）

結合了精進提案及碳排係數的應用，再透過減碳效益平台的統計，中鼎將建造階段

及營運週期納入整體減碳效益，並產製減碳報表向業主說明，進而協助業主於建造階段及營運周期達成節能減碳的目標；而上述的精進提案，皆來自於中鼎歷年來工程實績累積的成果，因此不但可取得業主對工程技術服務的信任、更可使工程符合綠色投資效益，並推動中鼎自身達到淨零 EPC的目標。

以下將針對四個主要元素逐一介紹說明。

一、精進提案：

所謂的「精進提案」，就是中鼎長期以來在各地執行專案的過程中所累積的減碳方案，再結合由同仁所提出的節能減碳好點



圖3 「綠色技術精進提案」四大元素

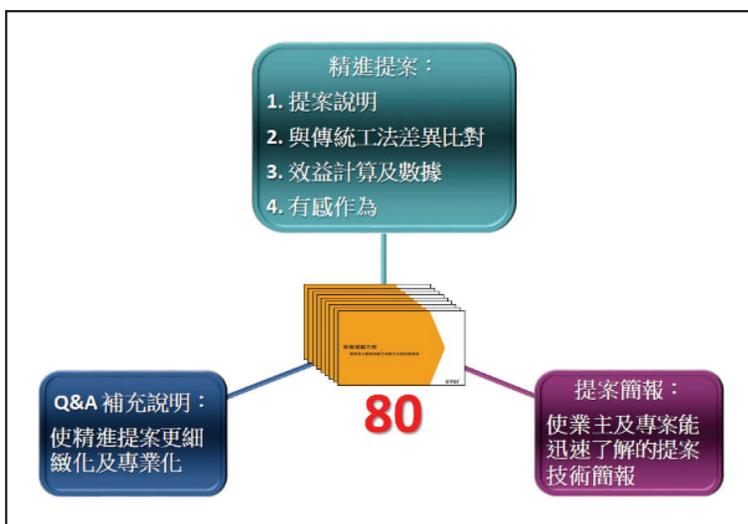


圖 4 精進提案內容

子。我們將這些方案統整並製作成精進提案資料庫，其內容大致上包括：「提案說明」、「與傳統工法差異比對」、「效益計算及數據」、「有感作為」等項目，目前已累積超過100個方案。此外，我們也針對個別專案的實際情形，另外製作提案簡報，使業主及專案部門對提案技術能迅速了解，最後再以精進提案為基礎增加Q&A 補充說明，使提案的專業技術更細緻化及專業化。（圖4）

二、碳排係數：

減碳效益的衡量，需經縝密的計算，始能完整呈現出具體的成效。我們建立中鼎集團的碳排係數資料庫做為計算基準；其中，碳排放係數總表分水、電、料、工四類，初步已建立碳排係數作為換算減碳量之計算基

準，並收集政府單位、學術團體等公布的數據，以作為參考依據，統一中鼎集團碳排係數標準，使減碳效益計算一致化。（圖5）

三、減碳效益平台：

此平台為中鼎分析減碳效益數據的主要工具。為讓效益分析簡易化，首要從減碳效益數據資料庫，擷取各統包工程綠色技術精進提案的節能數量，配合減碳排係數，可以得出該提案的減碳效益；同時整合專案所有提案的減碳效益數據，並產生報表，透過專案及業務向業主說明減碳效益方法依據，進而取得業主認同、並將提案應用於其專案中，替業主創造其淨零節能減碳效益，同時提升業主的品牌效益。（圖6）

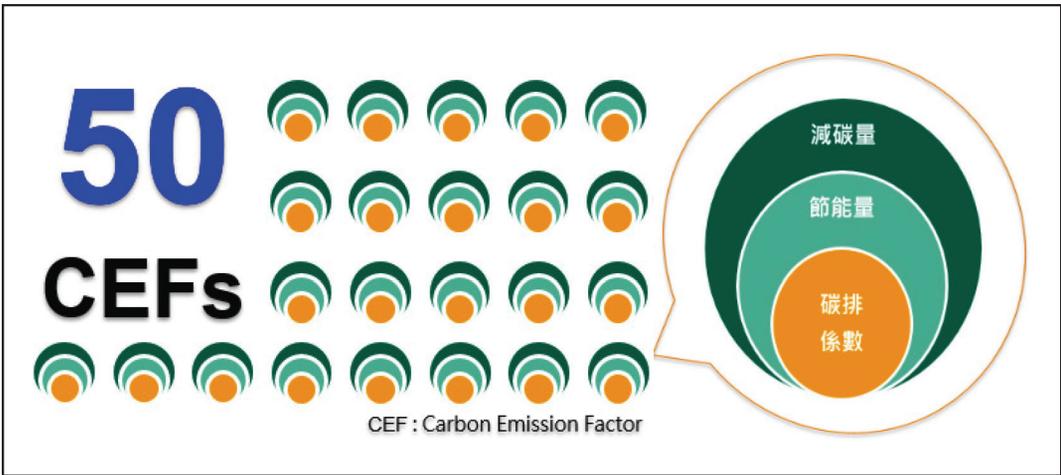


圖 5 減碳排係數計算基準

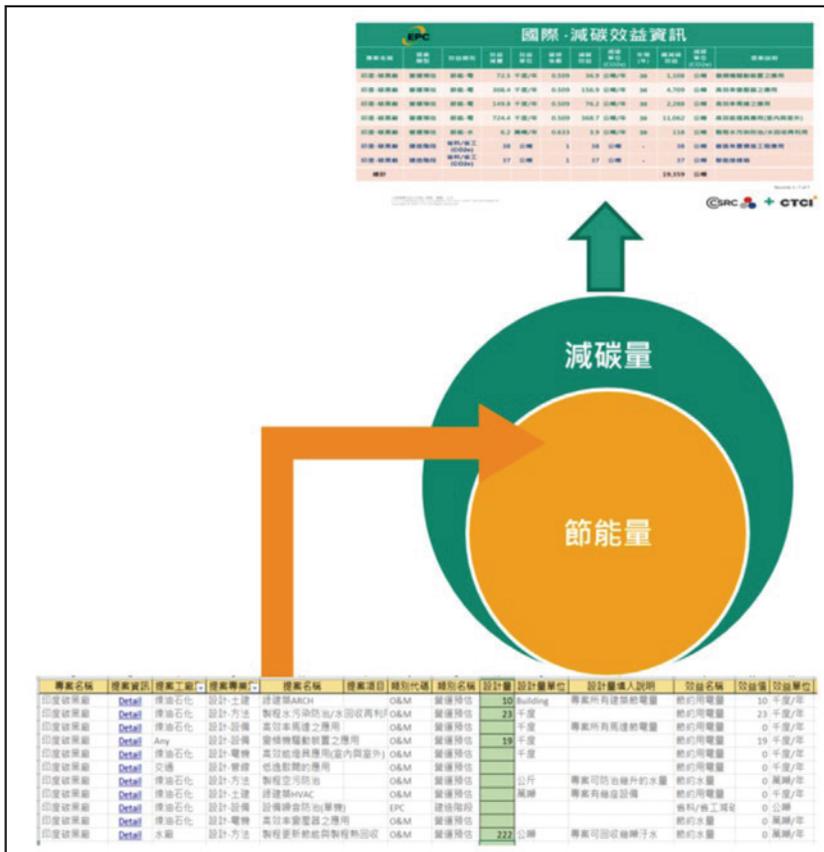


圖 6 減碳效益平台



四、業主簡報：

待完成節能減碳效益報表產製後，中鼎會將這些減碳數據，換算成如「相當於幾座大安森林公園」等方式呈現，讓減碳效益更平易化，且更具亮點。

目前中鼎已建置完成國內10個主要業主的減碳效益數據盤點，並提供簡報說明，中鼎在執行專案的過程中，所運用的綠色技術對減碳所做出的貢獻。藉此，我們也希望能讓業主能夠了解並認同、進而支持中鼎持續深化綠色工程，並攜手朝向淨零節能減碳而努力。這些數據的盤點，也將成為中鼎發展綠色技術的實績，成為我們未來發展相關業務的契機。（圖7）

肆、精進方案的應用與成效 [3]

中鼎在國際上領先的技術包括流程、供應鏈、建造與試車，讓公司在國際EPC（Engineering-Procurement-Construction）統包工程發展上，扮演了至關重要的一角。我們從設計、採購、建造、試車、操作及除役的全生命週期角度，提出各項綠色技術以因應各階段環境風險之作法，致力於降低環境衝擊風險，為客戶提供符合環保需求的各項綠色技術服務，列舉如表1。

四十多年走來，中鼎持續採用最先進的技術，致力降低污染物排放，減少能源和資源使用、降低環境影響及成本支出，目前所

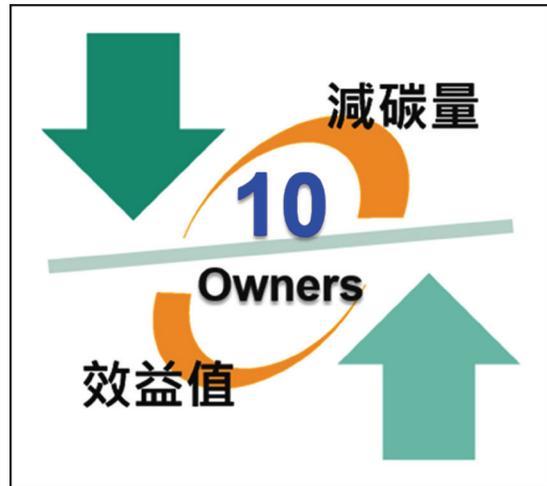


圖7 國內歷年統包工程主要 10 個業主減碳效益

承包的工程均盡可能採用最先進環保製程。將各項綠色技術實際導入工程中，並維持技術研發動能，是永續經營最大的考驗之一。中鼎持續扮演綠色工程的前導破冰者，將環境保護的觀念融入企業永續經營中，長期致力於各項綠色技術的導入與研發，包括：提升能源效率、節約用水、愛護生態系統、營造安全的工作環境。在各國政府推動低碳經濟目標的氛圍下，我們開發各種高效環保設施和能源管理技術，應用於實際建設並獲得成效。於計畫提案時，我們積極向客戶提出最佳綠色方案，協助因應氣候變遷，與環境共存。為了突破當前綠色工程的創新瓶頸，我們努力尋找解決方案，同時擴大經營重點，從基本技術延伸至研究開發，再逐步引領工程行業發展以做出貢獻。我們積極因應氣候變遷並降低溫室氣體排放，邁向自然資源管理永續利用，各項綠色技術作法與案例成效如表2。



表 1 以綠色技術因應各階段環境風險之作法

	設計階段		採購階段	建造階段	試車、操作階段	除役階段
	設計	材料	運輸	施工	使用	拆除
環境風險	方法、大地工程、建築、電機、管線、儀控、設備等的設計方法造成不同的環境衝擊	自然資源開採、能源消耗、建材製造	運輸過程之溫室氣體排放	溫室氣體排放量、空水廢毒相關污染物的產生與處理方式	溫室氣體排放、期限長短、維護保養	廢棄物之分類、暫存與後續處置方式
減緩作法	<ul style="list-style-type: none"> 標準化設計 模組化設計 統包工程智能化 	<ul style="list-style-type: none"> 多功能 高效能 低污染 低碳 	<ul style="list-style-type: none"> 採購當地化，降低運輸費用 貨物合併運輸 	<ul style="list-style-type: none"> 發展自動化，降低現場工作量 提高廢水回收使用效率，降低對環境的衝擊 管線半自動鐸接機 管內清潔機器人 發展工業管線法蘭螺栓自動鎖固技術 工地臨時沉沙池水資源再利用 推行工地施工機具取得環保署自主管理標章 工地倉庫使用電動堆高機 	<ul style="list-style-type: none"> 應用高效能設備 應用有機材料 	<ul style="list-style-type: none"> 資源回收與再利用
案例 / 改善績效	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年設計階段應用節電、節水綠色技術，產生之減碳效益為 15,786 公噸二氧化碳當量。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年設計階段選用綠色替代材料產生之減碳效益為 26,520 公噸二氧化碳當量。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年台灣的在地採購比例為 96.9%，印度為 95.2%，馬來西亞為 82.8%。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年使用管線半自動鐸接機節省 20,242 工時 2023 年工地臨時沉沙池水資源再利用 120.1 千噸 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年應用空調系統 & 設備節能之綠色技術，於營運階段產生之節電預估效益 31,274 千度。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年全球工地廢鐵資源回收 635 公噸。 2023 年全球工地廢木材資源回收 22.6 公噸。 2023 年全球工地使用再生 / 回收材料之比率 (%)，鋼管 11.15%，混凝土 6%，水泥 23.73%。 工程餘料回收再利用，產生減碳效益 151 公噸碳當量。



表 2 綠色技術作法與案例成效

技術名稱	作法	實際應用案例或成效	歐盟永續金融分類標準
製程節能與節水	<ul style="list-style-type: none"> 更新製程技術或採用製程最佳化設計 製程廢熱回收再利用，產生蒸汽再利用。 	<ul style="list-style-type: none"> 將熱回收鍋爐系統節能技術導入天然氣電廠，產生的減碳效益 462,383 公噸碳當量 / 年。 	<ul style="list-style-type: none"> 4.25 Production of Heat/Cool using Waste Heat
轉動機械節能	<ul style="list-style-type: none"> 轉動機械系統的優化，改善傳動效率。 	<ul style="list-style-type: none"> 搭配變頻器：使製程系統得到較佳的控制、較低的機械設備維修費用、低噪音輸出與增進系統變化的適應性。 	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Manufacture of low carbon technologies
電機技術節能	<ul style="list-style-type: none"> 高效能變壓器：應用高效率矽鋼片製變壓器，達到降低無載損（鐵損）及有載損（銅損）。 高效能照明：使用 LED 節能燈具，並輔以智慧控制點滅，提高能源效率。 再生能源：使用太陽能、風能等，轉化自然界的能量成為能源。 	<ul style="list-style-type: none"> 變壓器：提高效能延長使用壽命，減少溫室氣體的排放量。材料在生產過程中，亦可節省大量耗用之能源，且可以回收再製。 照明：可降低環境光污染，減少溫室氣體的排放。 再生能源：充分利用自然力，減少對傳統非再生能源電力的依賴，有效降低碳排放量。 	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Manufacture of low carbon technologies
設備設計規範 / 材質規格選用	<ul style="list-style-type: none"> 壓力容器規範優化設計。 冷卻水塔塔體材質構造變更。 常壓儲槽內浮頂裝置優化設計。 優化風機選型。 	<ul style="list-style-type: none"> 大型 / 高壓容器 / 塔槽加入設計製造可選擇採用 ASME Sec VIII Div.2 規範，以降低殼體厚度，可減少鋼材用量產生之碳排放量。實際應用於 ExxonMobil 美國 GCGV MEG 專案。 以 FRP 取代 RC 作為冷卻水塔塔體材質結構，可減少塔體材料產生之碳排放量，亦可縮短現場施工時程及施工碳排放量。實際應用於阿曼 LPIC EPC 1 專案。 常壓儲槽內浮頂以全接液鋁浮頂取代傳統式碳鋼浮艙設計，可大幅減輕使用材料重量並縮短施工時間。實際應用於馬來西亞 RAPID P28 專案。 以扭葉轉子風機取代魯式風機，提高風機效率進而降低風機馬力，達到節電減碳效益。實際應用於奇美 101A 專案。 	<ul style="list-style-type: none"> 3.1 Manufacture of low carbon technologies
空污防制	<ul style="list-style-type: none"> 加氫脫硫及選擇性觸媒還原法 (SCR) ^{註 1} 選用脫硝、脫硫、除塵等單元，綜合處理自廢氣排放口到煙囪之間所有的污染物排放。 	<ul style="list-style-type: none"> 降低各項空氣污染物及細懸浮微粒 (PM2.5) 排放 使排出廢氣 (SO_x、NO_x 及粒狀物) 的濃度可較傳統尾氣處理方法更低 達到符合最佳可行控制技術之標準 每年可削減 NO_x 排放量超過 24.6 萬公噸 	<ul style="list-style-type: none"> N/A



<p>廢水處理</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 先進雙層集氣上流式厭氧污泥床法 • 流程技術及薄膜生物反應器 (MBR) ^{註2} • 倒極式電透析技術於工業廢水回收技術 (EDR) ^{註3} 	<ul style="list-style-type: none"> • 超過 COD 70% 的去除率，生質氣體中包含有 60% 的甲烷送至廠內鍋爐當作燃料。 • 提升廢水處理效能 • 降低缺水時的風險 	<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Centralized wastewater treatment
<p>振動控制</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 依任務導向設立振動小組，包含製程、設備、管線、土建等各領域專家，協助專案及客戶處理各種振動現象。 	<ul style="list-style-type: none"> • 設備、管線及結構皆能符合振動規範，提升工廠的可靠度與操作壽命。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
<p>設備噪音防制</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 使用消音器、隔音罩、廠房隔音牆、設備管線防音包覆。 • 低噪音風扇設計。 • 要求設備供應商在出貨前施行噪音測試，並提供報告書。 • 應用噪音分析軟體進行全廠音量擴散模擬，並將噪音分布做視覺化處理。 • 壓力安全閥噪音防制。 	<ul style="list-style-type: none"> • 廠房的整體噪音在容許值之內，有效降低工作環境對操作人員的不良影響，使勞工噪音暴露劑量符合 OSHA 標準。 • 整廠周界符合環保噪音標準。 • 確認主要噪音源設備及所需減音量，達到最佳化控制設計。 • 對於設計上非必要之壓力安全閥釋壓噪音，以劃定噪音限制區及採用聽力保護裝置取代安裝消音器，可減少消音器及支撐鋼構材料。實際應用於印度 LNG (液化天然氣) 專案。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
<p>低逸散閥的應用</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 閥門選用洩漏量規格為 100 ppm 的低逸散閥取代 1,000 ppm 以上的一般閥門。 	<ul style="list-style-type: none"> • 有效降低閥門操作所產的逸散性排放，減少 VOCs ^{註4} 對人員與環境的破壞。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
<p>綠建築 ^{註5}</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 綠化設計、透水鋪面和綠地披覆設計、綠建材使用。 	<ul style="list-style-type: none"> • 中鼎打造「中鼎集團第二總部大樓」綠色工程，取得美國黃金級「LEED 綠建築」、台灣鑽石級「IGB 智慧建築」、台灣鑽石級「EEWH 綠建築」等三大標章認證，並獲「國家建築金質獎」、「規劃設計類」、「施工品質類」雙組別全國首獎最高殊榮。此棟大樓導入綠建築設計，綠覆率高達 266.15%，節能量高達 24% 左右 (一般智慧大樓節能量約 16% 左右)，並透過雲端、物聯網、大數據及人工智慧等新科技，開發出涵括智慧空調、照明、安防、能管、維運等智慧監控及應用技術，為一棟兼具節能、永續與環境共生的綠色總部大樓。 	<ul style="list-style-type: none"> • 8.1 Construction of new buildings
<p>廠區佈置價值工程 (VE) 應用 ^{註6}</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 設備、結構、管線等物件進行最佳化配置，縮短設備之間的距離。 	<ul style="list-style-type: none"> • 有效地節省鋼構與水泥的數量，減少能資源使用量與溫室氣體排放。 	<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Manufacture of low carbon technologies
<p>生命週期成本分析應用</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 引進生命週期成本分析軟體 (EEA) ^{註7} 	<ul style="list-style-type: none"> • 增強提案的科學根據與永續概念 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A



專案即時資訊看板	<ul style="list-style-type: none"> • 建立共同資訊平台系統 	<ul style="list-style-type: none"> • 即時、同步檢視專案設計、採購、建造、試車的執行狀況，並使專案執行資訊變得更透明、更容易被管理。 	N/A
工程器材資訊整合與應用	<ul style="list-style-type: none"> • 制訂標準的器材管控作業流程及功能強大的器材管控系統 	<ul style="list-style-type: none"> • 適當器材能在符合品質及建造時程的要求下及時運抵工地，以滿足工地施工的需要。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
建築資訊模型技術應用 ^{註10}	<ul style="list-style-type: none"> • 依據專案需求，於Navisworks、SP3D、BIM360等平台軟體中整合各專業工項之模型，以及相關的建材資料，並開發介面程式。 	<ul style="list-style-type: none"> • 於設計階段完成現場碰撞排除，避免現場工程打除修正與減少廢料產生。 • 提升工程設計的品質，提供準確的圖、工、料，並能延伸應用於營建管理上。使供應鏈準確度提高，避免反覆變更料量，同時有效的掌控工期。 	<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Manufacture of low carbon technologies
自動化配管/配電線管設計	<ul style="list-style-type: none"> • 開發自動化設計系統進行儀控配管配線路徑的規劃與設計 	<ul style="list-style-type: none"> • 提升工作效率，減少人為設計錯誤，縮短作業時程，增加圖件的品質，節省人工成本。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
3D雷射掃描應用	<ul style="list-style-type: none"> • 在數位模型中建立點雲 (Point Cloud)，將實體的物體或環境重新建置成精確的3D模型。 	<ul style="list-style-type: none"> • 實際應用於泰國煉油廠及沙烏地阿拉伯石化廠擴建工程。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
行動裝置在工地應用	<ul style="list-style-type: none"> • 將工地的建造作業帶進走動式工程管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 加速建造管理的審核、輸入、查詢等作業流程。 • 實際應用於硫磺 (Sulfur) 廠、電廠、燃燒塔廢氣回收系統廠、EVA 廠^{註8}。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
預鑄混凝土技術	<ul style="list-style-type: none"> • 鋼筋混凝土樁件在工廠內經嚴格控管下先行澆製完成 	<ul style="list-style-type: none"> • 具備耐久性、低維修需求、短施工時程、高經濟效益、更安靜整潔的工地、高耐火分級等優勢。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
建造模組化應用	<ul style="list-style-type: none"> • 施工細項以模組化方式設計，並配合中鼎創新之4D程式，動態模擬模組化施工之吊裝過程。 	<ul style="list-style-type: none"> • 訂定安全和可行之安裝順序，縮短安裝時程，並提高施工品質，減少高空作業，避免工安事件，減低現場焊接人力需求。 • 已應用於輕油裂解 (Naphtha Cracker) 及硫磺 (Sulfur) 廠。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
管線預製及安裝應用	<ul style="list-style-type: none"> • 以管段預製系統制訂管線的施工計畫，加入條碼標籤功能取得製作、倉儲管理及安裝數據等資訊。 	<ul style="list-style-type: none"> • 與遠端專案團隊即時分享設計圖面與討論內容，提升工地管理效率，減少現場施工錯誤，節省建造成本。 	<ul style="list-style-type: none"> • N/A
無線式儀器的技術應用	<ul style="list-style-type: none"> • 導入無線式儀器取代傳統有線式儀器 	<ul style="list-style-type: none"> • 減少材料用量與施工量，達到減少溫室氣體排放以及降低建廠成本之成效。 • 將腐蝕偵測無線儀器成功導入到國外RFCC廠^{註9} • 將無線溫度測量儀器導入到國外LNG廠，應用於海上Trestle Pipeline。 	<ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Manufacture of low carbon technologies
<p>註 1：SCR = Selective Catalytic Reduction 註 2：MBR = Membrane Bioreactor 註 3：EDR = Electrodialysis Reversal</p>			



註 4：VOCs = Volatile Organic Compounds/ 揮發性有機物
註 5：數據係根據「綠建築設計技術規範」計算
註 6：VE = Value Engineering
註 7：EEA = Carrier Engineering Economic Analysis
註 8：EVA = Ethylene Vinyl Acetate
註 9：RFCC = Residue Fluid Catalytic Cracker
註 10：中鼎通過 BIM (Building Information Modeling, 建築資訊模型) 國際品質管理標準 ISO 19650-2 及 -5 的查證。

應用相關綠色技術，自2021 - 2023年，
產生之綠色效益如下：

1. 綠色工程累計節省用電量 7.6 億度電，相當於約 2.18 天的台電火力發電總量，亦相當於 205,205 戶家庭全年的用電量。
2. 綠色工程累計 CO₂e 減量 18.9 百萬公噸，相當於約 48,810 座台北市大安森林公園一年的碳吸附量。
3. 綠色工程累計節省水量 15,255 萬噸，相當於約台北市 182 天用水量。
4. 綠色工程累計揮發性有機物質的總減排量 6,259 公噸。

伍、結論

中鼎與客戶攜手並進，在製程採用先進環保節能技術，以綠色建築概念為廠區內的中央控制中心進行設計，降低廠區營運活動對土地、空氣、水及自然生態系統的衝擊。中鼎長久以來是全球綠色工程技術的領導者，透過將聯合國永續發展目標列入發展綠色技術考量，能夠確保中鼎在未來保持競爭優勢。憑藉著專業服務和經驗，藉由工程創新技術的引進與研發，努力與客戶共同創造

參考文獻

1. 牛德育，中鼎創新綠色工程攜手合作夥伴實踐淨零排放，中鼎集團 ESG 電子報 No.3_202205
2. 李家莉，用綠色技術創造節能減碳效益，中鼎集團 ESG 電子報 No.9_202305
3. 2023 年中鼎永續報告書, P.67~71



中鼎引領綠色未來：構建全方位供應鏈永續管理

中鼎工程股份有限公司供應鏈管理資深代表 / 張瀨云
中鼎工程股份有限公司供應鏈管理代表 / 殷紹翔
中鼎工程股份有限公司供應鏈管理代表 / 徐筱淳

關鍵字：供應鏈永續管理

摘要

中鼎十分注重供應商關係，制定永續發展政策，要求供應商遵守施工安全、誠信經營、員工權益、氣候與生態行動等規範。在初期供應商註冊時，中鼎即進行ESG（Environmental, Social, Governance）風險評估，掌握供應商潛在風險，同時提供舉報平台，強化與供應商之溝通，並將供應商分為六大類，依據交易金額和風險分級進行管理和稽核，強化應變能力。

所有永續供應鏈管理之事項，中鼎定期向董事會報告，由董事會進行督導，同時設定2030之中長期目標。

在供應商篩選與風險管理方面，中鼎採

用二階段風險評估，包括主動調查和書面稽核，確保供應商符合ESG標準。針對高風險供應商，進行現場稽核與輔導，降低風險。

中鼎建立永續管理制度，制定「廠商行為準則」和「永續經營承諾書」，要求所有供應商簽署並遵守，並進行風險調查和評估。對於稽核缺失，中鼎提供改善輔導，設立獎勵和汰除機制，同時更成立「供應商淨零聯盟」，推動供應商碳管理能力建置，並透過數位化、智能化手段，提升供應鏈管理效率。

中鼎與供應商共同持續提升永續能力，每年完成所設定之KPI（Key Performance Indicators），如供應商稽核、高風險供應商輔導與缺失改善、供應商碳管理能力建置



等，更連續入選道瓊永續指數（Dow Jones Sustainability Index, DJSI）、獲得國際碳揭露計畫（Carbon Disclosure Project, CDP）認可等殊榮。

一、供應鏈永續管理政策與準則

中鼎注重與供應商的夥伴關係，並期許供應商逐步往永續發展前進。因此我們制定供應鏈永續發展政策，作為供應商依循的方向，要求所有供應商遵守，除涵蓋基本的施工安全外，亦包含誠信經營、員工權益、氣候與生態行動等永續性規範，更透過供應商註冊審核機制，於供應商註冊時即主動調查供應商之ESG各面向之潛在負面衝擊風險，在最初階段即能進行初步的風險管控，同時

亦提供舉報平台，建立與供應商間完善的溝通機制，鼓勵供應鏈朝永續目標邁進。（圖1）

中鼎為全球化經營的工程統包公司，客戶遍布全球，由於客戶業別差異性大，因此供應商的來源多元，為進一步管理龐大而複雜的供應鏈，中鼎依照採購類別分為設備類、儀控類、管線類、電機類、其他類供應商及服務性質的協力廠商等六大類；並予以分級，將年度累計交易金額前95%內之供應商定義為第一階供應商，後續透過永續性風險調查瞭解廠商於經濟、環境和社會面向之潛在風險，並鑑別出高風險廠商，並將第一階廠商交易金額在三百萬美元以上或高風險廠商定義為第一階關注廠商。同時為減緩整體供應鏈的風險，我們也將非第一階關注供

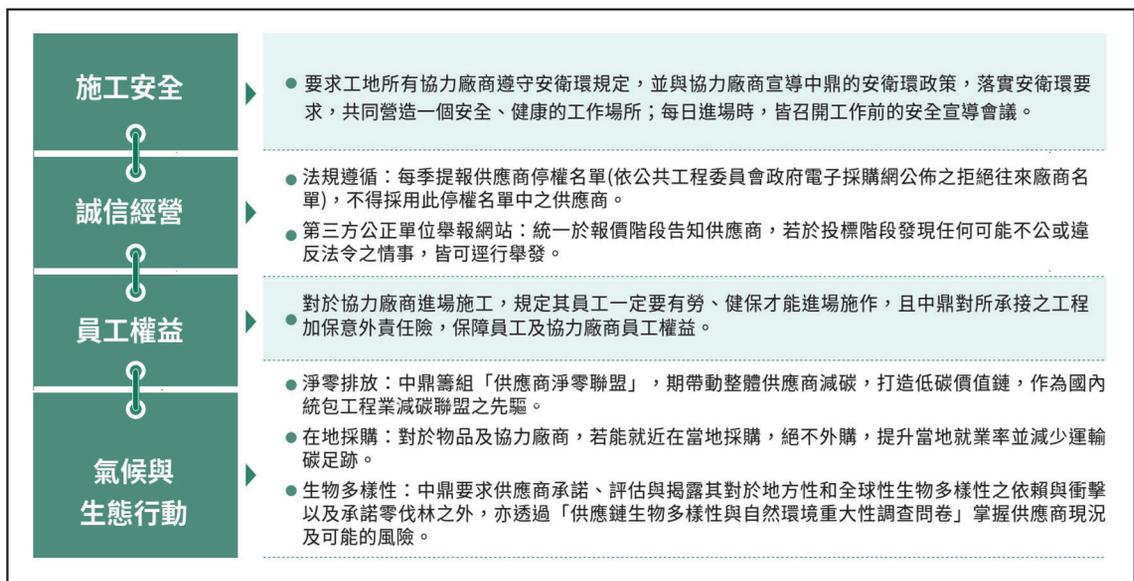


圖 1 中鼎供應鏈永續發展政策



應商納入管理，透過第一階關注供應商向上自主管理其供應商之永續性風險。

(一) 供應鏈管理政策

1. 施工安全

要求工地所有協力廠商遵守安衛環規定，每日進場時，召開工作前的安全宣導會議，落實安衛環要求，共同營造安全、健康的工作場所。

2. 誠信經營

法規遵循：每季提報供應商停權名單（依公共工程委員會政府電子採購網公佈之拒絕往來廠商名單），不得採用此停權名單中之供應商。

第三方公正單位舉報網站：統一於報價階段告知供應商，若於投標階段發現任何可能不公或違反法令之情事，皆可逕行舉發。

3. 員工權益

確保供應商的員工享有公平的工資和安全的工作環境、禁用童工、強迫勞動和其他形式的剝削；對於協力廠商進場施工，規定一定要有勞健保才能進場施作，且中鼎對所承接之工程加保意外責任險，保障員工及協力廠商員工權益。

4. 氣候與生態行動

4.1. 淨零排放：作為國內統包工程業減碳先驅，中鼎籌組供應商淨零聯盟，期

帶動整體供應商減碳，以達2050年科學基礎減量目標倡議(Science Based Targets initiative, SBTi)之減碳目標。

4.2. 在地採購：對於物品及協力廠商，若能就近在當地採購，絕不外購，提升當地就業率並減少運輸碳足跡。

4.3. 生物多樣性：中鼎要求供應商承諾、評估與揭露其對於地方性和全球性生物多樣性之依賴與衝擊以及承諾零伐林外，亦透過「供應鏈生物多樣性與自然環境重大性調查」掌握供應商現況及可能的風險。

(二) 治理架構與具體目標

中鼎深知與供應商建立穩固的合作關係至關重要，因此我們積極投入供應鏈永續管理，以系統化的制度與流程，持續精進相關作法。為確保永續供應鏈管理能符合公司永續發展的推動方向，供應鏈的重要事項定期於董事會提出報告，並由董事會進行督導，包含供應鏈永續發展政策、中長期目標設定與行動計畫等，確保供應鏈的執行方向及實務，與公司永續發展保持一致性；供應鏈相關執行情形與進度，則由董事會-永續與淨零委員會監督。（圖2）

2030 年供應鏈永續管理目標：

1. 供應商書面稽核率（含第一階及非第一階關注供應商）達 100%。



圖 2 組織架構

2. 高風險供應商現場稽核達成率及缺失改善率達100%。
3. 培植供應商溫室氣體管理能力，完成每年第一階供應商之溫室氣體管理能力建置。

(三) 供應商篩選、風險管理與衝擊評估機制

為掌握供應商的永續性風險情況與永續作為的落實程度，中鼎建置二階段供應商風險評估，透過不同篩選面向及篩選方法進行主動調查，以及書面稽核，發放永續性風險調查自評問卷（Self-Assessment Questionnaire, SAQ），不僅確保供應商符合

中鼎ESG規範，同時展開風險評估以瞭解供應商潛在風險，並進一步進行現場二者、三者稽核與輔導改善，以強化面對風險的應變能力而能降低潛在負面衝擊。

二、供應鏈永續管理制度與營運機制

中鼎制定完整的供應鏈永續管理制度與營運機制，我們建立四大步驟，確保供應商在採購實務與中鼎集團廠商行為準則要求一致。（圖3）

(一) 建立永續規範，簽署率 100%

中鼎參照國際永續趨勢以及相關倡議與要求，制訂中鼎集團廠商行為準則及企業永

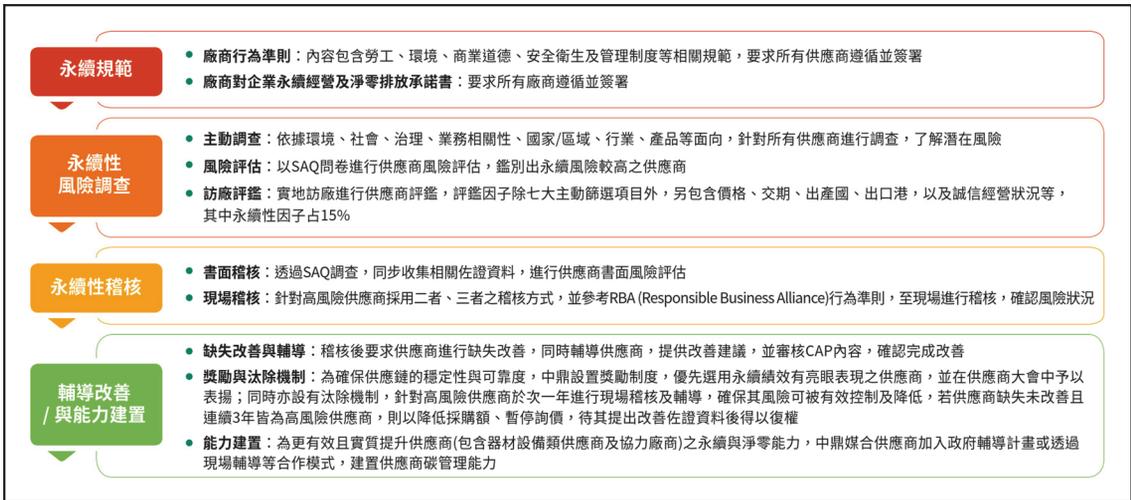


圖 3 供應鏈永續管理機制

續經營及淨零排放承諾書。本準則及承諾書適用對象包含所有供應商及其子公司、關係企業及承包商，以及提供中鼎集團貨品或服務之廠商。對於勞工、環境、商業道德、安全衛生及管理制度等面向皆有所規範。透過本準則，我們希望能向供應商傳達中鼎在永續方面的相關要求，掌握供應商遵循情形，共同推動產業鏈的永續發展。至2023年底，中鼎集團全數供應商皆已100%簽署。(圖4)

(二) 展開永續性風險調查

1. 主動調查：依據環境、社會、治理、業務相關性、國家/區域、行業、產品等面向，針對所有供應商進行調查。(圖5)
2. 風險評估：以SAQ進行供應商風險評估，鑑別出永續風險較高之供應商。
3. 訪廠評鑑：評鑑因子除七大主動調查項目

外，另包含價格、交期、出產國、出口港，以及誠信經營狀況等，其中永續性因子占15%。

(三) 執行永續性稽核

1. 書面稽核：透過SAQ調查，同步收集相關佐證資料，進行供應商書面風險評估。(圖6)
2. 現場二者、三者稽核：針對高風險供應商，參考責任商業聯盟(Responsible Business Alliance, RBA)行為準則，至現場進行稽核，確認風險狀況。

(四) 輔導改善與能力建置

1. 缺失改善與輔導：稽核後要求供應商進行缺失改善，同時輔導供應商，提供改善建



1. 勞工及人權	2. 安全與健康	3. 環境	4. 道德規範	5. 管理制度
<input type="checkbox"/> 1.1 自由就業	<input type="checkbox"/> 2.1 保命守則	<input type="checkbox"/> 3.1 環境許可及報備	<input type="checkbox"/> 4.1 誠信經營	<input type="checkbox"/> 5.1 管理職責
<input type="checkbox"/> 1.2 童工	<input type="checkbox"/> 2.2 職業安全	<input type="checkbox"/> 3.2 預防污染和節約資源	<input type="checkbox"/> 4.2 正當收益	<input type="checkbox"/> 5.2 法律和客戶要求
<input type="checkbox"/> 1.3 工時	<input type="checkbox"/> 2.3 職業衛生/健康	<input type="checkbox"/> 3.3 危險或有害性物質	<input type="checkbox"/> 4.3 資訊公開	<input type="checkbox"/> 5.3 風險評估和風險管理
<input type="checkbox"/> 1.4 工資與福利	<input type="checkbox"/> 2.4 行為安全	<input type="checkbox"/> 3.5 廢氣排放	<input type="checkbox"/> 4.4 智慧財產	<input type="checkbox"/> 5.4 提升企業責任績效
<input type="checkbox"/> 1.5 人道待遇	<input type="checkbox"/> 2.5 應急應變	<input type="checkbox"/> 3.6 淨零排放	<input type="checkbox"/> 4.5 公平交易、廣告和競爭	<input type="checkbox"/> 5.5 培訓
<input type="checkbox"/> 1.6 歧視	<input type="checkbox"/> 2.6 職業傷病	<input type="checkbox"/> 3.7 生物多樣性及零濫伐森林	<input type="checkbox"/> 4.6 隱私	<input type="checkbox"/> 5.6 審核與評估
<input type="checkbox"/> 1.7 結社自由			<input type="checkbox"/> 4.7 礦產品來源利益衝突	<input type="checkbox"/> 5.7 改善
				<input type="checkbox"/> 5.8 檔案和記錄

圖 4 「廠商行為準則」及「企業永續經營及淨零排放承諾書」要項

主動調查面向	評估內容
環境	<ul style="list-style-type: none"> 環境面向之重大違規紀錄 潛在環境面向負面衝擊，如未具備環境相關認證ISO 14001、環保相關許可；未申報或核備之製程/物料/污染物；原物料採用衝突礦區來源
社會	<ul style="list-style-type: none"> 社會面向之重大違規紀錄 潛在社會面向負面衝擊，如涉及人權爭議的投資；雇用童工；強迫或強制勞動
治理	<ul style="list-style-type: none"> 治理面向之重大違規紀錄 潛在治理面向負面衝擊，如違反誠信經營，賄賂、貪汙、敲詐勒索；未遵循當地政府公司治理之相關法規
業務相關性	<ul style="list-style-type: none"> 供應商採購金額與採購量 供應商提供之產品或服務是否具有獨特性，為獨家供應商且不可被取代 供應商是否具備煉油石化、基礎建設、高科技產業之相關實績 供應商是否為各大業主之核可/指定廠商，了解客群及其口碑
國家 / 區域	<p>根據供應商所在地，納入高風險因子（包含但不限於政治、衝突、犯罪、健康及自然災害等）之鑑別及管控，加強出廠前的檢驗，必要時進行訪廠以降低風險，如依採購類別，針對特定地區(如中國、印度等)進行訪廠</p>
行業	<ul style="list-style-type: none"> 針對器材供應商及協力廠商，制定不同的評鑑項目，以鑑別各行業之特定風險，如能源密集型之製造商未制定能源管理與溫室氣體減量計畫、提供人力服務之協力廠商違反勞工法規導致工人權益受損
產品	<ul style="list-style-type: none"> 針對可能具有風險之大宗原物料進行篩選，如原物料使用衝突礦產、未具備FSC/PEFC/SFI/CSA認證之木材或有害物質等負面風險 符合特定產品認證要求之廠商，如未具備台灣防爆電器設備 TS 認證

圖 5 主動調查面向



圖 6 SAQ 調查構面

議，審核缺失改善計畫，確認完成改善。

2. 獎勵與汰除機制：為確保供應鏈的穩定性與可靠度，中鼎設置獎勵制度，優先選用永續績效亮眼之供應商，並在供應商大會中表揚；同時亦設有汰除機制，針對高風險供應商於次一年現場稽核及輔導，確保其風險可被有效控制及降低，若供應商缺失未改善且連續 3 年皆為高風險供應商，則以降低採購額、暫停詢價，待其提出改善佐證資料後得以復權。

3. 能力建置：為更有效且實質提升供應商之永續與淨零能力，中鼎透過現場輔導、定期舉辦研討會以及協助供應商加入政府輔導計畫等合作模式，建置供應商碳管理能力。

3.1 內外部教育訓練

為使採購同仁瞭解在供應鏈永續管理

流程中扮演的角色，舉辦永續相關課程，強化同仁供應鏈永續管理的意識；此外開放鼎學網數位學習平台的永續與淨零專區，提供供應商修課，以有效落實中鼎供應鏈永續發展政策。（圖7）

3.2 供應商碳管理能力建置

與供應商議合，中鼎投資資源，規劃期程半年以上的專案，透過合作持續提升供應商的永續能力；除國內供應鏈外，中鼎也要求集團子公司依據集團供應鏈永續管理政策，推動全球供應鏈永續作為，擴大產業鏈影響力，已培植 110 家供應商完成碳盤查。器材設備類供應商，結合政府輔導計畫，與外部顧問一同至現場協助供應商進行溫室氣體盤查及提供節能減碳之改善建議；協力廠商，則由中鼎碳種子人員協助供應商進行溫室氣體盤



課程名稱
淨零碳排的趨勢及對企業的影響與機會（中鼎集團淨零永續領袖論壇）
節能措施與再生能源管理（中鼎淨零永續行動研討會）
溫室氣體盤查標準介紹與發展趨勢
國內、外淨零趨勢與行動
建築淨零實務案例分享與反思（中鼎淨零永續行動研討會）
全員 ESG 領航淨零 EPC – 中鼎永續策略之路
企業永續管理師證照培訓班
ISO 14064-1:2018 組織溫室氣體主導查證人員訓練課程

圖 7 採購人員永續訓練課程

查及提供節能減碳之改善建議。

3.3 供應商大會與標竿分享

中鼎每二年舉辦一次供應商大會，2023年76間廠商參與，來自8個國家、共125人。因應中鼎的SBTi淨零目標，本次主題為合作淨零·攜手雙贏，於大會中宣導永續供應鏈管理政策，同時成立「供應商淨零聯盟」，要求供應商進行溫室氣體減量，希望共創永續經營的美好未來。同時邀請標竿廠商分享永續及淨零之規劃與心得，藉供應商大會擴展永續效益。（圖8）

三、供應商風險管理與衝擊評估

為掌握供應商的永續性風險情況與永續

作為的落實程度，中鼎建置二階段供應商風險評估，透過主動調查與發放永續性風險調查自評問卷，瞭解供應商的潛在風險，並進一步進行稽核與輔導改善，降低供應商的風險以及強化面對風險的應變能力。

（一）主動調查

中鼎透過不同的篩選面向及篩選方法進行主動調查。篩選面向包含環境、社會及治理面向的潛在負面衝擊風險及業務相關性；篩選方法則評估國家特定風險、行業特定風險以及產品特定風險。希望透過這些評估面向，在最初階段即能進行初步的風險管控。

中鼎身為產業鏈的永續標竿，對於供應商除要求基本的品質、成本、交期、服務與



圖 8 供應商大會成立「供應商淨零聯盟」

技術外，進一步更將永續性因子納入資格評核範圍。如針對關鍵設備廠商，下單前會進行實地訪廠評鑑。

(二) 風險評估

我們針對第一階供應商發放SAQ，內容包含環境考量面、環境管理、職業安全衛生管理、勞動條件、人權、社會衝擊、經營治理及溫室氣體減量等八大永續構面，構面內容亦因應國際趨勢，近年納入減碳淨零與生物多樣性內容，並要求供應商提供對應的佐證資料，以進一步確認供應商的具體永續作為。

1. 風險調查結果

透過SAQ調查，針對有經濟面、環境面或社會面三項潛在風險因子，且未取得ISO 14001及45001管理系統認證者，視為高風險供應商。2023年共17家廠商具前述三項潛在風險因子之一，中鼎協助供應商瞭解項目重要性，提供改善建議：

- 1.1 經濟面：建議設立兼職或專職之風險管理組織。
- 1.2 環境面：建議建置環境管理相關流程，並記錄及管控能源使用狀況；加強工安宣導、制定工作安全衛生守則。



面向	風險因子	因應措施
經濟面	公司無風險管理組織、無應變計畫及程序	協助供應商瞭解該項目之重要性，提供改善建議；例如設立兼職或專職之風險管理組織
環境面	公司無環境管理系統、未記錄及管控能源、水資源、污水和廢棄物	協助供應商瞭解該項目之重要性，提供改善建議；例如建置環境管理相關流程，並記錄及管控能、資源使用狀況；加強工安宣導、制定工作安全衛生守則
社會面	曾發生職災、未統計安全績效及未制定工作安全衛生守則等約聘員工比例高、強迫勞動、健康職場推動、無歧視、員工結社自由、員工集體談判的權利	協助供應商瞭解該項目之重要性，提供改善建議；例如減少約聘員工比例、增加員工結社自由、召開勞資會議為員工提供明確的申訴管道等

圖 9 風險因子及因應措施

1.3 社會面：建議減少約聘員工比例、增加員工結社自由、召開勞資會議為員工提供明確的申訴管道等。而高風險供應商中鼎皆於當年度進行現場稽核及輔導，以確保風險可被有效控制及降低。（圖9）

2. 輔導缺失改善

針對稽核缺失，中鼎透過實地訪廠及遠端方式協助供應商提出改善方案，並要求於期限內100%完成改善。

（三）供應商履約評鑑

為確保中鼎之供應商所供應之器材、承包之設計、建造及製造工作，在品質、安衛環、價格及交期皆能符合客戶要求，在工程執行完成後，對供應商啟動評鑑。

評分面向分為品質、交期、問題解決能力與文件提交狀況，滿分為10分，評鑑總分

及安衛環得分皆達8分以上，則有資格列為供應商大會表揚的提報對象；而評鑑不合格之廠商則列入廠商懲處提報單，情節嚴重者則予以停權。

四、精進與創新作法

（一）打造新夥伴關係，成立中鼎供應商淨零聯盟

因應中鼎加入SBTi倡議的承諾，與搭配政府以大帶小策略，中鼎於2023年成立供應商淨零聯盟，自2024年起依規模，分級、分階段推動供應商減量。

要求供應商：簽署聯盟宣言；逐年追蹤紀錄、紀錄能源使用及溫室氣體排放；設定減碳目標並逐年追蹤減碳績效。

（二）建置廠商碳管理能力 訂定獎勵機制

中鼎持續對廠商進行碳管理能力建置，已訂定各項推動計畫，如結合政府輔導計

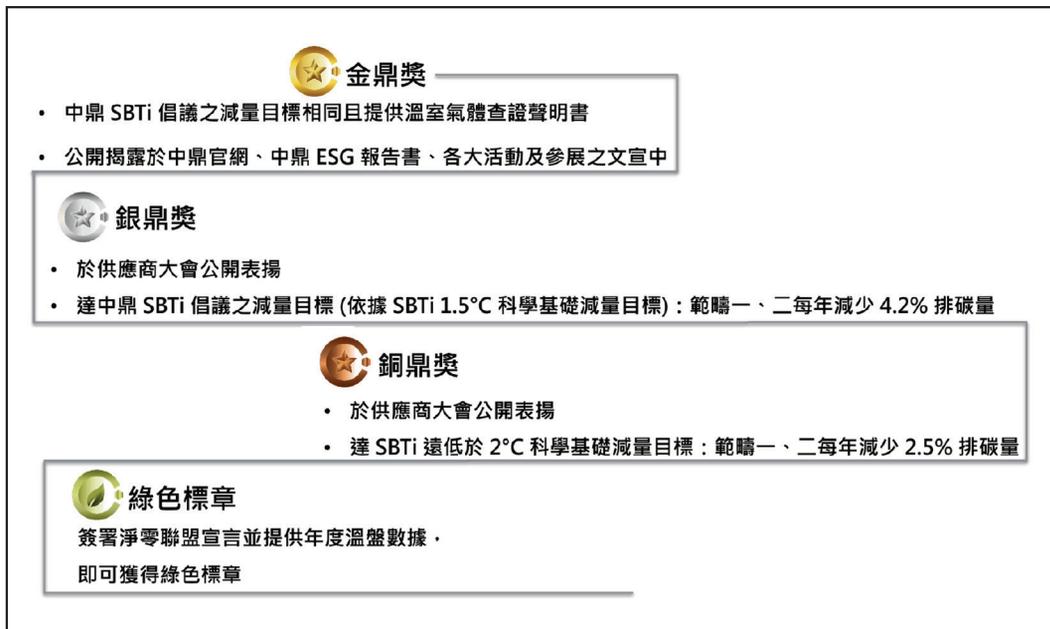


圖 10 標竿獎章

畫，與外部顧問一同訪廠輔導中鼎廠商，包含：廠商人員教育訓練、工廠訪視及耗能設備節能減碳改善建議、碳排計算及彙整報告，並每年持續追蹤廠商碳排放量，以建立中鼎的廠商溫室氣體排放數據。

為減輕廠商負擔、鼓勵投入低碳轉型，中鼎響應政府以大帶小之政策集團子公司為中心廠，邀供應商一同加入以大帶小製造業低碳及智慧化升級轉型補助計畫，針對低碳改善方案經費申請政府補助，包含消耗性器材、設備購置及改善、委託研究或驗證費等等。

為鼓勵供應商積極響應減碳，中鼎輔以獎勵機制，包含增設綠色標章及金、銀、銅

鼎獎等獎章，作為優先推薦供應商的條件之一。減碳成效出色的供應商，將於供應商大會中表揚。（圖10）

（三）智慧供應鏈

除推動供應鏈淨零轉型外，近年透過自行研究發展、引進新科技及技術，透過一系列創新模式以強化供應鏈合作，如：

1. 應用流程機器人將資料數位化，並透過自動化、數位化與跨系統的串接，強化後勤智能管理，使整體後勤管理的運作更為順暢、有效率，大幅減少重工
2. 透過iSteel的開發與導入，將鋼構資訊數



位化、管理自動化，建立與廠商資訊的通透管道，減少介面並進行垂直整合，增加執行的精準度與效率

3. 智慧通訊技術實際應用於施工現場，如：現場巡視和監督、公司培訓和技術支援等，有效提升工作人員的技能和專業經驗，確保工作進度和品質，提高施工現場的安全和經濟效益
4. 採購流程進行數位轉型，並透過各項應用，如供應商詢報價平台，深化智能發展

五、執行成效及目標達成情形

中鼎致力於與供應商攜手推動ESG永續發展，共同打造永續供應鏈。憑藉這一承諾，中鼎已連續九年入選DJSI新興市場成分股，並在全球營建工程業中取得最高評分。此外，中鼎亦連續多年蟬聯標普全球評級（S&P Global Ratings）永續年鑑全球前1%，並獲得CDP供應鏈議合A-領導等級、2023年台灣企業永續獎（Taiwan Corporate Sustainability Awards, TCSA）永續供應鏈領袖獎等多項殊榮。儘管如此，中鼎每年持續設定精進目標，並於年底檢視其達成情況，從而促進自我提升與改善。

中鼎2023年供應鏈永續管理目標已全數達成，顯見持續深化供應鏈永續管理之成

效。績效如下：

1. 永續性風險稽核完成 221 家供應商（目標 199 家），第一階關鍵供應商全數完成，以鑑別供應商之實際及潛在的負面效應與衝擊。
2. 提供因應措施，協助具經濟面、環境面、社會面潛在風險之 17 家供應商進行改善。
3. 高風險供應商 100% 完成稽核缺失改善，以減緩供應商之 ESG 負面效應與衝擊，確保供應商符合中鼎 ESG 規範與要求。
4. 累計共 172 家廠商加入中鼎供應商淨零聯盟。
5. 供應商碳管理能力建置累計完成 110 家（目標 100 家），預計年減碳量達 475.1 噸 CO₂e。



綠建築與淨零建築初探

萬鼎工程服務股份有限公司結構工程部助理總工程師 / 王緯民

關鍵字：綠建築、近零減碳、淨零、建築能效、統包

摘要

近來地球環境變遷及能源議題嚴重影響全球，淨零減碳已刻不容緩。本文將分享團隊如何將營建工程本業結合永續作為，透過「綠色工程」技術的應用，於公私有建築或統包工程，推動節能減碳與永續工程的作法，在智慧綠建築方面，以中鼎集團第二總部大樓興建統包案為例，本案取得智慧綠建築雙鑽石及美國黃金級綠建築標章，完工後常收到高科廠業主與國內大型企業主參訪，為成功示範場域。

另一案以社會住宅新建統包案為例，藉由提升建築外殼隔熱、設備效能及導入低碳工法等設計與採購，達到「近零碳建築」，未來視需求輔以各種再生能源設施或購買再生能源憑證，來達到碳中和至零碳排，最終邁向「淨零建築」的目標。

本文綜整近年執行綠建築、智慧綠建築及近零碳建築相關執行案例，分享從設計、施工、使用維護至最終拆除各階段可努力的方向及具體作法，期對永續綠建築後邁向淨零排放的統包工程有所助益。

一、前言

以建築工程而言，由於建築物的生命週期動輒40年以上，從新建到後續使用階段耗費能源甚鉅，因此節能減碳的綠色建築設計非常重要。我國從1999年起推動綠建築標章制度，建立「EEWH」綠建築評估系統，根據內政部統計，截至2024年10月為止，全台綠建築申請數量累積以超過1.2萬件，綠建築是營建工程響應地球環保、永續發展的解方。

根據聯合國2023年的全球建築與營建

現狀報告研究顯示，建築營建產生的溫室氣體排放中，建築能源使用（使用碳排）佔約整體營建碳排的中碳排量的75%左右，剩餘25%則來自建材的製造與施工（蘊含碳排），要達到建築工程淨零目標，需另對此二項碳排來源加以管制，其中以建築能源使用項目佔建築物生命週期內耗能占比最高，由此切入改善之效益最高。

以下分別將從綠建築、智慧綠建築及近零碳建築案例，依時代演進就關注的不同面向及相關對應設計手法及效益概估分述如後。[1/2]

二、綠建築

（1）綠建築設計手法

我國對於綠建築的設計，主要依循內政部營建署綠建築相關規範設計，評估指標包含九大面向，包括綠化量、基地保水、水資源、日常節能、二氧化碳減量、廢棄物減量、污水垃圾改善、生物多樣性、室內環境等指標等，如圖1所示，透過可評量的作法，使綠建築由過去「消耗最少地球資源，製造最少廢棄物的建築物」的消極做法，擴大為「生態、節能、減廢、健康的建築物」的積極作為。[1]

一般而言，工程從受業主委託起，團隊即依照建築基地特性、業主需求及預算等限

制條件，研擬具潛力與效益並適合發展綠建築的指標面向，並納入生命週期計算尋找節能熱點，以建築為主設備為輔，選用適合的建材、設備及工法，並以可量化的綠建築評量方式，以達到節能減碳的目標。

在統包工程裡，除須符合業主契約及統包需求書內規定之建築材料與設備需求外，如何在業主預算的額度下，選用最適合的綠建築手法，完成契約應辦事項，並降低將來營運端的維護管理成本亦是統包工程的重要課題之一。以近年執行的綠建築案例分析統計，綜整對達成綠建築各指標的具體設計手法，概述如表1所示。



資料來源：本文整理

圖 1 綠建築評估指標



表 1 綠建築各項指標及具體設計手法 [1]

指標名稱	說明	具體做法
一 生物多樣性 指標	主要在提升大基地(面積一公頃以上)開發的綠地生態品質,提供完善的生活空間給最基層生物棲息,顧全生態金字塔。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠地面積最好在 25% 以上。 2. 植栽物種越多越好。 3. 植物最好選用原生種。 4. 綠地採用複層綠化方式。 5. 生態透水邊坡或圍牆。 6. 透水的生態滯洪池。 7. 降低照明光害。 8. 避免高反射玻璃。
二 綠化量指標	主要是以各種設計手法,來達到綠化量增加效果。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 空地上除了最小必要的鋪面道路外,儘量全面綠化。 2. 避開原有老樹設計,施工時保護老樹不受傷害。 3. 大部分綠地種滿喬木或複層綠化,小部分綠地種滿灌木。 4. 屋頂或戶外露臺採綠化方式,增加基地綠覆率及保水量。 5. 退縮人行道及綠帶,除步道外,採用中高密度之綠化種植方式,且採用多層次綠化,喬木下方種植灌木草花。 6. 地面喬木綠化範圍內之覆土深度均大於 1.5m。 7. 生態綠化可採用多樣化的原生及誘鳥、誘蝶樹種。 8. 人工地盤植穴或花台綠化。
三 基地保水 指標	係指建築基地內自然土層及人工土層涵養水分及貯留雨水的功能,基地的保水性能愈佳,有益於維護建築基地內自然生態環境平衡。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 增加土壤面積,增加雨水直接入滲效果。 2. 增加透水鋪面,如步道、停車場及廣場等面積。透水鋪面的透水性能相當於裸露土地,增加透水效益。 3. 貯留滲透設計,讓雨水暫時貯存於水池,再慢慢以自然滲透方式滲入大地。 4. 地面層留設裸露綠地,自然滲入土壤,提供土地涵養水份。 5. 在起挖區及屋頂、露台等規劃覆土花台以供保水。 6. 人行道及廣場,採透水性鋪面,以集結雨水使土壤保有水份。 7. 必要時設置地下貯集滲透水箱(透水積磚)輔助。 8. 透水混凝土的應用。 9. 滲透排水管及滲透陰井的應用。 10. 雨水截流及滲透側溝應用。
四 日常節約能 源指標	節能評估重點設定在建築外殼節能 EEV 設計、空調效率 EAC 設計及照明效率 EL 設計提升等級三大方向,依不同類型建築,有不同重點。綠建築增加檢討的建築能效標示,請參考附表建築能效說明。	<p>外殼節能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 減少全面玻璃造型,控制建築開窗率。 2. 減少屋頂水平天窗設計,水平天窗設計宜採低日射透過率的節能玻璃。 3. 開窗部位盡量設置外遮陽或陽台 4. 建築物方位規劃,避免東西向開大窗。 5. 住宅採用 6mm 以上玻璃,反射率 <0.20,亦可採用色板玻璃。 6. 配置適當開窗面積及增加對流通風,以達通風採光功用並減少耗能量。 7. 如預算較足夠,隔熱砂漿或節能 LOW-E 玻璃可考慮使用。 8. 外牆及屋頂加強隔熱或遮陽設計。



<p>四</p>	<p>日常節約能源指標</p>	<p>節能評估重點設定在建築外殼節能 EEV 設計、空調效率 EAC 設計及照明效率 EL 設計提升等級三大方向，依不同類型建築，有不同重點。綠建築增加檢討的建築能效標示，請參考附表 3 建築能效說明。</p>	<p>空調節能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 選用高效率主機及設備節能設計。 2. 主機及送水馬達採用變頻控制等節能設備系統。 3. 空調選擇一級能效空調主機。 4. 冷氣噸數、冷卻水塔及相關主機避免過量設計。 5. 大型中央空調建築能源管理系統的導入。 6. 空調節能技術的採用。 7. 負壓風扇使用。 <p>照明節能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一般空間盡量採用節能燈具。 2. 配合室內工作模式作好分區開關控制，以隨時關閉無人使用空間照明。 3. 採用附防眩光隔柵或燈罩。 4. 公共區域走廊，設有分區開關控制或定時器等節能管理系統。 5. 迴路採用二線式控制燈具迴路。景觀照明採用自動控制點滅系統。 6. 室內裝修採用高明度色彩計畫，提高照明效果。 7. 減少間接照明。 8. 避免超量的照度設計。 <p>其他節能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 開窗搭配陽台、露梁等遮陽形式並搭配通風設計，提升外殼節能設計。 2. 住戶空調選擇容量合適之一級能效空調主機，避免過量設計。 3. 熱水管採發泡 PE 被覆保溫。 4. 住宿空間爐台設置節能標章瓦斯爐或 IH 爐及瓦斯熱水器。 5. 採變頻系統搭配電力回生裝置電梯。 6. 地下停車場排風機採用 CO 偵測變頻風機控制系統。 7. 太陽能發電板的利用。 8. 地下停車場四周設置通風採光天窗，導入通風換氣及自然採光。
<p>五</p>	<p>二氧化碳減量指標</p>	<p>係指減低所有建築物軀體構造的建材，在生產及運輸過程中所的 CO₂ 排放量。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 採用輕量鋼骨結構或其他輕量化結構。 2. 室內採用輕量乾式隔間。 3. 採用輕量化金屬帷幕外牆。 4. 平面規則之建築物，結構合理標準化。 5. 結構採用 RC 耐震結構：達成結構輕量化、減少地震力作用。 6. 採用預鑄工法或使用系統模板或鋁模板。管道間牆採用輕隔間牆系統。 7. 地下室機房的設備進出動線與出入口寬度足夠後續維修使用。 8. 採用高爐水泥替代部分水泥。 9. 空調及衛生排水管線採用明管設計。 10. 使用高性能混凝土或低碳混凝土。 11. 使用再生或回收建材。



六	廢棄物減量指標	係指減低建築施工及日後拆除過程所產生的不平衡土方、棄土、廢棄建材、逸散揚塵等廢棄物。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 盡量減少地下室開挖。 2. 多餘土方儘量用於現場地形改造或用於基地內之土方平衡。 3. 採用系統模版或預鑄工法。 4. 做好空氣污染防治。 5. 降低拆除廢棄物。 6. 採用高爐爐石粉混凝土。 7. 降低工程污染，如設置專用清洗措施、污泥沉澱過濾處理設施、工地車行路鋪鋼板、灑水噴霧、防塵罩網等。 8. 採用營建自動化工法。 9. 採用乾式輕隔間。 10. 結構輕量化設計。
七	室內環境指標	降低室內環境中噪音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質等，影響居住健康與舒適之環境因素，減少室內污染傷害。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 住宿類建築、非中央空調型辦公建築，保有通風及自然採光。 2. 燈具設有防止炫光燈照或格柵（燈管不裸露）。 3. 中央空調系統設置新鮮外氣引入系統。 4. 室內裝修建材盡量採用環保標章、綠建材標章建材。 5. 隔音設計的考慮。 6. 增加綠建材及再生建材使用率。 7. 施作樓板衝擊音緩衝材料。 8. 室內空氣 CO2 濃度監測及通風控制系統連動可調整。 10. 良好的採光深度，避免暗區。 11. 避免不必要的裝修。
八	水資源指標	係指建築物實際使用自來水的用水量與一般平均用水量的比率，又名「節水率」。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 大小便器與公共使用之水栓全面採用具省水標章之省水器材。 2. 將一段式馬桶改成省水標章的金級兩段式馬桶。 3. 省水閥、節流器、起泡器等省水水栓改用自動感應水栓或自閉式水栓。 4. 住宿類、飯店類建築之浴室盡量以淋浴替代浴缸。 5. 設置雨水回收系統，回收屋頂、露臺、屋突至筏基設置雨水收集池之水源。 6. 公共區部分採用自動感應式或自閉式水龍頭。 7. 草花花園設置節水澆灌系統及雨水回收利用設施。 8. 大耗水項目的彌補措施設計。
九	污水垃圾改善指標	與建築空間設施及使用管理相關，是加強落實現有污水及垃圾處理系統的功能及改善。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 浴室、廚房及洗衣空間之生活雜排水均接管至污水下水道或污水處理設施。 2. 綠美化或景觀化的專用垃圾集中場。 3. 設置廚餘收集利用及資源垃圾分類回收系統。 4. 設冷藏、冷凍或壓縮等垃圾前置處理設施或衛生密閉式垃圾箱。 5. 設置垃圾暫停車位於垃圾儲藏室旁，以便運輸。 6. 公共設施，有設置廚房位置，設置油脂截留器。 7. 污水接管至污水下水道或污水設施。

(2)、綠建築推動實績及效益

以近年執行具指標的綠建築案例(如圖2)分析統計，團隊在推動綠建築的節能減碳設計，迄今已完成並取得近五十案綠建築候選證書或標章。屬性橫跨辦公大樓、廠房、停車場、捷運車站或住宅等大型空間，這些案例換算每年約可節省用電約11,679,500度電，可供台灣地區家庭每年3,266戶使用，每年約可減少溫室氣體排放量6,124,078KG，相當於15.92座大安森林公園吸收CO₂量；每年約可減少用水量581,042M³，執行綠建築案例及節能減碳效益如表2。

另以早期所執行的桃園機場捷運線六個捷運車站的細部設計與監造工作為例，因捷運設施屬特種建築物，與一般建築物法規及建築基地認定略有差異，在當年適用綠建築規範或標準較無案例可依循對照的背景下，團隊努力克服基地及認定等先天限制條件，順利取得綠建築標章。

本案也是國內早期取得綠建築標章的捷運車站之一，成功的經驗，也成為後續其他捷運車站綠建築申請的參考。

表 2 執行綠建築案例及節能減碳效益

SDGs	實績案例	省電(度/年)	減少溫室氣體排放量(公斤/年)	省水(M ³ /年)
 9 工業、創新 基礎建設	中央警察大學偵查與鑑識科技大樓新建工程	523,397	274,440	26,038
	新店高中運動場附建地下停車場新建統包工程	229,728	120,457	11,429
	中油大林廠-維修綜合大樓	366,685	192,269	18,242
	機場捷運 DE03 標 A15~A20 車站設計及監造工程	1,038,124	544,334	51,645
	機場捷運 DE03 標行政大樓設計及監造工程	133,660	70,084	6,649
	新北市土城區學成公園附建地下停車場新建統包工程	146,507	76,820	7,289
	新北市三重商工地下停車場新建統包工程	382,196	200,402	19,014
	新北市板橋音樂公園地下停車場新建統包工程	452,525	237,279	22,513
	中鼎集團第二總部大樓新建統包工程	600,409	314,821	29,870
	新莊運動公園地下停車場統包工程	547,352	287,001	27,230
 11 永續城市	光榮國民小學老舊校舍及地下停車場整建統包工程	715,759	375,304	35,608
	屏東勝利公園地下停車場統包工程	258,966	135,788	12,883
	永冠集團：台中港新建工程	2,235,194	1,172,011	111,198
	桃園捷運綠線 GC03 標 G07 站~G12 站統包工程	1,399,819	733,987	69,639
	台泥 DAKA 再生資源利用中心建築工程	590,678	309,719	29,386
	新竹金城安居社會住宅統包工程	2,058,501	1,079,363	102,408
合計	11,679,500	6,124,078	581,042	



資料來源：本文整理

圖 2 執行綠建築案例

三、智慧綠建築

智慧綠建築是在既有綠建築基礎上，導入資通訊應用科技，相輔相成，提供更便利舒適安全節能的建築空間，以綠建築為基礎，導入智慧型高科技技術、材料及產品之應用，使建築物更安全健康及舒適。[3]

以中鼎集團第二總部大樓設計施工智慧

綠建築統包案（如圖3）為例，本案由集團自地自建，於規劃設計開始即導入智能及綠能設計，分別取得美國LEED綠建築標章（黃金級）、台灣綠建築標章（鑽石級）及智慧建築標章（鑽石級）三大榮耀。在綠建築方面，採用原生喬木搭配低光害的照明設計，整體綠覆率達89%以上，建材部分多選用綠建材、鋼結構+輕隔間及輕量化的帷幕牆，搭配外殼節能玻璃及自動遮陽捲簾。設備部分採用高

效中央冰水空調系統及磁浮式冰水主機省水節能標章的衛生器具及照明燈具與電梯位能回收等系統。

在智慧建築方面，舉凡空調、照明、監視、供水、捲簾、會議室、停車管理等系統，皆納入整合進中央監控系統，並進行智慧化的各項監控及運用。在智慧建築維運設施管理系統上，搭配中鼎集團自行開發的智慧能管系統(Mr. Energy)及智慧維運系統(BIM 7D)，可即時找出異常能耗，使浪費無所遁形，並使後續維護管理之預警、保養、維修，一氣呵成，降低後續營運階段的維管費用及人力，為節能、永續及與環境共生的智慧綠建築大樓(如圖4)。

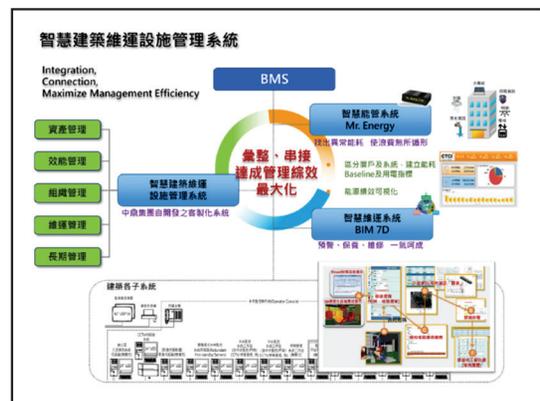
此外，因應外商及跨國企業之高科技廠房及辦公大樓節能減碳需求，團隊與國際接軌，導入美國綠建築協會認證的能源與環境先導設計(LEED)評估系統，LEED評估系統由美國綠建築協會(United States Green Building Council, USGBC)發起，為世界上知名且具公信力的綠建築評級制度，廣泛為世界所認可。根據九大指標評分結果後由第三方認證機構 GBCI 獨立認證，共分成認證級、銀級、金級、白金級等四個認證等級，目前廣泛使用在外商企業總部或跨國業務之電子廠房使用。

中鼎集團第二總部大樓興建案取得LEED黃金級標章及國內鑽石級綠建築及智慧建



資料來源：本文整理

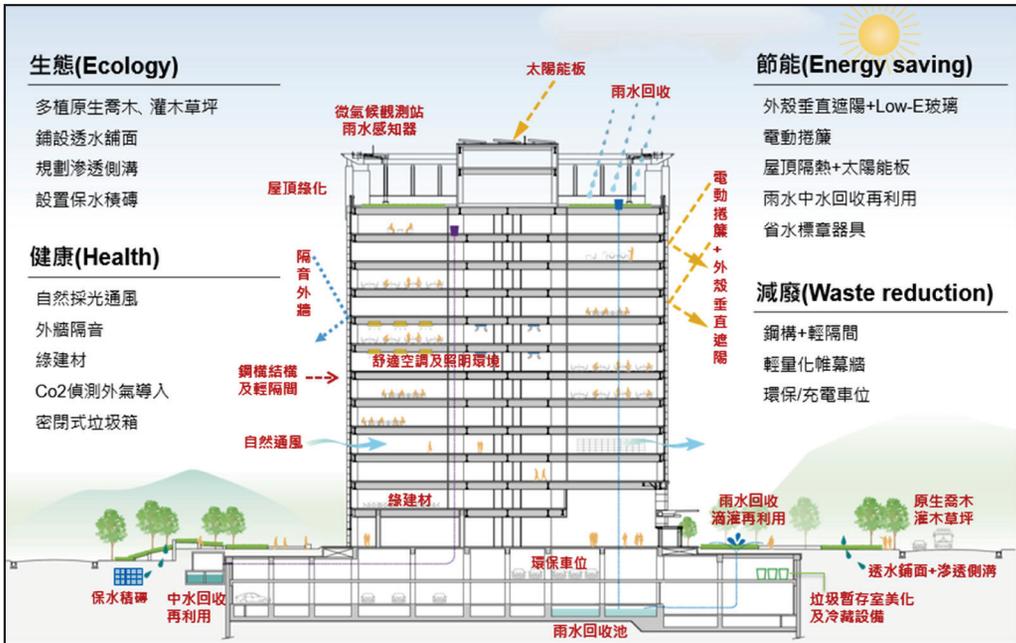
圖 3 中鼎集團第二總部大樓外觀



資料來源：本文整理

圖 4 智慧建築維護管理系統

築，初估每年可節省電費約20%，是兼具節能、永續與環境共生的綠色大樓案例。本工程完工後常收到學校團體、高科廠業主與國內大型工程企業參訪，為推廣統包工程智慧綠建築的成功示範場域(如圖5)。



資料來源：本文整理

圖 5 中鼎集團第二總部 智慧綠建築 +LEED

五、淨零建築

因應2050年淨零路徑，國家發展委員會規劃，在建築產業方面於2050年能夠達成100%新建建築物及超過85%既有建築物，皆為「近零碳建築」的目標。在既有的綠建築架構下，增加「建築能效標示」或「低碳建築標示」評估[4/5]。

落實淨零碳排政策，台北市政府自今（2024）年2月起分期實施公有及私有建築物，申請綠建築標章之新建建築物應併同申請建築能效評估，且其建築能效等級應達1+級（近零碳建築），「建築能效標示」共分為1至7級，建築能效分級屬第1級的建築

物，且能效評分為前50%者，屬於「近零碳（能）建築」如附圖6（Nearly Zero-carbon Buildings），以第1+級標示，未來取得近零碳（能）建築等級之建築物，其餘用電量需靠再生能源碳中和至零排放，為淨零建築（Net Zero Buildings）[2]。

該如何實現淨零碳建築呢？可從建築物生命週期分三階段探討如下：

1. 設計與施工階段減碳：

導入低碳與循環建築的設計，透過輕量化結構設計、低碳建築工法、循環建材、營建廢棄物管理等方式，來降低蘊含碳排量。

2. 日常運營階段減碳
改善照明與空調設備，如採用能效 1 級空調設備、LED 照明燈具，導入智慧能源管理系統等。

3. 再生能源減碳
建築物設置太陽能板，太陽能板有減碳、隔熱、遮陽等多重效益，太陽能板的設置位置除地面或屋頂外，也可設置在建築物立面上，搭配儲能系統爭取最大發電面積。

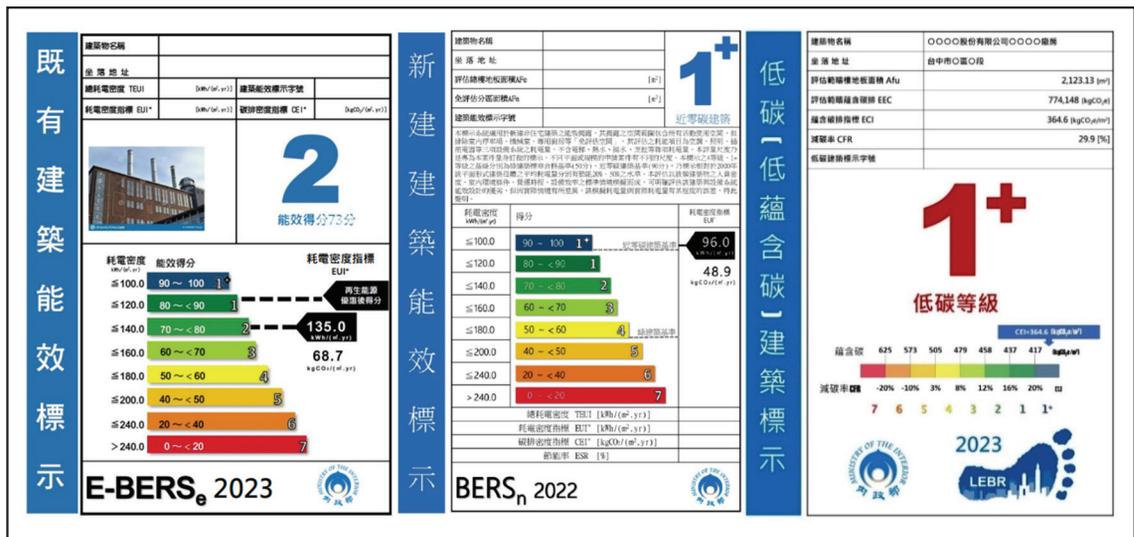
在低碳工法方面，主要在減少建築的碳足跡。在營建業中常見的低碳工法有以下方式：

1. 使用綠色建材：採用可再生或回收的建材。
2. 高能源效率設計：使用高效能建築系統。
3. 再生能源應用：使用再生能源。

4. 節水及廢棄物管理：使用節水設備、雨水回收，廢棄物分類回收等措施。
5. 智能建築：如使用能源監控系統。
6. 綠色工法：如綠色材料（如低碳水泥）、預鑄工法或鋁模板及系統模板等。

住宅能效評估系統供住宅使用，主要是將全棟住宅耗能量或排碳量大的項目，如外殼隔熱空調、照明、熱水器、爐台、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送風機等八大項目，從源頭對耗能項目加以管制，達到最有效率的減碳作為，

以團隊近期取得社會住宅新建統包工程案例如圖7~11而言，綜整住宅能效評估及淨零碳的具體設計手法如表3[2]。



資料來源：內政部營建署

圖 6 建築能效標示



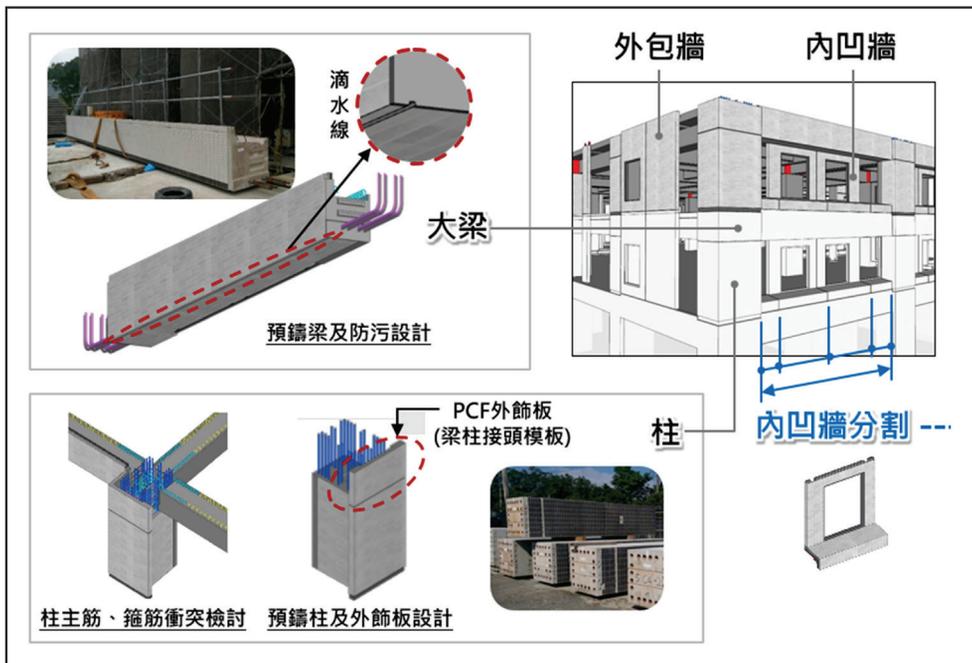
表 3 新建集合住宅能效評估具體設計手法

	評估項目	具體做法
一	外殼隔熱	1. 減少全面玻璃造型設計，控制建築開窗率 2. 避免屋頂水平天窗設計，水平天窗設計宜採低日射透過率的節能玻璃 3. 開窗部位盡量設置外遮陽或陽台，避免東西向開大窗 4. 住宅採用 6mm 以上玻璃，反射率 <0.20 5. 配置適當開窗面積及增加對流通風，以達通風採光功用並減少耗能量 6. 如預算較足夠，隔熱砂漿或節能 LOW-E 玻璃使用 7. 屋頂隔熱材料性能或厚度加強 8. 屋頂或牆面設置太陽能板及儲能裝置
二	空調	1. 使用 1 級能源效率的空調設備 2. 不需要的空調區免設 3. 避免超量設計 4. 採用變頻式空調系統 5. 與能源管理系統整合，配合需求量調整
三	照明	1. 採最高等級的節能設計 2. 居室採自然採光 3. 照度合理配置，減少燈具數量 4. 照明分區開關及自動感知與調光功能 5. 使用高效率 LED 燈具 6. 與能源管理系統整合，可配合需求量調整
四	熱水器	1. 熱水系統使用一級能效標示設備 2. 熱水管保溫披覆 3. 使用太陽能熱水器
五	爐台	1. 避免使用電熱爐 2. 使用一級能效標示設備 3. 套房使用 IH 爐
六	電梯	1. 設電力回收系統裝置 2. 採用永磁變頻電梯
七	水塔揚水泵	1. 不超量設計 2. 使用節能水泵
八	地下停車場送風機	1. 使用節能標章設備 2. 使用有 CO 濃度控制的變頻排送風機



資料來源：本文整理

圖 7 金城安居社會住宅示意 (規劃中 - 近零碳建築)



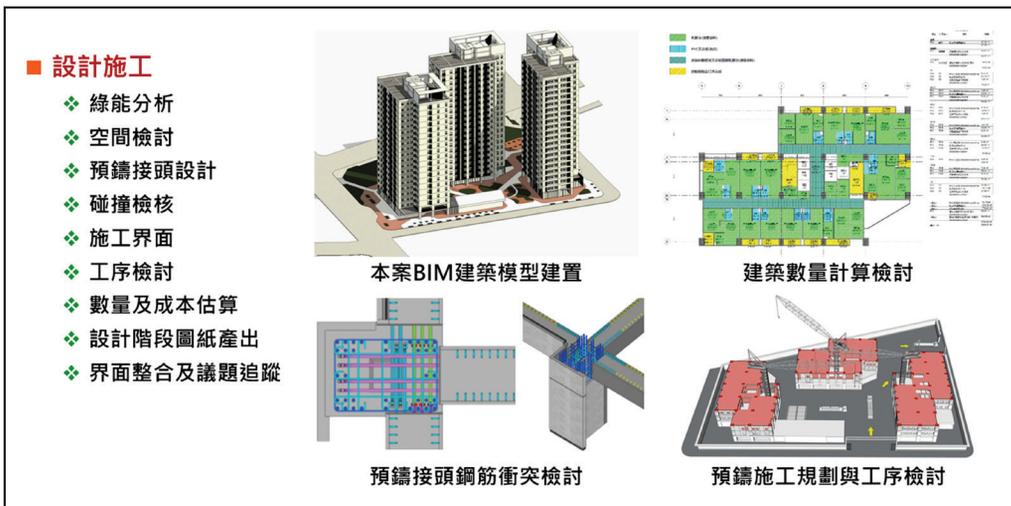
資料來源：本文整理

圖 8 建築預鑄工法的應用



資料來源：本文整理

圖 9 低碳水泥及系統模板工法的應用



資料來源：本文整理

圖 10 BIM 技術的導入及應用



資料來源：本文整理

圖 11 節能設施導入及應用



六、結語

我國從1999年綠建築推動開始，到2050年達到近零碳建築，是從綠建築的基礎架構上，逐步提升建築外殼、設備效能及導入低碳工法等的手法，先從建築節能50%達到「近零碳建築」，再輔以各種再生能源設施或外購再生能源憑證，來達到碳中和至零碳排，最終達到邁向「淨零建築」。^[5]

由於建築物使用中持續有能源消耗使用，加上台灣地區受限地理氣候條件，能提供再生能源如太陽能或風力發電等場所面積有限，要達到「淨零建築」的目標，未來仍需持續精進節能技術，導入循環建築、低碳工法等方式，依各案特性適時導入應用。

本文綜整綠建築至近零碳建築案例，及淨零碳建築、低碳工法、能效評估與綠建築等新材料、新工法、新技術等作法，提供具體實踐可為減碳淨零與生態友善的的營建工程提供參考，未來工程業可結合綠色工法、材料及技術搭配綠色能源使用，達到以工程技術為始，淨零建築為目標，成為地球永續的把關者，共同朝淨零建築目標邁進。

參考文獻：

1. 內政部建築研究所：綠建築評估手冊-基本型 2023 版
2. 內政部建築研究所：住宅建築能效評估概論
3. 內政部：智慧 建築推動方案修正核定本
4. 國家發展委員會：2022 年 3 月 30 日。台灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明
5. 內政部建研所：2024 年 5 月 7 日 綠建築發展與淨零轉型策略



從淨零排放談能源管理系統

新鼎系統股份有限公司智能事業群助理總工程師 / 吳哲仁

關鍵字：淨零排放、溫室氣體盤查、能源管理

摘要

鑑於氣候變遷日益加劇，全球已有130多國提出「2050淨零排放」的宣示與行動。中華民國台灣也呼應此一全球趨勢，於2023年1月經立法院三讀通過《溫室氣體減量及管理法》修正為《氣候變遷因應法》，並納入2050年淨零排放目標，訂定一系列的管理機制，對外展現我國邁向淨零排放目標之決心，對內也建構更為韌性的氣候法制基礎。

本文將分享全球淨零趨勢、台灣永續政策、碳管理要求、ISO 50001能源管理標準，以及中鼎集團旗下新鼎公司，如何以自行開發的「Mr. Energy能源管理系統」，協助企業進行能源管理，落實減碳目標。

世界各國對溫室氣體之相關協議與承諾

1980年代末期，全球已意識到氣候變遷的危害，創建《聯合國氣候變遷綱要公約》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC），作為全球溫室氣體減量談判的主要機制；並制訂了多項協議書，自1997年的《京都議定書》（Kyoto Protocol），到2015年的《巴黎協定》（Paris Agreement），無一不是要求各國承諾降低溫室氣體排放，以限制全球溫度上升在一定的範圍內。

《巴黎協定》的簽訂代表了讓全球升溫控制在1.5°C之內的科學概念正式與國際政策接軌，氣候變遷議題進入了新的階段，各國都必須更積極推動降低溫室氣體

排放的措施。為了達成此目標，全球必須於2050年達到淨零排放，並持續將二氧化碳從大氣中移除，已成為國際共識。

台灣政府因應政策

行政院環境保護署於2015年7月公布及實施「溫室氣體減量及管理法」，且於2021年提出修正草案「氣候變遷因應法」，並於2023年1月10日立法院三讀通過，承諾納入2050年淨零排放目標、明訂主管機關權責、成為未來氣候治理的主要法源，並確定未來徵收碳費且專款專用。從政府頒佈的「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」中，也確認2050年的目標，與世界潮流將全球升溫控制在 1.5°C 的淨零排放目標完全一致（如圖1）。至此，台灣已成為繼日本、南韓之後，將淨零排放入法的第三個亞洲國家。

行政院金融監督管理委員會也提出「上市櫃公司永續發展路徑圖」，分階段要求所有上市上櫃公司應完成「溫室氣體排放量盤查及查證」，並逐步揭露溫室氣體排放資訊至與公司合併財務報表範圍相同。各階段之時程如圖2：

透過這些法令的推動，企業必須揭露並經過第三方機構查證溫室氣體排放，這僅是達成淨零排放的第一步，企業隨之必須遵循及訂定減碳目標，以達到企業永續發展的目標。

碳費開徵

環境部於8月29日公告「碳費收費辦法」、「自主減量計畫管理辦法」及「碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標」碳費3子

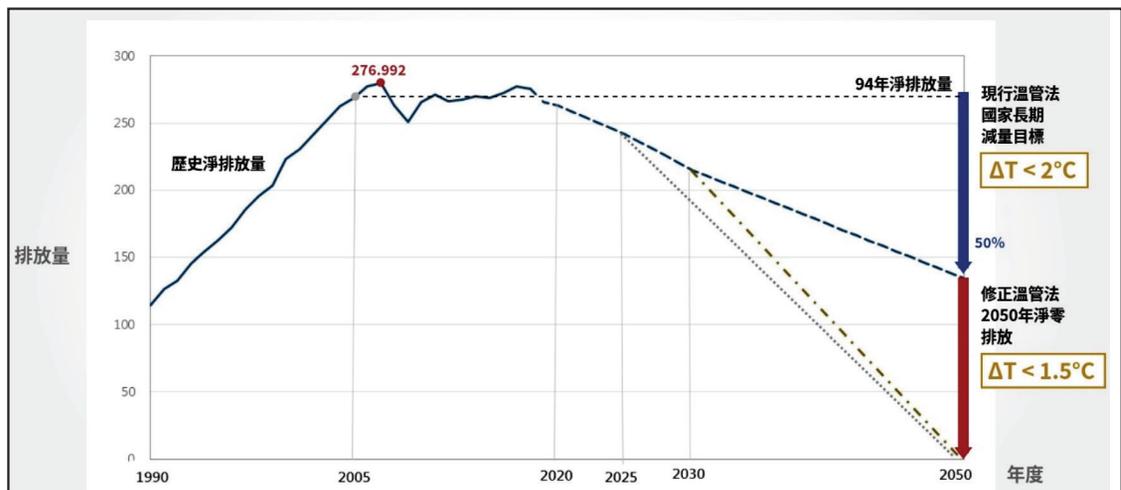


圖1 國家長期減量路徑規劃圖（圖片來源：國發會臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明_簡報）



圖 2 上市櫃公司永續發展路徑圖

法草案。而大家最關心的費率問題，則在2024年10月7日第6次碳費審議會中，通過一般費率每公噸300元，免徵額度為2.5萬公噸CO₂e，初步徵收對象以年排放量2.5萬公噸CO₂e以上的電力業、燃氣供應業及製造業為主，約500家工廠，明年5月採試申報，2026年正式開始收費。

舉例來說，若某工廠年碳排量为10萬公噸CO₂e，則其碳費計算應為：
 $(100,000-25,000)*300=22,500,000$ （元/年）

企業可以自行提出「自主減量計畫」來降低碳費，若企業選擇最高標準的自主減量計畫，優惠費率A（行業別指定削減率）每公噸為50元，優惠費率B（技術標竿指定削減率）則為每公噸100元。

以上政策，顯示政府已顧及經濟發展，中小企業暫時沒有碳費的壓力，而大型企業則必須投入更多的人力、資金，投資在節能

減碳的工作上，除了節省自身的能源費用，還可降低碳費，甚至透過「自主減量計畫」來降低碳費費率。

做好碳管理的第一步 - 溫室氣體盤查

要做好管理，便先要有數據，因此金管會對於上市櫃公司的第一個要求，也是要進行溫室氣體盤查，所有上市櫃公司依照規模，分批都有必須完成的時程，最晚要在2027年完成揭露。

筆者實地訪查多家上市櫃公司，其實幾乎都是在金管會規定的時程前就已經完成了，可見此政策在上市櫃公司接受度極高。以中鼎集團為例，除中鼎工程早已完成溫室氣體盤查，各子公司也於2023年都完成了，而且都經過第三方認證。

溫室氣體盤查的重要性在於確保我們能夠準確了解組織內溫室氣體排放的情況，從

而制定有效的減排策略。盤查有助於企業制定政策，準確的盤查數據是制定和實施減排政策的基礎。同時確定排放來源，了解哪些活動是主要的溫室氣體排放來源，才有辦法針對這些來源採取行動。

而溫室氣體盤查需要大量的數據資料透過人力的收集、整理、建檔、歸檔，進一步執行分析、解構、模擬預測，提出減碳策略儼然已成為各大企業推動永續經營的重要的一環。

一般溫室氣體盤查皆為一年進行一次，如此持續監測排放數據，可以觀察排放趨勢。但一年一次的統計，往往並無法與製程的改變做比對，甚至是因為溫室氣體盤查包含製程排放的部分，其細部資料屬於商業機密，因此只計算總數，這樣後續的分析、減碳工作規劃往往都非常的困難。

因此協助企業簡化執行流程，能夠有效率的達成溫室氣體相關數據及資料收集的作業，需要藉由建立智慧化的溫室氣體盤查系統，以輔助相關活動的運行與持續運作，並收集完整資訊，藉以確保減碳作為的有效性。有鑒於此，對於大型用戶而言，系統化溫室氣體盤查確實有其必要。

新鼎系統基於過去在大型工廠的經驗，收集企業進行溫盤作業時所面臨的問題，例如人工處理紙本表單、反覆查驗轉換係數、

計算過程中單位的轉換等等。基於客戶的需求開發溫室氣體盤查系統，除便利產業以系統化方式進行溫室氣體盤查的查證作業，且藉著對原始數據的梳理，協助企業將一年一次的溫盤結果，進展到可以逐月計算分析，對企業進行排放管理有極大的幫助。

降低能源消耗為首要工作

不論企業花多少精神在碳盤查上，最終的目的還是要減碳。而眾所周知，溫室氣體排放90%以上來自能源的消耗，不只在國際標準ISO 14064-1:2018的類別二是專指能源消耗，其他類別也大都與能源使用相關。因此要達成淨零排放的目標，最重要的就是降低能源消耗所造成的排放。

減少化石燃料之使用、發展再生能源是政府應積極推動的政策；而企業及個人能做且必須做的，就是節省能源，包含改善既有使用或消費習慣以提高能源使用效率、使用低消耗設備、節省不必要的能耗等。

對於大型高耗能企業而言，降低能源消耗已成為必要的工作。過去企業僅著眼於節省能源費用，但因應近年ESG的興起，企業必須投入更多的成本，為自身企業的永續發展及對社會責任的擔當而有所作為。但大型企業能源使用極為複雜，更與生產息息相關，如何不影響自身營業而降低能耗，有賴建立一個良好的能源管理制度與系統平台，以隨時掌握企業本身能源使用的全貌與



效率。

ISO 50001 能源管理

ISO 50001於2012年公布，為國際間能源管理的共同標準，透過PDCA（Plan-Do-Check-Action）循環的運行，讓公司或組織得以量化並有效管理能耗，找出能耗改善標的、透過改善增進能源使用效率、持續精進能源管理成效。

在管理面，ISO 50001可以逐步改變企業文化，不斷提升能源效率與能源績效，讓能源效率的觀點深深嵌入每日的決策機制中；由於人是執行系統最大的變數、也是成功與否的關鍵因素，將能源使用效率與個人績效結合，有助於激勵員工為實現節能目標做出貢獻。

在技術面，ISO 50001規範在計畫的時程內監督、量測與分析其能源績效，由於能源績效監測的工作複雜度較高且需耗費較多人力，因此有賴一個完整的資訊系統，連結現場資料收集元件，讓各部門即時瞭解其能耗狀況與能源績效。

同時，能源績效經常無法單純透過量測設備直接取得，對於不同的能源績效指標，必須透過特定的方法學、演算法或數學模型運算後得知，一個能提供相關能源績效指標運算及分析的平台就特別重要。

新鼎 Mr. Energy 能源管理系統

企業要落實能源績效管理，必須有一套完善的工具，能夠運用最少的人力，進行耗能資料的分析，找出最有效的管理方法。由中鼎集團旗下新鼎公司開發的「Mr. Energy能源管理系統」，即是一套高度成熟的商品，在業界已建立卓越口碑。本系統近幾年已成功導入晶圓廠、封測、面板廠、石化廠等各產業領域的龍頭企業，已獲40幾座高耗能工廠採用。本系統的優勢，在於可以使用系統化與自動化的方式，並依據ISO 50001標準，將複雜而重複性的能源管理工作予以簡單化，不僅可以降低企業在實施能源管理系統的人力與成本，更可大幅降低人工統計難以避免的疏漏與失誤。

Mr. Energy系統，可將全廠生產機台、公用設施之能耗資訊都納入管理；操作人員可藉此掌握各系統或單機的即時能耗指標，以了解能源使用績效，更可透過長期的數據紀錄進行分析，及早發現問題並做出改善；同時，透過本系統的內建視覺化模組，更可依使用需求調整、進而建構出符合各領域客戶的專屬能源管理系統，使能源管理的工作更容易納入日常作業中，以達到節約能源、落實減碳的目標。

此外，Mr. Energy也延伸至溫室氣體盤查領域，將溫盤系統納入Mr. Energy的架構中，藉溫盤系統與Mr. Energy能源管理系統的結合，將有助於企業後續進行溫室氣體減



量工作的規劃與績效驗證，推動企業對溫室氣體排放管理的持續性。除新鼎既有的大型客戶之外，兼顧中小企業的需要也是我們的發展目標，透過各個不同模組的搭配，可輕量簡化降低產品入門門檻，滿足各種不同的需求。

展望未來，中鼎集團也將持續透過創新技術的研發，不斷精進節能減碳技術，協助業主落實減碳目標，穩步邁向淨零排放願景。



3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用

新鼎系統股份有限公司智能服務部副總工程師 / 屠樹仁

關鍵字：連續製程、3D 掃描技術、非接觸式測量、設備更新、逆向工程、工業 4.0、數位化轉型、淨零排放

前言

在全球經濟持續發展與環境保護日益重要的背景下，製造業正面臨提高生產效率、提升產品品質、實現環境永續和創新能力等多重挑戰。生產線的連續性對企業維持市場競爭力和盈利能力至關重要。連續製程（Continuous Process）生產線，如鋼鐵、玻璃、石化、水泥和造紙等行業，由於其特殊的製程要求，一旦啟動便不易停機。停機不僅會導致設備損壞和生產效率下降，還可能引發安全風險和經濟損失。同時，全球對於淨零排放（Net Zero Emissions）的關注，使得製造業必須尋求更環保的生產方式，以達成減少碳足跡的目標。

隨著工業 4.0（Industry 4.0）和數位化

轉型（Digital Transformation）的推進，先進技術在製造業的應用逐漸普及。其中，三維（3D）掃描技術的興起，為連續製程生產線的更新與維護提供了新的解決方案。3D 掃描技術利用雷射（Laser）或結構光（Structured Light）等方式，對物體進行高精度的三維資料採集，生成數位化的模型。這項技術不僅能提高測量精度和效率，還能降低停機時間，提升安全性，並在實現淨零排放方面展現出潛力。

本文將探討 3D 掃描技術在連續製程生產線更新中的應用，分析其優勢，並深入案例研究，闡述其與淨零排放目標的關聯性。期望為製造業提供實用的參考，助力企業在競爭激烈的市場中保持領先地位，同時為環境保護作出貢獻。

一、連續製程的特點與現實考量

品質的一致性以及高投資成本。(圖1、圖2)

(一) 連續製程的定義與重要性

連續製程是指生產過程必須在穩定、連續的條件下進行，以維持特定的製程參數和產品品質。這種生產方式廣泛應用於需要高溫、高壓或連續化學反應的行業。其特點包括高連續性要求、生產製程的穩定性、產品

品質的一致性以及高投資成本。連續製程需要生產過程一旦啟動，就長時間不間斷地運行，以確保製程參數的穩定，如溫度、壓力和化學反應條件。這對於維持產品品質的一致性至關重要，因為任何中斷都可能導致產品品質的變異，進而無法滿足客戶的品質需求。

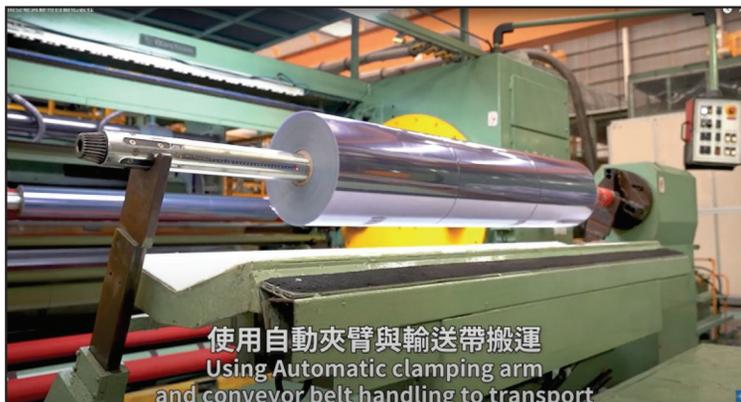


圖 1 國內常見的連續製程 1: 塑膠布 (資料來源: 南亞塑膠加工事業群頻道)



圖 2 國內常見的連續製程 2: 鋼鐵加工 (資料來源: 中鋼集團官方網站)



(二) 典型連續製程案例

以鋼鐵製程中的高爐煉鐵為例，高爐需要在高溫環境下，利用還原劑將鐵礦石還原成生鐵。這一過程需要持續維持高溫環境，停爐會導致爐內熔融鐵水和熔渣凝固，損壞爐襯，且重新啟動困難，需長時間預熱，耗費大量能源和時間。同時，高爐一旦停產，將影響鋼鐵供應鏈的穩定性。

玻璃製造中的玻璃熔窯也是如此，熔窯需維持高溫，以將石英砂等原料熔融成玻璃液。停窯會導致熔融玻璃凝固，損壞窯爐內襯，溫度波動也會影響玻璃的透明度和強度，進而影響後端產品的生產。

石化生產中的裂解爐，在高溫高壓下將重油等原料裂解成輕質化合物。突然停機可能導致壓力異常，引發爆炸等安全事故，且熱應力變化可能損壞爐管和內襯，造成經濟損失。

水泥生產中的旋窯需要在高溫下將石灰石等原料煅燒成熟料。停窯導致物料結塊，清理困難，重新啟動需要大量能源升溫至操作溫度。

造紙生產線需要紙漿經過一系列連續工序，最終形成紙張。停機會導致紙張厚度和品質不均勻，紙漿可能乾涸，造成設備堵塞。連續生產則能降低單位生產成本，提高

經濟效益。

(三) 連續製程停機的影響

連續製程的停機會帶來多方面的負面影響。當停機發生時，高溫熔融物質會凝固，可能損壞設備的內部結構，導致維修和更換成本高昂且所需時間長。此外，生產效率和產品品質也會隨之下降，因為生產中斷會導致產品品質不穩定，增加次品或廢品的產生，進而影響後續的加工流程與產品交付。環境中安全風險的增加也是不可忽視的因素，倉促的停機可能引發高溫高壓設備的安全事故，對人員和設施構成嚴重威脅。經濟損失方面，停機期間的產能損失以及設備維修和更換的直接成本，將對企業的整體經濟效益產生負面影響。

(四) 小結

綜上所述，連續製程生產線的不易停機性，對企業的生產管理和設備維護提出了嚴峻考驗。為了維持生產的連續性和穩定性，企業需要尋求新的技術手段，降低停機風險，提高維護效率。

二、傳統施工方式的局限性分析

(一) 傳統施工方式介紹

傳統的生產線更新與維護方式通常包括



圖3 傳統施工下的各種情境

現場測量、停機施工、設計、製造、現場安裝及試車等步驟。在現場手工測量階段，使用測量工具對設備和環境進行手動測量，此過程需要人員進入現場並停機以保障安全。施工階段同樣需要停機進行。設計與製造階段則根據手工測量的數據進行設計，繪製圖紙，製造新的設備或部件，可能需多次修改設計。最後，在現場安裝與試車階段，將新設備安裝到生產線上，並進行試車和驗證。(圖3)

(二) 傳統施工方式的局限性

傳統施工方式存在多方面的局限性。需要長時間停機，不僅影響生產連續性，還會造成產能損失。手工測量精度低，容易出現

誤差，導致設計不準確並增加重工風險。施工週期長，現場測量、設計、製造、安裝等環節耗時，進一步延長了停機時間。此外，這種方式的安全性較低，因為人員需進入高溫、高壓或有害環境，存在安全隱患。協同效率亦不高，多部門之間缺乏精確的資料共享，溝通不順暢，容易產生錯誤。成本增加也是一大問題，測量誤差導致設計錯誤，需要重新製造和安裝，手工測量和施工需要投入大量人力資源。

(三) 小結

傳統施工方式的局限性，使其難以滿足現代連續製程生產線高效、安全的更新與維護需求。企業亟需新的技術手段，提升施工

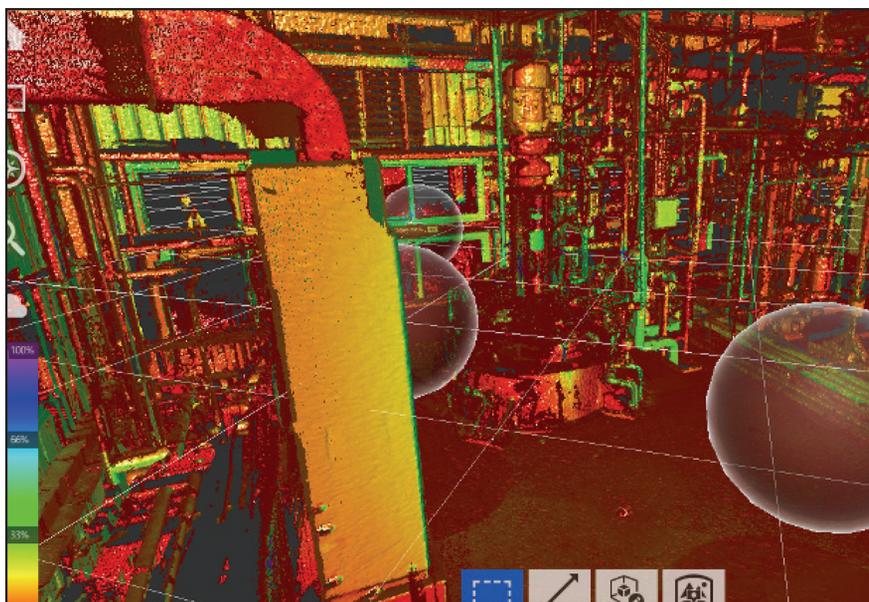


圖 4 3D 掃描技術應用於工廠

效率和精度，減少停機時間和工安風險，並在降低能源消耗方面取得進展。

三、3D 掃描技術在生產線更新中的應用優勢

(一) 3D 掃描技術的原理與應用

3D 掃描技術 (3D Scanning Technology) 利用雷射、結構光或攝影測量技術，對目標物體進行高精度的三維資料採集，生成數位化的點雲模型。其應用包括非接觸式測量、高精度資料獲取、資料處理與建模以及數位化檔案管理。(圖4)

在非接觸式測量方面，3D 掃描技術可以

遠距離操作，在安全距離外對設備和環境進行測量，避免人員進入危險區域，並且不影響生產線的正常運行，保障生產連續性。高精度資料獲取方面，3D 掃描技術可達到毫米級甚至微米級的測量精度，全面覆蓋複雜結構和細微細節，形成完整的三維模型。

在資料處理與建模方面，利用掃描資料進行設備或環境的建模，為設計提供準確的參考，可以進行逆向工程 (Reverse Engineering)。在數位模型中進行設備安裝模擬，進行干涉檢查 (Interference Check)，提前發現潛在問題。數位化檔案管理方面，建立設備和設施的數位檔案，便於未來的維護和升級，資料可共享給多個部門和合作夥伴，提高協作效率。



（二）預製施工的流程與優點

預製施工的流程包括現場掃描、資料處理、設計與模擬、預製和現場安裝。

1. 現場掃描：使用 3D 掃描工具對現場設備和環境進行全面掃描，獲取高精度的點雲資料。
2. 資料處理：將掃描資料進行處理，生成精確的三維模型。
3. 設計與模擬：基於模型進行設備設計和安裝模擬，進行干涉檢查，確保設計的可行性。
4. 預製：根據設計圖紙進行設備或部件的預製，確保尺寸精確。
5. 現場安裝：在短時間內完成設備的安裝和試車。

預製施工的優點包括：

- 減少停機時間：企業可以在不停機的情況下完成測量和設計，僅需在安裝時短暫停機。
- 提高測量精度：3D 掃描技術提供高精度資料，減少設計和製造誤差。
- 提升安全性：非接觸式測量避免人員進入危險區域，降低安全風險。
- 加速設計流程：逆向工程加快了設計和製造流程，縮短專案週期。
- 降低成本：減少重工，縮短專案週期，降低人力和時間成本。

（三）小結

3D 掃描技術的應用，大幅度提升了生產線更新與維護的效率和安全性。預先掃描場地並進行預製施工，使企業能夠在最小化生產中斷的情況下，完成設備的更新與升級，同時減少能源消耗。

四、傳統施工方式與 3D 掃描技術應用的比較研究

（一）停機時間的比較

傳統施工方式需要長時間停機進行測量和施工，對生產造成較大影響，停機時間可能長達數日甚至數周，生產中斷對生產計劃和產品交付造成嚴重影響。相對而言，3D 掃描技術應用可以在不停機的情況下完成測量與設計，僅需在安裝時短暫停機，停機時間大幅縮短，對生產計劃影響最小。

（二）測量精度的比較

傳統施工方式中，手工測量精度受限，容易出現尺寸偏差，導致設計不準確，增加重工風險。3D 掃描技術應用則提供毫米級或更高的測量精度，確保設計準確性，精確的三維模型支持精確的設計和製造，降低了重工和試車時間。



（三）安全性的比較

傳統施工方式中，人員需進入高溫、高壓或有害環境，存在安全隱患，長時間的現場施工增加了意外事故的可能性。3D 掃描技術應用則透過非接觸式測量，避免人員暴露於危險環境，縮短現場施工時間，降低事故發生概率，提升了人員安全保障。

（四）協同效率的比較

傳統施工方式中，手工記錄的資料難以共享，部門之間溝通效率低，資訊傳遞不順暢，導致設計和施工錯誤。3D 掃描技術應用則提供了數位化協同的可能，數位模型可在多部門之間共享，提高協作效率，資訊透明，減少誤解和錯誤。

（五）成本效益的比較

傳統施工方式中，長時間停機、重工和人工成本增加了總體成本，生產中斷和效率低下影響企業盈利。3D 掃描技術應用則透過減少停機時間和重工，降低總體成本，生產效率提高，增強企業競爭力。

（六）小結

透過比較研究可以明顯看出，3D 掃描技術在停機時間、測量精度、安全性、協同效率和成本效益等方面，均優於傳統施工方式。這為企業的生產業線更新與維護帶來了顯

著的優勢。

五、案例分析

（一）生技製藥廠的應用案例

以國內台南某生技製藥廠區為例，該廠區生產的藥粉原料離心機運行時間以月份為單位排定，維修時間每次約2至5天，且由於訂單排程的變動，停機時間可能隨時取消或臨時調整以更換原料桶。此外，廠區環境複雜，缺乏紙本設計圖，並存在刺鼻異味與腐蝕性物質，增加了傳統施工方式的難度與安全風險。採用3D掃描技術中的點雲建置技術後，該廠區能在任意時間進行點雲掃描，而無需等待預定的停機時間。掃描後的3D點雲資料回傳至公司內進行建模、設計、點料與預製施工，最終僅需在預定的停機時間安排工班與工程師到現場進行施工測試。此技術的應用不僅使量測尺寸時間不受限制，重工機率降低，設計人員無需親自到場參與，且預製施工可通過預訓練提升安裝人員的工作速度，更透過縮短停機次數和提高施工效率。(圖5、圖6)

（二）塑化廠的應用案例

以台灣中部某塑化廠製程為例，該廠區主要產品為塑膠布膠捲，每次生產時間為20分鐘到15天不等。生產過程包括原料高溫攪拌混合後押出成塊狀，接著經過數個滾筒滾



圖 5 運用點雲技術建模進行設計



圖 6 手動比對角度

動延展至極薄的布料，整個生產過程不能中斷，否則會導致布料斷裂。此外，生產過程中會產生塑化劑氣體與粉塵，環境高溫且汙染嚴重，增加了工作環境的危險性與設備維護的難度。

採用3D點雲技術後，塑化廠能夠在任意時間進行設備的點雲掃描，而無需等待預定的停機時間。透過點雲建置技術，量測設備角度可透過模擬計算完成，設計安裝模具時

不需在現場反覆進行安裝測試。由於生產環境高溫且汙染嚴重，傳統方法需等待停機進行測量，這不僅延長了停機時間，還增加了安全風險。使用3D點雲技術後，設計人員可以遠程進行設計工作，僅在必要時安排短暫的停機進行施工測試。此技術的應用使得量測尺寸時間不受限制，重工機率降低，設計人員無需親自到場參與，且預製施工可透過預先訓練以提升現場安裝人員的工作速度。(圖7)



圖 7 手動比對角度

(三) 效益的量化分析

透過上述案例，可以看出3D掃描技術在環境效益方面的貢獻。我們以生技製藥廠和塑化廠的案例為例，進行分析：

減少產能降低：

產線須配合設計單位暫停生產，每次停機配合量測後再度開機時間約需要1~3個工作天估計，每多一次停機則損失3~10%的產能，且連續製程由於連續生產的特性，須配合停機時間調整產品類別(考量每次停機時間，安排合適生產長度的產品)，使得停機的損失進一步擴大。採用3D點雲掃描後可以避免停車，並且由施工單位配合排定於固定歲修時間進行長時間施工一次完成，將可避免維修、更新帶來的產能損失。

降低設計單位成本：

設計單位不需反覆前往現場，預製單位與組裝單位可以尋找當地廠商配合。

減少碳排放：

減少反覆啟動產線帶來的能量損耗，高溫製程不需反覆升降溫。

減少材料浪費：

由於測量精度提高，材料使用更精確，減少重工消耗材料，減少製程停機與開機時產出的廢料。

(四) 小結

這些實際案例指出3D掃描技術在連續製程生產線的維護與更新中，不僅提高了效率和安全性，還為企業帶來了經濟和環境的效益。透過縮短停機時間、提高測量精度、提



升協同效率和降低總體成本，3D掃描技術也為企業實現淨零排放目標提供了有效的技術支持。

六、結論

本研究探討了3D掃描技術在連續製程生產線更新與維護中的應用，並通過具體案例分析了其帶來的多方面效益。隨著製造業數位化和智慧化轉型的推進，企業面臨著提升生產效率、確保產品品質以及實現環境永續的多重挑戰。連續製程生產線因其運行的連續性和高投資成本，使得停機維護成為一項複雜且高風險的任務。

傳統的施工方式雖然在過去長期被廣泛應用，但其在測量精度、施工效率、安全性及成本控制等方面存在顯著的局限性。長時間的停機不僅影響生產連續性，還帶來高昂的經濟損失和安全風險。此外，手工測量的不準確性和施工過程中的反覆修正，進一步增加了生產成本和時間消耗。

3D掃描技術的引入，為這些問題提供了有效的解決方案。通過非接觸式的高精度測量，企業可以在不停機的情況下完成設備和環境的資料採集，進行精確的設計和預製加工。這一技術不僅大幅縮短了停機時間，降低了生產中斷帶來的經濟損失，還提升了施工的精度和安全性，增強了團隊協作效率。同時，3D掃描技術在減少能源消耗和碳排放

方面也展現出顯著的成效，對實現環境永續目標具有重要意義。

參考文獻

1. [Author(s)]. (2021). Industrial Perspectives of 3D scanning: Features, Roles and its Analytical Applications. *Sensors International*, 2(1), 100114. DOI: 10.1016/j.sintl.2021.100114. License CC BY 4.0.
2. [Author(s)]. (2020). Application of 3D laser scanning technology in engineering field. *E3S Web of Conferences*, 233, 04014. DOI: 10.1051/e3sconf/202123304014. License CC BY 4.0.
3. [Author(s)]. (2024). Facilitation of the 3D Scanning Process of Industrial Sites using a Self-Moving Autonomous Robotic System. *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the 15th International Scientific and Practical Conference*, 3. DOI: 10.17770/etr2024vol3.8131.
4. J.-F. Li, J.-H. Zhu, Qingsheng Tang, Qingsheng Tang, & Y.-K. Guo. (2007). Scanning method of robot-3D scanner system and its industrial application. *Guangdian Gongcheng/Opto-Electronic Engineering*, 34(2), 15-21.
5. [Author(s)]. (2022). Structural Stability Evaluation of Existing Buildings by Reverse Engineering with 3D Laser Scanner. *Remote Sensing*, 14(10), 2325. DOI: 10.3390/rs14102325. License CC BY 4.0.



深耕循環經濟領域 迎接氣候變遷挑戰

崑鼎綠能環保股份有限公司工程師 / 楊建邦
崑鼎綠能環保股份有限公司工程師 / 洪建皓
崑鼎綠能環保股份有限公司工程師 / 宋建財

關鍵字：循環經濟、中鼎、崑鼎、淨零排放、焚化廠、整改、節能、減碳、廢溶劑、回收再利用、再生水、海水淡化、太陽光電、儲能、綠電

前言

循環經濟（Circular Economy）是一種經濟與環境永續共生的系統，在經濟發展的同時兼顧環境永續與社會責任，達成永續發展（Sustainable Development）的目標。英國艾倫麥克阿瑟基金會（Ellen MacArthur Foundation）於2012年發表的循環經濟系統圖（圖1），將資源循環的概念總結並整合出一個有形的體系，從原有線性經濟（Linear Economy）「開採—製造—使用—拋棄」的開放系統中，導入循環的概念，形成循環經濟「製造—使用—循環」的封閉系統，藉由維護、再利用、再製造及回收等循環途徑，減緩與縮小物質與能量循環，使得資源的投入與廢棄物、汙染排放減量，延長資源的使

用壽命，減少浪費和環境負擔。

艾倫麥克阿瑟基金會於2019年發表的報告^[2]並指出，全球溫室氣體的排放量有55%來自於能源，45%來自於產品製造過程，產品製造過程中55%的溫室氣體排放可透過碳捕捉及封存等技術減少，剩餘的45%則必須透過循環經濟實現（圖2），資源循環於淨零排放（Net Zero）上的重要性由此可見，我國國家發展委員會已將資源循環零廢棄列為2050淨零轉型十二大關鍵戰略之一（圖3）。

崑鼎綠能環保股份有限公司隸屬於中鼎集團的資源循環事業群，30餘年來致力於推動資源循環，各項業務領域皆以循環經濟為主軸。下文將分享崑鼎於淨零排放所規劃的策略、作為與成效。

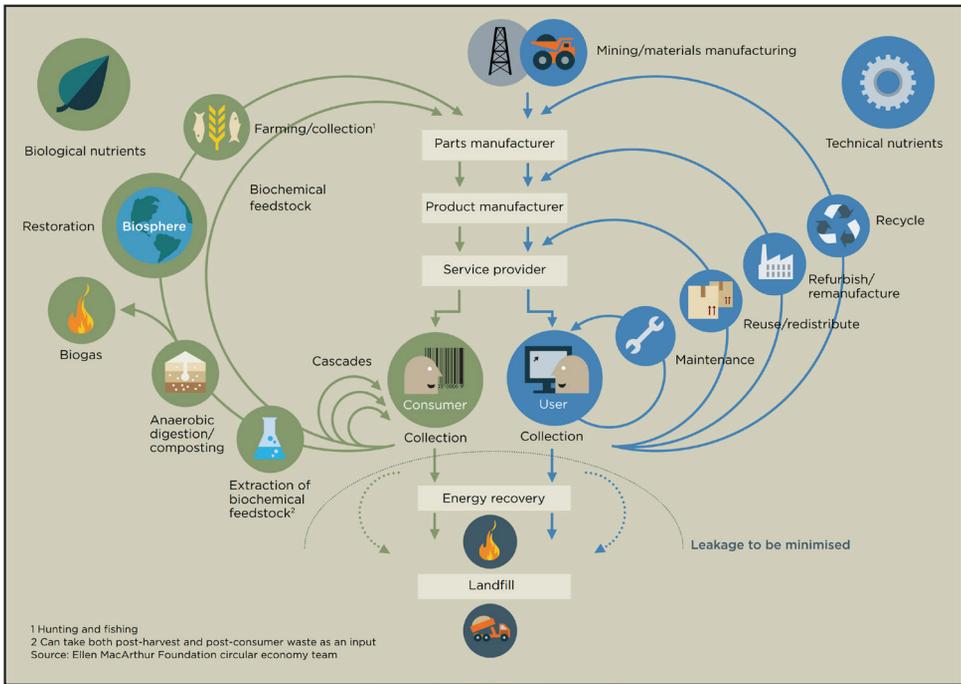


圖 1 循環經濟系統圖^[1]

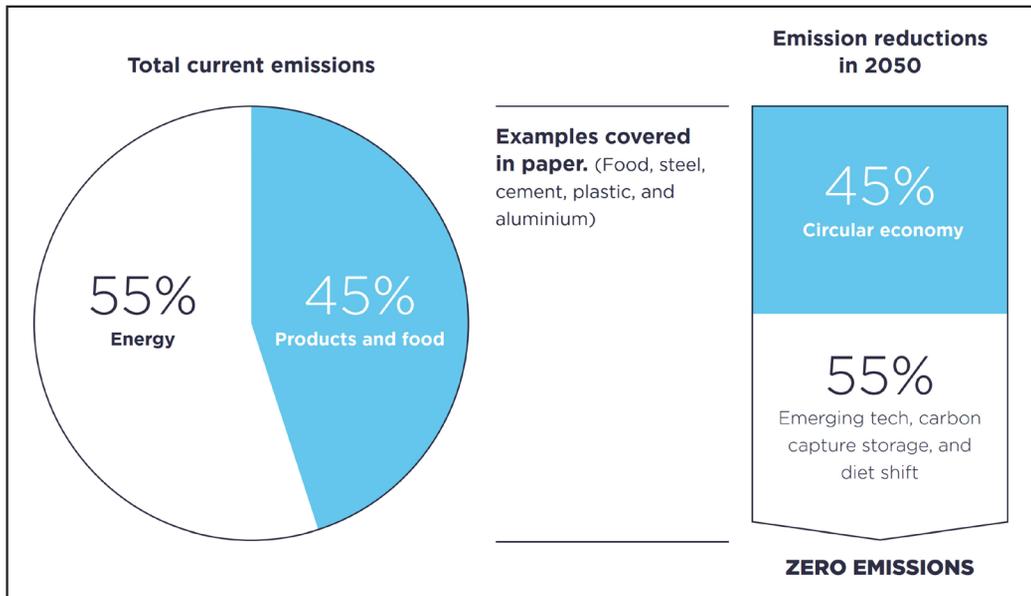


圖 2 溫室氣體排放來源及淨零排放作為



圖 3 台灣 2050 淨零轉型十二項關鍵戰略^[9]

一、短中長期減碳策略訂定

崑鼎成立永續發展委員會已逾10年，以統整各項永續淨零事宜；自2017年起，導入BS8001循環經濟標準，從資源管理領域逐步擴展到全業務領域，並於2020年榮獲全球第一張全業務領域通過循環經濟標準的查驗聲明。而為提升組織因應氣候變遷韌性，於2020年開始導入氣候相關財務揭露工作小組（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）之管理架構，每年進行營運相關之氣候變遷風險與機會分析，並加以管理以及擬定策略。

面對淨零排放的需求，崑鼎根據氣候相關財務揭露工作小組調研結果，針對擁有長

期營運控制權的生產據點，訂定減少碳排放量（範疇一直接排放及範疇二間接排放）的氣候績效指標，並依循母公司中鼎已通過驗證的「科學基礎減碳目標倡議（Science Based Targets initiative, SBTi）」，以2022年為基準年，針對崑鼎及具實質營運控制權之子公司，擬定短中長期之減碳目標（表1），以符合巴黎協定（Paris Agreement）將氣溫升幅限制在1.5°C以內之目標。崑鼎預計於2030年營運總部達成淨零，生產據點碳排放量下降30%，總體碳排放量相較基準年下降33%，最終目標於2050年時各生產據點亦達成淨零。為達成此一目標，崑鼎各單位據此擬定短中期與長期之減碳策略如下：

短中期減碳策略（2023-2030）：採用低碳

表 1 崑鼎營運總部與生產據點減碳目標

	短期	中期	長期
營運總部	2024 減碳 20%	2026 減碳 40%	2030 達成淨零
生產據點	2026 減碳 15%	2030 減碳 30%	2050 達成淨零

能源、綠色技術、智能化和碳捕捉利用及封存 (Carbon Capture, Utilization and Storage, CCUS) 技術開發及提高再生能源的使用。

長期減碳策略 (2030-2050)：採用儲能技術、使用去碳能源及碳捕捉利用及封存技術的應用，在投入各項減量努力後，如仍有當前技術限制而無法削減的碳排放量 (目標少於10%)，將適度購買碳權作為抵減，以達淨零目標。

二、多領域發展循環經濟

對於不同領域的循環經濟議題，崑鼎透過多年累積的經驗，並輔以科學化分析，於維護、再利用、再製造及回收等循環途徑中規劃出最適合的方案。

(一) 焚化廠維護整改

台灣現有的焚化廠大多已運轉近20年，設備雖有定期維護保養，但仍不免面臨設備老舊、能源效率低下等問題，因此整改工作重點聚焦於延長設備使用壽命與提升節能效果，但在廢棄物處理壓力下，各縣市環保局無法允許焚化廠長期停爐進行整改，因此，透過系統化的盤查及分析，針對較短的

停爐期程，聚焦於高用電量設備的優化改善，整合規劃各項節能減碳及利用餘熱的技術，應用於近期進行整改的焚化廠，成功延長設備的生命週期並提升能源利用效率。

1. 風機馬達

馬達是推動所有電力設備運轉的核心裝置，從節約能源為出發點，高效能轉動設備是現今國際發展趨勢，為了避免世界各國馬達效率標準不同，2008年國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC)公告國際效率標準，將效能由低至高分為IE1 (Standard Efficiency)、IE2 (High Efficiency)、IE3 (Premium Efficiency) 及 IE4 (Super Premium Efficiency)。

此外，於風機馬達增設變頻器，經由控制頻率，使轉動設備在輕負載下維持低轉速，且有緩啟動功能，可降低轉動設備啟動瞬間所需的電力，達到節電效果，亦可延長馬達軸承的使用壽命。變頻器的節電效果在功率大、長時間運轉且負載變化大的設備上表現最佳，包含誘引式抽風機馬達、一/二次風馬達、氣冷式冷凝器馬達及設備冷卻水馬達等，皆為長時間運轉且高耗電轉動設備。



以日處理量900公噸的溪州焚化廠及日處理量1,350公噸的岡山焚化廠為例，一次風機馬達整改後，每年可節電約40萬度/台；二次風機馬達整改後，每年可節電約30萬度/台。

2. 氣冷式冷凝器

面對氣候變遷、全球暖化帶來的高溫所導致之發電效率下降的挑戰，在不影響建築結構的前提下，計劃將氣冷式冷凝器（Air-Cooled Condenser, ACC）的換熱管束改為扁平管設計，以顯著提升熱交換能力，以台南城西焚化廠為例，經改善後，每噸蒸汽的發電量提升14.5%。

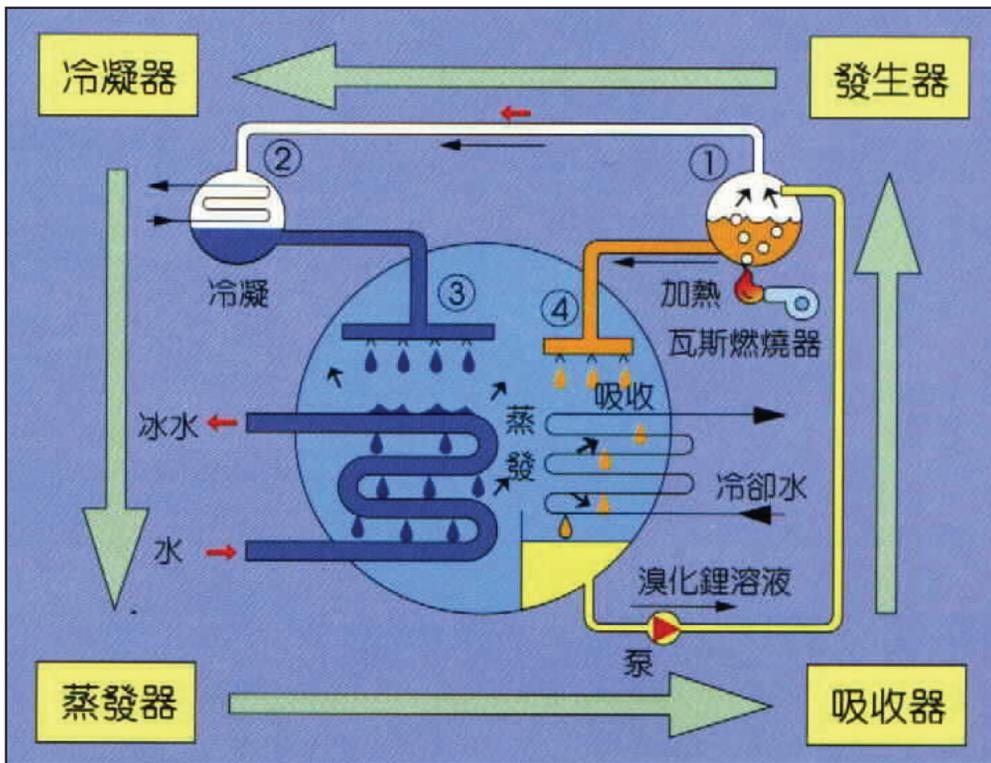
將風扇葉片由鋁合金更換為玻璃纖維（Fiberglass Reinforced Plastics, FRP）材質，因本體重量減輕，於相同運轉條件下可降低馬達耗電量。玻璃纖維是以高分子環氧樹脂為基體，並以玻璃纖維為增強體，經過複合工藝而成的複合材料，優點為單位强度高、耐腐蝕、抗老化、耐高/低溫環境、耐燃性、絕緣佳及低熱傳導率。玻璃纖維扇葉可依據現場環境設計最佳的扭曲度、弧度及安裝角度。以日處理量900公噸的溪州廠為例，更換12組玻璃纖維扇葉，於100% MCR（Maximum Continuous Rating, 最大連續功率）轉速下，平均可降低約18%的電力消耗，預估一年可節省100萬度電，日處理量1,350公噸的岡山廠將18組扇葉中的10組更換為玻璃纖維扇葉，預估一年可節省82萬度電。

3. 吸收式冰水機

傳統壓縮式冰水機是以電力驅動壓縮機製冷，為高耗能設備，以日處理量900公噸的溪州廠為例，於夏季每小時耗電約200度。吸收式冰水機是以水做為冷媒，不會有因使用氫氟碳化物（Hydrofluorocarbons, HFCs）洩漏而對全球暖化產生的影響，吸收式冰水機是在真空槽讓水滴附在冰水管上，藉由水蒸發的相變化所帶走的大量熱能來製造冰水，並以對水氣具有高吸收力的溴化鋰水溶液做為吸收劑，來吸收水氣以維持槽內的真空度，但隨著溴化鋰溶液中的水分增加，吸收效果會逐漸降低，因此需要用熱能將溴化鋰溶液中的水分蒸發，並將水氣冷凝後持續使用，構成一製冷循環（圖4），而焚化廠的餘熱正好以做為吸收式冰水機所需的熱能，無須額外提供熱能。以溪州廠為例，吸收式冰水機相比傳統冰水機可節電85-95%，增設吸收式冰水主機估算一年可節省102萬度電。

4. LED照明燈具

焚化廠為丙類危險性工作場所，廠房內照明相當重要，在環保節能的趨勢下，採用LED（Light-emitting Diode，發光二極體）環保產品取代傳統高耗能燈具。LED是由P（Positive）型半導體（電洞型）和N（Negative）型半導體（電子型）組成的晶片，當施加順向偏壓，電流流過時，電子與電洞會在P型半導體和N型半導體間的PN接

圖 4 吸收式冰水機循環^[4]

面 (Junction) 內結合，產生大量的能量，並直接將電能轉換為光能釋放出來，相較於將電能轉換成熱能再轉換為光能的傳統白熾燈光源，能更有效率地獲得光源。以岡山廠為例，全面更換成LED燈具後，根據各燈具的使用時間進行估算，一年節省57萬度電。

(二) 新建焚化廠整體規劃

全台首座新世代處理廠「桃園生質能中心」(圖5)目前已由崑鼎執行營運，透過廢棄物減量、再利用與回收的規劃，落實循

環經濟。該計畫整合多項國際先進技術，焚化發電效率高達27%，比傳統焚化廠提升超過三成；此外，焚化過程中產生的灰渣，也透過中心內的灰渣處理設施將灰渣轉換為控制性低強度回填材料 (Controlled Low Strength Material, CLSM) 再利用，達到廢棄物材料化之目的。另針對高含水率不適合焚化處理之廚餘，更導入國際先進的厭氧消化 (Anaerobic Digestion, AD) 技術，產生沼氣進行發電，其產生的沼渣與沼液亦具高度資源化潛力。桃園生質能中心廢棄物處理運作模式，完美地契合了政府加值化處理廢棄物的永續目標。



圖 5 桃園生質能中心廠房外觀

（三）廢溶劑回收再利用

電子零組件產業為台灣出口主力，製造過程中會使用諸如光阻液、顯影液、蝕刻液、丙酮及異丙醇（Isopropyl Alcohol, IPA）等化學藥劑及溶劑，使用後通常被視為廢棄物送入焚化爐處理。崑鼎旗下的耀鼎（圖6）針對其中的廢異丙醇發展出高值回收再利用技術，透過蒸餾分離技術，將5%低濃度的廢異丙醇提純至85%的工業級異丙醇，可再次做為工業級溶劑，用於清潔去污、調製化學原料、稀釋調勻塗料等用途；再搭配萃取精餾（Extractive Distillation）破共沸技術，以高沸點的萃取劑將水與異丙醇分離則可提純至99.5%的工業級異丙醇。

若進一步透過蒸汽滲透（Vapor Permeation, VP）膜分離技術（圖7），利用蒸汽滲透膜代替傳統的蒸餾、萃取和吸附等分離法，可突破過往技術上的瓶頸，尤其在針對少量或微量水分的脫除上更具顯著優勢。操作過程中僅藉由真空壓力和膜後壓力進行驅動，不須添加第三種成分，即可獲得高值產品並降低環境負荷，因此被視為潔淨科技（Clean Technology），相較於傳統技術，蒸汽滲透膜技術可節能75%以上，異丙醇回收率更可高達99%以上。

耀鼎投入廢溶劑的回收再利用業務，每年可回收約6,700公噸的廢異丙醇，加以提濃成工業級原料再回到市場供應鏈，提升資源



圖 6 耀鼎廠房外觀



圖 7 蒸汽滲透膜系統



使用率、提高廢棄物價值及延長產品生命週期，讓產品發揮更大的經濟效益，目前回收再利用異丙醇的碳排放量較原生異丙醇減少70.6%，不僅大幅降低對地球資源的耗損，同時每年減少4,900公噸的二氧化碳排放量。

耀鼎於2021年透過執行量化、減量以及取得外部減量額度的方式，以抵換本身營運所產生的碳排放量，依據國際通行的PAS 2060碳中和規範，通過英國標準協會（British Standards Institution, BSI）查證，達成全廠碳中和，使得大氣中的溫室氣體沒有淨增加，而成為全台首家宣告碳中和的化學原料製造業者，並首開全國先例，同時具有國際循環經濟及碳中和雙證書，一步一腳印實現淨零排放的企業目標。

未來將持續朝高值化電子級產品研發，並導入高科技廠回用。此外，崑鼎亦積極與學術單位進行廢洗邊劑（Edge Bead Remover, EBR）電子級回用技術的開發，以擴大服務範疇，也將因應高科產業對循環經濟的需求，結合各項再利用項目，協助打造零廢中心，並提供後續操作維護服務。

（四）再生水及海水淡化

為因應氣候變遷與全球暖化帶來的缺水問題，國家氣候變遷調適行動計畫（2023-2026年）針對科學園區及中南部等缺水地區，擴大推動再生水及海淡水等科技造水，

以多元水源開發強化供水韌性。崑鼎在既有水處理設施及再生水廠的操作營運外，亦拓展至高科技電子產業的廢水回用。如近期接手集團母公司中鼎興建的南科再生水廠的操作營運工作，本案是全球首座將工業廢水再生回用到半導體製程的水廠。水廠的水源來自半導體廠的製程廢水及南科綜水處理廠的放流水，透過軟化、砂濾、生物處理、超濾膜（Ultrafiltration, UF）與逆滲透膜（Reverse Osmosis, RO）等處理單元將水質淨化，穩定提供符合製程用水水質標準的高品質再生水，用到半導體製程。目前產水量為每日2萬噸，協助業主節省自來水量達30%，未來全期供水量預計可達每日6.7萬噸，在協助產業減少自來水使用量的同時，也間接減少大台南地區的用水壓力。

2024年，由母公司中鼎攜手崑鼎，並聯手國際知名水務及固廢領域專業廠商蘇伊士（SUEZ），以及宏華營造在海事工程的專業，共同得標「新竹海水淡化廠興建及操作維護案」，本案日產水10萬公噸，將直接併入自來水系統，供應民生使用並支援新竹地區高科技產業用水，以多元水源開發促進經濟發展。預計2028年完工，將成為全台公共工程首座大規模產水的海淡廠。

多項領先國際的海淡技術導入並優化製程，透過大幅縮減開發面積、減少化學藥劑添加及污泥產生、設置太陽光電及能量回收再利用等方式，達成節電17%、溫室氣體



圖 8 Lumberton 太陽光電廠

減排16%，相當於60座大安森林公園的減碳量。針對民眾關心的鹵水（高濃度鹽水）排放議題，則透過創新的鹵水再利用及減排技術，每年減少40萬公噸鹵水排放，並降低海水取用，友善海洋生態。並與陽明交通大學進行產學合作，進行二氧化碳於鹵水中反應提取礦物質等研究，以期轉化為商業產品，實踐循環經濟、維護生態。

（五）太陽光電、儲能及綠電交易

聯合國氣候峰會COP28，決議在2030年前將再生能源裝置增加3倍，加速推動全球綠電的發展。而台灣2050淨零轉型十二項關鍵戰略亦將太陽光電納入其中，因台灣有9成溫

室氣體來自燃料燃燒，為達到淨零減排，政府定下2025、2030、2050年再生能源對總發電量的占比分別為20%、30%、60~70%的短中長期目標，其中，太陽光電的規劃裝置容量目標，分別為2025年的20GW、2030年的30GW，以及2050年的40~80GW。

崑鼎在海內外擁有逾百座太陽光電廠投資與開發之經營實績，開發的總裝置容量達145MW，維護專案亦超過350MW，為國內少數可提供投資、開發、興建、營運到綠電交易一條龍服務的業者。其中，位於美國紐澤西州的Lumberton太陽光電廠（圖8）為崑鼎開發、投資、興建、營運，並擁有100%所有權與經營權，裝置容量9.5MW，佔地面



積近16.5萬平方公尺，是目前台灣廠商在美國東部的第三大投資案，Lumberton電廠自2016年4月併網啟用迄今，一年可提供無污染的綠色電力1,200萬度，並將再生能源憑證在紐澤西州的SREC(Solar Renewable Energy Certificates)市場中販售。美國紐澤西州眾議會並在2017年通過第249號決議案 (<https://legiscan.com/NJ/text/AR249/id/1621523>)，明確肯定Lumberton電廠為紐澤西當地每年減少23,000公噸的碳排放量，對減緩環境暖化貢獻良多。目前正在積極爭取Lumberton電廠二期擴充案，並尋求更多投資機會，期望能結合集團中鼎美國公司的在地優勢，成為美國主要的光電及儲能投資商。

再生能源供電因其有間歇性和波動性的先天限制，電力供應不穩定，對電網衝擊較大，透過儲能系統穩定電網、調節離尖峰時間用電，已成為全球能源轉型的發展趨勢。儲能系統的基本架構主要包括：電池系統 (Battery Energy Storage Systems, BESS)、電力調節器 (Power Conversion System, PCS)、能源管理系統 (Energy Management System, EMS)、高壓機電設備等。於2023年第四季，崑鼎投入的南崗工業區5MW儲能系統已併網參與台電動態調頻備轉服務 (Dynamic Regulation Reserve, d-Reg)，可協助電網快速穩定電力系統短暫的頻率變動，藉此提高供電穩定性與可靠度，提升電網韌性。

在綠電交易部分，在企業承諾目標及經常性契約容量達5,000瓩以上用電大戶條款所帶來的大量綠電需求下，崑鼎與政府及企業簽訂綠電轉供契約，交易量穩健提升，透過將電力轉供予政府或企業使用，滿足其綠電需求，協助其達成淨零排放目標。同時也發展綠電憑證，除供應集團內部淨零需求外，也可提供企業多元化的淨零服務。

結論

崑鼎做為循環經濟的實踐者，以「廢棄物處理、回收再利用、再生能源、機電維護整改」四大主軸業務均與淨零永續息息相關，並獲得顯著的節能減碳成效。崑鼎將持續透過資源循環業務的推動、拓展及綜效發揮，擴大影響力，為業主及政府提供多元且可持續的循環經濟解決方案，攜手應對氣候變遷，共同實現永續發展和淨零排放的目標。

參考文獻

1. Ellen MacArthur Foundation, Towards the circular economy Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition (2013).
2. Ellen MacArthur Foundation, Completing the picture: How the circular economy tackles climate change (2019).
3. 國家發展委員會，淨零轉型之階段目標及行動 (2022)
4. 柯明村，台北科技大學能源與冷凍空調學系，吸收式冰水機



建構智慧化統包工程技術 永續綠色工程管理

中鼎集團創研中心工程事業群助理總工程師 / 張泰源
中鼎集團創研中心工程事業群研發工程師 / 彭大倫

關鍵字：循環經濟、中鼎、崑鼎、淨零排放、焚化廠、整改、節能、減碳、廢溶劑、回收再利用、再生水、海水淡化、太陽光電、儲能、綠電

摘要

本文介紹了CTCI中鼎集團透過智慧物聯網（IoT）技術，推動統包工程智慧化管理的實踐與成果。IoT技術應用於工地管理，提升了人員定位、危險區域監控、車輛調度與器材保全等方面的安全性與管理效率。文章中詳述了IoT技術如何協助企業在環境（E）、社會（S）及公司治理（G）方面的進展，包括節能減碳、勞動條件改善與管理透明度提升等，並分享了具體應用案例，如人員定位管理系統（LMS）及危險區域人員管理，展示其對工安及ESG推動的助益。本文強調CTCI集團在智慧化工地管理中的技術創新及其對未來發展的影響，為實現永續綠色工程奠定了重要基礎。

前言

CTCI中鼎集團發展智慧化統包工程的關鍵在於導入資訊科技，而物聯網（Internet of Things，簡稱IoT）環境的建構則是第一步。IoT的建構，係將各種內建感測器的「物體」，藉由有線或無線技術串連起來，並透過網路來監控、處理並分析資訊，以推升工作效率。隨著大數據、區塊鏈、機器人（Robot）、RPA、工業無線技術、邊緣運算及雲端運算等新科技的發展與融合，進一步形成了智慧物聯網（Intelligence of Things）的概念。對企業而言，智慧物聯網無疑是蒐集經營過程中重要資訊的基礎應用工具，也是協助企業永續發展的關鍵技術。在經驗豐富的領導層作出最佳決策的支持下，推動

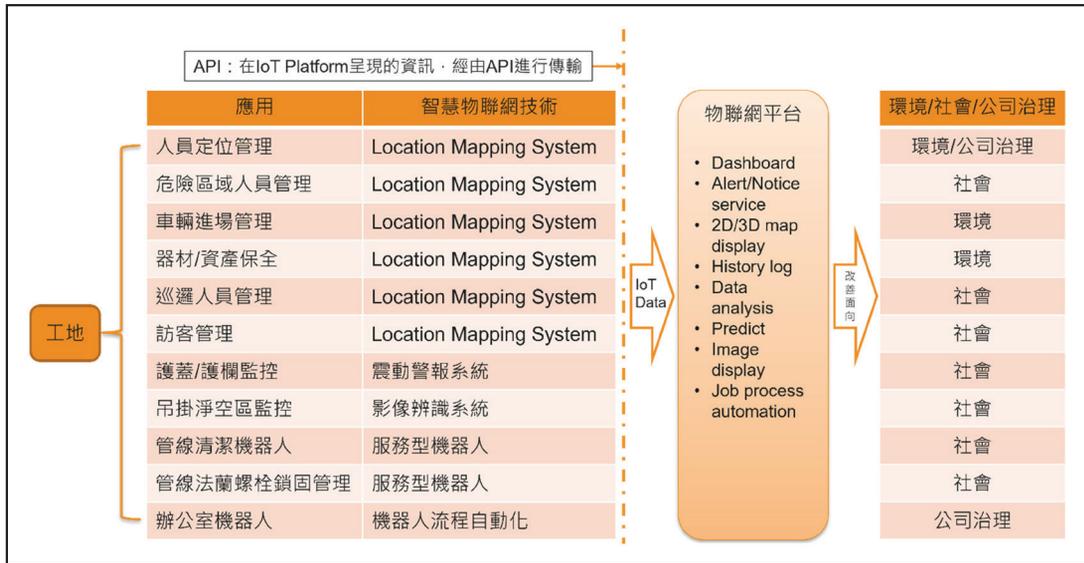


圖 1 工地管理議題對應 ESG 改善面向

ESG（環境、社會、公司治理）三方面的進步，並創造出安全且舒適的工作環境。本文將分享CTCI集團創研中心如何透過智慧物聯網技術，逐步實現工地的智慧化管理，實踐ESG。

一、智慧化工地管理 實踐永續發展

工地存在許多潛在危險，現場施工作業中，人員的出入、車輛進出、施工機具的分布及器材管理，工作性質各異，任何疏忽或分心都可能引發工安事件，這無論對當事者、家屬或公司而言，都是不希望看到的。因此，CTCI持續透過智慧科技的導入，蛻變為智慧化工地管理，進而提升工地安全。而除了工地安全，智慧科技對於ESG的推動，

亦有顯著助益。

在E面向，包含節能減碳、循環經濟、資源回收或再利用、廢棄物管理或減量、使用綠電、生態保育等；在S面向，則與勞動人權提升、勞動條件改善、性別平權、產品責任、隱私權維護、促進社會流動等相關；在G面向，則為可量化之績效與管理制度、法遵制度及架構、誠信及永續經營、風險管理、資訊安全、對外溝通與資訊揭露。因此，在工地善用AIoT技術，對ESG各面向的推動皆有顯著助益，如圖1所示。

二、智慧物聯網技術應用案例分享

結合圖1說明，以下試舉數例說明智慧物聯網技術對ESG推動的影響：

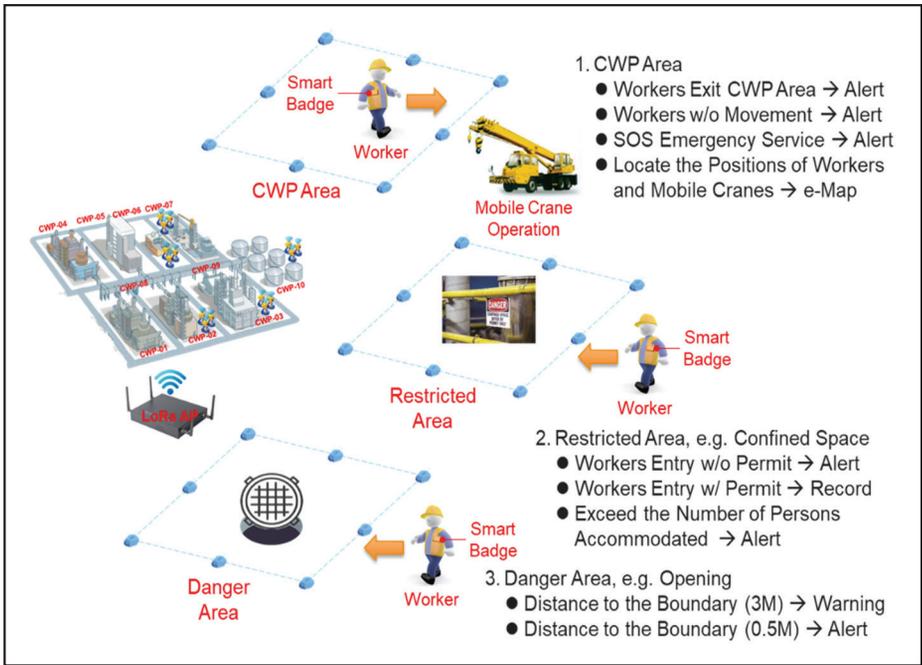


圖 2 工地危險區域管制

(一) Location Mapping System

為了實現工地智慧化管理，CTCI集團創研中心建立了LMS（Location Mapping System）系統。此系統採用了低功耗廣域網路技術LoRa（長距離無線通訊）和藍牙技術（短距離無線通訊）。使用者可以透過雲端平台獲取所需資訊，從而更有效地進行管理工作。

1. 工地人員定位管理（E面向-統計人員產出廢棄物；G面向-出缺勤可量化績效管理）：
利用人員隨身佩帶的定位識別證，及時掌控現場狀況，配合定點藍牙信標發送訊號

為定位基準，透過無線電回傳定位資訊，可掌握人員動態定位、建立電子圍籬、即時找尋特定人員、智慧考核出缺勤人數統計、工時統計、行為監測、發送求救訊號、鼓勵落實回收、歷史軌跡播放等功能，以維持工地秩序，使施工井然有序。

2. 危險區域人員管理（S面向-勞動條件改善）：

為避免人員誤入險境，如在工區地面有坑洞之處或進行重件吊裝區域，布置藍牙信標於外圍，透過後端平台進行安全距離設定，形成有如電子圍籬般的管制區域（如圖2）；工地人員一旦配戴定位識別證闖入管制區域，會觸發現場的聲光告警裝置，



並將相關事件訊息發送至後端平台和管理人員的行動裝置。同時，系統可在人員進入或離開該區時發出警示，以實現對安全區和危險區人員的管理。

3. 車輛進場管理（E面向-車輛進離場最佳路線規劃，避免因大型車輛移動堵塞等待/繞行時間）：
統計各類車輛應到實到數量與進離場時間、車輛與區域以及到位關係可配置規劃路線、登錄車號/型式與使用廠商等資訊於系統，於電子地圖顯示大型車輛的到位狀況，以及提供當日大型車輛管理報表。
4. 器材/資產保全（S面向-降低失竊及遺失，避免重複採購/製造/碳排放）：
貴重器材於收料儲放時配置定位卡，並登錄於後台系統。貴重器材發料前回收定位卡；若器材沒有回收定位卡而離開儲放區域，系統立即警示提醒倉庫人員。

（二）震動警報系統

透過感應器與物聯網（IoT）的部署，實現實時監控，進一步提高施工管理的安全性。

1. 護蓋/護欄監控（S面向-勞動條件改善）
我國重大職災的資料顯示，大多數的重大職災都屬於營造業墜落職災，雖然樓板開口或屋頂邊緣墜落的比例已大幅降低，仍有兩成左右的墜落地點是樓板開口。在施

工現場管理中，施工現場的穩健性安全及安全系統十分重要，因此本系統在護欄上裝設感應器，藉由感應器來掌握護欄之穩健性及護蓋口之偵測。然後再由感應器與物聯網（IoT）的部署做到實時監控，亦可透過數據的搜集，協助對於施工現場不熟悉之新員工或訪客，更加注意各個開口。萬一意外發生，系統也能即時通報，減少不安全開口之墜落事故、提高施工管理中的安全。（圖3）

（三）影像辨識系統

以物體偵測模型辨識人員的進出和管制範圍，違反警示規則，即發出警報，防止工安意外發生。

1. 吊掛淨空區監控（S面向-勞動條件改善）
本系統結合智慧影像辨識技術，提供物件影像識別與警示功能。將深度學習網路轉移至嵌入式邊緣平台，依據影像辨識之物件（如交通錐或警示牌），定義工程警示區域，並辨識警示區域內人員裝備是否符合規範。即時辨識的結果可根據需求設定發出聲音、燈光閃爍或簡訊的方式警示現場管理與工作人員，提供施工現場人工智慧技術輔助，降低職災風險，避免傷亡。（圖4）

（四）服務型機器人

開發應用於工地作業中的機器人，減少

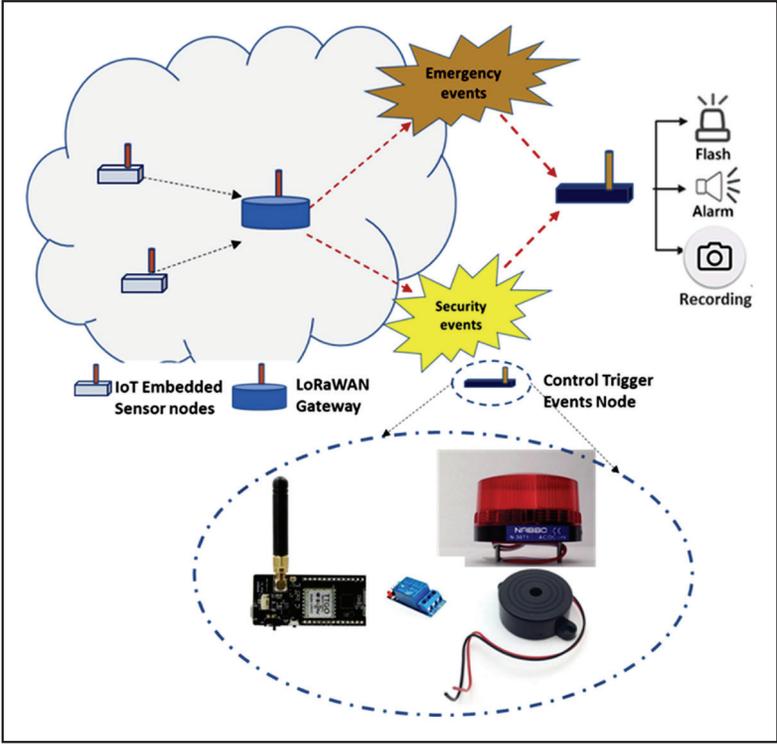


圖 3 觸發報警事件的 IoT 架構

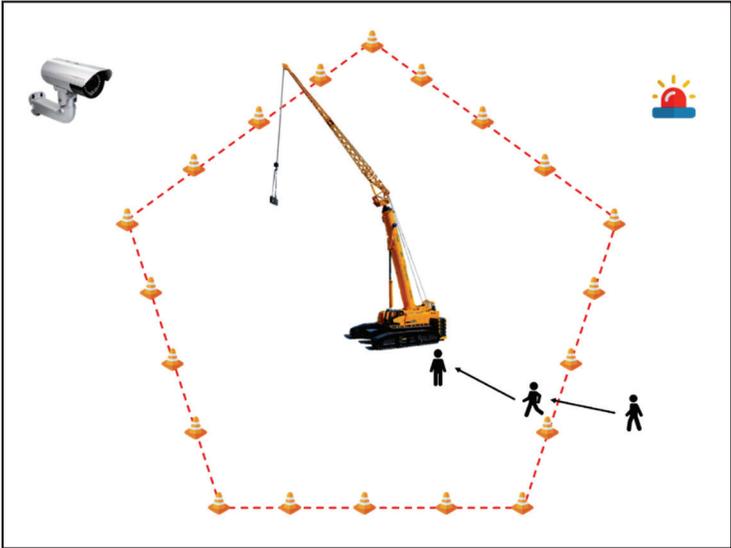


圖 4 施工警示系統之概念場景



圖 5 管線清潔機器人拍攝影像

人力作業，大幅降低職災風險。

1. 管線清潔機器人（S面向-勞動條件改善）

運用管線內部清潔機器人的影像系統功能，可直接看到管線內壁、閥內開合接縫處及銲道上殘留的銲渣影像，並利用毛刷/吹驅器/吸塵器，完成銲渣清除工作，即「看得到即清得到」。相較於傳統的工作模式中，因無法得知殘留銲渣之多寡，須由人員循管線路徑，以不會傷及管線表面之器械，敲擊接合處銲道使銲渣掉落，再吹出管線外，因此人員就必須穿梭於密集分布的管線區域，如遇垂直管線，更要搭設施工架以爬高作業，潛藏身體碰撞管線及高處墜落的風險。此機器人的開發，可降低上述風險，大幅提升工作環境的安全性。（圖 5）

2. 管線法蘭螺栓鎖固管理（S面向-勞動條件改善）

工廠的新建或擴建工程（如煉油石化工廠、燃煤與燃氣發電廠…等），現場的管線法蘭銜接是工人耗時耗體力的以手工具進行管線法蘭螺栓鎖固，而為數眾多的法蘭螺栓鎖固工作，會因人員疲累導致作業誤失，造成管內液體或氣體洩漏，因此工安意外事件層出不窮，經常導致嚴重死傷和財產損失；為此，管線法蘭螺栓鎖固工作，所要求的施工速度與鎖固品質是非常重要的，倘若因鎖固不全（如旋緊方式不正確與磅數不足），往往會降低管線的可靠度，造成管線在高壓輸送流體時的洩漏危險。若將法蘭螺栓鎖固作業，以自動化機械進行，一方面可確保螺栓鎖固的扭矩值均在標準值內，不會產生扭矩值不足或超過的問題；另一方面搭配電子儀器，在鎖固法蘭螺栓當下可同時記錄該扭矩值，並有電子紀錄上傳雲端形成數據資料庫，做為工程品質精確檢驗的依據，降低以傳統扭力扳手檢驗扭矩值並以手寫紀錄的誤失，且伴隨 QR

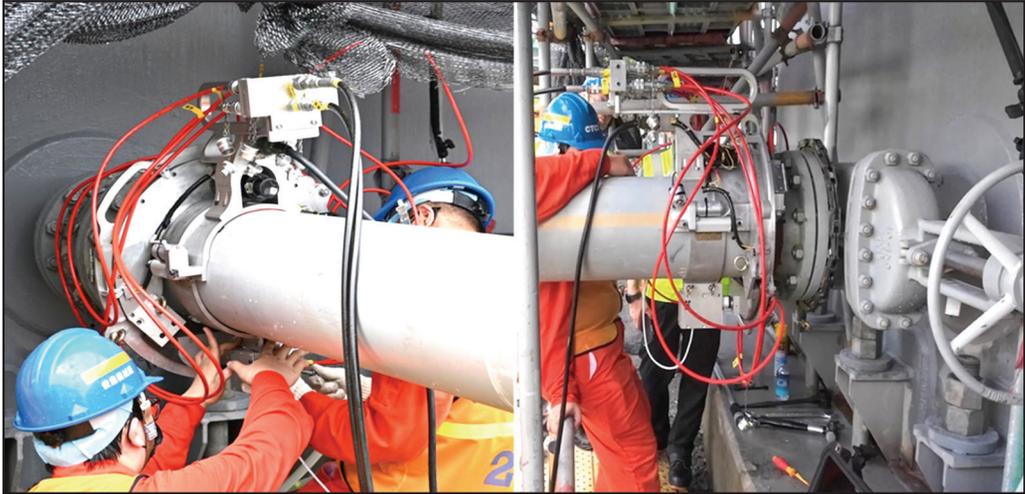


圖 6 管線法蘭螺栓鎖固管理

CODE 產生，可貼於已完成螺栓鎖固之法蘭上，供現場品管人員掃碼查核，有效地降低人為誤失，如此可以大幅加快現場施工速度，提高工程品質與執行工程效率。（圖 6）

（五）機器人流程自動化

使用軟體機器人來模仿和整合人類與資訊系統互動的技術，以執行高重複性或規則驅動的任務，減少人為錯誤和提高操作效率。

1. 辦公室機器人（G 面向-勞動條件改善）

機器人流程自動化（RPA）可以自動化各種業務流程，包括資料輸入、資料處理、合規性檢查等。降低人為錯誤發生率、提高操作效能和釋放員工的創造力，RPA 可協助企業顯著提升運營效率和品質，強

化公司治理績效。而良好的公司治理績效，不僅可以確保公司運營的透明度和合規性，還能提高企業的信譽和永續經營的能力。中鼎身為工程服務業，有效的治理對於管理複雜的專案、協調多方利益相關者、以及應對潛在風險尤為重要。為此，中鼎近年來積極於設計、採購、施工等各階段，為相關部門設計並開發 RPA 機器人，從而改善並優化原有的工作流程，提高員工的工作效率。在當前快速變化的工程環境和人力資源有限的情況下，目前中鼎已在各部門導入多款 RPA，以下介紹一範例。

• MRR Automation

材料驗收單（Material Received Report, MRR）或稱收料單，開立 MRR 是工地倉儲檢驗材料至財會認列出帳過程中的關鍵

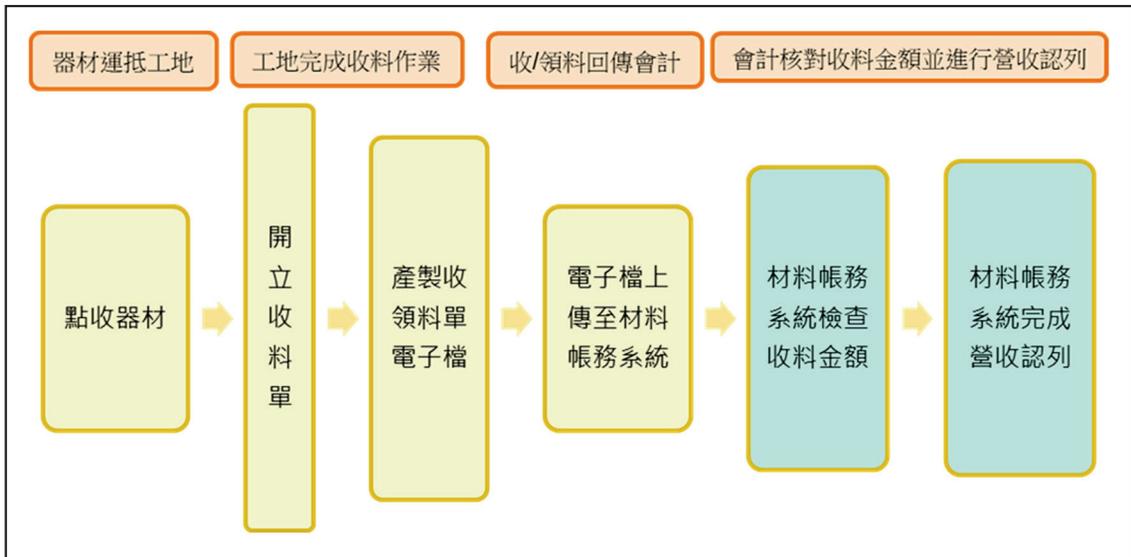


圖 7 MRR 流程

環節。原先的MRR流程如下，工地倉儲同仁點收材料後，至材料系統開立收料單（MRR），此單電子檔案再上傳至材料帳務系統，由財務同仁檢查，檢查無誤後再由材料系統完成認列。(圖7)

RPA技術結合網站式介面，可將材料驗收單（MRR）流程系統化。每當工地同仁點收材料並登錄至材料系統後，RPA系統會自動完成後續步驟，僅需財務同仁在最後進行認列。系統化的改善主要包括以下幾點：

- ▶ 全面自動化操作：原先的流程需跨越多個系統，現在由 RPA 自動模擬操作，實現各系統間的無縫連接，避免了人工操作的繁瑣和錯誤。
- ▶ 金額及人員確認：在流程發起時，系

統會自動檢查 MRR 的金額，一旦發現問題會立即通知相關人員。負責人也由 RPA 自動輸入，便於後續的追蹤和管理。

- ▶ MRR 流程進度查詢：使用者可以在 MRR Automation 網站上查看每筆 MRR 在系統中的當前階段，例如處於下載 MRR 檔案階段或已上傳至財會系統，實現流程的透明化。
- ▶ 結果通知與報告生成：上傳完成後，RPA 系統會自動以電子郵件通知使用者。(圖 8)

在MRR流程中，引入RPA技術和網站式介面後，流程得到了顯著改善，不僅提高了工作效率和準確性，還增強了流程的透明度和協作性，為材料驗收和財務認列提供了



MRR Automation							
Hello, [REDACTED]							
Project: M23_H2_C - RPA Record							
PO NUMBER	MRR NO	CURRENCY	RECEIVED PRICE	STATUS	CREATED TIME (M/D/Y H:M UTC+8)	UPDATED TIME (M/D/Y H:M UTC+8)	VOUCHER NO
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	Upload_IT_Folder	05-31-2024 12:02	05-31-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	Upload_IT_Folder	05-10-2024 06:02	05-10-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	Upload_IT_Folder	05-10-2024 06:02	05-10-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	Upload_IT_Folder	05-07-2024 06:02	05-07-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	Upload_IT_Folder	04-13-2024 06:02	04-17-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	User_Uploaded	04-10-2024 06:02	04-11-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	User_Uploaded	04-10-2024 06:02	04-11-2024 17:04	None
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	User_Uploaded	04-08-2024 12:02	04-09-2024 17:04	None

圖 8 MRR 報告

更高效、可靠的系統。導入現行專案為例，累計自動處理上傳200多筆MRR，使以往列印、簽名、掃描、上傳的人工作業，藉由MRR Automation全自動加速材料認列的流程，並主動通知處理結果，大幅減少工地同仁作業時間，同時使用者還可以在網站上查看流程進度，進一步增加了流程的透明度方便相關人員追蹤進度。

結語

展望未來，智慧物聯網技術將全面應用於工地管理，持續解決現有管理中的各種挑戰與盲點。CTCI集團創研中心開發的智慧物聯網技術應用，已在現階段取得顯著成果，

所產生的數據與記錄可用於大數據分析，優化工程進度與人力調度，進一步提高工程效率與品質。這些成果為智慧化工程管理提供了明確的發展方向，推動綠色工程願景的實現，守護地球的永續未來。



雨水貯集 / 中水回收及再利用

益鼎工程股份有限公司資深工程師 / 徐志明

關鍵字：循環經濟、中鼎、崑鼎、淨零排放、焚化廠、整改、節能、減碳、廢溶劑、回收再利用、再生水、海水淡化、太陽光電、儲能、綠電

摘要

雨水貯集利用做為生活雜用水使用在現今極端氣候所致乾旱及水資源匱乏已被普世認知；雨水貯集係透過建築物屋頂、屋簷所裝設的集水管、天溝，或以天然地形等方式收集雨水及地表逕流水，經由沉澱、過濾後，可利用於廁所衛生設備沖洗、植栽澆灌，以及地板洗滌等雜用水使用，甚至在缺水或限水時，可以減少對自來水的需求，延長自來用水迫切需求供應的時間。此外，雨水貯集技術只需要簡單的安裝和操作，即可容易地使用及控制，減少自來水的長程運輸成本及降低維護費用，可減少大型水資源工程開發的壓力，且其具有因地制宜之特性可減輕對環境之衝擊，具城市防洪滯洪功能，亦是海綿韌性城市的一環。

一、雨水貯集利用(Rainwater Collection and Storage) 系統說明

有關雨水收集的應用，主要有兩種：一為將雨水收集、處理後貯存在雨水桶槽，以備供雜用水使用；另一種則是將回收雨水回灌、補給到地下水中，避免地下水位枯竭；雨水貯集利用系統，主要由5項主要設施構成，分別為集水、輸水、淨水、貯水，以及泵送動力設施。(圖1)

雨水初步過濾

雨水收集系統第一個主要設備就是初步過濾器(Pre-Filter Facility)，雨水從屋頂收集合流往下時，雨水中帶有大量的顆粒、碎屑石、落葉等，可藉由初步過濾器將水中

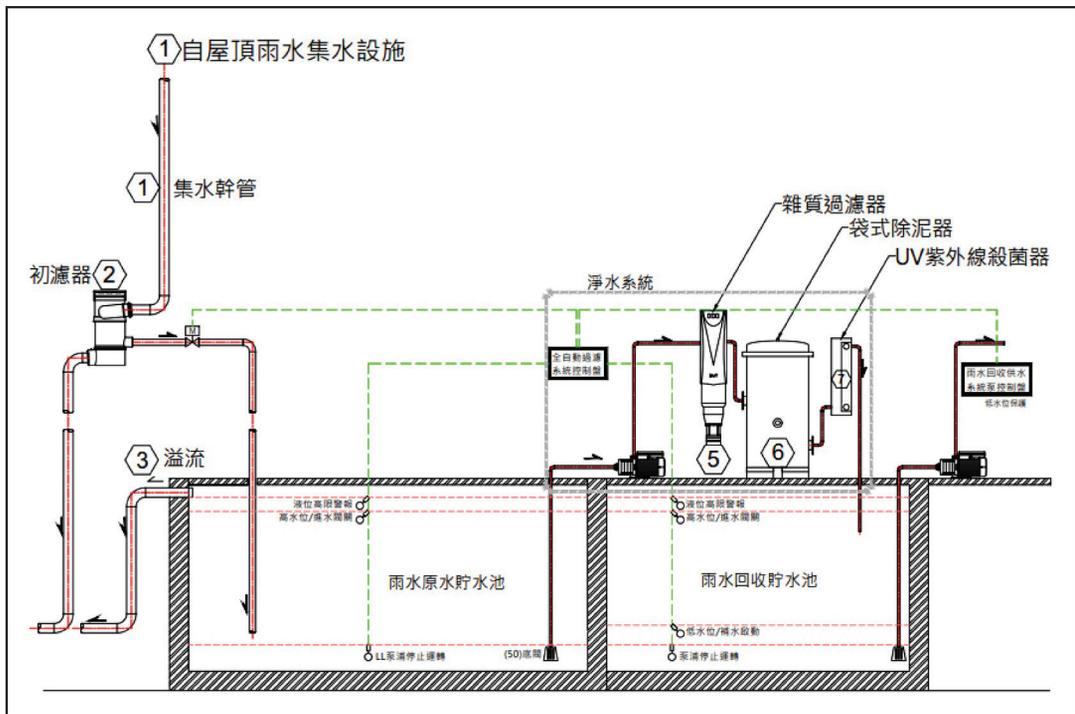


圖 1 雨水回收示意圖

的這些雜污物分離出來，初步過濾為較無雜質、乾淨的水匯流入儲存池儲存。

一般初濾器均選用標準為無需外在能源，自動保持清潔且無需耗材之產品；現既有成品分二種形式：

- (1) 雨水收集幹管流經 45° 傾斜截水式濾網，除直接截流雨水並藉由雨水慣性重力流沖洗濾網上之樹枝、樹葉向下至排放口排出；經濾網下方則為濾後雨水收集用接口點。
- (2) 利用雨水由高處流入雨水回收過濾器，

因濾桶內部構造設計使雨水自側邊進入初濾器且沿管壁以離心之渦流方式流經精細過濾器的垂直網格壁濾網過濾雜物後至回收銜接口，樹枝、樹葉等雜物則經綠網攔截後與部分雨水混合重力跌落至排放銜接口，漩渦過濾動作可使雨水富含氧氣，雨水回收率可達 90%，其餘的水自動沖洗污垢顆粒進入排污口，優點為噪音低水流衝擊小，低維護（中鼎集團第二總部大樓採用）。

上述初濾器均無須額外動力、清淤需求極低且設有防暴雨之直接溢排裝置。



圖 2 中鼎集團第二總部大樓雨水回收示意圖

二、雨水回收及再利用 (Rainwater Recycling and Reuse)

1. 中鼎集團第二總部大樓於設計階段考量永續資源再利用，規劃雨水回收系統，促進水資源循環，打造永續利用，將雨水轉換成再生資源。(圖 2，圖 3)
2. 雨水回收系統利用屋頂水溝及雨水收集管於雨天時回收大量雨水，屋頂利用高籠型落水頭攔截較大型落葉及異物。(圖 4)
3. 將雨水收集至初濾設備，該設備利用離心力使雨水通過過濾器的垂直網格壁，達到過濾效果，可將降雨時可能出現的樹葉、樹枝等大徑粒的雜質完全排除，重力式過濾，免耗材，無需電力。(圖 5)
4. 初濾過後將回收至雨水暫存池，歷經過濾桶、紫外線殺菌程序，將處理完後雨水收

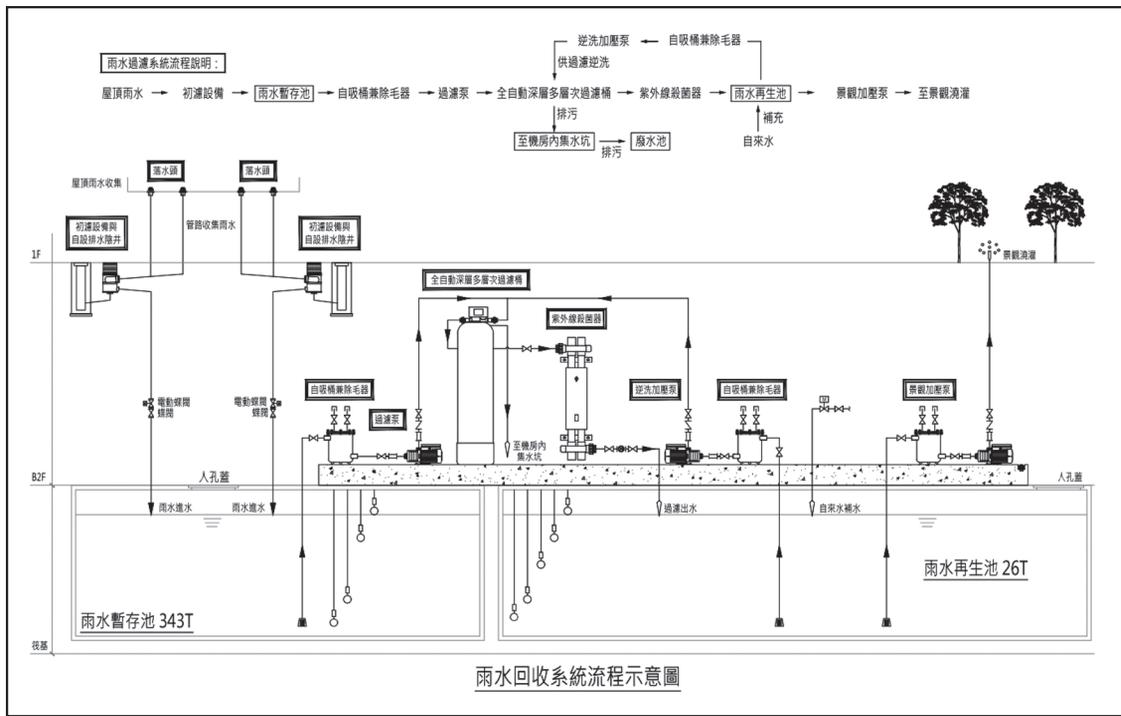


圖 3 中鼎集團第二總部大樓雨水回收系統流程圖

集至雨水再生池，利用雨水回收進行第二總部大樓週邊花草樹木景觀澆灌。(圖 6)

- 雨水再生池低水位時啟動雨水過濾系統補滿再生池，僅在雨水回收池與雨水再生池均為低水位（泵浦強制停止運轉）時，始開啟自來水（City Water）補水。

三、中水回收再利用 (Grey Water Recycling and Reuse)

所謂的中水，又稱為再生水、回收水，不可飲用，通常用於「非接觸用水（不直

接觸人體）」，如馬桶沖廁、洗車、澆灌…等。

中鼎集團第二總部大樓於規劃之初即思考水資源之3R（Reduce排放減量、Reuse重複使用、Recycle回收循環），除衛生設備（馬桶、小便器、自動感應龍頭）選用省水標章外，且進駐後更將供水之制水角閥調小流量以達多方面水量減量使用目的；且依經濟部水利署【下水道系統再生水利用技術參考手冊(105年出版)】水質要求-生活次級及環境景觀用水之水質建議值，於不與人體接觸之馬桶與小便斗沖水採用回收中水，落實水



圖 4 屋頂雨水溝及落水頭雨水收集濾設備



圖 5 初濾設備

資源使用極大化之Reuse。

第二總部中水回收再利用係採洗手台排水回收，過程如下：規劃洗手台排水獨立幹管收集中水→回收至中水暫存池→經過中水過濾設備→處理後存於中水再生池→泵浦輸送至屋頂中水水箱→最後由水箱獨立重力供水幹管供至馬桶與小便斗沖水專用。（回收水量不足時，由屋頂自來水箱重力補充至屋頂中水水箱）。（圖7）

透過上述技術的應用，CTCI團隊成功打造第二總部大樓雨水回收、中水回收等系統，達成水資源的循環再利用，讓每一分資源都能發揮最大的價值，也為地球永續盡一分心力。



圖 6 雨水回收過濾桶 / 紫外線殺菌器

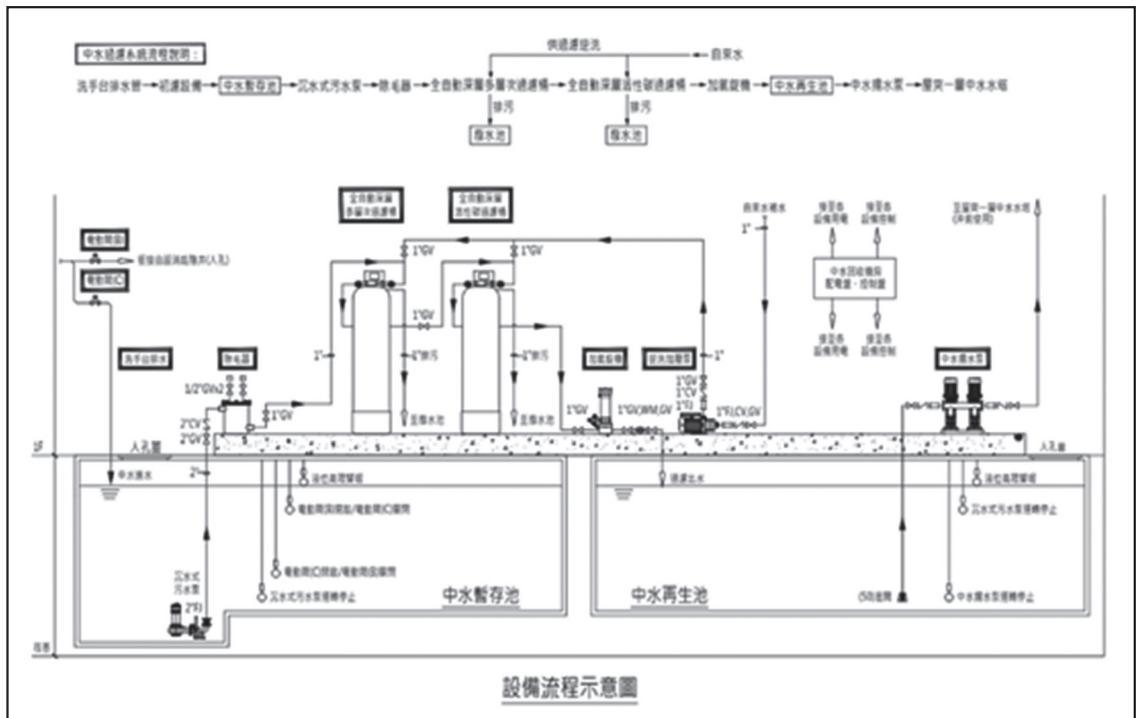


圖 7 中鼎集團第二總部大樓中水回收系統流程圖



打造綠色永續天然氣接收站

中鼎工程股份有限公司專案工程師 / 林郁鈞

關鍵字：2050 淨零排放、綠色工程、ESG、液化天然氣、LNG 接收站

摘要

隨著世界致力於減少碳排放和減緩全球暖化，台灣也朝著2050淨零排放邁進。以液化天然氣發電取代傳統燃煤發電，是許多國家推動能源轉型的短中期重要政策，以滿足日益成長的用電需求。

根據泰國能源部2018-2037電力發展計畫（Power Development Plan, PDP），預計在2037年以前將天然氣進口量提升至30 MMTPA，以應對未來的能源需求及進行天然氣交易和供應鏈管理。通過增加天然氣進口量和建設現代化的LNG設施，能夠減少對傳統燃煤和石油能源的依賴，同時降低碳排放和環境影響。

中鼎集團攜手義大利Saipem，共同承攬

PTTLNG NongFab LNG接收站專案。該工程位於泰國羅勇府的工業區，是PTTLNG公司（PTT集團的子公司）在當地投資建設的第二個LNG接收站。PTTLNG NongFab LNG接收站專案工作範圍包含：兩座250,000立方米的LNG儲槽（單一儲槽容量為泰國最大）、年供應750萬噸LNG的氣化設施、6公里長棧橋卸收碼頭設施（為全世界LNG產業最長的棧橋），以及生態友善的行政大樓等相關設計、採購、建造及試車工作。透過考慮環境永續性、公司治理和社會責任實踐了ESG的一個重要里程碑。（圖1）

中鼎集團為台灣第一、全球百大的統包工程承攬商，致力為全球客戶提供最值得信賴的工程服務；並自許為「地球永續的把關者」，以核心本業打造兼顧經濟與環境的「綠色工程」，實踐淨零，善盡企業公民責任。



圖1 行政大樓景觀

一、整合綠色能源 實踐淨零碳排

(一) 風力發電

本案行政區內設有3座風力發電機，這些風力發電機每年可穩定提供約15kw的發電量及172,000度電。風力發電是一種乾淨、可再生的能源，其運作過程中不會產生二氧化碳或其他有害氣體，與傳統燃煤發電相比，不僅能降低空氣污染，還能有效減少溫室效應。這樣的替代能源，有助於減少碳排放，為環境保護和地球永續發展做出貢獻。(圖2)

此外，相比傳統的能源供應，風力發電有助於抵禦能源價格的波動，讓電價更加穩定且具有長遠的利益。同時，由於風力發電站佔地較少，它對土地的需求較為有限，這

有助於保護當地的自然生態系統，減少對動植物棲息地的破壞。整體來看，風力發電不僅提供了環保的電力來源，並兼顧生態保護，是一項具多重效益的能源解決方案。

(二) 日光照明系統

本案行政大樓採用了太陽管(Solar Tube)，這種裝置又被稱為天窗管或天窗燈管，將自然陽光引入室內，是一種高效的節能照明系統。太陽管的核心設計是利用一系列鏡片和反射裝置，能夠捕捉並集中屋頂上的陽光，然後通過反射技術將其傳送到室內的各個空間，提供自然且均勻的照明效果。這樣的設計不僅有效增強了室內光線的質量，還避免了過於刺眼的直射陽光，營造出柔和、舒適的照明環境。(圖3)



圖 2 行政大樓周邊風力發電

太陽管具有多項優勢，最明顯的就是節能和環保。它能夠在白天自然採光時完全取代電力照明，從而顯著降低能源消耗，減少對傳統電力系統的依賴。此外，使用太陽管還能有效減少電費支出，更重要的是，這種自然採光的系統不會產生任何碳排放，進一步促進了環境保護的目標。

（三）太陽能發電

本案行政區的維修大樓屋頂設計安裝了 1,400 m² 高效能的太陽能板，這些太陽能板能夠將陽光轉化為乾淨、可再生的電能，提供整個大樓的電力需求。太陽能技術作為一種綠色能源，能有效降低碳排放，對環境保護和氣候變化的應對具有積極作用。（圖4）

太陽能發電系統利用太陽光作為能源來源，無需燃燒任何燃料，因此在運作過程中不會產生有害的污染物或溫室氣體，這不僅有助於減少全球變暖的威脅，還能保護空氣品質，促進生態平衡。與此同時，太陽能板所產生的清潔能源可以直接用於供應維修大樓的日常運營需求，如照明、空調系統等，大大降低了對傳統電網的需求。

經濟層面上，太陽能技術具備長期的節約效益。雖然初期的安裝成本較高，但隨著技術進步和規模化運營，太陽能發電的成本逐漸降低，且在日常運行中幾乎沒有額外的維護費用。隨著太陽能發電的普及，能源成本逐步下降，對企業而言，不僅節約了電費支出，還實現了可持續的經濟效益。



圖 3 太陽管自然照明



圖 4 行政區維修大樓屋頂設計太陽能板



圖 5 屋頂植栽

(四) 屋頂植栽降低能耗

本案行政大樓的屋頂設計採用了大面積的植栽，這種綠色建築設計在屋頂上種植了各類植物、草坪以及多種綠色植被，不僅對環境具有重要的保護作用，還能顯著提升建築的能源效率。通過這些植物覆蓋屋頂，能有效降低建築物的溫度，形成自然的隔熱層，減少冷氣的使用需求，進而大幅降低能耗。這種設計不僅能提高室內環境的舒適度，還能幫助節能減排，對於長期的能源消耗來說，具有顯著的經濟效益。（圖5）

此外，屋頂植栽還能吸收二氧化碳，釋放氧氣，幫助改善空氣品質，進一步促進環境的永續發展。屋頂綠化對於城市環境來

說，也有助於減少熱島效應，平衡周邊區域的溫度。同時，這些綠化設計還具有美化建築的功能，為都市空間增添了自然景觀，提升了建築物的整體外觀與環境友善度。

二、能資源再利用 守護生態環境

(一) 冷能再利用

冷氣設備的碳排放量占全球溫室氣體總排放量的7%，而且隨著全球對冷氣需求的增加，預計到2050年，這一數字將增長3倍。在最近的COP28聯合國氣候變遷會議中，各國被要求在2050年前將冷氣設備的碳排放量減少68%以上，以加速全球減碳進程並遏制氣候變遷。



圖 6 行政大樓植栽於再生冷循環的溫室下生長

本案的設計利用液化天然氣（LNG）的冷能來供應空調系統及燃氣渦輪發電機（GTG）的進氣冷卻系統。冷卻水由冷水泵（CHW pumps）輸送至中間流體氯化器（IFV），隨後傳送至需要冷能的設備中。當冷能被使用後，冷水溫度通常維持在 10°C 至 13°C 之間，並返回到冷水泵的吸入口，實現冷能的循環利用。這種創新技術每年可節省高達7100萬千瓦時的電力，並顯著減少37,000噸的二氧化碳排放，對節能減排效果極為顯著。

此外，LNG回收的冷能不僅能用於行政大樓的空調系統，還可為該大樓內的室內景觀設施提供空調服務，進一步提升能源利用效率。這種技術不僅符合國際減排目標，還

能幫助企業降低能源成本，為推動環境保護與永續發展提供了解決方案。（圖6）

（二）生態滯洪沉砂池

自然滯洪池塘是管理暴雨排水、緩解城市化負面影響和提供寶貴生態系統服務的重要基礎設施，本案保留並利用了行政大樓附近的既有池塘，以減少因從綠地改為混凝土路面而增加的雨水排放對社區區域的影響。同時，這個自然池塘保持了施工前的原始生態系統狀況，並保持了生態多樣性。（圖7）

• 管理雨水徑流：

自然滯洪池的主要功能之一是收集並臨



圖 7 行政大樓旁的天然沉砂滯洪池

時儲存從不透水表面（如道路、屋頂和停車場）流下的雨水徑流。這有助於減少雨水徑流的總量和高峰流量，從而降低下游遭到洪水侵襲的風險。

• 緩解城市化的負面影響：

城市化會破壞自然水文循環，增加不透水表面的面積，並減少土壤和植被等透水表面的面積。自然滯留池有助於恢復部分自然水文功能，從而減少城市化帶來的負面影響。

• 提供生態系統服務：

自然滯留池能支持多樣的植物和動物物種，為水生生物提供棲息地，並增強生物多

樣性。這些生態系統服務有助於提升城市和郊區的生態健康。

• 改善水質：

雨水徑流中常含有懸浮固體、營養物和病原體等污染物。自然滯留池通過沉澱或促進生物過程，幫助去除這些污染物，從而改善水質。

（三）廢料回收再利用

本案選擇使用設備木箱材料來製作臨時辦公室的家具，這是一項具創新性且環保的措施。通常，設備木箱僅在運輸設備階段使用一次，隨後就被丟棄或焚燒，這樣的處置方式不僅造成木材浪費，還對環境帶來不良影響。然而，透過將這些木箱重新利用並製



圖 8 廢木料再利用製作辦公室家具



圖 9 專案 CSR 人員探訪居民，漁民，寺廟，學校組織

造成家具，不僅有效減少了木材的浪費，還幫助保護了森林資源，減少了砍伐樹木的需求，對減輕環境負擔有著顯著作用。（圖8）

此舉不僅在建築過程中減少了對新材料的依賴，還為臨時辦公室提供了功能性與實

用性兼備的家具，實現資源的循環利用。這種做法突顯了綠色設計理念，也將廢棄物轉化為具有價值的物品，推動可持續發展的實踐。

此外，中鼎團隊將剩餘的廢木料提供給當地居民使用，進一步減少了廢棄物進入垃



圾掩埋場的需求。這種做法不僅有助於廢物管理，還促進了資源再生的永續性。同時，這樣的資源共享方式增強了與當地社區的互動與合作，為社區發展作出了貢獻。這項計畫不僅展現了企業的社會責任，還體現了其對環境保護和資源管理的承諾。

三、促進社區參與及互動 攜手民眾、業主、廠商共好

(一) 開放園區，生態公園供居民遊憩

本案行政大樓周圍的設計特別注重自然環境的保護和生態系統的維護。在規劃過程中保留了許多未開發前的原始植栽，不僅美化了大樓周圍的景觀，還維持了當地的自然水文功能。同時，這樣的設計也為各種動植物提供了適宜的棲息地，保護了當地生態環境的多樣性。此外，這些綠化區域還對外開放，成為社區居民的休閒場所。許多民眾喜歡在這些區域散步、野餐，或者單純放鬆身心，享受自然的寧靜氛圍。這種融合生態保護與社區共享的設計不僅達到保護環境原貌，也促進了人與自然之間的和諧共生，讓更多人能體會到生態友善的生活方式。

(二) 設立 Community 專職與當地居民，漁民，寺廟，學校組織互動

本案特別設置了專職負責企業社會責任（CSR）的人員，團隊人員定期與廠區周邊

的當地居民、漁民、寺廟、學校等社區組織保持聯繫。他們透過定期拜訪和互動，了解社區的需求與關切議題，並針對這些需求舉辦各類有意義的活動，從環境保護到文化傳承，涵蓋範圍廣泛，旨在促進雙方的理解與合作。這些活動不僅拉近了居民與業主之間的關係，還有助於加強社區的凝聚力，提升當地居民對企業的信任感與支持，實現企業與社區之間的共融發展。（圖9）

(三) 淨灘活動

本案曾多次舉辦鄰近廠區的淨灘活動，這些活動不僅邀請業主與廠商共同參與，還吸引了當地居民的積極響應。在活動中，參與者齊心協力清理海灘上的各類垃圾，特別是塑料垃圾，這些廢棄物對海洋生態系統造成了嚴重威脅。透過這些行動，有效減少了污染物進入海洋的機會，進一步保護海洋生物的棲息環境。同時，淨灘活動也有助於維護當地美麗的海濱景觀，讓這片區域成為人們可以安心享受的休閒場所。這些活動不僅提升了社區對環境保護的意識，還促進了企業與社區在生態保護方面的合作，共同為永續發展努力。（圖10）

四、結論

隨著全球對減少碳排放的重視，台灣也逐步在推動2050淨零排放。液化天然氣（LNG）發電的推廣，成為許多國家在短



圖 10 與業主、廠商淨灘活動

中期內進行能源轉型的重要政策之一，並且有效滿足了不斷增長的電力需求。在此背景下，泰國能源部的電力發展計畫預測，天然氣進口量將顯著提升，這不僅是為了應對未來的能源挑戰，也為了優化天然氣交易和供應鏈管理。中鼎集團與義大利Saipem攜手承攬PTTLNG NongFab LNG接收站專案，展現了企業在永續能源領域的承諾和行動。

該專案不僅為當地建設帶來了重大的經濟效益，同時也在設計與施工過程中充分考慮到環境的永續性。PTTLNG NongFab接收站的設計中融入了多項綠色工程理念，例如利用風力發電、太陽能發電以及屋頂植栽等措施，這些措施不僅顯著降低了碳排放，也

改善了建築物的能源效率，促進了生態環境的保護。

在冷能再利用方面，本案充分利用LNG的冷卻特性，不僅能供應空調系統，還能顯著降低電力消耗，進一步減少二氧化碳的排放。這一創新技術的應用，體現了當前企業在能源使用上的高效與智慧，將資源最大化利用，使環境保護與經濟發展並行。

中鼎集團的社會責任實踐也表現在與社區互動。通過開放園區、設立專職CSR人員，以及舉辦淨灘活動等方式，企業不僅增強了與當地居民的聯繫，還提升了社區的參與感與認同感。這種以人為本的發展模式，



無疑為企業建立良好的社會形象，也促進永續發展的理念。

總結來說，PTTLNG NongFab LNG接收站專案不僅是一次能源轉型的成功案例，更是中鼎集團在推動綠色工程和永續發展方面的嘗試。通過綜合利用綠色能源、創新技術和社會參與，為未來的淨零排放目標奠定了堅實的基礎。這不僅是對當前環境挑戰的應對，也是對未來世代負責任的選擇。展望未來，隨著更多此類工程的推進，可以相信，全球在減少碳排放和應對氣候變遷的道路上將會更加光明。

參考文獻

1. Chen-Ming Huang, Yun-Chun Lin and Y.H. Eric Chen, CTCI Corp., LNG Industry, LNG and the environment working in harmony, July 2023.



中國工程師學會第 74 屆理監事簡歷

中國工程師學會第74屆理監事選舉已於今（113）年11月8日舉行，會中經各會員代表大會代表投票選出27位理事、5位監事。學

會續於11月22日召開第74屆第1次理監事聯席會議，由楊宗興董事長當選為本學會第74屆理事長，交接典禮將於12月舉行。

職稱	姓名	現職
理事長	楊宗興	中鼎工程股份有限公司 / 董事長
常務理事	伍勝園	交通部 / 政務次長
常務理事	施義芳	台灣世曦工程顧問股份有限公司 / 董事長
常務理事	陳仲賢	中興工程顧問股份有限公司 / 董事長
常務理事	楊偉甫	桃園國際機場公司 / 董事長
常務理事	鄭光遠	台灣高速鐵路股份有限公司 / 總經理
常務理事	賴建信	經濟部水利署 / 署長
理事	王宇睿	林同棧工程顧問股份有限公司 / 董事長
理事	江秀丹	中鼎集團 / 風控長
理事	呂良正	國立臺灣大學土木工程學系 / 教授
理事	宋裕祺	國立臺北科技大學土木工程系 / 講座教授
理事	李佩雯	國立陽明交通大學電子研究所 / 教授
理事	李政安	新北市政府捷運工程局 / 局長
理事	林奇宏	國立陽明交通大學 / 校長
理事	林財富	國立成功大學 / 講座教授
理事	林聰利	交通部公路局 / 副局長



職稱	姓名	現職
理事	胡竹生	工業技術研究院 / 副院長
理事	莫仁維	亞新工程顧問股份有限公司 / 董事長
理事	許泰文	國立臺灣海洋大學 / 講座教授兼校長
理事	陳守道	中國鋼鐵股份有限公司 / 總經理
理事	陳哲生	柏林股份有限公司 / 總經理
理事	黃榮裕	台灣中油股份有限公司 / 副總經理
理事	黃維焄	榮工工程股份有限公司 / 部門總經理
理事	楊正君	交通部鐵道局 / 局長
理事	廖學瑞	台灣世曦工程顧問股份有限公司 / 總經理
理事	顏家鈺	國立臺灣科技大學 / 教授兼校長
理事	嚴世傑	中興工程顧問股份有限公司 / 執行副總經理
常務監事	楊正宏	台南應用科技大學 / 校長
監事	柳文成	國立聯合大學 / 特聘教授
監事	歐善惠	國立成功大學 / 名譽教授
監事	蔣啟恆	台灣世曦工程顧問股份有限公司 / 資深協理
監事	賴建宏	社團法人新北市土木技師公會 / 理事長

專業工程師國際認證體系及 GAPC 衡量標準架構

中華臺北亞太暨國際工程師監督委員會顧問 / 王祥騮

一、IEA 國際認證體系

本文將介紹由國際工程聯盟(International Engineering Alliance, IEA)建立的專業工程師國際認證體系,這個體系的核心是針對工程領域的畢業生和工程人員的能力所制訂的衡量標準架構(Graduate Attributes & Professional Competencies, GAPC),IEA的會員依據這個架構擬訂《評審規範(Assessment Statement)》,作為該會員在其轄區內(Jurisdiction)辦理評審和認證的標準,所以GAPC是會員之間認證體系相互認許(Mutual Recognition)的基準。

鑒於不同層級的工程人員所要解決的問題和參與的活動不同,GAPC分為工程師(Engineer)、工程技術士(Engineering Technologist)和工程技術員(Engineering Technician)三個類別,每個類別都包括畢業生的學業能力(GAPC中的GA)和工程人員

的專業職能(GAPC中的PC)兩個部分。本文主要將介紹「工程師」這個類別中「專業職能」部分的衡量標準,但鑒於GAPC是一個整體性架構,文中將適度引述另外兩個類別和學業能力部分的內容以協助了解。

GAPC在2021年作了重大更新成為第四版,納入聯合國永續發展和資訊科技等新元素,並強調工程倫理,新版GAPC在IEA會員體系內經過三年導入期之後,從2024年起開始實施。

IEA是由三個協定和四個協議組成的聯盟,三個類別的學業能力分別由華盛頓協定(Washington Accord)、雪梨協定(Sydney Accord)和都柏林協定(Dublin Accord)建立認證體系,三個類別的專業職能則分別由國際工程師協議(International Professional Engineers Agreement, IPEA)、國際工程技術士協議(International Engineering



表 1 GAPC 的分類及對應的協定和協議

類別	能力衡量標準架構 GAPC	
	畢業生的學業能力	工程人員的專業職能
工程師	華盛頓協定	國際工程師協議
	華盛頓協定及其他衡量標準	亞太工程師協議
工程技術士	雪梨協定	國際工程技術士協議
工程技術員	都柏林協定	國際工程技術員協議

Technologist Agreement, IETA) 和國際工程技術員協議 (Agreement for International Engineering Technician, AIET) 建立認證體系。需要特別說明的是，三個協議中工程人員的學業能力是援用其對應協定的認證體系。

另外由亞太經濟合作會議(Asia-Pacific Economic Cooperation)推動運作的亞太工程師協議 (APEC Engineers Agreement, APECEA) 採用了與IPEA相近的認證體系，唯一差別在學業能力的認證標準除WA之外也接受其他的衡量標準，以容納該組織成員國較為多元的教育體系。

GAPC按層級所作的分類及對應的協定和協議列如表1。

二、人員流動與能力評量標準

GAPC的制訂得到聯合國教科文組織 (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, UNESCO) 和世界工程

組織聯盟 (World Federation of Engineering Organizations, WFEO) 的支持，UNESCO先後在2010年和2020年發表兩份關於工程與人類發展的報告〔1〕〔2〕，後者專門論述聯合國永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 之下工程在人類發展中的角色與責任。至於WFEO則與IEA組成工作小組對GAPC的改版進行審議，而WFEO一般被認為是聯合國在工程領域的重要智庫之一。

GAPC受到聯合國機構的關注，並呼應永續發展目標，所期待達成的目標必然是多面向和多層次的，不過IEA將其歸納為兩個大項：

1. 提升教育的水準

全球化佈局、技術進步加上永續發展的新任務，工程教育必須賦予畢業生高水準的能力和整備度以應對未來的工程需求，建立一致性可以因應未來需求的衡量標準是造就這種能力的關鍵途徑。



2. 促進人員的流動

人類發展高度依賴各種基礎設施、廠房和住宅，由於地區和國家之間經濟社會發展進程的差異，工程的需求與人才的供應極不平衡，建立一致性的衡量標準有利於促進人力資源的相互流通。

在工程人才的培育過程中，就學階段所接受的課程包括教學的方法因為學校、科系不同存在差異，執業階段所累積的經驗因為專業、職務不同各具特長，而自由化和多元化的全球發展趨勢更擴大了這種差異，勢必無法在課程和資歷的基礎上建立一套一致性的衡量標準，成果導向(Outcomes-Based)的學習概念和能力導向(Competence-Based)的評量模式因而出現。

1989年澳洲、加拿大、愛爾蘭、紐西蘭、英國和美國等六個國家經過評估後發現，他們在大學課程的認證體系中採用的政策、規則和程序是實質等同(Substantially Equivalent)的，因此同意認可彼此大學畢業生所具備的學業能力，一個多邊的WA就此誕生，為工程教育和專業的流動性開創了先河。隨後針對技術士畢業生和技術員畢業生的SA和DA分別在2001年和2002年成立，完成了國際間工程教育體系相互認許的拼圖。這三個協定採用的是成果導向的學習概念，脫離以往輸入導向(Inputs-Based)的概念，從衡量「學了甚麼」轉變為衡量「學

會甚麼」，進而在就業之後衡量「能解決甚麼」。

國際間教育體系相互認可的模式在90年代逐步擴展到專業體系，從WA衍生的工程師流動論壇(Engineers Mobility Forum, EMF)和從SA衍生的工程技術士流動論壇(Engineering Technologist Mobility Forum, ETMF)先後於1997年和2001年成立，與EMF性質相近的亞太工程師流動論壇(APEC Engineers Mobility Forum, IEA稱為APEC Engineer agreement, APECEa)則於2000年成立。

上述六個協定和協議(論壇)於2007年結盟組成IEA(設立秘書處)，在IEA的整合下EMF、ETMF和APECEa於2013年改組為IPEA、IETA和APECEa，最後從DA衍生的AIET於2016年成立，形成目前由三個協定和四個協議組成的IEA。

IEA與各協定和協議(論壇)的發展歷程見圖1所示。

三、GAPC的定義與內涵

工程業務由於分工、分專業、分階段的特性，需要動用不同的知識、技術、技能和經驗，因此GAPC將能力標準分為工程師、工程技術士和工程技術員三個類別，為了消除會員之間對於這三類工程人員在名詞、定

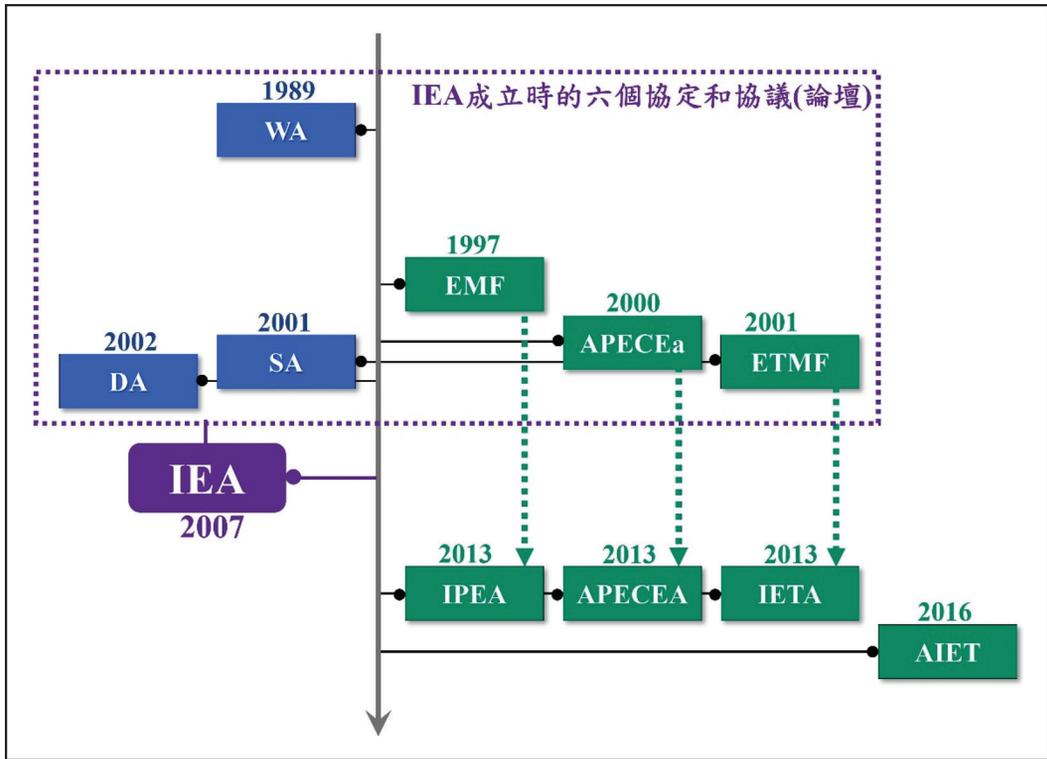


圖 1 IEA 與各協定和協議 (論壇) 的發展歷程

義、內涵上的混淆，IEA為他們所應具備的「知識範圍和態度 (Knowledge and Attitude Profile)」、所須解決的「問題範圍和解決方法 (Problem Range Identification and Solving)」和所將涉入的「活動範圍 (Range of Activities)」建立了三組屬性以利鑑別，分別應用在GA和PC之中，圖2所示是GA和PC與三組鑑別屬性的對應關係。

GAPC中的PC需要參照「問題範圍及解決方法」和「活動範圍」兩組屬性，這兩組屬性各包含若干細項，例如「問題範圍和解決方法」這組屬性是以「所需要知識的深

度」、「工程需求間相互衝突的範圍」、「所需要分析的深度」等七個細項加以定義，並依據這些細項鑑別工程師、工程技術士和工程技術員之間所需能力的差異。不過IEA為了便於說明，使用了複合性 (Complex)、廣泛定義 (Broadly-Defined)、清楚定義 (Well-Defined) 三個形容詞來綜合描述三者的差異如表2所示。

表3所列是「工程師」類別 (工程技術士和工程技術員兩個類別從略) 的專業職能架構，共包含13個鑑別特徵，其中以斜體字顯示的「複合性問題」和「複合性活動」詳見

表 2 問題範圍與活動範圍差異的綜合描述

屬性	工程師	工程技術士	工程技術員
須解決的問題範圍	複合性問題	廣泛定義的問題	清楚定義的問題
將涉入的活動範圍	複合性活動	廣泛定義的活動	清楚定義的活動

表4和表5所列兩組屬性。

依前節所述，GAPC是能力衡量標準的「架構（Framework）」，而非標準本身，各協議會員所擬訂的《評審規範》才是具體的標準，這個「標準架構」的存在是為了衡量各會員的認證結果能夠達到實質等同的目的。

表3所列的13個鑑別特徵可以理解為將能力分解為13個細項，每個細項都是所謂「典範（Exemplar）」，是該細項的極致表現，例如「解決方案」這個細項要求具備「能夠就複合性問題考慮多面向因素和利害關係人的觀點，以發展解決方案」的能力。但是一位特定專業的工程師不可能是「13項全能」，因此「標準架構」被轉換為各會員的「標準」時必須加入權重，依據申請者的專業領域、職務性質和工作範圍等因素進行差異性評審。

四、評審規範與品質保證

IPEA和APECEA的會員以GAPC為基準擬訂《評審規範》，作為該會員在管轄範圍內辦理專業工程師評審和認證的標準。依據

IPEA和APECEA的規則和程序（Rules and Procedures），《評審規範》對於專業工程師的專業職能必須符合下列所有的要求：

1. 在學業能力方面擁有依據WA認證的大學工程學位，但APECEA也接受下列的同等學歷：
 - 擁有依據亞洲及太平洋工程組織聯盟（Federation of Engineering Institutions of Asia and the Pacific）所制訂最佳實務指南認證的大學工程學位，或

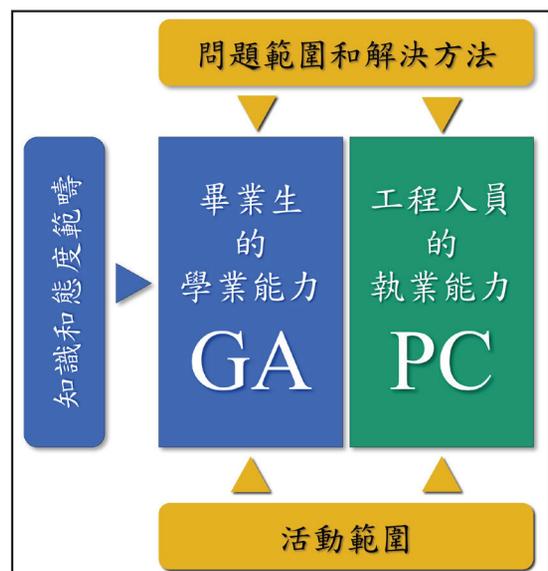


圖 2 GA 和 PC 與三組鑑別屬性的對應關係



表 3 專業工程師專業職能架構

鑑別特徵	專業職能架構 (GAPC 中的 PC)
通用性知識	能夠理解並應用被廣泛接納的先進工程知識
在地的知識	能夠理解並應用本地獨具的先進工程知識
問題分析	能夠運用資訊技術界定、調查和分析複合性問題
解決方案	能夠就複合性問題考慮多面向因素和利害關係人的觀點，以發展解決方案
評量	能夠評量複合性活動的結果和衝擊
社會	能夠掌握複合性活動衍生的經濟、社會和環境影響，並尋求永續性解方 (呼應聯合國永續發展目標)
法規和文化	在所有活動中滿足法規和文化的要求，並保護大眾的健康與安全
倫理	確實依循倫理規範參與或執行所有的活動
管理	曾經管理一個以上部分或全部的複合性活動
溝通與協作	能夠在所有活動中與各種利害關係人溝通與協作
持續專業發展	充分參與各種持續專業發展的活動包括新興技術的學習，以維持和擴展專業職能
判斷	面對相互競爭的各種需求和不完整的知識，能夠掌握複雜性並尋求替代方案，在複合性活動中作出正確的判斷
決策	能夠對複合性活動的部分或全部負責作出決策

表 4 專業工程師：須解決的「複合性問題」

「問題範圍和解決方法」的屬性	「複合性問題」的描述
所需要知識的深度	沒有深度知識無法解決的問題
工程需求之間相互衝突的幅度	涉及相互衝突的技術性和非技術性課題
所需要分析的深度	沒有明顯解方，需要邏輯和創意進行分析
對課題的熟悉程度	不常遇到或非常態的問題
可適用規範的程度	非屬標準和規範所涵蓋的問題
利害關係人的涉入程度和他們的需求或期待的衝突程度	涉及不同領域的團隊或需求迥異的族群間的協作
複合式問題下子題間相互依存度	涉及許多子題需要系統性解方的問題



表 5 專業工程師：將涉入的「複合性活動」

「活動範圍」的屬性	「複合性活動」的描述
動用資源的範圍	需要動用人力、數據、資訊、實體、財務等多樣性的資源
課題間是否存在交互作用	需要在大範圍或相互衝突的課題中尋求最適解方
是否需要創新	需要從工程原理衍生創見、對目標提出創新的解方或使用透過研究方能獲取的知識
是否對社會和環境造成影響	在不同情境下可能造成重大影響的活動，尤其是不易預測和處置的影響
是否採用熟悉的處理程序	需要採用超出過往經驗的程序

- 通過美國國家工程暨測量考試委員會 (National Council of Examiners for Engineering and Surveying) 所舉辦基礎學力 (Fundamentals of Engineering) 與理論暨實務 (Principles and Practice of Engineering) 合併的考試，或
- 通過日本技術士會 (Institution of Professional Engineers Japan) 所舉辦的第一階段 (Engineer-in-Training) 考試，或
- 其他經所有會員認可的工程學位

2. 具備獨立執業的專業能力。

3. 在取得大學工程學位之後擁有七年以上實務工作的經歷。

4. 在上述七年實務工作經歷中曾有兩年以上負責主辦 (in Responsible Charge) 工程業務，所謂負責主辦工程業務是指：

- 曾在一個小型專案中負責主辦工程業務
- 曾在一個大型專案中配合整體作業負責主辦部分的工程業務
- 曾負責主辦具有創新性、複合性或涉及多個專業的工程業務

5. 持續專業學習和發展以追隨知識和技術的演進 (Continuing Professional Development, CPD)。

6. 承諾執業過程中所作的判斷和決策符合倫理規範 (Code of Ethics)。

除上述關於專業職能的要求之外，《評審規範》還須就認證機構的組織和成員、評審的程序和方法、專業工程師註冊和登錄作業等訂定詳細的作業辦法。

會員擬訂的《評審規範》須經所屬協議其他會員審查通過才能成為辦理認證的依

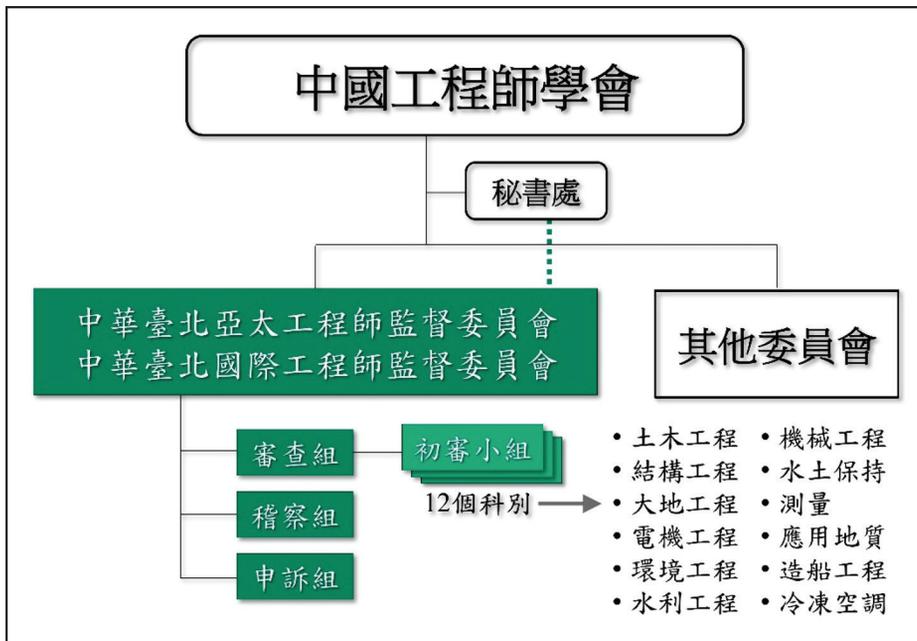


圖 3 中華臺北專業工程師認證組織

據，認證的過程和結果以及《評審規範》的修訂每隔六年須經所屬協議的代表辦理一次稽核，相當於品質保證的程序，以確定其認證體系符合GAPC和所屬協議的規定，進而確保各會員所認證的專業工程師能力彼此實質等同。

五、中華臺北專業工程師認證體系

中華工程教育學會 (Institute of Engineering Education Taiwan, IEET) 於 2007 年成為 WA 的正式會員 (在協定中稱為 Signatory)，中國工程師學會 (Chinese Institute of Engineers, CIE) 分別於 2005 年及 2009 年成為 APECEA 和 IPEA 的正式會員 (在

協議中稱為 Authorized Member)，兩個學會均以中華臺北的經濟體名稱代表我國參加各該協定和協議。

CIE 之內負責辦理認證的機構是中華臺北亞太工程師暨國際工程師監督委員會 (Chinese Taipei APEC Engineer/IPEA Monitoring Committee)，下設審查組、稽察組和申訴組負責評審相關業務，審查組依照專業科別設置初審小組辦理初審面試，並負責《評審規範》的修訂審查。監督委員會的行政作業由 CIE 秘書處支援，圖 3 所示為中華臺北專業工程師的認證組織。

依據 IPEA 和 APECEA 通過的《評審規

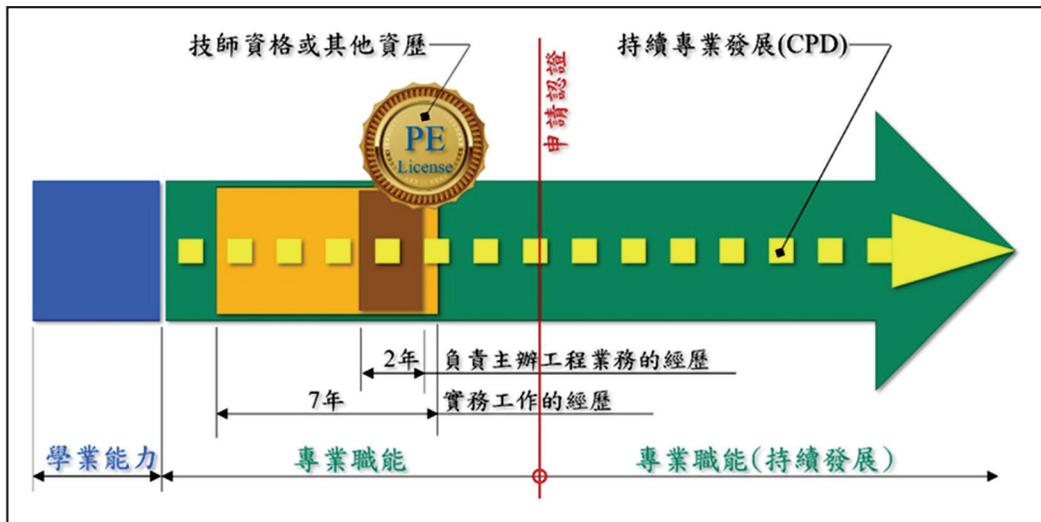


圖 4 中華臺北評審資格基本要求

範》，我國的工程師申請認證的程序和所需要的證明文件概略說明如下：

1. 申請人依據《評審規範》摘錄的《申請須知》在線上填寫申請文件，所需要的資格及其證明文件包括下列：

- 經IEET認證的大學工程科系畢業/畢業證書。
- 通過我國技師考試/技師證書，或CIE正會員並符合附帶資歷條件/會員證和資歷證明。
- 大學畢業後具有七年以上實務工作經歷，其中兩年以上負責主辦工程業務/資歷證明。
- 持續專業學習和發展/申請日之前的積分證明。
- 承諾遵守倫理規範/簽署的承諾書。

2. 申請文件(包括證明文件)書面審查和補件

3. 初審面試

申請人應準備簡報，除就申請文件中的資歷和能力提出說明之外，並應列舉三個本人負責的實務案例以佐證其專業職能符合《評審規範》的衡量標準，具備獨立執業的能力。

4. 監督委員會審查組複審

5. 監督委員會核定最終評審結果

6. 註冊和登錄

圖4所示是中華臺北專業工程師評審的基本資格要求，相對於IEA專業職能架構，



表 6 中華台北專業工程師評審指標

IPEA/APECEA 專業工程師評審指標	
1	能夠應用先進知識，整合各方觀點，擬定適合當地條件的解決方案
2	能夠利用數據及數位資訊技術調查及分析複雜問題
3	能夠覺察對複雜工程活動的結果及影響
4	能夠認知複雜活動的可預測經濟、社會及環境影響，並尋求實現永續成果
5	能夠兼顧道德及專業而執業，同時考慮到法律、監管及文化要求
6	能夠使用多元媒體與廣泛的利害關係人進行清晰、包容的溝通和協作
7	能夠適應新興技術及不斷變化的工作性質
8	能夠在複雜的活動過程中做出負責任的決定並做出正確的判斷

《評審規範》增加了技師資格或其他資歷的規定以確保專業工程師在本地獨立執業的能力。

專業工程師通過評審之後將收到國際工程師或亞太工程師的認證證書，並可在名片上加印這些頭銜，但是這個資格並不是永久的，除每年必須換證之外，每隔四年還需要檢查一次持續專業發展的積分，合格之後才能延續認證資格。中華臺北監督委員會依照《評審規範》每年辦理兩次專業工程師認證。

申請資格文件納入書面審查。其餘的11個細項整併為8個作為初審面試的評審指標如表6所示。由於初審小組的委員是依照專業科別選任，評審指標的權重由各科別初審小組自行訂定，目前中華臺北接受土木、結構、大地、電機等12個科別的工程師申請認證如圖3所示。

參考文獻

1. “Engineering: Issues, Challenges, Opportunities for Development”, UNESCO Report (2010)
2. “Engineering for Sustainable Development”, UNESCO Report (2021)

六、中華臺北專業工程師評審指標

中華臺北的《評審規範》從專業職能的13個鑑別特徵中抽出「倫理」和「持續專業發展」兩個細項，將「遵守倫理規範的承諾書」和「持續專業學習積分證明」連同各項

中宇淨安心

400A空氣清淨機

專為氣味改質活性碳 × 大風量吸附迅速淨化

獨家改質活性碳

專門吸附寵物氨氣、
甲醛或VOC等臭味

HEPA H12

有效濾除PM2.5,
PM0.3最高可濾除99.5%

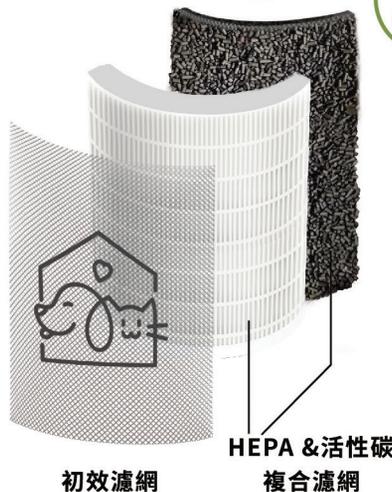
初效濾網

濾除寵物毛髮、灰塵

中鋼
技術改質



可定期拆卸清洗



初效濾網

HEPA & 活性碳
複合濾網

CADR
492



適用18坪

附無線遙控器



邀請您一同加入中宇電商平台會員享優惠



掃描QR code有更詳細的介紹喔

中鋼集團 中宇環保 可接受客製化濾網開發，歡迎來電洽詢 服務專線：0984-252401

UG 聯合大地工程顧問股份有限公司
UNITED GEOTECH, INC.

台北市內湖區瑞光路583巷21號5樓 <http://www.ugi.com.tw>
TEL : +886-2-27985198 · FAX : +886-2-26580958
E-Mail : services@mail.ugi.com.tw



大地工程之調查規劃設計與監造
Geotechnical Engineering

隧道設計、監造與檢測補強
Design、Construction Supervision &
Rehabilitation of Tunnels

工程地質與工址調查、地球物理探測
Engineering Geology、Site Investigation &
Geophysical Prospecting

水利水保工程之規劃設計與監造
Hydraulic Engineering、Soil & Water Conservation



土木運輸工程之規劃設計與監造
Transportation Engineering

專案管理
Project Management



調查 · 規劃 · 設計 · 監造 · 專案管理

Investigation · Planning · Design · Construction Supervision · Project Management

夢想和幸福

零距離的接軌

技術必須經得起考驗，專業來自於永不妥協的堅持，
夢想的城堡、幸福的家園，就座落在不遠的前方，
台灣世曦和您一起攜手而行，用築夢的心、關懷的情，
戮力建設出每一項希望的工程。



Creativity · Excellence · Conservation · Integrity



台灣世曦
工程顧問股份有限公司

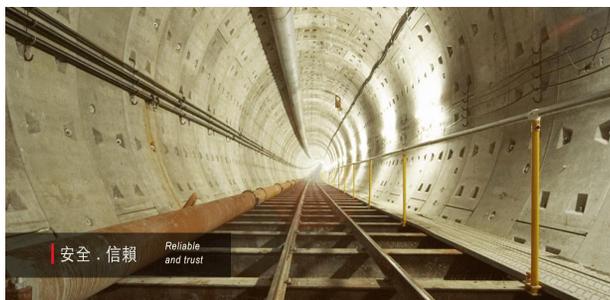
台北市11491內湖區陽光街323號
Tel:(02) 8797 3567 Fax:(02) 8797 3568
<http://www.ceci.com.tw> E-mail:pr@ceci.com.tw



亞洲水泥

ASIA CEMENT CORPORATION

與亞泥並肩邁向2050淨零碳排



低碳水泥產品 -- “結構”用「卜特蘭石灰石水泥」、”泥作”用「墁砌水泥」
相較傳統卜特蘭水泥降低 10~18% 溫室氣體排放，讓建築更低碳！

卜特蘭石灰石水泥



洋房牌墁砌水泥



技術諮詢 : 03-8612101 分機712
台北營業科 : 02-27338000 分機8198
台中營業所 : 04-23192751 分機101
高雄營業所 : 07-8150968 分機101
花蓮營業所 : 03-8223166 分機101



打造城市天際線的**最佳選擇**

大跨距廠房結構的完美搭配

中龍熱軋型鋼及窄幅鋼板

- ✓ SM570 超強結構鋼
- ✓ 六國產品認證
- ✓ 強韌耐震鋼材
- ✓ 技術整合服務



陶朱隱園



遠雄 THE ONE



中鋼總部大樓



台積電廠房



中龍鋼鐵
DRAGON STEEL



中鋼集團

電話：(04) 2630 6088 #3219 (業務服務)、#8810(技術服務)



瞭解更多



電子型錄