

地鐵工程之風險管理與工程保險

第 1.0 版

國際亞新工程顧問公司

2004.7.13

1. 前言

「風險管理」是一門新興學門，已廣泛應用在許多行業以規避可預期的風險。在土木工程界，風險管理已受到學術界重視，假以時日必能開花結果，成爲一個實用工具，但目前仍受限於資料不足，風險評估模式迄未建立，不但妨礙工程保險制度的健全發展，也使得營造業面臨無人承保的困境。

由於可利用土地有限，而人口的膨脹壓力迄未中止，地下空間的開發與利用是時勢所趨，必成風潮。由於其中不確定因素太多，地下工程本來就是高風險施工項目，而無論是就規模或者就困難度而論，地鐵工程又是地下工程中之最，所以地鐵工程的風險管理尤爲重要。在人口密集、交通擁擠、管線密布的市區進行地鐵工程，難度頗高。如果再加上地質軟弱的話，意外事故在所難免。世界各地的地鐵工程鮮有不出事者，一旦出事，生命財產之損失頗鉅，而因工程延宕所衍生的社會成本更是難以估計，所以及早建立風險管理之制度及發展合理的保險機制實屬當務之急。

在亞洲地區，除日本之外，香港、新加坡、台灣、曼谷及內地都有相當多的地鐵路線在近 20 年內陸續完工，所以理應有足夠的理賠資料以建立風險評估的模式以及所需參數，但是因爲資訊並未流通，而且也缺乏系統性整理，所以風險管理的模式遲遲未能建立。地鐵工程方興未艾，且不論其他地區，光是內地，在規劃中的地鐵路線即已逾一千公里，保險市場龐大的商機實不容忽視。

2. 風險管理概念

「風險管理」旨在以科學系統分析方法，發覺及分析工程之風險、風險發生之可能性、風險對策處理成本與效益、進以尋求各種可行之執行策略。透過風險管理技術與 PDCAF (Plan-Do-Check-Action-Feedback) 之結合，除可以整體規劃手法消除規劃設計之盲點、重複、遺漏之外；更可在工程執行過程中，透過不斷地監控、改進、與回饋，將意外事故可能發生之機率降低

並且可以減低因這些意外事故發生所造成之衝擊，達到損害防制或損失補償目的。對業主而言，風險管理可以使其瞭解可能面臨的風險，在瞭解這些風險的嚴重性後，可以尋求適當的避險策略，例如慎選設計者及承包廠商以降低這些風險發生的機率，或者購買保險以減少財務損失，使工程不致因事故之發生而中斷。對設計者而言，風險管理可以使其瞭解設計時應考量之重點，並以最經濟、最合理的方式達到安全的要求。對於營建廠商而言，風險管理使其在施工時對高風險施工項目格外小心，並且規劃適當的風險處置手段。對保險業者而言，有賴風險評估以訂定公平合理的保費，而且可以在工程的進行過程中協助客戶降低風險，以減少自身的財務損失，達到雙贏的目標。

如圖 1 所示，「風險管理」的手段因行業之不同而不同，但大致可以劃分為「風險辨識」、「風險評估」以及「風險處置」三個階段，循序漸進。以下就此三階段逐一討論。

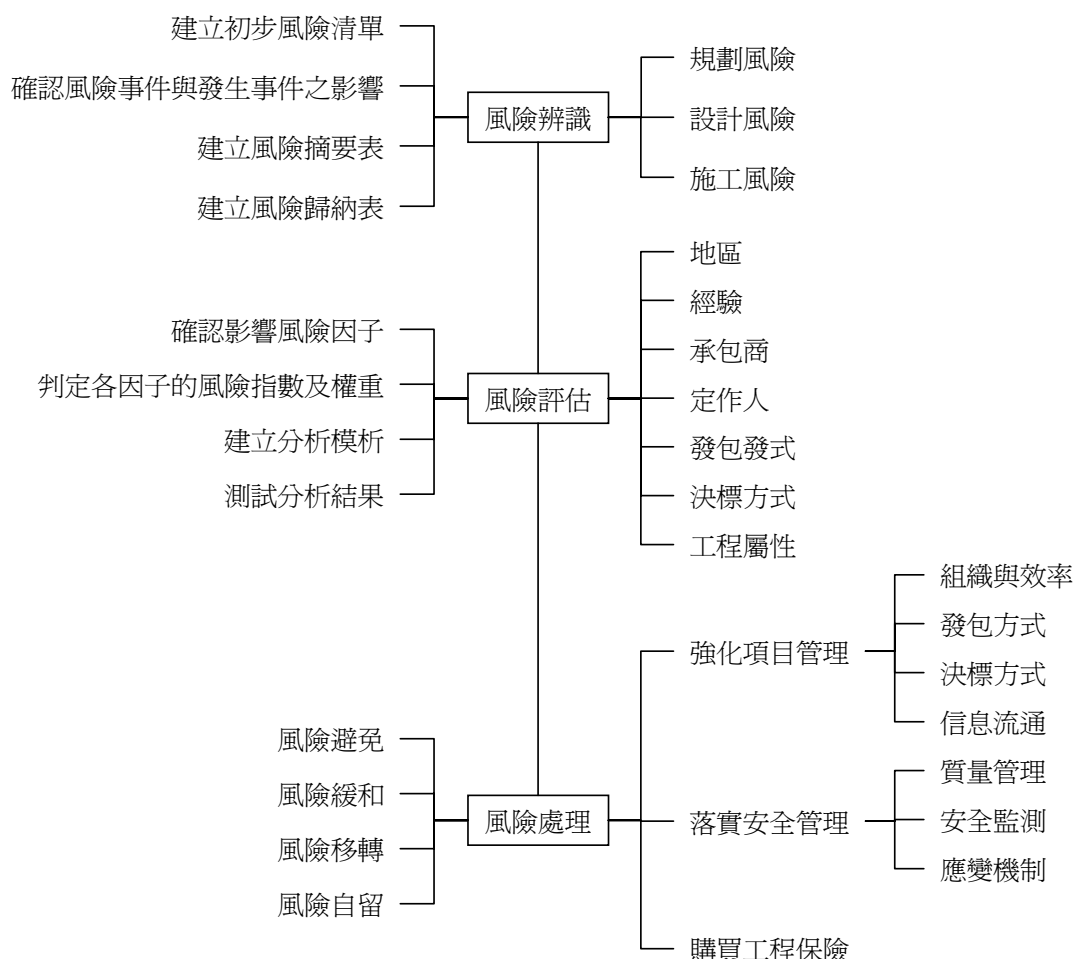


圖 1 地鐵工程風險管理體系

2.1 風險辨識 (Risk Identification)

「風險辨識」是一個針對風險作系統化評估、確認的程序。一般而言，風險辨識的步驟有：建立初步風險清單、確認風險事件與發生事件可能造成的影響、建立風險摘要表、建立風險分類歸納表。完成風險辨識後，可就個案的成本、進度及影響工程進行的因素，列出工程風險與合同風險，以供風險評估及方案選擇之參考。

風險的種類繁多，諸如天災人禍、政治風險、金融風險、財務風險等不一而足，甚至居民抗爭、政策變更都是風險。跨國大企業在進行大型投資時也許會將所有這些風險納入考量，但要營造業考慮這麼多的風險並不切實際。營造業要考慮的只是工程本身的風險以及因進行工程可能帶來的風險，以下僅就所謂工程風險討論其因應之道，而且著重於地鐵工程可能遭遇的風險。

2.2 風險評估 (Risk Assessment)

在辨識可能發生的風險後，必須運用統計技術分析各項風險之潛在損失及發生頻率。除了影響風險的因子會因工程的性質不同而不同之外，「風險評估」的方法及步驟也因工程的性質不同而不同。

營造業的風險管理尚在萌芽階段，雖對個案有過評估的範例，但因理賠案件不足，以及統計資訊的不流通，以致目前為止，風險分析僅止於理論的探討，無法發展出客觀的分析模式，尤其是從人因素無法具體化，大大地影響了保險機能的運作。

在分析各項風險之潛在損失及發生頻率後，必須評估其嚴重性，也就是將各項風險分級。風險可分為三級至五級，並無定則，分級之標準亦見仁見智，因人而異。

2.3 風險處置 (Risk Control)

雖然業主、設計者、施工廠商、保險業者的風險評估目的、方法、步驟有所不同，風險評估的最終目標在尋求因應風險之道。任何工程不可能是「零風險」，所以在確認主要風險後，必須有對策以因應。「風險處置」的方法可分為「風險控制」與「風險理財」兩大類，前者著重於降低或控制損失發生之頻率與幅度，期能改善風險本身之性質，其手段包括「風險避免」、「風險緩和」；後者則是以財務融通方式減少損失，使得工程仍能正常進行其手段包括「風險轉移」、及「風險自留」。

「風險避免」的意義在迴避發生風險的可能性，「風險緩和」在預防事

故之發生或是降低因事故發生所致損失的嚴重性，「風險轉移」是將風險由原承擔者藉由合同轉嫁給他人承擔，其轉嫁方式有保險與非保險兩種，「風險自留」是承擔無法轉移或不願意轉給他人的風險。風險處置手段之選擇因工程性質之不同而不同，但通常不會是擇一而行，而是數種處置手段同時實施。以營建工程而言，首重風險避免及風險緩和；風險轉移及風險自留是必要手段，但不足為恃，不應因有保險而降低安全之維護。

2.4 風險情報回饋與評估

工程風險會隨著工程之進行而改變，也就是說風險管理是一種動態管理，其流程必需隨著工程的進行經常調整以適應最新的狀況，亦即是透過 PDCAF 之循環進行風險管理工作。這對地鐵工程尤為重要，因為影響風險的許多因子，如地質、地水下、管線、障礙物等等，其實際狀況在施工之前都無法確定，只有在施工過程中才漸趨明朗，所以必須就新發現之狀況時時分析各種風險發生的可能性並適時調整因應措施。

3. 工程保險

保險是「風險處置」中「風險轉移」的手段，其運作機制是透過統計推論與經驗累積，預測各種不同事故發生的機率特性，在符合經濟成本效益之情況下使少數個體因突發不可抗拒的意外事故所致之損失，由全體相同危險個體合理分攤，其對象包括天然災害風險及非故意行為之人為錯誤。

3.1 工程保險種類

工程保險泛指與工程有關之財產保險、責任保險。在台灣與營建工程相關的保險包括：「營造綜合保險」、「安裝工程綜合保險」、「鍋爐保險」、「機械保險」、「營建機具綜合保險」、及「電子設備保險」六種。除鍋爐保險外，其餘皆屬綜合保險，即以一張保單承保若干事故。由於營建工程風險因工程種類、規模、工期、施工法、工址所在等等之不同而有種類及程度上之差異，所需承保的項目很難一一列舉於一張保單之上，所以採用不列舉式之綜合保險（內地稱為「一切保險」）承保較為周詳，除保險合同載明或約定除外風險外，所致損失均屬於保險範圍而需理賠。

除了上述保險之外，與工程相關的保險還有「建築師工程師專業責任保險」，「雇主意外責任保險」及「工程保證保險」等。

3.2 營造綜合保險（Construction All Risk Insurance）

「營造綜合保險」之內容包括「營造工程財務損失保險」及「第三人意外責任保險」兩部份。營造綜合保險係專門承保各類型土木建築工程在施工中，工程本身或營建機具設備、材料之意外毀損或滅失，以及對第三人體傷、死亡或財物損害所致法定賠償責任之綜合性保險、其被保險人可為工程定作人（業主）、營造廠商或提供融資之貸款人並視需要同為共同被保險人，但以承保承包商負擔之風險為主要保險事故。除了保險契約所列的除外事項外，各種突發而不可預料之意外事故造成工程毀損滅失均在營造綜合保險承保範圍之內，其主要承保範圍包括火災、閃電、颱風、洪水及地震等天災以及竊盜、人為疏失等，常見的除外事項包括戰爭與政治風險、故意或重大過失、核子危險與設計錯誤、材料瑕疵的改正費用等等。

3.3 建築師工程師專業責任險

建築師工程師專業責任險係承保專門職業人員，執行其專業工作時因過失或疏忽致第三人受有損害，依法應負之賠償責任。其投保方式有年保單與工程個案投保兩方式，而以後者較為普遍。

3.4 工程保證保險

在外國，「保證保險」被稱為「忠誠保險」。在台灣開辦的有「員工誠實保險」、「工程保留款保證保險」、「工程履約保證保險」、「消費者貸款信用保險」等。保險法第九十五條之一規定：「保證保險人於被保險人因其受僱人之不誠實行為或其債務人之不履行債務所致損失，負賠償責任」。由此可知，保證保險是以「受僱人之不誠實行為」或「債務人之不履行債務」為保險事故之財產保險。

與工程相關的保證保險還有「工程押標金保證保險」、「工程履約保證保險」、「工程預付款保證保險」、「工程支付款保證保險」、「工程保留款保證保險」及「工程保固保證保險」等。

3.5.1 保險型式

工程保險可由承包商自辦或者由業主統一購買「業主主控保險（Owner Controlled Insurance Program, OCIP）」，而對大型工程而言以後者較宜。除了因保險金額增加所以保費可以降低之外，業主主控保險還有利於釐清之優點。在國外，業主主控保險已相當普及。目前在台灣購買業主主控保

險的包括中鋼、中油、台電、台北捷運工程局以及高鐵公司等等。這顯示業主從消極的風險轉嫁角色改變為積極的風險管理角色。

4. 地鐵工程之風險管理

考慮到造價、交通及土地徵收等因素，地鐵工程有地面、高架與地下路段之分。在市中心區，一般都是地下路段，在市中心區的外圍，一般都是高架路段，在偏遠地區，一般都是地面路段。在非常早期的地鐵系統，如紐約及芝加哥，在市中心尚有高架路段，現代的地鐵系統在市中心區採高架路段者已絕無僅有。除了妨礙市容之外，交通狀況亦不容許。

地面段及高架段的結構型式較為單純，即使是車站也是低矮建築，風險有限。地下段的結構則遠為複雜，除車站外，有隧道、通風豎井、轉轍段等等。這些結構一般位於地下 15 公尺至 35 公尺之間，甚至更深。地鐵工程之地面段、高架段與地下段之風險各有不同，而以地下段之風險為最高、高架段次之、地面段最低。而在地下段中，又因構築方式不同而風險不同，以盾構施工的風險最低，明挖施工次之，暗挖施工最高。

除工程本體的風險之外，鄰近地鐵工區的結構體的安全也十分重要，維生管線之安全更是不可忽視。在地下段施工中，有逾半數的災變是因為地盤變位導致自來水管破裂，在高壓之下，形成水柱沖刷土體，最終造成地陷。也有瓦斯管破裂造成氣爆或火災之情事。維生管線如受到破壞，除會危及工程主體之外，更會造成社會大眾的不便及不安，即使是停話、停電也會廣受責難，所以必須竭盡可能維持維生管之正常運作。

地鐵工程本質上是營建工程之一類，所以第二章所述的風險管理三階段，即「風險辨識」、「風險評估」以及「風險處置」，自然也適用於地鐵工程，但因地鐵工程有其特性，所以其風險管理之內涵也獨具一格。以下針對地鐵工程討論其風險管理之概念。

4.1 風險辨識

從工程專業生命週期的觀點來看，可將工程風險的發生依時間順序劃分為「開工前」、「施工中」以及「完工使用」等三個期間。如表 1 所示（郭斯傑、邱必洙，1999），各階段均面臨不同性質的風險。雖然該表並不能涵蓋所有的風險，而且也過於籠統，但已足以顯示工程風險之複雜性。

在地鐵工程中，一般經常發生而可能索賠的破壞型式如表 2 所示。如前所述，絕大部分的工程事故是發生在地下段，而在地下段，除了少數結構物（如出入口、通風豎井）必須突出地面外，地鐵工程全在地下進行，所以其工程風險與地質狀況密切相關。而絕大多數的地質災害又與地下水相關，所以如何控制地下水使其不致造成災害便成降低地下工程風險的關鍵。

表 1 工程風險之種類及各類風險之責任分擔

工程進度		風險種類	風險承擔者
開工前	規劃階段	專業顧問的選擇不當；定作人對工程顧問為不當之指示；工址的選擇不良；地質的調查不足；測量與勘查不足；財務計畫不當；其他（政治因素、經濟因素、戰爭、核子）	業主風險
	設計階段	疏忽或殆於注意；設計錯誤；施工規範遺漏或疏失；採用不適的施工方，如：施工機具、工法選擇、未成熟或未經試驗之技術；承包商、材料供應商的選擇。	設計者風險
施工期間	施工處所及環境影響因素	自然環境：雨量、洪水、風速、颱風、山崩、地震、地下水、地形、地質。 人為環境：政治環境、風俗習慣、公共設施	營造廠商風險
	工程技術	工期的延誤；新工法的使用；倒塌；材料瑕疵；動力設備或施工機具設備故障；土地下陷；地震。	
	人為因素	疏忽；欺騙或不忠實行為；施工計畫錯誤；工地管理不當；碰撞；火；竊盜；罷工、暴動、民眾騷擾。	
使用期間		安全性；耐久性；火災及各項災害防制	業主風險

表 2 地鐵工程工程風險

	破壞部位	破壞型式
明挖工法	擋土系統	地下連續牆破壞
		地下連續牆漏水
		橫撐破壞
		地錨破壞
		土釘破壞
	開挖面下方	隆起
		上舉
		管湧
		砂湧
盾構工法	鏡面	湧水
	上方地表	沉降而損及鄰近結構物或管線
	盾首	遇障礙物以致無法推進
暗挖工法	隧道上方	沉降/崩塌/湧水

	破壞部位	破壞型式
	隧道四周	崩塌/湧水
	管幕	受損
鄰近結構體	基礎/結構	受地表沉降、坍塌之影響/破壞
	地下室	受注漿影響而漏水或破壞
維生管線	自來水幹管	受地表沉降、坍塌之影響或受損
	供電電纜	受地表沉降、坍塌之影響或受損
	通信電纜	受地表沉降、坍塌之影響或受損
	瓦斯管	受地表沉降、坍塌之影響或受損

4.2 風險評估

影響工程風險的因子因工程性質不同而不同，所以影響工程風險的因子也就不勝枚舉。以一般營建工程而言，必須考慮的因子包括(郭斯傑，2003)：

工程屬性

- (1) 地質
- (2) 施工方法
- (3) 施工地點
- (4) 工程期限
- (5) 結構配置
- (6) 工程內容
- (7) 工程規模
- (8) 工地管理
- (9) 施工規範
- (10) 特約條款

從人因素

- (1) 承包商
- (2) 定作人

發包策略

- (1) 發包方式
- (2) 決標方式

這些因子同樣可以適用於地鐵工程。由於目前並無可靠的統計資料以決定各因子的風險指數，也無可以信賴的風險評估模式以決定各因子的權重，所以保險業者在決定保費時，仍由資深核保人員依據主觀經驗判斷衡量(郭

斯傑，2003)。在亞洲地區，除日本之外，香港、新加坡、台灣、曼谷及內地都有相當多的地鐵路線在近 20 年內完工，所以理應有足夠的理賠資料以建立風險評估的模式以及所需參數。可借的是因為資訊不能流通，而且缺乏系統性整理，所以地鐵工程風險評估尚無前例可循。

不但如此，風險評估的方法及步驟也因其分析目的之不同而不同。業主、設計者、施工者、保險業者的目的不盡相同，所應納入評估的因子也就不同。舉例來說，保險業者必須將所有因子納入其評估模式作通盤考慮以訂定保費，但施工廠商則只要考慮工程屬性即可。

各因子間的關係有些是獨立的，但有些並非獨立，而是互相依賴的，這更大大地增加了評估的複雜性。在無任何評估模式可供參考的情況下，下式不失為一個可以考慮的建議：

$$I_R = C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 \quad \text{式 (1)}$$

其中 I_R (risk index) 是工程綜合風險指數， C_1 至 C_7 是影響工程風險主要因子的風險指數，其定義見表3。至於與工程屬性相關的風險指數， C_7 ，可以下式表示之：

$$C_7 = \frac{R_1 L_1 + R_2 L_2 + (R_3)_c + (R_3)_m + (R_3)_s}{L_1 + L_2 + L_3} \quad \text{式 (2)}$$

式(2)中之 R_1 及 L_1 分別表示地面段的風險指數及長度， R_2 及 L_2 分別表示高架段的風險指數及長度， R_3 及 L_3 分別表示地下段的風險指數及長度。地下段又分明挖、暗挖及盾構三類工法，分別以c (cut)，m (mining) 及s (shield) 代表之，其風險大不相同，分開估計較為合理。

表 3 風險因子及考慮因素

因子	定義	考慮因素
C_1	「地區」風險指數	生活水平、工業水平不同、地鐵的單位造價
C_2	「經驗」風險指數	第一條地鐵路線風險高，隨著經驗的累積而降低
C_3	「承包商」風險指數	承包商的技術水平，管理能力
C_4	「定作人」風險指數	主持地鐵工程的業主的組織、效率、決策之明快，是否有安全管理機制
C_5	「發包方式」風險指數	傳統式風險最低，統包風險最高
C_6	「決標方式」風險指數	最低價格標風險高，最有利標風險低
C_7	「工程屬性」風險指數	地質、施工方法、.等等（參考 4.2 節）

對保險公司而言，風險評估的最終目的是希望能算出合理保費，所以要根據過去的理賠經驗測試上式的合理性以及實用性。也就是說要建立理賠比 R_L (Loss Ratio) 與工程綜合風險指數， I_R ，的相關性。這兩者間的關係可以下式表示之：

$$R_L = f(I_R) \quad \text{式(3)}$$

其中

$$R_L = \frac{\text{理賠金額}}{\text{土建費用}} \quad \text{式(4)}$$

理論上，兩者的關係非常複雜，不是一個簡單函數所能表示，但從實務的觀點來看，最簡單的線性函數也許就可以滿足需求，也就是說可以假設兩者成正比：

$$R_L = k \bullet I_R \quad \text{式(5)}$$

其關係可以用十分簡單的迴歸分析求得。至於是用土建費用而不以保險金額計算理賠比，是因為理賠的事故以土建部份為最多，所以原則上應以土建費用為計算基礎，排除機電及系統之工程費。

4.2.1 風險影響因子說明

影響工程風險之因子林林總總，不限於式 1 或表 1 所列，但式 1 所列之因子幾可涵蓋所有主因子。茲將該等因子及其考量因素說明如下：

地區 (C_1)

不同國家的生活水平、工業水平不同，即使是同一國家，不同地區的物價指數也可能有相當大的差距，所以不同地區的地鐵造價亦不同，而保費及理賠比自亦不同。

不同國家工程界的生態亦不一樣。例如，日本的地鐵常以統包方式由承包商負責設計及施工，而歐美各國地鐵的設計及施工常分由設計者及承包商負責。

各國的民族性與對保險的認知亦有所不同。東方人習慣於息事寧人，有些小事故不願聲張，而西方人則習於事事據理力爭，即使是些微小事也會索賠，所以理賠的頻率會高。

經驗 (C₂)

每個國家或每一個都市，在興建第一條地鐵路線時，由於對工程的不瞭解以及專業人員的不足，風險會較高。隨著時日的增加，經驗的累積會使得風險降低。

承包商 (C₃)

承包商的組織、管理能力、專業能力、財務能力、甚至敬業精神都會影響工程風險。大型跨國公司人力資源充沛、人員調度較富彈性，員工的敬業精神也較高，質量管控佳，應變能力強，工程風險自然小。反之，小公司人力資源有限，資金調度不，應變能力不足，風險就會高。

承包商是否有項目管理的能力以及安全管理體系也是影響風險的要素。承包商的項目管理著重於組織與效率，包括 ISO, SOP, QA/QC 等行政程序都是健全組織與促進效率的手段。承包商的安全管理體系包括質量管理、監測計畫、應變計畫等等。項目管理及安全管理的理念及具體作法，將在 4.3.1 節及 4.3.2 節中分別討論。

定作人 (C₄)

主持地鐵工程的業主通常同時負責興建數條路線，其本身組織即已十分龐大，又要掌控為數眾多的設計者與承包商，所以其管理能力至為重要。如果業主的組織鬆散、無法有效地掌控各有關單位，風險就高。反之，如果組織嚴謹、能確實掌控所有單位，風險即可降低。業主的項目管理與承包商的項目管理目標一致，其重點都是要求組織與效率，但業主的項目管理範疇除了組織與效率外，尚包括發包方式及決標方式（參考 4.3.1 節）。因為這二者都受業主主控，所以在風險評估作業中，是獨立因子，但在風險處理時，卻納在業主的項目管理項下。

業主的安全管理理念同樣重要，其重要性甚至超過包商。因為只有業有安全管理的理念才會要求承包商建立安全管理體系。業主的安全管理與承包商的安全管理目標也是一致，但業主的安全管理偏重設計之檢核及監理，而承包商的安全管理偏重質量管理、安全監測與應變機制（參考 4.3.2 節）。

發包方式 (C₅)

傳統的發包方式是設計者與施工廠商分別發包，一般而言，在這模式之下，設計會較為嚴謹及保守，所以風險會低些，但其缺點是設計理念在施工過程中常常無法貫徹，而且可能因設計保守以致建設經費增加。如果用統包的方式，將設計與施工發包給同一家承包商的話，設計可以優化、工期可以縮短、建設經費可以減少，但其缺點是廠商常會因成本的考量，忽略安全，所以風險會增高。

決標方式 (C₆)

如果是採最低標，由出價最低者得標的話，廠商的資質不會太好，而且因價格低，工程質量也堪慮，風險會高。反之，如採最有利標決標，由資質最佳的廠商得標的話，風險會低些。

工程屬性 (C₇)

這項目包括許多風險因子，有些因子可以具體呈現，例如地質、施工方法、施工地點等，有些因子只能主觀地判斷，如工地管理、施工規範、特約條款等。大體而言，地面段、高架段及地下段的風險有顯著的差異，所以應將這三者分開考慮，而以其長度作為權重，但其個別的風險指數又會受其他因素的影響。無論是地面段、高架段或地下段，地質都是影響風險的因素，所以掌握地質風險是掌握地鐵風險的關鍵。

4.2.2 風險評估步驟

由以上論述可見，影響風險的因子是相當地多，而針對每一因子，要考慮的因素更多。如果要用純統計的方法求得各個因子的風險指數，必須要有上萬筆資料，才能得到足以信賴的結果。以台北地鐵為例，營造綜合險是由地鐵工程局統一購買，所以一條線是一個保單，甚至兩、三條線合在同一保單。每個保單只能計算出一個綜合風險指數， I_R ，所以說資料筆數十分有限。即使彙整全世界各地所能收集到的理賠資料也不足以進行嚴謹的統計分析，何況並無可能收到所有的理賠資料，所以所有的風險指數必須以經驗法則，由資深有豐富地鐵經驗的工程師及核保人主觀判斷，並參考過去經驗共同訂定之。

在初步判定各因子的風險指數後，再以實際已完工的地鐵路線的理賠經驗測試這些指數的可靠度及可用性。如果這些指數合理的話，以式 5 求得 R_L 與 I_R 的相關性（以相關係數表示之）即高，否則即低。在這過程中可以調整各因子的風險指數以得到最佳的相關係數。

4.2.3 成果之應用

據瞭解，目前保費的訂定都是在缺乏可信賴數據的情況下，由核保人主觀地認定，再與業主進行地討價還價，最終達成協議，這對雙方都有相當程度的風險。

在經過上述的統計分析後，各個主要風險因子的風險指數都可以確立，而 R_L 與 I_R 的關係式（即式 5）亦可建立。如有新的地鐵路線要興建，即可根據該關係式計算預期理賠比，以及標準差，進而訂定合適的保費，這對業主

及保險公司雙方都較為公平。

4.3 風險處置

地鐵工程的工程風險處置可分為「項目管理」、「安全管理」及「工程保險」三方式，前二者是「風險控制」手段，其目的包括「風險避免」及「風險緩和」，後者是「風險理財」的手段，其目的在「風險轉移」，而其作法包括部分「風險自留」。

4.3.1 強化項目管理

項目管理對業主、設計者及施工者同樣重要，其目的無非在藉組織及行政程序以增加效率與減少錯誤。對業主而言，項目管理尚包括發包方式及決標方式之優化。

組織與效率

健全的組織與良好的行政管理可以避免許多疏失，ISO、SOP、QA、QC 都是耳熟能詳的管理工具，也是現代企業必不可缺的管理手段。作業制度化、流程標準化是風險管理基礎。

發包方式

傳統的發包方式是設計與施工分開發包，質量較好，風險較低。如果採統包方式的話，必須採取配套措施以維護質量（參考 4.3.2 節）。

決標方式

慎選設計者及施工廠商是避免風險或減少風險的第一步，所以應避免採最低價格標，而應將設計者及施工廠商的資質列為首要考慮。如果採最低標決標方式的話，必須採取配套措施以維護質量（參考 4.3.2 節）。

信息流通

許多事故是由於上情不能即時下達或者下情不即時能上達，錯失應變先機，所以建立一個迅速而有效的「通報系統」是安全管理的基礎。目前網際網路極為發達，即時通報並不困難。所以應以網際網路建立資訊平台，平時資訊共享，緊急時可以即時通報，而且可以將相關信息同時傳送給相關單位。

4.3.2 落實安全管理

如表 1 所示，營建工程風險涉及業主、設計者及營造廠商。由於重大事

故會影響交通、百姓的生命及財產，所以安全管理體系實質上應包括政府部門，如交通、公安、工務、管線、消防等單位。如此龐大而複雜的安全管理體系已遠超出本文所討論的範圍，以下僅討論地鐵工程內部的安全管理機制。

質量管理

質量管理是安全管理的基礎，設計者及施工者都要有質量管理之計畫，而質量管理之成效直接影響工程風險。設計者的成果以及承包商的施工計畫都要有獨立的檢核。現場作業除了承包商的自主質量管理之外，也要有獨立的監理者負責督導。

超大型工程的質量管理作法不盡相同。以台北地鐵而言，因為是採傳統的管理模式，也就是設計及施工分開發包，細部設計顧問的成果由業主審查，監理作業也由業主自行負責，所以業主對各個階段的質量掌握度較高，對安全的掌握度也較高，也就是說風險較低。即使如此，地鐵工程局仍聘有岩土專業顧問以補其專業人員之不足。除了設計審核外，岩土專業顧問也協助業主督導承包商的現場安全監測作業。岩土專業顧問也的確在台北地鐵工程的規劃、設計以及施工過程中發揮了極大效益（黃南輝、莫若楫，2004）。

台灣的高速鐵路工程則是一個有異於傳統工程的特例。高速鐵路工程是採民間參與模式，由民間募集資金，自行興建、運營，在特許年期期滿時將所有權及運營權移交給政府。所以政府的主管機關，即高速鐵路局，對該工程只能作系統功能規範，而對其設計、施工過程及運營無法確實掌握，對其施工安全也無法要求。反而是負責融資的銀行團為保障其投資權益，透過融資契約，對建置運營公司，即高速鐵路公司，有相當大的約束力。高速鐵路的興建採統包制，承包商負責設計及施工。在激烈的競爭下，可以想見設計與施工水平都在下限，如無第三者之督導及檢核，風險極高，所以銀行團要求每一施工標的設計要有獨立的設計檢核顧問(ICE: Independent Checking Engineer)檢核及簽署，施工時現場作業要有獨立的現場檢核顧問 (ISE: Independent Site Engineer)檢核及簽署，如此尚嫌不足，銀行團尚要求高鐵公司要有獨立的系統檢核及認證顧問（IV&V: Independent Verification & Validation）對整個高鐵系統的檢核程序把關以降低風險。最後，在建置完成後，要經 IV&V 簽署，高速鐵路才能開始運營。由於高鐵工程的結構體主要在地面或高架，岩土工程的重要性並不顯著，所以高鐵公司並未聘用岩土專業顧問，而岩土工程方面的設計由設計檢核顧問把關、施工由施工檢核顧問把關。系統檢核及認證者所負責的是質量保證工作（Quality Assurance），而不執行實質上的檢核（checking）。

岩土專業顧問、設計檢核顧問、現場檢核顧問、系統檢核及認證顧問、監造顧問以及承包商的自主質量管理形成完整的質量管理體系。如果質量管理體系健全完整的話，的確可以大幅降低施工風險高。

安全監測

監測作業在安全管理中居關鍵地位，必須確實執行。承包商的監測計畫應由設計者審核，監測作業應由資質符合要求的專業分包商執行，並由獨立的單位進行檢核，以維護監測資料的正確性。監測系統應有自動通報的功能，才能達到預警的目的。

應變機制

由於在開工後，承包商即對工區的安全負有全責，所以承包商應未雨綢繆、就可能發生的狀況提送應變計畫供業主審核。更重要的是應有應變任務編組及定期演練或檢討。應變人員、機具及材料都應充分，才能在最短時間內反應，許多危機即可化為無形。

4.3.3 購買工程保險

設計者及承包商皆應購買保險或由業主購買業主主控保險，以避免工程因財務損失過大、或者資金周轉不順而無以為繼的困境。

5. 結語

保險基本上是一個風險分攤的機制，要是沒有這機制，許多工程會在施工過程中因承包商財務不堪負荷而停頓。但是因為工程風險過高，目前不但保險業者對工程保險卻步，再保公司或者拒保，或者要求天價，造成得許多重大工程無法投保之困境。要走出這困境，首重加強安全管理以降低風險，其次是要分析過去理賠資料以訂定合理保費。保費必須合理，保險業者才會有承保的意願，而合理的保費更是業主權益的保障。

保費的訂定涉及保險及工程兩專業，必須由有經驗的核保人員及工程人員協力合作，才能達到公平合理的目標。而安全管理更是達到各方都贏的重要手段。安全管理不但能減少所有各方的財務損失，而且使得工程進行順暢，使整個社會皆蒙其利。

參考文獻

- 郭斯傑、邱必洙（1999）「工程風險分析與工程保險」，工程保險與風險分析，台灣營建研究院營建系列叢書，陳振川主編
- 簡宜博、黃秀玲、胡宜仁（1992）「保險學」，國立空中大學，台北
- 郭斯傑（2003）「工程保險費率與預算編列」，工程保險，台灣營建研究院營建系列叢書，郭斯傑主編

呂守陞（2003）「營建工程風險管理體系與統包風險之介紹」，統包工程契約模式及風險管理實務研習會，7月，台北，台灣

黃南輝、莫若楫（2004）「岩土专业顾问与地下工程之安全管理」，城市地下空间开发与地下工程施工技术高层论坛，6月，北京