

# 營建工程風險管理系統之 建置與運用

蔡茂生／國立台灣科技大學營造業職業災害防治中心執行長

營造工程規模龐大，施工場所多位於建築物密集之市區或地形崎嶇之山區、水邊等環境，使用能量巨大之機具設備作業，稍一不慎即易發生災害，另於施工品質、環境汙染等亦存有相當之風險，需予妥善管理因應。

近年來各先進國家致力推動風險管理系統，以降低災害。本文擬就營造工程施工風險管理系統之建置與實施，提供淺見，以供業界參考。

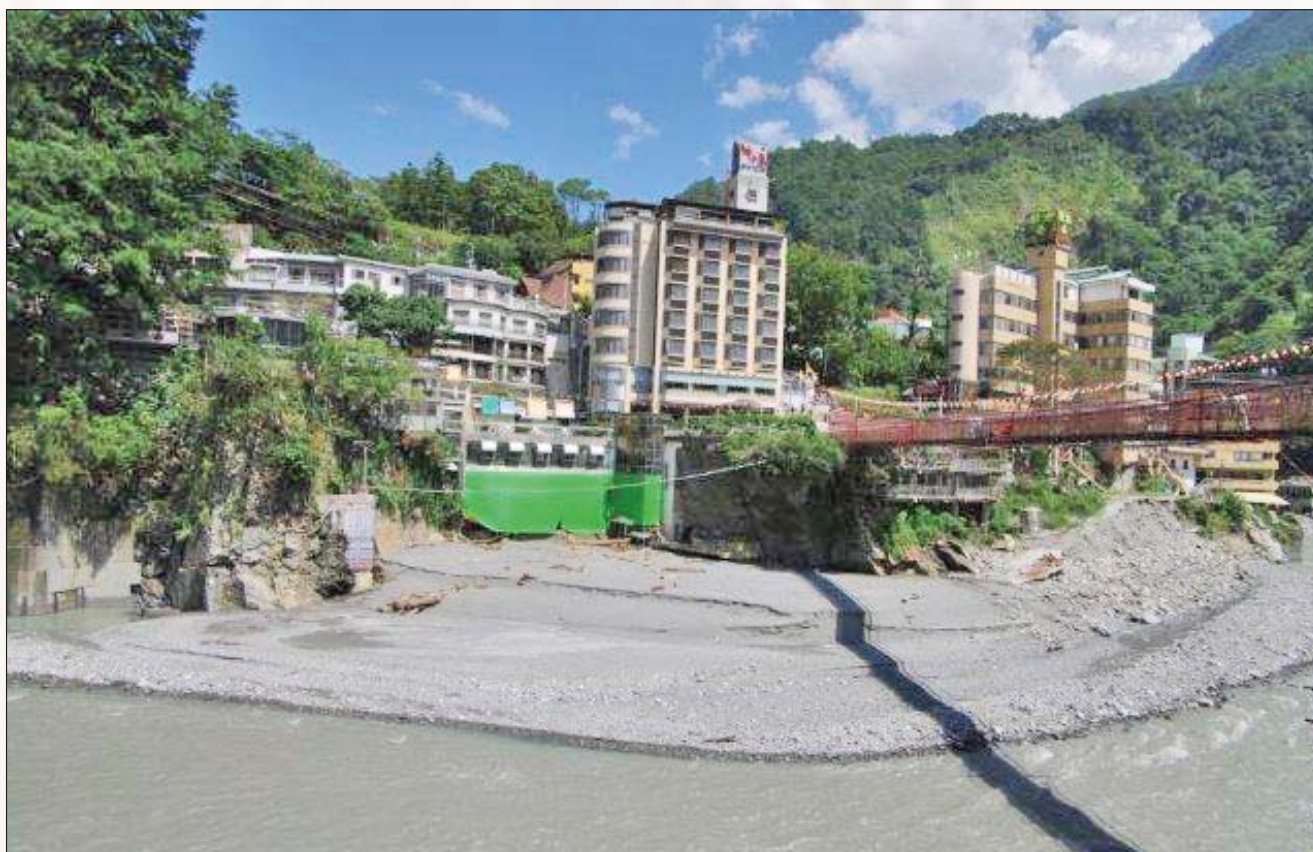
## 風險管理系統標準之發展

### 營造工程風險管理相關標準

近 20 年來歐盟、美國、英國、法國、德國、日本等國家先後制定風險管理規範、標準，舉其要者說明如下。

#### 1. EU Directive 92/57/EEC

歐盟委員會 (Commission of European Communities)



營造工程施工場所多位於地形崎嶇之山區、水邊等環境

簡稱 CEC 或 EC) 於 1992 年通過頒訂 57 號法案 (Council Directive 92/57/EEC), 即所謂之「Construction Sites Directive」。針對營造工程之實施過程分別規定業主、專案顧問、施工廠商及勞工等之職責。此後多數國家據此發展訂定相關法令、標準。

## 2. CDM Regulation

英國政府依據 EU Directive 92/57/EEC 制訂營造工程設計及管理之規則 (The Construction Design and Management Regulation, 目前為 2007 年版)。規定於工程實施過程主辦機關、設計單位、監造單位、承包商等應就工程設計及管理應辦理之相關事項。其中特別強調自規劃設計至施工乃至使用維護各階段相關權責單位辦理安全考量成果應建立安全文件 (Safety Document), 傳遞至下一階段, 以維安全資訊之完整性。

## 3. OHSAS18001

由 BSI、SGS 等許多國家標準或認證單位一起推動之「職業安全衛生評估系列標準 Occupational Health and Safety Assessment Series Standard (OHSAS 18001)」(目前為 2007 年版)。進一步規範職業安全衛生管理系統之建置與實施要件。

## 4. ILO-OSH-MS2001

國際勞工組織 (ILO) 訂頒「職業安全衛生系統指引 Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems 2001」。

## 5. ISO31000

國際標準組織 (ISO) 於 2009 年頒行之「ISO 31000」風險管理系列標準。適用於產業經營過程各類風險之管理。

## 6. NOSHC

澳洲、紐西蘭政府於 2005 年訂頒「營造工程國家標準 National Standard for Construction Works」(2008 年改版), 規定業主、設計者、專案管理者、施工廠商、勞工等職責, 訂定各項安全設施及管理事項之需求。

## 7. COHSMS

日本訂定「建設業勞動安全衛生マネジメントシステムガイドライン」簡稱 COHSMS, 目前版本為 2006 年制定者 [1]。

## 8. Risk Management for Public Works

香港政府 2005 年訂頒「公共工程風險管理手冊 (Risk Management for Public Works - Risk Management User Manual)」。

上列各標準之架構, 大抵均以 PDCA 循環之概念訂定, 包括:

- 規劃 (Plan) — 組織設置、管理計畫擬定等
- 實施 (Do) — 實行所訂定之管理計畫內容
- 查核 (Check) — 查核計畫之執行狀況
- 行動 (Act) — 依查核結果採行必要之改正行動

並藉由管理審查以追蹤持續改善。其系統架構如圖 1 所示之例。

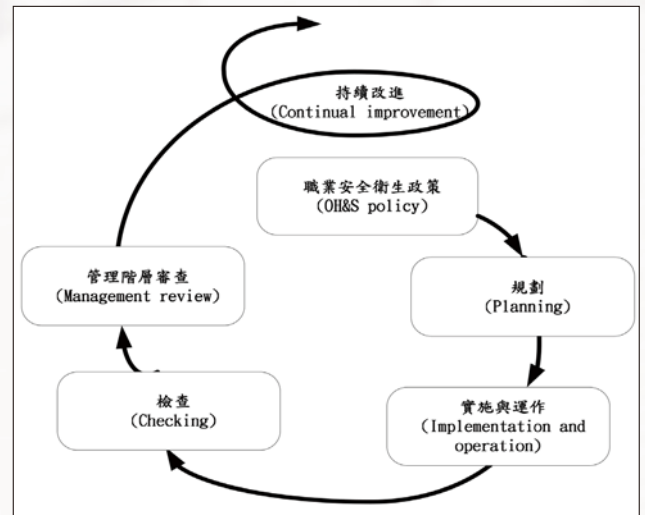


圖 1 風險管理系統架構示意 (以 OHSAS18001 為例)

國內各主要大型企業亦已逐漸引進風險管理系統, 政府部門亦已體認其重要性, 行政院於 2008 年頒佈「行政院所屬各機關風險管理作業基準」要求各單位辦理風險管理事宜。行政院勞工委員會 96 年訂頒之「臺灣職業安全衛生管理系統指引」(簡稱為 TOSHMS)。之後陸續發布驗證規範、指導綱領、驗證指導要點等系列標準, 以為推動之依據。

## 風險評估之實施

### 風險管理流程

風險管理須先界定「管理範圍」, 依序進行危害辨識、風險分析、風險評估、風險處理等。透過「諮詢與溝通」及「監督、審查」等機制, 以凝聚、確認各項作為之妥適性。其流程如圖 2 所示。

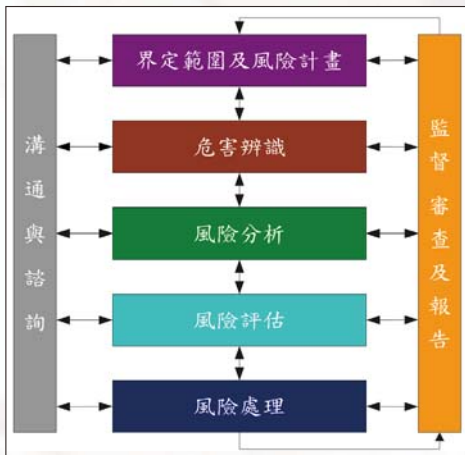


圖 2 系統性風險管理流程 [10]

### 風險評估方法

為適切地進行風險評估，應考量下列要素 [6]：

- (1) 法規要求：如危險性工作場所之製程安全評估，規定應實施初步危害分析（PHA）以發掘重大潛在危害。
- (2) 工作場所的性質：如固定設備或裝置、臨時性場所等。
- (3) 製程特性，如自動化或半自動化製程、開發性／變動性製程、需求導向作業等。
- (4) 作業特性：如重覆性作業、偶發性作業等。
- (5) 技術複雜度。

風險評估之方法包括有：查核表、What-If 分析、

危害與可操作分析、失效模式與影響分析、事件樹分析、失誤樹分析、風險矩陣等。參照表 1。

### 營造工程施工風險評估之實施

營造工程風險評估之實施應考量時程、區域、標的、風險機制、影響對象等（即 5W1H）。分析風險成因、作用、影響等，並評估其可能性、嚴重度等風險值。就不可接受之風險擬定處理對策辦理等。其概念參照圖 3。

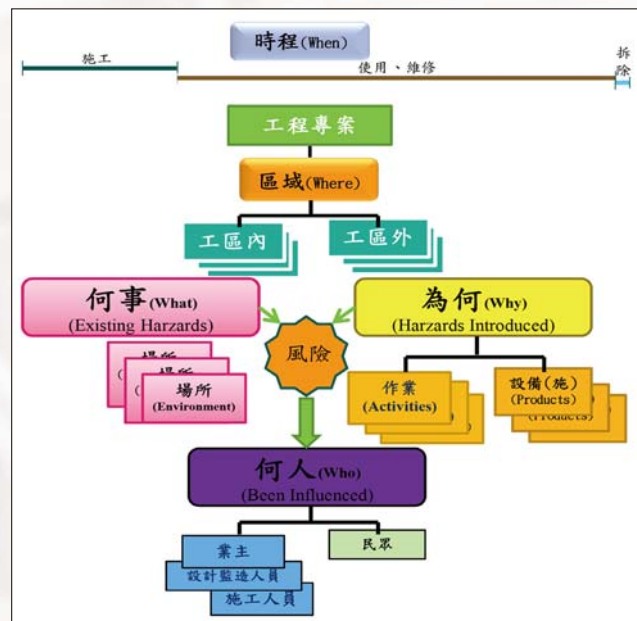


圖 3 營建工程風險評估方法示意

表 1 常用風險評估方法

評估方法	操作方法	運用方式	適用性
查核表 (Checklist)	分類分項制定查核內容，逐一檢視，以發掘不符合事項。	法規查核、施工規範查核使用。	施工安全評估之基本事項檢討評估使用本方法
初步危害分析法 (PHA)	以經驗法則快速判斷製程中潛存之危害。	依據過去災害經驗檢視工程內容之危害	施工安全評估運用此方法檢視工程潛在危害
危害及可操作性分析 (HAZOP)	由具相當經驗之專家組成小組利用「引導字」以腦力激盪的方式討論製程內容可能出現之危害。	對施工計畫（分項工程作業計畫）內容詳細討論	施工安全評估用以實施「特有災害評估」
失效模式與效應分析 (FMEA)	評估製程、設備可能出現之失效或不當操作之情境及其影響。	適用於機械化施工程度高之工程	潛盾或 TBM 等機械作業部分可使用
失誤樹分析法 (FTA)	以邏輯圖形表示，設定災害為頂端事件，由上而下推行其因果關係。可回溯出導致該失誤之原因、基本事件、中間事件及可能之途徑。	較難適用	運用該等概念以為風險評估推論過程之參考
事件樹分析法 (ETA)	預先設立災害或失誤的起始事件，由起始事件由下往上推行其不同類型之事故後果。		
因果分析法	結合事件樹與失誤樹的方法		
風險矩陣法	分別設定風險發生率及嚴重度之等級，以為比較之依據，將 2 者之乘積，作為風險值比較之依據，以篩選排列優先順位。	設計及施工方案評選	為目前運用最多者

實施營造工程施工風險評估，應先將彙整相關法規、規範，調查基地施工環境，拆解工程作業等準備作業，以明確風險管理範圍之狀況，之後依序進行危害辨識與風險評估、風險對策（處理）、追蹤與管制等。其實施流程參照圖 4。

### 準備作業

#### 基地環境現況調查分析

為掌握評估工程之基地環境特性，應先實施調查、分析。其內容包括：

- 地形、地貌
- 地質構造及地下水性狀
- 基地周邊既有建築及其他構造物
- 地下管線及埋設物
- 基地周邊排水設施
- 既有交通設施
- 臨時用電、用水供應狀況
- 其他相關資料。

#### 法令規範彙整分析

彙整各項法規、規範編製查核表，據以檢討是否符合各相關規定。

### 工程內容拆解

為掌握施工內容、作業方法、程序、使用機具設備等狀況，應就施工計畫詳細分析其內容。如圖 5 之例。

### 災害案例彙整分析

為了解相關工程曾發生之災害狀況，以為評估之參考，應蒐集分析相關災害案例。

### 危害辨識及風險評估

#### 危害辨識

就基地調查分析及工程內容拆解結果，依災害案例及工程經驗辨識「潛在危害」。

#### 風險評估

運用要因分析圖引導評估小組討論分析「災害狀況」，研判風險「可能性」、「嚴重度」（一般採相對比較方式分別評以分別以 1~3 或 1~5），再將該兩數值相乘以表示評估之「風險值」，訂定不同風險值（如 5 以下為低度風險，6~9 為中度風險，10~17 為高度風險，18 以上為極度風險）。以為採行對策優先順位之行動基準。如表 2 所列風險值評估（風險矩陣）之例。



營造工程風險要掌握評估工程之基地環境特性

風險對策

經風險評估篩選出必須處理者，應採行適當之風險控制的方法。風險對策之類型包括：

- 消除 (eliminate) — 以修正設計等手段，避開危害源，以消除風險。
- 取代 (substitute) — 改用較安全之施工方法，以消除或降低風險。
- 隔離 (isolate) — 採用防護設施、個人防護具等，將危害隔離，避免人員接近，以免引致風險。
- 控制 (controls) — 以安全施工程序等工程手段控制風險 (engineering controls)，以教育訓練、自主檢查等管制措施控制風險 (administration controls)。

應依據風險狀況妥適採行對策 (組合)，以消除或減少風險之影響。

採行風險對策後，應將災害之可能性及 (或) 嚴重度之降低，以達風險值降低之效。於風險評估表標示其降災效果。並彙整製成風險管制表 (風險登記簿)。

營造工程風險評估表、風險管制表格式參照表 3、表 4 之例。

施工安全管理

施工階段應依據經風險評估修正後之施工計畫執行工地之施工安全管理。並應注意工程進行狀況，及時採性必要之修正措施因應。

工具箱會議 (Toolbox meeting)

於每日開始工作前，召開工具箱會議，說明當日之工作環境

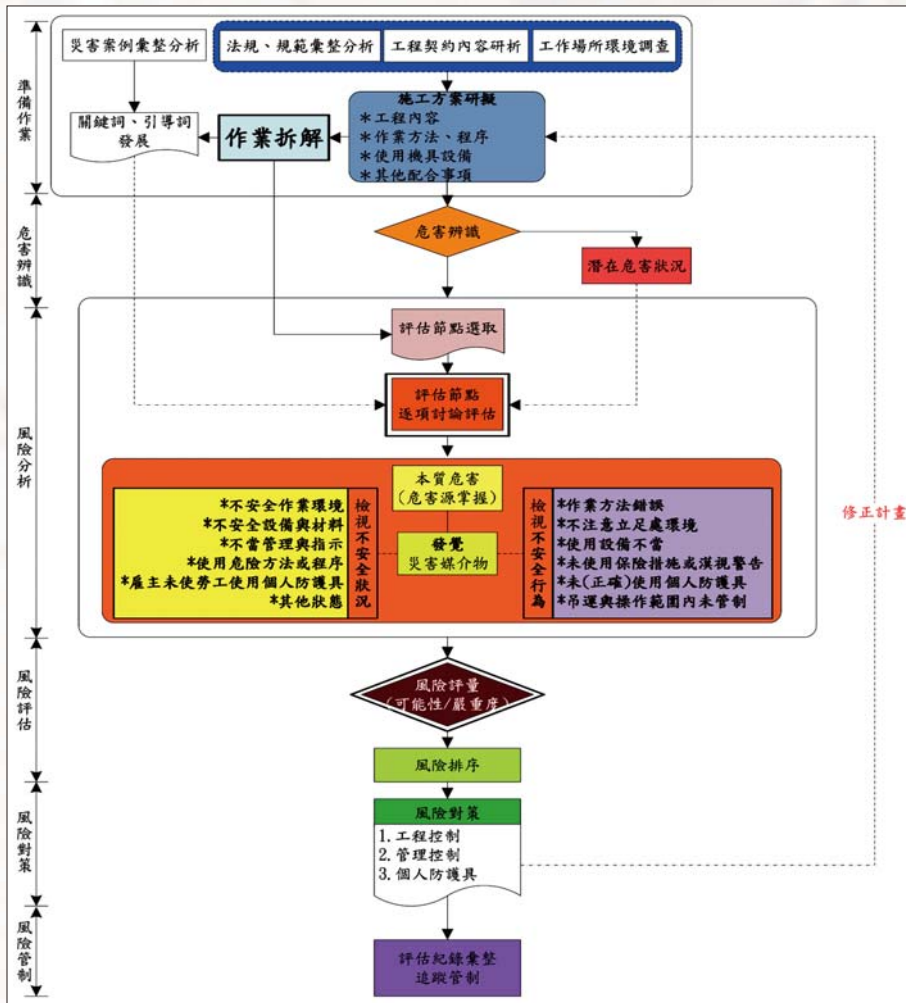


圖 4 營造工程施工風險評估流程

分項工程	第1階作業	第2階作業	作業內容 (方法、程序、機具設備、材料等)
連續壁工程	場地準備作業	整地	測量、推土機、裝載機、傾卸車
		土礮坑	開挖、模板、鋼筋、混凝土、回填
		泥漿池	開挖、模板、鋼筋、混凝土、回填
	導溝	開挖	放樣、挖溝機、傾卸車
		牆體結構	模板、鋼筋、混凝土作業
		回填	挖溝機填土夯實
	單元鑽掘	機具進場	起重機移動定位
		抓斗鑽掘	油壓抓斗操作、土礮裝車
		沉泥清除	抽泥泵、起重機吊掛鋼刷作業
		檢測	超音波量測
		下鋼筋籠	起重機吊掛、銲接
		特密管安置	特密管調置、續接、固定
	其他作業	混凝土澆置	預拌車進場、澆置作業、特密管拔除

圖 5 連續壁工程單元作業拆解例

表 2 風險值評估例 [11]

Likelihood of the Consequence	Maximum Reasonable Consequence				
	(1) Insignificant	(2) Minor	(3) Moderate	(4) Major	(5) Catastrophic
(A) Almost certain	11 High	16 High	20 Extreme	23 Extreme	25 Extreme
(B) Likely	7 Moderate	12 High	17 High	21 Extreme	24 Extreme
(C) Occasionally	4 Low	8 Moderate	13 High	18 Extreme	22 Extreme
(D) Unlikely	2 Low	5 Low	9 Moderate	14 High	19 Extreme
(E) Rare	1 Low	3 Low	6 Moderate	10 High	15 High

表 3 工程風險評估表

工程名稱： 承辦部門： 評估單元：		日期：					
工程內容概要	分項工程	第1階作業	第2階作業	作業內容 (方法、程序、機具設備、材料等)			
	○○工程	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
		[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
	[ ]	[ ]	[ ]				

表 4 風險管制表

風險編號	危害辨識				安全評估							再評估				
	潛在危害	風險情境	危害對策	對策置人員	潛在危害已處理措施	處理措施執行人員	風險編號	潛在危害	可能性	嚴重度	評估值	危害對策	危害對策人員	發生狀況	處置措施	處置措施執行人員

及作業內容，說明機具設備、工具之操作使用方式，確認安全設施之設置及維護狀況，分配工作任務，並檢查服裝、防護具之穿戴使用情形。以提高安全作業之能力。同時，可檢視當日工作環境、作業內容、機具設備、設施等狀況，發覺現場潛在之危害，及時採行適當之對策消除。工具箱會議危害預知活動如圖 6 所示。

**變更管理 (Management of change)**

施工過程如因工程內容變更、施工方法、機具設備等改變，應評估可能之風險，檢視現有措施是否足

以因應，採行其他必要之措施。並實施必要之教育訓練等以消除危害。實施流程參照圖 7 所示。

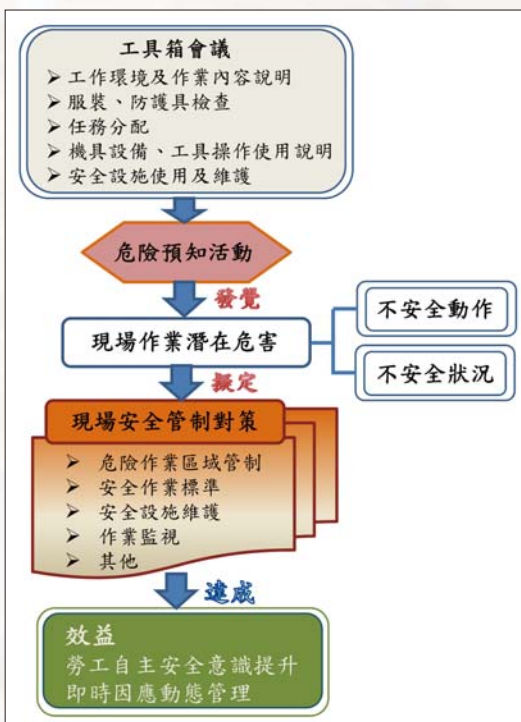


圖 6 工具箱會議危害預知活動示意

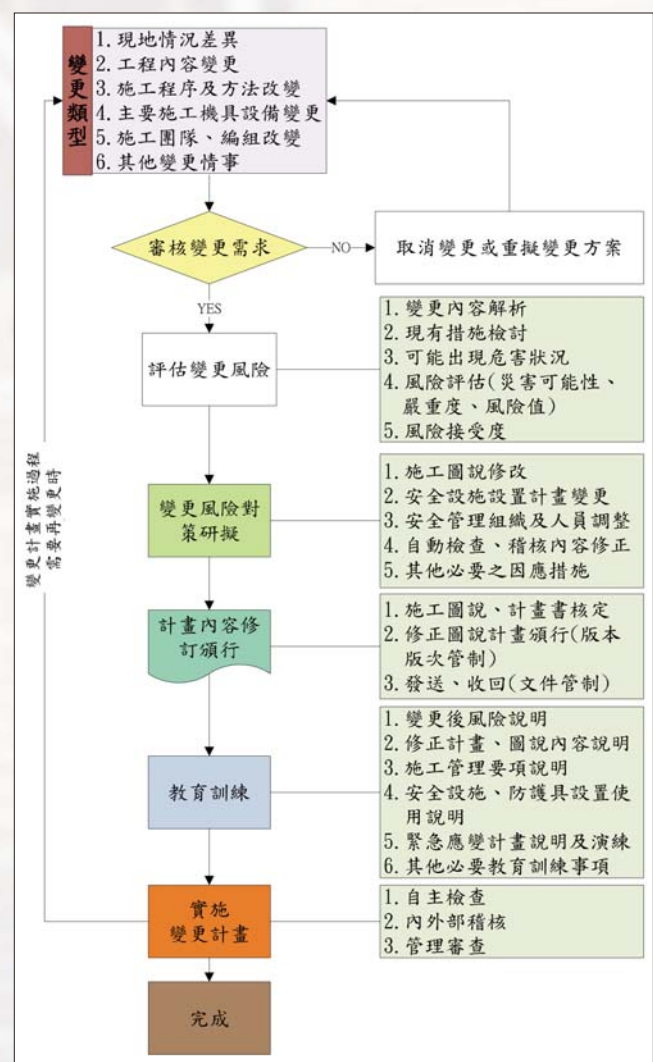


圖 7 變更管理實施流程

## 「工程安全」在於大家各司其責

系統性之風險管理可全面評估、全程掌控，即時因應，以使風險降至最低。為確實達到安全施工之目標，必須自工程方案（本質安全）、施工方法（過程安全）、安全設施（防護安全）三方面，於各階段應分別由主辦機關、設計及監造單位、承包商、使用單位應各司其責，分別採行適當之對策，以確保工程之安全順利完成。

### 參考文獻

1. Council Directive 92/57/EEC - temporary or mobile construction sites, The European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA)
2. The Construction Design and management Regulation (CDM Regulation 2007), UK Health and Safety Executive
3. National Standard for Construction Work [NOHSC: 1016 (2005)], Australia
4. COHSMS Construction Occupational Health and Safety Management Systems, JCOSHA.
5. Environment Transport and Works Bureau, HK, 2005, Risk Management for Public Works-Risk Management User Manual, June 2005, The Government of Hong Kong Special Administrative Region Environment Transport and Works Bureau
6. 政院勞工委員會 99 年 9 月 9 日勞安 1 字第 0990146242 號函修正「風險評估技術指引」
7. 林耀煌、蔡茂生，工程規劃設計階段實施安全衛生風險評估指引及假設工程安全考量實務手冊期末報告，附冊一、工程規劃設計階段實施勞工安全衛生風險評估指引，2010，12

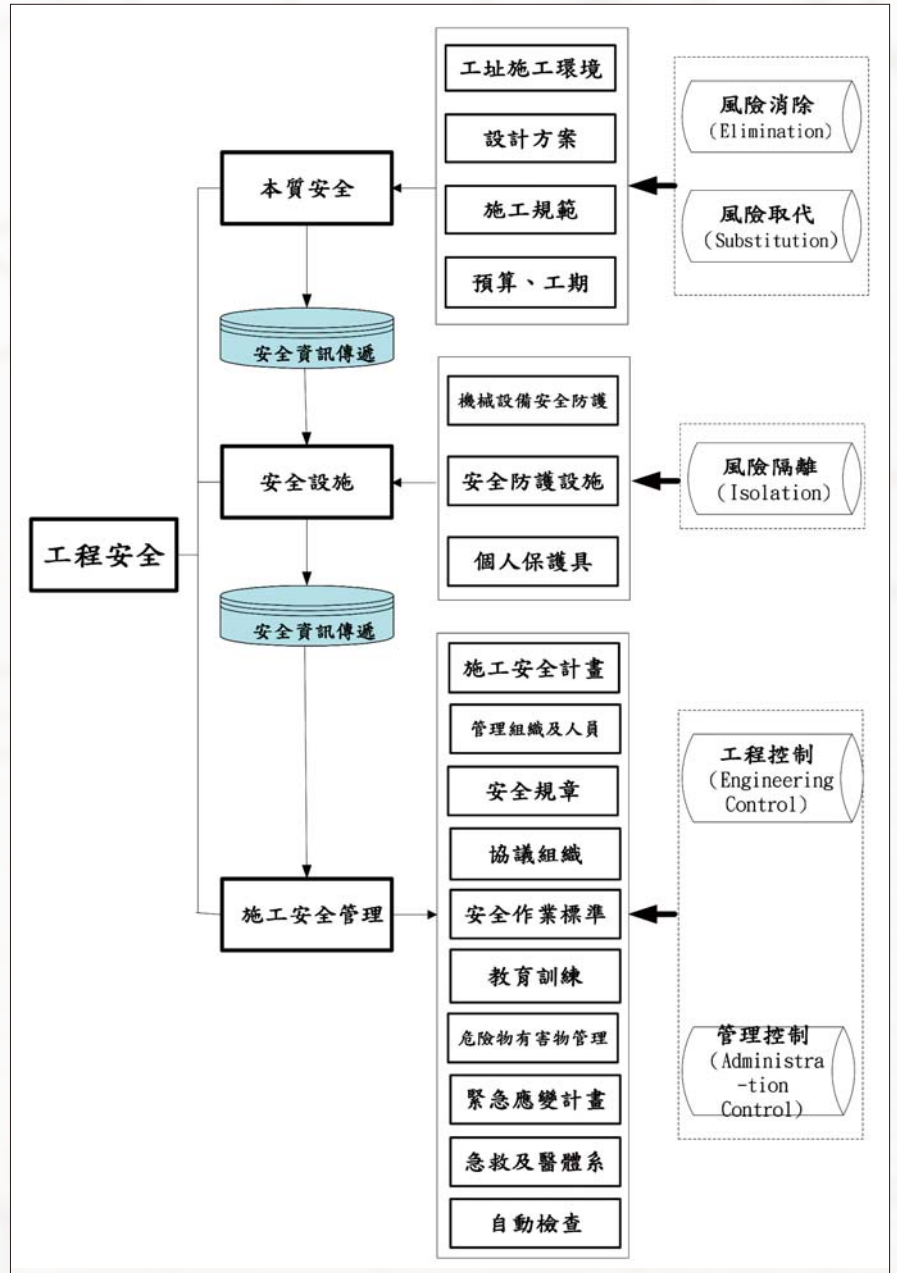


圖 8 營造工程安全系統架構

8. 日本建設業勞動災害防止協會，建設業職長のためのリスクアセスメントーレベルアップ教育用テキスト，平成 19 年 9 月
9. 林耀煌、張大鵬、蔡茂生等，2008，工程規劃設計階段實施施工安全風險管理技術手冊（期末報告），行政院勞工委員會勞工保險局。
10. 摘譯自 ISO31000:2007
11. 摘自 AS/NZS 4360:2004 Risk Management