

## 建廠潛在工程危害與風險評估實際案例之研究

陳奕翰 柯亭帆 吳信宏

國立屏東科技大學土木工程學系

91201 屏東縣內埔鄉學府路 1 號

### 摘要

由於工程施工中存在著許多不確定因素，而其關係到建造後之成本，故風險管理已逐漸成為營建專案工程中不可或缺的管控環節之一。本研究首先針對風險控制之基本理論與風險評估技術之運用作一適度之相關探討，接著以一實際廠房之建造案例，利用各種風險評估表，分析探討其特性。從研究結果可發現擋土牆增設工程，以及辦公室與控制室新建工程風險等級最高。另外最常發生危害事故之次序為：(1) 物體飛落、倒塌、崩塌；(2) 切、割、刮傷；(3) 滑(跌)倒；(4) 碰撞傷；(5) 夾傷、捲傷；(6) 觸電；(7) 吸入中毒(缺氧)；(8) 火災爆炸；(9) 突發狀況；(10) 交通事故；(11) 灼燙傷。雖然本研究僅以一實際廠房之評估結果做說明，但只要配合其他不同廠房之特性條件，這些分析結果或可提供新建廠房或已運轉中的廠區人員參考，據以進行改善控制措施，以利提升安全水準為目標。

**關鍵詞：**成本管控，危害管控，風險管理，專案管理。

## Potential Engineering Damage and Risk Assessment of a Practical Plant Construction

YI-HAN CHEN, TIEN-FUAN KERH and XIN-HONG WU

*Department of Civil Engineering, National Pingtung University of Science and Technology*

*1 Hseuh Fu Road, Neipu Hsiang, Pingtung 91201, Taiwan, R.O.C.*

### ABSTRACT

Because engineering construction work involves many uncertainties that might affect its total costs, risk management has gradually become an indispensable element of construction projects. This study discusses basic risk control theory and risk assessment techniques and uses various risk assessment forms to analyze the characteristics of a factory construction case. The results of this study show that the highest levels of risk occur during the additional construction of retaining walls and the new construction of office and control rooms. In order of frequency, the most frequently occurring hazards are (1) falling or flying objects and structural collapse; (2) cutting, slashing and scraping by sharp objects; (3) slipping and tripping; (4) impacts; (5) crushing by heavy objects or spinning machinery; (6) electric shock; (7) toxic gases and oxygen deprivation; (8) fire and explosion; (9) sudden outbreaks; (10) vehicle-related accidents; and (11) burns. Although the present study used only one plant as an example, by considering the characteristic conditions of other plants, the results

of this analysis can provide a valuable reference for those constructing new factories or renovating operating factories as they seek to improve control and raise safety standards.

**Key Words:** cost management, hazard control, risk management, project management.

## 一、前言

一般而言，新廠設置計畫的推展過程主要包含下列各項：(1) 需求或實驗室研發創建，(2) 市場與經濟效益的評析，(3) 設廠基準的訂定，(4) 建廠工程設計，(5) 採購設備，(6) 組件安裝與營建施工，(7) 測試與運轉，與 (8) 生產[11]。現在建廠快速具有工期短、工程重疊性高、尖峰時期施工人數眾多、與不易管理等之特性。另有關環境安全衛生相關證照申請以及施工作業之高度安全要求，使得各廠因應建廠時期工程進度順利及如期完工，而選擇不同之環境安全衛生管理模式。然而在新建工程中經常存有莫大之風險，且如何降低風險，逐漸成為決定能否如期完工之重要因素。

建造風險主要來自工程品質不佳或災害事故(含地震、水災、颱風等天災)，這些風險除天災外各項特殊作業階段，可藉由完善的承攬商安全衛生管理來加以預防並控制[9]。針對各項作業之預防研究，如重機械有關之災害，以運轉不慎及吊掛作業不良較起重機本體之缺陷為多，其中尤其以吊掛作業不慎與吊舉物跌落為最多。在高架作業方面，勞工因精神疲勞、未佩戴適當之安全防護器具、勞工未受職前訓練、及臨時工比例偏高等因素，均不利於工作安全管理。有研究顯示[9]，當營造業之勞工在高架作業時，若前進方向遇到障礙物或結構交叉點時，必須將掛鉤取下再跨越或轉向，此時勞工是在毫無保護的狀況下，尋求另一個掛鉤固定點後，才能繼續前進，顯示營造業中墜落的職災一直是個困擾的問題。

為解決上述營造業所經常發生之危害，所以風險管理運用於各領域已然形成趨勢。一般風險管理所敘述的概念，是指運用管理的方法，有系統的發現風險並評估風險，再尋找合理的方法來降低風險。風險管理的重點在於花費合理的成本，可以降低意外或成本控管之變異性，以確保預期結果之品質。由於風險的不確定性，風險管理的目的在於控制不確定的因素，使預期的結果可侷限在一個合理的範圍內。為有效達成風險管理目的，則必須包含下列五個步驟[13]：(1) 風險的確認 (risk identification)；(2) 風險的衡量 (risk

measurement)；(3) 風險決策 (decision under risk and uncertainty)；(4) 風險管理的施行 (risk management implementation)；與 (5) 成效考核與回饋 (evaluation and feedback)。

本研究是以一實際礦泥廠房之新建工程與擴建工廠為研究對象，而礦泥是工廠生產物品時所衍生出來的汙泥，其發展在土木的運用上可作為混凝土骨材使用。本研究場址因為現場空間有限，造成廠房礦泥回收量存放物料不足，工廠營收受到限制無法持續成長，且此場址交通因砂石車與貨櫃車橫行無規律地停放於工作場所，致使送料車或領料車於工作現場存放物料時，常因不便與重車司機有口角發生之現象，加上路基因重車壓過致成路面破碎與坑洞林立等現象，導致員工上下班因路基碎裂與坑洞問題產生而滑倒。綜合上述所陳述之動機，事業單位決議將廠房擴建，期望能提升廠房運用率，物料取得方便，降低人員衝突與員工上下班交通危害的發生，儘量降低工作場所中危害因子。本研究之目的是運用風險評估方法於新建工程中，探討危害種類並計算出危害程度，然後探討其對人、事、物所造成之傷害有多大，再運用安全衛生管理制度面的實施，如自主檢查表之落實與人員工作安全宣導來降低危害風險，使工程在零災害之目標下如期完工，以提供後續相關業界做為建廠時之參考。

## 二、研究區域概述

高雄市小港區面積約為 45.9 平方公里，約佔高雄市面積四分之一，其位置由高雄市東南端，東接大寮鄉，南與林園鄉毗鄰，北臨鳳山市，西北與前鎮區接壤，西南瀕臨台灣海峽。此區東有鳳山丘陵為天然屏障地勢雄偉，西南有浩瀚碧海風景優美，四週通達交通便捷。如圖 1 [22]所示，轄區內臨海工業區裡，計有 387 家工廠，其中包含國營事業單位如台灣國際造船公司、中國鋼鐵公司、台糖副產品加工廠、台電公司大林火力發電廠、與中油公司大林煉油廠等。

本研究廠址位於高雄市小港區光陽街上如圖 2 [19]所示，此區段因為鄰近中鋼廠區，在生產的供應鏈上形成衛星工廠模式的群族聚落，因此其群聚的工廠大多以鋼鐵與金屬

業為居多。工廠分成兩大系統：其中一項為一般倉庫供聯結車提放物料使用，另一部分則供礦泥廠回收之生產工廠使用。原有礦泥廠房因為產能擴充且因為交通問題使得物料不易取得，還有人員上下班之交通安全等因素，事業單位決議將廠房擴建期望能將產房運用率達到最高，物料取得方便及降低人員交通危害的發生。

鋼鐵工業於煉鐵高爐、轉爐煙道洗塵系統及熱軋製程後產生之高爐礦泥、轉爐礦泥及熱軋礦泥等廢棄物質。國內資源回收利用成果豐碩，此工廠在政府大力提倡資源回收運用時期，就成功開發將這些礦泥運至水泥原料之骨材上，為工廠帶來可觀之利潤，亦開啓資源回收利用之核心價值。

### 三、風險控制基本理論

風險控制基本理論有（一）骨牌理論（domino theory）；（二）一般控制理論（general methods of control approach）；（三）能量釋放理論（energy-release theory）；（四）作業評估技術系統理論（technique of operations review system, TOR）；（五）系統安全理論（system safety approach）；及（六）冰山理論（iceberg theory）六種，以下即逐一做概略性的介紹：

#### （一）骨牌理論

始源於美國學者海因利奇氏（H.W. Heinrich），他於1959年出版工業意外事故的防護一書中[4]，提出的研究報告與骨牌理論作一事故發生時的見解。第一張骨牌：先天因素及社會環境。第二張骨牌：人為過失。第三張骨牌：不安全的行為及機械或實體危險因素。第四張骨牌：意外事故發生。第五張骨牌：體傷或財物損失。

#### （二）一般控制理論

由工業衛生與工業安全專家所提出，該理論說明意外發生的原因，危險物質條件或因素（unsafe physical condition）比危險的人為操控更重要，並提出用十一種控制風險的措施[4,6,8,12,20]：（1）用以對人體健康損傷較少的材料；（2）改變操縱程序，降低接觸危險設備的機會；（3）確立工作程序的範圍，做適當隔離，以減少暴露於風險中的員工人數；（4）對易於產生灰塵的工作場所，適時灑水，減少灰塵；（5）阻絕污染源和其擴散的途徑；（6）改善通風設備，提供新鮮空氣；（7）應穿戴防護裝備；（8）制定良好的維護計畫；（9）對特殊的危險因素，應有特殊的控制措施；（10）對有毒物



圖 1.高雄市小港區行政區域圖[22]



圖 2.小港區光陽街廠房廠址[19]

質，應備有醫療偵測設備；與（11）制定適當的工程安全教育訓練計畫。

#### （三）能量釋放理論

由美國著名的健康專家和第一任高速公路安全保險研究中心總經理哈頓（Haddon）提出[4]，該理論主張意外事故發生的基本原因為能量失去控制，該理論主張十種控制風險的措施：（1）防止能量的集中；（2）降低能量集中的數量；（3）防止能量的釋放；（4）調整能量釋放的速率和空間的分配；（5）以不同的時空，隔離能量的釋放；（6）在能量與實務間設置障礙物；（7）對會受到能量釋放衝擊的物體，調整其接觸面和修改基本結構；（8）加強物體的結構品質；（9）快速偵測並評估毀損，以反制其擴散或持續發生；與

(10) 實施長期救護行動，以降低毀損程度。

#### (四) 作業評估技術系統理論

該理論主張組織管理方面的缺失是導致意外事故發生的原因。TOR 由韋福 (Wever) 所首創[4]，對此理論認同的皮特森 (Petersen) 發展出五項風險控制的基本原則和八類管理方面的缺失[8]。進一步而言，五項基本原則分別是：(1) 危險的動作、危險的條件和意外事故，是組織管理系統存有缺失的徵兆；(2) 會產生嚴重損害的情況，應徹底辨認和控制；(3) 安全管理應像其他管理功能一樣，設定目標，並藉著計畫、組織、領導和控制來達成目標；(4) 有效的安全管理，關鍵在於賦予管理會計責任；與 (5) 安全的功能係在規範操作錯誤導致意外發生可容許的範圍。至於管理方面的八大缺失可歸納為：第一類、不適切的教導及訓練。第二類、責任的賦予不夠明確。第三類、權責不當。第四類、監督不周。第五類、工作環境紊亂。第六類、不適當的計畫。第七類、個人的缺失。第八類、不良的組織結構和設計。

#### (五) 系統安全理論

此理論的目的係在企圖預測意外事故如何發生，並尋求預防和抑制之道。根據該項理論，風險控制措施有下列四項[8,20]：(1) 辨認潛在的危險因素；(2) 對安全方面相關的方案、規範、條款和標準，應妥適地規劃與設計；(3) 為配合安全規範和辦法，應設立早期評估系統；與 (4) 建立安

全監視系統。

#### (六) 冰山理論

已有數項研究探討輕微意外事故與重大事故間的關係[4,8,17]，而其中最重要的結論包括：(1) 雖然因為使用定義與事故資料的不同，研究所得的詳細內容不一，但是每一項研究都顯示出不同事件間的相關性，輕微事件發出的次數較嚴重事件為高；(2) 由於重大事故是否會造成職業病、受傷或傷害純屬機率問題，零傷害或虛驚事件也有發展成重大事故的可能性，但是並不是所有的虛驚事件都有會釀成傷亡或重大傷害的風險；(3) 所有事故（不僅是造成傷害的事故）都代表著控制方面的失誤，因此也是一種從錯誤中學習的經驗，可以從而改善控制作業。有效的安全衛生政策必須檢視所有的不安全事故與所有造成事故的行為疏失，這兩者不只是建立控制作業的方法，也是量測績效的方法。前人研究 Christopher [18]與 Bird[16]分別將意外損失由大至小分為 3 個等級和 4 個等級，並統計得出比率為 1:7:189 和 1:10:30:600，而 Tye 與 Person[21]等人則分為五個等級，統計得出比率為 1:3:50:80:400。

上述各種方法，其中一般控制理論與能量釋放理論，經梅爾與海齊 (Meth&Hedge) 簡化，三種理論皆指意外的發生主因在於環境因素，其相關性如表 1 所示。

表 1. 一般控制理論、能量釋放理論與 Mehr&Hedge's 簡化策略之相關性

一般控制理論	能量釋放理論	Mehr&Hedge's 簡化策略
以危險性較低的材料代替 變更作業程序	防止能量集中 降低能量集中的數量	控制能量產生
工作場所保持濕潤 工作程序之隔離	防止能量之釋放 修改能量釋放之速率和空間之分配	控制傷害性能量釋放
限制暴露於風險中之數目 個人防護裝置 疏通污染之途徑	能量之釋放以不同時空區加以分離 在能量與實物間設置障礙	隔離能量和實物
設置看守人員 通風設備	對會受到能量釋放衝擊之實物修改其接觸面和基本架構 加強實物之結構品質	創造可降低傷害性能量之環境或條件
教育訓練 醫療控制	快速偵測和評估毀損之情況以防止擴散 實施長期救護行動以降低毀損程度	防阻能量傷害之效果

#### 四、危害鑑別與風險評估技術

事業單位執行危害鑑別與風險評估程序時，首先應依事業單位製程、工作、作業依序拆解成 WBS (work breakdown structure)，並列出作業清冊進行適當的分類，再鑑別出每一類作業/製程節點所有之潛在危害，並評估其風險，對不可接受風險者，需採取相關控制措施以降低或消除其風險[5]。勞委會於民國 98 年 1 月 21 日發布「危害辨識及風險評估技術指引」，指引工作場所中須實施風險評估與危害辨識來預防災害的發生，而在執行上也明確規範了實施的步驟。

評估方法可分兩種[2]，亦即認知不安全行為、狀況與各原因之間的關係的定性方法，與計算不良後果大小程度範圍及事件發生機率的定量方法。定性分析分為初步危害分析與危害操作性分析，而定量分析則分為道氏指數與事件樹分析，其中事件樹分析常用於核能與化學工業界[10]。以上各分析方法皆有優缺點，若能適當運用、或搭配就能有效地降低風險[7]。

執行危害辨識的思考方向應包含：(1) 危害是否會引發傷害的因子或危害的根源是什麼；(2) 危害是如何發生的以及可能受到影響或傷害的是那些人員；(3) 最後判斷這些傷害後果的嚴重度。因此在執行危害鑑別時，必須明確地辨認出危害型態，與可能損失的四個來源[3]，即(1) 人員－除須考量作業人員本身可能引起的危害，亦須考量周遭人員或其他利害相關者對作業人員可能造成的危害；(2) 環境－須考量在不同環境下作業，可能引起的危害；(3) 機械/設備工具－須考量所使用、接觸或周遭的機械、設備或工具對作

業人員或周遭人員可能造成的危害；與(4) 化學物質－須依據化學物質危害特性鑑別可能引起的危害。

對於工程中可能發生之倒塌、墜落、及火災等風險之控制，其優先順序應為[12,14,15]：(1) 本質安全：施工方法避開或降低風險，使危害之消除或將其降低到不致造成傷害；(2) 安全隔離或防護：未具本質安全之風險，應優先予以隔離或防護手段降低，以減低人員暴露於危害區域；(3) 警告或標示：前述所殘留危害所造成之風險，應輔以警告或標示；(4) 作業標準與教育訓練：前述未能控制之危害，應再以安全標準與教育訓練等安全管理手段予以避免。

#### 五、實際案例分析

本研究實際案例的風險評估過程，依據台灣職業安全衛生管理系統 (Taiwan occupational safety and health management system, 簡稱 TOSHMS) 與職業健康及安全管理體系 (occupational health and safety assessment series 18001, 簡稱 OHSAS18001) 所列之風險評估設計之流程圖，整體工程施工天數共有 79 天。各分項工程分為(1) 假設工程 13 天；(2) 擋土牆施工作業 58 天；(3) 設備儲槽安裝工程 68 天；(4) 皮帶磁選機增設工程 46 天；(5) 行政辦公室與控制室新建工程 55 天；(6) 配線配管工程 30 天；(7) 電氣線路配管工程 8 天；與(8) 驗收測試 7 天。以假設工程作為示範，以下為相關步驟：

步驟一：使用 OHSAS18001 危害辨識流程表，依工作流程填寫，將其工程進行中會發生之危害列出來後填寫如表 2 所示。

表 2. 假設工程 OHSAS18001 危害辨識作業流程

公司代號：A

作業名稱/代碼：假設工程/01

	(1) 施工作業準備	(2) 備料	(3) 施工架搭設	(4) 施工架拆除	(5) 清潔	(6) 完工
危害類型		1.物體飛落、倒塌 2.夾傷捲傷 3.衝撞	1.墜落 2.物體飛落、倒塌 3.衝撞	1.墜落 2.物體飛落、倒塌 3.衝撞	1.滑倒 2.與有害物接觸	
現有控制措施		1.標準工作程序 2.安全防護具 3.安全教育訓練	1.標準工作程序 2.安全防護具 3.安全教育訓練	1.標準工作程序 2.安全防護具 3.安全教育訓練	1.標準工作程序 2.安全防護具 3.安全教育訓練	

步驟二：使用 OHSAS18001 危害辨識表 (A 表)，將所繪之流程圖中之危害與工程中所有使用的機械器具，還有將其危害行態列明填寫表中如表 3 所示。其中，危害型態編號依表 4 填寫。

步驟三：使用 OHSAS18001 危害辨識表 (B 表) 如表 5 所示。其中

(1) 作業頻率評分欄 (A)

依下列公式計算得到 ER，並查表 6 作業頻率評分表

$$ER = (D / E) \times 100 = (13/79) \times 100 = 16.4\% \quad (1)$$

其中 ER 為總工程施工天數與各分項工程施工天數的百分比；D 為各分項工程施工天數；E 為總施工天數。

表 3. 假設工程 OHSAS18001 危害辨識表 (A 表)

作業名稱/代碼：假設工程/01

作業名稱及編號		與用原物料/設備/工具	危害型態編號	危害型態原因說明	備註
備料	01	依現場施工所使用的物料/設備 /工具填寫	A-01-01-E01	依發生原因填寫	
	01		A-01-01-C01		
	01		A-01-01-J01		
施工架搭設	02		A-01-02-A01		
	02		A-01-02-E02		
	02		A-01-02-J02		
施工架拆除	03		A-01-03-A02		
	03		A-01-03-E03		
	03		A-01-03-J03		
清潔	04		A-01-04-A03		
	04	A-01-04-B01			

表 4. 危害型態代號與說明

項次	危害型態	代號	危害型態說明
1	墜落/跌倒	A	墜落指從高處落下；跌倒指跌落同一平面上
2	吸入 (中毒、缺氧)	B	因吸進有害物質導致中毒現象或空氣中氧氣濃度低於 18% 而造成人員缺氧現象
3	夾、捲傷	C	被移動中的物體或設備夾到；被轉動或移動的設施帶入
4	灼燙傷	D	接觸化學物或熱源而導致皮膚燒燙傷 (如起泡、紅腫等)
5	物體飛落、倒崩塌	E	物體因不慎落下；物品傾倒落下
6	觸電	F	觸及或接近帶電體
7	切割擦傷	G	碰觸物體尖銳邊緣
8	噪音	H	平均音壓及超過 85dBA 或衝擊性噪音
9	扭傷	I	因用力或姿勢不當而導致的危害
10	碰撞傷	J	被移動中的物體撞擊或人體移動中撞擊物體
11	火災爆炸	K	作業場所內發生之火警或爆炸事件
12	交通事故	L	員工在上下班時間內於必經之路發生之事故
13	突發狀況	Z	非屬於上述十二項危害型態者、且作業現場臨時狀況之發生

表 5. OHSAS18001 危害辨識表 (B 表)

作業名稱/代碼：假設工程/01

作業名稱及編號	危害型態 編號	作業 頻率 評分 (A)	發生 機率 評分 (B)	可能性 (C) (A) × (B)	後果 評分 (D)	風險 評分 (C) × (D)	風險 等級	風險接受度		現有控制措施	
								可 接受	不可 接受	作業管制	緊急 應變措施
備料	01	A-01-01-E01	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		1.佩戴防護具 2.教育訓練 3.標準工作程序 4.安全工作守則的遵守 5.環境改善
	01	A-01-01-C01	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	01	A-01-01-J01	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
施工架搭設	02	A-01-02-A01	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	02	A-01-02-E02	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	02	A-01-02-J02	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
施工架拆除	03	A-01-03-A02	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	03	A-01-03-E03	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	03	A-01-03-J03	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
清潔	04	A-01-04-A03	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		
	04	A-01-04-B01	0.5	5	2.5	15	37.5	5	o		

表 6. 作業頻率評分表

作業頻率	評分
持續作業(工程進度在 86%以上)	10
經常作業(工程進度介於 69.1%~85.9%)	6
偶而作業(工程進度介於 52.1%~69.0%)	3
不常作業(工程進度介於 35.1%~52.0%)	2
少有作業(工程進度介於 18.0%~35.0%)	1
非常少有作業(工程進度在 17.9%以下)	0.5

## (2) 發生機率評分欄 (B)

在評估時應優先以有無工程控制設施作為考量，所以這裡所指之工程控制設施是將危害源與勞工之間加一硬體防護，如機械防護罩、安全連鎖裝置等，而管理控制措施則是運用指引方式降低危害風險，如安全工作程序、工作許可等，因此風險評估單位在考量管理控制措施時，應先確認該管理控制措施能確實降低危害之風險，落實執行於現場，其評分基準如表 7 所示。

## (3) 後果評分欄 (D)

後果評分係針對危害在所有控制措施失效下可能產生之不良後果，因為所有危害於可能性指標失效下其潛在危害對施工人員與機械設備造成某種程度嚴重之傷害，其評分基準如表 8 所示。

## (4) 風險等級

將上述評分計算完後，對照表 9 風險等級評分基準表可得風險等級與建議。

步驟四：使用安全衛生風險評估作業紀錄，如表 10 所示並送審，若風險為可接收範圍則評估結束，若不可接受則進入下個步驟。

步驟五：倘若風險為可接收範圍則評估結束，若不可接受則須提出改善方案，並將結果依據 TOSHMS 與 OHSAS18001 內容之規範設計，設置編定 OHSAS 18001 不可接受風險控制對策彙整表 (C 表) 如表 11 所示。

上述步驟評分結果如下，以假設工程為例：總體評分為 37.5 分，此工程分項在施工天數為 13 天所佔比例為 16.4%，且本工程細項未有工程控制措施但有管理措施，屬於極可能發生危害事件，而此項工程會使施工者因工作不慎造成重傷且賠償金額會低於 700 萬，屬於高度災害。經上所述得知本工程與作業頻率評分在表 (A) 對照後得其結果工程進度低於 17.9% 為 0.5，而對照發生機率評分表 (B) 得其評分為 5，在可能性 (作業頻率評分表與發生機率評分表相乘積) 得分為 2.5，而本工程屬於高度災害其後果評分為 15，最後得知風險 (可能性與後果評分之相乘積) 等級評分為 37.5 分，由於其等級評分介於 0.25~49.9，故得其風險為第 5 等級，詳如表 5 所示。所有工程之風險結果如表 12 所示。

表 7. 發生機率評分表

危害事件發生機率		評分
極可能	無工程與管理控制措施：發生機率高於 1/10	10
較可能	無工程控制措施，但有管理控制措施：發生機率介於 1/10~1/100	5
可能	有一項工程硬體控制措施且有兩項管理控制措施：發生機率介於 1/100~1/1,000	2
不可能	有兩項工程硬體控制措施且有三項管理控制措施：發生機率介於 1/1,000~1/10,000	1
幾乎不可能	有兩項工程硬體控制措施且有三項以上管理控制措施：發生機率低於 1/100,000	0.5

表 8. 在所有控制措施失效下可能產生之結果評分表

危害之後果		評分
非常重大災害	一人以上死亡或設備損失高於 NT 一千萬元	100
重大災害	一人死亡或設備損失介於 NT 七百萬元至 NT 九百九十九點九萬	40
高度災害	重傷或設備損失介於 NT 一百萬元至 NT 六百九十九點九萬	15
中度災害	輕傷或設備損失介於 NT 五萬元至 NT 九十九點九萬	5
輕度災害	輕微影響（虛驚）或設備損失低於 NT 五萬	1

表 9. 風險等級評分基準表

風險評分	風險等級	參考建議
600 分以上	1 (重大風險)	優先採取改善措施(應考量財務及技術能力)
300~599.9	2 (高度風險)	考慮改善措施
100~299.9	3 (中度風險)	暫時可接受，但須注意目前管制狀況
50~99.9	4 (低度風險)	可維持現有控制措施
0.25~49.9	5 (輕微風險)	

表 10. 安全衛生風險評估作業紀錄表

項次	風險評估管制清單		頁數
1	OHSAS 18001 危害辨識流程圖		1
2	OHSAS 18001 危害辨識表 (A 表)		1
3	OHSAS 18001 危害辨識表 (B 表)		1
檢討改正日期		檢討改正原因	
審查流程	核定單位主管	日期	年 月 日
	安全衛生管理人員	日期	年 月 日
	風險評估稽核人員	日期	年 月 日

表 11. OHSAS 18001 不可接受風險控制對策彙整表 (C 表)

作業名稱/ 代碼	作業名稱 及編號	危害型態 編號	風險 評分	控制措施					備註	
				安全衛生管理方案		安全教育 訓練	作業 管制	緊急應變措施 名稱編號		監督量測
				名稱	編號					

表 12. 風險等級分項工程危害區分表

工程名稱	風險評分	風險等級
假設工程	37.5	5
擋土牆施工工程	450	2
儲槽設備工程	250	3
皮帶磁選工程	90	4
辦公室與控制室新建工程	450	2
配線配管工程	150	3
電氣設備	37.5	5
驗收測試	37.5	5

表 13 為風險等級分項工程危害區分表，從表中可知(1) 風險等級為一的分項工程為無；(2) 風險等級為二的分項工程有擋土牆增設工程、辦公室與控制室新建工程；(3) 風險等級為三的分項工程有儲槽設備安裝工程、配線配管工程；(4) 風險等級為四的分項工程有皮帶磁選機增設工程；(5) 風險等級為五的分項工程有假設工程、電氣設備工程、驗收測試。上述結果以擋土牆增設工程、辦公室與控制室新建工程風險等級最高，其次為儲槽設備安裝工程、配線配管工程作業。

因為各種廠房之型式狀況不一，且生產狀況也不同，因此各種評分權重之呈現會有所不同，因此建議執行廠房評分時，應視廠房狀況與類型設定不同表格與評分權重，並參酌 TOSHMS 技術指引與 OHSAS 18001 之風險評分方式給予定性評分。本研究之表 6、表 7、及表 8 之評分權重，是由研究場址相關專業人員、工程人員、與單位主管，依據 TOSHMS 技術指引與 OHSAS 18001 之相關資料訂定標準，並參酌工業技術研究院[1]與經濟部工業局[5]所發展之評分權重方式，配合現場實際作業環境討論定之，以供做本場址危害風險評估之用。最終結果為判定此場址之作業場所中為風險危害性高之作業分項工程使用，並將其結果報請主管單位備查。

本研究將各分項工程最常遇到的危害因子統計如下，次數如圖 3 所示，而統計百分比如圖 4 所示。依圖可知最常見危害因子依序為：(1) 物體飛落、倒塌、崩塌占 19%，(2) 切、割傷、刮傷占 15%，(3) 滑(跌)倒占 15%，(4) 碰撞傷占 13%，(5) 夾傷、捲傷占 11%，(6) 觸電占 8%，(7) 吸入中毒(缺氧)占 6%，(8) 火災爆炸占 4%，(9) 突發狀況占 4%，(10) 交通事故占 3%，(11) 灼燙傷占 2%。

## 六、結論與建議

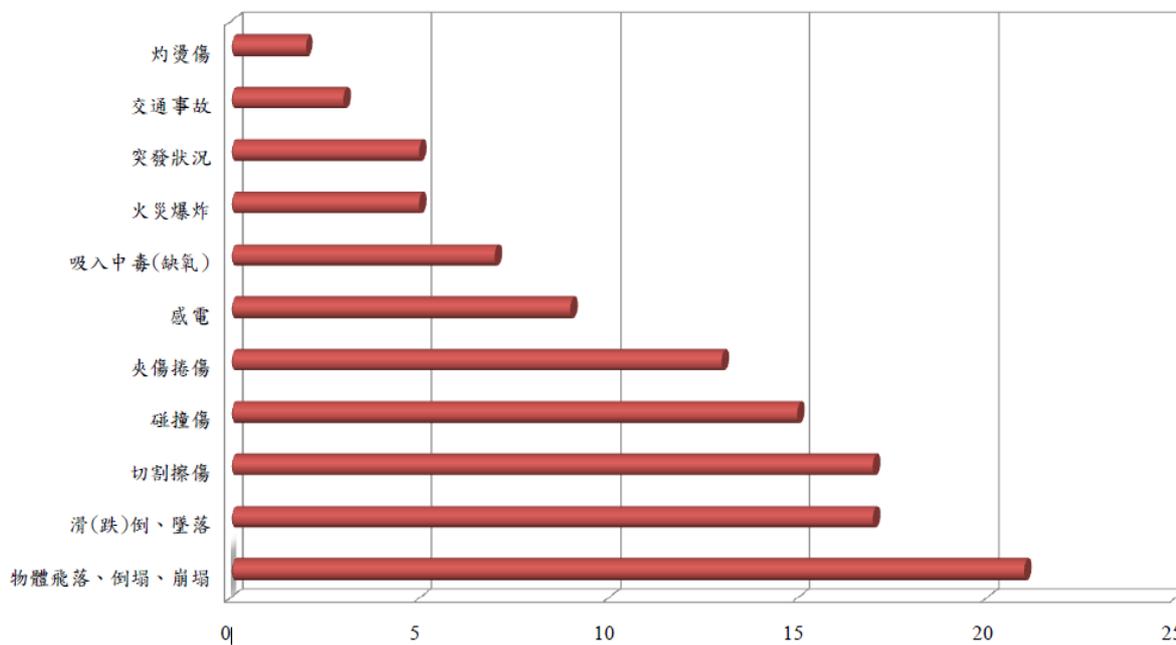
本研究根據風險評估數據分析嚴重度與可能性，經作者本身所任職實際工廠案例評分結果得有以下幾點結論：(1) 風險等級為一的分項工程為無；(2) 風險等級為二的分項工程有擋土牆增設工程、辦公室與控制室新建工程；(3) 風險等級為三的分項工程有儲槽設備安裝工程、配線配管工程；(4) 風險等級為四的分項工程有皮帶磁選機增設工程；(5) 風險等級為五的分項工程有假設工程、電氣設備工程、驗收測試。上述結果以擋土牆增設工程、辦公室與控制室新建工程風險等級最高，其次為儲槽設備安裝工程、配線配管工程作業。針對上述判定為高風險之作業，進行細項工作安全觀察與分析，對於作業各步驟流程說明，鑑定潛在風險與現有預防措施，為使作業標準化對於每步驟流程提出作業安全規定。

另外根據各分項工程之工作安全分析結果，發現最常發生的危害事故為：(1) 物體飛落、倒塌、崩塌，(2) 切、割傷、刮傷，(3) 滑(跌)倒，(4) 碰撞傷，(5) 夾傷、捲傷，(6) 感電，(7) 吸入中毒(缺氧)，(8) 火災爆炸，(9) 突發狀況，(10) 交通事故，(11) 灼燙傷，預先針對硬體改善並配合管理層面進行風險控管，降低工程危害。

從上述整理結果內容，本研究有以下兩點建議：(1) 品質與施工前所設計的工作程序對施工過程中安全影響甚劇，

表 13. 風險等級分項工程危害區分表

風險等級	一	二	三	四	五
風險評分	600 以上	300~599	100~299	50~99	0.25~49
分項工程	無	1.擋土牆增設工程 2.辦公室與控制室新建工程	1.儲槽設備安裝工程 2.配線配管工程	1.皮帶磁選機增設工程	1.假設工程 2.電氣設備工程 3.驗收測試
風險等級二之危害項目	1.擋土牆工程：跌倒、割傷、刺傷、刮傷、氧氣乙炔回火、墜落、感電、物體飛落、翻覆、傾倒、衝撞 2.辦公室與控制室新建工程：墜落、刺傷、刮傷、割傷、物體飛落、倒塌、崩塌、跌倒、與有害物接觸、與高溫接觸				
風險等級三之危害項目	1.儲槽設備安裝工程：物體飛落、倒塌、夾傷、捲傷、衝撞、割傷、切傷、擦傷、燙傷、火災、感電 2.配線配管工程：物體飛落、倒塌、夾傷、捲傷、衝撞、割傷、切傷、擦傷、感電、跌倒、墜落、滾落、眼睛與呼吸道受傷				
風險等級四之危害項目	1.皮帶磁選機增設工程：感電、割傷、切傷、擦傷、物體飛落、倒塌、夾傷、捲傷、衝撞、跌倒、滑倒				
風險等級五之危害項目	1.假設工程：物體飛落、倒塌、夾傷、捲傷、衝撞、墜落、滑倒、與有害物接觸 2.電氣設備工程：物體飛落、倒塌、夾傷、捲傷、衝撞、跌倒、感電、眼睛受傷、火災、吸入有害氣體 3.驗收測試：吸入有害物體、夾傷、衝撞、感電				



	物體飛落、倒塌、崩塌	滑(跌)倒、墜落	切割擦傷	碰撞傷	夾傷捲傷	感電	吸入中毒(缺氧)	火災爆炸	突發狀況	交通事故	灼燙傷
統計次數	21	17	17	15	13	9	7	5	5	3	2

圖 3. 工程風險評估統計危害類別次數統計

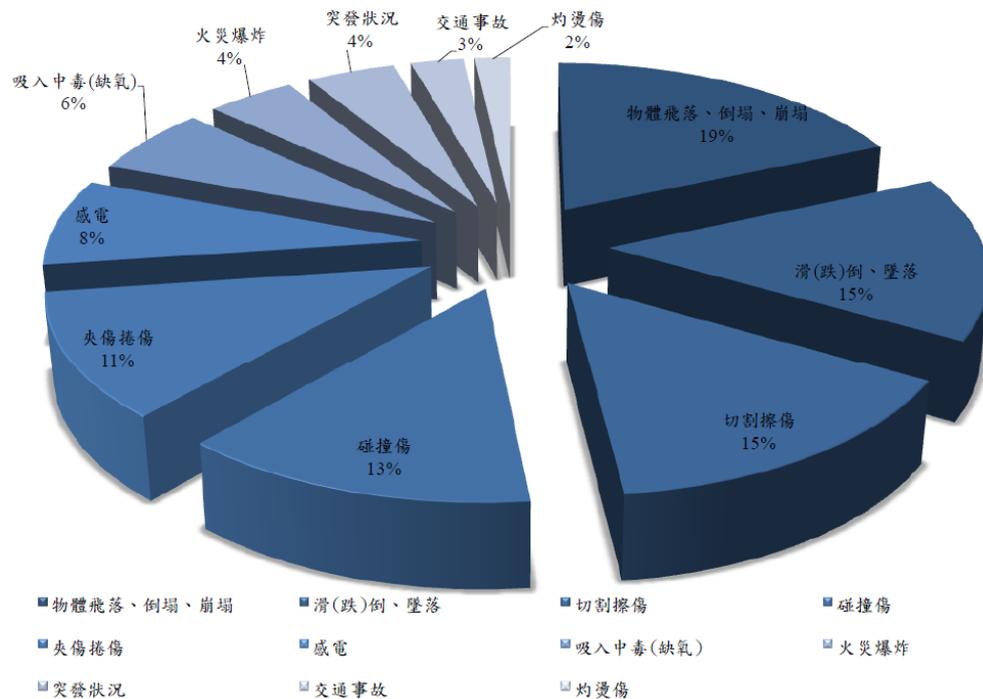


圖 4. 工程風險評估統計危害類別次數統計百分比

將來風險量化評估可將品質與安全工作程序納入考量範圍，期許風險從源頭管制，才能有效抑制意外之發生；(2) 建議施工單位依其能力與預算，經由損失控制八大工具包括安全法規、安全檢查、事故調查、安全分析、安全訓練、安全觀察、安全接談、與安全激勵等手法，將危害風險較高的項目予以消除或控制，降低職災之發生，建立主動式安全管理之安全文化。

最後需要強調的是本研究雖然僅以一實際工廠為案例做評估結果之說明，而所得分析結果尚不稱完善，但仍然具有適度之實用價值。另由於不同廠房有不同的條件與特性，本研究結果不能全部套用，但文中所列各項分析至少可以提供相關工作人員之參考。

### 參考文獻

1. 中華民國工業安全衛生協會(民 92)，危險性工作場所施工安全評估人員訓練教材叢書之三，頁 26-59，中華民國工業安全衛生協會編印，台北。
2. 工研院工業安全衛生技術發展中心(民 88)，成功的衛生與安全管理，頁 7，工研院工業安全衛生技術發展中心編，新竹。
3. 行政院勞工委員會(民 98)，危害辨識及風險評估技術指引，頁 1-32，台北。
4. 宋明哲(民 90)，現代風險管理，頁 91-153，五南出版社，台北。
5. 林瑞玉(民 97)，職業安全衛生風險評估實務，經濟部工業局工安季刊，67，42-46。
6. 吳及揚(民 98)，由損害防阻談風險管理，經濟部工業局簡報。
7. 洪健仁(民 98)，半導體廠局部尾氣處理設備危害與風險評估，國立中央大學環境工程研究所碩士論文。
8. 胡靖榮(民 91)，骨牌理論與人為危險因素的防範，頁 1-14，醒吾技術學院。
9. 徐嘉立、陳炳憲、涂朝陽(民 92)，半導體廠建場環安衛管理模式及成效探討，科技廠房防災與知識管理研討會，台北。
10. 常知安(民 97)，勞工安全管理甲級技術士歷年試題解析，頁 447-449，千華出版社，台北。
11. 陳勝朗(民 89)，建廠工程基本設計方法概論，頁 35-95，科技圖書股份有限公司，台北。
12. 陳瑞、周林毅(民 96)，風險評估與決策管理，頁 35-138，五南出版社，台北。
13. 鄧家駒(民 89)，風險管理，頁 30-155，華泰書局，台北。

14. 職業安全健康局 (民 91), 從另一個角度看風險評估 (一), 綠十字, 12 (2), 41。
  15. 職業安全健康局 (民 91), 從另一個角度看風險評估 (四), 綠十字, 12 (5), 42。
  16. Bird, F. E. and G. L. Germain (1985) *Practical Loss Control Leadership*, 239-262. International Loss Control Institute, Loganville, GA.
  17. CBI (1991) *Developing a Safety Culture*, Confederation of British Industry, London.
  18. Christopher L. C. (2001) *The Risk Management Process Business Strategy and Tactics*, 113-129. John Wiley & Sons, New York, NY.
  19. Google-Imagery (2011) *DigitalGlobe, Cnes/Spot Image, Geoeye, Geoforce, Technologies*, Retrieved May 24, 2011, from <http://maps.google.com.tw/maps?hl=zh-TW&tab=wl>
  20. Head, G. L. (1995) *Essentials of Risk Control*, 3rd Ed., 55-1~55-13. Insurance Institute of America, U.S.A.
  21. HSE (1989) *Human Factors in Industrial Safety*, 1-20. HS (G) 48, London H.M.S.O.
  22. Siaogang District Office (2001) *Kaohsiung City Map* Retrieved May 24, 2011, from <http://dao.kcg.gov.tw/download/map01.jpg>
- 收件：101.12.01 修正：102.01.22 接受：102.05.09