

結合模糊分析網路程序法與模糊邏輯於 營建工程環境影響評估 (II)：案例研究

劉豐瑞 賴嘉宏

大葉大學環境工程系

彰化縣大村鄉山腳路 112 號

摘 要

台灣高速鐵路是台灣目前最重要的交通建設，2000 年開始興建，預計於 2006 年 10 月通車，全長三百四十五公里，其路線將貫穿台灣西部走廊，勢必對西部地區之生活品質、自然環境與社會經濟將產生重大衝擊。因此，本研究將以高速鐵路為案例，進行施工中的環境影響評估。本文中之環境影響評估決策架構，將用先前所作之理論研究提出之模糊分析網路程序法 (fuzzy analytical network process, FANP) 與模糊邏輯 (fuzzy logic, FL) 結合而成的整合式決策架構，並以十大項環境影響因子與二十八項細項因子進行台灣高速鐵路之環境影響評估。本文以此決策架構來進行零方案、施工預測、防治措施與標準值的評估，以其差異來判斷施工時之環境衝擊程度，以利環境影響評估審查委員或決策者進行決策。而根據臺灣高鐵環境影響評估的審查結論，通過環評的附帶條件為要求施工時的防治措施要切實甚或加強實行，這與本研究的評估結論相仿，可視為本方法論的一種驗證。

關鍵詞：台灣高速鐵路，環境影響評估，模糊分析網路程序法，模糊邏輯

An Integration of the Fuzzy Analytic Network Process with Fuzzy Logic for Environmental Impact Evaluation, II: A Case Study

KEVIN F. R. LIU and JIA-HONG LAI

Department of Environmental Engineering, DaYeh University

No. 112, Shanjiao Rd., Dacun, Changhua, Taiwan 51591, R.O.C.

ABSTRACT

The 345-km Taiwan High-Speed Railway (THSR), crossing Taiwan from north to south, is probably the most important development project in the nation's history. During the construction between 2000 and 2006, it was inevitable that the THSR would affect the natural environment, society and economics. Accordingly, this study examined the environmental impact evaluation for the THSR project on the basis of a previously proposed approach which integrates fuzzy logic with the fuzzy analytical network process (FANP). The results of the environmental impact evaluation



for the THSR project demonstrate the usefulness of the proposed method.

Key Words: Taiwan High-Speed Railway, environment impact evaluation, fuzzy analytical network process, fuzzy logic

一、前言

隨著台灣地區經濟發展和生活水準的提升，民眾環保意識漸增，環境品質也漸為社會、政府所重視。政府對重大開發計畫，為兼顧保育與開發，避免重大危害，維護生活環境品質，行政院於民國七十九年核定完成環境影響評估法草案，其中第五條第二款明定：「道路、鐵路、大眾捷運系統、港灣及機場之開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估」。

政府基於快速運輸之需求，提出興建高速鐵路之計畫，其路線將貫穿台灣西部走廊，勢必對西部地區之生活品質、自然環境與社會經濟將產生重大衝擊。由於高鐵為一大型開發計畫，全長三百四十五公里，因此，本研究將其分為北部段、中部段及南部段三個部份來評估：北部段路線為松山至台北、台北至板橋、板橋至桃園及桃園至新竹。中部段為新竹至台中及台中至雲林。南部段為雲林至嘉義、嘉義至台南及台南至高雄。其中又包括七個車站分別為：台北車站、桃園車站、新竹車站、台中車站、嘉義車站、台南車站及高雄車站。還有 3 個基地分別為北部調車場、中部調車場及南部調車場。

本文中之環境影響評估決策架構，將用先前所作之理論研究 [1] 提出之模糊分析網路程序法 (fuzzy analytical network process, FANP) [3] 與模糊邏輯 (fuzzy logic, FL) [4] 結合而成的整合式決策架構，並以十大項環境影響因子與二十八項細項因子進行台灣高速鐵路之環境影響評估。本文以此決策架構來探討北、中、南三段之 (1) 標準值；(2) 施工前環境現況 (零方案)；(3) 施工時之環境衝擊與 (4) 施工時採取減輕對策後之環境衝擊，四種方案的比較，以其差異來判斷施工時之環境衝擊程度，以利環境影響評估審查委員或決策者進行決策。而根據臺灣高鐵環境影響評估的審查結論，通過環評的附帶條件為要求施工時的防治措施要切實甚或加強實行，這與本研究的評估結論相仿，可視為本方法論的一種驗證。

二、研究方法概述

根據先前所作之理論研究 [1]，我們提出利用模糊分析網路程序法，來解決環境因子間之相依性，評估環境因子時之模糊性，並與模糊邏輯結合，來處理主觀評估的面向。因此，進而發展了之營建工程的環境影響評估決策結構 (圖 1)，來進行本文之實例研究。圖 1 中 A 區域為因子的權重利用 FANP 部分加以求得，B 區域的評估值則以模糊推理加以求得。左邊為最後計算出所有營建工程施工中影響因子的程度。

三、台灣高速鐵路十項環境因子之評估—模糊推理

本研究中所載之數據，皆根據或衍生自民國八十三年出版的高速鐵路環境影響評估報告 [2]。

(一) 水污染

1. 評估範圍

將高速鐵路全線經過的河川分為北部段的河川：大漢溪、南崁溪、老街溪、社子溪、鳳山溪及頭前溪。中部段的河川：中港溪、南港溪、後龍溪、西湖溪、大安溪、大甲溪、筏子溪、烏溪及濁水溪。南部段的河川：新虎尾溪、北港溪、朴子溪、八掌溪、急水溪、曾文溪、鹽水溪、許縣溪及二仁溪。所調查的項目有 DO、BOD₅、SS 與 NH₃-N。

2. 現況調查

根據高鐵環境評估報告書中的民國八十年的現況測定結果，我們將北、中、南段各河川的 DO、BOD₅、SS 與 NH₃-N 的測定值加以平均，如表 1 中現況調查濃度。

3. 施工階段環境預測

在施工中時主要產生的水污染物為懸浮固體 (suspension solid, SS)，所以主要評估項目為 SS，然而其它項目的評估值由於報告書中並未著墨，因此我們假設其與現況相同。在施工中 SS 的預測值則是北、中、南段各河川的 SS 的預測值加以平均，如表 1 中施工預測濃度。

4. 防治措施

在高鐵環境評估報告書中所提及的防治措施包括建立良好排水系統、臨時性污泥控制設施...等，但是並無提及增



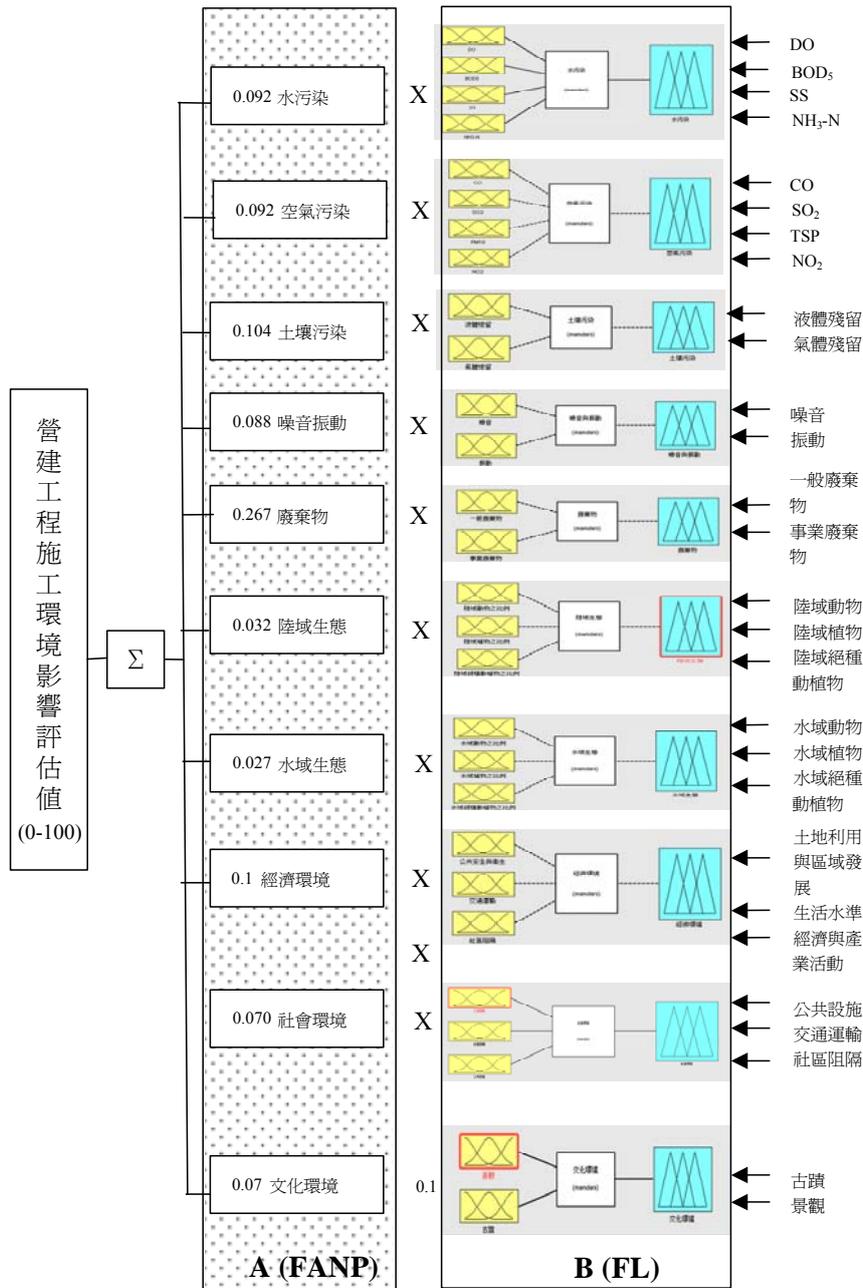


圖 1. 營建工程環境影響評估架構 [1]

加防治措施後可以減少 SS 的量，因此本研究將可推論採取防治措施後將可減少 40% 的增量。其北、中、南段的使用防治措施後的預測值（背景值與 60% 的增量的和），如表 1 中防治措施濃度。

5. 綜合評估

根據上述現況調查、施工預測與防治措施後的污染值，再利用水污染模糊推理模式推估出高鐵對水污染的影響評估，如表 1 中最後一行之模糊推理評估結果。根據表 1 可得

知在施工前水污染情形就已經嚴重，施工後將會使得水污染程度更嚴重，又以南部段的河川因施工而增加污染情形為最，所以在南部段施工時要加以注意。對於防治措施只要施工得當且增加預防污染設施得以降低因施工造成的水污染程度。

(二) 空氣污染

1. 評估範圍

將高速鐵路所經過的路段分為北部段、中部段與南部



表 1. 水污染綜合評估表

評估項目	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	SS (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	模糊推理評估(0-100)
標準值	6.5	3.0	20	0.5	20.8
北部段					
現況調查濃度	5.3	13.9	33.2	4.4	55.1
施工預測濃度	5.3	13.9	39.3	4.4	57.8
防治措施濃度	5.3	13.9	(35.3)	4.4	56.1
中部段					
現況調查濃度	6.6	31.1	76.5	1.22	52.9
施工預測濃度	6.6	31.1	105.8	1.22	64.1
防治措施濃度	6.6	31.1	(95.5)	1.22	61.1
南部段					
現況調查濃度	3	14.4	37.7	5.3	63.1
施工預測濃度	3	14.4	63.31	5.3	69.8
防治措施濃度	3	14.4	(53.9)	5.3	67.8

註：() 為本研究推論之數值

段。北部段為台北地區、桃園地區、新竹地區。中部段為台中地區，中部段為嘉義地區、台南地區、高雄地區。所調查的項目有 TSP、SO₂、NO₂ 及 CO。

2. 現況調查

根據高鐵環境評估報告書中的高速鐵路各車站及基地的空氣品質測定結果，其北、中、南路段的現況調查值如表 2 所示。

3. 施工階段環境預測

在施工中時主要產生的空氣污染物為粒狀物，所以主要評估項目為 TSP，而其它項目的評估值則利用現況調查值。北、中、南各段的施工的 TSP 的預測值（背景值與增量之和）加以平均，如表 2 所示。

4. 防治措施

施工時採取圍籬加灑水後，可使 TSP 降低，以減少污染量，但是並無提及增加防治措施出可以減少 TSP 的污染量，因此本研究推論出採取防治措施後將可減少 60% TSP 的增量，北、中、南段使用防治措施後的預測值（背景值與 40% 增量的和），如表 2 所示。

5. 綜合評估

根據上述現況調查、施工預測與防治措施後的值，再利用空氣污染模糊推理模式推估出高鐵對空氣污染的影響評估，如表 3 中最後一行之模糊推理評估。根據表 2 可知在施

表 2. 空氣污染綜合評估表

評估項目	TSP (μg/m ³)	SO ₂ (ppb)	NO ₂ (ppb)	CO (ppm)	模糊推理評估(0-100)
標準值	250	250	250	35	50
北部段					
現況調查濃度	129	9.1	31.8	5.6	13.4
施工預測濃度	274	9.1	31.8	5.6	16.6
防治措施濃度	187	9.1	31.8	5.6	15.7
中部段					
現況調查濃度	9	14	35.4	5	5.23
施工預測濃度	260	14	35.4	5	16.9
防治措施濃度	109.4	14	35.4	5	12.1
南部段					
現況調查濃度	158	7	38.8	5.75	14.7
施工預測濃度	440	7	38.8	5.75	18.0
防治措施濃度	169.2	7	38.8	5.75	15.2

註：() 為本研究推論之數值，TSP 為日平均值，SO₂、NO₂ 與 CO 為最大小時平均值。

表 3. 廢棄物污染綜合評估表

評估項目	一般廢棄物 (0-100)	事業廢棄物 (0-100)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	(20)	(20)	28.1
北部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(11)	(30)	23
防治措施值	(10.2)	(22)	18.9
中部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(11)	(30)	23
防治措施值	(10.2)	(22)	18.9
南部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(11)	(30)	23
防治措施值	(10.2)	(22)	18.9

註：() 為本研究推論之數值

工中可以使得空氣污染程度增加，又以北部段的空氣品質因施工增加污染的情況最為嚴重，所以在北部段施工時要加以注意。對於防治措施只要施工得當且增加預防污染設施所以降低因施工造成的空氣污染程度。

(三) 土壤污染

土壤污染主要評估項目分為兩類，分別為液體殘留與氣體殘留，依大氣污染、水質污染或廢棄物預測廢氣、廢水對土壤污染物濃度之影響，並分析其累積性。在建設高速鐵路中並無大量的重金屬物質殘留所以對土壤造成很大的污染，因此在高速鐵路環境影響評估中並無對土壤做評估。土



壤污染的評估為定性評估，因此本研究以(0-100)分單位。根據高鐵環境評估報告書中所提出土壤污染程度不高，本研究假設液體殘留與氣體殘留分別為10與20，如表4所示。

(四) 廢棄物

高速鐵路的固體廢棄物之產生主要分為兩種，為施工中所造成的事業廢棄物與工程人員在生活中產生的一般廢棄物。

1. 評估範圍

主要分為北部段、中部段及南部段，評估項目分別為一般廢棄物與事業廢棄物。

2. 現況調查

現況調查的調查，在人口開發在大的地區也就會產生較多的事業廢棄物與一般廢棄物，對於廢棄物都有正確的處理場所，但還有少數的業者無按照規定處理而產生環境污染。一般廢棄物與事業廢棄物的評估標準以(0-100)單位，根據高鐵環境評估報告書中所提出廢棄物污染敘述，本研究將北部路段可能產生的事業廢棄污染推論為20，一般廢棄物推論為20。其北、中、南路段的現況調查，如表3所示。

3. 施工階段環境預測

在施工階段主要產的廢棄物為一般廢棄物，然而又以廢土與廢渣及建築物拆遷廢料為主。而一般廢棄物則是為施工人員日常生活中產生的，若未妥當處理也會產生環境的污染。因報告書中並未提出施工可能產生的廢棄物增量，所以本研究假設增加50%事業廢棄物，增加一般廢棄物10%，如表3所示。

4. 防治措施

在施工中，主要的污染來源為施工時工程開挖所產生的

棄土，要完善處理廢土，其改善或減輕對策為將廢棄物運送至合法之棄土場，且可以將廢土回收再利用，不對環境造成污染。然而因工作人員產生的一般廢棄物只要妥善的處理，並不會對環境造成太大的污染。根據上述防治措施，我們假設將可降低80%因施工產生廢棄物增量，其北、中、南路段的預測值如表3所示。

5. 綜合評估

根據現況調查、施工預測與防治措施後的值，再利用廢棄物模糊推理模式推估出高鐵對廢棄物的影響評估，如表3所示。根據表3可以看出其污染程度都不大，因為大部分的廢棄物都有妥善的處理。廢棄物的污染主要是因施工中造成事業廢棄物的污染，只要有正確的處理並不會造成很大的環境污染，然而主要產生污染是因為不肖廠商任意丟棄廢土產生影響，所以在管理上要特別的加強注意。

(五) 噪音與振動

1. 評估範圍

將高速鐵路所經過的路段分為北部段、中部段與南部段。北部段包括了12個監測點，中部段包括了20個監測點，南部段有45個監測點。

2. 現況調查

據高鐵環境評估報告書中所有的監測點測定結果，依北、中、南各段的噪音監測值加以平均，如表5。

3. 施工階段環境預測

據高鐵環境評估報告書中所有的監測點測定結果，依北、中、南各段的噪音監測值加以平均，如表5。

4. 防治措施

對噪音而言，增加防音牆或是隧道型防音牆之設置，皆

表 4. 土壤污染綜合評估表

評估項目	液體殘留 (0-100)	氣體殘留 (0-100)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	(10)	(20)	17.5
北部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(10)	(20)	17.5
防治措施值	(10)	(20)	17.5
中部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(10)	(20)	17.5
防治措施值	(10)	(20)	17.5
南部段			
現況調查值	(10)	(20)	17.5
施工預測值	(10)	(20)	17.5
防治措施值	(10)	(20)	17.5

註：() 為本研究推論之數值

表 5. 噪音振動綜合評估表

評估項目	噪音 (dB)	振動 (dB)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	60*	(60)	58.6
北部段			
現況調查值	58	37.5	47.7
施工預測值	83	41	60.1
防治措施後值	(75.5)	(40.45)	57.3
中部段			
現況調查值	64	32	48.4
施工預測值	83	38	57
防治措施後值	(77.3)	(36.2)	55.2
南部段			
現況調查值	64	36	50.2
施工預測值	85	38	57.1
防治措施後值	(78.7)	(37.4)	56.3

註：() 為本研究推論之數值，*為第二類及第三類管制區



可減低噪音。然而減低振動對策為選擇低振動施工方式及設備或是加強工地施工管理。本研究假設採取防治措施後可將低 30% 的施工中產生的噪音與振動，如表 5 所示。

5. 綜合評估

根據上述現況調查、施工預測與增加防治措施後的值，再利用噪音振動模糊推理模式可以推估出高鐵對噪音振動的影響評估，如表 5 所示。根據表 5 可以看出噪音為主要影響的因素，然而振動的變化並不大。這裡也可以看出北部路段因應施工造成噪音振動的影響較其他路段大，在施工時要特別注意其防治措施。

(六) 陸域生態

1. 評估範圍

主要分為北部段、中部段及南部段，所評估的項目有(1) 影響陸域動物之比例(%)；(2) 影響陸域植物之比例(%)；與(3) 影響陸域中瀕臨絕種及受保護族群的動植物之比例(%)。

2. 現況調查

- (1) 影響陸域動物之比例(%)：北部段為人口密集之區域，陸域動物密度較低，而中南部陸域動物密度較高，因此本研究假設為 10%，中部段為 15%，南部段為 15%。
- (2) 影響陸域植物之比例(%)：由於台灣西部地區已經高度人為開發，沿線除了少部分丘陵、台地外，其於大部分為生態加值較低之農耕地以及一般性植被所覆蓋，因此本研究假設為 10%，中部段為 15%，南部段

為 15%，如表 6。

- (3) 影響陸域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例(%)：北部段有 11 種野生保育法中第二類動物、14 種敏感種類及 1 種特有種。中部段有 22 種野生保育法中第二類動物、27 種敏感種類及 1 種特有種。南部段有 6 種野生保育法中第二類動物及 12 種敏感種類。植物方面北部段的林口發現稀有種之流疏樹外，未發現有其他稀有的種類。本研究假設北部段為 3%，而中部段與南部段分別為 3% 與 3%，如表 6 所示。

3. 施工階段環境預測

高鐵環境評估報告書中的植物生態環境影響表與動物生態環境影響表為，本研究假設其表中每一個“-”表示增加影響陸域動物影響現況的 20%。本研究假設北部段增加影響陸域植物之比例為 25%，中部段為 20%，南部段為 20%。然而因施工增加影響陸域動物之比例，北、中、南部段分別為 60%、50% 及 46%。其因施工造成影響陸域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例分別為 20%、10% 及 10%，如表 6 所示。

4. 防治措施

對於植物而言，減少施工期間對敏感區內植被之輾壓，砍伐及生育地之破壞，應於施工期間加強工地管理，規範施工範圍，並於階段工程後進行邊坡植栽及復育之工作。然而動物方面，避免於一區域範圍內進行大規模及大面積之施工，加強敏感區之復育工作。對於特有物種應避免影響會停工更改路線等。根據這些改善條件，本研究假設降低 50%

表 6. 陸域生態綜合評估表

評估項目	影響陸域動物之比例(%)	影響陸域植物之比例(%)	影響陸域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例(%)	模糊推理評估(0-100)
標準值	(15)	(15)	(5)	13.6
北部段				
現況調查值	(10)	(10)	(3)	8
施工預測值	12.5	16	6	14.5
防治措施後值	11.25	13	5.5	11.7
中部段				
現況調查值	(15)	(15)	(3)	13.4
施工預測值	18	22.5	5.5	18.7
防治措施後值	16.5	18.75	5.25	16.5
南部段				
現況調查值	(15)	(15)	(3)	13.4
施工預測值	18	21.9	2.2	18.4
防治措施後值	16.5	18.45	1.95	16.3

註：() 為本研究推論之數值



破壞程度，如表 6 所示。

5. 綜合評估

根據現況調查、施工預測及增加防治措施後的值，再利用陸域生態的模糊推理模式推理高鐵對陸域生態的影響評估，如表 6 所示。根據表 6 可以看出北部路段與中部路段因施工所增加的影響較大，主因也就是這兩路段擁有特殊物種，所以影響的程度也會跟著增加，所以在施工時要注意這兩個路段中的特有物種是否會因施工而產生影響。

(七) 水域生態

1. 評估範圍

主要分為北部段、中部段及南部段，所評估的項目有(1)影響水域動物之比例(%)；(2)影響水域植物之比例(%)；與(3)影響水域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例(%)。

2. 現況調查

高鐵環境評估報告書中只針對高速鐵路興建對河川生態之影響，並無對水域生態中的動植物做評估。如此以來只能利用報告書中對水域生態整體的品質推測影響水域動物之比例、影響水域植物之比例與影響水域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例。由於高速鐵路之興建，可能造成沿線所經二十二條主、次要河川及其小支流之生態遭受影響。根據書中所提出在北部段河川污染皆為嚴重，對於生態的價值極低，也就是對水域生態影響非常嚴重。我們將其分數 0-100 分成 10 個等級，北部段因為污染嚴重所以其影響分數假設為 60。而中部路段大部份的河川生態的狀況良

好，所以影響分數為 40。然而南部段的河川生態環境品質部分河川已受汙染，部分的河川乃維持良好的狀態其評估分數為 30，如表 7 所示。

3. 施工階段環境預測

在高鐵環境評估報告書中，提出北部段的河川受到施工的影響程度為(--)，本研究假設表中每個“-”表示增加施工對水域生態的影響程度 20%，所以北部段為 40%、中部段因溪湖溪及大安溪受到很嚴重的影響所以其影響程度為 60%，而因南部段因工期較短所以其影響程度為 20%，如表 70 所示。

4. 防治措施

對於水域生態而言，環境管理計畫之目的在於(1)適時監督施工，以防止環境狀況惡化；(2)瞭解河川生態之恢復期。因此就上述目的，題出適當之管理計畫。可以降低因施工造成水域生態之影響，本研究假設可降低 40% 的生態影響，如表 7 所示。

5. 綜合評估

根據現況調查、施工預測及增加防治措施後的值，再利用水域生態的模糊推理模式推理高鐵對水域生態的影響評估，如表 7 所示。水域生態在報告書中並無對水域中的動植物分別作調查，主要只是對施工對水域生態造成的影響程度。而本研究先前所假設要將水域中動植物分開評估的問題或許更符合現實狀況的評估，例如水域中擁有特殊物種，若是無單獨評估或許會忽略掉這個問題，造成物種的影響。又根據表 7 可以看出北部段的水域污染現況也就不佳，若再加

表 7. 水域生態綜合評估表

評估項目	影響陸域動物之比例(%)	影響陸域植物之比例(%)	影響陸域中瀕臨絕種及受保護族群的動物植物之比例(%)	模糊推理評估(0-100)
標準值	(15)	(15)	(5)	13.6
北部段				
現況調查值	(60)	(60)	(60)	30
施工預測值	(84)	(84)	(84)	88.8
防治措施後值	(74.4)	(74.4)	(74.4)	65.3
中部段				
現況調查值	(40)	(40)	(40)	30
施工預測值	(64)	(64)	(64)	43.6
防治措施後值	(48)	(48)	(48)	30
南部段				
現況調查值	(30)	(30)	(30)	33.1
施工預測值	(36)	(36)	(36)	31.9
防治措施後值	(33.6)	(33.6)	(33.6)	32.6

註：() 為本研究推論之數值



上施工產生的污染其影響程度也就更高，所以北部段不只在施工時要注意，急需對河川的復育已顯影響北部的水域生態。

(八) 經濟環境

經濟環境中包括了土地利用與區域發展、生活水準與經濟與產業活動三個項目。我們將這三個評估項目分別討論如下。

1. 土地利用與區域發展

- (1) 評估範圍：主要分為北部段、中部段及南部段。北部段包括 11 個都市計畫區，中部段包括了 8 個都市計畫區，南部段包括了 13 個都市計畫區，以及高鐵路線沿線的土地。
- (2) 現況調查：施工時主要為高速鐵路沿線地區因噪音、振動及阻隔而對原有之土地產生衝擊，造成使用上的改變。這裡是以人口的多寡為土地利用與區域發展變化的主因，當地區人口多時其土地利用與區域發展有就更好。這裡是以總人口比例來當作評估標準，如果當人口少時土地利用與區域發展也就越差，其評估的分數也就越高。這裡是將其分數 0-100 分成 10 個等級，北部路段人口較多其土地利用與區域發展也就越好，所以本研究將分數假設為 10，中部段人口又比北部少分數為 20，然而南部段為 30，如表 8 所示。
- (3) 施工階段環境預測：影響土地利用與區域發展預測值是利用高鐵路環境評估報告書中的施工時高鐵路土地利用與區域發展影響評定表，本研究假設其表中每個“-”

表示降低土地利用與區域發展原影響程度的 20%。根據此表可得知北部段、中部段及南部段降低土地利用與區域發展程度皆為 20%，施工階段環境預測值便將現況調查分數乘以降低土地利用與區域發展程度有就是施工階段環境預測分數，如表 8 所示。

- (4) 防治措施：對路權內之土地及拆遷戶作合理之徵收補償，減輕沿線受污染地區之污染，高速鐵路路權經過都市計畫地區者，應於辦理高速鐵路用地變更時，配合辦理都市計畫通盤檢討工作。如有完成以上計畫本研究假設可以減少 20% 施工對土地利用與區域發展的影響，如表 8 所示。

2. 經濟與產業活動

- (1) 評估範圍：其影響範圍分為沿線聚集之商店及農業區，所以我們評估的範圍就包括這兩個項目。
- (2) 現況調查：經濟與產業活動，將會因高速鐵路之開發而大幅改變，影響產業發展現況及其成長其經濟活動也與人口的關係也非常密切與土地利用與區域發展相同，由因為本路線大都經過農業地區，雖然有零星聚落，但其影響極為有限，對於施工中將會徵收部分農業用地，所以對於農業之生產，將會有輕微的負面影響，這裡是將其分數 0-100 分成 10 個等級，本研究假設北、中及南段影響程度皆為 10，評估值如表 8 所示。
- (3) 施工階段環境預測：在施工中會影響鐵路沿線的商店及農業區，根據高鐵路環境評估報告書中敘述，本研究將其高鐵路施工會降低經濟與產業活動假設為 30%，如

表 8. 經濟環境綜合評估表

評估項目	土地利用與區域發展 (0-100)	生活水準 (0-100)	經濟與產業活動 (0-100)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	(20)	(20)	(10)	17.3
北部段				
現況調查值	(10)	(10)	(10)	8
施工預測值	(12)	(12)	(12)	14.7
防治措施後值	(11.6)	(11.6)	(11.6)	13.6
中部段				
現況調查值	(20)	(10)	(10)	17.3
施工預測值	(24)	(12)	(12)	21.9
防治措施後值	(22.4)	(11.6)	(11.6)	20.8
南部段				
現況調查值	(30)	(10)	(10)	21.8
施工預測值	(42)	(12)	(12)	26.2
防治措施後值	(37.2)	(11.6)	(11.6)	25.2

註：() 為本研究推論之數值



表 8 所示。

- (4) 防治措施：其防治措施也與土地利用與區域發展的措
施相同。本研究假設如完成以上計畫可以降低 20% 因
施工中對經濟與產業活動的影響，如表 8 所示。

3. 生活水準

在高鐵環境影響評估中，並無生活水準的比較，又因為
其生活水準與經濟與產業活動有相當大的關係，所以這裡的
評估值以經濟與產業活動評估的方式相同。

4. 綜合評估

根據現況調查、施工預測及增加防治措施後的值，再利
用經濟環境的模糊推理模式推理高鐵對經濟環境的影響評
估，如表 8 所示。根據表 8 可以看出施工中主要影響的要素
為土地利用與區域發展，其他兩個評估項目影響並不大。然
而因南部段人口較少其土地利用與區域發展原現況就比北
部段與南部段差，所以評估出的現況也就較不佳，又因為高
鐵施工的影響使得其影響程度也就更高。

(九) 社會環境

社會環境中包括了公共設施、交通運輸與社區阻隔三個
項目，我們將這三個評估項目分別討論如下。：

1. 公共設施

交通建設在施工期間對公共設施的影響，大致可以分成
遭施工破壞、影響之公共設施，與施工所需之臨時性公共設
施，兩方面考量。

- (1) 評估範圍：高鐵全線主要影響的公共設施有興華國
中、僑善國小、永和山水庫輸水幹管、鯉魚潭淨水場

輸水幹管、土庫國中、莒光工商及仁武國中。

- (2) 現況調查：高速鐵路經過的大都為農業用地，其中可
能經過的公共設施大都為國中、小學或社區活動中
心。所以其遭到人為影響的原因皆為噪音等，其影響
不大，所以只是以人口及車輛產生的多寡為程度的大
小。這裡是將其分數 0-100 分成 10 個等級，本研究假
設北部段公共設施受到人為影響為 20、中部段為 10
及南部段為 10，如表 9 所示。
- (3) 施工階段環境預測：影響公共設施預測值是利用高鐵
環境評估報告書中的施工時高鐵公共設施影響評定
表，本研究假設每一個“-”表示增加公共設施破壞
程度 20%。根據此表可推出北部段 0%、中部段 20% 及
南部段 0%，如表 9 所示。
- (4) 防治措施：建立在路線上所有公共設施的背景資料，
包括列出本計畫施工時，可能受影響之公共設施，及
其使用情形，並指出可能影響之原因，以便加以改善
影響程度，根據這些防治措施，本研究假設可以減少
40% 施工造成影響，如表 9 所示。

2. 交通運輸

- (1) 評估範圍：其景觀評估範圍分成北部段、中部段及南
部段與主要路道路系統交通影響的關係。
- (2) 現況調查：高鐵環境評估報告書中將交通狀況分為
ABCDEF 等五級，A 為交通狀況最佳，則 F 為最差。
這裡我們將這五級以 0-100 來表示，A 級為影響最低
為 0，然而 F 級為影響最高為 100。我們將高鐵環境評

表 9. 社會環境綜合評估表

評估 項目	公共設施 (0-100)	交通運輸 (0-100)	社區阻隔 (0-100)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	(15)	(30)	(15)	26.6
北路段				
現況調查值	(20)	(20)	(10)	17.3
施工預測值	(20)	(28)	(12)	23.3
防治措施後值	(20)	(24.8)	(11.6)	21.8
中部段				
現況調查值	(10)	(30)	(20)	21.8
施工預測值	(12)	(36)	(24)	25.3
防治措施後值	(11.2)	(33.6)	(22.4)	24
南部段				
現況調查值	(10)	(30)	(30)	21.8
施工預測值	(10)	(36)	(36)	23.4
防治措施後值	(10)	(33.6)	(33.6)	22.8

註：() 為本研究推論之數值



估報告書中北部段沿線主要道路的級數加以平均，得到 20，中部段沿線主要道路的級數加以平均為 30，南部段沿線主要道路的級數加以平均為 40。

- (3) 施工階段環境預測：交通運輸影響預測值是利用高鐵環境評估報告書中的施工時高鐵交通運輸影響評定表，本研究假設每一個“-” 將它視為原現況值增加原交通影響的 20%，因此北部段為 20%、中部段為 30%、南部段為 20%、其北部段、中部段及南部段的預測值如表 9 所示。
 - (4) 防治措施：工程車盡量避開尖峰時段、加強警告號誌、沿線採用交叉道路施工方式應採取避免完全封閉道路...等，本研究假設實施這些防治措施可降低 40% 因施工造成交通影響，如表 9 所示。
3. 社區阻隔
- (1) 評估範圍：其社區阻隔評估的範圍分成北部段、中部段及南部段中有經過的社區，主要為施工中改變其買菜、上下班等通勤路線，造成地區各類活動或人車不便。
 - (2) 現況調查：其現況的調查以 0-100 表示其社區的交通聯絡的方便程度，其數值越高表示其交通聯絡性較差。根據交通的聯絡性本研究假設以下的分數：北部段大都為較大的社區其交通路線較為發達其分數也就較低，這裡是將其分數分為 0-100 之間分成 10 個等級，北部段設為 10，中部段又比北部段較差其分數為 20，南部段交通聯絡性更差所以假設為 30，如表 9 所示。
 - (3) 施工階段環境預測：因施工造成社區阻隔的預測值是利用高鐵環境評估報告書中的施工時高鐵社區阻隔環境影響評定表，本研究假設每個“-” 表示增加社區阻隔程度 20%，此高鐵社區阻隔環境影響評定表可得北中南各段分別為 20%、20% 與 20%，如表 9 所示。
 - (4) 防治措施：社區阻隔主要都為活動性阻隔，主要是因為計畫執行過程造成道路的阻隔，造成地區各類活動或人車不便。其防治措施有建立背景資料；包括列出施工時可能影響之社區及主要道路，每月應至可能影響社區道路的施工地點勘查，並評估通路的安全性與於可及性等，本研究假設實施這些防治措施可降低 40% 的影響程度，如表 9 所示。

4. 綜合評估

根據現況調查、施工預測與增加防治措施的值，再利用社會環境模糊推理模式推理高鐵對社會環境的影響評估，如表 9 所示。

(十) 文化環境

在文化環境中包括了景觀與古蹟兩個項目。我們將這兩個評估項目分別討論如下：

1. 景觀

- (1) 評估範圍：其景觀評估範圍分成北部段、中部段及南部段。
- (2) 現況調查：北部路段主要經過城鎮景觀與平地聚落因人口較多，景觀大都為非自然景觀所以其景觀破壞程度較高，其程度以 0-100 來訂定，且以 10 為單位，根據這些破壞程度可以訂定分數。本研究假設北部段的景觀現況為 20，中部段無經過城鎮景觀主要平地聚落與平地散居景觀所以其景觀為 20，南部段經過的景觀主要為平地/緩坡景觀與平地散居景觀所以其景觀為 20，如表 10 所示。
- (3) 施工階段環境預測：景觀破壞的預測值是利用高鐵環境評估報告書中的施工時高鐵全線古蹟破壞預測評定表，本研究假設每一個“-”表示增加景觀破壞程度 20%，因此高鐵全線古蹟破壞預測評定表可得北、中、南各段分別為 40%、30% 與 20%，如表 10 所示。
- (4) 防治措施：對於景觀破壞的防治措施有：工地現場因車輛清運、開挖等工程引起空氣、噪音問題，應配合相關項目進行環境監測、圍籬時可以請美術專家加以美化，工地物料堆放請務必整齊，且避免影響道路安全。本研究假設根據這些項目可以降低 40% 景觀的影響，如表 10 所示。

2. 古蹟

- (1) 評估範圍：其景觀評估範圍分成北部段、中部段及南部段，評估其因人為因素破壞古蹟的影響程度。
- (2) 現況調查：根據高鐵環境評估報告書中所提北部段路線上並無歷史建築，但有許多廟宇及墓地分布，此路段有數個考古遺跡要加以注意，若以古蹟遭破壞由 0-100 來評估現況且以 10 為一單位，所以此路段的古蹟破壞程度設為 20。中部段路線上台中市有一三級古蹟『張家祖廟』要加以注意，路線上有許多信仰中心、墳墓，因為此區域有一古蹟，其破壞程度假設為 20。



表 10. 文化環境綜合評估表

評估項目	景觀 (0-100)	古蹟 (0-100)	模糊推理評估 (0-100)
標準值	(20)	(20)	28.1
北部段			
現況調查值	(20)	(20)	28.1
施工預測值	28	24	32
防治措施後值	24.8	23.2	31.2
中部段			
現況調查值	(20)	(20)	28.1
施工預測值	26	24	31.8
防治措施後值	23.6	23.2	31
南部段			
現況調查值	(20)	(20)	28.1
施工預測值	24	24	31.3
防治措施後值	22.4	23.2	30.3

註：() 為本研究推論之數值

南部段路線上沒有歷史建築物，但有數座信仰中心、墳墓，所以破壞程度設為 20，現況值如表 10 所示。

- (3) 施工階段環境預測：古蹟破壞的預測值是利用高鐵環境評估報告書中的施工時高鐵全線古蹟破壞預測評定表，本研究假設每個“-”表示增加破壞成度的 20%，因此高鐵全線古蹟破壞預測評定表可得北、中、南各段分別為 20%、20% 與 20%，如表 10 所示。
- (4) 防治措施：防範措施為當發現古蹟時，將請專業人士針對敏感地點監看、注意施工便道選擇及停工或搶救移置措施，本研究假設其可以將低 50% 破壞程度，如表 10 所示。

3. 綜合評估

根據現況調查、施工預測與增加防治措施後值，再利用文化環境模糊推理模式推理高鐵對文化環境的影響評估，如表 10 文化環境根據表 10 可以得知北部段與中部段影響較嚴重，主要原因為這兩路段因人口較密集現況本身以受破壞，因此在施工中會更增加文化環境的破壞，所以在施工時要注意這兩段的防治措施。

(十一) 與傳統評估方法之比較

在高速鐵路環境影響評估報告中，對於各單項環境因子的評估方法，主要是檢查表法，如表 11 所示為部份之結果。由表 11 可知，在高速鐵路環境影響評估報告 [1] 中，評估之量化部分主要以正號 (+) 代表正面影響，以負號 (-) 代表負面影響，而以正副號的個數表示其影響之程度。因此，

此評估是較為粗略的方法。而本研究乃是評估出一介於 0-100 之精確值，並參考法定標準值與現況背景值的評估分數來衡量施工後預測分數與防治措施後之分數情形，以供決策者（環評委員）有更詳細之數據來做決策。

四、台灣高速鐵路各路段之綜合評估—模糊分析網路程序法

將高速鐵路分為北、中、南三段，利用前一篇文章建立的整合式決策架構來比較零方案與施工中（包含防治措施）的差別，最後再比較此三路段何者會產生較大的環境影響，這裡概分為四個部份分別為北部段、中部段、南部段及全線綜合評估。

(一) 北部段

計算北部段零方案與施工中（包含防治措施）的評估值加以比較，如表 12（表中的權重值是由前一篇文章計算而得）。環境現況根據本研究的決策架構計算為 22.79，如進行施工其評估值增加成爲 29.23，若加上防制措施可以再降爲 26.63。

(二) 中部段

計算中部段零方案與施工中（包含防治措施）的評估值加以比較，如表 13。在環境現況根據本研究的決策架構計算為 23.34，如進行施工其評估值增加成爲 29.23，若加上防制措施可以再降爲 26.58。



表 11. 高速鐵路環境影響評估之檢查表 [1]

環境類別	環境項目	影響階段		影響說明	影響評估		預防及減輕對策	
		施工	營運		範圍	程度	對策	評定
自然環境	空氣品質	√		• 工地挖掘產生粒狀物飛揚，影響路線與車站附近敏感受體之空氣品質	路線沿線及車站、基地附近	— — —	<ul style="list-style-type: none"> • 圍籬 • 灑水 • 清洗工程車身車輪 • 工程運輸車車體覆蓋 • 分區施工 • 減少工程運輸車進出工地之車次 	— —
			√	<ul style="list-style-type: none"> • 車站附近因進出旅客增加，車站附近機動車輛相對增加，影響車站附近空氣品質 • 公路運輸旅客轉移至高速公路，公路車流量減少，相對減少空氣污染排放。 • 維修基地列車、儀器之清洗、維護，產生之粉塵飛揚與有機溶劑揮發，影響工作區之人員。 	車站及基地附近 公路附近 基地附近	— + —	<ul style="list-style-type: none"> • 配合建立捷運系統與轉運站 • 車站附近交通系統重新規劃 • 裝設集塵設備 • 適當之有機溶劑收集處理設備 	— ○
	√		<ul style="list-style-type: none"> • 高架施工噪音影響 • 施工卡車行駛產生噪音影響 	• 誠正中學、中山實小等 30 處敏感受體	— — —	<ul style="list-style-type: none"> • 設置 2m 高臨時隔音牆 • 加強施工管理 • 使用符合營建工程噪音管制標準的施工機具 • 充分與民眾溝通 • 慎選物料、土方運輸路線 	—	

註：++++：顯著正面影響；+++：中等正面影響；++：輕微正面影響；+：幾無影響；○：幾無影響；---：顯著負面影響；--：中等負面影響；-：輕微負面影響

(三) 南部段

計算南部段零方案與施工中(包含防治措施)的評估值加以比較,如表 14。在環境現況根據本研究的決策架構計算為 25.15,如進行施工其評估值增加成爲 29.05,若加上防治措施可以再降爲 25.65。

(四) 全線綜合評估

根據上面三個段可以得到一個北、中、南零方案與施工中(包含防治措施)的綜合評估表 15。根據表 15 中各污染程度對標準值之增加的百分比,可以看出南部段增加污染的程度最多。但是由於工程開發本來就會造成很大的環境、生態、經濟與社會的衝擊,尤其高鐵的影響更是由北至南,只要有良好的防制與監測措施,部分不是很嚴重的衝擊是可以接受的。對於高速鐵路施工中的環境影響評估,只要加上防治措施的全線綜合評估後,其評估值落在標準值的允許範圍內,表示此開發案是可以被接受的。

(五) 與傳統評估方法之比較

在高速鐵路環境影響評估報告中,對於綜合評估之方法,採取 AHP 加上圖估法。換言之,先利用 AHP 法求得沿線各點之評估值,在 -0.5~+0.5 之間,代表最差到最好之間。將這些分數分成 7 個等級,以不同顏色來展現,就是圖估法。由於在高速鐵路環境影響評估報告中,並未說明各點之詳細評估值,也未說明各個等級所代表的意義,因此很難與本文之量化結果進行詳細比較。而本研究乃是評估出一介於 0-100 之精確值,並參考法定標準值與現況背景值的評估分數來衡量施工後預測分數與防治措施後之分數情形,以供決策者(環評委員)有更詳細之數據來做決策。大體上看來,依據高速鐵路環境影響評估報告中提供之評估等級圖,其北、中、南各段之平均值應介於第 4 與第 5 的等級之間,代表已趨近負面影響。而這與表 11-13 評估出之結果,接近標準臨界,有些許的相似性。



表 12. 北部段綜合評估表

十項因子	細部因子(FL)	權重(W)	評估值(0-100)
標準值			
水污染	20.8	0.092	1.9136
空氣污染	50.0	0.092	4.6000
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	58.6	0.104	6.0944
廢棄物	28.1	0.267	7.5027
陸域生態	13.6	0.032	0.4352
水域生態	17.3	0.027	0.3672
經濟環境	26.6	0.100	1.7300
社會環境	26.6	0.070	1.8620
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			28.2900
現況調查			
水污染	55.1	0.092	5.0692
空氣污染	13.4	0.092	1.2328
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	47.7	0.104	4.9608
廢棄物	17.5	0.267	4.6725
陸域生態	8.0	0.032	0.2560
水域生態	30.0	0.027	0.8100
經濟環境	8.0	0.100	0.8000
社會環境	17.3	0.070	1.2110
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			22.7900
施工預測			
水污染	57.8	0.092	5.3176
空氣污染	16.6	0.092	1.5272
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	60.1	0.104	6.2504
廢棄物	23.0	0.267	6.1410
陸域生態	14.5	0.032	0.4640
水域生態	88.0	0.027	2.3760
經濟環境	14.7	0.100	1.4700
社會環境	23.3	0.070	1.6310
文化環境	32.0	0.070	2.2400
總和(0-100)			29.2300
防治措施			
水污染	56.1	0.092	5.1612
空氣污染	15.7	0.092	1.4444
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	57.3	0.104	5.9592
廢棄物	18.9	0.267	5.0463
陸域生態	11.7	0.032	0.3744
水域生態	65.3	0.027	1.7631
經濟環境	13.6	0.100	1.3600
社會環境	21.8	0.070	1.5260
文化環境	31.2	0.070	2.1840
總和(0-100)			26.6300

註：細部因子(FL)×權重 = 評估值



表 13. 中部段綜合評估表

十項因子	細部因子(FL)	權重(W)	評估值(0-100)
標準值			
水污染	20.8	0.092	1.9136
空氣污染	50.0	0.092	4.6000
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	58.6	0.104	6.0944
廢棄物	28.1	0.267	7.5027
陸域生態	13.6	0.032	0.4352
水域生態	17.3	0.027	0.3672
經濟環境	26.6	0.100	1.7300
社會環境	26.6	0.070	1.8620
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			28.2900
現況調查			
水污染	52.9	0.092	4.8668
空氣污染	5.2	0.092	0.4812
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	48.4	0.104	5.0336
廢棄物	17.5	0.267	4.6725
陸域生態	13.4	0.032	0.4288
水域生態	30.0	0.027	0.8100
經濟環境	17.3	0.100	1.7300
社會環境	21.8	0.070	1.5260
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			23.3300
施工預測			
水污染	64.1	0.092	5.8972
空氣污染	16.9	0.092	1.5548
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	57.0	0.104	5.9280
廢棄物	23.0	0.267	6.1410
陸域生態	18.7	0.032	0.5984
水域生態	43.6	0.027	1.1772
經濟環境	21.9	0.100	2.1900
社會環境	25.3	0.070	1.7710
文化環境	31.8	0.070	2.2260
總和(0-100)			29.3000
防治措施			
水污染	61.1	0.092	5.6212
空氣污染	12.1	0.092	1.1132
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	55.2	0.104	5.7408
廢棄物	18.9	0.267	5.0463
陸域生態	16.5	0.032	0.5280
水域生態	30.0	0.027	0.8100
經濟環境	20.8	0.100	2.0800
社會環境	24.0	0.070	1.6800
文化環境	31.0	0.070	2.1700
總和(0-100)			26.6000

註：細部因子(FL)×權重 = 評估值



表 14. 南部段綜合評估表

十項因子	細部因子(FL)	權重(W)	評估值(0-100)
標準值			
水污染	20.8	0.092	1.9136
空氣污染	50.0	0.092	4.6000
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	58.6	0.104	6.0944
廢棄物	28.1	0.267	7.5027
陸域生態	13.6	0.032	0.4352
水域生態	13.6	0.027	0.3672
經濟環境	17.3	0.100	1.7300
社會環境	26.6	0.070	1.8620
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			28.2900
現況調查			
水污染	63.1	0.092	5.8052
空氣污染	14.7	0.092	1.3524
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	50.2	0.104	5.2208
廢棄物	17.5	0.267	4.6725
陸域生態	13.4	0.032	0.4288
水域生態	33.1	0.027	0.8937
經濟環境	26.2	0.100	2.6200
社會環境	21.8	0.070	1.5260
文化環境	28.1	0.070	1.9670
總和(0-100)			26.3100
施工預測			
水污染	69.8	0.092	6.4216
空氣污染	18.0	0.092	1.6560
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	57.1	0.104	5.9384
廢棄物	23.0	0.267	6.1410
陸域生態	18.4	0.032	0.5888
水域生態	31.9	0.027	0.8613
經濟環境	26.2	0.100	2.6200
社會環境	23.4	0.070	1.6380
文化環境	31.3	0.070	2.1910
總和(0-100)			29.8700
防治措施			
水污染	67.8	0.092	6.2376
空氣污染	15.2	0.092	1.3984
土壤污染	17.5	0.104	1.8200
噪音振動	56.3	0.104	5.8552
廢棄物	18.9	0.267	5.0463
陸域生態	16.3	0.032	0.5216
水域生態	32.6	0.027	0.8802
經濟環境	25.2	0.100	2.5200
社會環境	22.8	0.070	1.5960
文化環境	30.3	0.070	2.1210
總和(0-100)			27.9900

註：細部因子(FL)×權重 = 評估值



表 15. 北、中、南段與全線綜合評估表

	北部段 (0-100)	中部段 (0-100)	南部段 (0-100)	全線 (0-100)
標準值	28.29			
零方案	22.79 【-5.50】	23.33 【-4.96】	26.31 【-1.98】	24.14 【-4.15】
施工預測	29.23 【0.94】	29.30 【1.01】	29.88 【1.59】	29.47 【1.18】
防治措施	26.63 【-1.66】	26.60 【-1.69】	27.99 【-0.30】	27.07 【-1.22】

註：【】表示各方案與標準值增加之百分比

五、結論

根據先前所作之理論研究之方法，建立一個整合式決策架構，並以此決策架構在本文中來進行高速鐵路零方案、施工預測、防治措施與標準值的評估，以其差異來判斷施工時之環境衝擊程度，以利環境影響評估審查委員或決策者進行決策。本案例研究顯示，北、中、南部路段在施工後，衝擊最大之項目為噪音振動、水污染與廢棄物，但整體而論，評估之分數雖然尚在標準值之內，但仍接近標準值，代表環境衝擊之壓力頗大，因此須特別注意防治措施的確實執行。而根據臺灣高鐵環境影響評估的審查結論，通過環評的附帶條件為要求施工時的防治措施要切實甚或加強實行，這與本研究的評估結論相仿，可視為本方法論的一種驗證。

誌謝

作者感謝中華民國國家科學委員會的贊助（NSC 94-2211-E-212-005）。

參考文獻

1. 劉豐瑞、賴嘉宏（民 96），結合模糊分析網路程序法與模糊邏輯於營建工程環境影響評估（1）：理論研究，科學與工程技術期刊，3(2)，55-67。
2. 交通部高速鐵路工程籌備處（民 85），高速鐵路環境影響評估報告，交通部高速鐵路工程籌備處。
3. Mikhailov, L. and G. Madan (2003) Fuzzy analytic network process and its application to the development of decision support system. *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Application and Reviews*, 33(1), 33-41
4. Zadeh, L. A. (1973) Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 3, 28-44.

收件：95.04.06 修正：95.09.11 接受：95.11.03

