

危險性機械設備 安全管理實務手冊

序

勞工工作環境之安全衛生，近年來在產業、政府及社會各界之共同努力推動下，已有顯著之改善；但個別工廠要落實其安全衛生工作、防範職業災害之發生，仍有賴雇主與全體勞工之重視與主動積極參與。進一步的說，安全衛生工作成敗關鍵是在於執行面是否落實，亦即安全衛生管理的計畫、執行、管制與考核等各方面運作有無發揮效能，而這就是安全衛生管理的範疇。

作業環境安全衛生之良窳，決定於硬體設計、管理制度，以及個人安全衛生行為等三方面。因此當企業為維持其工廠有效運作，而設置鍋爐、壓力容器、起重機、升降機等作為廠內動力、反應、輸送、維修之單元設備，但因渠等皆存有巨大能量，一旦發生事故必產生重大危害，甚者經由骨牌效應會擴及緊鄰設備造成更大的災害，故需強化其管理之制度，以做好安全衛生管理工作。

經濟部工業局為協助產業界因應國內外工安環保趨勢，解決其安全衛生問題，建立完善之管理制度，並宣導推廣相關理念，提供相關改善技術、資訊，希望藉此提昇產業安全衛生水準，特委託中華民國工業安全衛生協會，延續九十及九十一年度針對傳統產業中紡織、化學製品、金屬製品等三行業，所進行之安全衛生整合性技術輔導經驗，彙整、編撰「危險性機械設備安全管理實務手冊」，本實務手冊之編撰目的，是想充分地運用相關的學理與經驗去剖析危險性機械設備作業之潛在危害，並以最少的篇幅內掌握處理對策，及透過淺顯文句，將危害性較高之作業中正常操作、保養維修、設施安全檢點等之檢查與管制內容清楚闡述，以便現場工作人員容易參考使用，進而協助業界落實工安改善，減少其損失，並保護勞工安全與健康，達到降低職災與產業永續經營雙贏的目標。

由於安全衛生管理範圍甚廣，本手冊內容疏漏之處在所難免，尚祈各界包涵並不吝指教，對於編輯及審查委員於百忙之中，提供先知卓見，促使本手冊得以圓滿完成，謹表敬佩，並致最誠摯之謝忱。

經濟部工業局 謹識

危險性機械設備安全管理實務手冊

目 錄

第一章 前言.....	1
1.1 緣起.....	1
1.2 實務手冊內容及使用說明.....	2
第二章 鍋爐之安全管理.....	5
2.1 使用概況.....	5
2.2 安全管理.....	5
一、鍋爐構造強度的管理.....	6
二、鍋爐使用安全管理.....	15
2.3 潛在危害.....	24
2.4 常見缺失與改善對策.....	31
2.5 災害案例.....	34
第三章 壓力容器之安全管理.....	37
3.1 使用概況.....	37
3.2 安全管理.....	43
3.3 潛在危害.....	55
3.4 常見缺失與改善對策.....	58
3.5 職業災害案例.....	71
第四章 高壓氣體特定設備之安全管理.....	91
4.1 使用概況.....	91
4.2 安全管理.....	93
一、安全措施.....	96
二、設備安全.....	100
三、作業安全管理.....	115
4.3 潛在危害.....	128
4.4 常見缺失與改善對策.....	135

4.5 災害案例.....	144
第五章 固定式起重機之安全管理.....	149
5.1 使用概況.....	149
5.2 安全管理.....	149
一、危險性機械之檢查及程序.....	151
二、使用事業單位檢查內容.....	155
三、起重機有關吊具.....	156
5.3 潛在危害.....	159
5.4 常見缺失與改善對策.....	167
一、加強檢查.....	167
二、起重機之運轉與維護.....	178
5.5 災害案例.....	184
第六章 升降機之安全管理.....	187
6.1 使用概況.....	187
6.2 安全管理.....	188
6.3 潛在危害.....	199
6.4 常見缺失與改善對策.....	201
6.5 災害案例.....	204
第七章 結語.....	219
國內外安全衛生相關網址.....	221
參考文獻.....	222
附錄一 鍋爐自動檢查紀錄表.....	223
附錄二 小型壓力容器定期(每年)自動檢查紀錄表.....	227
附錄三 高壓氣體特定設備定期自動檢查紀錄.....	229
附錄四 固定式起重機(架空式)定期自動檢查表.....	266
附錄五 升降機安全檢查報告.....	284
附錄六 自動檢查追蹤改善辦法.....	286

表 目 錄

表 2.1 鍋爐自動檢查項目及檢查要點.....	11
表 3.1 腐蝕分類診斷方法表.....	57
表 3.2 常見非破壞檢測技術原理及其應用特性.....	61
表 3.3 熱交換器之水封破壞分析表.....	79
表 4.1 儲槽分類表.....	100
表 4.2 橫型與豎型之比較.....	101
表 4.3 各類防爆電氣結構名稱及代號.....	112
表 4.4 各種場所與適用防爆構造之關係.....	112
表 4.5 國際上原有系統相對應氣體族群之代號.....	113
表 4.6 國際各系統原來對於防爆設備與自燃溫度分類對應表.....	113
表 4.7 應設安全（備用）電源之設備等.....	115
表 4.8 毒性氣體之容許濃度.....	126
表 5.1 危險性機械申請檢查作業.....	151
表 5.2 變更備查及變更檢查範圍.....	152
表 5.3 固定式起重機自動檢查內容.....	155
表 5.4 缺失與改善對策.....	167
表 5.5 固定式起重機自動檢查項目及檢查要點.....	167
表 6.1（勞）升降機具檢查法令架構.....	194
表 6.2（勞）升降機具申請檢查流程圖.....	195
表 6.3（勞）升降機竣工檢查作業程序／方塊圖.....	196
表 6.4（勞）升降機定期檢查作業程序方塊圖.....	197
表 6.5 檢查機構.....	198

圖 目 錄

圖 3.1 第一種壓力容器分類.....	38
圖 3.2 鍋爐與壓力容器之區分圖例.....	39
圖 3.3 第一種壓力容器依操作方法分類.....	41
圖 3.4 第一種壓力容器檢查管理流程.....	42
圖 3.5 墊圈種類.....	47
圖 3.6 壓力表裝設之示意圖.....	49
圖 3.7 平行反射式水位計.....	50
圖 3.8 安全閥.....	52
圖 3.9 使用中處理流程.....	55
圖 3.10 壓力容器異常狀況流程分析圖.....	58
圖 3.11 運用流程圖.....	60
圖 3.12 以因果分析失控反應圖.....	75
圖 4.1 球形槽.....	101
圖 4.2 球形儲液槽（單殼式）.....	102
圖 4.3 二重殼式球形儲液槽.....	102
圖 4.4 平底二重殼球面屋頂儲槽.....	103
圖 4.5 防液堤.....	106
圖 4.6 LPG 離心式泵.....	109
圖 4.7 液化石油氣安全管理組織系統圖.....	116
圖 4.8 液化石油氣甲類製造事業單位安全管理體系.....	117
圖 4.9 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 1.....	131
圖 4.10 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 2.....	132
圖 4.11 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 3.....	132
圖 4.12 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 4.....	133
圖 4.13 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 5.....	133
圖 4.14 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 6.....	134

圖 4.15 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 7.....	134
圖 4.16 安全閥.....	144
圖 4.17 焊接部門詳圖.....	145
圖 4.18 推斷的電流回路.....	145
圖 5.1 鋼索之掛法.....	157
圖 5.2 吊鉤.....	158
圖 5.3 注意吊舉細長物.....	160
圖 5.4 注意指揮位置.....	161
圖 5.5 不適當的吊下作業.....	162
圖 5.6 注意吊掛位置.....	163
圖 5.7 小心工字鋼的吊掛.....	164
圖 5.8 注意開口處吊運.....	165
圖 5.9 注意鋼瓶吊運.....	166

第一章 前言

1.1 緣起

自民國六十三年勞工安全衛生法實施以來，勞工安全衛生工作在政府及相關單位共同努力推動下，不論在觀念、作法上均有長足且顯著的進步，然而與先進國家比較，我國職業災害發生率仍居高不下，根據行政院勞工委員會勞動檢查年報統計資料顯示，國內職業災害所造成的人員傷亡每年均達萬人以上，而直接與間接的經濟損失更在新台幣數百億元以上。對人力資源的損失，對社會和諧與國家經濟發展均已構成一定衝擊，影響經濟投資活動。

綜觀勞工安全衛生法令的內涵，對於生產工具及環境安全衛生之基本的防護措施與要求，已見諸於其法條與附屬標準當中。然而，職業災害仍然持續發生。顯然，當前勞工安全衛生最主要的問題是執行面未能落實。從邏輯上講，之所以發生職業災害事故，原因是防護措施失去原有功能，而其起因則出於安全衛生管理運作沒有發揮，而這即是安全衛生管理的範疇。

我們深知，由於科技日益進步，企業不斷引進、設置各項自動化機具設備，而鍋爐、壓力容器（含高壓氣體特定設備）、起重機、升降機等做為工廠內動力、反應、維修或輸送之單元設備更是不可或缺。但因此保有潛在大能量之特性，需特別防範其危害，例如化學工廠之高壓儲槽區，一直是工廠深具潛在危害的區域，常因操作不當或外在熱源等因素而引發易燃性化學品儲槽火災，因為儲量大之特性使搶救不易，導致重大的財產損失與人員傷亡；尤有甚者，經由骨牌效應擴及緊鄰儲槽或製程區內之設備，而造成更大的危害。一般而言，儲槽可分球型、臥式圓筒型、立式圓柱型等，由於儲存壓力、溫度等條件比起其他製程設備似乎脆弱許多，常因過壓、真空、附屬管線破管等等因素造成嚴重災害。

鍋爐是國內許多製造或加工業不可或缺的主要動力設備之一，其主要功能是將水或熱媒以燃燒加熱來產生蒸汽，再利用管線將蒸汽輸送至需要能源的場所。其危險源關係由於水透過燃燒的過程、吸收燃料之能量後，

由液相變成氣相，體積大量的膨脹，對其爐體或容器產生更大的壓力；另一方面，鍋爐之材質卻又因燃燒之溫升，而使材質強度下降或劣化。而壓力容器則是許多工廠之主要生產設備，提供高壓製造環境，應用範圍甚廣。關鍵性危害多發生於焊補作業、閥操作作業、進卸料作業、儀器操作作業及試驗檢查作業。由於鍋爐及壓力容器泛使用於各業，其內部多為高溫高壓狀態，應具足夠強度及安全構造，使用上亦應符合安全條件，方能確保安全。

起重機由於具有一定的吊升荷重與捲揚高度及跨度，而且需要依靠鋼索（吊鏈）和吊掛裝置進行吊運工作，人一機一作業環境系統較為複雜，客觀上存有許多不安全因素，極具危險性，以墜落、滾落事故最多，其次為感電事件。

升降機亦被事業單位廣為使用，普遍做為載具載運原料、產品與機器，如使用或保養不當，稍有不慎極易造成職業傷害，其中以被夾及墜落為主；被夾致死佔 30%，大部份為升降機運轉中因電路異常或人為疏失使安全裝置無法作動，如貨梯未標示禁止搭乘人員，乘場又未設連鎖裝置，人員又誤按鈕被夾致死。其次為升降機管道間墜落致死佔 70%，主要原因是從業人員不慎跌落或周遭工作人員失足掉落。

因此，實施安全衛生管理是現代事業經營的重要課題，對防止職業災害就更為勞工本身與政府關切的當務之急。

有鑑於此，經濟部工業局為協助國內更多的企業提昇安全衛生水準、防止職災的發生，保護勞工安全與健康，與創造更安全衛生的工作環境，促進產業發展。延續本會 90 及 91 年度針對傳統產業中紡織、化學製品、金屬製品所進行安全衛生技術整合性輔導之經驗，彙整、編撰「危險性機械設備安全管理實務手冊」以說明危險性機械設備的危害特性與管理，希望透過淺顯文句闡述，以便於現場工作人員參考使用。

1.2 實務手冊內容及使用說明

本實務手冊編撰目的在於充分地運用所有可用的學理與經驗，去剖析潛在危害，在最少篇幅內掌握處理對策，包括確認安全衛生風險有關的

作業，及對正常操作、保養維修、設施安全檢點等進行適切的檢查與管制。為協助工廠現場工作人員因應該廠不同情況、運用各項危險性機械設備輔導經驗，而規劃出合乎工廠參考使用的安全管理實務，經濟部工業局於九十一年度計畫編撰此“危險性機械設備安全管理實務手冊”本管理實務手冊首先說明編撰緣起及目的，接著分別介紹使用概況，安全管理以及潛在危害，最後介紹常見缺失與改善對策，並提供相關案例；各章節內容大綱說明如下：

第一章 緣起

本章節在說明編撰危險性機械設備安全管理實務手冊之緣起及本手冊內容、使用說明。

第二章 鍋爐之安全管理

本章節主要在說明鍋爐構造及其使用狀況，並包含從設計、製造、安裝、使用的管理程序與針對潛在危害、常見缺失剖析改善對策之自主管理內涵。

第三章 壓力容器之安全管理

本章節主要在說明壓力容器使用狀況，針對潛在危害、常見缺失的分析，提出改善對策建置安全管理的內容，並舉例說明之。

第四章 高壓氣體特定設備之安全管理

本章節在說明高壓氣體特定設備使用狀況，並以液化石油氣為例，分設施、設備與作業進行分析，提供其安全管理的內容，從而針對常見缺失提出改善對策，加強管理內容。

第五章 固定式起重機之安全管理

本章節以固定式起重機為主，說明其使用狀況，並從檢查的角度來探討安全管理的內容，針對設備、作業剖析潛在危害，再以常見缺失之改善對策與管理，防止職災的發生。

第六章 升降機之安全管理

本章節在說明升降機使用概況，並以檢查法令架構與使用管理來探討其安全管理，也針對緊急狀況的潛在危害及常見缺失列舉災害案例來談改善對策，增進安全管理的內容。

第七章 結語

本章節主要為手冊總結。另蒐集國內外重要之安全衛生相關網址，及本手冊之參考文獻，提供業者參考，並期業者能掌握最新相關訊息；作為管理上的改善參考。附錄一至附錄六則提供相關自動檢查表格供現場工作人員參考使用。

本管理實務手冊可作為工廠建立危險性機械設備安全衛生自主管理的參考；亦可作為現場工作者的安全衛生教育訓練資料，用以提升其危害防範意識及安全衛生知識，養成良好的操作習慣。同時透過本管理實務手冊之提示，讓安全衛生管理者及現場主管、工作人員瞭解並掌握現場潛在危害所在，若有異常應採取之防範措施等，以避免職災的發生。

第二章 鍋爐之安全管理

鍋爐的構成，通常是把燃料之燃燒熱傳遞至金屬製鍋爐內水，使其發生所需蒸汽之裝置，依「鍋爐及壓力容器安全規則」上的分類，分為蒸汽鍋爐與熱水鍋爐。蒸汽鍋爐指以熱源加熱於水或熱媒而產生超過大氣壓之壓力蒸汽，提供使用；熱水鍋爐指以熱源加熱於有壓力之水或熱媒，提供使用的裝置。

鍋爐也可因結構不同從燃燒所生火焰及煙之路徑區分為煙管式或水管式鍋爐，它是指煙管式鍋爐燃料在爐筒內或鍋身外部燃燒，燃燒氣體或其他高溫氣體，在爐筒內或煙管內流通，加熱管外或爐筒外之水或其他熱媒者。而水管式鍋爐燃料在燃燒室內燃燒，燃燒氣體或其他高溫氣體流通於管外，以加熱於管鼓胴內之水或其他熱媒者。

2.1 使用概況

鍋爐屬於高壓高溫之設備，廣泛地使用於食品、化學、石油化學、製紙、肥料及其他製造業等。依行政院勞工委員會九十年「勞動檢查年報」資料所載，鍋爐總計檢查 9,596 座，以中區勞動檢查所所轄六縣市最多有 4,199 座，在地狹人稠的台灣，如安全管理不當，極易發生職業災害，造成勞工生命之傷亡，影響其家庭生活，發生嚴重社會問題，另一方面，事業單位因職業災害之發生，將導致生產停頓，嚴重者，使整個企業毀滅，影響國家經濟之發展；各先進國家，為保障社會安全，進而促進國家經濟之發展，無不競相訂定各種法令、標準規章，予以適當之管理，我國亦將鍋爐列為危險性設備，明定非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格不得使用，其操作人員非經訓練合格或技能檢定合格，不得從事操作，以確保安全。

2.2 安全管理

鍋爐提供蒸汽為動力，由於蒸汽不受時間、空間限制，較風力、水力容易掌握，但如稍有不慎，萬一發生爆炸、洩漏、中毒等事故，將釀成鉅

災，後果不堪設想，故加強鍋爐之構造及使用安全管理，不啻為法制面刻不容緩之事。「鍋爐及壓力容器安全規則」為目前規範鍋爐及壓力容器安全管理事項之主要法令規章，前於六十三年十二月廿一日依勞工安全衛生法規定訂定發布，以鍋爐及壓力容器及安全管理，為主要法令內容歷經，七十四年一月十九日、七十五年八月八日、七十九年五月三十日三度修正，其章節、條次略有調整，惟內容大致維持原有架構，至八十五年二月十四日第四次修正，始有大幅度之結構性變動，將鍋爐之檢查程序事項，移列於「危險性機械及設備安全檢查規則」(84.12.31 訂定發布)中，「鍋爐及壓力容器安全規則」條文自此大幅縮減，僅限於規範使用安全管理事項，故如對鍋爐安全檢查事項、自動檢查事項及操作人員安全教育訓練事項，自應另依其他相關法規辦理。

一、鍋爐構造強度的管理

鍋爐因工作中受有高溫與高壓，其危險程度與一枚大型炸彈相當，故自其設計開始諸凡製造、安裝、使用等過程中，政府均規定有一定的標準，並加以監督檢查，以確保人員、物質的安全。更可以防止其效率降低，延長其使用壽命。法令上分為危險性設備、小型鍋爐及不適用鍋爐及壓力容器安全規則等三部分。

依「危險性機械及設備安全檢查規則」第四條規定列為危險性設備容量對象者，非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格不得使用，其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用，其容量規定如下：

適用 容 量 範 圍
1.最高使用壓力（表壓力，以下同）超過每平方公分一公斤，或傳熱面積超過一平方公尺（裝有內徑二十五公厘以上開放於大氣中之蒸汽管之蒸汽鍋爐、或在蒸汽部裝有內徑二十五公厘以上之U型豎立管，其水頭壓力超過五公尺之蒸汽鍋爐，為傳熱面積超過三．五平方公尺），或胴體內徑超過三百公厘，長度超過六百公厘之蒸汽鍋爐。 2.水頭壓力超過十公尺，或傳熱面積超過八平方公尺，且液體使用溫度超過其在一大氣壓之沸點之熱媒鍋爐以外之熱水鍋爐。

- | |
|---|
| <p>3.水頭壓力超過十公尺，或傳熱面積超過八平方公尺之熱媒鍋爐。</p> <p>4.鍋爐中屬貫流式者，其最高使用壓力超過每平方公分十公斤（包括具有入徑超過一百五十公厘之圓筒形集管器，或剖面積超過一百七十七公分之方形集管器之多管式貫流鍋爐），或其傳熱面積超過十平方公尺者（包括具有汽水分離器者，其汽水分離器之內徑超過三百公厘，或其內容積超過〇・〇七立方公尺者）。</p> |
|---|

(一)危險性設備檢查

危險性設備之製造及修改前，應經型式檢查合格，再辦其他各項檢查，其檢查分為熔接檢查、構造檢查、竣工檢查、定期檢查、變更檢查及重新檢查等，但高壓氣體容器不須經過竣工檢查及變更檢查。

1.熔接檢查

以熔接製造之鍋爐，應於施工前由製造人向製造所在地檢查機構申請熔接檢查（但如以鉚釘接合方法製造者可免），經檢查合格取得合格熔接明細表，再申請構造檢查。

2.構造檢查

鍋爐本體完成時，由製造人再申請構造檢查，檢查合格發給構造明細表，但高壓氣體容器發給合格證，於使用單位安裝完成後再申請竣工檢查。

3.竣工檢查

經構造檢查合格後，再由使用人（雇主）申請竣工檢查，檢查合格者，發給檢查結果報告表及檢查合格證，其有效使用期限，為一年。

4.定期檢查

檢查合格證有效期限屆滿前一個月，應填具定期檢查申請書，向檢查機構申請定期檢查。

第一次定期檢查時，應實施內、外部檢查。

第二次以後定期檢查，每年實施外部檢查一次以上，其內部檢查期限依下列規定：

(1)鍋爐：

以管路連接從事生產程序之代設備所附屬之鍋爐或發電用鍋爐及其輔助之鍋爐，每二年檢查一次以上。

(2)前款以外之鍋爐每年檢查一次。

對發電電流量二萬瓩以上之發電用鍋爐或第一種壓力容器外，內部檢查得同時辦理每二年檢查一次。

5.變更檢查

經大修改致其胴體或集管器三分之一以上，或爐筒、火室、端板、管板之全部修改或汽包、頂蓋板、補強支撐等有變動者，所有人或雇主應向所在地檢查機構申請變更檢查。

經變更檢查合格者，檢查員應在原檢查合格證上記載欄內記載檢查日期、變更部分及檢查結果。

6.重新檢查

危險性設備如有下列情況之一，應由所有人或雇主向當地檢查機構申請重新檢查。

(1)從外國進口者。

(2)構造檢查、重新檢查、竣工檢查或定期檢查合格後，經閒置一年以上，擬裝設或恢復使用者。

(3)經禁止使用，擬恢復使用者。

(4)遷移裝設地點或重新裝設者。

檢查結果之處理：

(1)第一款國外進口者，經檢查合格應發給重新檢查合格證明細表，以辦理竣工檢查。

(2)第二款至第四款如裝置地點不變，得在原合格證上記載檢查日期、檢查結果及註明使用有效期限，最長為一年。

以上危險性設備有部分由政府指定代行檢查機構辦理代行檢查。

依照「危險性機械及設備安全檢查規則」共有七種，略示之如下表。

類 別	實 施 時 機	檢 查 內 容	檢 查 機 構
型式檢查	鍋爐製造或修改前	是否具備製造或修改能力	政府檢查機構
熔接檢查	鍋爐熔接施工時	熔接工作是否良好	中華民國鍋爐協會
構造檢查	鍋爐構造完成時	構造是否合於規定	
竣工檢查	鍋爐安裝完工時	鍋爐設置是否良好， 附屬品是否齊備	政府檢查機構
重新檢查	1.從外國進口者。 2.構造檢查、重新檢查、竣工檢查或定期檢查合格後，經閒置一年以上，擬裝設或恢復使用者。 3.經禁止使用，擬恢復使用者。 4.固定式鍋爐遷移裝置地點而重新裝設者。	構造是否合於規定	中華民國鍋爐協會、中華民國工業安全衛生協會、台灣省鍋爐協會
變更檢查	鍋爐經大修改致其胴體或集管器三分之一以上，或爐筒、火室、端板、管板之全部修改或汽包、頂蓋板、補強支撐等有變動者。	變更設置性能良否， 附屬品備否	中華民國工業安全衛生協會、台灣省鍋爐協會
定期檢查	竣工檢查後每年定期檢查一次	鍋爐損耗情形調查	中華民國工業安全衛生協會、台灣省鍋爐協會

依照「鍋爐及壓力容器安全規則」第三條所稱小型鍋爐不屬危險性設備，其適用範圍如下：

適用容量範圍
1.最高使用壓力（表壓力，以下同）在 1kg/cm^2 以下，且傳熱面積在 1m^3 以下之蒸汽鍋爐。
2.最高使用壓力在 1kg/cm^2 以下，且胴體內徑在 300mm 以下，長度在 600mm 以下之蒸汽鍋爐。
3.傳熱面積在 3.5m^2 以下，且裝有內徑 25mm 以上開放於大氣中之蒸汽鍋爐。
4.傳熱面積在 3.5m^2 以下，且在蒸汽部裝有內徑 25mm 以上之 U 字型豎立管，其水頭壓力在 5m 以下之蒸汽鍋爐。
5.水頭壓力在 10m 以下，且傳熱面積在 8m^2 以下之熱水鍋爐。
6.最高使用壓力在 10kg/cm^2 以下（不包括具有內徑超過 150mm 之圓筒形集管器，或剖面積超過 177m^2 之方形集管器之多管式貫流鍋爐），且傳熱面積在 10m^2 以下之貫流鍋爐（具有汽水分離器者，限其汽水分離器之內徑在 300mm 以下，且其內容積在 0.07m^3 以下）。

(二)自動檢查

依勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第三十二條規定雇主對鍋爐應每月就其鍋爐本體、燃燒裝置、自動控制裝置、附屬裝置及附屬品之有無損傷、異常等定期實施檢查一次（表 2.1）。又依同辦法第三十四條雇主對小型鍋爐應每年就其鍋爐本體、燃燒裝置、自動控制裝置、附屬裝置及附屬品之有無損傷、異常等及其他保持性能之必要事項定期實施檢查一次。

表 2.1 鍋爐自動檢查項目及檢查要點

檢 查 項 目		檢 查 要 點
鍋爐本體		有無損傷
燃 燒 裝 置	油加熱器及燃料輸送裝置 噴燃器 過濾器 燃燒器瓷質部及爐壁 煙道	有無損傷 有無損傷及污染 有無堵塞或損傷 有無污染或損傷 有無洩漏、損傷及風壓異常
自 制 動 裝 置	自動起重停止裝置、火焰檢出裝置、 燃料切斷裝置、水位調節裝置、壓力 調節裝置 電氣配線	機能有無異常 端子有無異常
附 屬 附 屬 裝 置 品	給水裝置 蒸汽管及閥 空氣預熱器 水處理裝置	有無損傷及作動狀態 有無損傷及作動狀態 有無損傷 機能有無異常

1.自動檢查實施時機

鍋爐檢查除法令規定之檢查外，雇主還應實施自動檢查。自動檢查應在下列情形時實施。

- (1)接受法定檢查之前（事先預備檢查）。
- (2)實施清掃時（年中間清掃）。
- (3)爐或煙道磚壁補修時。
- (4)發生洩漏或其他障礙停止鍋爐時。

2.小型鍋爐定期自動檢查

小型鍋爐，經使用後將因水垢之附著發生過熱或維護不當而發生腐蝕，引起安全裝置之作動不良，甚至發生破裂等事故。因此，必須定期實施清掃及自動檢查以確保安全。該自動檢查得由經政府訓練合格之鍋爐自動檢查人員或委託具鍋爐檢查員資格之人員實施。

小型鍋爐開始使用後，每年一次對於下列事實實施自動檢查並將檢查紀錄妥予保存3年，但超過一年不使用者，在該不使用期間不在此限。

- (1)鍋爐本體
- (2)燃燒裝置
- (3)自動控制裝置
- (4)附屬品及附屬裝置

(三)鍋爐定期檢查

1.準備事項

- (1)停止使用，俟鍋爐完全冷卻後，排放鍋爐水。
- (2)打開人孔、掃除孔、檢查孔等蓋板，卸除爐篦及火壩。
- (3)完全清除鍋爐內之水垢及必要時依檢查員之指示去除鍋爐內外之油漆。
- (4)清掃煙道及鍋爐各部分之煤灰，裝大吹灰器之鍋爐，應於熄滅爐火前，使用吹灰器清潔傳熱面。
- (5)清掃並磨密安全閥、玻璃水面計及各部瓣閥旋塞等。
- (6)必要時並應除去鍋爐上全部或一部之保溫材料。
- (7)準備水壓泵一付、手電筒一支、電壓 24V 以下之電燈一盞，電線長度須足夠達到鍋爐內部各點。(如準備 110V 電燈時,其電線在鍋爐內之部分不得有接頭，燈頭及燈泡均應有防爆燈罩，所有接頭及插頭均應作適當接地及防水)。及鍋爐上各部分封蓋及接頭所需的迫緊。
- (8)檢查員未進入鍋爐以前，鍋爐內應確定已足夠通風。

2.鍋爐檢查內容

(1)內部檢查

- ①積垢狀況。
- ②鍋身內部有無裂痕、破斷之牽條、銹坑、腐蝕等，及鍋身最薄地點，鍋身之上半部（蒸汽室部分）應特別檢查油質及油質之粘著物。
- ③給水管出口附近之狀況。
- ④鍋身內給水內管、汽水分離器及其他附屬配件之狀況。
- ⑤鉚釘接頭、電焊接頭等有無洩漏、裂痕。牽條、牽管等有無裂

痕、銹蝕等。

⑥煙管、水管之狀況。

⑦過熱器、節煤器之狀況。

⑧如有易熔塞，應檢查其狀況良好否。

(2)外部檢查

①各部分有無過熱膨脹或變形。

②壓力表、水面計、試水旋塞、安全閥是否良好。

③給水裝置、吹洩裝置及其連接部分是否良好。

④煙道是否因耐火磚塌落而致火焰短路，或空氣漏入情形。

⑤有無漏汽、滲水情形。

⑥燃燒裝置有無燒損、龜裂。

⑦鍋爐基礎有無變化。

⑧風閘狀況良好。

⑨鍋爐膨脹與收縮裝置是否正常。

⑩有自動落灰裝置時，其火室與灰坑間之水封裝置是否正常。

⑪使用吹灰器之鍋爐，由於吹管形式之損傷及腐蝕情況。

3.水壓試驗

水壓試驗有下列二種。

(1)為判斷鍋爐的製作是否良好所做的水壓試驗。

(2)為判斷既設鍋爐是否能順暢運轉，作為檢查的輔助手段所做的水壓試驗。

此外，尚有在製造過程中對構造複雜於計算其最高使用壓力的鍋爐，以檢定水壓試驗方法，測出其最高使用壓力者。

(1)為判斷製作是否良好所做的水壓試驗

新製鍋爐的構造檢查，重估中古鍋爐是否堪於恢復使用的重新檢查，或經過大修改之後的變更檢查等所實施的水壓試驗，均屬之。

這種水壓試驗時的水壓力在法規上有明文規定，但在試驗時應特別留意其試壓不過超出規定壓力 6%。因為，如用不必要的

高壓力來做水壓試驗時，雖在外觀上看不出任何異狀，但會使材料發生降伏現象，非常危險，故應避免之。

做檢定水壓試驗時，應從低壓力使其節節上昇，然後再使其逐漸下降，在這期間測定各部分之伸縮變形狀態，最後以這個測定值為準來決定其最後使用壓力。

為判斷製作是否良好所做的水壓試驗之目的如下：

- ①判斷牽條的支持方法或切孔的補強是否良好，其設計構造是否良好。
- ②鉚釘接頭、熔接接頭、管裝接部等是否緊密及檢查有無任何洩漏情形以判斷製作是否良好。
- ③檢查各部分的伸縮、變形等，注意有無不當的應力集中部分。
- ④檢查有無在外觀檢查時所未能看出的潛在缺陷。

〔註〕水壓試驗時的水壓依據 CNS 鍋爐規章的規定如下：

- ①最高使用壓力在 4.3kgf/cm^2 以下時，為最高使用壓力之 2 倍，但不得低於 2kgf/cm^2 。
- ②最高使用壓力超過 4.3kgf/cm^2 至 15kgf/cm^2 時，為最高使用壓力之 1.3 倍加 3kgf/cm^2 。
- ③最高使用壓力超過 15kgf/cm^2 ，為最高使用壓力 1.5 倍。

(2)既設鍋爐的水壓試驗

構造較為複雜的鍋爐，在外觀檢查時對於細部的檢視有時較為困難，對於這種鍋爐之有無異狀可藉水壓試驗來檢查。這種水壓試驗，係以檢查細部有無龜裂或洩漏等為目的。鑄鐵鍋爐或小型貫流鍋爐的定期檢查時亦為同樣的目的來實施水壓試驗。

此時之水壓試驗壓力為最高使用壓力或常用壓力的 1.1 倍程度則可以。

對於既設鍋爐所做的水壓試驗之目的如下：

- ①檢查其在構造上檢視較為困難的部分有無發生異狀。
- ②檢查各部接頭、管裝接頭等，有無發生足以妨礙運轉的洩漏情形。

③檢查孔蓋部分之緊密度是否良好。

(3)水壓試驗的方法

做水壓試驗時，依照下列要領實施：

- ①應將鍋爐裝滿水，這時應把最上部的空氣閥（或其他能排出空氣的閥）打開，以排出鍋爐內部全部的空氣。如鍋爐內部有空氣殘留時，不易維持水壓力，故應予排儘確認鍋爐水已由上部溢出後，再把閥關閉。
- ②各密封處所及閥類等不可有漏水情形，如有任何洩漏，就不易維持水壓力。
- ③水壓試驗時所用的水之溫度以室溫為標準。如過低時會在表面結露不易檢查。
- ④水壓力應使其慢慢上升，因此應使用手搖式的水壓試驗泵，水泵亦應裝置壓力表，並與鍋爐的壓力表相比較慢慢升壓。
- ⑤水壓達到所定的壓力時約維持 30 分鐘，如發覺有降壓現象時，應妥予查出降壓原因。
- ⑥對於洩壓處必須實施止漏斂縫或擴管時，應先降壓後再實施，絕不可在高壓力下做斂縫止漏作業。
- ⑦要降壓時應慢慢降低水壓力，排水時應將空氣閥或最上部的閥打開，以免引起鍋爐內部產生真空。
- ⑧在水壓試驗時絕不可鎖緊安全閥的彈簧，應在管台之凸緣用盲板予以遮閉，水壓試驗後切不可忘記除去該盲板。

二、鍋爐使用安全管理

(一)依「鍋爐及壓力容器規則」的規定，有關操作安全事項規範如下：

- 1.操作者之選任：鍋爐之操作管理，應設置專任操作人員，每人以操作一座為原則。但經勞動檢查機構認無礙管理維護及安全操作者，不在此限。
- 2.鍋爐操作之資格：鍋爐操作人員應由經鍋爐操作人員訓練合格或鍋爐操作技能檢定合格者擔任。操作人員分甲級(鍋爐傳熱面積 500m^2)

以上)、乙級(傳熱面積 50m^2 以上,未滿 500m^2 者)、丙級(未滿 50m^2 者)三級。

- 3.操作主管之職務：同一作業場或同一機組設置之鍋爐，其操作人員如有二人以上者，雇主應指定一人為主管，擔任指揮、監督鍋爐操作有關工作。
- 4.運轉中注意事項及操作紀錄：鍋爐操作人員於鍋爐運轉中，應隨時監視鍋爐之壓力、水位及燃燒狀態等情況，以保持正常運轉，並紀錄備查；不得從事與鍋爐操作無關之工作。維持適當水位及保持一定汽壓為鍋爐使用中安全上應注意事項。操作人員於鍋爐使用中，應經常注意水位計及壓力表，於適當時機給水或排水、翻爐除渣、吹除黑煙，並應視負荷變動而加減燃料及調節通風，同時檢點各種裝置之機能。
- 5.操作者之職務：鍋爐操作人員應實施下列事項：
 - (1)監視壓力、水位、燃燒狀態等運轉狀態，並確認安全閥、壓力表及其他安全裝置無異狀。
 - (2)避免急劇負荷變動之現象。
 - (3)保持汽壓在最高使用壓力以下。
 - (4)保持安全閥之功能正常。
 - (5)每日檢查水位測定裝置之功能一次以上。
 - (6)適當沖放鍋爐水，確保鍋爐水質。
 - (7)保持給水裝置功能正常。
 - (8)檢點及調低水位燃燒遮斷裝置、火焰檢出裝置及其他自動控制裝置，以保持功能正常。
 - (9)發現有異狀時，應即採取適當措施。
- 6.進入鍋爐或煙道內部之措置：進入鍋爐（含燃燒室）或煙道內部，從事鍋爐之清掃、修理、保養作業時，應依下列規定處理。
 - (1)將鍋爐或煙道適當冷卻。
 - (2)實施鍋爐或煙道內部之通風換氣。
 - (3)鍋爐或煙道內部使用之移動電線，應為可撓性雙重絕緣電纜或具

同等以上絕緣效力及強度者；移動電線應裝設適當護罩。

(4)與其他使用中之鍋爐或壓力容器有管連通者，應確實隔斷或阻斷。

(5)設置監視人員，保持連絡，如有災害發生之虞者，即採取必要措施。

7.鍋爐之設置場所：鍋爐應安裝於專用建築物內或安裝於建築物內以障壁分隔之場所（簡稱鍋爐房）。但移動式鍋爐、屋外式鍋爐或傳熱面積在 3m^2 之鍋爐，不在此限。

8.鍋爐房之出入口：鍋爐房應設置二個以上之出入口，但無礙鍋爐操作人員緊急避難者，不在此限。

9.鍋爐配置之空間：鍋爐最頂端至鍋爐房頂部之天花板、樑、配管或其他鍋爐上方構造物等，應維持 1.2m 以上淨距。但對於安全閥等附屬品之檢查、調整或操作等無妨礙者，不在此限。

豎型鍋爐或鍋爐本體外側未加被覆者，其外壁至牆壁、配管或其他側方構造物等之間，應維持 45cm 以上之淨距。但胴體內徑在 500mm 以下，且長度在 1000mm 以下之鍋爐，其淨距可減至 30cm 以上。鍋爐本體如有被覆物者，其淨距之計算，得予扣除被覆物之厚度。

10.鍋爐與燃料之距離：鍋爐、鍋爐附設之金屬製煙囪或煙道，如未裝設非金屬不燃性材料被覆物厚度 10cm 以上者，其外側 15cm 內，不得堆置可燃性物料。

11.鍋爐與燃料之距離：鍋爐房或鍋爐設置場所儲存燃料時，固體燃料應距離鍋爐外側 1.2m 以上，液體燃料及氣體燃料應保持 2m 以上距離。

12.鍋爐房之管理：鍋爐房或鍋爐設置場所，應依下列規定管理：

(1)在作業場所明顯處設置禁止無關人員擅自進入之標示。

(2)禁止攜入與作業無關之危險物等。

(3)置備水位計之玻璃管或玻璃板、各種填料、修繕用工具及其他必備品，以備緊急修繕用。

(4)應將鍋爐檢查合格證及鍋爐操作人員資格證件影本揭示於明顯處

所；如屬移動式鍋爐，得將檢查合格證影本交鍋爐操作人員隨身攜帶。

(5)鍋爐胴、燃燒室或煙道與鄰接爐磚間發生裂縫時，應速予以適當修補。

13.鍋爐爐火之點火：鍋爐點火前，應確認節氣閘門確實開放，並使燃燒室及煙道內充分換氣。

以手動操作之點火方式，使輕油等充分滲入點火棒前端，將之著火，接近燃燒器火口而點火。如通風過強容易失敗，此時應充分換氣後，重新點火，點之際，應防止逆火，採取安全姿勢。

燃燒用氣體之點火，應特別注意有無氣體洩漏，確認氣體之壓力保持所定值且安定後才點火。點火失敗時，熄滅點火炬，閉止燃料送入閥，送入爐及煙道容積約4倍以上之空氣，以充分換氣。

14.沖放：以人工方式沖放鍋爐水時，應不得從事其他作業，並不得單獨一人同時從事兩座以上鍋爐之沖放工作。

15.煙囪：鍋爐之煙囪主要為鋼板或鋼筋混凝土製造。小型鍋爐之煙囪亦有使用石綿水泥管或鋅鐵板製成。鍋爐煙囪除應承受自重外，尚須考慮風力、地震力等，熱應力亦不容忽視，熱應力之計算，約將其他應力計算值加25%即可。

鍋爐排煙障害之防止，對相關設施及燃燒方法之改善及其他必要措置，應妥為規劃。由於公害問題之考量，煙囪排放污染物濃度受限，故煙囪之高度、出口之排煙速度，自應於事前妥為規劃。

16.鍋爐附屬品之管理：鍋爐之安全閥及其他附屬品，應依下列規定管理：

(1)安全閥應調整於最高使用壓力以下吹洩。但設有二具以上安全閥者，其中至少一具應調整於最高使用壓力以下吹洩，其他安全閥可調整於超過最高使用壓力至最高使用壓力之1.03倍以下吹洩；具有釋壓裝置之貫流鍋爐，其安全閥得調整於最高使用壓力之1.16倍以下吹洩。經檢查後，應予固定設定壓力，不得變動。

(2)過熱器使用之安全閥，應調整於鍋爐本體上之安全閥吹洩前吹洩。

(3)釋放管有凍結之虞者，應有保溫措施。所謂釋放管，係指熱水鍋爐上部所裝設之一種安全裝置，當鍋爐內壓力達到釋放管水頭壓力以上時，能立即將水放出，以防止壓力之上升。

(4)壓力表或水位計應保持在使用中不致劇烈振動，其內部應不致凍結或溫度不致超過 80℃。所稱水位計，係指測量熱水鍋爐內部水壓之儀器。

(5)壓力表或水高計之刻度板上，應明顯標示最高使用壓力之位置。

(6)在玻璃水位計上或其接近之位置，應適當標示蒸汽鍋爐之常用水位。水位計係指示鍋爐水位之重要計器，應經常監視，並保持正常狀態；每日均應檢點其機能。水位維持一定位置為宜，不可低於最低安全水位，水位過低時，恐發生胴板過熱危險。如裝有自動給水裝置或低水位警報裝置時，亦應經常巡視，尤其瞬間使用多量蒸汽時為甚，故負荷變化激烈之鍋爐，水位尤其不可過高。使用中經常維持之水位，較最低安全水位為高，此經常維持之水位稱為「常用水位」，常用水位因鍋爐大小、水室高低而不一，拳通水管式鍋爐以汽水鼓中心為準，豎型鍋爐約在最低安全水位上方 80~150mm。

(7)有接觸燃燒氣體之給水管、沖水管及水位測定裝置之連絡管時，應用耐熱材料防護。

(8)熱水鍋爐之回水管有凍結之虞者，應有保溫措施。

17.鍋爐水質：鍋爐用水應經化驗，達於中國國家標準 CNS 10231 鍋爐給水與鍋爐水水質標準之規定者，方得使用，並應適時清洗胴，以防止累積水垢。

(二)注意運轉及維護

除應依照鍋爐及壓力容器安全規則之規定，注意運轉及維護外，於鍋爐點火作業、升壓供汽作業及燃油填充儲油槽等，宜製訂運轉作業標準以維持作業安全，並加強保養維護研訂管理程序，並應注意下列各點：

1.保持正常水位：水位過高則易發生汽水共出（Carry Over）現象，水

面過低則導致局部過熱、或燒毀，或變形脹大及爆裂等危險，故必須保持正常水位。

2.維持一定汽壓：汽壓不可超過最高使用壓力，以免發生超壓而引起爆炸。且必須注意安全閥超壓時是否發生作用。安全閥之調整壓力，至少須有一具安全閥調整在最高工作壓力以下吹洩，再有其他安全閥時，其吹洩壓力得調整為工作壓力加 3% 以下之壓力，但不可超過最高工作壓力之 6%。

3.加強鍋爐用水之處理：進入鍋內之水，必須經過處理，以防止發生下列不良現象。

(1)發生水垢：含有鈣、鎂之碳酸鹽之硬水，易發生導熱不良之水垢，不但浪費燃料而且易發生爆炸事故。

(2)腐蝕：水中含氧氣及二氧化碳等氣體，極易發生鍋板全面腐融。

(3)鹼性脆化：水中含有高鹼度（如苛性鈉），極易造成苛性脆化。

(4)起泡及汽水共騰：水中含有油脂、有機物及固體物過多，亦會產生起泡(Foaming)及汽水共騰(Priming)，因此，應予化驗分析水質，以符合附表所列之標準值。

4.加強鍋爐受熱面之清掃：

(1)鍋內清掃：以人工清掃、機械清掃、化學清洗。

(2)鍋外清掃：可利用壓縮空氣或蒸氣吹灰清除之，但應在低負荷時施行吹灰。

5.注意通風：火室內易發生瓦斯（氣體）爆炸，應防止之。在點火時應先通風 3-5 分鐘，使大量空氣進入爐內，再行點火以策安全。為使使體爆炸減至最低程度，可再煙道或後煙箱之適當位置，設洩爆門(Explosion Port)，一旦發生爆炸時，煙氣可由此門排出，有減少人員傷害之效果。

6.化學特性危害之認知

一 氧 化 碳 CO	容許濃度	35ppm。濃度400ppm於1.5小時內足致中毒。 1600ppm時於1小時內可致人於死亡。
	物理性質	物質：氣體；顏色：無；氣味：無 比重：1.25kg/m ³
	對人體之妨害	如體內含量達50%即昏迷，使人體神經系統中毒，但無內臟傷害之作用，嚴重中毒時救活時約需12小時之久，人體在高濃度CO中可致死亡。
	產生原因	係由於重油和屑煤不完全燃燒所致，燃氣與空氣混和，其爆炸限度為20.7~73.7%之體積比，燃氣中一氧化碳含量約50%，如增加壓力與溫度均足以增加燃氣爆炸之危險。
二 氧 化 硫 SO ₂	容許濃度	2ppm
	物理性質	物態：氣體；顏色：無；氣味：有刺激性 比重：2.86kg/m ³
	對人體之妨害	使人眼睛出血水腫，並滲入細胞發炎，壞死等作用，導致咽鼻炎，結膜炎、支氣管炎等
	產生原因	重油含硫份高，燃燒後產生。

7.運轉應注意事項處置

操作單元	動作	安全管理	原因	防止措施	異常處理方式	執行者	檢核者	時機
A 鍋爐點火前準備	檢查	水面計不可模糊不清	水位無明確指示容易造成鍋爐失水爆炸之處。	運轉前後徹底沖放，確認指示準確。	立即拆修。	操作員	組長	隨時
		人孔應關閉	未關閉如因爐內風壓變化過大會噴出火焰均傷人體。	點火前應巡視各人孔，確認全部關閉。	無法關閉應立即聯絡保養人員檢修。	操作員	組長	起動前
		安全閥不可鎖住	安全閥如鎖住，蒸汽壓力過高會發生爆炸。	1.起動前確認安全閥無鎖住。 2.定期做安全閥動作試驗。	安全閥如漏氣或不動作，應停爐拆修。	操作員	組長	起動前
		減溫注水管路及儀錶動作正常	主蒸汽溫度過高會發生爐管過熱而爆炸而汽輪機材質劣化	由運轉人員確實巡視管路，並由儀錶人員做動作試驗。	卡住不動作應立即聯絡保養拆修，運轉人員在旁控制	操作員	組長	起動前
B 起動	送風機引風機起動	確認現場應無人在工作中	如因疏忽巡視，如有人工作中，送風機起動將會發生生命危險。	起動前應確認現場無人在做檢修工作。	有異常時應速停止運轉而加以處理。	操作員	組長	運轉中
C 點火	清爐	應完全	爐內有殘餘可燃氣體沒有清除時，於點火瞬間會發生爆炸。	清爐時間應照規定進行。	有關清爐之步驟無法進行時，應速檢修。	操作員	組長	起動前
	點輕油或點瓦斯	手勿碰及點火棒之尖端	防止觸電。	點火棒插妥後始可操作。	點火失靈不產生 SPARK 時，應由保養人員檢修。	操作員	組長	起動前
	點重油	不可由通渣孔看火	預防眼睛及皮膚被灼傷。	點火時，應由燃燒器之玻璃窺視孔看引火情形。	玻璃窺視孔破時，立即請保養人員換新。	操作員	組長	點火時
D 昇壓	開放氣閥(Air Vent)	確認安全閥未鎖住	防止手及身體其他部位接觸灼傷	蒸汽噴出太大時，應以把手操作。	如蒸汽太大時無法操作，應帶安全手套。	操作員	組長	升壓時

操作單元	動作	安全管理	原因	防止措施	異常處理方式	執行者	檢核者	時機
E 運 轉 作 業	燃 燒	火焰應穩定	火焰不穩定會發生熄火及回火現象影響操作員之安全。	時時注意燃燒，並調整風門使之穩定。	燃燒火焰不穩定時，應調整二次風門或以重油輔燃。	操作員	組 長	點火時
	吹 灰	應無人在通渣孔看燃燒	火焰會噴出而灼傷人員。	將四周通渣孔澈底關閉。	如不幸有人被灼傷時，即刻送醫治療。	操作員	組 長	隨 時
	清爐灰及清爐渣	不灼傷人體	因爐灰溫度甚高，清渣時不注意會噴出灼傷人體	1.留心清灰孔會有大量爐灰崩落。 2.清爐灰時嚴禁吹灰。	如大量爐灰崩落，應以鐵條慢慢打碎，分開取出。	操作員	組 長	吹灰前
	油槍清洗更換	油槍取出時應鎖緊蒸汽汽閥、重油閥、沖洗閥、確認壓力表歸零時始可取出	防止傷害事故。	油槍後部充填石棉絲，應定期更換。壓力表保持靈敏性。	油槍不能使用時，應予更換，並連絡保養人員修復。	操作員	組 長	起動前
	操作電氣開關	1.地面乾燥，嚴防積水 2.雙手不可潮濕 3.電氣損壞，應由保養人員修理，不可自行動手。	防止觸電。	1.定期實施在職訓練講解用電安全。 2.工作人員操作時腳底應著膠質之鞋子。	如不幸有人觸電，應： 1.迅速使觸電人員脫離電源（以乾木棒或繩索）。 2.將受傷人員移到清涼地帶，並解開衣帶。 3.灼傷部位以酒精或雙氧水消毒後包紮。 4.若傷者失去知覺應進行人工呼吸。 5.迅速送醫。	操作員		啟閉前

2.3 潛在危害

當鍋爐耐壓部分有某一個地方發生劣化現象，或有超過其耐壓強度以上之壓力作用時，會突然發生鍋爐災害。

這些與鍋爐操作維護之良否均有深遠的關係，亦即在構造上雖無任何缺陷，強度上亦無不足，但由於操作維護之不當而發生嚴重的過熱引起強度之低化，仍然為釀成大災害的起因。

又在點火時或閥類操作之一時疏忽，也會招致瓦斯爆炸或水鎚現象等的災害發生，使堅固的構造物在一瞬間被破壞。

如此，鍋爐的災害大部分起因於操作維護之不當，故應十分了解操作維護的正確知識並須嚴格遵守。同時，萬一發覺災害前兆或發現初期之故障時，應如何處置，應如何採取對策均須銘記在心。

一、鍋爐的劣化與損傷

鍋爐會隨著使用時間之經過，逐漸產生各種劣化現象。這些現象雖然與使用中以及停用中的保養管理之良否有很大的關係，但初期潛在性的缺陷或製造之良否亦會隨著使用之經過逐漸變成缺陷出來。如能早期發現鍋爐的劣化損傷，採取適當的保全措施，仍然可以防止其繼續劣化。

(一)腐蝕

腐蝕，對鍋爐來說係最容易發生的一種損耗。在平常的使用中或停用中都會發生腐蝕。

內部腐蝕發生之原因大約如下：

- 1.鍋爐用水未妥予化學處理。
- 2.鍋爐停用中之保存法不當。
- 3.化學洗滌時未妥予處理。
- 4.蒸汽部接觸到高熱而引起蒸汽分解，或因鍋爐水之不良循環引起局部過熱時。

外部腐蝕發生之原因大約如下：

- 1.外部心帶水份或濕氣時：

如由吹灰器、蒸汽閥、安全閥等之漏水及雨水之浸入致外部傳熱面

所附著的黑煙、煤灰吸收水分或濕氣時，接頭之漏水、屋頂之漏雨、地面水分之被吸收等致保溫材、磚座帶濕時，在其接觸部分均會發生嚴重的腐蝕。

2.接頭或孔蓋板接觸部漏水時：

煙管、水管之裝接部或鉚釘接頭等發生漏水以及人孔、掃除孔等之蓋板接觸部發生漏水時，在漏水附近板面會發生嚴重的局部腐蝕。

3.受燃料中之成分所影響：

含於重油中的硫磺份，經過燃燒後變成硫酸氣，再與排氣之水分化合變成硫酸蒸汽，在低溫部煙道再變成硫酸，使鍋爐本體、節煤器、空氣預熱器等發生嚴重的腐蝕。又，重油中的鈮(V)為過熱器的高溫腐蝕之原因，因此可知，所使用的燃料成分，對於鍋爐外部腐蝕有很大的影響。

(二)腐蝕形態的分類

1.點蝕

發生在內部的米粒或豆粒大的點狀腐蝕叫做點蝕。主要由於水中溶存的氧氣、二氧化碳等之作用所引起的。

2.局部腐蝕

係在內部或外面發生如鱗狀（或斑狀）的局部腐蝕。

3.全面腐蝕

係在某種範圍內全面性發生均勻的腐蝕。鍋爐水內含有氯化鎂時如有烈焰接觸部分會發生這種腐蝕。又使用有硫磺分的重油等因燃料的性狀之影響亦會在水管外面發生。

4.溝蝕

形成一種細長連續的溝狀腐蝕叫做溝蝕；容易發生溝蝕的處所如下：

(1)豎型鍋爐的火室冠板與煙囪管裝接處之凸緣彎曲部及火室水腳部凸緣彎曲部。

(2)可尼西鍋爐及蘭開夏鍋爐的爐筒凸緣彎曲部。

(3)斜牽板裝置用的山型鋼之曲緣部。

(4)鉚釘接頭的鋼板重疊部。

(5)碟型端板的內緣彎曲部。

(6)端板上的給水孔（呈輻射狀）。

溝蝕之發生，大多由於下列的機械性應力與熱應力反覆作用而引起的：

(1)製作時因加熱溫度之不當，或施予不當之加工時。

(2)兩個尺寸不合的物體勉強予以接合，致產生不當的殘留應力時。

(3)因急熱急冷之反覆作用受膨脹及收縮之影響，致使材料發生疲勞現象時。

因此，如能早期發現溝蝕現象時，儘量減輕負荷，不使其發生劇烈的溫度變化，仍可防止其繼續惡化。

(三)磨耗

如在同一處所不斷地繼續施以同樣的動作時，會在某一局部發生意外的磨耗，故應特別留意。

磨耗會發生於下列情形：

- 1.使用吹灰器在水管同一處所長時間噴吹蒸汽時。
- 2.煙管或水管的鬆漏，應用擴管器予以斂縫。
- 3.撐條的螺旋裝接部之鬆漏，應實施斂縫。

(四)洩漏

發現洩漏時，必須查出其發生原因，以防止事後再度發生類似情形，即應採取根本的改善措施。

- 1.鍋爐水位降低，致使接頭部或擴管部露出水面被過熱時。
- 2.發生洩漏處的內部附著水垢時（在這種情形如不把該部的水垢完全除去，會再度發生洩漏）。
- 3.因急激加熱或急速冷卻致發生不良的伸縮影響時。
- 4.火焰集中致熱量集中於某一局部時。
- 5.因製作之不良，致在正常的使用壓力或由於伸縮作用之自然發生鬆漏時。

(五)疊層及起泡

鍋爐鋼板或管肉之內部，產生二層剝離的材料缺陷叫做疊層。這

種現象係在鋼料製造過程中，鋼塊內部包入氣體而在軋延成板狀或管狀時變成肉間剝離的狀態存在於內部所致者。如把這種材料用於鍋爐時，接觸火焰一側會被燒過熱膨出，甚至其表面會被燒毀裂開，這種膨出現象叫做起泡。

(六)鹼性脆化

係發生於高壓鍋爐胴體鉚釘接頭部分的一種應力腐蝕龜裂現象。當鍋爐水的鹼度過高時，接頭的重疊板間或鉚釘接頭下面所浸入的鍋爐水，因不斷被加熱而濃縮，致在材料結晶粒界所發生的龜裂現象。熔接構造已相當發達的今天，這種實例雖已不多見，但如有隙縫且接觸高熱的部分仍須特別注意。鹼性脆化所發生的龜裂，係由孔部向外呈多數的輻射線狀，且裂痕呈不規則的彎曲線狀為其特徵。

二、材料的過熱及燒損

(一)過熱

鍋爐用的鋼材，隨溫度之上升強度則下降，但延展性則隨之增加。通常，其溫度上升至 400°C 左右強度則急劇下降，再達到某種溫度時，鋼之組織就會發生變化，強度則顯著的減低。此時，僅為內部組織變粗而已，可利用回火等的熱處理使其恢復至原來的性質。這種情形叫做鋼材的過熱。

(二)燒損

過熱情形如再繼續進行，溫度達到熔融點附近時，鋼質內所含的碳份將會部分發生燃燒，雖施以熱處理亦無法恢復其原來性質，而失去鋼材之價值，這種情形叫做燒損。

鍋爐爐內所發生的熱量因為大部分均傳達至內部的鍋爐水，所以鍋爐本體鋼板的溫度大約高於內部飽和水之溫度 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 左右，但如由於內部附著物之影響阻礙熱之傳導，或因鍋爐水之不足以致傳熱面部分的鋼材溫度上升，就會引起過熱或燒損的現象。

(三)過熱、燒損之防止對策

因過熱的影響，將使煙管、水管等的裝接部鬆漏，使管彎曲變，使胴體板、爐筒、火室板、水管等膨出或壓潰，甚至於破裂。

由此可見鍋爐本體的災害，大部分都是起因於過熱，所以在鍋爐的操作及維護上絕對不可使其發生過熱、燒損，其防止對策如下：

- 1.絕對不可讓水位異常降低。
- 2.高熱部份的內面，不可有水垢附著。
- 3.鍋爐水中不可有油脂混入，亦不可使鍋爐水過份濃縮。
- 4.火焰不可集中於局部噴射。
- 5.熱量可能滯留的處所應以耐火材防護。

三、膨出及壓潰

(一)膨出

鍋爐本體接觸火焰部分被過熱結果，無法抵抗內部之壓力而向外膨脹的現象叫做膨出。

(二)壓潰

如火室或爐筒等圓筒或球體構造部分，無法抵抗外側來的壓力而被急劇壓扁破裂的現象叫做壓潰。

(三)容易發生膨出、壓潰的處所

膨出或壓潰容易發生於下列處所：

- 1.接觸火焰的胴體底部（外燃式臥型煙管鍋爐或水管鍋爐汽水鼓露出部份）。
- 2.臥型爐筒的上半部。
- 3.豎型鍋爐的火室及機車型鍋爐的火室。
- 4.水管（尤其面向爐火部分）。

四、龜裂

鍋爐本體被過熱時，在過熱或膨出部分容易發生龜裂，由於鍋爐製作不良致有應力的殘留部分、應力集中部分、接觸火焰部分之壓力升降或伸縮等的影響，雖在正常使用下仍會引起材料組織的輕微破壞，繼而逐漸進展至發生龜裂，溝蝕也由於同樣原因而發生。

容易發生龜裂的處所如下：

- 1.外燃式臥型煙管鍋爐的胴體底部鉚釘接頭。
- 2.豎型鍋爐、機車型鍋爐的燃燒口周圍鉚釘接頭。

- 3.牽條本體或牽條裝置部附近的鋼板。
- 4.煙管鍋爐管板的管孔與管孔之間。
- 5.凸緣根部的彎緣部分。
- 6.孔穴周圍（給水口或鉚釘孔）。
- 7.熔接接頭及其附近之熱影響部分。
- 8.鑄鐵鍋爐的鑄片及鍋爐附屬品的鑄造部分。

五、破裂

如鍋爐本體的一部分因某種原因強度顯然降低，結果無法承受內部壓力而突然裂開，再由開口部分噴出大量蒸汽及熱水的現象，就是鍋爐的破裂。

破裂結果，蒸汽與熱水大量噴出致使內部的蒸汽壓力與溫度失去平衡狀態，壓力突然下降，內部的飽和水亦隨壓力之下降突然汽化，在一瞬間放出鉅大的能量，這種能量足可飛動鍋爐本體產生鉅大的災害波及周圍。水量特別多的鍋爐一旦發生破裂會產生不可想像的大災害也就是這個原因，豎型鍋爐的火室，被壓潰後使本體裂開為二，將胴體炸飛高空大災害也曾經發生過。

發生破裂的原因如下：

1.壓力過高時

- (1)安全裝置失靈
- (2)安全裝置能力不足或未設安全裝置

2.構造上有缺陷時

- (1)設計錯誤或設計不良
- (2)材料不良或使用不當材料
- (3)製作不良、熔接不良。

3.操作維護不當時

- (1)因過熱引起強度低化（水位降低或水垢之附著等）
- (2)因腐蝕或龜裂引起的材質劣化

六、瓦斯爆炸

在爐內或煙道內有可燃氣體停留時，如有某種火源之觸發在一瞬間起

火發生急劇燃燒，其結果產生強烈的爆風將爐壁、煙道等炸毀，這種現象就是煙道瓦斯爆炸。

如可燃性氣體留量較少，爆炸情況較為輕微時由燃燒口噴出火焰，這種現象叫做逆火。

下列三種因素巧合時會發生瓦斯爆炸：

- 1.燃料以氣化狀態停留在爐內煙道內。
- 2.可燃氣體與空氣之混合比恰好在爆炸界限狀態。
- 3.足以引火之火源存在。

可燃氣體會大量發生的原因列舉如下：

- 1.點火之際，不易著火但仍不停的繼續點火時。
- 2.突然熄火時，未即刻關閉燃料。
- 3.送空氣之前先供給燃料或停止燃燒時先關閉空氣。
- 4.停休中，燃料漏進高溫的爐內時。

由上述各點，可知為防止瓦斯爆炸的最基本事項就是不可讓可燃氣體停留於爐內及煙道內，應使其完全排出。

茲將其必要措施列舉如下：

- 1.點火前的換氣必須切實做到。
- 2.點火不成時，必須實施排淨，等充分換氣之後始得再作點火工作。
- 3.如煙道較長，或煙道內有死角、凸洞等處所時，應拉長長時間充分排淨。

七、水鎚作用

所謂水鎚作用者，係指蒸汽管內之積水高速飛走衝擊管彎曲部或閥類之現象。當送蒸汽時急開蒸汽閥，尤其容易發生，發生強烈的水鎚作用時往往會把閥類或蒸汽管擊破。

為預防水鎚作用，應注意下列事項：

- (一)蒸汽管應妥予配管以避免凝結水之積留，容易積水的處所或大形的蒸汽閥者，應設排水閥。
- (二)開啟蒸汽閥之前，必須先打開排水閥以排除積水。
- (三)開啟蒸汽閥時先打開少許放出少量蒸汽實施暖管，之後再慢慢打開蒸

汽閥。

(四)蒸汽管應妥予保溫。

2.4 常見缺失與改善對策

鍋爐災害事故之原因，由前述情形可以歸納為設計、製造、安裝、運轉及維護等之不良引起。

其防止對策，可分為二方面進行：

一、加強檢查

鍋爐從設計、製造、安裝使用等必須依照政府所規定，由製造人申請熔接檢查、構造檢查或重新檢查，再由使用人申請竣工檢查合格發給合格證後方可使用，且每年須由使用人申請定期檢查合格方可繼續使用，以確保其本身構造之安全。

二、注意運轉及維護

除應依照鍋爐及壓力容器安全規則之規定，注意運轉及維護外，並應注意下列各點：

(一)保持正常水位：

水位過高則易發生汽水共出現象，水面過低則導致局部過熱、燒毀、變形脹大及爆裂等危險。

(二)維持一定汽壓：

蒸汽壓力不可超過最高使用壓力，以免發生超壓而引起爆炸。且必須注意安全閥超壓時是否發生作用。安全閥之調整壓力，至少需有一具安全閥調整在最高使用壓力以下吹洩，再有其他安全閥時，其吹洩壓力得調整為最高使用壓力加 3% 以下之壓力。

(三)加強鍋爐用水之處理：

進入鍋內之水，必須經過處理，以防止發生下列不良現象：

- 1.發生水垢：含有鈣、鎂之碳酸鹽之硬水，易生成導熱不良之水垢，不但浪費燃料而且易發生爆炸事故。
- 2.腐蝕：水中含有氧氣及二氧化碳等氣體，極易發生鍋板全面腐蝕。
- 3.鹼性脆化：水中含有高鹼度（如苛性鈉），即易造成苛性脆化。

4. 起泡及汽水共騰：水中含有油脂、有機物及固體物過多，亦會產生起泡及汽水共騰，因此應予化驗分析水質，以符合標準。

(四) 加強鍋爐受熱面之清掃

(1) 鍋內清掃：以人工清掃、機械清掃、化學清掃。

(2) 鍋外清掃：可利用壓縮空氣或蒸汽吹灰清除之，但應在低負荷時施行吹灰。

(五) 注意通風

火室內易發生瓦斯（氣體）爆炸，應防止之。在點火時應先通風3~5分鐘，使大量空氣進入爐內，再行點火以策安全，為使氣體爆炸減至最低程度，可在煙道或後煙箱之適當位置，設置防爆門，一旦發生爆炸時，煙氣可由此門排出，有減少人員受傷之效果。

三、加強鍋爐的管理與維護

(一) 鍋爐維護

鍋爐的操作維護者，必須經常切記下列三點要領。

1. 鍋爐操作要正確，防止災害發生於未然。

2. 使燃料完全燃燒，經濟使用燃料之外，並應預防排氣的大氣污染公害。

3. 妥予保養以維持鍋爐壽命

當操作鍋爐時，除有效燃燒燃料使其產生蒸汽外，鍋爐時常潛在著因燃燒作業所引起之瓦斯爆炸及超壓爆炸之危險性，為防止這些危險性，正確的操作及日常的保養檢點是如何地重要，必須銘記在心。

(二) 鍋爐的管理計畫

為求正確有效操作鍋爐，必須對鍋爐的種類、使用條件要充分了解，然後訂定作業標準作為點火、燃燒之調整等參考。有關管理方面，必須根據鍋爐的容量、使用條件訂定年度計畫及日常保養計畫，再依照計畫切實施行。

1. 年度計畫

(1) 運轉計畫：依據生產作業的蒸汽使用條件，分年期、四季期或月

期等訂定鍋爐運轉計畫。

(2)燃料計畫：根據運轉計劃訂定燃料補充之計畫。

(3)整備計畫：以鍋爐定期檢查日期為基準，分每半年或每三個月訂定整備計畫。

(4)檢點計畫：訂定月期之檢點計畫。

2.日常維護計畫

(1)檢點

對下列各項應作詳細檢點：

①壓力表、水位計、安全閥、沖放裝置及各種閥類是否良好。

②自動控制裝置的電氣回路及配管等是否良好。

③儲水槽、給水裝置、水處理裝置、配管系統等是否良好。

④燃料儲槽、輸送配管、油加熱器、過濾器、燃燒裝置、點火裝置等是否良好。

⑤閘門開度、通風機軸之加油、風壓等是否良好。

(2)機能試驗

利用鍋爐水的沖放降低水位時，檢點安全裝置是否能正確作用，每天檢點一次或作定時的檢點。此外，對下列附屬品之機能應作週詳的檢點。

①水位計、試水旋塞。

②自動控制裝置、低水位遮斷裝置的水位檢出器及低水位警報裝置。

③火焰檢出器。

當作②項附屬品之機能檢點時，可採用水位檢出用水柱的吹洩以降低水位之方法，或利用鍋爐水的沖放時，將鍋爐實際水位徐徐降低以檢點這些附屬品之機能的方法。

(3)測定

在一定時間內，測定下列各項並做紀錄。

①蒸汽壓力、蒸汽流量、蒸汽溫度（設有過熱器時）。

②水位計之水位、鍋爐水之沖放量。

③給水量、給水溫度、給水壓力、復水溫度、復水回收量。

④燃料之燃燒量、油加熱溫度、油壓。

⑤煙道氣體溫度、通風力、閘門開度、CO₂%、排煙濃度。

(4)記錄

將檢點、機能試驗等情形及測定值等記錄於鍋爐運轉日記，如發現有異狀情形時應特別記載外，並應擬訂改善對策。

2.5 災害案例

鍋爐爆炸致現場勞工一死一重傷二輕傷災害事故例

罹 難 者：陳某 54 歲經驗 19 年，死亡；李某 54 歲；林某 59 歲；郭某 38 歲均經驗一年，輕重傷。

負傷程度：重傷者左小腿骨折；輕傷者二年頭部割傷。

(一)事故狀況：1.肇事鍋爐使用至今已有十五年了，平時每天約於早上三、四時即開始使用，最高使用壓力為十公斤／平方公分，平時最高操作壓力為約七公斤／平方公分，傳熱面積為六九．八平方公尺，最近一次定期檢查合格日期為當年四月十四日，該座鍋爐產生之蒸汽主要係供給煮糖水及煮豆用。

2.災害發生後計有作業員陳某被壓死於煮豆場西側洗豆機處，另作業員李某、林某及郭某則在倉庫門口受震倒之鋼架及牆壁碰傷（李某左小腿骨折，林某及郭某則額頭刮傷）。

3.爆炸災害發生後，肇事鍋爐已四分五裂分散於煮豆場，後端板整片震飛撞倒牆壁而落於冷凍機房，離鍋爐基座約有六．六公尺遠，而鍋身胴板則被撕裂展開飛落在距基座西側約五．五公尺遠，濕煙箱則飛落在煮豆場西側左邊離基座約十七公尺遠，爐筒則斷裂成兩截，前截接燃燒機之小段爐筒落於煮豆場西側中央離基座約十七．五公尺，另一截爐筒則已受壓扁落於小段爐筒之前約一公尺處，整個廠房牆壁倒塌非常嚴重，且鍋爐的爐筒有受壓扁斷裂、鍋身胴板被撕裂展開及後端板斷裂飛落散佈各處，可見爆炸威力很大，而要使

鍋爐之端板、胴板及爐筒等同時發生爆裂現象必須在鍋爐內壓力增加至相當高的情況，才有可能。本座鍋爐發生爆炸後，經現場實測破裂後之端板、胴板及爐筒等之厚度後再予重新核算各部分之強度，發現於後端板之彎曲半徑與最上排煙管交接處之強度最弱，其強度約十·一二公斤／平方公分。

(二)事故原因：此次事故發生之原因可能是鍋爐操作員於鍋爐燃燒機點燃後離開鍋爐室，而在鍋爐運轉升壓至平時最高操作壓力七公斤／平方公分時，壓力開關恰巧失靈無法切斷燃燒機，致鍋爐內蒸汽壓力繼續升高，而此時安全閥又未能及時起跳作動洩壓，因此鍋爐在無人操作管理及安全裝置失效下，鍋爐內蒸汽壓力持續升高至超過最高使用壓力十公斤／平方公分以上，造成超壓使用狀況，最後鍋爐因蒸汽壓力持續升高下，使得其材料強度不足，造成破壞爆裂現象。

此次災害發生之原因分析如左：

- 1.直接原因：係鍋爐因蒸汽壓力超過十公斤／平方公分之超壓運轉狀況而發生爆炸致廠房倒塌，罹災者頭部被鋼架等壓傷致死。
- 2.間接原因：係鍋爐安全閥故障，壓力開關失靈等不安全環境及操作人員未具有合格操作人員執照，並兼任其他工作離開鍋爐室，致發生異常而無人排除之不安全動作。
- 3.基本原因：係雇主缺乏安全知識，未訂定安全衛生工作守則及對勞工未施以安全衛生訓練且未實施自動檢查作好災害防範措施，罹災者缺乏專業知識，未具工作警覺性。
- 4.善後：雇主給與死者家屬補償金額共計一百四十二萬一仟伍佰元整（含勞保給付）（撫卹金 850,000+勞保給付 571,500=總金額 1,421,500 元）已符合勞動基準法第五十九條之規定，並達成和解。

(三)事故防止對策：

- 1.雖設置勞工安全衛生管理人員，應實施自動檢查並對使用之鍋爐確實監實鍋爐操作人員經常注意保持安全閥機能正常及自動控制裝置功能

正常。

- 2.鍋爐操作人員應經主管機關認可發照之合格人員擔任。
- 3.應施以從事鍋爐工作所必要之安全衛生教育及預防災變訓練，使知趨吉避凶緊急處置。
- 4.訂定適合需要的安全衛生工作守則，供工作人員遵從。
- 5.對於鍋爐操作人員在鍋爐運轉中，不得令其操作與鍋爐無關之工作。

第三章 壓力容器之安全管理

壓力容器係指內部儲存大氣壓力以上之液體之容器。與鍋爐相異者，在於鍋爐之任務係將自身所產生之蒸氣供給他用，而壓力容器則自他處接受蒸氣、電熱、熱媒等外來其他熱源，或由所發生之蒸氣自身進行內容之加熱、反應或儲存高壓溫壓力液體之容器者。

因此，壓力容器之構造，通常係由容器本體及作業用流體供應或排出管路，以及其他所必要之配件所構成。

使用明火、燃燒氣等加熱而產生蒸氣之直火式壓力容器，則包括有本體、燃燒爐及其他必要配件等部份。

又依作業型態，內部必須設置種種裝置外，亦須置備有液體循環裝置、攪拌裝置、旋轉裝置、動力裝置、安全裝置及自動控制裝置等。

配件則有供應或排出流體支配管係停止閥外，另依用途安裝有壓力表、水高計、安全閥、洩放閥及洩放管等。必要時亦置有液面計、溫度計減壓減溫裝置者。

一般之壓力容器雖以一座構成一單元。如再化學設備經常可發現有二座以上連接為一體構成者。

壓力容器雖有多種，查法規則依其危險程度分為第一種壓力容器與第二種壓力容器，惟第二種壓力容器確非屬「危險性設備」。

3.1 使用概況

第一種壓力容器包括有接受外來蒸氣、熱媒、電熱等或自身發生蒸氣，以其熱進行蒸發，反應供處理其他者，或在其內部儲存溫度超過其在大氣壓力之沸點之液體者。此等均具有因飽和液體氣化引起之破裂之危險或內容物飛散之危害等。

為防止第一種壓力容器引起之危害，依法令規定第一種壓力容器如下圖 1 之方式分類。

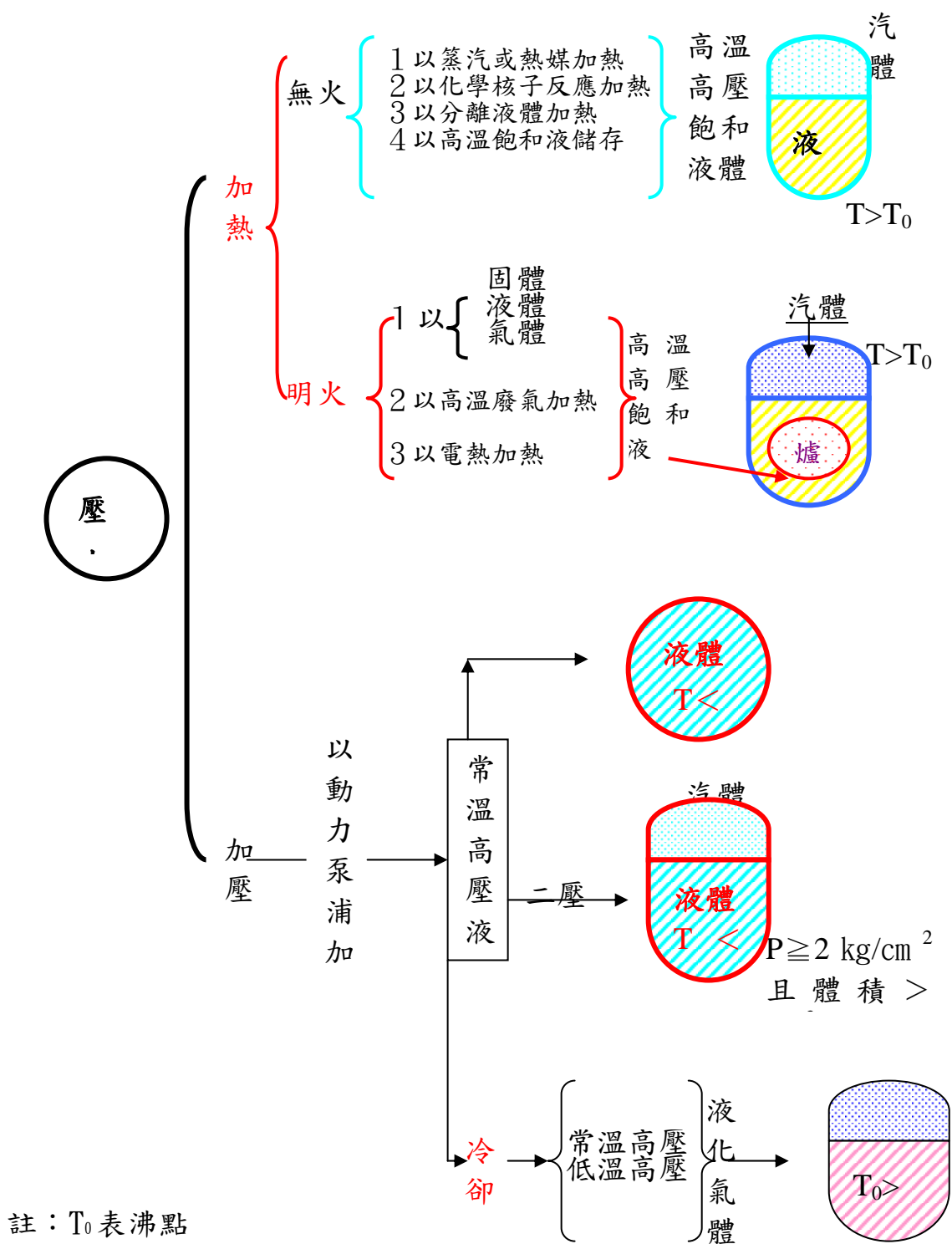
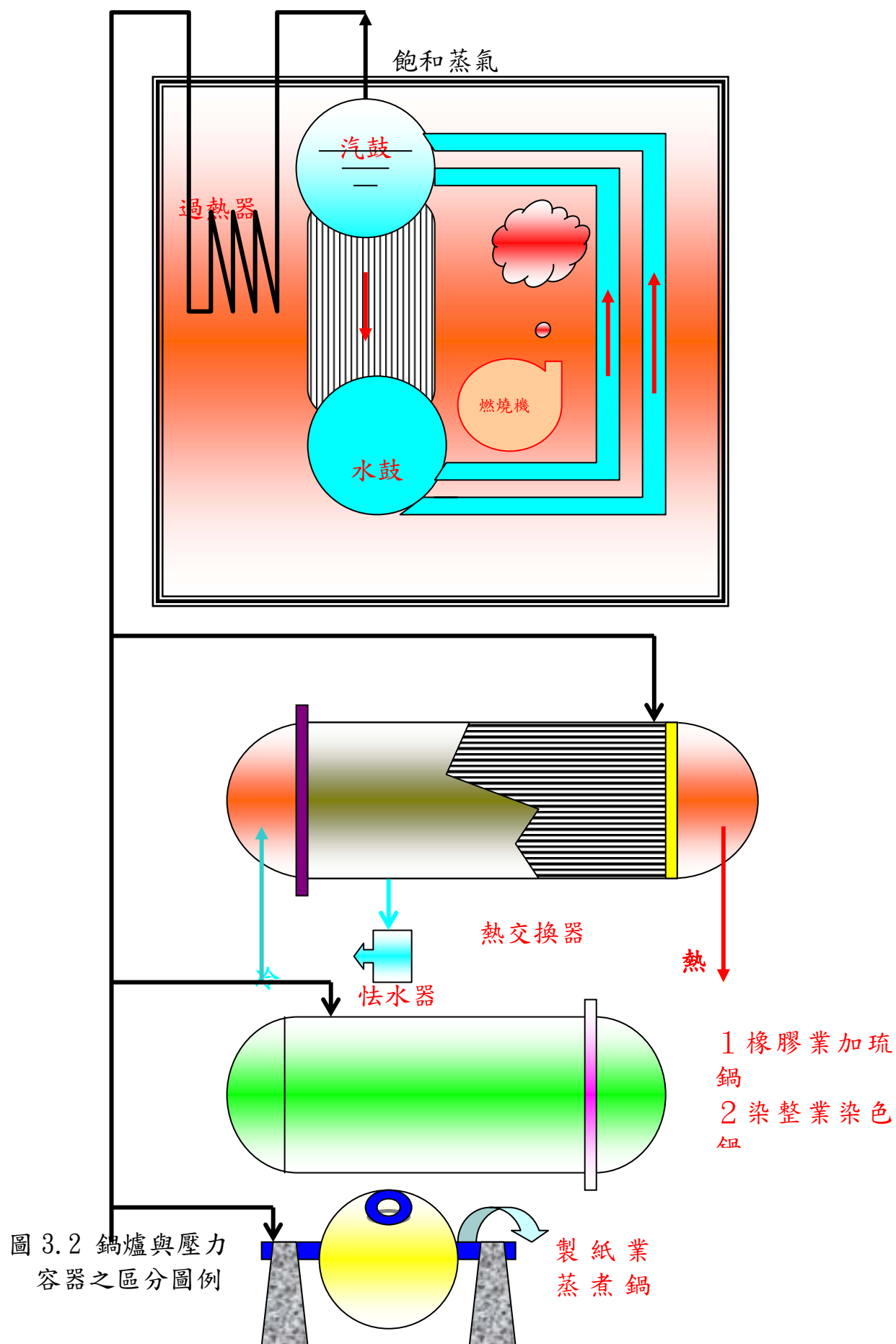


圖 3.1 第一種壓力容器分類

註：下圖為鍋爐與壓力容器之關係圖例（構造上與用途上之異同）



一、第一種壓力容器之分類如下

(一)依法規上之分類

- (1)接受外來蒸氣、熱媒等或產生蒸氣以供加熱固體或液體進行加熱作用。
- (2)在容器內進行反應作用者。
- (3)欲在容器內分離液體而進行蒸氣作用者。
- (4)儲存溫度超過一大氣壓下之液體者。

(二)依機能分類

(1)進行加熱作用者

- ①熱交換器：進行水、油、作業用流體等之加熱或冷卻者。
- ②蒸煮鍋：供作造紙、釀酒、食品等之原料之熱處理者，或注入藥液進行蒸解者。
- ③精練器：供作除卻纖維等所含之不純物。
- ④染色器：供作纖維等之染色之用者。
- ⑤消毒（滅菌）器：供作醫療器具、食器類之消毒（滅菌）之用者。
- ⑥加硫鍋：供作橡膠加硫以改變性質者。

(2)進行反應作用者：

- ①高壓反應鍋：供油脂、藥品、賽璐璐等之加熱、攪拌同時進行化學反應者。
- ②反應器：供作石化等化學反應者。

(3)進行蒸發作用者：

- ①蒸發器：蒸發溶液之成分進行分離者。
- ②抽出器：於溶液添加劑進行蒸發、分離等對象物質成分。
- ③蒸餾器：將溶液之成分蒸發進行分離、凝縮者。

(4)儲存高溫壓力液體者：

- ①蓄熱器：接收鍋爐蒸氣產生高溫飽和水，儲存於容器內為調解鍋爐負荷，必要時予以放出者。
- ②熱水回收槽（閃化槽；flash tank）：供作鍋爐連續排水等之熱回收者。
- ③脫氧槽：供作加熱鍋爐用水以除卻其水中之溶存氧者。
- ④高溫飽和水儲槽：儲存超過依一大氣壓下之沸點之溫度之液體者（如儲存溫度超過 100℃ 之水；惟高壓氣體除外）。

(三)依形狀之分類

- (1)圓筒形容器：為第一種壓力容器之基本型且被廣泛使用；依設置形式可分橫式、立式及夾套式等。
- (2)球型容器：主要用於造紙、釀造工廠之蒸煮鍋使用。為使內容物均

勻混合、攪拌故作成球型狀。

(3)方型（箱型）容器：耐壓較低之形式者，但可不浪費內容物之容積為其特點；一般供作低壓之消毒器、殺菌鍋等使用。

(四)依傳熱方式之分類

(1)直接加熱方式：直接引進熱媒、混合、加熱者，有在內部置有分配管、遮隔板及內部未裝設者二種。

(2)間接加熱方式：將熱媒或蒸氣持有之熱通過隔壁傳達者，依隔壁之構造，可分為傳熱管型與隔板型。

①傳熱管型：多管式、單管式（盤管式）、U字管型、二重管式。

②隔板型：套管式、隔板式（平板、波形板、盤管型）。

(五)依作業流體之循環方式分類：可分為自然循環方式及強制循環方式（可區分循環泵使流體循環、使用攪拌器進行攪拌者及以容器本體之旋轉進行攪拌）。

一、依操作方法分類：（如下圖）

(一)批次生產者：於每作業開始前投入材料，至每作業終了時取出成品者。

(二)連續生產者：原料之投入與成品之取出可連續進行者。

(三)半批次生產者：介於分批式與連續式之間者。

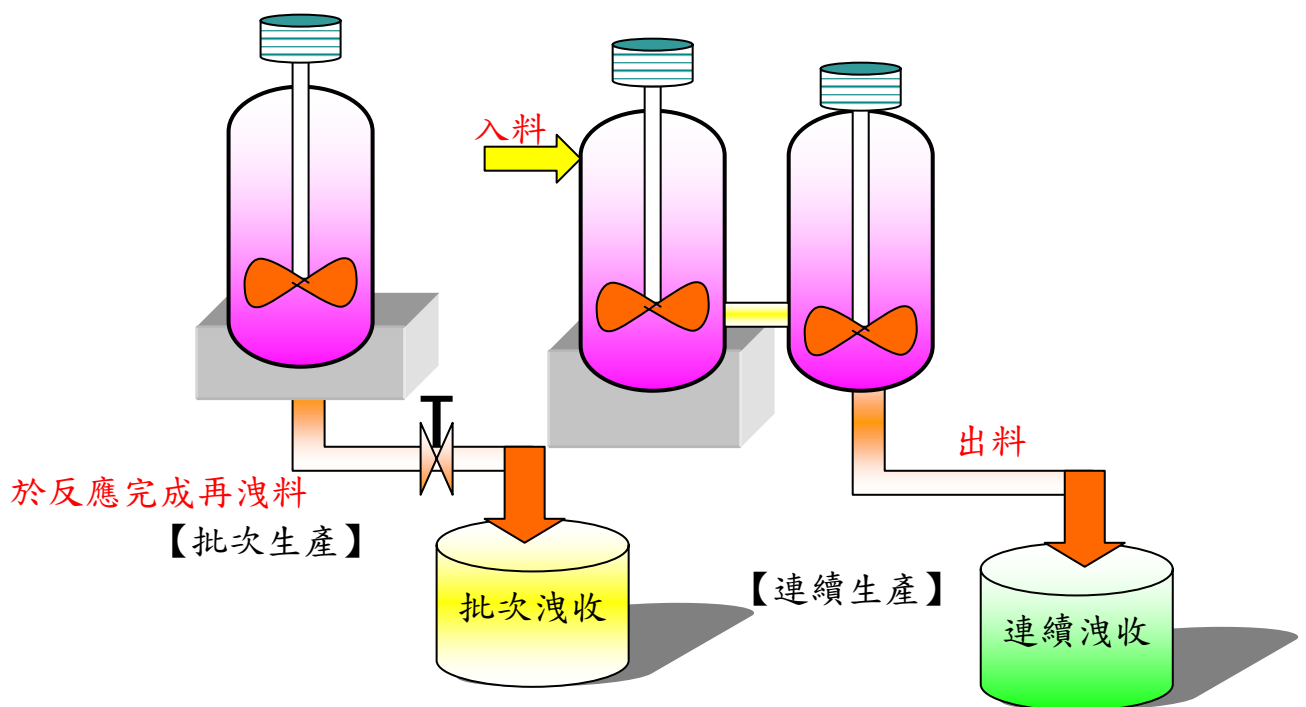


圖 3.3 第一種壓力容器依操作方法分類

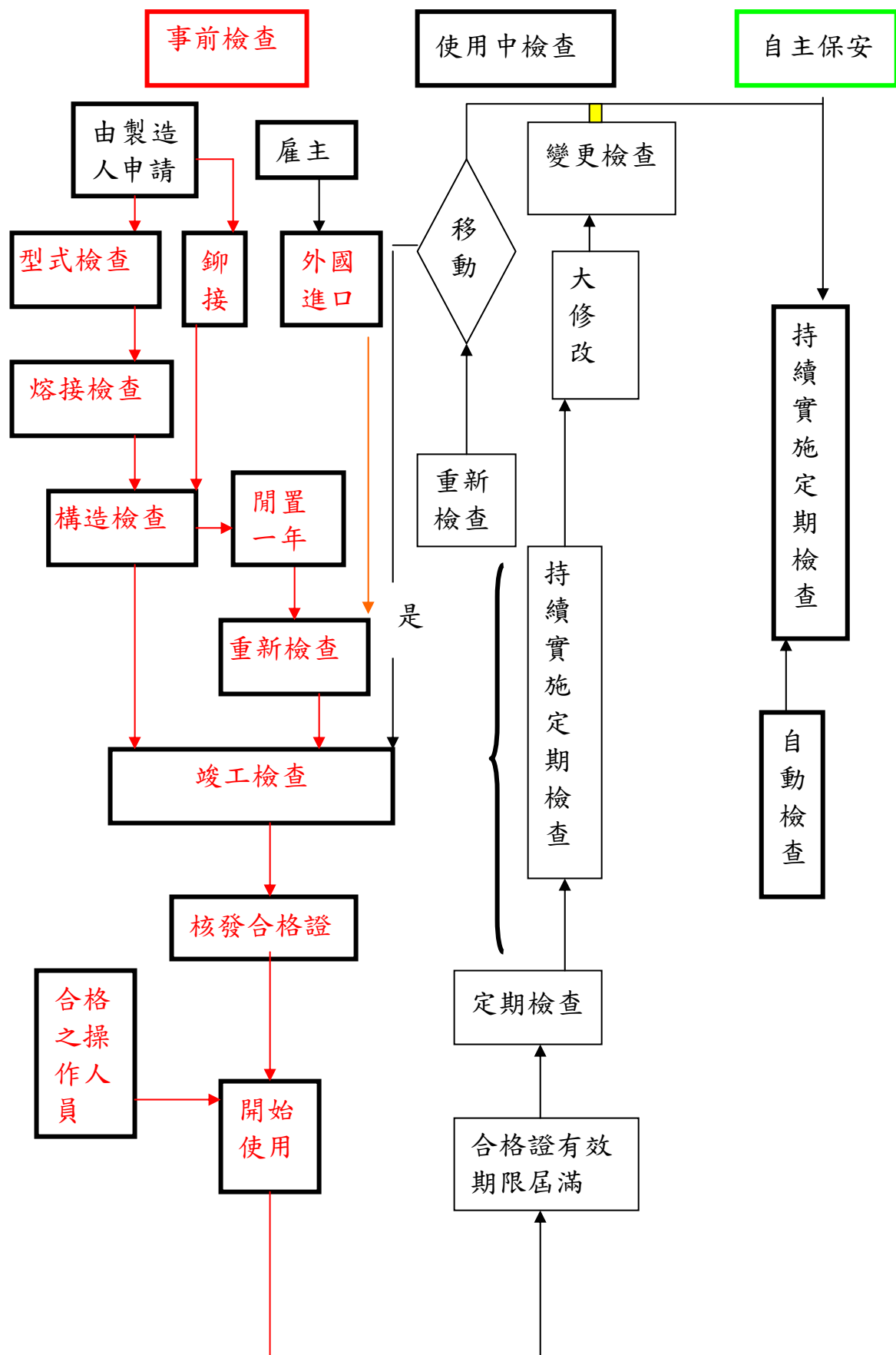


圖 3.4 第一種壓力容器檢查管理流程

3.2 安全管理

壓力容器的安全管理，依危險性機械設備安全檢查規則的規定，彙整成檢查流程如圖 3，從製造到安裝使用的管理過程要納入法規管理。致於在廠內操作管理的內容部分，將分敘如下：

一、壓力容器之操作運轉：

(一)第一種壓力容器操作基本事項

第一種壓力容器之操作基本目的，在防範事故於未然而安全使用，且不降低原有之性能及能有效使用，並使其具有耐久性而實施保養。

因此，對於下述事項應具備正確之知識並據以訂定管理計畫。

(1)熱、蒸汽、所有使用之流體及內容物之性質，並據以訂定作業標準。

(2)第一種壓力容器之構造及其特性，並併同(1)據以訂定作業標準。

(3)第一種壓力容器之組成材料之性質及易引起之故障，並據以訂定管理計畫。

(4)第一種壓力容器之作用及操作方法。

(5)依據安全性及保養性之保養管理。

(6)有關法令規定；如屬危險性設備非經檢查合格不得使用，且須由合格人員操作等。

(二)化學設備有關之第一種壓力容器之特性

化學設備有關之第一種壓力容器與一般之第一種壓力容器相較，其內容物為危險物質，因具有爆炸性、發火性、氧化性、著火性、可燃性氣體、毒性等極為繁雜。又處置之物質有液體、氣體、有機物質與無機物質。反應方法則有高溫、高壓、低溫、低壓等諸條件，且可能具有聚合、反應、放熱及失控等異常；另加熱方式有直接以火或直接、間接以蒸汽、電能等加熱，亦有單純用機械性攪拌者。

因此，從壓力容器之形狀、構造、材質以及使用操作條件等方面而具種種性質與條件，此並非單純之條件，實具有重疊之性質，此亦構成其特殊性，其形成之複雜易導致高災害頻率，故亦必須具備高度之安全技術。

(三)第一種壓力容器使用前之準備

新裝設第一種壓力容器初次啟用時，或因修理、分解整修、清掃等暫停用的第一種壓力容器恢復使用時，應確實遵行使用準備事項。

1. 壓力容器內部的檢點及使用準備

(1)內部檢點

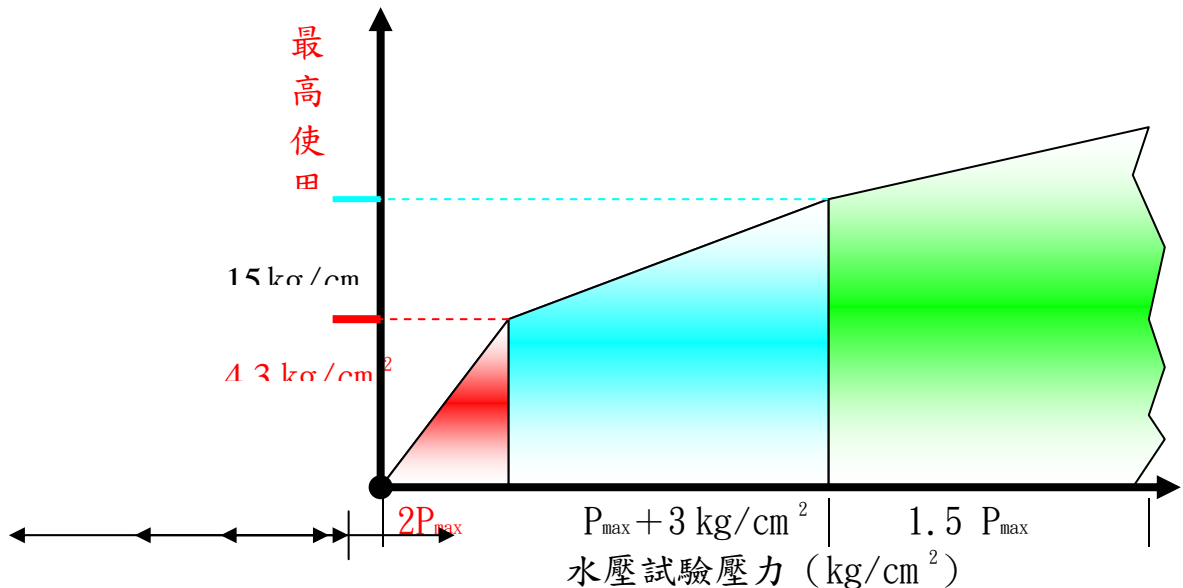
對日後將成運轉妨礙之附著物、殘留物、控制機械之連接管等或其他連接孔的阻塞之有無、附屬裝置之安裝狀態等詳細逐一檢點。

(2)對實施內部檢點，應注意下列事項：

- ①須進入第一種壓力容器內部，從事第一種壓力容器之清掃、修理、保養作業時，應依次列規定辦理。
 - A 將第一種壓力容器適當冷卻。
 - B 實施第一種壓力容器內部之通風換氣；含氧濃度需18%以上。
 - C 第一種壓力容器內部使用之移動電線，應為可撓性雙重絕緣電纜或具同等以上絕緣效力及強度者；移動電燈應裝設適當護罩。
 - D 與其他使用中之鍋爐或壓力容器有管連通者，應確實隔斷或阻斷。
 - E 設置監視人員，保持聯絡，如有災害發生之虞者，應採取必要措施。
- ②使用安全之照明調查容器內之清掃、整備狀況、查察使用於清掃或修補所使用之工具類是否全部取出，是否有異物遺漏於內部，由應注意安全閥、壓力表、吹洩孔及其他配件之孔穴有否阻塞或異物之存在。
- ③對容器內之內部裝置及各噴嘴之配管、閥、安全裝置、計測器等附屬零件是否正常安置。
- ④內部如曾使用油類者，應充分擦拭乾淨，且嚴禁通入「氧氣」。塗飾有防銹塗料時，因有塗料流至底部成為厚層，或熱交換器等之管內有否破布片等之阻塞，均應詳查。
- ⑤置有蒸汽供應管者，應詳查吹入孔之方向及其狀態良否；另應避免蒸汽管之出口直接沖蝕容器本體，如無法避免應設置導流板。
- ⑥置有攪拌機者，應予輕輕轉動，觀察有否與本體接觸或可能摩耗本體之狀況；另需實施內部檢查前，應確認攪拌裝置之啟動電源是否以切斷、上鎖，並將鎖匙要求操作人員交付，於檢點後再交還。
- ⑦各部分墊圈（Gasket）、墊料（Packing）、螺栓（Bolt）等是否使用正規之材質、尺寸者。
- ⑧對熱應力、振動等，是否有應力予阻礙。
- ⑨對決定啟動（Start up）之步驟（作業方法、操作規範）

充分將其內容告知作業勞工，確立聯絡方法，流程(Flow Line) 方向調查閥等之開閉完成檢點。

2.水壓試驗：在空氣閥(Vent)開放情形下，緩緩將水灌入壓力容器之內部，並注意觀察液位計之指示及支撐部等是否正常；當水由空氣閥排出，於確認容器內之空氣完全排放後將該閥關閉，再將容器之水以泵浦加壓至下列壓力後靜置 30 分鐘，觀察是否有洩漏、變形及壓降等異常。



註：依壓力容器之最高使用壓力對照上圖選擇對應之水壓試驗壓力當於水壓試驗時若發現洩漏時則可增加旋緊，如仍未能緊密，則應拆解後，更換墊料，俟墊料鎖緊後再度測試。如使用水壓測試如有困難時可以氣壓替代，惟應經 x-ray 檢查合格才可實施，另於實施氣壓之同時可以發泡液（肥皂水等）對如凸緣、閥類、填料、人孔蓋及螺栓部分實施洩漏測試；又如因機械構造上（例如固定管板熱交換器）原因，致對細微洩漏量之確認有困難時，可使用精度較高之冷媒為流體，再使用冷媒測漏(Freon Detector)測知。

(四)開閉蓋板時應注意事項

於操作第一種壓力容器時，從事關閉蓋板之作業為安全及保安作業中之一重要之動作。若設置之蓋板處置不當，致使用發生洩漏，將構成熱能損失及操作人員對洩漏之輕忽或鎖緊螺栓、蓋板等安裝部：因沖蝕而強度不足等潛在危害。

尤對每日需經常開閉蓋板之第一種壓力容器，如蓋板之安

置不良，則有可能於使用中因內壓致蓋板與本體不吻合而有被吹飛之虞，故應特別謹慎。於開閉蓋板時應注意下列事項：

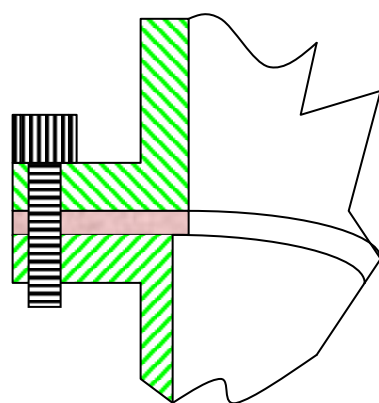
- (1)墊料應選擇無變質及燒痕等適合其用途之材料者。尤其使用石棉時，應儘可能使用將薄而適合其尺寸，應能均勻契合者。
- (2)墊圈之契合面應徹底清除雜質或金屬屑等。
- (3)確認蓋與孔是否適合，蓋板與墊圈之位置是否參差不齊，應充分使用使之穩定後旋緊。另對未置有墊圈者，因一發生滑移，應特別注意。
- (4)旋緊螺栓應使用大小適當之板手，用力均勻而不勉強旋緊。如用力不均，將使墊料偏向而無法密合致發生洩漏。又過度用力將使蓋板或凸緣變形，使安裝遭困難或生裂隙，其中尤以鑄鐵之蓋板更會發生裂隙，應更加注意。

因此，如欲將多數螺栓均勻鎖緊時，則不應依序旋緊而採對稱方式旋緊，使蓋板與凸緣間隙均一。

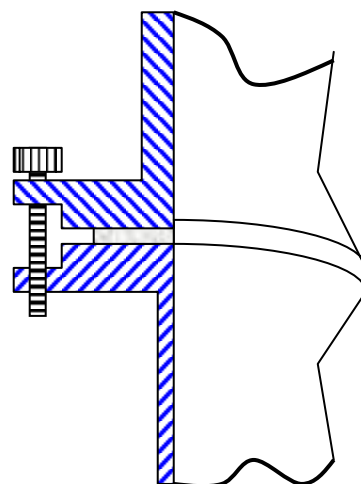
使用金屬墊圈因精度必須較高，故應使用扭力板手旋緊。

- (5)蓋板之旋緊結構如非啮合或輻射線方式之螺栓構造者，應留意離合之啮合是否完整，輻射桿之契合是否完整，是否與所定之標示位置一致。致有指示燈者，應確認燈泡有無作動，啮合者應設有齒門防鬆懈預防結構，如設有定位銷時，該定位銷應確認使用及確認。
- (6)於關閉大型第一種壓力容器時，應確認內部是否有他人停留，切勿沖忙關蓋。

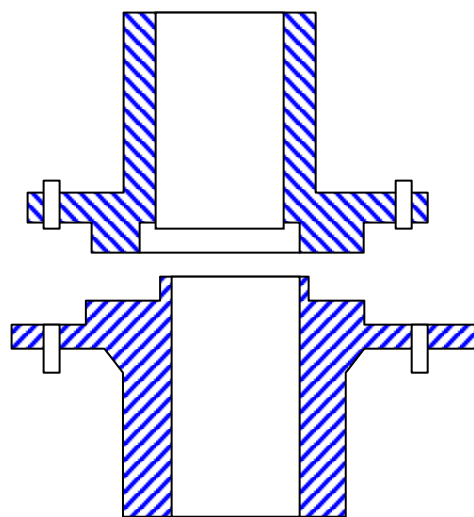
註：



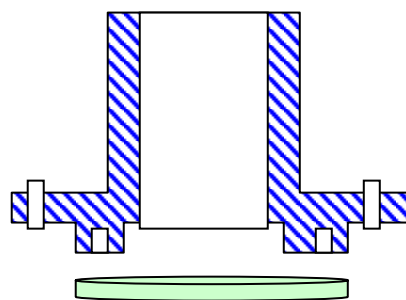
1. 全面墊圈



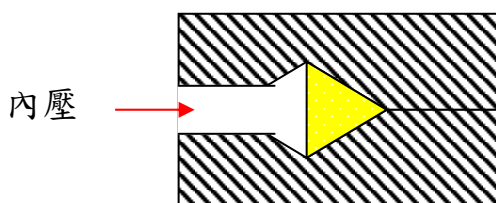
2. 輪型墊圈



3 嵌入墊圈座



4 槽型墊圈座



5 自鎖緊密型墊圈座

圖 3.5 墊圈種類

- ①全面型墊座：使用於小口徑、低壓或軟質者。
- ②環型墊座：墊圈之受壓面較全面型少，受力較小，一般使用於大口徑、高壓或硬質者。
- ③嵌入型或槽溝型墊座：其墊圈因較前二者更小，且其墊圈之位置極為安定，面壓較大，可獲較高之緊密效果。
- ④自行緊密型墊座：其墊料有三角形、圓形、方形角形等，當未受壓時該墊圈並未受力，直至槽內壓力升高時，因受內壓之作用而被壓變形，而獲得高緊密性之密合效果，屬效果最好之設計方式。

二、配件之檢點

第一種壓力容器之使用開始後，如配管之功能發生不良或引起洩漏時，再某一段時間，其壓力則無法調整。因此，在開始使用前應充分實施檢點，確認其功能。

(一)壓力表及液位計之檢點

- (1)玻璃面是否乾淨。
- (2)指針之位置是否正常（無壓力時是否指在 0 點）。
- (3)儀表及聯絡管是否正確固定（是否鬆懈或搖晃）。

(4)壓力表下方之旋塞或連絡管之停止閥是否正常開啟。

(二)安全閥、溢水閥、溢水管之檢點

(1)閥是否整備完妥，機能是否正常調整。

(2)蒸汽排氣管是否正常固定，且蒸汽放出部分是否置於非危險場所及操作通道。

(3)溢水閥之廢液之吹出是否可由溢水管端即可確認。

(4)以熱媒為熱源之壓力容器，當熱媒外洩時是否屬密閉系統而不致排放於大氣中。

(三)液面計之檢點

(1)是否整備完竣，玻璃面是否清潔；另玻璃管是否設有保護罩。

(2)液面計之各旋塞之開閉狀況是否正常，管線是否有堵塞。

(3)連絡管之停止閥是否正常開啟。

(四)其他閥類

(1)應就吹出閥或排氣閥施予操作，確認是否正常後再予以關斷（為將容器內之空氣排除，於開始運轉時應將排氣閥開啟，直至蒸汽由排氣管排出後才可關閉）。

(2)為防止水槌發生全開冷凝水排水閥將內部之冷凝水（drain）完全排出，並直待輸送管開始送蒸汽及排出水蒸汽候才關閉該排水閥。

(3)其他不直接受壓作用之各閥亦應實施開閉操作，為確認其動作是否有正常，可施以正常開閉狀態之動作試驗加以確認。

(4)確認閥之墊座是否有墊料，並使之可增加旋緊。

(五)附屬品法令面之安全規範

(1)壓力表之安裝

為使壓力容器能繼續安全運轉，就必須知道壓力容器內部之正確壓力，因此，壓力容器必須安裝壓力表。

一般均採用博登（Bourdon）管式的壓力表。壓力表以安裝於胴體最高點之汽相側；另因若直接將壓力表安裝於壓力容器時，蒸汽會直接進入博登管內，使博登管溫度升高而失靈，故須於胴體與壓力表間裝設虹吸管，並於虹吸管內裝水防止蒸汽進入博登管（依鍋爐及壓力容器安全規則第三十條第二款規定，壓力表應保持在使用中不致劇烈振動，其內部應不致凍結或溫度不致超過攝氏八十度）。

壓力表應垂直裝設，且在靠近壓力表下方面裝設旋塞，而旋塞之旋柄應與虹吸管的管軸平行時為全開者。

依鍋爐壓力容器安全規則第三十條第三款規定，壓力容器之壓力表之刻度板上，應明顯標示最高使用壓力之位置；另依「第一種壓力容器檢查基準」規定，壓力表的刻度慢外徑應在 100 mm 以上，且其壓力表指示之最大刻度 p 於介於 1.5 倍最高使用壓力至 3 倍最高使用壓力之間即： $1.5P_{\max} \leq P \leq 3P_{\max}$ 。

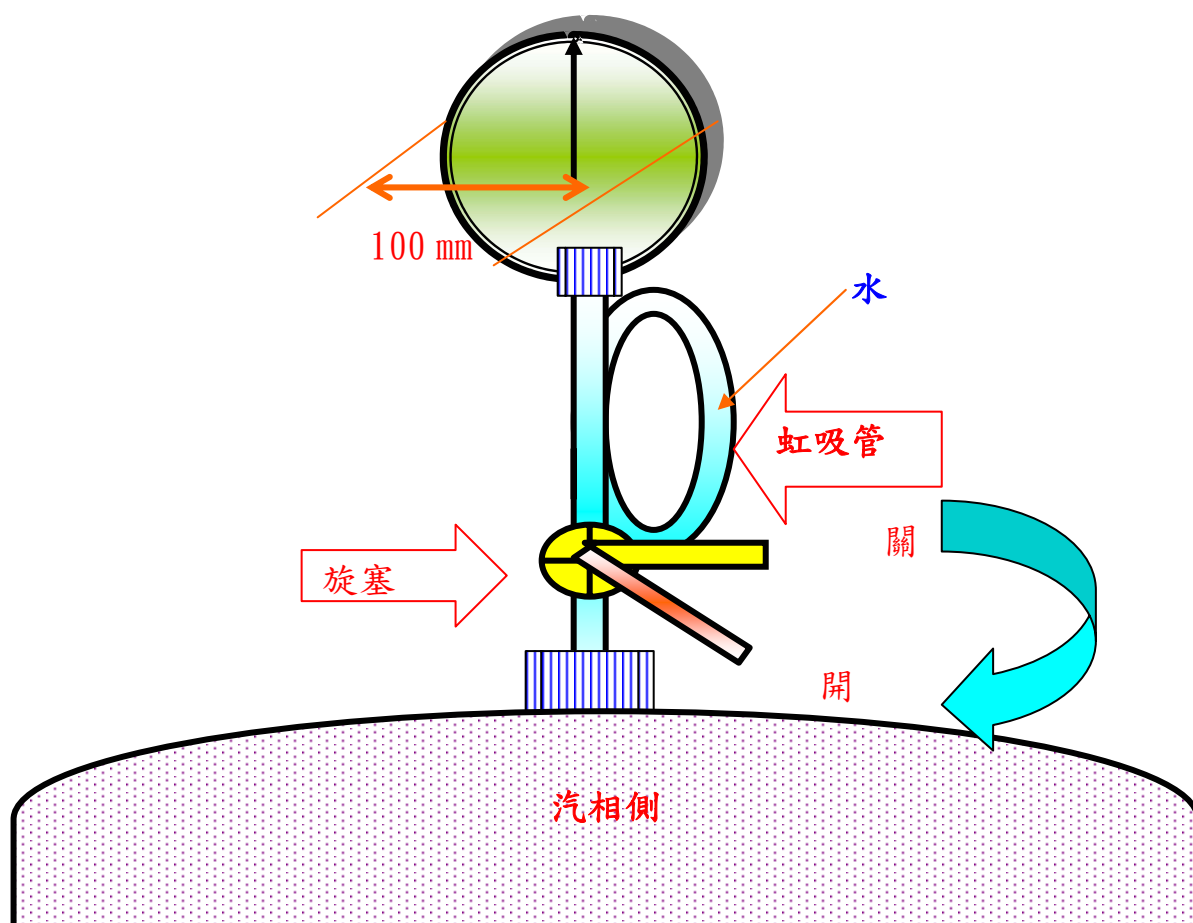
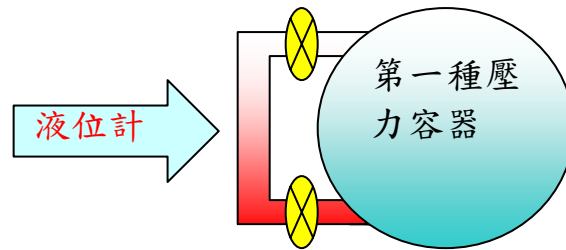


圖 3.6 壓力表裝設之示意圖

(2)液位計：壓力容器液位過少或過多亦會造成事故。水面有一定的標準位置，不可過高也不可過低。為使水面能經常維持在標準位置，就必須知道胴體內部的正常水位，因此必須裝設水位測定裝置，一般都採用玻璃水位計。有關水位計之種類如下：

- ①管型玻璃管水位計：
 - 一般較常被使用
 - 為耐壓較差



②平行反射式水位計

③平行透視式水位計

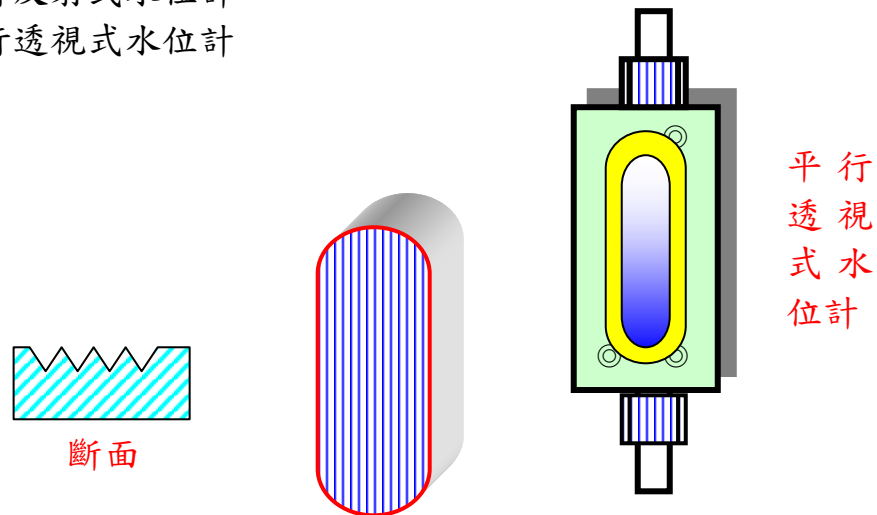


圖 3.7 平行反射式水位計

(3)安全閥 (Safety valve)

第一種壓力容器，為保護其內部壓力不致超過最高使用壓力，應設置安全閥；亦即，達到最高使用壓力時自動開放吹出內部氣體防止壓力之上升，且以其吹出之聲響可警告操作者。

安全閥有：彈簧式、重碼式、槓桿式及破壞式等四種。

①彈簧式安全閥 (spring safety valve)

此種安全閥最為普通且動作最為確實，係一種以鎖緊彈簧把閥瓣 (Disc) 緊緊壓於閥座 (Seat) 者。以鎖緊或放鬆彈簧壓縮用螺栓，改變彈簧之彈力進而調整噴出壓力。

閥瓣連接於閥軸，利用彈簧壓下閥軸可使閥緊緊密貼於閥座。蒸汽壓力高於彈簧壓力時，閥瓣就被推上離開閥座，蒸汽就從這個間隙噴出。此時，閥瓣離開閥座上升的距離稱為升程或揚程 (Lift)。揚程之大小，可依揚程 (L) 與閥座口徑 (d) 之比值大小分為：低揚程 ($1/40 \sim 1/15$)、高揚程 ($1/15 \sim 1/7$)、全揚程 ($1/7$ 以上者) 及全量式 ($1/4$ 以上者)。

以圖表示：

全量式				
全揚程				
高揚程				
低揚程				
型式 L/d 值	1/40 至 1/15	1/15 至 1/7	1/7 以上者	1/4 以上者

全量式：閥座口徑在喉部口徑之 1.15 倍，而閥瓣打開時之閥座的蒸汽通路面積在喉部面積之 1.05 倍以上，且閥入口及管台的蒸汽通路面積為喉部面積之 1.7 倍以上者。

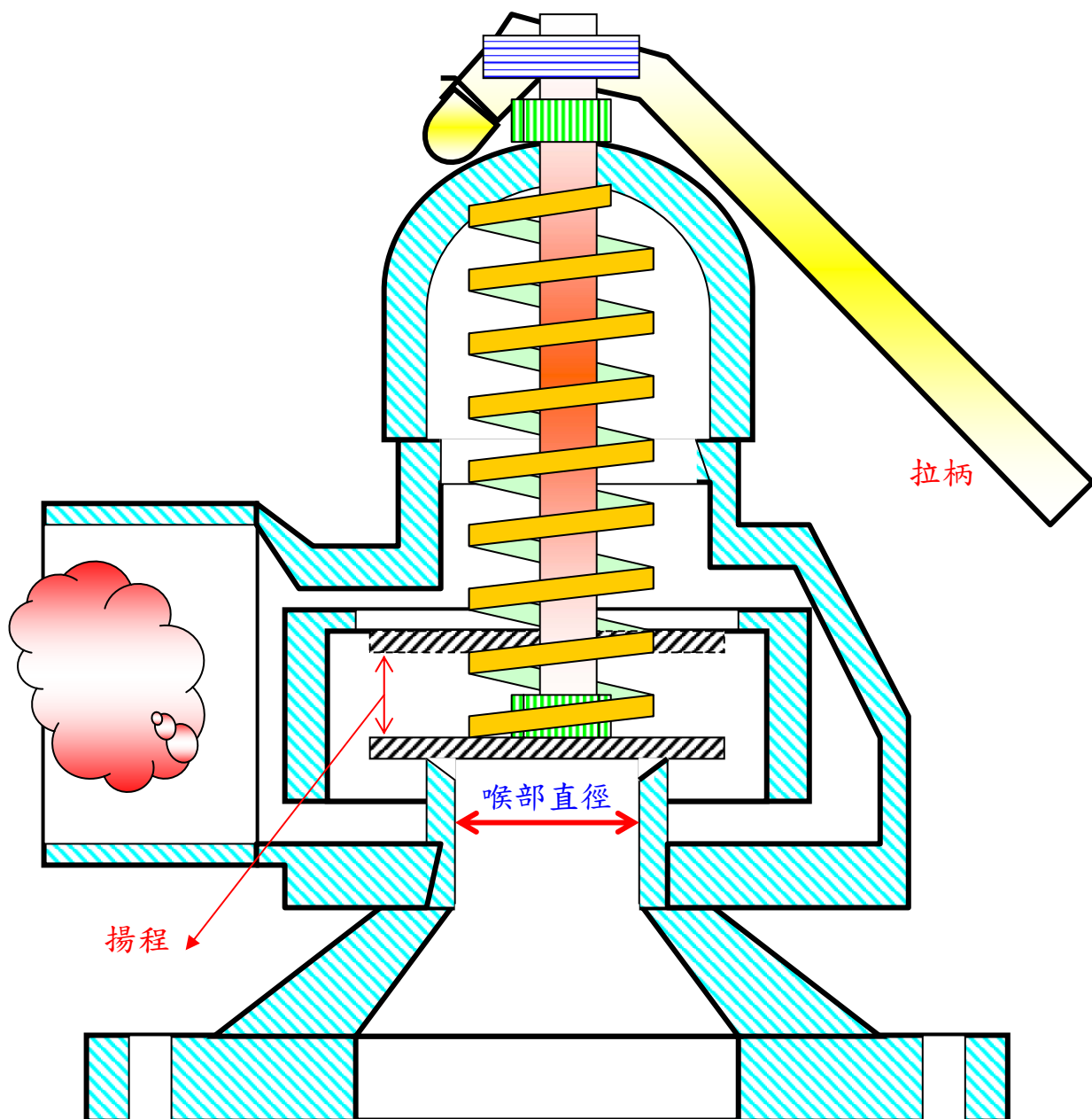


圖 3.8 安全閥

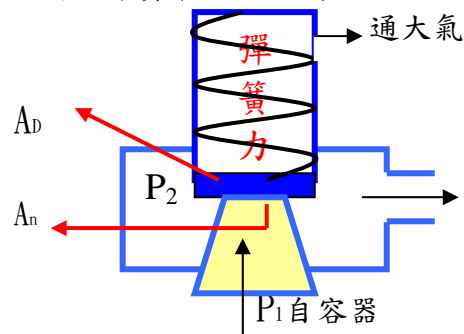
重碼式安全閥 (dead-weight safety valve)：以鑄鐵製成之圓盤替代彈簧將閥瓣緊壓於閥座上，因閥之接觸部呈球面，以便稍微傾斜時亦可維持其氣密性能。因噴出壓力係以減少重碼重量方式調整設定壓力，故須設有防止重碼飛出之預防措施。

槓桿式安全閥 (lever safety valve)：利用槓桿之原理以減輕安全閥重量之方式加以設定噴出壓力，此種安全閥雖具有構造簡單及設定壓力調整容易之優點，但與重碼式一樣不適合使用於會搖動之場所，且依規定安全閥之全壓不得超過 600 kg。

(4)檢討安全閥背壓情形

安全閥：背壓對安全閥操作安全之影響

①造成設定壓力降低：如下圖採彈簧單通大氣式



其中 P_1 = 安全閥之設定壓力 (kg/cm^2)

P_2 = 安全閥出口側之被壓 (kg/cm^2)

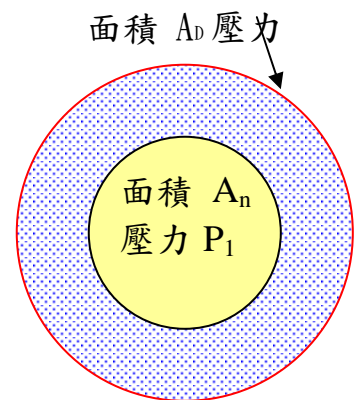
F_s = 安全閥之彈簧力 (kg/cm^2)

A_n = 安全閥閥座與容器接觸之斷面積 (cm^2)

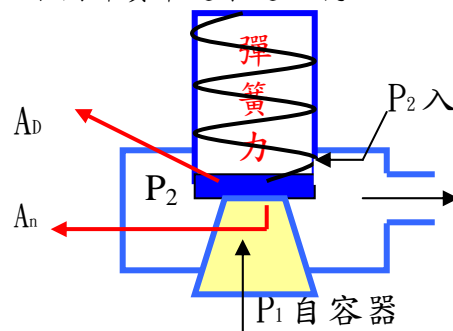
A_b = 安全閥閥座之斷面積 (cm^2)

由圖中 $P_1 \times A_n = F_s - P_2 (A_b - A_n)$

故 $P_1 = [F_s - P_2 (A_b - A_n)] \div A_n$



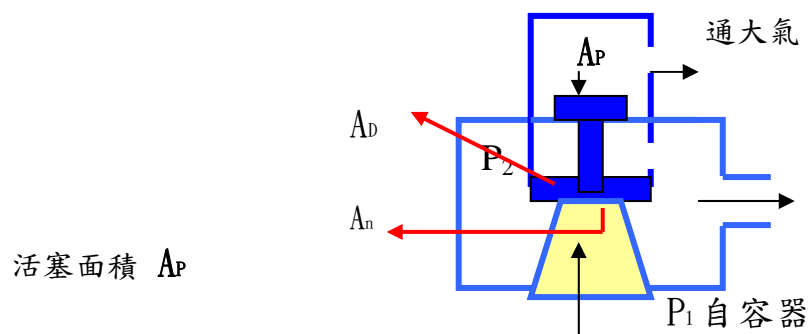
②造成設定壓力升高：如下圖彈簧單通未通大氣



由圖中 $P_1 \times A_n = F_s + P_2 \times A_n$

故 $P_1 = (F_s + P_2 \times A_n) \div A_n$

③補救方式一：使用平衡式安全閥

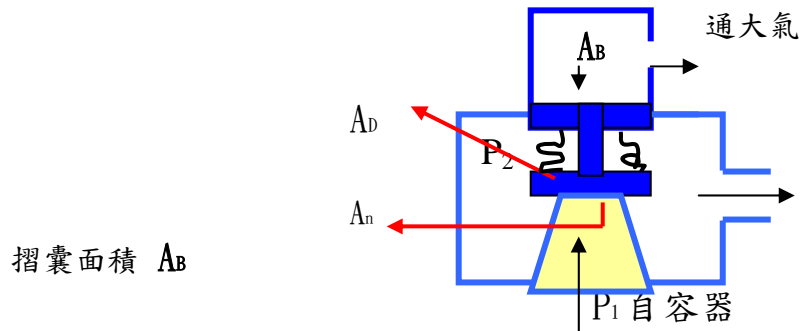


由圖中 $P_2 (A_D - A_n) = P_2 (A_D - A_P)$ 互相抵銷

$$P_1 \times A_n = F_s$$

$$\text{故 } P_1 = F_s \div A_n$$

補救方式二：使用摺囊平衡式安全閥



由圖中 $P_2 (A_D - A_n) = P_2 (A_D - A_P)$ 互相抵銷

$$P_1 \times A_n = F_s$$

$$\text{故 } P_1 = F_s \div A_n$$

三、使用中之處理

- (一)監視：各部之壓力、溫度或液面、流量之顯著變化為構成損傷容器之原因，又能降低成品品質及影響作業效率，故應隨時監視。
- (二)檢點：檢點應就容器本身、附屬設備（旋轉傳導裝置、減壓裝置、液泵等）、零件（壓力表、安全閥、溫度計、液位計、閥、旋塞等）有否異常，套管連接部是否鬆懈，有否異音、驅動部分等是否過熱或潤滑油是否不足，蒸汽怯水器（steam trap）之動作是否正常等，應於一定周期實施並將記錄資料妥為保管。
- (三)壓力之監視：當壓力表壓力超過最高使用壓力時，應立即關閉加熱系統，並確認安全閥之作動情形，如安全閥未有無法正常動作時，應依前述關閉熱源於停機後確認壓力表及安全閥之作動情形。
- (四)溫度監視：不得超過最高使用溫度，以溫度計測量液相之溫度防止過度加熱、冷卻不足或有發生失控反應之虞者，應採取必要處置。
- (五)液位監視：第一種壓力容器之液面應經常保持於正常位置，液面發生激烈之變化則有洩漏之虞，需應實施緊急停機。

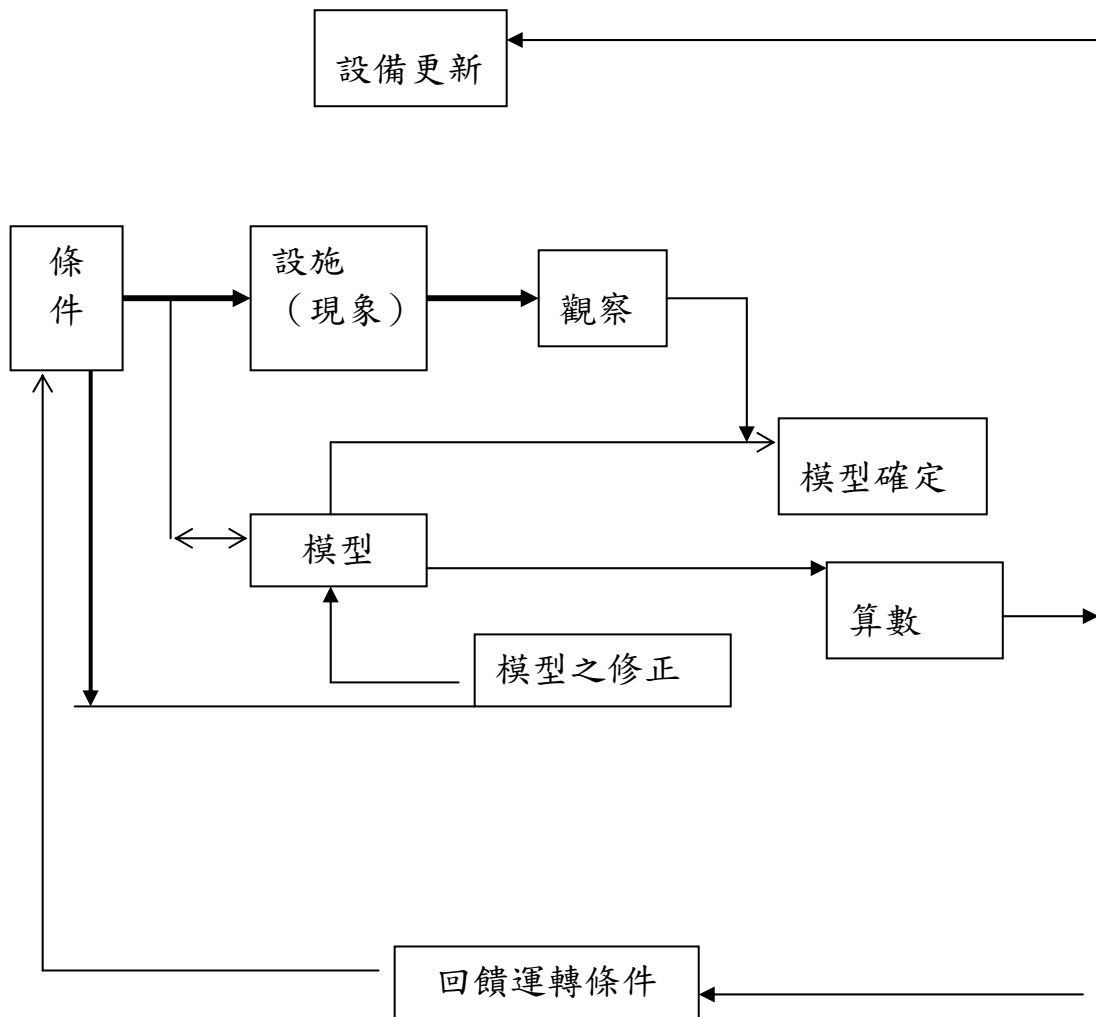


圖 3.9 使用中處理流程

3.3 潛在危害

一、第一種壓力容器事故原因

第一種壓力容器，在使用中有因種種原因致引起破損或破裂事故，此等事故原因，可列舉者，有：

1.設計不良者

- (1)材料選用不當。
- (2)過度彈性或塑性變形。
- (3)潛變 (creep)。
- (4)彈性不安定。
- (5)塑性不安定。
- (6)應力集中。
- (7)脆性破壞。

2.製作上之缺陷

(1)製作不良或拙劣。

(2)熔接不良。

3.建設工程不良

(1)粗暴搬運

(2)建設工事之不良。

(3)安裝位置不適當。

4.其他

(1)腐蝕。

(2)錯誤運轉。

(3)保養不良。

(4)安全裝置裝置不足。

二、事故種類

(一)破裂

第一種壓力容器中，內部置有飽和液體，如在連接等部有缺陷，致噴出大量蒸汽時，其壓力則會產生瞬間急降。結果，因汽化之際之容積膨脹（飽和水時、一大氣壓、100℃時約膨脹 1700 倍）致生機械性破壞，容器破裂。此種破裂亦可解釋為在飽和液存在下引起之物理現象。

密蓋有蓋板之容器，在使用中有蓋板突然飛動，同時亦使內容物飛散於四周之虞。此與破裂為不同之現象，但亦因蓋板、高溫熱媒、內容物之飛散引起極大危險。

(二)膨出

胴、端板等承受有內壓之部分，如無法承受壓力時，則向外側膨脹突出之現象稱膨出。如繼續進行膨出則構成裂隙等之破損導致破裂。

(三)壓潰

如夾套（jacket）之內胴等承受外壓部分，如生局部性變形時，繼續擴展則導致向內側偏壓，稱此為壓潰。

在染色機等動體較薄之容器，因內部形成真空，亦曾有因大氣壓致生壓潰之例。

(四)裂痕（crack）

再第一種壓力容器本體之耐壓部分極易生裂隙，易生裂隙之部分如下：

1.焊接部及其附近。

2.支撐及由支架支撐之部分或以螺栓旋鎖之部分。

3.缺口部分。

4.管台之安裝部分等應力易集中之部分。

三、壓力容器之破損

機構依其破損原因和形狀可以分為三種：

- 1.腐蝕性破損
- 2.機械力破損
- 3.高溫破損

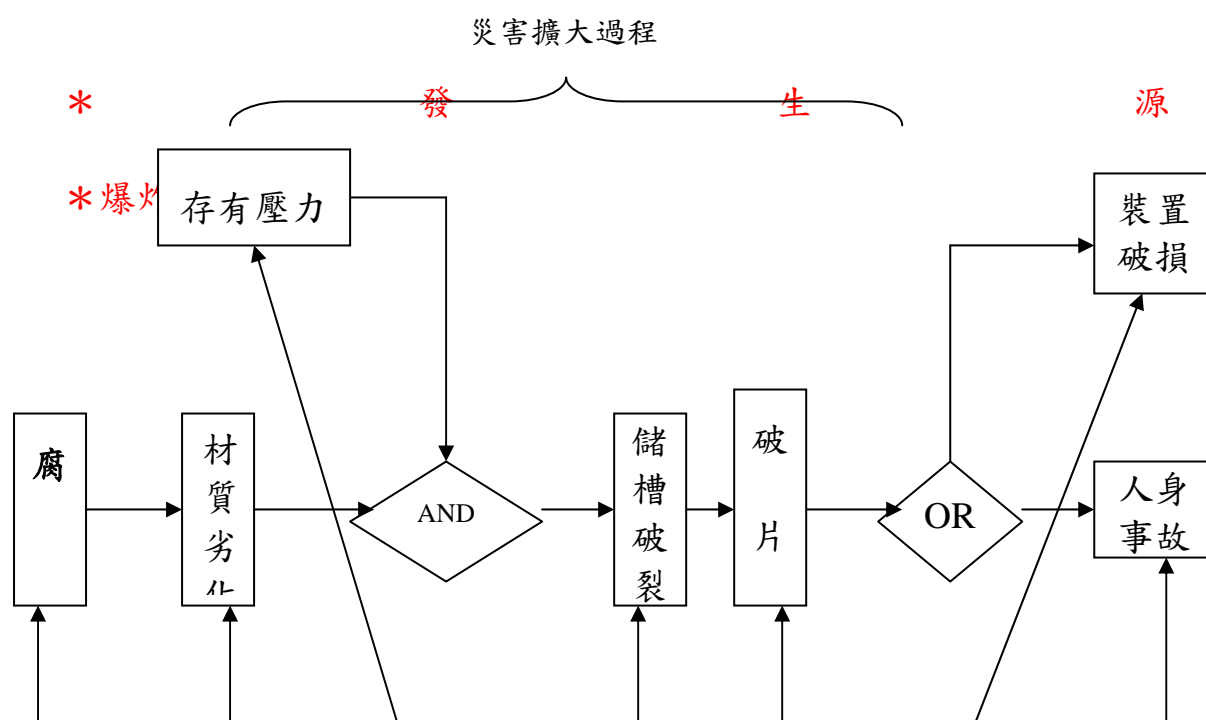
腐蝕性破損包括有均勻腐蝕、粒間腐蝕、孔蝕、隙縫腐蝕、伽凡尼腐蝕及去合金腐蝕。此外，腐蝕現象亦出現於與機械力的共同作用，造成的應力腐蝕破壞、腐蝕疲勞破壞、氫脆裂、沖蝕及磨耗腐蝕破損，致腐蝕診斷方法之分類如表 1。

表 3.1 腐蝕分類診斷方法表

方 法	工作內容	適用性	使用限制
測 量 Test piece 重量變化	1.全面腐蝕之腐蝕度 2.全體之變化	簡單 定量 直接	1.僅量測腐蝕量估算值 2.因生成物不同而有誤差 3.不適用局部腐蝕
電化學方法 (1)分極電阻的變化 (2)浸泡電阻之變化	1.腐蝕度之定量評估 2.環境之腐蝕性評估	可以連續量測 非破壞方式	1.有必要做間接檢定 2.披覆層與液面會妨礙量測
(1)分析液體中金屬離子 (2)氫氣產生量 (3)氧氣消耗量	腐蝕度之定量評估	瞬間之腐蝕速率	1.生成物的不完全溶解 2.析出物(硫化物、氫氧化物) 3.耗氧性腐蝕
目視觀察方法	判定腐蝕形態與程度 銹蝕程度 有無發生裂縫 孔蝕之程度 相片或攝影	簡單	1.主觀的方法 2.定性的方法

非破壞檢測方式	1.超音波、X射線 2.以渦電流法	定量	1.腐蝕量估算值 2.僅有量測部位之資訊
破壞檢查方式 (顯微鏡觀察)	回收腐蝕之部位 量測腐蝕深度 量測結晶組織之變化	補充方式	半定性的方法
機械性質之變化	1.量測拉伸強、硬度、裂縫時間等 2.應力腐蝕、氫脆化試驗	量測材料之特性變化	僅有估算值

3.4 常見缺失與改善對策



實施必要之檢點、塗裝等防蝕措施	受壓之材料具有必要之厚度及強度	儲槽之受壓未超過其最高使用壓力	設安全閥、灑水及增加其安全係數	設防爆牆、金屬安全網等	儲槽應設於適當處所減少設備損失	危險區域設警告標示及人員管制
安全對策						

圖 3.10 壓力容器異常狀況流程分析圖

材料可以藉由「破壞形態觀察(Fractography)」、「破壞成分分析(Fracture chemistry)」、「非破壞性檢測(Non-destructive testing)」、「破壞力學應用」與「模擬試驗分析」，檢測材料是否損壞。

由肉眼開始觀察，初步判斷材料的受力狀態、裂縫起始點、破裂之機構、破壞路徑。使用儀器觀察可以分為(1)巨觀破壞形態（放大倍數低於 15 倍），(2)微觀破壞形態（放大倍數低於 2,000 倍），(3)電子光束觀察破壞形態(放大倍數低於 200,000 倍)

壞成分分析包括有下列三種：

(一)表面分析（分析深度小於 50 Å）

(二)次表面分析（分析深度小於 10,000 Å = 1 μm）

(三)本體成分分析（材料內部之化學成分）

常見的非破壞檢測法有超音波探傷法(UT)、射線探傷法(RT)、液體滲透探傷法(PT)、磁粉探傷法(MT)、渦電流檢驗法等技術(ET)，可以檢測出材料中缺陷的位置、大小、形狀，為材料提供最佳的現況資料。

藉由上述的方法，了解各種材料的破壞形態的外觀特徵，如延性破壞、穿晶脆性破壞、沿晶脆性破壞、疲勞破壞、應力腐蝕破壞、氫脆和潛變破壞等。一般必須結合巨觀與微觀觀察的結果，再由應力的形式，環境因素與金相組織等分析，作綜合研判，以決定破損形態或機制。

綜合分析報告最好具備下列項目：

(一)破損零件的損壞情況描述。

(二)破損時的使用情況。

(三)過去使用經歷。

(四)零件的製造與處理過程。

(五)機械上與冶金上探討。

(六)化學成分與金相學上品質評估。

(七)破壞力學的探討。

(八)破損的機制判定。

(九)改善事項及建議。

數據的運用狀況

事業單位應蒐集壓力容器自開始運轉以來之日常檢查、通常檢查、定期檢查之檢查數據，進行數據解析、評估與壽命預測，運轉管理部門、檢查部門與檢查管理部門之三個單位召開會議，對上述數據作綜合解析與評估，最後將數據加以運用。檢查數據之運用流程圖

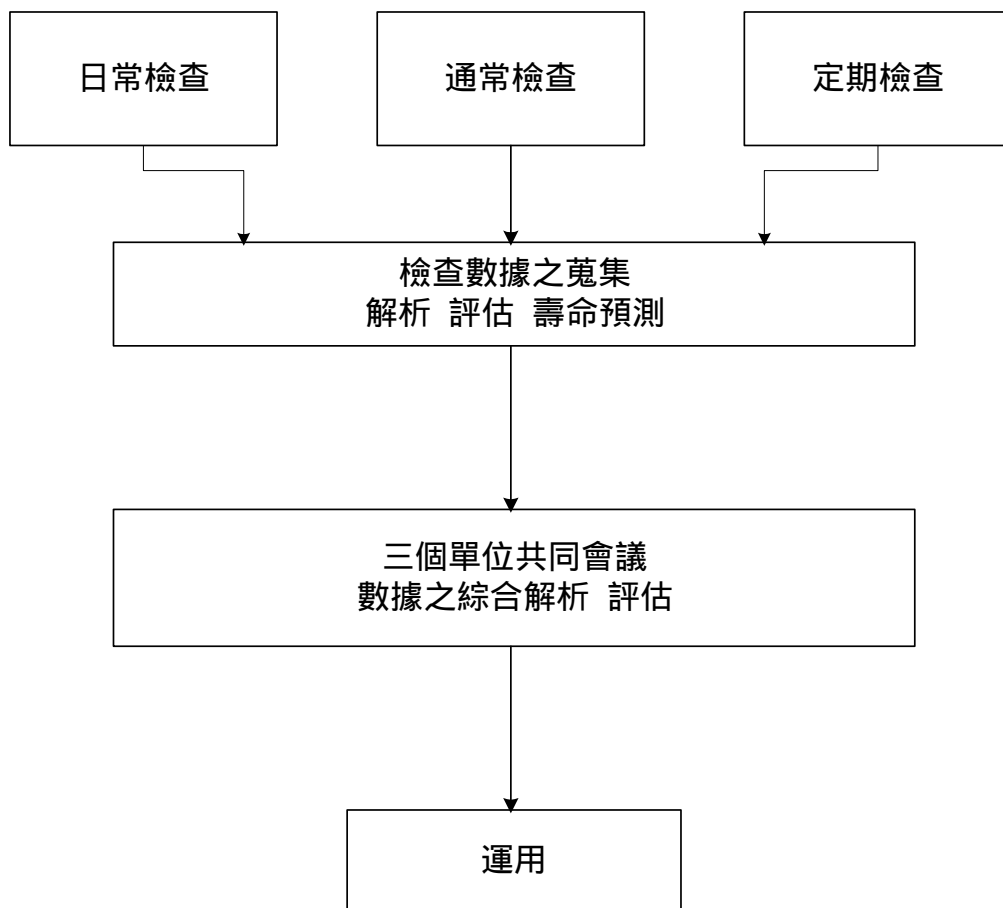


圖 3.11 運用流程圖

一、破壞檢測

非破壞檢測(Non-Destruction Test；NDT)係以不破壞物件而進行檢測的方法，如目視檢測、射線檢測、超音波檢測、磁粒檢測、液滲檢測、渦電流檢測、洩漏檢測、紅外線檢測等，其檢測人員需具備適當合格檢定資格。表 2 分別介紹 NDT 原理與應用特性與壓力容器破損檢查適用之檢查方法與器具。

表3.2 常見非破壞檢測技術原理及其應用特性

方法	原理	應用
目視 (VI)	藉放大鏡低倍率顯微鏡、燈、反射鏡以肉眼實施檢查。	僅在容易看見的地方，小裂縫之發現需要較多的經驗。
滲透劑 (PT)	以有色液體（滲透劑）刷擦於材料上，並容許其滲入裂縫中，再以白粉等快乾懸浮物（顯影劑）擦掉滲透劑，而殘留於裂縫中之未被擦掉之滲透劑，則會被顯影劑脆取出，而展現出有色的痕跡	僅在容易看見的位置，其敏感度與目視檢查同級。
磁粉 (磁性 粒子) (MT)	於欲偵測的部分批覆一層含有鐵粉的螢光性液體，再被置於強磁場中，因在裂縫處磁場線會被攪亂，故在紫外線下觀察其情形。	僅適用於磁性材料，被偵測的部分必須分解，且需於特別的實驗室中檢查，另有凹痕和其他不規則處也會產生徵候，檢查較敏感
X-ray (RT)	X 射線由可攜帶的 X 射線管放出，經過結構物而打在膠片上，於裂縫處因吸收的 X 射線小於周圍材料所吸收的 X 射線，故在膠片上以黑線被描繪出。	此方法有較大的適用性和敏感度，最適用於裂縫發生在細帶狀物內或補強物的邊緣；惟在厚板中的小表面瑕疵偵測困難。
超音波 (UT)	探測針（壓電晶體）傳遞高頻率波進入材料，波反射在末端即裂縫處，因輸入脈動和反射都顯示在示波器上；另入射波傳抵裂縫處後，則反射波會有所改變，致首先脈動和反射間之距離可標示了裂縫的位置。	幾乎為一全能的方法，因為有多種的碳針和輸入脈動可供選擇。
渦電流 (ET)	在金屬中，線圈感應渦電流。在一裂縫存在下，感應改變；在線圈中的電流為表面狀況度量。	便宜的方法，不需昂貴的設備和易於應用。線圈可以做得小的足以進入孔洞，常被熟練的

		操作者應用，為一敏感的方法。
音洩法 (AET)	量測材料內部因裂縫尖端塑性變形，即裂縫增長而放射出應力波強度。	偵測運轉下的結構，故可於連續下監視；惟設備昂貴、訊號之解釋判讀較為困難，需由有經驗者實施操作。

壓力容器破損檢查適用之檢查方法與器具

檢查目的	檢查目標部位	檢查方法	檢查器具
腐蝕	表面狀況	目視檢查 SUMP 檢查	-- --
	內面狀況	管內檢查類 放射線透過試驗	管內檢查鏡、管內檢查器 γ 線裝置
	減薄	壁壓檢查	超音波探傷器、超音波測厚計
	腐蝕監視	電氣式檢查 SUMP 檢查	Corozometer(音譯) 對 Cu, Fe 等分析
裂縫	表面狀況	目視檢查 SUMP 檢查	-- --
	表面裂縫	滲透探傷試驗 磁粉探傷試驗 渦電流探傷試驗 超音波探傷試驗 放射線透過試驗 裂縫深度電阻試驗	染色、螢光探傷劑 兩極間磁粉探傷器 渦電流探傷器 超音波探傷器 γ 線裝置 龜裂深度計
	內部裂縫	放射線透過試驗 超音波探傷試驗	γ 線裝置 超音波探傷器
洩漏	氣密狀況	氣密試驗 水壓試驗 氣體檢測試驗	肥皂水、超音波探測器 -- 氣體檢測器
振動		目視檢查 感觸檢查 儀器檢查	-- -- 振動計
溫度狀況		溫度量測	表面溫度計、紅外線溫度計
阻塞、污穢		放射線攝影檢查	γ 線裝置, Scale checker

機 器 的 種 類	檢 查 的 種 類	檢 查 方 法	運 轉 管 理 部 門	檢 查 組 織 部 門
反 應 器 (包 括 攪 拌 機)	開 放 檢 查	VI, TM, PT, MT		○
	運 轉 中 檢 查	VI, TM	○(日 常 檢 查:VI)	○
塔 類	開 放 檢 查	VI, TM, PT, MT		○
	運 轉 中 檢 查	VI, TM	○(日 常 檢 查:VI)	○
槽 類	開 放 檢 查	VI, TM, PT, MT		○
	運 轉 中 檢 查	VI, TM	○(日 常 檢 查:VI)	○
熱 交 換 器	開 放 檢 查	MT, PT, VI, TM, ET, RT, X		○
	運 轉 中 檢 查	VI, TM	○(日 常 檢 查:VI)	○

代號說明：

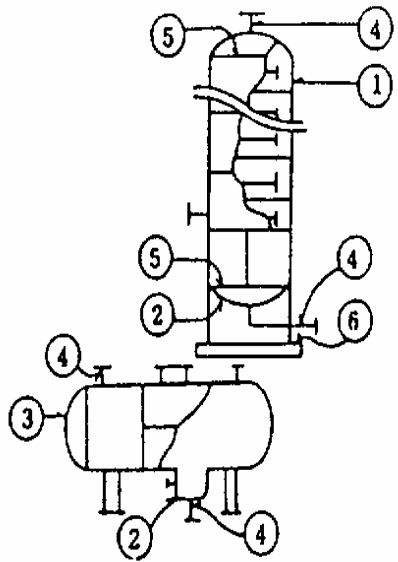
○=檢查實施者

VI:目視檢查 TM:厚度量測 PT:滲透探傷試驗 MT:磁粉探
傷試驗 ET:渦電流探傷試驗 RT:放射線透過試驗 X:其他

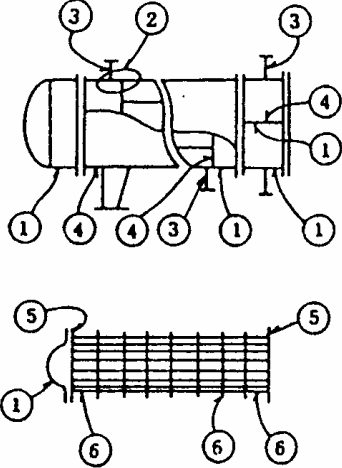
二、壓力容器檢查判定基準

參考日本以下表為例，供塔槽、熱交換器、反應器、加熱器與配
管定期檢查之重點部位。事業單位可以參考下列之參考基準訂定適合
自己的檢查基準。

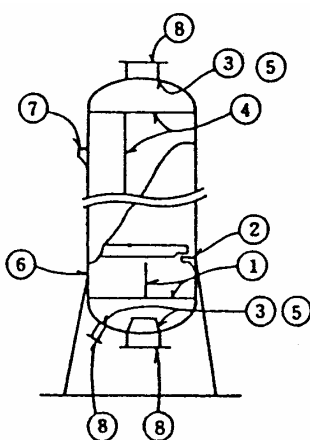
塔槽定期檢查重點部位

略 圖		檢查重點部位		缺陷形態	發生原因	
塔 槽		內 部	1	托盤支撐環（tray support ring）及其四周之胴板	全面及局部的凹凸腐蝕、點蝕	與堆積物引起電化學反應，腐蝕介質引起之化學反應。
			2	塔槽底部	全面及局部的凹凸腐蝕、微小裂紋	與堆積物引起電化學反應，氫致腐蝕。
			3	受流體衝擊之部位	均勻腐蝕、沖蝕、點蝕	機械性攻擊，阻抗攻擊
			4	噴 嘴（Nozzle）	均勻腐蝕、噴嘴底部溝狀腐蝕	沖蝕、化學性腐蝕
			5	主要焊道	焊接鋼之選擇性腐蝕、裂縫	殘留應力、應力腐蝕裂縫、氫致腐蝕
	外 部	6	基礎及基礎螺栓	全面局部均勻腐蝕	濕氣	
		4	噴嘴等的保溫開口位置	全面局部均勻腐蝕	濕氣	

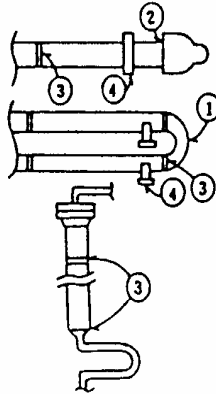
熱交換器定期檢查重點部位

	略 圖	檢 查 重 點 部 位	缺 陷 形 態	發 生 原 因
熱 交 換 器		1 胴板的底部(死角、擾流板位置)	全 面 凹 凸、點蝕、 溝狀腐蝕	與堆積物引起電化學反應、腐蝕介質引起之化學反應、
		2 初期凝結位置	全 面 凹 凸、點蝕、 溝 狀 腐 蝕、微小裂紋	氫致沖蝕、阻抗攻擊、化學性沖蝕(高流速)、殘留應力、應力腐蝕裂縫、氫致腐蝕。
		3 噴嘴	均勻腐蝕	
		4 主焊道	焊 接 鋼 板 的 選 擇 性 腐蝕	
		5 管板(Tube Sheet)	全 面 局 部 均勻腐蝕	與堆積物引起電化學反應、與堆積物引起之化學反應、滑動腐蝕、高流速、亂流、殘留應力、焊接裂縫。
		6 外側管與管板接合處，緩衝板(Baffle) 內管之擴管部位及其末端，密封焊接處。	全 面 局 部 均勻腐蝕	

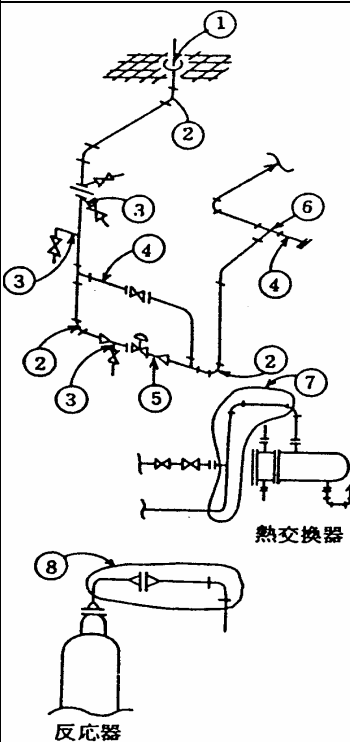
反應器定期檢查重點部位

	略 圖	檢查重點部位		缺陷形態	發生原因
反 應 塔		內 部	1	對接焊道 (搭疊 overlap、氣泡孔 blowhole、小孔 pinhole、夾渣 slag)	高溫潛變等
			2	支撐座及其他金屬件焊接	高溫潛變等
			3	噴嘴之焊道	高溫潛變等
			8	墊片組 (gasket group)	應力腐蝕裂縫等
		外 部	4	對接焊道 (同上)	高溫潛變等
			5	噴嘴焊道 (同上)	高溫潛變等
			6	裙部 (skirt) 焊道	高溫潛變等
			7	拖架 (ladder)、夾 (clip) 金屬件焊道	高溫潛變等

加熱器定期檢查重點部位

	略圖	檢查重點部位		缺陷形態	發生原因	
加熱爐		管	1	管 路 (tube)、回 流 彎 管 (return bend)	減薄、彎曲、 翹度、膨脹、 表面裂紋、擠 縫(caulking)	腐 蝕、潛 變、局部加 熱
			2	管路擴管部	洩漏	擴管部位鬆 弛
			3	焊道	裂縫	應力腐蝕裂 縫、潛變損 壞
		支撐	4	管 支 撐 (tube support)、 分 隔 器 (keeper)、 吊 桿 (hanger)	割損	σ 脆化、油 灰腐蝕
		其他	※	爐壁、燃燒 器 壁 磚 (tile) 爐本體	溶解掉落、鬆 弛掉落、接縫 之鬆動、油漆 變色、減薄	低溫腐蝕

配管檢查定期重點部位

		檢查重點部位	缺陷形態	發生原因
配管		1 管路與甲板 (stage)、檢查台接觸部位	全周溝狀腐蝕、全面腐蝕	濕氣
		2 肘管(L bow)	全面均勻腐蝕、點蝕	沖蝕腐蝕
		3 節流孔之短接頭 (orifice stub)、壓力計用小管	全面均勻腐蝕、點蝕	沖蝕腐蝕
		4 易滯留部位 (管末端、盲板)	底部全面凹凸狀	與堆積物之電化學作用或腐蝕介質的化學作用
		5 控制閥之下游	均勻腐蝕	沖蝕
		6 T型管(Tee)	點蝕、局部均勻腐蝕	阻抗 (Impediment)
		7 異種流體匯流點及其下游	全面均勻腐蝕、局部均勻腐蝕	因相變化引起之亂流、沖蝕
		8 熱應力較大部位之焊接	裂縫	熱應力、潛變
		※ 有振動之配管 (特別是 小管)	裂縫	疲勞
		※ 有保溫、保冷之配管 (特別是 小管)	全面局部腐蝕	濕氣

日本第一種壓力容器開放檢查性能檢查判定基準

	項目	認定為不合格者	有條件合格者
1. 本體之檢查	(1) 裂縫	<p>(1) 有下列之裂縫導致洩漏者</p> <p>A. 耐壓部位之焊接接頭(包括熱影響區)之裂縫</p> <p>B. 管板之管群部位、端板等邊緣彎曲部位之裂縫</p> <p>C. 人孔、檢查孔或是清掃孔邊緣產生之裂縫</p> <p>D. 管支撐(stay)之裂縫</p> <p>E. 鋼板邊緣或是鉚釘孔之裂縫</p> <p>(2) 夾套(Jacket)角落圓弧部位之裂縫，引起洩漏者。</p> <p>(3) 在不銹鋼容器接頭或其他加工部位，因應力腐蝕而貫穿鋼板者。</p>	<p>(1) 在耐壓部位發生輕微的裂縫，有修補之必要者。</p> <p>(2) 鎖緊用螺栓有裂縫，有修補之必要者。</p> <p>(3) 在不銹鋼容器之耐壓部位發生應力腐蝕者(尚未貫穿者)。</p> <p>(4) 以覆面鋼(clad steel)製造的容器，覆面材的裂縫已經貫穿，但是有修復可能性者。</p>
	(2) 腐蝕	<p>(1) 在耐壓部位有寬廣的腐蝕範圍，以剩餘之板厚作強度計算結果，無法達到其最高使用壓力者(右欄之(2)者除外)。</p> <p>(2) 支撐(stay)有腐蝕，支撐之斷面積，無法達到最高壓力所需之斷面積者。</p>	<p>(1) 未產生應力腐蝕之部位造成之進行腐蝕，單獨之腐蝕範圍為 50mm 圓面積以下，腐蝕深度超過厚度 1/2 者，以疊焊可以修補者(2 個接近圓的距離，在比較大的圓之 5 倍以上直徑距離者)</p> <p>(2) 依強度計算結果，若降低最高使用壓力而能繼續使用者。</p> <p>(3) 自清掃孔、檢查孔等處洩漏而產生腐蝕，平均剩餘厚度是原有厚度(包括補強板厚度)的 2/3 以上者，且，最大寬度在 75mm 以內者，以疊焊可以修改者。</p>

1 本 體 之 檢 查	(3) 槽溝 (grooving)	有貫穿或有貫穿之虞的槽溝。	
	(4) 洩漏		(1)自鉚釘接頭的板端處洩漏，有必要以鉚接(Caulking)修補者。 (2)管支撐(stay)裝配部位有洩漏，有必要加以擴管或止漏。
	(5) 夾層 lamination 起泡 blister 剝離	(1)因為有夾層，清理後量測剩餘厚度，計算其強度之結果，未達到最高使用壓力者(右欄除外) (2)有起泡者	清理後量測剩餘厚度，計算其強度，能降低其最高使用壓力繼續使用者。
	(6)變形	(1)本體及蓋有明顯變形者。 (2)底板、側板等平面部分受到內壓而變形者，變形量超過肋(rib)最小指示跨距(span)1%者。	(1)變形輕微者。 (2)人孔、清潔孔、檢查孔之蓋板已經變形者。
	(7) 摩耗 等	攪拌機及其他附屬裝置等有摩耗，以剩餘厚度計算其強度時，未達到最高使用壓力。	(1)摩耗範圍為 50mm 圓面積以下，腐蝕深度超過圓厚度 1/2 者，以疊焊可以修補者(2 個接近圓的距離，在比較大的圓之 5 倍以上直徑距離者)。 (2)計算其強度，能降低其最高使用壓力繼續使用者。 (3)平均剩餘厚度是原有厚度(包括補強板厚度)的 2/3 以上者，且，最大寬度在 75mm 以內者，以疊焊可以修改者。 (4)鎖緊用螺栓、螺帽等影明顯的摩耗者。

	(8) 其他		(1) 安裝狀態有明顯變動，但可以修改者。 (2) 蓋板組裝用離合器 (clutch)、放射狀桁架 (arm) 鬆動，接觸不良等異狀，可以修改者。
2. 附屬品之檢查	(1) 安全閥 (2) 壓力計、水位計、溫度計		(1) 安全閥有明顯損耗者。 (2) 安全閥有必要分解整理。 (3) 刻度最大指示值不正確。

3.5 災害案例

案例一、新竹工業區福國工業公司爆炸

依行政院勞工委員會北區勞動檢查所派員實施檢查及行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所之鑑定報告說明如下：

一、事故狀況：九十年五月十八日災害發生當日六噸反應槽正進行紡織用水性接著劑之生產，當生產課長胡志勝操作六噸反應槽進行聚合反應時，因反應發生異常，加以人員操作疏失，致反應槽內反應溫度異常升至 80℃，造成反應失控，胡員未採取洩料等緊急措施，致使六噸反應槽內引火性液體（甲醇等）蒸氣外洩，於反應槽附近接觸不明火源引起爆炸燃燒，並引爆該公司儲存之爆炸性物質過氧化二苯甲醯（簡稱 BPO），隨後之火災造成周圍溫度上升使旁邊部分有機溶劑儲槽液體沸騰蒸發變成蒸氣爆炸，進而波及週遭事業單位而釀成慘重災害。

二、直接原因：該廠以放熱反應製程生產樹脂，因人為操作疏忽導致失控反應，可燃性物料漏洩引爆所致。

三、間接原因：

(一) 不安全狀況：因操作疏忽引發危險之製程，未以自動控制設備監控。

(二) 不安全行為：人為操作之風險依賴監督管理控制，本次於午間管理鬆懈時不幸釀災。

補充說明：

1. 本案因聚合放熱反應之溫度失控，造成大量可燃物質外洩，佈滿整個廠房，遇火源而起火爆炸，之後又引燃儲存之爆炸性物質過氧化二苯甲醯（簡稱 BPO）及火災造成周圍溫度上升使旁邊部分有機溶劑儲槽液體沸騰蒸發變成蒸氣爆炸，此不啻突顯工廠對於失控反應之預防及保護應變措施之不足，故一般均採下列方式防止失控反應：

(1) 就操作上：就反應時之操作溫度、壓力條件、加料量、加料順序與可能之異常狀況研訂有效之標準作業程序。

(2) 就控制裝置：於控制上對反應溫度、壓力、進料速度、進料量及警報設置等設置適當控制裝置。

(3) 就應變設計：評估最遭狀況下之應變措施，如緊急冷卻、緊急終止、緊急排放與收集、緊急卸料、安全連鎖、緊急疏散等。

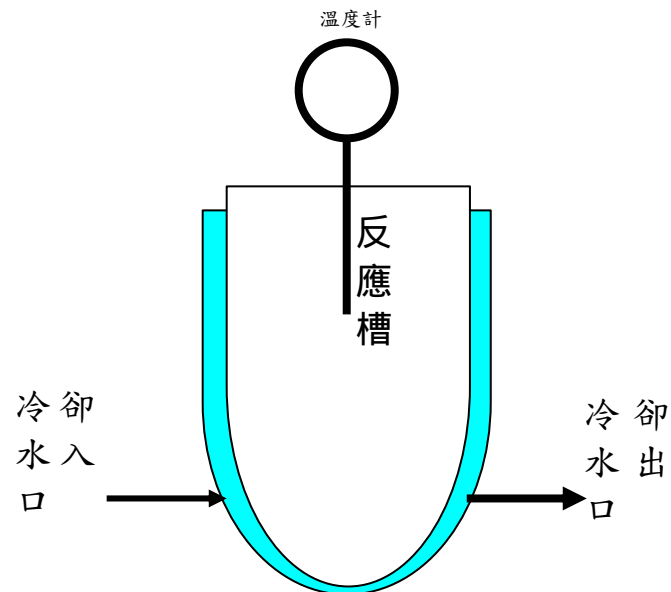
(4) 就本案為例：依前述當本案所裝設之溫度控制設備偵測出反應槽溫度過高或冷卻水流量異常時，為防止發生失控反應其反應槽底部之排放閥會自動開啟並排放至卸收槽內，其操作安全則非僅依靠操作人員，則可避免本案之發生（詳如附圖）；故本案災害係因操作不當、製程安全措施不足引起失控反應所致，並非反應槽本身構造強度不足或缺陷引起，關鍵因素與是否將反應槽列入「危險性設備」有所不同

(5) 另回顧國外類似工廠爆炸事件，如 1974 年英國 Filxborough 鎮 Nypro 公司廠內，發生反應器連接管洩漏造成三十噸環己烷外洩，引起可燃性蒸氣雲爆炸火災，造成廠內 28 死 36 傷、附近社區 1812 座民房、167 家商店 53 人受傷，財物損失美金一億六千一百萬元，據評估該事件爆炸威力相當約 16 噸 TNT 黃色炸藥，但英國政府仍未將該反應器予以列管。

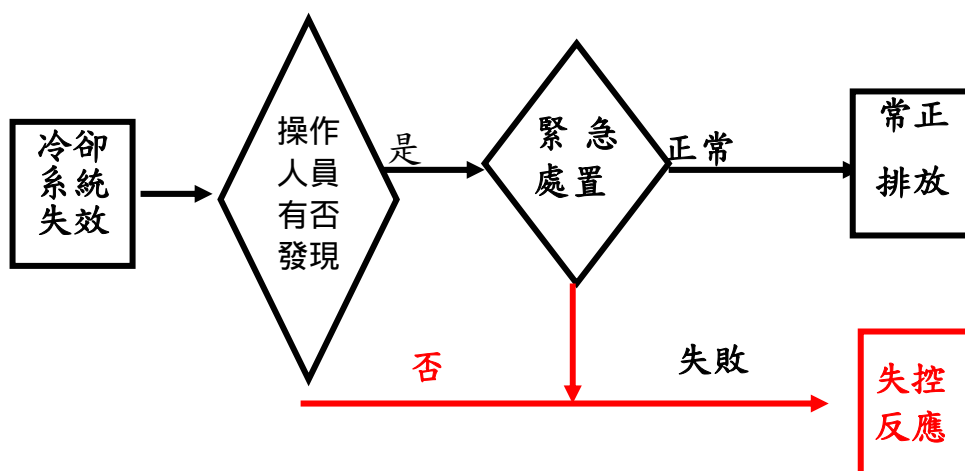
(6) 綜上所述，為防止因人為失誤，類似本案致有發生爆炸之虞者，另應將研究壓力、溫度達設定值時，設置自動控制設備防止失控反應。

附件：

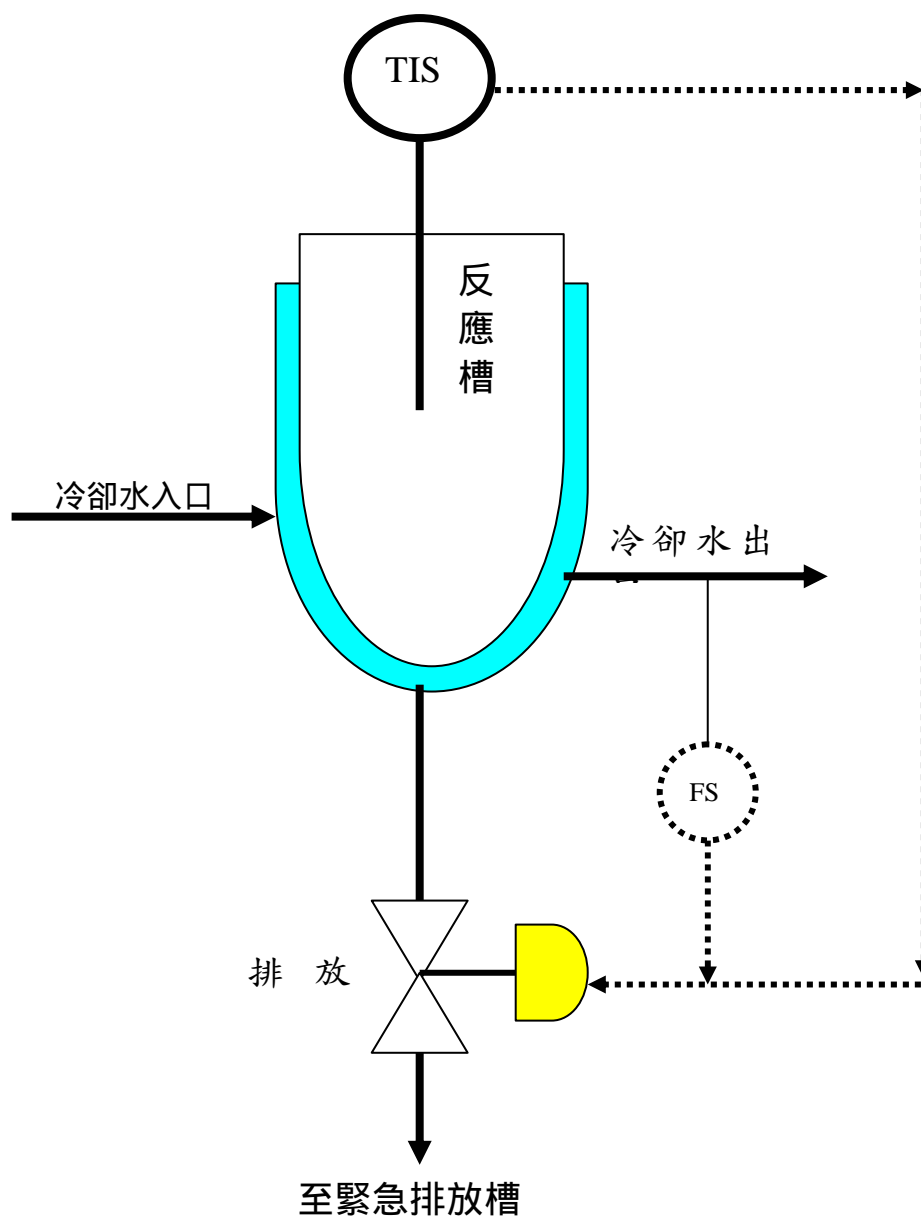
A 未裝設自動控制設備監控之情形：
(本案之操作情況)



由圖中得知其操作安全僅依靠操作人員之細心度與應變人力，若一不小心就會發生災害（失控反應）。



B 裝設自動控制設備監控後之情形：



註：

T I S 表溫度控制指示裝置

F S 表冷卻水流量控制裝置

由圖得知：當裝設之溫度控制設備偵測出反應槽溫度過高或冷卻水流量異常時，為防止發生失控反應其反應槽底部之排放閥會自動開啟並排放至卸收槽內；另就因果分析說明如下圖 3.12 得知，當裝設自動控制設備監控後，需當圖中無高溫訊號及低流量訊號之狀況均成立時才會發生失控反應，其操作安全則非僅依靠操作人員。

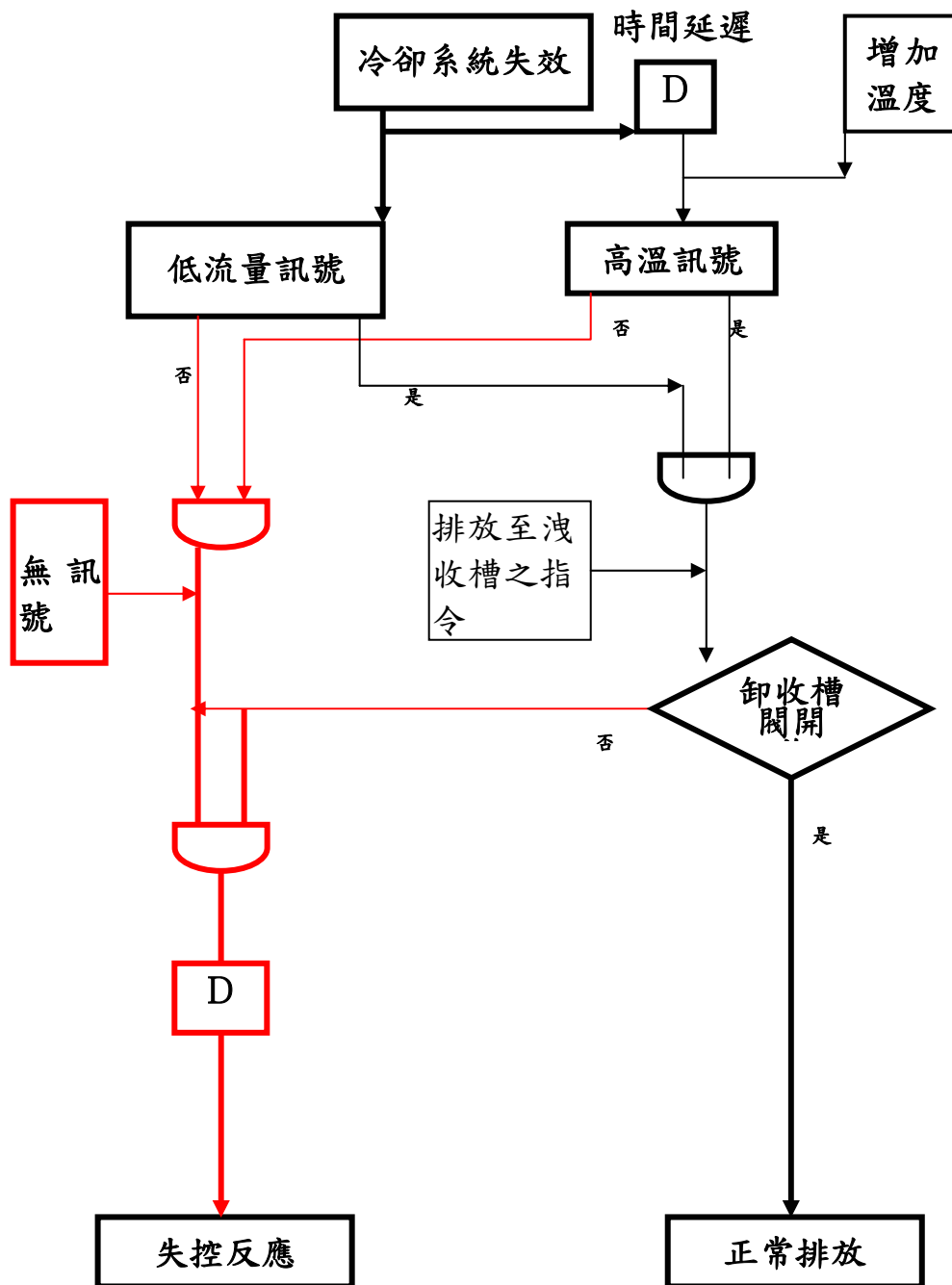


圖 3.12 以因果分析失控反應圖

$\equiv \text{D}$ 表 AND GATE “且閥”

$\equiv \text{D}$ 表 OR GATE “或閥”

案例二、○○公司承攬人勞工被燙傷致死職災案

一、發生時間：九十一年二月○日十五時四十分許

二、發生地點：○○廠溶劑回收蒸餾塔

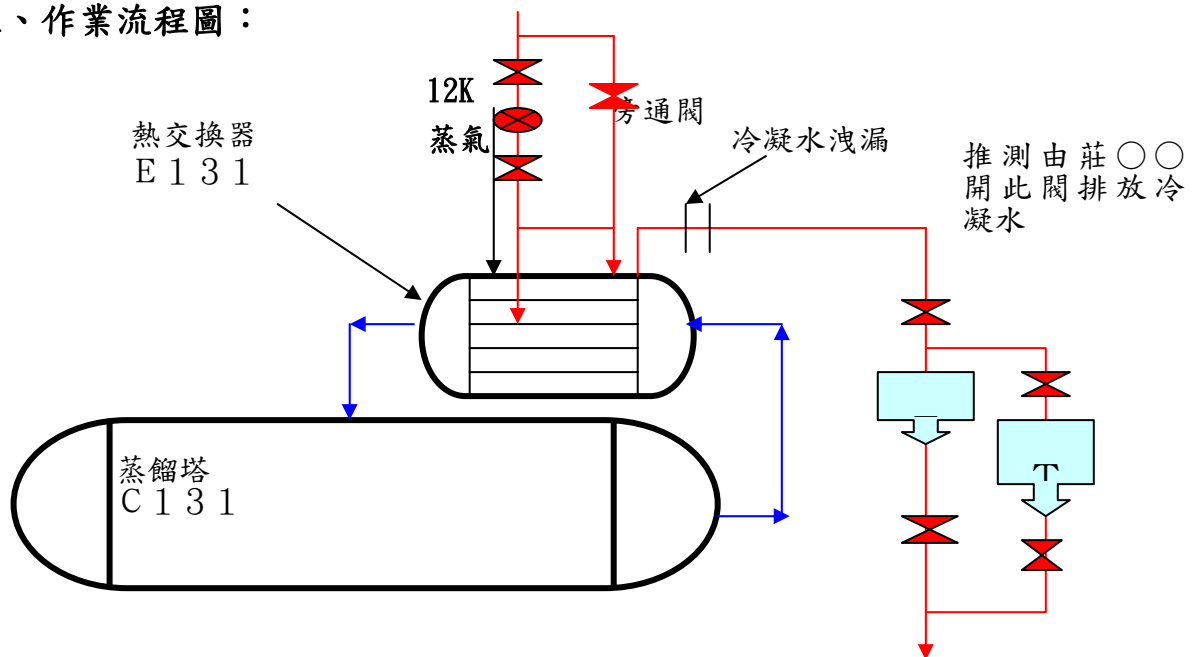
三、事故狀況：

根據承攬人所僱勞工張○○敘述災害發生經過：九十一年二月○日下午三時五十分許，勞工張○○與陳○○來到○○公司蒸餾塔（編號：C131）外監視，不久突然有蒸氣冒出，又聽到塔內有聲音，於是勞工張○○立即呼叫其他人員，將塔內勞工陳○○拉出塔外，經送醫急救，於二月○日下午五時二十分不治死亡。

四、事故原因分析：（依本會南區勞動檢查所撰寫之初步報告）

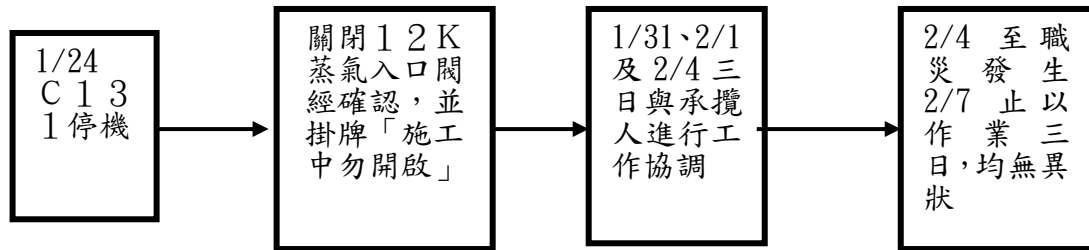
承攬人所僱勞工陳○○進入蒸餾塔內安裝濾網時，因外來每平方公分十二公斤壓力之蒸氣從旁通管未完全關斷之閥進入熱交換器胴側，加熱熱交換器管側殘存純水，產生水蒸氣，進入蒸餾塔內造成勞工陳○○被傷燙致死。

五、作業流程圖：

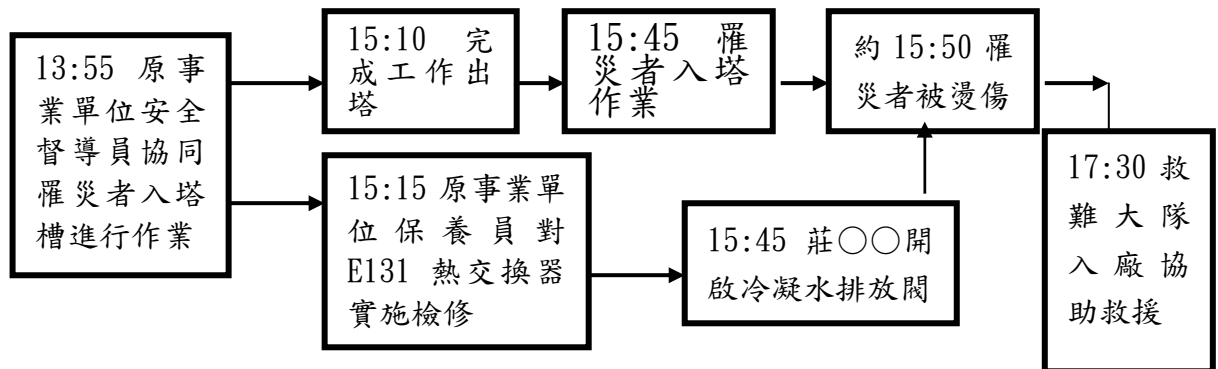


六、發生流程圖：

(一)職災發生前之狀態：

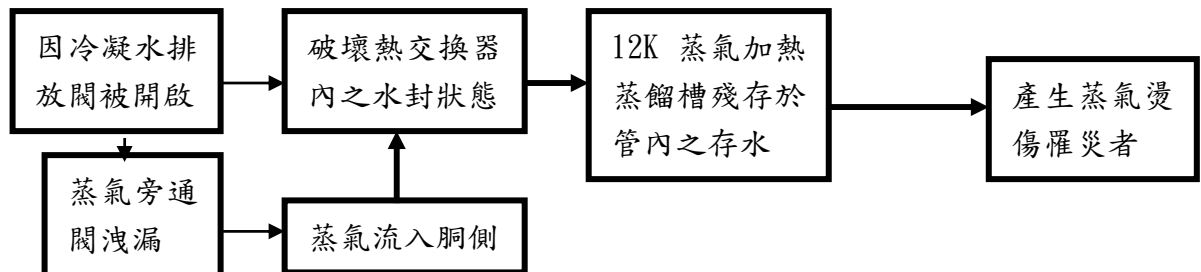


(二)職災發生當日（二月七日）之情形：



(三)蒸氣產生原因之推測

（依行政院勞工委員會會南區勞動檢查所撰寫之初步報告）



就設備分析主要是熱交換器水封失效，造成水封失效原因探討如表 3.3 所示。

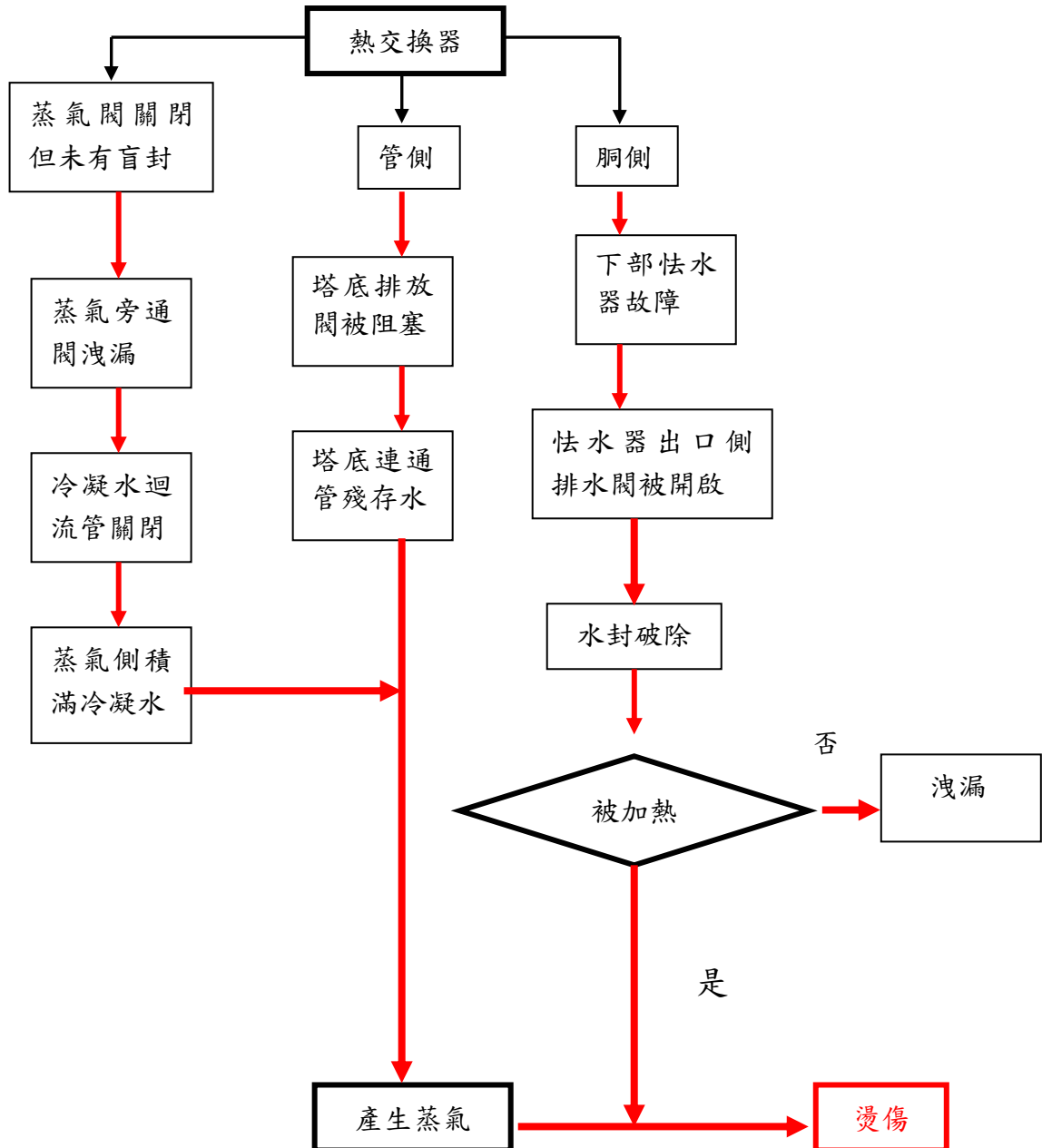
七、可能違反勞工法令部分：

(一)蒸汽入口側未設有盲封部分：

- 1.就第一種壓力容器部分：依「鍋爐及壓力容器安全規則」第二十九條之規定，雇主對於勞工進入第一種壓力容器內部清掃、修理、保養作業時，應將與其他使用中之鍋爐或壓力容器有管連通部分確實隔斷或阻斷；另應設置監視人員、保持聯絡，如有災害發生之虞者即採必要措施。

- 2.就高壓氣體部分：依「高壓氣體勞工安全規則」第七十五條規定，從事氣體設備修理、清掃等作業應於事前訂定作業計畫，並指定作業負責人，且於該作業負責人監督下依作業計畫實施作業；另規定除將開放部分前後之閥應予以關閉外，且應設置盲板等加以阻隔，及應懸掛「禁止操作」之標示並予以加鎖。
- 3.就化學設備部分：依「勞工安全衛生設施規則」第一百九十八條規定，從事化學設備之改善、修理、清掃、拆卸等作業，應指定專人負責決定作業方法及順序，並事前告知作業勞工，另為防止高溫水蒸汽洩漏應將閥以雙重關閉或設置盲版並將該閥加鎖及標示等。
- (二)就共同作業部分：依前所述於罹災勞工入槽作業同時，原事業單位勞工莊○○亦同時開啟排水閥，故應屬共同作業，需依勞工安全衛生法第十八條規定採取並要之措施。
- (三)就搶救器材部分：依「勞工安全衛生設施規則」第二百八十六條規定，雇主應依工作場所之危害性，設置必要之職業災害搶救器材。

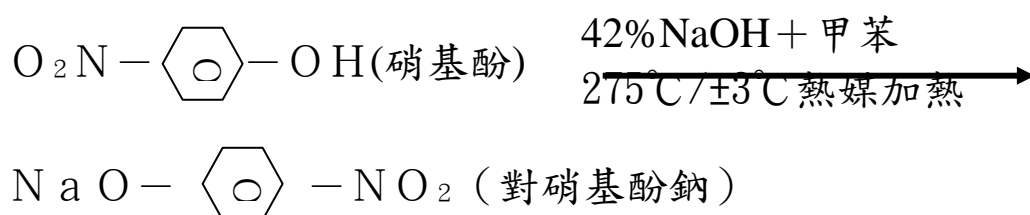
表 3.3 熱交換器之水封破壞分析表



案例三、○○工業區○○公司反應槽爆炸

- 一、發生時間：該公司於本（九十一）年四月二十九日進行新研發產品 DDE 第一步反應測試，約至下午五時許該測試中之反應槽突然發生爆炸起火，造成現場四名作業勞工被爆炸高溫灼傷。
- 二、發生地點：災害發生於該廠二樓 3、4 生產線之編號 2-1 反應槽。
- 三、事故狀況：查該反應係為硝基苯酚加 42% 氫氧化鈉於甲苯溶劑中，於夾套以 $275^{\circ}\text{C}/\pm 3^{\circ}\text{C}$ 之熱媒採間接加熱反應成對硝基酚鈉。

(一)反應方程式：DDE-STEP1



(二)操作說明：

- 1.查發生爆炸之反應槽係為進行該公司硬化劑產品 DDE 之第一階段之脫水反應，主要反應為硝基酚（約 700 kg）及 42% 氫氧化鈉（約 500 kg），利用甲苯於混有水時會發生共沸，及其共沸溫度會因含水比例之增加而降低等特性，故加入 1200~1300 kg 之甲苯以夾套熱媒油間接加熱進行脫水反應，製成對硝基酚鈉。
- 2.另甲苯之沸點為 110.6°C ，因反應初期甲苯約含 13.5%wt（重量比）之水，查於 84.1°C 會發生共沸，當含水量逐漸減少時其共沸溫度亦會升高，至脫水完成達甲苯沸點溫度，故本脫水反應據該公司表示，係以夾套熱媒油間接加熱至 84°C 開始反應，逐步提昇至 120°C 得粒狀之對硝基酚鈉。
- 3.事發當日早上將硝基酚、42%NaOH 及甲苯投料至容量五公噸之夾套反應槽，至中午時於反應槽夾套側通入溫度約為 $275^{\circ}\text{C}/\pm 3^{\circ}\text{C}$ 之熱媒實施加熱反應，約至下午五時許於加熱過程中發生爆炸。
- 4.詳如附表三之流程圖。

(三)爆炸現場說明：

- 1.反應槽部分：發生爆炸後，造成反應槽之人孔蓋螺栓被撕裂（僅剩一顆可能未鎖緊之螺栓於槽頂上），且人孔蓋上之視窗破裂，人孔蓋飛出碰到上方鋼架及防爆照明燈後，嚴重變形掉落在反應槽邊；另反應槽內部情形詳如。
- 2.熱交換器部分：係將共沸之甲苯及水蒸氣以冷水冷凝，不冷凝之氣體通大氣，經冷凝之氣體（甲苯及水）則流入甲苯及水分離槽，發生爆炸後 40mm 之排氣管（不冷凝氣體排氣管），因排氣口徑不足致被拉斷。
- 3.甲苯及水分離槽：係將經熱交換器冷凝後之甲苯及水予以分離，查該槽於爆炸後因內壓過高致胴體發生塑性變形，另平板液面計發生破裂。

四、事故原因分析：

- (一)爆炸類型：因本案爆炸起始點為反應槽內部，並依現場人員描述爆炸前有隆隆聲音、人孔蓋之螺栓被撕裂、排氣管被拉斷及爆壓釋壓方向等現況判定本案之爆炸，研判係為反應槽內化學物質因高溫，導致溫度、壓力急速上升之化學失控反應。（註：所謂失控（runaway）反應係因放熱速率超過熱移除速率，當反應所生之熱量無法迅速移除，導致反應溫度上升反應速率呈指數增快；惟反應速率一旦增快，則放熱速率亦隨之加快，變成自加速放熱反應現象，造成反應槽失控）
- (二)經由微差掃描熱卡計（differential scanning calorimeter DSC）方式判定：由 DSC 實驗得知，硝基苯酚鈉於 275 至 290℃ 會發生劇烈放熱反應，而該溫度與反應槽夾套之熱媒溫度相當（275/±3℃），故研判造成化學失控反應之物質為對硝基酚鈉（由實施 DSC 分析得知；另查其他反應物質硝基苯酚及甲苯於 400℃ 下皆為吸熱反應，故排除造成化學失控反應異常之可能。）
- (三)由上所述，該反應因槽內部無引火源，且反應物硝基苯酚及甲苯於 400℃ 下皆為吸熱反應，故於反應初期硝基苯酚鈉未生成前均未發生異常；惟對硝基酚鈉之放熱起始點與反應槽夾套之熱媒溫度相當（275/±3℃），且本案對熱媒入量之控制，係將閥以 10% 之固定開度操作，而未設有自動控制，故待反應生成硝基苯酚鈉後，因於反應槽攪拌器攪拌不足（據該公司表示係採 60rpm 之固定轉速操作）情況下，造成黏附於反應槽壁上或槽底之粒狀對硝基酚鈉，與過量溫度為 275/±3℃ 之熱媒接觸，致造成對硝基酚

鈉發生溫度、壓力急速上升之失控反應。

(四)依事件樹分析(event tree)說明：詳如附表一及附表二之分析。

五、建議事項：本次爆炸係反應槽本質安全設計不足與製程反應操作條件失當

(一)製程反應操作條件不當部份：缺乏化學反應動力及熱力認識。

- 1.熱源選用不當：因硝基苯酚鈉於 275 至 290℃ 會發生劇烈放熱反應，致當對硝基酚鈉一旦產生，以溫度 275℃/±3℃ 之熱媒為加熱源會引發失控反應，故應降低熱媒溫度或依行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所建議改以溫度低於 120℃ 之水蒸氣以直接加熱方式加熱。
- 2.最大反應速率時間不足：製程設計上可能反應操作溫度異常上升到最大反應速率之時間太短(TMR 小於一小時)。
- 3.攪拌器未能將反應槽之反應物充分攪拌，致攪拌不均勻，造成對硝基酚鈉黏附於反應槽壁或聚集於槽底。
- 4.未建置製程變更安全管理機制。

(二)本質安全設計部分：係製造設計與操作條件不恰當所致。

- 1.製造不當部分：本案計有：①未依反應特性，對壓力、溫度達設定值時，設置自動控制設備、②未考量失控反應設置之安全裝置，如緊急移送、緊急排放、緊急冷卻等裝置、③因以常溫常壓操作條件認該等反應槽非屬「第一種壓力容器」，又配合製程需要於排氣管增設閥或冷凝設備，造成內壓超過大氣壓，致反應槽強度不足。
- 2.操作條件不恰當部分：未依反應特性制定操作標準，且操作人員、工程師、維修保養及工安人員對該反應可能潛藏之危害均未知悉。

六、可能違反勞工法令部分：

(一)反應槽認定「第一種壓力容器」部分：對該反應槽於常溫常壓操作條件下，仍需配合製程需要，於排氣管增設閥或冷凝設備等，因已非屬「開放型」，故該反應槽其內壓如超過大氣壓之情形，依勞工安全衛生法第八條規定，設置「第一種壓力容器」未經檢查合格，不得使用。

(二)有關反應槽操作人員部分：依勞工安全衛生法第十五條第一項規定，對第一種壓力容器操作人員應僱用經中央主管機關認可之訓練或經技能檢定合格之人員充任之。

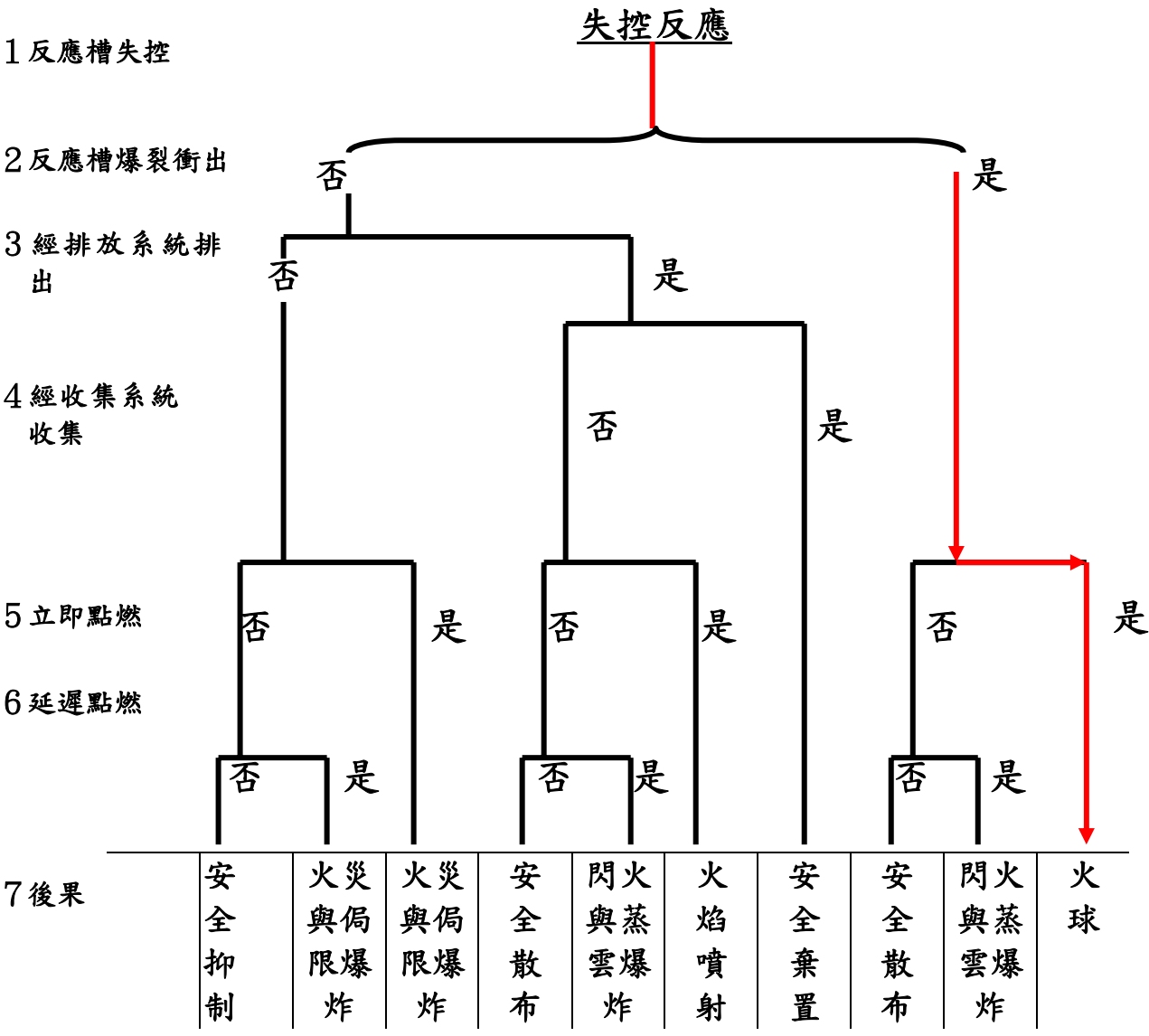
(三)有關失控反應部分：可能違反勞工法令部分如下：

- 1.應採行措施部分：依「勞工安全衛生設施規則」第一百九十七條之規定，本案雇主未依規定確定加熱、攪拌之正常操作條

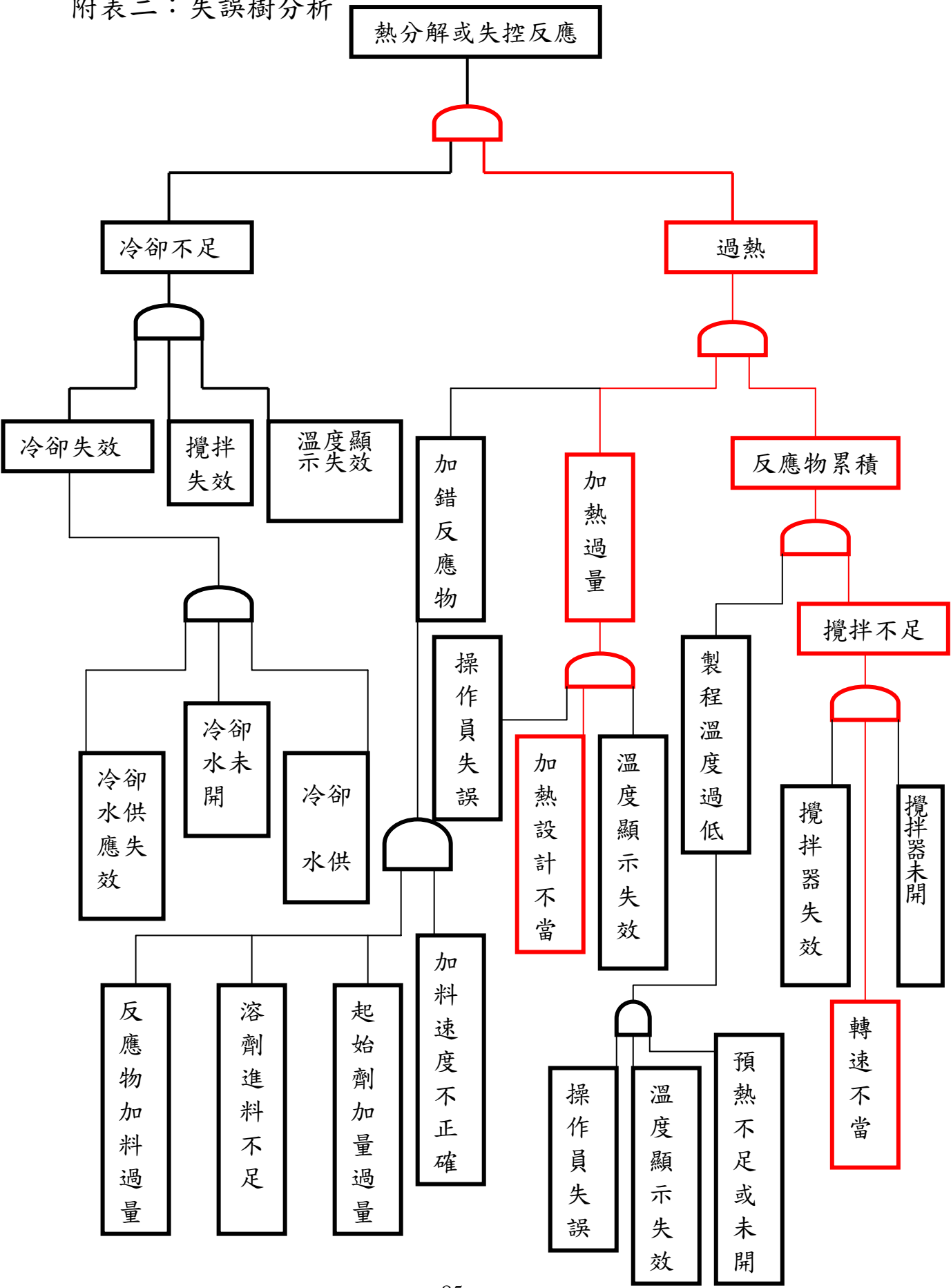
件，且未依特性設置自動警報裝置或其他安全裝置，致於發生異常狀態時操作人員均未知悉。

- 2.安全工作守則部分：依勞工安全衛生法第二十五條之規定，本案雇主應訂定適合其需要之安全衛生工作守則，惟就本案而言該公司似未依其特性訂定安全衛生工作守則。
- 3.自動檢查部分：依勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第三十九條之規定，對化學設備及其附屬設備，有關防止爆炸或火災之必要事項，應每二年實施定期檢查一次以上。

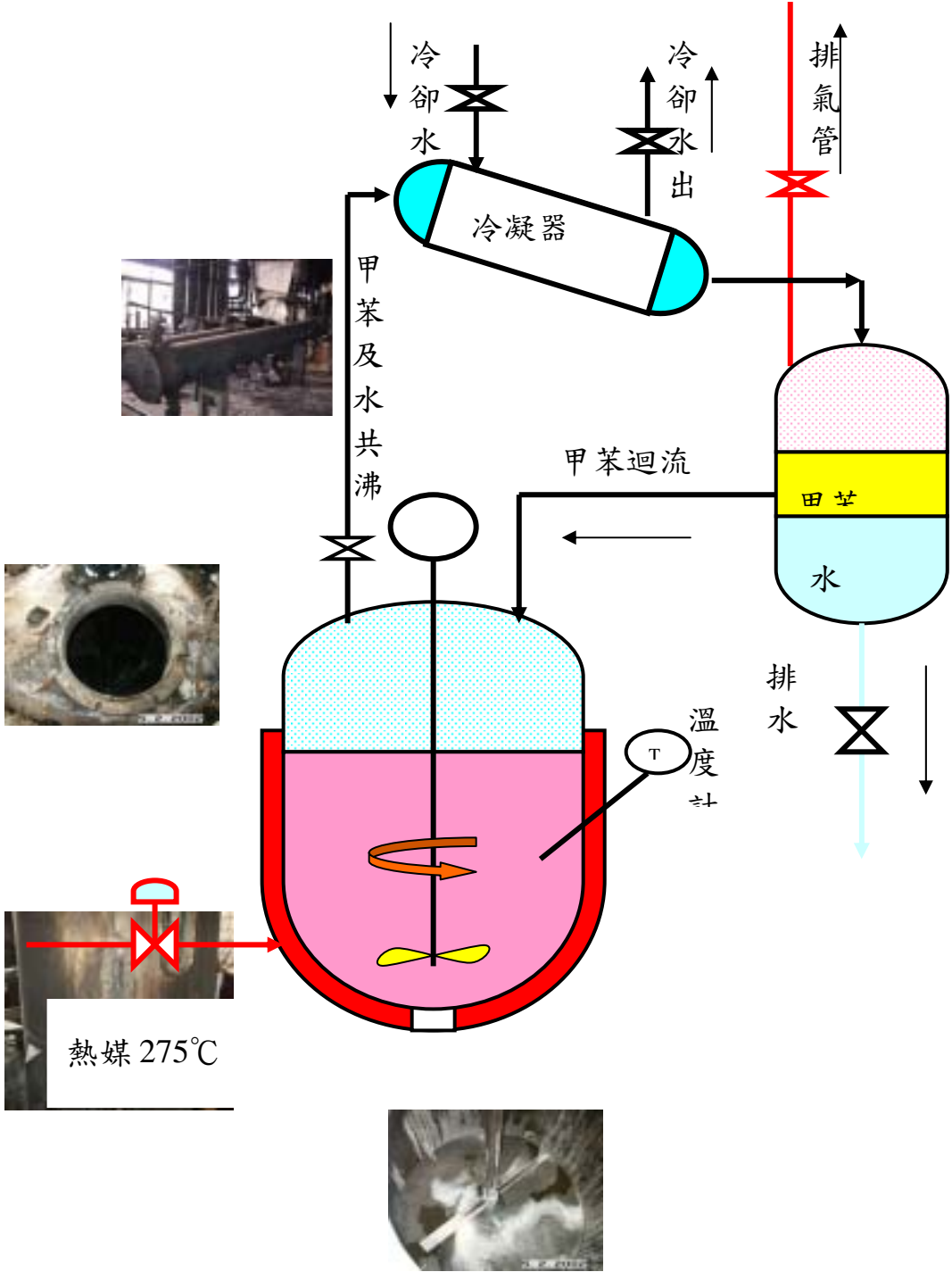
附表一：事件樹分析圖（圖中→為本次發生之模式）



附表二：失誤樹分析



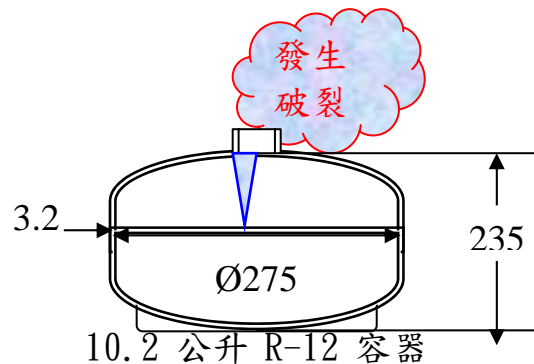
附表三：反應槽流程



案例四、有關因液封所造成之破裂危害僅就以容器回收 R-12 造成破裂為例。

一、事故狀況：

液化冷煤（R-12）處理工場於從事回收存有 R-12 內容積 10.2 公升之容器時，為增加其壓力將該容器放置於 40℃ 之溫水槽內浸泡，約 3 至 4 分鐘容器突然發生破裂，衝出之 R-12 造成操作人員凍傷。



二、災害原因分析：

該破裂之容器內外未有腐蝕（構造如上圖），經再檢查合格並於有效期限內；以 45 度之開口方向由上端板與原閥間之焊接處開始發生破裂，以破斷之情形判斷屬塑性破裂，經以對同批製造之容器施以水壓試驗發現破壞壓力為 209 kg/cm²，其破壞情況經與以比對相似，故推定其破壞壓力為 209 kg/cm²。

另就使用狀況分析，內容物 R-12 之冷煤，當溫度 40℃ 其壓力為 8.77 kg/cm² 遠低於破壞壓力為 209 kg/cm²，故應部會發生破裂，惟該容器內之液重約 14 kg，經取與該容器構造尺寸相似之三只容器對液重加以分析，當一只液重 14.46 kg（為 104.1%）、13.06 kg 時（為 94%）及 14.01 kg（為 100.9%）得知，該容器係填充過量造成液封破裂。

三、容器破裂檢討分析：

（一）破壞應力之分析：

因該容器係由二個半橢圓端板對銜而成，其構造（長度/外徑 = 235/275 = 0.85）與球型類似，故以球型加以分析其塑性破裂應力值。

$$P_o = 200\sqrt{3x}\sigma_{EYX}t/R_i$$

式中：P_o = 塑性破裂應力（周向應力；kg/cm²）

σ_B = 抗拉應力（kg/mm²）、σ_Y = 抗拉應力（kg/mm²）

σ_{EY} = (σ_B + σ_Y) / 2、R_i = 胴內徑（mm）

t = 胴板厚度 (mm)

$$R_i = 134.3 \text{ mm}、t = 3.2 \text{ mm}、\sigma_B = 48 \text{ kg/mm}^2、\sigma_Y = 32 \text{ kg/mm}^2$$

$$\sigma_{EY} = (\sigma_B + \sigma_Y) / 2 = (48 + 32) / 2 = 40 \text{ kg/mm}^2$$

$$P_o = 200 / \sqrt{3 \times 40 \times 3.2 / 134.3} = 110 \text{ kg/cm}^2$$

故 $2P_o = 220 \text{ kg/cm}^2$ ；故與試驗之破壞應力 209 kg/cm^2 約一致。

(二)液封造成壓力增加之分析：

過充填之容器因氣相空間不足，故當液溫上昇液體膨脹至滿液位時，若液體仍持續升溫造成液體膨脹，因液體之壓縮性差內壓會急速升高直至容器強度不足發生塑性破裂。

1.溫度上升造成液體膨脹之液體膨脹係數：

液體之溫度上升造成體積膨脹之係數為 α 其方程式為：

$$\alpha = 1/V (\Delta V / \Delta t)$$

式中 α = 膨脹係數 ($1/^\circ\text{C}$)

t = 溫度 ($^\circ\text{C}$)

V = 液體之比容積 (m^3/kg)

2.液體之壓縮係數：液體之壓縮係數 β

$$\beta = 1/V (\Delta V / \Delta P)$$

式中 β = 壓縮係數 ($1/\text{atm}$)

P = 壓力 (atm)

3.液封造成壓力增加：容器於液封狀態溫度增加會造成液體膨脹，然應液體不易壓縮，故會產生內壓，其方程式如下：

$$\Delta P / \Delta t = \alpha / \beta$$

式中 $\Delta P / \Delta t$ 表示當溫度增加 1°C 壓力上升值 (atm) 單位為： $\text{atm}/^\circ\text{C}$

(三)就本案，於滿液位下容器之壓力上升檢討分析如下：

由查表得知 R-12 冷煤之熱膨脹係數 $\alpha \times 10^5 (1/^\circ\text{C})$ 於 20°C 時為 262、 40°C 時為 319，另壓縮係數 $\beta \times 10^5 (1/\text{atm})$ 於 20°C 時為 25.5、 40°C 時為 37.4，故於液封狀態下之壓力增加情況為：

$$\Delta P / \Delta t = \alpha / \beta = 262 / 25.5 = 10 \text{ atm}/^\circ\text{C}$$

R-12 冷煤於充填之溫度為 10°C (比重 1.362、壓力 3.31 kg/cm^2) 判定，約溫度增加 20°C 壓力即可上升至破壞之壓力 (209 kg/cm^2)；事實本案之作業當將容器置入 40°C 溫水槽約 3 至 4 分鐘後即發生破裂，故與推論之結果一致。

據此對灌裝作業防止發生液封事故，故於「高壓氣體勞工安全規則」第七十一條規定，應控制灌裝容量不得超過再常用溫度下其容積之 90%。

第四章 高壓氣體特定設備之安全管理

高壓氣體的管理早於民國六十三年十月三十日內政部發布後經七十二年六月二十七日內政部修訂為「勞工安全衛生設施規則」中，對高壓氣體安全內容僅九條條文，殊難達到保障勞工安全健康之目的。到民國七十七年六月二十九日由行政院勞工委員會發布「高壓氣體勞工安全規則」，同年十二月二十九日施行，又另公布「高壓氣體勞工安全規則相關基準」用以說明法規內容，近年至八十七年六月卅日勞委會又修正內容一次，可以說是防止高壓氣體引起之職業災害唯一專業的護法。

依「高壓氣體勞工安全規則」第二條對「高壓氣體」之界定如下：

- 一、在常用溫度下，表壓力（以下簡稱壓力）達每平方公分十公斤以上之壓縮氣體或溫度在攝氏三十五度時之壓力可達每平方公分十公斤以上之壓縮氣體，但不含壓縮乙炔氣。
- 二、在常用溫度下，壓力達每平方公分二公斤以上之壓縮乙炔氣或溫度在攝氏十五度時之壓力可達每平方公分二公斤以上之壓縮乙炔氣。
- 三、在常用溫度下，壓力達每平方公分二公斤以上之液化氣體；或壓力達每平方公分二公斤時之溫度在攝氏三十五度以下之液化氣體。
- 四、溫度在攝氏三十五度時，壓力超過每平方公分零公斤以上之液化氣體中之液化氫化氫、液化溴甲烷、液化環氧乙烷或其他中央主管機關指定之液化氣體。

凡是適用勞工安全衛生法之事業單位，從事製造、儲存、使用、處置含於以上定義條件之壓縮氣體、壓縮乙炔氣、液化氣體者，均應依照法規之規定事項辦理。

4.1 使用概況

近代工業上為了(1)縮小體積，利於運輸，(2)促進化學反應之達成，(3)增加氣體之溶解度，(4)冷凍循環，(5)利用壓縮氣體作為動力等因素，大量的製造、儲存、使用與處置高壓氣體。

尤其在化學製品業利用儲槽暫存原料氣體及機械製品業對 LPG、O₂

的大量使用，都必須以高壓液態存於儲槽，就與高壓氣體法令中所謂「製造」與「消費」安全管理有關；製造者是將適法之氣體加壓至適法之壓力範圍（如將 6kg/cm^2 壓力的液態液化石油氣，加壓至 10kg/cm^2 以上壓力之液態 LPG），而消費者是將適法之氣體，由適法之壓力範圍內降低至非適法之壓力範圍（如將液態之氧氣由 21kg/cm^2 壓變換為未滿 10kg/cm^2 之氣化氣體）。

使用高壓氣體而儲存、流通、供應、製造等相關不同設備概分如下：

- (一)氣體設備：係指製造設備（不含與製造有關所用之導管）中擬製造之高壓氣體之氣體（包括原料氣體）流通之部分。
- (二)高壓氣體設備：係指氣體設備中有高壓氣體流通之部分。
- (三)處理設備：係指以壓縮、液化及其他方法處理氣體之高壓氣體製造設備。
- (四)減壓設備：係指將高壓氣體變換為非高壓氣體之設備。
- (五)移動式製造設備：係指可於地盤上移動之製造（含與該製造有關之儲存或導管之輸送）設備。
- (六)固定式製造設備：係指前條規定之移動式製造設備以外之製造設備。
- (七)液化石油氣製造設備如左：
 - 1.第一種製造設備—係指設有儲槽或導管之固定式製造設備（不含加氣站）。
 - 2.第二種製造設備—係指未設有儲槽或導管之固定式製造設備（不含加氣站）。
- (八)供應設備如左：
 - 1.第一種供應設備：在供應事業場所以灌氣容器或殘氣容器（含儲存設備及導管之輸送）供應液化石油氣之各該設備。
 - 2.第二種供應設備：前款以外之從事液化石油氣時之各該設備。
- (九)加氣站：係指直接將液化石油氣灌裝於固定在使用該氣體為燃料之車輛之容器之固定式製造設備。
- (十)冷凍機器：係指專供冷凍設備使用之機械，且一日之冷凍能力在三公噸以上者。

以上常用設備中，如設計壓力與內容積數值之積 > 0.04 時，可依據危

險性機械及設備安全檢查規則第四條規定：

指供高壓氣體之製造（含與製造相關之儲存）設備及其支持構造物（供進行反應、分離、精煉、蒸餾等製程之塔槽類者，以最高位正切線至最低位正切線間之長度在五公尺以上之塔，或儲存能力在三百立方公尺或三公噸以上之儲槽為一體之部分為限），其容器以「每平方公分之公斤數」單位所表示之設計壓力數值與以「立方公尺」單位所表示之內容積數值之積，超過0.04者。

稱為「高壓氣體設備」屬於危險性設備，但不含下列各款容器：

- (一) 泵、壓縮機、蓄壓機等相關之容器。
- (二) 緩衝器及其他緩衝裝置相關之容器。
- (三) 流量計、液面計及其他計測機器、濾器相關之容器。
- (四) 使用於空調設備之容器。
- (五) 溫度在攝氏三十五度時，壓力在每平方公分五十公斤以下之空氣壓縮裝置之容器。
- (六) 高壓氣體容器。
- (七) 其他經中央主管機關指定者。

4.2 安全管理

高壓氣體製造事業之安全管理體系，在高壓則係以處理設備之「處理量」計算「處理能力」，也就是計算「處理之氣體容積」為事業製造規模、管理體制之分類，而非以「製造設備之氣體容積」為管理分類，有關事業單位之分類如下：

- (一) 甲類製造事業單位：使用壓縮、液化或其他方法處理之氣體容積（係指換算成溫度在攝氏零度、壓力在每平方公分零公斤時之容積）一日在三十立方公尺以上或一日冷凍能力在二十公噸（適於中央主管機關規定者，從其規定）以上之設備從事高壓氣體之製造（含灌裝於容器；以下均同）者。
- (二) 乙類製造事業單位：前款以外之高壓氣體製造者。但冷凍能力以三公噸

以上者為限。

(三)特定高壓氣體消費事業單位：指設置之特定高壓氣體儲存設備之儲存能力適於下列之一或使用導管自其他事業單位導入特定高壓氣體者。

①壓縮氫氣之容積在三百立方公尺以上者。

②壓縮天然氣之容積在三百立方公尺以上者。

③液氧之質量在三千公斤以上者。

④液氮之質量在三千公斤以上者。

⑤液氬之質量在一千公斤以上者。

(四)特定液化石油氣消費事業單位：係指設置之液化石油儲存設備之儲存能力，其質量在三千公斤以上或使用導管自其他事業單位導入液化石油氣者。

(五)一般液化石油氣消費事業單位：係指前條以外之液化石油氣消費事業單位。

所稱「處理能力」依高壓則第十九條規定，係指「處理設備」或「減壓設備」以壓縮、液化或其他方法一日可處理之氣體容積（換算於溫度在攝氏零度、壓力為每平方公分零公斤狀態時之容積。）值。定義中「減壓設備」依高壓則第十七條規定，係指將高壓氣體「變換」為非高壓氣體之設備。具體的減壓設備例，如將液態之液化石油氣變換為未滿 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 之氣化氣體（氣態之液化石油氣—此處之液化石油氣係通稱，非僅指液態者。）之蒸發器，或者將 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上之氣態之氣體變換為未滿 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 之氣態之氣體之設備，如減壓閥及壓力調整器等。高壓氣體設備附裝之安全閥也不含括在減壓設備之減壓閥內。

「處理能力」與「處理容積」兩者於使用上具同意義，其中「容積」係指高壓則第十九條處理能力定義中之「氣體容積」，即換算為溫度 0°C 、表壓力 $0\text{kg}/\text{cm}^2$ 之狀態之容積；其次，設備之處理容積之計算認定，非設備之公稱能力、設計能力等名目上的能力，也與電力事項（額定電力、功率）、原料事項、企業運轉操作狀況及其他設備之外在條件之限制等無關，其「能力」係採設備本身於實際運轉一日（此處「一日」一語係指連續 24 小時）之能力（處理量），具體之處理設備之設備處理量或處理能力之計算

例如次：

1. 泵之處理能力

泵之處理能力之計算，依下列公式：

1 日之處理量 (m^3/day)

$$= L \times \rho \times \frac{22.4}{M} \times 24$$

式中 L：液泵吐出側之高壓氣體量(l/hr)

ρ ：液態氣體 0°C 時之液體比重(kg/l)

M：氣體之莫耳分子量

2. 壓縮機之處理能力

壓縮機之處理能力之計算，依下列公式：

1 日之處理量 (m^3/day)

$$= \frac{\pi}{4} \times d^2 \times S \times n \times N \times 60 \times 24 \times 10^6 \times P$$

式中 d：氣缸直徑(cm)

s：活塞衝程(cm)

n：每分鐘回轉數(rpm)

N：氣缸數

P：使用狀態下壓力($\text{kgf/cm}^2(\text{abs})$)

3. 蒸發器之處理能力

蒸發器（強制汽化器）之處理能力，以該蒸發器製造者標示之保證公稱能力加以計算，公式如次：

1 日之處理量 (m^3/day)

$$= C \times 24 \times \frac{22.4}{M}$$

式中 C：保證公稱汽化能力(kg/hr)

M：氣體之莫耳分子量

以上列舉之泵、壓縮機、蒸發器之處理量為換數理想氣體之量（單位 Nm^3/day ），但一個高壓氣體事業之處理設備，往往除泵、壓縮機、蒸發器

等設備外，還有很多如凝縮器、反應器、精餾塔或分餾塔等諸多設備構成高壓氣體製造系統，其事業之處理能力自應就事業內高壓氣體製造系統內各處理設備之處理量予以累加計算。

以氧氣及液化石油氣為例，倘處理能力在一千立方公尺以上，就需依「勞動檢查法」就丙類危險性工作場所提出審查檢查通過才能運轉。

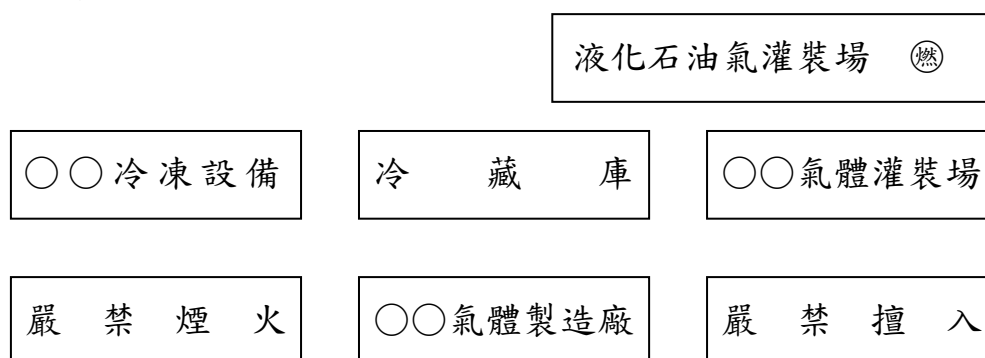
安全管理可分作設施安全、設備安全與作業安全予以分析。

一、安全措施

(一)危害性標示

高壓氣體勞工安全規則規定對於事業場所、容器放置場、導管、從事製造中之製造設備及固定於車輛之容器應該置警戒標示。另毒性氣體製造設施之泵、閥、接頭及其他有漏洩氣體之虞之處所，應標示具有毒性之危險標示。

- 1.事業場所之警戒標示應設於各該事業場所之境界柵欄、圍牆等或冷凍設備之分隔區之各別出入口附近可自外面易見之處。但冷凍設備、低溫液化二氧化碳儲存設備中之獨立設備，得設置於其設備外面易見之處。
- 2.事業場所之標示不拘橫豎，大小應可使外來者清晰辨別其為適用高壓氣體勞工安全規則之事業場所或設施。必要時得附記安全上應注意之事項。例如：

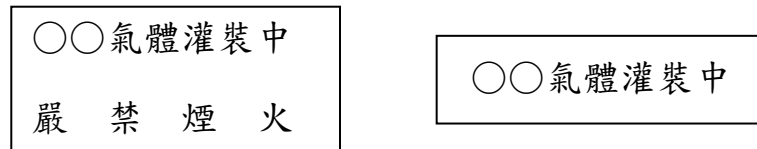


- 3.使用於移動式製造設備製造作業中之警戒標示：

(1)警戒標示應設於從事高壓氣體製造作業之移動式製造設備之周邊

而可使第三人易見之處所；可自數個方向進入或接近該設施者，應於各別處理設置。

(2)標示牌應明示高壓氣體之製造（灌裝）作業中及於其附近禁止動火之意旨，且使第三人易於辨別者。例如：



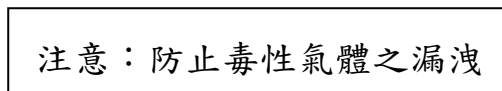
4.毒性氣體之識別及危險標示之設置：

(1)毒性氣體製造設施之識別標示，應就記載有次列文句之標示板，設於各毒性氣體製造設備分隔區之易見之處。例：



- 毒性氣體識別例示中之○○，應記載該毒性氣體名稱。
- 毒性氣體製造設施識別標示，應與高壓氣體設施警戒標示分別設置。
- 文字之大小應為 10cm×10cm 以上，且在距離 30m 位置可識讀者。
- 識別標示應以白底、黑字書寫。
- 同一標示得併記其他法令訂定之指示事項。
- 標示板不拘橫型或豎型。

(2)有漏洩毒性氣體之虞之場所設置之危險標示。例：



- 危險標示文字大小應為 5cm×5cm 以上，且距離 10m 位置可識讀者。
- 危險標示應以白底、黑字書寫。
- 同一標示得併記其他法令之指示事項。

- (3)液化石油氣儲槽應塗以紅色危險標示或在槽壁上明顯處以紅色字體書明該氣體名稱。地盤面上的導管應於路徑附近，設立標示牌註明氣體種類、異常時連絡處所、連絡電話。

<p style="text-align: center;">液化石油氣(LPG) (燃)</p> <p style="text-align: center;">此導管流通有液化石油氣。萬一漏氣 或其他異常，敬請通知下列單位：</p> <p style="text-align: center;">○○公司○○事業場所 電話○○—○○○—○○○○</p>

危害性標示在勞工安全衛生法規中是非常受到重視的事情，對於適用高壓氣體法規之事業單位而言，亦可能適用其他法規，如此為了符合法規之規定，事業單位之現場必需掛滿各式不同之危害性標示，以氰化氫為例子，其依目前勞工安全衛生法規所應辦理之公告、標示如下：

- 1.依據勞工安全衛生設施規則第 214 條所規定之化學設備或其配管，應於勞工易見之位置標示其種類，供應對象或其他必要事項。
- 2.依據特定化學物質危害預防標準第 21 條規定之特定化學設備之閥、旋塞應明顯標示開閉方向。
 - 第 25 條規定之為防止漏洩，應於勞工易見之處標示該原料、材料他物料之種類、輸送對象設備及其他必要事項。
 - 第 31 條規定之「非從事作業人員禁止進入之標示」。
 - 第 32 條規定之禁止非從事作業人員禁止進入作業場所之標示。
 - 第 33 條規定，應在特定化學物質容器或包裝之顯明易見之處標示該物質之化學名稱及處置上應注意事項。
 - 第 43 條規定應禁止勞工在作業場所吸煙或飲食之標示。
- 3.依據危險物及有害物通識規則第 5 條規定之容器之標示。
 - 第 9 條規定之替代容器標示之標示。

4.依據高壓氣體勞工安全規則第 31、79、80、119、121、123、142、153 條規定應行辦理之警戒標示。

危害性標示之目的旨在引起或提醒接近或進入該地區人員對危害性之警覺警覺其作法以簡明扼要為原則。

(二)外洩之防災措施

高壓氣體之外洩會造成氣體體積之迅速膨脹，若外洩者為毒性氣體，會使其四周散佈範圍內之人員遭受毒害，若為可燃性氣體，與空氣混合後達到爆炸範圍，遇有火源會發生大規模之爆炸事件。因此，高壓氣體設備、儲槽等之防災措施及發生洩漏後之緊急因應極為重要。

在高壓氣體勞工安全規則中大部份之條文均為預防氣體外洩之規定，與氣體外洩之應變、防災有關者如下：

1.高壓氣體設備、儲存設備或冷媒設備之安全裝置（除設置於惰性高壓氣體設備者外。）中之安全閥或破裂板應置釋放管；釋放管開口部之位置：

(1)設於可燃性氣體儲槽者：應置於距地面五公尺或距槽頂二公尺高度之任一較高之位置以上，且其四周應無著火源等之安全位置。

(2)設於毒性氣體高壓氣體設備者：應置於該氣體之除毒設備內。

(3)設於其他高壓氣體設備者：應置於高過鄰近建築物或工作物之高度，且其四周應無著火源之安全位置。

2.可燃性氣體或毒性氣體之製造設備及消費設備中，有氣體漏洩致積滯之虞之場所，應設可探測該洩漏氣體，且自動發出警報之設備。

3.毒性氣體之製造設備（中央主管機關規定者除外）應依下列規定設置氣體洩漏時之防毒措施。

(1)可適當防止洩漏氣體擴散之裝置。

(2)應依該氣體毒性、氣體種類、數量及製程，選擇吸收各該毒性氣體之設備及吸收劑。

(3)防毒面罩及其他防護具，應保管於安全場所，並經常維護於適當狀態。

4.事業場所應依其規模及製造設備之形態，在事業場所內設發生緊急災害時，可迅速聯絡之通報設備。

5.二氧化硫、氨、氯、氯甲烷、環氧乙烷、氰化氫、光氣或硫化氫之容器放置場，應設該氣體等洩漏時可除毒之設備。

法規規定毒性氣體高壓氣體設備安全裝置釋放管應置於除毒設備內之意旨，應為防止毒性氣體經安全裝置釋出之危害，因此該除毒設備應至少具有如下之性能：

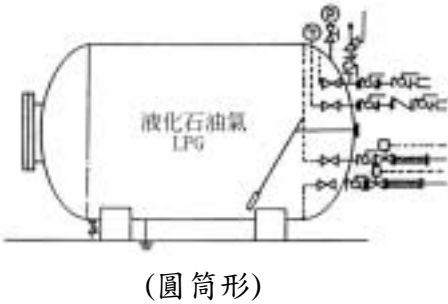
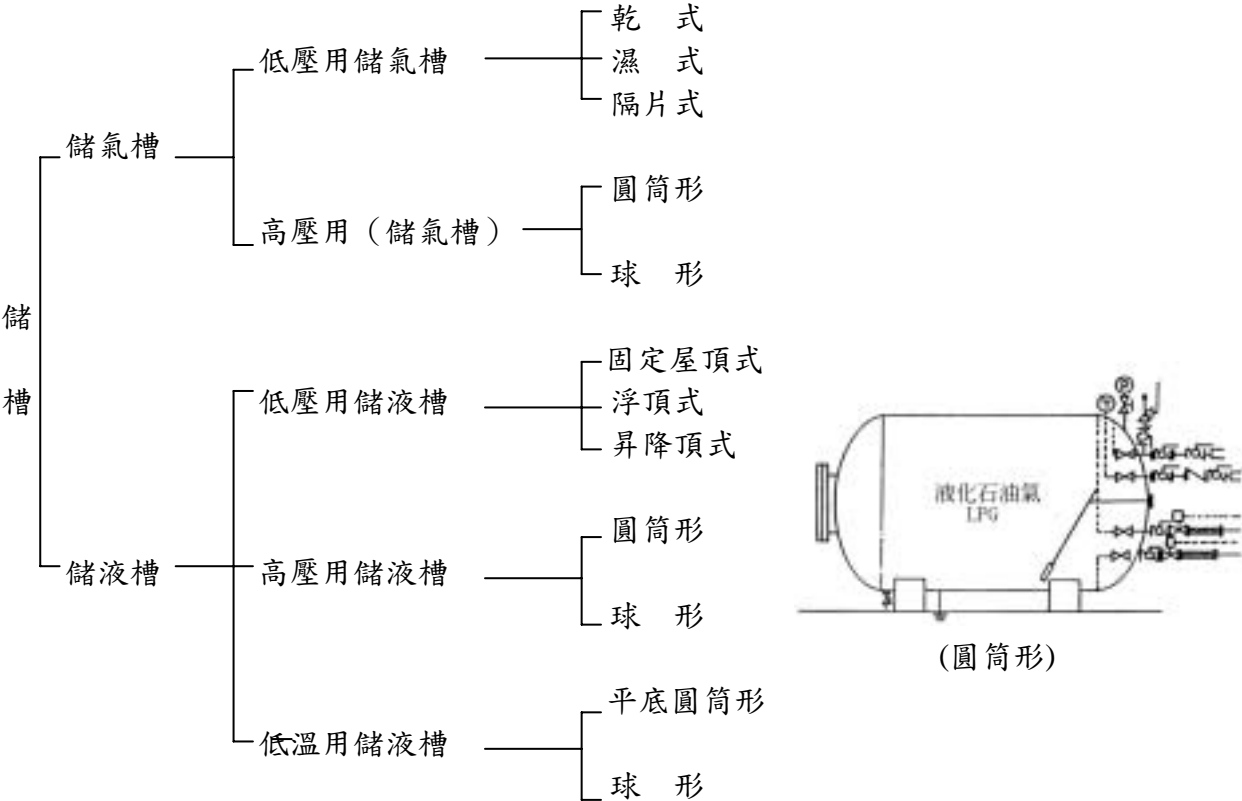
- (1)具有將釋出氣體密閉導引至處理裝置之性能。
- (2)具有將毒性氣體之毒性破壞或改變物理狀態以利後續處理之性能。

衡諸現有之處理技術中，能夠合於以上要求者，應有廢氣燃燒塔(flare)、洗滌塔(scrubber)、吸收塔(absorber)等。

二、設備安全

高壓氣體特定設備——儲槽為供儲存製造高壓氣體之原料或其生成物使用；儲存氣體者稱為儲氣槽，儲存液體者稱為儲液槽，一般通稱為儲槽。其種類可列示於表 4.1。

表 4.1 儲槽分類表



使用於儲存高壓氣體者以圓筒形・球形為多數；對蒸氣壓較低之超低

溫液化氣體之儲存，則多使用平底圓筒形或球形。

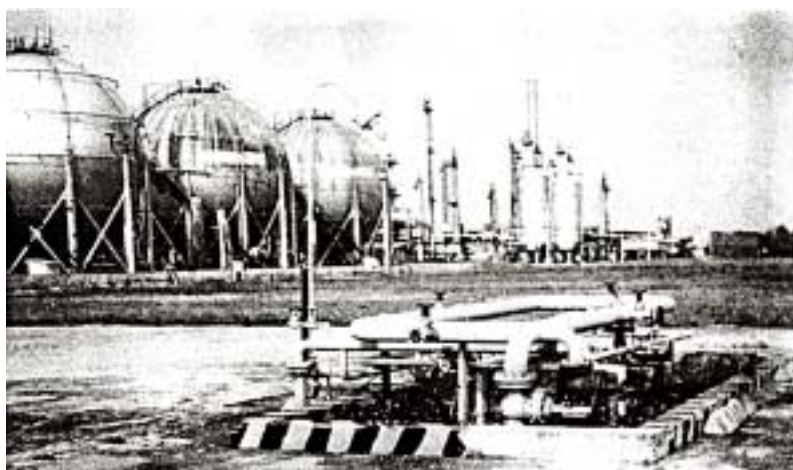


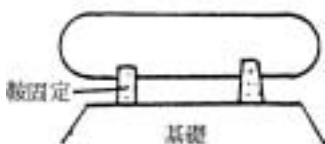
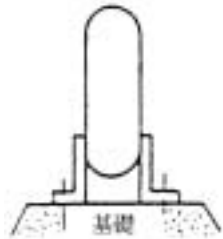
圖 4.1 球形槽

(一)儲槽安全

1.圓筒形儲槽

圓筒形儲槽係於圓筒兩端安裝半球半橢圓或皿形狀等之端板，依設置方法橫型與豎型。其構造與製作比較簡單，搬運置也頗容易。

表 4.2 橫型與豎型之比較

比較 \ 型式	橫 型	豎 型
依設置姿態之強度與穩性	優	劣 考慮風壓、地震時，必須增大板厚
安裝面積	大	小
安裝方法	<p>使用鞍支持方式者為多。如圖所示固定一方之鞍，他方為可調整之方式。</p> 	<p>於混凝土基礎上使用固定螺栓鎖緊儲槽之支柱，以資固定。</p> 

2球形儲槽

球形儲槽以鋼板加工成球面形狀，將此連接成球形，與同一容

積、同一常用壓力之其他形式儲槽比較，其表面積、必要厚度及使用鋼材之重量為最小者，惟耗在建造工程之費用較高，如屬大型者，因可節省建造費用，故設計上均採大容量。圖 4.2 為單殼式球形儲槽之外觀。

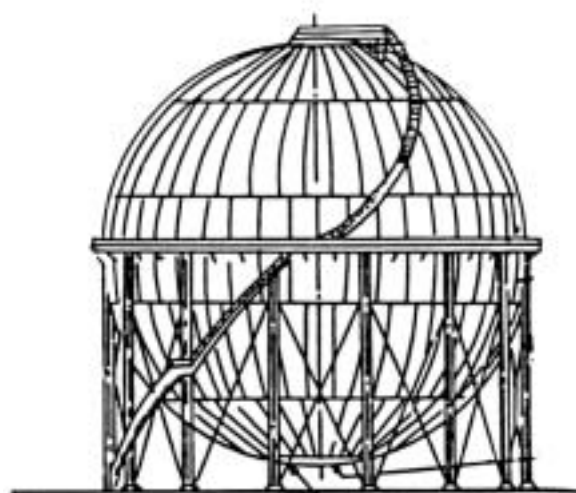


圖 4.2 球形儲液槽（單殼式）

此種球形儲槽所使用之材料，自隨著高張力鋼被開發利用以來即迅速發，現已大量設置。惟有因所儲存之高壓氣體之種類，曾於熔接部分發生小龜裂。

儲存常溫至 -30°C 之高壓氣體，大致使用單殼式，由於儲存低溫者易在其表面結露或結冰，此雖可採取簡單之絕熱措施，惟對較此更低溫或超低溫者，應使用二重殼構造，採取如圖 4.3 所示之絕熱措施。

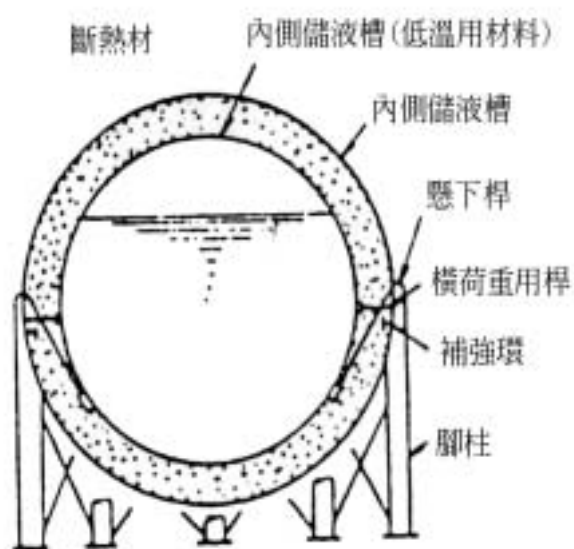


圖 4.3 二重殼式球形儲液槽

3.平面筒形儲槽

此種儲槽大致供作儲存蒸氣在較低之液化氣體，也有單殼與二重殼式。

儲存液氮、液氧或液化石油氣之儲槽均採用二重殼式儲槽。此種形式之儲槽，為防止因地盤之凍結（在寒帶），同時為能容易檢查其自底之漏洩，設計如圖 4.4 所示，其基礎可設計成特殊之構造；在大型者，於混凝土座板與地盤面間保持有可使作業人員通行之空間。表示其構造之特殊性，故命其名為平底二重殼球面屋頂式儲槽。

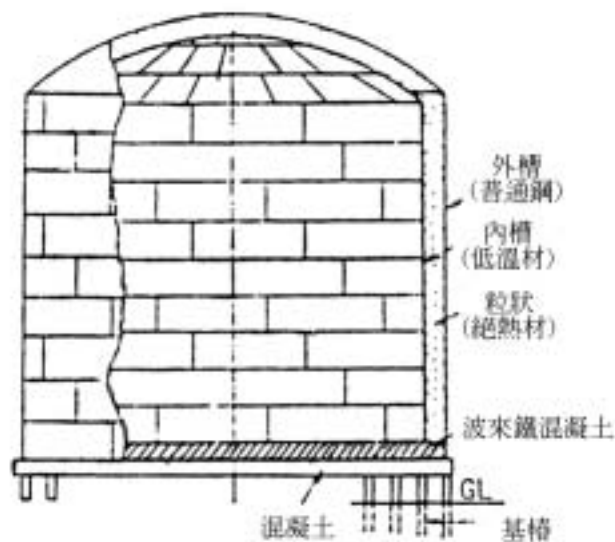


圖 4.4 平底二重殼球面屋頂儲槽

4.儲槽之附屬裝置

儲存高壓氣體之儲槽並不僅限於其輸入或輸出之操作，而必須使其具有一單獨動作機能之構造。其儲存量通常遠多於製造裝置內部所保存之高壓氣體量，故勢非採取防災措施不可。

(1)內部壓力之保持

尤在液化氣體，採取有次列之措施。

①如將氣相部之氣體排放於大氣也無妨時。

一般可使用壓力調節閥調節其內部壓力，氣體則經由排放管泄放於大氣中。

②不允許將氣相部之氣體排放於大氣時。

應將氣相部之氣體予以壓縮、冷卻液化後收於儲槽，以此調節。

此外，也可依前述①相同之使用調節閥泄放氣體，再以適當回收裝置將氣體回收，使其不泄排放至大氣中。

③低溫儲槽之負壓防止對策。

在蒸氣壓低之液化氣體，因儲槽內壓力有可能比大氣壓為低之虞。如此之儲槽，當其內壓比大氣壓為低時，儲槽則有被擠壓而遭受破壞之虞。

其防範之方法，可採取次列措施。

①真空安全閥……吸入大氣，保持內壓。

②均壓管……自其他儲槽導入同種氣體或導入惰性氣體，以此保持內壓。

③回收裝置之緊急遮斷……於前述①、②之情況，可於氣體回收裝置檢出儲槽壓力，實施緊急遮斷。

④二重殼式者……於內槽與外槽間設置保持其壓力之呼吸閥或封入惰性氣體等方式，以此保持其內壓。

(2)安全裝置

在前述(1)中，為對應無法實施壓力調節者宜設彈簧式安全閥或破裂板。安全裝置之排氣閥應連接於釋放管。可燃性氣體大型儲槽之釋放管應連接於燃燒器或排燃管。毒性氣體應連接於除害裝置。

例如在液化氣體儲槽於遭受火災火焰之熱時，其一小時可進入儲槽內之熱量以次式表示。

$$H=61,000 \times A^{0.82}$$

上式中：H：所受之熱量（單位 Kcal/hr）

A：儲槽之表面積（單位 m^2 ）

因此，以儲槽內液化氣體之蒸發潛熱除H，則可求得一小時之蒸發量。

(3)緊急遮斷裝置

依法令規定，內容積在 5,000 公升以上之可燃性氣體、毒性氣體或氧氣儲槽均應設置。

①設置位置……輸入配管、輸出配管中緊接於儲槽之位置。

②使用目的……在輸出側，為對輸液泵、配管、往液灌車之灌裝軟管或灌裝管之漏洩，可使用緊急遮斷閥阻止液化氣體之流入。在輸入側為製造裝置或配管發生漏洩時，可防止來自儲槽之逆流噴出。

由以上操作則可防止高壓氣體之流出，以此防止發生災害。此外，此裝置憑於距離儲槽表面 5m 以上之處能開閉操作者。

(4)計測裝置

計測裝置應設壓力表、溫度計；在液化氣體應設液面計以此確認儲存量。於有必要時，應設流量計確認輸入、輸出之液化氣體量。

(5)儲槽之溫升防止措施及防液堤等

高壓氣體之於發生火災或於其附近發生火災，由其火焰致儲槽受熱時，除可使儲槽溫度上升外，同時也可使儲槽之材料強度顯著劣化，而有使儲槽破裂之虞。

尤其在液化氣體之儲槽，整體之溫升似乎不大，但實際上，留存氣體之氣相部分之溫升已遠較留存液體之液相部分之溫升為高。據以往以事故例，由於氣相部分之儲槽之破裂，使儲槽內壓力下降至大氣壓，內部之液化氣體迅即急烈蒸發而引起蒸氣爆炸事故。

〔對策措施〕

(1)應設在儲槽全表面可噴霧（含撒水）之固定裝置。

(2)應設可自儲槽之任何方向放水之消防栓。

(3)在支柱應以不燃性材料被覆。

液化氣體儲槽之防液堤

可燃性氣體、毒性氣體或氧氣等液化氣體之儲槽中設置於地盤面者，一旦發生破裂，內部之液化氣體大量流出時，該液化氣體則

順著地盤面往四處流竄。此際因與暖和之地盤面接觸而蒸發，蒸氣即充滿其四周或順著風向流動而處於危險狀態。為防止此種現象，故有設置防液堤以此限制漏洩之液化氣體於儲槽之有限範圍內，使其不流竄至他處。通常液化氣體一遇地盤面時，在最初，液化氣體即迅速大量蒸發，但隨著時間之變動，其蒸發量也隨著減小。事同此理，如液化氣體一旦被限定在防液場內，其蒸發量當隨著時間之變動而趨於緩慢。此外，如抑制其不流竄至他處，當然也可防止在遠處著火源引起著火之虞。防液堤之機能則為此目的而設。

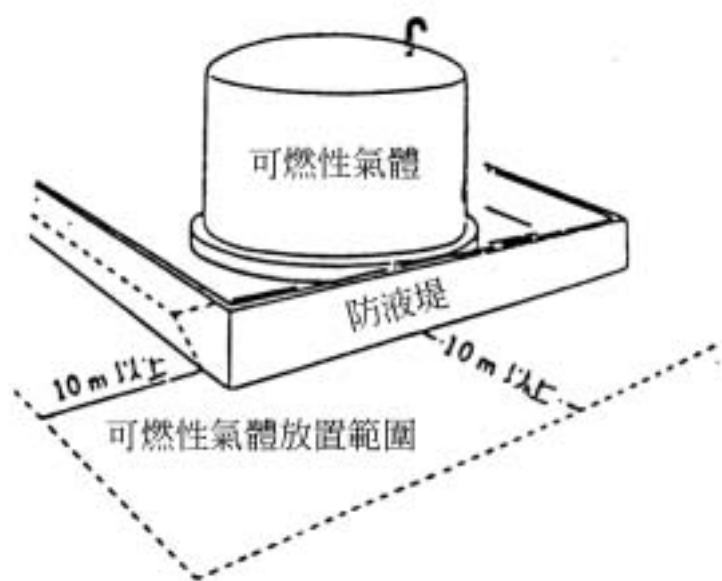


圖 4.5 防液堤

原則上防液堤之容量應在儲存能力註⁽¹⁾以上，其具體之內容，則得以視同為防液堤部分而遞減。

註⁽¹⁾ 儲存能力得以次式表示

$$W=0.9wV_2 \text{ (參照「高壓氣體勞工安全規則相關基準」)}$$

儲槽之防液堤之內外面，不得設置與儲槽有關之必要裝置以外之裝置。

防液堤之材料，得使用鋼筋混凝土、鋼管、鋼筋混凝土、金屬、土或此等之組合，一般以鋼筋混凝土建造者較多。

(二)壓縮機安全管理

1.一般注意事項

- (1)應保持機器之清潔，四周多加整頓。
- (2)雖然停止短時間之使用，一日祇少一次以上實施空運轉。
- (3)如長期停用時，應洩出冷卻水，排除各段之凝集水，採取防銹措施。
- (4)冷卻水應使用清潔之水，應定期排除中間冷卻器冷卻管內之水垢。
- (5)經常留心機器各部分之漏洩，尤對可燃性氣體或毒性氣體更應多加關心，使用檢知器等時常檢點。
- (6)多利用機會調整各軸承、閥、壓力表、調整器、過濾器，應日常或定期實施檢點調整。

2.起動時之注意事項

- (1)首應確認螺栓、螺旋等之安裝應無鬆懈。
- (2)在柄軸箱內之油槽應填滿潤滑油；於起動電動機之前，應確認軸承、氣缸等主要部分已有充分之潤滑。
- (3)開啟冷卻水系統所有之閥，確認水箱或冷卻器已無缺水之虞。
- (4)開啟壓力表之原閥、壓力調整閥、旁通閥、吹泄閥等所有之閥，尤應確認壓力表已正確顯示在零之位置。
- (5)可用手推動之小型機器，應使用手動旋回數次，對無法用手旋動者，可使用電開關試運轉 1~2 次，確認在機器內已無異物或作之異常。
- (6)開啟電動機，留意電表之負荷及各部分機器之聲音，實施空運轉。此際，應確認各段之吸入。吐出之壓力及潤滑油之循環，油壓等已趨正常。
- (7)確認無異常後，關閉旁通閥、排泄閥，進入正常運轉。
- (8)監視至規定之各段壓力為止，注意壓力表、溫度計及各部分之聲音，同時確認潤滑油之循環已趨於正常。

3.運轉時之注意事項

- (1)檢點各段壓力均在規定之壓力狀態。

(2)檢點各段之吸入、吐出溫度在規定之溫度。

(3)檢點潤滑油之壓力在規定之壓力。

(4)檢點冷卻水之通水量及溫度已在擬定狀態。

(5)檢點氣體並無漏洩。

(6)檢點已無振動或異常聲音。

(7)檢點電動機之負荷已在適當狀態。

4.停止運轉時之注意事項

(1)開啟排洩閥、壓力調整閥，充分排放凝集水及油，下降壓力後，停止之。

(2)確認各段壓力之指示均已歸零。

(3)關閉主閥，最後關閉冷卻水。

(三)泵之安全管理

1.一般注意事項

(1)起動前確認所有應開啟之閥已全部開啟。

(2)起動後即刻留意有否異音之發生，注意異常之振動並留意有否漏洩。

(3)由電流表確認負荷處於正常。

(4)注意電動機與泵之溫度上升狀況。

(5)必須使用手動調節旁通管之泵，應使吐出壓力緩緩上升。但如有因回轉致引起共鳴，發生高音者，應迅速操作，切勿怠於確認。

(6)必須在吸入側充滿液體者，切勿怠於確認。

2.往復泵

(1)確認潤滑油系統。

(2)依序先開吸入閥，後開輸出閥。

(3)使用手動數度旋轉，以此確認無異常。

(4)起動後應嚴守一般注意事項。

(5)欲停止運轉時，應先關閉原動機。

(6)依輸出閥、吸入閥之順序關閉。

(7)留意軸封部分之填函蓋墊片有否漏洩，如使用墊片押箕過度壓緊

墊片時，可迅使軸封部之溫度上升而燒著，故宜注意。

3. 離心泵

- (1) 注意軸封部之潤滑。
- (2) 關閉輸出閥。
- (3) 開啟吸入閥。
- (4) 置有氣泡排放裝置之液泵，應泄放氣泡。
- (5) 使用水動旋轉數次，確認無異常。
- (6) 起動後，迅即邊視壓力表，一邊緩緩開啟輸出閥，觀察壓力之下降，確認壓力已在規定處穩定。此際，切勿急速開啟輸出閥或輸出閥於開啟狀態下起動。
- (7) 切勿空運轉，也應避免關閉輸出閥於長時間下運轉。
- (8) 欲停止運轉時，應緩緩關閉輸出閥。
- (9) 停止電動機。
- (10) 關閉吸入閥。
- (11) 其他應嚴守一般注意事項。
- (12) LPG 泵一般採用離心式泵浦及旋轉式泵浦：離心式泵浦又可分為臥式離心泵浦及直立式離心泵浦。

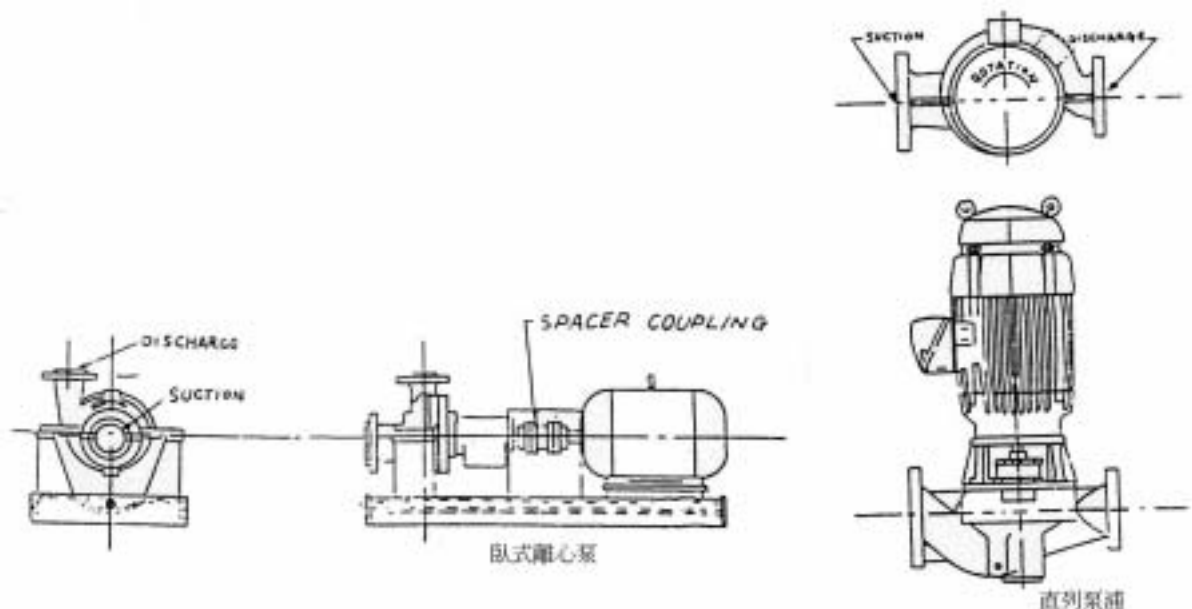


圖 4.6 LPG 離心式泵

(四)電氣設備之安全管理

漏洩於大氣中或室內之可燃性高壓氣體與大氣混合可形成爆炸性混合氣，如一遇著火源則造成爆炸（明火）、熔接火花、工具之衝擊火花、電氣裝置火花、催化劑粉作用、靜電、高溫物體等。

明火、熔接火花等得由現場之使用管理防止其發生。對於電氣設備，雖可將受變電設備等設置於不致構成著火源之遠距製造設置之位置，但由於電動機等必須與壓縮機或泵直結設置，因此必須考慮電氣設備所生之火花不成為著火源。

此外對於配管中流動之流體之作用而發生靜電，其放電火花可構成著火源，應採取必要之防止對策。

1.防爆構造

電氣設備之防爆構造有次列諸種類，分別適應於各該電氣機器。

(1)耐壓防爆構造

耐壓防爆構造係指當漏洩可燃性氣體進入機器內部，於該處發生電氣火花而引起爆炸時，以此爆炸力也不致破壞該機器之具有強固之構造，在組配機器時，縮減接觸面之間隙，當機器內部發生爆炸時之火焰於傳播時被冷卻，不致成為既滯存在機器四周之漏洩氣體之著火源之構造。一般廣泛使用於電動機、開閉器（開關類）、照明器具等。

(2)內壓防爆構造

內壓防爆構造係將電氣機器收容於全密閉型套箱內，於其內部導入清淨（不含漏洩之可燃性氣體之謂）空氣或惰性氣體，使其內部壓力大於大氣壓，不使漏洩於該機器四周之氣體進入機器內部之構造者。主要適用於電動機。

(3)油入防爆構造

油入防爆構造係將可發生電火花、電弧等之部分浸漬在絕緣油中之構造者。主要適用於開關、控制器等。內部之絕緣油量應隨時保持於正常之液面位。

(4)安全增防爆構造

安全增防爆構造係指電氣機器在額定以下之負荷下正常運轉或通電時，其可過熱或易於發生電火花部分之絕緣或溫升項目以較一般規範為嚴格之規格加以規制者。

(5)本質安全防爆構造

於正常及事故時發生之電火花或因高溫部引起不致點著爆炸性混合氣體經實施點火試驗或其他試驗經確認之構造。此等廣用於弱電流回路構成之計劃、控制裝置等小容量之電氣機器。

(6)特殊防爆構造

為上述構造以外之可防止爆炸性混合氣之著火之經公設機構確認者。

2.防爆電氣設備之選用

防爆電氣設備選用前首要之工作為確認防爆設備所要安裝之場所防爆等級，其次防爆電氣設備選用時尚須因所處易燃性氣體環境之種類選用適用之防爆電氣種類，並且因不同易燃性氣體其自燃點亦不同所以選用時亦須注意電氣設備之表面溫昇等級分類。

(1)易燃性危險場所分類

以往美、日、歐三種系統對防爆區域之分類略有不同。但經共同協議後，現在美、日皆已承認 IEC 之分類方式，將防爆區域分成三個等級，大略之定義如下：

- ① 0 級場所—設備環境中充滿爆炸性氣（液）體，該場所已隨時處於危險狀態下，只要稍有微小火花即可能爆炸起火，通常此場所儘可能不使用電氣設備。若不得不使用，只有本質防爆結構允許使用。
- ② 1 級場所—設備環境中，在正常操作下，爆炸性氣體已具有危險性，且在正常修理或維護之洩漏即會形成危險的場所。
- ③ 2 級場所—設備環境中，爆炸性氣（液）體已被控制住，但若異常撞擊破壞結構，或修理維護時洩漏可能使危險氣（液）體溢出而發生危險的場所。

國內有關危險場所之分類於 CNS 3376-1038 中說明：

①0 種場所—可能連續產生爆炸之氣體，其濃度在爆炸下限以上。

②1 種場所—在正常狀態下，有可能產生危險之場所。

③2 種場所—在異常狀態下，有可能產生危險之場所。

雖國內屋內線路裝置規則中有不同之解釋，以國際趨勢及使用上而言，使用三個等級之分類為較洽當之方式。但對於既有之設置分類對應關係亦應有所瞭解。

以防爆構造而言，有表 4.3 所列數種。

表 4.3 各類防爆電氣結構名稱及代號

型 式	耐 壓 防 爆	安 全 增 防 爆	本 質 安 全 防 爆	無 火 花 防 爆	內 壓 防 爆	油 入 防 爆	充 填 防 爆	模 注 防 爆	特 殊 防 爆
代 號	d	e	i	n	p	o	q	m	s

選用特定之防爆構造方式有其適用之區域場所等級，其對應之關係如表 4.4 所示。

表 4.4 各種場所與適用防爆構造之關係

區域等級	0 區	1 區	2 區
防爆構造	i (a)	d, p, q, o, e, i, m	d, p, q, o, e, i, m, n, s

i(a)表示本質安全之防爆構造，且容許兩個故障之同時發生亦不致造成引火危害。

(2) 防爆電氣適用氣體族族群分類

防爆電氣設備使用時需與所處之易燃性氣體環境相對應，方能發揮效果。現在美、日之標準亦已接受 IEC 歐規之三類劃分法，與各國原有標準之相對應關係如表 4.5 所示。

表 4.5 國際上原有系統相對應氣體族群之代號

國別 氣體分類	日本	美國 (NEC)	歐洲 (I.E.C.)
類別	1	D	IIA
	2	C	IIB
	3 3a 3b 3c 3n	B	IIC
		A	

(3)適用氣體環境自燃點溫度分類

除了針對火花的危險性（即閃點）分類外，氣體因有自燃之性質，即溫度達到某一程度時，即使沒有火花亦會自燃。因此，對於防爆電氣運轉時之最高表面溫度亦須做分類。此項規定各國之分類方式略有不同，其對應關係如表 4.6 所示。但目前各國已接受 IEC 之分類方式。在選用時一般應選用比該場所存在之易燃性氣體自燃點低一個等級之設備，以提高安全性。

表 4.6 國際各系統原來對於防爆設備與自燃溫度分類對應表

等級	溫度範圍	日(JIS) (最低點溫度)	美國代號 (最低點溫度)				歐洲代號 (IEC)
1	300~450°C 以上	G1	T1 450°C				T1 或 G1
2	200~300°C	G2	T2	300°C	T2C	230°C	T2 或 G2
			T2A	280°C	T2D	215°C	
			T2B	260°C			
3	135~200°C	G3	T3	200°C	T3B	165°C	T3 或 G3
			T3A	180°C	T3C	160°C	
4	100~135°C	G4	T4	135°C	T4A	120°C	T4 或 G3
5	85~100°C	G5	T5 ≤ 100°C				T5 或 G5
6	小於 85°C	G6	T6 ≤ 85°C				T6 或 G6

(4)防爆電氣器具的符號表示法

每一種防爆器具都必須有如上述的三個分類標示，以表示器具的構造、適用氣體族群與適用易燃氣體自燃溫度等級。但通常要瞭解環境中易燃性氣體之特性後，才有辦法選擇適當器具。

例如：d IIB G4

此“d IIB G4”表示為耐壓防爆構造適用於易燃性危險場所 1 區或 2 區中；適用於 IIB 之易燃性氣體環境中；且適用於自燃點低於 G4 的氣體（G4 溫度為 135°C 以上、200°C 以下）環境中，但自燃點 G3、G2、G1 區間的氣體環境亦可適用。

3.靜電對策

靜電係由二種物質之摩擦而生，例如在配管中流動液體時，可由管內之液體與管之摩擦而生靜電，管與液體互帶相反之電荷。此際，液體之固有電阻較大者必然帶電，流速愈大則其帶電量亦有愈多之勢。當可燃性氣體自容器等噴出時，其噴出氣體有顯著地帶電，於氣體與容器內間放電而著火。在此擬就防止此種靜電引起之事故之方法：

(1)接地

可燃性氣體之製造裝置應分別以塔、槽、熱交換器、旋轉機械、排洩煙道等各別獨立接地外，於容器、儲槽、製造設備灌注可燃性氣體或卸出裝置、氣灌車、槽車或灌裝用配管等也均應接地。

接地電阻之基準，為綜合在 100Ω 以下（設置有避雷設備者為綜合 10Ω 以下），接地用連接絲應使用斷面積在 5.5mm² 以上之捻線註¹⁾。

(2)其他

在冬季，人體亦可帶電，一觸儀表即可感受電擊註²⁾，故宜穿著棉製品。

(3)定期施以必要之檢查，維持具有之正常機能。

註¹⁾：參照高壓氣體勞工安全規則相關基準。

- 2)：人體帶電造成之電擊，因其能極小，故不致使人身受害，惟應留意因此一震撼而跌倒或使用持物品掉落等之二次災害。人身之電容量如有 200 μ F、2,000V 之帶電，其電能為 0.41mJ，已足使可燃性氣體著火之能量。

4.安全（備用）電力

安全電力，係指「遇停電時可維持製造設備之安全，可安全停止設備所必要電量之電力、空氣或具有與此同等以上者」。

近代之高壓氣體製造設備，已廣泛使用自動控制裝置、緊急遮斷裝置等安全裝置、撤水裝置、防滅火設備、毒性氣體之除害設備等防災裝置。此等設備，不論其大小均依賴電力驅動，一旦停電，則無法使此等運轉，故也難保其安全。因此，在表 4.7 所示之設備等，應設一遇停電時可供應電力等之設備。

表 4.7 應設安全（備用）電源之設備等

自動控制裝置	}	應設空氣或氮氣槽等
緊急遮斷裝置		
撤水裝置		
防滅火設備		
冷卻泵		
水噴霧裝置		
毒性氣體除毒設備		
緊急照明設備		
氣體漏洩檢知警報設備		

三、作業安全管理

從事高壓氣體之從業者，應充分獲取必要之安全知識，同時也應履行，日常即應充分研究、研習接受必要之教育、訓練，以備不幸發生事故時能對應，並以此防止災害之擴大。

(一)組織管理

依高壓氣體勞工安全規則第 218 條，事業單位應防止災害訂定「高壓氣體工作守則」並成為安全管理之準據，守則內容應包括：

- 1.安全管理組織及該組織中各級主管的職責。
- 2.設備安全運轉及安全操作製造設備之必要事項。
- 3.製造設施之新設、增設及設備之修、管理之必要事項。
- 4.安全巡視、檢點、檢查之必要事項。
- 5.緊急狀態之應變措施及必要訓練、教育。
- 6.交付承攬時之管理、連繫事項。
- 7.其他防止災害之必要事項。

甲類製造事業單位係指使用壓縮、液化或其他方法處理之氣體容積一日在三十立方公尺以上之設備從事液化石油氣之製造者，應於製造開始日，由實際負人擔任，綜理液化石油氣製造安全業務，並向勞工檢查機構申請核備。

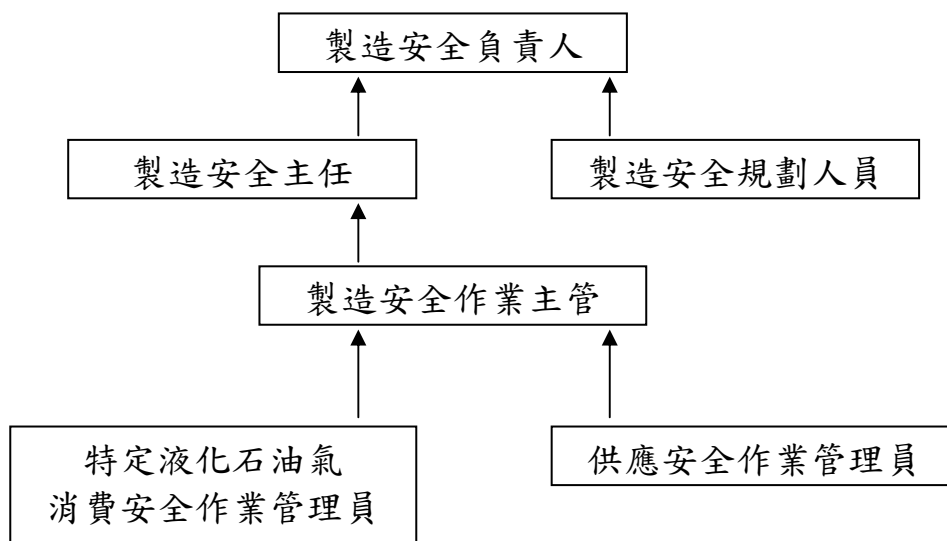


圖 4.7 液化石油氣安全管理組織系統圖

處理能力在一百萬立方公尺(設備槽供灌裝者為二百萬立方公尺)以上液化石油氣甲類事業單位，應依各該事業製程狀況，選任液化石油氣製造安全主任，用以輔助製造安全負責人，從事製造技術管理事務。

液化石油氣之甲類製造事業單位分設「製造安全負責人」（高壓則第二百十九條）、「液化石油氣製造安全主任」（高壓則第二百二十七條）及「液化石油氣製造安全作業主管」（高壓則第二百二十八條）等三層級管理，製造規模達處理能力一百萬立方公尺（設置儲槽純供灌裝者為二百萬立方公尺）以上，應選派「液化石油氣製造安全規劃人員」，輔助製造安全負責人規劃液化石油氣製造安全有關事項，如圖4.8，以上各層級人員，應建立代理人制度，於製造安全管理人員因故未能執行職務時，代理其職務。

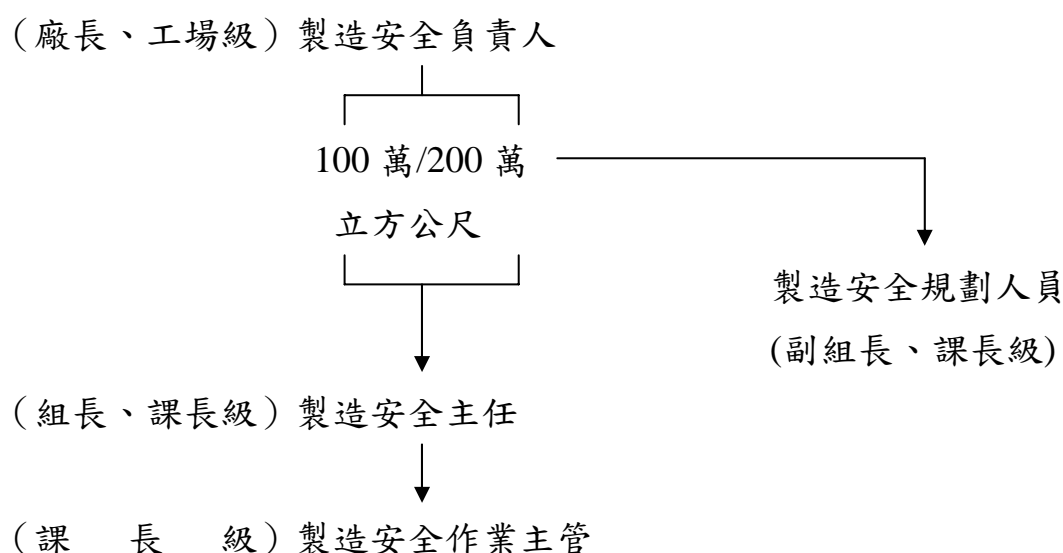


圖 4.8 液化石油氣甲類製造事業單位安全管理體系

液化石油氣製造安全規劃人員的職責是輔助安全負責人規劃下列製造安全事宜：

- 1.規劃訂定液化石油氣製造安全工作守則。
- 2.規劃安全教育並予推展。
- 3.製造安全之基本對策。
- 4.提供製造安全作業標準、設備管理基準、承攬管理及防災措施基準之建議並實施指導。
- 5.規劃防災訓練及推展。
- 6.發生災害時之災害原因調查及檢討防災對策。

7.蒐集有關製造液化石油氣之資料。

製造安全作業主管負責維持製造設備之安全、監視製造方法及液化石油氣製造有關事宜，並監督、指揮勞工作業。

液化石油氣供應方面，供應液化石油氣供應事業單位，應於供應開始之日選任「液化石油氣供應安全作業管理員」，擔任液化石油氣供應有關之安全技術事項。

液化石油氣之消費方面，特定液化石油氣消費事業單位應於消費開始之日，依消費事業單位選任「特定液化石油氣消費安全作業管理員」。擔任液化石油氣之消費有關之安全技術事項。

(1)防火距離

為有效隔離衝擊、靜電、火花、摩擦、明火等火源，液化石油氣製造設備與儲存設備至火源（煙火處理設備）應保持八公尺以上的安全距離。或設置高度在二公尺以上的防火牆，使製造設備、儲存設備與煙火處理設備保持八公尺以上的迂迴水平距離，以防止該設備洩漏時氣體流竄。

(2)防滯留構造

設置液化石油氣製造設備廠房、液化石油氣容器放置場及設置液化石油氣消費備之廠房，應設置有防滯留之構造，使該氣體於洩漏時不致滯留廠房。

①自然通風換氣的廠房：應於接近地面設置可對外通風口其面積應佔該廠房底面積之3%以上。

②以機械通風換氣的廠房：吸氣口應於緊接於地面，放氣口應於距地面五公尺以上高度之安全處，通風應具有該設備室內底面每平方公尺 $0.5\text{M}^3/\text{min}$ 以上。

(3)通報設備

為使事業場所於發生緊急災害時能迅速通報、連絡，應設有通報設備，如：傳呼設備、電話系統、廣播設備、對講機、攜帶式擴音機等，並經常檢查維持通報設備功能正常。

(4)自動偵測警報設備

液化石油氣製造設備、儲存設備，須於有氣體洩漏積滯處，設置可發出警報的氣體偵測設備。警報設定值應設於 25% 下限值，警報應以燈光（閃爍）並同時發出警報聲為宜，同時警報偵測器應符合防爆要求之功能。

建築物內製造設備，應於設備四周容易洩漏、積滯氣體之處所，以每 10 公尺設置一個以上的比例設置。建築物外之製造設備、儲存設備則以每 20 公尺置設一個以上的比例設置。

(5)防溫升措施

液化石油氣儲槽、設備四周、支柱應採取防止溫升措施，防溫升措施如下：

- ①被覆耐火材料。
- ②噴霧裝置。
- ③撒水設備。

設於地面上之導管應儘可能設於陰涼處，並可以塗飾銀漆，以防止異常溫度上升。

(二)設備自動檢查

事業單位實施液化石油場所自動檢查，大致可分為巡視、定期檢查、重點檢查、作業環境測定、檢點、特種檢查等。

1.巡視

所謂巡視，係定期或不定期穿過工作場所之部分或全部，檢查所有設施與作業環境是否符合安全衛生規定，作業人員有否不安全動作。

2.定期檢查

所謂定期檢查，係對工作場所之各種設施，按照其性質，分別規定檢查期間（如每週、每月、每年等），再按時間予以檢查，目的在明瞭設備、機械之使用狀況是否需要保養、修理，以使設施保持安全良好性能。

3.重點檢查

所謂重點檢查，係針對某些設施，於其完成設置開始使用前或

拆卸、改裝、修理後，就其重要部分項目，實施重點式的檢查。

4.作業環境測定

所謂作業環境測定，係利用適當的測定儀器或方法，測定勞工作業環境之各種安全衛生條件是否合乎規定。

5.檢點

作業主管或作業人員，於作業前、作業中或作業後對本身管理或操作之設施作概略檢查。

6.特種檢查

所謂特種檢查，係指在某些特別需要或特殊狀況下所實施的檢查，如進入液化石油氣儲槽從事修理作業，應先測定有無爆炸或缺氧之危險。

定期自動檢查之主要目的在於實施檢查與補修，確保安全，並以此確保事業之營運，掌握裝置之劣化狀況，並可取得供將來製作運轉計畫與定期自動檢查之資料，由此可建立事業之營運計畫。

自動檢查之主要項目，可列舉於次：

(1)對設備之腐蝕等之檢查

對塔槽、配管等，調查其腐蝕狀況，也即在確認是否保持規定厚度。設厚度已較規定厚度為小時，應即採取補修等必要措施。

(2)氣密試驗

氣密試驗可參考 4.4 常見缺失與改善對策。

(3)安全閥、緊急遮斷裝置等之動作檢查

安全閥應確認吹泄壓力及停止吹泄壓力。不僅作自動檢查，尚應拆卸以資瞭解閥與座之接觸況，其他部分之整備，並實施動作檢查為宜。

對緊急遮斷閥也應實施動作檢查，確認可迅速關閉之操作及內漏量。

(4)旋轉機械類之檢查

在往復式壓縮機，為曲柄軸承之檢查與調整，活塞桿之摩耗狀況與金屬墊圈部分之狀況之檢查，汽缸之摩耗與活塞圈之摩耗

之檢查，汽缸閥之分解檢查等。

對離心式壓縮機等，應就翼輪之摩耗實施檢查，認有顯著摩耗時，應實施平衡檢查與調整。此外，對金屬墊片、軸承均應實施檢查。認有不良者，應更換零配件或加以調整。

對泵類等也應實施同樣之檢查。

冷卻器類之檢查，於壓縮機附近有冷卻器者，平時大致均以水冷卻，故有因水而造成腐蝕。此等冷卻器應拆卸、分解，實施腐蝕之檢查及厚度之檢查，並應實施氣密試驗。

在潤滑油等，應就供油泵或注油機等實施分解檢查，止回閥之分解、整修等，以資確保潤滑機能。

(5)自動控制裝置與連鎖裝置之檢查

應就調節閥、指示、紀錄、調節計、檢出部等實施檢查。在調節閥，應以填函蓋墊片、閥與座之摩耗、損傷等為重點，並就調節部、檢出部、操作部相互關連與動作狀況實施檢查。對連鎖機構，應確實確認其動作。

(6)手動操作閥之檢查

重點應置於填函蓋墊片與內漏之檢查，通常予以分解、整修，確認動作之正確性。

(7)除害裝置之動作檢查

(8)壓力表、溫度計之檢查

與(5)也具有關連，壓力表應六月實施檢查，溫度計應對熱電偶、測溫電阻體等實施檢查。

(9)其他

冷卻水系統、電氣系統（含電動機）、蒸氣系統、計測空氣系統等之實用系統，均應實施檢查。此外對於防滅火設備用之水泵與原動機，撒水裝置（水噴霧裝置）之動作也均應實施檢查。

〔註〕耐壓試驗在定期自動檢查中雖無實施之必要。但如有腐蝕等以致減少厚度時，也有以耐壓試驗確認其耐壓性能。又在現場，如有更換配管等時，則應實施耐壓試驗。

於利用定期自動檢查更換冷卻器等之裝置時，應將其受規定之特定設備檢查，應使用於此檢查合格者。

以上之檢查結果，應依法令規定加以紀錄。

(三)運轉安全

1.訂定安全作業標準

就操作步驟基準值等加以標準化，儘量縮小因個人在操作上可能產生之差距。主要內容包括：

- (1)作業步驟（程序）
- (2)管理範圍（界限）
- (3)作業分擔事項
- (4)其他必要事項

此等內容並非一成不變，此等均應經從事作業者之共同參議，製作更佳步驟、管理界限、作業分擔等，時時加以改進。

2.閥類操作

閥類在操作高壓氣體製造設備上為最重要部分，視整體製程之運轉均為「閥之操作」並不為過。茲就閥類操作之主要安全要領加以略述。

(1)關於閥類之開閉操作

①表示（標示）：

列舉有關閥類之表示方法：

- A.閥之名稱或記號、編號反應器入口閥 PIC 603 應安置銘板。
- B.在把手或標示板明示開閉方向。
- C.與閥有關之配管應明示內部流體之名稱或以塗色表示流動方向。液化石油氣製造設備之閥應設可明確表示開關方向之標示。對製造設備安全上有重大影響者，應標示其開閉狀況；重要卻不經常使用的閥，應予以加鎖或鉛封，以防止誤動作。與閥有關的配管則應標示其流動方向與流體內容。
- D.應設明示開閉狀態之標示板。
- E.禁止操作掛牌標示。

②平時不使用之閥之處置

平時不使用之閥也不可置之不理，應採取使閒人無法操作之必要措施，例如施鎖或予鉛封，裝置禁止牌或拆下閥之把手等之必要措施。

③對緊急操作用按鈕、把手之處置

此等可設置次圖所示之措施，以備緊急操作之用。

④閥之操作環境與方法

A.應創造容易操作之環境

工作台應夠寬闊

應有充分之照明

B.應與有關者相互連絡後始開閉閥等。

(2)對不良閥類之處置

①有外漏、閥座漏洩之閥等，應迅即予以整補。

②對不易操作（必須使用較大力氣者）之閥也應更換。

在以上之場合不應使用大把手旋轉閥時，將破壞閥柄，也曾有因此而噴出氣體之災害例。對於心軸之螺栓置於閥帽外之型式者，如閥柄蓋遭受破壞時，閥即受氣壓而浮，以致無法閉住氣體。因此應充分理解閥之構造與機能，謹慎操作為宜。

3.設備之檢點

高壓氣體製造設備之使用（運轉）開始及使用終了時，應依次列要領檢點有否異常。又對運轉中之製造設備，也應一日一次以上就製造設備之動作狀況加以檢點。

(1)開始使用時之檢點

開始使用時，應就次列項目實施檢點，確認無異常後，始得開始裝置之運轉。

①製造設備中之內容物之狀況。

②儀表類之機能，尤以連鎖裝置、緊急用設施、警報及自動控制裝置之機能。

③緊急遮斷及緊急排放裝置、通報設備、靜電防止及卻除設備及

其他安全設備之狀況。

④各配管系統之閥等之開閉狀況及盲板之安置與拆卸狀況。

⑤旋轉機械之潤滑油供油狀況及旋轉驅動狀況。

⑥製造設備全盤之有否漏洩。

⑦易滯留可燃性氣體或毒性氣體處所之各該氣體之濃度。

⑧電、水、蒸氣、空氣等後勤資材之準備狀況。

⑨安全用惰性氣體等之準備狀況。

⑩安全用電源等之準備狀況。

⑪其他異常之有否。

(2)使用終了時之檢點

使用終了時，應就次列項目實施檢點，確認無異常。

①正要終了時之各設備之運轉狀況。

②終了時，於製造設備中殘留物之狀況。

③製造設備內之氣體、液體等之以惰性氣體等置換狀況。此際如有因作業而必須使作業者進入時，更應以空氣再置換，此再置換時之置換狀況。

④必須開放之製造設備與其他製造設備間之遮斷狀況。

⑤對全盤製造設備等之腐蝕、摩耗、損傷、閉鎖、連接部之鬆懈、基礎之傾斜、沉陷及其他異常之有否。

(3)運轉中之檢點

製造設備之運轉中，應就次列項目實施檢點，認有異常時，應即將其變換至備用設備，以降低其負荷，並停止該工程之運轉，進行補修之必要措施。

①自製造設備等發生漏洩時。

②儀表類之指示、警報、控制之狀況。

③製造設備等之溫度、壓力、流量等之運作條件之變動及其趨勢。

④製造設備等之外部腐蝕、摩耗、龜裂及損傷之情況。

⑤旋轉機械之震動、異音、異常升溫及其他驅動狀況。

⑥塔槽類、配管等之震動及異音等。

- ⑦氣體漏洩檢知警報設備之狀況。
- ⑧儲槽之液面指示。
- ⑨接地連接線之斷線及其他損傷之有否。
- ⑩其他異常之有否。

4.維修保養安全

製造設備於進行修理等時，應於事前製作記載有修理作業之內容、日程、負責人及其他作業分擔、指揮系統、安全措施、必要材料、器材等之作業計劃書告知相關人員，以圖圓滿進行修理作業。茲就修理等作業之安全上應留意事項列述於次：

(1)氣體之置換

①設備內部之氣體之回收與廢棄

自設備廢棄可燃性氣體時，應使用排氣煙道等使其燃燒或通過排氣管廢棄。液化氣體應回收至回收槽。

毒性氣體應經除害裝置除去毒性氣體，除此以外之氣得排放於大氣中。

②使用惰性氣體之置換

可使用於置換可燃性氣體之惰性氣體，最常用者有氮氣，有時也可使用水蒸氣、水、二氧化碳等。二氧化碳可與氨作用生成碳酸氨而阻塞配管等，故不得使用於氨之設備。如前述，雖為不燃性氣體，有時也有發生反應之可能，故宜加注意。

置換終了後，應依次列基準，以氣體檢知器等確認。

- ・可燃性氣體設備……應處在爆炸下限之 1/4 值以下。
- ・毒性氣體設備……應處在容許濃度以下。
- ・氧氣設備……應處在含氧量 22% 以下。

③使用空氣之置換

使作業人員進入設備內部從修理、檢查時，應於(2)之置換後，再以空氣置換。

置換終了後，應再以氣體檢知器等確認氧氣之濃度在 18~22% 之間。此外，稱缺氧者，係指「空氣中濃度未滿 18% 之狀態」。

表 4.8 毒性氣體之容許濃度

氣體名稱	容許濃度 (ppm)	氣體名稱	容許濃度 (ppm)
氨	50	氰化氫	10
一氧化碳	50	一氧化氮	25
二氧化碳	5,000	二氧化氮	5
氯	1	臭氧	0.1
環氧乙烷	50	光氣	0.1
氯化氫	5	二氧化硫	5
氟化氫	3	乙醛	200
硫化氫	20	甲醛	5
		丙烯醛	0.1

④置換時之應注意事項

使用惰性氣體置換時，應留意次列事項實施作業，以資圓滿實施置換。

A.尤其在大型裝置之置換，應留意未能置換之死角。對裝置內容積較大者，配管系統複雜者，應依置換行事表等，確實實施。

B.於確認置換終了後實施之分析、檢知時，應充分檢討分析用樣品、氣體之採樣位置、採樣次數，以可確知置換結果，切勿誤判。

C.應充分整備檢知、分析用器材。

(2)配管之遮斷

開放檢查、使用火焰從事修理等，對高壓氣體設備而言為不可避免者。因此，應充分留意自其他設備或相關設備之高壓氣體之流入。

可引起氣體流入之可能性，有

- ①自導管因供應商之運轉而流入原料氣體。
- ②儲槽等因儲存有高壓氣體時。
- ③於從事修理可切換之裝置之一部分時。
- ④擬停止複數同種裝置之一部分時。

⑤事業所內之原料氣體製造設備、生成物收容設備。

在運轉中時，配管之遮斷，可採取次列之方式：

①確實關閉開放部分之上游側、下游側之閥，於該閥或旋塞插入盲板。

②拆下配管，在運轉側插入盲板。

③在關閉之閥，依「閥之操作」基準項採取措施。

5. 液化石油氣火災特性與緊急狀態處理

噴漏之液化石油氣著火就與其他高壓氣體之著火同樣形成噴火狀態，液化石油氣的發熱量特別大，其燃燒輻射熱對於容器之加熱作用之特別厲害，故如球型儲槽或臥式儲槽火災時，輻射熱就成為儲槽內部液體之加熱源，使內部壓力更增加，造成爆炸危險。高壓儲槽被火包圍，而在無水冷卻情況下，十分鐘內就可能爆炸，此時噴射發出的帶火物質會給與消防人員很大的危險。1966 年在美國德州曾發生 15,000 桶的高壓儲槽爆炸事故，而將槽內儲存的戊烷與乙烷混合物噴出遠達 700 呎之遙，造成 19 人死亡，36 人重傷的慘重災害。此時之儲槽如為臥式儲槽者，其兩頭端板方向及其軸心線 15 度角範圍內的人員，須向後退避至少 1000 呎以上。

當鋼瓶堆被火包圍時，很快會發生鋼瓶爆炸或鋼瓶亂飛的情況，故消防人員極難接近搶救，只能利用附近設備保護本身之安全，逐步接近按裝放射冷卻水之設備，然後撤離至安全地點。噴漏之液化石油氣在其尚未著火前，必須想盡方法堵住其噴漏最為上策，如在短時間內無法止漏時，須熄滅附近一切火種，並利用水霧由側面驅散液化石油氣之蒸氣。

一般堵住漏氣所採取的措施：

(1)即時關閉該系統最接近漏氣之上流管線主閥。

(2)無法關閉管閥但管線口徑細小者，可將其壓扁堵住漏氣。

(3)破洞不大之洩漏處，可利用水濕之破布堵塞，使其結冰止漏。(限於低溫液化石油氣)

採取緊急措施時，應站在上風的位置並避免進入霧狀氣體之範

圍內，這點極為重要，如萬不得已須進入霧狀氣體範圍內時，要先行熄滅附近一切火種，穿著防火衣在水霧保護下方可進入。

液化石油氣火災，切勿撲滅火焰，應從噴射大量水霧冷卻管線及容器之全部表面，而保留燃燒部分讓其繼續燃燒。氣體火災之唯一安全搶救方法係斷絕噴漏氣體，使火焰自然熄滅，因此當著火之際應儘速與操作人員研商關閉閥停止噴漏氣之可行性，以及將容器內部之氣、液體輸往安全場所，並促使其停止噴漏或熄火。當開動泵浦排出容器內之液體時，須特別注意，勿使容器內部發生局部真空，以免由噴漏氣處吸入空氣或火焰而肇至危險。無法充分用水冷卻儲槽的液化石油氣火災，必須考慮儲槽壓力之繼續增大而引起的爆炸，因此須注意火焰及燃燒聲音，若有不妥，應適時下令人員撤退至安全地點。總之，要搶救高壓設備之氣體火災，應以大量水霧冷卻著火之設備及附近的設備，並同時使用泵浦儘可能輸出設備內部之液體，切不可撲滅火焰，應待殘留氣體燒盡為原則。

4.3 潛在危害

可燃性液化氣體之高壓氣體，以液化石油氣(LPG)最為典型，其潛在具有壓力與毒之危害。

一、壓力危害

液化石油氣依照我國勞工安全衛生法，係納入高壓氣體管理，但其一般正常操作壓力最高通常不超過 12kg/cm^2 ，故就壓力危險程度而言屬低危險層級，唯因 LPG 氣化潛熱高，故噴漏出時能瞬間降到極低溫，觸及皮膚會造成凍傷，同時因其易燃可引發火災，故在作業中進行排放、拆修設備及壓力異常自安全閥排出或因設備故障、腐蝕而破裂噴出時，應慎防其壓力危害。

二、毒效應

液化石油氣為一種簡單窒息劑與中樞神經系統鎮靜劑，直接接觸可能引起眼睛和皮膚凍傷，其中毒傷害的情形如下：

(一)吸入中毒

吸入體內數量達 19,000PPM 以上時，會立刻危及生命與健康，以吸入量的多寡及個人健康狀況，其中毒症狀分為急性及慢性兩種。

急性：曝露在高濃度下可能引起頭痛、遲鈍、呼吸短促、眩暈、想睡和失去知覺等症狀；若在 100,000PPM 下或許能容忍，但幾分鐘內即會產生眩暈；簡單窒息劑在濃度 33%時會引起呼吸急促、呼吸困難、精神錯亂、肌肉協調不順；若在濃度 75%時，則有反胃、嘔吐、虛脫、失去知覺、痙攣、嚴重昏迷和死亡。

慢性：重複曝露所引起之症狀與上述類似。

(二)皮膚接觸

為一種刺激劑。

急性：直接接觸導致凍傷，並引起發紅、疼痛、炙感和皮膚硬化。

慢性：與上述類似。

(三)眼睛接觸

直接接觸導致凍傷，並引起發紅、疼痛和視力模糊。

三、危害反應

液化石油氣與下列物質會起危害反應：

(一)塗料(Coatings)：會侵蝕。

(二)強氧化劑(Strong Oxidizers)：會引起火災或爆炸。

(三)塑膠(Plastics)：會侵蝕。

(四)橡膠(Rubber)：會侵蝕。

(五)分解反應：高溫分解產生有毒碳氧化物（如一氧化碳等）。

四、危險特性

(一)LPG 氣化與空氣混合後能產生氣爆

LPG 為易燃物，其沸點丙烷為-42℃，丁烷為-58℃，遠較本省平均氣溫低，故洩漏時隨即變成氣體狀，其爆炸範圍百分比為 1.8%至 9.5%之間，如多量之瓦斯與空氣混合成此比例狀態，遇火源即瞬間全體同時燃燒，威力強大而形成爆炸現象。

(二)小量 LPG 可釀大災害

丙烷之氣化膨脹率為 270 倍，丁烷為 230 倍，故 LPG 即使少量洩

漏，氣化後體積大為增加，再加上與空氣混合後所形成之可爆炸氣體，就成為一極難控制之大危險區域，在此大區域內壁上一點火花，即變為大災害。

(三)燃燒速度快

液化石油氣燃燒速度極快，視其周圍風力等狀況，每秒約為 0.8 公尺至 15 公尺，因此在逃生及救災方面增加困難度。

(四)流動性

液化石油氣無論是液態或氣態都具有高流動性，有壓力時更大，因此除易洩漏外並可使災害現場擴大。

(五)比空氣重

氣態丙烷比重為 1.52，丁烷為 2.0，均比空氣為重，故外洩擴散時，會滯留地面低凹坑窪處難以消散，有時會順水溝或狹道流動至遠方引火而回燃。

(六)無法用水撲滅

LPG 火災通常要靠大量的水來保護設備或搶救人員，但無法用水熄滅火焰，因此一般場所如未配置有效之滅火器，而又不能控制洩漏時即束手無策，故增加消防難度。

(七)氣化潛熱量高

丙烷為 101.8kcal/cm^3 ，丁烷為 92.5kcal/cm^3 ，所以在氣態被壓縮時及在液態氣化時，會發出或吸收很大的熱量，故對 LPG 之操作處理應特別注意此種作用，否則很可能引起重大事故。

五、液體沸騰氣體膨脹爆炸(BLEVE)

BLEVE 是當液體溫度大於大氣壓沸點溫度時，即液體達到沸騰，氣體體積逐漸增加而膨脹，進而從密閉容器中急速衝出釋放，同時使液滴蒸氣上升形成氣雲，當遇火源引燃，即形成爆炸與火球的一種劇烈現象。

圖 4.9 至圖 4.15 是 BLEVE 發生的圖例。

一在工廠裡，一輛裝有丙烷之槽車正將槽體內之丙烷灌裝於球槽中(圖 4.9)。

—在此操作過程中，突然於管線的某一點發生外洩，丙烷蒸氣並漫延至槽車（圖 4.10）。

—外洩之丙烷氣接觸到燃源，引火燃燒（圖 4.11）。

—槽車內的液體被槽外的火焰加熱，使得槽內蒸氣壓增加，而後槽內之壓力安全閥打開，丙烷由安全閥外逸（圖 4.12）。

—由安全閥釋放出來的氣體亦被點燃（圖 4.13）。

—槽體由於受到加熱和壓力上升的影響，結構繼續減弱，而後造成槽車材質的破裂。這將使得液態丙烷快速降壓，大量的蒸氣被釋放出來並迅速引燃（圖 4.14）。

—由燃燒中的氣體所產生的力量引起槽體進一步的破裂，然後槽車整個爆破並斷成兩截（圖 4.15）。

以上所描述的整個程序可能在不到 10 分鐘就完全發生。在爆炸的時候，整個儲槽碎片可能飛射至意外現場外的數百公尺之遠的距離。BLEVE 通常伴隨著垂直方向的大火球及水平方向的燃火。

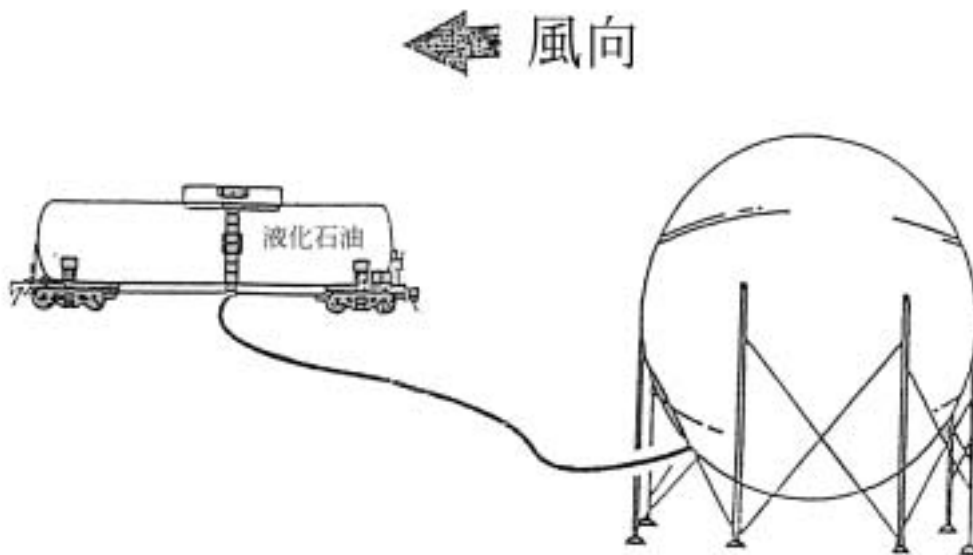


圖 4.9 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 1

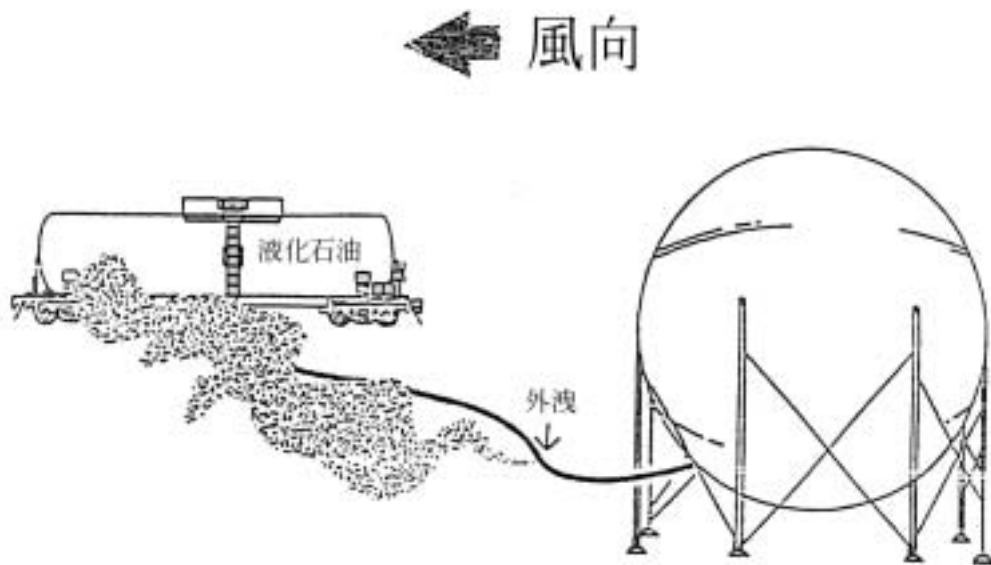


圖 4.10 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 2

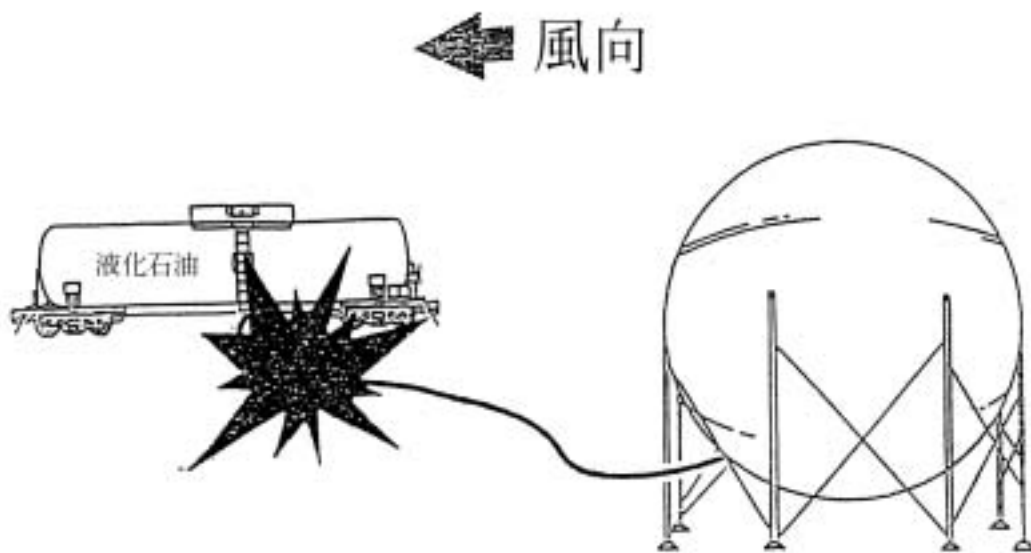


圖 4.11 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 3

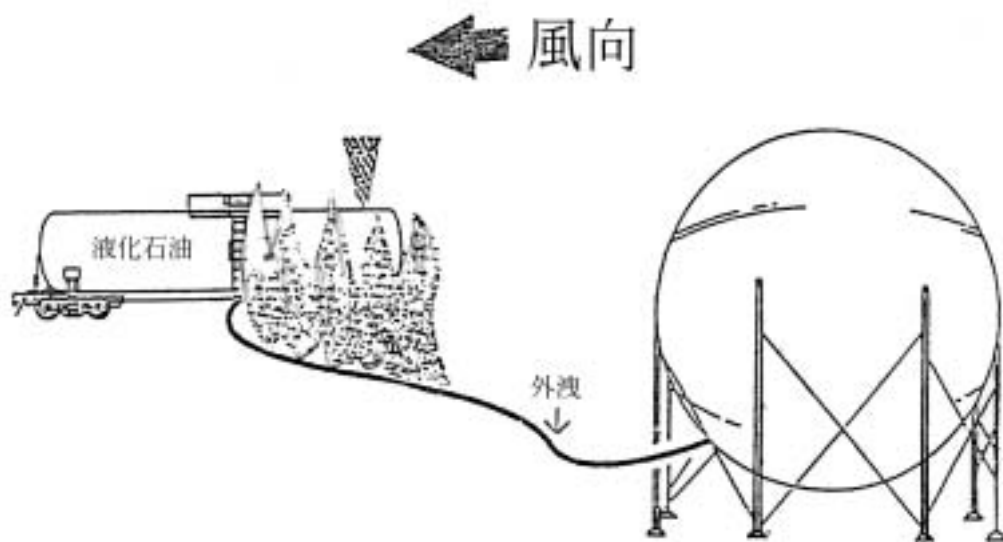


圖 4.12 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 4

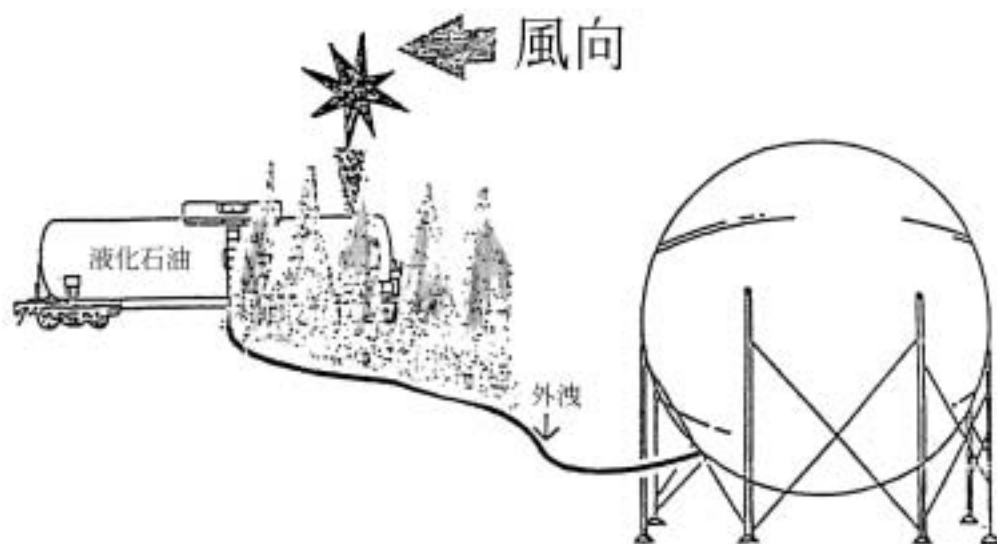


圖 4.13 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 5

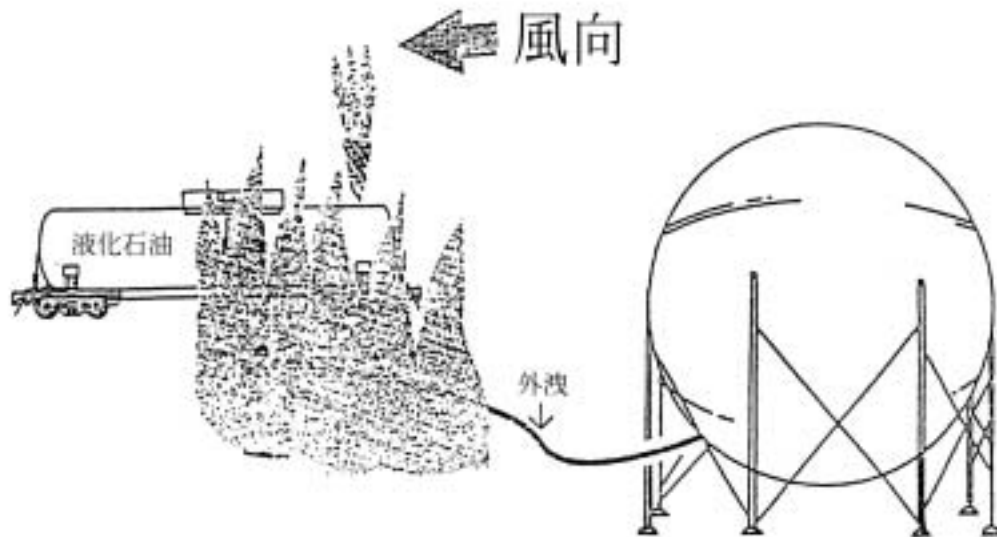


圖 4.14 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 6

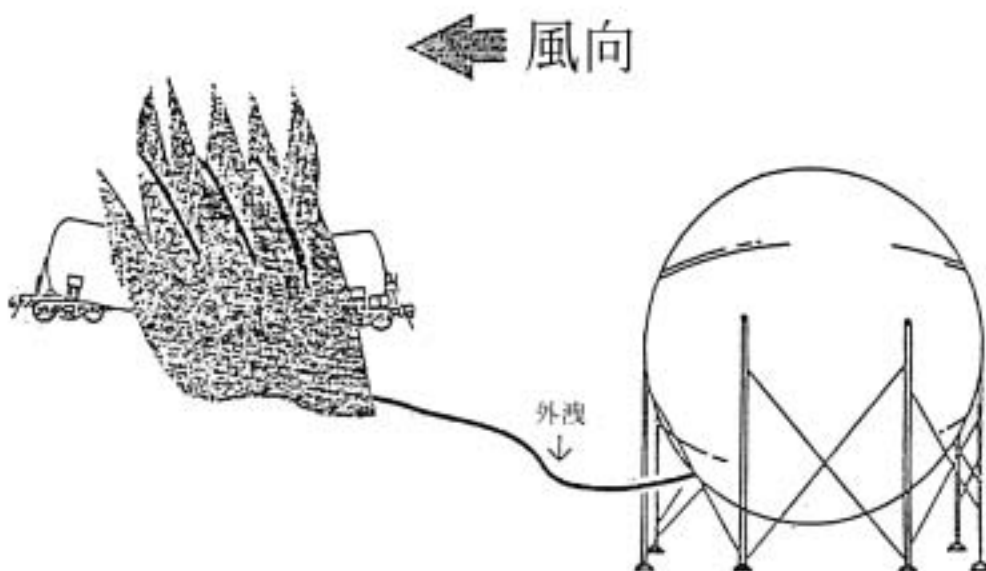


圖 4.15 沸騰液體膨脹蒸氣爆炸(BLEVE)的舉例流程 7

4.4 常見缺失與改善對策

一、高壓氣體特定設備儲槽年度自動檢查缺乏明確表格、檢查項目與判定基準；提供表單於附錄供參考使用，並依基準明列檢查項目。

(一)球型儲槽

依內容分一般檢查與精密檢查

1.一般檢查

一般檢查係對檢查對象製造設施及消費設施之儲槽設置狀態所作之檢查，供為判斷、檢討是否需要作修補、精密檢查或其他相關之處理。

2.精密檢查

精密檢查，係將該儲槽內之液化石油氣（以下稱LPG）排除後，檢查內外部腐蝕狀況與安全性有關之裂隙等缺陷及機能有關之不良處所，確認耐壓性能、氣密性能及厚度，同時判定是否需要修補或其他相關之措施。

3.實施檢查項目

於一般檢查或精密檢查中，對儲槽應實施之檢查項目依次表之規定。但不含作業檢點，另精密檢查之標準與周期，除依同表規定外，另視一般檢查結果於有必要時實施。

檢查實施項目表

檢 查 項 目	△視需要實施	
	一般檢查實施項目	精密檢查實施項目
(1)外觀檢查	○	○
(2)基礎及裝置狀態之檢查 (含基礎之不均勻沉陷測定)	○	○
(3)洩漏檢查	○	
(4)腐蝕狀況之檢查		○
(5)厚度測定	△	○
(6)加工狀況之檢查		○
(7)磁粉探傷試驗		○
(8)浸透探傷試驗		△
(9)超音波探傷試驗		△
(10)放射線透過試驗		△
(11)耐壓試驗		△
(12)氣密試驗		△

(二)地上式圓筒型液化石油氣儲槽

依其內容分一般檢查與精密檢查

1.一般檢查

一般檢查係對檢查對象製造設施及消費設施之儲槽設置狀態所作之檢查，供為判斷、檢討是否需要作修補、精密檢查或其他相關之處理。

2.精密檢查

精密檢查，係將該儲槽內之液化石油氣（以下稱LPG）排除後，檢查內外部腐蝕狀況與安全性有關之裂隙等缺陷及機能有關之不良處所，確認耐壓性能、氣密性能及厚度，同時判定是否需要修補或其他相關之措施。

3.實施檢查項目

於一般檢查或精密檢查中，對儲槽應實施之檢查項目依次表之規定。但不含作業檢點，另精密檢查之標準與周期，除依同表規定外，另視一般檢查結果於有必要時實施。

檢查實施項目表

檢 查 項 目	△視需要實施	
	一般檢查實施項目	精密檢查實施項目
(1)外觀檢查	○	○
(2)基礎及裝置狀態之檢查 (含基礎之不均勻沉陷測定)	○	○
(3)洩漏檢查	○	
(4)腐蝕狀況之檢查		○
(5)厚度測定	△	○
(6)加工狀況之檢查		○
(7)磁粉探傷試驗		○
(8)浸透探傷試驗		△
(9)超音波探傷試驗		△
(10)放射線透過試驗		△
(11)耐壓試驗		△
(12)氣密試驗		○

4.附屬品檢查項目

於一般檢查或精密檢查中，對附屬品應實施之檢查項目依次表之規定。但不含作業檢點。另精密檢查之標準與周期，除依同表規定外，另視一般檢查結果於有必要時實施。

檢查實施項目表

檢 查 項 目	△視需要實施	
	一般檢查	精密檢查
1.儲槽原閥之檢查		
(1)外觀檢查	○	○
(2)安裝狀態之檢查	○	
(3)洩漏檢查	○	
(4)作動狀況之檢查	○	○
(5)分解檢查		○
(6)氣密試驗		○
(7)與閥相關裝置之操作有關之措施之檢查	○	
2.儲槽用安全閥之檢查		
(1)外觀檢查	○	○
(2)安裝狀態之檢查	○	○
(3)洩漏檢查	○	
(4)作動狀況之檢查	○	○
(5)分解檢查	△	○
(6)氣密試驗	△	○
(7)安全閥附屬品之檢查	○	○
3.儲槽用緊急遮斷閥之檢查		
(1)外觀檢查	○	○
(2)安裝狀態之檢查	○	○
(3)作動狀況之檢查	○	
(4)洩漏檢查	○	○
(5)閥座之洩漏檢查	△	○
(6)分解檢查	△	○
(7)氣密試驗	△	○
4.儲槽用逆止閥之檢查		
(1)外觀檢查	○	○
(2)安裝狀態之檢查	○	○
(3)作動狀況之檢查	○	
(4)洩漏檢查	△	○
(5)閥座之洩漏檢查	○	
(6)分解檢查	△	○
(7)氣密試驗		○

檢 查 項 目	一般檢查	精密檢查
5.儲槽用液面計之檢查		
(1)玻璃液面計之檢查		
①外觀檢查	○	○
②作動狀況之檢查	○	○
③洩漏檢查	○	○
④分解檢查	△	○
⑤氣密試驗	△	○
⑥液面計附屬品之檢查	○	
(2)浮漂式液面計之檢查		
①外觀檢查	○	○
②作動狀況之檢查	○	○
③洩漏檢查	○	○
④比較器差檢查	○	
⑤分解試驗		○
⑥氣密檢查	△	○
(3)滑動內管式液面計		
①外觀檢查	○	○
②作動狀況之檢查	○	○
③洩漏檢查	○	
④分解檢查	△	○
⑤氣密試驗		○(儲槽開放時)
(4)靜電容量式液面計		
①外觀檢查	○	○
②洩漏檢查	○	
③氣密試驗		○
④比較器差檢查	○	○
(5)其他相關液面計之檢查	○	○
6.壓力表之檢查		
(1)壓力表性能等之檢查	○	○
(2)外觀檢查	○	○
(3)洩漏檢查	○	
(4)比較器差檢查	○	○
7.溫度計之檢查		
(1)溫度計性能等之檢查		○
(2)外觀檢查	○	○
(3)比較器差檢查	○	○

二、實施內部檢查缺入槽作業執行辦法

〔改善對策〕訂定儲槽內作業內容

(一)缺氧症之防止

於儲槽開放檢查之際進行儲槽內作業時，事業單位負責人應依缺氧症預防規則之規定選派缺氧作業主管，並依該規則規定之事項實施。

(二)事前之確認

於實施儲槽內作業時，檢查負責人或檢查作業負責人應確認次列事項：

- 1.換氣裝置、作業用具，防護具等已完全備齊。
- 2.已經達到在作業進行中也不影響周邊安全之狀態。
- 3.對儲槽內之空氣，以氣體偵測器測知 LPG 殘留濃度在 1000PPM(0.1%) 以下，且已達完全無爆炸之危險。
- 4.對儲槽內空氣，應經測定氧氣之濃度在 20% 以上。
- 5.無發生 LPG 及有毒氣體之殘渣造成氧濃度之銹蝕等。
- 6.於作業開始前以強制換氣裝置對儲槽內所有部分施予換氣，同時在作業中也繼續施予換氣。
- 7.在儲槽之上方明顯處，表示「儲槽內作業中」之標示。

(三)作業指示及許可

- 1.於進行儲槽內作業時，檢查負責人或檢查作業負責人對於作業人員，應說明指示作業內容，於事前確認終了後，為作業開始之指示。
- 2.於儲槽內作業中，檢查負責人或檢查作業負責人應於儲槽外部靠近人孔處配置監視人員，除擔任與儲槽內作業人員之聯絡外，尚須監視周圍狀況。

(四)作業用施工架

為進行儲槽之內部作業，應設必要之施工架，並準備梯子等。

- 1.對圓筒形臥式儲槽，應以具有防滑之踏板作為作業施工架。
- 2.對圓筒式豎式儲槽，應以圓木或金屬管架設施工架。施工架應堅固且安全。

3.梯子應使用底部有防滑扣者，或每次設置時予以固定。

(五)作業用具及器材

有關厚度測定裝置、磁粉探傷試驗裝置、滲透探傷試驗裝置、超音波探傷試驗裝置、放射線透過試驗裝置，應依各該試驗裝置項目之規定，在本項中，係就上述以外之作業用具及器材加以規定。

1.照明用具

- (1)供儲槽內使用之移動照明燈，應具有防止破損之外蓋。
- (2)電源線應為可撓性電纜等絕緣良好者，外皮不得有損傷。
- (3)吊掛移動燈具時，應使用不致對電源線產生拉力之附屬吊具。
- (4)移動燈架及其他金屬製部分應接地，以防止因漏電而觸電。

2.電動工具

- (1)電源線應使用絕緣良好之可撓性電纜線，外皮不得有損傷。
- (2)攜帶用電動工具之外殼應接地，以防止因漏電而觸電。

3.手工具

手工具應選用適於作業目的之種類及型式，並勿用之於作業目的以外之作業。

4.熔接用器材

- (1)熔接機柄應使用絕緣握把，在作業途中，由手中放下熔接柄時，應使用絕緣套。
 - (2)熔接用電源線應使用絕緣之可撓性電纜，外皮不得有損傷。
 - (3)應使用裝設有自動電擊防止裝置之電焊機。
 - (4)於熔接及熔斷之際所產生之有毒氣體，應使用換氣裝置將之排放至儲槽外。
 - (5)使用氣體（瓦斯）熔斷器時，要採用無氣體洩漏者，於嚴密警戒在儲槽中發生氣體洩漏擴散之同時，對於換氣要特別注意。
- 暫停作業或作業終了時，要立即將熔斷器軟管等移至儲槽外面。

(六)防護具及服裝

1.防護具

- (1)將儲槽內之殘渣、水垢、鐵銹等除去，予以洗滌、換氣、且測氣

體濃度與含氧量，使作業環境達到安全狀態，如尚不充分之處，應使用防護具彌補。

- (2)正確選擇適合於作業環境之防護具，必須具備充分知識與熟練，檢查負責人或檢查作業負責人，對有關防護具之使用，應重新對作業人員施予教育訓練。

缺氧作業主管視需要備妥空氣呼吸器、氧氣呼吸器或氧氣面罩。

- (3)安全索（安全帶）

於認有墜落之危險場所作業時及測定氧濃度時，作業人員應著用安全索（安全帶）。

- (4)檢查作業負責人或實施熔接負責人，於儲槽內進行電氣熔接時，應準備防止觸電之橡塑墊，且穿著其他相關之電氣防護具。

2.服務

- (1)進行儲槽內作業之人員，需要正確穿著工作服，勿使皮膚外露，另外工作服應為棉製。

- (2)鞋子應為長靴或橡膠底之鞋，穿著可防止足部傷害之安全鞋。

- (3)戴安全帽。

(七)監視員

經檢查作業負責人配置於儲槽外部之監視員，應注意次列之事項：

- 1.位於與儲槽內作業人員及儲槽外作業人員可以聯絡之處所。
- 2.如內有異常狀況發生時，在未聯絡檢查作業負責人或其他作業人員前，自己不可進入儲槽內。此外，如要進入儲槽內時，應充分注意防止缺氧症。

(八)暫停作業時之處置

儲槽內暫停作業時，在其間可能發生氣體洩漏、氧濃度降低、儲槽內狀況發生變化之情形，因此再開始作業之際，應重複開放時之作業順序，確認安全後再開始。

三、儲槽沉陷測定缺乏判定基準

〔改善對策〕建立檢查方法與判定基準

檢 查 方 法	判 定 基 準
<p>1.基礎</p> <p>(1)用水準儀、經緯儀、水秤測定調查儲槽有無沉陷，特別是不均勻沉陷。</p> <p>(2)測定各支柱、梯階（或梯子）及附屬配管等之基礎沉陷或不均勻沉陷，應在各基板頂端或裝設其上之測定標示棒取一特定點（或呈水平之一線）作為測點，分別與基準點比較測定，算出各支柱間的水平差(h 單位 mm)，並測定點與點之間之水平距離(l 單位 mm)，計算該不同沉陷之程度（不同沉陷率 $h/l\%$）。</p>	<p>1.基礎</p> <p>(1)各支柱間之不均勻沉陷程度($h/l\%$)未超過 0.5%時為合格。</p> <p>(2)各支柱間之不均勻沉陷程度在 0.5%至 1%間時，應實施處理。</p> <p>(3)各支柱間之不均勻沉陷程度差超過 1%時，為不合格。</p>

四、安全閥測試中所生異常現象及改善對策

目前就安全閥之作動性能測試，其採用之測試設備或測試條件，如以一個 3.9 噸之液化石油氣儲槽之安全閥為例，經計算須安裝一只全量式 $\phi 40(30)$ 之安全閥 S.P: 18kg/cm^2 其吹洩量達 $15,000\text{kg/hr}$ 以上，此安全閥理想作動性能測試如以壓縮空氣為標準氣體進行測試則需準備 $4.2\text{m}^3/\text{sec}$ 以上的壓縮空氣導入設備，而各式安全閥不一而足不勝繁鉅，用這種考慮，來進行安全閥作動性能測試事實上確有困難，就以往實測經驗通常皆輔以一『蓄壓筒』供作安全閥瞬間作動所需補充之衡量，因為安全閥之『噴出壓力』（吹洩壓力）為安全閥動態程序之最大壓力狀態，一個良好安全閥作動時之動態程序包含初噴壓力、噴出壓力和停噴壓力，含成一個連續氣壓動態，今以某一試壓設備測試足以啟動安全閥之『初噴—噴出—停噴』之連續動態，亦即在測試時之安全閥的閥座(Seat Nozzel)階段能維持超過其設定壓力以上之壓力狀態具足衡量，當達到吹洩壓力時，閥盤(Disk)瞬間彈開，而保持氣體連續噴出狀態之試驗氣壓容量，吾人認為基本上依此測試其所量測之初噴壓力及吹洩壓力值已經相當程度接近用理想標準氣體測出之值，而停噴壓力之測定值與測試設備容量與測試流體流速較有關係。故

而將測試設備之容量儘增大，以應完成安全閥作動性能之『初噴—噴出—停噴』連續動態為測試條件之最重考量。

(一)測試系統所使用之壓力源低於安全閥之噴出壓力（吹洩壓力）

改善辦法：

更換壓力源，使其壓力符合所需，但如測試系統因設有減壓裝置且該裝置一次側壓力足敷測試（可藉調整二次側壓力使略高於吹洩壓力，並於測試後調整，使其恢復原設定壓力）者除外。

(二)安全閥卡死，無法密閉，吹洩壓力不穩定等

1.卡死之可能原因及改善辦法為：

- (1)閥瓣(Disc)與閥座(SEAT)膠著須予清除該膠著物。
- (2)閥瓣導軌（即上下通道）積存膠質物須予清除。
- (3)閥瓣與導軌間之間隙太小，須予適當加大。
- (4)閥瓣偏斜卡在導軌上須予平置。
- (5)彈簧上下端之固定塊未與彈簧成適當之配合，使成適當之配合，使彈簧心軸與導軌中心呈偏位現象致閥瓣卡在導軌上，須消除此偏位情形。

2.無法密閉之可能原因及改善辦法為：

- (1)閥瓣與閥座有異物，須予清除。
- (2)閥座及（或）閥瓣因有缺口須以車削或以金鋼砂研磨等方式清除缺口。
- (3)閥座及（或）閥瓣之平坦度(Flatness)不足，須以金鋼砂或砂布消除凹凸部位。
- (4)閥座及（或）閥瓣之表面粗度(Roughness)過高，須以金鋼砂或砂布修整以改善其精度。
- (5)彈簧老化(Aging)，彈性疲乏，彈性常數不符須予更換彈簧。
- (6)其他類如卡死原因與改善辦法中之(2)、(4)、(5)者。

3.吹洩壓力不穩定之可能原因及改善辦法為：

- (1)類如卡死原因與改善辦法中之(1)、(2)、(3)、(5)。
- (2)類如無法密閉之可能原因及改善辦法之(5)者。

(三)安全閥之止壓力（停噴壓力）過低

說明：僅指係於容器上直接導入蒸汽進行安全閥測試時，可能原因及改善辦法如下：

- 1.彈簧因老化或彈性疲乏須予更換。
- 2.彈簧之彈性係數過低須予更換。

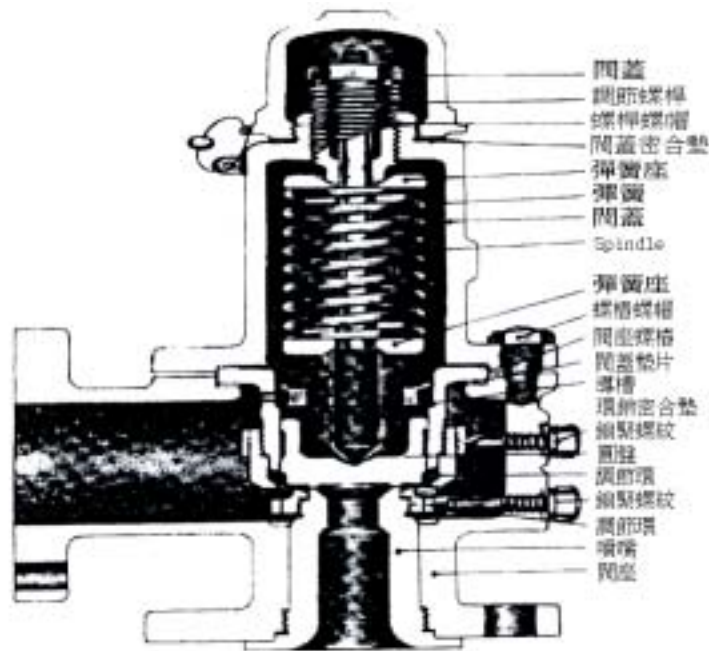


圖 4.16 安全閥

4.5 災害案例

案例一：電焊所造成之儲槽火災

一、事故狀況

1969 年 4 月，日本某煉油廠。

當天該煉油廠，切斷連接在廢料槽槽頂之 6 吋管線，準備另配新管線，而在遠離廢料槽之處，正在焊接彎頭。施工前儲槽相連接之管線，均經過充分之水洗，並且確認過內部無爆炸性之混合氣體存在。但當電焊產生電弧時，卻引起儲槽爆炸，繼而引發了一場火災。

儲槽的容積為 900Kl，當時儲存之約有 50Kl，並有大約 100Kl 之水。推斷槽內已形成了爆炸性之混合氣體，因此也就成為事故之原因。

二、災害原因分析

事故之直接原因，正如圖 4.17 所示，是電焊時之接地做得不切實，電焊時的電流通路（尤其是槽頂 6 吋管之固定部位）有連接不全之處，以致在槽內產生火花，點燃槽內爆炸性混合氣體，而導致了這場爆炸（參考圖 4.18）。

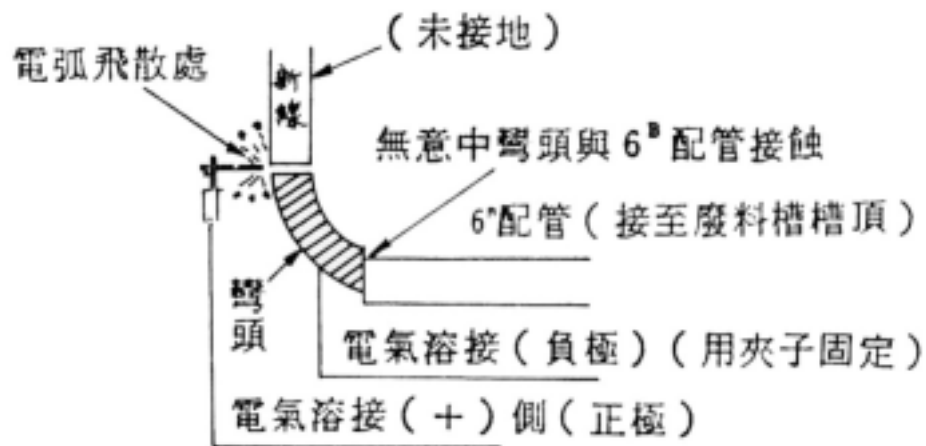


圖 4.17 焊接部門詳圖

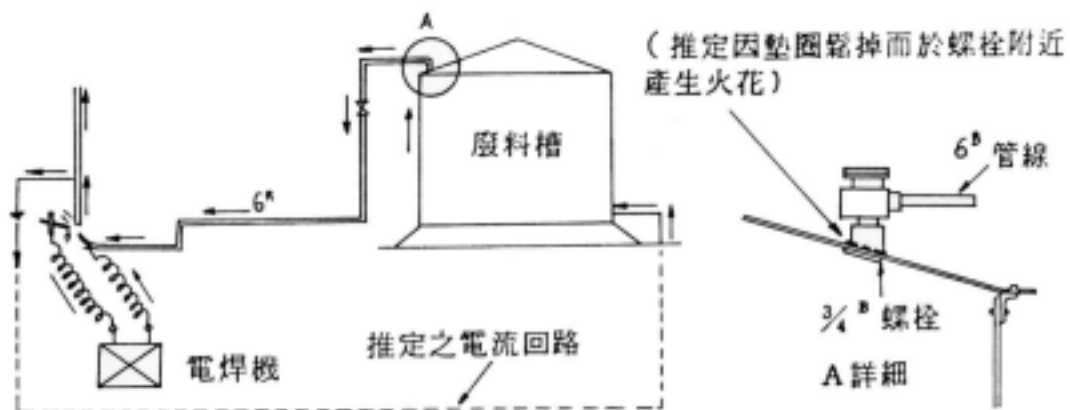


圖 4.18 推斷的電流回路

三、事故防止對策

就一般而言，舊有設備要進行電焊作業時，除了焊接處附近之焊接物體本身，要切實做好接地以外，下列場地也有產生電氣火花之可能。

(一)管線與管線支架及管靴[pipe shoe (slipper)]。

(二)凸緣之螺絲安裝部位。

(三)槽車、油罐車與其灌裝管口(nozzle)之間。

(四)其他可能成為電流通路之設備之空隙。

案例二：鋼瓶爆炸致傷、死災害

一、事故狀況

據該廠修配工場工人甲稱：當天下午約在 4 點 20 分左右，在修配工場之工作告一段落，收拾好工具後，又到氧氣灌裝部找乙談談剛才拉出汽缸之工作困難情形，那時乙正與丙在談天，我們 3 人距灌裝處約三、四公尺左右，而此時氧氣壓縮機尚未開動，約在 4 點 40 分左右，氧氣壓縮機開動了，甲隨口說：「這氧氣壓縮機聲音不錯？」約 1 分鐘左右之後，即聽到一聲巨響，甲就被爆風震倒在地上，不省人事，等醒來時發現黑煙茫茫一片，看不到四周的東西，以及上面石綿瓦陸續掉下來泥灰、瓦片，同時感覺背後還有一陣熱風，臉部也感到麻痛，我爬起來跑至對面廁所轉至 PE 袋工廠，直到醫務室，然後被送往醫院救治。

二、災害原因分析

災害發生後，查其氧氣灌裝設備都無損壞，而灌裝時之 10 個鋼瓶，除爆炸之鋼瓶外，其餘均無損壞，因此推斷此爆炸之鋼瓶有問題。後經查證結果及在災害現場附近找回之瓶頭，經丁指認無訛，查該瓶頭（即開關凡而部分）上有 C_2H_2 字樣，推斷該鋼瓶係乙炔鋼瓶。

據氧氣鋼瓶部操作工人戊稱：當天氧氣壓縮機開動後壓力約達 40kg/cm^2 ，才開啟總開關凡而開始灌裝。由上述判斷本次災害原因為誤用乙炔鋼瓶，瓶內尚存有大量乙炔餘氣，灌裝氧氣時於高壓下引起乙炔在氧氣中起激烈分解爆炸，使其產生之壓力超過乙炔瓶本身所能

承受之壓力，致鋼瓶爆破。

三、事故防止對策

雇主對於從事氧氣灌裝作業，應建立檢查制度，並訂定操作要點及注意事項，使勞工遵行，並建立改善對策。

(一)加強對勞工施以從事工作所必要之安全衛生教育及預防災變訓練。

(二)訂定安全衛生工作守則，徵詢工會或全體勞工二分之一以上之同意，並檢附同意書報經檢查機構核可令勞工切實遵行。

(三)對於氧氣裝瓶作業，應詳細訂定操作要點及注意事項，使勞工遵行。

(四)應建立氧氣鋼瓶灌裝前之檢查制度，並指定專人負責。

(五)凡備充灌氧氣之鋼瓶，應先作餘氧檢驗，驗明瓶內所留氣體確係純淨氧氣，始得充灌。

(六)凡備充灌氧氣之鋼瓶如有以下各項情形之一不得充灌氧氣：

- 表面有腐蝕、裂紋、刻痕、修焊、改製或氧瓶閥螺紋磨損嚴重等，足以影響氧瓶本身之強度等。
- 曾裝有其他非氧氣之氣體者。
- 瓶形或瓶身外形尺度特異者。
- 安全解壓裝置所採用之易破膜片之材料及衝破壓力未加規定者。
- 有耐壓檢查不合格之可據標記者。
- 瓶上無任何可據之標記或鋼字模糊不清者。

(七)氧瓶之水壓試驗期限，不分新舊品，至少或隔三年作一次水壓試驗。氧瓶製造廠年數超過二十年者及氧瓶出廠年數無法稽考者，每年作水壓試驗一次。

(八)氧瓶閥應附有安全閥設備，其跳開壓力應為水壓試驗壓力之 0.8 倍，或裝易破膜片，在相當上述壓力時易於破裂。

(九)氧氣瓶內外部、閥、氧氣壓力調整器以及輸氧配管與開關工具接頭處，不得沾染油污、雜質如油質、油脂、電石或其他具有危險物質。

(十)充填室之周圍，應有厚度 12cm 以上鋼筋混凝土牆壁，該壁之高度不得低於 2.5 公尺。

(十一)應規定非工作人員不得進入氧氣瓶裝瓶部。

(三)勞工保險投保等級，應與每月實際所得相符，如未按規定投保而於勞工發生災害時，勞保給付差額應由廠方予以補償之。

(三)氧氣裝瓶部之電氣設備，應改設防爆型。

(四)對於高壓氣體容器，不論裝盛或空容器應規定使用上注意下列各項：

- 確知容器之用途無誤者，方得使用。
- 高壓氣體容器應標明所裝氣體之品名，不得任意灌裝或轉裝。
- 容器應妥善管理、整理。

第五章 固定式起重機之安全管理

現代製造、運轉工作皆趨向大量高速處理，大型產品快速增加，端賴起重機械設備的廣泛使用，提供產品運搬、堆疊上省時省力的方便，但也導致職業災害，常有墜落、感電、被夾、被壓、擦傷之事故發生。

環視國內起重機的使用，往往因陋就簡；其設備、管理有待改進之處甚多，而國內中小型企業型態約佔全部企業的四分之三，常因財力不足或人力缺乏而無法有效的改善職業災害，事實上事故的發生不會因企業規模較小而減少，會因不思改善而更易發生。以九十年度中部所發生 102 件重大職災案件中，勞工人數在 29 人以下小型企業就發生 75 件，佔 72.55% 為最多，固定式起重機 2509 座有 252 座新設，比例頗高。

5.1 使用概況

根據勞委會發布之「起重升降機具安全規則」所稱固定式起重機定義：係指在特定場所使用動力將貨物吊升並將其作水平搬運為目的之機械裝置。所使用動力不包括人力在內，廣被採用的以電力及油壓力為主。將貨物吊升並將其水平搬運為目的的這種機械裝置，它可以節省人力搬運，相當重量物品，在搬運方式上除了基本的捲揚垂直動作外，如簡易的電纜吊車(Telpher)還可作水平方向二次元運動者，以及如架空式起重機(over head travelling crane)又稱天車，有主桁樑(girder)可在軌道上作前後直行，並有吊車(Hoist)裝於桁樑軌道上可作左右橫行；完全與荷重同步作直行，橫行移動的三次元運動的不同類型，也都可達到吊運的工作目的。

5.2 安全管理

「起重升降機具安全規則」係針對固定式起重機等為規範事項，其中將起重機分為大型及中型。

- 1.大型固定式起重機指吊升荷重三公噸以上固定式起重機或 1 公噸以上斯達卡式起重機需受政府列管檢查。
- 2.中型固定式起重機指吊升荷重在 0.5 公噸以上，未滿三公噸之固定式起

重機或未滿一公噸之斯達卡式起重機，只要雇主於設置完成時自行實施荷重試驗及安定性試驗，確認合格後方得使用

依據「危險性機械及設備安全檢查規則」第三條規定危險性機械：

機械種類	適用對象（容量範圍）
固定式起重機	吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機或一公噸以上之斯達卡式起重機。

固定式起重機屬於危險性機械，其設置使用與維護保護，稍有不慎，即易造成災害，而實施嚴密之安全檢查，才是預防災害最好的方法。我們經常可以聽到「雇主對於起重機非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用，其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。」幾乎是耳熟能詳。政府為了達到保護勞工並使企業能夠永續經營的目的，制定了專門法令來規範起重機械。

起重升降機具安全規則係依勞工安全衛生法第五條規定訂定，前於六十四年二月十八日發布，並於六十五年四月二十二日、七十九年三月七日、八十五年四月十七日，歷經三次修正，迄今該規則已有數十年歷史，經歷多次修正，內容更臻完善，為起重機具安全事項之主要法令依據。

由於本規則係以起重升降機具之使用安全為要主內容，故有關起重升降機具之安全檢查事項，應依照「危險性機械及設備安全檢查規則」規定辦理；有關自動檢查事項，則應依「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」相關規定；有關操作人員之訓練事項，則另依「勞工安全衛生教育訓練規則」相關規定，因此各該法規規定事項與本規則共同形成一嚴謹周延之起重升降機具之管理法令體系。

當起重機經檢查機構檢查合格，有效期間為二年，而後每二年定期檢查一次，以確保起重機之使用能符合安全條件。勞工安全衛生法經八十年五月十七日修正公布，對起重機不按規定申請檢查合格，而逕行使用者，要處新台幣三萬元以上十五萬元以下罰鍰，如造成死亡等職業災害後，可處三年以上有期徒刑、拘役、科或併科新台幣十五萬元以下罰金處分，主要目的在要求雇主能盡保障勞工安全之責任，在經營事業之同時，注入「安

全第一」之觀念與作為，同時符合世界潮流的趨勢。

一、危險性機械之檢查及程序

危險性機械，依法非經檢查機構檢查合格不得使用。製造或修改前應經型式檢查合格再辦其他各項檢查，其檢查分為竣工檢查、使用檢查及定期檢查、變更檢查、重新檢查、假荷重試驗。

- (一)竣工檢查：固定式起重機經設置完成時再向檢查機構申請竣工檢查，經檢查合格者發給合格證，有效期限為二年。
- (二)定期檢查：固定式起重機檢查合格證有效期限屆滿前，應向檢查機構（目前為代行檢查機構）申請定期檢查，經定期檢查合格者，應延長其檢查合格證有效期限，此項延長每次以二年為限。
- (三)重新檢查：固定式起重機，雇主擬暫停使用時，如暫停使用期間超過檢查合格證有效期限一年以上者，如擬再使用時應填具重新檢查申請書，向檢查機構申請檢查。經重新檢查合格者再重新發給檢查合格證，其檢查程序比照竣工檢查及使用檢查。
- (四)變更檢查：固定式起重機如有下列各項變更時應向檢查機構申請變更檢查或備查，檢查結果應在合格證上記載變更部分及檢查日期。
- (五)假荷重試驗：固定式起重機因設置地點偏僻等原因，委託製造人於製造後在製造廠申請檢查機構實施假荷重試驗取得證明，免除竣工檢查時之試驗。

表 5.1 危險性機械申請檢查作業

申請檢查項目	應 檢 附 文 件	核 發 文 件
1.型式檢查	1.型式檢查申請書 2.危險機械型式、強度計算基準及組配圖 3.製造過程之必要檢驗設備概要 4.主任設計者學經歷概要 5.施工負責人學經歷概要	1.製造設施型式檢查合格證明 2.檢附文件中 4.5.二項變更時應報備

2.竣工檢查（固定式起重機、人字臂起重桿、升降機、營建用提升機）	1.竣工（使用）檢查申請書 2.製造設備型式檢查合格證明（外國進口者，檢附品管等相關文件） 3.設置場所平面圖及基礎概要 4.機械明細表 5.強度計算基準及組配圖 6.事業單位設立許可或登記證件影本（但依規定無需設立許可登記者，得免檢附）	1.竣工檢查結果報告表 2.檢查合格證（有效期限最長為二年，但升降機及營建用提升機、吊籠最長為一年）
3.定期檢查	1.定期檢查申請書（合格證有效期限屆滿前一個月申請）	1.定期檢查結果報告表 2.原合格證上簽署延長使用有效期限
4.變更檢查	1.變更檢查申請書（變更桁架、伸臂腳、塔等構造部分）	1.原合格證上記載檢查日期變更部分及檢查結果
5.重新檢查	1.重新檢查申請書（合格證有效期限超過一年以上者）	1.原合格證上記載檢查日期檢查結果及使用有效期限

表 5.2 變更備查及變更檢查範圍

機械別 檢查別	固 定 式 起 重 機
1.變更備查	1.原動機 2.吊升結構 3.鋼索或吊鏈 4.吊鉤、抓斗等吊具 5.制動裝置
2.變更檢查	桁架、伸臂、腳、塔等構造部分
備 註	如擬變更吊升荷重為未滿三公噸者（斯達卡式起重機為未滿一公噸者），應報請檢查機構認定後，註銷其檢查合格證。

(六)起重機之安全設施

1. 走行起重機與建築物等之間隔：設置於建築物內之走行固定式起重機（不具有起重機桁架及未於起重機桁架上設置人行道者除外），其最高部（集電裝置除外）與建築物水平支撐、樑、橫樑、配管、其他起重機或其他設備之置於該走行起重機上方者，其間隔應在 0.4 公尺以上。其桁架之人行道與建築物之水平支撐、樑、橫樑、配管、其他起重機或其他設備之置於該人行道之上方者，其間隔應在 1.8 公尺以上。
2. 起重機與建築物等間設置之人行道：走行固定式起重機或旋轉固定式起重機與建築物間設置之人行道寬度應在 0.6 公尺以上。但該人行道與建築物支柱接觸之部分寬度應為 0.4 公尺以上。
3. 駕駛室等與人行道之間隔：固定式起重機之駕駛室（台）之端邊與通往該駕駛室（台）之人行道端邊，或起重機桁架之人行道端邊與通往該人行道之端邊之間隔，應在 0.3 公尺以下。但勞工無墜落之虞者，不在此限。
4. 過捲預防裝置之調整：調整固定式起重機之過捲預防裝置，應使吊鉤、抓斗等吊具或該吊具之捲揚用槽輪之上方與捲胴、槽輪、吊運桁架等（傾斜伸臂除外）之下方間隔保持 0.25 公尺以上。但直動式過捲預防裝置為 0.005 公尺以上。
5. 安全閥之調整：使用液壓為動力之固定式起重機，應裝置防止該液壓過度升高用之安全閥，此安全閥應調整在定荷重（伸臂起重機為額定荷重之最大值）下之壓力即能作用。但實施荷重試驗、安定性試驗時，不在此限。

吊升裝置、伸臂之起伏裝置及伸縮裝置，其動力為水壓或油壓之起重，該起重機之安全閥之吹出壓力應調整在上述規定值。
6. 過負荷之限制：固定式起重機之使用，應不得超過額定荷重。但在不得已情形下，得事先實施荷重試驗，指定作業指揮人員，報檢查機構核准後放寬之。

原則上，固定式起重機禁止過負荷操作，但特殊情況，有顯著

困難時非超過額定荷重不可，別無他法，且屬臨時性質，如水力發電所吊升轉子、壓延工場吊升機座等，其吊升之荷重重量、吊升方法等明確，得事先實施荷重試驗，確認該起重機之構造部分、機械部分、電氣部分、鋼索及吊具等檢點，均無異常時，指定作業指揮者，直接指揮作業下，向檢查機構提出報備，方可例外。

- 7.傾斜角之限制：伸臂起重機之使用，伸臂之傾斜角應不得超過該起重機明細表內記載之範圍。吊升荷重未滿3公噸者，以製造者指定之伸臂斜角為準。
- 8.搭乘之限制：固定式起重機之使用，應不得乘載或吊升勞工從事作業。但在不得已情形下，具有人員專用乘坐廂及圍欄，佩戴安全索或安全帶等上方之燈泡，牆面局部之塗裝、補修、檢點等臨時小規模、短期間之作業。鋼船修理之外皮塗裝或補修作業，超高煙囪或建構豎坑之必要升降等，確無其他代替方法等作業，必須有專用之乘載設備（搬器、作業台等），其構造及材料適應之最大積載荷重，應明確表示。鋼索安全係數在10以上；高度90CM以上之扶手，使用材料無影響構造強度之損傷、變形腐蝕等。並足以防止墜落之設施者，不在此限。
- 9.立入禁止：固定式起重機作業時，應禁止人員進入吊舉物之下方。如為鋼索固定式起重機時，為防止各鋼索之震脫、槽輪或其他安裝部分之飛落，並應禁止人員進入有發生危害之虞之鋼索內角側。
- 10.暴風時逸走之防止：設置於屋外之走行起重機，如瞬間風速有超過每秒三十公尺之虞時，應使防止逸走裝置作用。
- 11.修理作業：從事檢修、調整時，應指定作業監督人員，從事監督指揮工作。但無虞危險或採其他安全措施，確無危險之虞者，不在此限。
- 12.自運轉位置脫離之禁止：操作人員不得擅離業經吊有貨物之操作位置。
- 13.組立及解體作業：組配、拆卸時，應選用適當人員擔任，作業區內禁止無關人員進入，必要時並設置警告標示
- 14.強風時之作業中止：因強風、大雨等惡劣氣候下，致作業有危險之

虞時，應禁止工作。

二、使用事業單位檢查內容

三公噸以下中型固定式起重機；雖不需如大型起重機要經檢查機構檢查合格才能使用，但也要依行政院勞工委員會訂定「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」要求雇主實施自動檢查及荷重試驗。

使用危險性機械必須經常維持正常機能與安全，對於起重機自不論大小，除法令規定檢查外，都需依勞工安全衛生法第十四條規定雇主應訂自動檢查計畫實施檢查，同時「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」及「起重升降機具安全規則」亦訂有每日作業前檢查、每月檢查、每年檢查，其特性為雇主須實施自動檢查。

有關固定式架空起重機自動檢查方法僅是原則上規定。為落實自動檢查項目內容（如表三），訂定固定式起重機自動檢查表〔如附錄四之表（一）至表（三）〕供事業單位參考。

自動檢查之目的，實在不僅限於減少職業災害，保障勞工安全，藉著自動檢查尚可改善勞工工作方法，改進生產作業程序，建立保養檢修制度，延長機具使用年限，發揮降低成本及提高生產力的效益。

表 5.3 固定式起重機自動檢查內容

項次	種 類	自動檢查項目（現行）	自 動 檢 查 表
1.	每日作業前檢點 （規則第 43 條） （辦法第 48 條）	1.過捲預防裝置、制動器、離合器及控制裝置性能 2.直行軌上及吊運車橫行之導軌狀況 3.鋼索運行狀況	固定式架空起重機 每日作業前自動檢 查表
2.	每月檢查 （規則第 42 條） （辦法第 29 條）	1.過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異狀 2.鋼索及吊鏈有無損傷 3.吊鉤、抓斗等吊具有無損傷 4.配線、集電裝置、配電盤、開關及控制裝置有無異狀	附錄四之（三）、固 定式架空起重機用 例自動檢查表

3.	年度檢查 (規則第 39 條) (辦法第 19 條)	1.構造(結構)檢查 2.性能檢查 3.荷重試驗 (相當於額定荷重之荷物)	附錄四之(一)、固定式架空起重機年度自動檢查表
----	----------------------------------	--	-------------------------

備註：1.上列自動檢查表要保存三年。

2.規則指「起重升降機具安全規則」。

3.辦法指「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」。

三、起重機有關吊具

吊掛器具為起重機作業不可或缺的工具，為配合確實有效的將荷重物搬移，常會使用鋼絲索(鋼纜)、吊索、吊鏈或吊鉤及其他視荷重性質、型態、重量、選用特別性的補助吊具。依勞工安全衛生設施規則第 97 條規定：雇主對於各起重、升降機具所使用吊鉤或鉤環及附屬零件，其斷裂荷重與所承受最大荷重比之安全係數應在 4 倍以上(但起重升降機具另有規定者，不在此限)。以下針對各項加以重點說明。

(一)鋼絲索(Wire rope)

一般稱作鋼纜，是將鋼線原料依 CNS941 之規定，選用 CNS 3696 之高碳鋼線料又稱素線，用旋撚方法將七～數十條素線絞繞成單股，集合數股配上纖維材料撚成鋼絲索，其心材亦有同為鋼絲股者，但柔性較差，通常使用平衡性最佳之六股鋼纜。

為了確保鋼纜在使用時之安全性及經濟性，鋼纜必須在適當安全負載範圍內運轉，要從眾多種類、構造當中選擇最適合使用目的之鋼纜，是一件極重要的工作，為此我們應從鋼纜本身的特性與設備及安裝之條件二方面來加以考慮。

1.鋼纜本身之特性須考慮在下列情況時不得作為起重機具之吊掛用具：

- (1)鋼索一撚間有百分之十以上素線截斷者。
- (2)直徑減少達公稱直徑百分之七以上者。
- (3)有顯著變形或腐蝕者。
- (4)已扭結者。

2.設備、安裝之條件方面

- (1)安全率(Factor of Safety)。
- (2)捲胴、滑輪、滾筒等之材質、尺寸、構造及配置。
- (3)負載承受方式及運轉速度（加速、減速等）。
- (4)工作條件及安裝場所之環境條件。
- (5)末端加工方法及緩衝、剎車、安全裝置。
- (6)鋼纜撚向捲胴底層之捲繞方向關係。

3.底捲

底捲就是當吊鉤下放至規程之最下部時，鋼索應還留有 2 卷在捲胴上之份量。其目的在減輕索拉力，在無底捲狀況時不可使用。

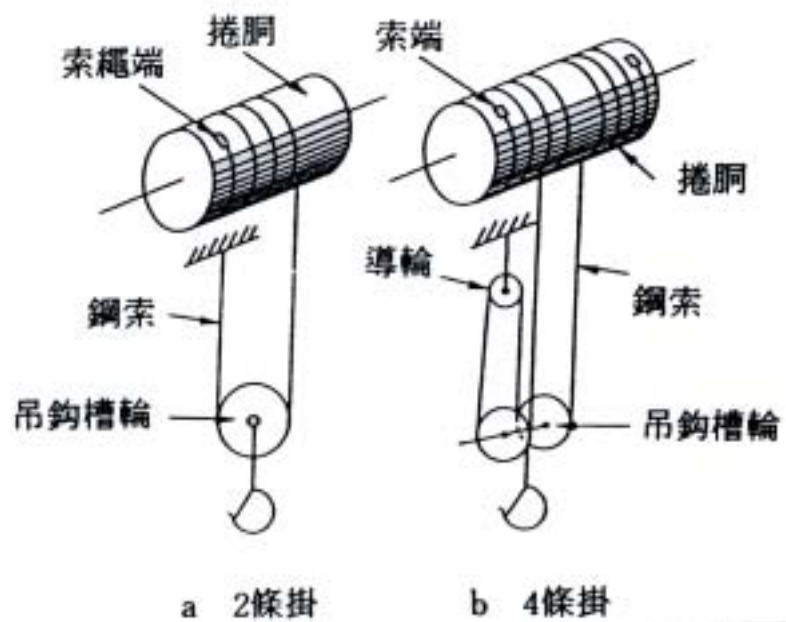


圖 5.1 鋼索之掛法

(二)吊鏈(Chain)

由鋼或合金鋼以電焊或鍛造方法，並經過處理而成，較鋼纜具可撓性，但耐震較差。

使用鏈條時在起吊前應注意不可有糾纏扭結的情形，要避免衝擊，不可以鉤尖吊物，亦不可把鏈條套掛在吊鉤上，以免鏈條受傷。

鏈條之伸長度(Elongation)要定期檢測，通常以 1 至 3 英呎或 5 個鏈環為基礎，比較使用後之鏈條與原先之長度，若其伸張長度超過 5%，則鐵鏈應予停用，測量伸長度時應特別注意鏈環套接處之磨耗，因鏈環間之磨損亦可使長度伸長。

吊鏈在下列情況時不得作為起重升降機具之吊掛用具：

- (1)延伸長度超過百分之五以上者。
- (2)斷面直徑減少百分之十以上者。
- (3)有龜裂者。

(三)吊鉤(Hook)

吊鉤是起重機、拉吊機、吊索等起重工具中，最脆弱的一部分，雖然不常破裂，但是很容易滑落物品而致危險。所以在材料選用上就有較嚴格的要求，通常要求磷含量要在 0.3% 以下，硫磺含量在 0.035% 以下之靜淨鋼，可參考 CNS 3828 機械構造用碳鋼鋼，CNS 4445 機械結構用錳鋼鋼及錳鉻鋼鋼料，CNS 3475 鉻鐵，CNS 3229 機械構造用鉻鉬鋼鋼料，及 CNS 3271 機械構造用鎳鉻鉬鋼鋼料等之規定。製造上採鍛造成形施以適當熱處理，至於軸柄部及環首部由鍛造成形或鍛造後經切削加工或塑性加工所形成。

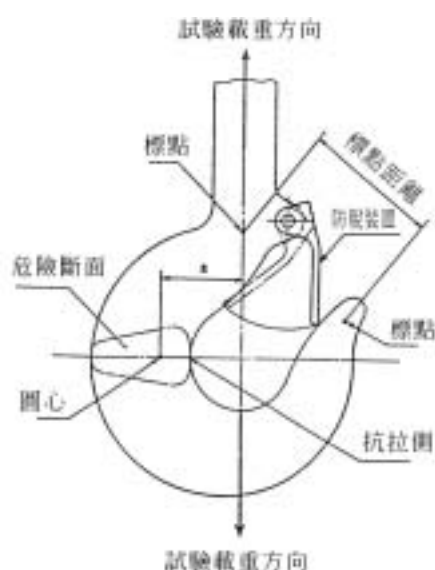


圖 5.2 吊鉤

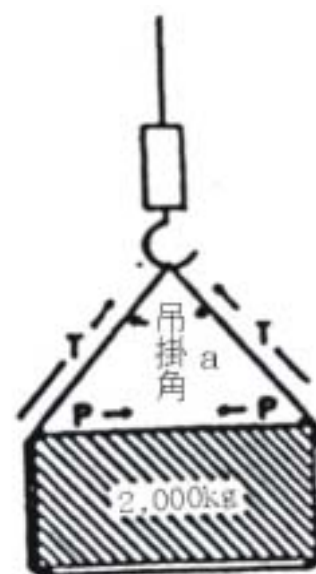
吊鉤在使用日久後難免會有一些狀況出現，當嚴重時就不得使用，通常出現如下列狀況，就算嚴重：

- 1.有龜裂者。
- 2.目視時可能變形者。
- 3.軸柄部之旋轉不圓滑者。
- 4.發現鉤口已變化（如永久變形）。
- 5.與吊具接觸部份磨損量超過製造廠之規定值，或者原尺寸之 5%。
- 6.環眼部分與其他吊具接觸已磨損變形。
- 7.軸柄部之螺絲帽已磨損者。
- 8.防滑舌片已失功能者。

5.3 潛在危害

起重機運作不是僅具起重機操作人員資格一人的作業，還須具有吊掛作業人員資格的合作，是專業人員的作業，是組合功能的共同作業。吊掛器具與吊掛方法決定了吊掛作業的安全與否，因此作業人員的觀念主導著作業的安全性。在吊掛器具的認知方面，普遍存有能用就可以的想法，依勞工安全衛生設施規則第九十七條對使用吊鉤或鉤環及附屬零件，其斷裂荷重與所受承之最大荷重比（安全係數）應在四倍以上。而吊具選用依作業狀態、荷重性質等需要，儘量使用專用吊具以符合安全要求。

吊掛人員對吊舉荷件，首先要確認重量，不可超過安全荷重。其次要找出重心位置，因為荷件的重心位置和吊索的吊掛方法是會影響吊升荷件的安全程度。所以要正確判斷，並儘量使重心低下，誘導吊鉤至重心的正上方，並試吊一下，保持重心勿偏斜。吊升荷件的重量和重心位置確認後，就要依其重量、形狀選擇適當安全的吊掛用具，而作業中最易疏忽的，乃吊掛作業角度（如圖一）所形成之張力(T)與水平方向壓縮力(P)的變化，也是起重機意外事故主要原因之一。



起重機之吊掛及保養工作，均屬於整體之作業影響安全及工作進度頗鉅，需利用各種工作情況作危險預測訓練，提高安全警覺，使其有觀察危險動作預測能力，得及時預防災害，為不可或缺之工作。有關吊掛起重作業之危險預測實例簡介於下：

(一)吊掛鋼索吊舉細長物

1.作業狀況：見圖 5.3

用一根鋼索，吊舉長尺度之鋼管，一手壓住吊物，另一手握於吊機操作開關操縱吊運工作。

2.潛在危害

- (1)地面未清潔整理，可能發生跌倒事故。
- (2)僅用一根鋼索吊舉，如失去平衡之時，鋼管便滑落撞傷手腳。
- (3)用手抓著吊物搬運，如吊物稍有振動，可能導致被夾災害。
- (4)未戴手套，其手可能將被鋼管割傷。
- (5)起重機掛鉤未裝安全栓，鋼索可能滑出鉤外。
- (6)安全帽無顎帶，跌倒時便即鬆脫，頭部易被打傷。

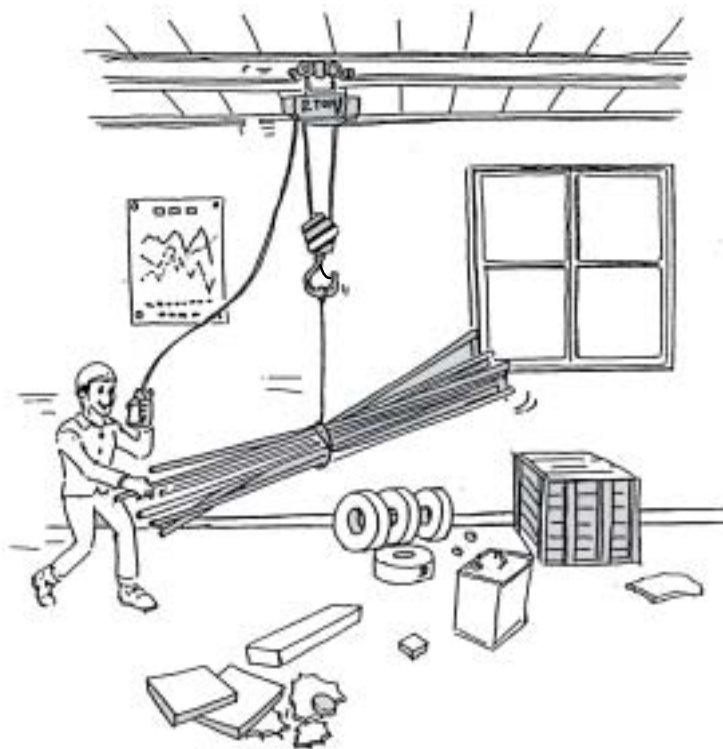


圖 5.3 注意吊舉細長物

(二)貨物吊下時指揮工作

1.作業狀況：見圖 5.4

(1)在吊物之正下方設置枕木及作吊下指揮工作。

(2)起重機操作人員，將吊物吊下。

2.潛在危害

(1)指揮者位於死角之處，操作員無法看到，終作隨便預估下吊，將導致指揮者手被壓傷。

(2)在吊物正下方指揮工作，如鋼索折斷吊物墜落時將被壓傷。

(3)吊物著地時在枕木與吊物間，手部易被壓傷。

(4)操作人員看不清指揮者動作而伸出頸部時，將從駕駛室墜落。

(5)未裝掛鉤安全栓，將導致鋼索脫鉤及吊物墜落之情事。

(6)地面之清潔整理工作欠佳，指揮者可能跌倒受傷。

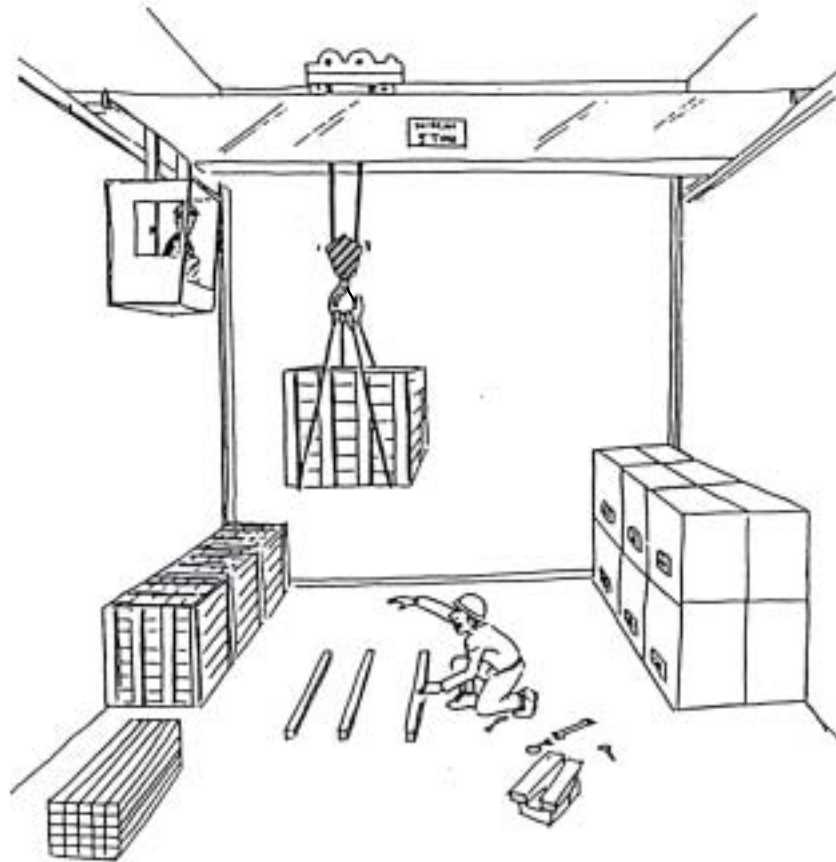


圖 5.4 注意指揮位置

(三)用手扶正吊下之貨物

1.作業狀況：見圖 5.5

- (1)對吊下中之貨物，張三李四兩者均用手推動扶正。
- (2)按照起重指揮者之信號，操作人員將吊物緩慢往下吊。

2.潛在危害

- (1)用手扶正吊物，手指可能被鋼索與貨物間壓傷之虞。
- (2)吊下中之貨物用手扶著，若鋼索折斷時，若不急於逃避，則張三、李四可能被壓肩之患。
- (3)由於背向指揮，操作人員不明實況，易導致急速吊下著地，張三及李四之手指可能亦被壓傷。
- (4)起重吊鉤未裝安全栓，當張三、李四推動吊物，如其鋼索脫鉤，於貨物墜落時，對其下之工作者將被壓傷。
- (5)張三、李四將因踩上地面之工具可能跌倒。
- (6)起重機操作員因過度伸出駕駛台，將造成墜落事故。
- (7)未設枕木，當勉強拉自吊掛鋼索時，手部將被鐵線插傷。
- (8)張三、李四均未戴手套，手部可能被鐵絲刮傷。
- (9)未佩戴安全帽顎帶，於跌倒鬆脫，將傷及頭部而擊傷。

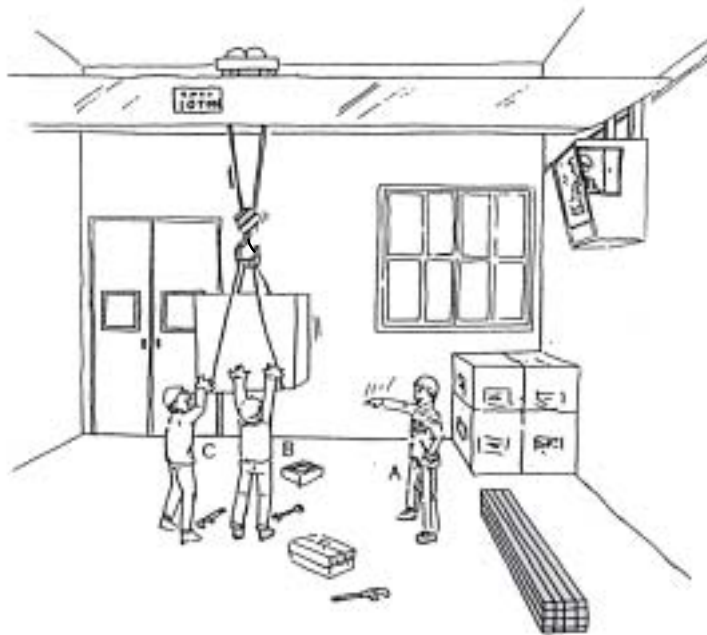


圖 5.5 不適當的吊下作業

(四)掛鉤之安置

1.作業狀況：見圖 5.6

(1)張三使用吊機將吊運之貨物吊下，抽出吊掛鋼索、掛鉤與吊機開關放置原狀。

(2)李四推動高堆貨物台車，於作業通路上推運。

2.潛在危害

(1)掛鉤與吊機開關，以低高度放置於通路正當中可能與李四所推動之台車相碰，車上物料將被碰倒。

(2)台車堆物料李四無法看到前方，貨物將碰上掛鉤，張三將被壓倒。

(3)背向通路作業中之張三，可能由李四所推台車碰倒。

(4)當張三抽出吊掛鋼索時，臉部將被掛鉤打傷。

(5)鋼索與貨物銳角因無保護墊物，搬運中鋼索可能有折斷之虞。

(6)李四視線因受高堆貨物所阻無法看到前方，於偏向之時，可能衝倒附近人員而受傷。

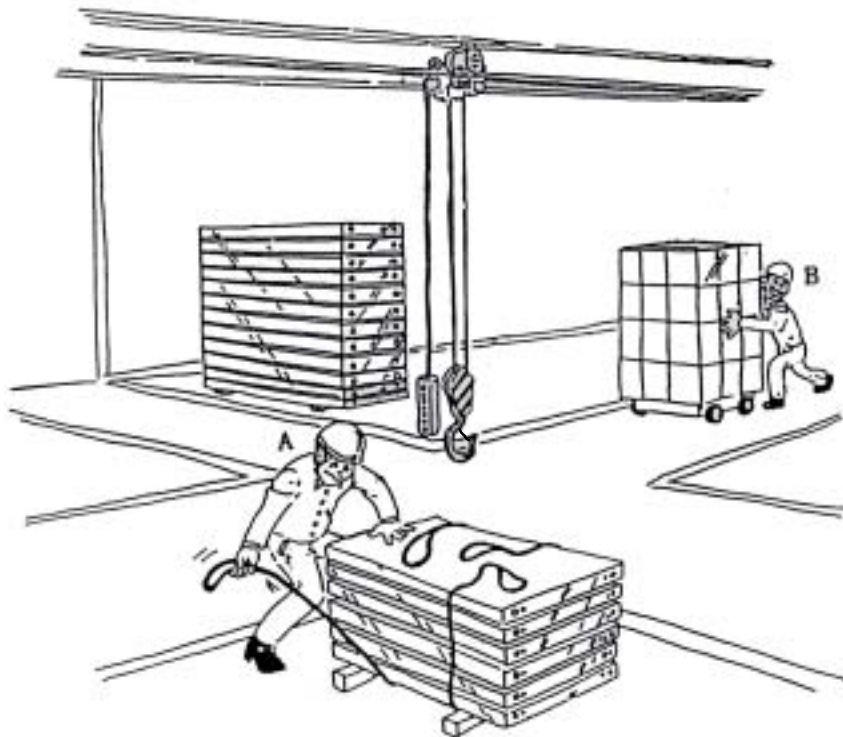


圖 5.6 注意吊掛位置

(五)工字鋼吊掛作業

1.作業狀況：見圖 5.7

張三在工字鋼上將吊掛鋼索掛於吊鉤上吊運。

2.潛在危害

- (1)張三在當踩工字鋼上進行吊掛時，由於工字鋼之翻倒，其腳將被夾傷。
- (2)吊升走行中，放在工字鋼上之扳手，將落下打傷工作人員。
- (3)工字鋼角部無保護墊物，可能引起鋼索折斷，導致吊物落下。
- (4)掛鉤未裝安全栓，當吊物放下時，將由於鋼索之出鉤，使工字鋼倒下碰傷作業員。
- (5)當吊升時重心不合，鋼索使向中心集中移動，工字鋼將滑落撞倒作業員。
- (6)吊裝中起重機操作員，由於捲揚工作之關係，將招致手指夾傷。
- (7)起重機操作員不顧在吊裝中移動起重機，掛鉤將碰傷頭部。
- (8)未佩戴安全帽顎帶，當跌倒時頭部將被碰傷。

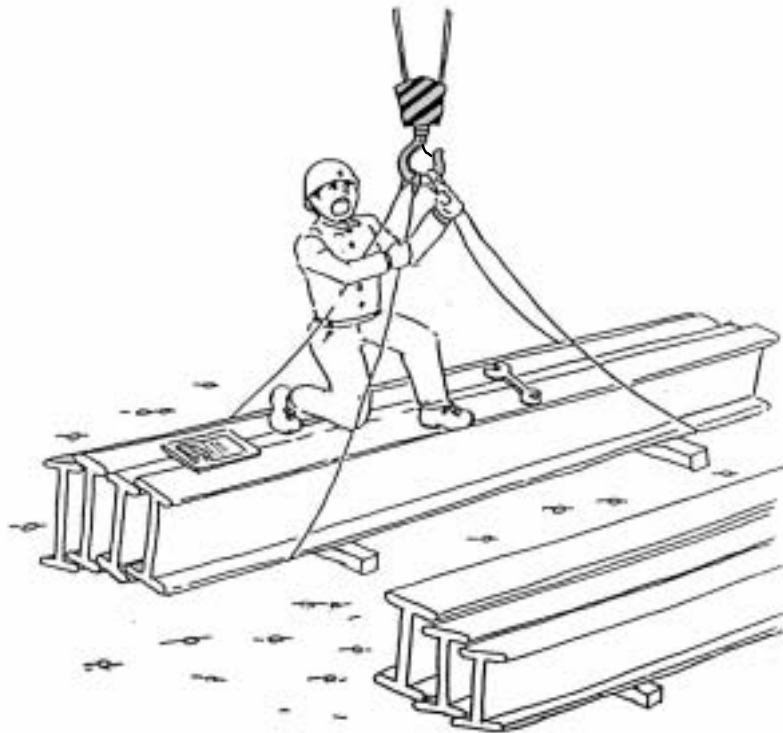


圖 5.7 小心工字鋼的吊掛

(六)在開口處吊裝貨物

1.作業狀況：見圖 5.8

從倉庫二樓開口處，使用吊機吊起貨物。

2.潛在危害

- (1)拆下安全圍鏈，試探倉口下方於操作起重機時易失去平衡墜落。
- (2)吊物碰於開口落下時，則其下方之工作人員將被壓傷。
- (3)防止墜落之鏈條折下後，人員被碰鏈引起墜落事故。
- (4)拆下鐵鏈置於地面，工作人員易滑倒導致墜落情事。
- (5)起重機掛鉤未裝設安全栓，於吊物碰上開口處時，由鋼索之脫落，吊物將掉下打傷人員。
- (6)鋼索折斷吊物落下打倒人員。
- (7)未佩戴安全帶當墜落時，頭部將受重傷。
- (8)當向下察看時，將發生眩暈墜落事故。

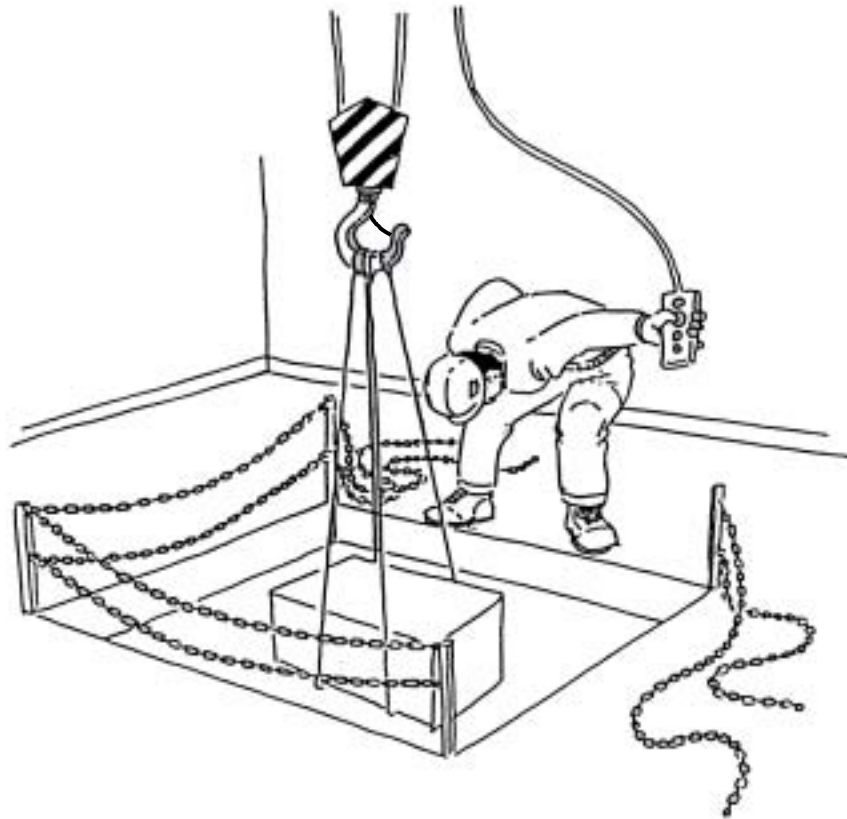


圖 5.8 注意開口處吊運

(七) 鋼瓶吊運工作

1. 作業狀況：見圖 5.9

A 員正用吊機吊運一乙炔氣鋼瓶時，向 B 員講話。

2. 潛在危害

- (1) 僅用一根吊撓鋼索，乙炔鋼瓶易於滑落，A 員之腳將被碰傷。
- (2) B 員向 A 員講話，當橫行之時，腳落溝內將導致跌倒事故。
- (3) 鋼瓶墜落時，由於閥之破損，瓦斯漏洩將導致跌倒事故。
- (4) 當 A 員跌倒之時，鬆開鋼瓶與吊機開關，而吊機尚在行走中，由於因亂走將碰倒他物。

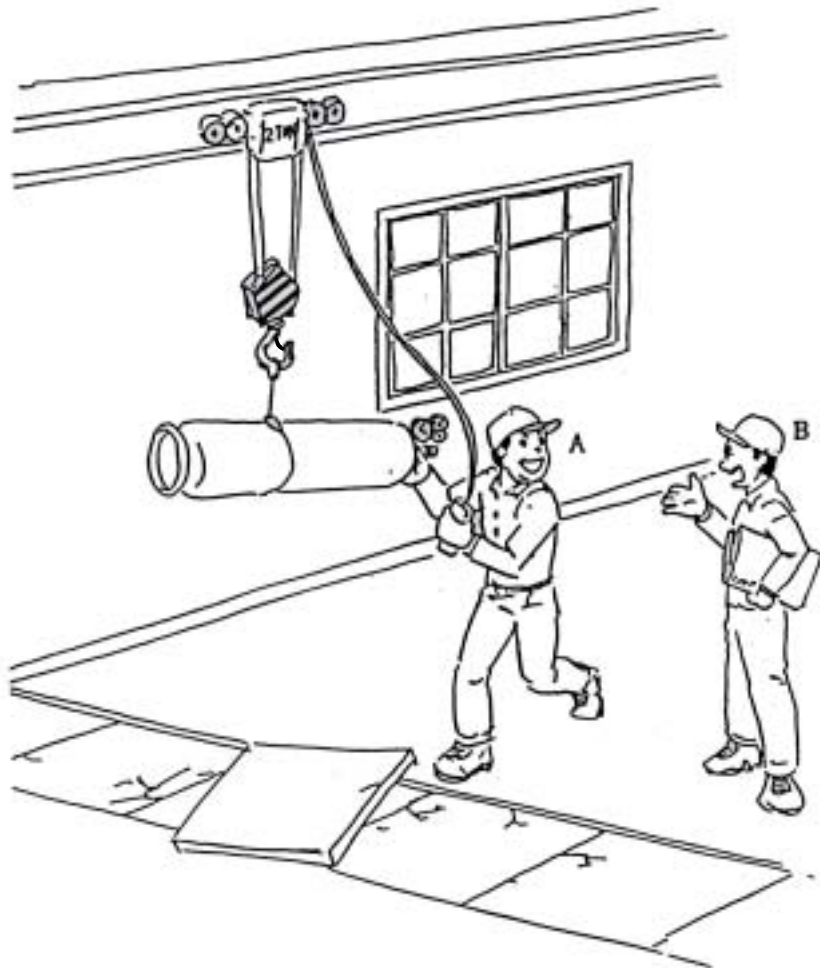


圖 5.9 注意鋼瓶吊運

5.4 常見缺失與改善對策

固定式起重機災害事故之原因，由於吊運荷物碰撞、夾擊及安全裝置失效使人員罹災設備毀損等情形，可以歸納為設計、製造、安裝、運轉及維護等之不良所引起，其防止對策如表 5.4：

表 5.4 缺失與改善對策

常 見 缺 失	改 善 對 策
(一)自動檢查不確實	(一)加強檢查方案 1.建立自動檢查技術資料 2.依訂定自動檢查基準建立檢查表
(二)作業人員危害風險	(二)加強運轉與維護 1.訂定按鈕式起重機作業規範 2.訂定吊掛作業規範

一、加強檢查

為確保起重機在有效期間之性能及安全操作，勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第十九條規定雇主對起重機應每年就其機械整體、定期實施檢查（含荷重試驗）一次（表 5.5）。又依同條雇主對起重機應每月就其過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器、鋼索、吊鉤、配線、集電裝置等之有無損傷、異常等及其他保持性能必要事項定期實施檢查一次。

表 5.5 固定式起重機自動檢查項目及檢查要點

檢 查 項 目	檢 查 要 點
直行軌道	有無龜裂、變形及緩衝裝置脫落。
鋼構造部分	構造物、桁架、橫行軌、吊運車等有無龜裂、損傷
直行機械裝置	電動機、軸聯器、制動器、齒輪、軸承等有無損傷、變形、磨耗。
橫行機械裝置	同上
捲揚機械裝置	電動機、軸聯器、制動器、齒輪、軸承、捲胴、槽輪、鋼索、吊鉤組等有無變形、裂痕、磨損。
潤滑裝置	有無損傷或洩漏。
電氣設備	電動機、配電盤、操控開關、電阻器、集電裝置、配線等有無破損、脫落等異常。
安全裝置	定位作動、無滑動、無損傷變形。
荷重試驗	吊升、直行、橫行試驗是否圓滑作動確實

(一)固定式起重機自動檢查技術之建立

使用危險性機械必須經常維持正常機能與安全，對於起重機自不論大小，除法令規定檢查外，都依勞工安全衛生法第十四條規定雇主應訂自動檢查計畫實施檢查，同時「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」及「起重升降機具安全規則」亦訂有每日作業前檢查、每月檢查、每年檢查、其特性為雇主須實施自動檢查。

自動檢查之目的，實在不僅限於減少職業災害，保障勞工安全，藉著自動檢查尚可改善勞工工作方法，改進生產作業程序，建立保養檢修制度，延長機具使用年限，發揮降低成本及提高生產力的效益。

為落實自動檢查，除了要建置檢查基準作為檢查依據外，實施檢查時當需建置檢查技術規範，以便落實檢查基準，是檢查人員不得不謹慎作業，提高檢查技術以有效發揮自動檢查的功能。

1.鋼構造部分（桁架與撓度測試）

(1)利用目視檢查是否有裂痕發生。如果用目視無法判定時，可用顏色浸透法來檢查。在各熔接處和安裝用螺栓孔的周圍比較容易產生裂痕，特別是桁架及鞍座的結合處，在鞍座處的車輪依靠部分、軌道下面凸緣、腹板的結合處和肋等處經常發現有裂痕。

(2)鋼構造部份平常就需充份的塗裝管理，以防止腐蝕現象的發生。如果有腐蝕現象發生時，應檢討使用狀態，同時與原製造廠商尋找解決方法。在這種情況下，使用限度大致為原板厚的 10%。

(3)桁架彎曲的測定方法有利用水平儀、鋼琴線、重錘等方法來測定。另，桁架的下垂（相反的拱起）等現象應避免發生，如發生後也應在對橫方向的移動沒有妨礙的情形下，其限度是間距的 $1/800$ （在無負荷狀態下，吊運車在桁架的中央。另外，如果開始使用後發生下垂現象時，一定要找出原因，並尋求補助的方法，確保安全。

桁架下垂的測定，可以張開鋼琴線或水平儀等方法來判別，在測定時吊運車應在桁架的中央位置，且是無負荷狀態下。

2.直行機械裝置

(1)原動機

- ①在檢查是否有裂縫發生時，先要將底座的四周清除乾淨，然後利用目視詳細的檢查。如果目視無法正確判定時，利用顏色浸透法來檢查。
- ②鎖緊用螺栓有鬆弛或脫落現象，會引起電動機異常振動。安裝處的螺栓需定期的再鎖緊。
- ③如果有鬆弛的螺栓，將其拔出後檢查是否有伸長或摩耗等現象，確定無此現象發生後，始可重新使用。

3.制動器（剎車器）

要判定剎車的動作是否有異常，需在無負荷狀態下作動。下表的例子是表示異常狀態，和它的原因及其對策。

(1)電磁剎車

制動是利用彈簧的力量，將電磁線圈的力量鬆弛來達到其目的。

將電動機回轉，同時使電磁線圈作動，將剎車鬆開。當電動機停止轉動，同時電磁線圈的力量也消失，於是靠制動彈簧的力量將電動機軸的剎車鼓鎖緊，達到剎車的目的。

(2)推入機構式剎車

推入機械式剎車是利用電動油壓式推入機構所產生的推入力來作動，屬於油壓式剎車。

將剎車鬆弛是利用推入機構的推入力，使制動彈簧的作用相反，將桿向上推來達到其目的。另外，當推入機構的推入力消失時，使桿落下，由制動彈簧的力量來鎖緊剎車。

(3)油壓式（圓盤）剎車（油壓制動）

剎車是由剎車部、油壓發生裝置、油供給處、圓盤、配管等所構成。一般，剎車都裝置在驅動電機的反負荷側，經腳踏運轉室內的主汽缸，利用油壓將剎車作動。

(4)剎車鼓和剎車圓盤的構造

因摩耗的影響，其使用限度如下表所示的範圍。

鼓	鼓的摩耗	輪緣(RIM)的摩耗限度為尺寸的 30%。
	表面條狀的傷痕	段差達到 1.5mm 時將其修正，或者更換新品。
	髮狀的摩耗	如有發生立即更換。
	內襯的摩耗	為原尺寸厚度的 50%，特別是在剎車的使用說明書內有記載達到 3mm 的場合時，必需要充份的調整。
圓盤 和 襯墊	圓盤的摩耗	圓盤的摩耗限度為原尺寸的 10%。
	表面條狀的傷痕	表面有傷痕發生要修正。
	襯墊的摩耗	襯墊可使用到厚度為 3mm，或者到原尺寸厚度的 70% 為止。

(5) 扭力調整機構

要確認在剎車狀態下制動彈簧的長度，是否與銘板或者使用說明書所記載的額定值相同。

如果與額定值不相同時，按照下列的要領來調整彈簧的長度。

- ①利用兩邊的制動扭力調整用螺帽，根據銘板或者使用說明書所載的尺寸來調整制動彈簧的長度。
- ②在此場合，兩邊的制動扭力調整用螺帽要設定相同的尺寸，同時要確認桿與彈簧阻擋器無接觸，始可將制動扭力調整用螺帽鎖緊。
- ③制動扭力根據制動彈簧的長度的變化而改變。換句話，制動彈簧的長度（L 尺寸）變長時，制動扭力就變小，L 尺寸變短時制動扭力就變大。

(6) 滾珠軸承的異常現象

軸承發生異常現象大都是燒著物附著、噪音、異常發熱、振動等。在這種場合時，要判斷其發生原因，並防止事故的再發生是非常的重要。狀況發生是由幾個原因重覆造成或由其它原因而誘發引起，所以異常發生是非常複雜的，因而沒有充份的知識與經驗是無法從根本上去判別發生的原因。因此將發生故障狀況敘述如後，以供參考。

①剝離

因為使用壽命屆期而發生的剝離現象是無法避免的，但早期的剝離的發生多是由於無法預期的異常荷重所造成。

圓筒滾子軸承裝置時，於軸心不一致時會發生邊緣負荷的現象。

另輻射狀球軸承，球面滾子軸承、圓錐滾子軸承等在軸上裝置 2 個時，與殼等相嵌入時有不合的狀況下，因軸的熱膨脹、或受到推力而無法逃避時，會受到過大的力作用而發生剝離現象。

②黏住

潤滑不良的保持器的袋處和滾子的轉動面等處因滑動摩擦而發生此種現象。這屬於燒著物附著的初期現象，油脂不足而發生此種現象很多，故必須特別注意。

③摩耗

軌道面、轉動體保持器因摩耗到不能使用的情形常發生，有些是因為硬度不夠，但大多是因為砂塵、鐵粉和其它的異物侵入，成為包覆劑，反而促進摩耗發生。

④裂痕

材料的缺陷，堅固物的嵌入，異常的衝擊荷重等因素會造成裂痕的發生。

⑤生鏽

大多是由於水的侵入而造成，由於潤滑劑不良造成生鏽現象也有發生。起初延伸餘裕不足也會造成平面腐蝕現象。

⑥壓痕

異物侵入在軌道面受到壓延，及受到球或滾子的衝擊，都會在軌道面上留有永久性的凹痕，另由於靜止中的振動等也會發生勃氏(BRINELL)狀的壓痕，這種現象多發生在輸送中。

⑦電蝕

當軸承有電流通過時，流過的電流和火花會造成無數的小孔，如電流過大也會引起相當大的凹孔。

⑧保持器的破損

大多數是由於潤滑劑的不足而引起摩耗破損。保持器的形狀、強度、材質等是否適合亦有必要充份檢討。

4.捲胴

鋼索固定捲胴方法有利用鋼索壓塊和螺栓或用壓塊鍵和栓入螺絲方法。鋼索捲胴摩耗限度熔接製造(以溝部為準)至索徑的 20% 為止，如為鑄鐵製至索徑的 25% 為止，其磨耗測定是作成模板來測定。

5.吊鉤

- (1)吊鉤裂縫的檢查有效方法是顏色浸透法或磁粉探傷法。
- (2)由於局部摩耗的影響，吊鉤的使用限度摩耗量為至原尺寸的 5% 為止。
- (3)吊鉤開口計測的方法如下：如有利用打印機刻印的吊鉤則測量刻印之間的距離，如沒有刻印的吊鉤，則測量吊鉤最小的距離，使用限度為原尺寸的 5% 為止。
- (4)吊鉤和螺帽的螺絲底部和十字頭部份等利用顏色浸透法或磁粉探傷法檢查傷痕是非常有效方法。
- (5)吊鉤表面硬化部份要特別注意是否有裂縫發生。
- (6)吊鉤螺帽的防止回轉器發生異常時，大多在吊鉤與物體相接觸時，因此在此時要特別詳細檢查，有異常發現時，要立既更換。
- (7)要特別注意鍵板和鍵板的阻擋螺栓的檢查。

6.潤滑裝置

- (1)滑脂供給有下列方法。
 - ①在適當時間，每一個給脂處利用人力方法供給。
 - ②將每個給脂處用管路插入連接，然後利用泵集中供脂。
 - ③將上述方法複合使用，將每個給脂處用管路插入連接，除了用泵供給外，還可油脂槍集中給脂到數個給脂處。
- (2)檢查給油狀態時，下列事項要特別注意。
 - ①除了要參照廠家使用說明書的規定外，並要配合起重機使用的

環境和作業的程序來決定油的種類，給油周期和給油量。

②確實的供給所需的油量。

③油的損失減少至最少。

滑動軸承，開放齒輪，鋼索等處的給油，即使是一次供給的油量很多，也會從摩擦面噴出，使油很容易損失。

在這種狀況下，為防止摩擦面缺油的情況，將一次供應油量減少，但增加供應次數，對減少油的損失是非常有效。

④詳細觀察給油狀態

利用分解修理的機會，觀察潤滑部份之摩擦面狀態（顏色和傷痕）在殘留的油中或從給油部分所留出的舊油中，用手指觸摸，看有否金屬粉或其它異物存在。

⑤確認油確實的輸送至每個給油處。

由於給油管的開孔或堵住、毀壞等原因影響到油無法傳送到所需要的地方。

直接從給油部分觀察，如將舊油擠出以確定新油確實供給。

另只由分配閥的指示棒的作動來判定時，會有錯誤發生。

⑥除止從給油處洩漏的廢油飛散

準備油盤接油外，並將飛散至機體處的油氣清除，因為在起重機的走道上等高處有廢油飛散時，很容易滑倒，造成傷害事故發生，或將地面上的成品污染。

7.電動機

一般所使用的電動機多是日本電機工業會規格 JEM-1202 低壓捲線型誘導電機，除了外形尺寸，主要規格外，其細部構造因製造廠家而有所不同，因而需按照使用說明書來使用，一般如下所述。

(1)線圈部份

絕緣電阻的值要以電氣設備技術基準內所規定的值為基準，另測定時要與控制盤切離溫度上昇值要依照 JIS，JEM 所規定的值，由於在定期檢查時無法瞭解溫度上昇值，故在平時要注意，利用手接觸，如果框的溫度很高時，必需要用溫度計來測量，另

也需檢查電流值與絕緣電阻。

(2)軸承

電動機所使用的滾珠軸承有二種型式，一種為使用護板，不需要給油，另一種為需要補給油，並且即使是同一製造廠商的製品，也因製造號碼，負荷側，反負荷側而有所不同，因此要遵照電動機的使用說明書來保養使用。

(3)滑環和碳刷

滑環的表面維持均一的光滑面是非常重要的，如有碳刷等形成的摩耗粉附著時，要用刷子或空氣清除。

碳刷的接觸壓力因製造廠家和材質的影響不盡相同。舉例說明，接觸壓力為 $200\sim 300\text{gf/cm}^2$ 時，與碳刷保持器之間的動作配合良好，並且保持與滑環的軸方向中心一致。

碳刷檢點後，需向前收藏。

碳刷更換時，需使用規定的備品，且要與環的曲率相配合，滑環和碳刷的摩耗限度需遵照製造廠家使用說明書的規定。一般來說，滑環為原來外徑的 5mm 程度，碳刷為原尺寸的 $\frac{1}{2}$ 程度。

(4)渦流剎車

交流誘導電動機利用渦流剎車控制速度變化，剎車經由軸連接器與電動機軸或其延長軸相接。

剎車是由固定勵磁線圈，回轉胴，軸及軸承所構成，並為電動機標準部品勵磁線圈通過直流電流使其磁化，並經由回轉胴的轉動而發生制動扭力來作動，但因為發生多量熱能的緣故，必須要充份的冷卻。

渦流剎車的安裝螺栓，安裝底座，軸連接器的檢查與電動機相同。因為裝置冷卻扇進行內部通風的緣故，因此通風孔和內部的清掃是必要的，清除最好是利用空氣。

絕緣電阻值用高阻計測量。

利用在胴處所發生的渦電流來剎車，此作用最主要是在低速下卷時使用，大約可以得到 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{5}$ 程度的低速，利用勵磁電流和

二次抵抗器的加減作動可以控制速度，要使速度變動率良好的話，勵磁電流必須自動控制方法。

因為制動扭力發生時有大量的熱產生，因此剎車的使用率 %ED 必需要注意，儘可能使控制時間變短。

8.集電裝置

- (1)如屬於樁環式時，要注意壓住裸硬銅線用的小螺絲有無鬆弛或脫落，浮動式的電線張力要能使集電子和接觸線的接觸保持良好，且不可從支持絕緣物（滾輪型）處脫落。
- (2)接觸軌道因具有充份剛性，對接觸不良、脫線、溫度變化等因素的影響很小，故十分有利，對於其安裝用螺栓，接續用金屬零件等要注意不可有鬆弛。
- (3)在下列各處考慮到接觸問題時，如走行軌道的側方安裝的接觸線與捲揚鋼索的接觸，天花板上安裝的接觸線和步行者的接觸，側方接觸和檢點者的接觸，裸接觸線的接觸等場合時，裝置感電防止棚及圍桿是有必要的。
- (4)絕緣接觸線是在導體上被覆絕緣物所組成的，故安全性很高，導體可分為接繞型和一體型。

接觸通過管是金屬管內裝置有絕緣物被覆的導體，在其內部經由接觸靴塊（集電子）的移動進行集電，故十分安全。

絕緣接觸線的絕緣物是從集電子（靴塊）處切削，其粉末易造成接觸不良的緣故，集電子能圓滑的作動是非常必要。

- (5)集電器是在樁處裝設有接觸線，其型式 PANTOGRAPH 型或 POLE 式，經由彈簧經常上下作動，因向檢點時要充份的注意檢查。

在集電子處有接觸輪和靴塊，因為接觸輪高速回轉的緣故，在銷(PIN)四週，檢點時注意其摩耗的狀況，靴塊的摩耗不只會在一處發生，因接觸線的張開要有點波浪，導線的使用限制是斷線數達到絲線數的 10% 為止。

- (6)電纜在起重機上，從安全面來考慮，吊運車的供電電纜多使用堅硬橡膠包覆電纜(CABTIRE CABLE)，在行走（電源）方面，也是

使用這種型式電纜，它的支持方法有回轉式和電纜乘載架式。

檢點和整備時必需用對電纜不會產生張力作用的張力用索。

電纜的支持滾輪，是高速回轉，故檢點整備時要充份注意。

堅硬橡膠包覆電纜安裝時必需要充份的捻在一起，另外檢點時要注意有無外部損傷。

起重機的配線是收藏在金屬管或金屬導管內，露出配線的情況也有，且多是使用電纜。

導管和管的電線出入口，需要有充份的被覆來保護，另導管的站立部份要有充份的支撐，變曲的部份要有充份的保護措施。

至於照明裝置必需在 70 米燭光(LUX)以上。

(7)電路的絕緣電阻的測定是使用 500 伏特的高阻計，在電路和地、電線相互間來測量，開關或者過電流繼電器處，電路能夠切斷區分的部份分別來測量，其電阻值參照「電氣設備技術基準」的規定。

9.衝撞防止裝置

(1)為防止並列的起重機互相碰撞發生危險所裝置的設備，起重機的速度很低的情況下多是在起重機的本體上裝設桿型極限開關，從機體突出，當機體互相碰撞前，會互相將極限開關切斷，使移動的起重機停止走動，以避免碰撞發生危險。

(2)在並列的起重機的一方，裝設有朝一定方向發射光或超音波的裝置，當互相接近時，經由設置於各起重機的受光器或受波器的感應，發出警報，同時使起重機停止移動，以避免碰撞發生危險。

10.防止逸走裝置

(1)在屋外所設置的起重機，為防止因暴風而逃跑的裝置大多在鞍部裝有錨，插入裝設在走行軌道上的金屬物以固定起重機，為了使此裝置在暴風時能確實的動作，在平常時就需要常常的檢點。另外如果本裝置與行走電動機的電源連鎖時，檢點確認功能是否正常。

(2)即使是設置於屋內的起重機和建築物一部份是開放的起重機也會發生逸走的現象。

特別是車輪軸承使用滾子軸承的情況下，因抵抗較小，且剎

車為腳踏式時，在停止時沒有制動作用的緣故，就要特別注意是否有逸走現象發生。

11.荷重試驗

(1)吊升試驗

①實施吊升能力試驗前，為了確保安全必須先在無負荷的情況下操作數次，試驗應以額定荷重來測試不可過負荷來操作。

②實施剎車能力試驗時，吊重額定荷重，以額定速度向下捲時，要停止 2 次以上，停止後保持 1 分鐘剎車狀態，以確定是否有剎車能力。

至於機械式剎車，要確定向下捲的定速性能和空中吊舉機能是否正常。另渦流剎車，推入的剎車，需在各個規定的切口處進行低速機能的確定。

③機械部份進行檢點時，在無負荷的情況下應同時確認過捲防止裝置的機能是否正常。

④鋼索的檢點，應檢查是否有斷線和它的安裝部份是否有損傷現象發生。

(2)直行橫行試驗

為了確保安全必須先在無負荷的情況下操作數回後，吊上額定荷重，以額定速度做兩次以上的行走和橫行移動，且同時檢查其剎車能力。

在負荷的情況下，進行剎車能力確認的場合時，要注意吊物的振動，以確保安全，在行走方向時以額定速度行走 10 米後將剎車作動，以確認是否能在所定的位置上停止，在橫行方向，在每個縱樑部位處，將剎車作動以確認吊運車是否能在所定的位置上停止。

機械部份進行檢點時，在無負荷的情況下應同時確認衝突防止裝置的機能。

檢查車輪的凸緣和踏面的接觸狀態。

(二)建立自動檢查基準及相關表格(請參考附錄四檢查表格訂定相關基準)

二、起重機之運轉與維護

固定式起重機是勞安法中危險性機械，雖起重機本身是比較穩固的機械組合，並設計多項安全措施以保障使用者；但對工作者而言，因其傳動方式與技術較為複雜，因此不論是操作或是保養對安全規定更應嚴格自我要求。

(一)按鈕式起重機作業規範

按鈕開關式起重機之作業，並不僅使用起重機之搬運作業為主體，大部分都是為了從事一項工作必須將物體略為移動，而暫時使用起重機。因此，操作人員還必須自己來做吊掛作業之工作，或者起重機操作人員兼做吊掛作業之協助人員，如此一來也有指揮命令不明確之情事。再者，操作開關持於手上，會靠近吊物做運轉工作，也容易發生災害。

按鈕操作起重機之運轉，注意如下：

- 1.無指揮信號人員時，操作人員必須要有吊掛作業之資格。
- 2.由指定之人員實施運轉，在不操作起重機者，應於不使用時將工作箱之鎖匙另作管理。

3.運轉開始前

- (1)被指定之操作人員，必須施行作業前之檢點。
- (2)應檢點安裝部之電線有無損傷及按鈕開關之作動狀況。
- (3)因為與吊物同時移動，所以對通行路線之決定，或移動範圍內足跡四周之安全均應確保。

4.運轉中

- (1)運轉中，如欲暫時中斷，施行吊掛作業時，應將持於手上之開關關斷，以防止按鈕碰觸地上物，引起運動，釀成災害。
- (2)對鋼索或吊物，不以手直接接觸施行作業，此即所謂「不碰觸吊掛作業」，此時，應使用適當之手鉤來替代人手。
- (3)確認起重機運轉方向與適當之開關後，方可按壓。
- (4)將按鈕開關斜拉使用時，如就此放手，可能因衝擊致開關切入而

起動，或導致開關箱破損。

(5)不可以在可能被吊物夾傷或翻倒之虞之位置，將吊物捲下。

(6)首先應確認搬運路線，以及操作人員能安全操作之空間。

(7)應離開荷物運轉，如必須推荷物運轉時，則應利用手鉤。

(8)絕對不可坐在吊物上面運轉。

(9)操作時應注意看前方，並跟著荷物後方或在側方位置，隨荷物走動。

(10)左顧右盼之操作，或走在吊物前面拉著運轉，絕對避免。

5.運轉終了時

(1)將吊運車停止於駕駛室附近指定之位置。

(2)直行停止位置應在梯道之處。

(3)吊鉤捲上至揚程上限位置附近。

(4)開放駕駛室內之電源開關。

(5)確認駕駛室內，或機體各部有無異常。

(6)取下名牌，整理整頓駕駛室。

(7)解除起重機主電源。

(8)作業完畢後向主管報告有無異狀情事。

(二)吊掛作業規範

吊掛作業開始作業，要按既訂之作業流程與方法進行。吊掛人員、操作人員與指揮人員更要密切溝通合作，依流程概述吊運要領如下：

1.荷件的重量

首先，吊舉的荷件重量應正確地知悉，有重量表示的物體並加以確認，沒有標明重量的物體，要儘可能判斷其重量。但是吊舉荷件的重量在很多場合下係用目測的，所以平常對於各種形狀及材料的重量應經常做目測練習以求熟練。起重機等各有一定的額定荷重，超過此額定荷重，不但招致起重機的損傷，而且會引起意想不到的事故，不可不加以注意。

(1)重量要正確地判斷，有疑問時向上級請示。

(2)平常要熟悉目測的運用。

(3)不可舉起超過額定荷重的荷件。

2.荷件的重心

吊舉荷件的形狀有長形、方形或其他組合形等各種各樣的形態。在這些不同形狀的荷件中，必須能看出其重心的位置。荷件的重心位置和吊掛索的吊掛方法是會影響吊舉荷件的安定程度。荷件吊舉時，要使它在安全的狀態下，必需要使它的重心在索與荷件接觸點垂直投影在水平面上的諸點所結成的圖形中。如重心在圖形之外，起吊時荷件便會翻倒，使得吊索因而脫落。此外，重心在圖形正中而吊鉤在重心的上方位置鬆脫並且起吊時會荷件旋轉而移動，所以誘導吊鉤至重心的正上方才吊舉荷件是很要緊的。

關於荷件的重心應注意下列事項：

- (1)正確地判斷荷件的重心。
- (2)儘量使重心低下而吊舉。
- (3)誘導吊鉤至重心的正上方。
- (4)重偏在荷件的上方或前後左右的時候，應特別注意吊舉時產生的傾斜。

3.吊掛的方法

吊舉荷件的重量和重心的位置知道後，就要依其重量、形狀選擇最適當安全的吊掛用具。由於使用任意的用具或錯誤的用具，因而導致荷件掉落產生意想不到的事故之例子非常的多。

常常吊舉一定荷件的吊掛作業的場合，應儘可能準備專用的吊掛用具，依作業形態使用一定的用具。

一般的吊掛作業，使用吊索等吊掛時，要充分考慮荷件重心的位置，吊舉角度等。

(1)吊舉角度對吊掛的影響

荷件吊舉時，吊索對吊鉤所張的角度稱為索角。吊舉同重量的荷件時，加於吊索上的力（張力），依吊索角大小而變，吊索角度愈大，吊索的張力也愈大，水平方向所產生的力也愈大，此力對於吊舉荷件有壓縮的作用，並將吊索往內拉。

(2)吊索角大小和張力

如前所述，吊索角愈大，加於吊索上的力也愈大。

吊舉角度	張 力	壓 縮 力
0 度	1.00 倍	0 倍
30	1.04	0.27
60	1.16	0.58
90	1.41	1.00
120	2.00	1.73

(3)吊掛用鋼絲索的大小和安全荷重

鋼絲索的大小，應注意依照物品的重量，物品上的吊索角和索的數目而有不同。斷裂荷重若除以安全係數即得安全荷重，亦即為一條鋼索所能承受的最大重。

4.荷重吊運要領

荷件掛上吊索準備起吊時，應靜靜地緩緩捲上，並注意下列事項。

- (1)吊索是否在吊鉤中心（索掛於吊鉤前端會產生脫落或使吊鉤變形）。
- (2)吊索所受的張力是否均等。
- (3)整塊是否正確地放置，是否會在中途掉落。
- (4)環首螺栓、馬鞍環等裝置狀態是否良好。
- (5)吊索是否有鬆脫的可能。
- (6)荷件是否水平。
- (7)荷件是否有振動的可能。

5.運搬路線

荷件運搬時，為了要安全、有效率地把荷件運到目的地，對於路徑不可不預先予以充分的考慮。

- (1)吊運荷件的高度，原則上要比人的高度還高，大約保持離地板上 2 公尺。
- (2)吊運行走時是否會撞到障礙物，並確認路徑附近沒有作業者或行

人。

(3)誘導時應以規定的信號向起重機操作員指出方向，先誘導後再進行作業。

(4)吊舉件下方不准人員進入。

(5)不准選擇經過人們頭上的運搬路徑。

(6)吊舉件上面不可載人。

6.荷件放置和堆疊

吊起荷件將其運搬後再做正確地放置，對吊掛作業者來講是很要緊的事情。錯誤的堆積方法和雜亂放置不但為災害發的原因亦使工廠的作業效果大大的減低，所以吊運荷件放置的時候必需注意下列事項：

(1)為使以後的作業容易放置枕塊等，吊掛用的吊索可依環境以容易取出使用的狀態下放置。如果堆疊不當對以後作業需要二次或三次的重複放置，這樣的放置在安全上來說會增多以後的作業災害，便不算妥當。

(2)常常考慮如何整理整頓的問題。材料或製品雜亂地堆積一起，突起於通路不但妨礙安全的通行導致危險，而且增加工作場所的無效率。

(3)常常穩定地放置著，注意不要有溜滑、傾斜的現象。小的物品上不要堆放大物品，不要堆太高，也不要沒有考慮重心便堆疊，如此才能使荷件處於安穩的狀態。堆積荷件場所，不要讓荷件因動搖或振動而散開，可於其空隙中填塞物品，並依物品形狀做十字形的重疊放置。

(4)欲取出下層堆積的物品必需先將上面物品除掉後再行取出。

(5)備用品，工具類等物可依其使用率的高低加以區分放置。

7.指揮

指揮的方式有用手、旗或哨音（可補以手或旗併用指揮）等多種。指揮時需用大的動作，簡單明瞭而有節奏地進行。尤其重要的，指揮者，操作者要熟練指揮信號，不能做出猶豫的動作，並且要知

道緊急應變的安全動作。

起重機指揮注意事項如下：

- (1)指揮動作由指定的一人來做。
- (2)指揮者應熟習指揮動作、吊掛作業、起重機的額定荷重，動作範圍，運轉性能等事項。
- (3)指揮者要位於操作者容易看見，能知道作業狀況且安全的場所。
- (4)常用所定的指揮方法明確的指揮操作者。
- (5)牢記起重機和吊具的負荷能力，努力練習目測吊舉荷件的重量不要有誤。
- (6)荷件要垂直地往上吊，不可斜吊。(要將吊鉤誘導至荷件重心的正上方)
- (7)確認荷件安全地吊掛好，再做捲上之指揮動作。
- (8)吊上時，確認鋼索吊掛安全無誤再行上捲，不可衝動地吊上。
- (9)荷件吊下靠近地面時應先減速停止，確認可以安全著地後再行放下。

8.電氣安全

固定式起重機的動力來源以使用電動機最為普遍，以現在配電方式，一旦變壓器發生故障，高壓電就有侵入低壓電的危險，故在變壓器之低壓側之中性線予以接地，使中性線與大地同電位。雖然電氣回路都有好的絕緣，避免電流洩漏，但若 EP 絕緣劣化，電流從變壓器之低壓側，由接地線流入，亦形成了漏電回路。為保護設備及人員安全，無論高低壓用電設備非帶電金屬部份均應接地，使漏電電流流入大地，抑低金屬部分對地電壓，並可使接地保護設施作動隔離電源。

人體感電會因低電壓發生不隨電流引起呼吸障礙而死，或更增加電流而威脅心臟之脈動，使心臟發生痙攣停止血液之循環，造成心室微動而死亡。如由高電壓拉觸，會因電弧熱與電流通過之焦耳熱而引致火傷。電氣火傷會破壞人體細胞，又可深入皮膚內部，與一般火傷不同，故危險性極高，不得不特別注意以保護起重機操作

安全。

5.5 災害案例

起重機所發生之事故，常見者有下列幾種現象：(1)掉落(2)擠壓(3)墜落(4)翻倒(5)感電，分述如下：

(1)掉落：係指在起重的過程中，因人為疏忽導致荷物脫落，此乃最常見的現象，不可不慎。而造成荷物掉落之原因有：

①鋼索斷索：有捲揚用鋼索斷裂及吊掛用鋼索斷裂，其中以吊掛用鋼索因多疏於檢查，未慎選適當索徑及吊掛方法不當而引起事故居多。

②吊掛用鋼索自吊鉤等脫離：此多因吊鉤等未裝防脫裝置或已失效而導致吊物脫落。

③吊物自吊掛用鋼索脫離：此乃未確認重心位置或吊掛用鋼索是否繫妥，而導致吊物脫落。

④吊鉤等之破損：此乃吊鉤疏於檢查或吊物超重已非吊鉤等所能承受而致斷裂或變形。

⑤其他：如使用不當之吊具，或不當的吊掛法，致荷物掉落。

(2)擠壓：有受吊荷等與地面上物體、吊荷之翻倒、地面上物體的翻倒及與機體接觸等所產生的擠壓，而致人員的傷亡。

(3)墜落：此多由於機具維修保養時，因設備不良（如未設攀登梯、階梯、欄杆、護欄、檢點平台等）或未使用安全防護具，不慎自機體、或作業處墜落。

(4)構造部份的折損、翻倒：此多發生於營建用的升降機伸臂起重機，於升高過程中，疏於檢點或過負荷使用致使結構發生倒塌。

(5)感電：於起重機做維修保養時，維修人員因誤觸高壓裸銅線而發生意外居多。

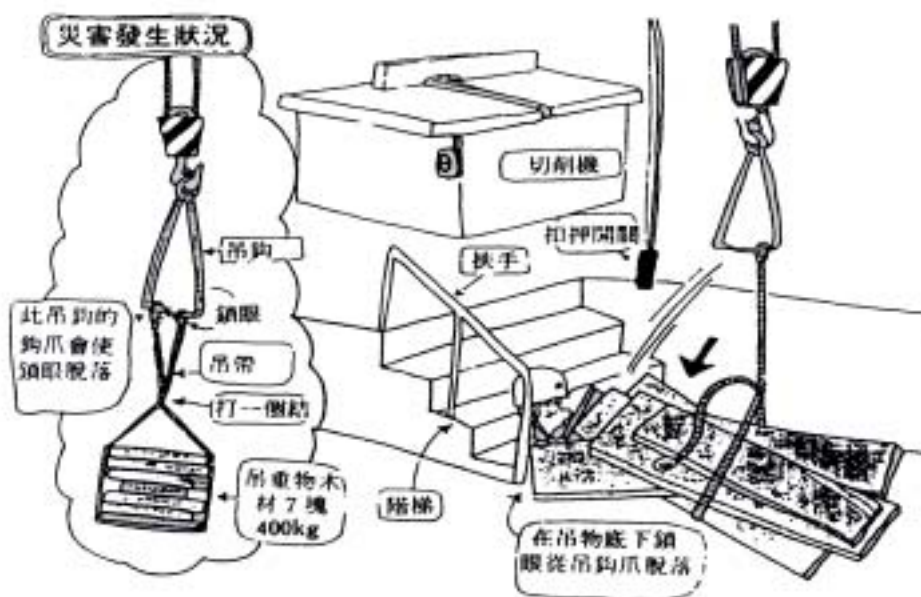
案例一：吊荷脫落擊中操作員致死

一、事故狀況

災害發生在三合板製造工場的合板用薄板切削工場裡，在此工場的工作程序是：①把幾塊木板接合作成矩形。②此矩形合板送到切削機上加工，切削成極薄的薄板製作合板。在切削機上切削後剩餘的部份（長度2~2.5mm，寬約30cm，厚度5~10cm）疊放在切削機旁的工作台上，（距離地面高約1m）經集中整理台上的木板有數片後，用起重機搬運。

災害發生時被害者為了在切削機側面留有7塊木板，要把木板搬運出去，被害者將7塊木板（合計重量約400kg）用一條吊帶有兩個鎖眼，其中一端穿過木板底下繞到上側打一個結後，吊帶兩端的鎖眼吊掛在起重機掛鉤的吊環上，此吊環是木材搬運專用，吊環上有兩個鉤狀的金屬鉤頭，隨起重機吊在鉤上。

吊掛完成後，被害者到工作台上操作起重機，吊起木板，在吊移的時候木板碰觸到從工作台下階梯到工場地面的扶手欄杆，隨即將吊物再繼續向上捲起。工作者自己本身也從階梯下來到工場地面，剛準備移動木板的時候，吊帶的一端鎖眼從吊鉤爪上脫落，木板亦掉落下，打到在底下的被害者。



二、災害原因分析：

此災害發生的原因主要是吊掛方法不適當，吊帶的鎖眼未直接吊掛在起重機的吊鉤上，而是吊掛在吊鉤下的吊環鉤爪上，因此在這種狀態吊帶的鎖眼容易脫落掉，而起重機起動時的慣性力及碰觸到階梯扶手欄杆的衝擊，都有可能使之脫落。

另外吊掛方法以單條吊帶的方式比較不穩且有安全的顧慮，在此災害中多件板材或棒材集中搬運時，以一條的吊取方式更是特別危險。

三、事故防止對策：

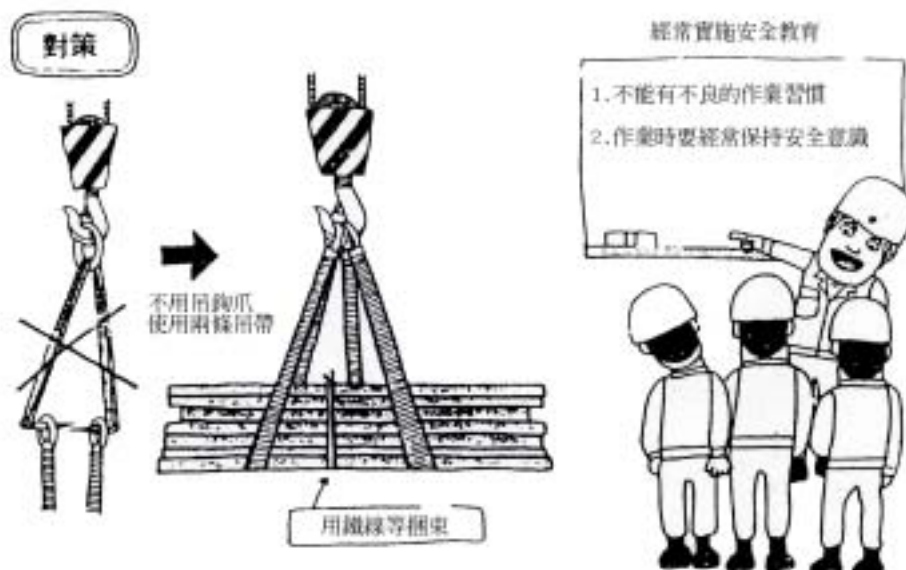
為防止此類似的災害，提出以下的對策：

(1)訂定工作標準程序：

有徹底的計劃，像此種工場，有特定的搬運物品，有重疊相同的工作時，應使用專用工具。致於訂定工作標準程序，徹底的使用安全工作方法在執行上可能比較容易，並且也要有合理化的工作，還有此工場是使用吊環的吊具在作木材搬運，這些方面也有必要改善成較安全的吊具。

(2)作業者要徹底的作安全訓練：

如本案情形或較輕的物件搬運工作，習慣上對危險的認識顧慮較低，要經常的實施安全教育，作業者必須持有安全意識。



第六章 升降機之安全管理

因為土地的開發成本和交通運輸效率等的考量，既往的建築都改由向上發展；所以電梯在建築物或在勞工工作場所所使用的機械中變成一種不可或缺的工具。依據行政院勞工委員會的統計，我國適用勞工安全衛生法各業之事業單位共計 281669 家，勞工約有 493 萬 8 仟餘人，幾乎包括了所有的職業市場人口。而危險性機械設備中，所謂的升降機具依據行政院勞工委員會「勞動檢查年報」資料所載，升降機具共檢查有 7531 座，檢查合格為 7250 座，不合格為 281 座。

政府單位制定有相關標準和法令，來監督管理每個事業單位，和保障設備和操作使用者的安全，但還是發生了一些職業災害，而我們分析檢討的結果這些災害都是可以避免或預防的；所以我們特別從使用管理的角度及如何達到使用安全的目的，來編纂這篇文章。本文特別以國內檢查制度所依據之法令架構，辦理檢查的機構、申請檢查作業的程序和條文依序介紹外，並著重於實務的管理和潛在危害與改善對策預防處理辦法等。希望能提供做辦理的依據，維護設備和使用者的安全。

6.1 使用概況：

我國對升降機具之管理肇始於民國十八年十二月三十日國民政府公佈「工廠法」之後。該法第八章要求工廠機器裝置應有適當之安全裝置。主管官署如查得其安全不完善時，得限期改善；必要時並得停止一切或部份之使用。民國十九年政府公佈「工廠實施條例」，規定工廠內一切機器在使用前或使用一定時間後，應由專家舉行安全檢查。

民國六十三年四月十六日 總統為防止職業災害發生，保障勞工安全與健康特別公佈「勞工安全衛生法」。規定雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用，其使用超過規定期間者非經檢查機構之再檢查合格不得繼續使用。

民國六十四年二月十八日內政部依據「勞工安全衛生法」之規定發佈

「起重升降機具安全規則」明定起重升降機具之定義，檢查範圍、檢查項目、維護保養規定，對起重升降機具之管理更為詳盡確實。在規則外，於民國六十八年九月二十九日發佈「升降機安全檢查暫用構造標準」、「吊籠安全檢查暫用標準」等，對該類機械之檢查更有明確的標準可循。

民國八十四年十二月十三日行政院勞工委員會，發佈「危險性機械及設備安全檢查規則」；除有關「安全規則」所規定及各種檢查項目外，特別強調設備製造人之製前許可規定。

民國九十一年四月二十五日修訂頒佈「勞工安全衛生法施行細則」，規定升降機具為法定所稱具有危險性之機械，依第十一條明定升降機具種類區分為升降機、營建用提升機、吊籠等危險性機械。依第十三條規定與升降機機械種類特性有關之部份，分別有 1.型式檢查 2.竣工檢查 3.定期檢查 4.重新檢查 5.使用檢查 6.變更檢查等檢查。係指積載荷重在一公噸以上之升降，或導軌、升降路高度在二十公尺以上之營建用提升機，及載人用吊籠。

6.2 安全管理

依起重升降機具安全規則的規定，有關升降機的管理，是以積載荷重予以區分，所謂積載荷重以第六條規定是指依其構造及材質，於搬器上乘載人員或荷物上升之最大荷重，故可分為大型、中型之不同容量，復依升降機安全檢查暫用構造標準 2.11 及 CNS 10594 升降機 2.7 之規定：

升降機積載荷重值，應視其搬器種類，取下表規定以上之值：

搬 器 之 種 類		積 載 荷 重 值(公斤、 ω)
度載 工人 程用 用升 升降 機不 之含 搬長 器跨	底面積在 1.5 平方公尺以下者	$\omega=370Xa$ (A 為搬器底面積，單位：平方公尺下)
	底面積超過 1.5 平方公尺，而在 3 平方公尺以下者。	$\omega=500x(A-1.5)+550$
	底面積超過 3 平方公尺者。	$\omega=600x(A-3)+1300$
非載人用升降機之搬器		載貨者： $\omega=250xA$ 載汽車者： $\omega=150xA$

起重升降機具安全規則：第三條第四款規定；中型升降機係指積荷重在 0.25 公噸以上，未滿一公噸之升降機。第八十七條：雇主於中型升降機設置完成時，應自行實施荷重試驗，確認安全後，方得使用。而所謂荷重試驗：係指將相當於該升降機積載荷重 1.2 倍之荷重置於搬器上，實施升降動作之試驗。

大型者由檢查機構實施嚴格之檢查，中型者，由雇主實施自動檢查。其檢查之標準不論大型或中型均應依第二十條之規定辦理。危險性機械及設備安全檢查規則第三條規定：本規則適用於積載荷重在一公噸以上之升降機檢查。

目前中央主管機關所轄各勞動檢查機構，執行檢查範圍為、型式檢查、使用檢查、竣工檢查，其餘均委由代行檢查機構依轄區實施檢查。

有關勞動檢查機構辦理升降機檢查之法令架構，升降機具申請檢查流程圖、竣工檢查作業程序方塊圖、定期檢查作業程序方塊圖及檢查機構請參考圖表 6.1~6.5。

(二)權責劃分

升降機之管理既經勞工檢查機構與建築主管機關開會協商獲致結論並經釋復權責如後：

內政部八十年九月二十五日台(八十)內營字第 8075414 號函請依行政院勞工委員會八十年九月九日勞安二字第 26239 號函協調會結論辦理。協調結論：升降機之檢查、勞工安全衛生法與建築法競合部份，由兩單位做適當之分工，同一台升降機僅由一單位負責檢查管理為原則，避免重覆檢查管理，檢查管理分工依下列原則辦理。

礦業之礦場、製造業之工廠、營造業之工地、水電燃氣業之水廠、電廠、瓦斯廠、倉儲業之倉庫、通訊業之電訊交換機房、國防事業單位之生產機構、軍醫院、研究機構及對外附設之傳播事業單位等升降機自竣工檢查開始，由勞工檢查機構實施檢查管理，其餘升降機由主管建築機關負責檢查管理。

勞工體系與建築主管機關對升降機的管理、規範與檢查標準，因依據法令不同其作業流程也不盡相同，就差異部份，節列如下，祈能正確依據辦理並避免誤用或錯用。

勞工體系與建築主管機關檢查之比較

項 目	勞 工 檢 查	建築主管機關
1.主管機關	行政院勞工委員會縣市政府	內政部營建署 縣市政府
2.依據法令	勞工安全衛生法、安全規則	建築法 建築物升降設備管理辦法等
3.竣工檢查機構	政府檢查機構	縣市政府(目前均已委託民間代行檢查機構辦理)
4.年度安全檢查機構	行政院勞工委員會委託代行檢查機構	民間代行檢查機構
5.汰新之設備與原規格不符	變更檢查變更或重新申請竣工檢查	重新申請雜項執照後再申請竣工檢查
6.檢查標準	安全規則 暫用構造標準、CNS 等	建築技術規則、CNS 等
7.廠商人員資格	型式檢查、主任設計者 技術士	專業廠商、專業技術人員
8.名詞定義	搬器沿軌道鉛直運轉 升降機： 積載重 10000KG 以上(註 1)	升降機、自動樓梯或其他類似升降設備
9.收費標準	竣工檢查 2 公噸以下 2000 元 2 公噸以上 2500 元 安全檢查 2 公噸以下 2100 元 2 公噸以上 2800 元	每台約 1575 元
10.負載試驗	竣工檢查為積載荷重之 1.2 倍 安全檢查為積載荷重之 1 倍	竣工檢查 1.1 倍 安全檢查不做負載試驗
11.合格證明	合格證 政府檢查機構發給	使用許可證 檢查機構代為核發
12.有效期限	竣工、安全均為一年	竣工、安全均為一年

二、使用管理

(一)型式檢查

危險性機械及設備安全檢查規則第四十二條規定，升降機之製造或修改，其製造人應於事前填具型式檢查申請書，並檢附載有下列事項之書作，向所在地檢查機構申請檢查：

- 1.申請型式檢查之升降機型式、強度計算基準及組配圖。
- 2.製造過程之必要檢驗設備概要。
- 3.主任設計者學經歷概要。
- 4.施工負責人學經歷概要。

上述之設備及人員變更時，應向所在地檢查機構報備。

前項型式檢查之品管、品保措施、設備、人員、經檢查合格者，檢查機構應核發「製造設施型式檢查合格證明」。

未經檢查合格，不得製造或修改；但與業經型式檢查合格之型式及條件相同者，不在此限。截至目前為止，已向檢查機構申請型式檢查，取得型式認證合格廠商請逕向行政院勞工委員會查詢，有關升降機檢查法令，其架構如表 6.1，申請流程如表 6.2，受理申請單位如表 6.3。

(二)竣工檢查

危險性機械及設備安全檢查規則第四十三條規定，雇主於大型升降機設置完成時，應填具升降機竣工檢查申請書，檢附下列文件，向所在地檢查機構申請竣工檢查。

- 1.製造設施型式檢查合格證明(外國進口者，檢附品管等相關文件)。
- 2.設置場所四周狀況圖。
- 3.大型升降機明細表。
- 4.強度計算基準及組配圖。

升降機竣工檢查項目為構造與性能之檢查、荷重試驗及其他必要之檢查。荷重試驗；係將相當於該升降積載荷重一．二倍重置於搬器上實施升降動作試驗。

檢查機構對竣工檢查合格之升降機；於升降機明細表上加蓋檢查合格戳記，檢查員簽章後交付申請一份，並在受檢查物體上明顯部位打印、漆

印或張貼檢查合格標章以資識別。

竣工檢查合格之升降機，檢查機構會發給竣工檢查結果報告及檢查合格證，其有效期限最長為一年。檢查合格以後才能正式使用。

升機竣工檢查作業程序方塊圖(表 6.4)

(三)定期(年度)檢查

雇主於大型升降機檢查合格證有效期限屆滿前一個月，應填具升降機定期檢查申請書，向檢查機構申請定期檢查；逾期未申請檢查或不合格者，不得繼續使用。

對定期檢查合格之升降機，於原檢查合格證上簽署，註明使用有效期限，最長為一年；並將定期檢查結果報告表於填寫後通知雇主。升降機定期檢查作業程序方塊圖(表 6.5)

危險性機械及設備安全檢查規則第五十條規定；雇主變更大型升降機之搬器、平衡錘或設置室外升降機之升降路塔、導軌支持塔或拉索時，應填具升降機變更檢查申請書及變更部份之圖件，向檢查機構申請變更檢查；對變更檢查合格之升降機，於原檢查合格證之記事欄上記載檢查日期、變更部份及檢查結果。

同法第五十一條規定，雇主對於停用起超過檢查合格證有效期限一年以上之大型升降機，如擬恢復使用時，應向檢查機構申請重新檢查；對於重新檢查合格之升降機，於原合格證上記載檢查日期、檢查結果及使用有效期限，最長為一年。

(四)自動檢查

勞工安全衛生法第十四條規定：雇主對於該法所訂應符合安全衛生之設備及作業，應訂定自動檢查計劃實施自動檢查，其辦法由中央定之。又勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 22 條明定，雇主對升降機，應每年就該機械之整體定期實施檢查(含荷重試驗)一次。雇主認無實施荷重試驗之必要時，得報經檢查機構核准後省略之。荷重試驗，係將相當於積載荷重之荷物，於額定速度不實施升降動作之試驗。且雇主亦應於每月定期實施檢查一次，其應檢項目如下所示：

(1)終點極限開關、緊急停止裝置、制動器、控制裝置及其他安全裝置有無

異常。

(2)鋼索或吊鏈有無損傷。

(3)導軌之狀況。

(4)設置於室外之升降機者，為導索結頭部份有無異常。

勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第 75 條亦有規定，雇主對應實施之定期檢查、重點檢查，應就下列事項紀錄保存三年。

(1)檢查年月日。

(2)檢查方法。

(3)檢查部份。

(4)檢查結果。

(5)實施檢查者之姓名。

(6)依檢查結果採取改善措施之內容。

升降機的雇主或是使用管理的人，必需依照規定維護設備的使用性能；因此除了辦理檢查，平時應指派合格的技術人員或委請型式檢查合格廠商的技術人員來實施，這樣才能確保備的使用安全。而且依照規定必需作成紀錄保存三年，以供查核。

表 6.1 升降機具檢查法令架構

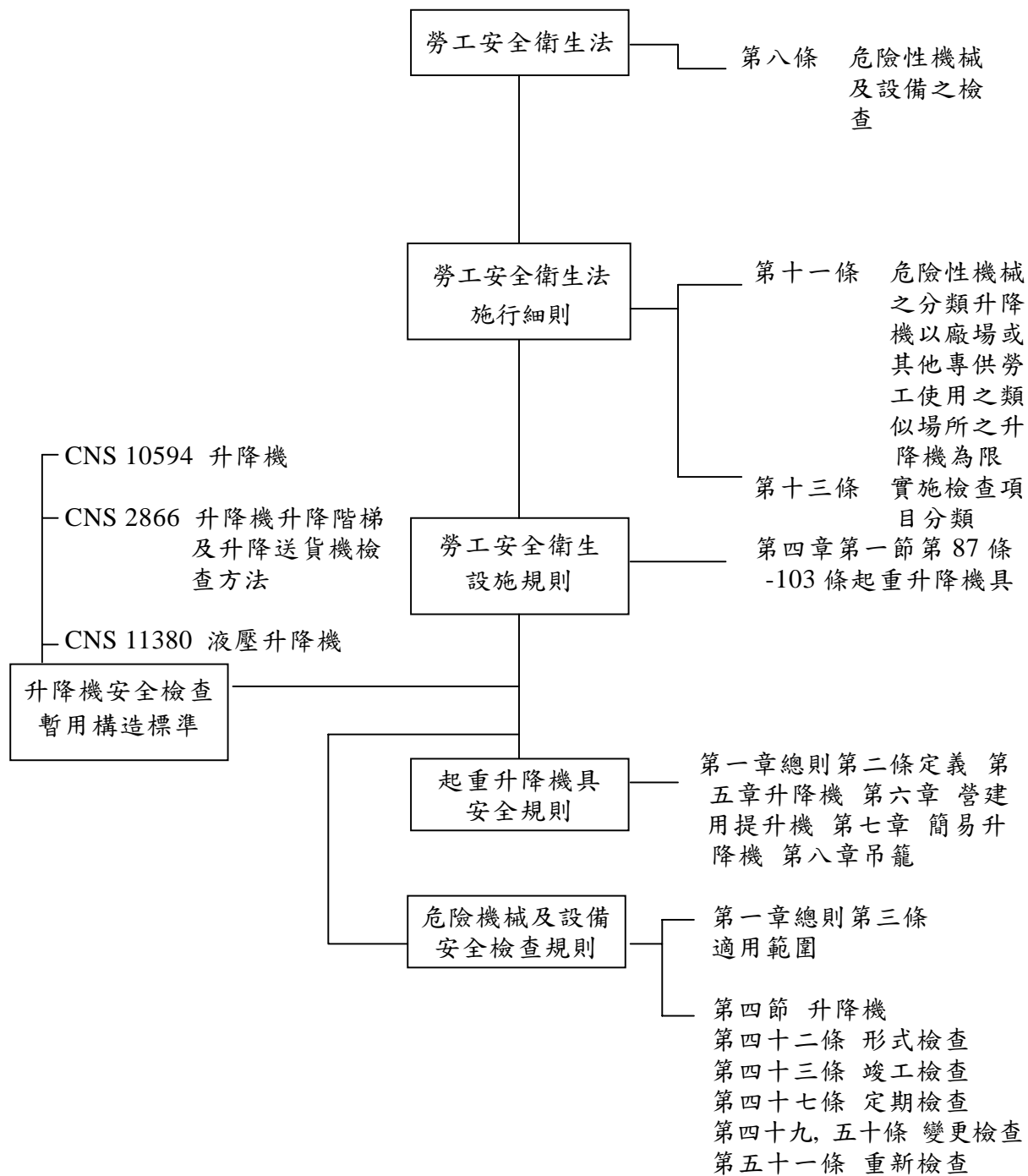


表 6.2 升降機具申請檢查流程圖

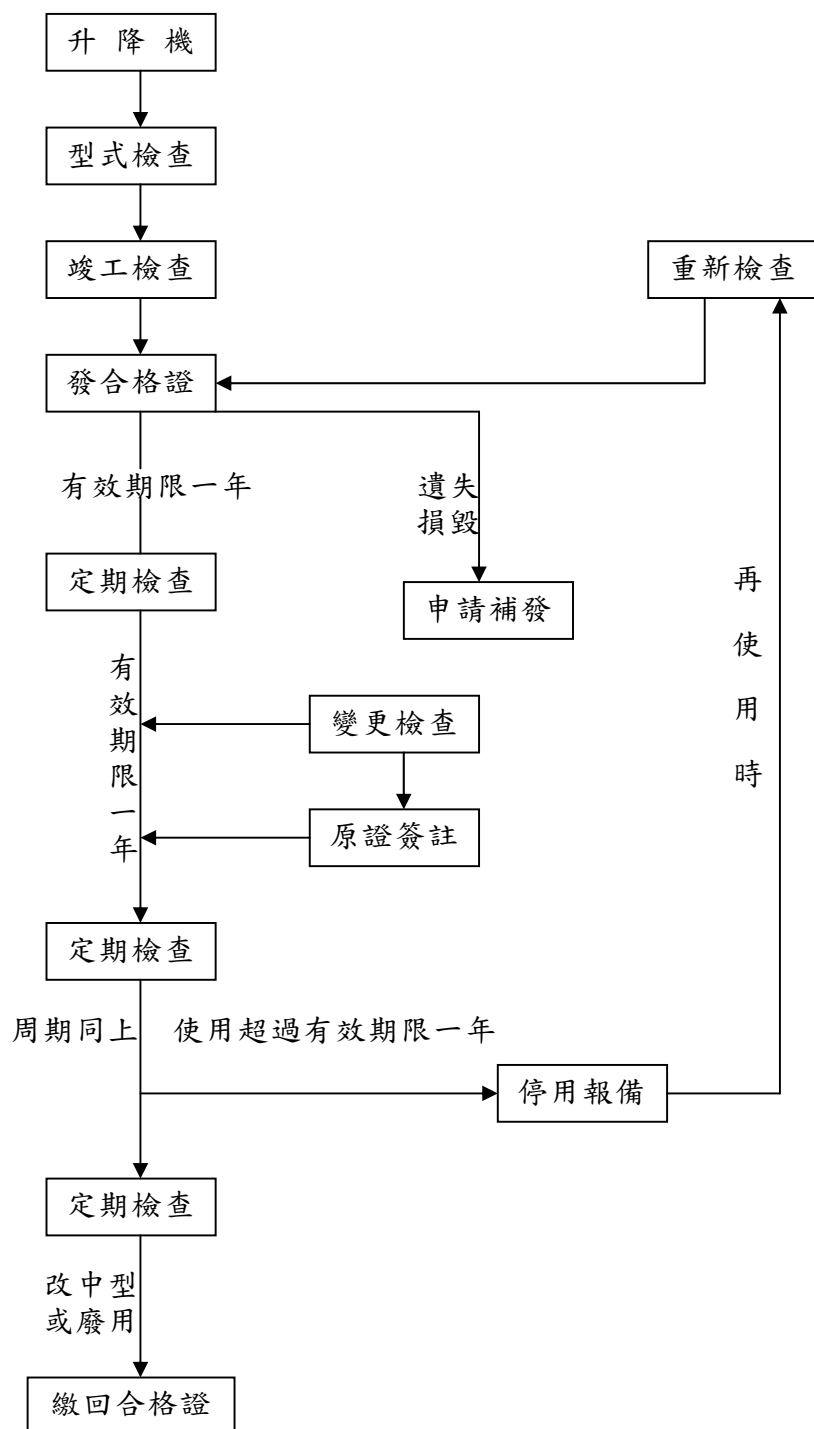


表 6.3 檢 查 機 構

1.升降機具之竣工檢查皆由政府檢查機構辦理，檢查區域如下，單位名稱及（所載）

單 位 名 稱	住 址	電 話
行政院勞工委員會	台北市延平北路 2 段 83 號 6 樓	02-85902866
台北市政府勞動檢查處	台北市承德路 3 段 287 號	02-25969908
高雄市政府勞工局勞工檢查所	高雄市前鎮區鎮中路 6 號 7 樓	07-8125162
勞委會－北區勞檢處	台北市紹興北街 31 巷 39 號 (桃園以北、花蓮以北)	02-23213511
勞委會－中區勞檢處	台中市黎明路 2 段 501 號 7 樓 (新竹以南、嘉義以北)	04-22550633
勞委會－南區勞檢處	高雄市七賢一路 386 號 11 樓 (台南以南、台東以南)	07-2354861
經濟部潭子加工出口區	台中縣潭子鄉建國路 1 號	04-5322133
經濟部楠梓加工出口區	高雄市楠梓加工出口區加昌路 600 號	07-3642820
新竹科學園區	新竹市新安路 2 號	035-773311
台南科學園區	台南縣新市鄉科學工業園區南科 3 號 3 號	06-5051001

2.定期檢查機構為行政院勞工委員會指定之代行檢查機構。

表 6.4 升降機竣工檢查作業程序／方塊圖

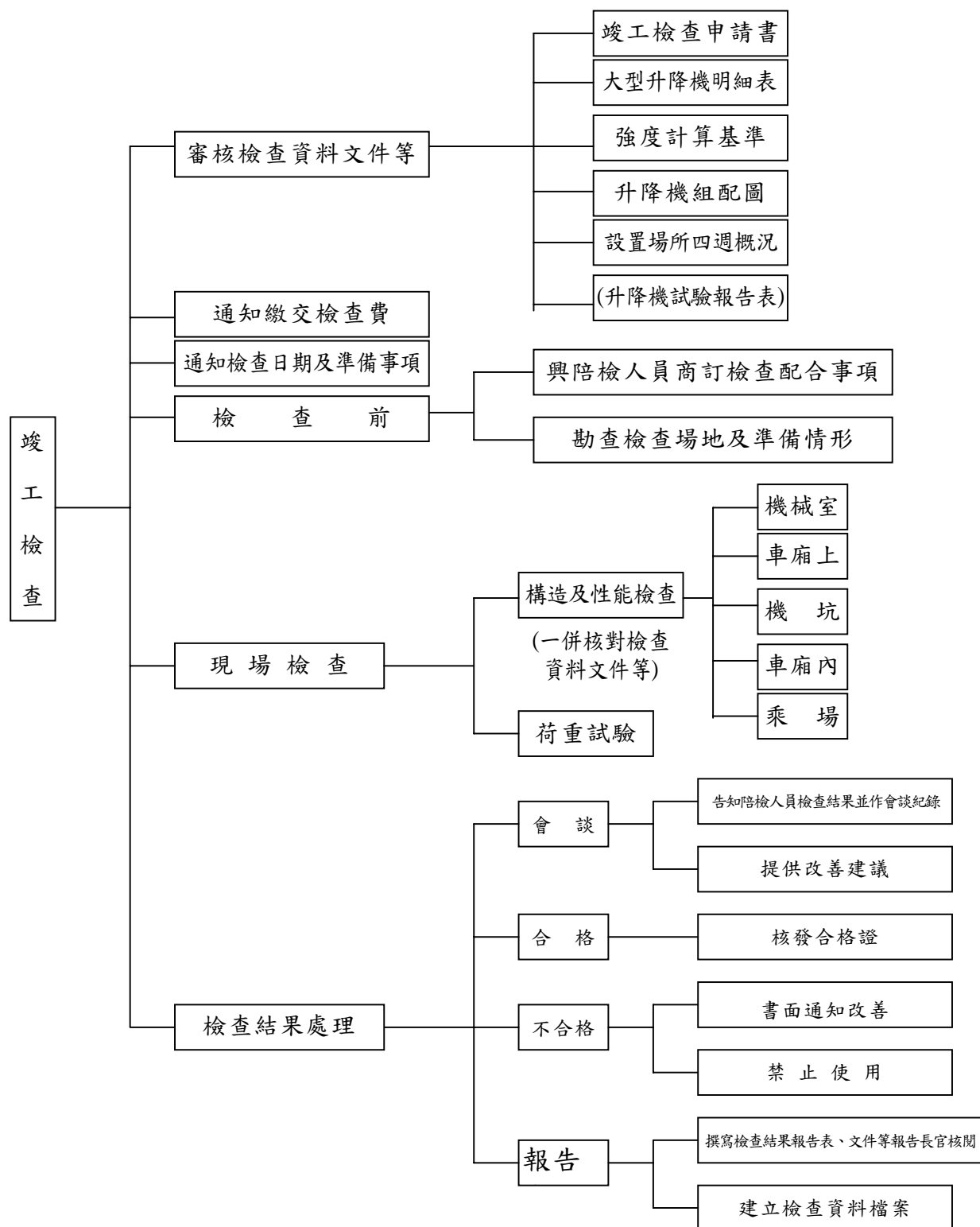
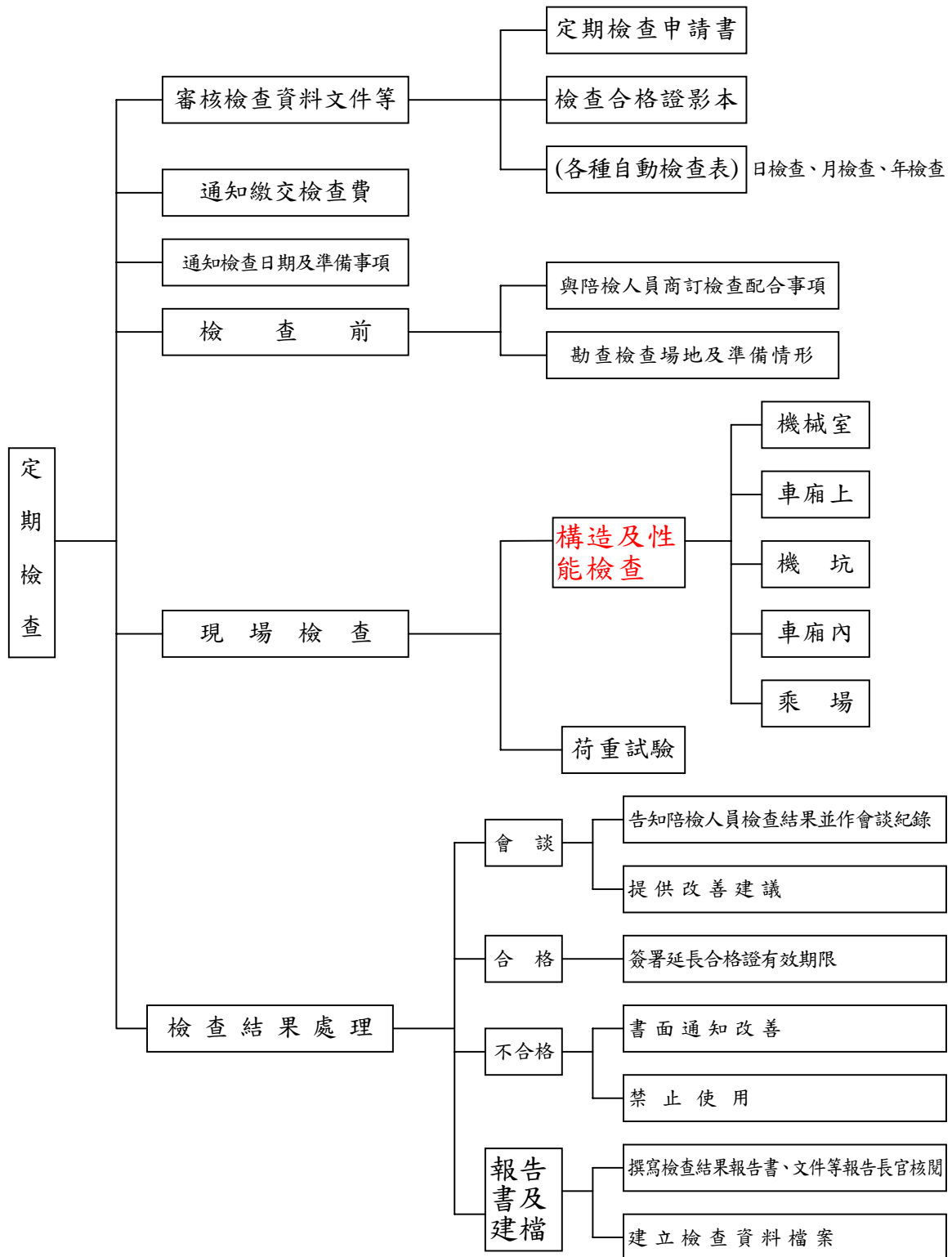


表 6.5 升降機定期檢查作業程序方塊圖



6.3 潛在危害

升降機是由許多的電子、電機、機械組合而成的設備，設備硬體和使用軟體的標準規範，政府都有嚴格明確的規定。照理說經過檢查合格的升降機，平常也依照規定實施維護保養、辦理自動檢查，應該是安全的。而且一般人搭乘使用升降機的時候，都只是在乘場觸摸按鈕，待升降機前來搭載，再在車廂內接觸欲前往到達的樓層而已。使用者幾乎都不了解升降機的構造原理和運轉的模式，而這些狀況都必需在正常的條件下才能完成。法令規定為了防止升降機在不確定、不安全的情況下運轉，設備本身必需能偵檢出這些不正常的因素，使其無法啟動，或是停止運轉(關人)，等待專業技術人員修復，這樣才能保障設備或人員的安全。

升降機的车廂不是密閉的，不會發生窒息，鋼索有 10 倍以上的安全係數所以車廂不會發生墜落。失速的時候有調速機檢出，切斷動力回路或牽引緊急停止安全裝置動作，但是還是有因為升降機故障或關人而發生的事故，我們特別介紹如何宣導使用安全和如何面對處理升降機故障關人的突發事故時的處理，以及在特別氣候環境下的預防處理。

一、緊急狀況之預防及處理

(一)建立管理及連絡體系

- 1.升降機檢查合格必需將合格標誌揭示明顯處；又車廂操作盤上方必需有用途、載重、維護單位、連絡方式等說明。

為了防止關人或事故發生，管理單位必需訂定有關升降機故障關人或事故時處理辦法的程序手冊。

(1)手冊

手冊內容應包括有，製造或維護的保養公司單位、醫療機構、消防、電力公司、警政單位和特定行政機構，檢查單位的地址、電話、報告書表等。

- (2)升降機械室、操作控制盤和乘場門開啟的鑰匙必需有專人管理，存放在固定的位置和供特定的人員操作。

- (3)機械室內必需擺設有緊急操作的特殊工具(馬達把手及剎車器釋

方桿)和操作使用方法的說明圖表與前項 2. 的操作一樣，都是屬於緊急的救出，所以操作人必需熟悉升降機的構造性能和操作使用的方法，才能避發生二次事故。另外在外島或偏遠地區，因為交通時間的因素，會延緩處理時間，所以平時就可以請製造維護廠商技術人員教導熟悉後實施。

(二)地震、火災、颱風及水災發生之處理

- 1.緊急用升降機是留供消防人員救災使用的，所以火災或地震發生的時候是絕對禁止使用升降機的。如果當時有人員乘坐，管理員應立即以對講機告訴乘客，使升降機前往最靠近安全的樓層，並於到達後迅速離開。
- 2.在確認車廂內沒有任何人員後，管理員應該再將升降機電源或開關立即切斷使其停止運轉。
- 3.火災或地震發生後，升降機禁止人員搭乘，管理員應請技術人員檢查確認升降機是否安全才得恢復使用。
- 4.颱風水災的時候，因為停電或事故發生時交通不便的關係，所以也要避免搭乘升降機；又機械室的門窗、乘場門和機坑也必需防止雨水滲入。

(三)事故報告

- 1.勞工安全衛生法第二十八條規定，事業單位工作場所如發生職業災害，雇主應既採取必要之急救、搶救等措施，並實施調查、分析及作成紀錄。

事業單位之工作場所如發生下列職業災害之一時，雇主應於 24 小時內報告檢查機構。

- (1)發生死亡災害者。
- (2)發生災害之人數在三人以上者。
- (3)其他經中央主管機關指定公告之災害。

事業單位發生上述之職業災害時，除必要之急救、搶救外，雇主非經司法機關或檢查機構許可，不得移動或破壞現場。

2.使用管理者對於發生升降機相關之人身事故時，應迅速採取下列措施：

(1)對事故者施以急救或其他必要措施，並通知維護保養廠商即刻前來處理。

(2)與警察機關及醫療機構連絡。

(3)與災害者家屬連絡。

(4)與特定行政機關或當地檢查機構連絡。

3.發生事故後，警察或其他相關機關實施現場調查時，升降機應停止運轉，並保持現場，留供查驗。調查完成後必需經維護保養單位檢查確認無安全顧慮，並經檢查機構核准後才能恢復使用。

6.4 常見缺失與改善對策

1.常見缺失：

依據中華民國電梯協會，民國 90 年辦理定期檢查台數 4617 台其中不合格台數為 177 台，常見缺失如下表共 43 項 236 台次

項次	未 符 合 項 目	次數
1	事業單位未通知維護保養廠商配合檢查	44
2	緊急停止安全裝置未符規定	20
3	升降機具故障	19
4	超載檢出裝置，未符規定	16
5	絕緣測試，未符規定	15
6	乘場門鎖扣，未符規定	12
7	停電時對外連絡裝置，未符規定	12
8	乘場門安全回路，未符規定	9
9	調速機動作速度未符規定	9
10	內、外伸縮門鋼條間隙超過 100mm，未符規定	6

11	停電時緊急照明，未符規定	5
12	車廂內露出式緊急停止裝置，未符規定	4
13	主機更新，請向當地主管檢查機構，申請同意備查	2
14	樓層增高，請向當地主管檢查機構，申請竣工檢查	1
15	額定速度與原使用檢查時額定速度不符	1
16	事業單位歇業停止使用	1
17	調速機車廂上安全回路開關失效，未符規定	1
18	導軌器損壞	1
19	滿載上升，額定速度超過 80~105%範圍，未符規定	3
20	機坑積水	6
21	電流超過額定電流 110%以上，未符規定	4
22	鋼索頭應用雙重螺絲並加裝開尾梢	1
23	主鋼索直徑與原使用檢查時，規格不符	1
24	主鋼索斷絲超過 10%	1
25	救出口安全開關，未符規定	2
26	雙出入口，內門應設置連鎖開關	2
27	車廂上手動、自動切換開關失效	5
28	上、下極限開關失效	6
29	油壓缸漏油 (油壓)	1
30	防止馬達空轉裝置，未符規定 (油壓)	2
31	主油閥漏油 (油壓)	1
32	緊急停止安全裝置功能失效 (油壓)	2
33	自動水平裝置失效 (油壓)	3

34	鋼索防止鬆弛開關失效	(油壓)	1
35	電流超過額定電流 135%以上，未符規定	(油壓)	1
36	150%壓力開關裝置失效	(油壓)	4
37	上下部高架作業未設置爬梯及防護網，未符規定	(吊籠)	1
38	過捲預防裝置失效	(吊籠)	1
39	下極限開關失效	(吊籠)	2
40	未裝設救命索	(吊籠)	2
41	車台尺寸及吊掛方式與原檢查時規格不符	(吊籠)	1
42	吊籠未架設固定於女兒牆上，未符規定	(吊籠)	1
43	移動式吊籠機具未至申請受檢地點架設	(吊籠)	4

2.改善對策

檢查不合格事項之事業單位，大都未依規定辦理平常之自動檢查或由未具有資格之人員辦理該項平時之自動檢查，如果事業單位管理者，均能遵照法令規定，或指派具有資格的專業技術人員或自動檢查人員或委託合格的廠商，確實依照法規標準辦理，即可減少不合格事項發生。

6.5 災害案例

1. 升降機事故例

案例一：右腳在車廂和支持架之間被夾傷事故例

罹難者：29 歲經驗 3 年；負傷程度：右腳背挫傷及骨折

- 一、事故狀況：受傷者於 2 樓進入車廂上，車廂頂恰好與 2 樓樓面水平，一人作低速運轉 UP，操作時站立在車廂後半部位置臉朝配重側方向而背對出入口門，身體微微向後傾斜的姿勢，右腳伸出車廂外約 50mm，被鐵軌支持架夾到造成傷害。
- 二、原因：作業員身體向後傾斜姿勢操作運轉，使右腳伸出車廂邊緣才被夾到。



三、再發生防止對策：

- (一)在車廂上操作運轉時，須先確認身體的每一部份是否有伸出車廂邊緣後才可操作運轉。
- (二)車廂上的操作運轉姿勢，應正面面對運轉盤作 UP、DN 運轉。
- (三)器具設備的確認。
 - 1.車廂上週圍應有護欄裝置。
 - 2.車廂上應有良好的照明。
 - 3.升降路，車廂上設注意安全等字語標幟。

案例二：從爬梯跌落、頭部右側插到耦合器事故例

罹災者：29 歲經驗 6 年；負傷程度：腦部嚴重受傷

一、事故狀況：受傷者將車廂停在貳樓水平位置，爬梯立於機坑做最下階（壹樓）的門鎖開關尺寸檢查，人在爬梯上失去平衡而向出入口方向跌落，這個時候頭部右額被耦合器插入而受傷。

二、災害原因：

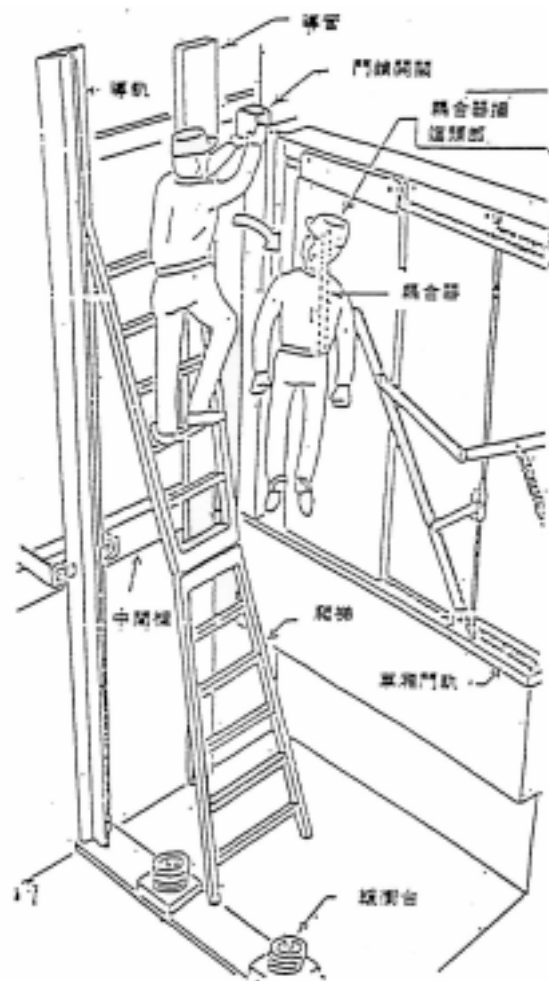
(一)使用張開式爬梯，只有一個人單獨作業。

(二)雖然在高處所作業仍未配掛安全帶。

三、事故防止對策：

(一)使用張開式爬梯時，應有兩人一起作業，其中一人支撐爬梯。

(二)超過 2 公尺以上之高處所作業時必須配掛安全帶。



案例三：在機坑樑與配重鐵之間被夾死亡之事故案例

罹災者：58 歲經驗 1 年；負傷程度：內臟破裂左肋骨骨折死亡

一、事故狀況：電梯升降路內進行清掃作業中，受顧客委託從壹樓搬重物至伍樓(最上階)因而使清潔作業中斷，電梯高速上升運轉，這時機內之作業(罹災者)被下降之配重塊夾住機坑內之樑間，運轉者聽到慘叫聲立即按下停止開關使車廂停止，但是太遲了，腹部已受壓迫死亡。

二、災害原因：

(一)儘管機坑內仍有作業人員，卻作高速運轉。

(二)在機坑內沒有站在確保安全的位置。

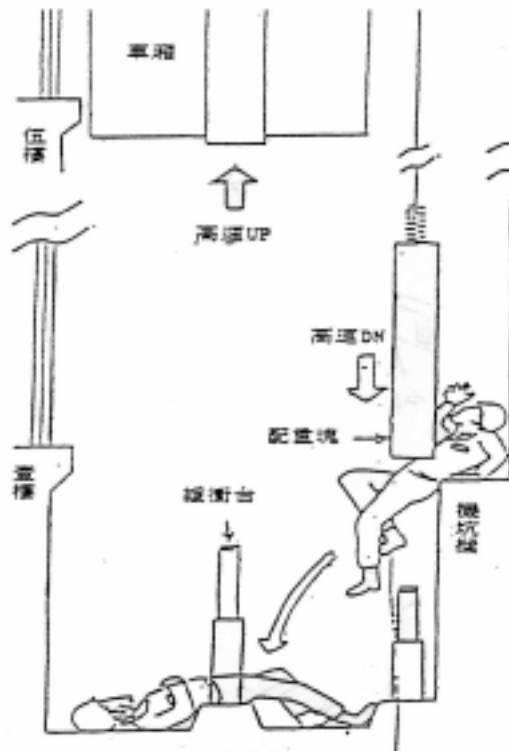
(三)作業者的經驗不足。

三、事故防止對策：

(一)作業中斷電梯要運轉時人員必須退出機坑。

(二)在機坑作業時要能保持能隨時切斷停止開關的位置。

(三)現場作業責任擔當者之選任必需考慮有相當的經驗知識及技術。



案例四：機坑內作業被鄰接另一部機撞傷之事故案例

罹災者：30 歲經驗 5 年；負傷程度：助骨骨折、頭部裂傷

一、事故狀況：

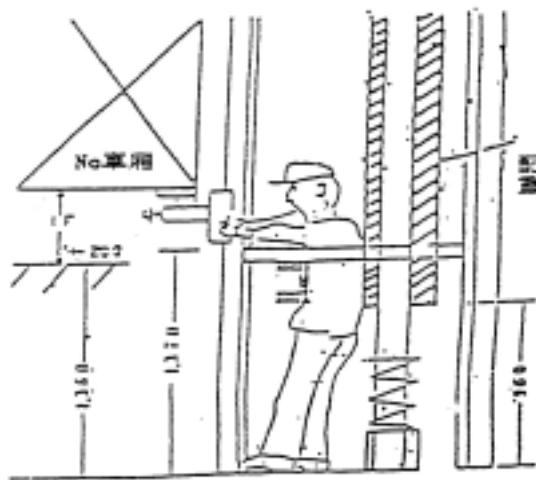
- (一)罹災者在兩台並列的 1 號機整備完了。
- (二)整備完了後，為了更換 1 號機下方不良的導滑器進入機坑作業，並將車廂下降至距離壹樓樓板面高 200mm 的位置以利更換。
- (三)更換完了後，正當確認安全裝置及拉桿位置尺寸並測試時，沒有注意到身體已進入並列的 No2 號機配重上下的處所(橫置式配重)。
- (四)No2 號因為上升到最上樓時，其配重到達最下樓且慢慢地減速下降碰到背部助骨，順勢轉身時頭部又碰到支持架導致頭部裂傷。

二、災害原因：

- (一)未注意到並列相鄰的電梯運轉中，作業時身體部份超過範圍到隔鄰升降路。
- (二)欠缺有關安全上的基本觀念。

三、事故防止對策：

- (一)相鄰兩台並列的電梯其升降路互通未作隔者，應裝設隔欄、護網等安全措施。
- (二)災害的防止及安全上基本觀念知識的指導，必須反復宣導教育直到每一位人員都能了解。

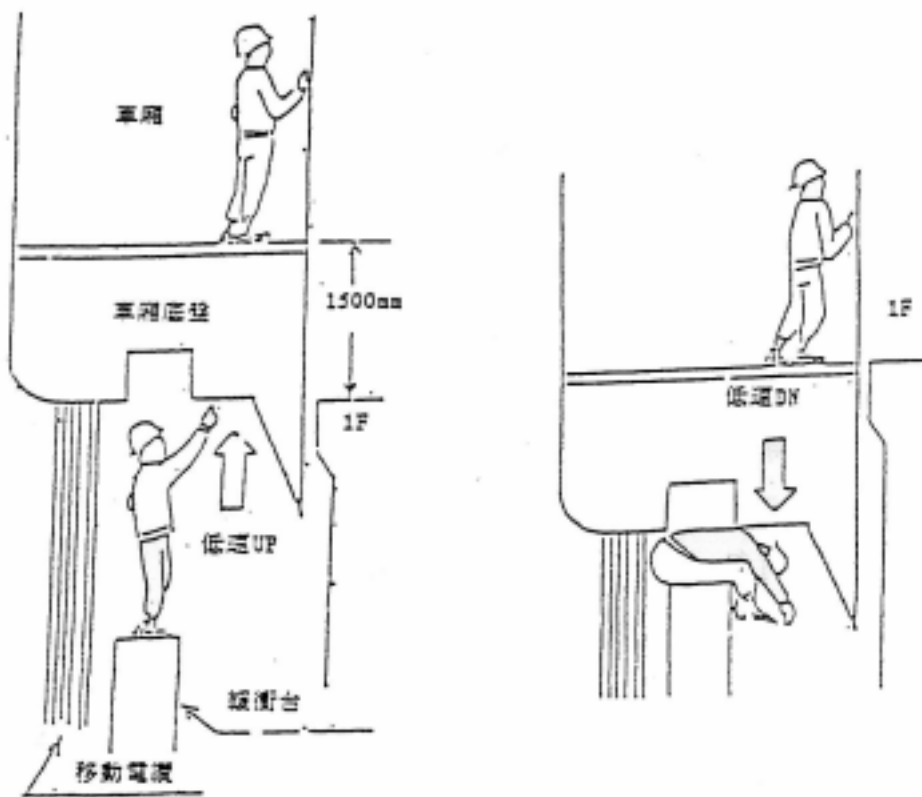


案例五：被夾在緩衝台與車廂之事故案例：

罹災者：38 歲經驗 12 年；負傷程度：第一節脊椎骨骨折

一、事故狀況：為了檢點移動電纜的彎曲進入機坑，使車廂作 UP 運轉至距離壹樓水平高 1500mm 處，然後站在緩衝台上。

二、災害原因：在機坑內的罹災者向車廂內的同事聯絡要檢點滿載燈的點燈狀態，並且指示將低速開關恢復正常運轉位置，此時車廂突然低速 DN 運轉被夾在緩衝台與車廂底盤之間。



三、事故防止對策：

- (一)在機坑內作業，一定把終端極限開關切斷。
- (二)為了確保作業的安全狀態，須使用臨時梯架。
- (三)不可以同時進行其他目的的作業。

案例六：失足滑倒、落入機坑造成肋骨骨折之事故案例

罹災者：39 歲經驗 16 年；負傷程度：肋骨骨折

一、事故狀況：受傷者卻進入機坑內，以坐椅子的姿勢坐在出入口腳踏板上面，右腳跨在梯子的最上層，然後起身以向左側的姿勢，左腳站在油壓緩衝器上，突然滑倒橫落機坑底，左腹撞到油壓緩衝器的基座造成骨折。

二、災害原因：進入機坑以面對電梯背對梯子的姿勢和單腳不穩定的姿勢放在緩衝器上十分容易滑倒。



三、事故防止對策：

- (一)下機坑必須以面對爬梯的正確姿勢作業較為安全請各位確實遵守。
- (二)到現場作巡迴安全指導。

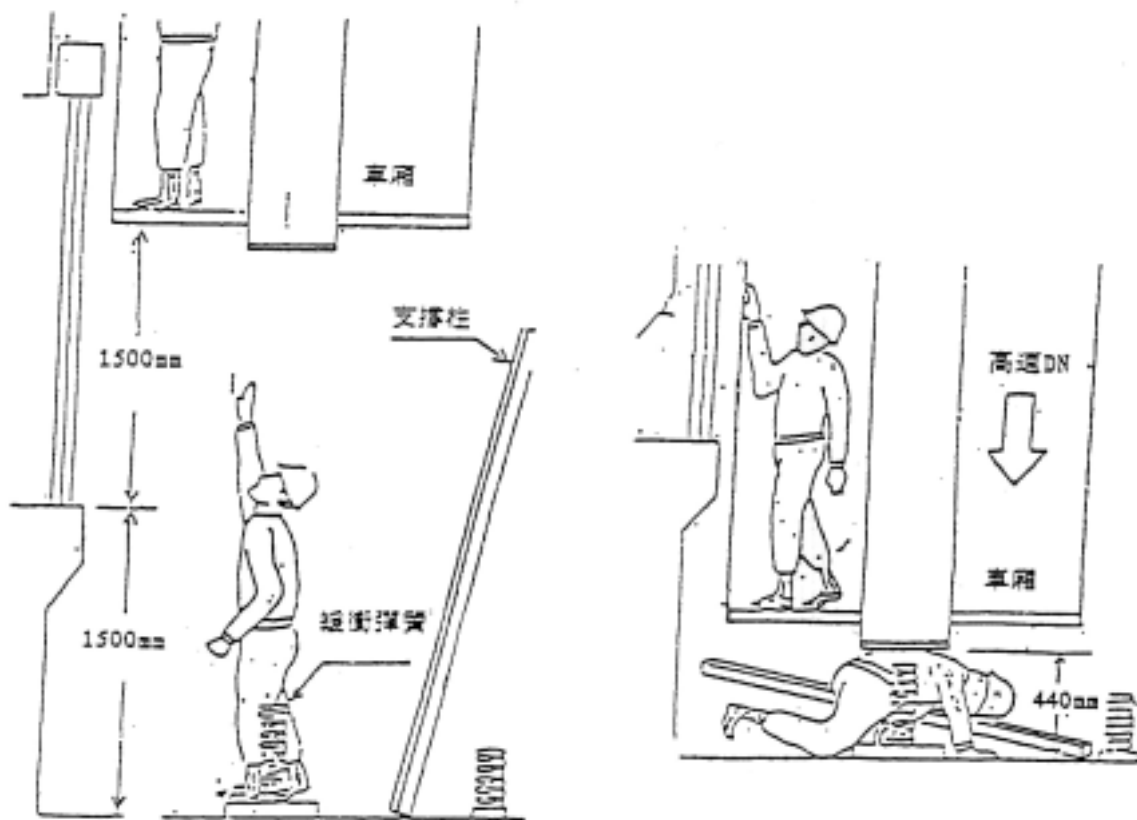
案例七：被夾在機坑和車廂間之事故案例

罹災者：30 歲經驗 3 年；負傷程度：胸椎壓迫骨折

一、事故狀況：為了更換主鋼索進入機坑，指示在車廂內的同事作高速運轉到最高樓。運轉者切替手動開關，按出發鈕，此時因為沒有確認方向燈，車廂突然間高速運轉 DN，罹災者來不及蹲下而被夾在機坑和車廂之間。

二、災害原因：

- (一)操作電梯的人沒有確認方向燈就按出發鈕啟動。
- (二)在機坑時，人站立的位置無法適時切掉安全開關。



三、事故防止對策：

- (一)徹底遵守操作運轉的正確步驟。
- (二)在機坑時，身體的位置能隨時把安全開關切斷。

案例八：右手不慎被剎車鼓捲入受傷之事故案例：

罹災者：30 歲經驗 3 年；負傷程度：右手背擦傷及輕微骨折

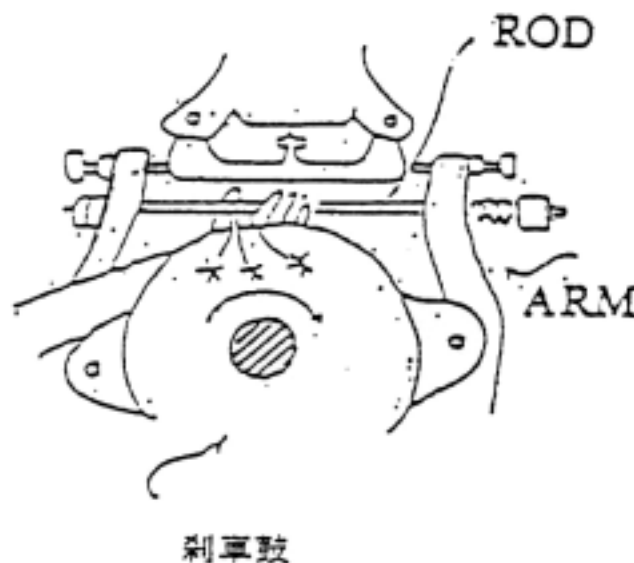
一、事故狀況：在機械室進行檢點作業時發現剎車器有異聲，調查當時機械仍處於高速運轉狀態下，受傷者將右手放在剎車彈簧制動桿上來探視剎車器作動情形，右手不慎接觸到剎車器之剎車鼓而被捲入造成傷害。

二、災害原因：機械於高速運轉下右手放在剎車彈簧制動桿上。

三、事故防止對策：

(一)機械若要在運轉下目視檢點時必須要在低速運轉下進行檢點，同時手、足不得摸觸機械。

(二)發現剎車器有異聲時，電梯應停止下進行維護，必要時可連絡他人來支援處理。



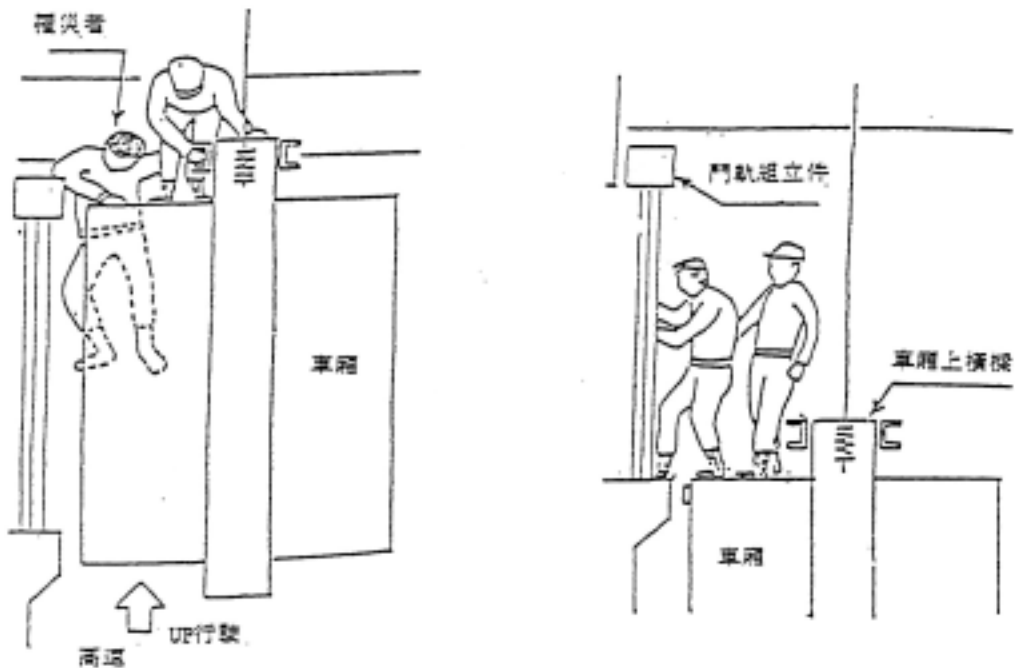
案例九：被夾在升降路牆壁和車廂間之事故案例

罹災者：36 歲經驗 8 年；負傷程度：骨盤骨折，頭部受傷

一、事故狀況：兩人一起在車廂上要把水泥埋入出入口旁邊的牆壁內，由於電梯正處於“可正常運轉”的狀態，在乘場外有人呼叫，車廂 UP 方向運轉應答，時左腳被絆倒而來在升降路牆壁和車廂之間。

二、災害原因：

- (一)在車廂上作業的時候，沒有將低速開關切換及停止開關切斷。
- (二)作業前責任擔當者和操作者沒有約定分派的工作。



三、事故防止對策：

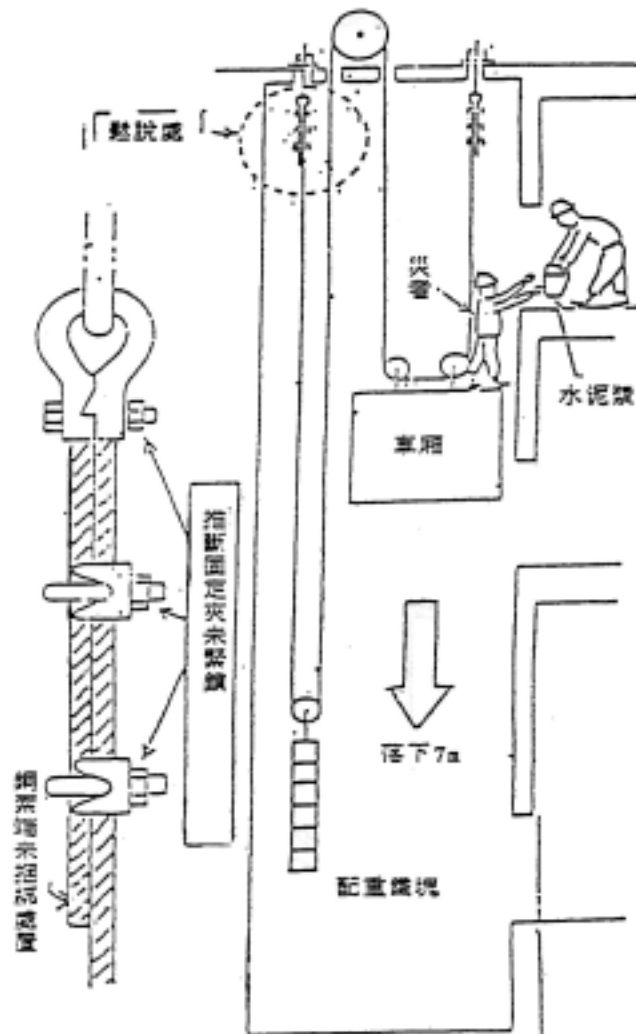
- (一)在車廂上作業的時候，務必將停止開關切斷，並徹底遵守車廂上的作業基準。
- (二)一起作業的時候，務必要貫徹把工作分擔的規定。

案例十：墜落災害之事故案例

罹災者：23 歲 6 個月；負傷程度：因內臟破裂而死亡

一、事故狀況：作業者在車廂上實施升降路內之水泥填充作業時，工作夥伴將水泥漿遞給車廂上作業者之同時，車廂從 7 公尺高墜落到機坑。

二、災害原因：配重側鋼索端頭固定夾固定不良。



三、事故防止對策：

- (一)鋼索端頭的固定要確實。
- (二)試車試運轉前，相關螺絲鎖狀況要再確認。
- (三)要依照自行檢查手冊徹底檢查。

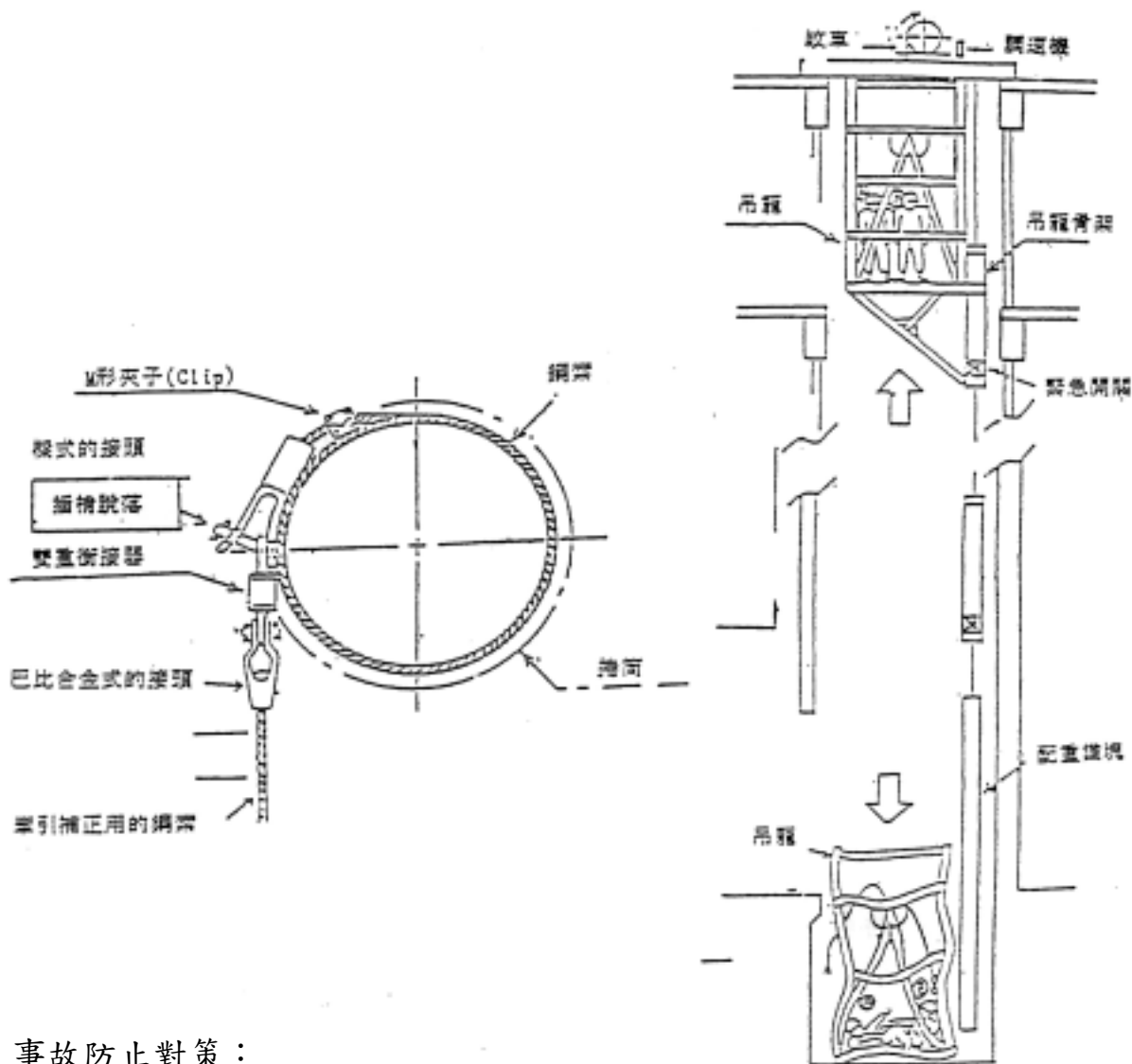
2.吊籠事故例

案例一：吊籠落下死亡事故例

罹災者：1.25 歲經驗 3 年 2.23 歲經驗 1 年；負傷程度：1.死亡 2.骨盤、左大腿骨折

一、事故狀況：搭乘吊籠 UP 運轉中，超過極限開關而衝高。因此主鋼索的接頭被捲到絞車的捲筒上，鋼索接頭撐開，插梢脫落吊籠落下，造成搭乘吊籠的人死一傷。

二、災害原因：因為極限開按裝不良而沒有動作。



三、事故防止對策：

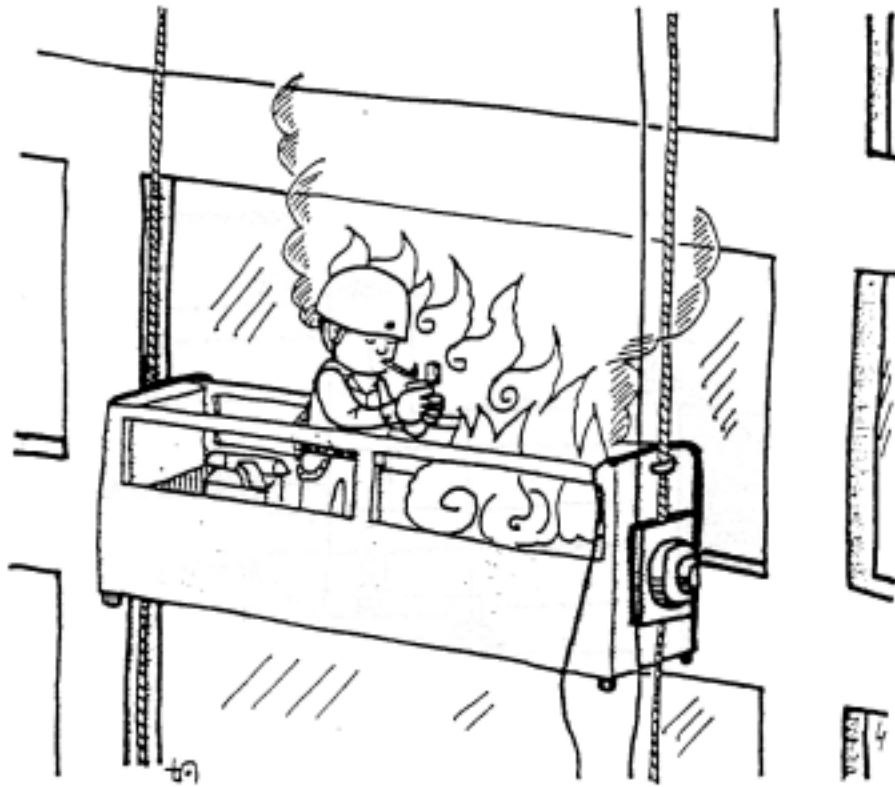
- (一) 確認極限開關的動作狀況。
- (二) 吊籠衝高時，主鋼索須預留兩圈以上，不能捲過頭。
- (三) 確認調速機的動作狀態。

案例二：易燃物使用中抽煙而發生火災

業 種：防水業 受災人一名；傷病名稱：火傷

一、事故狀況：1名作業員在高空作業中，以沾有甲苯(有機溶劑)的破布
擦拭塗裝材料，但因作業中抽煙而引火破布，遭到火傷。

二、災害原因：有機溶劑使用中抽煙



三、事故防止對策：

(一)作業中應禁煙

(二)使用有機溶劑作業時，簡易式吊籠應備滅火器。

案例三：作業員間之交班不充分

業種：防水業 受災人一名；傷病名稱：跌打傷

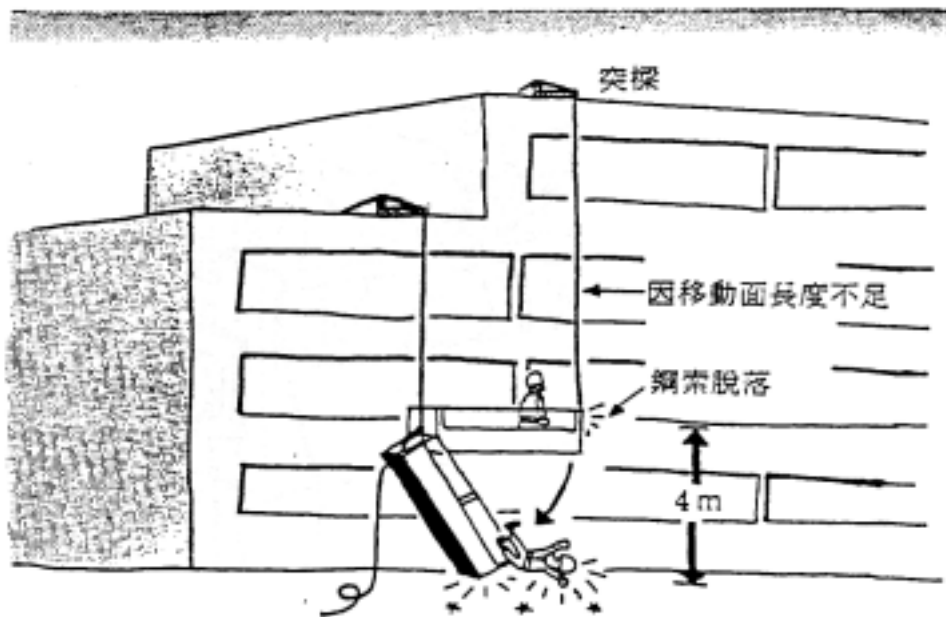
一、事故狀況：一位作業員以簡易式吊籠下降中，懸吊鋼索的一邊離地，約4尺處脫落，吊籠成單邊懸吊狀態，作業員受傷。

二、災害原因：

(一)前一天其他作業員已更改懸吊場所，自己也知道懸吊鋼索少一層樓長度，但自己的作業是在三樓附近；是故照舊使用。

(二)當天的作業員未實施作業前檢查。

(三)末端未裝設端末夾。



三、事故防止對策：

(一)確實實施作業員之間交接與連絡。

(二)實施作業前檢查。

(三)裝上端末夾。

案例四：固定場所選定錯誤

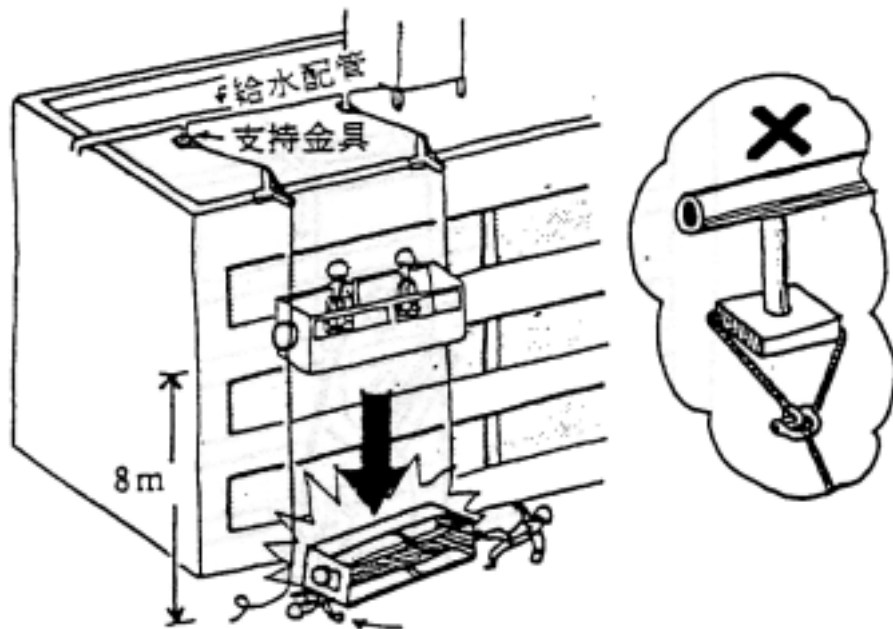
業 種：塗裝業 受災人二名；傷病名稱：一人死亡 一人全身撞傷

一、事故狀況：兩位作業員搭在簡易式吊籠作業中，由於裝設固定鋼索固定點給水配管傾倒，懸吊鋼索脫落使簡易吊籠由 8 公尺高掉落。由於未裝設安全索，兩位作業員拋出吊籠外。

二、災害原因：(如下圖)

(一)固定點裝設在給水配管。

(二)未裝安全索。



三、再發生防止對策：

(一)應在裝設機台固定物時確認強度。

(二)以簡易式吊籠作業時，應裝安全索並使用安全帶。

案例五：簡易式吊籠升降中，鬆開固定鋼索

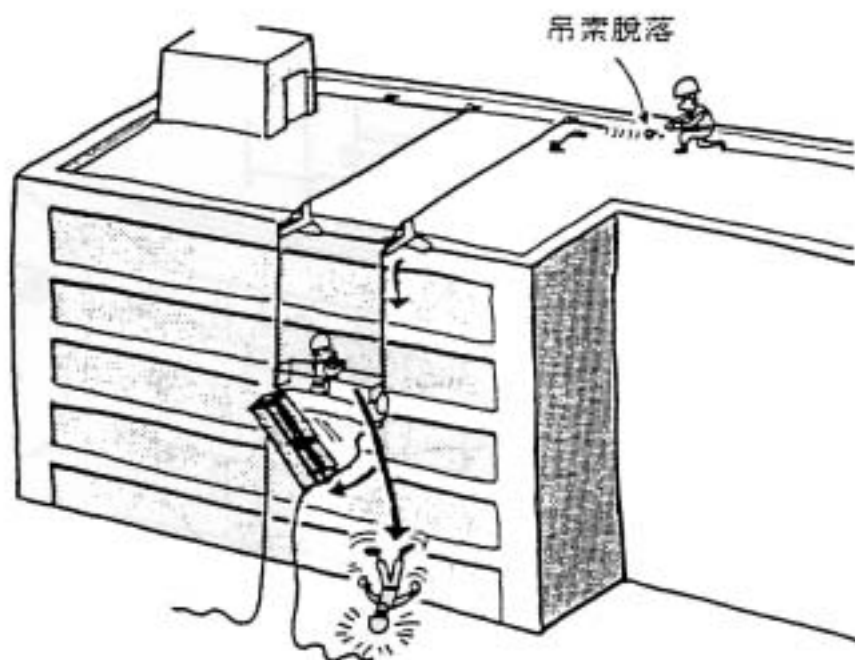
業種：清洗業 受災人一名；傷病名稱：死亡

一、事故狀況：一位作業員以簡易式吊籠上升中，屋頂陽台的作業員未察而準備移動簡易式吊籠，將固定鋼索之鉤環鬆開，懸吊鋼索脫落，造成單邊懸吊狀態，搭乘的作業員墜落。

二、災害原因：

(一)屋頂上的作業員未確認吊籠作業中，而準備移動。

(二)未裝安全索。



三、事故防止對策：

(一)兩人以上作業時，應互相確認安全後進行作業。

(二)以簡易式吊籠作業時，

第七章 結語

在國際社會普遍強調產業發展應與勞工之安全健康兼顧的今日，持續提昇作業中之安全與衛生條件，已成為全球企業共同努力的目標。

有鑑於企業建制良好的安全衛生管理，是全球的趨勢，也是企業追求持續改善、永續經營，所刻不容緩的工作。另一方面，隨著國際經貿與環安議題之間關聯性的日益增加，業者在追求品質、產能的過程中，也應積極考慮生產活動對環境及安全衛生的衝擊。

以勞委會勞工安全研究所 1994 年出版之“國內大型鍋爐安全現況調查”之報告：國內大約有七千八百座各種不同型式、蒸發量之鍋爐，其中又以臥式煙管式者為多，約佔 54%；可是如果以鍋爐之建造廠商來看，國內有能力或曾經製作鍋爐之廠商，不下數十家，不過比較具規模或有能力製造大型水管式者，包括台塑重工等也約有十家左右。因此，以設備安全的角度而言，不但設計生產過程的品質不易掌握，使用後之維護、安全追蹤和檢查等，更是困難重重，使得鍋爐相關的工安意外，時有所聞。如果更進一步綜合歸納發生意外之根本因素後，不難發現：要減少鍋爐意外之發生，必須一方面提升鍋爐結構強度設計之可靠度和計算之正確性；另一方面也要由加強檢驗使用中之鍋爐結構強度等著手。

由歷年職業災害發生之原因分析發現，職業災害的發生，主要是導因於不安全的行為，而不安全的環境和其他無法掌握的因素僅占極少數。以八十八年重大職業災害案件為例，單是由於不安全動作而發生之勞工傷亡事件即佔總職業災害件數之 59%，其他諸如未設或移除防護設施、標示不明、未實施安全檢點、未進行作業前危害氣體濃度偵測等管理不良所引起之職業災害亦是不斷傳出。

安全衛生管理與安全衛生技術，可說是達成工業安全衛生工作的兩大要素。在安全衛生技術方面，如生產工具、作業環境經由安全衛生防護設施、監控儀器的設置，可以做到隔絕危害、預知危險的目的，而本質安全衛生的設計理念則更進一步保障作業勞工的生命安全健康。另一方面完善的安全衛生管理

才是發揮安全衛生防護技術功能的關鍵手段。如工廠能成功建立危險性機械設備安全管理並落實執行，相信可以發揮自行保護、降低職業災害的功能。

為了使各界除運用本手冊外，能進一步掌握國內外其他安全衛生最新消息，茲於後頁提供重要之安全衛生相關網址及本手冊之參考文獻。並另於附錄一至五分別檢附鍋爐、壓力容器、高壓氣體特定設備、固定式起重機、升降機之自動檢查表格，供事業單位自行參考使用；最後於附錄六附上自動檢查追蹤改善辦法作為持續追蹤管理之參考。

國內外安全衛生相關網址

經濟部工業局工業安全衛生技術輔導 <http://cesh.moeaidb.gov.tw/>

行政院勞工委員會 <http://www.cla.gov.tw/>

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所 <http://www.iosh.gov.tw/>

中華民國工業安全衛生協會 <http://www.isha.org.tw/>

內政部消防署 <http://www.nfa.gov.tw/>

行政院衛生署疾病管制局 <http://www.cdc.gov.tw/>

工業技術研究院環境與安全衛生技術發展中心 <http://www.cesh.itri.org.tw/>

e-safety工安人專業網 <http://www.e-safety.com.tw/>

財團法人台灣產業服務基金會 <http://www.ftis.org.tw/>

財團法人中技社 <http://www.etdc.org.tw/>

美國職業安全衛生署 <http://www.osha.gov/>

美國防火協會 <http://www.nfpa.org/>

美國國家職業安全衛生研究所 <http://www.cdc.gov/niosh/>

英國安全衛生執行署 <http://www.hse.gov.uk/>

歐洲製程安全中心 <http://www.epsc.org/>

國家安全生產信息網（大陸） <http://www.anquan.ac.cn/>

中國職業安全衛生信息網（大陸） <http://www.cis-safety-inf.org.cn/>

香港職業安全健康局 <http://www.oshc.org.hk/>

參考文獻

- 1.勞工安全衛生法，行政院勞工委員會，2002.06.12。
- 2.勞工安全衛生法施行細則，行政院勞工委員會，2002.04.25。
- 3.勞工安全衛生設施規則，行政院勞工委員會，2001.12.12。
- 4.高壓氣體安全規則，行政院勞工委員會，1998.06.30。
- 5.危險性工作場所審查暨檢查辦法，行政院勞工委員會，2002.07.10。
- 6.鍋爐及壓力容器安全規則，行政院勞工委員會，1996.02.14。
- 7.勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法，行政院勞工委員會，2002.12.18。
- 8.缺氧症預防規則，行政院勞工委員會，1998.06.10。
- 9.液化石油氣安全輔導技術手冊，經濟部工業局，1999。
- 10.事業單位各級主管人員安全衛生管理實務手冊，經濟部工業局，2000。
- 11.風險評估技術手冊，經濟部工業局，2000。
- 12.液化石油氣安全輔導技術手冊，經濟部工業局，1999。
- 13.危險性機械及設備安全檢查規則，行政院勞工委員會，2001.12.12。
- 14.起重升降機具安全規則，行政院勞工委員會，1996.04.17。
- 15.勞工安全管理師教育訓練教材，中華民國工業安全衛生協會，2001.07.19。
- 16.高壓氣體特定設備操作人員安全訓練教材，中華民國工業安全衛生協會，2000。

附錄一 鍋爐自動檢查紀錄表

檢查週期：每月實施一次

事業單位名稱：		主管（負責人）		檢查人員		檢查日期	
鍋爐編號：						年 月 日	
對象	檢查項目	檢 查 事 項	異 常		狀 況 及 措 施		
			有	無			
本 體	胴、端板、爐筒	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷、變形、過熱變色 · 水及蒸汽洩漏 · 附著煤灰 					
	各管裝接部	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷 · 螺栓鬆弛 · 水、蒸汽洩漏及腐蝕 					
	水管、煙管及牽條	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷、鼓脹、局部過熱 · 水及蒸汽洩漏、彎曲變形、腐蝕 · 煤灰之附著 					
	外殼、磚牆及保溫	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷、惡臭、變色鬆動、附著煤灰 					
	基礎安裝狀況	<ul style="list-style-type: none"> · 螺栓損傷或鬆弛 · 混凝土龜裂或沈陷 · 本體傾斜或移位 · 伸縮滑動狀況 					
燃 燒 裝	燃料油加熱裝置	<ul style="list-style-type: none"> · 溫度調節器動作狀態 · 加熱用蒸汽調節閥動作狀況 · 祛水器排水狀況 · 閥及管連接部有無損傷、洩傷漏 					
	燃料輸送裝置	<ul style="list-style-type: none"> · 密封部及配管洩漏 · 填函蓋填料過熱 · 軸承振動、漏油及過熱，並查給油狀態 · 回轉部異常聲音及異常振動 · 泵吐出壓力在規定範圍內 					

置	主燃燒器本體及霧化機構	<ul style="list-style-type: none"> · 燃燒器、火焰安定器及霧化杯燒損變形、損耗及附著煤煙 · 噴油嘴噴霧狀態 · 軸承振動、漏油及過熱，查看給油狀態 · 由火焰顏色查看噴霧狀態 · 查明空氣和燃料之混合比率 			
	母燃燒器本體	<ul style="list-style-type: none"> · 燒損、變形、損傷及煤煙附著 · 點火位置、方向及火焰長度 			
	濾油器	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷、漏油 · 網目堵塞 · 濾網裝接部位邊緣隙縫 			
	燃燒室及燃燒器磚	<ul style="list-style-type: none"> · 變形、脫落、損傷及煤煙附著 			
	加煤機及爐條	<ul style="list-style-type: none"> · 運轉狀態 · 堵塞、損傷、燒傷、變形 			
	送風機、抽風機及阻風板	<ul style="list-style-type: none"> · 動作狀態 · 風壓 · 損傷 			
	煙道及煙囪	<ul style="list-style-type: none"> · 過熱變色 · 破損、腐蝕、裂疵 · 煤煙堆積、積水腐蝕 · 瓦斯或空氣洩漏 · 風壓 			
	爆發門	<ul style="list-style-type: none"> · 變形、燒損、銹蝕 · 可動狀態 			
	供油槽、油位調節器、油位計	<ul style="list-style-type: none"> · 損傷、腐蝕、漏油 · 動作狀態 			
自 動 控	控制盤及操作盤	<ul style="list-style-type: none"> · 動作狀態 · 過熱、異常 · 積水、結霧 			
	起動及停止裝置	<ul style="list-style-type: none"> · 動作狀態 			
	主安全控制器	<ul style="list-style-type: none"> · 動作狀態 			
	火焰檢測裝置	<ul style="list-style-type: none"> · 感知功能 · 鏡片污穢、龜裂或破裂 			

制 裝 置	燃料遮斷裝置 1.電磁閥 2.電動閥、液壓閥 3.壓力開關閥及自動切斷釋放閥	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 損傷 			
	燃料與空氣量控制裝置	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 			
	低水位遮斷器	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 			
	水位調節器	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 			
	蒸汽壓力控制裝置	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 損傷 			
	溫水溫度控制裝置	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 損傷 			
	比例式調節器 1.壓力調節器 2.溫度調節器	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 損傷 			
	電氣配線、端子	<ul style="list-style-type: none"> 污穢 鬆弛 損傷 			
附 屬 裝 置 及 附 屬	過熱器	<ul style="list-style-type: none"> 彎曲、變色、鼓脹、龜裂、洩漏、腐蝕、污穢 過熱蒸汽溫度 			
	節煤器	<ul style="list-style-type: none"> 進出口之給水溫度差 漏水、裂罅、損傷、腐蝕、污穢 			
	空氣預熱器	<ul style="list-style-type: none"> 裂罅、損傷、堵塞、腐蝕、污穢 			
	水處理裝置	<ul style="list-style-type: none"> 反應槽、配管過濾器漏水、腐蝕及堵塞 操作部動作狀態 處理作業之程序及時間 鹽水洩漏、鹽水閥膠著 			
	給水泵	<ul style="list-style-type: none"> 動作狀態 損傷 			
	噴射給水器	<ul style="list-style-type: none"> 給水量、蒸汽壓力給水溫度、本體溫度及動作狀態 空氣吸進、蒸汽漏逸及冷凝液 			

品	給水槽	<ul style="list-style-type: none"> · 水位標位 · 低水位標示及警報 · 給水溫度 · 配管漏水、腐蝕 · 水位調節器動作狀態 			
	壓力表	<ul style="list-style-type: none"> · 比較記錄器核對壓力指示是否正確 · 如有兩個以上壓力表時，互相比較指示是否正確 			
	水位計	<ul style="list-style-type: none"> · 閥及旋塞堵塞、洩漏 · 玻璃污穢、損耗 			
	安全閥、釋放閥及釋放管	<ul style="list-style-type: none"> · 洩漏、堵塞、腐蝕 · 安裝部位鬆動、生鏽及污穢 			
改善建議		追蹤改善處理情形		送會單位	

附錄二 小型壓力容器定期（每年）自動檢查紀錄表

檢查週期：每年實施一次

事業單位名稱：		主管（負責人）		檢查人員	檢查日期
鍋爐編號：					年 月 日
檢查項目	檢查事項	異常		狀況及措施	
		有	無		
1. 胴體、端板	(1) 檢查有無損傷、壓潰、膨出、腐蝕及污穢。 (2) 熔接縫有無裂痕、腐蝕。 (3) 管台有無變形，其安裝部有無裂痕。 (4) 管台、墊圈有無洩漏。 (5) 被覆部份有無損傷及脫落。 (6) 腳架、承座等有無損傷、變形及腐蝕。 (7) 固定螺栓有無鬆弛及腐蝕。				
2. 蓋板及閉鎖機構	(1) 蓋板有無變形、損傷、腐蝕及洩漏。 (2) 契合齒、環、放射桿及鎖緊螺栓，有無損傷、變形、磨耗及腐蝕。 (3) 墊圈部份有無洩漏及劣化。				
3. 管板、管	(1) 管孔有無裂痕、洩漏及腐蝕。 (2) 管端有無裂痕及洩漏。 (3) 熔接部份有無裂痕及腐蝕。				

4.閥類、旋塞	(1)閥體有無損傷、腐蝕及洩漏。 (2)閥軸有無彎曲、變形或腐蝕。 (3)固定螺栓有無損傷、裂痕、腐蝕及鬆弛。 (4)墊圈有無裂痕、破損及劣化。			
5.安全裝置	(1)安全閥性能測試有無正常。 (2)安全閥整體有無損傷、洩漏及腐蝕。 (3)破裂板有無腐蝕、洩漏、損傷裂痕。 (4)釋放管有無阻塞、腐蝕。 (5)自動警報裝置功能有無正常。			
6.附屬品	(1)壓力表本體有無損傷、裂痕、洩漏及腐蝕。 (2)壓力表表面是否清晰指針歸零。 (3)虹吸管有無異狀。 (4)液面計玻璃有無清晰。 (5)液面計旋塞有無損傷及洩漏。 (6)液面計墊圈有無破損洩漏及劣化。			

附錄三 高壓氣體特定設備定期自動檢查紀錄

附件1 檢查報告書

事業單位名稱_____

檢 查 報 告 書

設備名稱_____

檢查種類_____

檢查號碼_____

年 月 日

檢查單位名稱

負責人姓名

附件2

檢查號碼

年 月 日製成

檢 查 報 告 書

[安全檢查(含事前檢查)、定期自動檢查、定期點檢]

檢查種類：一般檢查、儲槽精密檢查、其他高壓氣體設備之精密檢查

檢查單位名稱

負責人姓名

印

1. 受檢事業單位名稱：

2. 受檢事業單位地址：

3. 受檢設備名稱：

4. 適用之檢查基準：

5. 檢查日期及期間：自 年 月 日~至 年 月 日共 日

6. 定期檢查代行檢查員姓名：

7. 事業單位之檢查負責人：

印

印

8. 會同檢查人員：

9. 檢查單位之檢查總負責人：

印

10. 檢查單位之檢查作業負責人：

印

代理人

印

同上

印

附件2. 1 檢查範圍與檢查結果概要 (詳閱附件 P.1 ~ P.)

檢 查 對 象	檢 查 項 目	檢 查 結 果	
		記 事	判 定
設 於 地 上 之 圓 筒 形 儲 槽	外 觀 檢 查		
	基 礎 及 裝 置 狀 態		
	洩 漏 檢 查		
	腐 蝕 狀 況		
	厚 (板) 度		
	加 工 狀 況		
	磁 粉 探 傷 試 驗		
	浸 透 探 傷 試 驗		
	超 音 波 探 傷 試 驗		
	放 射 線 透 過 試 驗		
	耐 壓 試 驗		
	氣 密 試 驗		

高壓氣體設備概要

1. 事業單位名稱：

2. 製造設施之區分： 基地，灌裝場，工業用消費設施

3. 處理之氣體種類：

4. 處理能力： Nm³/D

5. 主要設備機器：

設備名稱	容量	形式 (圓筒, 球, 臥, 豎) 地上, 地下	座數	製作者
No.1 儲槽	t		座	
No.2 儲槽	t		座	
			座	
			座	
壓 縮 機			座	
系			座	
系			座	
系			座	
灌 裝 機			座	
			座	
加 氣 機			座	
蒸 發 器 , 蒸 發 混 合 器			座	
裝 卸 機 構			座	
導 管			座	
配 管			座	

附件3

檢查號碼

事前調查及協調記錄

日期： 年 月 日 AM, PM

場所：

出席者：事業單位 (印)

檢查單位 (印)

事業單位名稱					
事業單位地址		TEL			
事業單位 檢查負責人等		檢查負責人姓名 檢查負責人姓名			
製造之氣體種類		供應者			
前次之開放檢查，定期檢查，定期自動檢查及設備修理	檢 查 及 修 理	機No.	實施年月日	實施業者	修 理 概 要
	貯 槽 開 放 檢 查		. .		
	系 分 解 檢 視 修 理		. .		
	壓 縮 機 分 解 檢 視 修 理		. .		
	灌 裝 機 分 解 檢 視 修 理		. .		
	加 氣 機 分 解 檢 視 修 理		. .		
	蒸 發 器，蒸 發 混 合 器 分 解 檢 視 修 理		. .		
	裝 卸 機 構 分 解 檢 視 修 理		. .		
	配 管 分 解 檢 視 修 理		. .		
	定 期 檢 查		. .		
定 期 自 動 檢 查		. .			

本次實施檢 查之設備與 檢查之種類	設備名稱	機器 No.	
	儲槽		
	泵壓縮機		
	灌裝氣機		
	蒸發器		
	蒸發混合器		
	裝卸機構		
現在之狀況 (缺陷洩漏等)	配管		
	其他		
準備事項 (修理, 改造配件等)			
檢查日期, 期間	年 月 日 ~ 年 月 日		
殘氣處理日期			
殘氣處理方法			
檢查中之氣體盛裝			
檢查中之灌裝氣體供應			
其他 協調 事項			

附件4		檢查項目：外觀檢查、電氣防蝕措施及電位測定		儲 槽		檢查號碼		P.			
貯槽名稱		No. t 儲槽		事業單位名稱							
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下),球		儲槽製造商							
內 容 積				m ³		製造商之製造號碼		No.			
容 量		丙 烷 丁 烷 油 混 合 丁 烷		t		常 用 溫 度					
						常 用 壓 力					
經 歷		製作日期		年 月		移 設 日 期		年 月			
		裝設日期		年 月				年 月			
製 作 時 之 規 格 概 要		特定設備 合格証號碼				最高使用壓力		Kg/cm ²			
		主要尺寸		圓筒形 I.D mm ϕ × TOP - TOP				mm(h)			
				球 形 I.D mm ϕ							
		使 用		圓 筒 形 儲 槽		<div>端 板</div>		<div>胴 板</div>			
						鋼之種類					
						鋼材製造商					
						抗拉強度		Kg/mm ²			
						降 伏 點		Kg/mm ²			
						使用板厚		mmt			
		鋼 板		球 形 儲 槽		<div>上 半 球</div>		<div>赤 道 帶</div>		<div>下 半 球</div>	
						鋼之種類					
						鋼材製造商					
						拉 張 強 度		Kg/mm ²		Kg/mm ²	
						降 伏 點		Kg/mm ²		Kg/mm ²	
						使用板厚		mmt		mmt	
熔 接 方 法		圓筒形儲槽		縱向接合		周向接合					
		球形儲槽									
熱 處 理		燒 鈍		爐內							
試 驗 檢 查		磁粉探傷 試 驗				超 音 波 探 傷 試 驗					
		浸透探傷 試 驗				放 射 線 穿 透 試 驗					

厚度	P: 最高使用 壓力 Kg/cm ²	端板 $t_e = \frac{P D K}{200\sigma\alpha\eta - 0.2P} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm} <$ 胴板 $t_s = \frac{P D i}{200\sigma\alpha\eta - 1.2P} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm} <$ 球形 $t = \frac{P D i}{400\sigma\alpha\eta - 0.4P} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm}$		
		端板 $t_e = \frac{P D}{50f\eta - P} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm}$ 胴板 $t_s = \frac{P D V}{100f\eta - P} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm}$ 球形胴 $t = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $= \hspace{10cm}$ (球形胴詳見附件之記載)		
計算式	P: 常用之 壓力 Kg/cm ²			
檢查結果 之概要	項 目	檢 查 項 目	記 事	判 定
	1	外觀檢查		
	2	基礎及裝設狀態之檢查		
	3	洩漏檢查	檢查壓力 Kg/cm ²	
	4	腐蝕狀況檢查		
	5	厚度測定		
	6	加工狀況檢查		
	7	磁粉探傷試驗		
	8	浸透探傷試驗		
	9	超音波探傷試驗	試驗範圍	
	10	放射線透過試驗	試驗範圍	
	11	耐壓試驗	水壓 試驗壓力 Kg/cm ² 空壓	
	12	氣密試驗	N2氣體, 空氣 Kg/cm ²	
	詳細見附件之記載			

附件5		檢 查 項 目		貯槽之基礎及裝設狀態檢查		檢查號碼. P.					
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業單位名稱					
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下),球		製 造 廠 商							
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 日 期		年 月					
內容積, 容量		m ³ t		裝 設 日 期		年 月					
檢 查 項 目		檢 查 時 期		檢 查 結 果		判 定					
基 礎	沈陷及不均勻 沈陷測定	測定時之狀況		不均勻沈陷率等							
		開放檢查前	灌 水 前	如下述							
			滿 水 時	如下述							
			排 水 後	(2~3日後測定)如下述							
		一 般 檢 查 時		如下述							
		地震,地盤變動時		如下述							
	有 無 龜 裂										
	連 接 配 管 及管口之狀況										
基 礎 堅 實											
裝設狀態			檢 查 處 所		檢 查 結 果		判 定				
	有 無 腐 蝕		錨 栓、腳 架								
	有 無 變 形		支 柱、滑 板								
不 均 勻 沈 陷 率	圓 筒 形 臥 型 儲 槽										
	測 定 之 時 期		長方向 (A-C) (B-D)			橫方向 (A-B) (C-D)			斜方向 (A-D) (B-C)		
			本次	前次	比較	本次	前次	比較	本次	前次	比較
	開 放 檢 查 時	灌 水 前									
		滿 水 時									
		排 水 後									
一 般 檢 查 時											

球 形 儲 槽 ， 圓 筒 形 豎 型 儲 槽														
不 均 勻 沉 陷 率	測定之時機													
			本次	前次	比較	本次	前次	比較	本次	前次	比較	本次	前次	比較
	開放檢查時	灌水前												
		滿水時												
		排水後												
	一般檢查時													
	測定之時機													
			本次	前次	比較	本次	前次	比較	本次	前次	比較	本次	前次	比較
	開放檢查時	灌水前												
		滿水時												
排水後														
一般檢查時														
不 均 勻 沉 陷 測 定 與 不 均 勻 沉 陷 率 計 算 方 法 及 其 合 格 值			<p>將測定點以A，B，C，D，.....表之 各該測定值為，a，b，c，d，..... A，B間之距離為ℓ_1，A，C間距離ℓ_2 A，B之不均勻沉陷率 $\frac{a-b}{\ell_1} \times 100$ 或 $\frac{b-a}{\ell_2} \times 100$ A，C之不均勻沉陷率 $\frac{a-c}{\ell_2} \times 100$ 或 $\frac{c-a}{\ell_2} \times 100$ 不均勻沉陷率在0.5%以下時為合格</p>											
不 均 勻 沉 陷 測 定 方 法 略 圖														
檢 查 及 測 定 者			資 格：			姓 名			(印)					

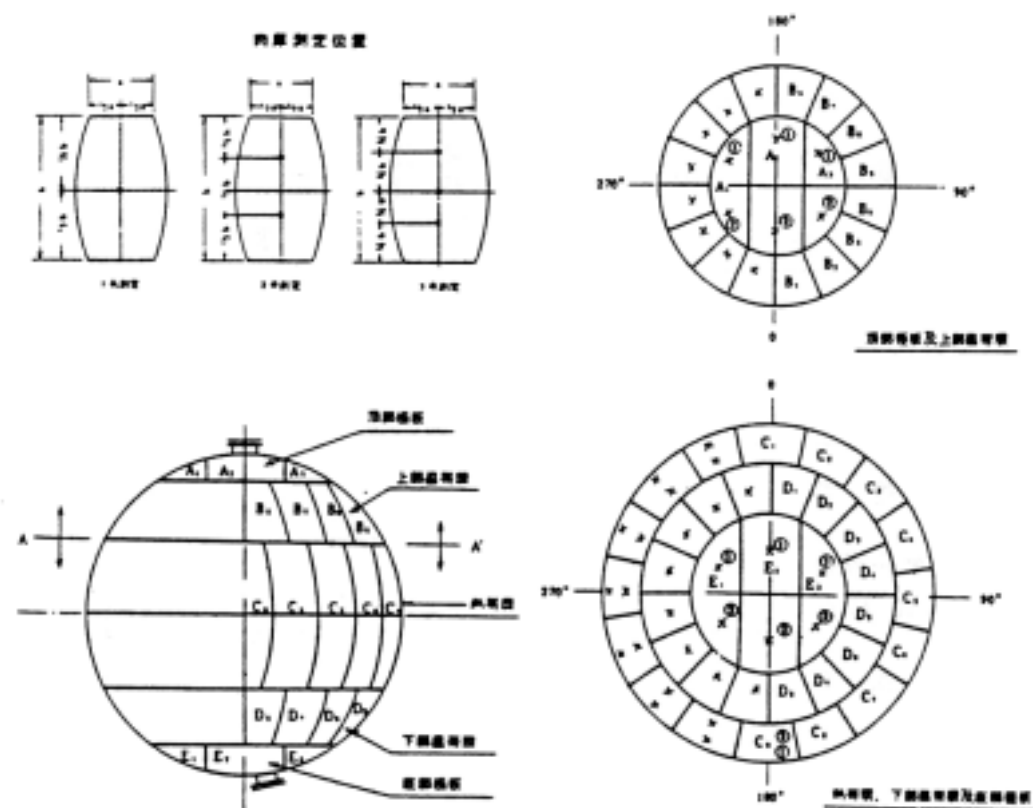
附件6		檢 查 項 目		儲槽之洩漏檢查		檢查號碼 P.	
儲槽名稱		No. t		儲槽		事業單位名稱	
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下),球		製造廠商			
儲存氣體		丙烷,丁烷		製造日期		年 月	
內容積,容量		m ³ t		裝設日期		年 月	
檢 查 結 果							
		檢查壓力 Kg/cm ²		狀 況 有 無 洩 漏			判 定
		Kg/cm ²		殼板熔接縫部分			
				人孔,管口補強板 軟管熔接縫部分 含預知孔			
				管口凸緣部分 人孔凸緣部分 (含盲蓋凸緣)			
有洩漏時之處理							
記事							
檢查作業負責人		資格:		姓名		資格:	

附件7		檢 查 項 目		開 放 檢 查 準 備		檢查號碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業單位名稱			
形 式		圓筒(橫,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱					
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 日 期		年 月			
內容積, 容量		t m ³		裝 設 日 期 移 設 日 期		年 月			
殘液回收方法		移送(槽車,其他儲槽)		殘氣處理方法		燃燒,大氣釋放			
殘 氣 之 處 理									
防止危險之 準 備		氣體偵測器之準備 滅火器之配置		與其他氣體設備之隔絕 防止危險之標示等					
燃 燒				大 氣 釋 放					
燃 燒 器		型 式 容 量		放 出 口 高 度		GL + m			
逆火防止裝置				氣 象		天候 風速 m/s, 風向			
臨 時 配 管				臨 時 配 管					
殘 氣 之 置 換									
水 置 換				以 不 活 性 氣 體 置 換					
水 源				不 活 性 氣 體		N2 CO2			
注水,排水口				置 換 方 法		注入壓 Kg/cm ² 回數 回			
置換氣體之處理		燃燒,大氣釋放		大 氣 釋 放		氣象條件			
排 水 處 理				測定氣體濃度		%			
氣體濃度測定		%		空 氣 置 換		方法 器材 自然,強制			
儲 槽 開 放				儲 槽 開 放					
儲 槽 內 之 準 備 作 業									
氧量,氣體濃度		O2 %, 氣體		%					
工 作 台									
內 部 清 掃									
檢查作業負責人		資格: 姓名		(印)		資格: 姓名		(印)	

附件8		檢 查 項 目		儲槽之腐蝕狀況檢查		檢查號碼	P.
儲槽名稱		No.		t		儲槽事業單位名稱	
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱			
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 日 期			
內容積,容量		m^3		t		裝 設 日 期	
檢 查 結 果							
檢 查 之 部 分		腐蝕狀況與其程度		處理(磨平·非破壞試驗等)		判 定	
內 部	端 板 部						
	胴 體 部						
	附屬品與其 裝設部分						
外 部	端 板 部						
	胴 體 部						
	附屬品與其 裝設部分						
	腳支柱等						
記 事							
檢查作業負責人		資格:		姓名		資格:	

※適用球型

腐蝕部分位置及其狀況



部分腐蝕位置，狀況及處理

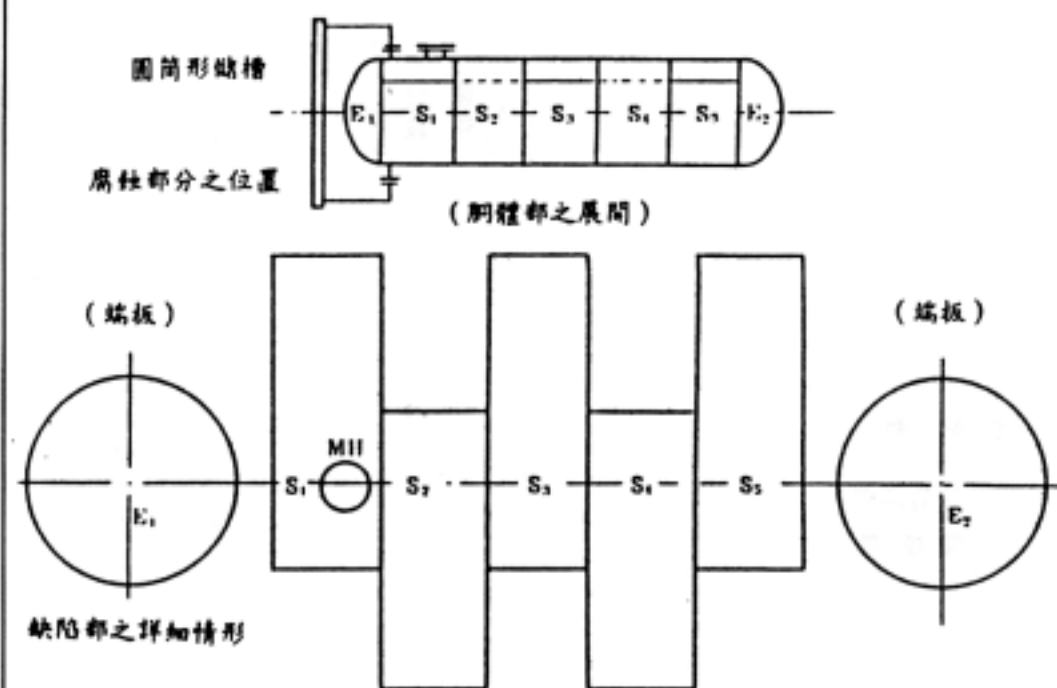
[illegible]

※適用球型

附件8.1		檢 查 項 目	儲 槽 之 腐 蝕 狀 況 檢 查	檢查號碼	P.
儲 槽 名 稱	No.	t	儲槽	事業單位名稱	
形 式	圓筒(臥,豎)(地上,地下)球			製造廠商名稱	
儲存氣體之種類	丙烷,丁烷			製 造 日 期	
內容積, 容量	m ³ t			裝 設 日 期 移 設	
檢 查 結 果					
檢 查 之 部 分		腐蝕狀況與其程度		處理(磨平·非破壞試驗等)	判 定
內 部	端 板 部				
	胴 體 部				
	附屬品與其 裝設部分				
外 部	端 板 部				
	胴 體 部				
	附屬品與其 裝設部分				
	腳支柱等				
記 事					
檢查作業負責人		資格：	姓名	資格：	姓名
			印		印

※通用地上、下式

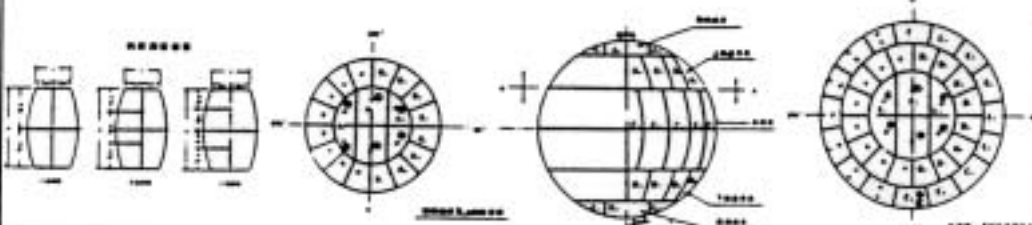
腐蝕部分位置及其狀況



部分腐蝕位置，狀況及處理

胴體 記號	內外 面別	缺陷 記號	缺陷狀況		處理				殘存 厚度
			面積		磨平	填補	非破壞試驗		

※適用地上、下式

附件9		檢 查 項 目		儲 槽 之 厚 度 測 定		檢查號碼		P.																										
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業單位名稱																												
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商之 製 造 號 碼																														
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 日 期		年 月																												
內容積, 容量		m ³		裝 設 日 期 移 設 日 期		年 月																												
測 定 條 件																																		
厚度計之型式				周 波 數		MH2																												
厚度計製造商				接 觸 媒 質		甘油 %,機械油																												
探 頭				對 比 試 驗 片		D型,設於裝置上者																												
表面處理方法		塗裝(剝離,無剝離)鋼刷、砂紙、研磨器																																
測定技術人員		姓 名																																
製 作 時 公 稱 厚 度 與 容 許 厚 度																																		
製作時	設計壓力	Kg/cm ²		未含腐蝕 裕差之容 許 厚 度	南極板		mm																											
	公稱厚度	mmt			北極板		mm																											
變 更	常用之壓力	Kg/cm ²			殼板		mm																											
																																		
測 定 年 月 日		年 月 日		綜 合 判 定																														
測 定 結 果	A	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	E1	E2	E3	判定	
	B																																	
	C																																	

※適用球型

附件9.1		檢 查 項 目		儲 槽 之 厚 度 測 定		檢 查 號 碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t		儲 槽		事業單位名稱			
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商之 製造號碼					
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製造日期		年 月			
內容積, 容量		m ³ t		裝 設 日 期 移 設		年 月			
測 定 條 件									
厚度計之型式				周 波 數		MH2			
厚度計製造商				接 觸 媒 質		甘油 %,機械油			
探 頭				對 比 試 驗 片		D型,設於裝置上者			
表面處理方法		塗裝(剝離,無剝離)鋼刷、砂紙、研磨器							
測定技術人員		姓 名							
製 作 時 公 稱 厚 度 與 容 許 厚 度									
製作時	設計壓力	Kg/cm ²		未含腐蝕 裕差之容 許 厚 度	端板		mm		
	公稱厚度	mm			胴板		mm		
變 更	常用之壓力	Kg/cm ²				人孔 管口			
測 定 年 月 日		年 月 日		綜 合 判 定					
測 定 結 果		E ₁	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	E ₂	判 定
	C								
	T								
	R								
	L								
	B								

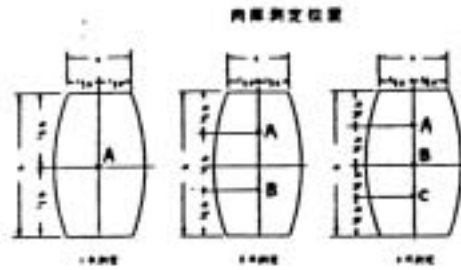
※適用地上、下式

附件10		檢 查 項 目		儲 槽 加 工 狀 況 檢 查		檢查號碼		P.
儲 槽 名 稱		No. t 儲槽		事業單位名稱				
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱				
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 日 期		年 月		
內容積, 容量		m ³ t		裝 設 日 期		年 月		
具備特定設備 檢查合格証之 儲 槽		特定設備檢查		刻 印 號 碼				
				發 証 日 期		年 月 日		
		合 格 証		設 計 溫 度 , 最高使用壓力		℃ Kg/cm ²		
				檢 查 機 關				
		經磁粉探傷試驗合於下列各款時,為合格。 1.表面無缺陷模樣。 2.線狀缺陷模樣(限融合不良,包雜泥垢及重疊。以下本項中均同)之最大長度4mm以下。 3.圓形缺陷磁粉模樣之長徑在4mm以下。 4.面積2500mm ² 範圍內其最大長度或長徑在4mm以下之線狀缺陷磁粉模樣或圓形缺陷磁粉模樣很多時,缺陷磁粉模樣之種類及最大長度視長徑為如次表所列該缺陷磁粉模樣之點數與當該缺陷磁粉模樣之個數之乘積在12以下。						
檢 查 結 果		缺 陷 部 位		缺 陷 狀 況 與 其 程 度		判 定		
檢查作業負責人		資格:		姓名		(印)		

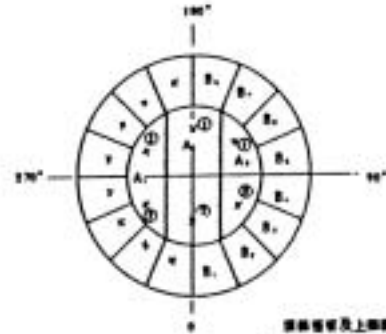
附件11		檢 查 項 目		磁 粉 探 傷 試 驗		檢查號碼		P.			
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱					
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱							
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製 造 號 碼		No.					
內 容 積 , 容 量		m ³		t		製 造 日 期		年 月			
				裝 設 日 期		年 月					
前 回 施 行 之 磁 粉 探 傷 試 驗 概 要											
試 驗 日 期		年 月 日									
有無缺陷,修補狀況											
試 驗 裝 置 與 試 驗 方 法 等											
磁 化 裝 置		交流極間型磁粉探傷器		試 驗 方 法		磁 化 方 法		極 間 法			
		磁極間距離				鐵芯中心		mm		磁粉適用對	
		起 磁 力				AC AT		磁化之時期		連 續 法	
		製造廠商名稱									
紫 外 線 照 射 裝 置		光 量		方 法		磁 極 配 置					
		製 造 商									
磁粉及檢查液		磁 粉		螢 光 色 磁 粉		標準試 驗 片		直形A1-7/50 A2-15/50			
		檢 查		水+界面活性劑				圓形A1-15/100 A2-30/100			
		液 體		分散媒				試驗面 修 整			
		磁粉濃度		g/ l				刷平 補修 磨光(平滑)			
試驗方法及判定之基準											
試 驗 範 圍											
試 驗 日 期		年 月 日		試 驗 會 同 者							
試驗技術人員		資 格		姓 名		資 格		姓 名			
				(印)				(印)			
				(印)				(印)			

※適用球型

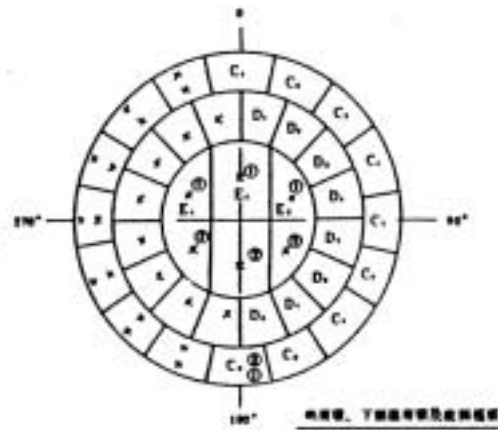
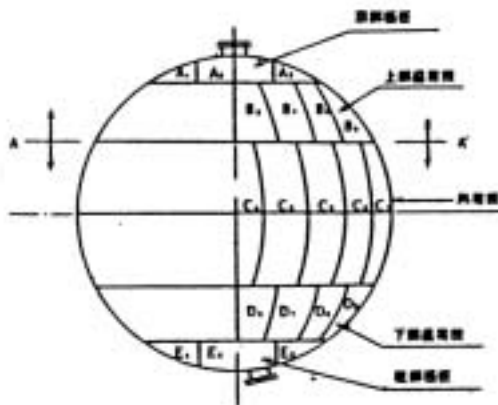
試驗結果記錄



兩端測定位置



頂部半球及上部圓周圖



底部半球、下部圓周圖及底部圓周圖

符號	位置	缺陷種類	缺陷之大小 深度×長度mm	補修概要	再試驗	判定

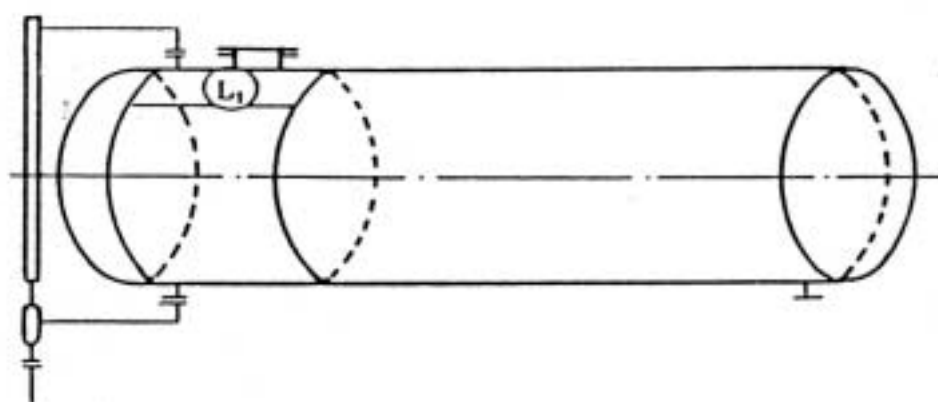
綜合判定

※適用球型

附件11.1		檢查項目		磁粉探傷試驗		檢查號碼		P.			
儲槽名稱		No. t		儲槽		事業場所名稱					
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱							
儲存氣體之種類		丙烷,丁烷		製造號碼		No.					
內容積, 容量		m ³		t		製造日期		年 月			
						裝設日期		年 月			
						移設日期		年 月			
前 回 施 行 之 磁 粉 探 傷 試 驗 概 要											
試 驗 日 期		年 月 日									
有無缺陷, 修補狀況											
試 驗 裝 置 與 試 驗 方 法 等											
磁 化 裝 置		交流極間型磁粉探傷器		試 驗 方 法		磁 化 方 法		極 間 法			
		磁極間距離				鐵芯中心 mm		磁粉適用對		連 續 法	
		起 磁 力				AC AT		磁化之時期			
		製造廠商名稱									
紫 外 線 照 射 裝 置		光 量		μw/cm ²		磁 極 配 置					
		製 造 商									
磁粉及檢查液		磁 粉		螢光磁粉		標準試驗片		直形A1-7/50 A2-15/50			
		檢 查		分散媒				圓形A1-15/100 A2-30/100			
		液		水+界面活性劑							
		磁粉濃度		g/ℓ		試驗面修整		刷平 補修 磨光(平滑)			
試驗方法及判定之基準											
試 驗 範 圍											
試 驗 日 期		年 月 日		年 月 日		試 驗 會 同 者					
試驗技術人員		資 格		姓 名		資 格		姓 名			
				(印)				(印)			
				(印)				(印)			

※適用地上、下式

試驗結果記錄



缺陷詳細圖示（如下）及記錄

符號	位置	缺陷種類	缺陷之大小 深度×長度mm	補修概要	再試驗	判定

綜合判定

※適用地上、下式



附件12		檢 查 項 目		浸 透 探 傷 試 驗		檢 查 號 碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t		儲 槽		事業場所名稱			
形 式		圓筒(臥, 豎)(地上, 地下)		球		製造廠商名稱			
儲存氣體之種類		丙 烷 , 丁 烷		製 造 號 碼		No.			
內 容 積 , 容 量		m ³		t		製 造 日 期		年 月	
						裝 設 日 期		年 月	
						移 設 日 期		年 月	
試 驗 裝 置 與 試 驗 方 法									
試驗之種種與 探 傷 劑		螢光浸透探傷		水 洗 性		試驗方法及判定之基準			
				溶 劑 除 去 性					
紫外線照射裝置 (螢光之場合)		光 量		水 洗 性		試 驗 範 圍			
		製 造 廠		溶 劑 除 去 性					
對比試驗片						試驗面修整			
試 驗 期 間		年 月 日		日		會同試驗人員			
記 事									
試 驗 結 果 記 錄 (內 部 配 件 裝 設 部 分 等)									
綜 合 判 定									
試驗實施者		資 格		姓 名		資 格		姓 名	
				(印)				(印)	

試驗結果記錄（對外部或廣泛範圍施行）

符號	位 置	缺 陷 之 種 類	缺陷之大小 深度×長度mm	補 修 概 要	再 試 驗	判 定
綜 合 判 定						

附件13		檢 查 項 目		超 音 波 探 傷 試 驗		檢查號碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t 儲槽		事業場所名稱					
形 式		圓筒(臥,豎)(地上,地下)球		製造廠商名稱					
儲存氣體之種類		丙烷, 丁烷		製 造 號 碼		No.			
內容積, 容量		m ³ t		製 告 日 期		年 月			
		.		裝 設 日 期		年 月			
11.2, 11.4, 11.6 11.7, 11.8, 11.9, 11.10 試 驗 裝 置 與 試 驗 方 法									
試 驗 裝 置					試 驗 方 法		試驗種類： # 本行大 = 試驗之準備： # 本行大 = 接觸媒質： 熔接部之探傷方法： # 本行大 =		
標 準 試 驗 片									
缺 陷 位 置 測 定 精 密 探 傷									
試驗方法及判定之基準									
試 驗 範 圍									
試 驗 期 間		年 月 日			會 試 人		同 驗 員		
日 期		年 月 日							
		資 格		姓 名		資 格		姓 名	
試驗技術人員				(印) (印)				(印) (印)	

試驗結果記錄（缺陷位置、缺陷之分類等圖示）						
符號	位 置	缺 陷 之 類	缺陷之大小 深度×長度mm	補 修 概 要	再試驗	判 定
綜 合 判 定						

附件15		檢 查 項 目		耐 壓 試 驗		檢查號碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
儲存氣體名稱		丙烷、丁烷		常用壓力		Kg/cm ²			
試 驗 準 備				試 驗 方 法					
				熔 接 補 修 後 經 過 之 時 間		hrs			
				加 壓 方 法		水壓 水 % + 空氣 (N ₂) 氣壓 (N ₂)			
				試 驗 壓 力		Kg/cm ²			
判 定 及 處 理									
試 驗 狀 況				處 理			判 定		
耐 壓 試 驗 後 之 非 破 壞 試 驗									
試 驗 之 種 類				試 驗 結 果			判 定		
磁 粉 探 傷 試 驗				附件 P. 磁粉探傷試驗記錄記載					
浸 透 探 傷 試 驗				附件 P. 浸透探傷試驗記錄記載					
超 音 波 探 傷 試 驗				附件 P.1 超音波探傷試驗記錄記載					
耐壓試驗後之 非破壞試驗不 合格時之處理									
記 事									
實施檢查人員		資格： 姓名 資格： 姓名 <div style="text-align: center;">   </div>							

附件17		檢 查 項 目		儲 槽 用 安 全 閥		檢查號碼		P.		
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱				
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷		檢查之種類		一般檢查，精密檢查				
No.	型 式	材 質	口 徑 (A),(B)	製造廠商名稱		附 屬 品				
						配 管	防 雨 蓋	測 試 用 凸 緣，短管		
判定										
No.	外觀檢查		裝設狀態檢查		洩漏檢查 Kg/cm ²		氣密試驗 Kg/cm ²		判 定	
No.	設定 壓力 Kg/cm ²	作 動 檢 查 Kg/cm ²								判 定
		調 整 前		分 解 調 整 後						
		初 吹	停 吹	第 1 回 初 吹	第 1 回 停 吹	第 2 回 初 吹	第 2 回 停 吹	第 3 回 初 吹	第 3 回 停 吹	
分解保養檢查										
實施檢查人員			資格： 姓名 (印)				資格： 姓名 (印)			

附件18		檢 查 項 目		儲槽用緊急遮斷裝置		檢查號碼		P.	
儲槽名稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷		檢查之種類		一般檢查，精密檢查			
檢 查 結 果									
緊 急 遮 斷 閥									
裝設口	型 式	材 質	口 徑 (A)(B)	製造商名稱	外 觀 檢 查	裝設狀態檢查	作動狀況檢查		
判 定									
裝設口	洩 漏 檢 查	Kg/cm ²		閥座洩漏試驗差壓	Kg/cm ²		分解保養檢查	氣 密 試 驗	Kg/cm ²
判 定									
操 作 機 構									
型 式	油 氣 鋼	壓 力 鋼	式 式 式 式	設備內容			操 作 處 所	處	
項 目	外 觀 檢 查	檢 查	查 查	作動狀況檢查	洩 漏 檢 查	密 試 驗	分解保養檢查		
判 定									
記 事									
實施檢查人員		資格： 姓名							
		(印)							

附件20		檢 查 項 目		儲 槽 用 液 面 計		檢查號碼		P.	
				玻 璃 液 面 計					
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
儲存氣體名稱		丙 烷 ， 丁 烷		檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查			
裝設 位置	型 式	顯示範圍	段 數	製 造 商 名 稱	附 屬 品 規 格				
					球逆止閥	釋 放 器	刻 度 板	其 他	
	反射式	mm							
	透視式	mm							
	千鳥型	mm							
檢 查 結 果									
檢 查 項 目			記 事					判 定	
外 觀 檢 查									
作 動 狀 況 檢 查									
洩 漏 檢 查									
分 解 保 養 檢 查									
氣 密 試 驗									
附 屬 品 之 檢 查		刻 度 板							
		球型逆止閥							
		釋 放 器							
		釋 放 閥 釋 排 放 閥							
實 施 檢 查 人 員			資格： 姓名 (印)						

附件21		檢 查 項 目		儲 槽 用 液 面 計		檢查號碼		P.	
Ⅲ				浮 標 式 液 面 計					
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷		檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查			
型 式		製 造 商 名 稱		附 屬 品 規 格					
				指 示 盤		帶 索		保 護 管	
檢 查 結 果									
檢 查 項 目		記 事						判 定	
外 觀 檢 查									
作 動 狀 況 檢 查									
洩 漏 檢 查									
比 較 器 差 檢 查		作 比 較 之 液 面 計		指 示 或 刻 度					
		玻 璃 式 ， 滑 管 式							
		浮 標 式 液 面 計 之 指 示							
		器 差							
分 解 保 養 檢 查									
氣 密 試 驗									
附 屬 品									
實 施 檢 查 人 員		資格： 姓名 (印)							

附件22		檢 查 項 目		儲 槽 用 液 面 計		檢查號碼		P.	
				滑 管 式 液 面 計					
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷				檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查	
製造商名稱						測 定 範 圍			
檢 查 結 果									
檢 查 項 目			記 事				判 定		
外 觀 檢 查									
作 動 狀 況 檢 查									
洩 漏 檢 查									
分 解 保 養 檢 查									
氣 密 試 驗									
其 他									
檢 查 項 目			固 定 管 式 液 面 計						
			旋 轉 管 式 液 面 計						
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查	
製造商名稱						測 定 範 圍			
檢 查 結 果									
檢 查 項 目			記 事				判 定		
外 觀 檢 查									
作 動 狀 況 檢 查									
洩 漏 檢 查									
分 解 保 養 檢 查									
氣 密 試 驗									
實 施 檢 查 人 員			資格： 姓名						
			(印)						

附件23		檢 查 項 目		儲 槽 用 液 面 計		檢查號碼		P.
				靜電容量式液面計				
儲槽名稱		No. t		儲槽		事業場所名稱		
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷		檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查		
製造商名稱				測 定 範 圍				
檢 查 結 果								
檢 查 項 目		記 事					判 定	
外 觀 檢 查								
洩 漏 檢 查								
氣 密 試 驗								
比較器差檢查								
其 他								
檢 查 項 目		磁性浮標式液面計，差壓式液面計，偏位式液面計，自動液面調節計，遙控指示計				檢 查 號 碼		
儲槽名稱		No. t		儲槽		檢 查 種 類		一般檢查，精密檢查
製造商名稱								
檢 查 結 果								
檢 查 項 目		記 事					判 定	
實施檢查人員		資格： 姓名						
		(印)						

附件24		檢 查 項 目		儲 槽 用 壓 力 表		檢查號碼		P.	
儲 槽 名 稱		No. t		儲槽		事業場所名稱			
						常用壓力		Kg/cm ²	
儲存氣體名稱		丙烷，丁烷				基準壓力表			
儲槽號碼		壓力計		規 格 等		製造商		檢 查 結 果	
製造號碼		盤 徑		最大刻度		名 稱		外觀檢查	
No.		mmφ		Kg/cm ²				洩漏檢查	
No.		mmφ		Kg/cm ²				判定	
No.		mmφ		Kg/cm ²					
No.		mmφ		Kg/cm ²					
比 較 器 差 檢 查									
儲槽號碼		壓力表		基 準		基 準		器 Kg/cm ²	
製造號碼		比較						判定	
		加壓							
		減壓							
		加壓							
		減壓							
		加壓							
		減壓							
檢 查 項 目 儲 槽 用 溫 度 計 基 準 溫 度 計									
儲槽號碼		溫 度 計		規 格 等		儲 槽		溫 度 計	
製造號碼		盤 徑		刻 度		號 碼		製造號碼	
		mmφ		-80℃				mmφ -80℃	
儲槽號碼		溫 度 計		比 較 器 差 檢 查		基 準		基 準 器 ℃	
製造號碼		外觀檢查		比較				判定	
實施檢查人員		資格：		姓名				(印)	

附錄四 固定式起重機(架空式)定期自動檢查表

(一)固定式起重機(架空式)年度自動檢查表

合格證號碼			設置場所	主 捲	副 捲	檢查人員	負 責 人	
				t	t			
起重機編號			檢查年月日	跨 距	揚 程	操作人員	安衛人員	
				m	m			
區 分			檢 查 內 容			檢 查 結 果	措 施	
1. 直行走道	1. 直行走道	1. 軌道	1.龜裂、頭部下垂、變形及側面異常摩耗。					
			2.安裝螺栓鬆弛、脫落。					
			3.接縫板及墊板偏離、突出。					
			4.接縫螺栓鬆弛、脫落。					
			5.軌道接縫偏差、間隙。					
		2.緩衝裝置	損傷、歪斜及安裝螺栓鬆弛、脫落。					
2. 鋼結構部份	1. 駕駛室(台)	1. 安裝於桁架部份	1.安裝部及熔接部龜裂。					
			2.安裝部之螺栓、鉚釘固著不確實。					
		2. 標示	控制器之動作方向等之標示。					
	2. 桁架伸臂及鞍座等	1. 結構	1.結構材異常變形、整體扭曲。					
			2.龜裂。					
			3.腐蝕。					
			4.結合部螺栓螺帽之鬆弛、脫落、龜裂、腐蝕。					
		2. 漆面	銹蝕、離、起泡。					
		3. 曲度	吊運車置於桁架中央側無負荷狀態之曲度。					

	3. 橫行軌道	1. 阻擋器	龜裂、損傷及脫落。		
		2. 安裝部	安裝螺栓之脫落及熔接部龜裂。		
		3. 軌道	龜裂、頭部下垂、變形及側面異常摩耗。		
	4. 吊運車架	1. 構造部	1. 構造部之變形、龜裂。		
			2. 漆膜狀況。		
			3. 各部安裝螺栓之鬆弛、脫落。		
3. 直行機械裝置	1. 電動機	底座安全	1. 安裝底座之龜裂。		
			2. 安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		
	2. 軸聯結器	1. 鍵和鍵槽	1. 鍵之變形、脫出、鬆弛。		
			2. 鍵槽之龜裂、變形。		
		2. 軸心	軸聯結器之圓周振動及平面振動。		
		3. 軸襯套	變形、摩耗及鬆弛。		
		4. 齒聯軸式器	給油狀況及漏油。		
		5. 鏈聯軸式器	給油狀況。		
		6. 螺絲帽	螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		
	3. 制動器	1. 動作	制車作動狀況。		
		機（腳踏車）	1. 踏板遊動狀況及間隙。		
			2. 桿及鋼絲之鬆弛、鬆動、損傷。		

		3. 電 制 磁 車	電磁鐵動作狀況。		
		4. 推 入 機 械 式 制 車	1.桿之彎曲、漏油及油量。		
			2.漏油、油量。		
		5. 油 壓 式 圓 盤 制 車	1.油量狀況及漏油。		
			2.油壓元件及圓盤動作狀況、磨耗、損傷。		
			3.軟管及管子漏洩、損傷。		
		6. 電 動 式 圓 盤 制 車	1.電磁鐵動作狀況。		
			2.圓盤動作狀況、磨耗、損傷。		
		7. 制 車 鼓 、 制 車 鞋	1.制車鼓安裝部之鬆弛。		
			2.來令片之磨耗、損傷、離，銷生銹和彈簧衰損。		
			3.鼓與來令片之間隙。		
			4.鼓之磨耗、龜裂、損傷。		
		8. 衝 之 調 整 機 構 和 扭 矩 機 構	1.衝程和扭矩調整機構狀況。		
			2.槓桿、銷、桿及螺紋之磨耗、彎曲、龜裂、損傷。		
		9. 安 螺 栓 裝 栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	4. 齒 輪 類	1. 齒 輪	1.異音、發熱、振動。		
			2.齒面磨耗、損傷。		
			3.輪殼、輪臂、齒等之龜裂、變形、損傷。		
			4.鍵及鍵槽之變形、鍵之鬆弛、脫出。		
			5.齒面接觸及嚙齒含狀況。		

		2. 齒輪箱	1. 龜裂、變形等。		
			2. 油量及油之污穢。		
			3. 漏油。		
			4. 安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
		3. 齒輪蓋	1. 龜裂、變形。		
			2. 安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	5. 長軸與其他軸	1. 軸	軸之損傷、變形、摩耗。		
		2. 軸心	軸轉動時檢查振動狀況。		
		3. 鍵和鍵槽	鍵和鍵槽之變形、鍵之鬆弛、脫出。		
	6. 軸承	1. 軸本體	1. 龜裂、變形。		
			2. 安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
		2. 止軸推承	1. 襯套之摩耗。		
			2. 無負荷和負荷狀態下發熱和燒著痕跡。		
		3. 滾珠軸承	無負荷和負荷狀態下異音、振動、發熱。		
		4. 安裝螺栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	7. 直行車輪	1. 凸緣	損傷、變形、崩塌、摩耗、龜裂。		
		2. 轂和腹板	損傷、變形、崩塌、摩耗、龜裂。		
		3. 接觸面	1. 接觸面摩耗。		
			2. 左右動輪和從動輪直徑之差。		
			3. 損傷、變形、龜裂。		
		4. 車輪軸承	1. 在止推軸承者檢查襯套之摩耗，無負荷及有負荷狀態下，發熱、燒著痕跡、給油狀況。		
			2. 對滾珠軸承，檢查在無負荷及有負荷狀態下之異音、發熱及給油狀況。		

		5. 轆之座側板	摩耗。		
4. 橫行機械裝置	1. 電動機	安裝底座	1. 安裝底座之龜裂。		
			2. 安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		
	2. 軸聯結器	1. 鍵和鍵槽	1. 鍵之變形、脫出、鬆弛。		
			2. 鍵槽之龜裂、變形。		
		2. 軸心	軸聯結器之圓周振動與平面振動。		
		3. 襯套	變形、摩耗及鬆弛。		
		4. 齒軸輪聯式結器	給油狀況、漏油。		
		5. 鏈軸聯式結器	給油狀況		
		6. 螺絲帽	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	3. 制動器	1. 動作	制動動作狀況。		
		2. 電磁制動車	電磁鐵動作狀況。		
		3. 推槓入式制動車	桿之彎曲、漏油、油量。		
		4. 制動鼓、制動鞋	1. 制動鼓安裝部之鬆弛。		
			2. 來令片之摩耗、龜裂、損傷。		
			3. 制動鼓與來令片之間隙。		
			4. 制動鼓之摩耗、龜裂、損傷。		

		5. 衝矩 程調 整機 構及 扭機 構	1.衝程及扭矩調整機構。		
			2.槓桿、銷、桿及螺紋之摩耗、龜裂、損傷。		
		6. 安螺 裝栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	4. 齒 輪 類	1. 齒 輪	1.異音、發熱、振動。		
			2.齒面摩耗、損傷。		
			3.輪殼、輪臂、齒等之龜裂、變形、損傷。		
			4.鍵及鍵槽之變形、鍵鬆弛、脫出。		
			5.齒面接觸及嚙合狀況。		
			6.給油狀況。		
		2. 齒 輪 箱	1.龜裂、變形等。		
			2.油量及油之污穢。		
			3.漏油。		
			4.安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
		3. 齒 輪 蓋	1.龜裂、變形等。		
			2.安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		
	5. 軸	1. 軸	軸之損傷、變形、摩耗。		
		2. 軸 心	軸轉動時振動狀況。		
		3. 鍵鍵 及槽	鍵及鍵槽之變形、鍵鬆弛、脫出。		
	6. 軸 承	1. 軸 承 本 體	1.龜裂、損傷。		
			2.給油狀況。		
		2. 止 推 軸 承	1.襯套之摩耗。		
			2.無負荷和有負荷狀態下發熱及燒著痕跡。		
		3. 滾軸 珠承	無負荷和負荷狀態下異音、振動、發熱。		
		4. 安螺 裝栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		

7. 橫行車輪	1. 凸緣	損傷、變形、崩塌、摩耗、龜裂。		
	2. 轂腹及板	損傷、變形、崩塌、摩耗		
	3. 接觸面	1. 摩耗		
		2. 左右動輪及從動輪直徑之差。		
		3. 損傷、變形、龜裂		
	4. 車輪軸承	1. 在止推軸承，為襯套之摩耗、無負荷及有負荷狀態下之發熱、燒著痕跡、給油狀況。		
		2. 對滾珠軸承，檢查其無負荷及有負荷狀態下之異音、振動、發熱及給油狀況。		
	5. 轂側與鞍側座板	摩耗。		
5. 捲揚機械裝置	1. 電動機	安裝底座	1. 安裝底座之龜裂。	
			2. 安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。	
	2. 軸聯結器	1. 鍵和鍵槽	1. 鍵之變形、脫出、鬆弛。	
			2. 鍵槽之龜裂、變形。	
		2. 軸心	軸聯結器之圓周振動與平面振動。	
		3. 襯套	變形、摩耗及鬆弛。	
		4. 齒輪聯結式	給油狀況、漏油。	
		5. 鏈條聯結式	給油狀況	
		6. 螺栓螺帽	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。	

3. 制動器	1. 動作	剎車動作狀況。		
	2. 電磁剎車	電磁鐵動作狀況。		
	3. 機械式剎車	桿之彎曲、漏油、油量。		
	4. 圓盤剎車	油壓式		
		1.油量及漏油。		
		2.油壓組件及圓盤機能、摩耗、損傷。		
		3.圓盤安裝部鬆弛。		
		4.軟管、管子、接合部之摩耗、漏油。		
		電磁式		
		1.電磁鐵動作狀況。		
		2.圓盤之機能、摩耗、損傷。		
		3.圓盤安裝部之鬆弛。		
	5. 機械剎車	1.油量及漏油。		
		2.箱之龜裂等。		
		3.棘爪、棗輪之動作。		
		4.棘爪、棗輪之齒之摩耗、咬合、折損。		
		5.齒輪嚙合狀況。		
		6.齒輪之摩耗、龜裂、損傷。		
		7.齒輪箱之安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
		8.油污穢。		
	6. 剎車鼓及剎車靴	1.鼓安裝部之鬆弛。		
		2.來令片之摩耗之損傷、離、銷生鏽、彈簧、衰損。		
		3.鼓與來令片之間隙。		
		4.鼓之摩耗、龜裂、損傷。		
	7. 衝矩調整機構	1.衝程及扭矩調整機構。		
		2.槓桿、銷、桿及螺紋之摩耗、龜裂、損傷。		
	8. 安裝螺栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		

	4. 齒輪類	1. 齒輪	1.異音、發熱、振動。		
			2.齒面摩耗、損傷。		
			3.輪殼、輪臂、齒等之龜裂、變形、損傷。		
			4.鍵及鍵槽之變形、鍵鬆弛、脫出。		
			5.齒面接觸及嚙合狀況。		
			6.給油狀況。		
		2. 齒輪箱	1.龜裂、變形等。		
			2.油量及油之污穢。		
			3.漏油。		
			4.安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
		3. 齒輪蓋	1.龜裂、變形等。		
			2.安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		
	5. 軸	1. 軸	軸之損傷、變形、摩耗。		
		2. 軸心	軸轉動時振動狀況。		
		3. 鍵及鍵槽	鍵及鍵槽之變形、鍵鬆弛、脫出。		
	6. 軸承	1. 軸承本體	1.龜裂、損傷。		
			2.給油狀況。		
		2. 止推軸承	1.襯套之摩耗。		
			2.無負荷和有負荷狀態下發熱及燒著痕跡。		
		3. 滾軸珠承	無負荷和負荷狀態下異音、振動、發熱。		
		4. 安裝螺栓	螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
	7. 捲胴	1. 捲胴本體	1.龜裂、變形及摩耗。		
			2.鋼索安裝部。		
			3.脫索痕跡。		
			4.捲胴安裝螺栓、螺帽鬆弛、脫落。		

		2. 軸、軸承	1.軸部份。		
			2.軸用鍵板之變形、鬆弛。		
			3.捲胴回轉時，異音、發熱、振動等。		
	8. 槽輪 （含導輪）	1. 槽輪本體	1.色裂、變形、摩耗。		
			2.槽溝。		
			3.脫索痕跡。		
		2. 軸及軸承	1.鍵板、鎖梢之變形、鬆弛、脫落。		
			2.止推軸承之摩耗。		
			3.軸部。		
			4.輪之回轉		
		3. 鋼防脫裝置	鋼索之防脫裝置之脫落、變形。		
		4. 導輪之吊件	龜裂、變形。		
	9. 鋼索	1. 鋼索組織	1.鋼索組織、索徑合規格合。		
			2.揚程最低時於捲筒留有 2 捲以上。		
		2. 鋼索狀況	1.素線之斷線、直徑之減少、扭結、腐蝕。		
			2.反複彎曲部。		
			3.索端加工、末端金屬件之損傷、索端固定狀況。		
			4.亂捲。		
			5.給油狀況，砂、塵、水分等之附著。		
		3. 鋼體等對接觸	1.機體及其他之接觸狀況。		
			2.接觸導輪部分之摩耗、斷線、銹蝕。		
	10. 吊鉤組	1. 吊鉤組	1.吊鉤龜裂、變形、摩耗。		
			2.吊鉤回轉狀況、螺紋部之鬆動。		
			3.吊掛鋼索防脫裝置安裝部。		
			4.吊鉤開口度。		
			5.止推軸承給油狀況。		

		2. 鏈板、螺栓、皮帽插梢等	1.吊鉤螺帽之止旋裝置之脫落等。		
			2.鏈板、鎖梢之變形、鬆弛、脫落。		
			3.側板等之龜裂、變形。		
			4.螺栓、螺帽、開口梢等之龜裂、變形。		
			5.吊擣鋼索防脫裝置之龜裂、變等、脫落。		
			6.吊鉤組之摩耗及損傷。		
6. 潤滑裝置	1. 潤滑裝置	1. 黃油	給油狀況。		
		2. 手動黃油給油泵	給油泵操作桿之動作狀況。		
		3. 潤滑給油泵	1.回轉中異音、振動、發熱。		
			2.給油量。		
			3.油之液位。		
		4. 配管等	1.黃油分配閥之動作。		
			2.配管、軟管之損傷、接頭漏油。		
			3.安裝螺栓、螺帽之鬆弛、脫落。		
			4.油脂劣化、異物混入。		
7. 電氣部分	1. 電動機	1. 線圈	絕緣電阻、發熱。		
		2. 軸承	給油狀況。		
		3. 滑環	變形、瑕疵、粗糙、導線接續端子之鬆弛。		
		4. 碳刷及編線	1.摩耗、推擠壓力。		
			2.碳粉附著、接觸面之火花。		
			3.編線安裝部之鬆弛。		

2. 配電盤	1. 遮斷器	1.開閉動作		
		2.模子破損。		
	2. 開刀開關	1.接觸部之粗糙。		
		2.鉸鏈或夾片之接觸壓力。		
		3.保險絲按規定容量確實安裝。		
	3. 電磁接觸器	1.接觸面粗糙。		
		2.接觸子之接觸壓力。		
		3.彈簧之折損及因腐蝕而劣化。		
		4.鐵心吸著面附著異物。		
		5.使用中波差、漆包線之斷線。		
		6.阻擋器之折損及摩耗等異狀，放開時過度。		
		7.消弧線圈鎖緊部鬆弛。		
		8.弧擋（消弧部）之位置、燒損。		
		9.安裝部之鬆弛。		
	4. 繼電器	1.彈簧之折損及腐蝕之劣化。		
		2.限時繼電器之時限。		
		3.緩衝筒之油量及油質，筒之脫落、漏油。		
		4.接觸片之接觸面之粗糙，摩耗。		
		5.手動動作狀況。		
		6.操作試驗、動作正常。		
	5. 內部配線	1.接合端子鎖緊狀況。		
		2.配線、絕緣物之損傷、污損、劣化。		
		3.電線引入口之被覆。		
	6. 安裝螺栓	鎖緊部分之鬆弛、脫落。		
	7. 感電防止設備	感電防止設備。		

3. 控制器及操作開閉器	1. 動作狀況	1.動作狀況。		
		2.零凹口阻擋器及把手之上鎖動作。		
	2. 指端及指滾輪	1.接觸壓力。		
		2.鎖緊部分之鬆弛。		
		3.指滾輪之給油。		
	3. 回復彈簧	折損及腐蝕引起之劣化。		
	4. 齒輪軸承	給油狀況。		
	5. 接觸片接觸子	1.接觸面之粗糙、摩耗。		
		2.接觸片之接觸深度。		
	6. 絕緣棒	污損、龜裂。		
	7. 向標示動作	損傷及污損。		
	8. 電線引入部	電線引入口。		
	9. 重環開關	1.動作適否。		
		2.損傷及標之污損。		
		3.金屬箱與接地線之接續之鬆弛。		
		4.插接帽連絡電纜之保護裝置。		

	4. 電阻器	1. 礙子	鎖緊部之鬆弛。		
		2. 柵極	1.柵極相互間之接觸。		
			2.龜裂、折損等。		
			3.端子附近配線因過去致絕緣被覆劣化。		
			4.絕緣物上之粉塵等。		
	5. 集電裝置	3. 礙子	污損、裂開等。		
		4. 本體安裝部	安裝部之鎖緊部之鬆弛。		
		1. 架空線	1.架空線之摩耗、變形、損傷。		
			2.緊張裝置之裝動作狀況。		
			3.由支持礙子之脫離。		
			4.集電子之接觸。		
		2. 架空線軌道	1.軌道之摩耗、變形、損傷。		
			2.由支持礙子之脫離。		
			3.集電子之接觸。		
		3. 支持礙子等	1.脫落及鎖緊部之鬆弛。		
			2.礙子等之絕緣物污損、裂開等。		
		4. 柵、圍牆天蓋等	變形、損傷、感電防止設備適當否。		
		5. 絕緣	絕緣物，心線之接續。		
		6. 集電器	1.機構部份之摩耗、損傷等異常及給油狀況		
			2.彈簧之折損及腐蝕引起之劣化。		
			3.導線之素線切斷、絕緣被覆損傷。		

			4.集電子之摩耗。		
			5.礙子之污損、裂開。		
			6.端子、螺栓及螺帽鎖緊部之鬆弛、脫落。		
		7. 給電電纜	1.絕緣被覆之損傷。		
			2.端子、螺栓及螺帽鎖緊部之鬆弛、脫落。		
			3.電線伸縮部分之彎曲、扭轉等引起之異常、劣化。		
			4.電纜引導機構之動作有無圓滑。		
	6. 機內配線	露出配線	1.被覆之損傷。		
			2.過緊、扭轉、夾具鬆弛等。		
	7. 照明裝置及信號燈等	1. 照明裝置及信號燈	1.照明之亮度。		
			2.端子鎖緊部之鬆弛。		
			3.安裝部之鬆弛。		
			4.電燈之破損及破損防止用導皮脫落等。		
		2. 通話裝置	通話狀態。		
	8. 回路之絕緣	絕緣電阻	於配電盤等就各分歧回路分別測定絕緣電阻值。		
8. 安全裝置	1. 過捲預防裝置	1. 動作狀況	動作位置及動作狀況，及桿等異常。		
		2. 接觸子	粗糙及摩耗。		
		3. 齒輪及軸	回復彈簧之折損、變形。		

		4. 安裝部	鎖緊部份之鬆弛。		
	2. 緊急停止裝置	動作狀況	動作狀況。		
	3. 過負荷警報裝置	動作狀況	相當於設定荷重作動作。		
	4. 衝撞防止裝置	1. 動作狀況	接近並列起重機能停止並警報。		
		2. 檢出器	構造部份之龜裂、變形及損傷。		
	5. 防止逸走裝置	動作狀況	構成部份之龜裂、變形及損傷。		
9. 荷重試驗	1. 吊升試驗	1. 吊升能力	1. 實施無負荷運轉視動作狀況。		
			2. 過捲預防裝置之動作狀況。		
			3. 將額定荷重，以額定速度吊升，吊下，檢查捲揚裝置之異音、發熱、振動。		
		2. 制動器能力	1. 實施無負荷運轉，視其動作狀況。		
			2. 吊升額定荷重之荷重以額定速度運轉，檢查各制動器之動作。		

(二)起重機具荷重試驗紀錄表

保存年限：三年

起重機具荷重試驗紀錄表

試驗日期： 年 月 日

種類及型式							
裝置日期		中華民國 年 月 日					
裝置地點							
額定荷重		公噸					
試驗地點							
測定方法							
環境條件		氣溫： °C		風速每秒 公尺		風向：	
荷 重 試 驗					安 定 度 試 驗		
%	荷 重	電 流	彎 曲 量	結 果 判 定	%	荷 重	結 果 判 定
40	公噸	A			0	公噸	
60	公噸	A			100	公噸	
80	公噸	A			127	公噸	
100	公噸	A			備註：每年定期實施之自動檢查，其荷重試驗之荷重係相當於額定荷重。		
120	公噸	A					
125	公噸	A					
註：額定電壓—V 額定電流—A							
說明：1.本表格依據勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法第19條、20條、22條規定辦理。 2.本表一式三份，一份存執行部門，一份勞安課存查，一份送檢查機構。 3.檢查調查：每年一次。							

單位主管：

部門主管：

檢查者：

(三)固定式起重機每月定期自動檢查表

使用單位：

檢查調期：每月

機具編號：

機具名稱：固定式起重機

型式及容量：

日 期： 年 月 日

分 類	項 號	檢 查 部 位	檢 查 內 容	檢 查 方 法	判 定 基 準	判 定	備 註
過捲預防裝置	1	吊物升降極限開關	動作	動作是否確實螺絲有無鬆弛	動作確實,螺絲緊固		
剎車器	2	電磁升降剎車	動作	反復操作上升察看其動作狀況停止停置	動作確實		
	3	電磁走行剎車	動作	〃	〃		
	4	電流或其他控制下降剎車	動作	察看降落速度是否適當	動作適當		
警報裝置	5	行走警鈴	響亮	行走時響亮	良好無損		
	6	喇叭	響亮	按動時鳴叫	〃		
鋼索及吊鏈	7	鋼索及吊鏈	損傷	檢視有無損傷斷裂	〃		
吊鈎	8	吊鈎	損傷	〃	〃		
	9	吊鈎安全栓	損傷	〃	〃		
	10	配線	被覆	被覆是否剝損劣化	良好		
配線	11	配線	接續	終端螺栓是否鬆弛	充分旋緊		
	12	配線	絕緣	儀器測定	0.1MΩ 以上		
集電裝置	13	集電裝置	接觸不良	螺絲是否鬆弛	充分旋緊		
	14	集電裝置	輪展摩耗	檢視是否摩耗	調整接觸壓力		
配電盤	15	配電盤	有無異狀	檢視有無異狀	正常良好		
	16	無熔絲斷路器	動作	額定電流通過是否跳脫	超過額定電流跳脫		
開關	17	保險絲	容量	保險絲是否合規定	規定內		
	18	電磁接觸	接觸不良	是否螺絲鬆弛是否接觸不良	接觸緊固動作確實		
控制器	19	直接控制器	動作	反復操作察看其動作	動作確實		
	20	間接控制器	動作	反復操作察看其動作狀況及電譯情形	〃		
鋼索	21	鋼索	有無異狀	檢視	良好正常		
捲揚裝置	22	主副捲揚盤	損傷	有無損傷及異狀	良好正常		

附錄五 升降機安全檢查報告

客 戶：

日期： 年 月

日

大樓名稱：

服務編號：

機 種：

操作方式：

容量：

No.	設 備	狀 態	No.	設 備	狀 態
機 械 室			22	車廂門開關及安全閘裝置	
1	牽引機軸承		23	車廂操作盤	
2	齒輪		24	緊急按鈕及對外通信裝置	
3	牽引機驅動輪		25	信號裝置	
4	牽引機油		26	照明及通風裝置	
5	電動機		27	荷重及用途標誌	
6	發電機		28	緊急救助出口	
7	電磁剎車器		29	凸輪裝置(Retring Cam)	
8	轉向滑輪		30	車廂上各安全開關	
9	控制器		31	導滑輪	
10	選擇器		32	主鋼索及鋼索末端配件	
11	高速器		33	調速機鋼索	
12	受電盤		34	導軌及支架	
13	電路絕緣測定		35	配 重	
14	電壓測定		36	控制(移動)電纜	
15	運轉情形		37	車廂上之吊輪	
16	其他		38	著床檢定裝置	
17			39	給油器	
車 廂 及 升 降 機			40	配重吊輪	
18	車廂牆壁		41	極限開關	
19	車廂床面		42	車廂門開啟速率之測定	
20	車廂與出入口門檻間隙		43	其 他	
21	車廂門驅動機構		44		
No.	設 備	狀 態	No.	設 備	狀 態

各 種 出 入 門			54	緩動器	
45	各出入門押釦				
46	特定樓出入門啟開裝置		55	張力輪	
47	出入門門框		56	升降坑	
48	出入門閉鎖裝置		57	配重鏈條(鋼索)固定部分	
49	出入門聯鎖開關		58	配重與緩衝器之間隙	
50	出入門軌道連動鋼索		59	張力輪與坑底之間隙	
51	出入門指示燈		60	其 他	
52	其 他				
53					

將檢查結果，依其狀態分別注以 A 良好，B（應注意），C（急待修換），D（危險）並將 B、C、D 各項情形填記於下表。

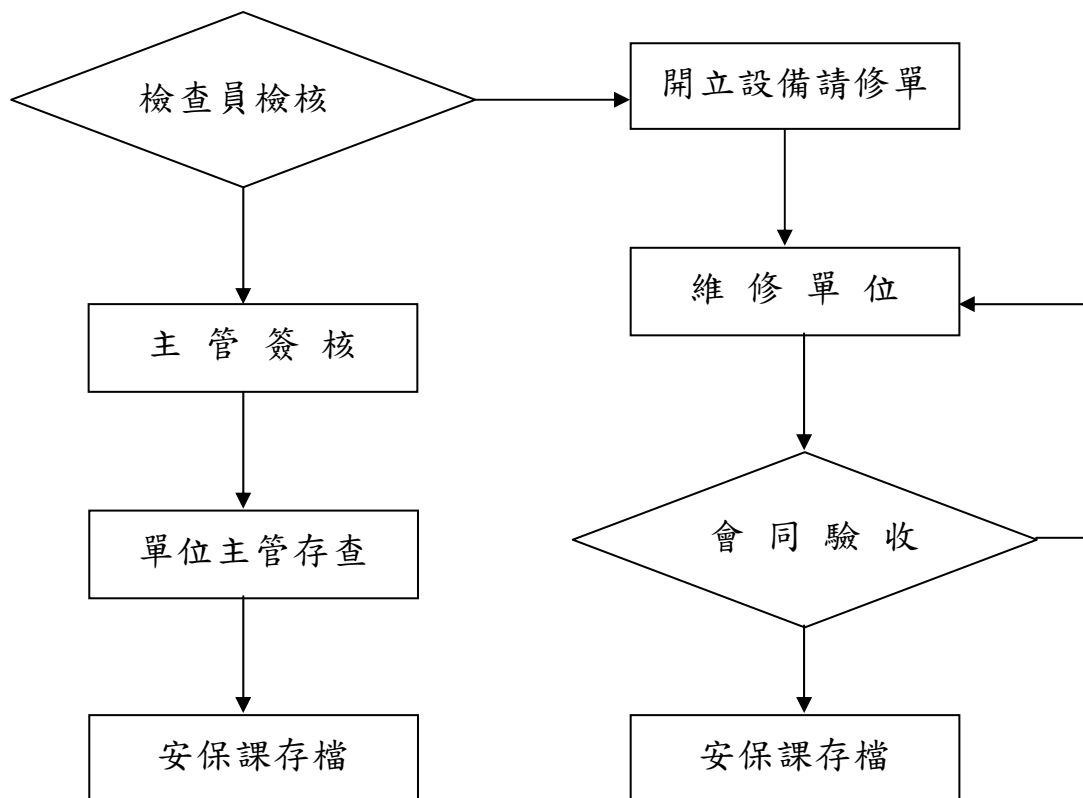
No.	不 良 情 形			

附錄六 自動檢查追蹤改善辦法

文件類別	指導書	頁次	1/2
標 題	自動檢查追蹤改善辦法	編 號	S-704-A
制訂部門	安保單位	製修訂日期	91.9.10
<p>1.目的：藉由系統化之自動檢查，來確保人員在操作機械設備時能維持正常，以保障人員之人身安全，有效降低事故的發生。</p> <p>2.範圍：全體企業活動的領域。</p> <p>3.權 責：</p> <p>4.定 義：</p> <p>5.流 程 圖：6.2.3 自動檢查發現異常之處理流程圖。</p> <p>6.作業內容：</p> <p>6.1 自動檢查計畫：</p> <p>6.1.1 為確保本廠之本質安全及法令規定自動檢查項目之實施，本廠訂有年度自動檢查計畫表，以掌握機械、設備、作業等之自動檢查項目、數量、場所、實施週期等，由負責單位按預定工作期間實施檢查。詳如表「自動檢查計畫表」。</p> <p>6.2 自動檢查記錄</p> <p>6.2.1 自動檢查記錄保存情形</p> <p>自動檢查表由指定之檢查人員記錄後經主管審核，保存於各單位，並由保安課三個月抽查一次。所有檢查記錄保存三年。</p> <p>6.2.2 自動檢查時發現異常之追蹤改善措施</p> <p>自動檢查人員於檢查期間，若發現異常狀況除確實記錄並送會有關單位外，並迅速轉告上級主管人員做適當處理，如為重大事故必須立即維修者，則回報廠長（廠務經理），並填寫「設備請修單」，並由安保課負責於次月核對追蹤、修復情形、檢查人員將異常狀況記錄於表中，並說明欲改善項目內容及預定改善時間，必要時繪說明圖說明之，再報經廠長同意後進行改善措施，最後並存檔備查以便追蹤改善進度。</p>			
核 准		審 查	製 作
文件類別	指導書	頁次	1/2
標 題	自動檢查追蹤改善辦法	編 號	S-704-A

制訂部門	安保單位	製修訂日期	91.9.10
------	------	-------	---------

6.2.3 自動檢查之處理流程如下：



7.相關文件：

設 備 請 修 單

部 門		設 備		填表日期	年 月 日
設備異常之處說明					
審 核		主 管		申請人	

保存年限：三年