

三、 研究方法與執行方式

3.1 問卷設計

職業安全衛生管理系統的目標就是要創造一個安全無虞的工作場所，意即以「零災害」「零損失」為目標。產業界為了要達到此目標必然需投入一些資源包括人力、財力、物力與時間；而投入資源的有效性就必運用一些績效量測的方法或手段加以衡量。

本問卷乃參酌 ISO 14031 環境績效評估之架構，英國 BS8800 職業安全衛生管理系統指引及英國“成功的安全衛生管理指引—HS(G)65”中對於安全衛生績效衡量之基本要項，並結合企業界運作實務及過去輔導企業界建置職業安全衛生管理系統之經驗，歸納出影響安全衛生管理系統績效之關鍵因素。期藉由績效評估模式建立，提供產業界在推行職業安全衛生管理系統績效展現及持續改善之酌參。本問卷期望透過徵詢每位專家的寶貴意見，進一步分析推行職業安全衛生管理系統績效評估模式，各因素間的相對重要性。



3.2 問卷內容探討說明

「安全衛生科技」是一門很人性化的科學，強調人與人之間的關係與行為，不能單從某一點進行，它甚至涉及勞動保險、勞資關係等人與社會科學領域的研究，要提昇產業界推行職業安全衛生管理系統之效益，必須擬訂周詳之策略計畫，針對產業界之規模大小、產業特性並考量職業安全衛生管理系統之推動成效與經營、績效之融合才能達成目標。

本問卷分別針對安衛狀態指標、管理指標、操作指標三項影響因素之第二層因子對職業安全衛生管理系統績效評估之影響，相對重要性、程度，分別兩兩比較評估其相對強弱。

本問卷的填寫方式是對每一層要素作兩兩比對評估，相對重要性採用的比例尺度總共為九個尺度分為「絕弱」到「一樣」到「絕強」

九個等級，權重比從「1：9」到「1：1」到「9：1」。

舉例如下：

請考慮安全衛生狀態指標、安全衛生管理指標、安全衛生操作指標等三項績效影響因素對產業界推行職業安全衛生管理系統之相對重要性程度，分別兩兩比較評估安衛狀態指標、安衛管理指標、安衛操作指標的相對強弱。

相對重要性	絕強	極強	頗強	稍強	一樣	稍弱	頗弱	極弱	絕弱	相對重要性
權重比	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	權重比
安衛管理指標										安衛狀態指標
安衛狀態指標										安衛操作指標

若 貴委員認為安衛管理指標較安衛狀態指標對於系統整體績效之重要性大 5 倍，則勾選

若 貴委員認為安衛管理指標較安衛操作指標對於系統整體績效之重要性小 3 倍，則

- 備註：1. 安全衛生狀態績效指標：(簡稱安衛狀態指標) Occupational Health Safety Continual Performance Indicators, OHSCPIs
 2. 安全衛生管理績效指標：(簡稱安衛管理指標) Occupational Health Safety Management Performance Indicators, OHSMPIs
 3. 安全衛生操作績效指標：(簡稱安衛操作指標) Occupational Health Safety Operational Performance Indicators, OHSOPIs

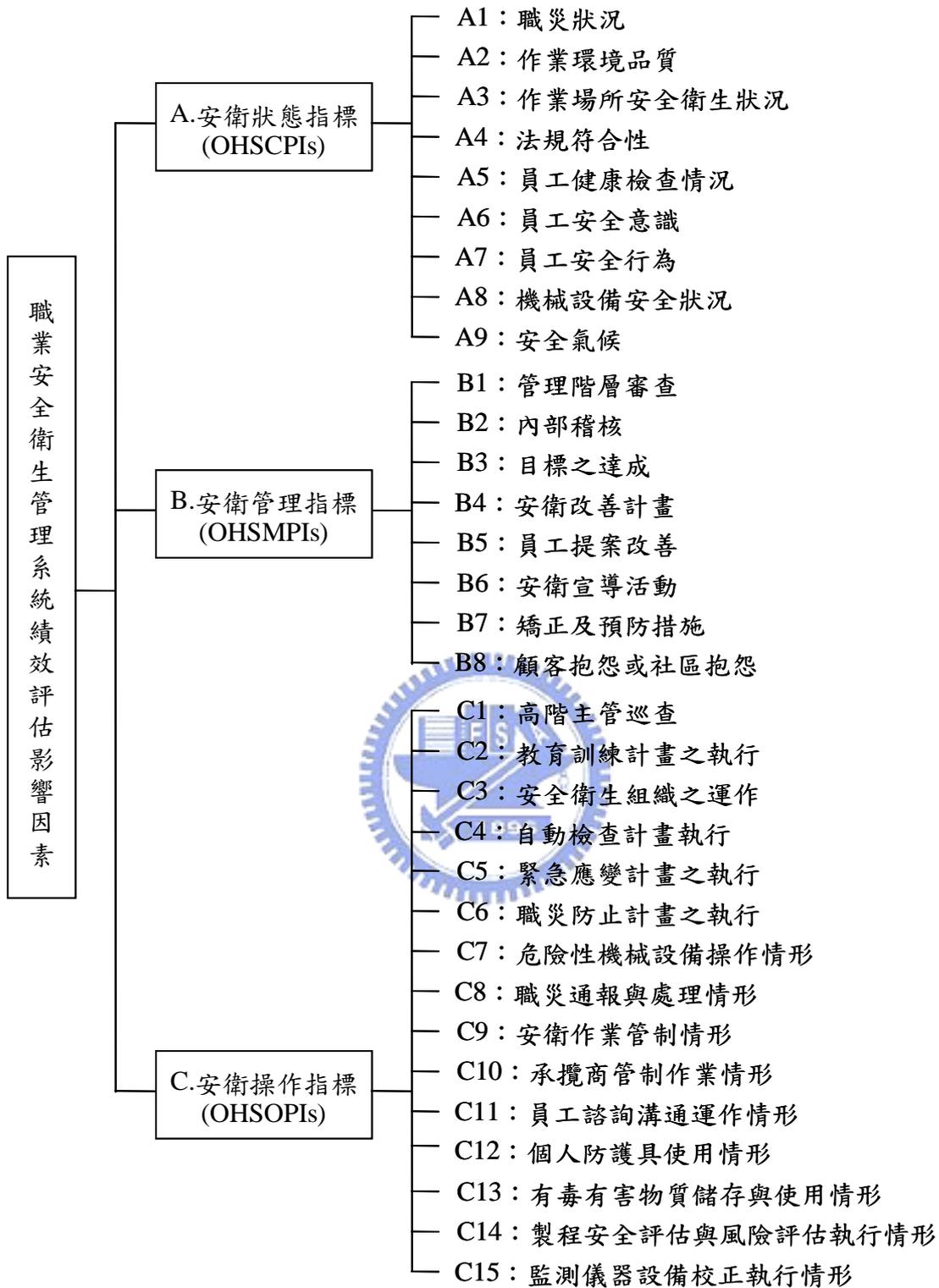


圖 3.1 職業安全衛生管理系統績效評估影響因素架構圖

3.2.1 問卷內容：

第一部份：

請考慮安衛狀態指標、安衛管理指標、安衛操作指標三項影響因素對職業安全衛生管理系統績效評估之影響，相對重要性程度，分別兩兩相比較評估其相對強弱。

1.1 名詞定義：

1. 安衛狀態指標：用以描述公司安全衛生現況考量要項，包括：職災、法規、作業場所、人員、設備及安全氣候…等。
2. 安衛管理指標：用以描述管理系統考量的要項，如：內部稽核、管理審查、改善計畫、目標標的達成、矯正預防措施…等。
3. 安衛操作指標：用以描述系統運作考量的要項，如：高階主管巡查、教育訓練計畫、自動檢查計畫、承攬商管制、個人防護具的使用…等。

1.2 安衛狀態指標、安衛管理指標、安衛操作指標三項評估準則之影響因素成偶比對問卷表。

相對重要性	絕強	極強	頗強	稍強	一樣	稍弱	頗弱	極弱	絕弱	相對重要性
權重比	9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	權重比
安衛狀態指標										安衛管理指標
安衛狀態指標										安衛操作指標
安衛管理指標										安衛操作指標

第二部份：

產業推行職業安全衛生管理系統之考量因素及推動策略，主要從 A. 環境因素，B. 政策因素，C. 法令因素，D 執行因素等四方面進行專家意見之蒐集及歸納分析；本問卷的填寫方式是針對每一要素進行評估圈選；意即直接於空格上打“✓”；根據專家給分總數進行統計分析以篩選出考量因素及推動策略之優先順序。

3.3 問卷實施

問卷的實施分為兩階段，第一階段乃針對從事安全衛生相關工作至少五年以上之資深從業人員，包括安全衛生經理、輔導工程師、顧問及技師等。首先先說明問卷調查之目的及填寫注意事項。然後進行試填，以確認受試者真正了解問卷填寫方式。接著進行正式的問題調查。調查人員在旁隨時提供協助，解答疑惑。總共進行三十份，回收之有效問卷共十八份。第二階段為針對一般勞工，進行調查，調查對象包括桃竹苗地區的製造業現場人員。總共進行六十份，回收之有效問卷共二十一份。

3.4 資料分析方法介紹

許多決策中都面臨許多替代方案時，則通常都是依幾個準則加以評比，以選擇一個或多數個替代方案，其中層級分析法就是將複雜問題加以系統化之方式，以便決策者可以有結構地分析問題，以決定替代方案之優先順序。層級分析法首先由 Thomas, L. Saaty 在 1971 年發展出一套有系統的決策模式，目的在於解決決策時所面臨的困難。Saaty 分別在 1972 至 1978 年間將層級分析法應用於美國國家科學基金會從事有關於產業電力配額、蘇丹運輸系統研究、美國武器管制、及裁軍局 (ACDA) 分配資源於從事恐怖主義之分析等多項研究，使得層級分析法得以臻於成熟。以後經過不斷修正，層級分析法應用層面增加，例如，行為科學、行銷管理、投資組合等，最後 Saaty 於 1980 年方提出一套完整的方法論。層級分析法的應用範圍廣泛，目前在國外已應用於下列十三種決策問題 (Saaty, 1980)：

1. 決定優先順序 (Setting Priorities)

2. 產生可行方案 (Generating a Set of Alternatives)
3. 選擇最佳方案 (Choosing the Best Policy Alternative)
4. 決定需要條件 (Determining Requirements)
5. 根據成本效益分析制定決策 (Making Decision Using Benefits and Costs)
6. 資源分配 (Allocating Resources)
7. 預測結果-風險評估 (Predicting Outcomes-Risk Assessment)
8. 衡量績效 (Measuring Performance)
9. 系統設計 (Designing a System)
10. 確保系統穩定性 (Ensuring System Stability)
11. 最適化 (Optimizing)
12. 規劃 (Planning)
13. 衝突解決 (Conflict Resolution)

3.4.1 層級分析法之基本假設

層級分析法的主要目的在於協助決策者面臨複雜同時分歧的決策時，使決策者得以在結構化下，順利剖析問題之複雜度，以便順利解決問題。該法首先是將複雜的決策問題簡化為幾個簡潔扼要的層級，繼而融入專家與實際參與決策者之意見，以名目尺度進行各項因素層級間的成偶評比。

比對後建立比對矩陣，並求出各因素之特徵向量(Eigenvector)，代表層級中某層次各因素間之優先順位，所得之優先順位即代表各因素間之相對比重。計算各因素之特徵向量後，再以極大化特徵值(maximized eigenvalue)評估比對矩陣的一致性之強弱，倘若一致性結果符合標準時，則可以根據所得之優先順序作為決策參考，否則必須再評估。最後再將所有比對矩陣之一致性程度以計算出整體決策層級之整體一致性指標與一致性比率，藉以評估整體層級之一致性高低程度。通常，決策層級是由兩個以上層次所構成。將每個層次聯接逐級由上至下以計算最低層次的各因素對整個層級的優先順位，繼而決定出可行決策的優劣，而為實際決策的參考。

層級分析法是以一個層次的結構，將計量因素與非計量因素同時考量之理論，同時匯集專家們的判斷與經驗，以產生所欲解決方案之優先順序，提供決策者參考。本法主要內容有四 (Satty & Vargas, 1983)：

1. 將複雜的問題間之評估予以結構化，並建立層級結構；
2. 設定各問題之評比尺度，並建立成偶比對矩陣；
3. 計算各問題之相對權數；
4. 檢定一致性。

本法的基本假設為：

- 1、每一問題可以自成一系統，並分解成評比性的層級要素，進而形成具方向的層級結構。
- 2、每一層級內的要素均可以與上一層之全部或部分之要素再自成一評比基準，進行評比。
- 3、要素間之評比可以名目尺度方式加以量化，並行權重。
- 4、比對矩陣為正倒值矩陣及一致性矩陣。
- 5、任何要素只要出現在層級結構中，即視為與評比目標有關。

3.4.2 層級分析法之流程及相關步驟

層級分析法的流程可細分為下列九個步驟：

1. 決策問題之認定:首先要釐清問題之所在，才可對問題下定義，方能清楚瞭解決策目的。尤其是在應用層級分析法時，對於評估要素之分層，更須充分掌握問題之方向。
2. 列舉各評估要素:在列舉各評估要素時，首在專家及決策者意見之整合，藉由其專業知識與實務經驗對決策所面臨之問題的評估要素，慎重列舉各評估要素，此時毋須考慮決策因素的順序及關聯性。有關專家及決策者意見之採用可用腦力激盪法(group brainstorming) 或德懷術(Delphi method) 以收匯整之效。

3. 建立層級:將各項評估要素，依各要素之相互關係與獨立性程度劃分層級。層級劃分多寡視分析問題之複雜度而定，但每一層級之要素至多七個以內，以免在評估時造成矛盾之現象，以致影響評估結果，各層級之要素彼此間應獨立。而層級之結構則可以從整體目標、子目標等，最後至決策之結果，進而形成多重層級，而層級之多少則視決策之複雜度與分析程度而定。層級之種類又可分成完整層級(complete hierarchy)與不完整層級(incomplete hierarchy)，完整層級是指每上下層級間之要素彼此間都有所相連如教育均等之分析層級結構，不完整層級則是指上下層級間並非全部都有聯結。

層級結構之建立是以群體討論的方式或參考相關文獻及專家之意見，經反覆修正後加以彙總而成。建立層級結構的原則可整理如下：

- (1)第一層為決策問題的目標或評比之目的；
- (2)重要性相近的要素應置於同一層級；
- (3)同一層級內之要素個數不宜過多且應力求獨立；
- (4)最底層為決策問題的行動方案或評比對象。

建立層級時應注意的是：

- (1)最高層級代表評估之最終目標；
- (2)儘量將重要性相近的要素放在同一層級；
- (3)層級內之要素不宜多，依 Satty 之建議最好不要超過 7 個，因為受限於人之因素，同時過多時，也會影響層級之一致性。

4. 成偶比對評估

層級結構建立以後，即根據問卷結果或專家評估同層級之各評估要素間的相對重要性。層級分析法之評比方式是以上一層級的要素為基準，將同層級內之任兩要素對該上層要素之重要性或影響力兩兩比較，可減輕決策者在思考時的負擔，更能清晰地呈現決策因素的相對性。層級分析法係採用名目尺度為成偶比對之評估指標，其可分為九個尺度如表 3-1 所示：

表 3.1 層級分析法之評比尺度

A 因素與 B 因素之相對重要性強度	定義	說明
1	一樣重要	A 與 B 對該目標有相同貢獻
3	稍重要	評比者認為 A 較 B 稍重要
5	很重要	評比者認為 A 較 B 為頗重要
7	十分重要	對 A 有強烈偏好，甚重要
9	極其重要	A 之重要性絕對凌駕於 B
2, 4, 6, 8	重要性介於此數之相鄰兩數間	當需要折衷值時
上列數之倒數	在比較 B 對 A 之相對重要性	

5. 建立成偶比對矩陣

成偶比對矩陣之建立是以每一層的評比要素作為基準，並以其所屬之下一層的 n 個評比要素，進行兩兩比較，形成成偶比對的評估值，其所產生的 $C(n, 2) = n(n-1)/2$ 個評估值 a_{ij} 即為成偶比對矩陣(如表 3-2 所示)中主對角線右上方的元素值。將右上方之元素值之倒數放置主對角線左下方相對位置中，並將主對角線上的元素數值均設為 1，則可得完整之成偶比對矩陣 A。

表 3.2 成偶比對矩陣

評比要素	A	B	C
A	1	2	3
B	1/2	1	5
C	1/3	1/5	1

6. 計算各比對矩陣的優先向量 (Priority Vector) 及最大特徵值 (Maximized Eigenvalue)

由於 A 為正倒值矩陣，所以 $AW=nW$, $A = [a_{ij}]_{n \times n}$, $W = (w_1, \dots, w_n)^T$ ，按矩陣理論而言，w 為一致性矩陣 A 的特徵向量 (Eigenvector)，在層級分析法中又稱為優先向量，代表各要素間的相對權數，而其特徵值則為 n。成偶比對矩陣為一致性矩陣且 $a_{ij}=1$ 時，只會有一個特徵值 n，其餘

特徵值均為零，因而其最大特徵值為 n 。在主觀的比對過程中有稍許誤差存在，則雖然特徵值亦將有微量變動，但只要 $a_{ij}=1$ 且矩陣 A 為一致性矩陣，則其最大特徵值仍會趨近於 n 。至於誤差在多少之內可以不影響結果的正確性，則須由一致性指標及一致性比率加以檢驗。此時相對於最大特徵值之特徵向量（亦即 A 分析程序層級法所稱之優先向量） W 可由矩陣 A 的 K 次乘方的極限矩陣標準化後再將橫列予以加總的方式得出，因其計算不易，經由電腦計算較可求得精確結果。至於最大特徵值 λ_{max} 的求法可經由電腦計算方能有精確結果。惟若對準確度要求不高時，可以由下法求其概略值：

首先由 $W' = AW$ 求得 W' (w' 即為將 w 標準化之結果)，再將 W' 的每一個元素分別除以相對應的 W 之元素，最後將所得之數值取算術平均數即可得概略的 λ_{max} 。

7. 求一致性指標 (Consistency Index, C. I.) 與一致性比率 (Consistency Ratio, C. R.):

在進行成偶評估比對時，專家對於評估指標間可能無法完全一致時，會影響分析的正確性。因此必須檢驗誤差大小，視其是否在可忍受的誤差範圍內，才不會影響決策之優先順序之結果。Saaty 將最大特徵值 λ_{max} 與 n 之間的差異值轉化為一致性指標，以用來評量一致性的高低，作為是否接受比對矩陣的參考。其數學式為 $C. I. = (\lambda_{max}) / (n-1)$

此外，隨機產生的正倒值矩陣的一致性指標稱為隨機指標 (Random index) $R. I.$ ，Saaty 求出與階數相對應的隨機指標如表 3.3:

表 3.3 n 階正倒值矩陣的隨機指標值表

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.53

利用上述之一致性指標及隨機指標，便可求得比對矩陣之一致性比率，即 $C. R. = C. I. / R. I.$

Saaty 認為，一致性比率在 0.1 以下是合理的，若超過此水準，則 Saaty 建議可以重新修正評估以改善一致性比率。

8. 計算整體層級的一致性指標與一致性比率

上一步驟是針對單一比對矩陣一致性程度的衡量，至於整體層級的一致性亦應予以評量， $C. R. H = C. I. H / R. I. H$ 。

其中 $C. R. H$ ，表整體層級的一致性比率；

$C. I. H$ 表整體層級的一致性指標；

$R. I. H$ 表整個體級的隨機指標；

同樣在 $C. R. H < 0.1$ 時，整個層級的一致性達到可接受的水準。

9. 計算整體層級的總優先向量

整體層級之一致性若達到可接受的水準後，層級分析法最後的步驟則將各階層之要素的相對權數加以整合，以求算整體層級的總優先向量。所算出的向量即代表各決策方案對應於決策目標的相對優先順序。

