

先進科技在建築產業應用之研究



內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 97 年 12 月

PG9710-0243

097301070000G2022

先進科技在建築產業應用之研究

研究人員：林谷陶 副研究員



內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 97 年 12 月

目次

| | |
|--------------------------|-----|
| 目次..... | I |
| 表次..... | III |
| 圖次..... | V |
| 摘要..... | VII |
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 第一節 研究緣起..... | 1 |
| 第二節 研究內容..... | 2 |
| 第三節 研究步驟..... | 3 |
| 第二章 文獻探討..... | 5 |
| 第一節 未來趨勢..... | 3 |
| 第二節 我國科技發展政策..... | 12 |
| 第三節 第 8 次全國科學技術會議議題..... | 15 |
| 第四節 台灣的創新科技..... | 18 |
| 第三章 建築工程科技發展趨勢..... | 19 |
| 第一節 建築材料..... | 19 |
| 第二節 設備系統..... | 20 |
| 第三節 設計與管理..... | 21 |
| 第四節 電腦科技..... | 23 |
| 第五節 網際網路..... | 24 |
| 第六節 其他..... | 26 |
| 第四章 TRIZ 理論與創新原則..... | 29 |
| 第一節 創新的成功要素..... | 29 |
| 第二節 創新的設計..... | 32 |
| 第三節 TRIZ 發明問題解決理論..... | 33 |
| 第四節 創新流程檢討..... | 36 |
| 第五章 建築產業技術發展計畫檢討..... | 39 |
| 第一節 營建自動化..... | 40 |
| 第二節 創新營建材料(奈米科技)..... | 43 |
| 第六章 建築創新科技建議..... | 51 |
| 第一節 推動策略建議..... | 51 |
| 第二節 創新科技應用課題建議..... | 55 |

| | |
|--------------------------|----|
| 參考書目..... | 59 |
| 附錄一 歷年「建築自動化」研究課題彙整..... | 61 |
| 附錄二 國際營建自動化研討會研討課題..... | 67 |
| 附錄三 營建管理季刊論文題目..... | 75 |
| 附錄四 TRIZ 工程參數與發明原則..... | 79 |
| 附錄五 期中審查會議紀錄..... | 87 |
| 附錄六 期末審查會議紀錄..... | 89 |



表 次

表 4-1 工研院奈米技術開發成果表.....45
表 4-2 國內已經利用奈米技術開發的產品與公司一覽表.....47





圖 次

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 圖 1-1 | 研究步驟..... | 3 |
| 圖 2-1 | 創新科技交叉圖..... | 5 |
| 圖 3-1 | BIM 系統在設計流程概念..... | 22 |
| 圖 4-1 | 整合式 TRIZ 運作模式 | 34 |
| 圖 4-2 | 互動式創新流程 | 36 |
| 圖 5-1 | 建築產業技術發展之整體架構..... | 39 |
| 圖 5-2 | 建築自動化及電子化發展趨勢圖..... | 40 |
| 圖 5-3 | 奈米材料在營建領域之應用..... | 41 |





摘 要

國內建築及營造業為重要的民生及火車頭產業，對相關先進科技導入及應用雖有關注，惟因營建工程領域以往缺乏先進實驗設備，相關應用信心及驗證功能不足，於建築整體生命週期中仍然大量倚賴傳統的營建材料、設備及工法，其具體推展因此有限。本所自 96 年開始推動之「智慧化居住空間產業發展中程綱要計畫」及「無線射頻辨識 (RFID) 於建築產業之應用計畫」，一為以產業為跨領域之研發平台，一為以 RFID 為關鍵技術促進相關建築技術整合，似已為建築產業導入相關科技計畫應用推動之途徑。

隨著本所建築材料實驗中心建築及大型力學實驗設備之完工，並後續實驗設備之擴充，相關材料基礎微觀及大型實尺寸應用實驗研究之開啟，配合材料、設備、工法及人力科技水平提升，建築產業將成為新興科技應用平台，促進相關科技應用的研發。

此外本所建築產業技術發展中程綱要計畫部分內容，已持續進行多年亟需收集國內外最新研發動態，及分析國內建築產業發展現況、需求，檢討及訂定計畫未來發展方向。本案首先探討未來生活之新科技趨勢，以及台灣目前擁有的科技能量優勢、政府政策發展需求，析本所歷年建築工程技術範疇報告之目標、內容、項目及其策略軌跡，從其中檢點可能為建築領域結合應用之重點。

此外，因為本所建築工程技術領域之發展，因為建築材料實驗中心剛才成立，主要針對過去無法進行實體結構尺寸實驗，防震、結構等研究課題方向較為明確，而創新材料科技如何為建築產業所應用及營建自動化推動多年以來，仍然覺得還有相當大的努力空間，因此本年探討重點為建築材料及營建自動化推動問題的探討。



第一章 緒論

第一節 研究緣起

國內建築及營造業為重要的民生及火車頭產業，對相關先進科技導入及應用雖有關注，惟因營建工程領域以往缺乏先進實驗設備，相關應用信心及驗證功能不足，於建築整體生命週期中仍然大量倚賴傳統的營建材料、設備及工法，其具體推展因此有限。

隨著本所建築材料實驗中心建築及大型力學實驗設備之完工，並後續實驗設備之擴充，相關材料基礎微觀及大型實尺寸應用實驗研究之開啟，配合材料、設備、工法及人力科技水平提升，建築產業將成為新興科技應用平台，促進相關科技應用的研發。

此外本所建築產業技術發展中程綱要計畫部分內容，已持續進行多年亟需收集國內外最新研發動態，及分析國內建築產業發展現況、需求，檢討及訂定計畫未來發展方向。

又本所自 96 年開始推動之「智慧化居住空間產業發展中程綱要計畫」及「無線射頻辨識 (RFID) 於建築產業之應用計畫」，一為以產業為跨領域之研發平台，一為以 RFID 為關鍵技術促進相關建築技術整合應，似可為相關科技計畫擬定推動模式推動之檢討借鏡。

第二節 研究內容

- 一、收集國內外有關之創新科技趨勢
- 二、分析探討國家科技產業政策
- 三、分析檢討創新科技在建築產業上的應用
 1. 建築自動化
 2. 創新材料(奈米科技)
- 四、建議先進科技在建築產業應用課題及策略



第三節 研究步驟

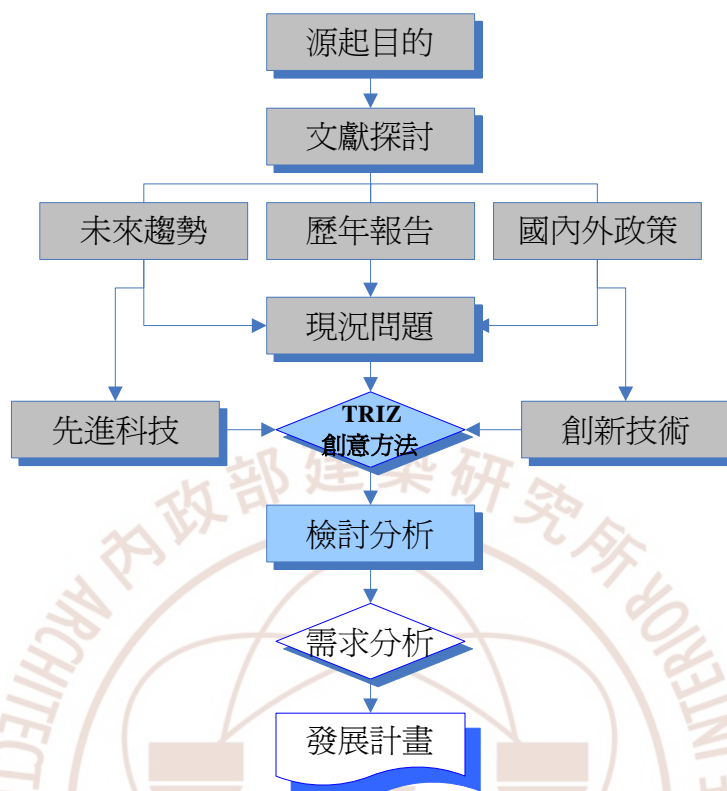


圖 1-1 研究步驟

資料來源：本研究繪製

本案首先將探討未來生活及科技趨勢，以及台灣目前擁有的科技能量優勢、政府政策發展需求，接著分析本所歷年工程技術範疇報告之目標、內容、項目及其策略軌跡，從其中檢點可能為建築領域結合應用之重點。

此外，因為本所建築工程技術領域之發展，因為建築材料實驗中心剛才成立，主要針對過去無法進行實體結構尺寸實驗，防震、結構等研究課題方向較為明確。又其中營建自動化領域推動多年以來，仍然覺得還有相當大的努力空間，因此部分探討重點為營建自動化推動問題的探討。

有關創新科技的可能應用，係以 TRIZ 的發明創新原則來探討相關關鍵技術於建築產業的導入結合應用，提出推動策略建議。



第二章 文獻探討

第一節 未來趨勢

依據美國麻省理工學院(MIT)史隆管理學院，於 20025 年 10 月為慶祝成立 50 年週年所舉辦研討會，主要宗旨是探討在管理研究與管理教育歷經了第一個 50 年之後，未來的第 2 個 50 年，引領他們的原理原則應該是什麼？希望藉由研討會吸引更多的企業領導人與管理教育工作者，共同深入探究未來五十年的挑戰與機會。研討會中提出未來的趨勢有未來的挑戰與責任、全球化、人力資本與 21 世紀的組織、行銷、管理、科技等等。

其中科技項下係利用 MIT 現有的研究，基於社會正義及運用科技的議題，提出了生命科學、資訊科技、及顯微科學(即奈米科技)三項為未來最有可能進展的範疇。



圖 2-1 創新科技交叉圖

資料來源：「未來管理」，天下出版社

一、生命科學

生命科學的發展影響非常深遠，將觸及社會各個層面，是一項資訊革命，開啟人類遺傳資料的寶庫，以及演化的歷史，同時也是一項醫學革命。由於人類基因圖譜的完成，我們突然可以了解生命的機制，甚至可能進一步控制生命的機制。各國政府及私人機構的科學家、政府機構與投資者，均以史無前例的熱情投入基因圖譜的相關研究，將相關領域的知識進一步向前推進。以 MIT 的研究領域為例，包括分子遺傳學、癌症遺傳學、神經生物學、傳染病學、X 光晶體繞射顯像、生物醫學工程以及細胞與生物發展學等等。

史隆管理學院推薦 DNA 顯微序列技術，由過去測試百餘種混合物就需費時

好幾個月，進步到現在可以在幾個星期內便將目標區從幾十萬種混合物中分離出來。只需要一點點時間，便能獲得更多與更正確的資訊，也因此燃起發現更多新藥物的希望。以及用來辨識人類疾病基因的生物分析手持設備，及其他像是拋棄式、塑膠測試晶片等形式的技術平台，都可為個體判定的基因組成，健康狀況，組合或研擬特別的疾病治療方法。

二、資訊科技

過去 20 年當中，藉由電腦、網際網路、行動電話、電子郵件、具有語音功能的汽車與筆記型電腦等發展與發明，資訊與電腦科技帶領我們走入資訊時代。然而現在這些創新科技的盛大場面，十年前並未如此盛行及被認同，而新的科技進展，仍舊以飛快的持續進行著。

1. 普及運算

持續不斷的運算與無所不在的網路，將感應我們所處環境的條件、控制變異的因素、分析大量儲存的資訊，甚至預測未來。

2. 網路系統整合

電腦網路科技，從原本只是電腦之間鬆散的以網際網路溝通連結，逐漸發展成多部電腦非常緊密地連結。透過這樣的連結，創造出可以分享運算資源與資料的虛擬超級電腦。這些整合完善的電腦系統，運作起來就像單一機具，在結合運算的容量與效能之後，可以解決像蛋白鏈結構等需要大量科學運算的問題。

3. 神經網路

神經網路是模擬人類腦部活動與學習模式所設計的軟體，目前被廣泛運用在與預測有關的運算上，從根據過去的資料預估銷售業績，到認知科學與神經生物學的圖譜構成等。史隆管理學院教授蓋普塔(Amar Gupta)，運用神經網路在製造流程的分析，將庫存需求降到最。其他相關的應用包括：金融市場分析預測、醫療診斷(特別是腫瘤擴大速度的評估)，以及預估產品的市場規模等。

4. 量子運算

雖然實際的應用可能還要再等二十年，量子運算正在將運算能力的提升，推向無法想像的邊際。科學家試著利用量子力學解釋與控制原子旋轉週期，將可解決一些目前尚無法解決的問題，例如：運用在電腦加密程式中大量數據的素因子等。MIT 材料科學實驗室的艾薩克·莊(Isaac Chuang)便創造了一部量子電腦，並領導幾個子計畫建立功能強大的量子運算結構，目的是要精進現有的資訊處理容

量、運算效能以及傳統運算的速度。

三、顯微科技

本次研討會自述 MIT 比較有趣的研究中，大部分的重點是在顯微科技方面，也就是在非常微小的物件中所構成的微型機械、材料與製程。這些研究可以概略地分為兩大領域：微型機械(micromachines，非常微小但肉眼可見的結構)，及奈米科技(nanotechnology，屬於分子層次的科技)。

1. 微型機械

微機電系統(miicroelectro-mechanical systems ,MEMS)是一種十分微小的機械裝置，大小通常在一立方公分以內，用來在顯微鏡才能看得到的環境中，解讀有關人體生理的資訊，並執行諸如感應器、電腦、通訊裝置、促動器等多項任務。例如由 MIT 微系統科技實驗室(MicroSystems Technology Laboratories, MTL)所發展衍生出來的：高感應度的電子感應器，可以解讀光線、聲音等物理刺激，並產生電子訊號輸入到裝置中，電子訊號透過類比過程轉換成數位訊號，再轉換為類比訊號。在不同的階段，這些訊號會發出通訊協定到外部的光電元件、電路板的顯微晶片，或是引發內部的促動機制，進而激發一些物理反應，像是機械動作、控制物品、顯示資訊或是產生電力等。許多微機電系統科技的新進展，焦點都鎖定在生物學、光學以及產生動力等方面：

(1) 健康監測

植入式微型晶片元件可以偵測血液的成分狀態、荷爾蒙指數，以及各種普遍存在體內、卻又無法用其他方法來感應的壓力。這些資訊可以用來確認疾病的前兆，甚至可對心臟疾病提出預警。

(2) 產生動力

研究人員專注於能量的產生與利用效率，目標是要設計出可以在幾個小時內產生至少十瓦電力的微型動力能源。對微型化就無法兼顧蓄電量的電池來說，這項替代方案可解決電動車無法普及到消費市場的主要障礙：為了以電力驅動車輛行駛一段差強人意的距離，必須使用體積龐大且十分笨重的傳統電池才能辦到。

(3) 燃料電池

美國陸軍正密切觀察小型燃料電池的研究進展，正確的說法是一種具有發電機作用的微型引擎。美國軍方希望未來可以將一種壓電轉換器安裝在士兵靴子的後腳跟裡，再以線路連結制服的其他部位。每一個步伐都可以將壓力轉變為充電

的作用，提供士兵攜帶的通訊裝備與其他裝置所需的電力。

(4) 持續感應監控

微機電系統感應器也可以運用在公共工程建設(例如橋梁、建築物與道路等)，用來偵測輕微的結構受損，提供維護工程人員做為預警系統。

2. 奈米科技

奈米科技是在奈米尺度下的相關研究內容。奈米為一公尺的十億分之一，相當於單一個水分子的大小。研究人員藉由生物學、化學、物理學以及工程學所有科學定律，發展分解分子結構的技術，在特定且十分繁複的條件下進行研究。科學家目前已經有能力創造一些新的物質，其優點與特色，是天然成分所缺乏的：此外，當研究人員以分子層次研究既有素材時，也會發現一些新的材料特性。借助新型掃描探測顯微鏡的功能，研究人員甚至可以分離出每個原子，按照想要的方式挑出，原子並重新非列分子結構。

理論家勾勒出令人驚訝的前景，認為這項新科技可能在未來的十年內便創造出每年一兆美元的市場規模，並輕易地改變全世界。這些預測中，有些難免流於浮誇，有些則非常真實。技術研發與市場創意，將決定誰能在未來的五到十年之中勝出。以下是幾種可能的應用：

(1) 抗腐蝕應用

讓材料即使使用到最後一刻依然能保持外觀的完整。可說是最早進入市場的應用，目前已實際運用在機械零件的防滲透塗佈、覆蓋保護層甚至網球的內襯等。

(2) 奈米碳管

由奈米碳管(carbon nanotubes)建置的奈米電子迴路 (nanoelectronics circuits)，將來很可能突破矽料的理論限制，生產達到五十億電晶體的微處理器。

(3) 奈米顆粒晶體

奈米顆粒晶體(nanoparticle crystallization)組成的奈米線路陣列，很可能在每平方英吋的儲存媒介中儲存幾兆位元的資料。

(4) 奈米複合材料

只要些微的成本與重量，便能超越鋼鐵的強度，將對許多消費品與製程產生革命性的影響。

(5) 奈米顆粒

被稱為量子點(quantumdots)的奈米顆粒，會依顆粒大小反射不同波長的光。

這些不同大小的奈米顆粒被用來做為生物標記，未來也很可能成為食用色素。而運用奈米級的比對劑進行生物標記，非侵入性診斷只需要幾個細胞大的尺度便能診斷出腫瘤。

四、跨領域交叉應用

儘管資訊科技、生命科學以及顯微科技，這三個科技領域分屬不同領域，但 MIT 仍然深信最劇烈的進展最有可能在三者交互重疊的地方發生。理由是，三個科技領域都面臨非常相似的挑戰，其中任何一個領域的解決方案，通常對其他兩者也有助益：

1. 工具發展

每一個科技領域的進展，都仰賴解釋工具的取得，這些工具可以量測、控制與解釋研究的結果。適當的工具對這三個領域來說都很有價值。

2. 製造組裝

要成功運用這麼多科技，必須有新的製程和工廠、以低成本製造大量精密的機器。同樣的，任何領域的進展通常對其他兩者也有助益。

3. 多功能用途

一項科技能否存活下來，通常決定於它影響層面的變化與用途。單一科技的進展能否在商業上成功應用，取決於此一科技能否被整合為複合式科技或產品組合。

4. 尺度大小

當科技發展愈精密，產品通常也逐漸縮小。了解分子顆粒的活動模式，以及發展能夠駕馭這些分子顆粒的技術，將成為新科技產生的基本要素。

五、推薦計畫

在概略介紹科技未來的展望之後，還是以 MIT 特別探討一些特別具有前景的研究計畫，所概略描述的架構及比較詳盡的內容。希望依其提出實際跨領域成立的一個「MIT 科技造氧計畫(Project Oxygen)」，結合了軟體設計、網路整合、硬體設計、知識管理、人工智慧以及資訊安全防護，希望讓資訊與通訊科技逐步涵蓋再生活的每一層面—環境裝置「E21s」、手持設備「H21S」、網路系統「N21s」、知識與語意網路「Semantic Web」。

1. 普及運算

MIT 預測到 2015 年，已開發國家將有數十億微型機械，用來感應、操控以

及傳送有關環境、人員與各種物件的資訊。建築物、家庭以及交通工具都將透過嵌入裝置成、中央運算平台的一部分。嵌入裝置會根據使用者事先設定的喜好，解讀與調整溫度、光線與聲音的設定。兼具便利性與強大功能的手持設備，可確保自己身處在喜好的物理環境中，提供所需資訊，也讓個人、朋友或同事輕易溝通。無線通訊將連結各種需求，研發精密特殊的網路與設備，讓上述活動在整合的網路系統中更容易進行。

2. 裝置

造氧計畫研究人員，希望「E2Is」環境裝置能夠嵌入「智慧空間」(intelligences spaces)的物理結構中。智慧空間就像神經中樞，指揮通訊的需求、完成運算任務，並管理網路系統的連結。E2Is 將解讀開放空間中的現象與活動狀態，透過麥克風、攝影機與各種電腦介面，促成人與中央網路系統進行溝通。人類與 E2Is 的溝通將以語音指令或揮手這類十分簡單的方式進行。

被稱為「H2Is」的手持行動設備將提供個人化的連結，使用者可與 E2I 平台溝通。H2Is 同時也能提供電信服務、網際網路存取、記錄影像以及語音辨識等功能。H2Is 所使用的網路系統與通訊途徑為動態與隨機選取，設備本身會決定在特定的時間與地點應該開啟哪些功能，並選取最能滿足使用者需求的裝置或網路介面。例如可用語音方式要求 H2Is 找出上星期製作的預算工作表，這個指令將 1 迅速連結到公司內部網路、執行同類型檔案的搜尋、並依照邏輯次序顯示出來。

3. 網路系統

裝置與裝置之間的溝通，將由 N2Is 網路系統加以控制。N2Is 會依據空間內人員、E2Is 與 H2Is 需求的改變調整本身的設定值。除了管理網路系統流量與驗證的功能外，N2Is 也會產生並控制一種被稱為協力區的特殊網路，協力區是由一組為了特定目的或時段的工作任務所組成的裝置。N2Is 可強化資訊安全防護與存取權限，以及支援多種通訊協定，以因應不斷發展的應用軟體與硬體裝置的規格。

4. 知識與語意管理

如果只從人類詮釋的資訊來源，不跳到資料本身便能嵌入意義的層次，E2Is、H2Is 與 N2Is 將無法發揮最大的潛能。透過對資料嵌入意義，機械裝置可以獨立操縱與解決問題。由目前的全球網際網路進展到「語意網路」(Semantic Web)的想法，源自全球網際網路發明者，伯納斯李(Tim Berners-Lee)的願景，這個願景在造氧計畫中也是關鍵的要素。

語意網路將提供一種具有結構性的基本架構用來定義資料，透過資料類別的確認引導資料的自動處理、定義資料可能的用途、建議資料歸類的邏輯，並在資料上加入與資訊有關的規則。更特別的是，語意網路可使物件本身便具有意義，物件彼此之間的關係(語意連結)自然也具有意義。透過對資料本身意義，以及資料連結意義的歸檔，應用指令便能合併或連結不同類別的資料。在這樣的環境之下，中介軟體便能了解物件彼此之間的關係，並且代替我們工作。



第二節 我國科技發展政策

一、背景說明

我國科技研發投入帶動經濟發展已有一定的成就，其中關鍵的因素在於運作良好的科技發展系統，有效地將投入資源轉化為研發成果，帶動經濟與產業發展，進而促成國家競爭力的提升。

面對全球化的競爭與知識經濟的崛起，科技發展系統必須同步配合調整，才得以充分發揮既定效能。行政院科技顧問組自 2005 年起，即開始對台灣科技發展系統運作進行檢視，並於 2005 年行政院第 25 次科技顧問會議期間，邀請國內外科技顧問對系統運作提出各種建言。2007 年初，行政院科技顧問組邀請國科會、工研院、台經院、中經院、國家實驗研究院、清華大學等單位科技政策專家，就我國科技發展系統運作不足部分再次進行檢視，發現中長程科技政策整體規劃仍舊須要強化，同時存在跨領域整合不足與執行力分散等問題，以致擬定之「發展策略」與「配套措施」產生缺口，造成「科技成果」與「經濟效益」無法充分發揮，導致科技投入無法有效帶動經濟成長。

為解決上述問題，科技顧問組邀集前述單位科技政策專家學者，依據我國科技發展需求，並參照日本及世界先進國家做法，召開 20 場以上的工作會議，研擬具體對策，並經 2 次國內科技顧問座談會、行政院第 27 次科技顧問會議會前會及正式會議討論後，研提「科技發展基本綱領」，做為我國中長期科技發展的藍圖。經由從上而下的政策推動方式，進行跨領域、跨部會重點聚焦與整合，引導政府各部門齊步成長，帶動科技與產業發展，進而提升經濟發展，謀求全民福祉。

二、「科技發展基本綱領」架構與內容

「科技發展基本綱領」係定位為我國科技中、長期發展之基礎藍圖，以行政院角度，提出科技施政理念，規劃我國科技發展願景與目標，並結合策略及推動措施，建立由上而下的完整連接。科技相關部會依據「科技發展基本綱領」所訂定之策略及推動措施，研擬執行方案，落實科技發展基本綱領所建立之國家科技發展目標。

「科技發展基本綱領」包含「基本理念」，說明我國科技發展所面臨的國內外挑戰，並以我國科技施政的四項理念與目標，強調科技所能達成的功能，並說明「科技發展基本綱領」的定位與功能。其次為「我國科技發展之策略性考量」，

內容強調在推動國家整體科技發展時，必須以六個不同層面考量，以推出合宜的策略，達成科技施政的目標。第三「科技發展策略與優先推動重點」，說明現階段我國科技發展應採取的四項策略與九項優先推動措施，以展現科技施政效能。第四「落實執行我國科技發展基本綱領」，說明「科技發展基本綱領」的建構與修訂方式，並說明綱領與「全國科技會議」的连接方式。

三、「科技發展基本綱領」與各部會署的關係

由行政院第 27 次科技顧問會議討論後完成之「科技發展基本綱領」初稿來看，

1. 理念揭櫫：

- (1) 強化研發投資效能，成果回饋社會共享。
- (2) 善用各種專業人才，全面提升培育素質。

2. 目標設定：

- (1) 強化國家永續之競爭力：兼顧環境與經濟發展，持續人文與科技創新。
- (2) 確保國民安全與健康：打造安全安心社會，維護國民健康活力。

3. 主要內容—四項策略及九項優先推動措施：

(1) 重點佈局研發領域

- 建立科技研發領域重點佈局策略規劃機制。
- 強化國家型科技計畫的產業效益。
- 強化重點領域之跨領域研發創新網絡。

(2) 有效培育與運用專業人才

- 研訂科技教育政策，提升人才培育效能。
- 策略性佈建全球科技網絡，有效運用國際技術與人才資源。

(3) 提升國家創新系統效能

- 精實跨部會科技政策溝通協調平台。
- 鬆綁大專校院關鍵管制措施，促進大學經營效能。

(4) 強化科技發展環境之建制

- 建立政府科技發展軟硬體設施分享平台。
- 推動科技政策創新運作機制。

後續正由行政院科顧組召集跨部會署協調會議研商「科技發展基本綱領」內

容及推動機制，提報行政院院會通過後，成為各部會科技施政的依據。其中包含上述(三)四項策略與九項優先推動措施所展開的執行方案，並確認主（協）辦部會及執行時程。



第三節 第 8 次全國科學技術會議議題

「全國科技會議」承諸 2.2.1 所述之「科技發展基本綱領」由上而下之理念與目標、策略、推動措施、執行方案等架構，依序發展為「議題」、「子題」兩層次。其中議題以整體科技施政面考量，子題則依據議題設定的內容，納入部會署提案並進行討論與整合。「全國科技會議」的議題及子題確定後，則接著納入「國家科學技術發展計畫」，並擬定策略及措施。其中措施透過各部會署年度施政計畫予以落實。

一、科技結合社會、提升生活素質

科技與人文及社會結合是當前全球之趨勢，促進科技與社會、環境互動發展，增進民生福祉與提升生活品質，係各國政府甚為重視之議題。而我國科技與社會互動之重要特性摘述如下：

1. 充分利用我國電子、資訊、通信科技優勢，促進人民生活便利與素質之提昇
2. 因應人口結構變遷與高齡化社會，發展相關科技與應用
3. 利用科技與創新，推展具創意的亞洲文化藝術產業
4. 推動科技普及化，讓科技成為人民生活的一部份

本項推動子題項目及說明摘述如下：

二、培育科技人力，有效運用人才

科技人才的質與量是維繫台灣產業經濟發展的命脈，亦是國家競爭力的源頭。邁入 21 世紀，隨著台灣躋身進入已開發國家的經濟結構體，經濟競爭力面臨著跳躍式突破的考驗。未來我國培育科技人才之關鍵特性摘述列舉如下：

1. 有效培養、運用及延攬重點科技人才

除了設立一流大學或學術研究中心，以培養高素質人才，另積極規劃運用我國重點產業之各界優異人才，並鼓勵女性投入研發。此外，為吸引退休專業人士回流，改善工作環境，俾利於高齡人口再度就業；延攬國外優異人才方面，除應突破相關法規進用障礙，有系統的延攬國外科技人才與技術團隊，並且提供優惠措施、建構優質研究與居住環境，吸引國外優秀學者與研究人員來台長期居留，亦可成立具國際認可之學術研究獎，吸引國際頂尖研究人員來台研究，開拓並提升我國研究人員國際合作新夥伴。

2. 加強科技創新教育，培養整合型跨領域之創新人才

面臨知識經濟時代，知識創新不僅能創造經濟價值，亦是提升人民福祉的重要途徑。我國的經濟發展正轉型為創新型經濟，知識創新成為產業升級與經濟成長的主要驅動力，如何透過產學研合作等方式，促成知識創新，實為成功的關鍵。應有系統培養跨領域系統整合、設計、研發、國際化及專業化之科技研發與服務創新人才，並加強數學、科學教育教學及學習之研究，透過大型計畫及國際評比之參與，提昇基礎科學教育之品質，培養高科學素養之國民。

3. 配合產業需求或未來重點科技發展，強化產業科技人才培訓

科技研發與產業應用應更緊密契合，我國未來應持續培育產業所需人才，建立創新的訓練機制以滿足職場跨領域知識與技能快速學習的需求；發展健全的專業人力資源就業市場供需預測機制，以作為因應策略規劃之依據；加強推動產學合作，加速產業創新附加價值提升。整合區域產、官、學、研各界訓練資源，共同辦理產學研合作訓練，成立區域人才培訓聯盟，採取多元化、在地化、就業化以及彈性化的原則，辦理以就業為導向的職業專精訓練課程，培訓企業所需技術人力。

三、完備法規制度，整合科技資源

國家科技之發展須具備健全之法規制度與系統化的整合性資源，方能達成科技進步及帶動全國經濟發展之效。有關本議題之關鍵子題列舉如下：

子題一：健全產業法制環境

子題二：提升科技資源之投入

子題三：活化學研機構之資源

子題四：連結國際研發資源

子題五：建構國家創新環境

子題六：檢討技術擴散機制

四、追求學術卓越，強化實用效益

有關本議題之子題列舉如下：

子題一：著重跨領域之研究

子題二：專注本土效益或地區特色之研究

子題三：依據領域之特色與差異，進行資源投入及績效評估

子題四：全面檢討大專教育之分類與定位

五、加強技術創新，完善產業環境

知識經濟是 21 世紀先進國家經濟發展的重要方向，並迅速引發全球經濟體系的變革，活絡國家創新體系已然成為世界各國重視的施政方針，而其首要課題即在於建立智慧財產創造、管理、運用及保護相關機制，並建構完整的科技創新環境，以持續協助產業界加強產業科技創新與運用，促進國家能朝創新型經濟結構發展。有關本議題之未來方向，可朝以下幾點持續努力：

子題一：重點發展科高科技產業及知識型服務業

子題二：促進跨領域產業創新

子題三：持續推動技術前瞻、促成新興產業發展

子題四：發展生活科技產業、滿足國民安全健康就業需求

子題五：落實發展「科技發展基本綱領」促進產業發展

子題六：鼓勵產學合作，促進創新創業

子題七：強化國防科技、促進軍民技轉

子題八：健全產業發展環境，促成台商回流與引進外資

六、結合科技能量，促進永續發展

近年來因為生活型態與社會文化變遷，已大規模改變了近代人類的生活型態與生產方式。而全球生態也在人類的恣意擴張與罔顧極限下，產生許多值得關注的永續發展相關議題。為確保人類生活之基本物質需求與安全，基礎建設興建後之維護與延壽使用亦已成為追求永續發展之一環。不只國際間積極投入研發資源、培育科技人力、發展重點科技以解決上述問題。台灣地狹人稠，且天災頻繁，因此，在極為有限的天然資源現況下，欲加強資/能源的善用以為永續之道，必須藉重科技整合之正面力量，在以下所列五項相關子題上盡力而為。

子題一：公共工程效能與延壽

子題二：災害損失消滅與管理

子題三：陸域資源保育與規劃管理：

子題四：海域資源利用與保育

子題五：廢棄物資（氣、液、固）減量與再利用

第四節 台灣的創新科技

依據「台灣的創新科技」一書，將台灣目前發展的科技歸納為：

1. 資訊科技：半導體，筆記型電腦，液晶螢幕，無線通訊，網際網路
2. 農漁牧：水果，稻米，花卉，茶，畜養，漁業養殖，水產加工，基因技術
3. 工業製造：自行車，遊艇，汽車零件，運動器材，紡織業，機器人
4. 醫療生物科技：中醫技術，西醫技術，醫療器械，基因技術，幹細胞，製藥技術
5. 能源：光電技術，太陽能電池(板)，環保汽車
6. 奈米科技

按經濟部技術處 97 年 3 月推動之「創新科技應用與服務計畫」，係指上述高科技領域之高值化製造業與知識型服務業的雙引擎經濟發展需求，將原「示範性科技應用計畫」與「創新服務業界科專計畫」，考慮整合性、終端需求等因素，整併為「創新科技應用與服務計畫」，以鼓勵企業規劃、開發具創新性、示範性、共通性或整合性，且具科技涵量之應用與服務，多元發展創新營運模式，帶動產業發展新商機。另以主題性產業政策推動方式，鼓勵企業針對產業面、社會面及生活面的創新需求趨勢或機會缺口，透過科技的整合與應用，發展創新服務與營運模式，加速催化製造業服務化、製造與服務整合、服務創新及科技化服務業等新興應用服務的發展。(http://assist.nat.gov.tw/GIP/wSite)

綜合國內外有關未來願景、創新科技及推動方式，發現「國際化」、「創新」、「科技應用」、「跨領域」與「使用者導向」，幾為各國推動的策略與方向，所不同者，為各國或各產業間掌握的優勢、及利基的不同，從而的切入重點不同而已。

第三章 建築工程科技發展趨勢

第一節 建築材料

新興建築材料科技，結合傳統混凝土材料的應用有朝複合材料如纖維強化材料及混凝土發展，可以滿足許多在營建產業逐漸盛行的木材及水泥混成結合的特性；而由塑膠或水泥結合木材、玻璃纖維、鋼鐵或其他形式的有機纖維植物材料，可以創造更強、更輕的複合材料，這些材料較諸以往的如木材、水泥、鋼鐵等材料更是負擔得起，更耐久，在嚴格條件下也更具回復彈性。

智能窗戶的科技發展在過去 30 年有很大的進展，而且正不斷的推出新的產品。窗戶科技功能如同光線可以控制通過窗戶光線量的阻斷裝置(SPD)，早已製造出來。這種科技裝置的窗戶已逐漸降低價格負擔得起，並且朝向模組化開發可以讓既有建築隨著需求會產品更新而替換，使建築的整個建築生命週期中得以提升能源使用效率而節省費用。

另外光電(PV)屋頂材料或是家用「太陽能屋瓦」替代模組，利用光轉換電壓的程序從太陽能產生電流。同樣這種模組的初期建置費用相當高，但隨著政府的獎勵政策，及從建築整個生命週期來看營運成本結構，還是可以大幅降低能源及維護的支出。

隨著這些新興智能材料持續的發展，以及接受層面越來越廣，經濟、社會和環境的接受程度將會越來越高。作為應用本體的建築物工程技術各方面，勢將有所變革及因應。

第二節 設備系統

智慧型大樓系統包含了有關建築概念的許多不同議題，從探索地區特性及氣候能使建築更省能，以至於尋找替代能源的選擇策略等。除了整府大力推動及社會大眾觀念上逐漸接受，目前智慧建築系統與傳統建築方法已經有了價格競爭的能力，並且也看得出來具有實質上降低整個建築生命週期營運成本的實質節省效益。

除了相關領域科技之推動，國外業者更利用建築資訊模型(BIM)系統作為導入達成相關標準的技術工具。這種設計工具主要用在是計畫和設計階段所需參數的最佳化。例如，利用這項建築師和工程師就能分析和研究在基地不同方位，檢視不同情境的建築能源成本。BIM系統包含大多數分析工具具有的評估整個生命週期的建築設計如何更有成本效益。這種工作在過去有可能要耗費工程公司好幾周的時間，而現在就能在幾天之內完成。

自動化建築系統科技包括那些自動控制和那些監控個別子系統，例如照明、大樓溫度、安全和其他大樓重要系統。大多數這些子系統都具有智慧化的設備，允許每個子系統利用開放的終端架構與其他各種子系統進行聯繫；其他應用尚有如大禮堂或運動館等公共大空間的自動化大樓系統。甚至美國已發展出一種獨特的方法可用於不同的用途，亦即同依空間可利用自動化建築系統可迅速轉換為音樂會或運動會的功能。

綠色屋頂系統和其他建築材料已經用來延長屋頂的壽命。這種結合降溫和房屋構架冷卻需求，除了具有替代傳統屋頂的能力外，更重要的機制或系統如空調系統(如，HVAC系統，照明系統和熱水系統)結合起來，這些應用關鍵都是在如何讓建築更具能源及溫度效率。

智慧化建築系統科技可以提供建築師和工程師改進的決策工具。也提供整個設計計畫更快的思考並且節省了設計錯誤的重覆浪費。其次，這些系統提供業主、設計團隊有關建造更多持續低成本省能建築的工具，其他好處包括增進住戶健康、舒適，和生產力提升等等。

第三節 設計與管理

在典型的情境裡，建築師會從廣泛收集設計必要的資訊，然後提供各相關專業技師用於計算設計建築物性能特性。例如，熱損、日光、氣流、結構性能、財務可行性，以及相關緊急情況。

現在專業知識將不再限於資料輸入，或者運算結果的解釋，而是必須強化分析和設計過程間更緊密的聯繫。設計者的回饋落差將被消除。緊密的結合建築訊模型、性能分析和評估工具，已能提供設計決策者在整體設計上下過程的有意義回饋。目前這方面的趨勢有：

一、3-D 塑模系統：

應用之一是隨著藍圖和建築文件，一起以存有 3D 模型的磁片呈現給業主(全部是以同一 3D 模型系統所產出)；提供業主以及承包商等任何參與營建過程的相關人員，所要建造對象更清楚的透視。

二、4-D 塑模工具：

利用 3-D 模型連結排程協助建立整個視覺化建造過程，在電腦螢幕的呈現，同時也可以產生建造文件。4 D 電腦機輔助設計可以使用在不同層級細部，從模擬、整體專案協調、乃至於協同承包商及專業下包的日常作業等。

三、5-D 塑模工具

5D 塑模的應用是：因應取得且須進行各式費用分析的時間壓力，系統持續維護著設計、成本以及排程間的動態雙向連繫。基於虛擬營造概念的核心，連結了虛擬的建造模型、成本的步驟，並且利用其結果帶動積極的創造活動。每種方法都提供了特定的訊息資源--設備、勞力、材料及成本。這樣提供了大量驚人的協助及建造程序、時間、顧問費用等等成本的節省。

四、建築資訊塑模

為了建築設計的生產力及卓越完善，國外廠商開發了建築資訊塑模(BIM)是一大樓評估軟體工具，這套系統結合了建築師、工程師、計畫人員及設備經理等所需要的性能分析工具，在整個建築生命週期的任何階段都可以使用。

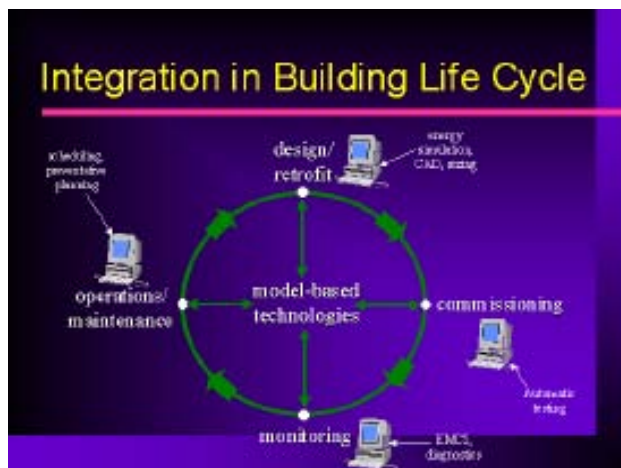


圖 3-1 BIM 系統在設計流程概念

資料來源 <http://www.iesve.com/content>

BIM 系統的核心為整合的數據模組(IDM)，這模組可供各種不同建築評估應用分享(如電氣、機械、環境等)。允許資料在各種不同應用之間分享，俾能改善設計團隊的溝通聯繫，因此，加速了一但設計團隊研商每個設計改變後，利用 IDM 評估一序列必須隨之變更程度及其決策。因此可以避免重複、最小錯誤、設計一致性的保證，及節省時間。

第四節 電腦科技

在今天迅速改變的技術環境、創新方法，利用電腦為基礎在營建領域已經獲得許多進展。尤其手持設備的發展、3D 繪圖使用者界面、和無線通信建立的一個互動新的工具能將工地現場資訊傳回辦公室。例如，在專案中成本估算、建築設計變更、問題解決，都需要相當多的時間和交通往返處理。而現在可以在可靠的無線網路科技下獲得及時的回應，也就是節省成本降低費用。

因此全力發展以電腦為基礎的技術，無疑的將有助於營造工地現場與不在現場的計畫設計團隊間必要訊息更緊密的連結。而可攜式電腦更加方便攜帶，可以在現場執行許多精確的計算和傳送大量的資訊。這些設備可以在現場進行估算，或是擷取並且播送多媒體的簡報，以解決現場的問題。更由於無線或 WiFi 科技已經被用來呈現異地現場的虛擬 3D 影像。例如，建築工人因為有了 WiFi 技術配備的筆記型電腦和建築構件條碼的運用，能夠使用掃描器掃描一整座大樓工地的構件。這項無線技術能夠使設計團隊在異地使用 3D 繪圖界面，視覺化地追蹤及監控營造工地現場的運作程序。

個人數位助理 PDA 利用客製化的掌上型估算軟體，現在也可以讓專案經理在現場收集成本估算的資料。這項設備利用查核表，可以在現場擷取所有需要的資料，然後利用無線技術連結異地的資訊系統，進行營造專案的完整估算。

手寫板電腦是另一項新興的科技，可以協助排除部分現場與辦公室的時間限制，提供問題辨識和解決的多媒體方式呈現。例如，利用手寫板電腦上的攝影機，拍攝工地現場的照片(以便事先辨識工地可能的問題)，並用手寫板面紀錄及標示關切的照片或區域給設計團隊，並且再傳建築師或技師審查。

最終這些智慧型的設備會協助我們進行材料及人工的排程，杜絕錯誤造成的浪費，並且提升生產力及降低成本。隨著這些系統的發展進步，並且越來越平易近人，將會不斷地增進工地及異地計畫設計團隊之間通訊連結，也會大幅降低建築營造工程很多臆測的情形。

第五節 網際網路

以網際網路為基礎的應用，其技術在營建產業已經是一個一直被持續被關注的學科，並且也已有新的營造和管理實務的應用機會出現。網路正在改變整個營建產業的前景，營建產業也越來越倚賴從網際網路發展出來的新技術，範圍包含了特定的工程網站、網路的設備拍賣，乃至於投標分析軟體和談判工具。營造公司正透過電子郵件、點閱網路尋求供應及設備商，並且線上尋求更迅速更便宜的方式來完成專案。這種步伐雖然緩慢但是發展的很穩定，而使營建公司及相關部門適應這些新的方法，而相結合並產生新的經營方式。

線上交易為營建產業呈現新的機會，可以進行大量的集體議價，查詢購買稀有的產品，或是市場上剩餘的物料，擴大了傳統區域性市場的機會。相反的也能上提供營造公司的服務項目，甚至客戶反映意見，這都是意味著商機。線上交易幫助他們排除許多傳統撰寫協議時往返溝通猜測的時間。越來越多的公司和政府正朝網際網路和相關電子化，有效率的交易、採購實務的大道前進。許多單位使用線上，為發佈交易契約，及收送服務建議書。

專案管理特定的網站和網路，代表了營建公司如何生產的每一天營運的更巨大變化。專案管理系統的好處是，降低大量紙張的消耗、更低的成本、改善通信、更快的周轉、要求即時專案的完成。

以《經濟學人》一篇報導為例：曾雇用過營造商的人總是知道，即使最簡單的工作也常會被成本超支和時間的延遲而惱怒，而案子愈大、麻煩也愈多。根據一項估計，每年花在低效率、錯誤和延遲的成本，佔了美國的建設支出六千五百億中的兩千億美元。原因很簡單，無論是旅館或是某廠房的案子都會牽扯到數十個企業，如：建築師、工程師、原料供應商等，這些人要一起工作數月或數年。每個專案都有上千筆交易，而目前大都紀錄在紙上。一個花費一億美元的典型建築案會產生 150,000 件不同的文件，如：技術圖、法律合約、採購訂單、排程表和資訊需求表等，這使得專案經理要建一倉庫來存放這些資料。聯邦快遞去年光是在全美運送藍圖就獲得五億美元收益。更糟的是，建築受限於建築法規、工會及天氣情況等，是一項緩慢的事務。業主、建築師和工程師都必須實地勘察現場。在目前所有的事務都經由傳真或電話所完成，小至屋頂磁磚尺寸的決定都可能花上數個星期，而似乎些微的設計改變都會因為要經過核准而導致長時間的延宕。除此之外，錯誤仍是常見的，如供應商交來的貨品不對且帳單過期未付等。面對

龐大的運輸成本和高價值的商業合約，這些錯誤的代價是很可觀的。

目前有一群新興的、針對企業對企業商務的公司企圖將所有的建築工作變成一個有效率的虛擬程序。Bid.com 的總裁 Daryl Magana 說，他的公司為其客戶的每個建築專案構建了一個網站，專案相關的人員從建築師到木匠都能進入網站來核對藍圖、訂單改變的規格及已確認之交貨時間等。而從到期日到物料明細等都被紀錄永久保存下來。(資料來源：Allan Afuah、Christopher，《Internet Bussiness Models and Strategies》，McGraw Hill，2001)

這些網際網路導向的技術，已經促進並且協助營建產業各個面向—包括線上交易、物料採購、製造的規格和設計…乃至於專案管理，供應商、業主和承包商間的交易，工地現場的模擬。網際網路已經證明是世界上最大的市場。每天更多買賣雙方投入訂購及銷售物品或服務，它就越戲劇性的增長。當意識，知識和這些導入的技術繼續加速投入，許多伴隨在這些技術的潛在好處、實務就會隨之增加。這些包括更即時的投標遞交、降低費用、更精準的文件編製，以及節省相當大的人力及材料成本。



第六節 其他

一、機器人

機器人可分為產業型與家用型兩大類。工業用機器被大量應用在製造業的生產中，早已行之有年，如手臂與手爪機器人等，但他們只具備特定的程式的機器，並無具備人類互動溝通的能力。(相對於日本的推動，國內營建工程不見有相關的應用案例)

而隨著社會人口結構邁向高齡化，加上人類追求更卓越的生活品質，智慧型機器人已成為機器人學的熱門顯學。而事實上，政府及國內廠商在推動智慧型機器人，尤其在家庭內部應用方面的努力早已如火如荼。

在電影裡出現的機器人，似乎總是可以上天下海、無所不能；然而，在現實世界裡的機器人，或許沒有辦法那麼來去自如、隨心所欲，但是能夠為人類帶來更廣泛、便利、豐富、多元的生活，卻已經不再是夢想。

以鄰近的韓國來說，政府與民間皆致力發展機器人，並預計於 2015 至 2020 年間，每個家庭都將至少擁有一個機器人。從這樣的規劃內容願景來看，不難看出現代的機器人用途，已不是過去僅使用在軍事、醫療等特殊目的，而是能實際改變生活型態，成為日常生活的一份子；有如現今電腦的角色一般，但功能卻更加強大。過去只有在電影中看到的「機器戰警」，隨著機器人技術與保全業需求的結合，很快就將出現在實際的生活當中。

二、有機建築

有機的生態化綠建築就如同知名建築大師萊特所說：「把建築物當成一個有機體來看，讓建築物跟自然環境完全融合協調的境界」。有生命的創新建築，關心居住在裏面人的感受，與環境的關係！建築技術與科技的應用，讓生活在其中的人感到幸福與自然的調合。

建築師皮爾斯(Mick Pearce)接受了一個任務，要為保險與不動產集團老共同公司(Old Mutual)再非洲的辛巴威首都哈拉雷(Harare)，建造一棟不裝空調設備，卻又漂亮、合用的辦公大樓，這個任務似乎很荒謬，因為哈拉雷畢竟是個可能熱死人的地方。然而在辛巴威出生、在南非求學、在倫敦接受建築師訓練的皮爾斯接受了挑戰。他以觀察冷卻乾泥與濕泥構成的塔狀蟻丘方法，內部得以維持恆溫，白蟻才能培養一種維生所需要的真菌，這樣做並不容易，因為非洲平原上白天的溫度可能超過攝氏三十八度，晚上卻可能低到攝氏五度以下。然而，白蟻卻

巧妙的把微風從蟻丘底部，引進由涼爽濕泥構成的蟻室，再把經過冷卻的空氣送到蟻丘頂端。靠著不斷的建造新通風口，關閉舊通風口，就可以很精確的調節溫度。(完整介紹，請參閱網站 <http://www.pearcemcomish.com/east-gate.htm>)。

這種了解天然生態系統，與建築工程領域交會在一起，把兩種觀念結合在一起，開花結果。這棟叫做東門大樓的辦公室建築在一九九六年開幕，是辛巴威最大的商用與零售建築。大樓穩定維持攝氏二十度到二十四度的溫度，用的能源不到其他同樣大小建築的十分之一。事實上，大樓內部沒有設置空調機房，建造成本立刻節省三百五十萬美元。東門大樓後來變成建築界的參考標竿，有很多文章和書籍探討這棟建築，也得到很多獎。因為建築師開創了建築設計的新領域 一種「模仿自然過程」的領域。





第四章 TRIZ 理論與創新原則

十幾年前產業界及學術界還在提倡縮短設計及製造流程，加速產品上市的時間的協同設計、同步製造等等各種作為，然而這些思維是設計端及製造端發想出來的設計及製造的產品，沒有多少是真正消費者所需要，消耗了大量人力物力製造的結果，而產品的生命週期卻是如此短暫。

世界變化實在太快，大量製造已淪為競爭紅海的犧牲品，因此要發展消費者真正的需求產品，符合藍海競爭策略的利基，可能要改變過去的思維，從設計思考階段開始前就要先瞭解該領域直接的資訊與使用者經驗，以及正式製造及商品化之前，要先有原型產生，讓目標使用者來試試看是否符合需求。過去 20 世紀時代，人們需求滿足於車、房子、電子產品等等物品的購買擁有，但 21 世紀真正的滿足感不是來自於購買與擁有本身，而是來自於體驗與感動。

而有了創意創新構想之後，開發產品或者解決既有技術問題有了較為明確的方向之後，繼之解決問題的方法就可以導入目前在歐美先進國家蔚為風潮的 TRIZ 發明問題解決理論，加速找到問題可以應用的解決原理。

第一節 創新的成功要素

大前研一在《思考的技術》一書中曾以今後的五年之內，家庭中會普及的新型 IT 產品會是怎樣的產品為例說明，未來五年內一定會普及的產品是，具有家庭伺服器概念的儲存機器。並且具體指出家庭伺服器是具有 240GB 或是 300GB 記憶容量的 HDD，然後將它與寬頻網路做連結。在這裡面可以放入影像和聲音、音樂以及所有有關家族紀錄的東西，大概是十片左右的電影，到目前為止所擁有的照片(大約 1GB)，音樂的話則是擁有的 CD，再加上以前所有的 LP 黑膠唱片(約 30GB)等等。另外將契約書、銀行存摺，國民年金保險等所有的資料 PDF 化後存入，這樣的利用方法他確信是未來家電的新寵。而且時代進步到這樣，但是到目前為止仍然還沒有出現類似的產品(2008 年已經有這樣雛形出現)。明明在技術面是完全可以辦得到的，只因為企業的想像力不足而無法實現。

他同時批評所謂的資訊家電，不論是微軟(Microsoft)的比爾·蓋茲(Bill Gates)、思科(Cisco systems)的約翰·錢伯斯(John Chambers)、前任 IBM 總裁路·葛斯納(Lou Gerstner)，還有日本的家電產品業者也是，都朝著錯誤的方向發展。若是不能從所謂的「資訊家電」或是「資訊家庭」茫然的思考方式中跳脫出來的話，往後的二十年間仍會是和現在一樣的模式而不會有所改變。

人在外面時就可以操作家中的浴室洗澡水溫度，回家後馬上就可以洗澡，或像是在你使用了冰箱裡的東西之後，就會自動幫你訂購東西，「資訊家電」標榜的就是這一類的功能。類似這種構想，早在 20 年前就在日本的富士通和 NEC 的展示會上出現過。而現在去 IBM、思科和微軟的展覽攤位上，也出現像這樣夢幻般機械化的住宅商品。到了傍晚時分，會自動將家中的窗簾拉上，但實際上，比爾·蓋茲自己做的自動窗簾卻沒有幫他拉上，而讓別人可以一眼看盡他家中的情形，這件事情被當成笑話流傳在美國各地。

在任何地方，製造了夢幻般的住宅，的確會引起一番騷動，大家想像以後的家真的會變成如此，然而卻沒有真正順利實現。為何會如此呢？那是因為製造的那些人不懂得「人性」，沒有真正的去做驗證的動作，只是在實驗室裡思考，在象牙塔裡製作商品。

又如「自動補足電冰箱中用完的東西」的構想，他也批評這是不懂得人性，光是坐在位子空談謬論。以大前研一所經營的「Everyday.com」這家專門輸送生鮮食品的宅配公司為例，在創業時期，曾經花了一整年的時間對六百位家庭主婦進行調查。從結果得知，家庭主婦對於「可以自動補足缺貨」的這件事情厭惡至極。沒有比家庭主婦更容易改變心意的人了，自動補足時，一定會聽到對方抱怨原本這一次想要購買不同的東西。在自動收到訂貨的訊息而將貨品送達時，一定又會聽到她們說「明明想要換別的品牌子，好不容易才用完，結果怎麼又送來了」，其實是我們才想要抱怨呢！

家庭主婦往往憑感覺購買東西，去超級市場時，只要覺得這個不錯，或是便宜個一塊錢，就會購買原本沒有想要買的物品。若是利用於廠商的庫存管理，說不定就會很方便，但是廠商負責人和家庭主婦的感覺完全是南轅北轍。沒有理解這一部分的不同，而假定家庭的適當存貨量和公司一樣，發明這樣一個補充系統，當然不會成功。

因此基於人性體驗的原則，而非預言與直覺，大前研一提出了成功模式的四個要素：

1. 事業領域的定義必須明確

這個要素，就像是「家庭伺服器」就比「資訊家電」或是「資訊家庭」來的明確。也就是說，不要含糊籠統，而要將必然發展的方向特定化。這個在實際的事業發展上，也隱含著避免經營資源分散的意義。行動電話的例子也是一樣，將功能整合而為一的意義，其定義就非常明確。

2. 分析現狀進而推論未來的方向，針對因果關係來設立簡潔而具論點的假說

行動電話的例子中，針對現在所有的資訊機器來分析現狀，並預測未來的發展方向進而建立「是否行動電話還沒有完全整合為一？」的簡潔假設。家庭伺服器也是一樣。由理論性思考來引導出推論，在意義上就是和單純的構想不一樣。

3. 針對自己應選擇的方向，即使出現幾個可能的選擇，也應該專注其一

這是一個在實際事業發展上的重要因素。往往只要有可能成功的，就會想盡辦法全部跟事業扯上關係，但是什麼都捨不得放手的結果，通常半途而廢的可能性最高。在幾個可能的選擇方案中，一定要分析出哪一個的成功機率最高，排出優先順序。在現在這個時代，沒有具備集中力和速度則無法取得勝利。

4. 不能忘記基本假設，排除掉已經發生變化的情形而不偏離原則

在展開事業的過程中，最容易出現問題的地方，就是狀況起了變化導致方向有所偏差。特別是隨著景氣和業界的動向等因素，經營者的心最容易產生動搖，只要作為前提的狀況不要有太大的變化(例如其他公司早一步開發出同樣的產品、相關法規的規定有了非常大的改變，或是大幅度超過預定範圍而使得經濟狀況起變化等等)，千萬記得不要忘記最開始所設定的基本假設。

大前研一強調只要具備前面所敘述的理論性的思考邏輯，這些要素就可以整理而出。特別是3跟4是在實際事業發展的時候非常重要的因素，而要強化預知性相關的事項，則要先鍛練符合1跟2要素的思考模式。

第二節 創新的設計

由此思考整體設計、研發、創新的模式，市場的行銷與媒體溝通反來應該要考慮放在整體流程的第一步而非最後一步，要把這個步驟提前到產品的研發階段。特別是現代社會已經轉型為創意社會與媒體社會時。藍海策略顛覆傳統的破壞式創新，其實不是亂槍打鳥，首先考慮消費者。而把設計、創新當成是管理思考的方法，重新建立流程模式。

日本慶應義塾大學媒體設計研究所教授奧出直人(Nahito Okude)指出，目前世界新一代研發流程，與以往傳統蒐集市調數據、統計資料等間接資料，然後生產、放進市場過後，才藉由客服單位知道消費者反應的流程模式不同。新的設計思考模式是倒過來的，是先去瞭解使用者使用產品的方式與想要什麼體驗，也就是在決定做什麼產品之前，先研究包括可能是該產品使用者的消費者。然後做出粗略原型，一再體驗測試修改很多次之後，等到覺得有信心市場會接受了，才放進生產流程中。奧出直人教授並指出這種流程已有美國知名設計公司 DEO 的設計思考與產品研發模式。而在日本，據他推動的經驗感覺現在還不太能接受這種新的設計思考模式。因為日本公司雖有設計部門，絕大多數沒有接受過設計思考的訓練，並且半年甚至一季內就要推出新產品，研發時間甚短，因此認為設計思考很浪費時間。

傳統開發新產品所謂的設計是指外在形體的材質、顏色與外觀形狀以及技術的克服，而非設計管理、使用者的體驗，通常較注重效率與生產過程。經過大多數產品上市的挫敗之後，維持現有的產品與管理方式，無法讓企業看到前景，於是漸漸的有些企業重新思考無法衡量評估「創意」的成效。並進一步發揚日本人實踐的精神，認為「創造力並非個人的才能，而是一種方法」，提出「創造的流程」與「創造的演練」的操作方法，可以迅速為組織導入設計思考的模式，使設計創新不流於空談，而是讓每個人、每個組織皆可以創造出類似 iPod 令人感動的具體作法。

第三節 TRIZ 發明問題解決理論

一般我們解決技術或經營、管理的問題，初始常會找一群相關的人來做腦力激盪 (Brain Storming)。雖然有些時候也會有不錯的結果，但更多時候是流於天馬行空的跳躍式思考。討論也是發散式的，無法聚焦，解決問題的手法更常是 Trail & Error 的形式。而且人思考的方式，也常有跳脫不了以自己有限經驗累積的慣性思維的窠臼。

Altshuller 研究了近二十萬個專利，歸納出專利發明的共同性、重複性創新性思維的邏輯。在手法上，將特定問題抽象化後，找出一般性問題的通解，在將其解法專屬化，套入特定參數，而找到原始特定問題的解決方案。TRIZ 提供了一套經過驗證的邏輯手法，以人類累積的智慧精華為參考方案，來解決創新性的問題。就像我們以代數方程式或微積分的通解，去尋找特定打程式的答案，不會落入人心的偏執 (Bias) 或思維的惰性，也不用試誤法，就可以很快找到解答。這是我們運用前人智慧的成果。人類累積了幾萬年的知識，但是近兩百年的發展，遠遠超過前面的總和，尤其是最近二十年，知識的累積，更呈爆炸性的成長。這並不是說，現代人的 IQ 一定比前人來得高，而是我們的發展是築基於前人的智慧。但在浩瀚的資訊海上，如何萃取我們需要的有用資訊，需要方法，而 TRIZ 正提供其中一種相當有效的方法。

T、R、I、Z 四個字母，是由俄文辭彙「Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch」的四個字母開頭縮寫而成，意思是「發明問題、解決理論(Theory of the Solution of Inventive Problems)」。主張發明問題正如同其他工程類問題，是可經由編碼、分類及方法化等方式解決。TRIZ 發明者 Genrich Altshuller 1926 年出生在前蘇聯，他在 14 歲時產出了自己的第一個發明，隨後接受正規教育成為一位機械工程師。他在 1946 年進入蘇聯海軍專利局從事專利歸檔的工作，他的主要職責是協助發明人填寫專利證書，但由於 Altshuller 本人就是一位天才的發明家，因此別人常常請他幫忙解決創新發明過程中遇到的問題。引發他思考發明創新是否可以被預期的一種創造性思維之系統模式的結果，並經由實際的專利分析經驗得到了發明問題的解決答案，他研究了近二十萬個專利，歸納出專利發明的共同性、重複性和創新發明性思維的邏輯，他將研究的成果經由分類及記錄，彙整出心得。他的工作成果奠定了 TRIZ 的理論基礎，並為日後開發的發明問題解決理論打下了基礎。

目前世界各國紛紛引進 TRIZ(中國、韓國、日本、台港、印度、西班牙、德國、英國、澳洲等)；並透過大量學習方式提升企業內部研發人員的創新發明能力；各地也紛紛成立 TRIZ 相關組織進行各項 TRIZ 研究與推廣活動。最近許多文獻實證顯示 TRIZ 也與其他工具整合，例如 SixSigma、QFD、Taguchi Method、QC Story，TQC 等並產生了顯著的綜效。

對建築工程而言，創新主要是為了解決工程問題並提升工程附加價值，但這往往源自腦力激盪法或由經驗教訓中所習得的，多半缺乏系統性。為此，田耀遠、陳信強於 96 年建築學報發表《TRIZ 應用於建築工程創新之研究》，引入創新問題解決理論，探討 TRIZ 理論在建築工程創新可能之應用，並以層級分析法及灰關聯分析法，將 TRIZ 在運作上一些待改進的空間，例如在矛盾參數(contradiction parameter)的辨識上仍被主觀判斷所主導等問題，而建構一套 TRIZ 的運作模式，將實務問題予以客觀地定義與轉換，以利於求取適切的發明原則，並透過類推思考以規劃出問題突破方案。最後，並透過建築工程常見的預力混凝土與支撐系統等案例，驗證此模式的有效性並演繹其運作說明。

該研究根據 TRIZ 理論、層級分析法、灰關聯分析以及改良式的數據前處理法與灰關聯係數，建立 TRIZ 的運作模式，如下：

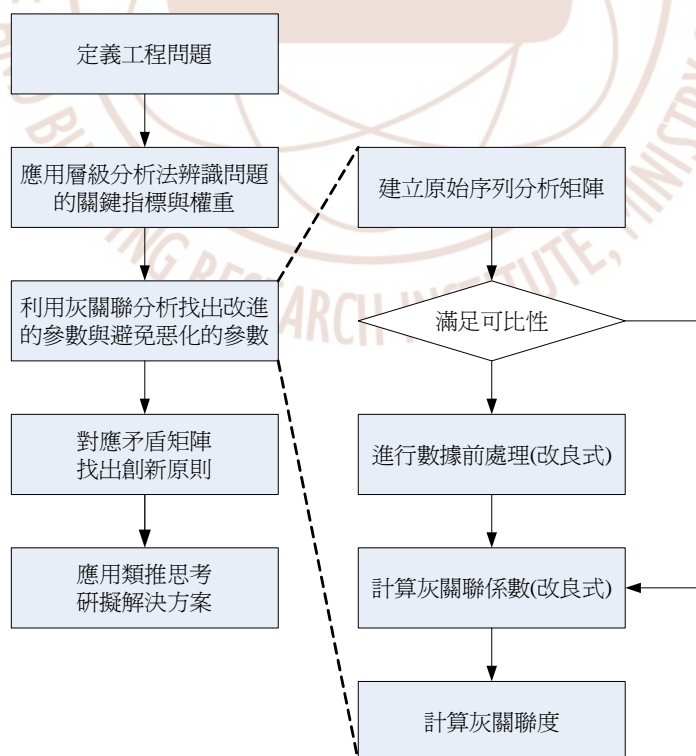


圖 4-1 整合式 TRIZ 運作模式

資料來源：中華民國建築學會第十八屆第一次建築研究成果發表會論文集

本運作模式首先定義工程問題，並藉由層級分析法找出關鍵指標及其權重，而這些權重就是後續計算灰關聯度時的 $k\alpha$ 值。接著，透過灰關聯分析找出在該工程問題中最需要改進的工程參數以及最需要避免惡化的工程參數。最後，套入矛盾矩陣辨識所建議的創新原則，並經過類推思考等過程得到最後的解決方案。

以預力混凝土的使用性而言，一般會希望其達到「高強度」、「輕重量」、「小斷面」、「高品質」以及「方便施工」等特性，將此等特性當成關鍵指標並藉由 AHP 層級分析法計算出相對權重，接著經過灰關聯分析的結果，可得最需要改進的是工程參數 14(強度)，而最需避免惡化的是工程參數 16(非移動物體的面積)，經由矛盾矩陣可得到創新原則 9(預先反作用)、創新原則 28(系統替代)與創新原則 40(複合性材料)。若採用創新原則 9 進行類推思考，則可能得到預力混凝土為解決方案。(工程參數編號及創新原則，請參考附錄四)

經過同樣的程序，在支撐系統方面可以得到「長度足夠」、「高強度」、「方便組裝」、「節省成本」、「節省勞力」等指標及其權重，並透過灰關聯分析得到最需要改進的是工程參數 39(生產力)，而最需避免惡化的是工程參數 4(非移動物體的長度)，經由矛盾矩陣可得到創新原則 7(套疊)、創新原則 14(曲線與曲面化)、創新原則 26(複製)與創新原則 30(柔化)。若採用創新原則 7 進行類推思考，則可能得到調整型鋼支撐為解決方案。

第四節 創新流程檢討

由於創新與發想過程為一發散過程，而且通常是處於黑盒子很難言喻的思考階段，仰仗所謂靈感的說法。然而這些發想過程也不能憑空而來，也是要先有目標方向，有一定的方向及目標。再來才能找到方法逐漸聚焦，才不至於亂槍打鳥。然而創新過程也不能一味受限既有模式與觀念，若受限於既有模式與觀念，那就只是改進既有的方法、程序、技術，而很難有突破性的創新。

本研究初步了解 TRIZ 理論及於工程上之應用之可能限制，為了整合發散與收斂過的創新原則，參考目前熱門的互動式設計理念，提出下圖互動式創新原則：

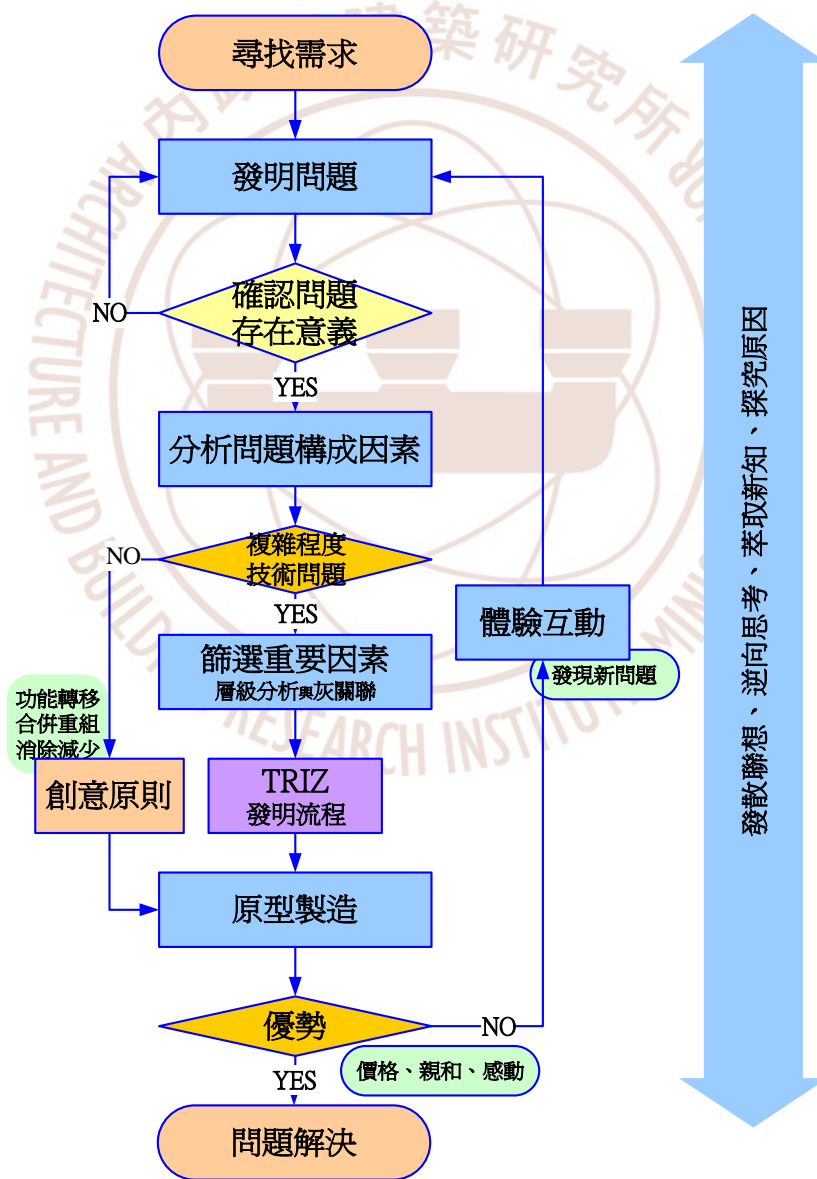


圖 4-2 互動式創新流程

資料來源：本研究繪製

本原則首先以尋找需求，瞭解需求開始，繼之以需求為依據探討需求發生的問題，以及問題的本質，當然需求及問題本身，也都需要後續各階段的思考檢討的回饋，讓需求及問題更加的明確。

問題的發明本身就是一項重要的研究工作，在本階段較為強調發散型的思考，讓大大小小所有問題都能浮現出來，提供後續的關聯分析。在本階段可以運用的工具，傳統品質控制、管理常用的手法如魚骨圖、關聯圖、樹狀圖等等，仍然很值得應用。不過，問題是否確實是問題，不能人云亦云，因尚未探討此一步驟具體可應用的方法，建議以客觀的態度仔細的思量。

問題發散開後，如何檢驗其重要性及關聯性，於上節田耀遠、陳信強於 96 年建築學報發表《TRIZ 應用於建築工程創新之研究》一文中，已有建議層級分析法及灰關聯分析，可將問題聚焦，找出重要關鍵需解決問題的優先次序。問題找出來後，是否有必要進入 TRIZ 理論體系進行問題解決的程序，本研究認為如果找出來的問題不複雜，且不屬於技術層次的問題，也許可以以一般創新的方法或原則來進行思考，也許就可以找到解決方案，不必耗用太大的資源進入所謂技術研發的階段。

經過創意原則或 TRIZ 階段的雛型方案或產品原型的開發後，當然必須經過測試與檢討。然而方案與產品的成功要件，不再只限於使用端的需求功能，相關外在競爭的優勢，其中除了價格、功能外，產品是否具有易用，是否具有感動人心的特質已經成為成功的必要檢討項目。

本研究建議之互動式創新原則，顧名思義即為整個創新研發流程除了不斷回饋檢討外，最重要的是建議納入終端使用者互動體驗的經驗，不斷的納入檢討、研發的過程，避免錯誤的導向，提供競爭優勢意義的闖新。

第五章 建築產業技術發展計畫檢討

本所為促進國內建築產業發展，提昇建築技術水準，增進建築工程品質與產能，以確保建築物之結構安全與使用性能；同時強化建築物耐用與耐久性能，引進並研發新式建材，達成建築永續發展與利用之目標，並創造安全無虞之居住生活環境。本所針對此建築技術及其產業之發展需要，積極推動建築物地震災害防制、建築自動化發展、風工程科技應用整合、及創新營建材料研發等工作，並將前述之研發方向整合為「建築工程技術發展計畫」及「創新營建材料研發計畫」等二大發展重點(如下圖所示)。

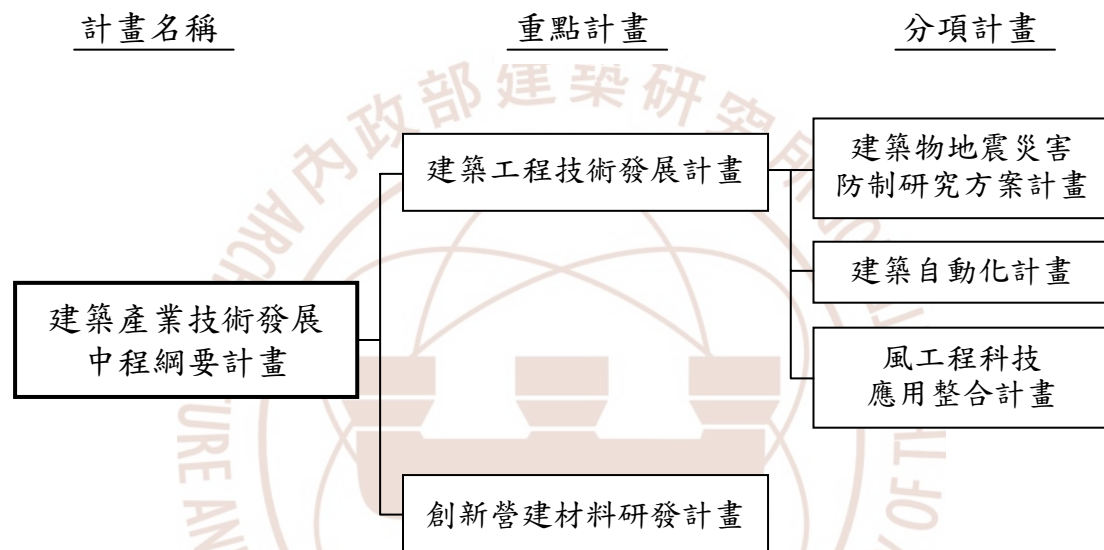


圖 5-1 建築產業技術發展之整體架構

資料來源：建築產業科技發展中程綱要計畫書

其中建築自動化計畫係考量建築工程從規劃、設計及施工，以至於營運、管理及維護等階段，各作業規模往往相當龐大，互動關係密切且環環相扣。過去建研所曾透過流程再造觀念，試圖強化整體建築業之體質及生產力之提升。而營建材料為組成建築與結構物之基礎，營建材料包括範圍極廣，相關竹、木、土磚、磚石等歷史久遠的構材，以致現代較為常用如卜特蘭水泥混凝土、鋼筋、鋼骨，以及輕型鋼材、塑膠、玻璃、瓷磚與其他礦物合成材等議題，皆有支持涉獵研究。

然而面對科技迅速發展與環保意識漸成主流的今日，營建自動化也面臨推動方向的疑慮，而營建材料也在面臨台灣原材料資源短缺的困境衝擊與挑戰。衡諸前述科技的發展與政策發展的需求，如何應用創新科技在建築產業技術下有關新的發展

第一節 營建自動化

營建自動化肇始於行政院民國 78 年實施為期十年之「中華民國產業自動化計畫」，將營建業自動化納入我國推行自動化之工作體系，以內政部建築研究所籌備處擔任中央統籌機構，負責協調各單位推動營建自動化工作。其後營建業自動化計畫統籌單位 82 年由行政院公共工程督導會報負責，84 年由內政部營建署統籌，本所則持續負責建築業自動化之推動計畫。88 年 6 月行政院第 2631 次會議通過「產業自動化及電子化推動方案」，將原核定之「產業自動化計畫」內容擴大實施，除繼續推動自動化工作外，並選擇重要行業積極推動電子化及電子商務，該方案之推動期間至 93 年 12 月止。

其發展歷程可由本所歷年建築自動化相關報告彙整(如附錄一)分析其趨勢如下圖：

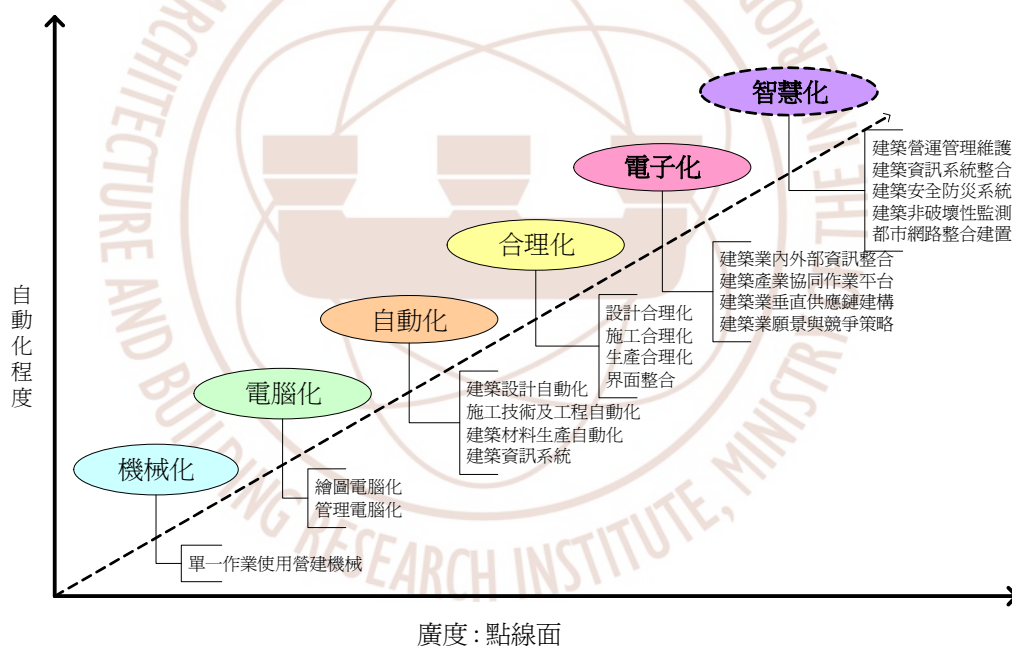


圖 5-2 建築自動化及電子化發展趨勢圖

資料來源：中華民國科學技術年鑑(林谷陶繪製)

94 年起營建自動化併入建築產業技術發展中程綱要計畫中執行。其研究內容分析摘要如下：

一、研究目標

1. 引進現代科技，協助業界改善傳統高勞力、高危險之作業模式，提高精確度及生產力，避免勞力缺乏之窘境。

2. 利用自動化科技及資訊技術，輔助營建傳統產業的施工管理，以達到省時、省錢、省工之目的，並能確保工程品質，改造業界體質，提升整體競爭力。
3. 引進國際新潮流之理念與技術，創造建築物永續利用價值，提高人民生活品質。
4. 利用自動化技術調整建築產業結構，以加速建築業升級。

二、目前重點

1. 建築技術、工法、材料等正確經驗及新知識引進之累積應用，持續推動建築規範之更新研訂。
 - (1) 木構造建築教材編訂
 - (2) 輕型鋼構建築教材編訂
2. 由於我國住宅數量有供過於求的現象，預期「住宅整建工程」將成為滿足住戶居住需求之主要模式。進行開放式建築領域相關研究，以應永續發展之新時代需求。
 - (3) 建築物室內可拆組系統構件之開發及性能檢測。
3. 以遠距設計之設計溝通、設計過程、資訊媒體之現代需求進行虛擬設計與合作式設計等，進行數位建築領域應用研究。
 - (4) 建築設計與營造 e 化作業虛擬整合之架構研究
 - (5) 數位建築技術在建築協同設計應用研究
4. 以建物環境、成本效益、智慧化系統與使用管理的範疇，進行建築智慧化領域之相關應用研究。
 - (6) 智慧化建築設計手冊之編訂。
 - (7) 智慧化建築設備系統裝置方面之研究發展。
 - (8) 建築材料實驗群營運模式及使用管理計畫之研訂。
5. 為促進建材資源之有效利用，如能建築物之管理維護上推動非破壞性檢測領域之應用，有如人體健康檢查以早期檢測維修，將能延長建築物使用年限。
 - (9) 建築鋼構銲接工程非破壞性檢測作業手冊之研訂。
6. 推動建築業 e-automation 領域之策略及技術在建築領域之應用研究
 - (10) 建築師事務所 e 化作業資訊系統軟體開發
 - (11) 建築物請照管理資訊縱向共享管控系統之研究。

(12)建築工程現場監造日誌資訊系統之研發。

7. 建築工程品質檢驗及製程品管技術之研究發展

13.建築材料實驗群大型力學實驗室建築工程暨儀器設備品質檢驗控制計畫

14.建築材料實驗群建築隔震暨結構光纖監測系統工程品質檢驗控制計畫

15.建築材料實驗群開放式智慧化綠建築工程品質檢驗控制計畫

8. 廣續推動建築自動化及電子化計畫

(1)檢討營建自動化、電子化相關法令制度。

(2)建築資訊系統更新維護。

(3)落實自動化及電子化推廣、諮詢輔導服務計畫。

三、預期成果

1. 建築物自動化技術研發及導入

(1) 建築物非破壞性檢測技術之研究，帶動既有建築物檢測維修市場，並延長建築物使用週期。

(2) 開放式建築可拆組技術、系統開發，以有效促進建築材料節約及建築構件之再利用。

(3) 智慧化建築物設計、施工及管理維護技術引進研訂，提升建築智慧化設計技術，促進智慧化建築設備產業發展。

2. 建築業電子化作業技術及系統研發應用

(1) 網路建照申請作業示範平台資訊標準、架構及技術，提供電子化政府建管資訊系統示範參考。

(2) 建築業資訊作業流程元件化及數位建築技術之應用，將能提供產業協同設計及組織內部電子化作業之參考應用，以促進產業作業品質及效率。

(3) 更新建築資訊系統，提供社會各界查詢擷取建築資訊需求；並將歷年成果持續進行建築業自動化及電子化推廣、諮詢輔導服務計畫，以落實民眾服務及產業應用需求。

第二節 創新營建材料(奈米材料科技)

一、奈米材料概述

奈米科技是經由奈米尺度下對原子、分子、超分子等級物質的操控，以創造及有效地製造材料、結構、裝置或系統，使其產生新穎的特性且具有應用價值。材料在奈米尺度下產生之新穎現象與特性主要基於奈米量子尺寸效應及表面效應所造成；這使得物質的熔點、磁性、熱阻、電學位能、光學性能、化學活性、表面能和催化性等等皆改變，因而產生了奇特的性質，引發新的應用契機。簡單地說奈米科技發展的極致在於創造人為定義的新性能材料。

根據 www.nanoinvestornews.com 西元 2002 年八月二日資訊世界上顯示，世界上從事奈米碳材生產者近 60 家公司所生產的碳奈米管價格因純度、種類而不同，每公克價格自幾十美元至幾百(~800)美元間不等；碳奈米管目前正應用於場發射顯示器、單電子元件、導熱材料、電池電極材料、複合材料等的開發；其世界市場，根據 Business Communications Company(BCC, Connecticut, USA)的預估，至西元 2005 年可達 4 億美元。

國內投入奈米科技研發的公司已超過百家以上。針對奈米技術之製造業與服務業，行政院正在審議一項新興重要策略性產業獎勵辦法，推動奈米標章，成立國家新竹奈米應用研發中心，其總部即設於工業技術研究院 91 年 1 月 16 日成立之奈米科技研發中心，並宣告中部科學園區以發展奈米科技產業為主。92 年度起為期六年的奈米國家型科技計畫政府各部會共投入 215 億元新台幣，其產業化部份佔 61%經費中約一半投入奈米材料之研發；學術卓越方面亦有大幅經費投入。

二、現況

國科會在奈米材料方面計畫內容與成果如下所陳述。中研院／台大團隊開展了各種一維奈米半導體，或導體奈米線並應用於光電上。清大材料所發展了高硬度的多元奈米合金，並與工研院合作開發用途。台大/中研院團隊合作研發單電子電晶體及發光二極體。清大材料所開發了許多奈米碳材製程及應用。

在教育卓越研究計畫內的奈米科技，主要集中在台灣大學及清華大學。台灣大學團隊執行了奈米科技相關的五個子計畫，其研究主持人／共同主持人有三十人左右，因此有相當成果。曾於本年三月舉行成果發表會。主要成果有：

合成金屬串金屬線，並量測它們相對之導電度。發現氮化銦鎵之奇特光電現

象，並藉之提出發光機制，利用該機制成功合成高發光效率之四元化合物。研製出 2.38 微米氮砷化鎵雷射，此為全世界波長最長之氮化物雷射，可用於醫療與軍事用途。發現鈹奈米薄膜的光學非線性效應，比鈹的奈米顆粒超過一萬倍大。

以中孔洞分子篩 MCM-41 作為支撐物之奈米催化劑，以增加反應活性。領先成長矽碳氮半導體材料，製成奈米柱狀結構具有優異的電子場發射特性。並首次將奈米碳管成長在薄膜電晶體上，有平面顯示器的應用潛能。成功地製作出高效率以及高直流操作亮度(80000 cd/m²)之藍光元件，是有機藍光元件少見的紀錄。

清華大學方面進行奈米薄膜材料之研究 包含：利用介電共振腔，測量出奈米材料之介電常數。成功地利用電漿輔助式分子束晶成長法在矽基板上成功地製作出高品質的第三代氮化鎵、氮化鋁及氮化鎵等半導體薄膜。成功地製備介電常數小於 2 之中孔洞二氧化矽薄膜，此材料在次微米電子元件中可扮演重要的角色，用來降低訊號傳遞的時間延遲。

工研院應用奈米科技於材料/加工以至於元件/產品技術開發，其中科技專案已完成多項具國際水準之技術研發成果以及商品化奈米技術之開發，共有十六項奈米材料技術相關成果。

三、公民營企業或民間部門之研發活動現況

1. 我國奈米技術產業化近況與展望

首波的應用最可能來自於基礎(傳統)產業的應用。若將奈米材料技術，如：奈米表面改質、界面處理、自組裝、空孔結構、晶格控制等溶入基礎(傳統)產業，如：人纖、金屬／機械、塑膠、化工、塗料、造紙、建材等之領域知識，並結合創新應用，則可能創造技術增值的新產品。國外已實用的例子及可能應用的方向如下：

塑膠工業方面 - 高強度、抗菌、耐磨、導電、阻氣、環保包裝材

人纖工業方面 - 保暖、抗 UV、殺菌、色彩鮮明高牢度染料

塗料工業方面 - 耐磨、抗菌、UV、耐溫、防火、奈米色膏／油墨、高導熱

建材工業方面 - 自清潔、絕熱、防霧

造紙工業方面 - 保鮮袋、高級銅版紙、高韌挺性薄膜

金屬／機械工業方面 - 高強度鋼鋁合金、耐磨、表面處理

化工工業方面 - 奈米觸媒、感測器

基礎(傳統)產業的應用可能產生的產值經政府相關單位會同產業界預估：

2008 年奈米相關產值為 3000 億新台幣，涉及約 800 家廠商；可順利商品化的原創智慧財產權達 25%，而在西元 2012 年時，產值將為 1 兆新台幣，投入廠家達 1,500 家以上，原創智財權則達 60%。以大幅提升智慧財產權擁有比率，為市場攻防之主力。

國內工研院過去五、六年奈米技術開發成果包括：碳奈米管(CNT)應用於場發射顯示器(FED)之製程與產品；顯示器配向膜材料；噴墨印刷材料(<30 nm)；無機材料記錄媒體(ARMI, 2-20nm 膜厚)；自組裝平坦化陶瓷基板(1-5nm building block)；高潤濕性電池隔離膜(2-5 nm 結構)；高儲能電容材料(2-50 nm 孔徑)；奈米電極／觸媒；奈米黏土複合材料；生物奈米材料(金膠體<20 nm)等等其製程及可能之應用產品列於下表。

表 4-1 工研院奈米技術開發成果表

| 產業別 | 材料 | 加工技術 | 可應用之元件/產品 |
|------|--|---|---|
| 顯示器 | 碳奈米管(CNT) 配向膜材料 噴墨材料(<30 nm) | 可網印之場發射顯示器(FED)製程 | CNT-FED(10 吋彩色雛型，車用) |
| LED | | 藍/白光 LED 用藍寶石晶圓 | SiGe/Si 量子點 |
| 光儲存 | 無機材料記錄媒體(ARMI, 2-20nm 膜厚) | 母模技術(Mastering, 70nm) | DVD-R 碟片 |
| 構裝基板 | 自組裝平坦化陶瓷基板(1-5nm building block) | | 積體被動元件/裝置 |
| 儲能 | 高潤濕性電池隔離膜(2-5 nm 結構) 奈米電極／觸媒 高儲能電容材料(2-50 nm 孔徑) | 電漿表面處理 | 鎳氫電池(已佔 7%世界市場)；鋰電池(開發中) DMFC(Direct Methanol Fuel Cell) |
| 化工 | 奈米黏土複合材料 金觸媒 化學機械研磨液 | 插層、剝離、押出聚合反應(介孔洞, mesoporous) 奈米級二氧化矽膠體粒 | 超高分子量聚合物(分子量>100 萬) 口罩 晶圓拋光 |
| 生技 | 生物奈米材料(金膠體<20 nm) | | 生物晶片 標的給藥微脂粒(100 nm) |

資料來源：工研院奈米科技研發中心 工研院經資中心彙整製表(2002/11)

為了建置世界水準之奈米科技研發環境，培育尖端應用研究人才，奠定奈米科技基礎，促使我國成為奈米科技創新研發中心。工研院奈米科技研發中心即國家新竹奈米應用研發中心之總部；此中心正設置奈米科技核心設施，並整合工研院各單位提供網絡化服務，服務項目包含：設備使用、代工服務、共同研究、人員訓練等。期望藉由精密儀器共享與開放實驗室經營，提供國內外產學研各界卓越研究交流機制，促成奈米科技研發成果迅速擴散，帶動產業創新研發，促成新

興產業投資與傳統產業轉型。

由於技術移轉的案例與產業商機有極大的關係，因此目前已經可以公開的資料，僅限於已經準備將技術產品化階段的實例。目前與工研院合作的計有：台積電的 90 奈米 SRAM；友達的場發射式顯示器；鍊德的儲存光碟；東元應用奈米材料的碳奈米管場發射式顯示器的應用生產等。已經可以進入技術產業化的奈米技術多為利用奈米材料之應用，如奈米碳管、奈米黏土、奈米光觸媒、奈米碳酸鈣、奈米透明氧化鐵、奈米氧化鋁等。至於已經商品化的奈米產品則有：利用太陽可以自行清潔的玻璃、自潔陶瓷板、衛浴設備、塗料、隔熱板、輪胎、寶特瓶、包裝薄膜、汽車腳踏板及零件、電磁波遮蔽薄膜、空氣清靜機、奈米材料冰箱、熱水瓶、光觸媒涼風扇、防水透氣卡其布、奈米領帶、殺菌除臭布料、遠紅外線保暖布料、防曬化妝品、遮陽眼鏡、抗菌紗布、驗孕劑、奈米中草藥粉、微脂粒藥物、生物晶片、網球拍、網球、排球、運動鞋充氣鞋墊、抗菌鞋、滑雪桿、滑雪板、奈米鐵釘和鑽頭等。

奈米科技對國內絕大部份的人來說，尚屬於剛接觸的起步階段，但對企業而言，則往往因為企業體的大小、研發能力、市場開拓能力、危機處理能力、資金能力等不同而呈現不同的現象與結果。

基本上，大部分的奈米技術目前只進入技術商品化的應用研發階段、試產階段，少數早已運用其特性卻不知其為「奈米科技」的產品則已經逐漸為消費者所熟悉，如利用遠紅外線保暖的衣物等，且因為其原料的取得較其他奈米技術來得容易，因此此類產品已進入量產階段，只是運用該技術之初並不了解其為奈米技術。對於前者還在與技術單位做應用研發階段的廠商，對於其可能投入的資金、人力、市場皆語多保留。而後者已經進入量產階段的廠商，因為產品還處於產品生命週期的萌芽期，因此還在調整其產量與拓展市場的方式。因此，對於應用奈米技術真正能拓展出來的新商機，基本上，廠商都還在嘗試與調整的階段，對奈米技術所抱持的態度也處於「可能需要了解後，才能就廠商與其所處的產業、內外在環境評估」的觀望和不確定的心態。表二為根據工研院奈米科技研發中心所提供的名單，列出國內廠商已經利用奈米技術開發的產品。

表 4-2 國內已經利用奈米技術開發的產品與公司一覽表

| 運用奈米技術之產品 | 公司 | 該產品適用之產業 |
|------------------------|---------------------------------|----------|
| 鎳氫電池隔離膜 | 高銀化學 | 能源產業 |
| 抗菌地磚 | 東陶 | 建材產業 |
| 衛浴設備、馬桶、洗手台 | 和成欣業 | |
| 石材表面處理 | 華峰工業 | |
| 抗菌、防臭、防紫外線功能性纖維 | 中華綠纖維科技 遠東紡織 中興紡織 力麗企業 | 紡織產業 |
| 機能性尼龍奈米新合纖 | 中石化 | |
| 奈米口罩 | 元台山 | 家電產業 |
| 奈米冰箱 | 東元電機 | |
| 空氣清靜燈管 | 台灣日光燈 | |
| 空氣清淨機 | 大同 聲寶 三洋 | |
| 超基因健康食品 | 超基因科技 | 生物科技產業 |
| 微脂粒藥物 | 台灣微脂體 東洋製品 | |
| 奈米中草藥 | 九鼎生技 | |
| 90 奈米 SRAM、MRAM、FinFET | 台積電 | 半導體產業 |
| 90 奈米技術 | 聯電 | |
| 化學機械研磨液 | 長春石油 永光化學 長興化工 | |
| 奈米軟式基板 | 國泰高科技 | 印刷電路板產業 |
| 奈米碳管場發射顯示器 | 翰立光電 | 光電產業 |
| 大尺寸電視用之奈米碳管 | 東元奈米應材 | |
| OLED | 鍊寶科技 | |
| LCD 彩色濾光片光阻劑 | 永記造漆 長興化工 永光化學 | |
| 噴墨印表機奈米顏料 | 尚志造漆 | |
| 有機感光鼓 | 台鹽 | |
| 高純度粒徑 30 奈米光導電材料 | 永信藥品 | |
| 無機可錄式光碟 | 聯宥 | |

資料來源：工研院奈米科技研發中心 工研院經資中心彙整製表（2002/11）

五、營建產業可能之應用

奈米尺度下之新特性提供了新的應用契機；也因此將造成產業技術上的革命。掌握住此新契機的國家才有希望在 21 世紀經濟佔一席之地。如何掌握住此奈米科技之新契機，並結合台灣的產業優勢，創新研發，開創新產業與產值，是未來幾年我國產業需面對的課題。

因為奈米材料具有(1)超疏水性：本特性是根據蓮花效應的概念，利用表面奈米級結構，達到自潔、防污的效果；(2) 超親水性：若建材表面具有超親水性，則水滴在建材上會形成一層薄薄的水膜。(3)抗菌特性：主要係利用特殊的半導體材料，使其在受光後產生光觸媒反應，以分解空氣中的細菌和有機污染物。(4)複合特性：奈米粉體具有改善傳統材料力學、光學與超塑性之潛能，與傳統材料進行複合，便可大幅提升材料之品質。

按台北科技大學林正平教授的整理，奈米技術於營建產業之應用，約可歸納分為：

1. 奈米披覆材料

營建材料種類繁多，從古老之木頭、石材到最近發展的高分子材料，不下數十種，而現今於奈米領域應用上，較廣受運用的即用來做表面披覆之塗裝材料。奈米披覆材料為在塗料中加入奈米粉體，以增進塗料之性能，並可塗佈於木材、石材、玻璃、瓷磚、水泥、鋼鐵等任何建材表面上，或是將奈米粉體以真空濺鍍之方式，形成奈米薄膜，所以不需要對建材材質做任何改變，即可使建材得到奈米材料具有之新特性。

2. 奈米技術產生之新建材

傳統營建材料之使用上，較普遍者為混凝土，而所謂的奈米混凝土皆還處於研發階段，尚無研究指出經由奈米技術之混凝土，會出現何種新的性質。而以下所介紹之奈米石材與奈米陶瓷，是目前奈米科技於營建材料中，較具發展性與實用性之材料。

(1) 奈米石材

石材通常具有耐久、硬度高等物理特性，但由於岩石之品質得視開採岩層的天然狀態而定，可能受到岩石本身結構缺陷影響，如：裂縫、多孔性及夾雜物。所以石材在品質上不如其它人造建材穩定，且又有自重過大的缺點。一般石材都具有某種程度的孔隙，當水份鑽進孔隙中產生溼度，接著與礦物質進行化學反應

後，就會產生白華、吐黃、水斑、鏽斑等病變。經由奈米技術將孔隙填滿，穩定內部的活性礦物質，除了彌補天然石材具有之瑕疵，排除發生病變的機會，尚可提高石材的韌性、硬度及抗壓強度。

此外，運用奈米技術，突破了石材在加工時易脆裂的特性，創造了具輕量化、強度高、厚度超薄等優點之超薄石板。目前已有國內廠商研發出厚度僅約 0.5cm 之超薄石板，可廣泛用於建築物地坪或牆面之裝潢。由於重量輕，對於建築物本身之荷重也大幅降低，相對的也提高整體結構物之安全性。

(2) 奈米陶瓷

傳統陶瓷材料，由於強度、韌性較差且容易脆裂，於工程應用上受到相當大的限制，僅能用來製成瓷磚、屋面瓦片等裝修材料。根據美國加州大學戴維斯分校之研究，利用奈米碳管之特性，將其加入陶瓷材料中，實驗結果顯示新的陶瓷材料提升其破裂韌性達三倍左右，使得陶瓷材料最大的缺點得到改善，且尚具有原本硬度高、質量輕、耐高溫、耐磨損、耐腐蝕等優點。此外，由於材料表面為奈米級尺度，不易附著污垢，清潔時只需用水沖洗即可。所以奈米陶瓷具有之多項性能，已為陶瓷材料的應用開展了一個全新領域。

奈米陶瓷由於摻入奈米碳管，其強度能達到鋼的數十倍，且耐高溫、耐腐蝕之特性很明顯地優於鋼構造不耐高溫與易腐蝕之缺點。另外，與混凝土構造相比較，其自重大、抗拉強度低、易產生裂縫等缺點，也可完全被奈米陶瓷極為優越之性能所取代。因此，奈米陶瓷若再進一步地研發，也許將來便能成為主流的營造材料。

3. 綠營建與奈米材料

近年本所積極推動以「生態、節能、減廢、健康」建築為導向的「綠建築」，意指在建築生命週期內，以使用最少地球資源，消耗最少能源及製造最少廢棄物為目標之建築物。如何於未來工程建設與自然環境達成共生共存之「永續發展」。因為奈米材料能自行分解，即使廢棄後依然可回收再利用，若能大量使用這類奈米材料來當建材，即可減少工程廢棄物的產生，降低自然環境的負擔。因此，奈米科技所研發的奈米材料，正是符合環保考量的新材料。

若在室內塗佈二氧化鈦光觸媒便能抗菌、除霉、防污及淨化空氣等功能，於建築物外牆表面直接塗佈具有光觸媒作用之塗料，則當建築物受到足夠日光照射時，便能對大氣中氮氧化物(NO_X)及碳氫化合物(HC)等有害物質進行分解，解

決令人頭痛的空氣污染問題。

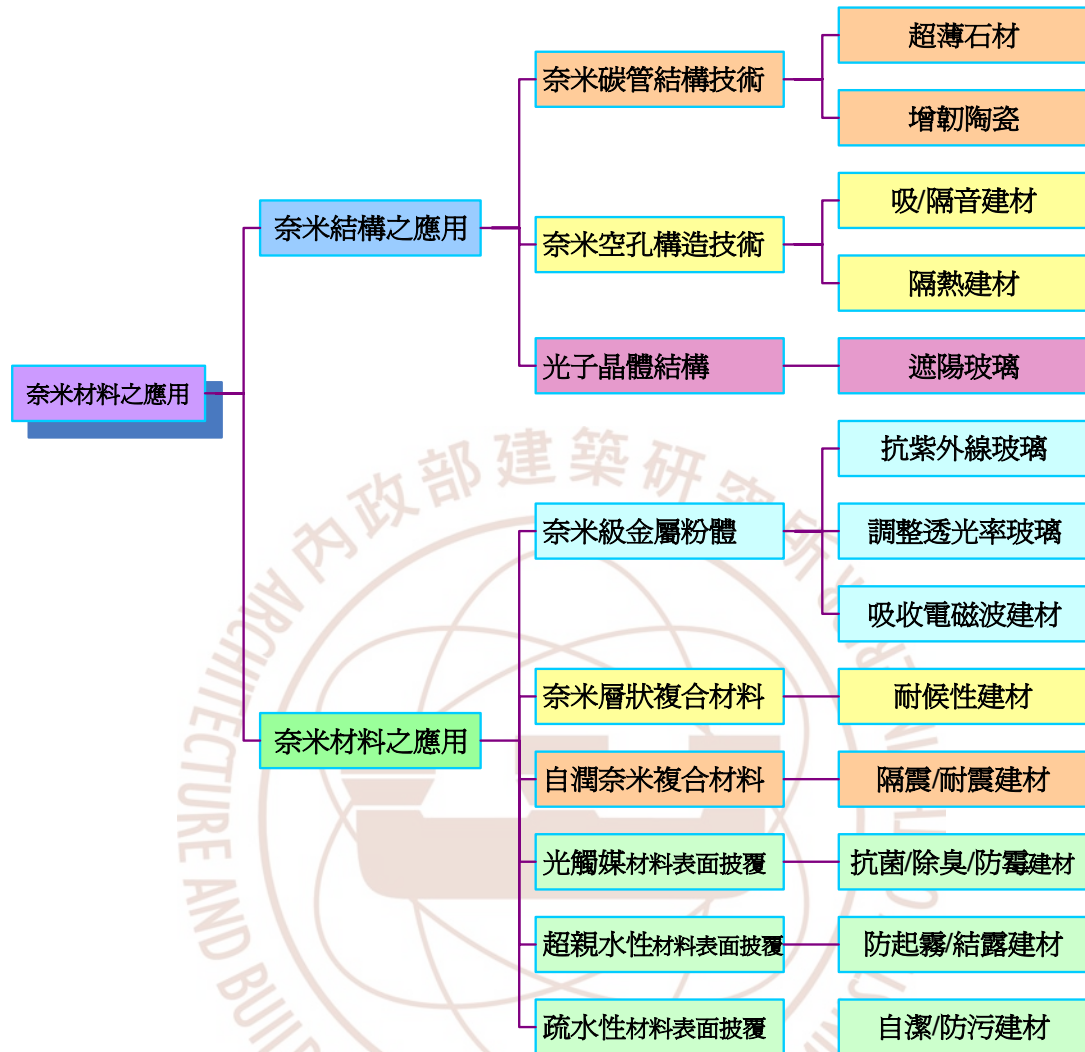


圖 5-3 奈米材料在營建領域之應用

資料來源：中華大學，第一屆營建產業永續發展研討會，本研究重繪。

第六章 建築創新科技建議

第一節 推動策略建議

一、關鍵技術

在資訊技術方面，目前大家最常用的是軟體程式都是儲存在自己的電腦中運算執行，但是一方面使用者嫌專業軟體昂貴，並不願大量採用，相反的資訊業者也因為盜版猖獗，不願投資開發更方便更適用的專業軟體。尤其國內營建業者相對來說，大概還是停留在使用一般辦公室作業以及基本的繪圖軟體。

基於這樣看是矛盾的立場，在網路年代，網路搜索引擎巨擘 Google 開發的「雲端運算」(cloud computing) 技術，以及線上廣告與軟體服務等商業模式，微軟研究暨策略部門總監穆迪表示，未來微軟會同時朝「雲端運算」和「客戶機器」領域邁進，不僅是個人電腦，包括手機、汽車、遊戲機或電視，統統都是微軟努力的目標，「下一個大平台將是客戶與雲端的結合，」。

國際管理大師大前研一在 2005 年 4 月發表的「思考的技術」一書中，針對五年之內家庭中會普及的新型 IT 產品就是『家庭伺服器』。他說：「家庭伺服器是具有 240GB 或是 300GB 記憶容量的 HDD，然後將它與寬頻網路做連結。在這裡面可以放入影像和聲音、音樂以及所有有關家族紀錄的東西，大概是十片左右的電影，到目前為止所擁有的照片(大約 1GB)，音樂的話則是擁有的 CD，再加上以前所有的 LP 黑膠唱片(約 30GB)等等。另外將契約書、銀行存摺，國民年金保險等所有的資料 PDF 化(電腦業界中通用的文件標準化方式之一)後存入。影像畫面的話，與其說保存，倒不如是觀賞完後再下載新的影像，這樣的利用方法我確信是未來家電的新寵。」

二、關鍵材料

台灣地區缺乏原物料，要能在材料上仗有一席之地，全世界如火如荼展開的奈米研發及應用競賽就是我們的機會，尤其在營建領域中可以應用的包括：1)首先是自潔效應，除了用在玻璃外，目前還大量的使用在外牆以及衛浴產品上。2)玻璃的防炫薄膜，光線在經過這一層薄膜後，原本反射作用變成散射，主要是利用許多奈米級的空氣層降低熱的傳遞，成為奈米改質後的隔熱布。3)抗老化作用，利用奈米級的氧化鋅來吸收紫外光，進而高分子材料抗 UV 老化的能力。4)利用奈米氧化鋁高硬度的特性，添加在塗膜 (COATING) 上，可以增加薄膜抵抗摩擦的能力。5)太陽光電板，是藉由粒子的奈米高表面積的效應，增加他的光

電反應，另外一方面是利用所形成的奈米孔洞，使得陽光進來之後，會備索在這個機制裡面，而不至於反射出去，從而增加效能。6)光觸媒的應用，白色的二氧化鈦在奈米等級的時，接收紫外光會使得外部的電子跳出，而產生電子與電子洞，具有很強的氧化還原能力，會使細菌的活性減低，甚至被分解，從而達到淨化空氣的目的。

此外可以運用奈米科技來改進 MRF 阻尼器，因為 MRF 是指液體具有磁流變的效果，也就是平常狀態下是液體，但是有磁通量時，則會變成固體。利用此種液體所開發的組泥器，可以利用這些電磁原理來改變 MRF 的狀態，從而改變整個設施的剛度，竟而達到結構控制的效果。而奈米科技的具有改進這種液體有 MR 粒子容易沈澱，與 MR 材料跟溶液起反應，使磁流變的效果變小的缺點，從而提高這種設施的實用性。

另外混凝土澆製時添加奈米修復膠囊、結構物防水層的奈米改進，也是間接的延長部分結構壽命的方法、奈米科技降低結構補強的環氧樹脂的熱膨脹係數、增進補強用碳纖維複和材料浸潤跟擴散效果，提升複和材料強度。當然原結構間的補強材料的耐久性，也有運用奈米科技來提升。最後奈米科技運用在結構上的極致，就是奈米合金的使用。奈米合金晶粒極小而強度會越高，而當晶粒屬於奈米等級時，對於降低材料強度的差排效應也會被限制，同時他的韌性也會跟隨著提高，從而產生超高強度與超高韌性的結構材料。因此在結構上尺寸大量縮小，相關設計及施工都得以簡化

二、推動方向

1. 先進材料、構件及組件在建築生命週期中之應用研究發展

結合奈米、光電、形狀記憶合金或其他先進材料，如奈米塗料之於外牆磁磚具有自潔功能，除增進建築外牆美觀外，並有節省維護成本的效益。又如窗戶及屋頂版材結合光電材料系統，除具隔熱及調節光線效果外，又可產生電力供建築所需。因此，導入先進材料結合傳統建材成為複合化建築材料、構件或大型組件後，將可創新原有建材結構或填充之應用範圍，具體提升其產品的附加價值。

2. 先進偵測結合建築及設備在建築生命週期之應用研究發展

越來越先進及微型化的偵測設備若能結合至建築本體構件或設備之中，將可自動化偵測環境中光、熱、濕度變化及空氣品質，從而智慧調控建築設備，提供省能及最適化的環境，並可節約建築能源的使用。又若整合至馬桶、床等等家用

設施以感應人體健康狀況，自動紀錄並提供遠端醫療資源應用，不僅符合國民健康需求及居住習慣，又可大幅創造新興服務產業機會。

3. 先進建築結構系統之應用研究發展

國內建築造型長久以來以應用構架式鋼構材或鋼筋混凝土等之結構系統為主，少有應用尖端力學、先進材料構件或模仿自然界有機環保節能之造型。一方面可能是既有習性及經濟條件不佳之故，而在設計方面也缺乏先進的數位模擬及計算分析方法，此外在理論驗證方面亦缺乏先進材料及結構實驗設備投資而有限制；而目前在相關經濟及觀念背景條件皆有提升情況下，應是進行相關先進建築結構系統研究開發，並整合應用於國內興建大型公共建築物的需求時機。此一效益除了促進建築科技及人力水平的進步外，將能具體提昇國內建築造型及都市景觀環境。

4. 先進營建設備、工法、檢測及維護科技之應用研究發展

上述相關先進材料及設備於建築本體、設備之導入應用，均有賴於規劃設計、營造、維護管理等各階段大中小型之營建及檢測設備之應用，相關工法之整合實現。本項之研發除了協助建築本體之興建實現外，也能發揮產業發展的擴散效應，促進相關材料、電子、電機及機械等等跨領域投入支援發展應用。

5. 先進營建管理及資訊科技在建築生命周期應用之研究發展

因應時代資訊科技的進步，及國內 ICT 產業的蓬勃發展，建築產業生命周期各階段均具有相關數位化、電子化應用的優勢。以建築產業的供應鏈管理來說，其產品的履歷結合現階段政府大力推動的無線射頻辨識(RFID)技術，除了可實現建築營建物料管理外，並能掌握建築整體生命周期之使用狀況，或是回收再重組利用。又結合有線無線的資訊傳輸科技及前述相關微機電裝置的開發，可以遠端監控家用設備如瓦斯、電力設備等，除了促進環境使用能源效率外，並可具體保障生命財產安全。

三、策略平台—建構智慧化生活系統，創造感動的生活空間

呼應族群的融合、老中青各世代，回到鄉鎮一起樂活的新生活型態，例如目前媒體熱門的「罔男孩」、「海角七號」、「張君雅小妹妹」，其感動因素之一在於場景是我們熟悉、成長的鄰里空間。而如何將全台灣各地這些我們曾經生活過熟悉的鄰里空間再活化、感動起來是政府施政可以思考的方向。

就鄉鎮鄰里居住的生活空間而言，既有房屋建築內部除了家電設備外，比較

屬於科技產品大概就是電腦了，如何讓在這些空間中生活的長輩、下一代、弱勢家庭等等也感受到外界主動的關懷，甚至與外界主動接觸機會，也許是政府推動高科技產業、網路應用也要思考落實之處，以期有令人感動的應用。



第二節 創新科技應用課題建議

一、模組化開放式智慧化綠建築之室內裝修單元

不論新舊建築物國人習慣，搬遷進駐之前都要重新裝修一翻，所拆除的隔間或裝修、材料不僅浪費更不符環保循環再生利用的精神，並且愈來愈嚴格的噪音管制及廢棄物管制規定對裝修工程的業主、承包商而言，已經是個很大的困擾和難題。

如何運用開放式建築理念有關構架體、填充體的理念，在設計建造之初，就考慮台灣地區國人的裝修習慣，將室內裝修也導入構架體及填充體的想法，將隔間、表面裝修材料、甚至部分家具設備做成可抽換式單元，方便民眾依需求自行設計、甚至裁切施工。

又目前智慧化居住空間相關的設備，在既有建築中之安裝困難，如整合在室內裝修的單元式構件中，如天花板模矩化之板片嵌入通信、消防、照明、空調等設備。民眾於是可依需求或經濟能力，逐步增加模組或更新。

二、建立營建資訊開發共識及專業軟體的雲端運算中心

因應這樣的趨勢，是否以往營建自動化所推動的資訊系統也有必要調整因應。首先建議建立各種資訊軟體架構地圖、語言等等開發的共識，以政府公共工程中業主、專案管理、設計監造業者乃至營建業及材料設備供應商的完整供應鏈為首先應用的對象。由公共工程採購標案規定一定要上網利用集中式的軟體及資料庫，事實上資料安全只要能保護好。除了基本的硬體設備及連上網路的費用外，不用負擔採購及維護軟體費用，最重要的是可以省去大量管考、各級品管等等書面及大量重複輸入的作業。

三、推動具有擴充功能的整合型家庭伺服器的開發

根據大前研一所描繪的情境，我們可以想像家用伺服器可以接在甚至已經整無線或是有線的家庭區域網路，然後再連接於家庭成員每個人所擁有的個人電腦和客廳的電視、電影、音樂和家族的相簿等，就像是家族成員共同擁有的資料室。其實不只如此，這樣的家庭伺服器應該具有擴充安全監控、健康照護、節能等等模組的能力，就像桌上型電腦一樣具有隨插即用的功能。

其實國內廠商具有的整合能力，事實上已經可以讓我們不用擔心在家庭用戶內部通信標準相不相容的問題。因為只要能夠利用目前的寬頻網路，不論前端設備是無線的 zigbee、wifi，有線的電力線或傳統網路線，現在簡易多功能的家庭

伺服器已經都可整合溝通擷取傳輸了。所要推動的方向應該結合綜合佈線及傳統機電箱體的整合設計製造了(當然所形成服務平台的商機是否壟斷則是必要另外考量設計了)。

四、建構智慧生活空間模擬體驗實驗室

其實使用者有時受到時空或氛圍環境的影響，通常是說不出來甚至是言不由衷的，而因此要能真正找到契合民眾需求，或者感動喜好的應用，就不是憑空想像或間接調查資料所能分析出來的，正如前述管理大師大前研一、設計大師奧出直人等人的建議，其實就是要貼近實際「體驗」的人們去觀察其好惡，甚至在開發過程也可以進行雛型設計以及後續的互動改良。

BabyBoss 是中興保全自創的兒童職業體驗城品牌，而該領域僅有的其他兩個品牌，包括美國加州的 WannadoCity，以及墨西哥的 KidZania 近年也到日本與雅加達等地開設體驗園區。這三個品牌的市場反應不僅消費者叫好，而且管理業界也非常認同，因為不僅「大小通吃」而且「放長線釣大魚」，因為兒童喜歡家長就喜歡，而且從小培養了品牌的認同及忠誠度。

「兒童職業體驗是目前全世界最紅的行業之一!」中興保全在提出「兒童職業『體驗』」的新概念時，其經營高層看到了這是發掘潛力的產業，立即成立籌備小組、動員中保集團各項資源，一年多的時間就創立 BabyBoss，不僅安全監控、軟體設計與 gameflow(遊戲動線)都能自己來，進駐 BabyBoss 場館的企業，也大部分都是中保的客戶。

一位小孩的門票(定價)要 900 元、一位大人 500 元，儘管所費不貲，但卻每天平均有 800~1000 位客人。被稱為「辦家家酒商機」的兒童職業體驗，到底紅在哪裡?為何魅力令人無法擋?中國生產力中心服務綜合組經理宋靜怡說，BabyBoss 任意城簡直就是一個「付費的夢工廠」，小朋友能夠從中實際體驗職業，模擬大人社會中的各種角色；而大人也從孩子扮演的職業角色中，間接實現了過去的梦想與對孩子的未來期待。

簡單來說，『體驗』及能夠感動或者有趣的『情境模擬』現在是王道。因此，值此 MEGAhouse 即將在明年實體組裝之際，如何賡續其實驗的精神，發展建研所的獨特價值定位，頗值省思。

事實上 MEGAhouse 就是一棟開放式智慧化綠建築的建築型態，如何讓民眾參觀的同時也能實際與開發實驗的建築、設備互動將是十分具有意義，未來似乎

可進行下列相關的體驗的實驗，事實上就是一座智慧生活科技(U-Life Technology)發展設備與設備，開發人員與未來使用者，以及人與機器之間的實驗整合平台：

1. 家庭智慧型窗簾控制
2. 家庭智慧型燈光控制
3. 家庭網路家電電源開關控制
4. 家庭電視、冷氣空調、家庭劇院高階智慧型控制系統
5. 家庭智慧型遠端瓦斯自動控制及監測系統-智慧型廚房、浴室應用
6. 家庭智慧型門禁系統
7. 智慧型遠端無線居家照護系統
8. 智慧型家庭網路平台
9. 智慧型科技定位套件
10. 智慧型無線感測閘道器及異質網路整合設備
11. 智慧型生活科技商用服務及娛樂型機器人 ARO Robot

五、建構智慧化生活系統，創造感動的生活空間

1. 就鄰里空間而言，其解決方向可能是將都市設計層次使用的精緻手法，及地方人文藝術生態等結合起來一起落實到鄉鎮鄰里巷弄的建設之中。
2. 將這些鄉鎮鄰里生活空間的水溝、街道、人行道鋪面、街燈等併人文特色，導入都市設計手法，並進一步整合現代生活所需智慧、防災、節能等需求設施，作為智慧台灣的科技基礎建設。
3. 資訊科技基礎的建設落實到家庭之中，就必要將民生基礎的水、電、瓦斯錶先予數位化，此舉不僅可以作為節能控制的根本，同時也能進行安全監測，大幅提升居住空間安全，此外若能利用這些線路結合弱勢家庭遠距及實體關懷，更能讓一般家庭感受到科技發展成果的好處。
4. 因為一般民眾換屋不易，要能在既有房屋中實現智慧化居住空間功能，除了目前建築設備及數位家電的發展外。另一導入途徑似可考量建築內部裝修時機，將所要替換的裝修構件，予以模組化並整合相關智慧化所需的綜合佈線、基本感測組件等在內，讓民眾依不同智慧化(安全、節能、舒適、…)的需求分階段導入。

5. 在這些基本條件及基礎建設能夠結合起來之後，將可更為貼近民眾需求，及讓民眾感受到外界主動關懷的相關加值應用產生，例如小學生的課後輔導、弱勢家庭居家關懷、甚至遠距照護才能進一步實現。



參考書目

1. 《未來管理》，天下出版社，台北，2003。
2. 《奈米建材》，
3. 內政部建築研究所，《建築產業技術發展中程綱要計畫》，2008。
4. 行政院，《產業科技政策提綱》，2008。
5. 行政院科技顧問組，《全國第八次科技會議》，2008。
6. 經濟部技術處，「創新科技應用與服務計畫」，2008。
7. 蔡嬪嬪，《中華民國科學技術年鑑》工研院奈米中心，92年版。
8. 林正平，《奈米科技於營建產業之應用》，第一屆營建產業永續發展研討會，新竹，2004。





附錄一 歷年「建築自動化」研究課題彙整

77年

1. 建立建築工程工料分析基準制度之規劃研究（一）
2. 建築材料設備型錄之編製研究—建築材料設備資訊及型錄內涵之分析
3. 大地工程地質資料庫系統暨台北市區建檔之研究

78年

1. 建立建築工程工料分析基準制度之規劃研究（二）
2. 建築生產合理化之規劃—建築工法技術評估與材料設備驗證制度之研究
3. 建築模矩配合基本教材之編訂先期規劃—建築模矩配合基本教材編訂資料之分析
4. 建築材料設備型錄之編製研究—建立建材設備資訊系統編製基本型錄
5. 專家系統在土層剖面圖之運用研究

79年

1. 大地工程資料調查和全程規劃
2. 大地工程鑽探、試驗資料庫法規草案之調查與建議
3. 台北市和高雄市大地工程資料庫建檔報告
4. 台北市和高雄市大地工程資料庫建檔報告
5. 學校建築工程工料分析基準之編訂研究
6. 建築物拆除行政作業及技術準則

80年

1. 營建材料標準化運作制度之研究
2. 建材標準化模矩尺度之訂定—以鋁門窗、面磚為例
3. 營建法令檢索系統維護與推廣
4. 臺灣地區營建工程能量之調查與分析（一）
5. 隧道斷面自動量測儀之研製
6. 連續壁施工自動化—穩定液品質控制系統之研究
7. 建築材料設備型錄彙編計畫（共四冊）
8. 營建業自動化資訊流程與系統介面之研究

81年

1. 營建業設計自動化標準單元圖形之研究與建立（一）
2. 建築材料設備型錄彙編計畫（共四冊）

81年

1. 營建自動化績優單位獎勵及推廣活動
 - 規劃設計評選獎勵措施
 - 施工技術及機具評選獎勵措施
 - 智慧型建築推廣與應用
2. 施工技術及機具自動化現況調查及分析研究
3. 重要建材生產、設計、施工之配合—帷幕牆工程、整體衛浴、乾式隔間工法
4. 營建圖形資料交換協定之研究
5. 營建工程圖檔管理系統之研究
6. 營建製圖標準符號圖例

7. 編碼原則之整合評估與推廣運用
8. 台灣地區營建工程產能之調查與分析
9. 建築管理雛型專家系統之初步研究
10. 整合性營建管理電腦化系統架構之初步研究
11. 營建業設計自動化標準單元圖形之研究與建立
12. 營建類國家標準彙編及資訊檢索系統之研究
13. 營建法令檢索系統發展與維護 (二)
14. 建築材料及設備型錄彙編更新計畫
15. 營造廠商管理資訊系統之建立

83 年

1. 鋼構廠機儀器設備簡介
2. 自動化辦公設備管理維護及更新準則之研究
3. 輕質混凝土配比設計及拌製技術之研究
4. 乾拌／蒸汽混凝土帷幕牆及預鑄版之開發
5. 集合住宅施工自動化個案研究 (一)—柱、牆鋼筋組立工法改良之研究、—梁、版鋼筋組立工法改良之研究、模板施工自動化之研究、自動化施工技術多媒體諮詢服務系統之研究
6. 高層集合住宅複合化工法開發之研究
7. 高層集合住宅建築構法合理化之研究
8. 推動高層集合住宅自動化相關法令制度合理化之探討

84 年

1. 當前營建自動化市場需求調查
2. 高層集合住宅自動化施工機具設備引進使用推廣計畫
3. 中華民國八十四年建築工程自動化優良案例專輯
4. 集合住宅系統化工法技術性規範分析整理—次結構體部份
5. 集合住宅系統化工法技術性規範分析整理—主結構體部份
6. 集合住宅系統化工法技術性規範分析整理—設備水電部份
7. 高性能混凝土配合營建自動化施工技術之應用開發
8. 混凝土牆預鑄接頭組裝之應用
9. 混凝土預鑄構件之應用及開發
10. 集合住宅自動化之整合
11. 集合住宅施工自動化個案研究 (二)—系統模板技術發展策略、建築投資風險分析 彭雲宏
12. 鋼筋混凝土建築結構非破壞檢測自動化系統之應用
13. 高性能混凝土流動特性及其施工管理之研究
14. 中華民國產業自動化歐洲考察報告 (建築工程)

85 年

1. 營建工程人力資源及機具設備網路系統資料建置
2. 智慧型公寓大廈自動化系統設計準則之研究
3. 學校教室建築工程自動化施工技術之應用
4. 高性能混凝土自動化澆置技術及品質保證系統之建立
5. 高性能混凝土預鑄構件自動化產製技術
6. 鋼結構元件設計與製作標準化／電腦化之研究

7. 集合住宅工程自動化結構體預鑄工法之應用
8. 建築工程自動化教材編撰及訓練推廣計畫
9. 生產合理化之建築工程設計—以實際案例模擬
10. 營建工程人力資源、機具設備及建築自動化優良廠商全球資訊網(World Wide Web)建置計畫
11. 建築工程自動化優良案例專輯

86年

1. 建築工程自動化新工法新材料應用現況調查與分析
2. 線上自動化諮詢服務環境建置暨營建管理網路資料庫資料更新計畫
3. 營建鋼構造製造施工品保制度之建立與自動化研究
4. 從空間計畫探討集合住宅生產合理化之研究
5. 國宅工程營建管理自動化系統之建立
6. 八十六年度建築工程自動化諮詢服務—個案報告
7. 八十六年度建築工程自動化諮詢服務—改善工地佈置的量化分析技術(以鋼筋加工組立作業場地佈置為例)
8. 八十五年度建築工程自動化諮詢服務—系統模板施工排程之研究
9. 八十五年度建築工程自動化諮詢服務—鋼筋加工組立自動化技術發展策略

87年

1. 建築工程生產自動化用語彙編
2. 建築工程施工品質檢核作業電腦化系統
3. 建築工程系統模板自動化技術之推廣及應用
4. 集合住宅內牆工法自動化技術之推廣與應用
5. 八十七年度建築工程自動化諮詢服務(I)
6. 八十七年度建築工程自動化諮詢服務(II)
7. 八十七年度建築工程自動化諮詢服務(III)
8. 八十七年度建築工程自動化諮詢服務(IV)
9. 八十七年度建築工程自動化諮詢服務(V)
10. 鋼構件製造施工品質保證諮詢系統研究

88年

1. 預鑄建築工程實務
2. 建築工程實質生產力調查與自動化績效目標研擬
3. 本土化建築工程自動化技術開發個案研究—以信昌電子研究辦公大樓新建工程為例
4. 建築工程施工界面整合之研究
5. 開放建築整體生產流程自動化
6. 預鑄建築工法技術推廣手冊
7. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(I)
8. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(II)
9. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(III)
10. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(IV)
11. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(V)
12. 八十八年度建築工程自動化諮詢服務(VI)
13. 金屬帷幕牆之推廣應用

89 年

1. 1998 開放建築國際研討會論文集
2. 國內外建築物防震研究資訊系統之建置
3. 建築物智慧化之設計規範暨解說研訂
4. 開放式住宅之開發案例
5. 開放建築整體規劃與發展之研究
6. 建築設計施工電腦圖檔管理之研究
7. 八十九年度建築工程自動化諮詢服務(III)
8. 八十九年度建築工程自動化諮詢服務(II)
9. 建築資訊服務系統維護及營運暨電子化課題規劃

90 年

1. 應用營建資訊運籌管理技術於建築管理之研究
2. 開放式建築與建管法規與制度之研究
3. 建築單元圖形資訊系統維護更新機制之研究
4. 建築標準化構材應用調查分析與發展規劃之研究
5. 建築結構設計電子手冊之編訂研究
6. 建築產業電子化技術與發展規畫之研究
7. 太陽能光電設備應用於建築物之研究與評估

91 年

1. 建築材料及設備供應鏈系統建置與應用研究 (一)
2. 建築業 e 化作業流程與資訊元件化之研究 (一)
3. 鋼構建築施工即時品管資訊系統之研擬
4. 建築管理請照網路作業系統之研究
5. 整合建材工法與單元圖形資訊系統之建置
6. 智慧建築標章作業要點暨評估系統之建立及實例操作計畫書
7. 建築資訊服務系統維護計畫
8. 建築工程自動化電子化研究成果推廣活動計畫

92 年

1. 室內可拆組隔間系統之研發
2. 建築 e 化作業流程與資訊元件化之研究 (二)
3. 金屬帷幕牆設計手冊之編訂
4. 資訊科技在建築專業團隊協同作業之應用
5. 輕型鋼構住宅建築與結構細部設計整合之研究
6. 建築管理請照網路作業系統之研究 (二)
7. 智慧建築標章作業手冊
8. 建築材料實群建築構材光纖感測設施建置之研究
9. 開放建築、綠建築、智慧型建築在建築材料實驗群之應用研究
10. 建築工程技術研究相關成果 e 化暨電子型錄系統更新維護
11. 智慧建築標章解說與評估手冊研訂及審查諮詢服務

93 年

1. 鋼筋混凝土建築施工品管即時資訊系統研擬

2. 數位化水、電及瓦斯自動讀錶系統在建築物能源監測之應用與推動辦法之研擬
3. 建築設計與營造 e 化團隊整合研究
4. 智慧化建築設計手冊之編訂
5. 金屬帷幕牆製造作業技術手冊之編訂
6. 建築工程現場監造日誌資訊系統之研發
7. 開放建築之推廣—建築研究所辦公廳舍之室內空間設計競圖與宣導

94 年

1. 建築業自動化發展、績效調查與策略之規劃研訂
2. 開放式建築填充體關鍵技術之研發
3. 建築圖檔於知識資料庫建檔自動化之研究—圖檔中文字資訊萃取、比對、建檔自動化之研究（一）
4. 智慧建築物營運計畫與設施管理技術之研訂
5. 無線射頻辨識(RFID)於建築產業應用之研究
6. 鋼筋混凝土建築施工品管即時資訊系統應用之研究
7. 建築工程現場監造日誌資訊系統應用之研究
8. 建築自動化電子化推廣應用—建築資訊服務子系統更新維護暨應用推廣
9. 智慧建築標章評定審查作業暨諮詢管理執行計畫
10. 建築資訊服務多元應用系統整合及維護
11. 智慧建築標章評定審查作業暨諮詢管理執行計畫

95 年

1. 開放住宅立面整合系統原型足尺模型之建構
2. 建築物結構老化與劣化非破壞性檢測技術之建置
3. 建築物管線老化與劣化非破壞性檢測技術之建置
4. 建築物設施管理維護關鍵績效指標之研究
5. 建築圖檔於知識資料庫建檔自動化之研究—圖檔中文字資訊萃取、比對、建檔自動化之研究（二）
6. 建築施工進度資訊管控自動化系統規劃分析之研究（一）
7. 建築物施工品質評估指標研擬及評估系統建立之研究（一）
8. 建築工法技術知識庫之建立
9. 建築自動化電子化推廣應用—建築資訊服務子系統更新維護暨應用推廣
10. 智慧建築標章評定審查作業暨諮詢管理執行計畫

96 年

1. 大量客製化之開放式住宅系統原型研發
2. 建築物管線老化、劣化檢測修復
3. 具遮陽與節能效益單元式帷幕牆開發之研究
4. 建築資訊服務系統擴充暨更新維護
5. 建築工程管理應用系統諮詢推廣

97 年

1. 無線射頻辨識於設施與設備維護管理之應用研究(II)—三維空間定位模組之建構
2. 建築資訊服務與活動推廣



附錄二 國際營建自動化研討會研討課題

一、第 24 屆國際營建自動化及機器人研討會(ISARC-2007)

主題演講：

1. 混合營建自動化和機器人技術
2. 基礎設施計畫控制之自動化資料收集
3. 新興營建市場之自動化技術的定位及提升概念

專題討論：

1. 新興國家之營建自動化
2. 營建整合實務
3. 機器人化智能住宅趨勢

研討會 A1：自動化資料收集 I

1. 建築工地現場環境資訊擷取之自動化地理關聯用戶定位追蹤
2. 應用超寬頻 (UWB, Ultra-Wide Band) 發展機器人精確定位系統
3. 應用主動超寬頻 (UWB, Ultra-Wide Band) 進行工地現場快速自動監測
4. 隧道振動線型偵測器的無線模組開發
5. 自動及無線通訊科技在道路修護的應用
6. RFID 技術在開放式建築維護管理之應用
7. 應用 RDID 之自動化專案排程及存貨管理
8. 應用 RFID 之營建物流管理

研討會 B1：機器人科技及應用 I

1. 挖土機鏟斗裝載過程主體介質既有應力的模擬
2. 鋤耕機在挖掘環境的最佳路徑規劃
3. 挖掘機在拆除過程觸覺裝置的設計
4. 鏟土機操作裝卸傾卸車的偵測裝置
5. 工作單元多重操作器路徑規劃的協同策略
6. 協同式智慧代理人為基礎的系統的起重作業
7. 控制雙機器手臂控制器的通用架構
8. 應用多準則方法的 2 自由度並聯最佳化設計在營建工程上的應用

研討會 C1：管理及生產觀點 I

1. 品質導向的現場管理自動化
2. 公私合夥關係 (Public Private Partnership, PPP) 道路工程信用決策之資訊融合
3. 工程知識管理之積極問題解決模型
4. 營建產業資訊系統規劃之決策理論架構
5. 營建研究程序開發之方法論
6. 韓國建築物傳送系統設計之特性分析
7. 營建工程公司之管理績效

研討會 A2：資訊科技 I

1. L&T-Aluform 方案架構及數量清單計算 Bill-of-Quantity (BOQ) 之自動化
2. 複合揚重作業之電腦輔助規劃及 3D 模擬

3. 營建管理之 4D 模型開發應用
4. N 維電腦輔助設計發展
5. 自行組裝之帷幕牆系統
6. 營建移動式機器人及操作技術

研討會 B2：機器人科技及應用 I

1. 多機器人系統之共同作業規劃
2. 應用量化迴授理論之雙臂機器最佳控制器設計
3. 運用多工自主性機器人改良混凝土鋪面材料生產性之研究
4. 應用自主機器人鋪面檢查之研究
5. 機器手臂配備自動四色噴塗裝置之開發
6. 安裝平頂玻璃機器人的設計
7. 通用型自主機器人的開發
8. 營建工地多用途現場機器人之直覺式操作者控制單元

研討會 C1：電腦運算技術 I

1. 震後橋樑修護之經濟評估模型
2. 以層級分析法(AHP)進行跨國管線工程最佳路線之多準則評量架構研究
3. 公眾聚集地方災害發生時之最佳疏散方案
4. 改良式退火演算法及改良式二階解決方案尋找多重資源限制下專案之最佳化線性排程
5. 承包商 S 曲線之最佳選擇
6. 模擬退火演算法在多專案多資源限制下之最佳化線性排程
7. 自動產生之資源導向住宅工程排程模型

研討會 A3：自動化資料收集 II

1. 營建物流材料管理
2. 建築物火災控制及 RFID 應用系統之發展
3. 3D 影像系統之機率式感測模型開發
4. 3D 影像系統測距協定之評估
5. 應用立體照相機影像位置資訊進行專案進度監測
6. 工程現場自動化資料收集的混合方法
7. 複雜橋樑維護環境之安全及效率的自主化 3D 繪圖探測技術
8. 人力資源管理運用紅外線與超音波混合裝置之開發

研討會 B3：資訊科技及應用 II

1. 使用者循環：客製化國民住宅的建築範本
2. 使用部落格的專案導向知識管理系統
3. 點對點網路中之同步化設計協同作業
4. 實現機器人與人力聯結的架構
5. 利用 Web 網路科技提高地震風險意識
6. 機器人使用行動電話的指引
7. 利用加強真實感的自主機器人偵測室內環境

研討會 A4：電腦運算科技 II

1. 結合影響綜合學習的粒子群演算法(Particle Swarm Optimization)

2. 使用離散粒子群演算法(Particle Swarm Optimization) 初始化機器人形態
3. 建築物半主動控制 MR damper 最佳化位移之有效率的多目標二進位遺傳演算法的應用
4. 基因演算法結合操作者效應在提前實現排程上之應用
5. 營造安全智慧代理人緊急情況之模擬
6. 螞蟻演算法運用在現場非正式設施之電腦輔助繪圖規劃

研討會 B4：機器人科技與應用 III

1. 室內環境品質的主動控制
2. 智慧型風車：傳統與現代科技的結合
3. 風及高聲音傳導損失主動控制之設計及開發
4. 複雜環境避免機器人碰撞之 3D 力場方法應用
5. 工程運輸最佳時程控制
6. 鋼結構纜線吊物之搖桿控制演算法的開發
7. 應用磁流變阻尼器 (magnetorheological damper 簡稱為 MR damper) 於土木結構地震反應之半主動指揮控制

研討會 A5：電腦運算科技 III

1. 快捷施工之原則設計排程方法
2. 複合設計計畫考慮不確定設計迭代之排程模型
3. 應用小波轉換及類神經網路於工程預算指標之時間序列分析
4. 高品質管線檢測之影像處理方法開發
5. 線上融接監測之焊接熱影像萃取熱點性能評估及量化演算法
6. 智慧化發展與整合：營建工程之音壓分析及生物識別技術
7. 奇異值分解演算法在機器人臉部及物件辨識的機器視覺應用
8. 運用數位表面模型(Digital Surface Model, DSM)及模擬進行設計迭代建模

研討會 B5：管理及生產方面 II

1. 3D 縫紉機：高科技布料服裝自動化設計及製造
2. 天然纖維工業製造纖維強化灰泥之自動化製程
3. 灰泥工業生產系統之虛擬工廠設計
4. 新拓居地大量住宅之預鑄竹製建築系統
5. 高科技廠房之自動化格子版技術
6. 多站台零件轉運、鑽孔及分流機器運用電動氣壓系統降低自動化成本之線上案例研究

二、第 25 屆國際營建自動化及機器人研討會(ISARC-2008)

主題演講：

1. 勞工與道路營建的自動化生產控制
2. 過去豐富的成果
3. 展望未來
4. 21 世紀的智能結構與建築自動化
5. 先進營建資訊與通信科技

6. 理想建築—藉由自動化科技：朝向保全、智慧、綠色及免疫建築的系統整合
7. 數位設計及 3D 立體預鑄構件自動化生產
8. 道路鋪面結構試驗性的研究
9. 核能電廠反應爐安全議題

研討會 A1：機器人生產及應用

1. 一個配備全球衛星定位系統的虛擬參考車站(VRS)的獨立機器人進行行人穿越道的痛苦調查。
2. 拆卸金屬天花板構架上螺絲的偵測系統
3. 掃描密度對區域中心定位準確度的影響
4. 智能陳列室的開發
5. 機器人多餘倒轉運動的期望控制性的一次線性最佳化方法
6. 安裝玻璃天花的人性化機器人協同控制及作業規劃
7. 可穿戴的膝蓋輔具單元模組提案及其可行性的驗證
8. 建築產業自動化機器(人)的簡約組合
9. 裝有破碎裝置的開鑿機的觸覺回饋設計
10. 反轉製管工法(Inpipe)機器人自激震動的動態程序行為
11. 混凝土橋樑盤式支承的討論
12. 營建產業應用機器視覺困境的二種有效技術
13. 應用雷射測距儀偵測移動機器人的周圍障礙

研討會 B1：自動化資料擷取及監控

1. 羅馬尼亞地下鹽岩的安全開採技術
2. 三角料斗內材料流體中粒徑大小影響性的數位高程模型(DEM)分析
3. 3D 立體建築資訊建模之自動化 3D 資料收集(A3DD)
4. 智慧型挖掘系統之 3D 視覺系統
5. 工地現場作業資訊之安全管理研究
6. 工地現場之先進即時安全管理系統
7. 特殊結構複雜設計系統之監控
8. 建築物重新粉刷選擇性價值效益之自動化選取
9. 混凝土作業管理之遙測系統
10. 攝影機在營建自動化扮演的角色
11. 利用無所不在偵測網路設計與導入坡地即時監控系統
12. 利用自動化無線資料收集技術整合隧道監控系統
13. 營造監控系統之應變量測方法

研討會 C1：應用方法

1. 專案管理中互動程序的複合規範
2. 應用 MOORA (Multi Objective Optimization on basis of Ratio Analysis) 方法的多目標最佳化道路設計替代方案
3. 利用建築資訊模擬工程專案資料轉換程序的合理化
4. 營建工程管理程序再造的標竿管理
5. 易變地區模擬退火法 (Simulated Annealing) 的應用與設計
6. 韓國專案營建管理(PCM)應用專案管理軟體(PMS)的評估
7. 協助不動產爭議解決方案的多標準談判決策支援系統合理化公式的決定
8. 利用蒙地卡羅模擬進行隨機網圖(Stochastic Pert Networks)的精確分析

9. 營建工程自動化標準作業時間的開發
10. 營建程序工程的彈性應用
11. 應用建築資訊模型及營建程序模擬確認 5D 環境虛擬專案的開發概念
12. 工程量測精密度對應用數位自動化水準及影響

研討會 A2：自動化

1. CAN-bus(控制區域網路)系統在重型機械閉環控制系統中的應用
2. Mega House 的介紹
3. 應用立體視覺系統於自動化專案程序監控進行快速 3D 物件辨識
4. RFID 在營建工程供應鏈應用的模擬工具
5. 全球資訊網整合生物滑鼠的決策支援系統對於使用者情緒及勞工生產力分析
6. 輕軌工程專案生命週期成本系統的開發
7. 預鑄節塊橋樑自動化幾何控制
8. 依據軌道及土壤參數的自動挖掘程序分析
9. 工程物流的感測閘門
10. 土木結構裝有磁流變導向控制裝置的動態響應
11. 由輪式鏟土機載入操作型樁之量測與更新
12. 線上估計震動樁荷重能力的第一步

研討會 B2：管理、社會課題及方法應用

1. 以「查詢會期」建構建築資訊建模專案生命週期管理的協同運作環境
2. 塑造公私合營的國家可靠性基礎設施專案
3. 立陶宛能源生產公司基礎設施結合永續環境原則的評估
4. 辨識企業廣泛應用選擇生態系統的元素
5. 鑒別 Pm10 空氣污染在 Vilnius 中生活品質的影響
6. 社區小學環境噪音的改進研究：噪音地圖的方法
7. 營建技術性與經濟性問題的風險與不確定管理之分法論
8. 都市環境改造超大型計畫的效益評估方法
9. 考慮不同風險層級的承包商選擇模型
10. 營建投資風險的多屬性決策分析
11. 智慧化情境支援生活環境的多準則決策支援系統
12. 使用機構設計(MD)輔助繪圖模型開發工程專案時間及成本整合的排程

研討會 C2：資訊與電腦科技,機器人科技與自動化應用

1. 重型機械操作的即時物件辨識與建模
2. 開發高速公路設備資料庫系統的研究
3. 室內環境緊急尋路的電腦輔助視覺通訊
4. 彩色熔融吹塑薄膜鋪面方法的績效評估
5. 改善營建工程品質控制及下包挑選作業之下包工作績效的資料自動化處理
6. 預拌混凝土產業之智慧化材料訂購管理方法
7. 以電腦輔助創新工具之營建科技快速創新
8. 營建材料選擇之合理化決策
9. 利用進化的支撐向量機(Support Vector Machine)推論模式(Inference Model)進行專案成就之動態預測
10. 地板修理業過程中多工諮詢系統及其可能的應用
11. 整合式智慧化多目標分析模型及組合式情境支援的居住環境

12. 應用蒙地卡羅模擬法評估社區防救災模擬之研究

研討會 A3(1)：方法論

1. 線性馬達在營建工程上的應用
2. 應用演化演算法發展時間耦合方法之研究
3. 應用 adaboost 學習演算法建立超高層建築模板系統選擇的決策支援模型
4. 瀝青混凝土攪拌設備的多重屬性評估
5. 建築設計替選方案的自動化評估
6. 營建工程合約分析之決策支援
7. 應用知識導向循序的技術程序模擬

研討會 A3(2)：歐洲及亞洲基礎設施效益研討

1. 營建不景氣的最小教育內容：遠距營建教育共享網路資料庫的內容自動更新
2. 立陶宛遠距教育品質的整合分析模型
3. 自動及機器化災後廢棄物管理：斯里蘭卡海嘯後
4. 營建勞工永續管理

立陶宛吉第米納斯科技大學的 VEBER 應用簡報

研討會 B3：自動化, 自動化資料擷取及監測

1. 建築本體在規劃階段實施建築資訊模擬(BIM)之研究
2. 韓國鋪面管理系統成果及檢討
3. 符合契約需求之資料收集
4. 室內定位量測系統
5. 即時精確定位服務—LITPOS
6. 以 WLAN 為基礎的加州新形式路面輪廓曲線儀的導入與比對
7. 營建工人移動型態的分析
8. 舊城修整投資策略的語文分析
9. 建築物即時能源效益評估模型
10. 自動化學習檔案產生器的初步研究
11. 應用網頁生物滑鼠智慧系統在情緒狀態及勞動生產力之分析
12. 台灣高鐵(THSR)預鑄版軌道之水泥新的生產模式
13. 應用類神經網路及回歸模型在專案前置規劃及成敗之研究

研討會 C3：資訊及電腦科技

1. 自動化 3D 模擬在水利工程之發展及應用
2. 應用資料層之工程專案成本估算方法
3. 水力複合活塞馬達之伺服驅動系統模擬
4. 營建中小企業(SMEs)之外部網路服務
5. 高速公路工程二階段初期成本估算
6. 最佳化橋樑工程步驟之 3D 視覺模擬
7. 整體生命週期成本(Life Cycle Cost, LCC)與或然率
8. 應用特定時間平移 M/M/1/FIFO/N/F 模型之計算誤差
9. 應用模擬退火演算法在多重資源限制下之隨機排程
10. 遠端控制車輛之液體靜壓驅動系統
11. 營建災害管理替選自動化設備之管理決策

12. 支援工程設計及管理之多準則最佳化軟體 LEVI-4.0 工具
13. 工程重點





附錄三 營建管理季刊論文題目

一、第 66 期 / 95 年_春季號

1. 《不確定性營建估價風險評估模式》楊亦東
2. 《土木與建築構造物發生倒塌之肇因分析》潘南飛
3. 《現階段營建業人力需求調查與分析》黃忠發
4. 《探討營建產業應用企業電子化於各階段目標及決策》陳介豪
5. 《統包工程執行績效之探討》賴宇亭
6. 《道路拓寬工程變更設計實例之調查與分析》陳維東
7. 《民間自行規劃申請參與公共建設案件之經驗分享--以國立臺灣大學學生宿舍 BOT 案為例》劉原吉
8. 《淺談小巨蛋和它的屋頂》羅興華

二、第 67 期 / 95 年_夏季號

1. 《依產業結構變化定義我國國家發展階段》曾仁杰
2. 《最有利標序位法群體排序流程改進之探討》王隆昌
3. 《公共機關 RC 建築物耐震補強評估系統》陳介豪
4. 《房屋建築業之從業人員職業災害分析-以雲嘉地區為例》林佳正
5. 《營建管理碩士論文引用文獻分析》楊智斌
6. 《離散事件模擬在營建工程上之應用-以預鑄廠生流程為例》黃俊能
7. 《工程展延 衍生費用求償爭議探討-以國道工程為例》廖肇昌
8. 《專業營建管理執行案例探討-以國防部「博愛分案」新建工程為例》戴期甦

三、第 68 期 / 95 年_秋季號

1. 《建築設備維護策略最佳化模式》馮重偉、尤建國
2. 《營建知識管理之績效評估研究》林利國、吳嘉文
3. 《智慧代理人在橋梁災害資訊交換平台之應用》鄭明淵、吳育偉
4. 《以基因演算法進行污水下水道用戶接管作業排程之研究》林建良、葉夏伯
5. 《結合排程網圖與電腦模擬工具求解資源限制排程》鄭道明、蔡秋慧
6. 《數值模擬防火塗料之鋼梁耐火性能之研究》黃冠雄、鄭紹材
7. 《以風險管理觀點比較分析設計-發包-施工及統包之建築工程》劉尚育、蔡宗潔、楊閔嵐
8. 《建築廢棄物收容處理場所區位設置評選因子之研究》李德威、黃榮堯

四、第 69 期 / 95 年_冬季號

1. 《台灣建築師西進上海專業營建管理市場分析》李明利
2. 《類積體電路排程模式應用於多重專案管理》江佳綺
3. 《模糊多層級效能模式評估 PCM 服務績效之研究》王慶煌
4. 《從民法之情事變更原則探討公共工程契約物價指數調整門檻》李桂澤
5. 《停工閒置建築物所衍生風險之對策研究-以台中市為例》黃永良
6. 《價值工程應用於鐵路地下化明挖覆蓋隧道工程之個案研析》陳介豪
7. 《清溪川 韓國首爾綠色夢想 建構人本與生態友善性的都市》劉憲宗

五、第 70 期 / 96 年_春季號

1. 《以故障型式與影響分析法預防橋樑施工事故》潘南飛、王懷田、黃文玲
2. 《系統施工性模式》余文德、許玉明、張圳銘

3. 《軍事營繕系統工程施工品質查核缺失之探討》鄭紹材、胡德群
4. 《工程技術顧問公司專案管理組織績效與型態支出步研究》陳介豪、楊立人、徐書謙、林正杰
5. 《政府採購行為中評選委員會之定位與權責探討》王隆昌、李綱、李修毓
6. 《大學實驗型教學校舍生命週期成本分析—著重營運維護管理階段》郭斯傑、羅紫萍、王雅慧

六、第 71 期 / 96 年_夏季號

1. 《案例式推理應用於邊坡崩塌之研究—以阿里山路段台 18 線為例》楊宏達、劉述舜、王滄榮
2. 《以模糊非線性回歸預估作業之工期》潘南飛、石崇桂、李思賢
3. 《以工程資源為主體之工程施工品質管制 e 化模型》吳崇弘、謝尚賢、易力行、曾惠斌
4. 《軍事統包工程爭議問題之調查分析》陳維東、蔡金璋、呂春生
5. 《影響我國推動資源再利用之因素探討》陳介豪、楊立人、陳致光
6. 《物業管理導入於建築物規劃設計階段之研究》郭斯傑、黎昌憲

七、第 72 期 / 96 年_秋季號

1. 《應用專案多為度模型建構以合約項目為基礎之自動排程模式》馮重偉、陳怡兆、黃俊儒
2. 《民間參與文化遊憩設施之個案研究：國立傳統藝術中心園區委外經營案例》邱必洙
3. 《優度評價法用於評選最有利標之廠商》黃冠智、潘南飛、林子介
4. 《類神經網路於橋樑伸縮縫構件服務年限預測之應用》黃盈樺、林敬展
5. 《卡門濾波、複回歸與類神經網路於道路工程標價之預測》林保宏、林正紋、徐培哲
6. 《滿足安全性需求之工程設施配置模式》林長平、楊亦東
7. 《工程品質缺失之貝式網路輔助系統》謝孟勳、蘇俊豪、蕭文達、張清榮

八、第 73 期 / 96 年_冬季號

1. 《營造業供應鏈流程分析—以中型營造廠為例》劉述舜、張西川、王滄榮
2. 《物業管理公司跨足住宅件診市場之對策研究》張智元
3. 《工期展延爭議之舉證》范素玲
4. 《建構 FRID 混凝土試驗檢驗資訊管理系統之研究》王隆昌、林祐正、李靜雯
5. 《應用基因演算法及模糊理論於建築機電設備維護策略最佳化之研究》陳明和、馮重偉
6. 《污水下水道管線工程成本結構分析》廖碧雲、楊智斌
7. 《我國現行民間參與公共建設制度納入 PFI 模式之必要性探討》張倩瑜、周慧瑜、王明德

九、第 74 期 / 97 年_春季號

1. 《混合數值式與案例式推理方法於營建工程知識發掘之比較》余文德、劉彥慶
2. 《河川區域工程施工風險因子之分析》陳維東、呂春生、陳明哲
3. 《4D 營建管理系統之現況分析與發展趨勢》吳翌禎、謝尚賢
4. 《營建專案系統經理人應具備人格特質之分析》呂文授、楊智斌
5. 《國內污水下水道系統 BOT 案獨立驗證及認證制度執行之探討》伊釗、郭斯傑

6. 考慮勞工能量消耗與總工時雙目標之最佳化派工模式研究 / 蕭文達, 鄭道明, 王東星





附錄四 TRIZ 工程參數與發明原則

一、TRIZ 矩陣的 39 個工程參數

Altshuller 的39個工程參數

- | | |
|---------------|----------------|
| 01. 移動物體的重量 | 21. 功率 |
| 02. 靜止物體的重量 | 22. 能源的浪費 |
| 03. 移動物體的長度 | 23. 物質的浪費 |
| 04. 靜止物體的長度 | 24. 資訊的損失 |
| 05. 移動物體的面積 | 25. 時間的浪費 |
| 06. 靜止物體的面積 | 26. 物質數量 |
| 07. 移動物體的體積 | 27. 可靠度 |
| 08. 靜止物體的體積 | 28. 量測準確度 |
| 09. 速度 | 29. 製造準確度 |
| 10. 力 | 30. 作用於物體的有害因素 |
| 11. 張力、壓力 | 31. 有害的副作用 |
| 12. 形狀 | 32. 可製造性 |
| 13. 物體穩定性 | 33. 使用方便性 |
| 14. 強度 | 34. 可維護性 |
| 15. 移動物體的耐久性 | 35. 可適應性 |
| 16. 靜止物體耐久性 | 36. 設備複雜性 |
| 17. 溫度 | 37. 控制複雜化 |
| 18. 明亮度 | 38. 自動化程度 |
| 19. 移動物體消耗之能源 | 39. 生產力 |
| 20. 靜止物體消耗之能源 | |

二、TRIZ 理論的發明原則

1. 分割

- 把一個物體分成幾個獨立的部分
- 把物體變成可組合的形式
- 增加物體的分割程度

2. 抽取

- a. 從一個物體上移除(去除或分割)造成「危害」的零件或屬性。
- b. 從物體中抽取有用的部分

3. 局部特質

- a. 從同一類物體、外部環境或作用的結構，變換到不同結構的物體、外部環境或作用的結構。
- b. 讓物體不同的部分執行不同的功能。
- c. 把物體的每個部分都置於最利於其發揮的最適合的條件下。

4. 不對稱

- a. 用不對稱形狀代替對稱形狀。
- b. 如果一個物體已經不對稱了就增加其不對稱的程度。

5. 結合

- a. 同質的物體或產生連續作業的物體在空間上加以結合。
- b. 同質的或連續的作業在時間上加以結合。

6. 多功能

- a. 使物體具有多重功能，以消除對其他物體的需求。

7. 套疊

- a. 把物體放在其他物體之內。
- b. 一個物體可通過另一個物體。

8. 平衡力

- a. 為了抵消物體本身的重量，可以結合另一個能提供舉升力的物體。
- b. 為了抵消物體本身的重量，可以利用外部環境的作用力（例如：動力學或流體力學）。

9. 預先的反作用力

- a. 先施加反作用力
- b. 如果一個物體將受到張力，事先給予壓力

10. 預先動作

- a. 事先完成全部或部份的需要動作。
- b. 把物體預先調整在一個合適的條件下以讓其能及時地發揮預期的作用。

11. 是先緩和

- a. 為降低物體低可靠度的影響，可事先採取對策。
12. 等位性
- a. 改變物體的工作狀態以使物體不需要被舉升或降低。
13. 反向操作
- a. 對於一些特定問題的處理方法，可以用反向方式來操作
 - b. 使物體可移動的部分改變為固定式的，把固定式的部分變可為活動的（物體的外在環境亦然）。
14. 曲率化
- a. 使用曲線或曲面替換直線或平面，亦可使用球體替代立方體。
 - b. 使用圓柱體、球體或螺旋體。
 - c. 使用旋轉運動來代替直線運動，亦可利用離心力。
15. 動態化
- a. 在物體運行的每個階段中讓物體或其環境自動調整到最佳的狀態。
 - b. 把物體分成幾個元素，使各元素間可以相互轉換。
 - c. 將固定的物體設計成可動或可被更換的型式。
16. 局部或過度的動作
- a. 如果不能達到百分之百的理想效果，做得多一點或少一點，可大大簡化問題。
17. 移到新的次元
- a. 將一維的移動方式改變成二維，改變二維方式為三維。
 - b. 以多層的組合代替單層的方式。
 - c. 傾斜物體或把物體翻轉到一側。
 - d. 將影像投射到物體的臨近區域或是反面的區域。
18. 機械震動
- a. 讓物體振動起來。
 - b. 已有振動存在的物體，就加大振動頻率，甚至用超音波。
 - c. 利用共振。
 - d. 用壓電振動代替機械振動。
 - e. 結合使用超音波和電磁場震盪
19. 週期性動作

- a. 以週期性的動作或脈衝取代連續動作。
 - b. 如果動作已經是週期性的，就改變其頻率。
 - c. 利用兩個脈衝間空檔提供額外的動作。
20. 有效動作的連續性
- a. 在一個動作的完成過程中不要中斷，該物件裡的所有零件必須全速且不間斷的運轉。
 - b. 消除所有閒置、間歇的動作。
 - c. 以迴轉的動作取代來回動作。
21. 急速通過
- a. 以高速完成有害或危險的動作。
22. 把有害因素變為有利因素
- a. 利用有害因素或是效應(尤其是環境上的)，以獲得正面的效應。
 - b. 通過混合其他不利的因素來去除原有的有害因素。
 - c. 增加有害因素的數量或增加有害動作的程度，直到它停止造成傷害。
23. 回饋
- a. 採用回饋系統。
 - b. 如果回饋已經存在，則改變其作用大小和方向。
24. 中介物
- a. 利用中介(媒介)物質來轉變或者執行一個動作。
 - b. 使用一個容易被移除的物件與原物件作暫時性的接合。
25. 自助
- a. 物體本身必須自助和執行補充、修復的作業。
 - b. 利用廢棄物和剩餘能源。
26. 複製
- a. 用一個簡單便宜的複製體來代替複雜、昂貴、易壞或使用不便的物體。
 - b. 以光學複製品或光學影像代替一個物體或系統，一個尺度能被用來縮小或放大影像。
 - c. 使用紅外線或紫外線取代可見光的複製。
27. 用便宜、壽命短的物體代替昂貴、壽命長的物體
- a. 用便宜、可丟棄的物體替換昂貴的物體。

28. 替換機械系統

- a. 用聲學、光學、熱能、嗅覺系統取代機械系統。
- b. 用電場、磁場或電磁場與物體相互作用。
- c. 替換作用場
 - 從固定作用場轉換到移動作用場。
 - 從固定作用場轉換到隨時間變化的作用場。
 - 從隨意的作用場轉換到結構化的作用場。
- d. 利用與磁鐵柑關連的作用場。

29. 氣壓或液壓結構

- a. 用氣體或液體替換物體的固體物件—此物件可以利用氣體或液體做為膨脹或是緩衝之用。

30. 彈性膜或薄膜

- a. 用彈性膜或薄膜來替代傳統結構。
- b. 用彈性膜或薄膜把物體從其環境中隔離。

31. 使用多孔材料

- a. 使物體多孔化或在其表面、內部等區域使用多孔材料/元件。
- b. 如果物體已經是多孔的，則預先將一些有用物質填充於孔隙內。

32. 變換顏色

- a. 改變物體或其週遭環境的顏色。
- b. 改變物體或其週遭環境的透明度。
- c. 在物體或作業中加入有色材料以便觀察。
- d. 如果添加劑已經使用的話，就使用螢光追蹤劑或是追蹤元素。

33. 同質性

- a. 與主物質會相互作用的其他物質，必須使用與主物件相同(或相似性質)的材料製成

34. 拋棄即再生零件

- a. 當物體達成其功能或變得無用時，就拋棄它或修正其性質（如拋棄分解或使其消散）。
- b. 直接復原已耗盡的零件或物體。

35. 物理和化學狀態的轉變

- a. 改變物體的物理狀態、密度、彈性、溫度及濃度。

36. 相變

- a. 利用相變化所產生的現象，如改變體積的過程中會散熱或吸熱。

37. 熱膨脹

- a. 利用加熱使材料膨脹或收縮。
- b. 利用各種不同熱膨脹係數的材料。

38. 運用強氧化劑

- a. 用加濃空氣來替換普通空氣。
- b. 用純氧替換加濃空氣。
- c. 在空氣中或是純氧環境中使用離子放射。
- d. 使用氧離子。

39. 惰性環境

- a. 用惰性環境來替換普通環境。
- b. 在真空中進行處理。

40. 複合材料

- a. 用複合材料來替換單一材料





附錄五 期中審查會議紀錄

王總幹事榮吉

1. 此研究計畫資料蒐集彙整，既廣且多立意良好，已大部分符合預期成果。
2. 後續研究重點建議應以科技領域在建築產業、永續建築、綠建築、綠建材於新建工程及裝潢維修建材之優先次序整合。

邱顧問昌平

1. 建築研究所推動先進建築技術、自動化與創新建築材料等先進科技已有多年，本研究進一步探討國內外對建築先進技術可能應用趨勢，構思一些比較可行的課題、發展推動策略，以便未來之相關研究能有較清晰之方向，值得肯定。
2. 建議善用網路或部落格，拋出一些方想與議題，讓更多先進建築科技相關人員或機構有機會提供一些更有創意，更有應用價值的課題。

黃教授 然

1. 期中報告對於新科技與新技術已有相當完整的論述，且對未來創新科技發展趨勢亦有詳述。
2. 目前建築產業研擬現況問題分析具體詳盡，對於歐美建築技術整體發展趨勢亦有完整敘述。
3. 利用 TRIZ 方法推估可能符合先進建築科技具體研發之課題，應是一可行的方法論，建議應邀請多人參與討論，集思廣義方能獲取創新材料可能研發的課題。

鄭教授明淵

1. 文獻蒐集彙整相當完善豐富。
2. 報告內容所提「創意原則」為一相當好的構想，若能再將各原則之發想過程研擬一程序與方法，或考慮採用廣告業者依些類似的手法，則理論架構將更具體完整。

回應意見：

1. 感謝委員指正及寶貴意見，將於後續期限完成相關內容之論述，更完整之課題及策略建議。
2. 有關檢測維修領域，本所歷年來都有持續研究著力，未來將配合政策趨勢，開發整合可以廣泛應用之關鍵技術為重點，評估最具民生效益方向為利基，爭取預算資源，俾能跨領域整合研發能量，發揮綜合效益。
3. 有關 TRIZ 及創意方法論部分，將依委員指示尋求外部資源協助，戮力將發想之過程更具流程化、透明，及符合理論架構形式。



附錄六 期末審查會議紀錄

王總幹事榮吉：

1. 本研究將產業現況問題於報告中據實的呈現，非常可貴值得肯定。
2. 有關問題分析部分，請再予歸納分類為政府政策、產業界或技術面的問題，顯現問題的優先次序，並說明未來可能改善的目標與方向。
3. 未來建築物建材的發展，應於生態城市、節能減碳為發展方向與策略，至於國外發展策略與課題建議學習參考即可，應有未必適合台灣發展需求之思。

鄭教授明淵：

1. 建研所為政府推動國內建築科技研究之首要機關，而本研究課題探討先進科技在建築產業之應用，有其必要性，可做為規劃未來研究發展方向之重要參考。
2. 建議後續廣續研究解決有關先進科技應用時與現行法規抵觸之解決機制或辦法。
3. 本案研究參考文獻與資料收集非常豐富，值得肯定，惟簡報中之圖表較書面報告初稿豐富，請補充修正納入。
4. 創意最終如何形成推動之政策頗值探究，建議持續研究探討。

邱顧問昌平：

1. 結合人文及科技以提升國人生活品質，並具有安全健康且便利的生活空間及工具，是政府十幾年來的施政重點。本計畫對建築、營建產業從過去、現在、未來於導入先進科技之成果、發展現況及國內外發展現況之研發趨勢等作充分之檢討，並提出策略與建議，很值得肯定。
2. 以先進科技中之營建自動化推動為例，除了標準化不易落實以致成效不如預期，可能之原因係未充分探討台灣地區在此方面之優先次序，及集中資源於特定項目，致有相當多的研究項目都是分散式的推動，因此熱潮一過冷卻後就後續無力，因此建議於策略上強調跨部會跨產業整合及資源集中之重要性。
3. 建議多鼓勵大型營建業者投入研發及應用先進科技，儲備人才並釋出可供中小企業可能應用之科技，應該也是可行的作法。

回應意見：

1. 感謝委員意見，有關問題分析之分類及說明方式修正等之建議及期末報告內容補充部分，均將於結案報告中修正納入加強說明。
2. 有關先進科技導入國內應用之本土化、優先次序、跨部會整合、集中資源以及鼓勵大型營建企業投入研發等策略作為，將持續納入各項計畫執行之具體參考。
3. 有關創意最終如何形成推動之政策，將於後續年度自行研究案中廣續研究探討。

