

第三章 理論與方法

本研究主要先整理國內、外公路危險物品運送路網與緊急應變路網之現況，在根據危險物品運送之運送路網風險管理、與風險危害評估方式，做一完整匯集後，再針對本研究的主題提出應用之理論基礎與評估方法。

3.1 理論基礎

1. 危害分析

危害分析(hazard analysis)是從危害的認知 (identification and recognition) 開始，進而分析事故發生的因果關係，最後估計事故造成的不良影響 (亦即人員傷亡、財產損失、環境損害等) 的大小程度，範圍及事故發生的機率。

從這一個定義，可知危害分析包括定性與計量兩方面。定性方面是認知危險的能量、危險物質等事故媒介物，認知不安全設施、設備等不安全狀況，以及認知不安全行為、工作態度和人為失誤等。指認事故各原因之間的關係，或指認偏離 (deviation) 正常操作的步驟或異常情況的先兆、癥象等。當然，一些涉及人因工程或人可靠度的不良因素也應事前瞭解或事後調查分析。

危害分析的計量方面，是估計不良後果的大小程度、範圍，以及相關事件發生的機率。計量有時只是半量化數值而已 (FMECA 之風險危害矩陣)，有時是全量化數值 (如 Dow Index 之損毀半徑)。[1,2,4]

2. 風險評估

風險評估 (risk assessment) 所涵蓋的意義大於危害分析，且包括危害分析。風險評估比較強調事故風險大小或重要性的判斷此為危害分析中所沒有的。風險評估的範圍依面臨的危害而定，通常包括下列主要工作項目：

(1) 對危害的認知

- (2) 分析意外事故發生的因果關係
- (3) 估計危害的不良影響之大小程度
- (4) 估計危害及不良後果的可能性。可能性以機率或頻率表示。
- (5) 對以上各項分析的結果作判斷，並對估計的風險之重要性做判斷。
- (6) 採取改善措施或決策時，決策者以第五項的判斷為基礎，並考量風險評估的不確定性，權衡 (trade-off) 成本效益作最適當的決策。

危害分析通常包括上列之第 (1)、(2) 項，但有時包括第 (3)、(4) 項，依情況而定。一般而言，凡涉及事故機率或後果之評估者，皆屬風險之範圍。因此，第 (3)、(4) 項屬風險推估 (estimation)，第 (5) 項屬風險評估 (evaluation)。最後一項已屬管理的控制危害問題。整個風險評估的過程，(以圖 3-1 簡單表示)。

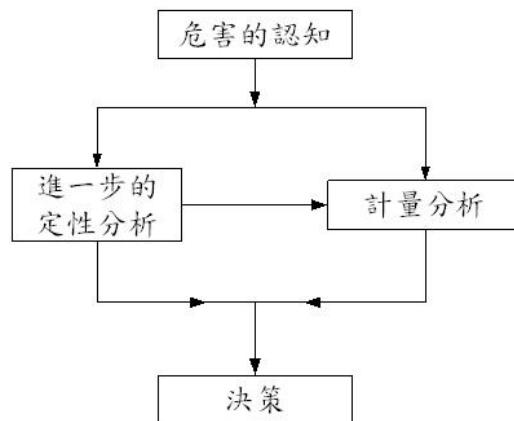


圖 3-1 風險評估

資料來源：[1]

風險評估的結果係作為風險決策之用。風險決策者在此係指工廠高級主管。但將風險結果工決策者之用者，未必只有公司事業單位，常包括政府權責機構、工業總會、工會、專門職業組織團體、受風險影響之社區，甚至專家學者，或一般公民亦是。(圖 3-2 是較詳細的實施步驟)。

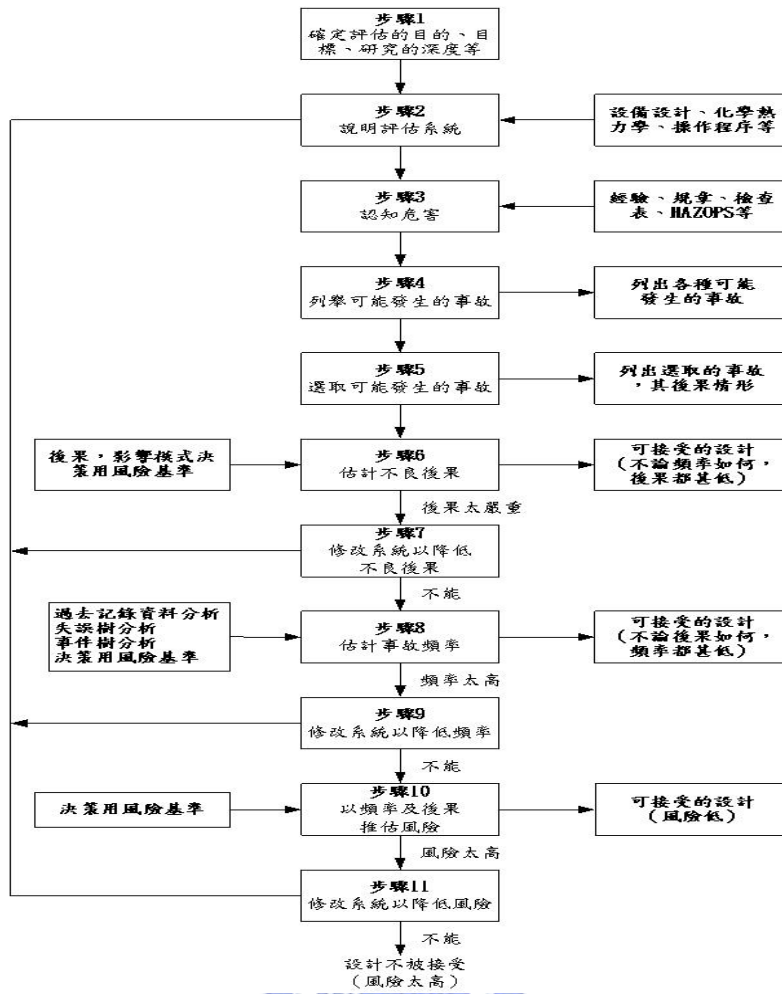


圖 3-2 風險評估實施的程序

資料來源：[29]

3. 風險管理

風險管理 (risk management) 即為管理風險，亦即將管理的方法應用於風險的分析、評估、決策的整個過程之中。若就石化製程安全的管理方法來說，依序可分為四大階段：(1) 規劃；(2) 組織；(3) 執行；(4) 控制。控制之後是績效評估。風險管理的主要目的有三：(1) 控制並使風險減至可接受之程度；(2) 降低風險決策的不確定性；(3) 提高一般民眾對風險決策的信心。

現今風險管理的定義如下：

『有系統的應用管理政策、程序、實務於風險的分析評估與控制之中，以達到保護廠內員工財產，避免營運停頓，防止廠外社區人民的環境傷亡損

毀。』

從危害分析、風險評估、風險管理探討中，可知風險管理涵蓋危害分析、風險評估、管理控制的整個程序（如圖 3-3 所示）。風險管理的最後階段是控制風險在可接受的程度之下。持續實施殘存的（residual）風險管理，以及緊急應變計畫。所謂殘存的風險，係指在實施降低風險措施之後，雖然風險程度已被接受，但仍存在某種程度的風險，猶待繼續持之以恆克服之處。

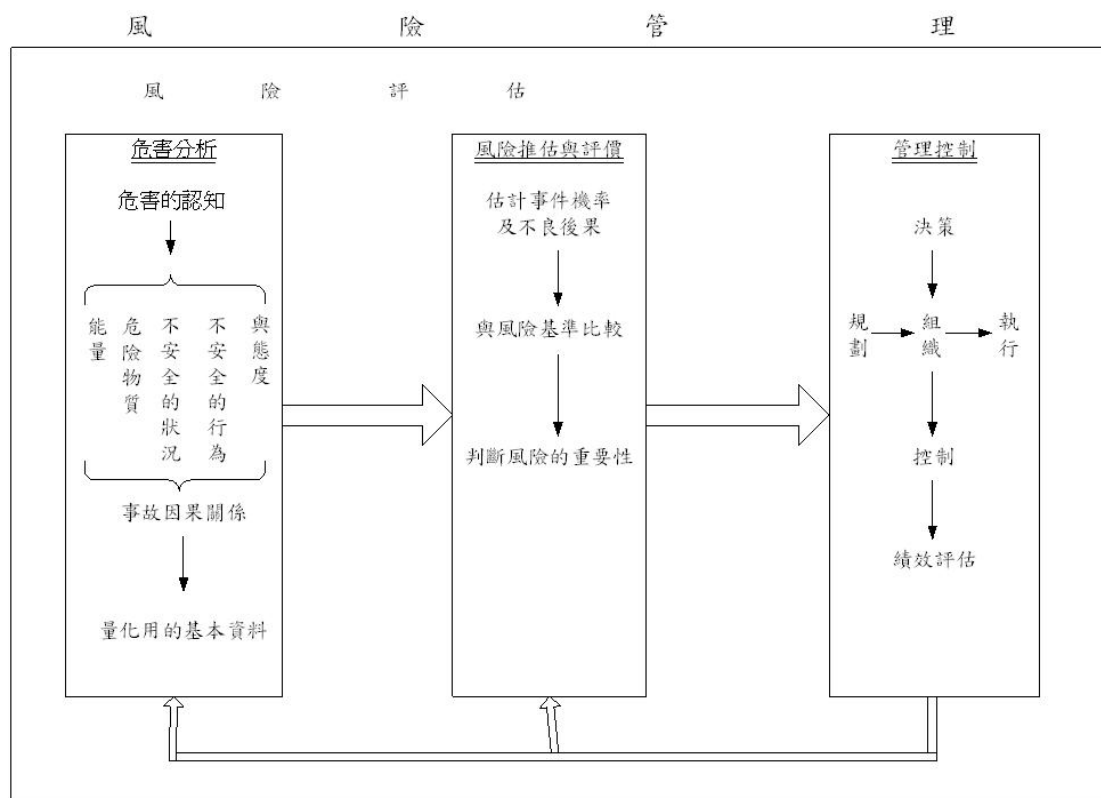


圖 3-3 風險管理系統

資料來源：[1]

3.2 評估方法

本章節主要在介紹應用於公路危險物運送路網與應變路網之影響因素所利用到的危害分析評估方法，包括：初步危害分析（PHA）、故障型式影響及嚴重度分析（FMECA）、風險矩陣等。下列會針對風險評估之各項技術作概要的說明

如下：

1. 初步危害分析 (PHA)

美國陸軍首先發展並運用的初步危害分析 (preliminary hazard analysis, 簡稱 PHA) 常在系統生命週期中的概念階段或設計階段，甚至在初期的發展階段實施。雖然名為「初步」，但是指出此分析對系統作第一次的危害分析探討。它注意的是對系統有全面性重大影響者，以便決定該系統是否需要進一步實施更廣泛或更深入的分析。

初步危害分析是在一個工程專案可行性研究或構想設計時，所使用的危害鑑定方法，是危害分析的前奏。使用初步分析可以避免設計完成後，才發現危害項目，而必須修正基本設計的人力及時間的浪費。[1,2]

2. 故障型式影響及嚴重度分析 (FMECA)

FMECA 可在系統週期的任一階段中，依計畫內容之需要，以不同深淺程度實施，故障模式影響及嚴重度分析 (Failure Mode, Effect and Critical Analysis, 簡稱 FMECA)，首先在美國國防科技中研究發展，且在國防部各機構普遍應用，後來逐漸應用於核能、化工、石化、海上鑽油等高風險工業中。而其他精密工業如航太工業、半導體工業、資訊業亦已普遍使用之。工業界的設計工程師與可靠度工程師常運用 FMECA 以預測複雜系統的可靠度，預估一個系統的次系統或零件在某特定的時間及情況下，如何失去其功能，失效的次數是多少，失效之後對其他零件或對整個系統會產生多大的影響，以及整個系統的風險。[1,2]

3. 系統安全分析

系統為在某一特殊環境中，為達成某項工作或功能的組成分子，有秩序的排列在一起，相互作用，密切關聯的一個整體。

組成分子包括人及其行為、機器設備、工具、材料、環境因素。各組成分子

之間相互作用，彼此關係密切，所謂「牽一髮而動全身」。任一組成分子有失誤或失去功能，即能影響其它分子或整個系統。所要完成的既定的工作或功能，即為系統的輸出。

而系統安全分析便是運用科學，以合乎邏輯思考、推理的方法。對整個系統，如人為的操作、環境、機器設備、產品等加以分析，以尋求失誤所在。提供系統修護策略，以避色生命、財產、環境和效率的損失。

若就系統安全或系統危害分析觀之，美國國防部在「系統安全計畫要件」(DOD,1993)把系統說明的更透徹詳細：「系統是人員、程序、物料、工具、設施和軟體的混合體，不論其複雜性如何。此混合體之各組成共同作用於所欲操作的環境，藉以值某一作業或達成某一生產、支援、任務之需要。」[1]

3.3 研究評估方法應用

就本研究而言，首先針對危險物品運送路網及緊急應變路網的影響因素進行探討，進而整合評估公路危險物品運送路網與緊急應變路網整合之風險與可行性，及路網內各節點、節線對與風險的影響因素關係，採用系統安全的評估方法，並且以定性及初步危害分析（PHA）與故障型式影響及嚴重度分析（FMECA）去探討影響因素，進而評估現有公路危險物品運送路網與緊急應變路網運送之風險程度。根據上述的理論與方法，藉以擬定一套公路危險物品運送路網與緊急應變路網之整合方法程序。