

# 國立交通大學

## 工學院工程技術與管理學程 碩士論文

高科技廠房營建階段高處作業防墜措施之探討

**The research of the high elevation falling  
accident prevention for the high technology  
construction stage**



研究生：馮文政

指導教授：陳春盛 教授

中華民國九十八年六月

# 高科技廠房營建階段高處作業防墜措施之探討

The research of the high elevation falling accident prevention for the high technology construction stage

研究生：馮文政

**Student** : Wen-Jeng Fang

指導教授：陳春盛 教授

**Advisor** : Chun-Sheng Chen

國立交通大學

工學院工程技術與管理學程

碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Engineering Technology and Management

College of Engineering

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

in

Program of Engineering Technology and Management

June 2009

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十八年六月

# 高科技廠房營建階段高處作業防墜措施之探討

研究生：馮文政

指導教授：陳春盛 教授

國立交通大學工學院工程技術與管理學程

## 中文摘要

長久以來，『高處墜落災害』一直無時無刻的威脅著營造工地作業勞工的生命安全，並同時造成家庭與的社會重大損失。

依據勞委會公告資料，在 95 年營造業死亡人數雖自 199 人降至 187 人，惟建築工程死亡人數卻自 75 人攀升至 108 人，其最常見之災害類型為「墜落滾落」，共計有 78 人死亡，佔 72.2%。

營建包商往往在利潤與進度為第一的考量下，致勞工安全衛生的工作的推展一直備受忽略(特別是在開口防護部份)。

但隨時代潮流演進，勞工福利愈受重視，如何保障勞工免於生命、財產受到威脅，已經成為勞工行政政策的重點。開口防護及檢查，即在於防止勞工職業災害的發生，尤其是建廠工程施工及工廠作業場所中之開口墜落災害防止，更須加以重視。

以下將以個人在台中廠建廠之經驗(93.11~94.12)與結合實際每日工安協議組織運作之數據，提供營建階段各進度概況與高處作業危害防止措施進行說明。並從其中，針對開口防護問題，提出現行勞安法規與一般施工經驗所不及說明之特殊經驗分享(如針對管道間、電梯直井開發出可調式安全護欄、格子樑孔採用人員背負安全橫桿及格子樑孔專用蓋板、無塵室天花板利用無塵室天花板骨架與 T 型螺絲、吊架環、葫蘆鉤，再以棉繩與安全網串接之無塵室天花板專用安全網，並經建廠過程中實地驗證其防護成效良好，同時推展至各廠區全面實施。

**關鍵字：**高科技廠房、高處墜落、可調式安全護欄、安全橫桿、格子樑孔、無塵室天花板專用安全網。

# The research of the high elevation falling accident prevention for the high technology construction stage

**Student : Wen-Jeng Fang**

**Advisors : Dr. Chun-Sheng Chen**

**Master Degree Program of Construction Technology and Management  
National Chiao Tung University**

## **Abstract**

For a very long time, the occupational accident from high elevation falling is the major threat to the construction labor's life and causing a significant losses to their family and society.

According to the report of Taiwan Labor committee in 2006, the total loses of construction labor's life is reduced from 199 to 187.

On the other hand, the loses of the falling accident from high elevation reaches 108 labor's lives from 75 in 2005 and contributes 72.2% of total loses.

As the matter of facts, the promotion of labor safety, especially in "opening protection, is been neglected since the profit and project schedule is the priority to the constructor.

However, as the demands of labor's welfare is getting more aware than before. labor safety and life protection becomes the key task to the labor administration policy of each construction project.

To prevent labors from occupational accident of high elevation falling, the operation of opening inspection and protection in the area of construction sites and factories has to be managed well day by day.

Therefore, I'd like to combine my professional experiences while working at AUO Taichung site since 2004 and the daily reports from labor safety organization to demonstrate the general situation of all construction phases and "high elevation operation hazard prevention"

Among this research, I would like to demonstrate the improving operations and designs in the following sites of opening of high elevation which has been proved in the practical operations:

1. For the sites of pipe room and elevator well: Using an adjustable safety railings.
2. Waffle Slab Holes: Using portable safety bar and cover.
3. The ceiling grid of clean room: Using for the clean room safety nets with special design of connection by T-screw · O-screw · Hu-Lu hook · Net Loops and cycle hook.

**Key Word** : high technology construction stage · high elevation falling accident · adjustable safety railings · safety bar · waffle slab holes · for the clean room safety nets

## 誌謝

能順利完成這篇論文，尤其要感謝恩師 陳春盛老師這兩年來的指導。並藉由 陳老師本身具備營建與產安二組之專業知識，帶領著我方能一步步順利完成本論文。也感謝吳永照老師、曾仁杰老師、林國安老師在論文內審及畢業口試時給予的寶貴意見及指導，才能使這篇論文的架構與內容更趨完善。

在過去以來的建廠經驗，營建階段的『高處墜落災害』一直如影隨行的威脅著現場作業人員的生命安全，也讓業主方日夜難以成眠。

個人，由於過去負責友達光電承攬商管理業務之責，又同時身兼台中新建廠營建階段工安管理，但必竟憑藉一己之力，難以完整掌握營建階段針對高處作業的防墜措施進行細部探討與資料收集。

在此我要特別感謝論文撰寫期間眾多工地朋友們的協助，如主要承攬商如互助營造公司/-黃志耀處長、前 M+W 工安主管-廖俊傑、漢唐公司-陳榮發處長及友達光電環安部及工安協議會人員的協助提供寶貴的經驗與實際資源提供驗證。

在建廠過程的照片與工法的取得中，花了非常多的時間完成記錄與資料搜集。過程雖然艱辛，但卻對營建階段的 風險有了更深一層的體認。

馮文政 March 2009

# 目 錄

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 中文摘要                               | i    |
| 英文摘要                               | ii   |
| 誌謝                                 | iii  |
| 目 錄                                | iv~v |
| 表目錄                                | vi   |
| 圖目錄                                | vii  |
| 第一章 緒論                             | 1    |
| 1.1 研究動機與目的                        | 1    |
| 1.1.1 研究動機                         | 1    |
| 1.1.2 研究目的                         | 1    |
| 1.2 研究方法                           | 1    |
| 1.3 研究範圍與對象                        | 2    |
| 1.3.1 研究範圍與限制                      | 2    |
| 1.3.2 研究對象                         | 2    |
| 1.4 研究流程與預期成果                      | 2    |
| 1.4.1 研究流程                         | 2    |
| 1.4.2 研究預期成果                       | 3    |
| 第二章 相關文獻回顧                         | 4    |
| 2.1 我國營造業墜落安全防護現況                  | 4    |
| 2.2 營造業職災現況及其致災媒介物分析研究             | 7    |
| 2.3 高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防              | 11   |
| 2.4 利用 TRIZ 矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究 | 32   |
| 第三章 營建階段施工說明                       | 44   |
| 3.1 新建廠各階段進度概述                     | 45   |
| 3.1.1 土木建築階段                       | 45   |
| 3.1.2 設備組裝到開工檢查階段                  | 47   |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>第四章 建廠階段工安風險分析</b>            | 51 |
| 4.1 行政院勞委會職災統計說明                 | 51 |
| 4.1.1 歷年來勞工保險職業災害死亡百萬人率統計與死亡人數統計 | 51 |
| 4.1.2 95 年度營造業死亡件數與類型統計          | 52 |
| 4.2 個案實例研究說明                     | 53 |
| 4.2.1 研究資料來源                     | 53 |
| 4.2.2 資料分析項目                     | 53 |
| 4.3 以 TRIZ 進行高處作業安全防護設計分析        | 56 |
| 4.3.1 何謂 TRIZ                    | 56 |
| 4.3.2 TRIZ 解決矛盾流程圖               | 57 |
| 4.3.3 矛盾矩陣表與 39 參數               | 58 |
| 4.3.4 TRIZ 屬性配適表                 | 59 |
| 4.3.5 TRIZ 矛盾矩陣                  | 59 |
| <b>第五章 高處作業危害防止措施</b>            | 62 |
| 5.1 研究資料來源                       | 62 |
| 5.1.1 各項硬體面與管理面改善                | 62 |
| 1. 硬體面改善                         | 62 |
| (1). 管道間、電梯直井之改善方法               | 62 |
| (2). 格子樑孔之改善方法                   | 64 |
| (3). 無塵室天花板之改善方法                 | 64 |
| (4). 人孔之改善方法                     | 67 |
| (5). 迴風道之改善方法                    | 68 |
| (6). 吊裝口之改善方法                    | 69 |
| 2. 管理面改善                         | 70 |
| (1). 建立安全防護拆除申請                  | 70 |
| (2). 工安教育訓練                      | 71 |
| (3). 導入門禁系統管制                    | 71 |
| (4). 進行工安缺失之統計與分析                | 72 |
| <b>第六章 結論與建議</b>                 | 74 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 6.1 結論說明-----                         | 74 |
| 6.1.1 高處作業易發生職災與安全防護設施使用率不佳之可能原因----- | 74 |
| 6.1.2 高處作業安全防護設施之改善建議-----            | 75 |
| 6.2 後續研究改善之建議-----                    | 75 |
| 參考文獻-----                             | 76 |





## 表目錄

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 表1. 國內科學工業園區產業營運概況-----             | 14 |
| 表2. 高科技廠房結構系統特性-----                | 15 |
| 表3 高科技產業建擴廠營建工程發生重大職災彙整表-----       | 20 |
| 表4. 建廠工程及危害類別對應表-----               | 27 |
| 表5 清潔生產關鍵成功因素與 TRIZ 屬性配適表-----      | 19 |
| 表6 清潔生產關鍵成功因素之矛盾矩陣-----             | 20 |
| 表7 矛盾矩陣創意原則表-----                   | 22 |
| 表8 新建廠各階段進度概述-----                  | 25 |
| 表9 歷年勞工保險職業災害死亡百萬人率統計-----          | 32 |
| 表10 歷年工作場所重大職災死亡人數統計-----           | 32 |
| 表11 民國95年營造業死亡件數統計-----             | 33 |
| 表12 民國95年高處墜落死亡類型統計-----            | 33 |
| 表13 工安協議組織每日缺失檢討(範例)-----           | 34 |
| 表14 開口缺失件數統計-----                   | 35 |
| 表15 開口缺失類型分佈-----                   | 36 |
| 表16 開口缺失原因分析-----                   | 37 |
| 表17 TRIZ 39 項工程參數(六大群組)-----        | 39 |
| 表18 高處作業安全防護設計成功因素與 TRIZ 屬性配適表----- | 40 |
| 表19 高處作業安全防護設計關鍵成功因素之矛盾矩陣-----      | 41 |

## 圖目錄

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 圖1 論文研究流程                    | 3  |
| 圖2. 半導體製程廠房橫剖面及長向剖面          | 16 |
| 圖3. 半導製程廠房平面圖                | 16 |
| 圖 4. 建廠工程主要勞安衛缺失統計圖          | 28 |
| 圖 5. 建廠工程主要勞安衛缺失類型分佈圖        | 28 |
| 圖 6. 物體飛落之缺失統計圖              | 29 |
| 圖 7 大底階段施工照片及風險              | 45 |
| 圖 8 鋼構階段施工照片及風險              | 45 |
| 圖 9 格子樑&鋼承板階段施工照片及風險         | 46 |
| 圖 10 混凝土上模階段施工照片及風險          | 46 |
| 圖 11 其他類土建階段外部工程施工照片及風險      | 47 |
| 圖 12-1 空調系統(一)施工照片及風險        | 47 |
| 圖 12-2 空調系統(二)施工照片及風險        | 48 |
| 圖 13 純水&廢水系統施工照片及風險          | 48 |
| 圖 14 氣體系統施工照片及風險             | 49 |
| 圖 15 電控系統施工照片及風險             | 49 |
| 圖 16-1 其他類機電階段內部工程(一)施工照片及風險 | 50 |
| 圖 16-2 其他類機電階段內部工程(二)施工照片及風險 | 50 |
| 圖 17 常見重點開口類型說明              | 55 |
| 圖 18 TRIZ 解決矛盾流程圖            | 57 |
| 圖 19 管道間、電梯直井開口改善            | 63 |
| 圖 20 移動式開口防護欄杆操作示意圖          | 63 |
| 圖 21 格子樑孔開口改善                | 64 |
| 圖 22-1 無塵室天花板開口一般改善方式        | 64 |
| 圖 22-2 無塵室天花板專用安全網用途         | 65 |
| 圖 22-3 無塵室天花板專用安全防護網-設置/拆除方法 | 65 |
| 圖 22-4 無塵室天花板專用安全防護網-安全測試方法  | 66 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 圖 22-5 無塵室天花板專用安全防護網-以砂包實際測試-----   | 67 |
| 圖 23 人孔開口改善(>60 cm 之開口)-----        | 68 |
| 圖 24 無塵內高架地板開口防範措施(<60 cm 之開口)----- | 68 |
| 圖 25 迴風道開口改善-----                   | 69 |
| 圖 26 吊裝口開口改善-----                   | 69 |
| 圖 27 建立安全防護拆除申請-----                | 70 |
| 圖 28 工安教育訓練-----                    | 71 |
| 圖 29 門禁管制系統-----                    | 71 |
| 圖 30 承攬商工安缺失統計圖-----                | 72 |
| 圖 31-1 針對每月的職災事故進行統計與分析圖-----       | 73 |
| 圖 31-2 針對每月的職災事故進行統計與分析圖-----       | 73 |



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機與目的

### 1.1.1 研究動機

高科技電子產業，近年來一直是驅動台灣經濟成長的重要產業，特別是「兩兆雙星計劃」內容(經濟部工業局全球資訊網，2002)，指出此計劃之目標為積體電路項目之半導體產值與光電項目之彩色影像顯示器兩項產業的產值在二〇〇六年時，將各自突破一兆元之目標。故由此可得知此兩種產業於我國高科技產業之重要性。但是由於消費市場的瞬息萬變造成電子產品的生命週期越來越短，也因而造成產品的利潤日益降低，在此狀況下，故各大廠皆以縮短產品生產時間以及降低生產成本作為公司營運首要之目標。

在此急速擴廠的要求下，工安問題也逐漸浮出檯面。在過去以來的建廠經驗，營建階段的『高處墜落災害』一直如影隨行的威脅著現場作業人員的生命安全，也讓業主方日夜難以成眠。卻又無法有效地完全遏止災害的發生。個人由於負責公司承攬商管理業務之責，又同時身兼台中新建廠營建階段工安管理，希望透過實際的運作觀察與經驗分享，希望可以就營建階段針對高處作業的墜落措施進行研究並從中找出解決方案並有效的降低高處墜落災害發生之可能性。

### 1.1.2 研究目的

1. 希望可以藉由過去建廠經驗與完整的資料分析中找到高處作業墜落災害問題點，並落實硬體設備改善，並有效的降低發生作業人員高處墜落之風險。
2. 研發出新的防護設備(如可調式安全護欄、安全橫桿及格子樑孔專用蓋板、無塵室天花板專用安全網)以期正本溯源解決高處作業防墜問題。

## 1.2 研究方法

為了達到上述之研究目的，本研究將透過下列方法及步驟進行：

### 1.2.1 相關文獻回顧

蒐集過往對於高科技廠房營建階段墜落風險與防制措施，參考相關之研究論文及期刊，來進行資料參考與現狀分析，並以TRIZ創新法則應用於開口防墜措施之設計改善上。

### 1.2.2 記錄並分析營建階段工程進度概述

利用新建廠專案時機，從土木建築階段、設備組裝到開工階段，分階段展開各項工程重要過程與風險分析，俾以了解其工安風險所在。

### 1.2.3 進行建廠各階段工安風險分析

引述行政院勞委會職災分析與高處作業墜落死亡案例分析數據，配合在新建廠專案協議會運作之開口巡檢缺失，找出開口之類型與產生之原因，並以TRIZ之創新法則分析出基本設計與製作高處作業防墜措施之基本應用原則。

### 1.2.4 設計並製作高處作業危害防止措施

### 1.2.5 歸納整理後提出結論與建議

提出高科技廠房高處墜落造成職災的原因分析，並從中分析可看出，「開口防護」的根本解決之道，主要應從施工便利性（如安全欄杆拆卸與復原方便性）與環境安全（儘量作到施工現場無開口之可能）著手。

## 1.3 研究範圍與對象

### 1.3.1 研究範圍與限制

本論文研究範圍主要針對營建階段高科技廠開口之防護進行探討，至於生產機台高處作業不在本論文探討範圍。

### 1.3.2 研究對象

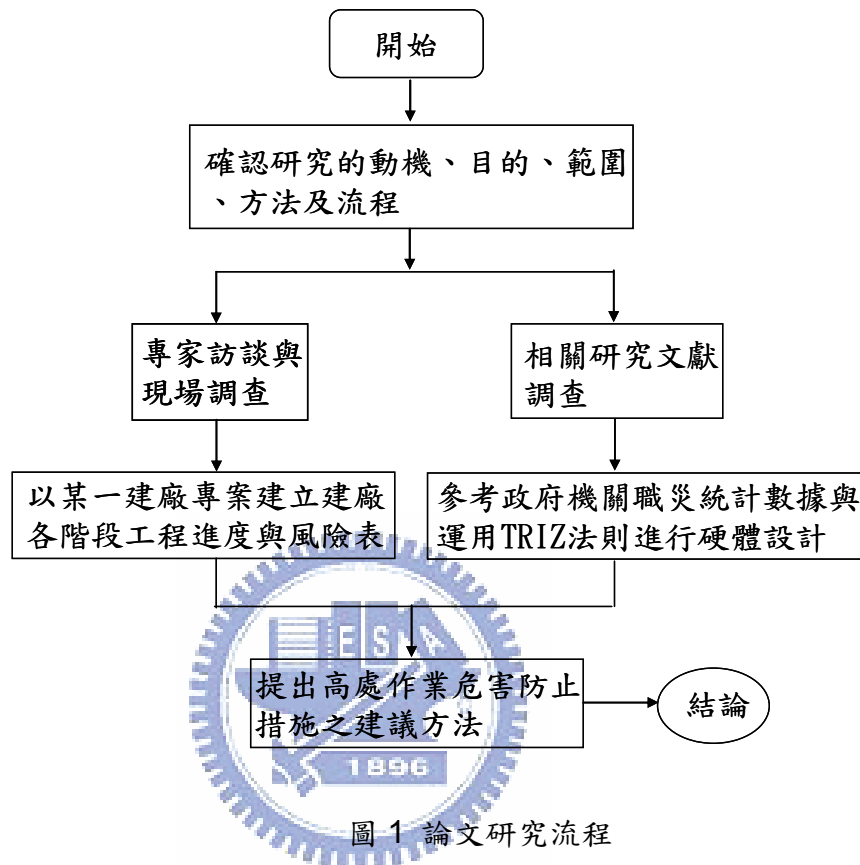
特別針對高處作業開口風險之管道間、電梯直井、格子樑孔、迴風道、人孔、無塵室天花板、吊裝口之防護進行各項探討。

## 1.4 研究流程與成果

### 1.4.1 研究流程（如圖 1 所示）

1. 首先以個人在台中廠建廠之經驗(93.11~94.12)，與結合實際每日工安協議組織運作之數據，提供營建階段各工程進度概況與高處作業防墜措施進行說明。
2. 另外特別在高處作業各項工安缺失進行分析，在該資料中經統計得知在營建階段管道間、電梯直井、格子樑孔、無塵室天花板之開口風險最高，故從其中發展出特殊硬體防護設施進行改善。

3. 運用 TRIZ 中之矛盾矩陣的概念與屬性之引申，分析高處作業安全防護之矛盾矩陣，同時再藉由 TRIZ 中的創新原則，發展出解決高處作業安全防護中關鍵成功因素間矛盾衝突之原則。



#### 1.4.2 研究成果

##### 1. 管道間、電梯直井

在實際運作開口防護需要中，開發出可調式開口護欄（中華民國專利號數：M286254），可使用於管道間、電梯開口邊緣，以防止人員不慎墜落。

##### 2. 格子樑孔

採用人員背負安全橫桿及格子樑孔專用蓋板，使用於格子樑孔開口處，以防止人員不慎墜落。

##### 3. 無塵室天花板

利用無塵室天花板骨架與 T 型螺絲、吊架環、葫蘆鉤，再以棉繩與安全網串接專用安全網，若能依此進行完整鋪設，將可大幅降低過去人員因進行天花板上 hook up (管路連接) 作業而不慎發生墜落事件。

## 第二章 相關文獻回顧

### 2.1 我國營造業墜落安全防護現況

根據行政院勞工委員會統計資料顯示，自民國七十七年以來，營造業重大職業災害嚴重率一直佔各業之冠，而造成營造業高災害嚴重率之主要因素即為墜落災害。由於營造業作業期短，高處作業，多層承攬與勞工高流動性等特性，相較於其他行業，無論在安全衛生管理、人員安全衛生習性、作業安全防護等各方面皆較其他行業來的複雜而難以控制。特別是在墜落安全防護方面，因高處作業施工時必須不斷移動，作業機具、設施又大多為臨時性組構等因素，勞工稍有不慎即可能墜落死亡。

勞研所於八十五年度進行之「營造業墜落安全問題分析」就營造事業單位於工程進行時，作業勞工所可能面臨之墜落場所、雇主所採行的安全設備、措施、安全管理等之防墜情形，選取 300 個工地進行現場訪視調查，期能由調查分析結果提供事業單位擬訂防墜計畫及檢查機構實施勞動檢查之參考。調查結果摘要如下：

#### 2.1.1 安全衛生管理情形

營造業防墜安全管理以法令宣導，工作守則訂定實施情形最好，其次為安全衛生教育訓練、自動檢查及協議組織，上述各項實行率皆在 70% 以上，而高架作業人員篩選人員篩選則未見徹底實施，其實行率在 50% 以下。

未實施防墜安全管理項目主要因為無符合資格人員與雇主認為無實施必要等因素。

交叉分析結果發現不同防墜安全管理項目實施情形如下：

1. 就事業登記等級而言：甲級優於乙級，而丙級實施率最差。
2. 就工程地點而言：高雄市、台北市實施率優於台灣省。
3. 就工程屬性而言：都市工程實施率優於非都市工程實施率。
4. 就工程種類而言：整體而言，土木工程優於建築工程。

5. 就事業單位屬性而言：公營單位實施率優於民營單位實施率。

(1). 可能發生墜落處所

統計結果顯示營造工地中具有墜落危害處所（高處在 2 公尺以上），前七名依序為施工架、地面開口、工作台、電梯管道開口、牆面、樓板開放邊緣、鋼樑及樓梯。由上述調查分析，「結構開口」與「開放邊緣」二類主要為建築結構物，從防止墜落危害角度分析，此二類除本質結構安全設計外，防墜方法主要來自防護設施的使用。而施工架、工作台則為臨時營建物，勞工利用此類臨時營建物進行施工作業，尤其在高處開放邊緣的作業，更需要此類營建物輔助進行施工。然而，勞工於此處所作業時，除使用安全防護設備以防止墜落災害外，更重要的則是此類臨時結構物本身必需有安全之設計與組配。

(2). 墜落危害點防護設施設置情形

針對施工作業設施（施工架、工作台、走道、梯子）墜落危害點所採防墜措施，分為本質防墜安全設計、墜落危害點防墜設施之狀況進行調查統計分析。作業設施本質防墜安全設計之情形施工架：在穩定性方面，完全符合法令規定的有 167 家，合格率为 60%，其中因施工架與臨時構造連接而未符合規定者有 28.3%。

①工作台：工作台板料架設合格率为 40.8%。不合格者有 59.2%係屬板料之尺寸不符規定。

②階梯、走道：階梯走道坡度之合格率为 56.1%、階梯之平台設置合格率为 95.5%。

(3). 墜落危害點採行防墜設施之情形

施工架組配作業防墜設施：統計結果顯示施工架組配作業合格率为 49.3%。不合格情形中，以組配作業時未設法定之板料佔 35%為最嚴重。另有 9.0%之工地在施工架組配作業時，作業主管未到場監督或勞工未穿戴安全帶。

①工作台設置供上下用梯子之情形：統計結果顯示高度 2 公尺以上之工作台有 16.4%未設置供上下用之梯子。



②墜落危害點防護情形：墜落危害防護較差者依序為施工架、地面開口、電梯管道開口、牆面開放邊緣、樓板開放邊緣、鋼樑、樓梯，講台開放邊緣。水電管道、樓板開口。

(4). 防墜設施之設置、採行情況：分別從護欄、防護網、禁止通行區、安全帶、防墜警告標示等防墜防護設施調查其設置現況。

①護欄：護欄設施合格率僅有 12.6%，其中護欄缺少部份構件不合規定之不合格最高達 80%。

②防護網：目前法規上尚未有防護網性能安全規格標準，調查工地防護網設置情況如下：

①防護網設置率：受調查工地中有 64%設有防護網。

②防護網的用途：設置防護網是為了防人體墜落的佔 21.31%，為防物體飛落的佔 44.79%。而其中值得注意的是，有 34.9%的工地認為防護網既可防人體墜落又可防止物體飛落，如果防護網的強度夠強還好，但事實上在國外的標準中對防止人體墜落的安全網及防止物體飛落的防護網要求並不同，因此認為均可防護的有 34.9%，在防護網用途的認知待釐清，而且使用防護網的工地達 64%，所以期盼國內有關防護網、安全網的設施標準能早日擬定。

③禁止通行區：國內法規目前並未有設立禁止通行區的規定，但禁止通行區在實務上設置有其便利性與使用性，因此本調查從禁止通行區離墜落邊緣距離及其設置方式來調查、探討其設置現況。統計結果顯示有 55.0%工地設有禁止通行區，禁止通行方式以紅黃布條或塑膠帶隔離佔 64.0%最多，而禁止通行區離墜落邊緣距離在 1 公尺以下者佔 59.6%。顯示如果勞工在此等禁止通行區跌倒，而人體可能從開放邊緣墜落。因此，制定禁止通行區之設置安全標準有其必要性及迫切性。

④安全帶：統計結果顯示有 77.5%的工地使用安全帶，其中以腰負式安全帶佔 95.8%最多。

⑤設有防墜警告標示工地佔 80.5%，其中以警告標示語佔 57.2%最多。

## 2.2 營造業職災現況及其致災媒介物分析研究

雖然近年在勞委會及政府各部門大力倡導施工安全下，營造災害有逐年下降之趨勢，但營造業之職業災害仍為各業之冠，根據統計，近三年之營造業勞工死亡千人率平均均為 0.212，較諸全產業之 0.077 及製造業之 0.069 高出約三倍，且亦高於其他先進國家，如近三年英國營造業勞工之死亡千人率平均均為 0.05，美國為 0.14，日本為 0.13，且我國每年之重大職業災害中，營造業所佔的比例幾佔全產業之一半以上；而以九十年度的勞保職災保險給付資料來分析，營造業勞工雖僅佔全產業勞工投保人數的 8.7%，但職災保險給付金額卻佔全產業職災保險給付總額的 20% 以上，可見營造作業勞工的高風險性，然欲進行營造業職業災害之防治，首須瞭解職業災害造成之原因，其中不外乎人為因素、環境因素及機材因素，而造成人員之傷害，中間尚須透過致災之媒介物傳遞導致人員傷亡之能量，甚而很多媒介物（如施工機具、施工架等）本身之不良，係為造成職災之主要因素。

因此對營造職災之致災媒介物做進一步之調查遂有其必要性與重要性，透過實際之訪視調查，可以更加瞭解造成營造業職業災害之媒介物種類與致災頻率之大小，作為職災預防及重點檢查之參考，以達到防止職災發生的目的。

### 2.2.1 研究方法及目的

為了瞭解導致營造業職業災害之媒介物，本研究採用叢式抽樣法，挑選台灣省營造業職業工會聯合會及台灣省泥水業職業工會聯合會之會員曾於八十九年度發生死亡及殘廢等重大事故者進行調查，調查工作係透過該兩聯合會位於各縣市之工會行政人員協助進行，並經本所事先施予問卷調查訪視之訓練後，以電話調查為主，並輔以實際訪視及勞保職災給付申請原始資料之比對，以確保問卷之有效及正確性，問卷設計調查之內容包括勞工之年齡、教育程度、工作經驗、罹災程度、災害類型、致災媒介物、勞工個人安全行為及工地安全管理狀況等，總計回收有效問卷共 208 份，回收率為 93.3%，最後經由統計分析軟體對回收之問卷進行分析，調查結果除顯示營造業致災之主要媒介物種類外，並可進一步瞭解工地安全衛生管理現況。

## 2.2.1 調查結果

1. 罹災者之性別：82.5%的職災罹災者為男性，女性罹災者僅佔 17.5%，且男性罹災者中約 21.1%之罹災程度為死亡，而女性罹災者死亡之比例（3.3%）則相對較低，顯見營造業職場上之工作者以男性居多，且多從事較具危險性之工作。
2. 罹災者之年齡：就罹災者之年齡層而言，以 50-59 歲之勞工罹災比例最高，佔所有罹災人數之 40.4%，若包含 40-49 歲之勞工，則佔所有罹災者之比例約達 70%，突顯出中高齡勞工在營造業職場上的安全問題應進一步受到重視。
3. 罹災者之教育程度：調查顯示小學以下教育程度之罹災者佔所有罹災者之 70%以上，一方面可能代表營造業勞工之教育水準本來就比較偏低，一方面也可能隱含教育程度較低者對安全認知及避災能力之不足。
4. 災害類型：災害類型發生頻率前五名為交通事故（27.7%）、墜落（19.9%）、割刺擦傷（16.5%）、物體飛落（6.8%）及物體倒崩塌（6.3%），而各災害類型導致死亡的比率依序為交通事故（29.4%）、墜落（22.2%）、物體飛落（18.2%）及物體倒崩塌（7.7%）、割刺擦傷（3.6%）。
5. 災害媒介物：以災害媒介物之粗分類來分，營建物及設施佔 29%，裝卸運搬機械佔 22.4%，動力機械佔 19.1%，物質材料佔 14.2%，以上四類合計超過 80%，若以細分類來分，則主要的災害媒介物集中在以下幾項：交通工具（14.2%）、施工架（9.8%）、電鋸（9.3%）、模板支撐（8.7%）、金屬材料（6.6%）、木石材（6%）、起重機（3.3%）、屋頂（3.3%）、工作梯（2.2%）等，合計佔所有災害媒介物的 63%以上。

- (1).由於交通事故大部分係於上下班途中由交通工具造成，因此發生於工地最主要的職災類型為墜落，其主要媒介物依序為施工架（38.5%）、模板支撐（15.4%）、屋頂（15.4%）及工作梯（10.3%），佔所有墜落職災案件的80%。
- (2).災害類型為割、刺、擦傷之媒介物，依序為電鋸（45.5%）、金屬材料（12.1%）、切割機（9.1%）以及木、竹材（9.1%），佔了所有割、刺、擦傷職災案件的75.8%之多。
- (3).災害類型為物體飛落之媒介物，主要為模板支撐（28.6%）及石頭、石材（28.6%），佔所有物體飛落職災案件的57.1%。
- (4).災害類型為倒崩塌之媒介物，主要為模板支撐（16.7%）及金屬材料（16.7%），佔所有倒崩塌職災案件的33.4%。
- (5).發生職災時勞工是否正在進行例行性作業：勞工罹災時正在進行的作業屬於臨時被指派者佔36.2%，例行性者佔63.8%，顯示有一定比例之職災與作業勞工被臨時指派非例行性之工作有關。
- (6).罹災者之工作經驗：72.2%的罹災者在所從事的工作上已有三年以上的經驗，顯示勞工之工作經驗久未必使勞工在工作上更安全，反而可能因為自以為經驗豐富而造成人為疏失。
- (7).發生職災的原因：根據調查，46%的罹災者認為係屬個人行為問題，16.4%認為係因為安全設施或安全護具不良造成，35%認為兩者皆有關係。
- (8).工程之業主：95.4%的罹災者所在之工地，其工程之業主為民間單位，政府機關之工程僅佔4.6%，其原因可能與民間單位進行之小型工程數量較多，且安全管理之績效較差有關。

(9).工程之屬性：66.8%之罹災者所在之工地，其工程屬於一般房屋興建之建築工程，僅 33.2%屬於土木工程，因此就職災預防的角度而言，不可僅著重在大型公共工程，諸多職災係發生於小型之建築工地。

(10).對不安全狀況的認知：89.2%的罹災者不知道當時自己正暴露於危險狀況下，而當初意識到有危險的罹災者，有 67.5%係認為職災不會發生在自己身上。而根據與勞工是否正在進行例行性作業進行交叉分析，發現進行例行性工作的勞工感知自己暴露在危險狀況下的比率（13.8%），較被臨時指派工作者感知危險狀況的比率（4.4%），高出 9.4%。同樣與發生職災前勞工是否接受過安全衛生教育訓練進行交叉分析，接受過訓練者有 15%感知自己暴露在危險狀況下，而未受過訓練者，僅 2.6%感知自己暴露在危險狀況下。

(11).工地安全管理狀況：調查結果顯示工作之同仁經常會互相提醒注意工作安全的比例不高，僅有 19.5%，而工地管理人員僅 21%會經常要求勞工佩戴個人安全防護具，而認為工地安全衛生設施設置及管理良好之罹災者僅佔 11.7%。

### 2.2.3 結論及建議

1. 本次調查八十九年度營造業職災死亡及殘廢之媒介物顯示，其中導致職災頻率最高、嚴重性最大之媒介物依序為交通工具、施工架、電鋸及模板支撐。其中交通工具為導致交通事故之主要媒介物，施工架為導致墜落最主要之媒介物，電鋸為導致割刺擦傷最主要之媒介物，模板支撐為導致物體飛落及倒崩塌最主要之媒介物，且以交通工具及施工架為媒介物之職災死亡率均較其他媒介物導致之職災為高。
2. 由於交通工具所導致之交通事故大部分發生於上下班途中，因此除了於工地中規劃適當之交通動線、號誌及交通管制措施外，應可進一步透過工地之安全管理或教育訓練，宣導勞工重視上下班途中之交通安全。
3. 本次調查結果顯示，施工架為導致墜落最主要之媒介物，因此緣於媒介物為施工架

- 之墜落職災防止，有加強檢討之必要，諸如施工架之設計規範、組裝安全、使用安全及維護等問題，應進一步研究。
4. 本次調查結果顯示，電鋸為導致割刺擦傷最主要之媒介物，由於電鋸的使用在營造業頗為頻繁，且使用上普遍缺乏防護，進一步採用或研發使用該等手工具之防護具或本質上較安全之電鋸，以杜絕此一類型之災害，有其必要性。
  5. 本次調查結果顯示，模板支撐為導致物體飛落及倒崩塌最主要之媒介物，在我國由於模板支撐之重複使用性高，且未經設計，經年使用後其支撐常有變形及強度不足之現象，有關模板支撐之設計規範、使用管理之方式，有待進一步研究。
  6. 調查發現罹災勞工對不安全狀況之認知情況不佳，而工地之安全管理功能亦不彰，此等皆為導致職災發生之間接原因，因此有必要對勞工施予危害認知之安全衛生教育訓練，以強化勞工對職災媒介物認知、相關防災對策及勞工安全保護措施之瞭解。
  7. 因為交通事故包含上下班途中發生者，因此實際營造業職場上發生最多死亡及殘廢的職災類型依序為墜落，割刺擦傷、物體飛落及倒崩塌，其中割刺擦傷死亡的比例遠較其他災害類型為低。較值得注意的是感電的案件數目不高，可能因為此次調查僅針對死亡及殘廢之案件，未含納為數眾多之傷病案件有關。

## 2.3 高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防

### 2.3.1 前言

職業災害的發生，對國家社會、企業雇主及勞工本身均產生巨大的影響，除造成勞工本身傷殘及家庭負擔外，且易造成雇主生產力及商譽的降低，進而使國家整體人力、物力等生產要素受到損失，而降低經濟成長能力。根據世界衛生組織(World Health Organization, WHO)的研究報告指出：全世界每年有350萬人意外死亡，而受傷需治療的人數為上述人數的100-500倍，其中有200萬名受害者形成永久性殘

廢。另外，根據國際勞工組織 (International Labour Organization) 統計資料顯示，全世界每年有120萬名勞工死於與工作有關的意外或疾病史，一億六千萬名勞工因工作危害而發生疾病，90%的中小企業的工作環境不良，而營造業則為高危害的行業之一。又依據行政院勞工委員會統計資料顯示，全國歷年重大職業災害行業別分析，自1982年至1999年發生的7,494件中，營造業即佔3,855件，佔51.44%，且自1997年至2005年，營造業的重大職業災害死亡千人率均大於全產業重大職業災害死亡千人率的三倍以上，如圖1所示；且從1988年起，發生件數及發生機率均高居各行業之首。職業災害所造成的人員傷亡、財產損失、生產中斷、家庭及社會成本負擔、經驗流失等直接或間接損失，已形成就業安全政策與國家勞動資源的一大隱憂與浪費。如何降低營造業職業災害，已成為各界亟需研究及努力的目標。高科技相關產業為我國目前產業發展之主流，面對以知識經濟為主的趨勢，目前我國在積體電路製造、精密機械、光電產業及通訊產業等將有重要的突破與發展。唯因全球產業間競爭激烈加上經濟景氣循環影響，當經濟景氣好時，便有多家廠商於進行廠房的新建或擴建。高科技廠房的建造往往具有高投資金額、施工工期短、施工界面多而複雜等特性；雖然國內目前已有相當數量的高科技廠房，建廠經驗可謂相當豐富，唯甚少有關高科技廠房建廠經驗之交流或彙整，可供國內高科技產業新建廠房時之參考；對高科技產業發達的我國，實為一大憾事。

建廠管理過程中，施工安全與時程掌控、預算規劃、品質管理等其他管理目標一樣，都是相當重要的一環。由於施工意外所產生的成本除了醫療費用、賠償金及財產損失等可衡量之成本外，還包括受傷雇員的時間成本、因意外事件造成其他人員停止工作之成本及工程進度的延後所造成之損失等難以衡量之成本。2004年至2005年，適逢半導體產業復甦之期間，國內許多大型的高科技廠，如晶圓製造業及液晶顯示器製造業等，在這期間大興土木，紛紛進行新建廠房之工程。本論文之研究乃以中部科學工業園區某新建之高科技廠房為例，探討其於興建過程中較常見的潛在工業安全風險及危害所在，加以分析研究；再輔以該案例廠興建過程中所發生之勞工安全衛生意外事故為例，配合現行之相關勞工安全衛生法規規範，提出可行性之建議，以作為日後高科技廠房建廠時之參考。

### 2.3.2 研究目的及內容

本研究之目的係針對半導體新建廠房於建廠階段主要危害類別加以分析及探討，並針對建廠期間的勞工主要面臨之潛在風險加以分析，及檢討本研究案例廠於建廠過程中所採用之管理方式，除希望能做為降低日後新建廠房時之參考依據與做為高科技新建廠房營建工程管理模式之參考，並期能有效降低國內高科技廠房營建之勞工安全事故發生率。

### 2.3.3 高科技產業的定義

高科技產業，指的是投入相當程度的研究發展（R&D）經費，並應用現代化的科技資訊、微電子、生化等技術於生產過程的技術、知識密集產業。另外，Kelly(1977)以技術密度在全部產品前面四分之一者為高科技產業；Davis(1982)認為科技人員佔總僱用員工比例及研究發展支出佔銷售額比例，同時大於全國平均值的兩倍以上稱之；Boretsky(1982)則以研發費用佔總費用10%或員工中有10%是工程、自然科學、及技術專家者，為高科技產業。

實際應用上，歐盟(European Union)依照國際貿易標準分類，定義高科技產業為：與電子業結合之產業、太空產業、核能產業、專業工程、生物工程、新能源科技及海洋礦床等七種產業；美國則列出化工與製藥、機械(主要指電腦與辦公室自動化)、電機與通訊、專業科學儀器、航空、及飛彈等產業；日本則是工業用機器人、積體電路、辦公室自動化、新材料工業、生物科技、資訊網路系統、電腦與光學工業、及航太工業；1992年，政院經濟建設委員會根據市場潛力、產業關聯性、附加價值、技術層次、污染程度、及能源依存度等標準，選出了十大新興產業，分別是通訊工業、資訊產業、消費性電子工業、半導體工業、精密機械與自動化工業、航太工業、高級材料業、特用化學品與製藥業、醫療保健業、及污染防治業，這大致綜合了各國的高科技產業的分類。

目前已設立營運之科學工業園區包括新竹科學工業園區、南部科學工業園區及中部科學工業園區；依民國九十五年度之統計資料，各園區已量產之主要產業別如下表1所示：



表1. 國內科學工業園區產業營運概況

| 產業分類                  | 竹科       |                | 中科       |                | 南科       |                |
|-----------------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
|                       | 營運<br>家數 | 營業額<br>(億元 NT) | 營運<br>家數 | 營業額<br>(億元 NT) | 營運<br>家數 | 營業額<br>(億元 NT) |
| 積體電路                  | 181      | 7,948          | 4        | 308            | 11       | 1,110          |
| 電腦及週邊                 | 55       | 1,015          | 1        | 1              | 2        | 9              |
| 通訊                    | 47       | 453            | 0        | 0              | 9        | 14             |
| 光電                    | 65       | 1,606          | 8        | 1,465          | 30       | 3,224          |
| 精密機械                  | 21       | 133            | 8        | 9              | 29       | 137            |
| 生物技術                  | 23       | 31             | 0        | 0              | 17       | 20             |
| 其他科學工業<br>註：含研究及育成中心) | 0        | 0              | 6        | 2              | 3        | 9              |
| 總計                    | 392      | 11,186         | 27       | 1,785          | 101      | 4,516          |

資料來源：新竹、中部、南部科學工業園區管理局95年年報，民國95年

#### 2.3.4 高科技廠房的結構與配置

1. 王維志、周世傑於「診斷高科技廠房工程之營造安全—台南科學園區為例」中描述高科技廠房的特性如下：
  - (1). 單樓層高：便於機械設備裝置。
  - (2). 跨度大：便於彈性隔間、機械設備裝置、生產製程運輸。
  - (3). 載重大：便於設置機械設備裝置、及小型運輸機械進出。
  - (4). 模具化：便於彈性隔間、重複作業。
  - (5). 密閉性高：便於控制作業環境。
  - (6). 高科技表現：強調產業印象，常以玻璃帷幕、鋼結構為主。
  - (7). 工期短：配合產品短之生命週期。
2. 栗正曄、孫健行及翁崇興在「新世代高科技廠房結構設計」中將高科技廠房特性列表如下表2所示：

表2. 高科技廠房結構系統特性

| 類型                 | 樓層數   | 結構系統概述   | 設計活載                    | 微震                       |
|--------------------|---|--|-------------------------|--------------------------|
| 半導體製程              | 通常只有一層主要生產樓層，其上為供氣桁架層，其下為回風與原料供應層 (SubFab)  | 生產樓層以下經常採用 RC 剪力牆系統，生產樓層以上配合製程設備採用約 40 m 跨度鋼桁架，常見樓版型式有格子梁或 Cheese 樓版，樓版下方柱距約 4.2~4.8 m           | 1.5t~2 t/m <sup>2</sup> | 大部分區域達 VCC~VCD           |
| TFT-LCD 面板製程廠房     | 通常有二~三層主要生產樓程，每個生產樓程均有供氣層與回風與原料供應層 (SubFab) | 上部鋼構經常採用 26 m 以上跨度鋼桁架，並於建物外側輔助以鋼構斜撐以提高勁度，常見樓版型式有格子梁、Cheese 樓版或深度 350~450 mm 之密集鋼樑系統，柱距約 9.6~15 m | 1t~2 t/m <sup>2</sup>   | 大部分區域達 VCB<br>少部分機台達 VCC |
| TFT-LCD 偏光板廠房 (上游) | 通常只有一層主要生產樓層                                | 主要生產區為厚版基礎，採用 RC 抗彎矩構架系統   | 2t~6 t/m <sup>2</sup>   | 一般無微震需求                  |
| TFT-LCD 組裝廠 (下游)   | 通常只有 4~5 層主要生產樓層                            | 採用 RC 抗彎矩構架系統，柱距約 9.6m   | 0.8t~1 t/m <sup>2</sup> | 一般無微震需求                  |
| 光化學原料廠             | 通常有 3~4 層主要生產樓層                             | 採用 RC 抗彎矩構架系統，柱距約 9.6m   | 2.0 t/m <sup>2</sup>    | 一般無微震需求                  |

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

2.半導體製程廠房橫剖面可以看各層分佈(如圖2、圖3)，潔淨室為主要生產空間，該層樓版通常為60~80 cm 厚之CHEESE SLAB 或是深度達120 cm 之格子梁構成，設計活載重約1.5~2.0 ton/m<sup>2</sup>，由圖1可以看出潔淨室下方柱位較密集區為Sub Fab，主要功能是作為潔淨室回風與物料供給，設計活載重約0.8 ton/m<sup>2</sup>，Sub Fab 下方為設備層，一般常用柱距為4.2 m~4.8 m 之RC 結構。此外，由圖2 平面圖顯示主建物雙向均有許多剪力牆配置，剪力牆同時提供抗震作用及水平微震需求。潔淨室上方是大跨度桁架層，為新鮮氣體供應與消防排煙設施空間，設計活載重約0.3~0.5 ton/m<sup>2</sup>。

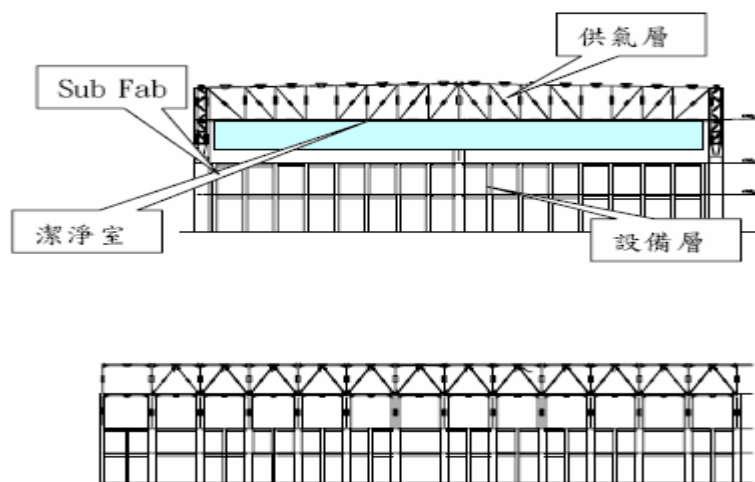


圖2. 半導體製程廠房橫剖面及長向剖面

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

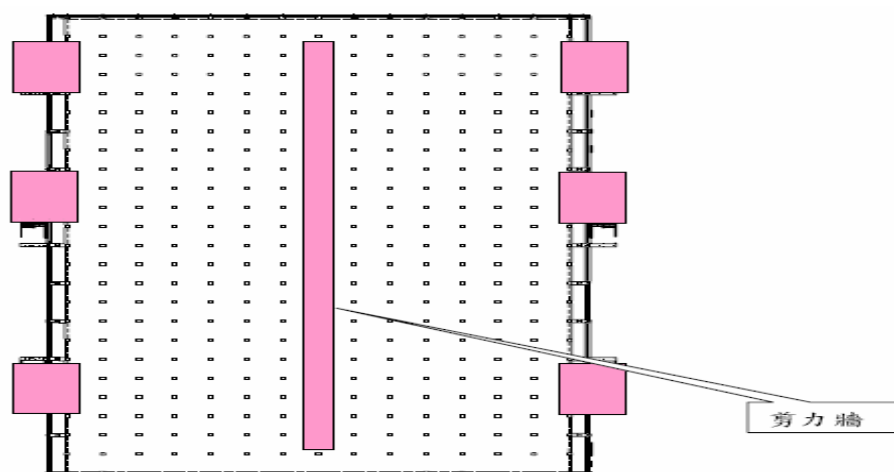


圖3. 半導製程廠房平面圖

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

### 2.3.5 營造業作業人員與協議組織運作之特性

營造業勞工流動性大，缺乏安全衛生教育及預防災害之訓練，安全意識明顯不足，勞工易因人為因素而產生災害，人員之特性可歸納如下：

1. 人員流動性高，管理難度高。
2. 景氣轉佳時，造成勞工缺乏，一般工種需求大。
3. 受露天、地形、天候、工程特性等自然條件影響，且作業環境特殊，大多為危險性及有害性作業。
4. 以共同承攬及層層轉包方式提供勞務，造成不同勞工共同作業，安全管理及安全設施之執行困難較多。
5. 專業技術之技能檢定尚未普及，技術水準良莠不齊，工程品質控制不易。
6. 營造產品均為訂貨生產，規格化、標準化程度低，故其訓練與學習效果較一般製造業為低，生產力亦低。

營造業為職業災害嚴重率最高之行業，且罹災之勞工多屬再承攬事業單位。一般而言，每個工地平均有17.4個一層協力承攬商，8.8個二層協力承攬商，且有40.1%之工地無相關經費可資運用，且有70%以上之研究受調單位認為政府應加強宣導教育及訂定協議組織運作規範，以提昇下層承攬商之認知，並增加協議組織運作之效率。

營造業之特性不同於一般的製造業，其承攬事業單位間安全衛生管理通常有以下之特性：

1. 協議組織會議召開不落實
2. 協議組織決議執行不落實
3. 安衛費用編列不足
4. 安衛費用沒有預算化及合約化
5. 安衛費用被打折扣且未專款專用
6. 工作介面不清楚
7. 原承攬人責多權少
8. 承攬大多未投保雇主意外責任險

### 2.3.6 高科技建廠營建工程適用之相關勞工安全衛生法令

為降低勞工在新/擴建廠過程中工安事故的發生率，除需實施適當的安全衛生教育訓練外，更應要求承攬之營造業者及事業主，依循相關勞工安全衛生法令，以提供勞工較安全的工作環境。高科技廠房營建過程中應符合及遵守之主要勞工安全衛生相關法令規定。

另外，為加強高科技產業之業主、高科技廠房新建工程承造廠商、設備廠商及雇主等之安全衛生宣導、檢查、輔導，維持高科技產業安全衛生管理水準，以降低產業因災害影響之風險，行政院勞工委員會於94年5月24日公告了「高科技廠房新建工程安全檢查基準」；對於高科技廠房新建工程實施監督檢查，其對下列設施重點實施安全檢查，並詳列出新建工程安全檢查重要及其合格判定標準，主要項目包含如下：

1. 基礎工程。
2. 鋼構組配工程。
3. 鋼筋混凝土工程。
4. 管線裝配、拉線、清潔等室內二公尺以上處所作業。
5. 電氣設備。
6. 車輛機械、起重機具設備。
7. 局限空間作業。
8. 其他。



### 2.3.7 營造業職災原因分析與預防措施

依行政院勞工委員會勞動統計90年~95年年報顯示[22]，我國營造業死亡職業災害類型百分比如表6所示。其中墜落滾落所佔比例最高，為24%~38%；其次為感電，為8%~10%。

就營造施工分析，營造工程易發生工安災害之原因如下：

1. 營造工程施工存有較高風險。
2. 營造工程承攬分包，安全衛生整合不易。
3. 安全衛生經費編列不足，工程業者因陋就簡。
4. 設計規劃未考量安全衛全管理及風險評估。
5. 營造業之自主管理機制不完善或不落實。

台灣地區營建作業安全設施調查研究曾對營建作業中所主要引起的各種營建災害類型，包括：工作場所安全措施、施工架安全措施、露天開挖安全措施、材料儲存作業安全措施、鋼筋混凝土作業安全措施等進行研究及統計，並建議應加強勞工安全教育、設置專職的檢驗機構(針對施工架及模板)、安衛費用之規定、設置足夠的照明設施等以降低災害發生。營造業墜落重大職災大多數的罹災者工作經驗少於1年，且多數罹災者其雇主並未提供個人防護具；無職業災害經驗者，較傾向於覺得自己的安全知識是足夠的，有職業災害經驗者，反而傾向於覺得施工單位與自己墜落預防的知識均不足，職業災害的經驗，刺激了作業者對自身防護知識與工地安全教育的需求。營造業勞工發生墜落最多的是在施工架，因踩滑及設施固定不良而墜落。在建築物本體中，如樓板、管道等臨時開口部份，若未設置警告標誌、安全網、安全護欄等設施，則勞工極易在疏忽或視線不佳的情況下踩空而墜落。

營造業中勞工作業時，常因趕工、本身的作業習慣不良或受限於既有的作業環境，常有不安全的行為產生。因此，作業勞工普遍缺乏對危險情境的認知與墜落預防相關安全衛生知識。以人因工程角度歸類分析勞工危險意識的類型，進找出造成營造業勞工意外災害的原因發現：勞工均以犯「知覺飽和」、「物化飽和」、「過度簡單化」，所造成的災害最多。

### 2.3.8 高科技新建廠房之勞工安全衛生事故案例回顧

高科技廠房因性質特殊，因此例年來，在營建工程進行中來發生了為數不少的重大職災事件，茲將近年來高科技建廠營建工程所發生的重大職災案例彙整如表3所示。

表 3 高科技產業建廠擴廠營建工程發生重大職災彙整表(2005 年)

| 死 | 傷 | 行業別 | 災害類型  | 媒介物  | 業主   | 災害發生單位     | 作業類別                                     |
|---|---|-----|-------|------|------|------------|--|
| 1 | 0 | 營造業 | 墜落、滾落 | 開口部份 | 中華映管 | 崑成企業社      | 勞工於 L20 層開口處從事廢棄物清理工作於傳遞廢棄物時，不慎從開口處墜落致死。 |
| 1 | 0 | 營造業 | 墜落、滾落 | 開口部份 | 遠茂光電 | 冠仕賢公司      | 勞工於從事兩庇玻璃縫劑施作時，不慎墜落致死。                   |
| 1 | 0 | 營造業 | 墜落、滾落 | 開口部份 | 廣輝電子 | 羿鴻實業公司     | 勞工於從事清潔工作於搬運三夾板過程中自開口部份墜落致死。             |
| 1 | 0 | 營造業 | 墜落、滾落 | 開口部份 | 友達光電 | 志誠行        | 勞工於收拾電線時，不慎絆倒自二樓樓板開口處墜落地面致死。             |
| 1 | 0 | 營造業 | 墜落、滾落 | 開口部份 | 中華映管 | 正城機械工程有限公司 | 勞工於搬運格柵板時，不慎從四樓開口墜落至一樓地面，送醫不治死亡。         |

資料來源：行政院勞工委員會，高科技產業建廠、擴廠及維修工程災害趨向分析之安全管理—產業災害經驗與防災對策研討會會議資料，民國94年

### 2.3.9 廠房建廠規劃流程及主要工程施作項目

一般而言，建廠計劃均經由高層或董事會決定建廠政策實施之時機與大環境之考量，再交由專業團隊的設計與規劃，然後再將工程招標發包，經施工階段，最後再交由高科技業者驗收與裝設生產機台，正式由工地轉型為工廠。茲將各階段之工作流程說明如下：

1. 新/擴建廠(增/投資)政策之擬定：由高層及董事會經審慎的評估及討論後，決定建廠政策實施之時機。
2. 組織/團隊成立與分工：依建廠階段之任務需求及組織特性，由既有經營團隊中挑出專業及組織能力之人員。一般會再聘用國外/國內總顧問，由其協助建廠規劃及統籌事宜。
3. 選擇廠址及預估相關工程進度之期程：考量預定場地之大環境，如交通便利性、周邊資源及地理地質特性等，加以分析比較，評估不同預定地之優缺點，同時估算建廠所需之期程及前置作業所需之程序，如是否需實施環境影響評估等；以中部科學工業園區而言，准許入區之廠商可免自行實施環境影響評估，唯需依循中部科學工業園區管理局之環評說明書之內容。
4. 工程進度規劃及控制：依階段性之工程種類及項目，規劃控制所需之工期，如開挖、結構、隔間及系統設置等，訂定階段性之目標及期程，再依細項工程類別及內容展開。
5. 廠區配置規劃：依廠房建設階段性工程之材料暫存區及動線，並考量各作業區活動所需之面積及可用面積進行規劃，同時將日後營運生產所需之物料搬運與未來擴充設備與機台動線一併納入。
6. 廠房其他設施及景觀規劃：如電力設施、超純水製造設施、氣體/化學品供應設施、消防設施、倉庫、包含生產製造所產出之污染防制/防治設施(如廢水處理廠、空氣污染防制設施與噪音防治設施等)、員工休憩場所、公共設施及建築物外牆與綠地庭園規劃等。
7. 工程招標與發包：具以上所述之初步規劃及較具體之內容後，即針對建廠承包商所需之特殊資格、招標策略及廠商在同業中之口碑與實績、工程發包計劃、界面整合及管理能力、進度掌控及應變能力等，進行遴選與發包。
8. 廠房建置施工：依工程規劃與計劃，執行建造廠房之工程。



9. 變更設計與管理計畫：在施工的過程中，往往會發現許多當初規劃不足或與實際狀況有較大落差的情形；因此，常需進行設計變更或工程追加，此時便需調整原先之規劃，並確實掌握工程品質及進行成本與會計控制。
10. 設備安裝、工程驗收與移交：依建廠工程進行，將陸續進行驗收與移交，同時亦將隨工程完成情形，進行廠務設備安裝與生產機台設備安裝等。

#### 2.3.10 高科技廠房建廠主要工程施作項目包含如下：

1. 土方開挖與回填：一般而言，設有無塵室之高科技電子製造業在考量營運時設備機台、物料與人員等之載重及減少地震時對建築物可能造成之損壞，因此Fab 棟之建築設備載重通常大於1500 kg/m<sup>2</sup>。
2. 筏基及地下室結構牆構築：土方開挖後，隨即進行的工程項目為筏基及地下室之結構構築，勞工的主要作業內容包含了綁筋、切焊動火及灌漿作業等。
3. 鋼構吊掛與組裝：勞工的主要作業內容包含了鋼構的吊掛與組配作業之熔接切割、栓接、鉚接及豎立組裝等。
4. 鋼承板及各樓面結構牆構築：伴隨鋼構組裝的工程項目為鋼承板及樓面結構牆構築，在樓板鋪設的施工方式，一般皆以吊掛配合小型機具或人力搬運之方式進行；鋼承板先行鋪設後，再施以熔焊、鋪設鋼筋網及灌漿。
5. 無塵室工程施作：包含格子樑施作、地板環氧樹脂塗佈、高架地板架設、Truss 層迴風及排氣管道安裝等。
6. 廠務設備區工程施作及設備安裝：如純水供應系統、廢水處理系統、氣體化學品供應系統、空調系統、電力系統及消防系統等設備區之施作及設備安裝。
7. 風管、氣體化學品等管道間及電梯間工程施作。
8. 內外部裝修及防火塗佈：包含建築物鋼構防火漆或防火泥塗佈、室外隔間及非無塵室區域室內裝潢施作等。
9. 生產機台搬運及裝機。

#### 2.3.11 建廠期間主要勞安衛缺失類別與統計

行政院勞工委員會在進行勞動檢查時，一般以違反國內勞安衛法規條文為基準，進行不合格統計，而勞委會制定職災類型分類方法，可分為二十個項目，其分別為(1)墜落、

滾落、(2)跌倒、(3)衝撞、(4)物體飛落、(5)物體倒塌、崩塌、(6)被撞、(7)被夾、被捲、(8)被刺、割、擦傷、(9)踩踏、(10)溺斃、(11)與高溫、低溫之接觸、(12)與有害物等之接觸、(13)感電、(14)爆炸、(15)物體破裂、(16)火災、(17)不當動作、(18)其他、(19)無法歸類者、(20)交通事故(公路、鐵路、船舶、航空器及其他)；本研究在進行建廠工程勞安衛缺失統計時，為將缺失類別簡化，故僅選擇以巡檢時所發現的缺失所可能造成之主要災害類別為主，並將缺失種類分為硬體措施之缺失及人員管理缺失，分別統計在建廠工程進行的不同階段巡檢時所發現之各類缺失分佈情形，以期能尋求更佳之管理模式，茲將各類缺失描述說明如下：

1. 墜落及滾落(硬體措施)—如未設置安全網或安全母索、開口及邊緣處未設置護欄、施工架搭施不良等缺失。
2. 墜落及滾落(人員管理)—指施工人員未依規定使用安全帶；已設置好之安全網因工程進行，暫時拆除，而無復歸；施工人員攀爬施工架上下、作業人員作業於移動中之移動式施工架；安全母索或護欄遭施工物料堆置而降低或喪失其功能等缺失。
3. 跌倒(硬體)—地面開孔未設置警告標誌或防護，可能造成人員跌倒，其中開孔高度較低者。
4. 跌倒(人員管理)—如人員站立於行駛中堆高機上、地面開孔防護蓋因工程進行遭移開而喪失其防護功能等。
5. 物體飛落(硬體)—如吊掛作業之掛鈎無防滑舌片或無效、過捲揚裝置遭拆除或失效；單索吊掛、鋼構無設置細目之安全網等。
6. 物體飛落(人員管理)—如物料堆置於開口或邊緣處、吊掛作業區域無管制，下方人員無隔離；廢棄物料自高層丟下，下方無隔離或設置監督人員等。
7. 物體倒塌崩塌(硬體)—開挖邊緣無設置擋土支撐或進行表面被覆。
8. 物體倒塌崩塌(人員管理)—如工程材料堆置高度過高或明顯歪斜，有倒塌而壓傷人員或產生物體飛落之情事。
9. 感電(硬體)—如配電盤無設置漏電遮斷器或自動電擊防止裝置、配電盤損毀嚴重、使用不適當之電線接盒、電線損毀或裸露等。
10. 感電(人員管理)—電線裸接、電線泡水等。
11. 火災爆炸(硬體)—如焊接用乙炔鋼瓶管路龜裂、易燃氣體鋼瓶無裝設防迴火裝置、未設置適當之高壓易燃氣體或易燃性有機溶劑暫存區、柴油發電機柴油管路破裂、高

空焊接作業下方貯有易燃物等。

12. 火災爆炸(人員管理)—動火作業區域無設置監火人員，動火作業進行無隔離，易燃品任意置放或鄰近火源、熱源等。
13. 氣體鋼瓶無固定—指高壓氣體鋼瓶在使用時，並無以繩索或鍊條固定，倘鋼瓶傾倒撞斷鋼瓶接頭，將可能造成鋼瓶飛射撞傷人員或引發火災爆炸(可燃性氣體)。
14. 人員無配戴安全帽—指人員進入工區內，進行工程施作時，無配戴安全帽。
15. 缺氧危險作業(硬體)—無設置通風與換氣設備或空氣/氧氣呼吸器、無供給適當之梯子或上下設備。
16. 缺氧危險作業(人員管理)—無掌握許可進入人數及姓名(如進出簽名或點名登記)、作業開始前未測定該作業場所空氣中氧氣含量、未申請作業許可等。

### 2.3.12 建廠各階段主要工程之勞工安全衛生潛在危害鑑別

本節中所討論之潛在危害鑑別討論以施工過程中除因工程規格設計及因工程工法不良所產生之災害外，在建廠施工過程中勞工所面臨的安全衛生潛在風險。建廠主要之施作工程類別及順序茲說明如下：

1. 土方開挖與回填：設有無塵室之高科技電子製造業在考量營運時設備機台、物料與人員等之載重及減少地震時對建築物可能造成之損壞，因此Fab棟之建築設備載重通常大於1500 kg/m<sup>2</sup>；以本研究之高科技廠為例，土方開挖的深度約為5~10 m<sup>2</sup>，主要勞工安全衛生潛在危害包含有一人員墜落、土方坍塌及管湧與砂湧、開口邊際土石掉落等所造成之危害。另外，在開挖進行後，工程基地內常有積水的情形，通常均以沈水泵將積水抽除此時使用之電源線，如為裸線搭接或電線破損受潮，則很容易引發人員感電事件。
2. 筏基及地下室結構牆構築：土方開挖後，隨即進行的工程項目為筏基及地下室之結構構築，作業內容包含：
  - (1). 灌漿及綁筋：如前段所述，因高科技廠房建築物之設計載重通常較高且地基面積通常較大，加上工期短的施工特性，故工作界面通常較為複雜；一部份施工人員進行綁筋的過程中，往往上空就是鋼筋束及模板等工程材料的吊掛作業範圍，此時極易發生工程材料掉落而砸傷人員的情形。另外，進行樑柱及牆面綁筋時所使用之施工架，因底部支撐往往設置在較鬆軟的地面或僅以木板或石塊等做為臨時支撐物，而

無較堅固之墊撐材，加上工程進度趕工，對於垂直面之斜撐及水平面之繫材亦設置不足，因此常發生施工架倒塌及伴隨人員墜落事故，而造成人員傷亡。

- (2). 切焊動火作業：在綁筋作業的過程中，往往需於現場進行切焊動火作業，所使用的氣體鋼瓶倘無以可加以固定之推架，則容易發生鋼瓶傾倒，更甚者，鋼瓶頭斷裂，造成鋼瓶飛射傷人的事故；另外，如施工作業人員並無適當移動鋼瓶，而任切焊氣體管路置放於通路上，亦有可能因管路龜裂破損而引發火災或爆炸事故。
3. 鋼構吊掛與組裝：當筏基及地下室結構牆構築至某階段後，接下來便是廠房鋼構的吊掛與組裝；在此階段的施工內容進行時，因往往地面仍有許多不同工種的工程在進行，因此吊掛區域內有無設置圍籬並落實管制，將是安全的一項重點。在鋼構組裝進行的過程中，應該同時設置安全網以防止發生人員墜落或物品掉落所造成之意外事故，人員並應確實使用安全帶及防墜器，特別是在鋼構組配作業之熔接、栓接、鉚接及鋼構之豎立時。另外，高空焊接時因感電事件或火星掉落所可能直接及間接造成人員傷害及火災事故之潛在風險，亦不可輕忽。
4. 鋼承板及各樓面結構牆構築：伴隨鋼構組裝的工程項目為鋼承板及樓面結構牆構築；在樓板鋪設的施工方式，一般皆以吊掛配合小型機具或人力搬運之方式，鋼承板先行鋪設後，再施以熔焊，倘下方無張設安全網，而人員未落實分區施工或標註未完成熔焊之區域，則有可能發生施工人員誤踩未固定之鋼承板，造成人員墜落導致傷亡；而各樓層地面有多處之開口且施工人員於敲出栓桿、衝梢或鉚釘頭及熔焊接時，如未確實採取防護措施，則有可能發生物體飛落或人員墜落之意外事故。另外，在此階段施工過程中，因作業區域的重疊性極高，如上方施工人員在進行熔焊接作業時，倘下方無採區域管制或硬體防護，則下方所使用之乙炔鋼瓶、管路及其他易燃品，極易因熔焊接火花而引燃，產生火災或爆炸事件。
5. 無塵室工程施作：一般無塵室格子樑的開孔直徑約為三十公分，倘施工後無施以適當之覆蓋則此區之工作人員常可能誤踩而發生跌落之情事，或工程材料及工具掉落至下方樓層而誤傷人員之事故，特別在進行無塵室地板塗佈及高架地板安裝時，最容易發生此類之事故；然而因此階段工程進行時，不易設置安全母索及有效張設安全網，因此國內之無塵室施工廠商多採其他替代方式來確保人員不會發生墜落事故。另外，無塵室上方Truss層進行架構作業時，由於桁架數量多且結構較為複雜，人員於此階段進行高架作業，宜使用雙掛鉤全帶，以避免發生人員墜落事故。

6. 廠務設備區工程施作及設備安裝：建廠工程結構物施工至階段進度後，隨之而來的便是廠務系統如純水供應系統、廢水處理系統、氣體化學品供應系統、空調系統、電力系統及消防系統等設備區之施作及設備安裝。此時，貯槽或其他換氣不易之侷限空間內工程施作，將是人員所面臨之主要潛在之危害風險。
7. 風管、氣體化學品等管道間及電梯間工程施作：在進行風管、氣體化學品等管道間及電梯間之施作時，因管道間或電梯間往往為自低層穿過各樓板之後，再轉向供應區域，因此施工人員的工作高度常為數層樓高，且各樓層管道間預留之開口處，倘無加以適當的硬體防護及警告標語，便容易告成人員自開口處墜落；此外，施工區域的臨時照明是否足夠，亦是安全防災的一重要因素。而在進行無塵室Truss層之相關工程時，因施工人員往往直接站立在無塵室天花板或攀附在其支架上，也因此較易發生人員墜落之意外事件。
8. 內外部裝修及防火塗佈：在建廠工程進行至中後階段時，內外部裝修及防火塗佈工程便開始進行。因高科技廠房具有單樓層高的工程特性，故在進行內外部裝修及防火塗佈時，往往需搭設固定式或移動式施工架以便於施工人員進行作業，另因其亦具施工工期短的工程特性，施工人員在搭設固定式施工架時，往往未架設完整的施工架，如斜撐水平固定繫材不足，或施工人員於移動式施工架上作業中，便由下方人員逕行移動；因工地地面通常並不平整且常有雜物堆置，故在移動的過程，易產生施工架傾倒及人員墜落之事件。而在進行內部裝修及防火塗佈時，此時建築物內部的照明通常架設不足，故常導致人員因視線不良而發生跌倒及撞傷的情形。

將建廠各潛在危害類別及工程種類及依研究案例廠建廠過程中巡檢所發現之缺失所對應之危害類別及工程類別可彙整如表4所示：

表 4. 建廠工程及危害類別對應表

| 危害類型        | 工程類別  |
|-------------|---|
| (1) 墜落、滾落   | 土方開挖、筏基及地下室結構牆構築、鋼構吊掛與組裝、鋼承板及各樓面結構牆構築、無塵室工程施作、風管及氣體化學品等管道間與電梯間工程施作、內外部裝修及防火塗佈           |
| (2) 物體飛落    | 土方開挖、筏基及地下室結構牆構築、鋼構吊掛與組裝、無塵室工程施作、風管及氣體化學品等管道間與電梯間工程施作、內外部裝修及防火塗佈                        |
| (3) 火災/爆炸   | 鋼構吊掛與組裝、鋼承板及各樓面結構牆構築、內外部裝修及防火塗佈   |
| (4) 感電      | 土方開挖、筏基及地下室結構牆構築、鋼構吊掛與組裝、鋼承板及各樓面結構牆構築   |
| (5) 缺氧      | 廠務設備區工程施作及設備安裝  |
| (6) 中毒      | 內外部裝修及防火塗佈  |
| (7) 物體倒塌、崩塌 | 土方開挖、筏基及地下室結構牆構築、內外部裝修及防火塗佈   |
| (8) 鋼瓶無固定   | 筏基及地下室結構牆構築、鋼構吊掛與組裝、鋼承板及各樓面結構牆構築、無塵室工程施作、廠務設備區工程施作及設備安裝、風管、氣體化學品等管道間及電梯間工程施作、內外部裝修及防火塗佈 |
| (9) 跌倒      | 風管、氣體化學品等管道間及電梯間工程施作、內外部裝修及防火塗佈   |

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

### 2.3.13 主要缺失類型與發現缺失件數統計

將本研究案例廠於建廠過程中進行工地現場查核時所發現之主要勞安衛缺失加以統計，各類缺失件數如圖4，其所佔的百分比分佈如圖5所示。其中顯示，在案例廠建廠過程中，篩選出主要缺失共1638件，最常見的勞安衛缺失為導致墜落、滾落之類型，在十個月的建廠過程中，共發現了1159件，佔所有巡檢發現缺失數之70.8%；其次為導致

物體飛落之類型，共有125件，佔7.6%；再其次依序為導致感電危害之類型，共有121件，佔7.4%。此統計結果與行政院勞工委員會勞動統計92年至95年年報營造業死亡職業災害類型百分比統計資料之排列大致相同。另外，在使用高壓氣體鋼瓶時，鋼瓶無固定的缺失件數亦有100件之多，佔所有缺失數之6.1%。

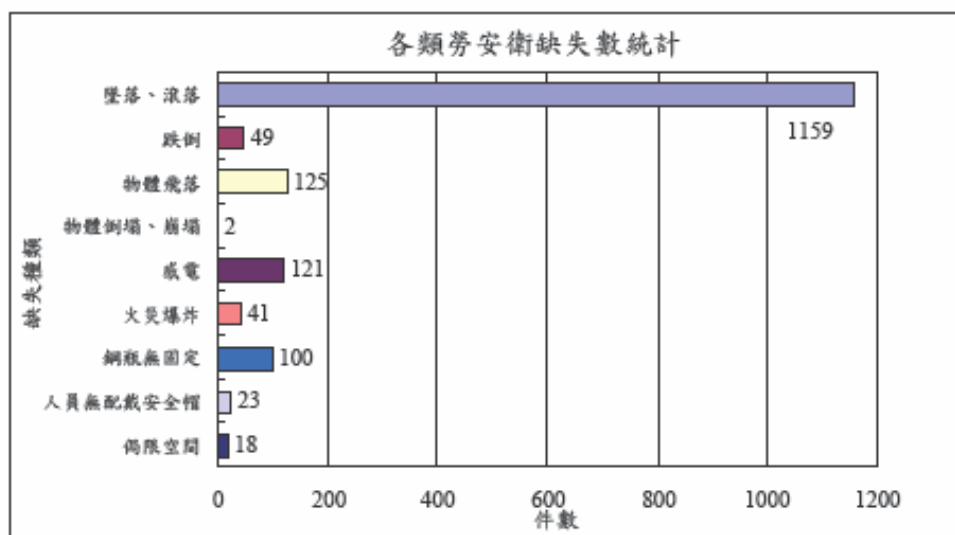


圖 4. 建廠工程主要勞安衛缺失統計圖

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

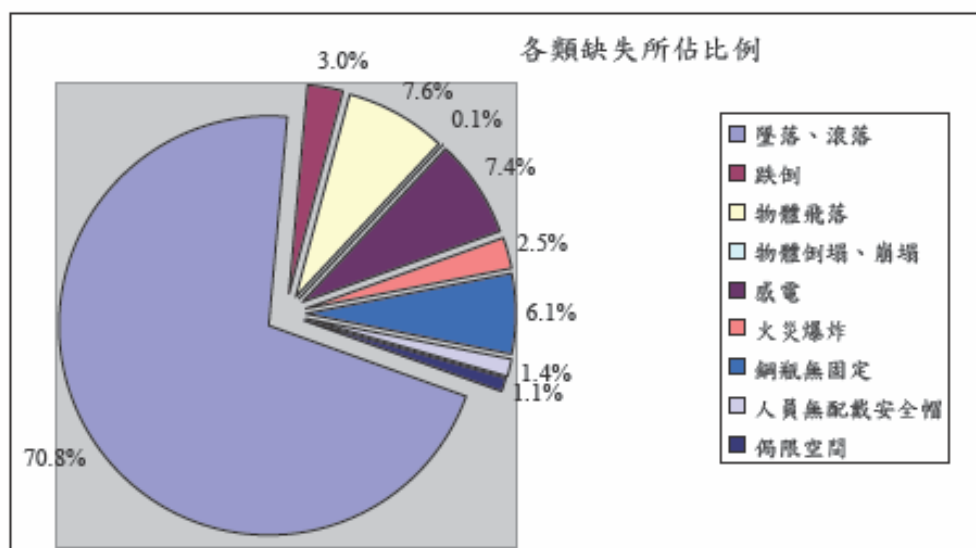


圖 5. 建廠工程主要勞安衛缺失類型分佈圖

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年

### 2.3.14 缺失分類及建廠主要施作工程期程之關聯

再進一步依建廠工程期程為基礎，主要缺失類型所產生的時間節點如圖5所示。

在檢討所發現缺失次數最多的墜落滾落方面，由圖6顯示，自工程啟動第二個月及第三個月起，主要工程筏基及地下室結構牆構築、鋼構吊掛與組裝、鋼承板及各樓面結構牆構築，「墜落及滾落(硬體措施)」不符合規定之缺失件數開始逐漸增加，至第七個月開始，單月缺失數超過百件，而該類型之每千人違規率大致在3~5%之間。而在「墜落及滾落(人員管理)」部份，在第五個月起，其每千人違規率開始有逐漸增加之趨勢，在第八至第十個月，是新建工程違規率的高峰期，檢視其主要違規之工程內容，大多是內外部裝修工程進行時，施工人員進行高架作業，未依規定使用安全帶或因進行工程，將原先已設置好之防墜落措/設施拆除，而無復歸。在新建工程的過程中，「墜落及滾落(人員管理)」每千人違規率最低的期間出現在第三、第四個月，由此顯示，鋼構吊掛與組裝之施工人員，對於墜落滾落之危害意識較高，其他工程施作人員，如風管、氣體化學品等管道間及電梯間工程施作與內外部裝修工程施工人員，對於墜落滾落之危害意識較低，於統計結果中亦可發現較高的「墜落及滾落(人員管理)」每千人違規率。

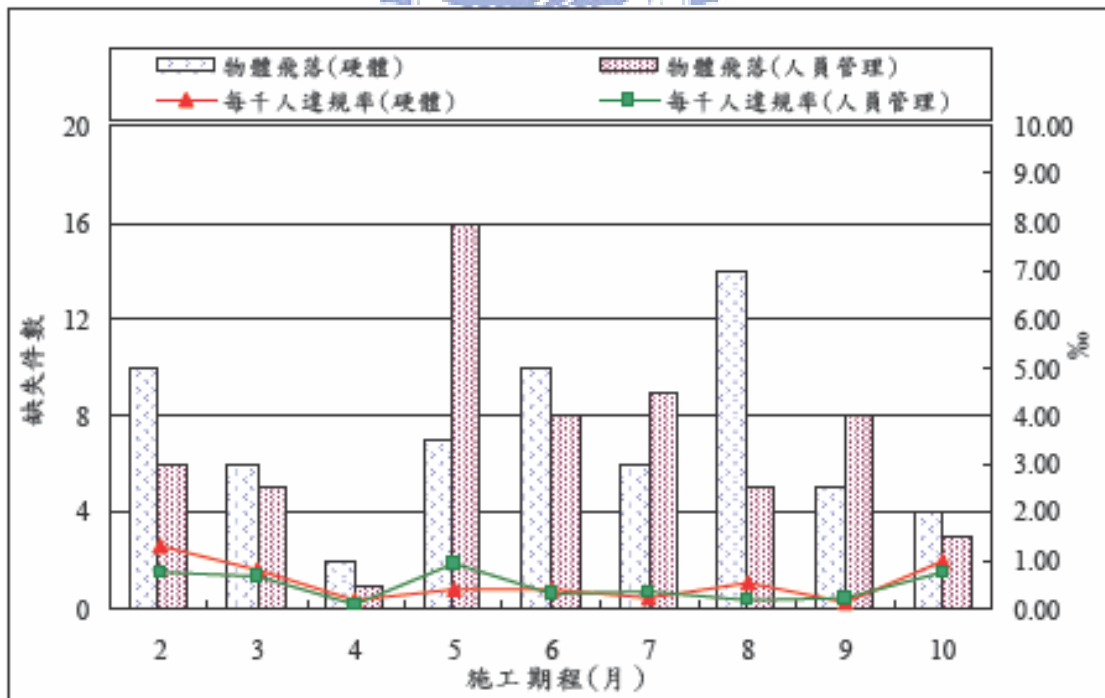


圖 6. 物體飛落之缺失統計圖

資料來源：蔡春進、吳新富，「高科技新建廠房的工程危害鑑別與預防」，民國96年



### 2.3.15 人員墜落滾落之防止

人員墜落滾落為我國營造業死亡職業災害所佔比例之首；依本研究所進行的缺失統計及分類方式，亦為最高；依其屬硬體類缺失或人員管理類缺失再細分，則所佔比例分別為58.0%與42.0%。防止之重點如下：

1. 易發生之設施/場所：開口處、高架作業、樓梯、施工架、模板、屋頂。

#### 2. 預防對策

硬體：

(1). 設置合格上下設備。

(2). 設置護欄、扶手、護蓋及安全網等設施或器材。

(3). 設置合格安全母索。

(4). 設置警示線。

(5). 高處作業或管道間作業應設置穩定的工作架台與上下設備，如使用架設施工架或設置工作台以取代超高A字梯等作業。

人員管理：

(1). 配戴安全帽、佩掛安全帶。

(2). 主管人員接受專門之教育訓練。

(3). 限制作業人員進入管制區(警告標示)。

(4). 作業前檢點。

(5). 落實自動檢查。

(6). 天候不佳可能影響施工安全時，應停止施作。



### 2.3.16 結論與建議

#### 1. 結論

(1). 在案例高科技廠的建廠過程中，所發現的勞工安全衛生主要缺失件數為導致墜落、滾落之類型，其次為物體飛落及感電危害，其比例排序與近年來行政院勞工委員會勞動統計營造業死亡職業災害類型之排序大致相同。由此可見，建廠施作過程中，工地之勞工安全衛生缺失件數與職災發生絕對有其依存關係。

(2). 一般營造作業最大的危害作業為模板支撐、鋼構、混凝土、鋼筋作業；依本研究之缺失分類方式，可發現，墜落、滾落缺失之主要原因在工程前半，多屬硬體措

施缺失為主，後半則多為人員管理方面之缺失。因高科技廠房建廠工程特性異於一般營造工程，最主要的危害作業為則為鋼構、廠房內外部裝修工程、管道間及電梯間工程施作。

- (3). 按例廠於每日下午召開協議組織會議，以傳達及宣導相關事宜，並藉此檢討追蹤缺失改善情形，可有效提昇各承攬商對工區勞工安全衛生重視程度，及提高缺失改善率。
- (4). 雖勞工安全衛生設施規則中有規定對於高壓氣體容器使用時應加固定，唯在建廠工程進行中，鋼瓶無固定之缺失，較易為承攬商及施工人員所忽略，其所可能造成的危害是不容忽視的。
- (5). 在執行建廠工程的勞安衛管理時，由於高科技建廠工程往往有多層的再承攬商，再承攬商的安衛管理通常被疏忽，而事故也通常發生在再承攬商的施工人員。

## 2. 建議

一般在討論或實際從事高科技廠房營建工程的勞安衛管理時，往往僅著重依規定進行「後端」或現場面之管理，而較少自源頭進行管理；倘在建廠規劃階段，相關安衛人員即積極參與，除可以勞工安全衛生考量之觀點，協助提醒建廠工程負責單位及工程設計規劃顧問公司於廠區硬體設置規劃時，考量相關勞工安全衛生規定外，更可在建廠工程施作過程中，做全面性考量，如物料搬運及暫存規畫、出入與應變動線等，充分達到勞工安全衛生與工程進度及品質並重的成效，並可提昇日後營運階段安環管理之績效。

依本研究之統計結果，案例廠之建廠過程中，勞安衛缺失屬硬體類缺失佔超過一半之比例，足見改善工程過程中相關硬體設備，可有效減少缺失數，進行降低勞安衛事故發生率，特別是鋼構及施工架部份；據此，建議於建廠相關合約發包時，於簽訂合約中載明如鋼構施作及相關規格、施工架搭設方式與規格，確實使用合格之鋼構與施工架；更甚者，可指定數家國內較具規模或管理制度較好之廠商供承攬商選擇，如此才能確保施工人員的安全，避免工區職業災害的發生。

另外，承攬商安衛人員及安全顧問公司人員的專業認知，應設法予以嚴格篩選或努力提昇，特別是在硬體措施及工程施作方式部份，以使查檢人員在平日的巡視及執行管理工作時，即能洞燭先機，及早發掘潛在風險，並加以杜絕。各承攬商之工地主任對於推動工地安全衛生管理極具其重要性；因此，如何提昇其對動勞安衛管理的觀念及與其

之溝通互動情形，將對管理成效之良窳具極大影響力。

一般而言，在從事高科技建廠安全衛生管理實務時，管理單位往往需面對來自於工程單位或高階主管不同程度的壓力，被要求不得因勞安衛管理或事件影響整體工程進度及試產期程；因此，延伸運用80/20管理法則，將是十分重要且實際可行的管理模式，將大部份的管理重心放在可能造成重大職災事故的缺失類型及預防措/設施，以杜絕如墜落、滾落及感電等嚴重事故的發生，防止或降低重大職災發生之風險，進而再求其他缺失類型之改善；對於無法有效或大幅降低之建廠營建工程，則可借由風險轉移之方式來進行管理，如團體保險、工程意外險或工程綜合保險等。

## 2.4 利用 TRIZ 矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究

### 2.4.1 前言

人類在追求高度科技進步的同時，往往會因過度重視使用資源的效益，而忽略生態保護、節約能源與降低污染的重要性。隨著近年來地球生態的遽烈改變造成人類生存環境受到明顯的改變，環保相關議題備受重視，因此產業對外除了要面臨國際環保規定所衍生的非關稅貿易障礙外，對內亦得遵守嚴密的環保法規。在因應環保問題的消極方式，主要是以環境補救與事後處理廢棄物為主，在一定程度的努力下雖然可將污染與破壞降低，但終究對人類的生存環境造成了一定程度的破壞。因此，較積極有效的方式是以永續經營的思考模式，重視產品生命週期過程中每一步驟，以源流管理之觀點促使企業在設計、原物料的取得、生產程序到服務提供等階段皆能避免及減低資源的浪費與廢棄物的產生，已期能在達到改善環境績效的同時，亦能使操作效率有所提升。

企業在同時追求永續經營與環境績效的情境下，經常會面臨著多項關鍵因素的影響，各因素間存在著各類型的互動關係，當因素間面臨產生衝突的情況時，往往必須以妥協的方法，以求取之間的效益極大。在取捨之間所獲取的解決方案經常為次佳而非最佳的方案，所以企業如何發掘可行方案，使其在提升經營績效同時又不致於影響環境，是非常重要的課題。俄國工程師 Altshuller 發展出一套能系統性解決問題的方法論—TRIZ，這套方法以往多是運用於技術領域，解決創造性問題。近幾年來，已逐漸有研究者將這套方法與概念，導入非技術性的創新管理，如政治、

社會、商管...等領域。此一方法主要即在克服屬性間取捨的問題，希望藉由創新性的思考方式，以期同時達雙贏的情境。本研究希望藉由 TRIZ 思考模式，探討企業如何在追求企業內部經營同時，可以兼顧外部環境績效的維持。因此本研究之主要目的有：(1)運用 TRIZ 中之矛盾矩陣的概念與屬性的引申，構建了清潔生產創新原則；(2)同時再藉由 TRIZ 中的 40 條創新原則，發展出解決清潔生產中關鍵成功因素間矛盾衝突的原則。

## 2.4.2 文獻探討

### 1. 清潔生產關鍵成功因素

在探討相關清潔生產的文獻中，主要可分為生產程序的改變與產品本身的改變兩部分，生產程序又可分為硬體與軟體兩部分，而產品則可分為產品本身的設計、制度面、與包裝等構面。Nissan(1995)強調的因素包括了廢棄物的減量評估、廠內回收系統的導入、降低有毒物料的使用、低耗能、低污染的製程管理、環保標章的採行。Christians(1995)強調的因素包括了廢棄物的減量評估、能源的均衡使用、物料儲藏的安全性考量、安全稽核措施的推動、環境總成本會計的施行、物料及能源流程的分析、產品生命週期的評估分析。Van Weenie(1995)重視廢棄物的減量評估，Russell(1995)主張環境管理系統的建立。Berry(1998)除了強調增加製程科技與設備的投資、製程物料的改變、廠區作業方式的調整、生產流程的改造、廠內回收系統的導入、污水及廢氣的再利用、與環境總成本會計的施行等因素外，也強調產品設計面的物料、產品的回流措施、產品可再製性的設計、產品可分解性的設計、模組可升級性的設計、產品可回收性的設計、產品低耗能、低污染的設計、產品堅耐度的設計、產品可替代性的設計、產品可維修性的設計、產品生命週期的評估分析等。依據上述文獻整理出重要因素，彙整出重要之屬性進行分析，以通過 ISO14001 之廠商為研究對象，經由因素分析萃取出有效外部連結、環境策略擬訂、環境執行機制、組織支援內容、具備環保經驗、與全員有效參與等六項關鍵成功因素(白滌清、鍾雄宇，2001)。

在針對鋼鐵廠的重要施行要項與組織利益之關聯性方面，以減少責任風險事件、強化內部管理效率、維持良好公共及社區關係、提升企業形象、有助於取得許可與認證、改善產業與政府的關係、有效降低環境污染等利益較具關聯性，其中又以組織外在利益為其多數。在推行單位之設立方面，以改善成本控制及減少責任風險事件等利益較具關

聯性。其次亦有助於節約物料及能源與強化內部管理效率。整體而言，ISO 14001 推行單位之設立，將有助於組織內在利益之提升。

在融合 ISO9000 及 14000 於日常營運方面，主要以強化內部管理效率最為關聯。其次則分別為節約物料及能源、減少責任風險事件、改善成本控制、維持良好公共及社區關係、提升企業形象及有效降低環境污染等。在擬訂相關緊急應變措施方面，以減少責任風險事件較具關聯。在目標及標的之制定及環境政策之擬訂方面，均以改善成本控制、減少責任風險事件、節約物料及能源、強化內部管理效率等組織內在利益較為關聯。(白滌清、鍾雄宇，1999)。

## 2. TRIZ之介紹

### (1).發展起源與未來趨勢

TRIZ 是俄文 Theoria Reshenevya Isobretatelskehuh Zadach 之首字母縮寫字，意思就是「解決創意問題的理論」(Theory of Innovative Problem Solving, TIPS)。這是一套能創造出系統性的創新與改善設計者思考過程的方法論，在這研究過程中並提供一些工具與方法促進發明的產生及問題的解決。TRIZ 是由一位俄國的工程師兼科學家 Altshuller 首先提出，他認為創造並不是未知、不可行的，人們可以根據一些特殊且可達成的原則做到所謂的創造。既然人們可以透過學習與訓練而成為醫生或是音樂家，那麼同樣的道理，人們也能被訓練得有創意。透過分析大量的資料，Altshuller 認為當人們學會創意的原則與方法規則後，能有助於他們在解決問題與發明東西過程中可發揮更多的創造力與創新。在他與其同事的努力下，從四萬份的專利中找出最有效的解決方法，並在此過程中建立 TRIZ 這整套方法論的基本理念。這套方法在以往多是運用於技術領域，解決創造性問題。這幾年來，逐漸有學者將這套方法概念，引入非技術領域，像是政治、社會、商業管理等 (Leon, 2003)。

TRIZ 對於產生系統性創新與改善設計者的思考流程是個有力的方法論，系統的演變並不是一個隨機的過程，而是由某些演變之客觀性模式所控制。假設發明是有普遍性原則，那將可成為創造力之創新的基礎。在其與同事的努力下，使得發明的流程變得更可預測。此外，演變的模式可順著演變的路徑用來發展一套系統，這有助於在演變中確認出最有效的方向。在「The Innovation Algorithm」一書中，作者分析當時有關於技術創造力的方法及其基本思考模式，像是嘗試錯誤法、腦力激盪法等，其認為人類社會需

要新的、更有效的工具與引導以利創新的發展，那麼 TRIZ 將取代傳統倚賴取捨來解決問題的腦力激盪法 (Leon, 2003)。Savransky (2000) 也認為，不論把焦點放在技術面或是非技術面，TRIZ 都是一個兼具普遍性、精密的科學方法論，有受過此訓練的人勢必都能嘗試創造新奇的想法。換言之，只要有學習過這些創意的原則與方法的人，不論其是否是發明家，我們都可以與其共同努力一起從事發明、創造的工作 (Saliminamin, 2003)。

## (2).TRIZ 在非技術領域之相關研究與未來發展

近幾年會發現到在國際上有些專家學者們將 TRIZ 的方法概念應用到非技術的領域。Winkless & Mann(2001) 曾利用 40 條創意原則於愛爾蘭食品進行創新，他們利用這些創新則從食品的包裝與產品本身進行創新而推出新產品； Zhang et al. (2003)曾將 TRIZ 應用到服務設計上，因為服務設計被視為是新服務發展(NSD)過程中相當重要的部分，雖然重要但在以往人們都無法利用有系統性且有效的方法進行服務設計，因此這三位學者則試著將 TRIZ 方法論的理論整合到現今服務發展實務的概念性設計活動中。Leon (2003)也把 TRIZ 的概念運用到產品設計上，他認為利用此方法不僅可以讓設計者有些創新的想法並且還能減少發展的時間。

除了應用外，也有學者對傳統的 TRIZ 方法進行修改使其能適用到商業的領域。Ruchti & Livotov(2001)認為商業環境競爭激烈，管理者需要在更短的時間內做出決策又需要兼顧決策的品質，而要在短時間內，整理大量資訊以做出適當的決策需要有良好的思考邏輯與架構。實務中大多數的管理者多是以其過去的經驗與直覺為基礎做出決策，作者們認為 TRIZ 這套方法論具有獨特的思考程序可以提供管理者良好的架構與解決問題的程序，在參考其他研究後，提出 12 條解決商業與管理中組織任務的創意原則；Mann (2002)則特別針對企業環境，將生產流程視為一個系統，創造一個由作者重新挑選列出了 31 個參數，構建成一個新對稱的商業矛盾矩陣。Saliminamin & Nezafati (2003)是把利用特別的採用方法將原先的 40 條原則轉變成社會性原則。Mann & Domb (1999)試著利用例子來解釋 40 條原則如何應用到企業環境中； Teninko(2001)也利用社會方面的例子來解釋 40 條原則，相信有了這些學者的研究努力為基礎，TRIZ 這套方法論在未來勢必會朝向非技術領域發展，應用的層面會愈趨於廣泛。Savransky (2000)認為 TRIZ 未來的發展可歸納成下列三類；第一：有效區域(一般的，適合任何技術 VS.特殊的，針對特定工程領域)；第二：方法(透過歸納與演繹得到理論的結論 VS.完整的專利

成果與其他技術性資訊來源的實驗性研究)與第三：內容(理論性結果 VS.應用性個案研究)。TRIZ 也正在技術與工程之歷史與理論的瞭解、技術系統與技術流程的起點與協調性概念，工程設計的知識來源，處理創造力之心理科學的基礎，不同領域的工程師、管理者與非技術人員間瞭解與溝通之基礎等領域發展(Savransky ,2000)。

### (3).TRIZ 之基本概念、應用方法與工具介紹

TRIZ 這套方法論一提出後，後續有許多學者投入研究，使其應用領域擴大，引起更多人的注意與探討，本節將簡單介紹 TRIZ 的一些基本概念及幾個常用的工具。Altshuller 為了要瞭解發明流程的技巧，針對過去學者所提出的創意流程的模型與內容之不足地方，而提出創新流程的階段與層級。事實上，各類的創意流程都有一些共通的屬性，過去也有 Enggelmeyer 與 Rossmann 等人提出相關的研究結果。但這些人都只將創意流程分成幾個階段探討，卻未考慮到每個階段可以再細分成不同的層次，因此 Altshuller 則根據所研究的專利與資料，將創新流程分成選擇任務、選擇搜尋概念、蒐集資料、搜尋想法、發現想法與實際執行六階段，-而每個階段再分成五種不同的層級 (Altshuller, 2000)。



#### ① 理想化

TRIZ 的其中一個概念是成功的系統要朝理想化演變，所謂的理想化是指利益最大，成本與有害的影響最小之情況，這可用理想的最終結果之概念(Ideal Final Result, IFR)來表示。也就是說 TRIZ 認為系統最終將朝向理想化演進，達到理想化的境界，就表示原始的問題會變成擁有所有利益，無任何害處與成本問題。IFR 有四個特性，第一：減少原始系統之缺點；第二：保留原始系統之優點；第三：並不會讓系統更趨複雜(使用免費或可得資源)；最後：不會引進新的缺點。因此當我們在規劃 IFR 時，可以透過上述這四個特性進行確認。它是個心理的工具，能讓我們適應並熟悉地使用其他 TRIZ 工具，並有助於我們透過思考解決方法以達到創新(Domb, 1997)。

規劃出 IFR 將能有助於我們審視問題中有那些限制並思考這些限制中有那些是真正需要考慮，又有那些是因為心理慣性而自我強加的。也就是說，在尋求「如何」之類問題的答案前，需要藉由找出需要改善的要素、確認改善會遇到的限制並確定其中有那些能被修改等步驟，來分析問題。因此訂定 IFR 的目標就是要在第一時間內處理問題的根源以解決真正待解決的問題 (Leon, 2003)。

## ② 技術演化模式

Altshuller發現系統在首次出現後，接下來的發展會隨傳統方式朝向之後的各個階段持續發展下去，據此其提出八個演化模式，分別為：

- ① 跟隨初期、成長、成熟與衰退等階段的生命週期
- ② 朝向理想化
- ③ 朝向增加動態性與可控制性
- ④ 朝向先複雜再簡化
- ⑤ 要素之間的配適
- ⑥ 系統之要素各自發展
- ⑦ 朝向微小化並增加使用範疇
- ⑧ 朝向取代人力的演化，以引導設計者達到創新之目的。

上述八個演化模式並不是得一個接著一個發生，所有的產品或技術也不是都遵循同樣的趨勢發生，但許多人認為系統性地應用這些模式，將其當作引導方向來預測公司的技術系統下一步該如何走是可行的(Leon, 2003)。公司要是能有系統地將上述這八個模式應用到公司的技術系統中將能提供許多可行的解決方法以供參考。當公司有了多個選擇後，就能更進一步地發展研發計畫(Gahide, 2000)。

## ③ 矛盾矩陣

在相關的研究結果中會發現到，每個創新都是起於找到有害的矛盾。TRIZ 之所以認為傳統中的腦力激盪等解決方法並不能算是真正地將問題解決，是因為最終結果都是對問題中的矛盾做取捨，並不算是達到最理想的最終結果(IFR)。解決創意性問題的主要條件是要在不損害其他特徵的情況下改善一個或更多的特徵。若有矛盾出現，勢必要移除造成衝突的要素。一旦衝突要素去除，矛盾消失，問題自然就解決了。但要如何使矛盾的消失呢？可以利用矛盾矩陣中的 40 條原則。從 TRIZ 的相關研究資料，我們可以發現「矛盾矩陣」是所有 TRIZ 工具與概念中常常被運用的工具之一，這矩陣主要是由 39 個參數與 40 條原則所組成。這 39 個參數是最常發生在技術矛盾中，有些參數會因物體是靜態或動態而再做出區隔，為了便於找出最適切的原則，Altshuller 將這 39 個參數安排到矩陣的兩個主軸，(縱軸是需要改善的參數，橫軸是被影響的參數)，每個交叉方格中的數字則是被發現能有效解決此類技術性矛盾之 40 條有創意的原則，這些原



則是依據從全世界的專利資料庫中所看到具有創新性與意義重大的發明進行分析而得。

#### ④ 矛盾矩陣與創意原則

##### ❶ 清潔生產因素與矛盾矩陣屬性之配適

在發展科技 TRIZ 的矛盾矩陣過程中，首先需要將原矛盾矩陣的屬性與先前於文獻探討的影響清潔生產因素加以配適，儘量尋求其相似共同之部分，其結果如表 5 所示。在環境執行機制方面，其主要之內容為明確宣示清潔生產科技的意義、採用創新清潔生產科技、調整組織架構、提升公司的 R&D 功能、與設立專責環境部門等。廠商如能將這些項目確實執行，必能使環境績效易於提高且容易推動相關措施，此一內涵與 TRIZ 製造性屬性內容(製造物體/系統之便利、舒適或容易程度)相似，因此將環境執行機制因素其加以配適。

在具備環保經驗因素方面，其內容項目包含了通過 ISO 14001 認證、引進環境專家的協助、促進部門間的合作關係等。當廠商在取得上述項目的支持後，對於清潔生產程序的推行與執行，將更具備使用便利性與運作簡單容易，因此將具備環保經驗因素與

廠商容易回應外在變化，也就是說在各種不同的環境下，系統有多種使用方式。因此將環境策略擬訂因素與 TRIZ 調適性屬性配適。

在組織支援內容因素方面，廠商會考量技術可行性及品質層面、有效衡量組織與技術環境、營造開放式協調機制、與考量組織規模大小等項目。由於必須考慮要素之數量與多樣性及系統內要素間之相互關係，控制系統的困難度就是其複雜性之衡量。因此將組織支援內容因素與 TRIZ 元件複雜性屬性配適。

在全員有效參與因素方面，推動清潔生產過程中是否獲得高階主管支持、全體員工參與、健全的環境會計制度，會在控制的複雜性中呈現出來。若各個組成份子間有複雜的關係，或是互相牽涉，都顯示出控制與衡量的困難度。因此將全員有效參與因素與 TRIZ 控制複雜性屬性配適。

在有效外部連結因素方面，廠商可隨時監控環境議題的發展、掌握政府環保政策的發展現況、公司與利害關係人保持互動、隨時獲取清潔生產知識與訊息、設立環境回饋機制、推展清潔生產教育訓練、與投資相關環保科技等。表示其在推動清潔生產的過程中，可能完成之功能或作業的數量。因此將有效外部連結因素與 TRIZ 生產力屬性配適。

表 5 清潔生產關鍵成功因素與 TRIZ 屬性配適表

| 清潔生產關鍵成功因素 |  | TRIZ 屬性與說明 |   |
|------------|--|------------|---|
| 因素         | 內容   | 屬性         | 說明  |
| 環境執行機制     | a. 明確宣示清潔生產科技的意義<br>b. 採用創新清潔生產科技<br>c. 調整組織架構<br>d. 提升公司的R&D功能<br>e. 設立專責環境部門 | 製造性        | 製造物體/系統之便利、舒適或容易程度。   |
| 具備環保經驗     | a. 通過ISO 14001認證<br>b. 引進環境專家的協助<br>c. 促進部門間的合作關係                              | 使用便利性      | 運作簡單容易，一個技術在運作上若需要很多步驟或特別工具，高技能工作時，那就不具有便利性。                              |
| 環境策略擬訂     | a. 考量環境風險因素<br>b. 制訂環境目標<br>c. 有效整合組織績效與環境績效<br>d. 將環境責任納入組織日常營運               | 調適性        | 系統/物體正面回應外在變化的能力，也就是說在各種不同的環境下，系統有多種使用方式。                                 |
| 組織支援內容     | a. 考量技術可行性及品質層面<br>b. 有效衡量組織與技術環境<br>c. 營造開放式協調機制<br>d. 考量組織規模大小               | 元件複雜性      | 要素之數量與多樣性及系統內要素間之相互關係。控制系統的困難度就是其複雜性之衡量。                                  |
| 全員有效參與     | a. 獲得高階主管支持<br>b. 全體員工參與<br>c. 健全的環境會計制度                                       | 控制複雜性      | 衡量或控制系統是複雜、昂貴、需要很多時間與勞力在設置與使用上，或是各個組成份子間有複雜的關係，或是互相牽涉之組成份子，都顯示出控制與衡量的困難度。 |

資料來源：白滌清，「利用TRIZ矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究」，民國93年

### ⑤ TRIZ 創意原則說明

依據上述之各項因素，可繪製如表6之矛盾矩陣。表6中左邊第1欄(縱軸)內的項目表示待改善的因素，第1列(橫軸)表示在改善過程中要維持的因素，而表中格位內的數字，即為解決問題的創意原則之代碼。例如，廠商如要改善「具備環保經驗」因素，同時也仍要維持「環境執行機制」因素時，可採行的創意原則可為2, 5, 12等。這些原則的詳細內容可於表3中查閱。此三項原則各自獨，可部分或全部採用，其間也無先後順序關係，皆可由使用人在解決問題時自由選擇。例如原則2為「抽出(Extraction)」表示 a. 移除或分離具妨礙性的項目內容；b. 僅取出需要的項目內容。

表6 清潔生產關鍵成功因素之矛盾矩陣

| 被影響的參數(要維持) |        |   |                     |                     |               |                |               |               |
|-------------|--------|---|---------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
|             | 因素     | 內容  | 環境執行機制              | 具備環保經驗              | 環境策略擬訂        | 組織支援內容         | 全員有效參與        | 有效外部連結        |
| 需要改善的參數     | 環境執行機制 | a.宣示清潔生產科技的意義<br>b.採用創新清潔生產科技<br>c.調整組織架構<br>d.提升公司的R&D功能<br>e.設立專責環境部門   |                     | 2<br>5<br>13<br>15  | 2<br>13<br>15 | 1<br>26<br>27  | 1<br>6<br>11  | 1<br>10<br>35 |
|             | 具備環保經驗 | a.通過ISO 14001認證<br>b.引進環境專家的協助<br>c.促進部門間的合作關係  | 2<br>5<br>12        |                     | 1<br>15<br>16 | 12<br>17<br>26 | -             | 1<br>15       |
|             | 環境策略擬訂 | a.考量環境風險因素<br>b.制訂環境目標<br>c.有效整合組織績效與環境績效<br>d.將環境責任納入組織日常營運  | 1<br>13             | 1<br>7<br>15<br>16  |               | 15             | -             | 6<br>35       |
|             | 組織支援內容 | a.考量技術可行性及品質層面<br>b.有效衡量組織與技術環境<br>c.營造開放式協調機制<br>d.考量組織規模大小  | 1<br>13<br>26<br>27 | 9<br>24<br>26<br>27 | 15            |                | 10<br>15      | 12<br>17      |
|             | 全員有效參與 | a.獲得高階主管支持<br>b.全體員工參與<br>c.健全的環境會計制度   | 5<br>11<br>26       | 2<br>5              | 1<br>15       | 10<br>15       |               | 35            |
|             | 有效外部連結 | a.隨時監控環境議題的發展<br>b.掌握政府環保政策的發展現況<br>c.公司與利害關係人保持互動<br>d.隨時獲取清潔生產知識與訊息<br>e.設立環境回饋機制<br>f.推展清潔生產教育訓練<br>g.投資相關環保科技 | 2<br>24<br>35       | 1<br>7<br>19        | 1<br>35       | 12<br>17<br>24 | 2<br>27<br>35 |               |

資料來源：白滌清，「利用TRIZ矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究」，

民國93年

⑥ 清潔生產創意原則之應用 承上述例子，若廠商希望能在改善「具備環保經驗」因素，同時也仍要維持「環境執行機制」因素時的原則有2, 5, 12等。就原則2抽出(Extraction)而言，其內容為a.移除或分離具妨礙性的項目內容、b.僅取出需要的項目內容。實際之應用可先將「通過ISO 14001認證」、「引進環境專家的協助」、「促進部門間的合作關係」三項分開討論，將其中可能會影響到「宣示清潔生產科技的意義」、「採用創新清潔生產科技」、「調整組織架構」、「提升公司的R&D功能」、「設立專責環境部門」的部分先抽取出來獨立進行，再進一步導入清潔生產之工作。

若採用原則5結合(Consolidation)而言，其內容建議將各項目內容在空間上加以結合，或是在時間上加以結合。例如可在「引進環境專家的協助」時，一併「宣示清潔生產科技的意義」；或是在利用「調整組織架構」的同時「設立專責環境部門」，以「提升公司的R&D功能」與「促進部門間的合作關係」。

若採用原則12等位性(Equipotentiality)而言，其內容建議改變情境使因素處於對等的條件下，可再進行各項要素的改善。例如在「設立專責環境部門」與「引進環境專家的協助」兩方面應儘量尋求對等之關係，避免因過度重視「引進環境專家的協助」，而忽略了廠內本身已具備之能力(如表7)。

表7 矛盾矩陣創意原則表

| 代碼 | 原則  | 說明   |
|----|---|--|
| 1  | 分割(Segmentation)                            | a.將影響因素項目內容分割成獨立的項目。<br>b.將各獨立項目構成組合式因素<br>c.將因素項目內容再分割            |
| 2  | 抽出(Extraction)                              | a.移除或分離具妨礙性的項目內容。<br>b.僅取出需要的項目內容。                                 |
| 5  | 結合(Consolidation)                           | a.因素項目內容在空間上加以結合。<br>b.因素項目內容在時間上加以結合。                             |
| 10 | 預先行動<br>(Prior Action)                      | a. 預先完成全部或部分作業行動<br>b. 同步進行而不會浪費時間在等待。                             |
| 11 | 事先緩衝<br>(Cushion in Advance)                | a. 事先採取低補償性的對策予以緩衝。  |
| 12 | 等位性<br>(Equipotentiality)                   | a. 改變情境使因素處於對等的條件下   |
| 13 | 反轉<br>(Do It in Reverse)                    | a. 執行相反的動作，以取代制式的動作。<br>b. 嘗試將不可改變之項目改變，使可改變之項目固定不變<br>c. 執行順序之反轉  |
| 15 | 動態(Dynamicity)                              | a.因應環境而能在各作業階段達到最佳績效。<br>b. 分割因素項目內容，使其能被改變。<br>c. 促使因素項目內容可移動或可替換 |
| 16 | 部分或過度動作<br>(Partial or Excessive Action)    | a.如果不易獲得100%的預期效應，可將動作做得多一點或少一點以簡化問題。                              |
| 17 | 轉移到新構面<br>(Transition Into a New Dimension) | a.尋找或建立新構面<br>b.多構面的組合<br>c. 運用對偶構面                                |
| 26 | 複製(Coping)                                  | a.重複使用簡單或便宜的方法取代複雜、昂貴、易脆或不方便的項目                                    |
| 27 | 處置(Dispose)                                 | a.累積便宜的項目內容，以取代昂貴的項目內容。  |
| 35 | 特性的轉換<br>(Transformation of Properties)     | a.改變各項目內容的種狀態、情境、條件、與彈性等。  |

資料來源：白滌清，「利用TRIZ矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究」，

民國93年

#### (4).結論與限制

本研究經由文獻的搜集與過去研究的結果分析，將清潔生產過程中所面臨的因素關鍵因素加以彙整，再將各項因素於 TRIZ 矛盾矩陣中之 39 項屬性中配適出 6 項對應的屬性，同時也依據 TRIZ 之 40 項解決問題的創新原則中分析出 13 條原則，並將其對於清潔生產的內容加以引申，同時也舉例說明之。在運用此一矛盾矩陣時，可先對本身企業進行影響因素之探討，確定重要之關鍵因素及其內涵，以及決定待改善與需維持因素之後，在其相對應之位置查尋創意原則，以作為解決清潔生產過程中所面臨問題之參考。本研究之主要目的在針對清潔生產的過程，配適出清潔生產在推行時可能面臨的屬性與矛盾矩陣，同時也萃取出解決問題之原則。由於各產業的特徵與所面臨之問題並不完全相同，因此將可能會導致選取的創意原則有所不同，因此本研究所得之結果，僅適合就一般原則性之探討。在後續之研究方面，可針對特定產業，更深入且詳細描繪出關鍵要素，進而配適出其所需之矛盾矩陣與解決問題之創新原則。

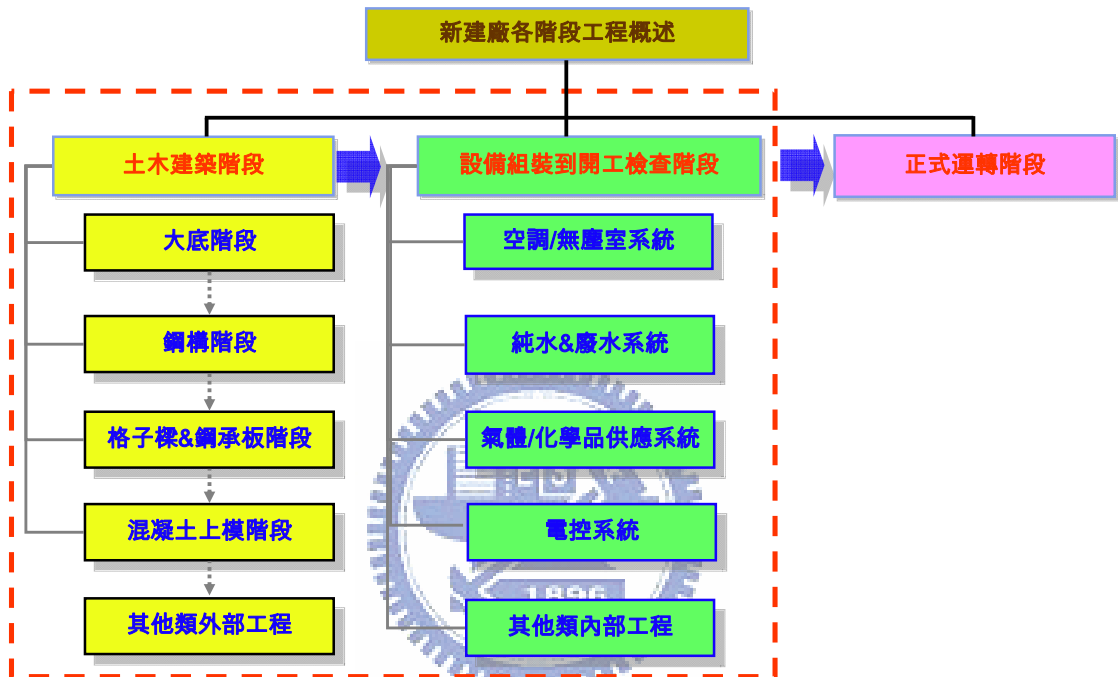


### 第三章 營建階段施工說明

#### 3.1 新建廠各階段進度概述

茲以 SRC 為主結構體，並以 TFT-LCD 面板廠無塵室為例，並摘要各階段工程內容與風險如下：(如表 8 所示)

表 8 建廠各階段進度概述



本論文探討範圍

### 3.1.1 土木建築階段

1.大底階段：(如圖 7 所示)







| 項目 | 階段     | 工程程序   |  |  | 簡述 |               |
|----|--------|--|--|--|----|---------------|
| 1  | 大底開挖   | <br>開挖    | <br>土方運送  | <br>邊坡強化 | 目的 | 大底開挖後進行地基施作   |
|    |        |  |  |  | 風險 | 崩塌、墜落、車禍、車輛翻覆 |
| 2  | 地網埋設   | <br>地網鋪設  | <br>地網接合  | <br>地網   | 目的 | 埋設廠區接地線       |
|    |        |  |  |  | 風險 | 火災、感電         |
| 3  | 大底防水施作 | <br>防水布鋪設 | <br>防水布鋪設 | <br>灌漿   | 目的 | 防止地下水滲入       |
|    |        |  |  |  | 風險 | 火災            |

圖 7 大底階段施工照片及風險

2.鋼構階段：(如圖 8 所示)










| 項目 | 階段           | 工程程序   |   |  | 簡述 |               |
|----|--------------|--|---|--|----|---------------|
| 1  | 基礎板<br>混凝土澆置 | <br>灌漿作業-1  | <br>灌漿作業-2 | <br>灌漿作業-3 | 目的 | 提供建築物穩定底盤     |
|    |              |  |   |  | 風險 | 滑倒            |
| 2  | 基礎鋼筋綁紮       | <br>鋼筋綁紮    | <br>鋼筋綁紮   | <br>鋼筋綁紮   | 目的 | 地基構成與提供鋼構穩定底座 |
|    |              |  |   |  | 風險 | 跌倒、壓傷、穿刺傷     |
| 3  | 鋼構組立         | <br>鋼構立柱及安裝 | <br>鋼構吊裝   | <br>鋼構電焊作業 | 目的 | 建築物骨架組立       |
|    |              |  |   |  | 風險 | 墜落、火災         |

圖 8 鋼構階段施工照片及風險



3. 格子樑&鋼承板階段：(如圖 9 所示)










| 項目 | 階段    | 工程程序  |   |   | 簡述 |          |
|----|-------|---|---|---|----|----------|
| 1  | 格子樑施作 | <br>格子樑組裝  | <br>格子樑鋼筋綁紮  | <br>格子樑灌漿 | 目的 | 樓層地板構成   |
|    |       |   |   |   | 風險 | 墜落、砸傷    |
| 2  | 鋼承板鋪設 | <br>鋼承板鋪設  | <br>鋼承板剪力釘施作 | <br>樓面灌漿  | 目的 | 樓層地板構成   |
|    |       |   |   |   | 風險 | 墜落、火災、砸傷 |
| 3  | 樑板作業  | <br>樓面鋼筋綁紮 | <br>樓面灌漿     | <br>頂板施作  | 目的 | 樑柱與天花板構成 |
|    |       |   |   |   | 風險 | 墜落、砸傷    |

圖 9 格子樑&鋼承板階段施工照片及風險

4. 混凝土上模階段：(如圖 10 所示)



| 項目 | 階段   | 工程程序  |  |  | 簡述 |           |
|----|------|---|--|--|----|-----------|
| 1  | 牆模組立 | <br>B1F 牆模施作 | <br>1~2F 外牆模板施作 | <br>3F以上牆模施作 | 目的 | 提供牆壁灌漿之模組 |
|    |      |   |  |  | 風險 | 墜落、砸傷     |
| 2  | 牆模灌漿 | <br>1F 外牆灌漿  | <br>4F 外牆灌漿     | <br>5F以上牆模灌漿 | 目的 | 牆壁構成      |
|    |      |   |  |  | 風險 | 墜落、砸傷     |

圖 10 混凝土上模階段施工照片及風險

5.其他類外部工程：(如圖 11 所示)


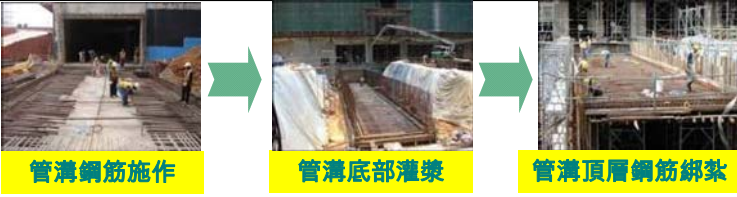

| 項目 | 階段         | 工程程序   | 簡述                      |
|----|------------|--|-------------------------|
| 1  | 吊裝平台<br>施工 |  | 目的<br>物料出入口             |
|    |            |  | 風險<br>墜落、砸傷             |
| 2  | 管溝工程       |  | 目的<br>提供兩建築物間人員與相關管路之通道 |
|    |            |  | 風險<br>墜落、崩塌、砸傷          |
| 3  | 管橋工程       |  | 目的<br>提供兩建築物間人員與相關管路之通道 |
|    |            |  | 風險<br>墜落、崩塌、砸傷          |

圖 11 其他類土建階段外部工程施工照片及風險

3.1.2 設備組裝到開工檢查階段

1.空調/無塵室系統-1：(如圖 12-1 所示)

| 項目 | 階段                    | 工程程序   | 簡述                  |
|----|-----------------------|--|---------------------|
| 1  | 環氧樹脂<br>(Epoxy)<br>施作 |  | 目的<br>提供地面防塵與防化學品腐蝕 |
|    |                       |  | 風險<br>火災、化學品暴露      |
| 2  | 防火庫<br>板安裝            |  | 目的<br>生產製程區隔        |
|    |                       |  | 風險<br>壓傷、撒水頭撞破      |
| 3  | 天花板<br>骨架安裝           |  | 目的<br>無塵室天花板        |
|    |                       |  | 風險<br>墜落            |

圖 12-1 空調系統-1 施工照片及風險

2. 空調/無塵室系統-2：(如圖 12-2 所示)

| 項目 | 階段                    | 工程程序  |   |  | 簡述 |                   |
|----|-----------------------|---|---|--|----|-------------------|
| 4  | 無塵室過濾裝置 (FFU/ULPA) 安裝 |  |  |  | 目的 | 提供無塵室高潔淨度之恆溫/恆溼空調 |
|    |                       | 進料  | FFU上架   | 安裝   | 風險 | 墜落                |
| 5  | 高架地板安裝                |  |  |  | 目的 | 無塵室承載機台與通風換氣通道    |
|    |                       | 支撐角架預置  | 支撐角架與鋁板預置   | 完成圖  | 風險 | 壓傷、墜落             |
| 6  | 消防灑水工程施工              |  |  |  | 目的 | 廠房內消防灑水水系統用途      |
|    |                       | 管路裁切  | 管路吊架安裝  | 完成圖  | 風險 | 墜落、漏水             |

圖 12-2 空調系統-2 施工照片及風險

2. 純水&廢水系統：(如圖 13 所示)


| 項目 | 階段     | 工程程序  |   |  | 簡述 |                    |
|----|--------|---|---|--|----|--------------------|
| 1  | 基礎座施作  |  |  |  | 目的 | 提供重型機具或桶槽承載用途      |
|    |        | 鋼筋鋪設  | 灌漿作業  | 完成圖  | 風險 | 壓傷、撒水頭破裂           |
| 2  | 桶槽安裝工程 |  |  |  | 目的 | 主要為廠務主要純/廢水或化學品儲存槽 |
|    |        | 物料裁切  | 鐵板組立  | 完成圖  | 風險 | 砸傷、壓傷、墜落、火災        |

圖 13 純水&廢水系統施工照片及風險

3. 氣體/化學品供應系統：(如圖 14 所示)







| 項目 | 階段                | 工程程序  |  |   | 簡述 |                   |
|----|-------------------|---|--|---|----|-------------------|
| 1  | 氣體分流閥 (VMB) 安裝及測試 | <br>配管作業   | <br>盤內調壓閥安裝作業 | <br>完成圖 | 目的 | 廠務氣體供應系統分流用途      |
|    |                   |   |  |   | 風險 | 壓傷、火災             |
| 2  | 毒氣偵測器安裝工程         | <br>管路拉線作業 | <br>採樣口作業     | <br>完成圖 | 目的 | 監測廠內各毒氣使用製程區之環境安全 |
|    |                   |   |  |   | 風險 | 墜落                |

圖 14 氣體系統施工照片及風險

4. 電控系統：(如圖 15 所示)





| 項目 | 階段                  | 工程程序   |  |   | 簡述 |                    |
|----|---------------------|--|--|---|----|--------------------|
| 1  | 電力匯流排 (Busway) 安裝工程 | <br>管架施作      | <br>Busway 組裝 | <br>完成圖 | 目的 | 提供生產機台大電流之需求       |
|    |                     |  |  |   | 風險 | 感電                 |
| 2  | 真空斷路器 (GIS) 安裝及測試   | <br>臺電端-真空斷路器 | <br>廠內端-真空斷路器 | <br>變壓器 | 目的 | 臺電之輸配電進入廠內降壓前之安全開關 |
|    |                     |  |  |   | 風險 | 感電                 |

圖 15 電控系統施工照片及風險

5.其他類內部工程-1：(如圖 16-1 所示)

| 項目 | 階段        | 工程程序   |   |   | 簡述 |                   |
|----|-----------|--|---|---|----|-------------------|
| 1  | 吊裝口作業     | <br>物料載運      | <br>吊掛作業 | <br>物料move in | 目的 | 物料施作或機台 move in用途 |
|    |           |  |   |   | 風險 | 墜落                |
| 2  | 設備拆箱作業    | <br>檢查作業      | <br>拆除木箱 | <br>環境整理      | 目的 | 機台進入無塵室前之拆除工程     |
|    |           |  |   |   | 風險 | 砸傷                |
| 3  | 電盤安裝及配電工程 | <br>電盤move in | <br>固定電盤 | <br>電盤安裝      | 目的 | 提供生產機台電源盤         |
|    |           |  |   |   | 風險 | 墜落、砸傷、壓傷          |

圖 16-1 其他類機電階段內部工程(一)施工照片及風險

5.其他類內部工程-2：(如圖 16-2 所示)





| 項目 | 階段              | 工程程序   |  |   | 簡述 |                       |
|----|-----------------|--|--|---|----|-----------------------|
| 4  | 貓道安裝            | <br>骨架組立  | <br>欄杆組立    | <br>完成圖 | 目的 | 在Truss上提供人員行走之通道      |
|    |                 |  |  |   | 風險 | 墜落                    |
| 5  | 空調層(Truss)支撐板安裝 | <br>支撐條預置 | <br>將木板雙層疊置 | <br>完成圖 | 目的 | 在Truss上提供施工人員及機具行走之平台 |
|    |                 |  |  |   | 風險 | 砸傷、墜落                 |

圖 16-2 其他類機電階段內部工程(二)施工照片及風險

## 第四章 建廠階段工安風險分析

### 4.1 行政院勞委會職災統計說明

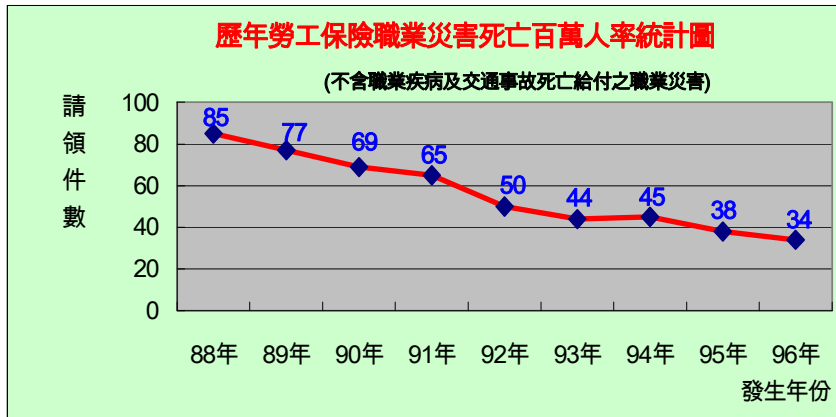
#### 4.1.1 歷年來勞工保險職業災害死亡百萬人率統計與死亡人數統計

高科技廠房由於屬於高資產，景氣循環變化大之產業，故在擴廠的施工天數通常都會壓縮至極限，所以發生職災的可能性也大為增高(如表 9、表 10)。

表 9 歷年勞工保險職業災害死亡百萬人率統計

歷年勞工保險職業災害死亡百萬人率統計圖

| 發生年份 | 88年 | 89年 | 90年 | 91年 | 92年 | 93年 | 94年 | 95年 | 96年 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 請領件數 | 85  | 77  | 69  | 65  | 50  | 44  | 45  | 38  | 34  |

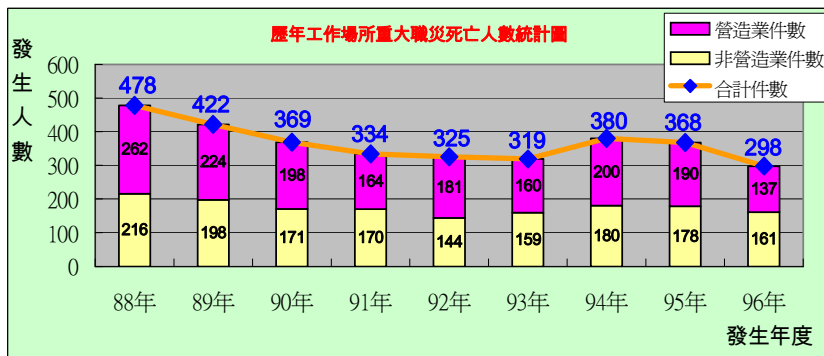


資料來源：行政院勞委會網站職災統計，民國 97 年

表 10 歷年工作場所重大職災死亡人數統計

歷年工作場所重大職災死亡人數統計圖

| 發生年份   | 88年 | 89年 | 90年 | 91年 | 92年 | 93年 | 94年 | 95年 | 96年 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 非營造業件數 | 216 | 198 | 171 | 170 | 144 | 159 | 180 | 178 | 161 |
| 營造業件數  | 262 | 224 | 198 | 164 | 181 | 160 | 200 | 190 | 137 |
| 合計件數   | 478 | 422 | 369 | 334 | 325 | 319 | 380 | 368 | 298 |



資料來源：行政院勞委會網站職災統計，民國 97 年

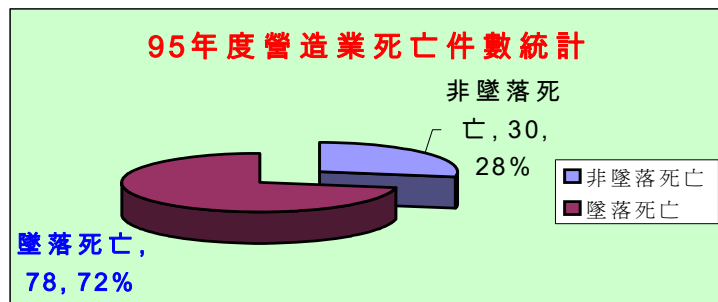
#### 4.1.2 95 年度營造業死亡件數與類型統計

依據勞委會公告資料，在 95 年營造業死亡人數雖自 199 人降至 187 人，惟建築工程死亡人數卻自 75 人攀升至 108 人，其最常見之災害類型為「墜落滾落」，共計有 78 人死亡，佔 72.2%，其最常發生「墜落滾落」之處所以「開口部分」31 人最多，佔 41.3%，「施工架」上之墜落為 29 人居次，佔 37.2%，第三則為「屋頂」作業 10 人，佔 12.8%，三者合計 70 人，佔「墜落滾落」之死亡人數 89.7%。(如表 11、表 12)

表 11 95 年營造業死亡件數統計

95 年度營造業死亡件數統計

| 類型    | 件數  |
|-------|-----|
| 非墜落死亡 | 30  |
| 墜落死亡  | 78  |
| 合計件數  | 108 |

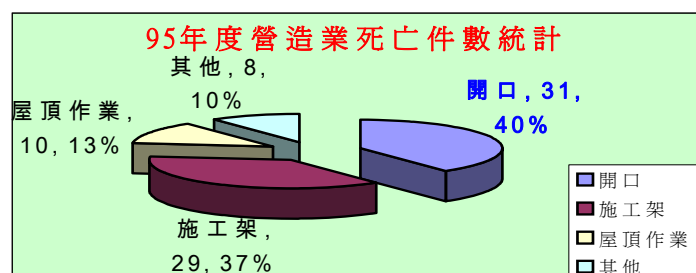


資料來源：行政院勞委會網站職災統計，民國 96 年

表 12 95 年高處墜落死亡類型統計

95 年度高處墜落死亡類型統計

| 類型   | 件數 |
|------|----|
| 開口   | 31 |
| 施工架  | 29 |
| 屋頂作業 | 10 |
| 其他   | 8  |
| 合計件數 | 78 |



資料來源：行政院勞委會網站職災統計，民國 96 年

## 4.2 個案實例研究說明

### 4.2.1 研究資料來源

以個人在台中廠 B11 建廠專案之經驗(93.11~94.12)與結合實際每日工安協議組織運作之數據，特別將開口缺失列舉如下。(如表 13)

表 13 工安協議組織每日缺失檢討(範例)

| 序號       | 缺失日期  | 開單類型 | 缺失項目 | 缺失照片  | 缺失說明  | 缺失承商  | 罰單確認說明 | 罰款依據/金額         | 預計改善日期 |
|----------|-------|------|------|---|---|-------|--------|-----------------|--------|
| 97123101 | 12/31 | 缺失單  | 安衛管理 |    | 工區外圍防塵網吹散，未固定完成。  | 利晉    |        |                 | 1/1    |
| 97123104 | 12/31 | 缺失單  | 安衛管理 |    | 四樓FAB人員進行自走車作業時，輪胎壓到電線，若有電線破皮將發生感漏電危害。                  | 天汗    |        |                 | 12/31  |
| 97123105 | 12/31 | 缺失單  | 用電安全 |    | 四樓FAB施工廠商進行電焊作業時，進行抽查電焊機作業時發現漏電斷路器失效，有感電危害。             | 天汗    |        |                 | 1/1    |
| 97123107 | 12/31 | 缺失單  | 安衛設施 |   | C梯五樓鋼瓶室，缺口部分需加裝腳趾版。                                     | 利晉    |        |                 | 12/31  |
| 97123109 | 12/31 | 罰款單  | 安衛設施 |  | 懷安人員於FAB 2F B梯入口處進行牆筋綁紮作業時，將吊裝口安全欄杆予以拆除，且作業完畢後未將安全欄杆復原。 | 利晉/懷安 |        | 依10-1條處以NT 3000 | 12/31  |

資料來源：AUO 台中廠工安協議組織每日缺失檢討資料，民國 93~94 年

### 4.2.2 資料分析項目

依以下四點分析類型進行逐項說明

1. 開口缺失件數統計
2. 開口缺失類型分佈
3. 常見重點開口類型說明
4. 開口缺失原因分析

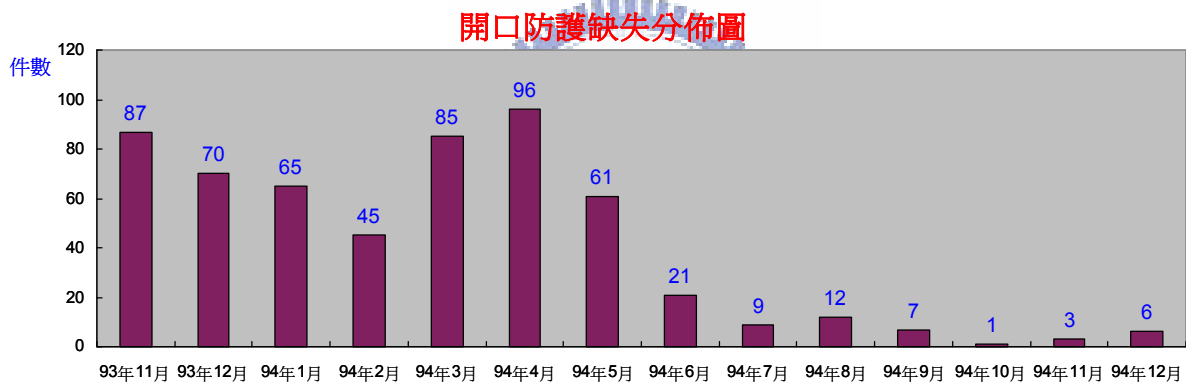


## 1. 開口缺失件數統計

- ①由下列表 14 可發現，在土建階段初步完成轉為無塵室階段施工時期(94.3~94.5)，常因空間交接不清楚，而造成安全網或安全欄杆防護的提早拆除。
- ②或因產線需求急迫，進而壓縮無塵室施工進度而急於施工，造成天花板上盲板無法及時備料或復原，因此造成開口缺失的大量產生。

表 14 開口缺失件數統計

| 時期   | 土建階段         |        |       |        | 無塵室階段  |        |       |       |
|------|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 年/月  | 93年11月       | 93年12月 | 94年1月 | 94年2月  | 94年3月  | 94年4月  | 94年5月 | 94年6月 |
| 缺失件數 | 87           | 70     | 65    | 45     | 85     | 96     | 61    | 21    |
| 時期   | 機台move in 階段 |        |       | 工廠階段   |        |        |       |       |
| 年/月  | 94年7月        | 94年8月  | 94年9月 | 94年10月 | 94年11月 | 94年12月 |       |       |
| 缺失件數 | 9            | 12     | 7     | 1      | 3      | 6      |       |       |

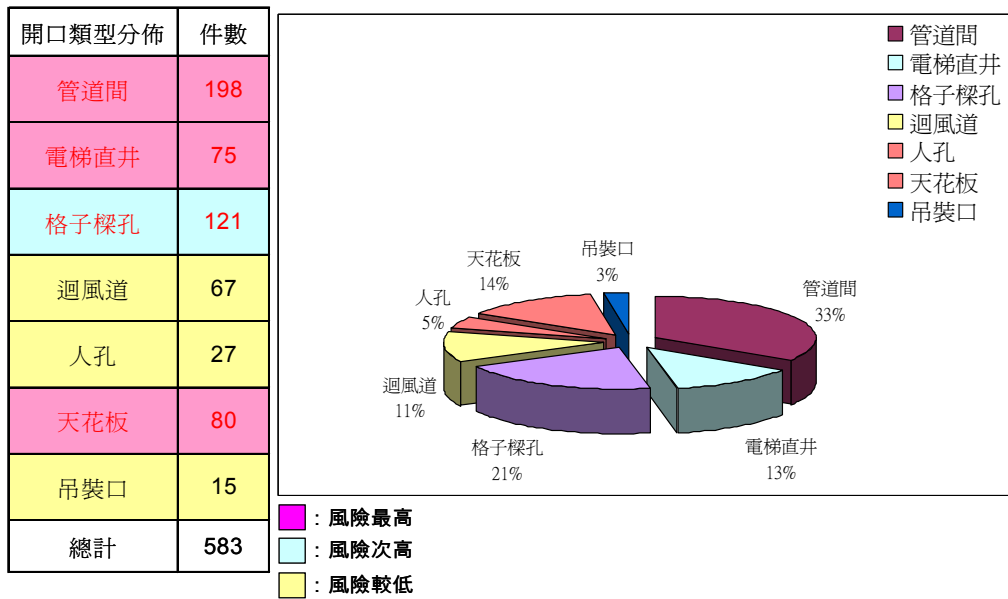


資料來源：AUO 台中廠工安協議組織每日缺失檢討資料，民國 93~94 年

## 2. 開口缺失類型分佈

- ①由下列表 15 統計可發現，在管道間、電梯直井、格子樑孔、天花板之缺失件數最高。
- ②由於格子樑孔直徑幾乎皆在 40 公分以下，故施工人員尚不易直接墜落至下一樓層，故相較之下其危險性稍低。但是在管道間、電梯直井、天花板之開口危險性最高，常因安全欄杆因施工拆除或一時疏忽未於施工後進行復原，故造成人員墜落之風險。

表 15 開口缺失類型分佈



資料來源：AUO 台中廠工安協議組織每日缺失檢討資料，民國 93~94 年

### 3. 常見重點開口類型說明

常見之工地開口，一般可分成以下 7 種(如圖 17)

- ①.管道間、②.電梯直井、③.格子樑孔、④.迴風道、⑤.人孔、⑥.天花板、⑦.吊裝口

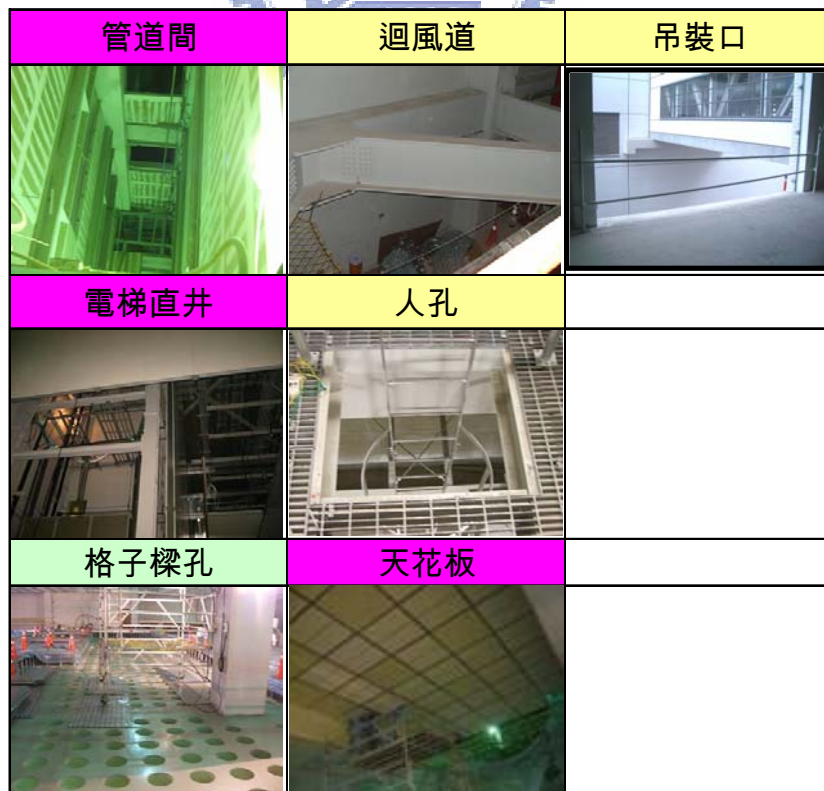
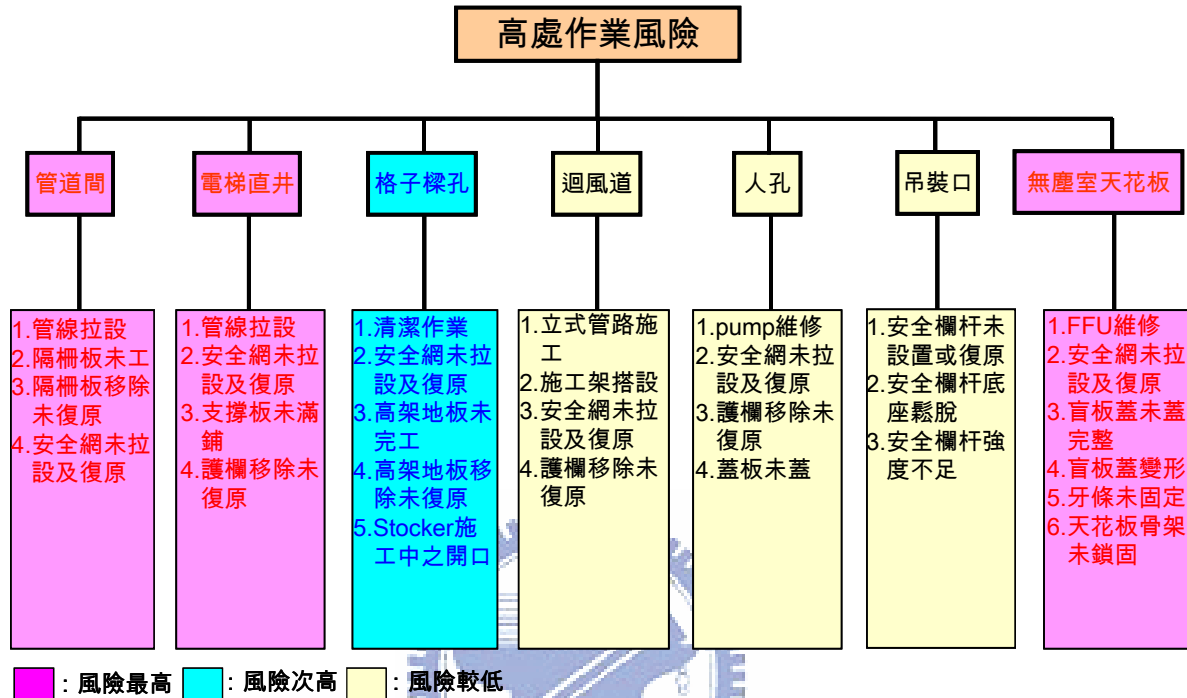


圖 17 常見重點開口類型說明

#### 4.開口缺失原因分析

茲就以下七種開口作業缺失，進行原因分析如下所示。(如表 16)

表 16 開口缺失原因分析



#### 4.3.利用 TRIZ 進行高處作業安全防護設計分析

##### 4.3.1 何謂 TRIZ

1.TRIZ 理論是俄文(Theoria Resheneyva Isobretatelskehuh Zadach，創意問題解決理論)的字首縮寫。1946 年，二十歲的 TRIZ 創始人 Genrich Altshuller 任職於前蘇聯海軍專利局擔任專利審核員，在專利的審核作業中，他察覺到任何一種技術系統的創新過程中都是有其一定的型態與過程。因此他開始從 200,000 件的專利中著手進行研究，挑出其中 40,000 件被視為具有較佳創新方法的專利，來探索其解決之道與運用方法，企圖從其中歸納出基本原則與型態。他發現每一個具有創意的專利，基本上都是在解決“創意性”的問題。所謂“創意性”的問題，其中包含著“需求衝突”的問題，也就是他所謂的“矛盾”。此外，他也發現解決這些衝突的基本解被一再的使用，而且通常是在隔了數年之後。他據此推論，如果後來的發明家能夠擁有早期解決方案的知識，那麼他們在創新發明的工作將會更為容易。

## 2. 工程問題常見的矛盾

在面臨工程的問題時，Altshuller 指出發明者常面臨到“技術矛盾”與“物理矛盾”的問題。“技術矛盾”是指在一系統中，當一個參數被改善時，另一個參數即變差，例如動力對照耗油量、重量對照強度等；“物理矛盾”則是指同一個參數的兩個互相相對的特性，例如冷和熱、長和短、軟和硬等。

3. 如下列圖18，為TRIZ用以解決矛盾之流程圖。當拿到一個問題時，必須先判定這個問題的矛盾點是技術矛盾還是物理矛盾，如果此矛盾點是技術矛盾，則可以使用TRIZ中的「矛盾矩陣」來解決矛盾。在利用矛盾矩陣的方法中，TRIZ整理出常用的39個工程上的參數，利用參數間常出現的矛盾，用矛盾矩陣在40個創新法則中找出其中可能解決此矛盾點的法則，而從這些被建議的法則利用類比思考的方式可以提供解決矛盾的思考方向。如果在矛盾矩陣中的39個工程參數找不到適合的參數，或在40個創新法則中找不到適合的法則，則必須把技術上的矛盾轉換成物理上的矛盾，再利用時間、空間或尺寸上的分離原理將物理上的矛盾分離，然後使用類比思考的方式求解。

### 4.3.2 TRIZ 解決矛盾流程圖

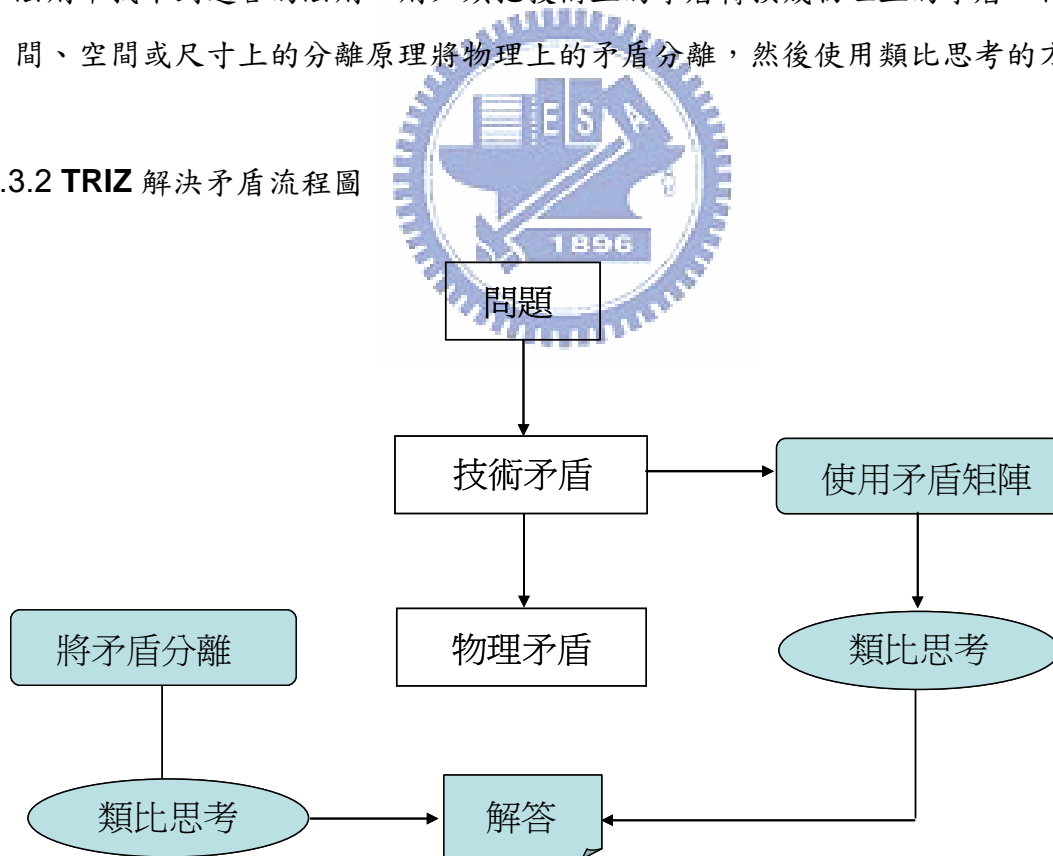


圖 18 TRIZ 解決矛盾流程圖

資料來源：洪永杰，「TRIZ 理論與應用簡介」，元智大學最佳化設計實驗室，民國 93 年

### 4.3.3 矛盾矩陣表與 39 參數

當我們遇到設計上的問題並試圖改善一個工程特性時，常發生的情況卻是導致另外一個工程特性惡化。傳統的方法是用妥協的方式，而 TRIZ 卻是利用消除的方法。依據 Altshuller 的分析歸納，經常遇到技術矛盾的系統特徵共有 39 個，將其對應解決的法則，整理成矩陣的方式，成為 TRIZ 方法中最廣為人知的矛盾矩陣。矛盾矩陣的縱軸為惡化的工程特性，而橫軸則為欲改善的工程特性，假設當設計者欲改善工程特性 A 時，將令工程特性 B 發生惡化的情況，即可經由直交快速找到解決問題的創新法則。矛盾矩陣為一 39×39 的矩陣，共有 1263 個元素，表 17 為 39 個工程參數依其屬性分類之六大群組分類表。

表 17 TRIZ 39 項工程參數（六大群組）

|    |  |    |   |    |  |
|----|--|----|---|----|--|
| 幾何 | 3.移動件長度<br>4.固定件長度<br>5.移動件面積<br>6.固定件面積<br>7.移動件體積<br>8.固定件體積<br>12.形狀    | 資源 | 19.移動件消耗能量<br>20.固定件消耗能量<br>22.能量浪費<br>23.物質浪費<br>24.資訊喪失<br>25.時間浪費<br>26.物質數量               | 害處 | 30.物體上有害因子<br>31.有害的側效應  |
| 物理 | 1.移動件重量<br>2.固定件重量<br>9.速度<br>10.力量<br>11.張力、壓力<br>17.溫度<br>18.亮度<br>21.動力 | 能力 | 13.物體穩定性<br>14.強度<br>15.移動件耐久性<br>16.固定件重量<br>27.可靠度<br>32.製造性<br>34.可修理性<br>35.適合性<br>39.生產性 | 操控 | 28.量測精確度<br>29.製造精確度<br>33.使用方便性<br>36.裝置複雜性<br>37.控制複雜性<br>38.自動化程度 |

資料來源：洪永杰，「TRIZ 理論與應用簡介」，元智大學最佳化設計實驗室，民國 93 年

#### 4.3.4 TRIZ 屬性配適表

高處作業安全防護設計因素與矛盾矩陣屬性之配適 在發展科技 TRIZ 的矛盾矩陣過程中，首先需要將原矛盾矩陣的屬性與影響高處作業安全防護設計之因素加以配適，儘量尋求其相似共同之部分，其結果如表 18 所示。

表 18 高處作業安全防護設計成功因素與 TRIZ 屬性配適表

| 高處作業安全防護設備成功因素 |   | TRIZ 屬性與說明 |   |
|----------------|---|------------|---|
| 因素             | 內容  | 屬性         | 說明  |
| 硬體操作之便利性       | a.考慮施工人員在使用時是否對施工之工序造成影響.<br>b.對於需要設置時間是否能大幅降低.             | 調適性        | 製造物體/系統之便利、舒適或容易程度。   |
| 防護能力是否優於一般性作法  | a.改善後之措施是否能優於一般法規要求或實際防護效果.<br>b.對於改善後之措施是否有明顯之效果.          | 使用<br>便利性  | 運作簡單容易，一個技術在運作上若需要很多步驟或特別工具，高技能工作時，那就不具有便利性。                              |
| 設置費用是否較為低廉     | a.改善措施之設置費用是否較一般作法為低廉.<br>b.是否具重覆使用性.                       | 製造性        | 系統/物體正面回應外在變化的能力，也就是說在各種不同的環境下，系統有多種使用方式。                                 |
| 全員有效參與改變措施     | a.獲得工地主管與監工人員的支持.<br>b.所有施工人員因其便利性而樂於改變.<br>c.健全的管理與作業程序制度. | 控制<br>複雜性  | 衡量或控制系統是複雜、昂貴、需要很多時間與勞力在設置與使用上，或是各個組成份子間有複雜的關係，或是互相牽涉之組成份子，都顯示出控制與衡量的困難度。 |

#### 4.3.5 TRIZ 矛盾矩陣

依據上述之各項因素，可繪製如表 19 之矛盾矩陣。表 19 中左邊第 1 欄(縱軸)內的項目表示待改善的因素，第 1 列(橫軸)表示在改善過程中要維持的因素，而表中格位內的數字，即為解決問題的創意原則之代碼。

表19 高處作業安全防護設計關鍵成功因素之矛盾矩陣

| 被影響的參數(要維持)             |              |  |  |  |   |                                      |
|-------------------------|--------------|--|--|--|---|--------------------------------------|
|                         | 因素           | 內容   | 操作之<br>便利性                                 | 防護<br>能力<br>較優                         | 設置<br>費用<br>較為<br>低廉                      | 全<br>員<br>有<br>效<br>參<br>與           |
| 需要<br>改善<br>的<br>參<br>數 | 操作之便利性       | a.考慮施工人員在使用時是否對施工之工<br>序造成影響<br>b.對於需要設置時間是否能大幅降低.<br>c.設備之重量應以輕量化考量 | 2<br>4<br>12<br>25<br>33<br>35<br>36<br>37 | 2<br>12<br>35                          | 2<br>4<br>12<br>35<br>36<br>37            | 2<br>4<br>25<br>33<br>35<br>36<br>37 |
|                         | 防護能力較優       | a.改善後之措施是否能優於一般法規要求<br>或實際防護效果.<br>b.對於改善後之措施是否有明顯之效果.               | 12<br>16<br>26<br>35                       | 11<br>12<br>14<br>16<br>26<br>27<br>35 | 12<br>14<br>16<br>26                      | 16<br>26<br>27<br>35                 |
|                         | 設置費用較<br>為低廉 | a.改善措施之設置費用是否較一般作法為<br>低廉.<br>b.是否具重覆使用性.                            | 2<br>4<br>6                                | 12                                     | 2<br>4<br>6<br>12<br>23<br>32<br>34<br>39 | 2<br>4<br>6<br>12<br>23<br>34<br>39  |
|                         | 全員有效參<br>與   | a.獲得工地主管與監工人員的支持.<br>b.所有施工人員因其便利性而樂於改變.<br>c.健全的管理與作業程序制度.          | 25<br>26<br>33                             | 26<br>27<br>33                         | 23<br>26<br>27<br>35                      | 23<br>25<br>26<br>27<br>33<br>34     |

⑧.依據表18 TRIZ屬性配適表及表19 高處作業安全防護設計關鍵成功因素之矛盾矩陣所分析之原則，再從中找出最適切之高處作業安全防護共同設計原則（紅字代表2點皆相通，藍字代表具3點以上之共通性），藉以針對各項高處作業安全防護設備進行創新改善。





## 第五章 高處作業危害防止措施

### 5.1 資料來源

依上述圖 11 中所列 7 種常見高處作業之開口類型進行各項硬體面與管理面改善，並參考上述以 TRIZ 手法分析所列之表 14 與表 15 高處作業防護設施共同性設計原則(即以 2 點以上工程參數皆適用)進行各項硬體改善參考。

#### 5.1.1 各項硬體面與管理面改善

##### 1. 硬體面改善

- (1).管道間、電梯直井：可調式開口護欄
- (2).格子樑孔：採用人員背負安全橫桿及格子樑孔專用蓋板
- (3).無塵室天花板：利用無塵室天花板專用安全網
- (4).人孔:安全欄杆防護
- (5).迴風道：安全欄杆防護
- (6).吊裝口：安全欄杆防護+吊掛專用防墜器

##### (1).管道間、電梯直井

管道間與電梯直井，在營建階段就像是人體的大動脈一般，在廠務供應系統上扮演貫穿樓層銜接的角色。也因此，在其內施工的頻率也極高，容易造成一般所採用之安全欄杆拆裝復原狀況不易控管之問題。更因貫穿樓層高度之故，施工人員發生開口墜落之可能性亦甚高，故研發可調式開口護欄來進行改善。

##### ①.針對管道間、電梯直井開口之改善方法(如圖 19)

採用可調式開口護欄（中華民國專利號數：M286254），可使用於管道間、電梯開口邊緣，以防止人員不慎墜落。



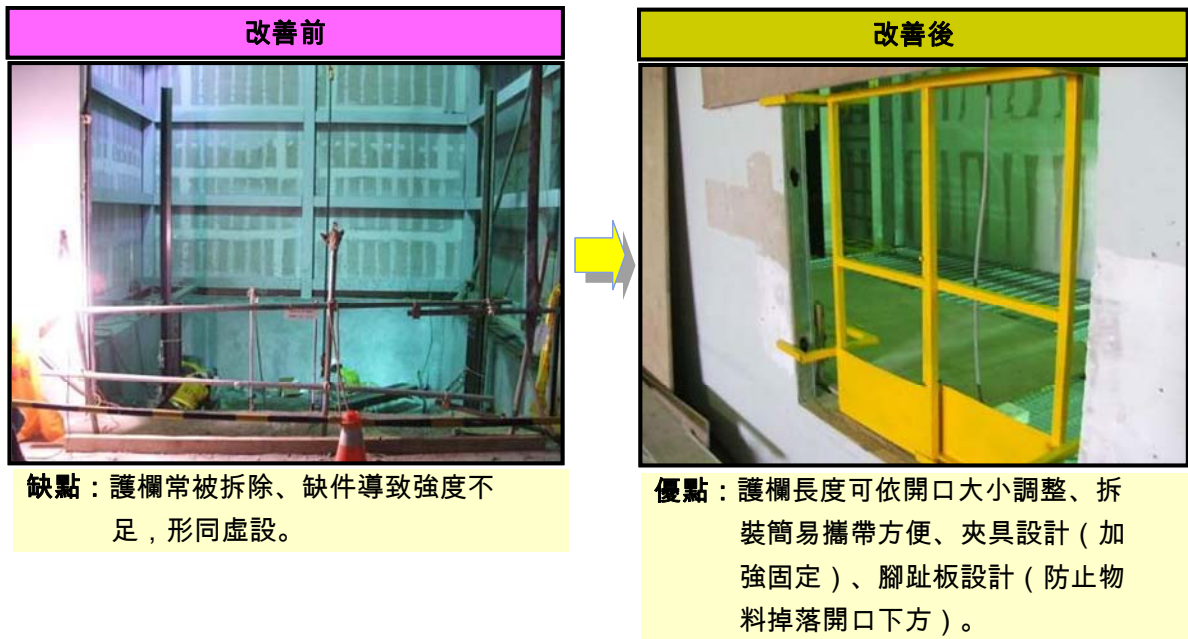
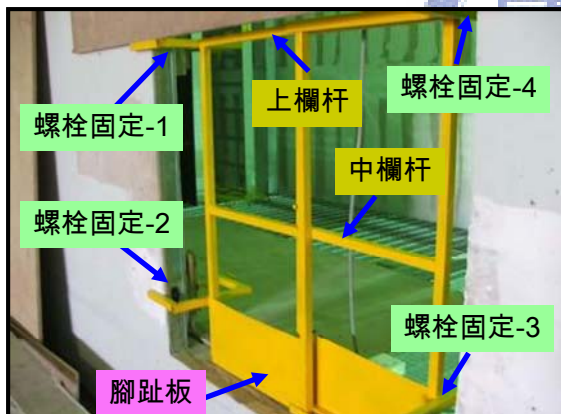


圖 19 管道間、電梯直井開口改善

②.移動式開口防護欄杆操作示意圖(如圖 20)



■操作方法：

步驟 1：將移動式安全欄杆移至開口處，並開始進行左右調整至適當位置。

步驟 2：並將上下四點之螺栓進行鎖緊固定即可。

- 優點：可調式模組化設計，且攜帶方便並具備上、中欄杆及腳趾板防護功能設計。
- 缺點：拆卸不易維護，且因採模組化設計，在開口過寬或過高環境則較不適合(如較不建議使用於吊裝口平台)。

圖 20 移動式開口防護欄杆操作示意圖

## (2). 格子樑孔

採用人員背負安全橫桿及格子樑孔專用蓋板(如圖 21)

### ①. 針對格子樑孔開口之改善方法

採用人員背負安全橫桿及格子樑孔專用蓋板，使用於格子樑孔開口處，以防止人員不慎墜落。



圖 21 格子樑孔開口改善

## (3). 無塵室天花板

利用無塵室天花板專用安全網

①無塵室天花板之開口，常為無塵室階段最為常發生之問題，其防治方法通常採取以下所示方式來進行改善，但仍無法有效杜絕墜落問題的發生(如圖 22-1)。

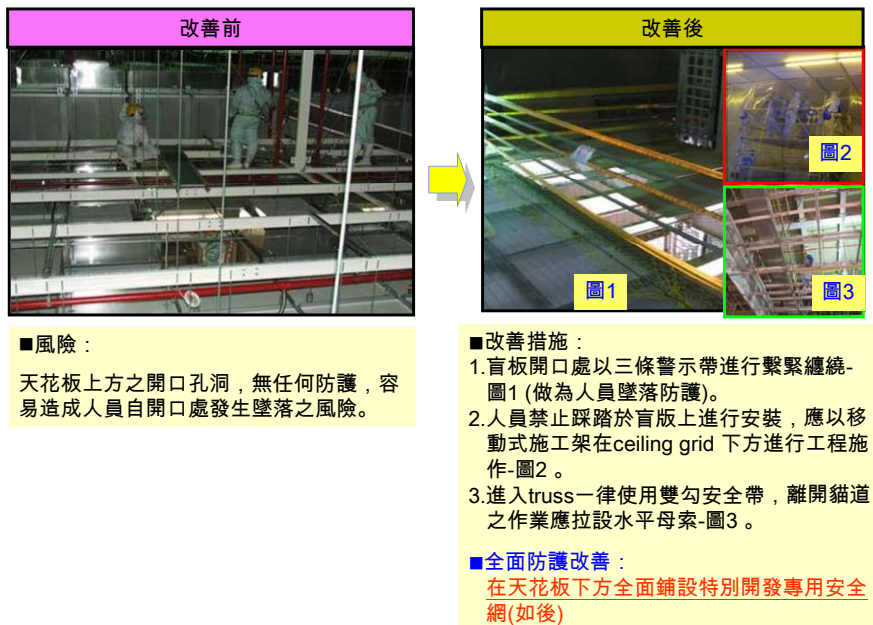


圖 22-1 無塵室天花板開口一般改善方善

②.經筆者實地與無塵室承包商(M+W)進行研究，並經實地驗證其可行性，故決定研發出以無塵室天花板專用安全網來進行改善，詳細說明如下所示(如圖 22-2)



圖 22-2 無塵室天花板專用安全網用途

③.無塵室 ceiling 設置安全防護網-設置/拆除方法(如圖 22-3)

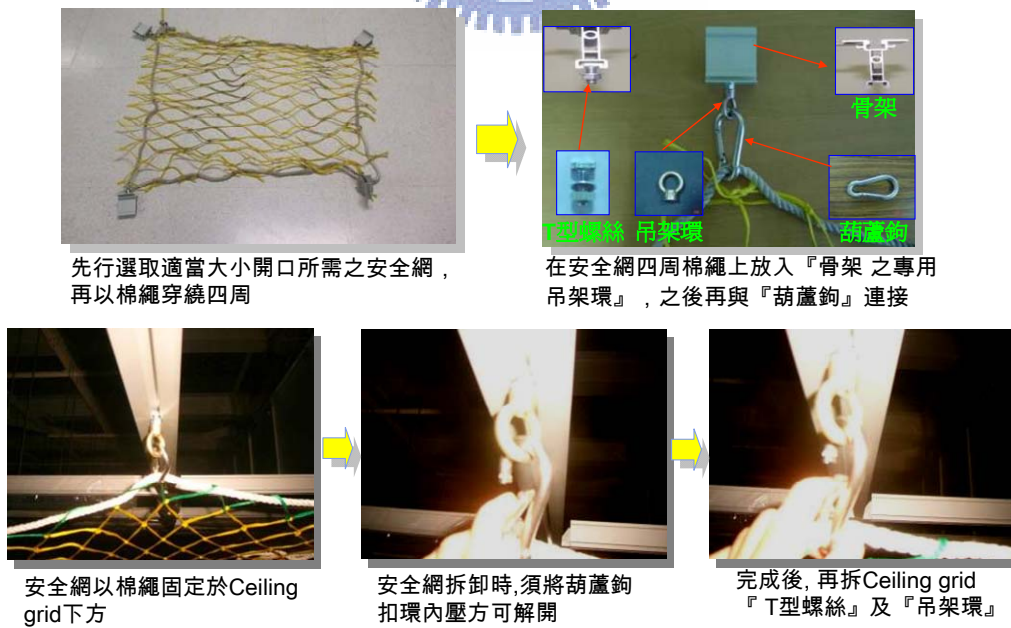


圖 22-3 無塵室天花板專用安全防護網-設置/拆除方法

④.無塵室天花板設置安全防護網-安全測試方法(如圖 22-4、22-5)

| 安全網測試            |   |
|------------------|---|
| 法規依據             | 內容  |
| 營造安全衛生設施標準第 22 條 | <p>雇主設置之安全網，應依下列規定辦理：</p> <p>一、安全網之材料、強度、檢驗及張掛方式，應符合國家標準 CNS 14252 Z2115 安全網之規定。(參考如下)</p> <p>二、工作面至安全網架設平面之攔截高度，不得超過七公尺。</p> |

1.靜態測試

取 5x7m 之安全網樣品固定於四個角隅於支撐架上(如圖 22-4)，以直徑 50cm 重量 150kgf 之球型砂包置於網中心點，並以 1kn 之增量施一垂直力於砂包，直到網面吸收之位能達到 10KJ，並量測網中心點之垂墜量。

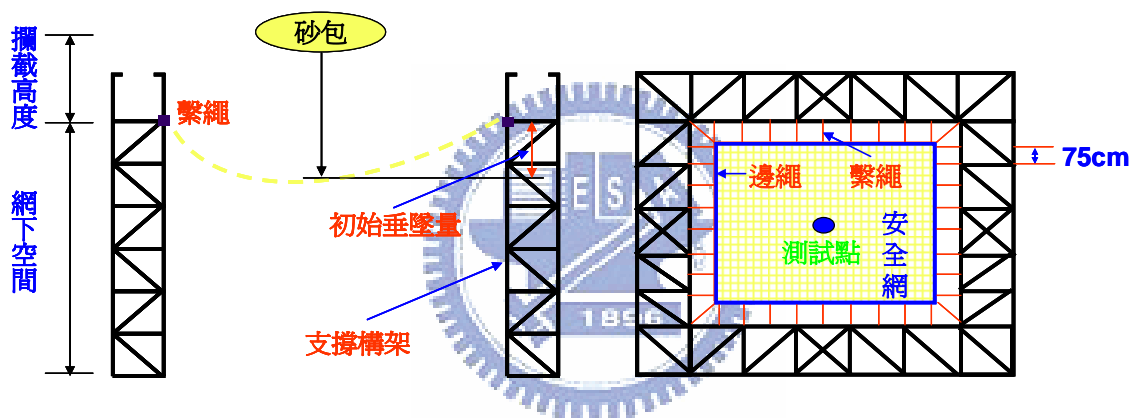


圖 22-4 無塵室天花板專用安全防護網-安全測試方法

2.動態測試

- (1). 試樣測試：取 5x7m 之安全網樣品固定於於支撐架上，以直徑 50cm 重量 150kgf 之球型砂包，於網中心點上方攔截高度 7m 處釋放(約可產生 12KJ 得能量) .連續進行三次測試，每次測試應待安全網恢復靜止狀態後再行測試。
- (2). 使用測試：針對剛完成架設(含新設、維修、更換位置)之安全網，應以直徑 50cm 重量 150 kgf 之球型砂包於攔截高度 7m 處釋放 ,於網中心點量測其垂墜量。
- (3). 連網測試：對於使用疊接繩結合之安全網應進行潛在弱點(各網之中心點及連接位置之中點)的強度測試，量測網中心點的垂墜量。

3.性能測試要求：

- (1). 網繩抗拉強度：無網結之網繩抗拉強度至少為 2.6KN(265.3kgf)，含網結之網繩抗拉強度至少為 1.3KN(132.7kgf)。

- (2). 邊繩、水平貫繩、繫繩之抗拉強度：至少為 7.5KN(765.3kgf)。
- (3). 疊接繩、肩繩之抗拉強度：至少為 30KN(3061.2kgf)。
- (4). 靜態強度：由網中心點之垂墜量如下列之規定。
  - ① 初始垂墜量：未承受載重時，完成架設之安全網中心點垂墜量應介於 20%~25%之短邊長度。
  - ② 載重垂墜量：載重停住網面時所產生之最大垂墜量不得超過短邊長度之 75%。
- (5). 動態強度：載重衝擊安全網時，其中心點的最大垂墜量不得超過短邊長度之 75%。

#### 4. 實際安全網強度實際測試(如圖 22-5)

- (1). 安全網以 75 公分之間隔固定於骨架上。
- (2). 將 75 kg 測試物由 3 公尺高度，以自由落體方式丟下於安全網上中心點。
- (3). 安全網強度測試：經目視與實物測視確認安全網及掛鉤均無任何損壞或移位。



圖 22-5 無塵室天花板專用安全防護網-以砂包實際測試

#### 5. 現場安全網鋪設情形與後續執行

- (1). 此改善案方式經與廠務發包部門討論後，並取得無塵室主承包商 M+W 與 UIS 同意於日後無塵室工程將依此施作(至 97.5.28 止均未再發生類似墜落事件)。
- (2). 將此專案執行事項提報各各廠區進行平行展開改善。

#### (4). 人孔

人孔之作用，常使用廠務廢污水儲槽維修口、無塵室內局部排氣風管(exhaust)預置口、無塵室高架地板未滿鋪前產生之地面開口(因下方有格子樑孔)，故因開口大小之差異及考量施工進行之便利性，故發展出開口(>60 公分與<60 公分防護方式不同之差異性)。

①.安全欄杆防護(>60 cm 之開口)---如圖 23

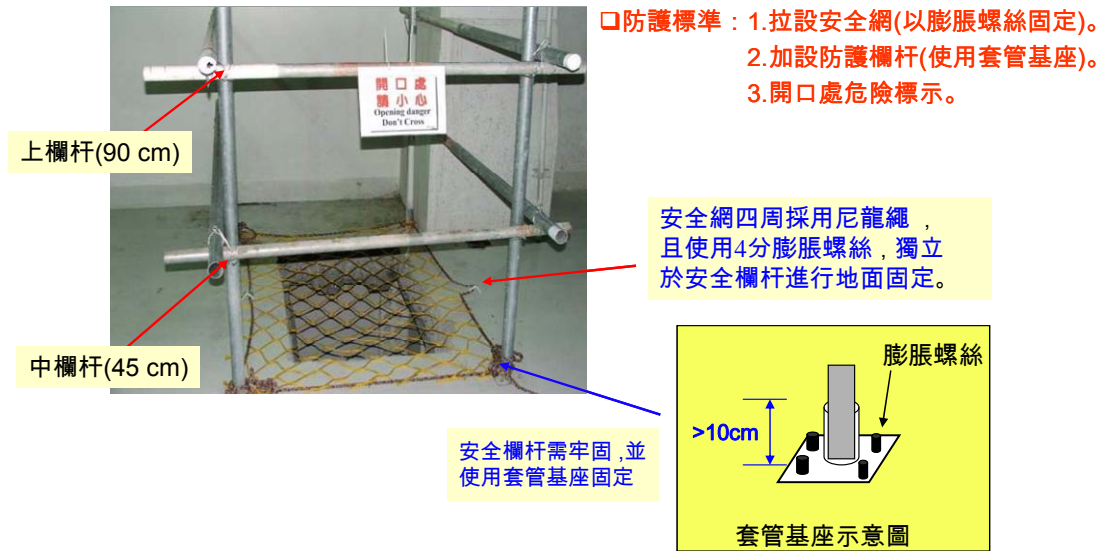


圖 23 人孔開口改善(>60 cm 之開口)

②.無塵內高架地板開口防範措施(<60 cm 之開口)---如圖 24

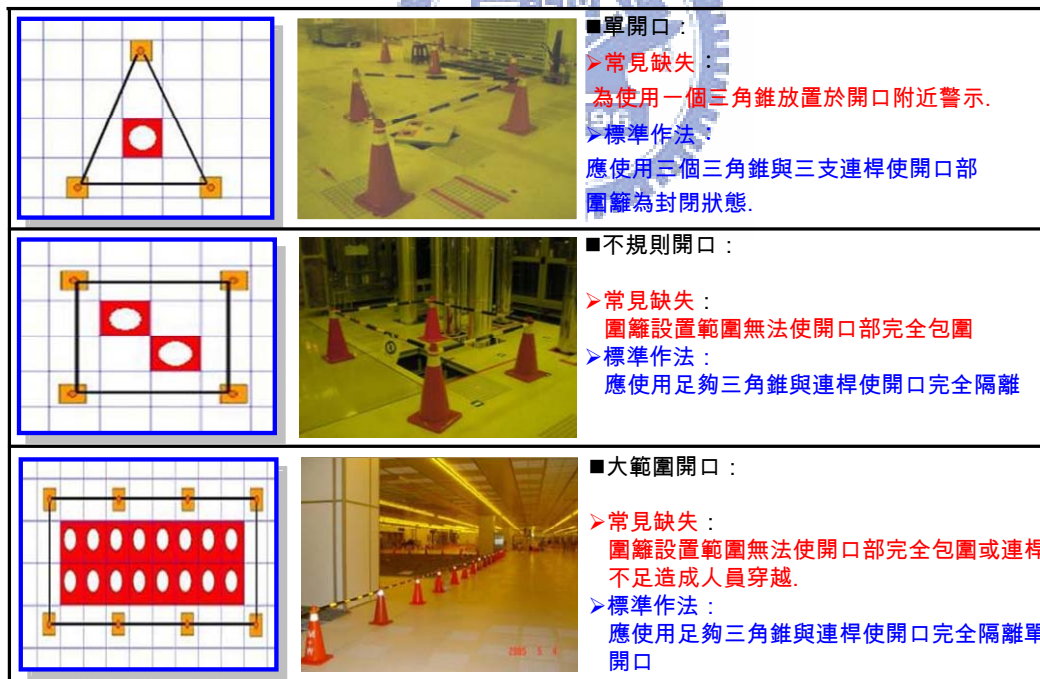


圖 24 無塵內高架地板開口防範措施(<60 cm 之開口)

(5).迴風道

迴風道用於無塵室空調系統迴風循環過濾裝置的空間開口，由於各樓層通常採共

用同一迴風道作為空調換氣通道，故通常開口之高度也最高，風險亦同。防護之方式與前述 D 項 >60 公分之人孔改善方式雷同，唯一差別是除了初期清潔工程外，直到無塵室環境完成檢測前，為避免發生墜落危險，安全防護皆禁止拆除(如圖 25)。

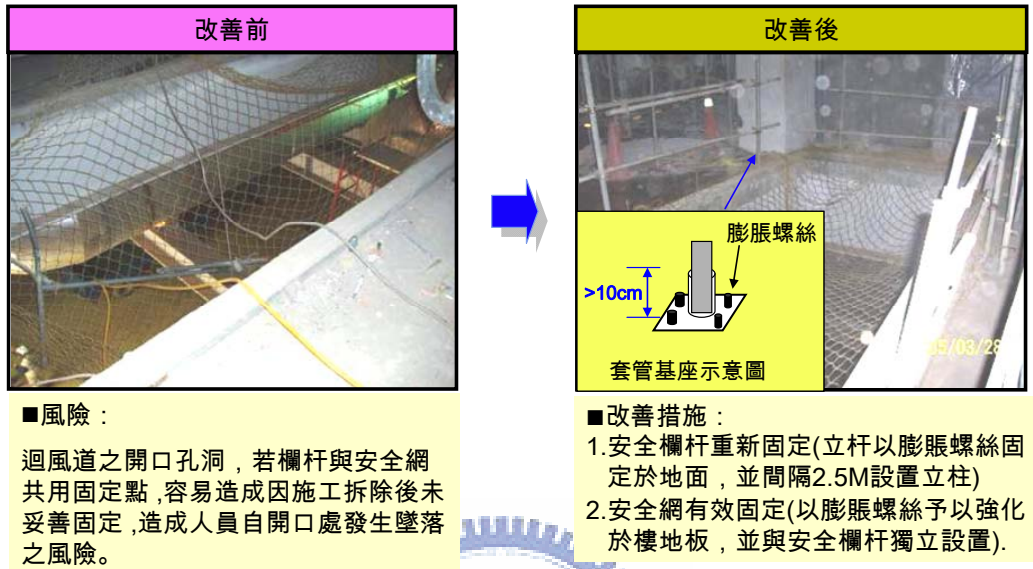


圖 25 迴風道開口改善

(6). 吊裝口

主要作用為生產機台或廠務設備 move in 或 move out 用途，由於開口高度高，故風險亦高，故通常採用安全欄杆防護+吊掛專用防墜器進行安全防護(如圖 26)。

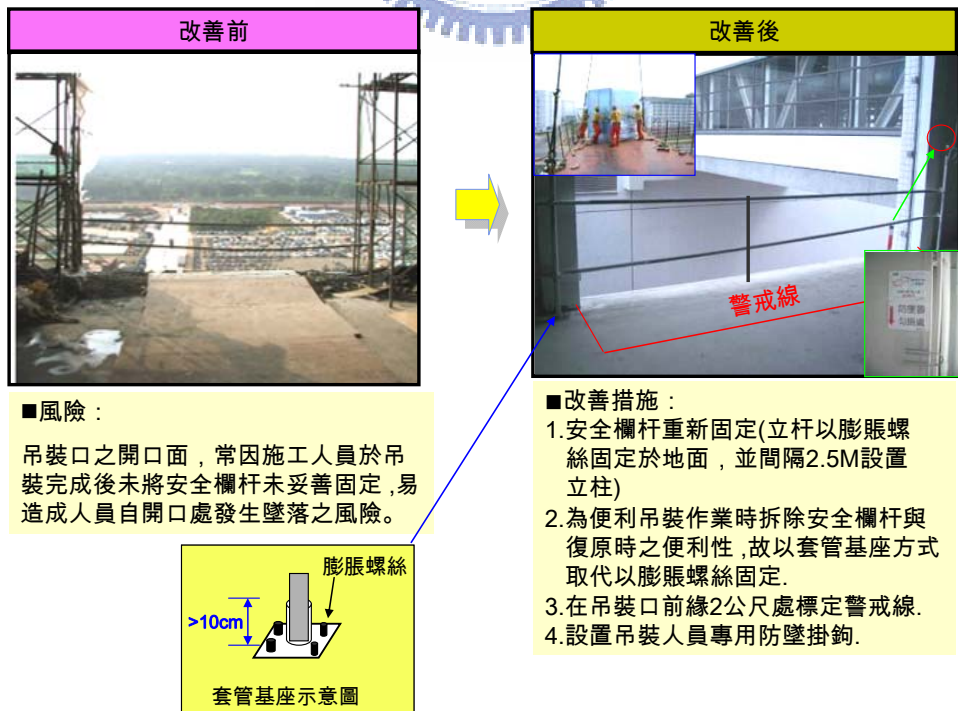


圖 26 吊裝口開口改善



## 2. 管理面改善

主要為建立制度面管理之機制，共分成 4 個部份以進行改善

- (1).建立安全防護拆除申請、(2).工安教育訓練、(3).導入門禁系統管制、(4).進行工安  
 缺失之統計與分析，以下逐項進行說明。

### (1).建立安全防護拆除申請

當施工必須拆除安全防護設施時，必須事先向協議會題出申請(如圖 27)。



#### ■ 開口加強管理措施：

- 開口處(管道間、吊裝口、電梯等)，  
於兩側明顯處張貼施工申請單放置袋。
- 袋中應放置『施工申請單』與『開口  
防護設施施工商每日現場管制表』。

| AUO 安全防護設施拆除施工申請單   |   |                                     |                                     |                          |                 |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> 管道間 <input type="checkbox"/> 開口 <input type="checkbox"/> 安全網 <input type="checkbox"/> 安全欄杆 |   |                                     |                                     |                          |                 |
| 申請日期  | 99.12.24  | 作業日期<br>(限每日申請)                     | 99.12.24                            |                          |                 |
| 廠商名稱  | 利晉  | 工程名稱                                | I=                                  |                          |                 |
| 施工人員簽名  | 林育羣   |                                     |                                     |                          |                 |
| 工作內容  | 材料  |                                     |                                     |                          |                 |
| 詳細作業地點  | 5F-隔模孔 (請附平面位置圖)  |                                     |                                     |                          |                 |
| 防護措施  | <input checked="" type="checkbox"/> 安全母索 <input type="checkbox"/> 背負式安全帶 <input type="checkbox"/> 警示帶 <input type="checkbox"/> 三角錐設置 <input type="checkbox"/> 防護器 <input type="checkbox"/> 公告<br><input type="checkbox"/> 專人監督 <input type="checkbox"/> 進出管制 <input type="checkbox"/> 防護警告標示 <input type="checkbox"/> 固定式施工架 <input type="checkbox"/> 其他<br>※開口處旁嚴禁使用合格作業 |                                     |                                     |                          |                 |
| 作業<br>前<br>檢<br>查   | 項次  | 檢查項目                                | 檢查結果                                |                          | 不合格改善措施         |
|   |   |                                     | 合格                                  | 不合格                      |                 |
|   | 1   | 護欄外觀是否有顯著變形                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 2   | 護欄是否有警示標示                           | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 3   | 護欄是否合法規設置(設有上、中欄杆)                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 4   | 開口面安全網是否完整(無破洞、無縫洞)                 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 5   | 開口面安全網是否確實固定於護欄基礎上                  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 6   | 防護器是否確實掛於安全母索或吊鉤上                   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 7   | 管圍欄照明設備是否足夠                         | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 8   | 施工者是否繫掛安全帶                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 9   | 施工者是否有夥伴作業                          | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 10  | 施工架是否設置安全母索及防護器                     | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
|   | 11  | 施工現場是否有監工或工安人員在場                    | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                 |
| 12  | 施工現場是否有其他平行廠商也在現場施工   | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |                          |                 |
| AUO 工安人員簽章  |   | 協議會會長簽章                             | 承攬商<br>工安人員簽章                       | 承攬商<br>現場監工簽章            |                 |
|   |   |                                     |                                     |                          | 行動電話：0910662513 |
| 備註：<br>1. 請於施工前一日檢附圖面向協議會申請。<br>2. 本表單限定施工當日使用，並放置於施工現場明顯處。   |   |                                     |                                     |                          |                 |
| 友達光電 L1 廠新建工程<br>承攬商安全衛生協議會   |   |                                     |                                     |                          |                 |

圖 27 建立安全防護拆除申請

## (2).工安教育訓練

由協議組織落實教育訓練與宣導要求，並依以下四項方式來進行(如圖 28)。

### ■入場危害告知訓練



- **重點要求：**
1. 完成一般安全衛生教育訓練(6小時)
  2. 協議會照相存檔並發證
  3. 警衛檢查個人安全裝備(安全帶)
  4. 門禁刷卡管制入場

### ■每日施工前工具箱會議



- **重點要求：**
1. 由承商負責人說明每日工務進度
  2. 由工安人員宣導並說明要求事項
  3. 進行每位施工人員入場危害切結簽名

### ■每日協議會工安聯合巡檢



- **重點要求：**
1. 由業主工安人員帶領承攬商進行施工現場巡視與稽核
  2. 將缺失項目當場拍照並記錄

### ■每日巡檢缺失檢討



- **重點要求：**
1. 針對協議會工安聯合巡檢內容進行檢討
  2. 針對一般缺失與違反規定部份進行處罰裁決
  3. 在隔日將前一日未完成事項進行追蹤改善

圖 28 工安教育訓練

## (3).導入門禁管制系統

為有效管制施工人員的合法資格與人員進出管制，故必須配合人員刷卡之門禁系統進行管控(如圖 29)。



圖 29 門禁管制系統

(4).進行統計與分析

針對每月的施工承商施工缺失進行統計與分析，並針對個案工安缺失率高之承商進行個別溝通與要求。

①.承攬商工安缺失統計：(如圖 30)

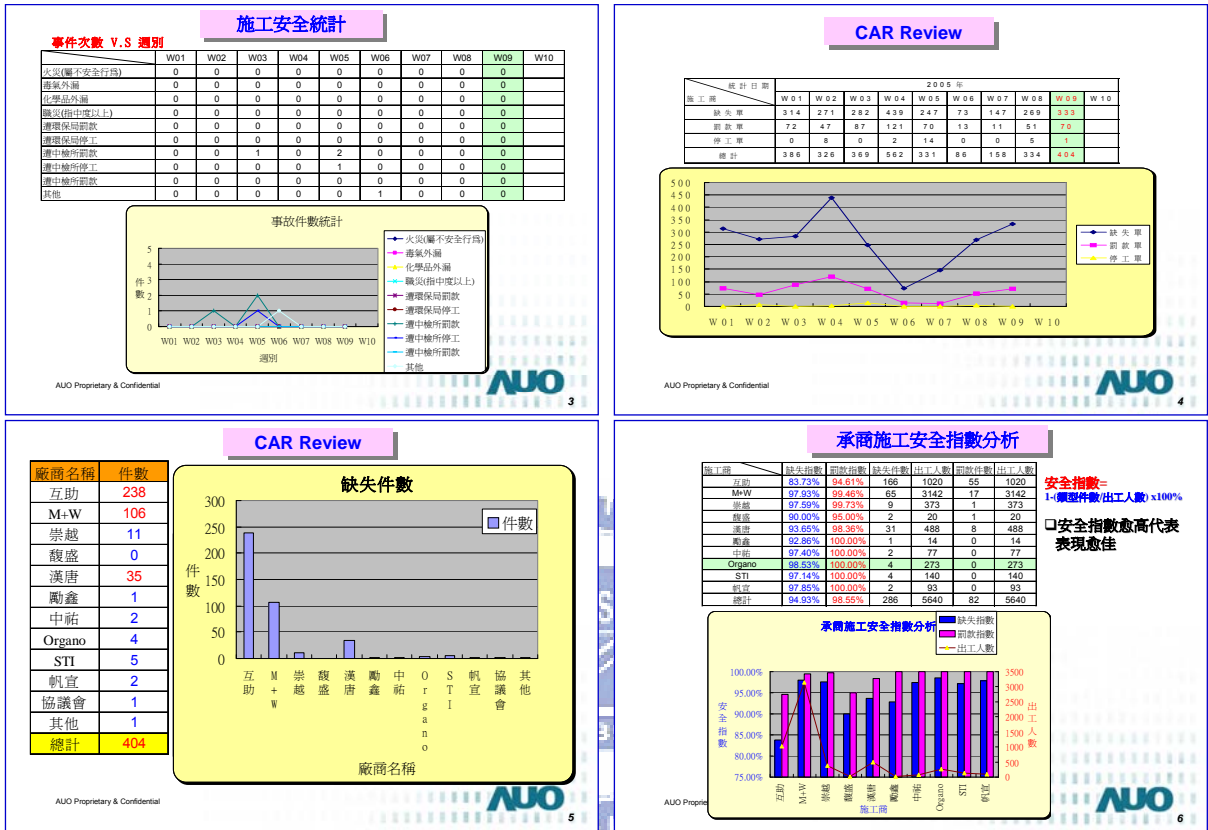


圖 30 承攬商工安缺失統計圖

②. 針對每月的職災事故進行統計與分析(如圖 31-1、31-2)

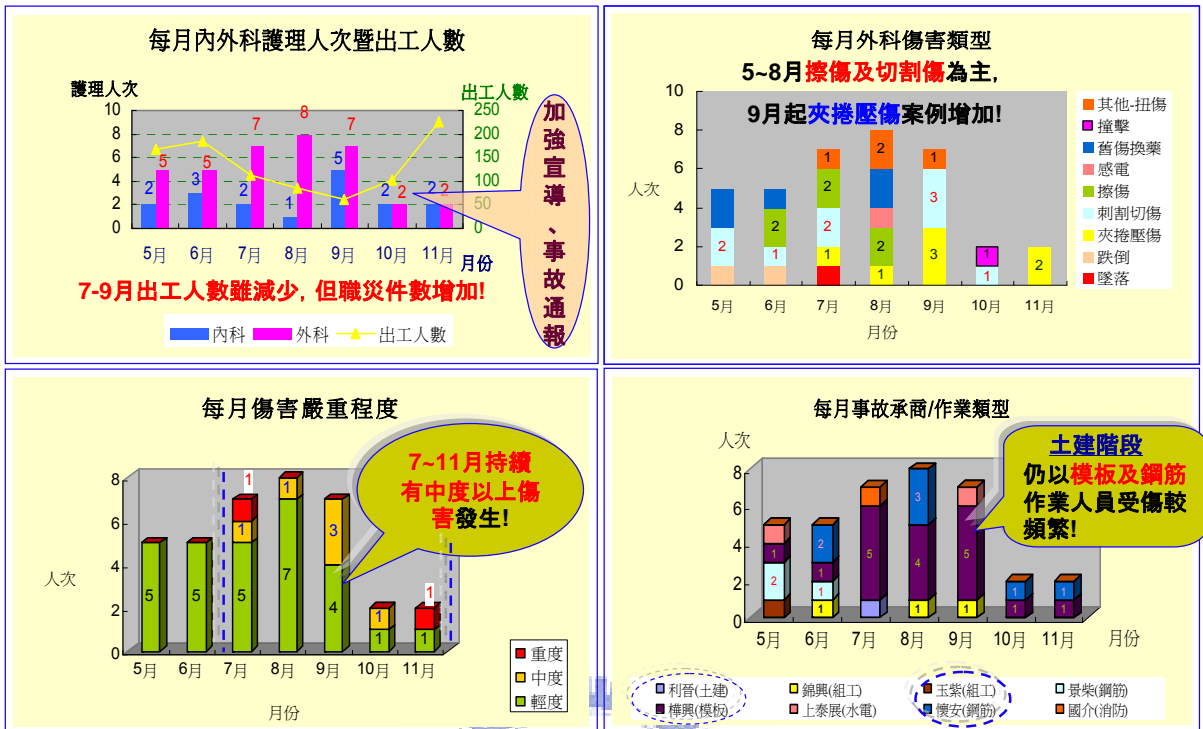


圖 31-1 針對每月的職災事故進行統計與分析圖

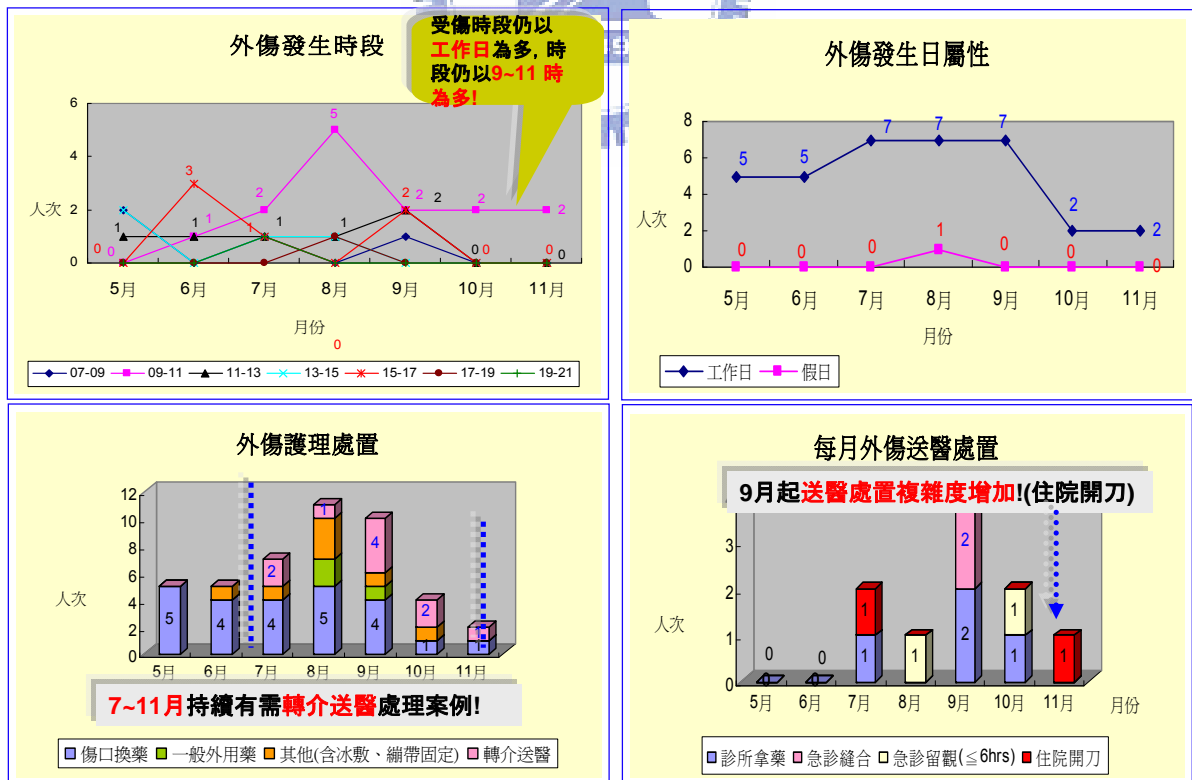


圖 31-2 針對每月的職災事故進行統計與分析圖

## 第六章 結論與建議

### 6.1 結論說明

本章就本廠新建案工程中，高處作業開口防護措施不佳之原因與改善建議，茲歸納出以下二節進行總結說明。

#### 6.1.1 高處作業易發生職災與安全防護設施使用率不佳之可能原因

根據行政院勞工委員會統計資料顯示，自民國七十七年以來，營造業重大職業災害嚴重率一直佔各業之冠，而造成營造業高災害嚴重率之主要因素即為墜落災害。由於營造業作業期短，高處作業，多層承攬與勞工高流動性，施工人員素質不佳等特性，相較於其他行業，無論在安全衛生管理、人員安全衛生習性、作業安全防護等各方面皆較其他行業來的複雜而難以控制。特別是在墜落安全防護方面，因高處作業施工時必須不斷移動，作業機具、設施又大多為臨時性組構等因素，勞工稍有不慎即可能墜落死亡。

高科技相關產業為我國目前產業發展之主流，面對以知識經濟為主的趨勢，目前台灣在積體電路製造、光電產業、發光二極體、精密機械及網路通訊產業等列為重點發展產業。但全球產業間競爭激烈加上經濟景氣循環變化快速之影響，當經濟景氣突反轉變好時，便有多家廠商競相進行廠房的新建或擴建工程。且高科技廠房的建造往往具有高投資金額、高風險、施工工期短、施工界面多而複雜等特性，所以也造成近年高科技廠房高處墜落之重大職業災害仍時有所聞。造成職災的因素有很多，從原因分析上來看，可簡單分為直接原因、間接原因。

1. **直接原因**：主要來說仍是施工人員對於現有所使用之高處作業防護設備不便利或購買價格昂貴，而造成使用意願降低；故設計一種可讓施工者覺得便利又價廉的防護設備乃是降低高處墜落之主要考量，並配合針對風險較高工項預先進行施工前安全會議討論，都有助於降低問題的發生。
2. **間接原因**：高科技廠房由於屬於高資產，景氣循環變化大之產業，故在擴廠的施工天數通常都會壓縮施工商至極限，所以發生職災的可能性也大為增高。所以清楚的落實空間界面移交時程與避免不必要或具工安風險的重疊作業(如土

建包臨時在已完成空間移交之無塵室內進行地板開孔，卻未知會在同一空間作業之無塵室包監工，即有可能造成無塵室內施作人員無法了解空間已發生變化而發生墜落危險。

### 6.1.2 高處作業安全防護設施之改善建議

由本報告統計分析可看出，「開口防護」的根本解決之道，主要應從施工便利性(如安全欄杆拆卸與復原方便性)與環境安全(儘量作到施工現場無開口之可能)著手，茲建議如下：

從營建工地建廠階段至工廠時期，以「管道間」、「格子樑孔」、「電梯直井」、「天花板上作業」四種風險最高。故建議新建廠房工程時，可針對以上四種開口風險進行硬體面改善：

1. 管道間、電梯直井：全面採用可調式開口護欄、來進行防護。
2. 格子樑孔：則以上方施作人員背負橫桿或設置格子樑孔專用蓋板方式。
3. 無塵室天花板：則以內文中特別研發之無塵室安全網進行防護。

藉以上硬體改善措施，來降低過去高科技廠房施工人員常因高處作業而發生墜落事件，以期降低墜落危害風險及職災發生率。

## 6.2 後續研究改善之建議

6.2.1 針對上述研究所提出之高處作業安全防護措施創新改善項目，因並不屬於勞安法規強制配置設施，主要還是必須仰賴甲方在簽定發包工程合約時明訂其中，以避免屆時要求乙方改善時，以工程合約未明訂而推拒實施。

6.2.2 另針對工程展開前，必須先行召集甲、乙方代表進行施工前安全會議。除了要求依此合約已明訂之高處作業安全防護措施進行工程施作外，更需建立互信、互諒之溝通機制，以期達到降低高處作業墜落發生之可能。也藉由說明安全防護措施便利性之大幅改善工時與重覆缺失改善之費用支出，俾以提升乙方配合之意願。

## 參考文獻

- 【1】行政院勞委會，「勞工安全衛生設施規則」，民國96年。
- 【2】行政院勞委會，「營造安全衛生設施標準」，民國96年。
- 【3】馮文政、蔡明豐、廖俊傑，「中華民國專利-(證書號數：M286254) 工程用護欄」，民國94年。
- 【4】曹常成，「我國營造業墜落安全防護現況」，勞工安全衛生研究所/安全衛生簡訊，民國85年。
- 【5】林楨中，「營造業職災現況及其致災媒介物分析研究」，勞工安全衛生研究所/安全衛生簡訊，民國91年。
- 【6】白滌清，「利用 TRIZ 矛盾矩陣探討鋼鐵廠清潔生產關鍵成功因素之研究」，民國93年。
- 【7】邢治宇、蘇慧倚，「由職災數字統計分析談工安問題」，工業安全衛生月刊，民國95年。
- 【8】劉國鎮，「營建工程工安災害感電與墜落防止之研究」，國立臺灣科技大學營建工程系，碩士論文，民國95年。
- 【9】「行政院勞委會」網站，網址 <http://www.cla.gov.tw>。
- 【10】「IOSH 勞工安全衛生研究所」網站，網址 <http://www.iosh.gov.tw>。
- 【11】「中華民國工業安全衛生協會」網站，網址 <http://www.isha.org.tw>。