

2015 中華民國營建工程學會第十三屆營建產業

永續發展研討會

預拌混凝土廠遴選準則建立之研究

楊錫麒(His-Chi Yang)
中華大學營建管理學系

吳紹華(Shao-Hua Wu)
中華大學營建管理學系

賴廷熾(Ting-Chi Lai)
中華大學營建管理學系

摘要

在經濟發展需要條件下，對於捷運需求也與日遽增，目前正在新建中的臺中捷運烏日文心北屯線，採高架型式設計，而混凝土材料為主要之施工材料(約 70 萬立方公尺)，故在其供需大、工期短之情形下，預拌混凝土供料商之供料品質及供料能力，實為本計畫成敗關鍵。

本研究以文獻回顧法歸納出預拌混凝土廠遴選所需之項目，以生產管理、履約能力、品質管制及成本考量等四大評估主項目及十九項次評估項目，再透過模糊德爾菲法 (Fuzzy Delphi Method, FDM)，剔除未達門檻值之三項因子後，確立預拌混凝土廠遴選準則之主要評估項目為四大項，次評估項目計十六項。再以層級分析法 (Analytic Hierarchical Process)，評估屬性間重要性之相對權；最後以 Borda's function 序位法建立混凝土廠遴選評估模式，並以實例驗證得到之結論，證明本模式之可用性，能協助決策者正確、快速地評選最適當之預拌混凝土供料商。

關鍵詞：評選準則、模糊德爾菲法、層級分析法、預拌混凝土廠、Borda's function

Investigation on the Establishment of Selection Criteria for Ready-Mixed Concrete Plants

ABSTRACT

Under the conditons of the economic development needs for the dramatic increase in rapid transit demand, Taichung Mass Rapid Transit System is Taiwan's fourth mass transit system. Currently the Green Line between Wuri and Wensin is under construction. Since this project is designed by using the viaduct structure so that concrete is used as the main construction material (approximately 700,000 cubic meters). How to supply large quantity in such a short duration of this case, product quality and production capacity of concrete suppliers are some of key issues for any infrastructure projects.

This research is from the Contractor's points of view to establish ready-mixed concrete plant selection criteria to determine the qualified concrete supplier. This study first, through literature reviews and the fuzzy Delphi method (FDM) establishes the assessment framework for ready-mixed concrete plant selection criteria. The final framework consists of four major factor and 16 minor factors. The four major factors are production management, performance capabilities, quality control and cost consideration. Furthermore, the Analytic Hierarchical Process (AHP) is used to determine the relative weights of the major and minor factors to facilitate the establishment of the selection criteria scoring table by using the Borda's function. Finally, the scoring table is applied and simulated to choose the proper ready-mixed concrete plants in Taichung area.

Keywords: Selection criteria, FDM, AHP, Ready-mixed concrete plant, Borda's function

一、前言

臺灣地區地狹人稠，人口密度高度集中且工商業活動頻繁，在經濟發展需要條件下，對於捷運需求也與日遽增，臺中大眾捷運系統（簡稱臺中捷運、中捷）為臺灣第四座之大眾捷運系統，服務範圍以臺中市為主。目前綠線中的烏日文心北屯線正在興建中，本計畫經設計顧問評估及規劃設計後以高架型式設計，而混凝土材料為主要之施工材料(約70萬立方公尺)，故在其供需大、工期短之情形下，預拌混凝土供料商之供料品質及供料能力，實為本計畫成敗關鍵。

二、文獻回顧

2.1 臺中捷運綠線計畫概述

本計畫路線東起自臺中市北屯區松竹路二號橋附近，以高架型式沿松竹路西行跨越臺鐵再左轉至北屯路，沿北屯路至文心路四段路口前右轉文心路，經文心南路由中山醫學大學後方轉到建國路，並跨越環中路高架橋及穿越中彰快速道路後，沿鐵路北側跨越筏子溪進入高鐵臺中站區。路線全長約 16.71 公里，其中高架段約 15.94 公里，地面段約 0.77 公里，行經區域包括臺中市北屯區、北區、西屯區、南屯區、南區及前臺中縣烏日區，設置 18 座車站，並於北屯區旱溪西側設置北屯機廠。

2.2 模糊德爾菲調查法

模糊德爾菲法 (Fuzzy Delphi Method, FDM)顧名思義係由傳統德爾菲法 (Delphi Technique)結合模糊集合 (Fuzzy Set)理論所發展出之方法，將其應用於群體決策上可解決專家意見共識程度之模糊性問題。

2.3 層級分析法(Analytic Hierarchy Process,AHP)

層級分析法(AHP) 主要應用在不確定(Uncertainty)情況下及具有多數個評估準則的決策問題上。將與決策有關的各個因素，採取階層構造的方式加以掌握，

並運用成對比較的觀念，建立因素間相互間之權重關係，條理化地解決複雜的決策問題。

2.4 BORDA'S FUNTION 序位法

Borda's funtion序位法，屬評估方案優劣之方法原理，其功能為對資料進行排名與加權處理，此方法應用相當廣泛，以本國為例，其精神就如同採購法最有利標之序位法評比機制，可用來評定最適合廠商。此外，該方法亦曾被應用於評定法規之妥適性，利用此法加以分析比較最佳可行手段等。

三、問卷調查分析

3.1 問卷設計架構及分析方法

本研究問卷設計架構分為：二階段、二次問卷之架構。第一階段問卷共有一份，問卷設計以模糊德爾菲(Fuzzy Delphi Method)專家訪談方式設計；第二階段問卷為層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)調查問卷。

3.2 評估因子之層級架構建立與篩選

本研究藉由文獻回顧、專家訪談方式，初步建立出各評估項目，其架構分四個主項目評估因子、十九項次項目評估因子，該評估主、次項目經由模糊德爾菲專家意見 (FDM)篩選主、次評估因子，再應用層級分析 (AHP)決定各因子之權重，最後再次運用層級分析 (AHP)評選出最適用之預拌混凝土廠。

3.3 第一次問卷調查結果分析

第一次問卷是透過整理文獻回顧等相關資料，並再彙整、建立初步評估因子之層級架構後，再應用模糊德爾菲 (FDM)專家訪談問卷調查方式，針對參與臺中捷運工程及臺北捷運工程中，具有豐富的學術知識與實務經驗人選中發放問卷，專家人數為十二人組成之決策群體。第一階段問卷內容期望取得各專家之共識。

將每項評估因子之模糊分數值，即可得到解模糊化值。本研究篩選評估因子之方式，係採門檻分數大於7以上之水準，符合門檻值以上的評估因子，即為專家們認為影響預拌混凝土廠遴選之重要因素。

經第一次問卷調查結果確立預拌混凝土廠遴選之層級架構，該架構共分為四大項評估主項目及十六項評估次項目，評估準則架構如圖 3.1 所示：

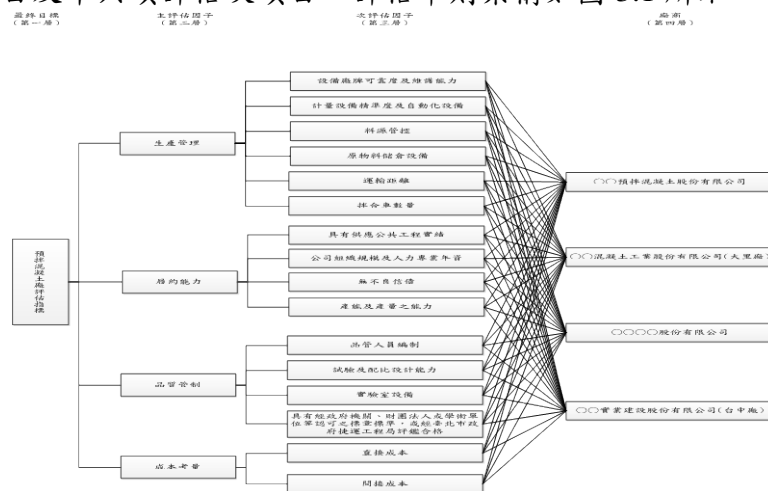


圖 3.1 層級架構圖

3.4 第二次問卷調查結果分析與權重建立

針對上述第一階段問卷所得之各種不同評估主、次項目，利用Microsoft Excel統計圖例及AHP層級權重與一致性檢定分析，計算求得各評估項目之權重。

表3.1預拌混凝土廠遴選因子權重表

第一層	百分比	第二層	百分比	加權	排序
生產管理	54.2%	設備廠牌可靠度及維護能力	17.1%	9.2	3
		計量設備精準度及維護能力	15.5%	8.4	4
		料源管控	13.5%	7.3	7
		原物料儲倉設備	21.7%	11.7	1
		運輸距離	19.8%	10.7	2
		拌合車數量	12.4%	6.7	8
品質管制	15.6%	具有供應公共工程實績	31.2%	4.4	11
		公司組織規模及人力專業年資	23.0%	3.2	13
		無不良信債	22.3%	3.1	14
		產能及產量之能力	23.6%	3.3	12
		品管人員編制	30.9%	4.8	10
成本考量	16.1%	試驗及配比設計能力	33.5%	5.2	9
		實驗室設備	15.5%	2.4	16
		具有經政府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格	20.1%	3.1	15
直接成本	51.6%	直接成本	51.6%	8.3	5
		間接成本	48.4%	7.8	6

預拌混凝土廠遴選準則建立之研究

3.5 遴選預拌混凝土廠商評分準則

一. 評分方式

本研究以 Borda's Function 法所採用的權數原則，將本研究之指標依組合為本研究之主要架構形式，建構遴選廠商之評分準則，整體模式相似於政府採購法最有利標之序位法。

評分方式主要係利用序位方式，同時再給予各序位分數，序位越小，表示越優良，例如：序位為第一者給最低分 1 分、序位為第二者給 2 分、序位第三者給 3 分。

二. 評分說明

執行遴選作業主要工作係為專家審查各預拌混凝土廠所提報之評估項目及評估分項，專家可依評選說明之規則，對廠商進行評比，惟家建議，各項目有能力相當，可能會有同分等問題，經專家指正重新訂定評比說明表如表 3.7 所示。

表 3.4 遴選預拌混凝土廠評分說明表

項次	評估分項	廠商評選說明(優劣高低依據)
1.	設備廠牌可靠度及維護能力	1.廠牌以原裝進口、本土製、大陸製及 使用年限 評比。 2.設備維修人力及專業年資。
2.	計量設備精準度及維護能力	計量設備為獨立計量，且以原裝進口、本土製、大陸製及 使用年限、產出報表內容 評比。
3.	料源管控	粗、細粒料料源以其穩定程度評比，其優先順序為大安溪、大甲溪、烏溪及大陸閩江。
4.	原物料儲倉設備	以是否設置及設置大小為評比。
5.	運輸距離	以預拌混凝土廠運距至工地距離長短為評比標準。
6.	拌合車數量	以運輸拌合車數量多寡為評比標準。
7.	具有供應公共工程實績	以具有大型公共工程經驗最優，具供應公共工程次之，具民間工程經驗再次之。 若具兩者實績者，已近3年承攬工程規模及件數評估。
8.	公司組織規模及人力專業年資	公司規模以資本額計算，組織及專業年之以量或比較。
9.	無不良信債	歷年履約無不良紀錄。 若二者均無不良紀錄，則以履約過程表現優異且得獎紀錄評估、或企業徵信方式評比。
10.	產能及產量之能力	以單一盤產能及日產能大小評比。
11.	品管人員編制	品管專業人員數及專業年資。
12.	試驗及配比設計能力	各種試驗及配比設計經驗具公共工程完成數量評比。
13.	實驗室設備	實驗室設備如混凝土試體抗壓機、粗、細骨材搖篩機等設備項目評比。
14.	具有經政府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格	以具有是否府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格為評比。
15.	直接成本	以預拌混凝土廠每 1 立方混凝土價格為評比標準。
16.	間接成本	以混凝土澆置完成面所產生之泌水、色澤差異等瑕疵，是否需要二次施工為評比。

四、案例驗證

4.1 預拌混凝土廠商遴選評比作業

依上一章節所發展之四大評估項目、分項評估項目及所配屬之權重，並蒐集臺中市境內A、B、C、D、E、F等六家廠商分二組經由專家進行評選，最後依序位法所評選出序分之總序位，並提供這六家廠商背景資料及評分說明表，請專家進行評比作業。其評比結果詳表4.1、表4.2所示。

表4.1 A、B、C預拌混凝土廠商評分表

評估項目 (權重)	評估分項 (權重)	廠商序位(序分)			
		A	B	C	
預拌 混凝土 廠商 評估 指標	設備廠牌可靠度及維護能力 (17.1%)	1	3	2	
		0.092682	0.278046	0.185364	
	計量設備精準度及維護能力 (15.5%)	1	3	2	
		0.08401	0.25203	0.16802	
	生產管理 (54.2%)	料源管控(13.5%)	1	3	2
		0.07317	0.21951	0.14634	
		原物料儲倉設備(21.7%)	1	3	2
		0.117614	0.352842	0.235228	
	運輸距離(19.8%)	1	3	2	
	0.107316	0.321948	0.214632		
拌合車數量(12.4%)	2	3	1		
0.134416	0.201624	0.067208			
履約能力 (14.1%)	具有供應公共工程實績(31.2%)	1	3	2	
	0.043992	0.131976	0.087984		
	公司組織規模及人力專業年資 (23.0%)	1	3	2	
	0.03243	0.09729	0.06486		
無不良信債 (22.3%)	1	3	2		
0.031443	0.094329	0.062886			
產能及產量之能力(23.6%)	1	3	2		
0.033276	0.099828	0.066552			
品質管制 (15.6%)	品管人員編制(30.9%)	1	2	3	
	0.048204	0.096408	0.144612		
	試驗及配比設計能力(33.5%)	2	3	1	
	0.10452	0.15678	0.05226		
	實驗室設備(15.5%)	1	3	2	
0.02418	0.07254	0.04836			
成本考量 (16.1%)	具有經政府機關、財團法人或學術 單位等認可之標章標準，或經臺北 市政府捷運工程局評鑑合格 (20.1%)	2	3	1	
	0.062712	0.094068	0.031356		
	直接成本(51.6%)	1	3	2	
	0.083076	0.249228	0.166152		
間接成本(48.4%)	1	3	2		
0.077924	0.233772	0.155848			
序位總分		1.083757	2.952219	1.96487	
總序位		1	3	2	

表 4.2 D、E、F 預拌混凝土廠商評分表

評估項目 (權重)	評估分項 (權重)	廠商序位(序分)			
		D	E	F	
預拌 混凝土 廠商 評估 指標	設備廠牌可靠度及維護能力 (17.1%)	1	2	3	
		0.092682	0.185364	0.278046	
	計量設備精準度及維護能力 (15.5%)	1	3	2	
		0.08401	0.25203	0.16802	
	生產管理 (54.2%)	料源管控(13.5%)	1	3	2
		0.07317	0.21951	0.14634	
		原物料儲倉設備(21.7%)	1	3	2
		0.117614	0.352842	0.235228	
		運輸距離(19.8%)	1	3	2
	0.107316	0.321948	0.214632		
拌合車數量(12.4%)	2	3	1		
	0.134416	0.201624	0.067208		
履約能力 (14.1%)	具有供應公共工程實績(31.2%)	1	3	2	
	0.043992	0.131976	0.087984		
	公司組織規模及人力專業年資 (23.0%)	1	3	2	
	0.03243	0.09729	0.06486		
	無不良信債 (22.3%)	1	3	2	
0.031443	0.094329	0.062886			
品質管制 (15.6%)	產能及產量之能力(23.6%)	1	3	2	
	0.033276	0.099828	0.066552		
	品管人員編制(30.9%)	1	3	2	
	0.048204	0.144612	0.096408		
	試驗及配比設計能力(33.5%)	1	2	3	
0.05226	0.10452	0.15678			
成本考量 (16.1%)	實驗室設備(15.5%)	1	3	2	
	0.02418	0.07254	0.04836		
	具有經政府機關、財團法人或學術 單位等認可之標章標準，或經臺北 市政府捷運工程局評鑑合格 (20.1%)	1	3	2	
0.031356	0.094068	0.062712			
直接成本(51.6%)	2	3	1		
	0.166152	0.249228	0.083076		
間接成本(48.4%)	1	3	2		
	0.077924	0.233772	0.155848		
序位總分		1.150425	2.952219	1.99494	
總序位		1	3	2	

4.2 結果分析及專家驗證

一、A、B、C 三家廠商比較分析

表 4.3 A、B、C 三家預拌混凝土廠商評比結果分析

評估項目	評比分析	評比結果	合理性
預拌 混凝土 廠商 評估 指標	生產管理 A、C 兩廠所設置之拌合機具皆為台製，維修零件取得較為 B 廠容易，且計量設備亦皆為獨立計量，較為精準，亦符合捷運局之需求。另 A、C 兩廠其粗、細粒料料源皆為烏溪、大陸閩江，比 C 廠所使用之地下室級配較能管控料源。運送距離及拌合車數量，A、C 兩廠亦比 B 廠較為優異。 故生產管理指標部分 A 廠領先 B、C 兩廠，尚屬合理。	A>C>B	合理
	履約能力 三家廠商工程實績、履約保證及債信略同，惟 A 廠商資本額達壹億貳仟萬，且員工人數為 45 員，且員中平均專業年資也多於 C 廠及 B 廠，較有能力掌握工廠營運。另 A、C 兩廠每日最大日產能為 2100M3 及 2000M3 遠優於 B 廠的 1500M3。 故履約能力指標部分 A 廠領先 B、C 兩廠，尚屬合理。	A>C>B	合理
	品質管制 A、B、C 廠商大多設有品管人員，並精通配比及實驗能力，B 廠之品管負責人專業年資雖高於 A、C 兩廠，惟該廠並未取得政府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格，故品質管制指標部分 A 廠領先 B、C 兩廠，尚屬合理。	A>C>B	合理
	成本考量 評估 A、B、C 三家廠商，其 280Kgf/cm ² 混凝土，每 1M ³ 單價，以 B 廠最高，其次分別為 C 廠及 A 廠，另間接成本部分，C 廠產製之混凝土略有色差、略有泌水，相較其他兩廠，品質略為不穩定，所衍生之間接成本亦相對較高。故成本考量指標部分 A 廠領先 B、C 兩廠，尚屬合理。	A>C>B	合理

二、D、E、F 三家廠商比較分析

表 5.6 D、E、F 三家預拌混凝土廠商評比結果分析

評估項目	評比分析	評比結果	合理性
預拌 混凝土 廠商 評估 指標	生產管理 D、F 兩廠所設置計量設備皆為獨立計量，較為精準，亦符合捷運局之需求。另 D 廠之原物料儲倉容量遠遠大於 E、F 兩廠且 D、F 兩廠其粗、細粒料料源來至烏溪、水里、大陸閩江及陳友蘭溪等，比 E 廠所使用之地下室級配較能管控料源。且其拌合機數量、運送距離，D 廠亦比 E、F 廠優異。 故生產管理指標部分 D 廠領先 E、F 兩廠，尚屬合理。	D>F>E	合理
	履約能力 三家廠商工程實績、履約保證及債信略同，惟 D 廠商資本額達壹佰伍十貳億，且員工人數、從事混凝土生產年資及每日最大產能皆遠高於 E、F 兩廠。 故履約能力指標部分 D 廠領先 E、F 兩廠，尚屬合理。	D>F>E	合理
	品質管制 三家廠商大多設有品管人員，並精通配比及實驗能力，D 廠之品管負責人專業年資及品管專業人員等，皆高於 F、E 兩廠，另 E 廠並未取得政府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格，故品質管制指標部分 D 廠領先 E、F 兩廠，尚屬合理。	D>F>E	合理
	成本考量 評估 D、E、F 三家廠商，其 280Kgf/cm ² 混凝土，每 1M ³ 單價，以 E 廠最高，其次分別為 D 廠及 F 廠，另間接成本部分，E 廠及 F 廠產製之混凝土皆稍有色差、泌水現象，相較 D 廠，品質略為不穩定，所衍生之間接成本亦相對較高。故成本考量指標部分 D 廠領先 F、E 兩廠，尚屬合理。	D>F>E	合理

經由專家評選後，最後依序位法所評出序分之總序位，第一組 A、B、C 廠商、第二組 D、E、F 廠商，經模擬本次遴選作業，分別由 A 廠商及 D 廠商勝選，經專家評定，審酌其背景資料及客觀資料，遴選結果尚屬合理，四大主評估項目及各分項評估項目亦符合遴選作業需求。

另臺中捷運工程，預估單日混凝土材料最大量需求約為 4000M³，經檢視 A、B、C、D、E、F 六家廠商日產量、拌合車數量及運輸時間，為配合計畫期程及工法施作，本捷運工程應遴選四家以上有能力供給材料之廠商，以確保供料穩定。

經實際查證，本捷運工程所採用的預拌混凝土廠共有五家且本次模擬遴選的六家廠商中，每一組的前兩名皆為目前供應本工程之材料廠商，亦可證明本研究所提之四大主評估項目及各分項評估項目亦符合遴選作業需求。

五、結論與建議

5.1 結論

- 一、本研究顯示，由專家評鑑之結果，於「生產管理」、「履約能力」、「品質管制」、「成本考量」等四項主評估因子與「設備廠牌可靠度及維護能力、計量設備精準度及自動化設備、料源管控、原物料儲倉設備、運輸距離、拌合車數量、具有供應公共工程實績、公司組織規模及人力專業年資、無不良信債、產能及產量之能力、品管人員編制、試驗及配比設計能力、實驗室設備、政府機關、財團法人或學術單位等認可之標章標準，或經臺北市政府捷運工程局評鑑合格、直接成本、間接成本」等十六項次評估因子指標中，由十二位專家皆高度認為此四項主評估因子與十六項次評估因子，皆可視為預拌混凝土廠商遴選時，必要被列入評比考慮之要素。
- 二、本研究採用 AHP 層級分析法，經專家問卷結果，得到本研究建立之評選模式，並以 Borda's function 序位法建立混凝土廠遴選評立評分表格，且經實際案例驗證得到之結論，證明本模式之可用性，並協助決策者正確、快速地評選最適當之預拌混凝土供料商。

5.2 建議

- 一、本研究已建立主承攬施工商評選預拌混凝土廠商遴選準則，在模擬評選過程中，發現臺中捷運工程因工期短、混凝土材料需求大，混凝土材料供給尖峰需求量可能超出一家預拌混凝土廠所能提供之產量，如都向同一家廠商訂購，亦可能有風險過於集中之虞，故可朝遴選二家以上同時供料，惟二家廠商以上供料，將面臨配比相同、料源不同，所產出的混凝土材料顏色不同等，主承攬施工商管理所產生相關界面亦有不同之衍生問題，可供後續研究。
- 二、由於臺中捷運綠線北起台中市北屯區，經文心路、建國路至烏日高鐵站，沿線尖峰時段車流量龐大，故混凝土材料運輸是否會影響工地施工及鄰近交通等相關因素，亦可供後續研究。
- 三、本研究係以臺中捷運工程之預拌混凝土廠遴選為評選案例進行探討，其主辦機關係為臺北市政府捷運工程局，因受業主不同、地域性不同、工程性質不同等因素亦不盡相同，故其預拌混凝土廠商遴選，可用本文所建議之評分表進行評選，並作為後續相關研究之參考。

六、參考文獻

1. 交通部高速鐵路局，「臺中大眾捷運系統文心北屯線環境影響說明書（定稿本）」中華民國交通部，2005。
2. 「捷運工程處業務簡介」，臺中市政府交通局，2011。
3. 「臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫」，工程用地取得第三次公聽會會議紀錄，，2013。
4. 臺北市府捷運工程局土建大宗材料供料商品質管理能力評鑑執行方案(修訂三版)，臺北市府捷運工程局，2012。
5. 臺北市府捷運工程局土建大宗材料供料商品質管理能力評鑑執行方案(修訂三版)，臺北市府捷運工程局，2012。
6. 呂明鐘，「投資高收益債券模糊多準則評估模式之研究」，碩士論文，雲林科技大學資訊管理系碩士班，雲林，2003。
7. 黃聖芫，「Fuzzy AHP 之常態模糊數與三角模糊數比較分析之研究」，碩士論文，育達商業技術學院資訊管理研究所，苗栗，2003。
8. 鄧振源、曾國雄，「層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（上）」，中國統計學報，第二十七卷，第六期，第5~22頁，1989年。
9. 振源、曾國雄，「層級分析法（AHP）的內涵特性與應用（下）」，中國統計學報，第二十七卷，第七期，第1~20頁，1989年。
10. 黃榮宏，「建立機場道面整建瀝青拌合廠評選準則之研究-以桃園國際機場跑道為例」，碩士論文，國立中央大學土木工程學系，2011。
11. 鄧振源，「計畫評估方法-方法與應用」，海洋大學運籌規劃與管理研究中心，第219~268頁，2001年。
12. Hartman, A., 「Reaching consensus using the Delphi technique.」 Educ.Leadership38, 1981。
13. Satty, Thomas L., The Analytic Hierarchy Process, New York: McGraw-Hill., 1980。
14. Linstone, H. A. 1978. The Delphi technique. In J.Fowless (Ed.). Handbook of futures research. London, Greenwood Press。
15. Hwang, C. L. and K. Yoon 「Multiple attribute decision making methods and applications. 128-140.」,1981。
16. Klir G. J., and Yuan B., Fuzzy Sets and Fuzzy Logic—Theory and Application, Prentice-Hall Inc., New Jersey., 1995.
17. 畢威寧，「結合 AHP 與 TOPSIS 法於供應商績效評估之研究」，科學與工程技術期刊，第一卷，第一期，2005。
18. 黃文吉、郭旻鑫、程培倫、唐慧寧「多評準決策分析法比較分析之研究」。
19. 樊偉祺，「遮斷防護工法選擇之探討-以台北捷運施工為例」，碩士論文，中華大學營建管理學系研究所，新竹，2012。
20. 臺北市府捷運工程局中區工程處工程契約，「施工技術規範」，2012。
21. 褚志鵬，「層級分析法(AHP)理論與實作」，教學講義，國立東華大學企業管理學系，2009。
22. 古鴻坤，「建立永續公共工程評鑑準則之研究」，博士論文，國立中央大學土木工程學系，2010。