

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 科技應用對於專案之影響評估(I)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2211-E-032-024-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：淡江大學企業管理學系

計畫主持人：楊立人

計畫參與人員：賴柏如、吳依軒

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 4 日

# 科技應用對於專案之影響評估

國科會計畫編號：NSC93-2211-E-032-024

執行期限：93 年 08 月 01 日至 94 年 07 月 31 日

執行機關：淡江大學企業管理學系

計畫主持人：楊立人

## 摘要

在科技一日千里不斷更迭競爭的環境中，營建業者亦試圖應用科技以有效改善專案之績效，然而應用科技所帶來的效益仍然不明確，而缺乏關於科技效益的資訊已造成業界不願在專案中導入新興科技，因此有必要進一步研究科技的應用對營建專案所造成的衝擊，透過科技應用對專案成功影響的量化分析，將可提供營建業者應用科技之參考。

本計畫的主要目標為調查臺灣營建專案應用科技的程度，以及科技應用對專案成功的影響，為了深入探索此項主題，本研究建立科技指標來評估專案中應用自動化科技及資訊整合科技的狀況，以及專案在不同階段中應用科技的程度，並以統計分析的方式探討科技應用與專案業主滿意度的相關性。

關鍵詞：台灣營建業；專案；科技；整合；自動化；業主滿意度

## Abstract

Technologies and innovations emerge quickly in the business world. Construction firms also attempt to improve project performance by adopting technology. However, the advantages gained from technology utilization are still not clear. Lack of information regarding technology benefits has resulted in industry reluctance to implement new technology. Therefore, there are needs for studies that quantify the impacts of technology utilization on project. Quantifying effects on project success will assist companies in deciding whether to use certain technologies.

The primary objective of this proposed project is to investigate the degree of technologies used on the Taiwanese construction projects and their impacts on project success. In order to explore this, technology usage metrics will be developed to assess the levels of integration and automation technology utilization on projects and across the different phases of projects. The relationships between technology usage and project owner satisfaction will be also investigated with statistical analyses.

Keywords: Taiwanese construction industry; project; technology; integration; automation; owner satisfaction

## 一、前言

營建業是個非常競爭的行業，然而相較於其他行業，營建業在科技方面的投資顯然低了很多，根據美國土木工程研究基金會 (Civil Engineering Research Foundation) 在 1997 年的一項調查，美國營建業花在研發的經費僅佔其總收入的百分之零點五。然而隨著近年來營建自動化及資訊科技的蓬勃發展，營建工程專案在科技的應用程度有逐漸上升的趨勢，營建業者開始嘗試開發新興科

技來節省工程成本、加速工程進度並減少意外的發生，相同地，業者也避免導入一些效益不明確的科技。由於能否從科技革新中得益仍無法有效實證，因而阻礙了營建業中新科技的採用，故營建專案應用科技程度的調查及科技效益的量化研究有其存在的必要性。此外，回顧台灣營建業於科技應用之相關調查，其研究僅偏重於營造廠電腦化、管理資訊系統及資訊技術應用現況之評估，迄

今仍未有一衡量專案應用科技程度的具體方法。

## 二、研究目的及重要性

本計畫的主要目標為檢視台灣營建業應用科技的現況並量化科技應用對專案業主滿意度的影響，計畫中發展出一具體方法以評估專案應用自動化科技及資訊整合科技的程度，自動化科技著重於各類型電腦、應用軟體、感測器及控制技術之應用，而資訊整合科技則強調運用科技促成不同系統或部門間資訊的分享與整合。

研究中所發展的方法可用於衡量台灣營建專案中各個階段以及其常見作業應用科技的程度，藉以決定台灣營建業中應用科技之典範，此研究成果可提供業者企業變革或提升專案績效之參考，並可作為營建專案現階段及未來應用科技之依循。國內外均缺乏此類以跨專案生命週期的方式衡量其應用科技程度的研究，本計畫檢視營建業整體現況並針對各類型專案分別深入探討，研究結果並有助於提升國內營建科技之應用。

## 三、文獻探討

回顧近幾年營建業科技應用之相關調查，其討論的議題包括了自動化科技、科技策略與資訊科技等的應用等，依科技可能帶來的效益可分為對工程成本、進度、品質或生產力改善的分析，其方法多為應用質化分析或描述統計來衡量營造廠應用某項特定科技的狀況，亦有學者藉由建立電腦模擬模型來分析科技的效益。由於評估科技效益的方法與所得之結果將直接影響到廠商在科技方面投資的意願，其可靠度需特別加以考量，尤其是對於專案成功影響的評估。

Griffis *et al.* (1995) 以 55 個 CII (Construction Industry Institute) 會員公司為研究對象，針對超過 90 個工程專案，進行三度空間電腦模型對專案成本、進度及重新施作 (rework) 影響的評估，研究結果指出應用三度空間模型的專案在成本及進度方面

的表現優於以傳統方法設計及建築的專案。另外，Goodrum and Haas (2002) 調查不同的裝備科技 (equipment technology) 對營建生產力的影響，此研究探討了五項科技因素，包括能源、控制、性能範圍、資料處理與人體功學，研究發現裝備科技的革新與生產力的改善有強烈關係。

另有學者以資訊科技或資訊管理的應用為議題，探討其為工程所帶來的效益，Johnson and Clayton (1998) 由業主的觀點評估資訊科技對工程設計及監造的影響，其結果指出資訊科技的應用可能改善勞工生產力、工作程序及工作人員之間的合作。Back and Moreau (2000) 以電腦模擬模型來評估資訊管理對於營建施工程序之影響，研究結果發現將資訊管理策略應用於工程設計及原料管理之相關活動可能改善工程的進度並縮減執行的成本。另外，Thomas *et al.* (2001) 以 CII (Construction Industry Institute) 會員公司為研究對象，調查營建業應用設計與資訊科技 (design and information technology) 的趨勢及其對專案成本、進度及安全性的影響，其中所衡量的科技包括整合性資料庫、電子資訊交換、三度空間電腦模型及條碼系統，其結果指出設計與資訊科技的應用可能降低工程成本並改善工程進度。

國內亦有針對營建業科技應用狀況的相關調查，林能白 (1992) 以台灣中小型營造廠為對象，調查營建業在管理上使用電腦的狀況，研究結果顯示當時中小型營造廠電腦化的程度偏低。廖清雄 (1994) 以台北市甲級營造廠為研究對象，評估營建業電腦化之狀況，研究指出由經濟、管理、社會及科技因素上之分析，業務電腦化是營造業經營的必然趨勢。蘇建豪 (1999) 以建築工程為範圍，探討應用標準資訊模型的成本效益與所帶來之影響，研究顯示藉由導入標準資訊模型，可促使單位內之作業流程整合、提升作業流程之效率並使單位與單位間資訊的傳遞更為迅速。郭淑儀 (2000) 以國內甲級營造

廠為對象，進行營造業資訊技術應用狀況之調查，研究發現資訊系統所能發揮的效益僅在作業處理層面，距離營建電子化之發展願景仍有相當距離。

#### 四、研究假設

本研究建立數項假設來調查科技使用與專案業主滿意度的相關性，研究中欲探索的假設包括：

H1:專案整體應用科技程度與專案業主滿意度呈正相關性

H2:科技應用於自動化作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H3:科技應用於整合連繫作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H4:科技應用於成本敏感類型作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H5:科技應用於進度敏感類型作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H6:科技應用於高科技作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H7:科技應用於低科技作業的程度與專案業主滿意度呈正相關性

H8:專案在規畫及設計階段應用科技程度與專案業主滿意度呈正相關性

H9:專案在採購及營建施工管理階段應用科技程度與專案業主滿意度呈正相關性

H10:專案在操作維護階段應用科技程度與專案業主滿意度呈正相關性

#### 五、研究方法

本研究以標竿學習法 (benchmarking) 為基礎，全面性地評估臺灣營建業應用科技的程度，並以假設檢定的方式來推論新興科技的應用與專案業主滿意度是否具有顯著的相關性，此外，計畫中以專案作業為衡量基礎來評估營建專案中應用各類型科技的程度 (非營造廠應用科技的程度)，以改善過去的研究中僅適用於調查某項特定科技的方法，其優點為避免因科技過時而導致所發展之指標無法長期適用於相關研究。

計畫第一階段著重於資料蒐集工具之設計，藉以取得專案之基本資料，包括專案之性質、類型、規模及預算等，並評估專案業主滿意程度。此資料蒐集工具衡量專案中常見作業應用科技的程度，研究中以文獻回顧和腦力激盪的方式彙整出專案在規畫、設計與施工等階段常見的工作機能，並確保所歸納之工作機能確實為施工程序之基礎且對專案有潛在的影響力。本計畫將各工作機能應用科技的程度分為四個等級，並藉此評估專案整體及其各階段中涉入科技的情形，第一級代表應用科技之程度最低，等級越高表示工作機能中涉入科技的層次越高。此外，業主滿意度以李克特五點量表(Liker's five-point scale)為衡量基礎，滿意程度由非常不滿意至非常滿意。

計畫的第二階段進行資料蒐集，資料蒐集的方式將以親自面談為主，並以分層隨機抽樣的方式進行不同類型專案的訪查，進而避免樣本來源僅限於某類型專案而無法真實反映營建業整體現況。研究中並整合專案中不同單位的觀點，包括建築或顧問公司、承包商與業主等，以確保所取得之樣本具代表性。

計畫的第三階段為建立衡量專案應用科技程度之指標，所發展之指標量表用以量化專案整體及其生命週期各階段中應用自動化及資訊整合科技的程度，包括(1)專案整體應用科技指數、(2)自動化作業應用科技指數、(3)整合連繫作業應用科技指數、(4)成本敏感類型作業應用科技指數、(5)進度敏感類型作業應用科技指數、(6)高科技作業應用科技指數、(7)低科技作業應用科技指數、(8)設計規畫階段應用科技指數、(9)採購及施工階段應用科技指數、與(10)操作及維護階段應用科技指數。以上所述之指數以專案中各相關作業應用科技的等級為計算基準，而後轉換為一般人較為熟悉以零至十分之度量，零分代表程度最低，分數愈高，代表專案應用科技的程度愈高。

計畫最後階段進行資料分析，包括分析數據、驗證假設與解釋結果等，研究中建立資料庫以存放所蒐集之相關資料，並進行資料分析來評估業界應用科技的現況。此計畫歸納出可能的統計假設並進行假設檢定，以驗證科技應用與專案業主滿意度之相關性。

## 六、專案層級應用科技程度

本研究共調查台灣營建業 98 個專案，各類型專案應用科技的指數如表 1 所示，整體而言，各類型專案應用科技的程度不高，資料分析顯示小型專案應用科技的程度最高，而擴建專案應用科技的程度最低。

## 七、專案階段應用科技程度

本研究中專案的生命週期分為六階段，專案不同階段應用科技的程度亦有所差異，如表 2 所示，研究指出專案在規畫及設計階段應用科技的程度最高，此兩階段的作業大多屬於資訊密集，且專案在此兩階段涉及的組織較其他階段少。專案應用科技程度最低的階段為營建施工執行階段，相關的組織導入科技的程度相當低。各專案在施工管理及操作維護階段應用科技的程度最為分歧，雖然可應用於上述階段的資訊系統存在，然而導入這些系統對於部分業者而言，可能成本過高。專案在設計階段應用科技的程度最一致，多數的建築及顧問公司在此階段皆應用先進的科技。

## 八、科技應用對專案業主滿意程度之影響

關於業主滿意程度，專案可分為以下五類型：(1)非常不滿意、(2)不滿意、(3)中等、(4)滿意與(5)非常滿意。所分析資料中各類型專案的分布如表 3 所示。

專案表現的分析著重於調查業主滿意的專案與業主不滿意的專案在應用科技的程度上是否有顯著性差異，統計分析結果如表 4 所示，研究指出專案業主滿意程度可能與科技應用於以下層次有關：(1)自動化作業、(2)成本敏感性作業、(3)進度敏感性作業、(4)

高科技作業與(5)規畫設計階段作業。

## 九、結論與建議

本研究的主要目的為評估台灣營建專案應用科技程度並量化科技對於專案業主滿意度的影響，研究中提出一套能評估專案業主滿意度及應用科技程度的方法，並配合資料蒐集工具進行現況調查，其目的為建立台灣營建專案應用科技的標竿典範。研究中透過一項台灣營建業整體應用科技之調查及對 98 個不同類型專案的分析來決定專案中各層級使用科技的程度，並以假設檢定的方式來決定科技應用與專案業主滿意度的關係。

此研究反映不同類型專案應用科技的差異，研究指出台灣營建專案應用科技的程度偏低，研究中重要的分析成果包括：

- 各類型專案在規畫及設計階段應用科技的程度皆為最高，而在現場施工階段應用科技的程度皆最低。
- 專案在自動化作業、成本敏感性作業、進度敏感性作業、高科技作業與規畫設計階段作業應用科技，可能提升專案業主滿意程度。

此研究計畫反映國內營建專案應用科技的現況，以及專案中不同類型組織應用科技的情形，研究中並解釋科技應用與專案業主滿意度的關係，其對於業界科技政策發展之影響具有高度遠景，而此研究方式亦可提供其他產業相關調查之依循，計畫中關於標竿學習的分析可作為國內營建專案提升績效之參考。

## 十、計畫成果自評

本計畫已依照預定進度完成，並達成預期目標，部分研究成果已於國外研討會中發表(1<sup>st</sup> International Conference on Construction Engineering and Management, Seoul, Korea)，另已將研究成果投稿於國外學術期刊。本研究之內容具實用性並與原計畫相符，對於業界頗具參考價值。

## 十一、參考文獻

- [1] 郭淑儀，「台灣營造廠應用資訊技術在經營管理之現況研究」，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，2001。
- [2] 蘇建豪，「營建工程資訊管理之標準資訊模型初步研究」，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，1999。
- [3] 廖清雄，「營造廠業務電腦化實施現況及因應策略之研究」，中華工學院土木工程研究所碩士論文，1994。
- [4] 林能白，「營造廠商管理資訊系統之建立」，內政部建研所委託計畫案，1992。
- [5] Back, W. E. and Moreau, K. A., "Cost and schedule impacts of information management on EPC process." *ASCE Journal of Management in Engineering*, Vol.16, No.2, pp.59-70, 2000.
- [6] Back, W. E. and Bell, L. C., *Quantifying benefits of electronic technology applied to bulk materials management*, The Construction Industry Action Group, Houston, Texas, 1994.
- [7] CERF, "Commercializing infrastructure technologies." *CERF Report #97-5028*, Washington, D.C., 1997.
- [8] Choi, K. C. and Ibbs, C. W., "Cost effectiveness of computerization in design and construction." *Source Document 50*, The Construction Industry Institute, Austin, Texas, 1989.
- [9] Fergusson, K. J., *Impact of integration on industrial facility quality*, PhD thesis, Stanford University, Palo Alto, California, 1993
- [10] Goodrum, P. M. and Hass, C. T., "Partial factor productivity and equipment technology Change at activity level in U.S. construction industry." *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.128, No.6, pp.463-472, 2002.
- [11] Griffis, F. H., Hogan, D. B., and Li, W., "An analysis of the impacts of using three dimensional computer models in the management of construction." *Research Report 106-11*. The Construction Industry Institute, Austin, Texas, 1995.
- [12] Hampson, K., and Tatum, C. B., "Technology strategy and competitive performance in bridge construction." *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.123, No.2, pp.153-161, 1997.
- [13] Johnson, R. E., and Clayton, M.J., "The impact of information technology in design and construction: the owner's perspective." *Automation in Construction*, Vol.8, No.1, pp.3-14, 1998.
- [14] Jung, Y., *Information Systems Planning Methodology for the Construction Industry*, PhD thesis, The University of Texas, Austin, Texas, 1997.
- [15] Thomas, S. R., Macken, C. L., and Lee, S. H., "Impacts of design/information technology on building and industrial projects." *BMM2001-10*, The Construction Industry Institute, Austin, Texas, 2001.
- [16] Yang, L., *Influence of technology on project success measures*, PhD thesis, The University of Texas, Austin, Texas, 2003.

表 1、專案層級應用科技程度

專案種類	數量	平均值	標準差
建築工程	29	3.24	1.85
工業工程	10	2.90	2.04
基礎工程	52	3.81	2.16
大型工程	32	3.64	2.20
中型工程	28	3.52	2.11
小型工程	26	3.89	2.25
私人工程	18	2.78	1.56
公共工程	54	3.44	2.10
興建工程	67	3.75	2.05
翻修工程	10	3.48	3.30
擴建工程	8	2.57	1.75

表 2、專案各階段應用科技程度

階段	數量	平均值	標準差
規畫階段	91	4.07	2.40
設計階段	85	4.14	2.21
採購階段	88	3.68	2.38
營建施工管理	93	3.40	2.58
營建施工執行	91	2.97	2.36
操作與維護階段	80	3.53	2.55

表 3、專案業主滿意度之分布

非常不滿意		不滿意		中等		滿意		非常滿意	
數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比	數量	百分比
0	0.00	17	17.89	29	30.53	42	44.21	7	7.37

表 4、科技對於專案業主滿意度影響之分析

科技使用	業主滿意專案			業主不滿意專案			平均差異	t 值	p 值
	數量	平均值	標準差	數量	平均值	標準差			
專案層級	14	4.87	1.95	17	3.93	2.01	0.94	1.31	--
自動化作業	14	5.14	1.96	17	3.94	1.89	1.20	1.73	0.047
整合連繫作業	14	4.79	2.02	17	3.92	2.19	0.87	--	--
成本敏感性作業	14	5.61	2.21	17	4.10	2.08	1.51	1.95	0.030
進度敏感性作業	14	5.10	1.97	17	4.00	2.28	1.10	1.42	0.083
高科技作業	14	6.03	1.95	17	4.27	1.85	1.76	2.57	0.008
低科技作業	14	3.77	2.17	17	3.32	2.30	0.45	--	--
規畫設計階段	14	5.70	2.14	17	3.97	1.72	1.73	2.49	0.009
採購施工階段	12	4.81	2.13	17	3.95	2.27	0.86	--	--
操作維護階段	12	4.57	3.10	13	3.88	2.56	0.69	--	--