

# 目錄

第一章 簡介 .....	1
1-1 手冊使用說明 .....	1
1-2 適用範圍與對象 .....	2
1-3 緣起 .....	2
1-4 國內機械設備安全相關法規 .....	4
1-5 國際機械設備產品安全相關要求 .....	7
1-6 機械設備產品導入風險評估技術之趨勢 .....	8
第二章 機械設備產品安全化的理念與方向 .....	10
2-1 產品安全與產品責任歸屬 .....	10
2-2 產品瑕疵與危害 .....	12
2-3 產品安全性與風險評估的關係 .....	13
2-4 機械設備產品導入風險評估的影響與效應 .....	14
第三章 機械設備風險評估實施方法建議與使用 .....	16
3-1 風險評估工具簡介 .....	16
3-2 機械設備風險評估工具選用建議 .....	24
3-3 風險評估實施前的準備作業 .....	29
3-4 危害鑑別與風險分析的注意事項 .....	30
3-5 風險降低措施與再評估 .....	36
第四章 導入設備風險評估的實例分析-以電鍍設備為例 .....	45
4-1 技術導入對象選定 .....	45
4-2 風險評估執行流程說明 .....	49
4-3 標準垂直連續電鍍銅設備風險評估結果分析 .....	63
4-4 垂直龍門二次電鍍銅設備風險評估結果分析 .....	74
第五章 電鍍設備安全衛生查核表 .....	87
參考文獻 .....	105
名詞釋義 .....	107

附錄 .....	115
附錄一、ISO 12100 工作類型之危害鑑別與風險評估分析表（空白）	
.....	116
附錄二、FMEA 失效模式與影響分析表（空白）	128
附錄三、JSA 工作安全分析表（空白）	129

## 圖目錄

圖 1-1 國內機械、設備、器具風險分級管理 .....	6
圖 3-1 以設計者角度降低風險的流程 .....	18
圖 3-2 風險等級判定圖示 .....	27
圖 4-1 機械設備風險評估基本流程與架構 .....	49
圖 4-2 危害風險評估之要點整理 .....	55
圖 4-3 ISO 12100 工作類型危害分析與風險評估表紀錄情形 .....	57
圖 4-4 降低風險優先順序 .....	61
圖 4-5 確認機械安全性之查證及確認妥當性之流程 .....	62

# 表目錄

表 3-1 FMEA 表單格式範例 .....	21
表 3-2 JSA 分析表參考例 .....	23
表 3-3 本冊所採取工作類型之風險評估表格(FOR ISO 12100).....	25
表 3-4 本冊所採取 FMEA 之危害鑑別與風險評估表格 .....	26
表 3-5 本冊所採取 JSA 表格 .....	26
表 3-6 風險等級評量因子及其程度判定 .....	28
表 3-7 風險等級及其處置方式 .....	28
表 3-8 危害源及造成危害後果之參考表 .....	33
表 4-1 產業自評機械設備危害嚴重度及使用頻率結果 .....	46
表 4-2 電鍍設備廠商相關基本資訊 .....	47
表 4-3 廠商需求與現有弱點分析 .....	48
表 4-4 機械設備技術資料 (範例) .....	52
表 4-5 電鍍設備危害源及潛在危害情境描述摘錄 .....	54
表 4-6 風險要素之可能造成危害的考慮事項 .....	56
表 4-7 A 廠風險評估數量統計總表 .....	63
表 4-8 標準連續電鍍銅設備風險評估結果分析與說明 .....	63
表 4-9 A 廠 ISO 12100 風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	66
表 4-10 A 廠 FMEA 之風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	70
表 4-11 A 廠 JSA 之風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	71
表 4-12 降低風險之方向與執行建議 (摘錄) .....	72
表 4-13 B 廠風險評估數量統計總表 .....	74
表 4-14 傳統龍門二次銅電鍍設備風險評估結果分析與說明 .....	74
表 4-15 B 廠 ISO 12100 之風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	77
表 4-16 B 廠 FMEA 之風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	82
表 4-17 B 廠 JSA 之風險評估結果—風險等級為 3 以上 .....	84
表 4-18 降低風險之方向與執行建議 (摘錄) .....	85
表 5-1 A—標準連續電鍍銅設備產品安全查核表單 .....	88
表 5-2 B—垂直龍門式二次銅電鍍設備產品安全查核表單 .....	96

# 第一章 簡介

## 1-1 手冊使用說明

本手冊編撰目的首在提供讀者瞭解機械設備風險評估技術方法之選用，及協助事業單位提高機械設備出廠前安全等級之成效。因此手冊首先說明編撰緣起及目的，接著說明國內外機械產品安全化的理念與方向，進而介紹機械設備風險評估之執行手法及產品安全檢核表，後續以電鍍設備為案例，提供讀者將風險評估技術導入機械設備設計、製造階段之方法參考。各章節之內容大綱說明如下：

第一章 前言一內容包括緣起、國內機械設備相關法規、國際機械設備產品相關要求、機械設備產品安全要求的趨勢、手冊使用方法等。

第二章 機械設備產品安全化的理念與方向—以此章節，述說台灣必然走向國際趨勢，達到歐盟或日本等先進大國對製造商施以產品安全法的理念與方向。

第三章 機械設備風險評估實施方法建議與使用—闡述風險評估的原則及作業流程。

第四章 導入設備風險評估的範本分析-以電鍍設備為例—以實際輔導案例加強論述。

第五章 電鍍設備安全查核表

第六章 結論與建議—手冊總結與後續推廣之建議。

名詞釋義—機械安全需求與風險評估相關之用語與定義。

參考文獻—列出本手冊引用之相關文件。

附錄—提供補充說明或文件。

## 1-2 適用範圍與對象

本手冊適用範圍為於須建立及執行機械設備產品危害之辨識、評估及控制等風險評鑑之規劃，以符合安全衛生法規要求及本身需求之機械設備設計製造事業單位。機械設備設計製造事業單位可參考本冊的基本原則及建議性作法，導入、實施及維持機械設備風險評估，以符合相關機械安全規範的要求。考量國內設備製造商位於機械設備供應鏈的源頭之性質，且機械設備製造供應商大多對於風險評估方法不甚瞭解屬於入門階段，為協助國內廠能閱讀本冊，有效進入狀況並切入風險評估領域之思維，提供事業單位更多面向之分析手法，找出更完整的潛在風險，並採取必要的防護設施，以確保勞工的安全與健康。

本手冊適用對象為國內機械、設備、器具等物件之設計、製造或輸入者及工程之設計或施工者，包括機械設備產品製造供應單位的設計部門人員（電機設計、機械設計等）、安全衛生人員、機械設備現場組裝人員、充分瞭解機械設備使用方式及客戶需求的售後技術服務部門、採購部門等其他執行風險評估的團隊皆可參考本冊之機械設備風險評估流程與建議，以利事業單位實施與執行。

## 1-3 緣起

為因應國內產業高度發展，及未來智慧生產與整合自動化之趨勢，機械設備逐漸走向多元化與複雜化，對於機械設備製造商而言，設備產品源頭管制及安全標準驗證之推動將是刻不容緩之議題。

依據職業安全衛生法第 5 條第 2 項：「機械、設備、器具、原料、材料等物件之設計、製造或輸入者，及工程之設計或施工者，應於設計、製造、輸入或施工規劃階段實施風險評估，致力防止此等物件於使用或工程施工時發生職業災害。」協助事業單位導入風

險管理及源頭管制的概念，依生產或製程等設備生命週期階段可能產生之危害風險，於設計、製造階段輔導設備製造供應廠商執行危害辨識、風險管理及研擬降低風險之安全方策，期降低機械設備發生危害的可能性與嚴重程度。

有鑑於此，經濟部工業局為協助國內事業單位落實源頭管理之理念，以符合新修法令的規定並使產業能夠永續發展，自民國 105 年度委託社團法人中華民國工業安全衛生協會（以下簡稱工安協會）規劃『生產設備設計製造階段風險評估技術輔導』，協助印刷電路板產業及其知名設備製造供應商導入風險評估技術。延續 105 年度輔導計畫之精神，今年度機械設備風險評估技術輔導，持續提供事業單位設備安全設計之建議，強化設備之安全等級，協助強化源頭管制使能永續發展。

今年再次將技術導入的觸角延伸至產業界評估高危害及機台設計較為複雜的電鍍設備，方法選用除了以硬體零組件層面分析的 FMEA，及人為操作層面分析的 JSA，另外也將歐盟提供產品認證的國際標準手法—ISO 12100: 2010 (Safety of machinery- General principles for design- Risk assessment and risk reduction)，以機械生命週期層面分析的手法導入予事業單位。藉以多面向的分析工具，協助廠商發掘更多潛在風險，將安全設計項目納入機械設備設計及製造階段，降低機械設備出廠前的風險，達致危害預防與源頭管理之目的。除此之外，機械設備設計、製造階段實行風險評估相關紀錄與文件可作為政府機關要求機械設備安全性的證明，協助設備製造供應商於職業災害發生時之責任釐清，亦可作為廠商向第三方或使用者證明機械設備出廠及供應時的安全性能之參考。

此手冊之特色係參酌國際標準 ISO 12100 等機械安全規範，透過協助機械設備製造商導入風險評估技術，從源頭設計之初，進行危害辨識、風險評估及提出安全設計之策略提升機械安全性，實現本質安全化來降低機械設備風險，藉以幫助事業單位全面性的依設

備、機械、器具操作使用時評估可能產生之危害風險，以達到提升產業安全意識並促進永續發展之最終目的。

## 1-4 國內機械設備安全相關法規

國內職業安全衛生法規對於機械設備安全，除了職業安全衛生法（以下簡稱本法）第5條第2項明定機械設備應於設計、製造或輸入階段實施風險評估。又於同一法規之第6條有一般性機械設備災害防止的規定，第7條、第8條規定被指定或公告列入型式驗證之機械、設備及器具其構造、性能及防護裝置未符合安全規範者或非經驗證合格者，不得產製運出廠場、供應、設置或使用等。型式驗證（Type Certification）指由驗證機構對某一型式之機械、設備或器具等產品，審驗符合安全標準之程序。凡是對某一產品驗證合格者，即代表同一型式產品均屬合格，產品應有書面認證及張貼合格標章。另符合本法第7條至第9條之安全標準者，應於指定之資訊申報網站登錄，並於其產製或輸入之產品明顯處張貼安全標示，此是參考歐盟自我宣告及韓國驗證資訊登錄制度，建置製造者或輸入者自我宣告及標示機制。在職業安全衛生法下，政府另訂有「職業安全衛生設施規則」、「危險性機械及設備安全檢查規則」、「起重升降機具安全規則」、「機械設備器具安全標準」等相關法令及標準。

若以國內職業安全衛生法規體系而言，將機械設備區分為三大類別。

1. 第一類別為本法第16條規範的危險性機械設備，包括移動式起重機、固定式起重機、人自臂起重桿、鍋爐、壓力容器等，適用法規有危險性機械及設備安全檢查規則」、「起重升降機具安全規則」及「鍋爐及壓力容器安全規則」等；

2. 第二類別為本法第7條由中央主管機關指定之機械、設備或器具，包含動力衝剪機械、手推刨床、木材加工用圓盤鋸、研磨機與研磨輪、防爆電器設備等應符合安全標準者；另第8條至第9條屬於中央主管機關公告列入型式驗證之機械、設備或器具等產品，應有中央主管機關認可之驗證機構實施型式驗證合格及張貼合格標章，適用法規有「機械設備器具安全標準」等；
3. 第三類別為前述兩項類別以外之所有機械設備皆屬之，法規參考自本法第5條至第6條與「職業安全衛生設施規則」，包括工業用機器人，泛指具有操作機及記憶裝置，並依記憶裝置之訊息，操作機可自由作伸縮、屈伸、上下移動、左右移動、旋轉或為前述動作之複合動作之機器，適用法規為「工業用機器人危害預防標準」。如圖1-1所示。然因政府資源有限，無法針對各級之機械設備皆納入檢查、驗證或登錄之制度內，因此有必要將機械設備風險評估推廣應用於高風險產業，導入國際標準ISO 12100之標準方法與概念，以符合國內法令之要求，及國際間機械安全標準A類之基本安全範疇。

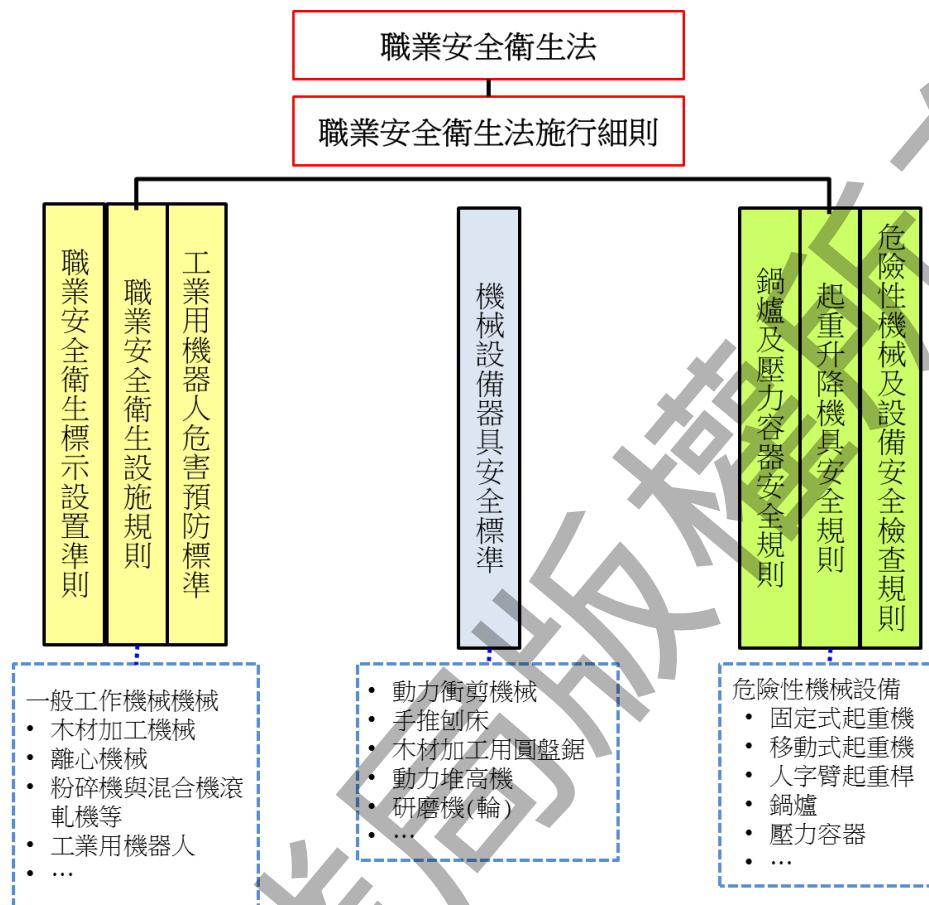


圖 1-1 國內機械、設備、器具風險分級管理

至於機械設備風險評估方面，民國 103 年以前僅有「勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法」第 12 條第 1 項提及「雇主應依其事業規模、特性，訂定勞工安全衛生管理計畫，並執行工作環境或作業危害之辨識、評估及控制等安全衛生事項」。由上述法令內容得知，風險評估屬於雇主保護勞工而必須執行之安全衛生事項，意即機器風險評估與採購安全機械設備的部分亦屬雇主（使用者）的責任範圍。職業安全衛生新法也將風險評估的工作項目轉由機械設備源頭的製造、供應廠商來實施，由此可知，國內對於機械安全防護性能已有相當之安全規定，為建構職場「安全工作環境」之共同目標並推動機械設備源頭管理機制，以符合國際趨勢，透過製造者、輸入者、供應者及雇主等均具法定責任之作法，強調機械設備使用

從源頭安全管理做起，並加強落實機械設備器具申報登錄制度，以確實為產品安全把關。

## 1-5 國際機械設備產品安全相關要求

國際間以歐洲為首的西方各國，及亞洲的日本、韓國甚至鄰近的中國等，近年來均規定製造、輸入或供應者對於不符該國安全標準之機械、設備、器具，不得製造出廠、輸入、租賃、供應或設置。為了全面提升機械產品的安全，世界數個先進大國制定有相關標準及檢定制度。例如歐盟有 CE 標章、韓國有 S-Mark 和 KCs Mark 等對於機械、設備及器具產品安全的賦予基本安全要求。隨著國內機械工業發展及研發技術突破，機械設備等產品出售不再侷限於國內市場，每年約有一定比例的機械設備外銷，為達致與國際接軌之目的，降低機械、設備於國際間貿易的障礙及風險，因此產品安全的規範標準應符合國內法令要求之外，亦須一併考量國外安全法令與標準。

目前全球越來越多國家認為有必要透過風險評估來制定機械設備安全標準，以提升機械設備產品之安全等級，加強產品的競爭力。機械設備安全制度及標準，除了前述提到台灣職業安全衛生法及其相關 CNS 國家標準之外，近年國際間廣泛針對一般機械設備安全已有制定共同規則與技術規範，其限制製造者、輸入者或供應者對於不符安全標準之機械、設備、器具，不得製造出廠、輸入、租賃、供應或設置。為了提升機械產品的安全，世界各國都訂定有相關標準及發展符合機械設備安全操作模式或安全檢定制度等。以歐洲為例，針對歐盟（EU）境內使用的機械設備，不論其製造地點，凡在歐洲銷售的機械設備，均必須符合歐盟相關機械安全標準（EN），且應強制由歐洲認證機構檢驗合格且通過歐盟 CE 安全認

證標章，表示該機械設備符合安全標準，才可在歐洲輸入、出廠販賣、使用或設置等。另外也包括國際標準化組織的 ISO/IEC、日本工業規格 (JIS) 及厚生勞働省頒布的機械總括性安全基準之指針、中國大陸國家標準 (GB) 的及韓國產業安全衛生機構基於產業安全保險法訂定的 S-Mark 與 KCs-Mark 認證、標示制度等。上述國際產品安全標準目的旨在落實源頭管理，導引機械製造供應商降低機械設備潛在危害風險、提升機械安全等級，藉此預防產業災害。

## 1-6 機械設備產品導入風險評估技術之趨勢

由於近幾年來，機械設備朝向精密化、群組系統化及高度自動化發展，當機器設備複雜多元化，其產生失效或故障造成的危害類型與潛在風險就越複雜。以往機械設備的安全性能，大都以提高性能可靠度、降低故障率、加裝安全防護及強化操作人員的教育訓練和管理為主。然而，在「機械設備一定會故障」及「人的操作一定會產生錯誤」兩大前提之下，可靠度及故障率的評估即相對重要且耗費成本，因此，在安全的領域中發展出一套「安全確認論」，安全確認論是不同於以往運用低故障率，來維持高可靠度的機械狀態，而是以確認安全為首要出發點考量。經由危害分析及風險評估，首先訂定出明確的安全指標，再做到失效亦安全的安全確認，達到所界定之可以接受之風險。換言之，機械設備產品要能評量所謂之「安全」，即需要有風險評估技術的導入與應用，才能有效提供機械設備製造供應商研發設計，與企業經營者採購安全機械保障勞工之參考。若以使用者的角度而言，產品製造供應商在機械設備設計、製造階段及針對操作步驟實施風險評估，分析生產設備之潛在危害因子，預先評估可能產生之影響及嚴重程度，進而納入本質較安全設計之概念，降低使用或操作時發生的機械設備相關職業災害，對於

企業使用者及經營者而言將能放心生產。

然而，目前國內持有工廠登記證之機械設備製造業者約有 13,456 家，除產品主要外銷至北美與歐盟等國家之部分業者，瞭解必須符合當地法令規定與國際機械安全標準之規範，並取得相關標章後輸出（例如：UL、CE MARK 等），國內有大部分中小型機械設備製造業者對於風險降低及控制為出發點的機械安全驗證制度相當陌生，甚至不具備危害辨識及風險評估能力。故為符合源頭管理立法精神及職業安全衛生法之相關規定，未來落實及推廣機械設備製造設計業者適用之風險評估技術工具將勢在必行。爰此，此手冊之編撰希冀提供機械設備製造、供應及設計商於設計、製造階段，選用適當之危害分析及風險評估方法或工具，落實於所有機械設備產品安全化的手段，以提使用者更安心更有保障之工作環境。

## 第二章 機械設備產品安全化的理念與方向

### 2-1 產品安全與產品責任歸屬

產品安全係指「於使用產品時，避免產品可能對人身安全、健康、環境以及產品本身帶來的危害。」，本冊所謂之產品（商品）是依據國內消費者保護法施行細則之定義：「指交易客體之不動產或動產，包括最終產品、半成品、原料或零組件」。產品安全成立的要件，除了考量產品本身的安全性，另外也包括完整且正確的使用說明書、危險告示、標示等使用危害信息，以及產品使用者本身是否瞭解產品安全的重要性。

產品安全係應用測試和認證之方法來正確評估產品的安全效能，過程是依據產品的功能性質來分類產品，並決定此些產品應符合之安全標準或規範要求。依據歐盟產品安全指令之立法宗旨為保護消費者，且由於在日常生活中常有商品造成之外意外事故發生，因此對於產品安全的要求也逐漸增加。在 1990 年代初期，歐盟執行委員會體認到應給予人民更廣泛的保護制度，即開始思考修訂產品安全指令，規劃一個責任重疊的保護制度，也就是從個人的責任到國家管制的監督責任，因此不僅是產品製造者與販售商個人的責任，國家也應肩負產品安全監督的責任。

由於世界上各式各樣的產品趨於多樣化且數量以倍數增加成長，造成產品與器具的種類繁多，因此對於產品安全立法成為一個嚴峻的挑戰。然而，產品安全指令的訂定則成為國際先進大國要求製造者提供產品安全規格化的趨勢，例如歐盟有內部市場調適與跨國的商品自由流通政策，而有歐洲標準委員會 (European Committee for Standardization, CEN)、歐洲電工標準化委員會 (European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC) 與歐洲電信標準委員會 (European Telecommunications Standards Institute, ETSI) 等相關組織認證關於安全技術的產品標示。此外，美國對於

產品安全及對消費者保護的立場下，而訂定有產品相關的安全要求與規定，最著名的為產品責任法（Product Liability Law）。歐盟亦參考美國法令的產品責任原則，由歐盟執行委員會公布綠皮書『瑕疵產品的民事責任』（Grünbuch- Die Zivilrechtliche Haftung für fehlerhafte Produkte）即在敘明現今時代，產品安全的重要性。

產品責任法最早於 20 世紀的美國發跡，是近年來發展的法令規範，現今歐美大國對於產品責任的發展與判定已非常成熟。其產品責任法主要係為保護消費者而制定，將產品責任法制化，有助於確保事業單位經營者等採取事前預防措施，增進整體經濟發展並確保產品安全，此外，亦可加強產品警告標示或公開產品事故原因之實質資訊，以促進產品資訊透明化。產品責任法之法條內容即不在本冊詳述。其中，產品責任歸屬原則是這個責任法中重要的問題，它決定著產品責任的構成要件、舉證責任的負擔、損害賠償的原則和方法以及抗辯事由的確定和採納，是確定產品責任的標準和依據。

國內消費者保護法中對於商品責任之定義，乃指，商品之製造、供應或其他經由市場提供商品之企業經營者，將一商品流入市場後因商品具有安全上之瑕疵或缺陷，致使消費者或第三人其生命、身體、健康、財產或其他權益遭受損害時，該商品製造人等應負損害賠償之責任。此種消費者受害情形，事實上在整個商品的製造生產、銷售及服務的提供等過程（即產銷過程）可能已經存在有安全性、品質機能等問題，但卻是在消費者購入使用消費到商品完了的過程（即消費過程）才發生損害，而在全部過程中，對消費者而言可能承受產品發生損害的機率較高，尤其有關商品安全導致意外、受傷甚至死亡等問題，應特別加以重視，並應由設計、製造、供應及銷售等企業經營者負其應有之責任。

現行於國內僅有民法及消費者保護法的約束，尚缺乏國際間完整之產品安全或產品責任之專法，雖然國內於民法第 191 條之 1 有

訂定商品製造人責任相關規定，但由於民法有關產品責任之規定稍嫌簡略，無法因應所有非消費關係之產品責任問題，若能比照歐盟、美國、日本等國另訂產品責任專法，必能有效保障所有產品使用者的安全權益。另外，有關產品安全的意外事件發生時，產品使用者也將無法獲得保障，對於最終責任歸屬也無法有效釐清。

然而，本冊為確保機械設備製造供應商所設計、製造的產品是否符合安全性要求，產品必須經過一系列的評估、測試、驗證規格標示及使用說明評估等多道程序，而這些過程構成了產品安全與否的基本要素。此外，要成為一項所謂符合「安全」的產品，除了上述幾項必須通過的工程評估條件之外，還要結合產品查驗、統計數據、分析原因、提出改善方案等工廠製造生產的品質管理與控制，才能確保每一個產品都符合安全的要求。

## 2-2 產品瑕疵與危害

由前述可知，產品若是存在瑕疵或缺陷，消費者若受害將可從中追究製造供應商產品責任之重要關鍵，製造供應商若要符合消保法上商品責任，即必須分析、檢討並改善產品自身的瑕疵或缺陷，以釐清發生意外事件後的責任歸屬。國際間歐盟產品安全指令、德國產品責任法及日本製造物責任法均未明文將產品瑕疵加以分類。瑕疵的分類最早於美國侵權行為彙編（三）草案第二條載明，分為設計上的瑕疵、製造上的瑕疵及說明或標示上的瑕疵。分別就上述三種瑕疵簡述如下：

設計上的瑕疵：主因為產品設計不良導致的損害，若在開發、設計階段（產品裝配、生產或製造之計畫、安排、配方或內容），由於商品設計錯誤或設計不良，未使該產品具備應有之安全性能，造成消費者之損害，即屬設計上瑕疵。設計上的瑕疵包括結構方面與缺乏安全裝置兩種，前者如工具機安全門強度設計不足導致工件

擊穿射出，後者如機械未加裝緊急停止裝置。

製造上的瑕疵：係指商品在設計研發上並無問題，但由於在商品在製造、生產階段，因製程過程品質管制不良、偷工減料、或混入不良物料、使用錯誤材料、裝配錯誤或未依設計施工等因素，致產品不符合其原設計或規格，因而造成損害。

說明或標示上的瑕疵：意即產品製造供應商未履行警告與標示義務，或缺乏應有之警告標示，雖然產品無設計上或製造上的瑕疵，但卻因為商品具有特殊性質或特別之使用方法，而製造者卻未有適當之警告、指示或說明，致消費者因為未符合該商品之使用方式而加以使用時遭受損害。

國內消費者保護法第七條第一項之條文內容於修正前與修正後分別採用「安全或衛生上之危險」、「符合當時科技或專業水準可合理期待之安全性」兩種用語，雖然未明確闡明瑕疵或缺陷之定義，但合理期待之安全性即是瑕疵或缺陷的反面釋義，而此處所稱安全性，係以符合當時科技或專業水準可合理期待之安全性為標準，至於如何判斷商品或服務是否存有瑕疵之判斷，常會因人、事、時間、地域、科技水準等不同而有差異。依消保法施行細則第五條規定可知，在考慮包含(1)商品或服務之標示說明；(2)商品或服務可期待之合理使用或接受；(3)商品或服務流通進入市場或提供之時期及其他情事等一切狀況下，商品或服務不具備人們當然可合理期待之安全性時，應視為具有瑕疵。

## 2-3 產品安全性與風險評估的關係

有鑑於此，當我們瞭解何謂產品安全性，何謂產品具有的瑕疵與缺陷，接下來即要說明產品安全性如何定義。產品安全性是由設計生產，一直到流入市場開始使用，最終廢棄停用等伴隨於產品整個生命周期內，經由評估相關直接或間接的損失得來，也就是說產

品安全性是一個相對概念，不同的產品由於其特性不同、使用要求不同，其安全性也不同。因此若要評量產品安全性，就要先從產品的生命週期瞭解起，然而是否足夠安全，或是商品是否存在潛在風險，該風險是否可以被社會大眾或事業單位經營者接受，則必須藉由風險評估來判定。

依據前述而言，產品在設計製造前，會通過一段與產品使用客戶之間的溝通交流，藉此討論的過程可以瞭解客戶對產品的基本安全需求，這也是產品安全性設計的一個基礎。換成以風險的角度來說，這些採購商品的基本安全要求就是客戶可以接受的最高的風險水平。其次，在設計開發過程中，如何把產品的風險降低到客戶可接受的程度，甚至遠低於顧客所期望的風險值，就需要將產品各生命週期、零部件、人為操作或製程條件的所有危害進行辨識、分析、風險評估，進而得到產品存在的潛在風險項目及風險等級。若是在設計階段，分析產品生命週期中對人體有影響的風險因素或可能存在的風險，進而轉化為生產管理、技術上的要求。同時，採用監視、測量、過程式控制的方式來管控產品的安全性，這樣就可以有效地實現客戶對產品安全性的要求。綜合上述，產品安全性從客戶自身需要、國家標準法規要求等，轉化為對各過程的風險分析、控制，進而成為產品中的安全性能參數，從而實現產品的「本質安全」之效。

## 2-4 機械設備產品導入風險評估的影響與效應

近年來，許多機械設備產品於使用、操作或試車等生命週期階段常發生職業災害意外案例，考量機械設備之危害發生型態，於正常運轉、停機維修或裝機試車等，原因可能包括機械設備引起火災、化學洩漏災害、漏電或感電及切割夾捲等重大意外發生，生產設備故障或安全裝置失效，輕則造成工廠生產停滯、額外的維護改善成

本；嚴重則不僅造成工廠火災爆炸、大量財產損失、人員失能傷害甚至死亡事件之發生。

綜合前一節所述，為確保機械設備製造供應商所設計、製造的產品是否符合安全性要求，產品必須經過一系列的評估、測試、驗證規格標示及使用說明評估等多道程序，而這些過程構成了產品安全與否的基本要素。然而，要成為一項所謂符合「安全」的產品，除了上述幾項必須通過的工程評估條件之外，還要結合產品查驗、統計數據、分析原因、提出改善方案等工廠製造生產的品質管理與控制，才能確保每一個產品都符合安全的要求。

若以事業單位的角度而言，設備製造商在機械設備設計、製造階段實施風險評估，除了使用及操作時較趨安全之外，更有保障勞工安全、促進企業安全經營及提升使用者安全意識等作用。由上述原因可以瞭解，機械設備等產品本質安全對於使用者的意義甚大，如何安全、安心使用或操作機械設備會是使用者或經營者的重要顧慮。然若機械設備預先評估可能產生之影響及嚴重程度，進而納入本質較安全設計之概念，甚至推行型式驗證合格的生產設備，降低生產或使用時發生的機械設備相關職業災害，對於企業使用者及經營者而言將能放心生產，另也有助於此機械設備產品所屬事業單位形象提升，增加設備製造供應商在市場上的競爭力。

此也顯示，產業為提升生產效率，所採用機械設備或機具逐步朝向高速自動化及功能複合化，隨之而來發生意外之風險也相對提高。綜合上述，風險評估技術不僅針對設備製造供應商，也對企業經營者或設備使用者有連帶之影響，如何實現產品本質安全，達到危害預防及源頭管理之效，應用風險評估技術於機械設備產品，落實安全設計保障產品消費者或使用者，對於整體安全文化的提升與永續經營的理念將是非常關鍵的因素。

# 第三章 機械設備風險評估實施方法 建議與使用

風險評估是一種確認安全性及危害性的方法，內容包括風險發生的原因、發生的可能性（頻率）、危害程度（嚴重度）、危害持續時間及風險發生的區域等，為確保工作場所之工作人員和其他人員的人身安全、財產，就受評估對象之系統潛在之風險因子完整加以估算與評估，對應其影響和量化風險之等級決定優先順位，並在企業經營有限資源下有效地運用及採取降低風險對策之手段。

## 3-1 風險評估工具簡介

任何危害分析及風險評估的方法皆有優缺點，規則中並沒有指定分析的方式，只取決於適當性，舉例來說，Checklist、What-If 分析通常適用於評估大規模設施或複雜製程之潛在危害；如擬於製程設計階段或運轉期間中之潛在危害，需全面性加以分析時，則可使用 What-If/Checklist、HAZOP 或 FMEA；HAZOP 與 FTA 適合用於探討製程安全性與生產過程發生的風險；FMEA、FMECA 適合用在元件失效故障等硬體方面的分析；若需要討論人為動作或作業流程，可使用作業安全分析法（Job Safety Analysis, JSA）來分析。因此，評估者應視欲分析的狀況（軟體或硬體）來決定使用的危害分析方法，然而，評估者亦可適時運用兩種以上的方法來辨識危害，以達到全面且完整的分析結果。下列就提供機械設備製造、供應商於設計、製造階段危害分析及風險評估之參考工具，分別以機械生命週期層面分析的國際標準手法—ISO 12100，以硬體零組件層面分析的 FMEA，及人為操作層面分析的 JSA 分別說明。

## (一) 國際標準 ISO 12100 風險分析方法

為能使事業單位提升機械設備出廠前之安全性，並能符合國內法令及國外標準之要求，本計畫以國際標準『ISO12100:2010 機械安全：一般設計原則；風險評估和風險降低標準』作為協助及輔導事業單位機械設備產品導入風險評估之重要技術手法，此標準協助機械供應商在產品設計生產的過程中辯識風險，從而降低使用者發生危害的機率。ISO12100 可適時分析切割、捲夾、感電、火災和人因性等風險，並評估機械故障和人為失誤引發的潛在危害。此外，還可以幫助設計、研發、生產者確定機器是否已有足夠之安全性能，安全性不足的話，則須設法降低風險或重新修改設計後再生產，持續反覆的評估直到風險可以被接受為止。同時適用機械廠家出口歐盟 CE 認證機械設備之風險評估手法。

ISO 12100 規定了機械設計過程中用於實現機械安全的基本術語、原則和方法，以及風險評估與降低風險的原則。此標準的使用建議與範圍有下列：

1. 這些原則基於與機械有關的設計、使用、事件、事故和風險的知識與經驗。
2. 此標準還規定了在機器生命週期的相關階段內進行識別危險、估計和評價風險的程序，以及紀錄和驗證風險評估與降低風險程序的指南。
3. 此標準可作為制定B類或C類安全標準的基礎。

然而，保護措施是設計者和使用者根據圖 3-1 以設計者角度降低風險的流程所採取的措施組合。機械設備於著手設計與規劃功能性期間，安全性應列為第一優先考慮，為了避免後續更改或加裝安全防護破壞機台原本的完整性與安全效能，因而導致成本增加，本質安全設計是最有效亦能達成「失效也安全(fail-safe)」之功用。

當運用本質安全設計消除或取代大部分的危害風險後，尚未

降低之殘餘風險就必須由機械設備本身之追加安全措施來改善，尤其機械性災害多發生於人員與機台作業空間重疊的危險區域中，且為了確保機械能夠連續安全運轉，所採取的安全對策必須不能破壞機台原本的預定功能與操作性能，以避免在最大限度使用機械時，遭使用者因為節省時間或怕麻煩，而使安全對策無效化。

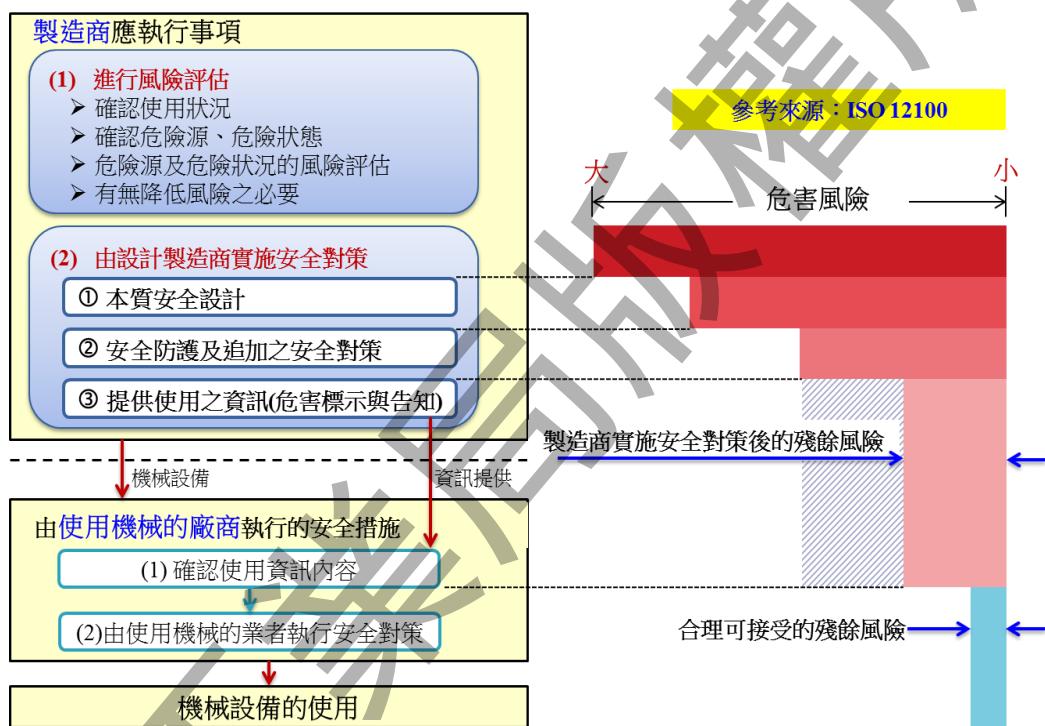


圖 3-1 以設計者角度降低風險的流程

此外依據 ISO 12100 之規範，為能有效幫助事業單位進行設計階段的危害辨識，文中提供機械設備之危害源定義、危害事件及危害情形等（詳細說明可參閱 ISO 12100 附錄 B），該標準提供的危害源清單並沒有分析判別的優先順序，項目敘述也並非毫無遺漏的，因此建議機台設計者應以多面向的方式，或配合其他風險分析與危害鑑別手法，例如：失效模式與效應分析（Failure Mode and Effect Analysis, FMEA）分析零組件等硬體面失效或故障帶來的潛在風險、工作安全分析（Job Safety Analysis, JSA）分

析人為不正當操作或錯誤使用等人為情形產生的潛在風險等。一般機械設備所產生的危險源與潛在危害情形描述可簡要分為下述幾類：

1. 機械性的危害：一般常見的機械性危險有被拋出、切割、捲夾、磨擦、剪切、刺穿刺入、碰撞、擠壓、滑倒跌倒等危險。這些危險源來自機械本體或零部件的重力、高壓、穩定性、相對位置、運動或旋轉元件、銳角銳邊、粗造或光滑的表面等。也可能因機器內危險能量的累積，如天車吊掛墜落物、高壓氣液體、垂直方向重力、橫移物件的速度動能等。
2. 電氣的危害：感電危害可分為操作者直接接觸帶電部分，導致燒傷、感電致死或著火等；另一類為間接接觸電弧、電氣故障造成漏電、接地不佳感電、與帶電部件沒有保持適當距離、電氣過載或短路等造成感電。發生的位置可能是電氣箱、控制面板、電子元件、傳動機構的馬達、工作區域、油壓和氣壓單元等。
3. 溫度的危害：接觸火焰、爆炸、與高溫或低溫的物件接觸、或工作區域熱輻射、元件過熱所造成的燒燙傷或不適等。
4. 噪音的危害：機器運轉、運動物件、摩擦表面或加工過程（沖壓、切割）產生之噪音過大將導致聽力嚴重受損，並造成生理失調、緊張、疲勞等後果。
5. 振動引起的危害：機器運轉、運動物件偏離軸線、不平衡的旋轉部件、摩擦表面產生振動，可能導致操作者產生不適、神經、血管、骨骼關節的病變、腰酸背痛等。
6. 輻射引起的危害：游離或非游離輻射、具放射性、雷射、高低頻輻射、微波、電磁干擾等造成頭痛、失眠、影響生育能力等。

7. 材料/物質所引起的危害：易燃物、粉塵、爆炸物、氧化劑、流體、煙霧等因機械運轉產生之物質引起火災、爆炸、中毒、過敏、接觸或是吸入有害之煙霧和粉塵或液體、氣體。
8. 人因工程引起的危害：通道、顯示器顯示位置、控制裝置的設計、位置或辨別、局部照明、勞工精神不佳、緊張或注意力不集中、作業姿勢、重複性作業方式等設計不當，造成操作機器時不健康的姿勢、容易疲勞、肌肉骨骼疾病、人為錯誤使用等人因工程產生之危害。
9. 與機台使用環境有關的危害：機台周圍存在之粉塵、電磁干擾、閃電、潮濕、溫度、水、地震、缺氧空間等，引起勞工輕微疾病、滑倒跌倒、窒息等症狀。
10. 共因性的危害：兩種以上的危害源同時發生或存在於機台與操作者的工作區域中，導致勞工因直接或間接原因受傷、失能或死亡。例如：因地板濕滑且周圍機台有銳角或銳利邊緣，致使勞工滑倒跌倒又頭部撞擊銳角而死亡。

## (二)失效模式與影響分析(Failure Modes Effects Analysis, FMEA)

失效模式與影響分析（下述簡稱為 FMEA）屬於危害分析中定性的方法，因此法著重於評估個別零組件或元件的失效故障狀態，對產品或系統整體產生可能之影響，因此 FMEA 也適用在可靠度分析中。FMEA 可廣泛運用於機械設備設計、零組件的故障、軟體的程式錯誤等。此法之目的為辨識單一零組件、設備、或系統失效故障可能引發之危害，以及每一個失效模式對系統或設備的潛在影響。藉由簡易的表格分別描述設備元件的名稱與功用、設備失效原因、失效狀態、產生的影響（危害類型）、既有

的控制措施及管理方法等，以辨識可預期的危害。此外，藉由影響分析可判斷系統對於設備失效所產生的反應。分析人員依據分析結果的描述提出設備或系統之改善建議事項，進而修正或改善設計，可增加整體設備或系統的可靠度、維護度及安全性。有關FMEA表單範例如表 3-1。

表 3-1 FMEA 表單格式範例

設備名稱：FMEA危害鑑別與風險評估 填表日期：

1.編號及名稱			2失效模式、原因與影響				3.現有防護設施			4.評估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險		
編號	元件名稱	功能規格	失效模式	失效原因	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性	可能性	風險等級	嚴重性	可能性	風險等級	嚴重性	可能性	風險等級

失效模式與影響分析若納入關鍵性分析共同使用，即所謂失效模式影響與關鍵性分析 (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA)，其目的是將原先分析的失效模式考量其發生可能性與嚴重程度並予以分級，發生的可能性可使用數值表示，而影響嚴重程度可由定性的方式表示，配合風險矩陣的應用取得風險等級的高低，以決定改善的優先順序進而提供量化的結果稱為風險優先指數 (Risk Priority Number, RPN)，達到風險評量之效用。

FMEA 過去多應用於設計變更或系統/設備的修改。使用 FMEA 方法需要個別系統與設備的清單，或是管線與儀器圖、設備功能與失效模式的知識，以及分析人員對設備失效反應，與這些失效後果對工廠的影響應有相當之瞭解。FMEA 最少可由一人人員執行，但其分析結果應由一名以上之專家或團隊共同檢討與

審核，以確保分析的正確性、完整性及可靠度。

FMEA 的優點在於設備零組件或系統軟硬體查檢相當徹底，可用於複雜之系統並易於實施操作；但此法的弱點在於較少納入人為錯誤動作（不當操作）或人為疏失所造成的影響，依分析對象之複雜程度與耗費時間成正比，且無法有效地探討多重可能原因組合的共因失效之危害性。FMEA 方法的執行步驟為：

1. 選擇分析對象與範疇（設備零組件、系統、製程等）並蒐集相關設計或技術資料。
2. 召集或組建一評估團隊，團隊成員須充分瞭解主題內容。
3. 決定實施的方法及FMEA分析格式。
4. 列出所有設備零組件或系統條件，並探討失效的原因、狀態及影響（效應）。
5. 評估現況可能預防或減輕失效影響的防護措施或控制措施。
6. 評估失效造成的危害嚴重程度、發生的可能性與操作頻率決定風險優先指數與風險等級。

如有需要，應就風險等級較高的項目提出預防或減輕失效影響的改善建議或控制措施以降低風險。

### （三）作業安全分析（Job Safety Analysis, JSA）

JSA 挑戰 SOP ( SOP , Standard Operation Procedure ) 往往能找出操作上之潛在危害，進而事前作防範對策。工廠所有作業皆須由人員為之，故皆屬人為操作作業，而複雜的作業則須附加 SOP 及表單。因此完善的 SOP 可說是工廠安全的第一步，而完善的 SOP，需透過作業安全分析法挑戰，並結合工廠已有之資料

(例如危險性工作場所申報、環評...等)，以正確分析製程損失或工安危害。以 JSA 挑戰關鍵性的 SOP 有三個目的：(1)針對潛在風險增加步驟、(2)找出關鍵步驟標示紅色以提醒操作者之長期注意，以及(3)針對潛在風險增加保護裝置與維修保養之建議。JSA 亦透過表格分析之方式加以實現，其表格型式如下表 3-2。

表 3-2 JSA 分析表參考例

作業名稱	潛在危害	安全防護器具				
操作動作(依操作步驟排)	動作不確實之型態(跳過、部分完成或反向動作)	危害	防護措施	發生機率	嚴重等級	改善建議

針對廠內之作業環境及操作行為要降低其職災，首先須了解製程之作業型態有連續製程、批次製程及單機作業。其作業之不同在於自動化程度高低及生產線之空間與長度，其關係著正常作業下之人為操作（含正常生產與定期維修）、異常作業下之人為操作（異常狀況排除）及特殊狀況下之人為操作三大項。亦即，工廠事務落實至最後，以人為操作及表單紀錄為實際實踐者，故工廠大大小小之事務皆可化為 SOP 及表單，即便只有兩個動作也算。

一般而言，工廠在實施 ISO 時，作業程序書上便會將廠內之 SOP 載入，亦即實施過 ISO 的公司幾乎都有 SOP 可查閱。但實際的情形是：推動 ISO 時一群人很忙，忙著建立所有文件，較少探研究所建立之 SOP 是否可用？較不用功的人員只大概建立 SOP，合理即可，所建立之 SOP 是經不起現場挑戰的；較用功的人員，則只建立一個可用之 SOP，算是達到基本需求。工廠雖有危害性較大之設備或作業，但卻也不是處處皆危害。亦即較實務之作法

應該是將 80% 的時間用在關心 20% 之關鍵設備或作業上。也就是當工廠可能有 120 個 SOP 須建立時，我們不要也不可能一次將 120 個 SOP 建立，較實務之作法是：先建立最關鍵 5 個或 10 個即可（包含高溫、高壓、大動力源之正常及異常作業），依次再將次關鍵之設備或作業逐次建立。也因此 SOP 之制定可依照下列步驟：

1. 經 JSA 現場實地挑戰，按照此 SOP 之步驟確實可完任務
2. 將 SOP 每一步驟，考慮在『跳過』的情形下，持續進行下一動作，是否可能有重大危害？進而將危害性較大之步驟找出（註：簡易之分析只考慮跳過，進階之分析可考慮『部分完成』、『錯誤動作』及『反向動作』，此為作業安全分析法）
3. 在執行下一動作時，考慮之危害點可從硬體零件故障、軟體故障、人為誤操作、外在因素與環境及天然災害之觀點去思考，再配合前述『安全防護等級』與災害類型作是否安全之判斷
4. 找出重要步驟後之改善方式：(1)於 SOP 上以紅色標示，(2)現場加標示警示，(3)從基本設計改善（亦即此動作沒做時，無法繼續下一動作），(4)透過管理手段，以表單紀錄配合獎懲之實施

以上所談，為作業安全分析法用於 SOP 之制定，實際仍須落實 SOP 之執行，才能降低職災。

### 3-2 機械設備風險評估工具選用建議

考量國內設備製造商位於機械設備供應鏈的源頭之性質，且事業單位大多對於風險評估方法不甚瞭解屬於入門階段，為協助國內廠能閱讀本冊，有效進入狀況並切入風險評估領域之思維，提供事業單位更多面向之分析手法，找出更完整的潛在風險，因此初步以

機械設備製造供應商之產業特性，建議選用之機械設備風險評估工具有：針對機械設備生命週期的國際標準 ISO 12100 機械安全設計通則之分析法，以硬體零組件為分析依據的失效模式與影響分析（FMEA），還有以人為操作層面分析的作業安全分析法（JSA）作為本冊描述主要之工具。

### （一）以作業類型角度分析

採用 ISO12100 從運送、組裝、設定、操作、維修保養、故障查找，乃至於到設備之報廢拆卸等七大作業類型，每大類再拆解成小的作業特性，加以分析可能之危害及危害所對應之風險等級（或稱風險指標），進而從風險等級決定是否應給予降低危害之工程或管理手段，以降低危害。使用表格格式如表 3-3。

表 3-3 本冊所採取工作類型之風險評估表格(FOR ISO 12100)

1.編號及名稱		2.危害類型、原因與影響					5.降低風險所採取之控制措施					6.控制後預估風險					
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從 動力源管制、 Fail Safe, 硬體失 效、軟體失效、 製程特性、人為 操作失誤、外力 環境、天然災害 等方向思考)	危害類 型(TW)	可能造成 影響 之情境描 述	個人 防護具	嚴重 性 (S1,S 2)	暴露 層 度 及 頻 率 (F1, F2)	事件 發生 機率 (O1, O2, O3)	避免 傷害 之可 能性 (A1, A2)	風險 指 標 (1-6)	5.降低風險所採取 之控制措施	嚴重 性 (S1,S 2)	暴露 層 度 及 頻 率 (F1,F2 )	事件 發生 機率 (O1, O2, O3)	避免 傷害 之可 能性 (A1, A2)	風險 指 標 (1-6)
T	Transport(運送)																
T1	- Lifting (舉升)															2	
T2	- Loading (加載)																

### （二）以硬體零組件角度分析

以硬體角度為出發點之 FMEA 方法，因為一個作業特性可能關連到諸多硬體，針對機台拆解每個系統之組件或元件，進而分析元件故障會功能不到位時所可能產生之危害及危害所對應之風險等級。進而從風險等級決定是否應給予降低危害之工程或管理手段，以降低危害。使用表格如表 3-4。

表 3-4 本冊所採取 FMEA 之危害鑑別與風險評估表格

1.設備、組件或元件			2危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險				
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1, F2)	事件發生機率(O1, O2, O3)	避免傷害之可能性(A1, A2)	風險指標(1-6)	嚴重性(S1, S2)	暴露層度及頻率(F1, F2)	事件發生機率(O1, O2, O3)	避免傷害之可能性(A1, A2)	風險指標(1-6)

### (三) 以人為操作、標準作業流程及其細部動作分析

以製造商角度，希望使用者用得更安全，必須站在使用者角色能用得更安全及製程更順暢。然而，使用者操作機台不外乎正常作業、維修作業或異常狀況之處置。此處以作業安全分析法挑戰 SOP，將每一細部動作考慮其可能跳過、部分完成或反向動作可能造成後續動作的危害。以 JSA 挑戰關鍵性的 SOP 有三個目的：(1)針對潛在風險增加步驟、(2)找出關鍵步驟標示紅色以提醒操作者之長期注意，以及(3)針對潛在風險增加保護裝置與維修保養之建議。此處所談的作業是細部動作已決定，而 ISO 12100 之作業型態僅針對作業特性而無細部動作，此為兩者不同之處。JSA 亦透過表格分析之方式加以實現，其表格型式，如表 3-5 所示。

表 3-5 本冊所採取 JSA 表格

1.編號及名稱			2動作不確實造成之危害				3.現有防護設施			4.控制前預估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險			
步驟序號	操作動作	說明	動作不確實 (跳過、部分完成、或反向動作)	失效原因 (一般只考慮人為失誤)	危害類型	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測或連鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1, S2)	暴露層度及頻率 (F1, F2)	事件發生機率 (O1, O2, O3)	避免傷害之可能性 (A1, A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1, S2)	暴露層度及頻率 (F1, F2)	事件發生機率 (O1, O2, O3)	避免傷害之可能性 (A1, A2)	風險指標 (1-6)

#### (四) 風險等級之判定工具

風險等級常見且具有代表性之判定方法，依據國際標準 ISO/TR 14121-2 提供之參考建議有風險矩陣法（Risk matrix）、風險圖示法（risk graph）、數量化評分表（numerical seering）、定量風險評估法（quantified risk estimation）及複合法（hybrid method）。本案所使用之風險等級判定方式為風險圖示法，其分類判別原則如下圖 3-2 風險等級判定圖示：

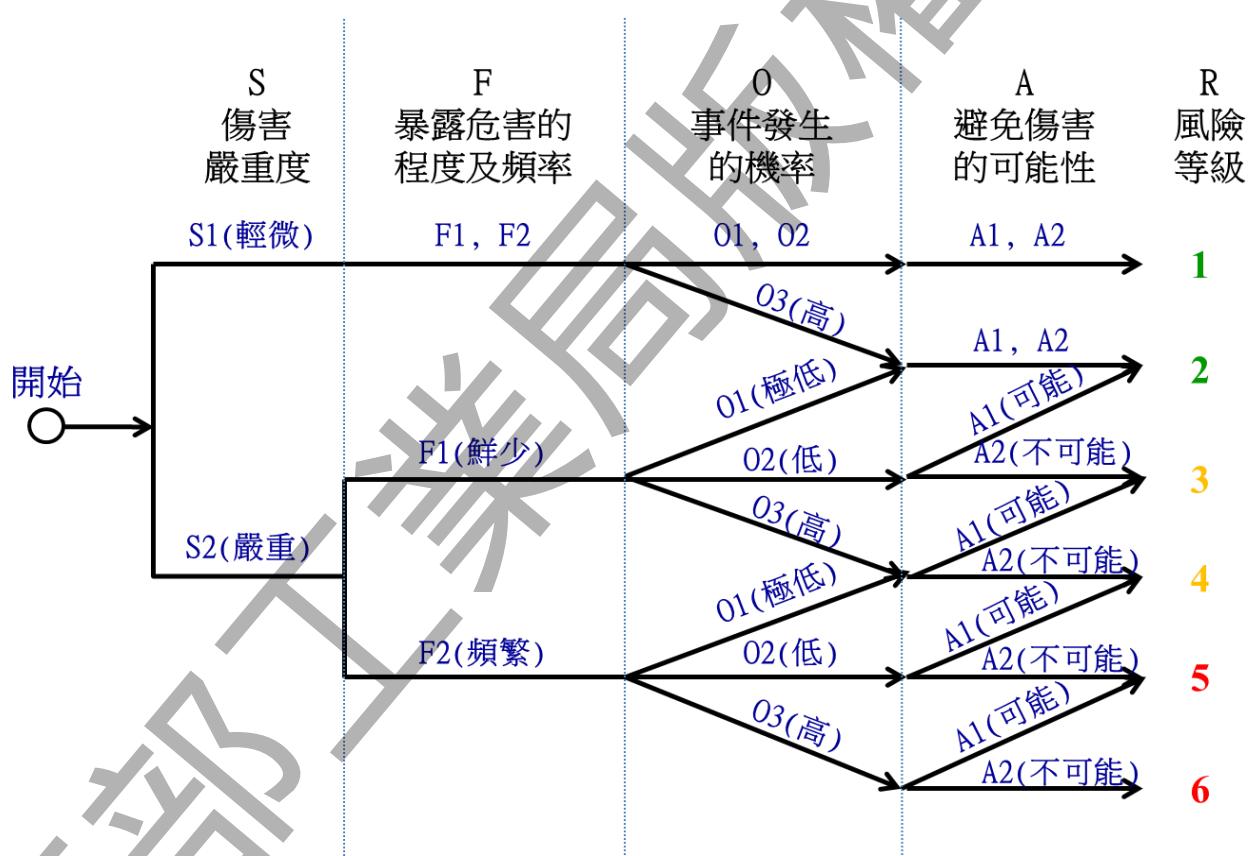


圖 3-2 風險等級判定圖示

其中傷害嚴重度(S)、暴露危害的程度及頻率(F)、事件發生的機率(O)及避免傷害的可能性(A)之等級評量依據描述如下表表 3- 6，包括各風險等級相對應之處置方式參考如表 3- 7。

表 3-6 風險等級評量因子及其程度判定

風險等級評量因子	危害程度
傷害嚴重度 (S)	S1 表示輕微傷害或危害，通常是可復原的。 例如：割傷、劃傷、挫傷、碰傷或腫脹等
	S2 表示重度傷害，通常不可復原，甚至是致命的， 例如：急性肌肉骨骼損傷(MST)、失能、死亡等
暴露危害的程度及頻率 (F)	F1 表示輪班作業期間暴露兩次以下（含兩次）或更少，或是輪班作業期間總暴露時間 15 分鐘以下
	F2 表示輪班作業期間暴露超過兩次（不含兩次），或是輪班作業期間總暴露時間超過 15 分鐘
事件發生的機率 (O)	O1 表示成熟的且健全的技術，可預防或辨識危害的安全防護多，因此事件發生的機率極低
	O2 表示一年觀測到兩次以下（含兩次）的技術失效，因此事件發生機率低
	O3 表示技術失效頻繁發生，至少每半年發生一次以上（含一次），因此事件發生機率高
避免傷害的可能性 (A)	A1 表示可能避免傷害或危害是可以控制的
	A2 表示不可能避免傷害

表 3-7 風險等級及其處置方式

風險等級	處置方式	
1	低度風險	此類風險並不會造成立即性且重大之危害，建議維持現況，必要時定期檢點或監測觀察
2		
3	中度風險	此等級之風險代表有一定程度的機率發生危害事件或是危害發生的嚴重度高，建議定期監測或檢點安全相關防護措施，必要時提出改善或預防措施
4		
5	高度風險	此等級之風險代表發生立即性或嚴重性的危害風險極高，務必針對潛在危害源進行工程或管理控制及改善措施，以降低發生重大傷害的風險。
6		

### 3-3 風險評估實施前的準備作業

依據 ISO 12100 及 ISO14121-2 等技術文件，規劃機械設備製造供應商實施風險評估前的前置準備作業，包括提供基本要求、注意事項及執行須知等項目說明。

#### (一) 基本要求：

有關風險評估之目標、範圍、和最後期限應預先定義明確。

#### (二) 透過團隊進行的方式執行風險評估

##### 1. 基本事項概述

技術上而言，透過團隊執行的風險評估通常較為透徹且有效率，此外，風險評估團隊的規模也因為下列條件而有所不同：

- (1) 風險評估方法的選擇
- (2) 機械設備的複雜程度
- (3) 機械設備使用的製程

該團隊建議應由具備不同領域的學術知識、豐富的經驗與專業技能的專家組成，但團隊可能因規模龐大導致決策方向難以保持一致或達成共識。此外，團隊在風險評估過程中的組成，將根據特定問題所要求的專業技能而有所不同，此時團隊的領導人物將扮演重要的角色，因為他(她)的技能將是決定風險評估成功與否的關鍵。

##### 2. 團隊的組成與作用

工作團隊應有一名領導人，而此領導人應確認所有實施風險評估有關的規劃、執行和記錄（依據 ISO/TR 14121-1 第九章之告示方法），對於有關風險評估所有過程中的任務完全負責，並將評估的結果與建議事項匯報給適

當人員。團隊成員應包含下列人選：

- (1) 熟知且能回答所有機械設計和功能方面等技術問題的人
- (2) 具備機械操作、調整、維修及保養等豐富經驗的人員
- (3) 熟稔相關機械事故、案例之歷史的人員
- (4) 熟知相關法律、標準與規範，特別是國際標準 ISO 12100，任何與機械安全相關議題的人員
- (5) 瞭解人為操作失誤或不安全因素的人員

### 3. 執行方法與工具之選擇

由於國際標準 ISO 14121 預期適用於機械複雜性高且潛在危害較高之機械設備進行風險評估。目前可選用的風險評估方法及工具繁多，選擇方法前宜考慮機械設備種類、危害性質與風險評估的目的。此外，團隊整體技術、特定方法的使用經驗與專業，亦應納入風險評估之考量。

## 3-4 危害鑑別與風險分析的注意事項

設備風險評估是一種確認機械設備安全性及危害性的方法，內容包括風險發生的原因、發生的可能性（頻率）、危害程度（嚴重度）、危害持續時間及風險發生的區域等，為確保工作場所之工作人員和其他人員的人身安全、財產，就受評估對象之系統潛在之風險因子完整加以估算與評估，對應其影響和量化風險之等級決定優先順位，並在企業經營有限資源下有效地運用及採取降低風險對策之手段。

本冊所使用之機械設備風險評估流程係參考 ISO 12100: 2010，內容闡述的機械設備產品之安全設計通則與降低風險之參考，此標準亦為國際間廣泛遵循之機械安全風險評估基準。為有效界定機械

設備危害風險的影響，並評估後續控制措施，風險評估執行的流程包含下列五個步驟：

1. 確認機械設備使用限制
2. 危害辨識
3. 風險評估
4. 風險評估結果分析
5. 降低風險

其中辨識危害源是相當重要的步驟之一，惟有當危害源被正確鑑別後，才能有效採取措施消除或降低風險。為了實現危害源辨識，實有必要鑑別機台與操作人員之間的相互作用與共同存在之危險區域，另不同的零部件、機台結構與功能、待加工物料及使用環境亦必須同時考量。設計者在危害鑑別時，應考慮到以下因素：

#### (一) 機械生命週期內人與機械的相互作用

1. 設定
2. 測試
3. 機台調教及編程
4. 製程或工具轉換
5. 啟動
6. 所有的運轉模式
7. 機械進料
8. 從機械上取下產品
9. 停機
10. 緊急停車
11. 由卡住或鎖定到恢復運轉
12. 非計畫停機的重新啟動
13. 故障查找/故障排除（操作者干預）
14. 清潔和保養

15. 預防性維護

16. 其他

判別各種任務相關之危害、危害狀態或危害事件，如下表 3-8。許多危害分析之方法及系統化的危害鑑別亦可參考 ISO 14121-2。另外應鑑別與機台運作不直接相關且合理可預見之危害、危害狀態或危害事件。例如：地震、閃電、工廠供電跳電、噪音等。

## （二）機器的可能狀態

1. 機器執行預定功能（機器正常運轉）
2. 由於各種原因，機器不能執行預定功能，原因包括：
  - 加工材料或工件之性能或尺寸變化
  - 機器的一個或多個組件或輔助裝置失效
  - 外部干擾（如衝擊、振動、電磁干擾）
  - 設計錯誤或缺陷（如軟體錯誤）
  - 動力源干擾
  - 環境條件（如破損的地板表面）

## （三）非預期的操作者條件或機器可合理預見之誤用

1. 操作者對機器失去控制（特別是手持式或移動式機器）
2. 機器使用過程中發生失靈、事故或失效時，人員之反射動作
3. 操作者精神不集中或粗心大意導致的不正當操作
4. 工作中偷機取巧的行為
5. 為保持機器在所有狀態下運轉所承受的壓力
6. 特定人員的行為（如殘疾人士）

經由上述條件執行危害鑑別後，再依據各項危害源及其危害事象，分析危害事件的嚴重度及發生機率，評估機械設備潛在風險因子發生危害的風險等級。依風險等級排序，由較高之風險決定是否

需要提出設計變更或安全防護措施等安全對策，以求降低不可接受之風險。然而，風險評估及風險降低是一個反覆執行的流程，應反覆地檢討及採取適當之降低風險措施來保障其安全性，此外，機械設備移交或安裝至使用端時，亦必須將使用說明、危害告知訊息等相關文件一併轉交予使用者。

表 3-8 危害源及造成危害後果之參考表（參考 ISO 12100 附錄 B）

編號	危害類型或分組	危害源範例		備註
		危害源	潛在後果	
1	機械危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 加速、減速</li> <li>— 有角的組件</li> <li>— 接近向固定組件運動的元件</li> <li>— 鋒利的組件</li> <li>— 彈性元件</li> <li>— 墜落物</li> <li>— 重力</li> <li>— 距離地面高</li> <li>— 高壓</li> <li>— 不穩定</li> <li>— 動能</li> <li>— 機械的移動</li> <li>— 運動元件</li> <li>— 轉動元件</li> <li>— 粗糙表面、光滑表面</li> <li>— 銳邊</li> <li>— 儲存的能量</li> <li>— 真空</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 輾壓</li> <li>— 拋出</li> <li>— 擰壓</li> <li>— 切割或切斷</li> <li>— 吸入或陷入</li> <li>— 纏繞</li> <li>— 摩擦或磨損</li> <li>— 碰撞</li> <li>— 噴射</li> <li>— 剪切</li> <li>— 滑倒、絆倒或跌落</li> <li>— 刺穿或刺破</li> <li>— 窒息</li> </ul>	
2	電氣危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 電弧</li> <li>— 電磁現象</li> <li>— 靜電現象</li> <li>— 帶電組件</li> <li>— 與高壓帶電組件之間無足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— 燒傷</li> <li>— 化學效應</li> <li>— 醫學植入物的影響</li> <li>— 觸電死亡</li> <li>— 墜落、甩出</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>—夠距離</li> <li>—過載</li> <li>—故障條件下變為帶電組件</li> <li>—短路</li> <li>—熱輻射</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—著火</li> <li>—融化顆粒的射出</li> <li>—電擊</li> </ul>	
3	熱危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—爆炸</li> <li>—火焰</li> <li>—高溫或低溫的物體或材料</li> <li>—熱源輻射</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—燒傷</li> <li>—脫水</li> <li>—不適</li> <li>—凍傷</li> <li>—熱源輻射引起的傷害</li> <li>—燙傷</li> </ul>	
4	噪音危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—氣穴現象</li> <li>—排氣系統</li> <li>—氣體高速洩漏</li> <li>—加工過程（沖壓切割等）</li> <li>—運動組件</li> <li>—刮擦表面</li> <li>—不平衡的旋轉組件</li> <li>—氣體發出的聲音</li> <li>—磨損組件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—不適</li> <li>—失去知覺</li> <li>—失去平衡</li> <li>—永久性聽覺喪失</li> <li>—緊張</li> <li>—耳鳴</li> <li>—疲勞</li> <li>—其它因干擾語音傳遞或聽覺信號引起的（機械、電氣）後果</li> </ul>	
5	振動危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—氣穴現象</li> <li>—運動組件偏離軸線</li> <li>—移動設備</li> <li>—刮擦表面</li> <li>—不平衡的旋轉組件</li> <li>—振動設備</li> <li>—磨損組件</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—不適</li> <li>—脊椎彎曲病</li> <li>—神經失調</li> <li>—骨關節疾病</li> <li>—脊柱損傷</li> <li>—血管疾病</li> </ul>	
6	輻射危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—電離輻射源</li> <li>—低頻電磁輻射</li> <li>—光輻射（紅外線、可見光和紫外光），包含激光</li> <li>—無線電頻率電磁輻射</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—燒傷</li> <li>—對眼睛和皮膚的傷害</li> <li>—影響生育能力</li> <li>—突變</li> <li>—頭痛、失眠等</li> </ul>	
7	材料物質產生的危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—空氣懸浮微粒</li> <li>—生物和微生物（病毒或細菌）制劑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—呼吸困難、窒息</li> <li>—癌症</li> <li>—腐蝕</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>—易燃物</li> <li>—粉塵</li> <li>—爆炸物</li> <li>—纖維</li> <li>—可燃物</li> <li>—流體</li> <li>—煙霧</li> <li>—氣體</li> <li>—霧氣</li> <li>—氧化劑</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—影響生育能力</li> <li>—爆炸</li> <li>—著火</li> <li>—感染</li> <li>—突變</li> <li>—中毒</li> <li>—過敏</li> </ul>	
8	人體工學危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—通道</li> <li>—指示器和可顯示單元的設計或位置</li> <li>—控制裝置的設計、位置或識別</li> <li>—費力</li> <li>—閃爍、眩光、陰影、頻閃效應</li> <li>—局部照明</li> <li>—精神太緊張/注意力不集中</li> <li>—姿勢</li> <li>—重複活動</li> <li>—可見性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—不舒服</li> <li>—疲勞</li> <li>—肌肉與骨骼疾病</li> <li>—緊張</li> <li>—其它因人為錯誤引起的後果(如機械的、電氣的)</li> </ul>	
9	與機器使用環境有關的危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—粉塵和煙霧</li> <li>—電磁干擾</li> <li>—閃電</li> <li>—潮濕</li> <li>—雪</li> <li>—溫度</li> <li>—水</li> <li>—風</li> <li>—缺氧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—燒傷</li> <li>—輕微疾病</li> <li>—滑倒、跌落</li> <li>—窒息</li> <li>—其它營機器或機器組件上的危險源所引起的後果</li> </ul>	
10	組合性危害	<ul style="list-style-type: none"> <li>—如重複活動+費力+環境溫度高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—如脫水、失去知覺、中暑</li> </ul>	

## 3-5 風險降低措施與再評估

國際標準 ISO 12100 所揭示之風險降低，係透過分別或同時降低危險產生傷害之嚴重度及傷害發生的概率的兩個因素，實現風險降低之目標。為能達到上述目標，機械設備的安全措施應按照下列優先順序降低風險（如前述圖 3-1）。

### （一）本質安全設計措施

本質安全設計措施透過適當選擇機械的設計特性或人員與機器的交互作用，消除危險或降低相關的風險。本質安全設計措施是風險降低過程中的第一步，也是最重要的步驟。因為過去經驗證明即使設計再好的安全防護也可能故障、失效或遭受破壞，使用訊息也有可能不被使用者或操作者遵循試舉 ISO 12100 安全規範中提及的幾項方法提供讀者參閱。

#### 1. 幾何因素和物理特性的考慮

- (1) 幾何因素包括機械外型的設計，使得在控制位置上對工作區和危險區的直接可目視範圍最大，例如移動式機械的行走和工作區域減少盲點的產生，或是操作者能在主要控制操作位置確保危險區域內沒有其他人員。此外，機械組件的形狀和相對位置也可透過設計改善，例如：透過加大運動組件之間的間距來避免擠壓和剪切危險，使得人員可以安全進入。避免銳邊、尖角和突出部分之出現。機械外型設計應有合理的操作位置並提供可輕易拿取的手動控制器。
- (2) 物理特性包括，.限制運動組件的質量或速度，從而限制其動能。限制特定危害發生源，例如噪音、

振動（重新分配或增加質量來改變參數）、有害物質的暴露，包含使用更安全之物質等技術。

## 2. 考慮機械設計之通用技術

通用技術知識可從設計技術規範(標準或設計規範)中得到，宜涵蓋：機械應力（過載保護、正確計算、構造和鎖緊方法限制應力等）、材料/物質（考量抗腐蝕、抗老化、抗磨蝕和抗磨損、展延性、脆性等）、其他標準值(噪音、振動、有害物質及輻射)等。

## 3. 透過技術的選擇

透過技術的選用可消除一種或多種危險，或降低風險，例如：預定用於易火災爆炸環境中的機械設備採用本質安全的電氣設備，或對於特定的待加工產品（如溶劑），使用確保溫度遠低於燃點之設備。

## 4. 維修性的規定

包括設計機器時，應考慮以下維修性因素，例如機械設備危險區域之可接近性，考慮環境和人體量測尺寸，包含工作服和所使用工具的尺寸。考慮人的能力使之易於搬運。專用工具和設備的數目限制

## 5. 遵循人因性原則

設計機械時應考慮人體工學，以減少操作者壓力。應考慮人體尺寸、力量和姿勢、運動幅度、動作重複頻率和人機介面的所有元件，如控制裝置、訊號或數據顯示器，其設計應易於理解，使操作者和機械間的相互作用儘可能清楚明確。例如：手持式和移動式機器的設計應考慮

人力的可及範圍，使其容易操作。手動控制裝置的選用、位置和標記應清晰可見、可識別，必要則加適當標誌。可進行安全操作且作用明確（如控制器採同一規格，可避免由一台機器轉到另一台機器時，工作出錯之機率）。指示器、刻度盤和視覺顯示單元的選擇設計與位置應顯示的訊息應便於查看、識別和理解。

## 6. 對控制系統應用本質安全設計措施

控制系統發生危害情形的典型原因包括有：控制系統邏輯的設計或修改不合適（有意的或無意的）、控制系統的一個至多個組件暫時或永久的缺陷或失效（例如運動部件無法停止）、控制系統動力源的變化或失效（機械組件或機器夾緊的工作物掉落或飛出）、控制裝置的選用、設計和位置不當（保護裝置不起作用造成的機器動作）等。綜合上述，對控制系統應用本質安全設計措施簡述如下列：

- (1) 啟動內部動力源或接通外部能源供應不應導致危險狀態
- (2) 用於機構自動啟動或加速運動的主要動作宜透過增大電壓或流體壓力來實現；而用於機構自動停止或減速運動的主要動作宜透過降低電壓或流體壓力來實現。若未遵循此原則，則機器上應配備主制動系統失效時用於減速或停止之裝置。
- (3) 如果動力中斷後重新接通時，機台若自動重新啟動可能產生危險，應有防止這種現象發生之裝置（如採用接觸器或閥門等）。
- (4) 機台設計應有防止動力源中斷或波動幅度過大

造成危險，若發生此現象應保持停機狀態或給予適當的反應時間以安全降低能量等負載等。

- (5) 執行功能的部件或元件的能力被削弱或工作條件變化產生危險，自動監視用於確保安全功能或由保護措施執行的功能不會失效。
- (6) 其他如自動監控、可編程電子控制系統執行的安全功能與手動控制等。

## 7. 安全功能失效機率最小化

機械的安全不僅取決於控制系統的可靠度，還取決於機械所有部件之可靠度。因此可以透過使用可靠的零組件、使用含有預知功能失效的系統或組件、與安全相關之零組件加倍使用或設置冗餘（Redundancy），進而保證其中一項安全功能失效後，機台還是保持安全的狀態。

## （二）安全防護和追加保護措施

考慮到預定使用和可合理預見之誤用，一旦透過本質安全設計措施可能無法合理消除危險或充分降低風險，則應使用防護裝置和保護裝置來保護人員。可能不得不採用包括附加設備（如緊急停止裝置）在內的追加保護措施。下列提供 ISO 12100 安全規範中的安全防護措施之建議範例提供讀者參閱。

### 1. 防護裝置和保護裝置的選擇和使用

對特定機器的安全防護裝置的正確選用，應該是基於該機器的風險評估結果。固定式防護裝置適用於機器正常運行期間需要操作者進入危險區的場合。對於人員需要進入危險區，則需使用其他保護裝置（活動式聯鎖防護裝置、敏感保護設備）。有時則可能需要使用安全防護裝置的組合。例如：與固定式防護裝置結合使用機械式進料裝置（自動機械人），將工件送入機器，從而消除進入主要危險區之需求。應考慮封閉控制位置或干涉區域，以提供多種危險的組合保護，這些危險包括防墜落物的結構、避免噪聲、振動、輻射、有害物質等對健康危害之遮蔽物等。下列就安全防護簡略描述：

- (1) 機台正常運轉期間不需要進入危險區域時，此安全措施建議使用固定式防護裝置（固定式圍籬），或具備自動關閉功能及聯鎖裝置之防護措施，運用電力或壓力之感應保護裝置。
- (2) 機台正常運轉期間需要進入危險區域時，宜選用之安全措施包含可調整式的防護裝置（護罩、安全門）、雙手啟動開關、帶有啟動功能的聯鎖裝置等。

- (3) 維修保養及故障排除作業需要人員進入危險區域時，應有儘可能保護人員安全之保護裝置，或不妨礙任務執行時的安全防護（個人防護具），此週期應於危害分析及風險評估階段慎重評量。
- (4) 此外還有其他感應保護裝置、與機台穩定性有關之防護措施等。

## 2. 安全防護裝置和保護措施的設計要求

安全防護措施一般之設計要求包含下列說明：

- (1) 該裝置結構應堅固耐用；
- (2) 不能增加機台本體或系統其他附加風險；
- (3) 不能輕易被跳過或使用旁路（bypass）；
- (4) 與危險區域有足夠距離；
- (5) 容易觀察生產過程而不妨礙視線；
- (6) 除了進行工具的安裝或維修必要工作，應儘可能不移除防護裝置或喪失保護功用。

## 3. 追加的安全防護措施

根據機器預定用途及可合理預見之誤用，可能採用既不是本質安全設計措施、安全防護，也不是使用訊息的保護措施，這些措施有下列幾項：

- (1) 緊急停止裝置，該裝置應明顯容易辨識（紅色）且隨手可及，使用時應能儘快停止危險的過程，且不產生額外之危害。緊急停止裝置應能觸發或允許其他必要之安全防護措施執行。
- (2) 被困人員逃生獲救援之措施，包括在危險區域的受困人員，可供其逃生或避難之設計；提供緊急

停止後可由人工移動的零部件；受困人員的呼救通訊方式等。

- (3) 隔離動力源或消耗能量的技術手法，包括將危險單元鎖定在隔離位置；或將機械設備與所有動力源脫離或分開；消耗能量與抑制其他可能產生危險的能量。
- (4) 無法輕易移動或無法用手搬運的機械及其零部件，應配備適當的吊掛機器或其附屬裝置，例如：物料吊車、自動夾取裝置等
- (5) 安全進入機台的措施，機台的設計應使操作、安裝及維護儘可能在地面完成。如果無法實現，為執行這些任務，機台應設計提供安全進入的機內平台、階梯或其他設備。

### (三) 使用信息之告知

儘管使用了本質安全設計措施、安全防護和追加保護措施，但風險仍然存在時，則應在使用訊息中明確說明殘餘風險。該訊息應包括下面內容：

1. 使用機械之操作程序須符合使用人員能力
2. 描述及推薦該機械之安全操作方法和相關培訓要求
3. 足夠訊息，針對該機械生命週期不同階段之剩餘風險警告。

使用信息是由機械設備組成之零部件、文字、標誌、訊號、符號或圖表所構成，內容應有向使用者告知或警示殘餘風險的說明，其關係到人員是否需要接受教育訓練、是否須符合特定資格、是否需要配戴個人防護具或追加保護措施及安全裝置等。使用信息應以機械設備生命週期區分，提供相關注意事項或限制條件給專業或非專業人員使用。

有關使用信息提供方式，可依據風險分析結果，決定該危害風險之重要信息應放置於機台內或機台上、使用手冊中、外部包裝或機台本體上的警告標示。另外視覺訊號和聽覺訊號可能用於警告即將發生的危險事件，如機台啟動或過轉速。這類訊息也可能在觸發自動保護措施前警示操作者，訊號應含義明確能明顯察覺、與其他所有訊號相區分及容易被使用者和其他人明確辨別。

使用信息的標誌符號和書面警告至少包括製造商的名稱與地址、機械設備型式之說明、符合強制性要求之標誌（例如製造商之授權代表、製造年份以及預定使用區域）、安全使用之標示（例如：旋轉部件之最高轉速、最大工作負載、穿戴個人防護具的必要性及自動檢查頻率等）。上述直接印刷在機台上的使用訊息應能持久，並在預期機器生命週期內清晰可見，符號和書面警告不應只寫「危險」二字帶過。

然而，一般機台採購或販售，皆有提供相關隨行文件，其中最重要的即是使用手冊。使用手冊應檢附之內容，除了機械設備尺寸、質量、重心位置及搬運說明等，尚包含機器安裝和試運轉的有關訊息（例如裝配安裝及固定條件、允許的環境條件、機械與動力源之連接說明、安全距離等）、機台本體的設計條件（例如：機台配件、防護裝置和安全措施的詳細說明），及有關機台使用與操作說明（例如：機台應用範圍、模式設定與調整說明、可合理預見的誤用和禁止的用途、設計者採取的保護措施無法消除的風險等）。使用手冊建議應定期審視，應隨著機械設備設計、作業環境、使用條件等情形適時更新，以確保使用者之人身安全。

此外，危害分析與風險評估的結果等相關技術文件，應適當地記錄與保存。若機械、設備規格及零組件，甚至是現有的安全防護措施變更或修改，致使機械設備的限制條件或狀況可能改變而造成過往紀錄內容產生差異時，應重新評估風險並適當的更新紀錄。

# 第四章 導入設備風險評估的實例分析 -以電鍍設備為例

本實例分析係經濟部工業局為協助產業及事業單位加強機械設備風險評估技術及提升源頭管理的理念，以符合新修法令的規定並使產業能夠永續發展，特委託社團法人中華民國工業安全衛生協會（以下簡稱工安協會）於民國 106 年度起規劃『機械設備產品源頭導入安全設計與風險控制技術輔導』之實例說明。

## 4-1 技術導入對象選定

本案為協助國內機械設備製造供應商以國際認可之風險評估技術，針對機械設備之設計、製造階段，依序執行危害辨識、風險評估及提供降低風險之安全設計等策略。今年度目標係協助 2 家機械設備製造供應商選用及導入適合產業特性之風險評估技術。有關技術導入對象之選定詳述如下：

### （一）機械設備及技術導入對象選定

本案藉由國內外法規標準、國際相關技術規定等文獻資料蒐集，鎖定機械設備相關高風險產業，以現場訪談之方式向產業相關組織及事業單位說明風險評估技術導入之目的及效益，除此之外，本團隊亦提供問卷，以機械設備產品使用者自評之方式，調查產業界機械設備下游使用端之高危害機械設備。其中，由台灣電路板協會自主評估印刷電路板業之調查結果顯示，產業自評機械設備危害嚴重度及發生可能性以電鍍設備之綜合評分最高，評量結果請參閱表 4-1。由產業相關組織推舉兩家設備製造商參加輔導，並由本團隊實地訪談後，確認此兩家廠商之電鍍設備產品使用及維修保養時有捲夾風險，設備加熱使用電加熱棒（電湯匙式），過去曾有類似案例指出此類型機台有火災之風險，實有必要從設計面執行風險評估之需求。廠商相關基本資料如表 4-2 所示，技術導入之設備類型選

定，A 廠選擇之電鍍設備類型為「標準垂直連續電鍍銅設備」，此設備類型為 A 廠生產銷售之主力產品。B 廠選擇電鍍設備類型為「垂直龍門電鍍銅設備」，此設備類型在業界市占率為 B 廠最高。

表 4-1 產業自評機械設備危害嚴重度及使用頻率結果

產業自評高危害風險之設備			
No	機械設備類別	廠商數(家)	排序(分數)
1	電鍍設備	20	92
2	烤箱/曝光	16	46
3	網印/印刷	14	35
4	蝕刻(內層/乾膜)	12	43
5	鑽孔	12	31
6	裁剪/成型/V Cut	11	35

產業自評使用頻率高之設備			
No	機械設備類別	廠商數(家)	排序(分數)
1	蝕刻線	18	42
2	電鍍設備	16	37
3	鑽孔機	16	37
4	曝光機	12	22
5	印刷機	11	18

表 4-2 電鍍設備廠商相關基本資訊

工廠代碼	A 廠	B 廠
主要產品	垂直電鍍設備、 垂直連續電鍍設備、 金屬表面處理設備、 印刷電路板電鍍銅設備	印刷電路板、 五金類、汽機車零件及 表面處理機械設備設計製 造服務。
設備產品 外銷國外的比例	中等(約 41-70%)	中等(約 41-70%)
供應之產品 是否提供 其他產業使用	IC 半導體、IC 輽板、 金屬五金表面處理、 印刷電路板產業等	汽車零件製造業、 金屬五金表面處理業、 印刷電路板產業

## (二) 技術導入之需求及弱點分析

職業安全衛生法新增訂第 5 條第 2 項後，事業單位為符合法規之規範，及不同客戶之採購規格與要求，對於風險評估技術之導入有迫切之需求性。惟國內機械設備製造廠商大多對於風險評估的流程與執行方式不甚瞭解，提供給使用者的使用說明書內容缺乏完整的危害風險信息與操作建議。下表 4-3 為本次案例 A、B 兩廠初步評量之弱點分析，顯示大部分事業單位對於危害風險的認知稍嫌不足，雖產品都有設計基本安全裝置或防護，但仍需進一步針對弱點部分，強化事業單位對於機械危害預防及風險評估之安全理念。

表 4-3 廠商需求與現有弱點分析

廠商	廠商需求及弱點分析
A 廠	<p><b>需求：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 該設備銷售除了國內、主要外銷國如日本、越南、泰國等，尤其日本對於設備風險評估更是要求。</li> <li>• 此機種為該廠銷售主力，適用產業廣泛，有必要提升機械安全等級，保障使用者安全。</li> <li>• 該廠產品客製化程度高，急需在客戶安全需求（成本）與產品安全規範（安全）中取得平衡點。</li> </ul> <p><b>弱點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 該廠商有日本客戶要求風險評估執行紀錄但因缺乏技術因而窒礙難行之經驗。</li> <li>• 客戶稽核重點項目之一。</li> </ul>
B 廠	<p><b>需求：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 該廠商機台市占率高，目前想要擴展市場外銷日本，因此急需設備風險評估強化競爭力。</li> <li>• 該廠電鍍設備曾經於使用端發生幾次火災之外，有必要從設計層面改善起。</li> <li>• 客戶以成本考量居多，但對於不可省去的安全功能需要與客戶溝通。</li> </ul> <p><b>弱點：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 該廠之龍門式電鍍銅設備為傳統產業常見的機台，因結構設計容易被改裝或更動，因此常於使用端發生意外。</li> <li>• 客戶維修保養及故障排除較少由原廠來執行，多數為使用者自行處理，因此使用者說明書的完整性須全面考量。</li> </ul>

## 4-2 風險評估執行流程說明

由前述之技術資料蒐集得知，電鍍設備過去所引起的切割夾捲及感電等事故頻繁，人員受傷與財產損失對事業單位或使用者而言是非常龐大的支出。此外，此兩種設備之危害特性除切割夾捲外，還包含火災、人因工程及感電等，將於本案例一併探討。電鍍設備於金屬製品產業應用層面廣泛，且主要以國內生產為主，經統計約有 50-70% 的電鍍設備產品外銷至國外，對金屬製品產業上、中、下游之事業單位，及對本案以實例分析與推廣風險評估技術及源頭管理有相當之幫助。本案例執行流程依步驟流程如圖 4-1 機械設備風險評估基本流程與架構，於每次臨廠皆提供廠商風險評估說明、表單及共同討論，並輔導廠商執行，協助廠商導入及選用適合該單位之機械設備風險評估手法與工具，下列即以五個步驟分別簡述說明執行方法。

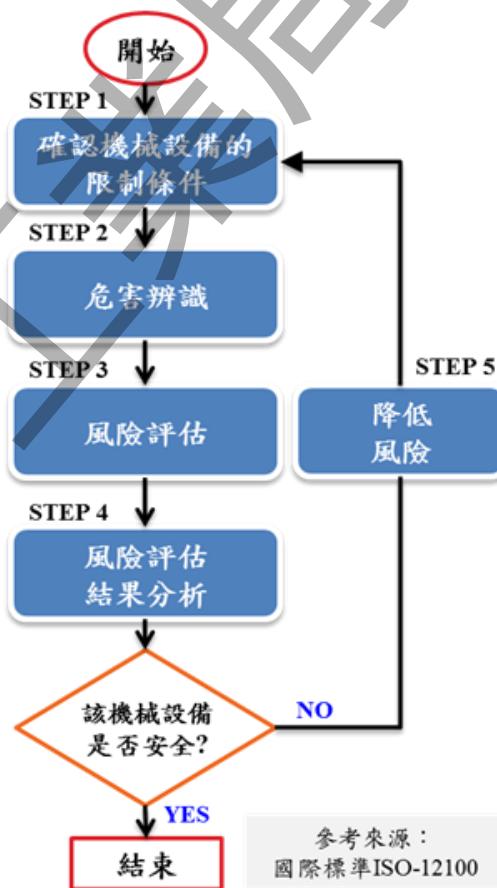


圖 4-1 機械設備風險評估基本流程與架構

## (一) 步驟 1：確認風險評估資訊來源

由於目前國際間可選用的風險評估方法及工具繁多，選擇方法前宜考慮機械設備種類、危害性質與風險評估的目的。此外，事業單位自行組建之風險評估小組整體技術、特定方法的使用經驗與專業，亦應納入風險評估之考量。

以國際規範 ISO 12100、ISO 14121-2 的確認風險評估訊息來源的方法，於準備進行風險評估前，若是有關「機械方面」之參考文件，包含有使用說明書（操作手冊）、電控或機械技術手冊（下表 4-4）、機械整個生命週期個階段之描述、故障排除流程或程序書、定期維修保養之清單、組立圖及交機點檢測試清單等相關類似的機械設備設計文件、設計圖樣或確定機械特性的其它方法、有效的機械設備使用資訊等，以利分析人員確立電鍍設備於生命週期各階段的限制事項，並檢查內容是否有遺漏或不足等，此為後續風險評估所必須掌握之重要訊息。

若是有關「法令規則方面」，則參考國內法規，例如：職業安全衛生法、職業安全衛生設施規則、屋內線路裝置規則等；或國際通用之規範準則、相關機械設備之技術文件、相關安全測試數據，例如：EN 12417(Machine tools- Safety- Machining centres)、ISO 13849 (Safety of machinery- Safety-related parts of control systems- Part 1: General principles for design)等。其他如人因性原則應隨設計之發展或改變而新增修訂機械設備更新訊息、相關使用機台之經驗、類似機台發生過的實際案例、事故或故障歷史等。機械設備風險之探討，初次應針對電鍍設備之使用目的和用途（使用上的限制）、零組件之更換限制（時間上的限制）、可動範圍或適合的作業環境限制（空間上的限制）等項目開始討論。在合理可預期的情況下，分析人員除了考量綜合加工機本身的規格與性能外，於使用的目的、用途及操作範圍等，還須考量操作人員不正當使用、錯誤使用與人為疏失之可能性。

依本例由技術資料探討及確認電鍍設備使用限制條件的執行過程，提供下列注意事項：

1. 執行電鍍設備或其他機械設備限制條件確認前，應檢附與參考該機械設備使用手冊或說明書。
2. 確認使用手冊或說明書上的產品資訊是否有遺漏。
3. 依設備商 A 與設備商 B 提供之電鍍設備分別屬於標準連續電鍍銅設備及傳統龍門二次銅電鍍設備，應於表單中的使用目的及用途詳細填寫適用於此類機械之「工作物」。
4. 依機械設備使用限制評量可能產生危害的對象，限制其操作或使用機台的資格。
5. 找出人員安全性最受威脅的階段開始執行後續風險評估。

表 4-4 機械設備技術資料（範例）

單元名稱	吊車	廠牌	備註
編號	名稱	型號／規格	
1	昇降傳動馬達	ETTFDA 90L 輸出馬力 1.5KW 電壓 220V 3相 頻率 60Hz	傳動系統，電壓會因業主設備之電壓而更改
2	橫移傳動馬達	ETTFDA 90L 輸出馬力 1.5KW 電壓 220V 3相 頻率 60Hz	傳動系統，電壓會因業主設備之電壓而更改
3	昇降傳動減速機	LM-HMW 80型 (右出軸) 減速比 30 R 右向 馬力 2HP	傳動系統
4	橫移傳動減速機	LM-TMW 80型 減速比 20 V 雙出軸 馬力 2HP	傳動系統
5	連座軸承	UCF 206 UKF 209 + H 2309 UCP 209 + H 2309 UKF 207 + H 2307 UKPA 207 + H 2307	昇降 & 橫移傳動軸
6	昇降傳動皮帶	TFL-15S 2900Lx3.1t	
7	滾珠軸承	6202UU	大小導輪
8	扣環	S15 & R35	大小導輪
9	聯軸器	5016 鍵 10x8 Ø30 & Ø32 key = 10x8	
10	極限開關	HL-5030	吊車防撞系統
11	近接開關	E2E-X18ME1	吊車昇降定位系統
12	插銷	SUS304 Ø1/8" x 7/8L (Ø3.2x22L, d= 2.9)	昇降滑座導輪
13	連座軸承	UCF 204	被動輪組
14	軸環套	BONFIX CCE 4000 Ø30	被動輪組

## （二）步驟 2：危害源辨識實例

完成前述確認電鍍設備使用限制條件後，依據國際標準 ISO 12100 附錄 B，參考其危害源的詳細資訊辨識電鍍設備生命週期中可以預見及可能構成的危害源(含零組件失效或故障及人為因素)、危害原因、危害類型及危害可能造成的情境描述等。危害源之判定及辨識是整個風險評估過程中最重要的步驟，因為初始階段若無法明確辨識所有機械設備伴隨的危害源，將無法逐一評估風險等級與

控制風險之優先順序，以及是否需要採取危害消除或風險降低的安全對策。廠商初步經過危害分析所辨識之危害源如下表 4-5。依本例危害源辨識的執行過程說明下列注意事項提供參考：

1. 執行設備危害分析與風險辨識前，應檢附機械設備設計、規格、結構之使用說明書或手冊（與前述機械設備限制條件相呼應）。
2. 使用說明書須詳細檢視其內容是否有明確定義之危害告知或警示訊息，以利後續評估風險之用。
3. 使用說明書應有詳細標準作業流程，內容應盡可能預設人員操作機台之過程，有關人員操作以外的行為也必須盡可能地預想成與現實符合之狀況。
4. 建議以小組型式實施危害辨識，以集思廣益及共同討論的方式確實找出危害源。
5. 機械設備失效故障，或合理可預期之電鍍設備與操作人員之間任何可能產生的危險狀態，共同失效因子也應盡量考慮。
6. 危害源、危害原因、危險狀態與危害事項應確實彙整、條列並記錄，以作為後續風險評估之參考依據。

表 4-5 電鍍設備危害源及潛在危害情境描述摘錄

項次	危害類型	危險區域	危害源	媒介物	潛在危害情境描述
1	機械	天車 吊掛區	墜落物	吊車	因吊掛重心不穩導致物體飛落，造成人員壓傷
2	機械	天車 吊掛區	墜落物	吊車	因吊掛纜繩斷裂導致物體飛落，造成人員壓傷
3	機械	包裝區	鋒利物	釘槍	使用釘槍不慎，造成人員切割傷
4	機械	組裝區	高空作業	機台	於機台上方組裝不慎，導致人員墜落
5	機械	機台本體	不穩定零 件	零件	零部件未完全固定，導致物體飛落使人員受傷
6	機械	吊車移動 區域	運動元件 旋轉元件	人為	未正確停機保養，因人員誤動作導致吊車移動，使人員被撞或被夾
7	機械	機台本體	運動元件	人為	臨時性作業進入機台，因未正確關閉機械運動元件，而導致捲夾
8	電氣	機台本體	帶電部件	機台	配電未遵守用電規範，因接觸帶電部件導致人員感電
9	電氣	機台本體	故障未排 除時 成為帶電 部件	機台	機台故障時未排除或斷電，導致人員接觸帶電部件因而感電致死
10	電氣	機台本體 電控箱	靜電現象	機台	未接地或接地不當，機台漏電或靜電導致人員感電
11	電氣	電控箱	過載	電控箱	因電控箱冷卻風扇故障，導致電盤溫度過高引發火災
12	電氣	機台本體	帶電部件	人為	維修未斷電掛牌，因接觸帶電部件導致人員感電
13	材料/物質	化學物質 儲存區	不相容物 質	化學品	誤送錯誤的化學品於加熱槽，最嚴重導致火災爆炸
14	材料/物質	變壓器、 電控箱	故障物件	變壓器	變壓器內部絕緣劣化，最嚴重導致火災爆炸
15	材料/物質	加熱區域	控制裝置 的標示	加熱器	加熱器規格置換錯誤，若功率過大可能導致過載而火災
16	機械使用 環境	機台本體	潮濕	機台	潮濕環境開機瞬間產生電弧，導致火災或人員感電

### (三) 步驟 3：風險評估實例

由步驟 2 將機械設備伴隨的所有危害源、危險狀態辨識出來後，風險評估小組必須逐一審視並評估每項風險。然而，風險評估執行小組的成員於 ISO 12100 標準中建議應以機械設備之設計部門人員（電機設計、機械設計等）、技術研發部門人員、安全衛生部門人員和風險評估專家的團隊為主。若能再加上機械設備現場組裝人員、充分瞭解機械設備使用方式及客戶需求的售後技術服務部門、採購部門等將會使整體風險評估做得更好也較完整。針對風險評估執行，先步驟 2 所列可能的所有危害因子，評估並量化可能發生之風險。然而，所謂風險即是危害的嚴重性與發生機率之組合（如下圖 4-2）。風險等級之判定方法如前述 3-2-4 所提到共有風險矩陣法、風險圖示法、數量化評分表、定量風險評估法及複合法。風險評估小組可依工廠內的機械設備型式、製程型態、作業環境與人員經驗或素質等，評估挑選適合之判定方式，並以此為基準，統一應用於後續風險評估作業。



圖 4-2 危害風險評估之要點整理

無論使用何種風險評估手法，開始執行之前的首要任務，即是明確定義出「危害嚴重程度」與「事件發生的可能性」之基準。以本案為例，即以風險圖示法作為評估機械設備風險的範例手法。依據機械設備現有設計所採取設計對策及安全裝置，考量其發生危害的嚴重程度（輕傷或重傷），考量危害發生的可能性時，可以綜合考慮下列項目來決定（表 4-6）：

1. 人員暴露於危害源、危害狀態的時間與頻率。

- 2.危害現象的發生機率。
- 3.發生危害時，是否有機會可以迴避危害。

表 4-6 風險要素之可能造成危害的考慮事項

風險要素	考慮事項	
造成危害的可能性	人員暴露於危害源的頻率和持續時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 接近危險區域的必要性：操作中或保養作業等作業內容。</li> <li>• 接近方法：以手動方式將材料放入加工機械等。</li> <li>• 滯留在危險區域內的時間。           <ul style="list-style-type: none"> <li>— 接近人數。</li> <li>— 接近頻率。</li> </ul> </li> </ul>
	危險現象的發生機率	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 信賴性的資料：機械設備本體、控制裝置、構成零件等。</li> <li>• 災害記錄：           <ul style="list-style-type: none"> <li>— 損害健康的記錄。</li> <li>— 與類似的機械設備做風險比較。</li> </ul> </li> </ul>
	危害限制或迴避的可能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 操作者等的特性：熟練、不熟練、無相關知識。</li> <li>• 危險現象的發生速度：           <ul style="list-style-type: none"> <li>— 像地震一般無法預測，突然發生。</li> <li>— 像火災爆發一般，迅速發生。</li> <li>— 像燃燒不完全一般，一氧化碳的濃度慢慢增加，緩慢發生。</li> </ul> </li> <li>• 認識風險：一般資訊、直接觀察、危險表示。</li> <li>• 人員迴避的可能性：可能、某些條件下可能、不可能。</li> <li>• 操作經驗和知識：同一機械設備、類似機械設備、沒有經驗。</li> </ul>

各項可能發生危害的風險項目逐一討論及條列後，逐項套入風險圖示法求得各項目風險等級，並確實記錄於風險評估表中(如下圖 4-3 所示)，以利後續查閱風險等級高低及決定風險優先改善之順序。

1.編號及名稱		2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險				
編號	工作名稱 <sup>1</sup> (ISO 12100 <sup>1</sup> Tab B.3) <sup>2</sup>	危害區域 <sup>3</sup>	危害大類 <sup>4</sup> (ISO 12100 Tab B.1) <sup>5</sup>	危害類型(TW) <sup>6</sup>	可能造成影響之情境描述 <sup>7</sup>	工程控制 <sup>8</sup> (含偵測或連鎖)	管理 <sup>9</sup> 控制 <sup>10</sup>	個人 <sup>11</sup> 防護 <sup>12</sup>	嚴重性 <sup>13</sup> (S1, S2)	暴露程度及 發生機率 <sup>14</sup> (F1, F2)	事件發生 機率之可能 性(O1, O2, O3)	避免傷害之 可能性(A1, A2)	風險等級 (1- 6)	嚴重性 (S1, S2)	暴露程度及 發生機率 <sup>14</sup> (F1, F2)	事件發生 機率之可能 性(O1, O2, O3)	避免傷害之 可能性(A1, A2)	風險等級 (1- 6)	
T1 <sup>13</sup> - Lifting <sup>14</sup> (吊掛) <sup>15</sup>	運送動線或使用工廠內 <sup>16</sup>	機械危害 <sup>17</sup>	機械危害 <sup>18</sup>	物體重心調整不佳 <sup>19</sup>	物體飛落 <sup>20</sup>	可能導致人員被嚴重傷或死亡 <sup>21</sup>	+	+	S2+	F1+	O2+	A2+	3 <sup>22</sup>	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整) <sup>23</sup>	S2+	F1+	O2+	A1+	2
	運送動線或使用工廠內 <sup>16</sup>	機械危害 <sup>17</sup>	(1)吊升設備之掛鉤或繩繩斷裂 <sup>18</sup>	物體飛落 <sup>20</sup>	可能導致人員被嚴重傷或死亡 <sup>21</sup>	+	+	+	S2+	F1+	O2+	A2+	3 <sup>22</sup>	吊升設備下方之動線禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒 <sup>24</sup>	S2+	F1+	O2+	A1+	2
T4 <sup>13</sup> - Transportation <sup>14</sup> (運輸) <sup>15</sup>	道路 <sup>16</sup>	機械危害 <sup>17</sup>	機台重心調整不佳 <sup>18</sup>	交通事故 <sup>19</sup>	可能導致運送車輛翻覆車禍，人員重傷或死亡 <sup>20</sup>	+	+	+	S2+	F1+	O2+	A2+	3 <sup>22</sup>	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置 <sup>25</sup>	S2+	F1+	O2+	A1+	2
T5 <sup>13</sup> - Unloading <sup>14</sup> (卸載) <sup>15</sup>	運送動線或使用工廠內 <sup>16</sup>	機械危害 <sup>17</sup>	機械危害 <sup>18</sup>	物體重心調整不佳 <sup>19</sup>	物體飛落 <sup>20</sup>	可能導致人員被嚴重傷或死亡 <sup>21</sup>	+	+	S2+	F1+	O2+	A2+	3 <sup>22</sup>	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整) <sup>23</sup>	S2+	F1+	O2+	A1+	2
	運送動線或使用工廠內 <sup>16</sup>	機械危害 <sup>17</sup>	(1)吊升設備之掛鉤或繩繩斷裂 <sup>18</sup>	物體飛落 <sup>20</sup>	可能導致人員被嚴重傷或死亡 <sup>21</sup>	+	+	+	S2+	F1+	O2+	A2+	3 <sup>22</sup>	吊升設備下方之動線禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒 <sup>24</sup>	S2+	F1+	O2+	A1+	2

圖 4-3 ISO 12100 工作類型危害分析與風險評估表紀錄情形（樣張）

依本案執行提供事業單位實施風險評估作業之參考注意事項：

1. 風險評估小組可透過教育訓練課程與實作演練來使評估人員熟悉方法的應用，執行風險評估方法將有一定程度的瞭解，加速人員進入狀況及提升評估效率。
2. 以預防措施、矯正措施、保護措施的觀點來看，設備商在預防措施的部分皆已夠用，建議從後續矯正措施的方面思考發生災情時如何降低傷害。
3. 風險情境之描述建議選擇適當且淺顯易懂的文字，將有助於風險評估人員討論與判定風險等級。
4. 風險評估應配合現有安全防護裝置的設計與失效的可能性進行綜合評量。依使用者說明書上的操作流程，討論並填寫於分析表單，以探討可能發生危害的關鍵步驟，進而提出改善

操作方法或流程之建議。

- 有關標準連續電鍍銅設備操作人員的人因性相關危害建議納入評估考量，例如：作業姿勢（長時間久站）、重複動作的頻率、人機介面的設計、人員心理狀態、對風險的認知能力（取決於訓練、經驗與個人能力）等，皆有可能在推估風險的過程影響最後分析的結果。

#### (四) 步驟 4：風險評估結果分析

根據本案使用之危害分析手法（ISO 12100、FMEA 及 JSA）所辨識之危害源，將電鍍設備生命週期、硬體零組件及人為操作因素之各項風險的危害資訊、危害情境及影響後果等逐一討論及條列，本案以風險圖示法來作判定風險等級之依據，將潛在風險項目逐項套入風險等級圖中求得各個風險等級。完成風險評估後，確實將相關資料文件化建檔（風險分析表如表 3-3、表 3-4、表 3-5），以利後續實施降低風險之依據及風險改善後的等級變更。本案因 A、B 兩廠之電鍍設備運作模式與型式構造略有不同，後續將於本章第三節與第四節詳述分析結果。

依本案執行提供事業單位實施風險評估結果分析作業之參考注意事項如下：

1. 風險評估小組可透過教育訓練課程與實作演練來使評估人員熟悉方法的應用，如此一來，執行風險評估方法將有一定程度的瞭解，加速人員進入狀況及提升評估效率。
2. 以預防措施、矯正措施、保護措施的觀點來看，設備商在預防措施的部分皆已夠用，建議從後續矯正措施的方面思考發生災情時如何降低傷害。
3. 風險情境描述建議選擇適當且淺顯易懂的文字，將有助於風險評估人員討論與判定風險等級。
4. 有關操作人員的人因性相關危害建議納入評估考量，例如：作業姿勢（長時間久站）、重複動作的頻率、人機介面的設計、對風險的認知能力（取決於訓練、經驗與個人能力）等，皆有可能在推估風險的過程影響最後分析的結果。

## (五) 步驟 5：降低風險之參考手法

依據 ISO 12100 之機械設備風險評估施行方法，若評估結果該機械、設備或器具等判定的潛在風險為不可被接受時，或是此風險判斷為尚未降低到適當可接受的程度，其殘餘風險依然具有相當之危害性時，則應予以研析降低風險的對策並降低風險。換句話說，機械設備製造供應商應進一步檢討機械、設備或器具等設計方法與現有防護對策是否足夠。參考 ISO 12100 及日本機械總括性安全基準之相關方針所描述的降低風險優先順序及過程如圖 4-4，簡要說明如下：

1. 最佳的改善方法是透過本質安全設計的方式，藉由適當的安全設計儘可能地降低風險與消除危害，包括在設計中選用安全零件、排除人員可能暴露的危險區域及防呆設計等。
2. 當本質安全設計措施無法充分降低風險時，則必須透過第二階段的工程控制尋求改善，藉由運用適當的隔離或工程控制之方式減低風險發生的機率，意即採取安全防護對策，避免人員暴露危險能量或危險區域。例如護圍、光電裝置及緊急停止開關等。
3. 當執行完前述兩個階段後，且使用安全防護無法將危害消除或降低，殘餘風險依然存在且不可被接受時，產品供應商須提供危害警告信息告知使用者機械設備的危害資訊、使用訊息、教育訓練、自動檢查等管理方式減少人員接觸或暴露危害源。藉此反覆執行的風險降低過程，達到殘餘風險可以被接受的程度為止。

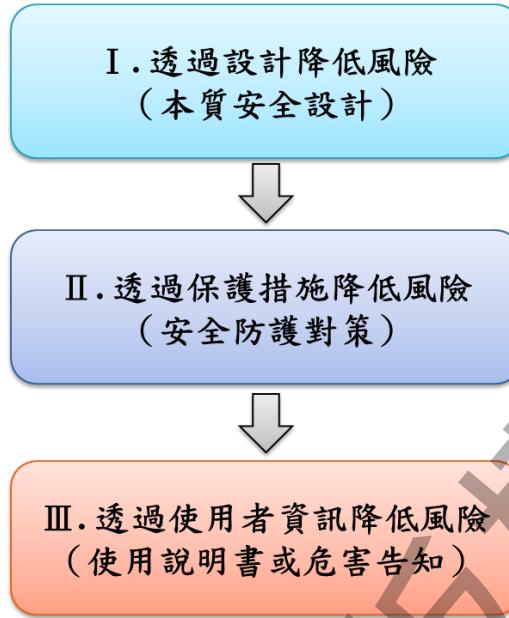


圖 4-4 降低風險優先順序

本案將等級 3 以上之潛在風險項目視為不可接受之風險，對此提供事業單位降低風險方法，依序為本質安全設計、安全對策與附加安全防護、最後是使用訊息與危害告知等改善建議，例如擬定設計變更之建議、安全防護裝置或控制措施、使用手冊需修改或調整等。

為確保風險項目執行風險降低方策後之適當性與有效性，應於完成改善或實施保護對策後，再重複實施危害辨識到風險評估的流程驗證與檢討，持續依據每一次的風險評估結果判斷此機械設備或製程是否安全，並檢討機械、設備是否已適當地降低風險等級，若無法達到預期降低風險的目標，則必須考慮執行其他風險降低之對策。而此反覆確認機械設備的安全性的流程依據日本機械之總括性安全基準之指針如圖 4-5，為確認實施於電鍍設備的安全設計或安全對策等是最適當的風險降低方法，且符合國內職業安全衛生相關法規與國際標準之安全要求事項，需有妥當性的確認不斷查證與不斷地執行風險降低的手法，直到殘餘風險可以被接受為止。

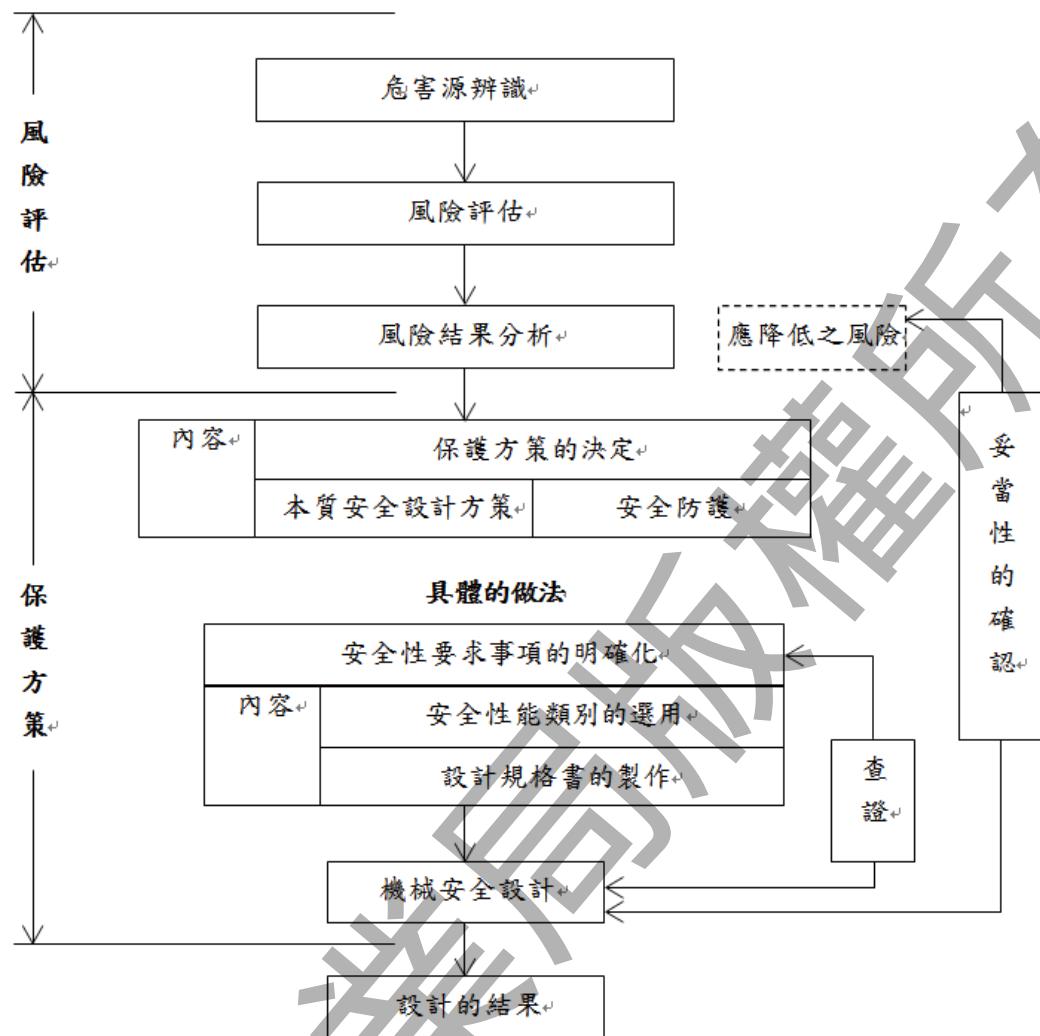


圖 4-5 確認機械安全性之查證及確認妥當性之流程

## 4-3 標準垂直連續電鍍銅設備風險評估結果分析

### (一) A 廠風險評估分析結果

此節對於 A 廠—標準連續電鍍銅設備機設備，採用前述之風險評估工具所分析之結果，表 4-7 A 廠風險評估數量統計總表為該廠風險評估數量統計總表，另有 ISO 12100 工作類型、FMEA、JSA 導入之風險評估分析結果說明，共分析 236 個項目。風險等級為 3 以上共 20 項（其中有 1 項為等級 4），重要結論分述如下表 4-8。表單摘錄請參閱表 4-9~4-11。

表 4-7 A 廠風險評估數量統計總表

方法	數量	風險評估數量		
		A 廠		
		總數	等級 3	等級 4
ISO 12100 分析方法	95	13	1	
FMEA 分析方法	90	3	0	
JSA 分析方法	51	3	0	
合計	236	19	1	

表 4-8 標準連續電鍍銅設備風險評估結果分析與說明

A 廠	
設備	標準垂直連續電鍍銅設備
1.	<b>ISO 12100 作業類型分析</b>
1-1	運送階段若重心調整不佳或吊升設備操作不當，有可能導致物體飛落致使人員砸傷，應於操作手冊中載明搬運 SOP 或重心位置之調整。
1-2	該廠連續電鍍銅設備高度超過兩公尺，人員於機台上方組裝時屬於高空作業，應提供符合標準之背負式安全帶並於 SOP 告知組裝應注意之事項，以避免人員墜落之風險。
1-3	機台安裝完成後與動力源連接，作業潛在風險可能有感電，

	現有的工程控制項目有漏電斷路器及機台接地，安裝人員應有適當教育訓練並確實遵守用電規範。
1-4	設定階段，為避免人員因乏建或管路洩漏造成化學品暴露，應於交機時提供驗收點檢表，確認各閥件開關狀態及管路安裝情形。
1-5	保養階段，若需拆除/移除機器的部件、組件和裝置，應於保養 SOP 或手冊中載明，完成保養後，應以水測試是否有洩漏。確認控制迴路等線路正確連接後，方可操作使用。
1-6	故障排除階段，若是臨時性作業應確認關斷電源後作業，例如更換加熱器或斷路器時，為避免人員感電或化學品暴露之風險，應提供故障排除流程與 SOP。完成修復故障後，須確實點檢控制迴路與安全裝置上線後，才可開啟電源操作。
2.	<b>FMEA 硬體零組件分析</b>
2-1	線材因人為疏失更換較差規格，當電流過載可能引發嚴重火災。應於操作手冊載明，線材與設備功率不可隨意更換。
2-2	電氣箱散熱不佳，因過熱而電線熔融引發短路導致火災，目前該廠線材符合規定(可耐至 120°C)，且手冊已載明設置規定。但考量安全效能，電氣箱加裝溫度過高聯鎖停機或風扇監測電流過低聯鎖停機。
2-3	油浸式變壓器因內部絕緣劣化，最嚴重可能導致爆炸。應除定期檢查變壓器油質，最好的方式是更換矽油變壓器、H 種乾式變壓器或樹脂模鑄型變壓器等較安全或安全係數較高之變壓器。
2-4	電盤電氣線路若長時間未操作，加上工作環境潮溼。重新啟動電源時，受潮的電盤可能產生電弧，若有人員於附近作業可能導致感電，或是引發火災。若長時間未使用機台，應於啟動前先確認周圍沒有工作人員。

2-5	設備未確實接地，或使用不正確方法接地，因機台操作可能有漏電或其他維修保養之活線作業，可能有感電危害，應遵守用電規範落實機台接地，並定期檢測接地對地電阻值。
2-6	過濾器管路阻塞，且該機台目前僅有監控壓力但無聯鎖停止幫浦動作之機制，可能導致管路爆裂，使附近人員有暴露危害性化學品的風險。
3.	<b>JSA 人為操作層面分析</b>
3-1	該廠 SOP 雖有開機程序、正常操作至關機，但維修保養或故障排除等作業之 SOP 不完整，且無流程圖等輔助閱讀之圖表，顯示該廠之操作手冊並未達到確實危害告知的功用。
3-2	因加熱器換修的過程是為活線作業，人員有感電之虞。此外，加熱器換修時，若感測器等安全零組件不正當復歸，可能造成機台後續操作無安全保護之作用。
3-3	加熱器換修作業，更換加熱器時必須要確認加熱器新品規格，避免更換加熱器功率較大規格導致線材或設施無法負載過大之電流，最嚴重恐有火災疑慮。
3-4	手動操作（加藥）之作業 SOP 應加入確認化學品此項，為避免誤送錯誤的化學品（尤其是強氧化劑）至加熱槽或反應槽而引起火災或高溫，需要有嚴格的化學品把關機制。
3-5	故障排除作業 SOP，建議探討臨時性作業，例如更換加熱器或斷路器時。為避免人員感電或化學品暴露之風險，應提供故障排除流程與 SOP。完成修復故障後，須確實點檢控制迴路與安全裝置上線後，才可開啟電源操作。

表 4-9 A 廠以 ISO 12100 工作類型之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1. 編號及名稱			2. 危害類型、原因與影響				3. 現有防護設施			4. 控制前預估風險				5. 降低風險所採取之控制措施				6. 控制後預估風險			
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)		
T1	- Lifting (舉升)	運送動線或使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2	
		運送動線或使用工廠內	機械危害	(1)吊升設備之掛鈎或纜繩斷裂	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2	
	製造廠	機械危害	釘槍人為操作不當	切割	釘槍操作不當可能導致人員受傷					S2	F1	O2	A2	3	釘槍口嚴禁正對人員	S2	F1	O2	A1	2	
T4	Transportation (運輸)	道路	機械危害	機台重心調整不佳	交通事故	可能導致運送車輛翻覆車禍，人員重傷或死亡				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2	

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險					5.降低風險所採取之控制措施					6.控制後預估風險				
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	(S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	(S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)
T5	- Unloading (卸載)	運送動線或使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2				
		運送動線或使用工廠內	機械危害	(1)吊升設備之掛鈎或纜繩斷裂	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2				
A4	- Connecting to power supply (for example, electric power supply, compressed air) (與動力源連接)	工作區		配電時未遵守用電規範，例如：掛簽上鎖或活線作業戴防護手套	感電	最嚴重感電死亡	加熱器迴路均裝漏電斷路器	此處無活線作業，均以斷電處理		S2	F2	O1	A2	4	(1)安裝人員之教育訓練 (2)確實遵守用電規範	S2	F1	O1	A1	2				

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	5.降低風險所採取之控制措施	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)
S4	- Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、加載)	工作區	熱危害	誤送錯誤的化學品(例如 PCB 廠內的強氧化劑或強還原劑)於加熱槽，且該化學品有較低之沸點及較高之飽和蒸汽壓	火災	最嚴重引發火災				S2	F1	O2	A2	3	嚴格的化學品品管機制把關	S2	F1	O1	A2	2
O4	- Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、加載)	工作區	熱危害	誤送錯誤的化學品(例如 PCB 廠內的強氧化劑或強還原劑)於加熱槽，且該化學品有較低之沸點及較高之飽和蒸汽壓	火災	最嚴重引發火災				S2	F1	O2	A2	3	嚴格的化學品品管機制把關	S2	F1	O1	A2	2
O5	-Manual loading/unloading	工作區		化學品倒錯	火災	最嚴重引發火災				S2	F1	O2	A2	3	(1)抽驗化學品與標籤符合度 (2)化學品儲存	S2	F1	O1	A2	2

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險					5.降低風險所採取之控制措施					6.控制後預估風險				
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)
	(手動加載/卸載)																							
	- Lifting (舉升)	使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2				
			機械危害	釘槍人為操作不當	切割	釘槍操作不當可能導致人員受傷				S2	F1	O2	A2	3	釘槍口嚴禁正對人員	S2	F1	O2	A1	2				
	- Transportation (運送)	道路	機械危害	機台重心調整不佳	交通事故	可能導致運送車輛翻覆,人員重傷或死亡				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2				
	- Unloading (卸載)	使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運 SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2				

表 4-10 A 廠 FMEA 之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1.設備、組件或元件			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施		6.控制後預估風險					
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1.S2)	暴露程度及頻率(F1.F2.O2.O3)	事件發生機率(O1.O2.A1.A2)	避免傷害之可能性(A1.A2)	風險指標(1-6)	嚴重性(S1.S2)	暴露程度及頻率(F1.F2.O1.O2.O3)	事件發生機率(O1.O2.A1.A2)	避免傷害之可能性(A1.A2)	風險指標(1-6)		
控制電源	操作盒上		開啟時機不對	維修調校或異常狀況排除時未關閉開關	感電	維修人員有感電疑慮		手冊載明：維修必須斷電		S2	F1	O2	A1	2							
			環境潮溼	火災	一段時間設備未啟用，兩電源過近濕度夠電源開啟時產生電弧作用造成短路，可能引發火災		一段時間機台未啟動，啟動前須以電氣點檢表進行點檢			S2	F1	O2	A2	3	開機前應確認機台周圍是否有作業人員		S2	F1	O2	A1	2
線材	避免電線走火	線材熔融	因人為疏失線材更換較差規格	火災	電流過載可能引發火災					S2	F1	O2	A2	3	操作手冊載明：線材不可隨意更換(請洽客服單位)		S2	F1	O2	A1	2
		線材熔融	設計功率變大但線材未更換	火災	局部電流過載可能引發火災					S2	F1	O2	A2	3	操作手冊載明：設備功率不可隨意更換(請洽客服單位)		S2	F1	O2	A1	2

表 4-11 A 廠 JSA 之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1.編號及名稱			2.動作不確實造成之危害				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險					
步驟序號	操作動作	說明	動作不確實(跳過、部分完成、或反向動作)	失效原因(一般只考慮人為失誤)	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1. S2)	暴露程度及頻率(F1. F2)	事件發生機率(O1. O2. O3)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)					嚴重性(S1. S2)	暴露程度及頻率(F1. F2)	事件發生機率(O1. O2. O3)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)
1	維護修理工員須接受過訓練，且須使用正確的工具來作業				火災	(1)跳過，加熱器錯接加熱最嚴重引發火災 (2)部分完成，同上				S2	F1	O2	A2	3	確實管控合格人員進行維修				S2	F1	O2	A1	2
8	確認加熱器新品規格		(1)跳過 (2)部分完成 (3)反向動作		火災	(1)跳過，更換加熱器功率較大規格恐有火災疑慮 (2)部分完成，同上	線材與加熱器一組(接線頭防火填塞)			S2	F1	O2	A2	3	更換加熱器再三確認規格				S2	F1	O2	A1	2
9	確認電線新品規格		(1)跳過 (2)部分完成 (3)反向動作		火災	(1)跳過，更換線徑較小規格恐有火災疑慮 (2)部分完成，同上				S2	F1	O2	A2	3	更換電線再三確認規格				S2	F1	O2	A1	2

## (二) 降低風險之方向與執行建議

針對 A 廠之風險評估結果，我們瞭解該廠標準連續電鍍銅設備不可接受的潛在風險項目（等級 3 以上），依據國際標準 ISO 12100 之規範，若企業經營者分析出不可接受之風險，則需著手規劃降低風險的安全對策，針對表 4-8 之風險項目，本案提供相對應之風險降低建議予 A 廠如下表 4-12。

表 4-12 降低風險之方向與執行建議（摘錄）

降低風險手法	風險降低的參考重點
1. 本質安全設計	1-1 零組件或線材更換為更安全，並符合國內外認證標準的規格
	1-2 變壓器選用較安全之規格，如：矽油變壓器、H 種乾式變壓器或樹脂模鑄型變壓器
	1-3 槽體材質須配合特定化學品之特性設計，宜選用與操作化學品相容或不起反應之安全材質
2. 追加安全防護	2-1 電氣箱溫度過高聯鎖警報
	2-2 電氣箱風扇電流值過低聯鎖警報
	2-3 電氣箱設有溫度感測
	2-4 馬達轉向錯誤時機台發出警告且無法動作
	2-5 馬達電流值監測
	2-6 每個控制迴路建議裝設漏電斷路器，作為第二道防線以避免感電
	2-7 於抽風口處安裝差壓計，可目視監控抽氣效率
3. 使用信息告知	3-1 於機台本體或手冊標示固定點與重心位置
	3-2 機台組裝或測試時，若為高空作業，應配戴符合 CNS14253 標準之背負式安全帶
	3-3 化學品操作使用及儲存應有相關通識計畫及品管

機制把關
3-4 操作手冊應敘明，配電安裝人員應受過教育訓練，且為合格操作人員
3-5 使用手冊應載明，維修前之維修鑰匙旋轉至定位使電源無法開啟
3-6 油浸式變壓器應定期檢驗油品品質
3-7 操作手冊敘明線材不可隨意更換（更換或變更請洽製造商業務單位）
3-8 機台本體應明顯標示機械序號、供應電壓、相數、頻率、短路電流容量及全載電流等電氣資訊
3-9 使用手冊應有安全注意事項與警告訊息之專章
3-10 臨時性故障排除作業建議有情境描述之動作流程
3-11 維修保養控制裝置作業後，應有查核表以進行安全功能確認正確復歸
3-12 加熱器置換前應確認產品規格及功率
3-13 售後服務、維護保養及測試等作業人員，應有受過教育訓練且合格者擔任

## 4-4 垂直龍門二次電鍍銅設備風險評估結果分析

### (一) B 廠風險評估分析結果

此節針對 B 廠—傳統龍門二次銅電鍍設備機設備，採用前述之風險評估工具所分析之結果，表 4-13 為該廠風險評估數量統計總表，另有 ISO 12100 工作類型、FMEA、JSA 導入之風險評估分析結果說明，共分析 273 個項目。風險等級為 3 以上共 27 項（其中有 1 項為等級 4），重要結論分述如下表 4-14。等級 3 以上之表單摘錄請參閱 4-15~17。

表 4-13 B 廠風險評估數量統計總表

方法	數量	風險評估數量		
		B 廠		
		總數	等級 3	等級 4
ISO 12100 分析方法	101	18	1	
FMEA 分析方法	98	6	0	
JSA 分析方法	74	2	0	
合計	273	26	1	

表 4-14 傳統龍門二次銅電鍍設備風險評估結果分析與說明

B 廠	
設備	傳統垂直龍門式二次銅電鍍設備
1. ISO 12100 作業類型分析	
1-1	輔助流體的供給填充作業，若閥件因人為誤關閉，可能導致爆管而化學品洩漏。該電鍍設備對於輔助流體並沒有自動流量控制開關之功能，需馬達過載跳脫才會聯鎖停機
1-2	保養階段若拆除/移除機器的部件和裝置時，有關安全防護裝置，應於完成保養後，先將安全防護之控制迴路連接上線，確認訊號回傳正常，並實施完整功能測試後，機台才可操作使用。

1-3	故障排除階段，若是臨時性作業應確認關斷電源後作業，例如更換加熱器時，為避免人員感電或化學品暴露之風險，應提供故障排除流程與 SOP。完成修復故障後，應確實點檢控制迴路與安全裝置上線後，才可開啟電源操作。
1-4	故障排除階段，人員於此階段作業時，應先確認天車是否斷電，以及天車位置是否回到原點，以避免人員夾捲之風險。完成故障排除後，應確實落實機台復歸之標準流程。
1-5	天車之近接開關、光柵、防撞裝置及緊急制動裝置等安全防護裝置，除了定期校正與點檢之外，應另外提供使用者更換或維修保養之頻率，以利使用者預先購買或留存備品。
2.	<b>FMEA 硬體零組件分析</b>
2-1	吊車排線的故障風險，吊車因長時間使用，排線容易因拉撐放鬆的過程造成磨損，若導致短路，輕微狀況吊車停止動作，假使產生火花引燃附近可燃性化學品或易燃物，最嚴重造成火災爆炸。
2-2	導線線材置換規格錯誤，可能造成過電電流大於負載電流，使導線容易過熱燒毀，最嚴重者有火災之意外。
2-3	吊車近接開關若失效，致使吊車接近操作人員而無法感測停機，最嚴重造成人員被撞被夾之風險。
2-4	電盤電氣線路若長時間未操作，加上工作環境潮溼。重新啟動電源時，受潮的電盤可能產生電弧，若有人員於附近作業可能導致感電，或是引發火災。
2-5	設備未確實接地，或使用不正確方法接地，最嚴重可能有人員感電之風險。應定期每半年測試接地電阻值，以確保接地效能。
2-6	電控箱內散熱風扇若故障，可能導致電控箱內溫度上升，目前該廠設計之電控箱並無監控電流與溫度，因此若電控箱內電線走火，除了導致機台損毀外，還有可能造成工廠大火。

JSA 人為操作層面分析	
3.	
3-1	該廠 SOP 未編寫維修保養或故障排除等作業之 SOP。顯示該廠操作手冊的危害告知的功用有限，應儘可能調整或修改。
3-2	吊車操作的步驟缺乏一重要動作：確認緊急拉繩是否已正確復歸。因緊急拉繩是緊急制動裝置之一，人員被夾被撞時可以啟動拉繩後停止吊車動作。使用後必須要人員手動復歸，以確保此緊急停止裝置的可用性。
3-3	本團隊協助提供加熱器換修之操作 SOP 紿該廠參考。因加熱器換修的過程是為活線作業，有人員感電之虞。此外，加熱器換修若感測器等安全零組件不正當復歸，可能造成後續機台無安全保護之作用。
3-4	加熱器換修作業必須要確認加熱器新品規格，避免更換加熱器功率較大規格恐有火災疑慮。

表 4-15 B 廠 ISO 12100 工作類型之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)		
T1	- Lifting (舉升)	運動線或使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2	
		運動線或使用工廠內	機械危害	(1)吊升設備之掛鉤或纜繩斷裂	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2	
		製造廠	機械危害	釘槍人為操作不當	切割	釘槍操作不當可能導致人員受傷				S2	F1	O2	A2	3	釘槍口嚴禁正對人員	S2	F1	O2	A1	2	
T4	- Transportation (運輸)	道路	機械危害	機台重心調整不佳	交通事故	可能導致運送車輛翻覆車禍，人員重傷或死亡				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2	
T5	- Unloading (卸載)	運動線或使用工廠	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2	

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險					6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	5.降低風險所採取之控制措施	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)
		機械危害	(1)吊升設備之掛鈎或纜繩斷裂	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	吊升設備下方之動線嚴禁人員進出，並有專人設立警告標示及警戒	S2	F1	O2	A1	2	
A4	– Connecting to power supply (for example, electric power supply, compressed air) (與動力源連接)	工作區	配電時未遵守用電規範，例如：掛簽上鎖或活線作業戴防護手套	感電	最嚴重感電死亡		每迴路裝設漏電斷路器	接地	S2	F2	O1	A2	4	(1)安裝人員之教育訓練 (2)確實遵守用電規範	S2	F1	O1	A1	2	
S4	– Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、加載)	工作區	熱危害	誤送錯誤的化學品(例如 PCB 廠內的強氧化劑或強還原劑)於加熱槽，且該化學品有較低之沸點及較高之飽和蒸汽壓	火災	最嚴重引發火災			S2	F1	O2	A2	3	嚴格的化學品品管機制把關	S2	F1	O1	A2	2	

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	
O4	- Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、加載)	工作區	熱危害	誤送錯誤的化學品(例如 PCB 廠內的強氧化劑或強還原劑)於加熱槽，且該化學品有較低之沸點及較高之飽和蒸汽壓	火災	最嚴重引發火災				S2	F1	O2	A2	3	嚴格的化學品品管機制把關	S2	F1	O1	A2	2
O5	- Manual loading/unloading (手動加載/卸載)	工作區		化學品倒錯	火災	最嚴重引發火災				S2	F1	O2	A2	3	(1)抽驗化學品與標籤符合度 (2)化學品儲存	S2	F1	O1	A2	2
			熱危害	權限管理不當，警報值誤設定	火災	溫度警報值設定過高可能引發局部火災				S2	F1	O2	A2	3	教育訓練及 SOP	S2	F1	O2	A1	2
				拆卸之控制裝置未裝上(例：溫度感測器)	火災	槽中化學品溫度過高		拆卸後之完整測試		S2	F1	O2	A2	3	維修 SOP—拆卸/移除控制裝置作業，需有查核表進行功能確認	S2	F1	O1	A2	2

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險					6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	5.降低風險所採取之控制措施	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)
				拆卸之控制裝置未裝上(例:溫度感測器)	火災	槽中化學品溫度過高		拆卸後之完整測試		S2	F1	O2	A2	3	維修SOP—拆卸/移除控制裝置作業，需有查核表進行功能確認	S2	F1	O1	A2	2
F5	– Recovering from control and protective devices failure (控制裝置和保護裝置失效後恢復)			拆卸之控制裝置未裝上(例如：溫度感測器)	火災	槽中化學品溫度過高		拆卸後之完整測試		S2	F1	O2	A2	3	維修SOP—拆卸/移除控制裝置作業，需有查核表進行功能確認	S2	F1	O1	A2	2
		工作區	機械危害	機台誤開啟	淹水	人員掉至槽子	光電感應人員進入聯鎖停機	天車先停，再救人		S2	F2	O1	A1	3						
	– Lifting (舉升)	使用工廠內	機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運SOP(含機台重心之調整)					
			機械危害	釘槍人為操作不當	切割	釘槍操作不當可能導致人員受傷				S2	F1	O2	A2	3	釘槍口嚴禁正對人員	S2	F1	O2	A1	2

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因(請從動力源管制、失效安全、硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型 (TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	
	- Transportation (運送)	道路	機械危害	機台重心調整不佳	交通事故	可能導致運送車輛翻覆車禍，人員重傷或死亡				S2	F1	O2	A2	3	製造商告知運送商有關機台之固定與重心位置	S2	F1	O2	A1	2
	- Unloading (卸載)		機械危害	物體重心調整不佳	物體飛落	可能導致人員被壓重傷或死亡			安全帽及安全鞋	S2	F1	O2	A2	3	於操作手冊載明搬運SOP(含機台重心之調整)	S2	F1	O2	A1	2

表 4-16 B 廠 FMEA 之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1.設備、組件或元件		2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
系統或設備	組件或元件名稱(製程異常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1. S2)(F1. F2)	暴露程度及頻率(O1. O2. O3)	事件發生機率(A1. A2)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)	(S1. S2)	暴露程度及頻率(F1. F2)	事件發生機率(O1. O2. O3)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)	
	配電箱			環境溫度高或風扇效能散熱不良	火災	電氣箱散熱不佳，因過熱而電線熔融引發短路導致火災	線材符合規定(可耐至 120°C 左右)		S2	F1	O2	A2	3	(1)風扇監測電流過低聯鎖停機或(2)電氣箱加裝溫度過高聯鎖停機	S2	F1	O2	A1	2	
				環境潮溼	火災	可能導致人員傷亡			S2	F1	O2	A2	3	一段時間未啟用，兩電源過近濕度夠電源開啟時產生電弧作用造成短路，可能引發火災	S2	F1	O2	A1	2	
	線材	本質安全避免電線走火	線材熔融	因人為疏失線材更換較差規格	火災	電流過載可能引發火災			S2	F1	O2	A2	3	操作手冊載明：線材不可隨意更換(請洽客服單位)						

1.設備、組件或元件			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				6.控制後預估風險									
系統或設備	組件或元件名稱(製程常或動作)	功能規格	失效模式	失效原因(請從動力源管制、Fail Safe, 硬體失效、軟體失效、製程特性、人為操作失誤、外力環境、天然災害等方向思考)	危害類型(TW)	可能造成影響之情境描述	工程控制(含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性(S1. S2)	暴露程度及頻率(F1. F2)	事件發生機率(O1. O2. O3)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)	5.降低風險所採取之控制措施				嚴重性(S1. S2)	暴露程度及頻率(F1. F2)	事件發生機率(O1. O2. O3)	避免傷害之可能性(A1. A2)	風險指標(1-6)
															5.降低風險所採取之控制措施								
冷卻風扇	電氣配電箱散熱	效能變差	(1)軸承、馬達或葉片鎖緊元件未鎖緊 (2)葉片太髒無清潔 (3)濾網或風道太髒無清洗	火災	冷卻效能不佳，高溫可能引發火災	線材符合規定(可耐至 120°C 左右)			S2	F1	O2	A2	3	加裝冷氣或溫度感測監測過高警報	S2	F1	O2	A1	2				
	電氣配電箱散熱	無法運轉	馬達絕緣劣化	火災	馬達燒毀甚或引發火災				S2	F1	O2	A2	3	加裝冷氣或溫度感測監測過高警報	S2	F1	O2	A1	2				
散熱通風處				火災	電氣箱散熱不佳，因過熱而電線熔融引發短路導致火災	線材符合規定(可耐至 120°C 左右)	手冊載明：裝置之設置規定		S2	F1	O2	A2	3	(1)風扇監測電流過低聯鎖停機或(2)電氣箱加裝溫度過高聯鎖停機	S2	F1	O2	A1	2				
剝掛槽	槽體		產生 Nox 無法排出	與有害物接觸	造成人員中毒	排氣系統進行抽氣			S2	F1	O2	A2	3	排氣系統風量不足聯鎖剝掛槽停止反應	S2	F1	O2	A1	2				

表 4-17 B 廠 JSA 之危害鑑別與風險評估結果—風險等級為 3 以上

1.編號及名稱			2動作不確實造成之危害				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
步驟序號	操作動作	說明	動作不確實 (跳過、部分完成、或反向動作)	失效原因 (一般只考慮人為失誤)	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2)	事件發生機率 (O1. O2. O3)	避免傷害之可能性 (A1. A2)	風險指標 (1-6)		
	(f) 檢查緊急拉線開關是否復歸。		(1)跳過 (2)部分完成 (3)反向動作	被夾、被撞	(1)跳過，恐有被夾被撞危害 (2)部分完成，同上				S2	F1	O2	A2	3	SOP 中列為重要操作步驟	S2	F1	O2	A1	2		
6	確認加熱器新品規格		(1)跳過 (2)部分完成 (3)反向動作	火災	(1)跳過，更換加熱器功率較大規格恐有火災疑慮 (2)部分完成，同上				S2	F1	O2	A2	3	更換加熱器再三確認規格	S2	F1	O2	A1	2		

## (二) 降低風險之方向與執行建議

針對 B 廠垂直龍門式二次銅電鍍設備不可接受的潛在風險項目（等級 3 以上），依據國際標準 ISO 12100 之規範，該事業單位經營者應規劃降低風險的安全對策，針對表 4-14 之風險項目，本案提供相對應之風險降低建議予 A 廠如下表 4-18。

表 4-18 降低風險之方向與執行建議（摘錄）

降低風險 的方向	風險降低的參考重點
1.本質安全 設計	1-1 零組件或線材更換為更安全，並符合國內外認證標準的規格
	1-2 槽體材質須配合特定化學品之特性設計，宜選用與操作化學品相容或不起反應之安全材質
	1-3 線材銜接建議有防呆設計，避免錯接
2.追加安全 防護	2-1 電氣箱溫度過高聯鎖警報
	2-2 電氣箱設有溫度警報
	2-3 馬達轉向錯誤時機台發出警告且無法動作
	2-4 人機介面操作除了有鑰匙以外，另加入帳號密碼做權限管控
	2-5 每個控制迴路建議裝設漏電斷路器，作為第二道防線以避免感電
	2-6 於抽風口處安裝差壓計，可目視監控抽氣效率
3.使用信息 告知	3-1 於機台本體或手冊標示固定點與重心位置
	3-2 機台組裝或測試時，若為高空作業，應配戴符合 CNS14253 標準之背負式安全帶
	3-3 化學品操作使用及儲存應有相關通識計畫及品管機制把關
	3-4 操作手冊應敘明，配電安裝人員應受過教育訓練，

且為合格操作人員
3-5 操作手冊敘明線材不可隨意更換
3-6 機台本體應明顯標示機械序號、供應電壓、相數、頻率、短路電流容量及全載電流等電氣資訊
3-7 使用手冊應有安全注意事項與警告訊息之專章
3-8 維修保養控制裝置作業後，建議有查核表以進行安全部功能確認正確復歸
3-9 加熱器置換前應確認產品規格及功率

## 第五章 電鍍設備安全衛生查核表

藉由今年度兩家電鍍設備供應製造商風險評估技術導入之經驗與成果，產出產品安全查核表，包含機械安全項目查核、電氣設計、安全聯鎖及使用信息等內容，提供機械設備製造供應產業於機械設備設計、製造 階段須考量之安全作業規範，以及產品出廠前，逐一確認該產品符合基本安全要求的程度，透過查核表檢視標準的安全配備與安全功能是否完整。此外，對於使用者而言，此查核表可作為採購部門選購機台安全裝置及要求設計製造商符合安全性能之參考，並對現有機械設備提供各設備管理單位安全防護上遵循之準則。本冊依實際案例分別以標準連續電鍍銅設備及垂直龍門式二次銅電鍍設備試作產品安全查核表，以不同類型之機台產出兩份查核表供事業單位參考。相關表單如下。

表 5-1 A—標準連續電鍍銅設備產品安全查核表單

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
<b>一、設計與功能</b>					
<b>1. 機械或電氣元件設計</b>					
1-1	加熱器應有斷開保護措施	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • SEMI S3-0306 • FMEA 分析	避免加熱器熔接而無法停止加熱之目的。
1-2	加熱器應有防空燒功能	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以防止加熱器超溫引發火災
1-3	加熱設備每個加熱迴路至少有兩組獨立超溫保護裝置	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以確保單一超溫保護器故障時，還有一組可以停止加熱，其保護機制應為失效安全模式設計，降低發生火災意外的可能性。
1-4	馬達過電流保護聯鎖馬達停機後應有顯示或警告訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • IEC 60034 • FMEA 分析	確實掌握設備狀況
1-5	各槽液位過低應有警報訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以防化學品洩漏造成環境汙染或濕滑

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
1-6	槽體材質須配合特定化學品之特性設計	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FMEA 分析</li> </ul>	避免材質不相容性 引發化學反應
1-7	加熱器之接線盒為阻燃材質	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FMEA 分析</li> </ul>	避免火災災情擴大
1-8	槽體材質為阻燃材質	選配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>FMEA 分析</li> </ul>	避免火災災情擴大
1-9	人員走動區應有禁止人員進入之保護裝置	選配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 12100 分析</li> <li>FMEA 分析</li> </ul>	以防人員被吊車撞擊或夾捲
1-10	排氣管路加裝差壓計	選配	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>JSA 分析</li> </ul>	防止化學品逸散
<b>2. 電氣設計</b>					
2-1	電線線材設計應符合當地法規之規格要求	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設備使用當地 電工法規之要求</li> <li>職業安全衛生 設施規則第 239、326-7 條</li> <li>屋內線路裝置 規則第 167 條</li> <li>屋內線路裝置 規則第 3 章第 3</li> </ul>	避免電線產生短路 或其它電氣危害事件

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
				節 • EN 60947-1	
2-2	電路應設置無熔絲過電流保護裝置。	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • 屋內線路裝置 規則第 47 條 • EN 60947-1 • FMEA 分析	電線線材類，為避 免電流過大引發電 線走火。
2-3	電路裝設局部保險絲保護	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • IEC 60269 • FMEA 分析	避免機台異常超載 時無法自動停止電 源
2-4	設備應有接地線、接地裝置之設計	標配	• 文件查核 • 現場查核	• 電業供電線路 裝置規則第 2 節 • 屋內線路裝置 規則第 24 條 • FMEA 分析	1.避免人員感電 2.定期量測接地線 路
2-5	電力迴路、控制迴路、控制電路、接地 及接地導體的電路配線，應該在電線的 頭尾兩端依照適用的工業標準的規定 顏色加以編碼，或是標示之令其易於辨	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 60204-1 • SEMI S2-0706 • 職業安全衛生 設施規則	避免電線因錯接產 生短路或其它電氣 危害事件

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	識			• FMEA 分析	
2-6	設備安裝完成後將機器序號、供應電壓、相數、頻率、電路迴路、設備或其工業控制盤的短路電流容量及全載電流，列在清楚可見之處	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 60204-1 • SEMI S2-0706 • FMEA 分析	避免因基本資料不足造成電氣危害事件
2-7	電氣主控制箱加裝冷卻風扇或冷氣	標配	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析 • EN 60947-1	避免溫度過高，有引發火災疑慮。
2-8	電氣控制箱加應有溫度感測，訊號傳至操作面板，溫度過高有警報訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 61496 • FMEA 分析	避免溫度過高，有引發火災疑慮。
2-9	加熱器應有獨立配電盤，加熱器應有專屬且符合功率之獨立漏電開關	標配	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析	避免錯換功率較大之加熱器時，線材無法承受而配電盤又無法跳脫
2-10	所有槽迴路建議設置漏電斷路器	選配	• 現場查核	• EN 60947-1 • FMEA 分析 • SEMI S3-0360	此類設備大多為金屬外殼，與人員接觸機會高，避免接地失效時，人員感電
<b>3. 安全聯鎖&amp;緊急停車</b>					
3-1	安全聯鎖應能失效也安全，除維修人員	標配	• 現場查核	• ISO 14119	避免其他非專責人

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	或設定權限人員外，不能改變其設計功能或設定值			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 13850</li> <li>• SEMI S2-0706</li> </ul>	員之誤動作造成危害
3-2	安全聯鎖啟動時應立即向操作人員告警	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 14119</li> <li>• ISO 13850</li> <li>• SEMI S2-0706</li> <li>• FMEA 分析</li> </ul>	通知人員即時處理
3-3	緊急停止開關之電路停止機械運作，應該是將設備的控制元件斷電而非通電	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文件查核</li> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 13850</li> <li>• SEMI S2-0706</li> </ul>	電路設計之本質安全，防止感電
3-4	緊急停止開關之電路應該需要手動復歸，電源不能自動復歸	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文件查核</li> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 13850</li> <li>• SEMI S2-0706</li> </ul>	電路設計之本質安全，防止機台意外啟動
3-5	緊急停止按鈕應該是紅色	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現場查核</li> </ul>	• SEMI S2-0706	方便操作人員辨識
3-6	緊急停止按鈕之明確標示	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 12100 分析</li> <li>• IEC 13850</li> <li>• 職業安全衛生 設施規則第 45 條</li> </ul>	方便操作人員辨識
<b>二、人員操作</b>					
<b>4. 人為操作&amp;維修保養</b>					
4-1	設備包裝，使用釘槍時釘槍口嚴禁正對	必選	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 12100 分析</li> </ul>	避免人員傷亡

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	人員				
4-2	設備包裝時應遵守高空安全作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員傷亡
4-3	設備運送應遵守吊掛作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員傷亡
4-4	設備安裝動力源時禁止活線作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員感電
4-5	機台操作應有權限設定之管理	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免人員誤設定與 操作
4-6	安裝後測試 SOP，必須測試 (1)感測器或警報裝置配線是否錯接 (2)電源線是否錯接	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免因錯接延誤處 理時機引起火災或 人員傷亡
4-7	馬達過電流保護值如須軟體或硬體設 定，其設定值在出廠前須列為重要查核 項目	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • JSA 分析	避免引起火災

### 三、手冊告知

#### 5. 使用手冊

5-1	使用手冊應有使用限制章節	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析	
5-2	使用手冊應有維修保養及故障排除建 議流程	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析	
5-3	使用手冊應有重要組件之維修保養頻 率	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析	

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
5-4	使用手冊應有維修保養及故障排除應注意之安全事項，內容至少包含 (1)使用廠商不得擅自更改原廠設備規格 (2)使用廠商變更設計、功率、電線線材或保險絲規格時，須會同製造廠商由合格人員設計 (3)除非必要，禁止活線作業 (4)化學品加入前，須查核化學品之正確性	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析 • JSA 分析	(1)避免電線、管路或其它組件超出負載 (2)避免電線超載短路 (3)避免人員感電 (4)避免人為疏忽加錯化學品
5-5	控制系統參數更改應有文件紀錄，以減少控制失當所引起的風險	必選	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析 • JSA 分析	避免控制系統錯誤造成危害
5-6	機台啟動之 SOP，內容至少須包含 (1)過濾筒之上蓋排氣閥應保持常開 (2)確認週邊公用流體供應正常，例如：蒸氣、冰水、市水、純水、壓縮空氣等 (3)確認週邊處理設備已正常開啟，例如：抽排風廢氣設備、廢水處理設備等	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	(1)避免累積過多氣氣 (2)避免設備空轉造成危害 (3)避免廢氣或廢水排出不佳，造成人員危害
5-7	進行維修作業之斷電作業時，以器具檢	必選	• 文件查核	• 職業安全衛生	避免人員感電

項次	查核項目	選項之必要性 (標配、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	查，確認其已停電。並應上鎖或標示「禁止送電」、「停電作業中」或設置監視人員監視之		• 現場查核	設施規則第 254 條 • SEMI S2-0706 • ISO 12100 分析	
5-8	維修保養以活線作業時，應使該作業勞工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業用器具或其他類似之器具。	必選	• 文件查核 • 現場查核	• 職業安全衛生設施規則第 256、258、262 條	避免人員感電
5-9	拆修後測試 SOP，至少必須測試 (1)感測器或警報裝置配線是否錯接 (2)電源線是否錯接列	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免因錯接延誤處理時機引起火災或人員傷亡
5-10	維修保養或故障排除作業後，須正常復歸功能確認，並留下維修保養紀錄	必選	• 文件查核 • 現場查核	• JSA 分析	避免保護裝置錯接或功能未到位造成人員傷亡
5-11	消防系統告知 (1)火警偵測系統啟動時，應該在設備端發出可聽到聲響及可見到的訊號 (2)火警偵測系統應提供可維持偵測系統操作 24 小時的電池或其它法規允許的緊急備用電源	必選	• 文件查核	• SEMI S2-0706	(1)火警時即時通知人員 (2)以避免停電時偵測系統失效

表 5-2 B—垂直龍門式二次銅電鍍設備產品安全查核表單

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
<b>1. 機械或電氣元件設計</b>					
1-1	加熱器應有斷開保護措施	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • SEMI S3-0306 • FMEA 分析	避免加熱器熔接而無法停止加熱之目的。
1-2	加熱器應有防空燒功能	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以防止加熱器超溫引發火災
1-3	加熱設備每個加熱迴路至少有兩組獨立超溫保護裝置	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以確保單一超溫保護器故障時，還有一組可以停止加熱，其保護機制應為失效安全模式設計，降低發生火災意外的可能性。
1-4	馬達過電流保護聯鎖馬達停機後應有顯示或警報訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • IEC 60034 • FMEA 分析	確實掌握設備狀況
1-5	各槽液位過低應有警報訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以防化學品洩漏造成環境汙染或濕滑
1-6	槽體材質須配合特定化學品之特性設	標配	• 文件查核	• FMEA 分析	避免材質不相容性

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	計		• 現場查核		引發化學反應
1-7	加熱器之接線盒為阻燃材質	標配	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析	避免火災災情擴大
1-8	槽體材質為阻燃材質	選配	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析	避免火災災情擴大
1-9	人員走動區應有禁止人員進入之保護裝置	選配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	以防人員被吊車撞擊或夾捲
1-10	排氣管路加裝差壓計	選配	• 現場查核	• JSA 分析	防止化學品逸散，並提供目視管理機制，保持設備抽風效率
<b>2. 電氣設計</b>					
2-1	電線線材設計應符合當地法規之規格要求	標配	• 文件查核 • 現場查核	• 設備使用當地電工法規之要求 • 職業安全衛生設施規則第 239、326-7 條 • 屋內線路裝置規則第 167 條	避免電線產生短路或其它電氣危害事件

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
				<ul style="list-style-type: none"> <li>屋內線路裝置 規則第3章第3 節</li> <li>EN 60947-1</li> </ul>	
2-2	電路應設置無熔絲過電流保護裝置。	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 12100 分析</li> <li>屋內線路裝置 規則第47條</li> <li>FMEA 分析</li> </ul>	電線線材類，為避 免電流過大引發電 線走火。
2-3	電路裝設局部保險絲保護	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ISO 12100 分析</li> <li>IEC 60269</li> <li>FMEA 分析</li> </ul>	1.避免機台異常超 載時無法自動停止 電源 2.若有保險絲保護 亦可
2-4	設備應有接地線、接地裝置之設計	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> <li>現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電業供電線路 裝置規則第2 節</li> <li>屋內線路裝置 規則第24條</li> <li>FMEA 分析</li> </ul>	1.避免人員感電 2.定期量測接地線 路
2-5	電力迴路、控制迴路、控制電路、接地	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>文件查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>IEC 60204-1</li> </ul>	避免電線因錯接產

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	及接地導體的電路配線，應該在電線的頭尾兩端依照適用的工業標準的規定顏色加以編碼，或是標示之令其易於辨識		• 現場查核	• SEMI S2-0706 • 職業安全衛生 設施規則 • FMEA 分析	生短路或其它電氣 危害事件
2-6	設備安裝完成後將機器序號、供應電壓、相數、頻率、電路迴路、設備或其工業控制盤的短路電流容量及全載電流，列在清楚可見之處	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 60204-1 • SEMI S2-0706 • FMEA 分析	避免因基本資料不足造成電氣危害事件
2-7	電氣控制箱加裝冷卻風扇或冷氣	標配	• 文件查核 • 現場查核	• EN 60947-1 • FMEA 分析	避免溫度過高，有 引發火災疑慮。
2-8	電氣主控制箱應有溫度感測，訊號傳至操作面板，溫度過高有警報訊息	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 61496 • FMEA 分析	避免溫度過高，有 引發火災疑慮。
2-9	加熱器應有獨立配電盤，加熱器應有專屬且符合功率之獨立漏電開關	標配	• 文件查核 • 現場查核	• FMEA 分析	避免錯換功率較大 之加熱器時，線材 無法承受而配電盤 又無法跳脫
2-10	所有槽之迴路建議設置漏電斷路器	選配	• 現場查核	• FMEA 分析 • SEMI S3-0360	人員接觸機會高， 避免接地失效時， 人員感電
<b>3. 安全聯鎖&amp;緊急停車</b>					

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
3-1	吊車移動接近上料區之操作人員時應有燈號及聲響警報	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免其他非專責人員之誤動作造成危害
3-2	吊車應有防止過行程之功能或裝置	標配	• 現場查核	• FMEA 分析	避免吊車過行程
3-3	吊車應有防止撞擊裝置	標配	• 現場查核	• FMEA 分析	避免吊車在過行程時發生撞擊人員事件
3-4	人員作業區應有吊車之緊急停止裝置	標配	• 現場查核	• FMEA 分析	避免吊車發生撞擊人員事件
3-5	安全聯鎖應能失效也安全，除維修人員或設定權限人員外，不能改變其設計功能或設定值	標配	• 現場查核	• ISO 14119 • ISO 13850 • SEMI S2-0706	避免其他非專責人員之誤動作造成危害
3-6	安全聯鎖啟動時應立即向操作人員告警	標配	• 現場查核	• ISO 14119 • ISO 13850 • SEMI S2-0706	通知人員即時處理
3-7	緊急停止開關之電路停止機械運作，應該是將設備的控制元件斷電而不是通電	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 13850 • SEMI S2-0706	電路設計之本質安全，防止感電
3-8	緊急停止開關之電路應該需要手動復歸，電源不能自動復歸	標配	• 文件查核 • 現場查核	• IEC 13850 • SEMI S2-0706	電路設計之本質安全，防止機台意外

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
					啟動
3-9	緊急停止按鈕應該是紅色	標配	• 現場查核	• SEMI S2-0706	方便操作人員辨識
3-10	緊急停止按鈕之明確標示	標配	• 現場查核	• ISO 12100 分析 • IEC 13850 • 職業安全衛生 設施規則第 45 條	方便操作人員辨識

## 二、人員操作

### 4. 人為操作&維修保養

4-1	設備包裝，使用釘槍時釘槍口嚴禁正對 人員	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員傷亡
4-2	設備包裝時應遵守高空安全作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員傷亡
4-3	設備運送應遵守吊掛作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員傷亡
4-3	設備安裝動力源時禁止活線作業	必選	• 現場查核	• ISO 12100 分析	避免人員感電
4-4	機台操作應有權限設定之管理	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免人員誤設定與 操作
4-5	安裝後測試 SOP，至少必須測試 (3)感測器或警報裝置配線是否錯接 (4)電源線是否錯接列	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免因錯接延誤處 理時機引起火災或 人員傷亡
4-6	馬達過電流保護值如須軟體或硬體設 定，其設定值在出廠前須列為重要查核	必選	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • JSA 分析	避免引起火災

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
	項目				
				•	
<b>三、手冊告知</b>					
<b>5. 使用手冊</b>					
5-1	使用手冊應有使用限制章節	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析	
5-2	使用手冊應有維修保養及故障排除建議流程	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析	
5-3	使用手冊應有重要組件之維修保養頻率	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析	
5-4	使用手冊應有維修保養及故障排除應注意之安全事項，內容至少包含 (5) 使用廠商不得擅自更改原廠設備規格 (6) 使用廠商變更設計、功率、電線線材或保險司規格時，須會同製造廠商由合格證照人員設計 (7) 除非必要，禁止活線作業 (8) 化學品加入前，須查核化學品之正確性	標配	• 文件查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析 • JSA 分析	(5) 避免電線、管路或其它組件超出負載 (6) 避免電線超載短路 (7) 避免人員感電 (8) 避免人為疏忽加錯化學品

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
5-5	機台啟動前之 SOP，內容至少須包含 (4)過濾筒之上蓋排氣閥應保持常開 (5)確認週邊公用流體供應正常，例如： 蒸氣、冰水、市水、純水、壓縮空氣等 (6)確認週邊處理設備已正常開啟，例 如：抽排風廢氣設備、廢水處理設備等	標配	• 文件查核	• FMEA 分析 • JSA 分析	(4)避免累積過多氯 氣 (5)避免設備空轉造 成危害 (6)避免廢氣或廢水 排出不佳，造成人 員危害
5-6	使用廠商變更設計、功率或電線線材 時，須會同製造廠商由合格人員設計	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析 • FMEA 分析	避免功率變大或線 材不符合規定引發 電線走火
5-7	控制系統參數更改應有文件紀錄，以減 少控制失當所引起的風險	標配	• 文件查核 • 現場查核	• ISO 12100 分析	避免控制系統錯誤 造成危害
5-8	進行維修作業之斷電作業時，以器具檢 查，確認其已停電。並應上鎖或標示「禁 止送電」、「停電作業中」或設置監視人 員監視之	標配	• 文件查核 • 現場查核	• 職業安全衛生 設施規則第 254 條 • SEMI S2-0706 • 工作類型分析	避免人員感電
5-9	維修保養以活線作業時，應使該作業勞 工戴用絕緣用防護具，或使用活線作業 用器具或其他類似之器具。	標配	• 文件查核 • 現場查核	• 職業安全衛生 設施規則第 256、258、262	避免人員感電

項次	查核項目	選項之必要性 (必選、選配)	查檢方式 (例如：目視、 儀器量測、文件 查核等)	參考依據	補充說明
				條	
5-10	拆修後測試 SOP，至少必須測試 (3)感測器或警報裝置配線是否錯接 (4)電源線是否錯接列	必選	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文件查核</li> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 12100 分析</li> <li>• FMEA 分析</li> </ul>	避免因錯接延誤處理時機引起火災或人員傷亡
5-11	維修保養或故障排除作業後，須正常復歸功能確認，並留下維修保養紀錄	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文件查核</li> <li>• 現場查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JSA 分析</li> </ul>	避免保護裝置錯接或功能未到位造成人員傷亡
5-12	消防系統告知 (3)火警偵測系統啟動時，應該在設備端發出可聽到聲響及可見到的訊號 (4)火警偵測系統應提供可維持偵測系統操作 24 小時的電池或其它法規允許的緊急備用電源	標配	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文件查核</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SEMI S2-0706</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(3)火警時即時通知人員</li> <li>(4)以避免停電時偵測系統失效</li> </ul>
				•	

## 參考文獻

- [1] 勞動部職業安全衛生署，職業安全衛生法，2014
- [2] 勞動部職業安全衛生署，職業安全衛生設施規則，2014
- [3] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所，設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究，2013
- [4] COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Machinery Directive 2006/42/EC
- [5] 經濟部標準檢驗局，標準資料電子報第 37 期，2011 年
- [6] ISO/IEC, ISO/IEC Guide 51: Safety aspects-Guidelines for their inclusion in standards, 1999
- [7] INTERNATIONAL STANDARD, ISO 12100, 2010
- [8] INTERNATIONAL STANDARD, ISO 14121-2, 2008
- [9] 中央勞動災害防止協會，機械設備のリスクアセスメントマニュアル，2010
- [10] 中央勞動災害防止協會，機械設備のリスクアセスメントマニュアル 別冊，2010
- [11] 勞動部勞動及職業安全衛生研究所機械設備安全設計之風險評估手冊，2014
- [12] 黃清賢，危害分析與風險評估操作手冊，2010
- [13] 日本厚生勞動省，機械之總括性安全基準之相關方針，2001
- [14] 日本經濟產業省，消費生活用製品向けリスクアセスメントのハンドブック，2010
- [15] 日本經濟產業省，Risk Assessment Handbook，2011
- [16] 黃國強，應用 HAZOP 及 RBI 系統於輕裂工場風險分析及其效益之研究，2003
- [17] 黃建彰與施元斌，半導體製造業晶圓廠設施安全評估—正壓設施，行政院勞委會勞研所出版，2001
- [18] 曹常成，空氣分離廠遠端管理之可行性研究-冷箱氣氮製程，2012
- [19] 施元斌，LED 製程化學清洗設備使用安全性調查，2016
- [20] 經濟部工業局，生產設備設計製造階段風險評估實務手冊，2016
- [21] Center for Chemical Process Safety(CCPS), Guidelines for hazard evaluation procedures second edition with worked example，1992

- [22] 邱淑靜，台灣半導體相關產業重大災害原因探討與分析，2008
- [23] 王家麟，運用失效模式與影響分析評估矽甲烷供應系統之安全性 -以 TFT-LCD 廠為例，2006
- [24] 許宏德，機械安全之新觀念， 1995
- [25] 經濟部標準檢驗局，工具機安全檢測規範-新版工具機風險評估手冊，2009
- [26] 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，機械設備危害評估方法，2002
- [27] 田效文，以科學園區某半導體廠為例，分析製造設備用安全指引 SEMIS2-93A 施行前後之相對風險比較，2002

# 名詞釋義

本冊之所有用語及定義皆參考自經濟部標準檢驗局制定之國家標準 CNS 15347「機械安全—設計之一般原則—風險評鑑及風險降低」(Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction)，及風險評估指引之相關用語。

## 1. 機械 (machinery)

機器 (machine)

為特定應用結合在一起的零件或構件之組合，其中至少有 1 個零件或構件是可動的，並且配置或預定配置驅動系統。

備考 1：用語「機械」也包含多台機器之組合，為了達成同一目的，將其配置及控制，以便整體運作。

備考 2：附錄 A 提供機器之示意圖。

## 2. 可靠度 (reliability)

機器可使構件、組件或設備，在規定的條件下和指定的期限內，執行需求的功能且不發生失效的能力。

## 3. 可維護性 (maintainability)

按照指定的方法並執行指定的方法採取必要作為(維護)的情況下，機器保持在預定使用條件下能夠實現其功能的狀態或恢復至此狀態的能力。

## 4. 可使用性 (usability)

由於機器其特點或特徵，使機器之功能易於理解，便於使用之能力。

## 5. 傷害 (harm)

身體之傷害或損及健康。

## 6. 危害 (hazard)

潛在之傷害來源。

備考 1：「危害」一詞可由其起源(例：機械危害和電氣危害)，或其潛在傷害的性質(例：電擊危害、切割危害、中毒危害和火災危害)進行定義。

備考 2：本定義所設想的危害包括下列各項

一在機器的預定使用期間，始終存在的危害(例：危害元件移

- 動的運動、焊接過程中的電弧、不健康的姿勢，噪音排放及高溫等)。
- 非預期出現的危害(例：爆炸、非蓄意啟動引起的擠壓危害、破裂引起的噴射、加速/減速引起的墜落)。
7. **相關危害 (relevant hazard)**  
已識別出的機器本身存在的與機器相關的危害。  
備考：本用語是 B 類標準及 C 類標準的基本用語。
8. **重大危害 (significant hazard)**  
已鑑別為相關危害，需要設計者根據風險評鑑採用特定做為去消除或降低其風險。  
備考：本用語是 B 類標準及 C 類標準的基本用語。
9. **危害事件 (hazardous event)**  
能夠造成傷害的事件。  
備考：危害事件的發生過程可以是短時間的，也可以是長時間的。
10. **危害狀況 (hazardous situation)**  
人員暴露於至少一種危害的環境。  
備考：此類暴露可能立即或經一段時間後產生傷害。
11. **危害區域 (hazard zone)**  
人員可能暴露於危害的機械內部及/或其周圍的任何空間
12. **風險 (risk)**  
傷害發生的機率與傷害嚴重性的組合。
13. **殘留風險 (residual risk)**  
採取保護措施之後仍然存在的風險。  
備考：本標準區分：  
—設計者採取保護措施後之殘留風險。  
—已採取所有的保護措施後仍然存在之殘留風險。
14. **風險估計 (risk estimation)**  
確定傷害可能的嚴重程度及傷害發生的機率。
15. **風險分析 (risk analysis)**  
機器限制規格、危害識別及風險估計的組合。

16. 風險評估 (risk evaluation)

以風險分析為基礎，判斷是否已達到風險降低的目標。

17. 風險評鑑 (risk assessment)

包括風險分析及風險評估在內的完整過程。

18. 適當之風險降低 (adequate risk reduction)

至少符合法規之要求，並考慮現有技術水準的風險降低。

19. 保護措施 (protective measure)

用於實現風險降低的預定措施，由下列人員實施

—設計者(本質安全設計、安全防護與補充保護措施及使用資訊)。

—使用者(組織：安全工作程序、監督及工作許可制度，提供及使用附加安全防護裝置，使用個人保護裝備，訓練)。

20. 本質安全設計措施 (inherently safe design measure)

藉由改變機器設計或操作特性，而不使用防護裝置或保護裝置，以消除危害或降低與危害相關之風險的防護措施。

21. 安全防護 (safeguarding)

使用安全防護裝置保護人員的保護措施，此等保護措施使人員遠離該等不能合理消除的危害，或者藉由本質安全設計措施無法充分降低的風險。

22. 使用資訊 (information for use)

將資訊傳達至使用者之傳達方法(例：文書、語詞、標誌、信號、符號、圖表)以單獨或組合方式加以運用之保護措施。

23. 預定用途 (intended use)

依照使用說明書提供的資訊使用機器。

24. 合理可預見之誤用 (reasonably foreseeable misuse)

不按設計者預設的方式，而是按照常理可預測人的習性使用機器。

25. 任務 (task)

在機器生命週期內，一人或多人在機器上或機器附近所進行的特定活動。

26. 安全防護裝置 (safeguard)

防護裝置或保護裝置。

## 27. 防護裝置 (guard)

設計為機器組成的一部分，用於提供保護的實體屏障。

備考 1：防護裝置應具有下列功能之一

一單獨使用，對於移動式防護裝置，僅「閉合」時才有效；對於固定式防護裝置，僅處於「牢固的定位」才有效。

一與具或不具防護鎖定的聯鎖裝置結合使用。在此種情況下，無論防護裝置處於什麼位置都能有保護作用。

備考 2：依防護裝置的結構，可稱作外殼、護罩、蓋、屏蔽、門及封閉式防護裝置。

備考 3：防護裝置的類型及其要求也可參照 CNS 15434 。

## 28. 固定式防護裝置 (fixed guard)

以一定方式(例：採用螺釘、螺帽、焊接)固定，只能使用工具或破壞其固定方式，才能打開或移除的防護裝置。

## 29. 移動式防護裝置 (movable guard)

不使用工具就能打開的防護裝置。

## 30. 調整防護裝置 (adjustable guard)

整體或結合部分可調整的固定式或移動式防護裝置。

## 31. 聯鎖防護裝置 (interlocking guard)

與聯鎖裝置聯用的防護裝置，與機器控制系統一起執行以下功能

一在防護裝置關閉前，其所「防護」之機器的危害功能不能執行。

一在危害機器功能運轉中，若打開防護裝置，則發出停止指令。

一在防護裝置關閉後，防護裝置「防護」之具危害性機器功能可以操作。(防護裝置的關閉其不會起動危害機器功能)

備考： CNS 15344 提供詳細規定。

## 32. 具防護裝置鎖定之聯鎖防護裝置 (interlocking guard with guard locking)

與聯鎖裝置、防護鎖定裝置聯用的防護裝置，同機器控制系統一起執行以下功能。

—在防護裝置關閉和鎖定前，其「防護」的具危害性機器功能不能夠執行。

—在防護裝置「防護」的具危害性機器功能所產生的風險消失之前，防護裝置保持關閉和鎖定狀態。

—在防護裝置關閉和鎖定後，被防護裝置「防護」的具危害性機器功能可以操作( 防護裝置本身的關閉和鎖定不會起動危害機器功能)。

備考：依 CNS 15344 之規定。

33. 具起動功能之聯鎖防護裝置 (interlocking guard with a start function)

控制式護罩 (control guard)

特殊聯鎖防護裝置，一旦其到達關閉位置，發出跳脫具危害性之機器功能的命令，無需另使用單獨的起動控制。

34. 保護裝置 (protective device)

防護裝置以外的安全防護裝置。

35. 聯鎖裝置 (interlocking device)

聯鎖 (interlock)

用於防止危害機器功能，在特定條件下(通常是指只要防護裝置未關閉) 操作的機械、電氣或者其他類型的裝置。

36. 致能裝置 (enabling device)

與起動控制一併使用，並且僅連續致動時才能使機器運轉的附加人力操作裝置。

37. 握持操作控制裝置 (hold- to- run control device)

僅在人力控制裝置(致動器) 被致動時，才能跳脫並保持機器功能的控制裝置。

38. 雙手控制裝置 (two- hand control device)

至少需要雙手同時致動，才能啟動和保持具危害性機器功能的控制裝置，以此為該裝置的操作人員提供一種保護措施。

39. 靈敏保護設備 (sensitive protective equipment, SPE)

用於偵測人或身體局部，並向控制系統發出適當確信號，以降低被偵測人員風險的設備。

備考：當人體或人體局部超出預定範圍，如進入危害區域(跳

脫)或在預定區域內偵測到有人存在(存在感應)，或在以上兩種情況均發生時，靈敏保護設備能夠發出信號。

40. 主動式光電保護裝置(active optoelectronic protective device, AOPD)

以發光元件與受光元件構成，當於所指定區域中之不透明物體將光遮斷，可以將偵測出來之裝置。

備考：依 IEC 61496 之規定。

41. 機械式抑制裝置 (mechanical restraint device)

於機構中設有機械障礙物(例：楔、心軸、支柱、止擋)，利用其強度以防止危險性動作之裝置。

42. 限制裝置 (limiting device)

防止機器或具危害性機器條件超過設計限度(例：空間限度、壓力限度、負載力矩限制等)的裝置。

43. 限制移動控制裝置 (limited movement control device)

與機器控制系統一起作用，使得單次致動只允許機器元件做有限移動量之控制裝置。

44. 障礙裝置 (impeding device)

任何實體障礙物(低的屏障、欄杆等)，其設置不能完全防止人員進入危害區，但能藉由設置障礙物阻擋自由出入，減少進入危害區的機率。

45. 安全功能 (safety function)

失效後會立即造成風險增加的機器功能。

46. 非預期起動 (unexpected start-up)

非蓄意起動 (unintended start-up)

任何由於其不可非預期性而對人產生風險的起動。

備考 1：其產生的原因如下列示例：

一由於控制系統內部失效或外部影響對控制系統的影響導致的起動指令。

一由於機器的起動控制裝置或其他零件(例：感測器或動力控制元件)不適宜的動作所產生的起動指令。

一動力源中斷後恢復。

一機器的零件受到內部或外部的影響(重力、風力及內燃機的

自發點火等)產生的起動。

備考 2：自動循環之正常程序中之機械起動雖不包括在「非蓄意起動」中，但由操作者的立場來考量，則可認為是「非預期啟動」。要避免此等情形所發生之災害，得使用安全防護措施。

備考 3：依 CNS 15735 之 3.2。

47. 失效導致之危險 (failure to danger)

由機械或其動力源產生的並且會增加風險的任何功能異常。

48. 故障 (fault)

品項不能完成所要求功能的狀態，預防性維護或其他計劃性動作期間，或因缺乏外部資源所導致的狀態除外。[IEV 191-05-01]

備考 1：故障通常是產品自身失效(failure)引起的，但即使失效未發生，故障也可能存在。

備考 2：在機械領域「故障」通常是按照 IEV 191-05-01 細出的定義等同使用。

備考 3：實際上，用語「故障」及「失效」通常作為同義詞使用。

49. 失效 (failure)

產品執行要求功能的能力已終止。

備考 1：失效後，品項處於故障狀態。

備考 2：「失效」與「故障」，失效是一個事件，有別於故障是一種狀態。

備考 3：此處所定義的「失效」概念，不適用於僅由軟體構成的品項。[參照 IEV 191-04-01]

50. 共因失效 (common cause failure)

由單一事件引發的不同品項的失效，此等失效不互為因果。

備考：共因失效不宜與共模失效相混淆。[IEV 191-04-23]

51. 共模失效 (common mode failure)

以相同故障模式為特徵的產品失效。

備考：由於共模失效可能由不同原因引起，因此不宜將共模失效與共因失效混淆。[IEV 191-04-24]

52. 功能異常 (malfunction)

不能執行預定功能的機器失效。

53. 緊急狀況 (emergency situation)

需要立即終止或避免的危害狀態。

備考：緊急狀況可發生在下列狀況：

一機器正常操作期間(例：由於人員的相互作用或受外界影響)。

一由於器件任何部分功能異常或失效。

54. 緊急操作 (emergency operation)

用於中止或避免緊急狀況的所有動作及功能。

55. 緊急停止 (emergency stop)

緊急停止功能 (emergency stop function)

該功能預期：

一為避免或降低對人造成危險(危害)或對機械與進行中之作業造成損害。

一以人之單一動作而發出停止命令跳脫。

備考：參照 CNS 14804 之規定。

56. 排放值 (emission value)

將機器產生的排放(例：噪音、振動、危害物質及輻射)進行量化後的數值。

備考 1：排放值屬於機器性能資訊的一部分，是進行風險評鑑的基礎資料。

備考 2：不能將用語「排放值」與「暴露值」混淆。暴露值是指在機器使用中，對人員在排放物中暴露程度的量化。暴露值可用排放值進行估算。

備考 3：建議利用標準方法(例：與同類機器比較)測定排放值和其伴隨的不確定性。

57. 比較用排放資料 (comparative emission data)

從類似機器上採集到的用作比較的一組排放值。

備考：關於噪音的比較，參照 ISO 11689 。

## 附錄

附錄一、ISO 12100 工作類型之危害鑑別與風險評估分析表（空白）

附錄二、FMEA 失效模式與影響分析表（空白）

附錄三、JSA 工作安全分析表（空白）

附錄四、產品安全查核表（空白）

# 附錄一、ISO 12100 工作類型之危害鑑別與風險評估分析表 (空白)

1.編號及名稱			2.危害類型、原因與影響			3.現有防護設施			4.控制前預估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險				
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴露 程度及 頻率 (F1, F2)	事件 發生 機率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風險 指 標 (1-6)	嚴重 性 (S1, S2)	暴露 程度及 頻率 (F1, F2)	事件 發生 機率 (O1. O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風險 指 標 (1-6 )
T	<b>Transport (運送)</b>																		
T1	- Lifting(吊掛)																		
T2	- Loading(裝載)																		
T3	- Packing(包裝)																		
T4	- Transportation (運輸)																		
T5	- Unloading (卸載)																		
T6	- Unpacking (拆包)																		
A	<b>Assembly and installation Commissioning (組裝、安裝、試車)</b>																		
A1	- Adjustments of the machine and its components (機械與其組件的 調整)																		

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險			
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害區域	危害大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1, S2)	暴露程度 及頻率 (F1, F2)	事件發生 機率 (O1, O2, O3)	避免傷害 之可能 性 (A1, A2)	風險指 標 (1-6 )	嚴重性 (S1, S2)	暴露程度 及頻率 (F1, F2)	事件發生 機率 (O1, O2, O3)	避免傷害 之可能 性 (A1, A2)	風險指 標 (1-6 )		
A2	– Assembly of the machine (機械的裝配)																				
A3	– Connecting to disposal system (for example, exhaust system, waste water installation) (與處理系統連接)																				
A4	– Connecting to power supply (for example, electric power supply, compressed air) (與動力源連接)																				
A5	– Demonstration (示範)																				
A6	– Feeding, filling, loading of ancillary fluids (for example, lubricant, grease, glue) (輔助流體的供給填充加載)																				

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險							
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )		
A7	– Fencing(柵欄)																								
A8	– Fixing, anchoring (固定、錨定)																								
A9	– Preparations for the installation (for example, foundations, vibration isolators) (安裝準備)																								
A10	– Running the machine without load (機械空載運行)																								
A11	– Testing (測試)																								
A12	– Trials with load or maximum load (負載試驗或最大 負載試驗)																								
S	Setting/Teaching/programming and/or process changeover(設定/教學/編程/過程轉換)																								
S1	– Adjustment and setting of protective devices																								

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )	
	and other components (保護裝置與其它組件的調整與設定)																							
S2	- Adjustment and setting or verification of functional parameters of the machine(for example, speed, pressure, force, travelling limits) (機械功能參數的調整和設定或驗證)																							
S3	- Clamping/fastening the workpiece (工件的夾緊/固定)																							
S4	- Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、裝載)																							

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險							
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )		
S5	– Functional test, trials (功能測試驗證)																								
S6	– Mounting or changing tools, tool-setting (安裝或更換刀具、刀具設定)																								
S7	– Programming verification (編程驗證)																								
S8	– Verification of the final product (最終產品的驗證)																								
O	Operation (操作)																								
O1	– Clamping/fastening the workpiece (工件的夾緊/固定)																								
O2	– Control/inspection (控制/檢查)																								
O3	– Driving the machine																								

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險					
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )
	(驅動機器)																						
O4	– Feeding, filling, loading of raw material (原料的進給、填充、加載)																						
O5	– Manual loading/unloading (手動裝載/卸載)																						
O6	– Minor adjustments and setting of functional parameters of the machine (for example, speed, pressure, force, travel limits) (機械功能參數的微調和設定)																						
O7	– Minor interventions during operation (for example, removing waste material, eliminating jams, local																						

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險							
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )		
	cleaning) (運轉期間的微小 干預)																								
O8	- Operating manual controls (操作手動操控 器)																								
O9	- Restarting the machine after stopping/interrupti on (停止/中斷後重 新啟動機器)																								
O10	- Supervision (管理)																								
O11	- Verification of the final product (最終產品的驗 證)																								
M Maintenance Cleaning (保養與清潔)																									
M1	- Adjustments (調整)																								
M2	- Cleaning, disinfection (清潔消毒)																								

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )	
M3	– Dismantling/ removal of parts, components, devices of the machine (拆卸/移除機器的部件、組件和裝置)																							
M4	– Housekeeping (保養)																							
M5	– Isolation and energy dissipation (隔離和能源耗散)																							
M6	– Lubrication (潤滑)																							
M7	– Replacement of tools (更換刀具)																							
M8	– Replacement of worn parts (更換磨損部件)																							
M9	– Resetting (重新設定)																							
M10	– Restoring fluid levels (恢復流體																							

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險							
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )		
	狀態																								
M11	– Verification of parts, components, devices of the machine (驗證機器的部件、組件和裝置)																								
F	Fault-finding/ Troubleshooting (故障查找與排除)																								
F1	– Adjustments (調整)																								
F2	– Dismantling/ removal of parts, components, devices of the machine (拆卸/移除機器的部件、組件和裝置)																								
F3	– Fault-finding (故障查找)																								
F4	– Isolation and energy dissipation (隔離和能源耗)																								

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險						
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )	
	散)																							
F5	– Recovering from control and protective devices failure (控制裝置和保護裝置失效後恢復)																							
F6	– Recovering from jam (卡住故障之後的恢復)																							
F7	– Repairing (修理)																							
F8	– Replacement of parts, components, devices of the machine (更換機器之部件組件或裝置)																							
F9	– Rescue of trapped persons (拯救被困人員)																							
F10	– Resetting (重新設定)																							

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險							
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )		
F11	– Verification of parts, components, devices of the machine (驗證機器之部件組件或裝置)																								
D	<b>D Dismantling/Disabling (拆卸/停用)</b>																								
D1	– Disconnection and energy dissipation (斷開及能量消散)																								
D2	– Dismantling (拆卸)																								
D3	– Lifting (吊掛)																								
D4	– Loading (裝載)																								
D5	– Packing (包裝)																								
D6	– Transportation (運送)																								

1.編號及名稱			2 危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險					
編號	工作名稱 (ISO 12100 Tab B.3)	危害 區域	危害 大類 (ISO 12100 Tab B.1)	失效原因	危害 類型 (TW)	可能造成影響 之情境描述	工程控制 (含偵測 或聯鎖)	管理控制	個人 防護具	嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )					嚴重 性 (S1, S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1, F2)	事 件 發 生 機 率 (O1, O2, O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1, A2)	風 險 指 標 (1-6 )
D7	- Unloading (卸載)																						

## 附錄二、FMEA 失效模式與影響分析表（空白）

1.設備、組件或元件			2.危害類型、原因與影響				3.現有防護設施			4.控制前預估風險				5.降低風險所採取之控制措施				6.控制後預估風險					
系統或設備	組件或元件 名稱 (製程異常或 動作)	功能 規格	失效 模式	失效原因(請 從動力源管 制、失效安 全、硬體失 效、軟體失 效、製程特 性、人為操 作失誤、外力環 境、天然災害 等方向思考)	危害 類型	可能造成 影響之情 境描述	工程控 制(含偵 測或聯 鎖)	管理控 制	個人 防護具	嚴重 性 (S1. S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1. F2)	事件 發 生 機 率 (O1. O2. O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1. A2)	風 險 指 標 (1- 6)					嚴重 性 (S1. S2)	暴 露 程 度 及 頻 率 (F1. F2)	事件 發 生 機 率 (O1. O2. O3)	避 免 傷 害 之 可 能 性 (A1. A2)	風 險 指 標 (1- 6)

### 附錄三、JSA 工作安全分析表（空白）

1.編號及名稱			2 動作不確實造成之危害				3.現有防護設施			4.控制前預估風險			5.降低風險所採取之控制措施			6.控制後預估風險			
步驟序號	操作動作	說明	動作不確實 (跳過、部分完成、或反向動作)	失效原因 (一般只考慮人為失誤)	危害類型	可能造成影響之情境描述	工程控制 (含偵測或聯鎖)	管理控制	個人防護具	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2. O1. O2. O3)	事件發生機率 (A1. A2)	避免傷害之可能性 (1-6)	風險指標 (1-6)	嚴重性 (S1. S2)	暴露程度及頻率 (F1. F2. O1. O2. O3)	事件發生機率 (A1. A2)	避免傷害之可能性 (1-6)	風險指標 (1-6)