

102年度研究計畫 IOSH102-S309

設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究 IOSH102-S309



IOSH 勞安所研究報告

設計階段導入機械安全標準 降低風險之探討及個案研究

Importing Machinery Safety Standard Design Stage
and Reduce the Risks Discussed Case Studies

IOSH 勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

ISBN 978-986-04-0860-7
00300
9 789860 408607
GPN:1010300742
定價：新台幣300元

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

勞動部勞動及職業安全衛生研究所
INSTITUTE OF LABOR, OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, MINISTRY OF LABOR

設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究

**Importing Machinery Safety Standard
Design Stage and Reduce the Risks
Discussed Case Studies**

設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究

**Importing Machinery Safety Standard
Design Stage and Reduce the Risks
Discussed Case Studies**

研究主持人：沈育霖、許宏德

計畫主辦單位：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所

研究期間：中華民國 102 年 3 月 27 日至 102 年 12 月 9 日

勞動部勞動及職業安全衛生研究所

中華民國 103 年 3 月

摘要

為提升我國機械及設備之安全，勞動部（原行政院勞工委員會）將「勞工安全衛生法」修訂為「職業安全衛生法」，藉由源頭管制的策略，要求所有機械、設備於設計、製造階段實施風險評估，並降低其風險，有效減少機械危害的發生。

本研究參酌 ISO/IEC Guide51、機械安全指令以及日本「機械の包括的な安全基準に関する指針」等安全規範擬訂符合 RBA（Risk Based Approach）理念之「總括性機械安全指針」提供設計者、製造者符合新法之依循。同時，透過對指針之符合性的查核，可以建構機械安全驗證制度。本研究同時完成「保護方案與策略符合性查核表」。

為使「職業安全衛生法」能早日落實，本研究完成「機械設備安全設計之風險評估手冊」之制訂，提供明確風險評估流程及評估工具與範例供使用者依循。設計、製造者可依此手冊於設計階段實施風險評估，並據此檢討設計方策，降低風險以避免職災發生。

關鍵詞：機械安全、風險評估、型式驗證

Abstract

In order to secure the domestic safety of machineries and equipment, Ministry of Labor regulates the “Labor Safety and Health Act” to “Occupational Safety and Health Act”. By auditing the original design of machines and equipment before operation, and implementing the risk assessment, machinery hazard and risk are expected to reduce.

This study correlates with ISO/IEC Guide 51, EU Machinery Directive, and “Guidelines for comprehensive safety standards of machinery” from Japan to regulate “General safety guidelines for machinery”, which provides guidelines to designers and makers to fulfill the concept of Risk Based Approach. By auditing machines based on “occupational safety and health management systems”, machinery safety certificate system is completed. Meanwhile, the evaluation of protective measure is completed.

In order to carry out the “Occupational Safety and Health Act”, this study completes the “Risk Assessment Manual for Machinery Safety Design” as a guideline for makers to follow and to avoid industrial injuries in working environment.

Keywords: machinery safety, risk assessment, type certification

目錄

摘要.....	I
Abstract	II
目錄.....	III
圖目錄.....	IV
表目錄.....	V
第一章 背景.....	1
第一節 國內職災狀況.....	1
第二節 歐盟指令與國際安全標準.....	4
第三節 韓國的機械安全相關制度.....	5
第四節 日本機械安全指針及其發展趨勢.....	6
第二章 機械安全標準制訂建議.....	9
第一節 國際安全標準的特色.....	9
第二節 總括性機械安全指針的符合模式.....	10
第三節 群組安全標準之制定.....	11
第三章 機械安全驗證方案.....	15
第一節 落實源頭管制之策略.....	15
第二節 安全驗證可行性.....	16
第三節 技術文件.....	36
第四章 結論與建議.....	38
第一節 結論.....	38
第二節 建議.....	38
參考文獻.....	40
誌謝.....	41
附件一、總括性機械安全指針.....	42
附件二、各國機械安全 B 類標準對照表.....	61
附件三、機械設備安全設計之風險評估手冊.....	75

圖目錄

圖 1	歷年災害失能及死亡人數統計[2]	1
圖 2	製造業災害類型（2012 不含交通事故）[2]	2
圖 3	全產業失能給付傷害類型（2012 不含交通事故）[2]	3
圖 4	製造業災害媒介物（2012 不含交通事故）[2]	3
圖 5	機械安全的國際標準體系架構	4
圖 6	歷年機械災害發生狀況	6
圖 7	2009 年勞働災害發生狀況	7
圖 8	日本機械製造端對指針之落實狀況	7
圖 9	機械安全指針的符合架構圖	11

表目錄

表 1	建議增訂之標準.....	12
表 2	總括性機械安全指針保護方案與策略符合性查核表.....	18

第一章 背景

爲了提昇國內機械、設備之安全，避免使用者常曝露於高風險的工作情境之中，以持續降低我國職業災害，勞委會參照國際職業安全衛生管理及立法趨勢，同時考量國內社會環境之需，將勞工安全衛生法修訂爲職業安全衛生法，法案並經立法審議通過。而新修訂的職業安全衛生法[1]將原本屬於末端管理的“安全查察制”修改爲源頭管制的“安全驗證制”。藉此，安全責任將由雇主轉而要求設計、製造者，由機械的安全性能來大幅提昇作業的安全，而非只靠操作者的技能熟練度或注意力。

第一節 國內職災狀況

近十年來，在勞委會及相關產業的努力之下，我國的職業災害人數明顯有下降的趨勢。圖 1 是過去 10 幾年我國全產業及製造業失能及死亡人次的變化。由圖可知，全產業職災失能人數的變化趨勢幾乎完全受製造業失能人數變化的影響。製造業需要用到各式的生產機械，而機械又必須以能量來驅動，因此機械上便會存在各種形態的危害源。

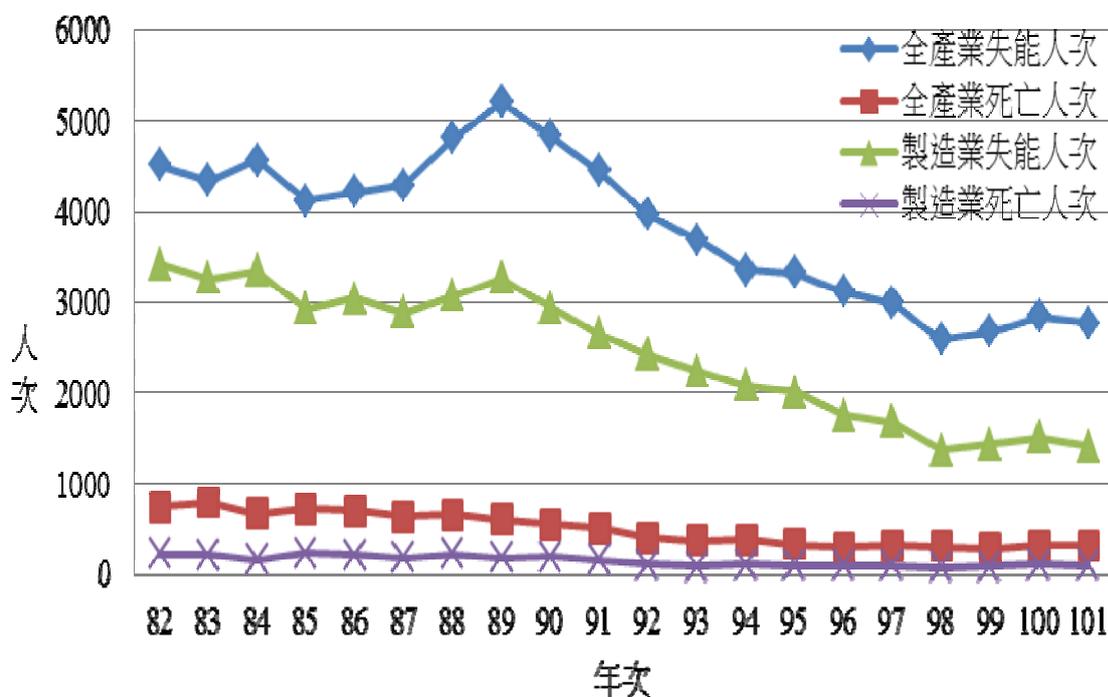


圖 1 歷年災害失能及死亡人數統計[2]

依據本會 102 年勞動檢查年報統計，2012 年製造業共有 6,320 人次發生失能傷害，其中以「被捲、被夾」居首 1,631 人次，占 26%；其次「被切、割、擦傷」共 1,238 人次，占 20%。兩項職業災害類型皆屬機械性危害，且被捲夾、切、割、擦傷及被撞等機械性傷害總人次也佔一半以上（如圖 2）。

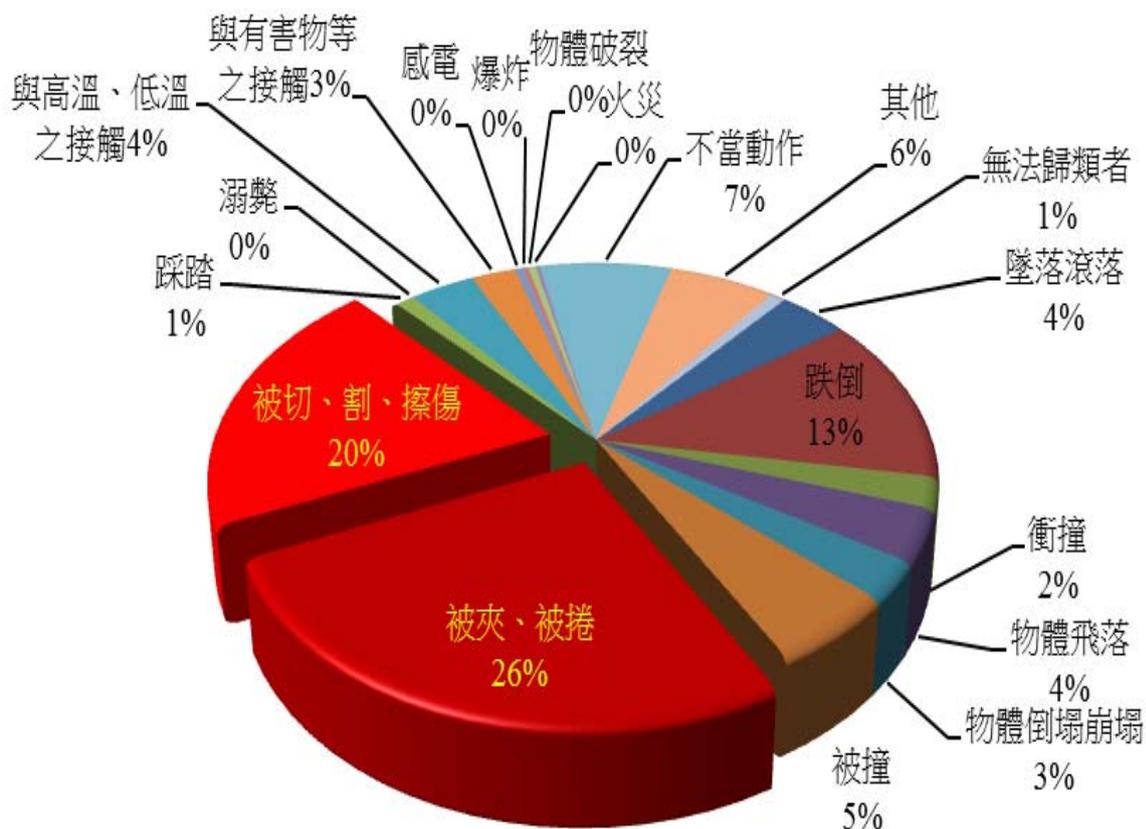


圖 2 製造業災害類型（2012 不含交通事故）[2]

圖 3 為 2012 年勞保失能給付的職災類型。由圖可知捲夾、切、割、擦傷等機械性傷害佔了約 6.5 成。圖 4 為製造業不含交通事故的職災媒介物。由圖可知，以機械、設備為直接原因的職業災害也高達三分之一以上。以上由職災統計結果大致可掌握目前我國在降低職災所面臨的問題，也反映出以機械、設備大量取代人工之工業技術社會之職業災害的主要特徵。隨著機械的大型化以及複雜化，起因於機械的職災也越來越劇烈，其如何防止危害的發生，仍將會是未來我國降低職業災害的一大課題。

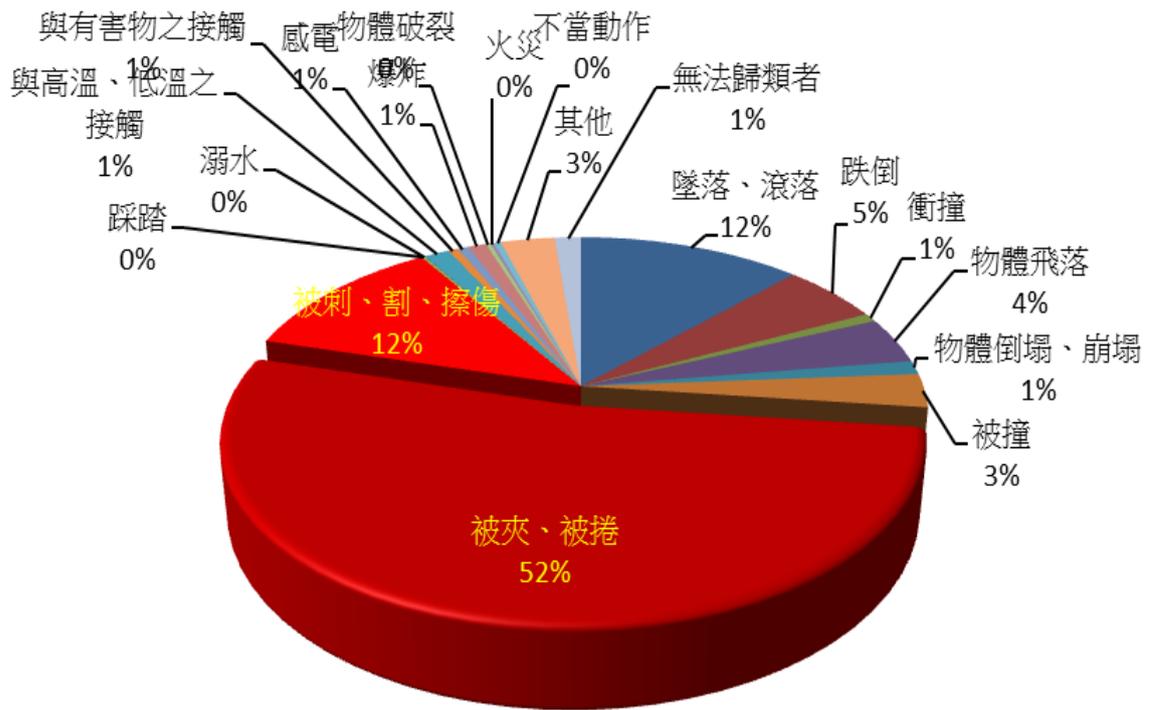


圖 3 全產業失能給付傷害類型（2012 不含交通事故）[2]

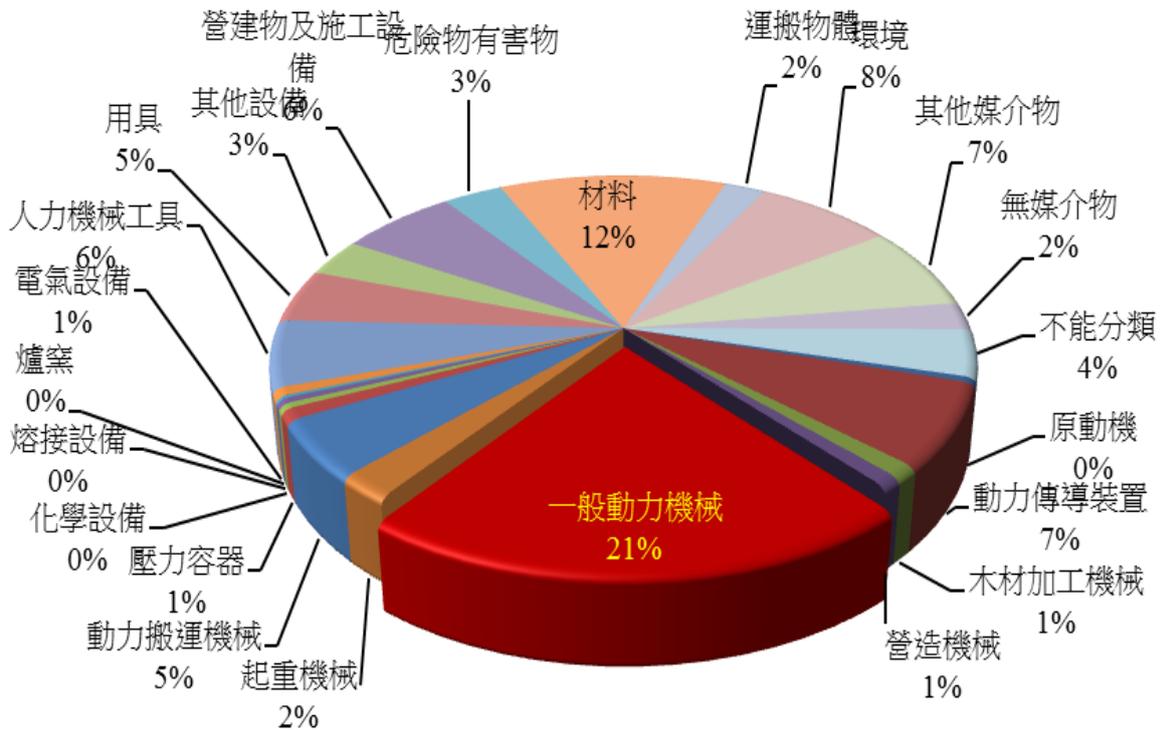


圖 4 製造業災害媒介物（2012 不含交通事故）[2]

第二節 歐盟指令與國際安全標準

歐盟制定機械指令以保障境內相關產品的自由流通及確保使用者的安全。機械指令要求機械必須滿足「安全衛生的基本要求事項」，但同時也制定相當數量的調和標準以供依循。歐盟的標準(EN)後來透過維也納協定與國際標準(ISO/IEC)互通，因此以機械安全為中心的 ISO/IEC 標準幾乎完全移植了 EN 的階層構造體系，甚至在標準的名稱以及部份的編號上，EN 和 ISO/IEC 也幾乎完全一致。

ISO/IEC 在制定機械安全相關標準時，先訂定了安全標準之制定指針。這個由 ISO/IEC 兩組織共同制定的指針稱為－“Safety aspects-Guidelines for their inclusion in Standards”，簡稱 ISO/IEC Guide 51[5]。該指針將安全定義成－沒有不能接受的風險 (Freedom from unacceptable risk)。因此，安全的概念並非絕對，而是相對的。只要將風險降低到“可接受”的範圍，就是安全的。換言之，安全的前提是仍有殘餘風險。

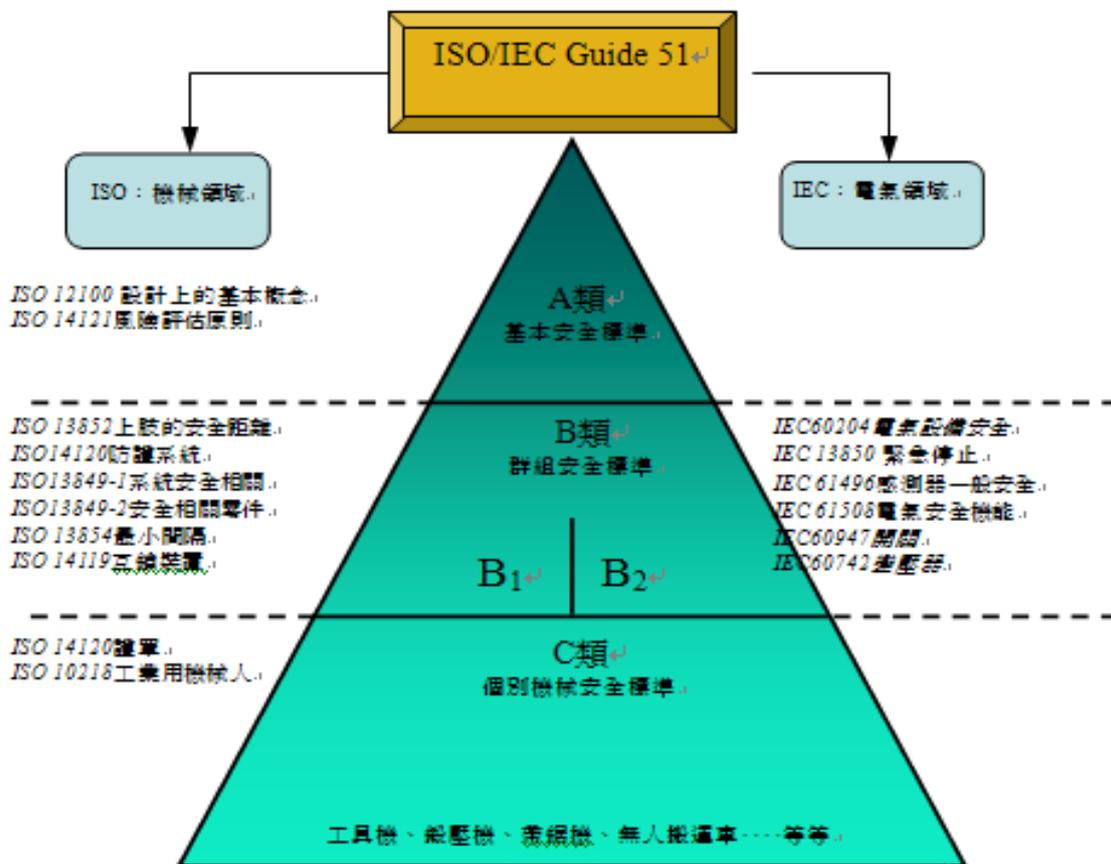


圖 5 機械安全的國際標準體系架構

ISO/IEC Guide 51 將標準之架構分爲 A 類－基本安全標準；B 類－群組安全標準；以及 C 類－個別機械安全標準三大類（如圖 5 所示），A 類標準位於最上位，爲所有機械所共同適用的安全相關基本理念、設計之基本原則，B 類標準爲規範機械泛用（廣泛）安全事項（如安全距離）和安全裝置（如雙手操作開關）等涵蓋大範圍之機械類安全性或某一種安全裝置的標準。C 類標準以 NC 車床或加工中心機等特定機械，或其上位概念的工具機等的個別機械爲對象，規範各個械機械類組(group)之詳細安全要求事項的標準。原則上，如果沒有 C 類標準，就適用 B 類標準與 A 類標準。反過來說，如果沒有 A 類標準，則 B 類標準該如何適用即會缺乏原則可循，標準對降低風險的功能可能也無法發揮至最大。

第三節 韓國的機械安全相關制度

受到歐盟的影響，韓國產業安全衛生機構(Korea Occupational Safety and Health Agency)基於產業安全保險法，爲達到消滅勞動災害之目的而制定了自我送檢的「S-Mark」認證制度。透過此制度，韓國政府希望誘導企業設計、製作安全的機械、器具並推廣使用安全的產品，藉此預防產業災害。

韓國又於 2009 年四月因應「國家標準基本法」之改訂而將原有的 13 種認證標誌統合並修訂成單一標誌 KCs Mark。這個新制度自 2011 年 1 月 1 日起生效，其對象包含製造者及進口的機械設備。KCs Mark 除將原來的安全檢查測試改爲安全認證，規定共有 28 種機械器具，需進行型式檢定或個別檢定（相當 CE 標示制度的 B+C 模式）之外，並仿照歐盟的 CE 標示制度，增加了符合聲明的符合方式，以及，2010 年新導入了自我宣告（僅提出技術文件，相當 CE 標示制度的 A 模式）的認證模式。但另一方面，舊有的自願性認證制度－S-Mark 則仍然適用。

雖然新的安全認證制度採用歐盟的模組化模式，但卻沒有 A、B、C 三階層構造的安全標準。但是，原本沒有 ISO 12100 之風險評估及降低風險 3 步驟的韓國，在 2011 年開始推動設計階段的風險評估，且自 2013 年起，KCs 標示制度更新增「自律安全確認申告」的符合方式，並納入更多的產品項目。

第四節 日本機械安全指針及其發展趨勢

由於受到歐盟安全制度的影響，日本厚生勞動省在 2001 年 6 月頒布了「關於機械的總括性安全基準之指針」，開始採取歐盟及國際標準的做法，並試圖改變以往日本對安全的認知。這個指針最大的特點是以適用於所有機械為範圍，並將主要規範對象設定在製造商。也就是說，日本將 A 類標準 ISO 12100 以指針的型式轉化為“強制規格”。就這點來看，可以說大幅納入 ISO/IEC 對機械安全的想法，將維護安全的大部份責任由使用者與事業主轉而要求製造商。

上述的指針原來並沒有法源依據，只是類似技術指導書。但隨著 ISO 12100 於 2003 年正式生效，日本也於 2004 年發行 JIS B9700—ISO 12100 之 JIS 版之後，勞動安全衛生法也於 2006 年 4 月 1 日修訂頒布。該法第三條第 2 項規定「機械設備的設計、製造或輸入者必須努力防止使用機械時發生勞動災害」。據此，機械的製造商等即被要求必須依指針之規定來設計、製造機械。換言之，指針因為法規的明文要求，而成為「適切並有效的實施」該法條所必須參照的法定文件。如此，日本在法的層次已經採取了源頭管制的立場，而該指針因此而具備了「法的性格」。

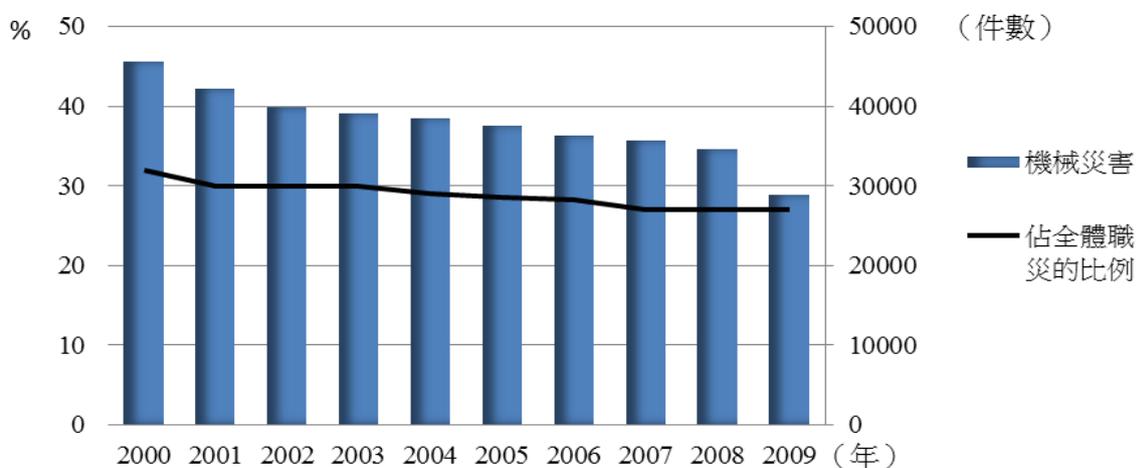


圖 6 歷年機械災害發生狀況

因應法的修訂，日本「總括性安全基準之相關指針」[6]於 2007 年 7 月 31 日全面修訂並重新公告。為掌握藉指針之制定推動機械之安全化以降低職災的情況，日本厚生勞動省進行了一項調查。調查結果顯示日本因機械所造成的職災（休工 4 天以上）自 2000 年至 2009 年約由 45,000 件下降至約 28,000 件。起因於機械佔全體職災的

比例也由約 32% 下降至約 26% (參見圖 6)。機械所造成的職災當中以動力搬運機為最高，其次為一般動力機械 (參見圖 7)。

2009 年分別針對機械製造者和使用者所做的問卷調查發現，和 2005 年相比，製造者對指針的認知度提升了 22 個百分點；依據指針實施風險評估的製造者也增加了 17 個百分點 (參見圖 8)。[7]

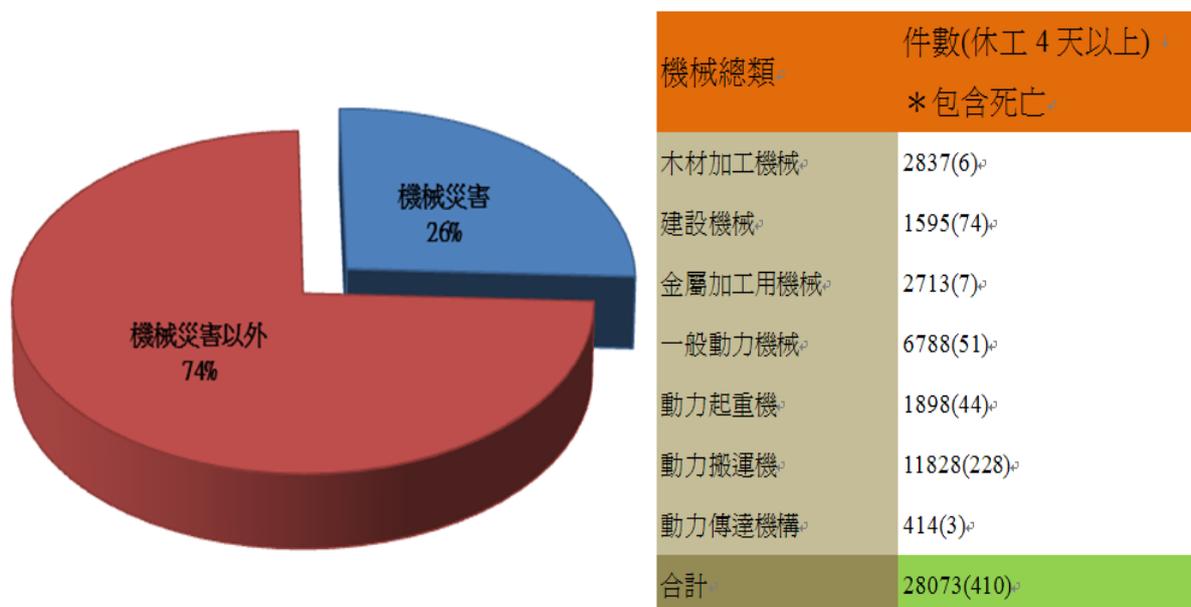


圖 7 2009 年勞動災害發生狀況

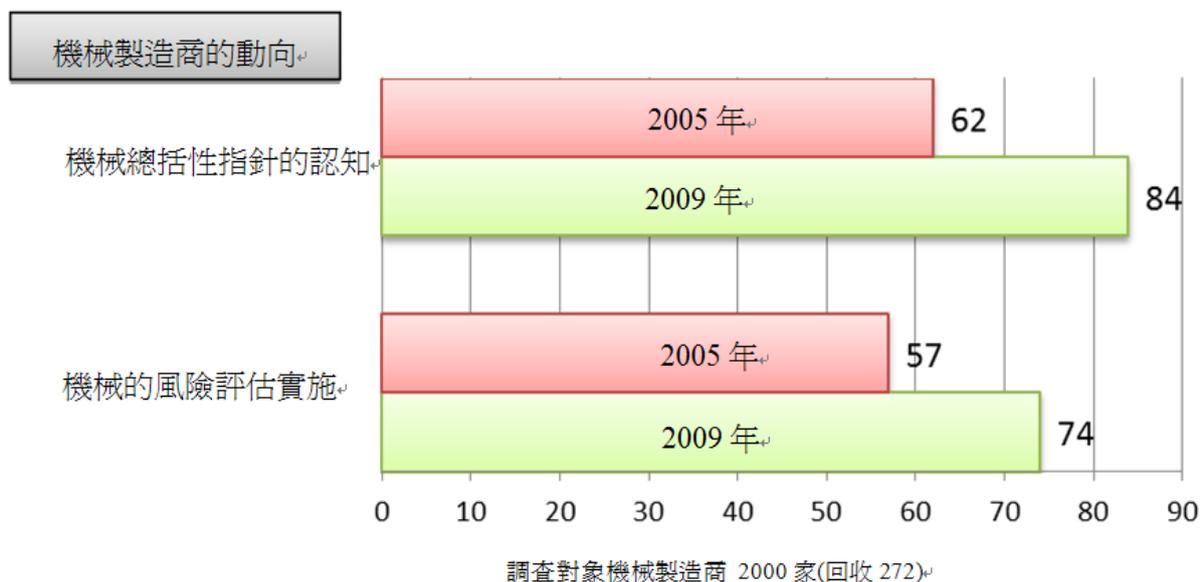


圖 8 日本機械製造端對指針之落實狀況

日本厚生勞動省雖然沒有依據指針實施對機械的認證，但透過以「努力義務」的形式要求製造者和使用者依據指針落實降低風險、提升機械的安全。未來日本厚生勞動省仍會持續推動機械災害防止策略以期更進一步的降低職業災害。

第二章 機械安全標準制訂建議

「職業安全衛生法」的修法將保護勞工的策略由要求機械設置者及使用者的「安全查察制」修訂為要求設計、製造者的「安全驗證制」。這項相當大的轉變其實是符合國際潮流的。同時，為了能確實與國際接軌，也必須考量導入國際安全標準。

第一節 國際安全標準的特色

機械相關之國際安全標準實源自歐盟(EU)的安全標準(EN)。國際標準組織(ISO)透過維也納協定(Vinna Agreement)移植了整個歐盟標準的架構。雖然歐盟的EN標準是以符合指令之技術規範為目的而制定，而國際標準ISO/IEC則是為了排除貿易障礙所制定的共同規則，但兩者仍有以下之共通特性。

國際機械安全相關標準的特色有：(1) 適用於所有的機械；(2) 由以可靠度為基礎的安全管理轉而為以確定的構造來構築安全；(3) 製造者負安全的責任。這三項特點和以往我國的安全相關標準有很大的不同。修訂前的「勞工安全衛生法」、「勞工安全衛生法施行細則」以及「勞工安全衛生設施規則」等均詳列必須遵守的安全規則。但是，歐盟的機械指令[4]則不以個別機械為對象，而是涵蓋機械類全體的總括性規範。適用於所有機械的安全要求被明列於「關於安全衛生的基本要求事項」(EHSRs：Essential Health and Safety Requirements)，而符合這些要求事項的技術手段則訂定於3層架構的EN標準。製造商可自行依需求引用相關標準來實施安全方策。

如前所述，國際標準ISO/IEC並非以符合歐盟的指令為目的，但ISO/IEC兩個組織在3層架構的標準上制定了「安全標準制定指針」(Safety aspects-Guidelines for their inclusion in Standards)，簡稱ISO/IEC Guide 51。這項安全指針將安全定義成沒有不能接受的風險(Freedom from unacceptable risk)，其內容有以下幾項特徵：(1) 安全乃由風險來定義之；(2) 要求實施風險評估(Risk Assessment)；(3) 揭示降低風險的方法論；(4) 階層構造的標準。由風險來定義安全的最大特徵就是一只要有危害源和人共存就不可能實現完全的安全。因此，安全必須靠降低風險來達成，而為了降低風險，必須先找出危害要因，並推估其引起傷害的可能性與傷害的嚴重程度。

由 ISO/IEC Guide 51 之內容可知，國際標準和歐盟的指令及標準對安全均採取 Risk Based Approach (RBA) 的立場，即一由製造者對設計中的機械，依實際使用狀態進行風險評估，並根據其結果引用相關標準來實施必要的安全方策，降低使用機械時的風險。而機械類的安全即由製造者於風險評估之一連串流程中以確定的構造來構築。

第二節 總括性機械安全指針的符合模式

本研究計畫引用去年相關研究計畫所制定之「總括性機械安全指針」[8]（以下以「機械安全指針」稱之），將其定位為涵蓋機械類全體的總括性規範。換言之，「機械安全指針」和歐盟的「機械指令」以及 ISO/IEC Guide 51，乃至日本的「機械の包括的な安全基準に関する指針」均以 RBA (Risk Based Approach) 的概念為基礎，指引降低風險的流程及方向，而由製造者自行引用相關安全標準。

機械安全指針和符合之技術手段，即一標準的關係與架構如圖 9 所示。由於機械安全指針之制定以 RBA 的概念為基礎，因此，適用機械安全指針即可落實職安法第五條之規定。又，職安法第七條雖然要求被指定的機械等，其構造、性能及安全防護必須符合安全標準，但若依圖 9 之架構，則法令只要強制其依循機械安全指針，確保安全的手段可由製造者依需求引用任意規格，即—A、B、C 類標準來達成。同樣的，職安法第八條要求被公告必須實施型式驗證的機械等，也只要查核其是否依循機械安全指針實施風險評估，並檢視其降低風險的方策是否具確定性之構造，即可驗證其妥當性。

如圖 9 所示，A、B、C 三類階層架構的標準是為符合強制規範的技術手段，屬於任意規格，其性格與「機械器具安全防護標準」或「勞工安全衛生設施規則」等各別項目之安全基準不同。在 3 層架構標準中，如果有個別產品安全標準（C 類標準）可供參酌，則可直接引用，但若沒有 C 類標準，可以就群組安全標準（B 類標準）或上位的基本安全標準（A 類標準）選擇參照適合（或必須適合）的條項，評估產品的安全性。

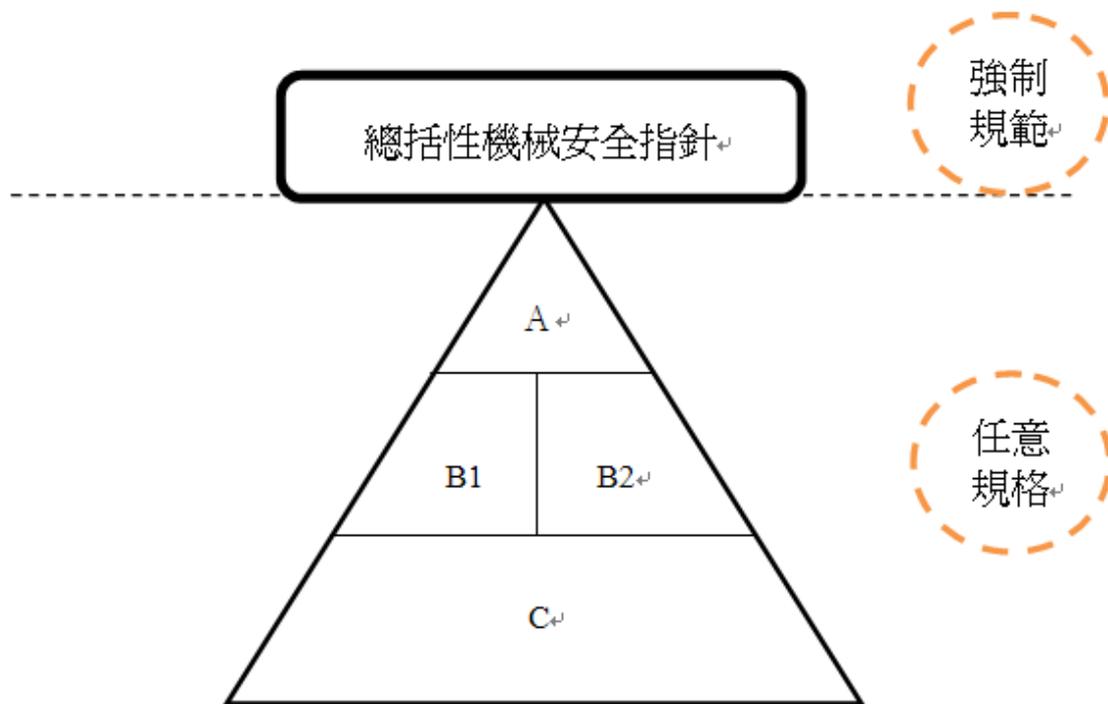


圖 9 機械安全指針的符合架構圖

第三節 群組安全標準之制定

將基於 RBA 理念所制定的「機械安全指針」定位為符合職安法之強制規範後，接下來還必須依「風險評估手冊」中圖 5-1 之架構，制定相關之基本安全標準及群組標準（B 類標準）。因為機械安全指針已納入 ISO 12100 及 ISO 14121 等 A 類標準之規範及精神，且本計畫亦將制定「機械設備安全設計之風險評估手冊」，故儘速制定完整之群組安全標準（B 類標準）方可提供製造者降低風險之方策及技術規格。

本研究蒐集歐盟標準（EN）、國際標準（ISO/IEC）、日本工業規格（JIS）以及我國國家標準（CNS）中依國際標準架構訂定之 B 類安全標準（B1/B2），並列出比較表（如附件二）。經由比對檢討，本研究提出增訂 B 類標準之建議（參照表 1）。這 19 項建議增訂的 B 類標準可能已有部分由經濟部標檢局列入制訂之工作計畫中，但本計畫仍由需求面之檢討提出建議，以期得以儘速完成。

群組安全標準是各類機械可廣泛適用的橫向標準，分為安全事項（B1）和安全裝置（B2）兩大項。B 類是涵蓋大範圍之機械類安全事項，而 B2 則是規範某一種安全裝置的標準。表 1 所列的 19 項標準是建議訂定的 B 類標準。

如附件二所示，B 類標準之訂定以歐盟最為完整，共計有 156 項，其次為 ISO/IEC，共 143 項。這兩大標準體系大部分重疊，如計入未重疊之部份，則 B 類標準總計有 167 項。日本的 JIS 完全由 ISO/IEC 轉換而來的有 68 項，我國則只有 36 項。若依前述建議再增訂 19 項，則 CNS 中的 B 類標準總數可達 55 項，大約可滿足落實機械安全指針安全規範所需之技術需求。

表 1 建議增訂之標準

項次	分類	ISO/IEC NO.	名稱
1	非預期啟動 防止 (B ₁)	ISO 14118 : 2000	Safety of machinery -- Prevention of unexpected start-up
2	防護具、護罩 (B ₂)	ISO 14120 : 2002	Safety of machinery -- Guards -- General requirements for the design and construction of fixed and movable guards
3	電氣機器 (B ₂)	IEC 60204-1 Ed 5.1 : 2009	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
4	控制裝置 緊急停止裝置 (B ₂)	ISO 13849-1:2006	Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems -- Part 1: General principles for design
5		ISO 13849-2 : 2003	Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems -- Part 2: Validation
6	安全距離 (B ₁)	ISO 13855 : 2002	Safety of machinery -- Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body
7	人體檢出裝置 (B ₂)	IEC 62046 : 2008	Safety of machinery – Application of protective equipment to detect the presence of persons
8	感壓性保護 裝置 (B ₂)	ISO 13856-1 : 2001	Safety of machinery -- Pressure-sensitive protective devices -- Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and

項次	分類	ISO/IEC NO.	名稱
			pressure-sensitive floors
9	健康、衛生 (B ₁)	ISO 14123-2 : 1998	Safety of machinery -- Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery -- Part 2: Methodology leading to verification procedures
10	噪音 (B ₁)	ISO 11201 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions -- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
11		ISO 11202 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions -- Survey method in situ
12	流體動力 (B ₁)	ISO 4413 : 1998	Hydraulic fluid power -- General rules relating to systems
13		ISO 4414 : 1998	Pneumatic fluid power -- General rules relating to systems
14	指示、標示 (B ₁ /B ₂)	IEC 61310-1 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals
15		IEC 61310-2 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 2: Requirements for marking
16		IEC 61310-3 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 3: Requirements for the location and operation of actuators
17	電氣機器 (B ₂)	IEC 60204-11 Ed 1.0 : 2000	Safety of machinery -- Electrical equipment of machines -- Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36kV

項次	分類	ISO/IEC NO.	名稱
18	人因工程 尺寸、身體能力 (B ₁)	ISO 7250 1 1996	Basic human body measurements for technological design
19	人因工程 熱、光 (B ₁)	ISO 7243 : 1989	Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)

第三章 機械安全驗證方案

新修訂之職業安全衛生法對機械安全的源頭管制策略分別訂定於第五條、第七條及第八條。管制策略分別為「…於設計、製造、輸入或…階段實施風險評估，致力防止…發生職業災害。」(第五條)；「…對於中央主管機關指定之機械…非符合安全標準者，不得產製運出廠場…」(第七條)；「…中央主管機關公告列入型式驗證之機械…非經…實施型式驗證合格及張貼標章，不得…」(第八條)。

由條文內容可知，源頭管制策略分為全面性及針對性兩大方向。前者為風險評估及致力於降低風險；後者則強制符合安全標準及型式驗證兩項要求。本章探討落實職安法之可行方案，並研擬安全查核表以供驗證符合性或建立驗證制度之所需。

第一節 落實源頭管制之策略

為落實職安法對機械安全源頭管制之策略，如第二章第二節所述，本計畫援引上一年度所制定之「總括性機械安全指針」以為符合職安法之依據。由於「機械安全指針」規範適用於所有機械之設計、製造階段機械安全化的一連串方策，因此依指針之規範執行，即可落實職安法第五條之規定。

第五條只要求實施風險評估及致力防止職災的發生兩項要求，沒有符合模式或查核規定，但因「機械安全指針」以 RBA 的概念為基礎，不但指引降低風險的流程及方向，並且要將實施之結果保留下紀錄，因此也很容易查核其符合性。

機械除了符合第五條之全面性要求之外，還可能被針對性的要求所規範。職安法第七條針對指定的機械要求其構造、性能及安全防護必須符合"安全標準"。但是，如第二章所述，國際安全標準和歐盟的機械指令以及日本的「機械の包括的安全基準に関する指針」均以 RBA 的立場，要求實施風險評估，並引用相關標準，以明確的構造再來降低風險，提昇使用機械時的安全。如圖 9 所示，雖然有多達 100 多項的 A、B、C 三類階層架構的國際標準，但卻只是達成降低風險的技術手段，而非強制規範。

在第一章及第二章所提及的標準的 3 階段架構中，確實也有針對個別機械或機械群所制定的 C 類標準，但設計、生產者仍可依自己的產品特性，或於 C 類標準內未規定時引用 A 類標準及 B 類標準。換言之，即使是 C 類標準，仍有可能需參照 A 類及

B 類標準方可有效降低風險，而是否需參照，或如何參照適用（或必須適用）的標準條項，則交由設計、製造者自行決定。

如前所述，由於 C 類標準之性格不同於「機械器具安全防護標準」或「勞工安全衛生設施規則」等技術基準，而仍是以 RBA 為基礎之降低風險技術手段。因此，機械產品是否符合職安法第七條之規定，仍可透過查核其是否依循「機械安全指針」來達成。查核方法說明於下一節。此時，指針的功能和前述的技術基準不同，仍是基於 RBA 的概念，指引降低風險，提昇安全之方案與策略。但符合指針可視為符合職安法之規定。

職安法第八條是本法中唯一對機械要求實施型式驗證的條文。唯，「驗證程序、項目、標準...等事項由中央主管另定之」。同樣的，基於 RBA 的概念，型式驗證仍可藉由查核機械是否符合「機械安全指針」來確認其妥當性。

第二節 安全驗證可行性

上一節針對職安法的 3 個規範機械安全的條文檢討落實源頭管制的實施方案。雖然 3 個規範各有所異，但我們可以確認都是基於 RBA 的概念，由製造者對設計中的機械，依實際使用狀態進行風險評估，並依據其結果引用相關標準來實施必要的安全方策，降低使用時的風險。所不同的是第五條無須接受查核，也無符合模式之規定；第七條雖然亦無需接受查核，但需申報登錄並張貼標示；第八條則必須經型式驗證並張貼合格標章。

本研究於上一節之討論中亦提出以「機械安全指針」做為查核依據之可行性。其理由為指針符合國際機械安全趨勢，即—①強制性要求只限於方向性；②如何達成可由製造者依需求是用任意規格。前者強制性要求即前述的 RBA 及降低風險的方策。後者之任意規格即為降低風險的技術手段，亦即—A、B、C 類國際安全標準。

依據上一節之討論，無論是全面性的機械安全要求（第五條）或針對性的要求（第七條、第八條），都可透過查核其是否依循「機械安全指針」實施風險評估，並檢視降低風險的方策是否依循指針，具確定性之構造即可。只是，未被指定的只要自行查核（第五條），而被指定的（第七條）則除自行查核，確認其妥適性後須申報登錄並張貼標示；被公告者（第八條）則需由驗證單位實施驗證並張貼合格標章。

不論是上述何種情況，製造者均必須依「機械安全指針」之規範，實施指針中四、～九、之規定，並依九、之規定製作技術文件。其中四、～七、各項規定只要依循本研究所提出之「風險評估手冊」進行即可符合要求，而「八、保護方案與策略的實施」則可依表 2「總括性機械安全指針」保護方案與策略符合性查核表」進行符合性之查核。因此，表 2 亦為技術文件之重要內容。同時，表 2 所列的參考資料（證明其符合性之相關設計資料或測試報告）亦必須列入於技術文件中。

對於有驗證需求之機械，只要驗證單位比對技術文件內容與實機，即可驗證其妥當性，而此實施程序完全與國際接軌，國內、外製造商不致增加負擔，故推動實施亦可減少阻力。

表 2 總括性機械安全指針保護方案與策略符合性查核表

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
本質安全的設計方案					
1	作業員可能會觸碰到的部位不可有銳邊、銳角或突起物。				
2	爲了防止作業員的身體被夾傷，對於機械的形狀、尺寸等以及機械的驅動力等應遵循下列所述規定：				
	(一) 對可能會夾傷的機械部位縮小至身體任何部位都無法進入的程度，或者加寬至不會夾傷的程度。				
	(二) 將驅動力降低至被夾到時不會傷害到身體的程度。				
	(三) 將動能降低至被撞擊時不會傷害到身體的程度。				
3	作業的位置設定在不需進入機械運動部位的作動範圍，或不需接近危害源，而在遠離該等區域範圍以外，或在遠離危害源的範圍來進行作業。（如進料、出料及加工等作業）				
4	爲了防止機械損壞，機械的強度應遵循以下之規定：				
	(一) 依據適當的強度計算，限制機械各部位的應力。				
	(二) 使用安全閥等過負荷防止機構，限制機械各部位的應力。				
	(三) 選擇材料時要考慮機械腐蝕、長時間使用的劣化以及磨耗				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	等因素。				
5	爲了防止機械倒塌，應考慮機械本身的動能、外部所施加的力量等因素以確保其安全性。				
6	爲了防止感電，對於機械的電氣設備，應採取保護手段以避免直接接觸以及間接接觸。				
7	採用不會產生噪音、振動、過熱的方法，或者對這些產生源採取可以降低的方法。				
8	將游離輻射、雷射光線等的放射能量限制在能達成機械的機能之最低限度。				
9	不使用或儘可能少量使用可能會引發火災或爆炸的物質。又，當可燃性氣體、易燃性液體等有引起火災或爆炸的可能性時，應採取措施以防止機械過熱、防止達到可能會導致爆炸的濃度，以及使用防爆構造的電氣機具等。				
10	使用無害或有害性較少的物質。				
11	爲了減輕作業員的身體負擔，或減少操作錯誤的發生，應依據以下規定考量人因工程：				
	(一) 機械可依照作業員的身材大小調整，使作業姿勢以及作業動作不會造成作業員過大的負擔。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(二) 機械的作動週期以及作業頻率，應避免造成作業員過大的負擔。				
	(三) 當一般的作業環境光線照度不足時，應設置照明設備以確保有足夠的照度可進行作業。				
12	爲了防止控制系統的不當設計而造成危害，控制系統應符合以下規定：				
	(一) 啓動應從控制系統的低位能狀態往高位能狀態變化。又，停止應從控制系統的高位能狀態往低位能狀態變化。				
	(二) 不可因內部動力能源的啓動或者因外部動力能源開始供給而造成啓動運轉。				
	(三) 當由機械的動力源中斷動力之供給，或因保護裝置之作動而停止時，即使機械復歸至可運轉的狀態，仍必須執行再啓動之操作才能開始運轉。				
	(四) 可程式控制裝置不論因故意或過失，都不應容易變更其程式。				
	(五) 應採取措施以防止因電磁雜訊的電磁干擾造成機械的誤動作，以及採取防止電磁能量放射(emission)的措施，以避免引發其他機械的誤動作。				
13	爲了防止安全上重要的機構或控制系統故障而導致危害，該機構或控制系統的零件以及構成品應使用可靠度高的物品，同時				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	在該機構或控制系統的設計上應考量採用非對稱故障模式的構成品、構成品的並聯化(redundancy)、使用自動監視等方策。				
14	爲了防止因錯誤操作而造成危害，操作裝置等應採取以下所定的措施：				
	(一) 操作部份等之規定如下所示—				
	1. 啓動、停止、運轉等控制模式的選擇應簡單容易。				
	2. 應可明確辨識，若有可能會造成誤認時，應視需求標上適當的標示。				
	3. 操作的方向要和機械的運動部份的動作方向一致。				
	4. 操作變數以及操作的阻力，應依操作對應實際的動作量。				
	5. 對於具有危險性或有害性之機械的運動部位，在沒有意圖的操作之下應無法進行操作。				
	6. 具有只有在操作操控部位時機械的運動部位才會作動之機能的操作裝置，當手離開操控部位等而停止操作時，機械運動部位應停止，同時其操控部位應馬上回到中間位置。				
	7. 對於像利用鍵盤來進行操作這種操作部份和動作之間沒有一對一的對應之操作，應明確地將被實行的動作顯示於顯示器，且可視需要在動作被實行之前將操作解除。				
	8. 在必要或預知可能會使用防護手套或者防護鞋等個人				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	用防護具時，應考慮到穿戴這些個人防護具進行操作時所造成的限制。				
	9. 緊急停止裝置等的操作部位的強度，應可承受執行操作時預期可能作用之負荷。				
	10. 為確認操作是否被適切的執行，應設置在操作位置即可明確以目視進行確認的表示裝置。				
	11. 應配置於可迅速且確實進行安全操作的位置。				
	12. 除了應配置於必須進行安全防護的區域（以下稱為「安全防護區域」）內的緊急停止裝置、教導盒等的操作裝置之外，應設置在該等區域之外。				
	(二) 啟動裝置等之規定如下所示—				
	1. 只有在意圖操作啟動裝置的情況下，機械才能啟動。				
	2. 具有複數啟動裝置，可讓複數的作業員從事作業的機械，如果有可能因任一方操作啟動裝置而造成另一位作業員的危害時，應考量採取限制操作單一啟動裝置可啟動的部份等以防止該等危害的發生。				
	3. 應設置於可以目視作業員有無進入安全防護區域的位置。當無法以目視確認時，應採取改變機械形狀以減少死角的措施，或者採取利用鏡子等可以間接目視該區域的手段。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(三) 機械的運轉控制模式之規定如下所示—				
	1. 對於在不同保護方策或是作業步驟不同的並聯運轉模式之下所使用的機械，應可固定於個別運轉控制模式的位置，且要具備鑰匙開關(key switch)、密碼等防止非意圖切換模式的裝置。				
	2. 爲了進行設定、教導、工程的切換、清潔、維護檢點等作業而需在拆除護罩、或解除保護裝置等情形下讓機械運轉所使用的運轉模式應該具備以下的機能：				
	(1) 除了選擇的模式之外，其他的運轉模式無法作動。				
	(2) 對於有危險性或有損性的運動部份，只有在持續操作使能裝置(enabling device)、按轉控制裝置(hold-to-run control device)或者兩手操控裝置的情況下才可作動。				
	(3) 當需要進行連續動作時，有危險性或有損性的運動部份的動作，可採低速動作、低驅動力動作、寸動動作或者是階段的操作來執行作動。				
	(四) 執行一般停止之裝置其規定如下所示—				
	1. 停止命令應優先於運轉命令。				
	2. 對於組合複數的機械使其連動運轉的機械，當停止任何一方的機械運轉時，若其他機械持續運轉會有增加風險				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	之虞時，應有使其他機械也會同時停止的構造。				
	3. 在各操作部份中，應設有可停止部份運轉或者是機械全部停止運轉的控制裝置(switch etc.)。				
15	爲了防止在維護檢點作業中發生危害，須採取以下措施：				
	(一) 機械零件以及構成品中、在安全上有必要在適當的週期內進行檢點者、依作業內容必須進行更換或者是易磨耗或易劣化者，其維護檢點作業 應該使其安全且易於執行。				
	(二) 維護檢點作業應使其依照以下所規定的順序來進行—				
	1. 設置成不用拆除防護罩、不用解除防護裝置以及不用進入安全防護區域就能進行作業。				
	2. 當需要拆除防護罩或解除防護裝置，或者必須進入安全防護區域進行作業時，應在讓機械停止運轉的狀態下進行。				
	3. 當無法在機械停止運轉的狀態下進行時，應採取十四、(二)的 2 所規定的措施。				
安全防護					
16	安全防護是指對安全防護區域設置固定式護罩、附互鎖裝置的				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	可動式護罩等的護罩，或者是光電式安全裝置、兩手操控裝置等的保護裝置，來進行安全防護的方法。				
17	安全防護區域應考慮到下列規定以決定之：				
	(一) 造成機械性的危險或者有害性的運動部位，其動作的最大區域。				
	(二) 對於機械性的危害源，當作業員身體的一部份進入到最大動作區域內時，對應進入之身體部位，為了防止發生被夾等的危害而必須確保的空間。				
	(三) 對應設置之護罩的形狀或保護裝置的種類，為了使該護罩或保護裝置的機能可以有效的發揮而必須確保之必要的距離所需的區域。				
	(四) 其他機械週邊曝露於危險性或有害性之區域。				
18	護罩或者保護裝置應對應作業員與機械相關連的作業，並依據下列規定來設置：				
	(一) 對動力傳導部位進行安全防護時，應設置固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩。				
	(二) 對動力傳導部位以外的運動部位進行安全防護時，應遵循下列所示的規定—				
	1. 在機械正常運轉的情況下沒有必要進入安全防護區域時，在該安全防護區域的周圍應全部以固定式護罩、附				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	互鎖裝置的可動式護罩等的護罩圍起來，或設置光電式安全裝置、感壓墊等當感應到人體部位進入時便可停止機械的保護裝置。				
	2. 機械正常運轉的狀態下必須進入安全防護區域，且藉由停止具危險性或有害性之運動部份的動作而進行安全防護時，應依下列規定：				
	(1) 安全防護區域的周圍除了作業員的身體之一部份可以進入之必要的開口部以外，其他地方應設置固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩等的護罩，或光電式安全裝置、感壓墊等當感應到人體部位進入時便可停止機械的保護裝置。				
	(2) 開口部應設置附互鎖裝置的可動式護罩、自動封閉式護罩等的護罩或是光電式安全裝置、兩手操控裝置等保護裝置。				
	(3) 對於作業員可通過開口部而全身進入安全防護區域時，該安全防護區域應設置可感測作業員的裝置。				
	3. 機械正常運轉的狀態下必須進入安全防護區域，且藉由停止具危險性或有害性之運動部位的動作而進行安全防護對作業的遂行不適切時，應設置可調整式護罩（可全體調整或者具有可調整部份的護罩）將該運動部位的露				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	出範圍縮減至最小限度。				
	(三) 使用油、空氣等流體時而有可能會因為軟管內的高壓導致流體噴出而造成危害時，應在軟管會有損傷之虞的部份設置防護包覆。				
	(四) 當有造成感電之可能時，應將充電部份包圍起來或覆蓋上絕緣物。護圍應以鑰匙或工具，或必須將充電部位斷電否則無法打開。				
	(五) 如因接觸到機械的高溫或低溫部位而可能會造成危害時，應在該高溫或低溫的部位設置護罩。				
	(六) 如有噪音或者振動會造成危害時，應使用吸音性的遮蔽罩、消音器、有彈性的墊片等來防止噪音的發生或降低振動。				
	(七) 若有輻射而造成危害之虞時，應該採取遮蔽會產生輻射的部份等降低外洩輻射量的措施。				
	(八) 有害物質以及粉塵造成危害之虞時，應密封有害物質等的散發源，或採取設置排氣裝置等降低對有害物質曝露的措施。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(九) 加工物如果有從機械掉落或者噴出之虞時，應該採取措施以封閉或攔阻該加工物。				
19	防護罩、護罩之規定如下所示：				
	(一) 護罩應符合下列所示之規定—				
	1. 作業員可能會觸碰到的部位不可有銳邊、銳角或突起物。				
	2. 應有足夠的強度，且使用不易腐蝕、劣化的材料。				
	3. 對於開關的絞鍊、滑動部位等的可動部或固定部位應有足夠的強度，能承受反復動作等，且應採取防鬆脫或防掉落的措施。				
	4. 應以焊接或是必須使用工具才能拆卸的螺栓加以固定。				
	(二) 如需在護罩設置能讓製品通過的開口部時，應依下列所示之規定—				
	1. 開口部份的大小應盡可能維持最小限度。				
	2. 當作業員身體的一部份可能通過開口部而到達機械的最大動作區域時，應設置如隧道型防護罩(tunnel guard)等構造物來防止該作業員身體進入最大動作區域，或者採如「總括性機械安全指針」附件 C 中，三、(二)的 2 之(2)(3)所示之措施。				
	(三) 可動式護罩應遵循以下所示之規定—				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	1. 可動式護罩沒有完全關閉時，具危險性或有害性的運動部位不得作動。				
	2. 可動式護罩關閉時，具危險性或有害性的運動部位不得自動開始作動。				
	3. 沒有鎖固機構（指危險性或有害性的運動部位在作動時，護罩無法開啓的固定機構。以下同）的可動式護罩，當其被打開時，正在動作中的危險性或有害性的運動部位應立即停止動作。				
	4. 附有鎖固機構的可動式護罩在危險性或有害性的運動部位的動作尚未完全停止前，護罩無法被打開。				
	5. 危險性或有害性的運動部位停止動作後，必須要經過一定時間才能打開的可動式護罩，其一定時間之設定必須要比該運動部位的動作停止所需的時間還長。				
	6. 鎖固機構不得輕易被無效化。				
	(四) 調整式護罩應不須使用特殊工具就能進行調整，而且可以在特定的運轉中覆蓋安全防護區域，或應盡可能包覆該安全防護區域。				
20	保護裝置應符合下列所示之規定：				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(一) 對應使用條件，應有足夠的強度以及耐久性。				
	(二) 具高可靠性。				
	(三) 不可容易被無效化。				
	(四) 應設置成不用拆卸即可進行更換、清潔、加油以及調整等作業。				
21	因為蓄積於機械的能量、位能、機械的故障或誤動作或誤操作等而使得機械運動部位不能持續維持於停止狀態就可能會造成風險的增加時，應裝設可以讓該運動部位持續維持於停止狀態的機械性拘束裝置。				
22	固定式護罩之外的護罩以及保護裝置的控制系統應遵循下列所示之規定：				
	(一) 符合「總括性機械安全指針」附件 B 的 12.以及 13.所規定之事項。				
	(二) 只有在作業員的安全得到確認時，才可以讓機械運轉。				
	(三) 以危險性或有害性等的調查結果為基礎，依該控制系統所要求之降低風險的效果，適切的使用設計方策以及構成品。				
附加保護措施					

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
23	應附加緊急停止的機能。緊急停止裝置應符合以下所示之規定：				
	(一) 可明確以目視辨認，且設置必要的數量於可以馬上操作的位置。				
	(二) 當操作時，其功能之實施應優先於機械所有其他運轉模式之機能，且不會增加風險的產生，而盡可能的將機械迅速停止。又，因應需求，使保護裝置開始作動或使其處於可以作動之狀態。				
	(三) 停止命令應持續到解除為止。				
	(四) 僅限於在實施既定的解除操作時，才可解除緊急停止狀態。				
	(五) 即使解除之後也不可馬上再啟動。				
24	應具備可讓被機械夾住或捲入而受困的作業員脫離或施以救助的措施。				
25	應具備可以遮斷機械的動力源，以及可以去除機械積蓄的能量或清除殘留能量的措施。遮斷動力能源應依以下之規定：				
	(一) 可以遮斷所有的動力源。				
	(二) 動力能源的遮斷裝置應可以清楚地識別。				
	(三) 當從動力能源之遮斷裝置的位置無法目視到作業中的作業員等必要之情形時，遮斷裝置應可以在遮斷動力能源的狀態				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	下上鎖。				
	(四) 在遮斷動力能源後，機械如仍有蓄積能量或者殘留能量時，應使該能量在不會對作業員產生危害的狀態下將其除去。				
26	爲防止機械搬運時的危害，應採取裝設吊掛的吊鉤等附屬裝置等的措施。				
27	爲防止墜落、滑倒、絆倒等，應遵循以下之規定：				
	(一) 高處作業等而有墜落等之虞時，應設置作業平台，且在該作業平台的四周設置扶手欄杆。				
	(二) 當有可能在移動時發生滾落之虞時，應設置安全的通路或階梯。				
	(三) 當在作業地面有發生滑倒或者絆倒之虞時，應施以地面防滑措施。				
使用資訊之內容與提供的方法					
28	使用上的資訊之內容應包含下列所規定的事項，以及其他爲了可以安全使用機械的通知或應該警告的事項。				
	(一) 製造者等業者的名稱以及住址。				
	(二) 型式或者製造號碼等可以特定機械的資訊。				
	(三) 機械規格以及構造的相關資訊。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(四) 機械的使用等之相關資訊—				
	1. 意圖使用的目的以及方法（包含機械的維護檢點等相關資訊）。				
	2. 搬運、設置、試車等機械在開始使用時之相關資訊。				
	3. 解體、報廢等機械在停止使用時之相關資訊。				
	4. 機械發生故障、異常等狀況下的相關資訊（包含機械維修後的再啟動之相關資訊）。				
	5. 在合理可預見的錯誤使用以及禁止的使用方法。				
	(五) 安全防護以及附加保護方策的相關資訊—				
	1. 目的（防護對象之危險性或有害性）。				
	2. 設置位置。				
	3. 安全機能及其構成。				
	(六) 機械的殘留風險等的相關資訊—				
	1. 製造者等的保護方策所無法除去或降低的風險。				
	2. 因特定用途或使用特定附屬品所可能產生的風險。				
	3. 使用機械的事業單位應該要實施的安全防護、附加保護方策、作業人員的教育、使用個人防護具等保護方策的內容。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	4. 意圖使用下所處置或被放出之化學物質等的物質安全資料表。				
29	使用上的資訊之提供方法應依以下所示規定或以其他適切的方法：				
	(一) 標示、警告標誌等的黏貼，應依以下所示之規定—				
	1. 應張貼在可能會發生危害的場所附近的機械內部、側面或上方等適當的場所。				
	2. 在機械壽命期間內應要能明確地判讀。				
	3. 不可容易脫落。				
	4. 標示或者警告標誌應符合以下所示之規定—				
	(1) 說明危害的種類以及內容。				
	(2) 指示禁止事項以及應該進行的事項。				
	(3) 應明確並可馬上理解。				
	(4) 可以再次提供。				
	(二) 警報裝置應符合以下所示之規定—				
	1. 因應需求設置使用聽覺信號或者視覺信號之警報。				
	2. 應設置在機械內部、側面、上方等適當的場所。				
	3. 在機械啓動或者超過速度時發出警告所使用的警報裝置應符合以下所示之規定—				
	(1) 預測危險的發生，在危險發生前就要發出警告。				

編號	項目	符合	不符合	不適用	備註(引用標準及測試報告數據)
	(2) 不可曖昧不明。				
	(3) 應能確實的認識或感知，且可與其他信號做出區別。				
	(4) 警告不可容易產生感覺上的習慣性。				
	(5) 發出信號的部位應容易進行檢點。				
	(三) 使用說明書等文書資料的交付，應符合以下所示之規定—				
	1. 在機械本體交貨時或者在交貨以前的適切時期提供。				
	2. 具有維持字體可以判讀的耐用性，直到機械報廢為止。				
	3. 盡可能地以簡潔並容易理解的方式來陳述內容。				
	4. 可以再次提供。				

第三節 技術文件

機械於設計階段必須依循「機械安全指針」之規範，實施風險評估並採取適當的安全保護方策，以降低使用此等機械時之風險。依據指針第九點之要求，從評估風險到安全保護方策的實施這一整個過程必須加以文件化。文件化的意義在於為機械安全確保的合理性及明確性留下證明，以便於必須提出安全證明時，例如驗證機械之安全時得以查核。

文件化必要性整理如下：

一、當機械設備使用者或公務部門要求提供確保機械設備安全性之說明要求時，可以滿足其要求。

留下證據以向第三者驗證單位證明已正確實施風險評估，且機械為安全的機械。

二、對機械所實施的保護方策尚無法完全去除的殘餘風險得以明確化，並據以確實的將使用上的資訊傳達給使用者。

三、提供機械修改、改造或以後實施機械風險評估時的參考，亦即成為公司的智慧(知識)財產。

技術文件的具體內容至少應包含「機械安全指針」附件 E 所揭示的內容。另外，實施風險評估的紀錄可參考「機械設備安全設計之風險評估手冊」所提供的表單等來製作。以下為技術文件項目的範例，配合前述「風險評估手冊」的表單，將下列事項一併明列即可完成風險評估的文件化。

另外，前一節提到的「機械安全指針」符合性查核表也應列為技術文件之內容，尤其是證明符合規範所需的相關圖面、規格書以及測試報告書等，可以附件的方式提供。

[記載於技術文件的項目範例]

- (1) 實施風險評估的日期(期間)、實施負責人、實施者
- (2) 機械設備的名稱、型式(可特定機械設備時)
- (3) 機械設備的機能以及構造上的特徵
 - a. 機械設備的機能規格
 - b. 機械設備的安全性要求規格
 - c. 機械設備的設計規格(包含預期負荷、強度、安全係數等)
 - d. 記載於使用說明書上的機械設備使用方法
 - e. 合理可預見的錯誤使用
 - f. 機械設備的壽命週期
- (4) 機械的限制規格指定和危害源的辨識結果
 - a. 機械的限制規格(人員方面)
 - b. 機械的限制規格(設備方面)
 - c. 辨識的危害源、風險
- (5) 推估風險和風險的評價結果(也包含風險的再推估、再評價的結果)
 - a. 推估風險的結果
 - b. 風險評價的結果
 - c. 用以判斷所依據的基準類、規格類、數據來源(包含有實績的類似機械設備之保護政策)
 - d. 可以保證使用數據之信賴性的資料
- (6) 所採取的保護方策(風險降低對策)
 - a. 對於辨識的危害源實施風險消除或降低風險等的詳細內容
 - b. 剩餘風險的內容(使用上的資訊)，以及通知使用者(機械作業員等)的內容以及方法
- (7) 最終判定
 - a. 判斷是否有降低至適當降低風險等級的最終判定結果

第四章 結論與建議

第一節 結論

- 一、 勞動部(原勞委會)新修訂的「職業安全衛生法」之立法精神將原本屬於末端管理的"安全查察制"修改為源頭管制的"安全驗證制"符合國際潮流。藉此，可由機械的安全性能來大幅提昇作業安全，而非只靠操作者的技能熟練度或注意力。
- 二、 為落實「職業安全衛生法」，本研究參酌歐盟、日本等安全先進國，基於其 RBA (Risk Based Approach) 之理念，制訂「總括性機械安全指針」以為符合新法之依循。指針中之各項安全規範與要求同時可做為驗證之符合要項，確實要求設計、製造者依循而有效降低機械危害，且驗證之實施程序完全與國際接軌，不致對國內外製造商造成額外的負擔，故推動之阻力亦可低減。
- 三、 為利國內（不熟悉國際機械安全規範）之廠商於設計、製造階段實施風險評估，本研究制訂「機械設備安全設計之風險評估手冊」，提供明確的風險評估流程及評估工具與範例。機械等的製造者依據本手冊實施風險評估即可符合職業安全衛生法第五條第一項之規定，同時也符合「總括性機械安全指針」之規範。
- 四、 三階層架構之國際安全標準提供了降低風險之方策及技術規格。本研究經比對檢討後提出增訂 19 項 B 類標準之需求以利安全設計之所需。
- 五、 「職業安全衛生法」對機械安全源頭管制之策略分為全面性及針對性兩大方向，前者為風險評估及致力於降低風險；後者為強制要求符合安全標準及型式驗證。本研究所研擬訂定之「總括性機械安全指針」提供了前述兩大方向之落實的可行，同時也與國際潮流相符，應可做為未來推動之依循。

第二節 建議

- 一、 新修訂之「職業安全衛生法」以源頭管制之策略欲提昇機械本身的安全性而達致降低職災之目的。此點確實符合國際潮流，然因條文無法對細部之符合模式做規範，故建議以本研究所提出基於 RBA 概念之「總括性機械安全指針」為實施之依循，將可同時與國際接軌。

- 二、為能滿足落實「機械安全指針」安全規範所需之技術需求，應儘速制定相關群組安全標準。尤其是本研究所提出之 19 項 B 類標準若完成訂定即可大致滿足安全設計之所需。
- 三、視推動時程辦理相關研習會並建制安全鑒核員資格認證制度以培養相關專業人才。

參考文獻

- 【1】 行政院勞工委員會。職業安全衛生法；2013
- 【2】 行政院勞工委員會。勞動檢查年報；2013
- 【3】 Council of the European Union. Machinery Directive 89/392/EEC.
- 【4】 Council of the European Union. Machinery Directive 98/37/EC.
- 【5】 ISO/IEC.SIO/IEC Guide 51 : Safety aspects-Guidelines for their inclusion in Standards ; 1999.
- 【6】 日本厚生労働省。機械の包括的安全基準に関する指針；2007
- 【7】 首藤俊夫，“国際安全規格に基づく安全性確保の構築に向けて我が国の課題”，安全工学 V10.45, No. 5, 2006, pp. 288-295
- 【8】 行政院勞工安全衛生研究所。機械設計安全基準與風險控制研究；2012

誌謝

本研究計畫參與人員除本所沈副研究員育霖、趙助理研究員子豪外，另包括國立高雄第一科技大學許教授宏德及林澤民同學等人。研究報告承蒙(財)安全衛生技術中心黃副總經理建彰、昕光公司林顧問榮政、(財)精密機械研發中心廖經理俊雄等的大力指正，謹此敬表謝忱。

附件一、總括性機械安全指針

總括性機械安全指針

一、緣由與目的

有鑑於機械、設備、器具等於設計、製造階段如未能事先評估其危害性及風險，並採取本質安全之設計或利用安全裝置等防阻危害之發生等措施，則可能於使用時導致末端作業產生難以避免之災害。勞委會基於國際勞動組織的公約與提昇國內機械、設備之安全，持續降低我國職業災害的需求，新修訂「職業安全衛生法」，將原本屬於末端管理的「安全查察制」修改為源頭管制的「安全驗證制」。

「職業安全衛生法」中第五條明定設計、製造或輸入者應於設計、製造或輸入階段實施風險評估，致力防止此等物件於使用時發生職業災害。又，同法第七條規定被指定之機械、設備或器具其構造、性能及防護非符合安全規範者，以及第八條公告列入型式驗證之機械、設備或器具非經驗證合格者，不得產製運出廠場、輸入、租賃、供應或設置。

爰此，為提供設計、製造階段機械安全化之規範，訂定可適用於所有機械的安全確保方案與策略之基準，乃制定本「總括性機械安全指針」，以為降低風險、確保安全之依循。

二、適用範圍

本指針以起因於機械之危害源(hazard)為對象，規範機械之設計、製造、改造等或輸入（以下合稱「製造等」）所應遵循之事項。所有符合本指引所定義之「機械」均應符合本指針之規範，尤其是中央主管機關依「職業安全衛生法」第七條及第八條所指定或公告之機械。但，不被中央主管機關列入應經型式驗證之機械則不強制要求符合本指針。

前述不需型式驗證之機械仍應盡可能依本指針之規範設計、製造機械，致力降低機械所引起之災害。

三、用語釋義

本指針所使用的用語之意義如下所示：

- (一) **機械**：由被連結的構件或零組件所組成且具備或預計會結合驅動系統之組合物，其中至少有一可動之機構，而其組合乃為了某一特定目的。

- (二) **危險性或有害性**：造成職業災害負傷或健康障礙(harm / injury)之原因的部
位，又稱為危害源(hazard)。
- (三) **保護方策（方案與策略）**：於機械設計之初，為了降低（含去除危險性或有
害性，以下同）機械的風險（危害發生的可能性與危害之嚴重程度之組合，
以下同）所採取的措施。其內容含本質安全的設計方案與策略、安全防護手
段的實施、附加的保護方案以及使用資訊的提供等。
- (四) **本質安全的設計方策**：不使用護罩或保護裝置（指裝設於機械上，可單獨或
與護罩結合使用以降低風險的裝置，如光柵、雙手操作裝置等）而以變更設
計來改變機械特性，消除危害源而達到保護目的之方案與策略。
- (五) **安全防護**：使用護罩或保護裝置的保護方案與策略。
- (六) **附加保護方策**：為了迴避會造成職業災害的緊急情況所採行之保護方案與策
略（限本質安全設計、安全防護以及使用資訊以外的手段）。
- (七) **使用資訊**：為能確實安全且正確的使用機械，製造者在機械上黏貼標識、警
告，或設置信號裝置或警報裝置等，或以交付使用說明書等手段所提供的指
示事項等的資訊。
- (八) **殘餘風險**：在採取了保護方策後還殘存的風險。
- (九) **機械的意圖使用**：製造者依設計之功能所預設且明列於使用資訊之機械的使
用方式，含設定、調整、教導(teaching)、工程切換、運轉、清潔、維護保養
等。
- (十) **合理可預見的錯誤使用**：非依製造者之意圖的使用，但容易由可預見之人的
舉動所採行之使用方式。

四、製造者實施風險評估與防護檢討

進行機械的製造等的相關人員在製造等之階段，應對製造等的機械查核其相關之危險性或有害性，並基於查核結果採取必要措施。執行上述查核及措施時應實施的事項如下：

- (一) 確定與機械之限制（含使用上、空間上以及時間上的限制及範圍等）有關的規格

- (二) 辨識與查核作業人員在進行與機械有關的作業時之危險性或有害性（即找出並確認與附件 A 所例舉之起因於機械的危害源相同的事項）
- (三) 對(二)所辨識出來的各個危險性或有害性進行風險評估，並檢討是否已將風險降低到適當的程度
- (四) 檢討並實施保護方案與策略以降低風險

以上 4 個事項的實施應針對所辨識出來的各個危險性或有害性，依附圖所示的流程與步驟反復進行。

五、基於機械之限制考量規格

進行機械的製造等的相關人員必須依以下所列各項機械的限制，訂定相關的規格。

- (一) 機械的意圖使用、合理可預見的錯誤使用、作業人員的經驗、能力等使用上的限制
- (二) 機械的動作、設置、維護檢點等所必要的範圍之空間上的限制
- (三) 機械、其構成品以及零組件的壽命等之時間上的限制

六、危險性或有害性的辨識

進行機械的製造等的相關人員必須針對以下所列，存在於與機械相關的各項作業中之危險性或有害性，參照附件 A 所例舉的各事項，進行危害辨識。

- (一) 機械在意圖的使用下所進行的作業
- (二) 搬運、設置、試車等機械在開始使用時相關的作業
- (三) 解體、報廢等機械在停止使用時相關的作業
- (四) 機械發生故障、異常等狀況下的作業
- (五) 機械在合理可預見的錯誤使用下所進行的作業
- (六) 使用機械的作業者以外的人員（限合理可預見的人員）接近機械之危害源時

七、風險的評量

進行機械的製造等的相關人員必須針對前（第五）項所辨識的各個危險性或有害性，考量其負傷或疾病的嚴重程度以及其發生的可能程度，評量其風險，並檢討風險是否已降低到適當的程度。

評量風險時應依各個危險性或有害性所最可能發生的負傷或疾病的嚴重程度來評估，並應留意即使發生的可能性低，仍應考量其可預見的最嚴重的負傷或疾病。

八、保護方案與策略的實施

進行機械的製造等的相關人員應依據第四至第六項的實施結果，除必須遵循法規所規定的要求事項外，針對被判斷風險尚未降低到適切程度的危險性或有害性，依以下的優先順序，檢討機械的保護方案與策略，並實施之。

- (一) 依據附件 B 所定的方法或其他適切的方法進行本質安全設計方案與策略
- (二) 依據附件 C 所定的方法或其他適切的方法進行安全防護以及依據附件 D 所定的方法或其他適切的方法進行附加保護方案與策略
- (三) 依據附件 E 所定的方法或其他適切的方法，在機械交付於使用者時提供使用上的資訊

在上述的檢討當中，對於必須適切運用本質安全設計方策、安全防護及附加保護方策的地方，不可以以提供使用資訊來取代。

此外，實施保護方案與策略時，必須注意不可發生新的危險性或有害性或不可提高其風險。萬一因為實施保護方案與策略而有上述情形發生時，必須將該風險降低。

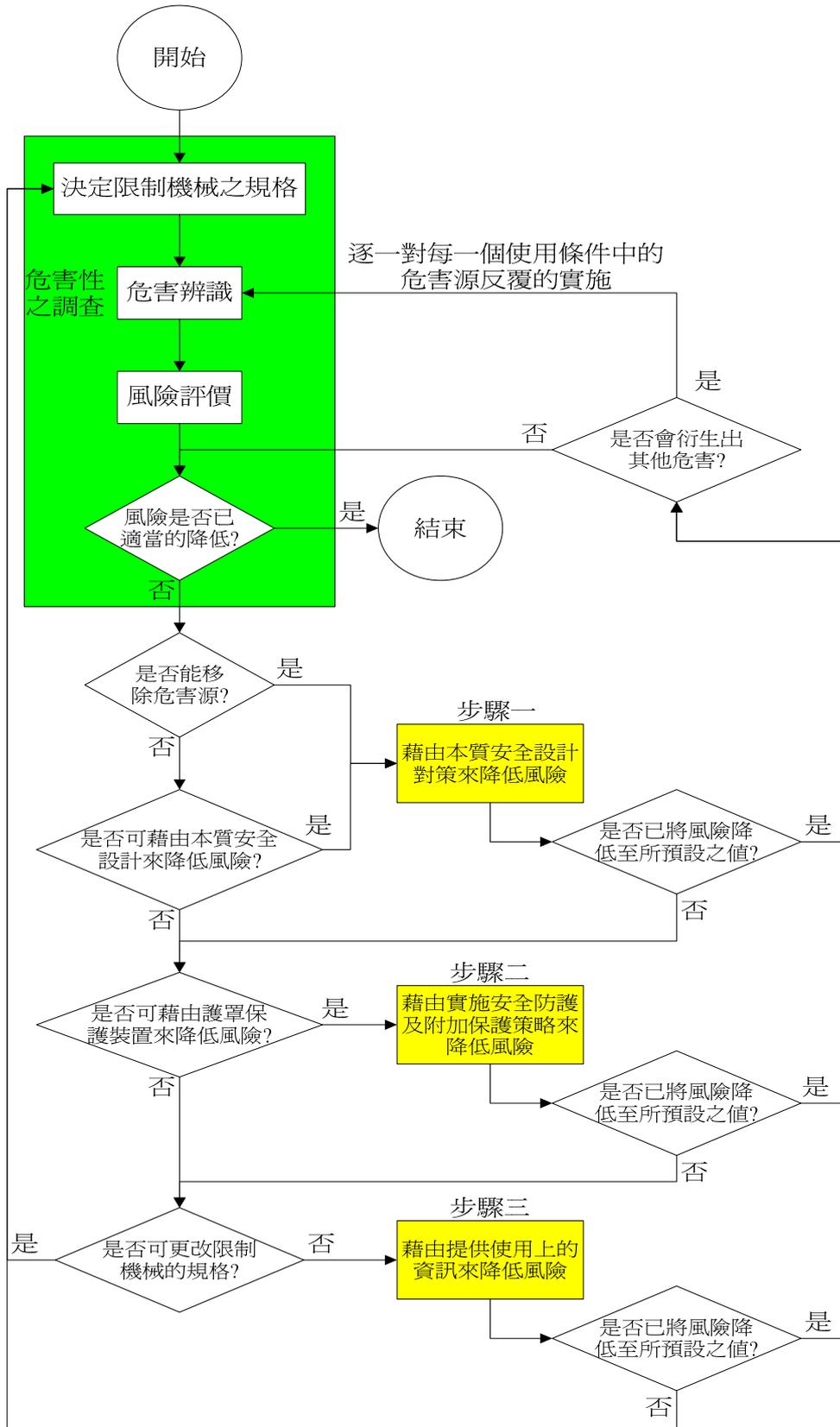
九、技術文件

進行機械的製造等的相關人員對製造等的機械查核其相關之危險性或有害性，並基於查核結果採取必要措施後，應將實施結果依以下所示事項加以記錄。

又，若因規格或構成品（零組件）的變更使得機械的條件或狀況與記錄內容發生差異時，應迅速更新記錄。

- (一) 危害辨識所確認的危險性或有害性
- (二) 評量的風險
- (三) 實施的保護方案與策略以及殘留的風險

[附圖]機械製造者評估風險與降低風險之流程



[附件 A] 機械的危害源

- 一、 機械性的危害
- 二、 電氣性的危害
- 三、 熱的危害
- 四、 噪音所引起的危害
- 五、 振動所引起的危害
- 六、 輻射所引起的危害
- 七、 材料及物質所引起的危害
- 八、 機械於設計時忽略人因工程所引起的危害
- 九、 滑倒、跌倒以及墜落的危害
- 十、 危害源的組合所造成的危害
- 十一、 與使用機械的環境有關的危害

[附件 B] 本質安全的設計方案與策略

- 一、 作業員可能會觸碰到的部位不可有銳邊、銳角或突起物。
- 二、 爲了防止作業員的身體被夾傷，對於機械的形狀、尺寸等以及機械的驅動力等應遵循下列所述規定：
 - (一) 對可能會夾傷的機械部位縮小至身體任何部位都無法進入的程度，或者加寬至不會夾傷的程度。
 - (二) 將驅動力降低至被夾到時不會傷害到身體的程度。
 - (三) 將動能降低至被撞擊時不會傷害到身體的程度。
- 三、 作業的位置設定在不需進入機械運動部位的作動範圍，或不需接近危害源，而在遠離該等區域範圍以外，或在遠離危害源的範圍來進行作業。例如，對機械之進料（加工物的供給）作業、出料（自機械取出）作業，或加工等作業之自動化或機械化。
- 四、 爲了防止機械損壞，機械的強度應遵循以下之規定：
 - (一) 依據適當的強度計算，限制機械各部位的應力。
 - (二) 使用安全閥等過負荷防止機構，限制機械各部位的應力。
 - (三) 選擇材料時要考慮機械腐蝕、長時間使用的劣化以及磨耗等因素。
- 五、 爲了防止機械倒塌，應考慮機械本身的動能、外部所施加的力量等因素以確保其安全性。
- 六、 爲了防止感電，對於機械的電氣設備，應採取保護手段以避免直接接觸以及間接接觸。
- 七、 採用不會產生噪音、振動、過熱的方法，或者對這些產生源採取可以降低的方法。
- 八、 將游離輻射、雷射光線等（以下稱爲「輻射線等」）的放射能量限制在能達成機械的機能之最低限度。
- 九、 不使用或儘可能少量使用可能會引發火災或爆炸的物質。又，當可燃性氣體、易燃性液體等有引起火災或爆炸的可能性時，應採取措施以防止機械過熱、防止達到可能會導致爆炸的濃度，以及使用防爆構造的電氣機具等。
- 十、 使用無害或有害性較少的物質。

十一、爲了減輕作業員的身體負擔，或減少操作錯誤的發生，應依據以下規定考量人因工程：

- (一) 機械可依照作業員的身材大小調整，使作業姿勢以及作業動作不會造成作業員過大的負擔。
- (二) 機械的作動週期以及作業頻率，應避免造成作業員過大的負擔。
- (三) 當一般的作業環境光線照度不足時，應設置照明設備以確保有足夠的照度可進行作業。

十二、爲了防止控制系統的不當設計而造成危害，控制系統應符合以下規定：

- (一) 啓動應從控制系統的低位能狀態往高位能狀態變化。又，停止應從控制系統的高位能狀態往低位能狀態變化。
- (二) 不可因內部動力能源的啓動或者因外部動力能源開始供給而造成啓動運轉。
- (三) 當由機械的動力源中斷動力之供給，或因保護裝置之作動而停止時，即使機械復歸至可運轉的狀態，仍必須執行再啓動之操作才能開始運轉。
- (四) 可程式控制裝置不論因故意或過失，都不應容易變更其程式。
- (五) 應採取措施以防止因電磁雜訊的電磁干擾造成機械的誤動作，以及採取防止電磁能量放射(emission)的措施，以避免引發其他機械的誤動作。

十三、爲了防止安全上重要的機構或控制系統故障而導致危害，該機構或控制系統的零件以及構成品應使用可靠度高的物品，同時在該機構或控制系統的設計上應考量採用非對稱故障模式的構成品、構成品的並聯化(redundancy)、使用自動監視等方策。

十四、爲了防止因錯誤操作而造成危害，操作裝置等應採取以下所定的措施。

- (一) 操作部份等之規定如下所示：
 - 1. 啓動、停止、運轉等控制模式的選擇應簡單容易。
 - 2. 應可明確辨識，若有可能會造成誤認時，應視需求標上適當的標示。
 - 3. 操作的方向要和機械的運動部份的動作方向一致。

4. 操作變數以及操作的阻力，應依操作對應實際的動作量。
5. 對於具有危險性或有害性之機械的運動部位，在沒有意圖的操作之下應無法進行操作。
6. 具有只有在操作操控部位時機械的運動部位才會作動之機能的操作裝置，當手離開操控部位等而停止操作時，機械運動部位應停止，同時其操控部位應馬上回到中間位置。
7. 對於像利用鍵盤來進行操作這種操作部份和動作之間沒有一對一的對應之操作，應明確地將被實行的動作顯示於顯示器，且可視需要在動作被實行之前將操作解除。
8. 在必要或預知可能會使用防護手套或者防護鞋等個人用防護具時，應考慮到穿戴這些個人防護具進行操作時所造成的限制。
9. 緊急停止裝置等的操作部位的強度，應可承受執行操作時預期可能作用之負荷。
10. 為確認操作是否被適切的執行，應設置在操作位置即可明確以目視進行確認的表示裝置。
11. 應配置於可迅速且確實進行安全操作的位置。
12. 除了應配置於必須進行安全防護的區域（以下稱爲「安全防護區域」）內的緊急停止裝置、教導盒等的操作裝置之外，應設置在該等區域之外。

（二） 啓動裝置等之規定如下所示：

1. 只有在意圖操作啓動裝置的情況下，機械才能啓動。
2. 具有複數啓動裝置，可讓複數的作業員從事作業的機械，如果有可能因任一方操作啓動裝置而造成另一位作業員的危險時，應考量採取限制操作單一啓動裝置可啓動的部份等以防止該等危險的發生。
3. 應設置於可以目視作業員有無進入安全防護區域的位置。當無法以目視確認時，應採取改變機械形狀以減少死角之措施，或者採取利用鏡子等可以間接目視該區域的手段。

（三） 機械的運轉控制模式之規定如下所示：

1. 對於在不同保護方策或是作業步驟不同的並聯運轉模式之下所使用的機械，應可固定於個別運轉控制模式的位置，且要具備鑰匙開關 (key switch)、密碼等防止非意圖切換模式的裝置。
2. 爲了進行設定、教導、工程的切換、清潔、維護檢點等作業而需在拆除護罩、或解除保護裝置等情形下讓機械運轉所使用的運轉模式應該具備以下的機能：
 - (1) 除了選擇的模式之外，其他的運轉模式無法作動。
 - (2) 對於有危險性或有損性的運動部份，只有在持續操作使能裝置 (enabling device)、按轉控制裝置 (hold-to-run control device) 或者兩手操控裝置的情況下才可作動。
 - (3) 當需要進行連續動作時，有危險性或有損性的運動部份的動作，可採低速動作、低驅動力動作、寸動動作或者是階段的操作來執行作動。

(四) 執行一般停止之裝置其規定如下所示：

1. 停止命令應優先於運轉命令。
2. 對於組合複數的機械使其連動運轉的機械，當停止任何一方的機械運轉時，若其他機械持續運轉會有增加風險之虞時，應有使其他機械也會同時停止的構造。
3. 在各操作部份中，應設有可停止部份運轉或者是機械全部停止運轉的控制裝置 (switch etc.)。

十五、爲了防止在維護檢點作業中發生危害，須採取以下措施：

- (一) 機械零件以及構成品中、在安全上有必要在適當的週期內進行檢點者、依作業內容必須進行更換或者是易磨耗或易劣化者，其維護檢點作業應該使其安全且易於執行。
- (二) 維護檢點作業應使其依照以下所規定的順序來進行：
 1. 設置成不用拆除防護罩、不用解除防護裝置以及不用進入安全防護區域就能進行作業。

2. 當需要拆除防護罩或解除防護裝置，或者必須進入安全防護區域進行作業時，應在讓機械停止運轉的狀態下進行。
3. 當無法在機械停止運轉的狀態下進行時，應採取十四、(二)的 2、所規定的措施。

[附件 C] 安全防護的方法

- 一、安全防護是指對安全防護區域設置固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩等的護罩，或者是光電式安全裝置、兩手操控裝置等的保護裝置，來進行安全防護的方法。
- 二、安全防護區域應考慮到下列規定以決定之：
 - (一)造成機械性的危險或者有害性的運動部位，其動作的最大區域(以下稱為「最大動作區域」)。
 - (二)對於機械性的危害源，當作業員身體的一部份進入到最大動作區域內時，對應進入之身體部位，為了防止發生被夾等的危害而必須確保的空間。
 - (三)對應設置之護罩的形狀或保護裝置的種類，為了使該護罩或保護裝置的機能可以有效的發揮而必須確保之必要的距離所需的區域。
 - (四)其他機械週邊曝露於危險性或有害性之區域。
- 三、護罩或者保護裝置應對應作業員與機械相關連的作業，並依據下列規定來設置：
 - (一)對動力傳導部位進行安全防護時，應設置固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩。
 - (二)對動力傳導部位以外的運動部位進行安全防護時，應遵循下列所示的規定
 1. 在機械正常運轉的情況下沒有必要進入安全防護區域時，在該安全防護區域的周圍應全部以固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩等的護罩圍起來，或設置光電式安全裝置、感壓墊等當感應到人體部位進入時便可停止機械的保護裝置。
 2. 機械正常運轉的狀態下必須進入安全防護區域，且藉由停止具危險性或有害性之運動部份的動作而進行安全防護時，應依下列規定—
 - (1) 安全防護區域的周圍除了作業員的身體之一部份可以進入之必要的開口部以外，其他地方應設置固定式護罩、附互鎖裝置的可動式護罩等的護罩，或光電式安全裝置、感壓墊等當感應到人體部位進入時便可停止機械的保護裝置。

- (2) 開口部應設置附互鎖裝置的可動式護罩、自動封閉式護罩等的護罩或是光電式安全裝置、兩手操控裝置等保護裝置。
 - (3) 對於作業員可通過開口部而全身進入安全防護區域時，該安全防護區域應設置可感測作業員的裝置。
3. 機械正常運轉的狀態下必須進入安全防護區域，且藉由停止具危險性或有害性之運動部位的動作而進行安全防護對作業的遂行不適切時，應設置可調整式護罩（可全體調整或者具有可調整部份的護罩）將該運動部位的露出範圍縮減至最小限度。
- (三) 使用油、空氣等流體時而有可能會因為軟管內的高壓導致流體噴出而造成危害時，應在軟管會有損傷之虞的部份設置防護包覆。
 - (四) 當有造成感電之可能時，應將充電部份包圍起來或覆蓋上絕緣物。護圍應以鑰匙或工具，或必須將充電部位斷電否則無法打開。
 - (五) 如因接觸到機械的高溫或低溫部位而可能會造成危害時，應在該高溫或低溫的部位設置護罩。
 - (六) 如有噪音或者振動會造成危害時，應使用吸音性的遮蔽罩、消音器、有彈性的墊片等來防止噪音的發生或降低振動。
 - (七) 若有輻射而造成危害之虞時，應該採取遮蔽會產生輻射的部份等降低外洩輻射量的措施。
 - (八) 有害物質以及粉塵（以下稱為「有害物質等」）造成危害之虞時，應密封有害物質等的散發源，或採取設置排氣裝置等降低對有害物質曝露的措施。
 - (九) 加工物如果有從機械掉落或者噴出之虞時，應該採取措施以封閉或攔阻該加工物。

四、防護罩、護罩之規定如下所示：

- (一) 護罩應符合下列所示之規定—
 - 1. 作業員可能會觸碰到的部位不可有銳邊、銳角或突起物。
 - 2. 應有足夠的強度，且使用不易腐蝕、劣化的材料。
 - 3. 對於開關的絞鍊、滑動部位等的可動部或固定部位應有足夠的強度，能承受反復動作等，且應採取防鬆脫或防掉落的措施。

4. 應以焊接或是必須使用工具才能拆卸的螺栓加以固定。

(二)如需在護罩設置能讓製品通過的開口部時，應依下列所示之規定—

1. 開口部份的大小應盡可能維持最小限度。
2. 當作業員身體的一部份可能通過開口部而到達機械的最大動作區域時，應設置如隧道型防護罩(tunnel guard)等構造物來防止該作業員身體進入最大動作區域，或者採如三、(二)的 2 之(2)(3)所示之措施。

(三)可動式護罩應遵循以下所示之規定—

1. 當可動式護罩沒有完全關閉時，具危險性或有害性的運動部位不得作動。
2. 當可動式護罩關閉時，具危險性或有害性的運動部位不得自動開始作動。
3. 沒有鎖固機構（指危險性或有害性的運動部位在作動時，護罩無法開啓的固定機構。以下同）的可動式護罩，當其被打開時，正在動作中的危險性或有害性的運動部位應立即停止動作。
4. 附有鎖固機構的可動式護罩在危險性或有害性的運動部位的動作尚未完全停止前，護罩無法被打開。
5. 危險性或有害性的運動部位停止動作後，必須要經過一定時間才能打開的可動式護罩，其一定時間之設定必須要比該運動部位的動作停止所需的時間還長。
6. 鎖固機構不得輕易被無效化。

(四)調整式護罩應不須使用特殊工具就能進行調整，而且可以在特定的運轉中覆蓋安全防護區域，或應盡可能包覆該安全防護區域。

五、保護裝置應符合下列所示之規定：

- (一)對應使用條件，應有足夠的強度以及耐久性。
- (二)具高可靠性。
- (三)不可容易被無效化。
- (四)應設置成不用拆卸即可進行更換、清潔、加油以及調整等作業。

六、因為蓄積於機械的能量、位能、機械的故障或誤動作或誤操作等而使得機械運動部位不能持續維持於停止狀態就可能造成風險的增加時，應裝設可以讓該運動部位持續維持於停止狀態的機械性拘束裝置。

七、 固定式護罩之外的護罩以及保護裝置的控制系統應遵循下列所示之規定：

(一)符合附件 B 的十二、以及十三、所規定之事項。

(二)只有在作業員的安全得到確認時，才可以讓機械運轉。

(三)以危險性或有害性等的調查結果為基礎，依該控制系統所要求之降低風險的效果，適切的使用設計方策以及構成品。

[附件 D] 附加保護措施

- 一、應附加緊急停止的機能。緊急停止裝置應符合以下所示之規定：
 - (一)可明確以目視辨認，且設置必要的數量於可以馬上操作的位置。
 - (二)當操作時，其功能之實施應優先於機械所有其他運轉模式之機能，且不會增加風險的產生，而盡可能的將機械迅速停止。又，因應需求，使保護裝置開始作動或使其處於可以作動之狀態。
 - (三)停止命令應持續到解除為止。
 - (四)僅限於在實施既定的解除操作時，才可解除緊急停止狀態。
 - (五)即使解除之後也不可馬上再啓動。
- 二、應具備可讓被機械夾住或捲入而受困的作業員脫離或施以救助的措施。
- 三、應具備可以遮斷機械的動力源，以及可以去除機械積蓄的能量或清除殘留能量的措施。遮斷動力能源應依以下之規定：
 - (一)可以遮斷所有的動力源。
 - (二)動力能源的遮斷裝置應可以清楚地識別。
 - (三)當從動力能源之遮斷裝置的位置無法目視到作業中的作業員等必要之情形時，遮斷裝置應可以在遮斷動力能源的狀態下上鎖。
 - (四)在遮斷動力能源後，機械如仍有蓄積能量或者殘留能量時，應使該能量在不會對作業員產生危害的狀態下將其除去。
- 四、爲防止機械搬運時的危害，應採取裝設吊掛的吊鉤等附屬裝置等的措施。
- 五、爲防止墜落、滑倒、絆倒等，應遵循以下之規定：
 - (一)高處作業等而有墜落等之虞時，應設置作業平台，且在該作業平台的四周設置扶手欄杆。
 - (二)當有可能在移動時發生滾落之虞時，應設置安全的通路或階梯。
 - (三)當在作業地面有發生滑倒或者絆倒之虞時，應施以地面防滑措施。

[附件 E] 使用資訊之內容與提供的方法

一、使用上的資訊之內容應包含下列所規定的事項，以及其他爲了可以安全使用機械的通知或應該警告的事項：

(一)製造者等業者的名稱以及住址

(二)型式或者製造號碼等可以特定機械的資訊

(三)機械規格以及構造的相關資訊

(四)機械的使用等之相關資訊—

1. 意圖使用的目的以及方法（包含機械的維護檢點等相關資訊）
2. 搬運、設置、試車等機械在開始使用時之相關資訊
3. 解體、報廢等機械在停止使用時之相關資訊
4. 機械發生故障、異常等狀況下的相關資訊（包含機械維修後的再啓動之相關資訊）
5. 在合理可預見的錯誤使用以及禁止的使用方法

(五)安全防護以及附加保護方策的相關資訊—

1. 目的（防護對象之危險性或有害性）
2. 設置位置
3. 安全機能及其構成

(六)機械的殘留風險等的相關資訊—

1. 製造者等的保護方策所無法除去或降低的風險
2. 因特定用途或使用特定附屬品所可能產生的風險
3. 使用機械的事業單位應該要實施的安全防護、附加保護方策、作業人員的教育、使用個人防護具等保護方策的內容
4. 意圖使用下所處置或被放出之化學物質等的物質安全資料表

二、使用上的資訊之提供方法應依以下所示規定或以其他適切的方法：

(一)標示、警告標誌等的黏貼，應依以下所示之規定—

1. 應張貼在可能會發生危害的場所附近的機械內部、側面或上方等適當的場所。

2. 在機械壽命期間內應要能明確地判讀。
3. 不可容易脫落。
4. 標示或者警告標誌應符合以下所示之規定：
 - (1) 說明危害的種類以及內容。
 - (2) 指示禁止事項以及應該進行的事項。
 - (3) 應明確並可馬上理解。
 - (4) 可以再次提供。

(二)警報裝置應符合以下所示之規定—

1. 因應需求設置使用聽覺信號或者視覺信號之警報。
2. 應設置在機械內部、側面、上方等適當的場所。
3. 在機械啓動或者超過速度時發出警告所使用的警報裝置應符合以下所示之規定：
 - (1) 預測危險的發生，在危險發生前就要發出警告。
 - (2) 不可曖昧不明。
 - (3) 應能確實的認識或感知，且可與其他信號做出區別。
 - (4) 警告不可容易產生感覺上的習慣性。
 - (5) 發出信號的部位應容易進行檢點。

(三)使用說明書等文書資料的交付，應符合以下所示之規定—

1. 在機械本體交貨時或者在交貨以前的適切時期提供。
2. 具有維持字體可以判讀的耐用性，直到機械報廢為止。
3. 盡可能地以簡潔並容易理解的方式來陳述內容。
4. 可以再次提供。

附件二、各國機械安全 B 類標準對照表

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
控制裝置 緊急停止裝置 (B ₂)	prEN ISO 13849-1	ISO 13849-1:2006	Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems -- Part 1: General principles for design	JIS B 9705-1 : 2000	
	EN ISO 18349-2 : 2003	ISO 13849-2 : 2003	Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems -- Part 2: Validation	*	
	EN 418 : 1992	ISO 13850 : 2006	Safety of machinery -- Emergency stop -- Principles for design	JIS B 9703 : 2000	14804
	EN 574 : 1996	ISO 13851 : 2002	Safety of machinery -- Two-hand control devices -- Functional aspects and design principles	JIS B 9712 : 2006	15522
安全距離 (B ₁)	EN 349 : 1993	ISO 13854 : 1996	Safety of machinery -- Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body	JIS B 9711 : 2002	14807
	EN999 : 1998	ISO 13855 : 2002	Safety of machinery -- Positioning of protective equipment with respect to the approach speeds of parts of the human body	JIS B 9715 : 2006	
		ISO 13857 : 2008	Safety of machinery -- Safety distances to prevent danger zones being reached by the upper limbs and the lower limbs	JIS B 9707 : 2002 JIS B 9708 : 2002	15523
人體檢出裝置 (B ₂)		IEC 62046 : 2008	Safety of machinery -- Application of protective equipment to detect the presence of persons	TS B 62046:2006	
感壓性保護 裝置 (B ₂)	EN 1760-1 : 1997	ISO 13856-1 : 2001	Safety of machinery -- Pressure-sensitive protective devices -- Part 1: General principles for design and testing of pressure-sensitive mats and pressure-sensitive floors	JIS B 9717-1 : 2011	
	EN1760-2 : 2001	ISO 13856-2 : 2005	Safety of machinery -- Pressure-sensitive protective devices -- Part 2: General principles for the design and testing of pressure-sensitive edges and pressure-sensitive bars		15566-2

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	EN1760-3	ISO 13856-3 : 2006	Safety of machinery—Pressure-sensitive protective devices—Part3:General principles for the design and testing of pressure-sensitive bumpers, plates, wires and similar devices		
非預期啟動 防止 (B ₁)	EN 1037 : 1995	ISO 14118 : 2000	Safety of machinery -- Prevention of unexpected start-up	JIS B 9714 : 2006	
防護具、護罩 (B ₂)	EN 1088 : 1995	ISO 14119 : 1998	Safety of machinery -- Interlocking devices associated with guards -- Principles for design and selection	JIS B 9710 : 2006	15344
	EN953 : 1997	ISO 14120 : 2002	Safety of machinery -- Guards -- General requirements for the design and construction of fixed and movable guards	JIS B 9716 : 2006	
	EN ISO 14122-1 : 2001	ISO 14122-1 : 2001	Safety of machinery -- Permanent means of access to machinery -- Part 1: Choice of fixed means of access between two levels	JIS B 9713-1 : 2004	15193-1
	EN ISO 14122-2 : 2001	ISO 14122-2 : 2001	Safety of machinery -- Permanent means of access to machinery -- Part 2: Working platforms and walkways	JIS B 9713-2 : 2004	15193-2
	EN ISO 14122-3 : 2001	ISO 14122-3 : 2001	Safety of machinery -- Permanent means of access to machinery -- Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails	JIS B 9713-3 : 2004	15193-3
	prEN ISO 14122-4	ISO 14122-4 : 2004	Safety of machinery -- Permanent means of access to machinery -- Part 4: Fixed ladders	JIS B 9713-4 : 2004	15193-4
健康、衛生 (B ₁)	EN 626-1 : 1995	ISO 14123-1 : 1998	Safety of machinery -- Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery -- Part 1: Principles and specifications for machinery manufacturers	JIS B 9709-1 : 2001	15345-1
健康、衛生 (B ₁)	EN 626-2 : 1996	ISO 14123-2 : 1998	Safety of machinery -- Reduction of risks to health from hazardous substances emitted by machinery -- Part 2: Methodology leading to verification procedures	JIS B 9709-2 : 2001	15345-2
	EN ISO 14159 : 2004	ISO 14159 : 2002	Safety of machinery -- Hygiene requirements for the design of machinery	*	

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
防火	EN 13478 : 2002	ISO 19353 : 2005	Safety of machinery -- Fire prevention and protection		
危險物質洩露	EN 1093-1 : 1998				
	EN 1093-3 : 1996				
	EN 1093-4 : 1996				
	EN 1093-6 : 1998				
	EN 1093-7 : 1998				
	EN 1093-8 : 1998				
	EN 1093-9 : 1998				
	EN 1093-11 : 2001				
防爆	EN 1127-1 : 1997				
	EN 13463-1 : 2001				
	EN 13821 : 2002				
	EN 12874 : 2001				
	EN 1837 : 1999				
輻射 (B _i)	EN 12198-1 : 2000				
	EN 12198-2 : 2002				
	EN 12198-3 : 2002				
雷射 (B _i)	EN ISO 11553-1 : 2005	ISO 11553-1 : 2005	Safety of machinery -- Laser processing machines -- Part 1: General safety requirements		
	EN 60825-1 : 1994	IEC 60825-1 Ed. 1.2 : 2001	Safety of laser products - Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide	JIS C 6802 : 2005	15016-1
	EN 60825-2	IEC 60825-2 : 2000	Safety of laser products - Part 2 : Safety of optical fibre communication systems		15016-2
	EN 60825-4 : 1998	IEC 60825-4 {Ed.2.0} 2006-08	Safety of laser products - Part 4: Laser guards		

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
噪音 (B _i)	EN ISO 3740 : 2001	ISO 3740 : 2000	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources -- Guidelines for the use of basic standards		14653
	EN ISO 3741 : 1999	ISO 3741 : 1999	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Precision methods for reverberation rooms	JIS Z 8734 : 2000	14654
	EN ISO 3743-1 : 1995	ISO 3743-1 : 1994	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources -- Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields -- Part 1: Comparison method for hard-walled test rooms		14655-1
	EN ISO 3743-2 : 1996	ISO 3743-2 : 1994	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields -- Part 2: Methods for special reverberation test rooms		14655-2
	EN ISO 3744 : 1995	ISO 3744 : 1994	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane	JIS Z 8733 : 2000	14656
	EN ISO 3745 : 2003	ISO 3745 : 2003	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms		14657
	EN ISO 3746 : 1995	ISO 3756:1976	Oil of cubeb		
	EN ISO 3757 : 2000	ISO 3747 : 2000	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Comparison method in situ		14659
	EN ISO 4871 : 1997	ISO 4871 : 1996	Acoustics -- Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment		
	EN ISO 9614-1 : 1995	ISO 9614-1 : 1993	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity -- Part 1: Measurement at discrete points	JIS Z 8736-1 : 1999	14660-1
	EN ISO 9614-2 : 1996	ISO 9614-2 : 1996	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources	JIS Z 8736-2 : 1999	14660-2

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	1997		using sound intensity -- Part 2: Measurement by scanning		
	EN ISO 9614-3 : 2002	ISO 9614-3 : 2002	Acoustics -- Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity -- Part 3: Precision method for measurement by scanning		
	EN ISO 11200 : 1996	ISO 11200 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Guidelines for the use of basic standards for the determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions		
	EN ISO 11201 : 1995	ISO 11201 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions -- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane	JIS Z 8737-1 : 2000	
	EN ISO 11202 : 1995	ISO 11202 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions -- Survey method in situ	JIS Z 8737-2 : 2000	
	EN ISO 11203 : 1995	ISO 11203 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions from the sound power level		
	EN ISO 11204 : 1995	ISO 11204 : 1995	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Measurement of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions -- Method requiring environmental corrections		
	EN ISO 11205 : 3003	ISO 11205 : 2003	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Engineering method for the determination of emission sound pressure levels in situ at the work station and at other specified positions using sound intensity		

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	EN ISO 11688-1 : 1998	ISO/TR 11688-1 : 1995	Acoustics -- Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment -- Part 1: Planning		
	EN ISO 11689 : 1997	ISO 11689 : 1996	Acoustics -- Procedure for the comparison of noise-emission data for machinery and equipment		
	EN ISO 11690-1 : 1997	ISO 11690-1 : 1996	Acoustics -- Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery -- Part 1: Noise control strategies		
	EN ISO 11690-2 : 1997	ISO 11690-2 : 1996	Acoustics -- Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery -- Part 2: Noise control measures		
	EN ISO 12001 : 1996	ISO 12001 : 1996	Acoustics -- Noise emitted by machinery and equipment -- Rules for the drafting and presentation of a noise test code		
振動、衝擊 (B ₁)	EN 1032 : 1996				
	EN 1033 : 1995				
	EN 1299 : 1997				
	EN 13490 : 2001				
流體動力 (B ₁)	EN 982 : 1996	ISO 4413 : 1998	Hydraulic fluid power -- General rules relating to systems	JIS B 8361 : 2000	
	EN 983 : 1996	ISO 4414 : 1998	Pneumatic fluid power -- General rules relating to systems	JIS B 8370 : 2000	
指示、標示 (B ₁)(B ₂)	EN 61310-1 : 1995	IEC 61310-1 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals	JIS B 9706-1 : 2009	
	EN 61310-2 : 1995	IEC 61310-2 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 2: Requirements for marking	JIS B 9706-2 : 2009	
	EN 61310-3 : 1999	IEC 61310-3 {Ed.2.0} 2007-02	Safety of machinery - Indication, marking and actuation - Part 3: Requirements for the location and operation of actuators	JIS B 9706-3 : 2009	
	EN 61496-1 : 2004	IEC 61496-1	Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part	JIS B 9704-1 : 2006	

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
		{Ed.3.0} 2012-04	1: General requirements and tests		
		IEC 61496-2 Ed.1.0 : 1997	Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 2: Particular requirements for equipment using active opto-electronic protective devices (AOPDs)	JIS B 9704-2 : 2008	
	EN 61496-3 : 2001	IEC 61496-3 Ed 1.0 : 2001	Safety of machinery - Electro-sensitive protective equipment - Part 3: Particular requirements for Active Opto-electronic Protective Devices responsive to Diffuse Reflection (AOPDDR)	JIS B 9704-3 : 2004	
	EN 61496-4	IEC 61496-4 Ed 1.0 : 2007	Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 4: Particular requirements for equipment using vision based protective devices (VBPDs)	TR B 0025 : 2010	
電氣機器 (B ₂)	EN 60204-1 : 1998	IEC 60204-1 Ed 5.1 : 2009	Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements	JIS B 9960-1 : 2008	
	EN 60204-11 : 2000	IEC 60204-11 Ed 1.0 : 2000	Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36kV	JIS B 9960-11 : 2004	
	EN 60204-31 : 1998	IEC 60204-31 Ed 3.0 : 2001	Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing	JIS B 9960-31 : 2004	
	EN 60204-32 : 2008	IEC 60204-32 Ed 2.0 : 2008	Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines	JIS B 9960-32 : 2011	
	EN 60204-33 : 2011	IEC 60204-33 Ed 1 : 2009	Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 33: Particular requirements for semiconductor manufacturing equipment	JIS B 9960-33 : 2012	
可程式控制器 (B ₂)	EN 61131-1 : 2003	IEC 61131-1 {Ed.2.0} 2003-05	Programmable controllers - Part 1: General information		
	EN61131-2 : :2003	IEC 61131-2 Ed.	Programmable controllers - Part 2: Equipment requirements and		

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS	
		2.0 : 2003	testsProgrammable controllers - Part 3: Programming languages Programmable controllers - Part 7: Fuzzy control programming Programmable controllers - Part 8: Guidelines for the application and implementation of programming languages			
	EN 61131-3 : 2003	IEC 61131-3 Ed. 2.0 : 2003				
	EN 61131-7 : 2001	IEC 61131-7 Ed.1.0 : 2000				
		IEC/TR61131-8 Ed.2.0 : 2003				
		IEC 62061 Ed.1.0 : 2005	Safety of machinery – Functional safety of safety – related electrical, electronic and programmable electronic control systems	JIS B 9961:2008		
EMC(電磁相容) (B ₁)	EN 61000-4-2 : 1995	IEC 61000-4-2 Ed. 1.2 : 2001	Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test	JIS C 61000-4-2 : 1999	14676-2	
	EN 61000-4-3 : 2002	IEC 61000-4-3 Ed.3.0 : 2006	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-3 : Testing and measurement techniques - Radiated, radio-frequency, electromagneticfield immunity test	JIS C 61000-4-3 : 2005	14676-3	
	EN 61000-4-4 : 2004	IEC 61000-4-4 Ed. 2.0 : 2004	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-4: Testing and measurement techniques - Electrical fast transient/burst immunity test	JIS C 61000-4-4 : 1999	14676-4	
	EN 61000-4-5 : 1995	IEC 61000-4-5 Ed. 2.0 : 2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test	JIS C 61000-4-5 : 1999	14676-5	
			IEC 661000-4-6	Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurement techniques- Part 6 : Immunity to conducted disturbances,induced by radio-frequency fields		14676-6
	EN 61000-4-8 :	IEC 61000-4-8 Ed.	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-8: Testing and	JIS C 61000-4-8 :	14676-8	

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	1994	1.1 : 2001	measurement techniques - Power frequency magnetic field immunity test	2003	
		IEC 61000-4-9 : 1993	Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurement techniques - Part 9: Pulse magnetic field immunity test		14676-9
		IEC 61000-4-10 : 1993	Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurement techniques - Part 10: Damped oscillatory magnetic field immunity test		14676-10
	EN 61000-4-11 : 2004	IEC 61000-4-11 Ed.2.0 : 2004	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-11: Testing and measurement techniques - Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests	JIS C 61000-4-11 : 2003	
	EN 61000-6-1 : 2001	IEC 61000-6-1 Ed. 2.0 : 2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments		
	EN 61000-6-2 : 2001	IEC 61000-6-2 Ed. 2.0 : 2005	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments		
	EN 61000-6-3 : 2001				
	EN 61000-6-4 : 2001	IEC 61000-6-4 {Ed.2.0}2006-07	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments		
安全相關通訊系統 (B ₂)		IEC TR 62516 Ed.1.0 : 2008	Safety of machinery – Guideline for use of communication systems in safety related applications	TR B0030 : 2011	
人因工程 精神性作業負荷	EN ISO 10075-1 : 2000	ISO 10075 : 1991	Ergonomic principles related to mental work-load -- General terms and definitions	JIS Z 8502 : 1994	15626-1
	EN ISO 10075-2 : 2000	ISO 10075-2 : 1996	Ergonomic principles related to mental workload -- Part 2: Design principles	JIS Z 8503 : 1998	15626-2

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
(B ₁)	EN ISO 10075-3 : 2004	ISO 10075-3 : 2004	Ergonomic principles related to mental workload -- Part 3: Principles and requirements concerning methods for measuring and assessing mental workload		15626-3
人因工程 尺寸、身體能力 (B ₁)	EN ISO 6385 : 2004	ISO 6385 : 2004	Ergonomic principles in the design of work systems	JIS Z 8501	
	EN ISO 7250 : 1997	ISO 7250 1 1996	Basic human body measurements for technological design	JIS Z 8500 : 2002	
	EN 547-1 : 1997	ISO 15534-1 : 2000	Ergonomic design for the safety of machinery – Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole-body access into machinery		15565-1
	EN 547-2 : 1997	ISO 15534-2 : 2000	Ergonomic design for the safety of machinery – Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings (available in English only)		15565-2
	EN 547-3 : 1996	ISO 15534-3 : 2000	Ergonomic design for the safety of machinery – Part 3: Anthropometric data (available in English only)		
	EN ISO 15535 : 2003	ISO 15535:2006	General requirements for establishing anthropometric databases		
		ISO 15536-1 : 2005	Ergonomics – Computer manikins and body templates – Part 1: General requirements		
	EN ISO 15537 : 2004	ISO 15537 : 2004	Principles for selecting and using test persons for testing anthropometric aspects of industrial products and designs		
	EN ISO 14738 : 2002	ISO 14738 : 2002	Safety of machinery – Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery		
	EN 1005-1 : 2001				
	EN 1005-2 : 2003	ISO 11228-1 : 2003	Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying		

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	EN 1005-3 : 2002				
		ISO 11226 : 2000	Ergonomics – Evaluation of static working postures		
人因工程 界面 (B ₁)	EN ISO 13407 : 1999	ISO 13407 : 1999	Human-centred design processes for interactive systems	JIS Z 8530 : 2000	
	EN ISO 14915-1 : 2002	ISO 14915 : 2002	Software ergonomics for multimedia user interfaces – Part 1: Design principles and framework		
	EN ISO 14915-3 : 2002	ISO 14915-1 : 2002	Software ergonomics for multimedia user interfaces - Part 3: Media selection and combination		
	EN 457 : 1992	ISO 7731 : 2003	Ergonomics – Danger signals for public and work areas – Auditory danger signals		
人因工程 熱、光 (B ₁)	EN 27243 : 1994	ISO 7243 : 1989	Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)	JIS Z 8504 : 1999	
	EN 981 : 1997	ISO 11429 : 1996	Ergonomics – System of auditory and visual danger and information signals		
	EN ISO 7726 : 2001	ISO 7726 : 1998	Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities		
	EN ISO 7730 : 1995	ISO 7730 : 2005	Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria		
	EN ISO 8996 : 2004	ISO 8996 : 2004	Ergonomics of the thermal environment – Determination of metabolic rate		
	EN ISO 9886 : 2004	ISO 9886 : 2004	Ergonomics – Evaluation of thermal strain by physiological measurements		
	EN ISO 9920 : 2003	ISO 9920 : 1995	Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble		
	EN ISO 9921 :	ISO 9921 : 2003	Ergonomics – Assessment of speech communication		

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	2003				
	EN ISO 10551 : 2001	ISO 10551 : 1995	Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales		
	EN ISO 11399 : 2001	ISO 11399 : 1995	Ergonomics of the thermal environment – Principles and application of relevant International Standards		
	EN 563 : 1994	ISO 13732-1:2006	Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces		
	EN 614-1 : 1995				
	EN 842 : 1996	ISO 11428 : 1996	Ergonomics – Visual danger signals – General requirements, design and testing		
	EN ISO 12894 : 2001	ISO 12894 : 2001	Ergonomics of the thermal environment – Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments		
	EN ISO 13731 : 2002	ISO 13731 : 2001	Ergonomics of the thermal environment – Vocabulary and symbols		
人因工程 顯示裝置 (B ₂)	EN 894-1 : 1997	ISO 9355-1 : 1999	Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 1: Human interactions with displays and control actuators		
	EN 894-2 : 1997	ISO 9355-2 : 1999	Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators – Part 2: Displays		
	EN 894-3	ISO/DIS 9355-3			
	PrEN 894-4	ISO/DIS 9355-4			
	EN ISO 9241-1 : 1997	ISO 9241-1 : 1997	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 1: General introduction	JIS Z 8511 :1999	
	EN 29241-2 : 1993	ISO 9241-2 : 1992	Ergonomic requirements for office work with visual display	JIS Z 8512 : 1995	

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
			terminals (VDTs) – Part 2: Guidance on task requirements		
	EN 29241-3 : 1993	ISO 9241-3 : 1992	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 3: Visual display requirements	JIS Z 8513 : 1994	
	EN ISO 9241-4 : 1998	ISO 9241-4 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 4: Keyboard requirements	JIS Z 8514 : 2000	
	EN ISO 9241-5 : 1999	ISO 9241-5 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 5: Workstation layout and postural requirements	JIS Z 8515 : 2002	
	EN ISO 9241-6 : 2000	ISO 9241-6 : 1999	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 6: Guidance on the work environment		
	EN ISO 9241-7 : 1998	ISO 9241-7 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 7: Requirements for display with reflections	JIS Z 8517 : 1999	
	EN ISO 9241-8 : 1998	ISO 9241-8 : 1997	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours	JIS Z 8518 : 1998	
	EN ISO 9241-9 : 2000	ISO 8241-9 : 2000	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 9: Requirements for non-keyboard input devices		
	EN ISO 9241-10	ISO 9241-10 : 1996		JIS Z8520 : 1999	
	EN ISO 9241-11 : 1998	ISO 9241-11 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability	JIS Z 8521 : 1999	
	EN ISO 9241-12 : 1999	ISO 9241-12 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 12: Presentation of information		
	EN ISO 9241-13 : 1999	ISO 9241-13 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 13: User guidance		
	EN ISO 9241-14 : 2000	ISO 9241-14 : 1997	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 14: Menu dialogues	JIS Z 8524 : 1999	

分類	EN NO.	ISO/IEC NO.	名稱	JIS NO.	CNS
	EN ISO 9241-15 : 1998	ISO 9241-15 : 1997	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 15: Command dialogues	JIS Z 8525 : 2000	
	EN ISO 9241-16 : 1999	ISO 9241-16 : 1999	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 16: Direct manipulation dialogues		
	EN ISO 9241-17 : 1998	ISO 9241-17 : 1998	Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 17: Form filling dialogues	JIS Z 8527 : 2002	
	EN ISO 11064-1 : 2001	ISO 11064-1 : 2000	Ergonomic design of control centres -- Part 1: Principles for the design of control centres	JIS Z 8503-1 : 2002	
	EN ISO 11064-2 : 2001	ISO 11064-2 : 2000	Ergonomic design of control centres -- Part 2: Principles for the arrangement of control suites	JIS Z 8503-2	
	EN ISO 11064-3 : 2000	ISO 11064-3 : 1999	Ergonomic design of control centres -- Part 3: Control room layout	JIS Z 8503-3 : 1999	
	ENV ISO 11079 : 1999	ISO/TR 11079 : 1993	Evaluation of cold environments -- Determination of required clothing insulation (IREQ)		
	EN ISO 13406-1 : 1999	ISO 13406-1 : 1999	Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels -- Part 1: Introduction	JIS Z 8528-1 : 2002	
	EN ISO 13406-2 : 2002	ISO 13406-2 : 2001	Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels -- Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays		
整合生產系統 之安全性 (B ₂)		ISO 11161 Ed.2.0 : 2007	Safety of machinery—Integrated manufacturing systems — Basic requirements		

附件三、機械設備安全設計之風險評估手冊

機械設備安全設計
之
風險評估手冊

目錄

目錄.....	76
圖目錄.....	77
表目錄.....	78
壹、目的.....	80
貳、概要與特色.....	81
參、名詞釋義.....	83
肆、風險評估[1~7].....	87
4.1 風險評估的意義.....	87
4.2 風險評估流程.....	88
4.3 決定機械類的限制（步驟 1）.....	89
4.4 危害辨識（步驟 2）.....	95
4.5 風險估計（步驟 3）.....	120
4.6 風險評價（步驟 4）.....	140
4.7 文件的建檔.....	144
伍、風險再評價.....	146
5.1 何謂風險再評價.....	146
5.2 確認機械設備的安全性.....	146
《範例一》攪拌機.....	149
《範例二》砂輪機.....	159
《範例三》無人搬運車系統.....	165
《輔導實例》射出成型機.....	178

圖目錄

圖 2-1	風險評估於機械安全之定位.....	82
圖 4-1	風險評估流程圖.....	88
圖 4-2	使用型態類別(Oka Triangle).....	90
圖 4-3	從危害源到產生危害的過程.....	96
圖 4-4	發生危害的條件.....	97
圖 4-5	危害源分析手法的分類和範例.....	106
圖 4-6	「危險性或者有害性等的調查指針」的表示範例.....	126
圖 4-7	設計控制系統之安全相關部分 (SRP/CS)的流程圖.....	129
圖 4-8	對於安全機能，決定 PLr(要求性能基準)的風險組群.....	130
圖 4-9	安全類別、DCavg、各系統通道的 MTTFd 和 PL 的關係.....	133
圖 4-10	風險評估指導方針基礎參數.....	137
圖 4-11	風險參數 S 的改良.....	138
圖 4-12	風險評估指導方針基礎參數的使用方法範例.....	139
圖 4-13	風險等級的判斷基準範例.....	141
圖 5-1	確認機械安全性之查證及確認妥當性之流程.....	147

表目錄

表 4-1	機械設備的壽命週期範例.....	92
表 4-2	合理可預見的錯誤使用之發生時機.....	92
表 4-3	機械設備發生的機能失常.....	93
表 4-4	實施機械設備的風險評估前應明確的事項之範例.....	93
表 4-5	機械類的限制.....	97
表 4-6	危害源.....	98
表 4-7	危害源一覽表（危害源、危險狀態以及危險現象的範例）.....	108
表 4-8	危害源辨識的程序.....	113
表 4-9	危害源的認定表單.....	116
表 4-10	危害的嚴重性以及發生機率之要點.....	120
表 4-11	推估風險的程序.....	122
表 4-12	風險要素：危害嚴重性的考慮事項.....	123
表 4-13	危害的嚴重性(S).....	123
表 4-14	風險要素：可能造成危害的考慮事項.....	123
表 4-15	發生危害的可能性(K).....	124
表 4-16	推估風險的矩陣表(I ~V 是風險等級).....	124
表 4-17	風險等級的判斷基準.....	124
表 4-18	3 種風險要素的矩陣表 (I ~V 是風險等級).....	125
表 4-19	危害嚴重性的評分.....	125
表 4-20	危害發生可能性的評分.....	126
表 4-21	風險評分.....	126
表 4-22	危害的嚴重性(S).....	127
表 4-23	暴露於危害的頻率(F).....	127
表 4-24	危害的迴避可能性(Q).....	127
表 4-25	透過點數累計法區分的風險等級.....	128
表 4-26	PLr/PL(要求性能基準/性能基準).....	131

表 4-27	安全相關部份的必要條件.....	132
表 4-28	類別要求事項的概述.....	134
表 4-29	系統構成的概述.....	135
表 4-30	平均危險故障時間(MTTF _d).....	136
表 4-31	診斷範圍(DC).....	136
表 4-32	風險參數的說明.....	138
表 4-33	機械的限制事項.....	141
表 4-34	機械的危害源.....	142
表 4-35	危害源的認定表.....	143
表 5-1	機械的限制事項填寫範例（一）.....	150
表 5-2	危害源的認定表單填寫範例(一).....	150
表 5-3	機械的限制事項填寫範例（二）.....	159
表 5-4	危害源的認定表單填寫範例(二).....	160
表 5-5	機械的限制事項填寫範例（三）.....	165
表 5-6	機械的危害源表單填寫範例.....	166
表 5-7	危害源的認定表單填寫範例（三）.....	169
表 5-8	機械的限制事項表單.....	179
表 5-9	危害源的認定表單.....	180

壹、目的

為保障勞工安全，行政院勞工委員會基於國際勞動組織的條約，同時考量國內社會環境之需要，藉提升國內機械、設備之安全，持續降低我國職業傷害，而推動立法院通過「職業安全衛生法」的修訂，將工作場所之安全提昇建立於事前實施風險評估，以及以此為基礎所進行之機械、設備本質安全化的設計改善。亦即，原本屬於末端管理的“安全查察制”於新法中修改為源頭管制的“安全驗證制”。由此，安全責任將由雇主轉而要求設計、製造者，而作業的安全也可大幅藉機械的安全性能來達成，而非只靠操作者的技能熟練度或注意力，希望藉此能夠更加保障使用者的安全。

職業安全衛生法中明定：「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。」（第五條）因此，機械、設備、器具（以下簡稱機械等）必須在設計階段實施風險評估，並據此檢討安全設計方策，以降低風險，避免職業災害的發生。

本手冊之目的乃為提供製造機械等的廠商於設計階段實施風險評估時之指引。

貳、概要與特色

機械、設備、器具等於設計、製造階段如未能事先評估其危害性及風險，並採取本質安全之設計或利用安全裝置等防阻危害之發生等措施，則可能於使用時導致末端作業產生難以避免之災害。雖然勞委會曾訂定「風險評估技術指引」，但其內容並非針對機械等的製造、設計者，而是以運用機械、設備的事業單位為對象，並以「辨識和瞭解事業單位的工作環境及作業活動過程可能出現的危害，確保這些危害對人員的風險已受到評估及處理，並控制在可接受的程度」為目的。

本手冊以單一機械的風險評估為主，提供涵蓋壽命週期（捆包、運送、設置、運用、維護、診斷和修理、解體、廢棄等）為範圍的風險評估實施流程與方法。換言之，機械等的製造者依據本手冊實施風險評估即可符合職業安全衛生法第五條第一項之規定。另外，為落實職業安全衛生法第五條之規範以及第七條指定符合安全標準和第八條公告列入型式驗證之規定，參酌日本「機械の包括的な安全基準に関する指針」，訂定了「總括性機械安全指針」（附件一）以為廣泛適用於各類機械於設計、製造安全確保方案與策略之基準。本手冊的內容同時也符合「總括性機械安全指針」之規範。

圖 2-1 為「總括性機械安全指針」中機械等的製造者於設計階段評估風險及實施保護方案與策略以降低風險之流程。本手冊即提供圖中左上方風險評估相關之說明與具體實施方法。機械等的製造、設計者除參酌本手冊實施風險評估之外，應依據「總括性機械安全指針」之規範，實施保護方案與策略以確實降低風險。

以「總括性機械安全指針」為基礎，同時整合國際標準 ISO 14121：1999 及 ISO 13849-1：2006，使國內職安法與國際接軌，同時符合法規和國際標準之要求可謂本手冊之特色。

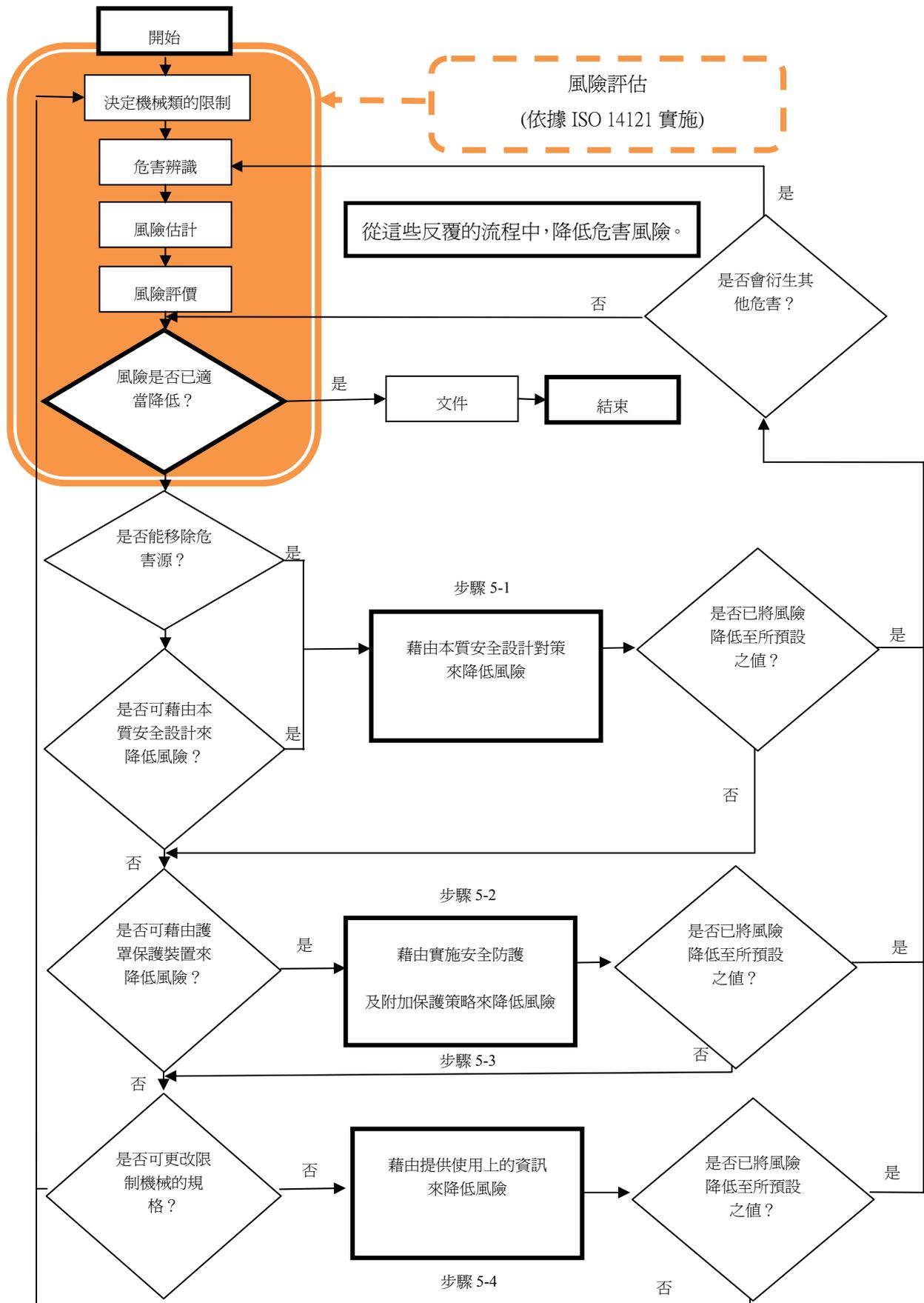


圖 2-1 風險評估於機械安全之定位

參、名詞釋義

1. **機械**：由構件或零組件所組成且具備或預計會結合驅動系統之組合物，其中至少有一可動之機構，而其組合乃爲了某一特定目的。
2. **危險性或有有害性**：造成職業災害負傷或健康障礙(harm / injury)之原因的部位，又稱爲危害源(hazard)。
3. **危害源**：引發危害的潛在根源。
4. **危險事象**：由危險狀態到危害發生的過程中，因尚有可能迴避而尚未發生災害的前一個狀態。亦即一人員已曝露於危害源中，而危害即將發生，但尚有可能迴避的狀態。(參照圖 4-3)
5. **風險**：危害的發生機率和危害的嚴重程度的組合。
6. **風險評估(RA: Risk assessment)**：包含風險分析以及風險評價的所有流程。
7. **風險估計**：將可能發生的危害嚴重程度及其發生機率明確化。
8. **風險評價**：以風險分析爲基礎，判斷是否達成降低風險的目標。
9. **適當的降低風險**：在考量了現有的技術水準後，盡可能地遵循法規上的要求事項來降低風險。
10. **可容許的風險(tolerable risk)**：以社會上現有的評價爲基準可接受的風險。
11. **殘留風險**：採取保護策略之後所殘留的風險。
12. **安全**：沒有“無法接受的風險”(unacceptable risk)。
13. **保護方策(方案與策略)**：於機械設計之初，爲了降低(含去除危險性或有有害性，以下同)機械的風險(危害發生的可能性與危害之嚴重程度之組合，以下同)所採取的措施。其內容含本質安全的設計方案與策略、安全防護手段的實施、附加的保護方案以及使用資訊的提供等。
14. **本質安全的設計方策**：不使用護罩或保護裝置(指裝設於機械上，可單獨或與護罩結合使用以降低風險的裝置，如光柵、雙手操作裝置等)而是以設計來改變機械特性，消除危害源而達到保護目的之方案與策略。
15. **安全防護**：使用護罩或保護裝置的保護方案與策略。

16. **附加保護方策**：爲了迴避會造成職業災害的緊急情況所採行之保護方案與策略(限本質安全設計、安全防護以及使用資訊以外的手段)。
17. **使用資訊**：爲能確實安全且正確的使用機械，製造者在機械上黏貼標識、警告，或設置信號裝置或警報裝置等，或以交付使用說明書等手段所提供的指示事項等的資訊。
18. **殘餘風險**：在採取了保護方策後，尙殘存的風險。
19. **機械的意圖使用**：製造者依設計之功能所預設且明列於使用資訊之機械的使用方式，含設定、調整、教導、工程切換、運轉、清潔、維護保養等。
20. **合理可預見的錯誤使用**：非依製造者之意圖的使用，但容易由可預見之人的舉動所採行之使用方式。
21. **最小阻力線**：於當時的條件之下，以最佳、最簡略的方式達目標或目的。
22. **控制系統的安全相關部份(Safety-Related Part of a Control System)**：回應安全相關輸入信號，創造安全相關輸出信號的控制系統部份。
備註 1：合併於控制系統的安全相關部份是，在安全相關信號發生時(例如：包含凸輪作動或者位置開關的滾輪位置信號)開始動作，在動力控制要素輸出時(例如：包含接觸器的主接點)結束動作。
備註 2：當使用監視系統被用來做爲診斷時，通常被認爲是 SRP/CS。
23. **PDCA，戴明循環(Plan-Do-Check-Action)**：依照規劃、執行、查核與行動來進行，以確保可靠度目標之達成，並進而促使品質持續改善。
24. **性能基準，PL (Performance Level)**：在可能預見的條件下，爲了依照控制系統的安全相關部份來特定安全機能的實行能力，所使用的基準。
25. **要求性能基準，PLr (Required Performance Level)**：要使各種安全機能能達到風險降低的要求，所適用的要求性能基準。
26. **平均危險故障時間(MTTFd：Mean Times to Dangerous Failure)**：直到發生危險故障爲止，平均時間的預估值。
27. **診斷範圍(Diagnostic Coverage)**：有診斷效益的基準，對於被檢出的危險故障率(分子)可以用全部危險故障率(分母)的故障率比來決定。
28. **安全機能**：發生故障時會馬上增加風險的機械機能。

29. **類別**：對於障害的抵抗性(fault resistance)以及在障害的條件下，對於之後的行為控制系統有安全相關部份的分類，並依該部份的構造配置、障害檢出以及(或者)這些的信賴性來達成。
30. **障害**：預防維護或者是計畫性地行動，或者排除因外部資源不足而無法實行的狀態，以及無法實行所要求的機能項目狀態。
- 備註 1：雖然障害常常是各項目本體故障的結果，但也有之前就存在著故障因素的情況。
- 備註 2：ISO 13849-1 所示的障害則是表示隨機障害的意思。
31. **故障**：在項目裡失去了要求實現的機能能力。
- 備註 1：在故障後，其項目發生障害。
- 備註 2：有“故障”的現象，和狀態顯示的“障害”不同。
- 備註 3：在這裡所定義的概念，只有不適用在軟體所構成的項目。
32. **危險故障**：將 SRP/CS 引導至危險狀態或者是機能不行的狀態，是潛在性的故障。
- 備註：在現實上故障是否偏向於危險故障，是會依存於系統的通道架構體系 (channe architecture) 的。在並聯系統裡，危險硬體故障不太可能會引導至危險狀態或者是機能不行的狀態。
33. **共同原因故障(Common Cause Failure)**：當不同項目的故障從單一現象產生時，這些故障並無相互關聯的結果。
- 備註：共同原因的故障不可與共同模式的故障相混。
34. **系統故障**：當確定是某種原因的關係而故障時，若不變更設計、製造流程、運轉步驟、文書或者其他的相關要素，便無法排除的故障。
- 備註 1：沒有進行變更就修理時，通常無法排除硬體故障的原因。
- 備註 2：故障原因可以因為進行模擬來誘發使系統故障。
- 備註 3：下列所示的階段會產生的故障是表示系統故障原因的範例，也包含人類的錯誤行為。
- 安全要求規範。
 - 硬體設計、製造、安裝以及運轉。
 - 軟體設計、執行等。

35. **隨機硬體故障**：在時間上不定時地發生，硬體多樣劣化，自結構衍生的故障。
36. **機械控制系統**：為了使機械要素部份、操作員、外部控制裝置或者是回應這些組合的輸入信號能讓機械如預期般進行動作，而產生輸出信號的系統。

備註：在機械控制系統無論是技術或者是不同技術的組合(例如：電氣、電子式、液壓式、空壓式、機械式)都可使用。

肆、風險評估[1~7]

4.1 風險評估的意義

風險評估是爲了確保安全性所做的一項最基本的作業程式。在機械、化學、醫療、電氣、金融等各行業領域裡都有實施，尤其在機械領域，更是廣泛被用於產業機械、建設機械、工作機械等各領域，這是一個評估安全性的手段。這裡在思考有關風險評估的內容之前，首先必須要先思考有關「安全」的內容才對。[7]

日文的「安全」，英文叫做「safety、safe」，而「safety、safe」的語源是來自於拉丁語的「securus」。這句話的意思是「sine cura」，英文叫做「without worry」，回歸至語源的意思是指「安全」就是「不用擔心」的意思。「不用擔心」是指什麼意思，怎麼解釋，其實是因人而異，因使用的環境背景而有所不同，以生活常識來說是指「不用擔心會受到危害」的意思，若是關於機械安全的話，則應該解釋成「機械可以使用，不用擔心會受到危害」，「不用擔心」並不表示是絕對安全，爲何這麼說呢？因爲就算不用擔心，事故還是會發生。

依據字典所記載的「安全」概念是指「沒有危險」或「不會受到危害或者損傷、損害」的意思。這些定義若是定義成完全沒有危害或傷害、危險、損害的意思會如何？要確實確保這樣的狀態是有可能的嗎？恐怕是十分困難吧！若是這樣定義「安全」的話，機械、電子機器、食品、醫藥品等，幾乎所有在市面上流通的產品就無法達到安全這個要求了。

然而我們在日常生活當中，無論是否有意識到，我們並不會思考到這些產品是絕對不會造成我們的損害的，而是各自暗地思考或許有什麼樣的害處也不一定。例如以駕駛汽車爲例來思考看看，可以講成「駕駛汽車絕對不會發生事故」嗎？我們來自問自答這個假設，若回答自己並不會發生事故的話，就再持續問下去。「有加入任何的汽車保險嗎？」，若是有加入的話，就表示其實暗地裡認爲「準備對應不測的事情發生」，暗地裡承認有可能會發生事故。

總之，自己本身在日常行動或判斷裡，其實大多是對絕對不會受到危害或損害的狀態持著否定的態度。我們的日常生活裡，或多或少都生活在不確實的生活當中，所謂「安全」是指極少可能會發生危害或損害等不利因素的狀態、狀況。這個不利的可

能性就是「風險」，一般認為「風險」是指發生機率和危害程度(大小)這兩個因素的組合，關於風險評估的程式雖然有記載於第二部分裡，但風險評估最重要的步驟是危險的認定。原因是因為若在這個階段疏忽掉機械所伴隨的危害源的話，就無法對此訂立對策。

危害源的認定不是只有機械普通運轉時而已，當機械的製作、搬運、組裝以及設置、試運轉、停止使用、分解以及安全上有問題時，要像廢棄處置般地全盤考量機械壽命上所有的局面，想像從危險到危害的事態，認定該機械所伴隨的全部危害源、危險狀態以及危險現象。風險評估是指不管有任何危險，為了避開那個危險，要考慮到做些什麼必要的措施，且在日常生活中也能實踐的一項合理的科學方法。

4.2 風險評估流程

風險評估首先要從機械類的限制開始認定，在機械的限制範圍內，認定機械可能會構成的各種危害源(永久性的危害源以及無法預期出現的危害源)，於可能發生的因素範圍內，以定量的資料為基礎，估計各種危害源會發生可能存在的各種風險，然後決定最終結果是否有必要降低風險的一項作業。

圖 4-1 為風險評估之流程圖，其中包含決定機械的限制、危害辨識、風險估計、風險評價等四個程序。

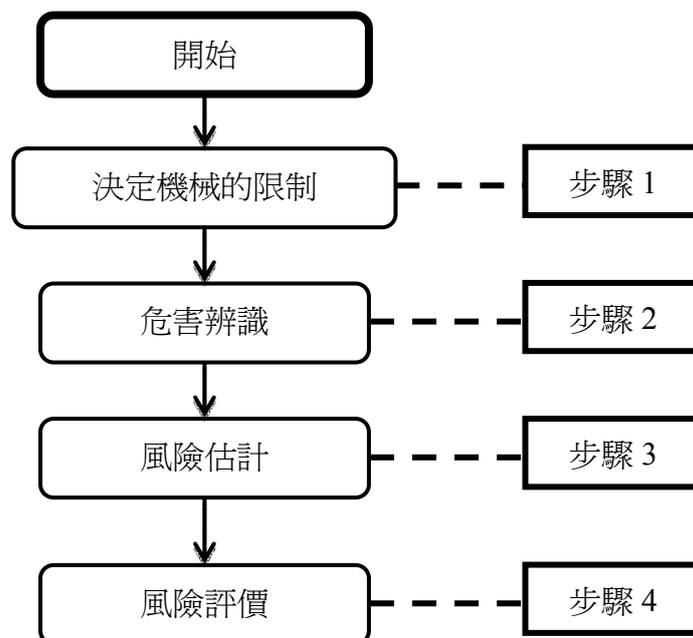


圖 4-1 風險評估流程圖

4.3 決定機械類的限制（步驟 1）

機械設備所有的使用狀況在合理可預期的情況之下，都必須具安全性。因此，機械設備製造廠商首先應明確地描繪出機械設備的使用範圍，稱機械的規格限制。機械設備製造廠商可以斟酌機械設備的構造來限制其使用方法(預期使用、機械設備的範圍、構成零件等的壽命)。同時也能以文書方式明確地指示其限制內容(合理可預見的錯誤使用、操作者的經驗、能力、零件的更換時期等)。

4.3.1 透過「指定機械的規格限制」來掌握的事項

透過指定這些內容，人和機械設備的關係變得更加明確了。因為人一旦接近或碰觸機械設備的危害源就會產生危害，因此，步驟 1 便是為了抑制這種關係所安排的。

實施風險評估時，一開始便要將機械設備使用時的全部狀況(機械設備的預期使用：合理可預期的狀況)都條列清楚。此處所表示的「使用」並不侷限於生產而使用的一般認知，而是還包含了機械設備的設置或調整、清掃或維修、解體作業等。這稱為機械設備的預期使用，明確地表示與機械設備間的關係，如機械設備的規格或設置狀況為何，在何種狀態下由何人所操作等關係。

(一) 機械的規格限制應考量的項目（人員方面）

機械設備製造廠商在關於人員方面，應考慮以下相關內容，必須對於實機或透過文書的方式，來施加機械設備的使用限制。

- (1) 應考慮機械設備的壽命週期(請參閱表 4-1)中，各階段的使用狀況。包含機械設備的製造、改造、搬運、流通(包含商品展示中)、組裝或設置、調整、試機、一般的使用(重置、操作、清掃、故障排除、保全等)、解體或報廢(或者是撤除設備)等。

在這些階段中，應掌握使用機械設備的作業員或其他人員與機械設備間之關係。

- (2) 根據合理可預見的誤用(如表 4-2 所示)，必須考慮人與機械設備的關係，或者以機能失常(如表 4-3 所記載的現象等)來說，必須考慮人對機械設備的動作所產生的反應。

合理可預見的錯誤使用，主要是指利用該台機械設備的使用說明書中沒有記載的方法來操作機械設備，例如利用鑽床主軸回轉來纏繞鋼絲等現象，這是一般的思考邏

輯可預期的現象，而且是不正確的機械設備使用方式。至於機能失常，當遭遇到那樣的狀況時，重點在於機械作業員等人員對機械設備採取什麼樣的動作(反應)。

使用上大致可區分為以下三種。

- A. 正確使用
- B. 故障狀態下使用
- C. 誤用

然後誤用還可以分為以下兩種。

- A. 可預期的誤用
- B. 不合常理的誤用

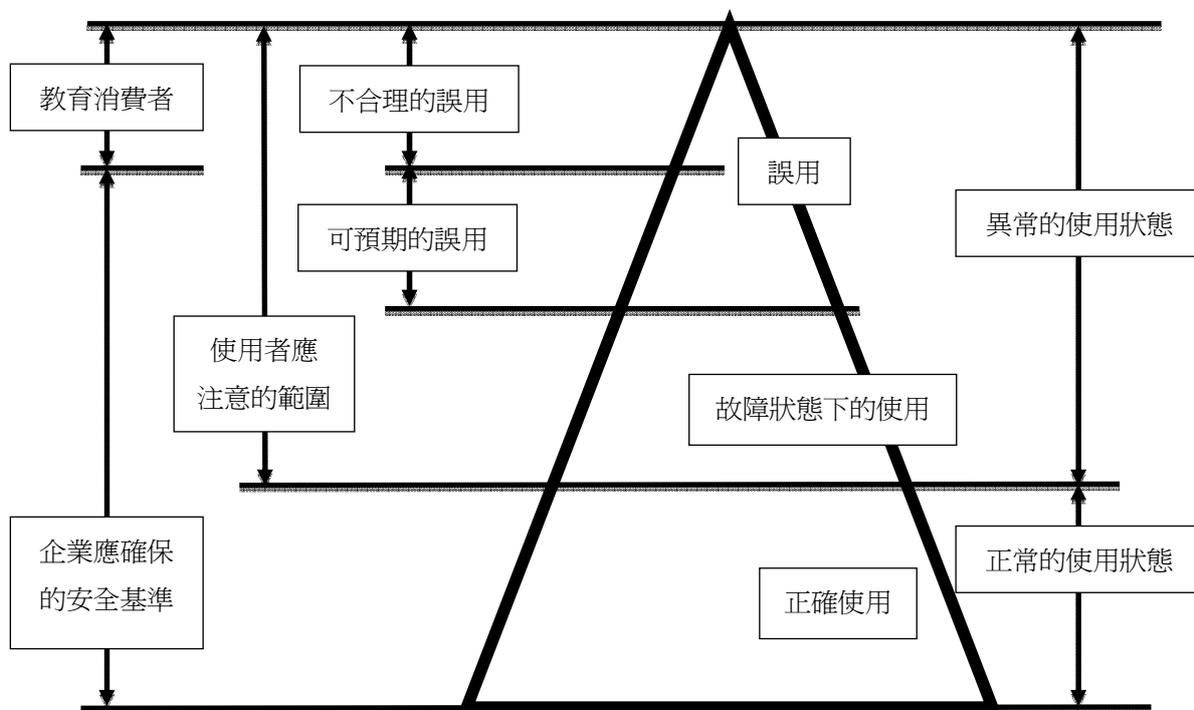


圖 4-2 使用型態類別(Oka Triangle)

(3) 應考慮作業員等人員的特性，例如視覺、聽覺等五官感受、體形、體力、年齡、性別、慣用手等，在實際操作機械設備時的狀況。

具體來說，當機械設備的操作位置或操作能力、操作次數等，不符合作業員的體形、體力時，即使依照規定的方式來進行操作也會發生腰痛等情況，經年累月下來，操作動作會變得越來越辛苦，最後可能會導致無法遵循規定的操作方法，演變成危險操作等。

- (4) 應預先考慮可預期的各機械設備使用者之熟練度、經驗年資、作業能力等水準，例如一般的機械設備使用人員、接受過該機械設備相關訓練之學員，通常不從事機械設備操作的成年人等。

關於操作該機械設備的能力高低，人的行動尤其是在不穩定的狀態下，其對應方式是相當不同的。舉例來說，就駕駛車輛而言，就是初學者與經驗豐富的老手之差別。所以必須要掌握到這些人所產生的不同行動才行。

- (5) 應考慮合理可預期的第三者接近時的狀況，不止是直接使用機械設備的作業員，也包含零件補給人員、與其機械設備有關連之作業人員、參觀人員等。

以不同的機械設備來說，不應該只侷限在狹義的生產活動上，而是要考慮各種可能的狀況才行。應盡可能地找出機械設備與人之間的關係。例如從事搬運該機械設備使用材料或產品的人員、機械設備的清掃或保養人員、使用週邊機械設備或裝置的人員，以及在隔壁機械設備的作業員等，甚至於來確認該機械設備運轉狀況等的人員、一般的工場參觀人員等都要注意，另外也要注意在附近通行道路上步行的人等。

(二) 機械的規格限制應考量的項目（設備方面）

透過機械設備的規格書或關係者等的檢討，可以明確掌握到對象機械設備如何進行作業的狀況。如以下範例所示，將機械設備操作時的所有狀態區分成各項目，依序考慮機械設備使用上的條件。

- (1) 考慮利用機械設備的操作模式(自動操作、手動操作、計劃安排、指示工業用機器人等)來進行作業，除了工作上的搬入、調整、設定等這些所謂的準備、計劃安排等作業之外，機械設備的操作條件也應包含其他如接近作業員操作的機械設備時之條件。
- (2) 考慮機械設備可動作的操作範圍(不止注意透過控制可達到的可動範圍，應該要廣泛注意機械設備所應有的最大操作範圍)，當機械設備的機能失常時，動作可能會達到最大操作範圍時的動作，或應考慮安裝機械設備時的空間條件(不止平面，空間性的範圍或建築物的牆壁、天花板、其他結構物、與其他機械設備間的距離等都要注意)。

(3) 考慮機械設備以及其構成零件在使用壽命上的條件(零件的更換時期、方法、頻率、零件的報廢處理等都要注意)。

表 4-1 機械設備的壽命週期範例

壽命週期	壽命週期的詳細內容
製造階段	機械設備製造廠商製造機械設備時的階段(包含出貨前的調整、試機等)。
出貨、搬運階段	由機械設備廠商直接搬運或透過搬運業者、租賃業者來搬運機械設備給機械設備使用者的階段。
組裝、設置階段	機械設備廠商在機械設備的使用場所組裝、設置，或在機械設備使用場所透過機械設備使用者的生產技術來組裝、設置的階段。
調整、試機階段	機械設備製造廠商在使用場所進行調整、試機的階段。 由機械設備使用者來進行調整、試機的階段。
使用階段	除了機械設備的運轉操作之外，加上重置、保全、故障修理、檢查、清掃、補給等動作的階段。
解體、報廢階段	由使用者、廢棄業者進行解體、報廢機械設備的階段。

表 4-2 合理可預見的錯誤使用之發生時機

1	使用機械設備發生機能失常、事故或故障時，人所產生的反射動作。
2	欠缺集中力或因疏忽(並非故意誤用機械設備)所產生的人為行為。
3	在完成作業的過程中，因採取“最小阻力線” [*] ，所產生的行為。
4	無論發生何種狀態，為了使機械設備持續操作而施加壓力的行為(因為考慮到機械設備停止後會產生危害)。
5	人的特定行為 (例如孩童或行動不便的人等，可能會與一般身體尺寸的作業員有不同舉動之人)。

※ 最小阻力線也有人說是“抄近路”、“省略行為”，這是將心理學(形態心理學)領域中的「人類知覺會將目前的事物如何彙整」名稱，以白話的方式加以表現。

最小阻力線是指「在已充份理解的模式裡，以當時所能給予的條件，彙整出整體上最簡單、最有規律、最佳形態的傾向」之表現。總而言之，即想要輕鬆一點(不想做麻煩的事、偷工減料、想要儘早完成等)，因此而不做本來應該要做的動作、行動。

表 4-3 機械設備發生的機能失常

1	加工材料、工件的特性或尺寸的變化。
2	機械設備的構成零件或其中之一種(或兩種)機能故障。
3	外部干擾(阻礙：例如電磁干擾、衝擊、振動)。
4	設計錯誤或設計不良(例如軟體程式錯誤)。
5	動力供給異常(例如電壓、空壓的大幅變動)。
6	周圍的狀況(例如因地層下陷導致固定機械設備的地面失去水平)。

4.3.2 具體做法

準備進行風險評估前，必須活用表 4-4 所示的「實施機械設備的風險評估前應明確的事項之範例」來做為檢查表，以確認目前有明確表示的內容是否遺漏，這是風險評估所必須要的資訊。

此外，雖然有必要在機械設備壽命週期中的所有階段都實施風險評估，但無法一次實施壽命週期中所有階段的評估。以實務上來講，可以將壽命週期分割成好幾個階段，然後依序實施風險評估，至於在哪個階段必須實施怎樣的風險評估，應該要先明確表示後，再實施評估。

步驟 1 中，要先考慮機械設備壽命週期中的全部階段，然後再指定機械的限制規格，其中最基本的是要以各個觀點來決定該從每個階段的哪個部份開始著手。在運用上，其實也可以在特定的壽命週期階段裡，實施步驟 1 的。只是，並非只從容易實施的階段著手而已，而是應該要從安全性最受威脅的階段開始進行才對。

表 4-4 實施機械設備的風險評估前應明確的事項之範例

分類	機械設備的使用狀況	檢查內容	活用風險評估
機械設備的規	● 機械設備的能力等規格。	明確表示機械設備的能力等規格。	推估風險

分類	機械設備的使用狀況	檢查內容	活用 風險評估
格等	● 機械設備以及其構成零件在壽命上的條件。	明確表示機械設備的壽命、構成零件的壽命和更換時期(頻率)、更換方法、零件的報廢處理方法等。	推估風險
	● 機械設備可動件的操作範圍，或安裝機械設備時的空間條件。	除了明確表示機械設備可動件的操作範圍之外，安裝的空間條件也要明示。	推估風險
機械設備的使用目的與用途	● 機械設備的使用目的與用途。	明確表示機械設備規格書上的目的與用途。	確認危害源
	● 以機械設備的使用目的與用途來預期作業等。	不止在機械設備的使用階段，在壽命週期上所有與作業相關的內容等，均應明確表示。	確認危害源
	● 合理可預見的錯誤使用。	應明確表示會發生合理可預見的錯誤使用場合。	確認危害源
	● 在機械設備或軟體的可預期機能失常時，人所產生的行為。	明確表示當機械設備或軟體所導致的機能失常時，人會產生的行為。	確認危害源
預期與機械設備有關連的人員	● 不止是指直接操作機械設備的作業員，包含負責保全作業的人員、與該機械設備相關的作業員、參觀人員等，所有可能會接近機械設備，合理可預期的人員。	明確表示誰會在什麼樣的狀況下，可能接近機械設備。	確認危害源
	● 一般的機械作業員、接受過該機械設備相關訓練之學員、預期可使用機械設備的人員之熟練度、經驗年資、作業能力等水準。	考慮基本上能夠從事工作的所有人員之能力。	推估風險
	● 使用機械設備的人員所特有的各種能力、特性(視覺或聽覺等五官的狀態、體形、體力、年齡、性別、慣用手等)。	考慮基本上能夠從事工作的所有人員之能力。	推估風險
預期使用機械設備的	● 機械設備的壽命週期(從製造機械設備到報廢為止：請參閱表 4-1)。	明確具體地表示機械設備在壽命週期上的每個階段。	確認危害源

分類	機械設備的使用狀況	檢查內容	活用 風險評估
期間			
預期使用的場所	● 使用機械設備的場所。	明確表示使用場所(也要考慮溫度、濕度、高度等條件)。	推估風險

4.4 危害辨識（步驟 2）

4.4.1 如何辨識危害源

危害源的認定特定於依機械可能會構成的各種危害源(永久性的危害源以及無法預期出現的危害源)。在 ISO 12100-1 的第四章規定了如表 4-5 以及表 4-6 一般的危害源。關於危害源的詳細資訊在 ISO 14121 的附屬資料裡面也有表示。危害源的確認，其實施方法請依照下列順序進行。

- (1) 辨識與機械設備相關的所有危害源。
- (2) 預測危害源和人員之間的關係會發生危害(傷害、損害健康)，辨識所有的危害源、危險現象。

在 JIS B 9700-1：2004 裡，危害源是定義為「引起危害的潛在根源因素」。如果危害源只有單純存在的話，是不會構成危險狀態的，當人員因為作業等因素，與危害源之間產生關係時，這時才會形成危險狀態。也就是說，在危害源的廣大範圍內，當人員的行動範圍與危害源的範圍出現重合現象(分為空間上的重合和時間上的重合)時，就會產生危險狀態。

空間上的重合：如作業員進入工業用機器人的操作範圍等，這在空間上是表示危害源和人員是處於同一空間的狀態。

時間上的重合：依時間的變化，會產生危險或安全的任一種狀態。一般而言，當機械設備停止*時，即使空間上有重合也不屬於危險狀態。例如當機械設備停止時，即使作業員接近工業用機器人也是安全的，但若機械設備處於操作中的狀態，則作業員接近的話，便是屬於危險狀態。

基本上，危害源和人員在同一時間處於同一空間時，便會構成危險狀態，如果放置不管的話，恐怕會因此發生危害。所以重要的是不止要注意空間上的重合，應該也要注意時間上的重合才對，如此一來才能正確地辨別清楚危險狀態。自危害源產生危害的過程整理如圖 4-3 所示，而發生危害的條件整理如圖 4-4 所示。

※註：機械設備停止：這裡所指的停止，是指遮斷機械設備的動力源而停止的狀態(停止類別為 0 或 1)。但實際上，其實大多都有維持動力源，只是處於待機的停止狀態而已(停止類別為 2)。這時若周遭有人員存在，即構成危險狀態。

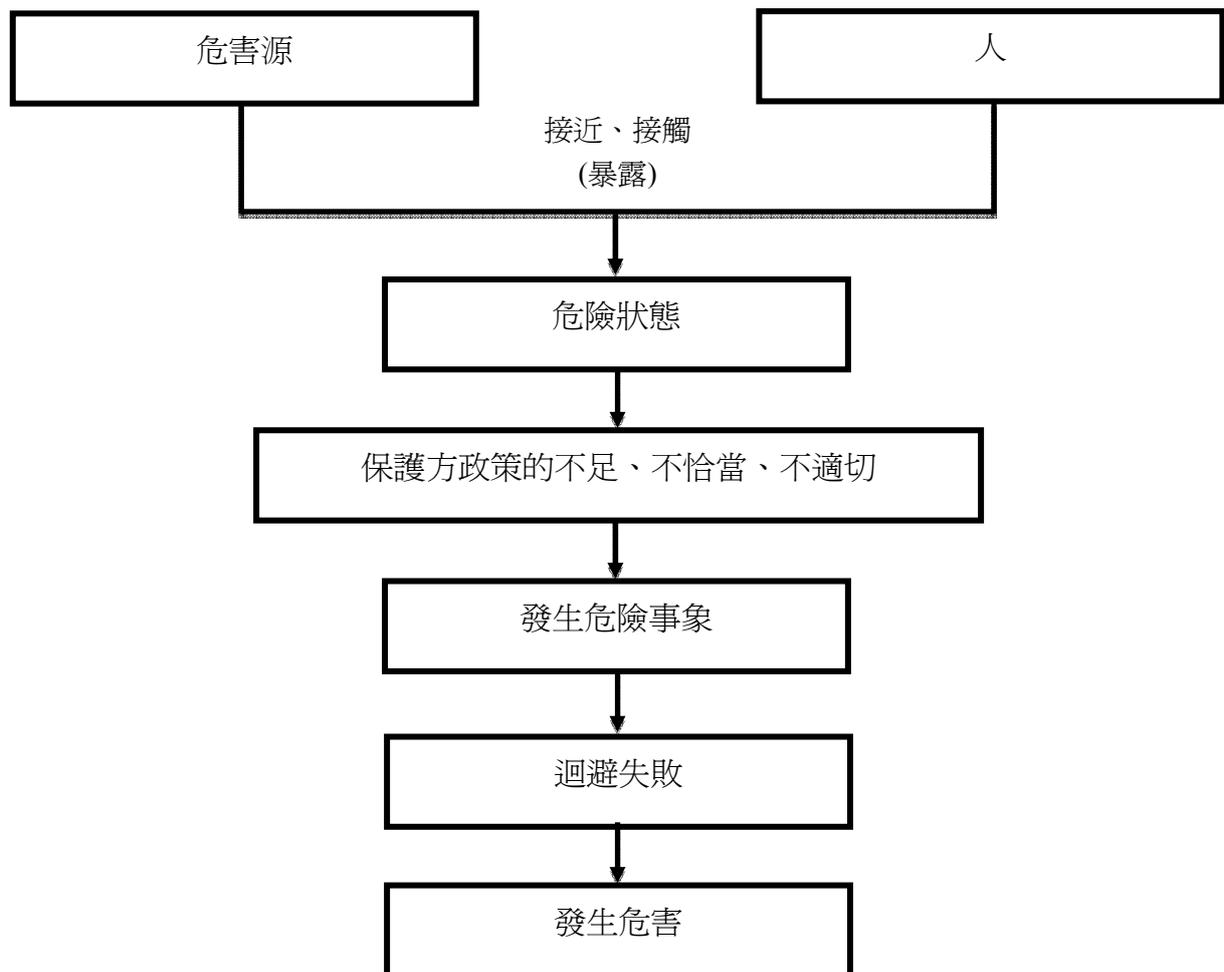


圖 4-3 從危害源到產生危害的過程

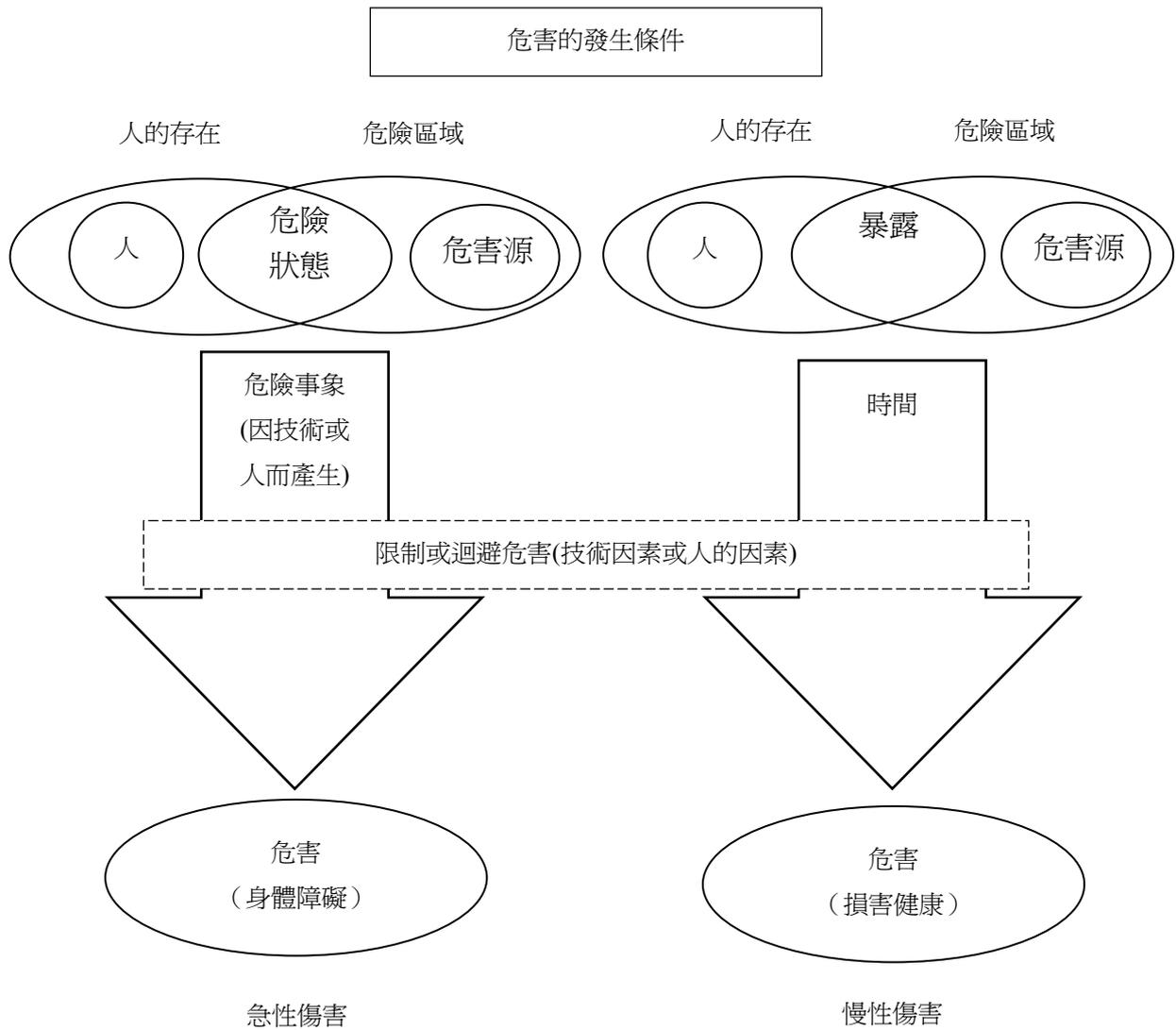


圖 4-4 發生危害的條件

表 4-5 機械類的限制

限制	限制要素範例	
使用上的限制	預期使用(和人的交互作用/對象設計範圍)	(a)壽命週期上的相互作用： (1)系統、構成，(2)搬運，(3)組裝以及安裝，(4)試運轉，(5)使用狀態，(6)使用停止、分解。
		(b)機能不良所伴隨的相互作用： (1)加工品的特性、尺寸、形狀的變化，(2)構成零件或者機能故障，(3)衝擊、振動、電磁干擾、溫度、濕度等環境變化，(4)設計錯誤或者是設計不良，包含軟體上的錯誤，(5)動力供給異常、電源變動，(6)機械的安裝或人為干擾等機械周遭的狀況變化。

限制	限制要素範例	
		(c)對象、作業員： (1)操作員、技術員、見習生/初學者，(2)性別、年齡、慣用手、身障者，(3)機械周圍作業員、監管者、稽核員，(4)第三者。
	合理的考慮可能預測到的錯誤使用	(1)依操作員不當操作而發生，(2)機能不良、事故發生之前人的反射動作，(3)集中力欠缺或者粗心導致錯誤操作，(4)在作業中被近處災害波及，(5)第三者的行動。
	無預期啟動	(1)控制系統故障或者因雜訊等外部影響產生啟動指令而啟動，(2)感應器或動力控制要素等，因不當使用機械的其他部份導致啟動，(3)隨著動力中斷後，再復歸而啟動，(4)重力或者風力在內燃機裡自燃等，依據對機械外部的影響或者從內部的影響導致啟動，(5)機械的停止類別(IEC 60204-1)。
空間上的限制	機械的動作範圍	傳動裝置的可動範圍、以及其可動速度或者動能。
	操作者與機械間的空間	適合機械大小的使用場所、操作面板的位置、操作者的作業範圍、維護時的點檢/修理空間、點檢部位的通道、工具或加工物的放出、機械的回應時間。
	機械—動力間的介面	機械可動部份的過負荷對應、異常時的能源切斷、儲能的消散、吸入時的救出。
	作業環境	階梯、梯子、欄杆的設置，平臺。
時間上的限制	機械性的限制	加工用的砥石或鑽孔機等工具的更換時期，可動部份的軸承或油空壓零件的密封壽命。
	電氣上的限制	絕緣劣化、接點壽命、包覆配線的磨耗、接地線的脫落、有資格者的任命。

表 4-6 危害源

危害源	性質等
機械的危害源	<p>因可動機械和人直接接觸，結果會發生被機械或裝置捲入、或者被夾傷的危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●擠壓、壓潰 ●剪斷●切、割 ●捲入●夾入、拉入 ●衝擊●穿刺●擦傷●高壓流體噴入、噴出 <p>起因於機械零組件或加工物，如以下原因所引起：</p> <ul style="list-style-type: none"> ●形狀 ●相對位置 ●質量的安定性(受重力影響而動作之構件的位能) ●質量的速度(控制或無控制運動之構件)

危害源	性質等
	<ul style="list-style-type: none"> ●不適當的機械
電氣的危害源	<p>起因為電氣的危害源，依下列原因可能會發生的危害。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●直接接觸(和充電部份的接觸、在正常運轉時導體或者導電性的部份過電壓)。 ●間接接觸(不良狀態時、尤其以絕緣不良的結果來說，呈現充電狀態的部份)。 ●人接近充電部份，尤其是接近高電壓領域時。 ●在合理可預見的使用條件下不適當的絕緣。 ●因人接觸帶電部份所發生的靜電現象。 ●熱輻射。 ●起因為短路或者過載所產生的化學性影響或者放出溶料物的現象。 ●依觸電產生驚嚇的結果，可能導致人墜落(或者是從被觸電的人身上掉下掉落物)。
熱的危害源	<p>因人類接觸表面異常的溫度(高低)所發生的危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●依接觸極端溫度的物體或材料，受到火災或者爆炸或者熱源的輻射所造成的燒傷或燙傷。 ●因高溫作業環境或者低溫作業環境所導致的健康障礙。
依噪音所產生的危害源	<p>依機械所產生的噪音會導致以下結果的危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●永久性的喪失聽力。 ●耳鳴。 ●疲勞、壓力。 ●喪失平衡感或者喪失意識等其他影響。 ●口頭傳達或者對音量、信號的知覺產生障礙。
依振動所產生的危害源	<p>依長時間的低振幅或者短時間的強烈振幅而產生下列危害的危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●嚴重不適。 ●依全身振動所產生的強烈不快感。 ●依照手及手腕的振動產生手臂振動症候群般的血管阻塞，神經障礙、骨或關節障礙。
依輻射所產生的危害源	<p>依下列種類的輻射所產生的危害源，有短時間就受到影響的例，也有經過長時間才出現影響的例。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●電磁領域(例如：低周波、無線電頻率、微波波段)。 ●紅外線、可視光線、紫外線。 ●雷射放射。危害源 ●X光繞射儀及γ線。 ●α線、β線、電子束以及離子束、中子。

危害源	性質等																																				
依材料以及物質所產生的危害源	<p>與機械運轉有關聯的材料或污染物，或者接觸從機械放出的材料、產品、污染物所造成的危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●例如特有有害性、毒性、腐蝕性、致畸型性、致癌性、誘變以及刺激性的流體、氣體、霧、煙、纖維、粉塵、吸飲浮質物等，起因是因為接觸皮膚、眼睛以及黏膜所導致的危害源。 ●生物(例如：黴)以及微生物(病毒或者細菌)所導致的危害源。 																																				
在機械設計時因無視人體工學原則所導致的危害源	<p>機械性質和人類能力的不協調所產生的下列危害源。</p> <ul style="list-style-type: none"> ●不自然的姿勢、過剩或者重覆的負擔所產生的生理影響(例如：筋、骨格障害)。 ●在機械“預期使用”的限制內運轉，監視或者保全時所產生的精神上過大或過小負擔，又或者因壓力產生心理或生理的影響。 ●人為誤差。 																																				
滑動、阻礙以及掉落的危害源	地面或通路、扶手欄杆等不適當的狀態，依設置、安裝所產生的危害源。																																				
危害源的組合	上述揭示的危害源經各種組合所產生的危害源。若認為未達到個別的危害源標準而疏忽，恐怕會發生嚴重危害。																																				
機械的危害源	<ul style="list-style-type: none"> ●規格的要求事項(參考基準)。 75N，150N〔有適當的護罩裝置時〕。(N：牛頓) ●痛覺耐受值/測驗者：10 歲~50 歲男女 16 名(參考基準)。 平均值：65N~146N，最小值：13N~46N，最大值：133N~245N。 ●ISO 10218(機械)。 250mm/s(安全速度)。 																																				
電氣的危害源	請參照 IEC 60204-1。																																				
熱的危害源	<ul style="list-style-type: none"> ●接觸時間限界值。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>1 秒</th> <th>10 秒</th> <th>1 分</th> <th>10 分</th> <th>8 小時以上</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無電鍍金屬</td> <td>65°C</td> <td>55°C</td> <td>51°C</td> <td>48°C</td> <td>43°C</td> </tr> <tr> <td>電鍍金屬</td> <td colspan="2">依電鍍厚度而定</td> <td>51°C</td> <td>48°C</td> <td>43°C</td> </tr> <tr> <td>陶瓷、玻璃以及石材</td> <td>80°C</td> <td>66°C</td> <td>56°C</td> <td>48°C</td> <td>43°C</td> </tr> <tr> <td>塑膠</td> <td>85°C</td> <td>71°C</td> <td>60°C</td> <td>48°C</td> <td>43°C</td> </tr> <tr> <td>木材</td> <td>110°C</td> <td>89°C</td> <td>60°C</td> <td>48°C</td> <td>43°C</td> </tr> </tbody> </table> <p>*請參照參考文獻的〔15〕。</p>	材料	1 秒	10 秒	1 分	10 分	8 小時以上	無電鍍金屬	65°C	55°C	51°C	48°C	43°C	電鍍金屬	依電鍍厚度而定		51°C	48°C	43°C	陶瓷、玻璃以及石材	80°C	66°C	56°C	48°C	43°C	塑膠	85°C	71°C	60°C	48°C	43°C	木材	110°C	89°C	60°C	48°C	43°C
材料	1 秒	10 秒	1 分	10 分	8 小時以上																																
無電鍍金屬	65°C	55°C	51°C	48°C	43°C																																
電鍍金屬	依電鍍厚度而定		51°C	48°C	43°C																																
陶瓷、玻璃以及石材	80°C	66°C	56°C	48°C	43°C																																
塑膠	85°C	71°C	60°C	48°C	43°C																																
木材	110°C	89°C	60°C	48°C	43°C																																
依噪音所產生的危害源	<ul style="list-style-type: none"> ●工廠等環境確保條例/第 4 種區域。 80dB (07:00~20:00)，70dB(20:00~23:00)，65dB(23:00~07:00) ※第 4 種區域：主要是供工業使用的區域，為了維護區域內 																																				

危害源	性質等	
	的居民生活環境不惡化，必須要預防產生明顯噪音的區域。 ●為了防止噪音障害的指導方針。 (1)實施作業環境測定時。	
	管理區分	風險
	第Ⅲ管理區分	高
	第Ⅱ管理區分	中
	第Ⅰ管理區分	低
	測定值	管理區分
	90dB 以上	第Ⅲ管理區分
	85dB~90dB	第Ⅱ管理區分
	85dB	第Ⅰ管理區分

表 4-6 危害源(續上頁)

危害源	基準值—大小、形狀等(參考)					
	(2)未實施作業環境測定時。 有害性的基準。					
	有害性的基準		噪音基準(平均特性)			
	A		90dB 以上			
	B		85dB 以上未滿 90dB			
	C		80dB 以上未滿			
	D		未滿 80dB			
		8 小時以上	4 小時以上 未滿 8 小時	2.5 小時以上 未滿 4 小時	1 小時以上 未滿 2.5 小時	未滿 1 小時
	A	高				
	B	高		中	低	
	C	高	中	低		
D	低					
風險	優先度					
高	有必須要馬上對應的風險存在。					
中	有應該要盡速對應的風險存在。					
低	依據必要性來實施降低風險的措施。					
管理區分	對策					
第Ⅰ管理區分	關於在第Ⅰ管理區分所區分的場所，應努力地持續維持該場所的作業環境。					

危害源	基準值—大小、形狀等(參考)																										
	第 II 管理區分	(1) 關於在第 II 管理區分所區分的場所，應採取明確表示的標誌來標識該場所。 (2) 進行設施、設備、作業工程或作業方法的點檢，以其結果為基礎，為了做設施或設備的設置、整備、作業工程或者改善作業方法、其他作業環境等，採取必要的措施，努力使該場所的管理區分成為第 I 管理區分。 (3) 對於從事噪音作業的勞動者，應依其必要讓其使用防噪音保護用具。																									
	第 III 管理區分	(4) 關於在第 III 管理區分所區分的場所，應採取明確表示的標誌來標識該場所。 (5) 進行設施、設備、作業工程或作業方法的點檢，以其結果為基礎，為了做設施或設備的設置、整備、作業工程或者改善作業方法、其他作業環境等，採取必要的措施，努力使該場所的管理區分成為第 I 管理區分。																									
	然後，在改善作業環境並採取實施措施時，為了確保其效果，要進行關於該場所的作業環境測定來評估其結果。 ●單體機械。 80dB (EU 規制/從機械放出的噪音)。 ●ISO 1999。 噪音性聽力障礙 LAeg，24h=70dB(A)以下(即使長期曝露也不至於造成聽力障礙)。 衝擊音的高音壓：140 dB 以下(成人)、120 dB 以下(兒童)。 *在 LAeg，T：A 特性補正音 T 時間的平均能源是等同於穩態聲源的水準。																										
依振動所產生的危害源	●第 2 種區域 65 dB (8 點~20 點)，60 dB (20 點以後)。																										
依輻射所產生的危害源	●輻射線的分類(微波數別) <table border="1" data-bbox="427 1509 1305 1930"> <thead> <tr> <th data-bbox="427 1509 564 1547">性質</th> <th data-bbox="564 1509 855 1547">型態</th> <th data-bbox="855 1509 1182 1547">微波數/波長/能源</th> <th data-bbox="1182 1509 1305 1547">特徵</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="427 1547 564 1637">電場以及磁場</td> <td data-bbox="564 1547 855 1637">極超長波以及長波</td> <td data-bbox="855 1547 1182 1637">0<f<30kHz</td> <td data-bbox="1182 1547 1305 1809" rowspan="4">非電離輻射線</td> </tr> <tr> <td data-bbox="427 1637 564 1682">電磁波</td> <td data-bbox="564 1637 855 1682">無線微波</td> <td data-bbox="855 1637 1182 1682">30kHz<f<300GHz</td> </tr> <tr> <td data-bbox="427 1682 564 1727" rowspan="3">光輻射</td> <td data-bbox="564 1682 855 1727">紅外線</td> <td data-bbox="855 1682 1182 1727">1mm>λ>780nm</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1727 855 1771">可視光</td> <td data-bbox="855 1727 1182 1771">780nm>λ>380nm</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1771 855 1816">紫外線</td> <td data-bbox="855 1771 1182 1816">380nm>λ>100nm</td> </tr> <tr> <td data-bbox="427 1816 564 1861" rowspan="2">粒子</td> <td data-bbox="564 1816 855 1861">X 線，γ 線</td> <td data-bbox="855 1816 1182 1861">Λ<100nm，W>12 eV</td> <td data-bbox="1182 1816 1305 1930" rowspan="2">電離輻射線</td> </tr> <tr> <td data-bbox="564 1861 855 1930">α 線、β 線、電子、中子、其他</td> <td data-bbox="855 1861 1182 1930">W>12eV</td> </tr> </tbody> </table>			性質	型態	微波數/波長/能源	特徵	電場以及磁場	極超長波以及長波	0<f<30kHz	非電離輻射線	電磁波	無線微波	30kHz<f<300GHz	光輻射	紅外線	1mm>λ>780nm	可視光	780nm>λ>380nm	紫外線	380nm>λ>100nm	粒子	X 線，γ 線	Λ<100nm，W>12 eV	電離輻射線	α 線、β 線、電子、中子、其他	W>12eV
性質	型態	微波數/波長/能源	特徵																								
電場以及磁場	極超長波以及長波	0<f<30kHz	非電離輻射線																								
電磁波	無線微波	30kHz<f<300GHz																									
光輻射	紅外線	1mm>λ>780nm																									
	可視光	780nm>λ>380nm																									
	紫外線	380nm>λ>100nm																									
粒子	X 線，γ 線	Λ<100nm，W>12 eV	電離輻射線																								
	α 線、β 線、電子、中子、其他	W>12eV																									

危害源	基準值—大小、形狀等(參考)																													
	<p>F=微波數，λ=波長，W=量子/粒子能量</p> <p>●依輻射線放出基準分類。</p> <table border="1" data-bbox="426 338 1356 1093"> <thead> <tr> <th data-bbox="426 338 486 423">種類</th> <th data-bbox="486 338 697 423">內容</th> <th data-bbox="697 338 860 423">曝露者</th> <th data-bbox="860 338 1011 423">1 天內曝 露時間</th> <th data-bbox="1011 338 1177 423">限制和保 護對策</th> <th data-bbox="1177 338 1356 423">情報和訓 練</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="426 423 486 589">0</td> <td data-bbox="486 423 697 589">在公共場所 1 天 24 小時 可使用的機 械</td> <td data-bbox="697 423 860 589">一 般 人 (成人、小 孩、不知 情人等)</td> <td data-bbox="860 423 1011 589">24 小時</td> <td data-bbox="1011 423 1177 589">無限制</td> <td data-bbox="1177 423 1356 589">不需要情 報</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 589 486 880">1</td> <td data-bbox="486 589 697 880">在一般工作 天裡任何一 個操作員所 使用的機 械,超過輻射 線種類 0 的 水準</td> <td data-bbox="697 589 860 880">操作員、 全體操作 員(知情 人員)</td> <td data-bbox="860 589 1011 880">8 小時</td> <td data-bbox="1011 589 1177 880">接近限制 或者需要 保護策略</td> <td data-bbox="1177 589 1356 880">危害、危險 以及關於 二次影響 的情報</td> </tr> <tr> <td data-bbox="426 880 486 1093">2</td> <td data-bbox="486 880 697 1093">機械放出的 輻射線超過 種類 1 的程 度</td> <td data-bbox="697 880 860 1093">只限於特 有知識和 責任,並 受過訓練 的人</td> <td data-bbox="860 880 1011 1093">依 放 出 基 準 而 論</td> <td data-bbox="1011 880 1177 1093">必須要有 特別的限 制和保護 策略</td> <td data-bbox="1177 880 1356 1093">危害、危險 以及關於 二次影響 的情報,必 須訓練</td> </tr> </tbody> </table>						種類	內容	曝露者	1 天內曝 露時間	限制和保 護對策	情報和訓 練	0	在公共場所 1 天 24 小時 可使用的機 械	一 般 人 (成人、小 孩、不知 情人等)	24 小時	無限制	不需要情 報	1	在一般工作 天裡任何一 個操作員所 使用的機 械,超過輻射 線種類 0 的 水準	操作員、 全體操作 員(知情 人員)	8 小時	接近限制 或者需要 保護策略	危害、危險 以及關於 二次影響 的情報	2	機械放出的 輻射線超過 種類 1 的程 度	只限於特 有知識和 責任,並 受過訓練 的人	依 放 出 基 準 而 論	必須要有 特別的限 制和保護 策略	危害、危險 以及關於 二次影響 的情報,必 須訓練
種類	內容	曝露者	1 天內曝 露時間	限制和保 護對策	情報和訓 練																									
0	在公共場所 1 天 24 小時 可使用的機 械	一 般 人 (成人、小 孩、不知 情人等)	24 小時	無限制	不需要情 報																									
1	在一般工作 天裡任何一 個操作員所 使用的機 械,超過輻射 線種類 0 的 水準	操作員、 全體操作 員(知情 人員)	8 小時	接近限制 或者需要 保護策略	危害、危險 以及關於 二次影響 的情報																									
2	機械放出的 輻射線超過 種類 1 的程 度	只限於特 有知識和 責任,並 受過訓練 的人	依 放 出 基 準 而 論	必須要有 特別的限 制和保護 策略	危害、危險 以及關於 二次影響 的情報,必 須訓練																									
依材料以及 物質所產生 的危害源	●MSDS																													
在機械設計 時因無視人 體工學原則 所導致的危 害源	<p>●重量物依人力安裝</p> <p>(1)重量為 3kg 以上時。</p> <p>—檢討準備補助工具。</p> <p>—補助工具的尺寸等：掛鉤直徑：20mm~40mm，深度：125mm 以上，形狀：圓形或橢圓形。</p> <p>—移動距離：未滿 2m。</p> <p>—準備專用的補助工具。</p> <p>—尺寸：寬度 600mm x 厚度 500mm(最大值)，高度是可確保視野的高度。</p> <p>—作業姿勢：避免無理的姿勢。</p> <p>—避免高頻率的重覆作業。</p> <p>(2)最大重量為 25kg 時的補足事項</p> <p>—最大水平移動距離：250mm。</p> <p>●能見度</p> <p>—機械或者依其 Guide 設計上的特性，當亮度不足時，應在作業區域以及調整、設定區域，準備照明工具，做為頻繁使用的保全區域。</p> <p>—必須避免因閃爍、暗光、暗影以及頻閃效應的影響而產生的風險。</p> <p>—當必須調整照明來源的位置或者調整照明來源本體時，其位置必須</p>																													

危害源	基準值—大小、形狀等(參考)																													
	<p>對調整者來說是沒有風險的才行。</p> <p>●手動控制機械的選擇以及配置</p> <p>(1)色彩 非常：紅異常：黃正常：綠強制：藍</p> <p>(2)要求事項 —手動控制器要具有能一目瞭然的能見度，必須要依需求適當地表示其標誌。 —手動控制器不能模擬兩可或多樣化，必須要能安全地操作才行(例如，配置標準化的手動控制器，操作員從某個機械使用相同的運轉模式來移動類似機械時，可降低錯誤操作的風險。) —手動控制器的位置(對於按鈕)以及動作(對於排檔以及圓盤)應符合操作結果。 —依手動控制器的操作不會產生新增風險。</p>																													
	<p>●精神的疲勞</p> <table border="1" data-bbox="427 880 1348 1429"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="4">依精神上的作業負荷來解決效果減退的對策</th> </tr> <tr> <th></th> <th>疲勞</th> <th>單調感</th> <th>注意力降低</th> <th>心的充實感</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>對業務的對策</td> <td>注意業務和時間的分配</td> <td>業務分配、多樣性</td> <td>避免持續注意</td> <td>給予小目標使職務充實</td> </tr> <tr> <td>對作業裝置的對策</td> <td>不給予曖昧的提示</td> <td>避免機械調速，變更信號提示模式</td> <td>信號的易見度</td> <td>關於業務達成給予機會執行個人作法</td> </tr> <tr> <td>對作業環境的對策</td> <td>證明</td> <td>溫度、色</td> <td>避免沒變化的聽覺刺激</td> <td>避免沒有變化的環境狀態</td> </tr> </tbody> </table>						依精神上的作業負荷來解決效果減退的對策					疲勞	單調感	注意力降低	心的充實感	對業務的對策	注意業務和時間的分配	業務分配、多樣性	避免持續注意	給予小目標使職務充實	對作業裝置的對策	不給予曖昧的提示	避免機械調速，變更信號提示模式	信號的易見度	關於業務達成給予機會執行個人作法	對作業環境的對策	證明	溫度、色	避免沒變化的聽覺刺激	避免沒有變化的環境狀態
	依精神上的作業負荷來解決效果減退的對策																													
	疲勞	單調感	注意力降低	心的充實感																										
對業務的對策	注意業務和時間的分配	業務分配、多樣性	避免持續注意	給予小目標使職務充實																										
對作業裝置的對策	不給予曖昧的提示	避免機械調速，變更信號提示模式	信號的易見度	關於業務達成給予機會執行個人作法																										
對作業環境的對策	證明	溫度、色	避免沒變化的聽覺刺激	避免沒有變化的環境狀態																										

危害源	基準值—大小、形狀等(參考)
滑動、阻礙以及掉落的危害源	<p>●防止阻礙：設置傾斜以及角度 20°。</p> <p>●防止滑動(作業用平台以及通路)。</p> <p>(1)構造以及材質。</p> <p>—為了確保具足夠的硬度以及安定性，選擇尺寸以及構成品(安裝工具、連結工具、包含支撐以及基礎)。</p> <p>—對於環境上的影響(例如：天候、化學藥品、腐蝕性氣體等)全部項目的阻力，例如使用耐腐蝕材料或者是適當的塗料。</p> <p>—配置不會積水的構造元件，例如：結合部份等。</p> <p>—使用電蝕作用或者溫度膨脹差較小的材料。</p> <p>—通路以及作業用平台的尺寸是遵循或參考可能使用的人體測量數據，EN 547-1 以及 EN547-3。</p> <p>—作業用平台以及通路要設計、製造成防止物體掉落所造成的危害源。</p> <p>(2)位置。</p> <p>—通路以及作業用平台是容易放出或累積有害材料或化學物質導致滑落的場所，應盡可能的遠離配置。</p> <p>—作業用平台必須依照人體工學來設置使其可以進行作業才行，若可以的話，作業位置的高度是將作業用平台設置在地上約 500~1,700mm 處較為理想。</p> <p>●防止墜落。</p> <p>JIS B 9713-1 第 1 部：有高低差的 2 個場所選擇固定的升降設備。</p> <p>JIS B 9713-2 第 2 部：作業用平台以及通路。</p> <p>JIS B 9713-3 第 3 部：階梯、梯子以及防護欄杆(柵欄)。</p> <p>JIS B 9713-4 第 4 部：固定梯子。</p>

然後，關於危害源分析的手法有如圖 4-5 的手法。

4.4.2 具體的實施方法

在步驟 1 時就明確地表示出機械的限制規格，然後在使用機械設備時的所有狀況(合理可預期的狀況)下，辨識危害源、危險狀態。而此處機械設備預期的使用狀況，其中還包含了機械設備壽命週期的所有階段，但由於很難一次辨識出所有階段的危害源，因此，於前述建議可分割成幾個階段後再進行實施。原則上，應該要先實施壽命週期中每個階段的風險評估，把所有潛伏在機械設備的危害源一一條列出來。對整個壽命週期實施的原因是為了防止失誤發生，主要是因為在每個階段的銜接部份可能會

出現漏洞，或者在特定的階段裡可能會發生疏忽。然而，在現實上，要在設計階段找出每個壽命週期中每個階段的危害源，其實尚有時間上的困難。

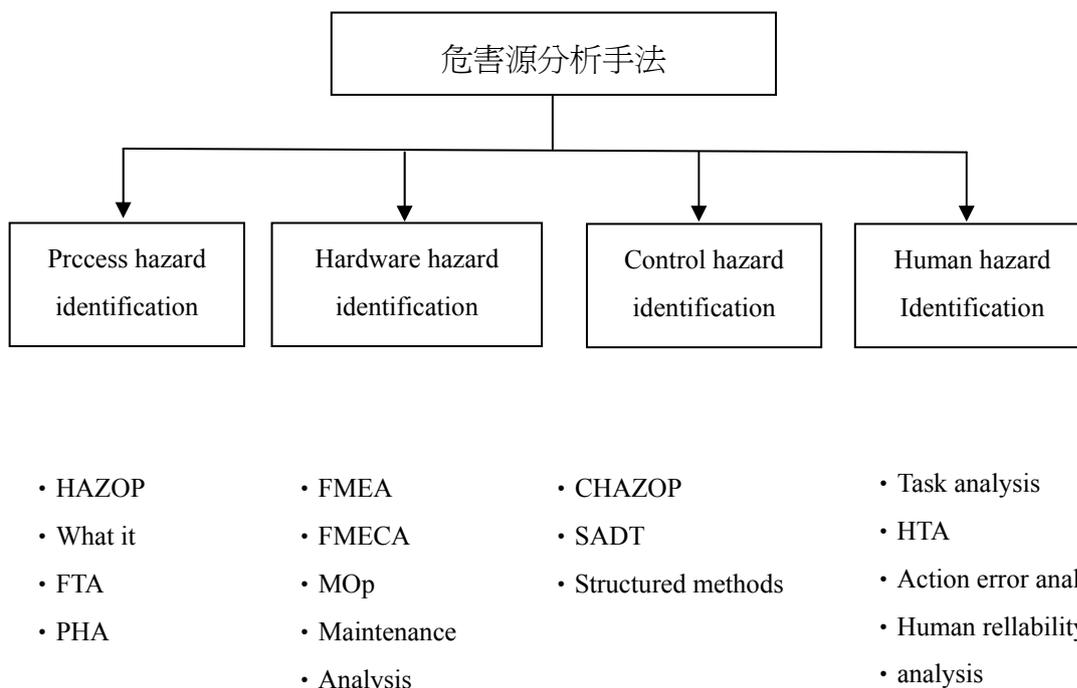


圖 4-5 危害源分析手法的分類和範例

略號

HAZOP：Hazard and operability study

FTA：Fault tree analysis

PHA：Preliminary hazard analysis

FMEA：Failure mode and effect analysis

FMECA：Failure modes, effects, and criticality analysis

Mop：Maintenance and operability study

CHAZOP：Computer hazard and operability study

SADT：Structured analysis and design techniques

HTA：Hierarchical task analysis

表 4-7 中有添附 JIS B 9702：2000 附錄 A 所表示的「危害源、危險狀態以及危險現象」。設置在工廠使用的機械設備，也就是指固定式的機械設備，應針對本表 No.1 到 No.9 所表示的危害源來進行逐一檢查。然後在 No.20 以後，是關於移動式機械等應

注意的危害源項目。爲了無遺漏且有效地找出危害源所在，應在手邊準備如表 4-7 一般的危害源列表(已知的分類表)，對照機械設備的構造、動作等，逐一地做確認動作。

比較這樣的表格，進行確認危害源、危險狀態的動作稱爲「辨識」。只要使用這個方法，就很有可能可以無遺漏地找出危害源、危險狀態。因爲這是表示於 JIS B 9702：2000 或 ISO 14121：1999 的標準化方法，所以是有效且具公信力的方法。而且，其優點是以此方法進行「辨識」，可以簡單地比較別的風險評估所得到的結果。此外，辨識危害源、危險狀態的方法，還有利用危險預知(KY)的手法等。然後，現有設備的風險評估如果有「辨識」以外的慣用手法時，兩者併用後，實務上的效果應該不錯。

另外，就算有新設計的機械設備，也不可以因爲已經有類似的機械設備(機構等)存在，就不做危害源的「辨識」。即使類似的機械設備在過去沒有災害的實例，或者是實例很少，也不應該就這樣把該機器當成是風險低的設備。以往發生的災害少不等於代表風險低。雖然各壽命週期的階段要逐步地實施步驟 2，但在這當中，除了已經找出的危害源外，是否在其他階段裡還有忽略掉的危害源存在，這時應該要利用與上述相同的手法，來詳細檢查該壽命週期每個階段的狀況。

之後，這些找出的危害源與人員之間的關係會造成怎麼樣的危險狀態必須要仔細斟酌才行。這時可以利用步驟 1 的內容，將機械的限制規格明確條列出後，預設人和機械設備之間的關係。使用這個資料，將這個階段的作業人員等可能會進行的行動，與步驟 2 開頭所寫的辨識危害源之間的關係明確化，整理出會成爲危險狀態的項目。這時也一併參考表 4-7 的內容來進行危險狀態的辨識，這樣一來便可以有效地掌握，在相關作業、行動中有無遺漏危險狀態，其中 NO1~19 爲 ISO12100 所列的危害源，NO20~37 爲歐盟機械指令所列的危害源，則用於具較特殊作用的機械。又，NO1~19 適用於一般固定式的機械；NO20~26 適用於具移動性的機械；NO27~29 適用於具抬舉功能的機械；NO30~33 適用於地下作業的機械；NO34~37 適用於具人員吊掛與移動的機械。

另外，在設計構想階段實施第一次的風險評估時，根據機械性的手段以及電氣、電子控制的手段，要在完全沒有實施保護政策的前提下，實施風險評估。接著第二次以後，就增添保護政策，在安裝固定防護裝置、護罩類的狀態下，實施風險的預估。

表 4-7 危害源一覽表（危害源、危險狀態以及危險現象的範例）

No.	危險源
一般固定式機械所存在的危害源、危險狀態以及危險現象	
1	機械性危險源 (1)如由以下項目產生機械零件或加工對象物的危險源 a)形狀 b)相對位置 c)質量以及安定性(構成要素的位能受到重力的影響而移動) d)質量以及速度(控制或無控制動力時的構成要素) e)不恰當的機械強度
	(2)如由以下項目所引發的機械內部儲能 f)彈力性構成要素 g)加壓下的液體以及氣體 h)真空效果
1.1	壓傷的危險源
1.2	剪斷的危險源
1.3	切傷或切斷的危險源
1.4	捲入的危險源
1.5	拉扯或夾入的危險源
1.6	衝擊的危險源
1.7	刺傷或刺穿的危險源
1.8	摩擦或擦傷的危險源
1.9	高壓液體流入或噴出的危險源
2	電氣性的危險源
2.1	人員接觸到充電部位(直接接觸)
2.2	人員在不適當的狀態下接觸充電部位(間接接觸)
2.3	接近高電壓的充電部位
2.4	靜電現象
2.5	發生熱輻射、短路或過負荷，造成熔融物流出或產生化學性效果等其他現象
3	熱的危險源會導致以下結果
3.1	人員接觸到極高溫、低溫的物體或材料，導致火災或爆炸，以及放射熱源所引起的燙傷、熱傷害以及其他傷害
3.2	因熱間或冷間作業環境的關係造成健康損害
4	噪音所產生的危險源會導致以下結果

No.	危險源
4.1	喪失聽力(聽不見)、其他生理上的不適(喪失平衡感、喪失意識)
4.2	口頭傳達、聽覺訊號、其他障礙
5	因振動產生的危險源
5.1	使用手持機械導致各種神經以及血管障礙
5.2	處於特別不良的姿勢時全身振動
6	經由放射產生的危險源
6.1	低頻、無線電頻放射、微波
6.2	紅外線、可視光線以及紫外線放射
6.3	X 線及 γ 線
6.4	α 線、 β 線、電子或離子束、中子
6.5	雷射光
7	由機械類處理或使用的材料以及物質(和其構成要素)所引起的危險源
7.1	接觸或吸入有害液體、氣體、霧、煙以及粉塵的危險源
7.2	火災或爆炸的危險源
7.3	生物(例如霉菌)或微生物(濾過性病原體或細菌)的危險源
8	在設計機械時因無視人因工程原則所造成的危險源，如以下原因所形成之危險源
8.1	不自然的姿勢或過度用力
8.2	解剖學的考察中，有關手—腕或足—腳的不適當內容
8.3	無視護具的使用要求
8.4	不恰當的局部照明
8.5	精神上過負荷以及負荷過少、壓力
8.6	人為失誤、人類行為
8.7	不適當設計、配置或識別的手動控制器
8.8	不適當設計、配置的視覺顯示器
9	危險源的組合
10	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速 (或者其他類似不和諧的動作)
10.1	控制系統的故障/混亂
10.2	能源中斷後復歸
10.3	外部對電氣設備的影響
10.4	其他外來影響(重力、風等等)
10.5	軟體上的錯誤
10.6	操作員的失誤(人員特性以及能力和機械類的不和諧)

No.	危險源
11	無法使機械停止在可預期的最佳狀態
12	工具迴轉速度的變動
13	動力源的故障
14	控制迴路的故障
15	安裝上的錯誤
16	操作中的破壞
17	物體/液體的掉落或噴出
18	機械欠缺安定性/前後倒置
19	人員滑倒、絆倒以及跌倒(與機械相關)
因移動性所產生的危害源、危險現象以及危險事象	
20	與移動機能相關的內容
20.1	引擎起動時的移動
20.2	操作者不在操作位置上時的移動
20.3	全部零件都不在安全位置上時的移動
20.4	根據步行者看來，控制式機械類的超速
20.5	移動時的過度振動
20.6	因為減速、停止以及固定所導致的機械能力不足
21	與機械上作業位置(包含操作台)相關的內容
21.1	人員在作業位置上出入時跌倒，或在作業位置時跌倒
21.2	作業位置上的排氣氣體/氧氣不足
21.3	火災(操作室的可燃性、滅火手段欠佳)
21.4	在作業位置上的機械危害源 a)接觸車輪 b)車前後倒置 c)物體掉落、貫穿物體 d)高速迴轉零件的破壞 e)機械零件或用具與人員的接觸(步行者用的控制式機械類)
21.5	作業位置上的能見度不佳
21.6	不適當的照明
21.7	不適當的座位
21.8	作業位置上的噪音
21.9	作業位置上的振動
21.10	避難出口/緊急出口的不足
22	控制系統的相關項目

No.	危險源
22.1	手動操作器的配置不恰當
22.2	手動操作器以及其操作模式的設計不恰當
23	因使用機械所產生的危害源
24	動力源以及動力傳導裝置的相關項目
24.1	因引擎或電池所產生的危害源
24.2	因機械間的動力傳導所產生的危害源
24.3	因連結或牽制所產生的危害源
25	由第三者引起或會波及到第三者的危害源
25.1	無許可下的起動/使用
25.2	從停止位置移動時，有部份偏離
25.3	不恰當或欠缺視覺或聽覺上的警告手段
26	對駕駛員/操作員的指示不足
抬舉時伴隨的危害源、危險狀態以及危險現象	
27	危險狀態以及危險現象
27.1	由下列事項引起的物品掉落、衝突、機械的前後倒置
27.1.1	欠缺安定性
27.1.2	無控制狀態下的裝卸—過負荷—超過傾覆力矩
27.1.3	無控制狀態下的運動振幅
27.1.4	物品無預定/無預期的移動
27.1.5	不適當的包裝裝置/附屬裝置
27.1.6	1 台以上的機械產生衝突
27.2	因人員接近負荷支撐體所引起的危險
27.3	因反常引起的危險
27.4	因零件的機械性強度不足所引起的危險
27.5	因滑輪、汽缸的設計不恰當所引起的危險
27.6	因選擇的鏈子、繩子、吊掛裝置以及附屬品不恰當，而且又不妥切地安裝在機械上所產生的危險
27.7	因摩擦煞車來控制卸貨所產生的危險
27.8	因組裝/試驗/使用/保養的異常狀態所產生的危險
27.9	與人員負荷的相關影響所產生的危險(因物品或平衡重量的衝擊)
28	電氣性危害源
28.1	因照明所引起的危險
29	因無視人因工程原則所產生的危害源
29.1	從操作座位上的能見度不足

No.	危險源
因地下作業所伴隨的危害源、危險狀態以及危險現象	
30	下列事項的機械性危害源以及危險現象
30.1	動力式屋頂支撐的安定性欠佳
30.2	在軌道上移動的機械類加速或制動系統故障
30.3	在軌道上移動的機械類，其緊急控制故障或欠佳
31	人員的移動限制
32	火災以及爆炸
33	粉塵、氣體、其他排放
因人員吊掛或移動所伴隨的危害源、危險狀態以及危險事象	
34	依下列事項所產生的機械性危害源以及危險現象
34.1	不適當的機械性強度—不適當的操作係數
34.2	負荷控制的故障
34.3	載送人員的機械控制裝置故障(機能、相對優先度)
34.4	載送人員的機械超速
35	人員自載送人員的機械上跌落
36	載送人員的機械掉落或翻覆
37	人為失誤、人類行為

※ 本資料在 JIS B 9702：2000「機械類的安全性-風險評估的原則」的附錄 A 裡，參考歐洲機械指令(89/392/EEC)、產業安全研究所特別研究報告(NIIS-SD-No.14)等，所添加的具體內容說明。

4.4.3 危害辨識的程序

危害源辨識的程序應依下列表 4-8 的內容，確認詳細的步驟。

表 4-8 危害源辨識的程序

No.	危害源辨識的程序	具體方法
1	<p>不拘限於壽命週期的階段，找出該機械設備潛藏的所有危害源。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>此處的檢討結果，與 No.2 項以下個別壽命週期階段的作業可以共同利用。</p> </div> <p>關於實行上的問題，若初期很難找出所有的危害源時，只能依照次項的內容，在壽命週期的每個階段逐步找出危害源。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 以附錄的表 4-7「危害源列表：危害源、危險狀態以及危險現象」為基礎。 • 觀察、確認該機械設備的構造、動作是否與規格書、設計圖、實物的動作符合，將潛藏的危害源、與周圍的機械設備或其他構造物的相互關係所產生的危害源，全部條列出來。
2	<p>這次要明確地表示，實施風險評估的對象是機械設備壽命週期中的哪一個階段。因為每個階段的發生頻率或發生時期不同。所以必須要適當地判斷要先實施哪一個階段。一般而言，只要優先實施在壽命週期中佔最多時間的階段即可，例如「運轉操作階段」等。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 將機械設備的壽命週期分割成容易實施風險評估的範圍(單位)。例如以表 4-3 的機械設備壽命週期來說，因為很難將「機械設備的使用階段」中，機械設備的運轉操作、重置、保全、故障修理、檢查、清掃、補給等階段，全部同時進行風險評估，所以分割成幾個階段來實施是合理的。 • 因應需求，階段要依照作業內容詳細地區分。 <p>例如將運轉操作分成自動操作、手動操作的話較好，可以適當地辨識出危害源。</p>
3	<p>將特定的壽命週期階段當作實施對象，除了在 No.1 項裡所找出危害源之外，也要針對該階段特有的危害源是否有出現遺漏的現象來做檢討。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 雖然手法和 No.1 項相同，但要充份確實地掌握其壽命週期階段特有的機械設備狀況或動作，與周圍的相互關係等。 • 尤其是解體、報廢階段等，一定會發生相當特殊的狀況，而且那時候一定會由人員來進行作業，所以必須要充份預測會發生什麼樣的現象才行。

No.	危害源辨識的程序	具體方法
4	<p>在 No.2 項實施風險評估的階段裡，應該將作業員或其他會接近機械設備的人員以及作業的種類、分類都明確化。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 從步驟 1 明確表示的「機械設備的使用狀況」中，篩選出符合該風險評估階段的項目。例如在一般的生產階段裡，接近機械設備的人員在步驟 1 的「使用狀況」中，有個別的機械作業員、保全作業員、原材料搬運的作業員或周圍機械設備的作業員等，除此之外，到訪現場的技術人員或參觀人員若有接近機械設備的可能性時，也要一併加入考慮。 • 然後在一般的生產階段裡，應該針對篩選出來的「使用狀況」做詳細檢討，除了與機械設備的操作有直接相關的作業之外，也應該有附屬的作業發生，例如清除作業後殘留的粉塵等，甚至參觀人員也可能會發生接近機械設備的行動等，因此這些也要一併加入考慮。
5	<p>在實施對象的階段裡，以接近機械設備的人員和作業種類等為基礎，預設標準的作業流程和行為模式。</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 此處所指的標準作業流程，是以機械設備廠商的相同種類之機械使用說明書為基礎，所編製的作業流程。 • 預設條件的時候，在可能的情況下，從機械設備的使用者取得實際的作業方法較為妥當。 • 盡可能地詳細預設作業流程。 • 關於作業員以外的行為模式也必須盡可能地預想成與現實符合的狀況。

例如：將機械作業員的機械加工作業詳細分解成

- ① 供給機械未加工的工件
- ② 其工件安裝在機械的原位置
- ③ 安裝後的工件以工具等來固定於機械上
- ④ 關閉機械的可動防護裝置
- ⑤ 按下起動鈕起動機械

等作業，將其流程化。

No.	危害源辨識的程序	具體方法
6	<p>進行標準性的作業以外，應該預想在合理可預期狀態下誤用機械設備時，或者當機械設備或軟體的機能失常時人員會產生的行爲。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 以步驟 1 明確表示的「合理可預見的錯誤使用、機能失常所伴隨的人員行爲」為基礎，具體地預測壽命週期的對象階段中人員的行爲。
7	<p>預想各個作業流程時，應找出可能會造成危害的危害源，並推測與人員之間會產生什麼樣的危險狀態。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 應推選出兩位以上有知識經驗的人，例如知道該作業內容的人員、或安全衛生管理部門的人員等，以便確實找出危害源，並推斷具體上所伴隨的危險狀態。 由於希望可以盡量地找出可能會造成危害的所有危害源、危險狀態，所以即使可能造成危害的機率不清楚，也不能含糊帶過，就算內容曖昧不清也沒關係，一定要把所有的可能列出。 當危害源從一個到多個危害源一起發生時(例如機械性的危害和電氣性的危害一同發生等)，要特別注意多位作業員一起在同一個機械設備進行作業時的相關狀況，絕對要特別列出，千萬不可遺漏。 <p>一項作業常常會出現許多危險狀態。所以必須要特別注意，不能把 1 項作業只侷限在 1 個危險狀態裡。</p>
8	<p>彙整找出的危害源、危險狀態。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 為了進行彙整作業，在表 4-9 中有記錄表的範例，敬請參閱。 從表 4-9 的左側到「危害源辨識」欄位為止的內容，請於步驟 2 時填寫記錄。 <p>當危害源和危險狀態難以表示清楚時，即使內容有些許曖昧不清也沒有關係。只要整體上可以清楚瞭解危險的內容即可。</p>

表 4-9 危害源的認定表單

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
1	機械性危害源 Mechanical hazards due to machine part or work piece.			
1.1	擠壓、壓傷的危害源 Crushing /Squeezing			
1.2	剪斷的危害源 Shearing			
1.3	切割或切斷的危害源 Cutting or severing			
1.4	捲入的危害源 Entanglement			
1.5	陷入或拖入的危害源 Drawing-in or Trapping			
1.6	衝擊的危害源 Impact			
1.7	刺傷或刺穿的危害源 Stabbing or puncture			
1.8	摩擦或擦傷的危害源 Friction or abrasion			
1.9	高壓液體流入或噴出的危害源 High pressure fluid injection			
2	電氣性的危害源 Electrical hazards			
2.1	人員接觸到帶電部位(直接接觸) Electrical contact: direct			
2.2	人員在不適當的狀態下接觸帶電部位 (間接接觸) Electrical contact: indirect			
2.3	接近高電壓的帶電部位 Approach to live part under high pressure			
2.4	靜電現象 Electrostatic phenomena			
2.5	發生熱輻射、短路或過負荷，造成熔融物流出或產生化學性效果等其他現象 (Thermal radiation or other phenomena such as projection of molten particles and chemical effects from short-circuits, overloads etc.)			
3	熱的危害源會導致以下結果 Thermal hazards			
3.1	人員接觸到極高溫、低溫的物體或材料，導致火災或爆炸，以及放射熱源所引起的燙傷、熱傷害以及其他傷害 Burns and scalds, by a possible contact of persons by flames or explosions and also by radiation of heat sources			

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
3.2	因熱間或冷間作業環境的關係造成健康損害 Health-damaging effects by hot or cold work environment			
4	噪音所產生的危害源會導致以下結果 Hazards generated by noise			
4.1	喪失聽力(聽不見)、其他生理上的不適(喪失平衡感、喪失意識) Hearing losses (deafness), other physiological disorders (e.g. loss of balance, loss of awareness)			
4.2	口頭傳達、聽覺訊號、其他障礙 Interference with speech communication, acoustic signals etc.			
5	因振動產生的危害源 Hazards generated by vibration			
5.1	使用手持機械導致各種神經以及血管障礙 Use of hand-held machines resulting in a variety of neurological and vascular disorder			
5.2	處於特別不良的姿勢時全身振動 Whole body vibration, particular when combined with poor postures			
6	經由放射產生的危害源 Hazards generated by radiation			
6.1	低頻、無線電頻放射、微波 Low / high frequency, radio frequency radiation, microwaves			
6.2	紅外線、可視光線以及紫外線放射 Infrared, visible and ultraviolet light			
6.3	X線及 γ 線 X and gamma rays			
6.4	α 線、 β 線、電子或離子束、中子 Alpha, beta rays, electron or ion beams, neutrons			
6.5	雷射光 Lasers			
7	由機械類處理或使用的材料以及物質(和其構成要素)所引起的危害源 Hazards generated by materials and substances processed, used or exhausted by machinery			
7.1	接觸或吸入有害液體、氣體、霧、煙			

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
	以及粉塵的危害源 Hazards resulting from contact with or inhalation of harmful fluids, gases, mists, fumes and dusts			
7.2	火災或爆炸的危害源 Fire and explosion			
7.3	生物(例如霉菌)或微生物(濾過性病原體或細菌)的危害源 Biological and micro-biological (viral or bacterial)			
8	例如由以下項目所產生的危害源一般，在設計機械類時因無視人因工程原則所造成的危害源 Hazards generated by neglecting ergonomic principles in machine design (mismatch of machinery with human characteristics and abilities)			
8.1	不自然的姿勢或肌肉過勞 Unhealthy posture or excessive efforts			
8.2	解剖學的考察中，有關手—腕 或 足—腳 的不適當內容 Inadequate with hand-arm or foot-leg anatomy			
8.3	未遵循防護具的使用要求 Neglected use of personal protection equipment			
8.4	不適切的局部照明 Inadequate local lighting			
8.5	精神負荷過大或過少、壓力 Mental overload or underload, stress etc.			
8.6	人的行為特性 Human errors, human behavior			
8.7	手動操作裝置的設計、配置或識別不適當 Inadequate design, location or identification of manual controls			
8.8	視覺顯示器的設計或配置不當 Inadequate design or location of visual display units			
9	危害源的組合(二種以上的危害源組合) Combination of hazards			
10	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速 (或者其他類似不和諧的動作)			

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
Unexpected start-up, unexpected overrun /over-speed				
10.1	控制系統的故障/混亂 Failure/disorder of control system (unexpected start-up, unexpected overrun)			
10.2	能源中斷後恢復或復歸後的影響 Restoration of energy supply after an interruption.			
10.3	外來狀況對電氣設備的影響 External influence on electrical equipment			
10.4	其他外來影響(重力、風等等) Other external influences (gravity, wind, etc.)			
10.5	軟體上的錯誤 Errors in the software			
10.6	操作員的失誤(人員特性以及能力和機械類的不和諧)Errors made by the operator (due to mismatch of machinery with human characteristic and abilities, see 8.6)			
11	無法使機械停止在可預期的最佳狀態 Impossibility of stopping the machine in the best possible condition			
12	工具迴轉速度的變動 Variations in the rotational speed of tools			
13	動力源的故障 Failure of the power supply			
14	控制迴路的故障 Failure of the control circuit			
15	安裝上的錯誤 Errors of fitting			
16	操作中的破壞 Break-up during operation			
17	掉落或噴出的物體或液體 Falling or ejected objects or fluids			
18	機械安定性不足或傾倒 Loss of stability / overturning of machinery			
19	人員滑倒、絆倒以及跌倒(與機械相關) Slip, trip and fall of persons (related to machine)			

4.5 風險估計（步驟 3）

對於辨識後的各個危害源、危險狀態必須逐一預估其風險。風險估計最好是由對象機械設備的工程部(機械設備設計人員、控制設計人員等)，和風險評估專家(安全管理部)的團隊來實施。若是再加上製造該機械設備的製造部、充份瞭解顧客會如何使用該機械設備的技術服務部，甚至採購部、品管部都有參與的話會更好。而關於各危害源的推估，則是以一定的資料列出可能的要因，然後預估可能會發生多少風險。危害的嚴重性以及發生機率之要點整理如表 4-10 所示。

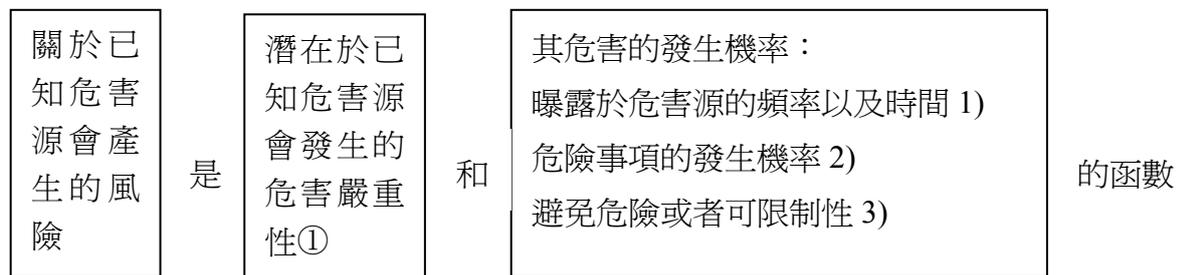


表 4-10 危害的嚴重性以及發生機率之要點

潛在於已知危害源會發生的危害嚴重性	應考慮的要點
	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護對象的性質(人、財產、環境)， ● 傷害或者是健康障礙的嚴重性(輕、重、死亡)， ● 危害的範圍(個別機械的場合，一人，複數)。
其危害的發生機率	應考慮的要點
(1) 曝露於危害源的頻率以及時間	<ul style="list-style-type: none"> ● 須接近危險區域的必要性， ● 接近的性質， ● 危險區域內的滯留時間， ● 者的人數， ● 接近的頻率。
(2) 危險事象的發生機率	<ul style="list-style-type: none"> ● 信賴性以及其他的統計資料， ● 事故履歷， ● 健康障礙履歷， ● 風險比較。
(3) 避免危險或者可限制性	<ul style="list-style-type: none"> ● 是誰操作機械運轉， ● 危險事象的發生速度， ● 風險的認知， ● 避免危害或者是人的可限制性， ● 依實際的體驗以及知識而定。

4.5.1 具體的實施方法

因為進行風險估計時，可能會使用到多種方法，所以在此將具代表性的方法列出，如以下所示。

- (1) 矩陣法
- (2) 風險圖法
- (3) 點數累計法
- (4) ISO 13849-1

無論使用何種方法，該方法中的各參數基準必須參考業界的動向等來設定，或者由公司負起責任，經內部討論後設定基準也是可行的。首先要進行基準的明確化作業，事後若產生必須重新檢視的需求時，則應該進行更改，使其便利化。也就是說，要重覆進行 P-D-C-A 的步驟。

(一) 風險矩陣

將風險分成兩種風險要素，以「危害的嚴重性」和「發生危害的可能性」的組合來進行預估。風險要素中的「發生危害的可能性」有以下三種要因：

- 人員暴露於危害源的頻率(時間)
- 危險現象的發生機率
- 危害的迴避可能性

雖然應該要綜合這些要因來進行預估判斷，但是因為每個要因對風險要素的影響程度不盡相同，所以必須要依照實際所發生的現象來適度判斷才行。總而言之，就是要判斷①~③之間，哪一項是最可能發生危害的項目，所以必須對此項目特別注意。表 4-11 中所表示的是預估程序。而從風險要素的判斷到綜合那些要素所得到的風險估計，則表示如表 4-12 至表 4-18 所示。

(二) 風險圖

以樹狀圖來表示預想的危害嚴重性，列出在危害源/危險事象/危險狀態裡所曝露的頻率、危險事象的發生機率、避免的可能性等的風險參數。這個方法在日本勞工福利局的指針、JIS B 9705-1 或 DIN V 19250 等都有記載。(請參照圖 4-6)

(三) 風險評分

本評分法雖然是與風險矩陣或風險圖為相同方法，但卻是以數字來表示。將危害

的發生機率評分和危害的嚴重性評分相加計算，表示於風險級別裡。危害嚴重性的參數和危害發生機率的參數在最後是以性質上的判斷為主。(請參照表 4-19 以及表 4-20)。

表 4-11 推估風險的程序

No.	風險估計程序	具體方法
1	<p>設定危害的嚴重性。</p> <p>例如以直立式鑽床(第 60 頁的圖)而言，當迴轉的鑽頭有可能發生刺傷手的危險狀態時，應該要設定可能會發生什麼程度的刺傷災害，舉例來說在表 4-13 S1~S4 的 4 階段中，分類為 S2。</p>	<p>• 以步驟 2 中所辨識的危害源、危險狀態，來設定可能發生的危害嚴重性。危害的嚴重性(S)如表 4-13 所示，可分類成 S1~S4 等 4 個階段中的任何一項。</p> <p>此時，通常都會設定在可預期範圍內的最壞狀況。</p>
2	<p>設定發生危害的可能性。</p> <p>以上述的直立式鑽床範例，設定鑽頭在作業時會發生刺傷手的危害可能性，舉例來說在表 4-15 K1~K4 的 4 個階段中，分類為 K1。</p>	<p>• 以步驟 2 中所辨識的危害源、危險狀態，來設定發生危害的可能性。危害發生的可能性(K)可以綜合考慮以下項目來設定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 人員暴露於危害源、危險狀態的頻率和時間。 ● 危險現象的發生機率。 ● 一發生危害時，是否可能迴避危害。 <p>發生危害的可能性(K)如表 4-15 所示，可分類成 K1~K4 等 4 個階段中的任何一項。以這些階段的程度定義而言，表 4-15 中是定義為「極少」或「頻繁」等程度，如果決定風險評估的對象時，可以把這些程度改成更符合該對象的具體基準。</p>
3	<p>決定風險等級。</p> <p>此例是將分類的(S2)和(K1)，套用於風險估計的矩陣表，在表 4-16 的風險等級 I ~ V 中，決定其風險等級為 II。</p>	<p>• 將上述 No.1 設定的(S)以及 No.2 設定的(K)所得到各個風險要素的結果，套用於風險估計的矩陣表中，決定風險等級。</p>

設定表 4-11 中 No.1 之危害的嚴重性(S)，是參考表 4-12 的 N 來預估的。

設定表 4-12 中 No.2 之發生危害的可能性(K)，是綜合參考表 4-14 的 P 來設定的。

表 4-12 風險要素：危害嚴重性的考慮事項

風險要素	考慮事項	
危害的嚴重性 (危害的重大性)	傷害或損害健康 其嚴重程度、直到治癒為止的期間、有無後遺症等	中度傷害 重度傷害 死亡或無法復元
	危害的範圍	(只有一人) (兩人以上)

表 4-13 危害的嚴重性(S)

危害的嚴重性(S)	危害的嚴重程度 ()內是基準範例
S1	輕度傷害 (未達到停工之要件)
S2	中度傷害 (不須停工)
S3	重度傷害 (須停工，會造成後遺症 8~14 級的災害) (後遺症包含失能或聽力受損等)
S4	致命傷害 (會造成死亡、後遺症 1~7 級的災害，或造成 3 人以上的死傷)

表 4-14 風險要素：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"> • 接近危險區域的必要性：操作中或保養作業等作業內容。 • 接近方法：以手動方式將材料放入加工機械等。 • 滯留在危險區域內的時間。 • 接近人數。 • 接近頻率。
	危險現象的發生機率	<ul style="list-style-type: none"> • 信賴性的資料。機械設備本體、控制裝置、構成零件等。 • 災害記錄。 • 損害健康的記錄。 • 與類似的機械設備做風險比較。
	危害限制或迴避的可能性	<ul style="list-style-type: none"> • 操作者等的特性：熟練、不熟練、無相關知識。 • 危險現象的發生速度：像地震一般無法預測，<u>突然發生</u>。

風險要素	考慮事項	
		<p>像火災爆發一般，<u>迅速發生</u>。</p> <p>像燃燒不完全一般，一氧化碳的濃度慢慢增加，<u>緩慢發生</u>。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 認識風險：一般資訊、直接觀察、危險表示。 • 人員迴避的可能性：可能、某些條件下可能、不可能。 • 操作經驗和知識：同一機械設備、類似機械設備、沒有經驗。

表 4-15 發生危害的可能性(K)

發生危害的可能性(K)	發生的可能性 ()內是基準範例
K1	極少 (幾年 1 次左右，或者 1 次以下)
K2	偶爾 (1 年 1 次左右)
K3	時常 (2 個月 1 次左右)
K4	頻繁 (1 週 1 次以上)

表 4-16 推估風險的矩陣表(I ~V 是風險等級)

(將風險等級區分為 5 階段的範例)

		發生危害的可能性			
		極少 (K1)	偶爾 (K2)	時常 (K3)	頻繁 (K4)
危害的嚴重性	輕度傷害 (S1)	I	II	II	III
	中度傷害 (S2)	II	III	III	IV
	重度傷害 (S3)	III	IV	IV	V
	致命傷害 (S4)	IV	V	V	V

表 4-17 風險等級的判斷基準

風險等級 (R)	判斷
V	非常重大的風險
IV	重大風險

風險等級 (R)	判斷
III	中度風險
II	輕度風險
I	些微的風險

※ 在下一節（步驟 4）中，說明風險等級的相關內容。

另外，「危害的嚴重性」、「暴露於危害的頻率」以及「危害的迴避可能性」也可以用矩陣表的方式表示(表 4-18)。

表 4-18 3 種風險要素的矩陣表 (I~V 是風險等級)

		發生危害的可能性			
		幾乎沒有	低	中	高
暴露頻率		F1 (極少)		F1 (頻繁)	
危害的迴避可能性		P1 (高)	P2 (低)	P1 (高)	P2 (低)
危害的嚴重性	輕度傷害 (S1)	I	II	II	III
	中度傷害 (S2)	II	II	III	IV
	重度傷害 (S3)	III	III	IV	V
	致命傷害 (S4)	III	IV	V	V

※ 在下一節（步驟 4）中，說明風險等級的相關內容。

表 4-19 危害嚴重性的評分

危害的嚴重性	危害嚴重性的評分
致命的(catastrophic)	$SS \geq 100$
重傷(serious)	$99 \geq SS \geq 90$
中度受傷(moderate)	$89 \geq SS \geq 30$
輕微受傷(minor)	$29 \geq SS \geq 0$

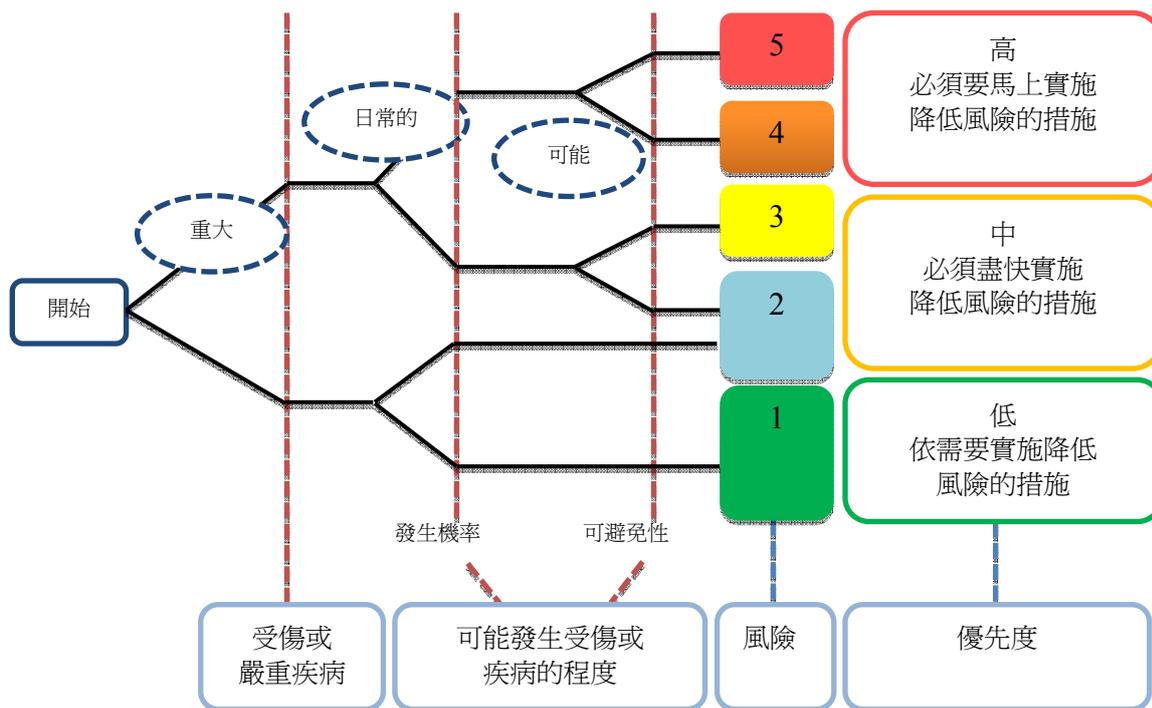


圖 4-6 「危險性或者有害性等的調查指針」的表示範例

表 4-20 危害發生可能性的評分

危害的嚴重性	危害嚴重性的評分
非常可能會發生(very likely) (likely or certain to occur)	$PS \geq 100$
很可能會發生(likely can occur) (but not probable)	$99 \geq PS \geq 70$
不太可能會發生(unlikely) (not likely to occur)	$69 \geq PS \geq 30$
不可能會發生(remote)	$29 \geq PS \geq 0$

非常可能會發生(very likely)：幾乎確認會發生。

很可能會發生(likely)：發生的可能性高，但不確定。

不太可能會發生(unlikely)：發生的可能性不高。

不可能會發生(remote)：發生機率幾乎為零一般，不可能會發生。

將危害嚴重性和發生機率的評分相加，表示如表 4-21 的風險評分所示。

表 4-21 風險評分

-	高(high)	> 160
$159 \geq$	中(medium)	> 120
$119 \geq$	低(low)	> 90
$89 \geq$	無關緊要(negligible)	> 0

(四) 點數累計法

點數累計法中風險是 3 種程度的風險要素組成，將各別的風險要素區分為幾個階段後，在每個階段分配數據以代表權重，然後計算那些數據來決定風險等級。此處所介紹的範例，是將風險要素區分為「危害的嚴重性」、「暴露於危害源的頻率」以及「發生危害的可能性」的這三種風險要素。另外，矩陣法把發生的可能性當做是 1 個要素來計算，但此處所介紹的點數累計法則是區分為「暴露於危害源的頻率」和「發生危害的可能性」兩種。

預估的程序與矩陣法相同，首先是各自預設各個風險等級，接著計算各個風險要素所得到的結果，然後再來決定風險等級。這個方法的特徵在於區分風險要素時，有各自分配代表權重的數據。至於關於危害的嚴重性(S)如表 4-22 所示。這時，也可以參考表 4-12 所舉例的事項。暴露於危害源的頻率(F)如表 4-23 所示。危險的迴避可能性(Q)如表 4-24 所示。

表 4-22 危害的嚴重性(S)

點數	危害的嚴重性 ()內是基準範例
10	致命傷害 (會造成死亡、後遺症 1~7 級的災害，重大災害)
6	重度傷害 (須停工，會造成後遺症 8~14 級的災害)
3	中度傷害 (不須停工)
1	輕度傷害 (未達到停工之要件)

表 4-23 暴露於危害的頻率(F)

點數	暴露於危害的頻率 (F)程度 ()內是基準範例
4	頻繁 (1 天 1 次左右，或者 1 次以上)
2	時常 (1 週 1 次左右)
1	極少 (半年 1 次左右，或者 1 次以下)

表 4-24 危害的迴避可能性(Q)

點數	危害的迴避可能性 (Q)程度 ()內是基準範例
6	幾乎無法迴避 (無法察覺危險/無法迴避)
4	可能性低 (稍微不注意的話即會發生危害)
2	可能性高 (若有注意的話可察覺/可迴避)
1	絕對可迴避 (容易察覺危險/可迴避)

當暴露於危害源時，從該危害源所產生的危害中，可能可以迴避的機率為多少，危害的迴避可能性(Q)即是由此觀點來做預估的。迴避的可能性高時，就能降低危害發生的機率，所以會得到較少的點數。反之，較難迴避時，則得到的點數會較高。風險等級是以下列算式所計算得來的，其等級區分則如表 4-25 所示。

$$\text{風險等級(R)} = \text{「危害的嚴重性」(S)} + \text{「暴露於危害源的頻率」(F)} + \text{「危害的迴避可能性」(Q)}$$

表 4-25 透過點數累計法區分的風險等級

風險等級(R)	點數累計法(S+F+Q)	判斷
IV	12~20	致命風險
III	8~11	重度風險
II	5~7	中度風險
I	3~4	輕度風險

(五) ISO 13849-1

要求降低風險的策略，有排除機械本體上尖角等危險部位、減輕作業員的肌肉負擔等方法，也有防止產生無預期的機械起動、防止非控制狀態的速度變化、防止運動部份無法停止或保護裝置的機能停止等防止方法，是利用機械控制系統來確保安全性的方法。換句話說，雖然可以分成依賴控制系統的保護策略和不依賴控制系統的保護策略，但關於這個選擇，必須要以風險評估為基礎來決定才行。

ISO 13849-1：2006 規定了降低風險需依賴控制系統時，其控制系統安全相關部份的設計方策，在控制系統裡，可分成與安全有關的部份=控制系統的安全相關部份，與安全無關的部份=非控制系統的安全相關部份。

保護策略依賴控制系統時，以現有的可利用規格來說有 ISO 13849-1：2006 和 IEC 62061：2005 這兩種規格。在此便針對 ISO 13849-1：2006 來做說明。ISO 13849-1：2006 在圖 4-7 的步驟裡，規定了控制系統安全相關部份的設計內容。

- 步驟 1 (圖 4-7)：

特定依據控制系統的安全相關部份所實行的安全機能，對於選擇的安全機能指定要求特性。

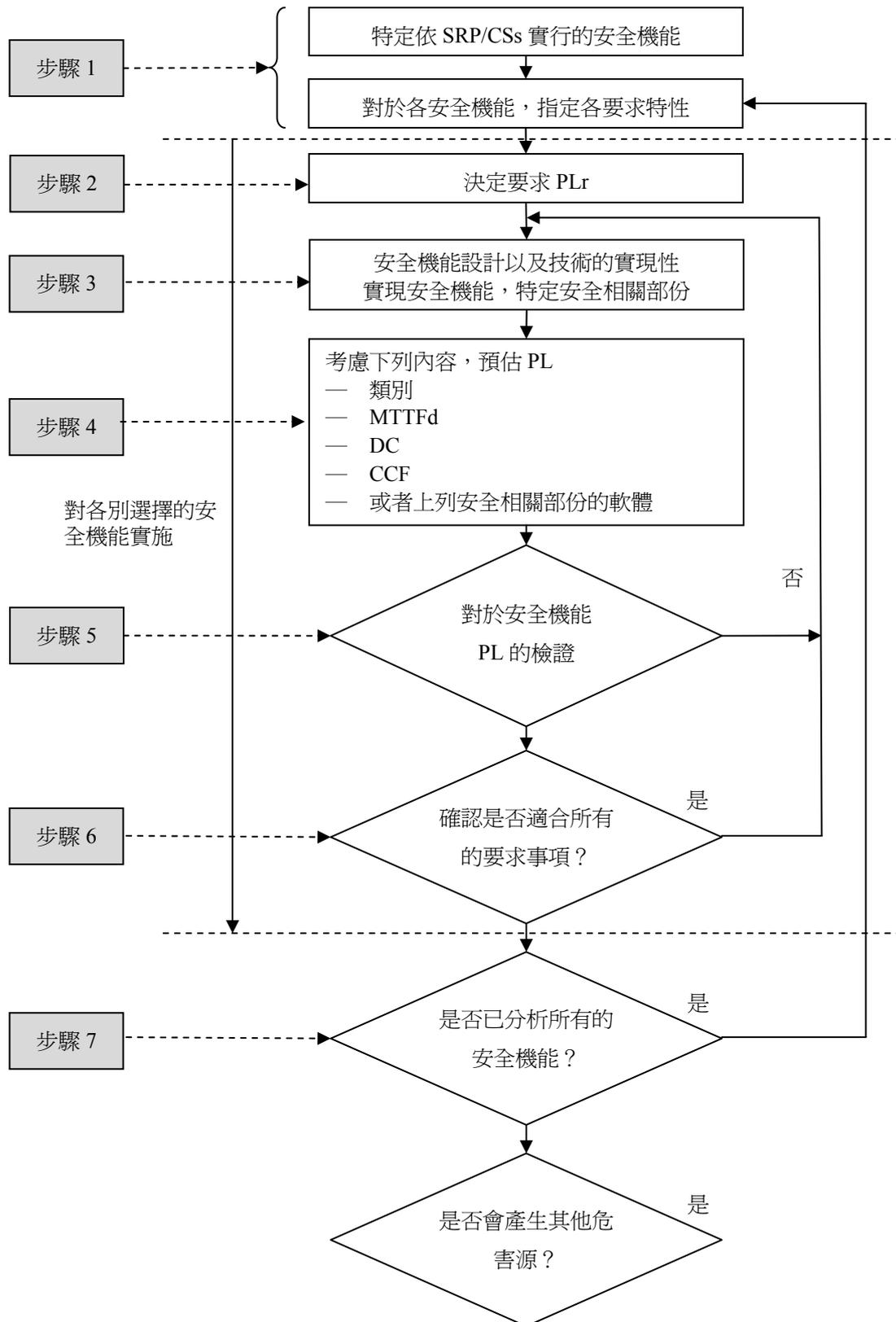


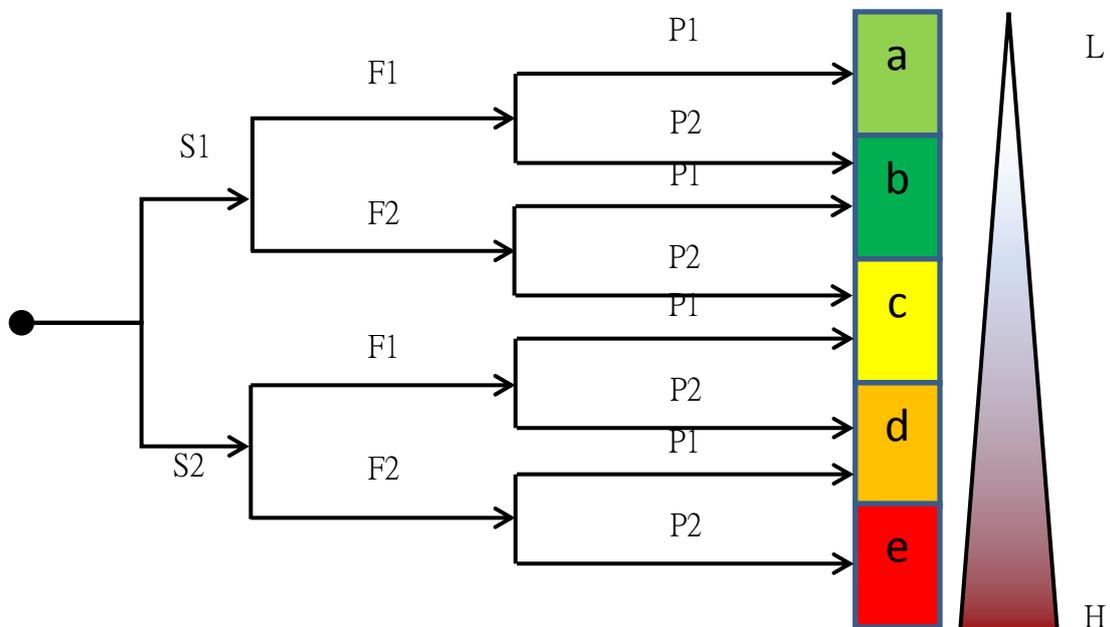
圖 4-7 設計控制系統之安全相關部分 (SRP/CS) 的流程圖

安全機能可以舉例如停止機能、緊急停止機能、手動重新設定、起動以及再起動、局部控制機能、抑制噪音等範例。

● 步驟 2 (圖 4-7)：

決定 PLr(要求性能基準)。這是依據風險組群所決定的。其定義為“PLr/PL 在可能預期的條件下，爲了可以執行安全機能，要規定控制系統安全相關部份的能力所使用的區分基準”，如表 4-26 所示以“每單位時間的危險故障發生的平均機率”規定。

圖 4-8 是參考 ISO 13849-1：2006 的附錄 A 所記載的內容，對應風險的大小程度，表示出安全機能必要的 PL(性能基準)。PLr/PL 在 a 到 e 的順序裡，表示出 PL 會依必要而漸高。



S=危害程度

S1=輕微。 S2=嚴重。

F=曝露於危害源的頻率或時間。

F1=極少至低頻率，或曝露的時間短。

F2=高頻率至連續，或曝露的時間長。

P=可迴避危害源的可能性、或可抑制危害的限制。

P1=在某種條件下有可能性。 P2=幾乎不可能。

圖 4-8 對於安全機能，決定 PLr(要求性能基準)的風險組群

表 4-26 PLr/PL(要求性能基準/性能基準)

PLr/PL	每單位時間的危險故障發生的平均機率〔1/h〕	PLr/PL 的說明
a	$10^{-5} \leq \text{PDF} < 10^{-4}$	S1 是指恢復危害時會導致受傷。當只能預期危害恢復時，與 F(頻率)和 P(迴避的可能性)無關，以 PLa/PLra 為主即可。 執行安全機能的失敗機率以每單位時間的危險故障發生的平均機率來計算，為 10^{-4} 到 10^{-5} 。
b	$3 \times 10^{-6} \leq \text{PDF} < 10^{-5}$	S1 是指會恢復危害程度的危害。當只能預期危害恢復時，危害源的發生頻率可以想成有，F1=極少至低頻率，或者是曝露時間短，和 F2=高頻率至連續，或者是曝露時間長等兩種情況。 執行安全機能的失敗機率以每單位時間的危險故障發生的平均機率來計算，為 10^{-5} 到 3×10^{-6} 。
c	$10^{-6} \leq \text{PDF} < 3 \times 10^{-6}$	有 S1 和 S2 的情況。屬 S1 的情況時，曝露於危害源的時間是，F2=高頻率至連續，或者是曝露時間長，為不可能迴避的狀況。 然後，屬 S2 的時，露於危害源的時間是，F1=極少至低頻率，或者是曝露時間短，是可能可以迴避的狀況。 執行安全機能的失敗機率以每單位時間的危險故障發生的平均機率來計算，為 3×10^{-6} 到 10^{-6} 。
d	$10^{-7} \leq \text{PDF} < 10^{-6}$	為 S2，曝露於危害源的時間是，F1=極少至低頻率，或者是曝露時間短，F2=高頻率至連續，或者是曝露時間長，除了不可能迴避的情況之外，在某些條件下，也是有可能可以迴避的。執行安全機能的失敗機率為 10^{-6} 到 10^{-7} 。
e	$10^{-8} \leq \text{PDF} < 10^{-7}$	想像為最壞的狀況，危害的回復是不可能的，危害源的發生頻率也是 F2=高頻率至連續，或者是曝露時間長，成為不可能迴避的狀況。執行安全機能的失敗機率為 10^{-7} 到 10^{-8} 。

*PDF=Probability of dangerous failure.

● 步驟 3 (圖 4-9)：

特定、設計實行安全機能的安全相關部份。設計時要使其適合步驟 2 所決定的 PLr(要求性能基準)，考慮系統故障、選擇元件等來設計控制系統的安全相關部份。

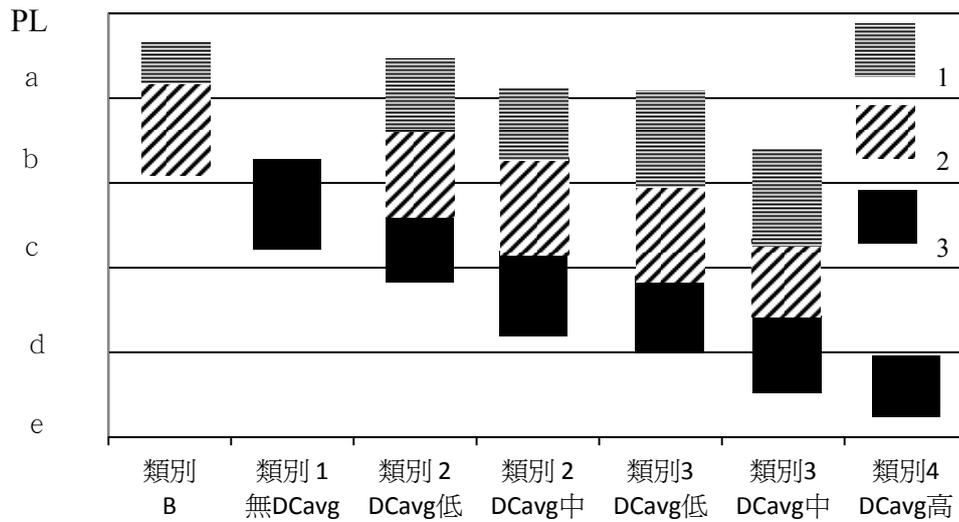
● 步驟 4 (圖 4-9)：

預估安全機能的 PL(性能基準)。性能基準是以“每單位時間的危險故障發生的平均機率”所規定的(PLa 到 PLe，也請參照表 4-26)。PL 的預估必須要考慮以下①到⑤所記載的內容。

- ◆ 類別(表 4-27、表 4-28 以及表 4-29)。
- ◆ MTTFd (平均危險故障時間) (表 4-13)。
- ◆ DC (診斷範圍) (表 4-14)。
- ◆ CCF (共同原因故障)。
- ◆ 有軟體時，要考慮安全相關部份的軟體，預估 PL。

表 4-27 安全相關部份的必要條件

要素	內容	範圍
類別	指定故障時的動作。	B、1、2、3、4 的範圍。
MTTFd	控制系統向危險端發生的平均時間值。	低：3 年到 10 年。 中：10 年到 30 年。 高：30 年到 100 年。
DC	系統的自我診斷範圍。	無：0%到未滿 60%。 低：60%到 90%。 中：90%到 99%。 高：99%以上。
β 因子	在危險故障的故障率中，共同原因故障的故障率比例。	2%以下。
構成	硬體的冗餘構成。	1oo1。 1oo2D。



記號的說明

PL 性能基準

- 1.各通道的 $MTTF_d$ = “低”。
- 2.各通道的 $MTTF_d$ = “中”。
- 3.各通道的 $MTTF_d$ = “高”。

圖 4-9 安全類別、DCavg、各系統通道的 $MTTF_d$ 和 PL 的關係

計算 PL 的軟體除了 SISTEMA 之外也有付費的。各類計算軟體列舉如下—

- (1) SISTEMA (英文/免費)：

<http://www.dguv.de/bgia/en/prs/softwa/systema/index.jsp>

- (2) Safety Evaluation tool (英文/免費)：<http://auromation.siemens.com>

- (3) PL Evaluator lite (日文/免費)：

http://www.fa.omron.co.jp/product/specia/4/safety_support/contract.html

- (4) PAScal (日文/付費)：<http://www.pilz.com/index.jsp>

◆ 類別

要求事項請參照表 4-28。然後，構成系統的概述請參照表 4-29。

表 4-28 類別要求事項的概述

類別	要求事項概述	系統動作	爲了達到安全性所使用的原則	各通道的 MTTF _d	DCavg	CCF
B	不止元件，連 SRP/CS 以及(或者)保護設備要使其可承受預期的影響，遵循相關規格來設計、製造、選擇、組裝、組合等。使用基本的安全原則。	障 害 發 生 時，可能會導致安全機能失效。	主要是依選擇元件附加上特徵。	“低” — “中”	“無”	-
1	使 B 的要求事項適用。使用 “被充分考察後的元件” 以及 “被充分考察後的安全原則”。	障 害 發 生 時，雖然可能會導致安全機能失效，發生機率比類別 B 低。	主要是依選擇元件附加上特徵。	“高”	“無”	-
2	使 B 的要求事項以及 “被充分考察後的安全原則” 的使用可以適用。 在適當的間隔期間，依機械的控制系統來檢查其安全機能。	在檢查期間發生障害會導致安全機能失效。安全機能失效可以透過檢查來檢測出。	主要是依構造附加上特徵。	“低” — “高”	“低” — “中”	有關連。
3	使 B 的要求事項以及 “被充分考察後的安全原則” 的使用可以適用。 安全相關部份是依下列內容來設計的。 —無論是哪個部份的單一障害都不會導致安全機能失效。以及 —合理的情況之下可	單一障害發生時，安全機能可以照常執行機能。雖然不是全部，但有可能可以檢查出一些障害。若累積過多無法檢查出的障害，可能會導致安全機	主要是依構造附加上特徵。	“低” — “高”	“低” — “中”	有關連。

	能執行時，經常可以檢查出單一障害。	能失效。				
4	使 B 的要求事項以及“被充分考察後的安全原則”的使用可以適用。 安全相關部份是依下列內容來設計的。 —無論是哪個部份的單一障害都不會導致安全機能失效。以及 —單一障害對安全機能有右列的動作要求時，或者是那些在以前有被檢出的。當右列動作屬不可能的狀況時，累積障害不會導致安全機能失效。	障害發生時，安全機能可以照常執行機能。 檢查出被累積的障害，可能可以減少安全機能失效(高 DC)。 爲了防止安全機能失效，所以要適當地檢查出障害。	主要是依構造附加上特徵。	“高”	“高” (包含障害的累積)	有關連。

表 4-29 系統構成的概述

系統構成記號	特徵	ISO 13849-1
1o1 (1 out of 1)	只有一個通道。其唯一的通道正常的話，系統就正常。	類別 B 類別 1
1o1D (1 out of 1 diagnostic)	雖然有 1 個通道，但有故障監視部份，當發生故障的時候，監視部份就會產生輸出來使機械停止。	類別 2
1o2D (1 out of 2 diagnostic)	具預備通道，兩個通道都具故障監視部份。當發生故障的時候，監視部份就會產生輸出來使機械停止。	類別 3 類別 4

◆ 平均危險故障時間(MTTF_d)

計算危險故障的平均時間。這個計算是遵循表 4-30 來定義的，考慮關於各通道的內容。

表 4-30 平均危險故障時間(MTTF_d)

對於危險故障的平均時間表示	MTTF _d 的範圍
低	3 年 ≤ MTTF _d < 10 年
中	10 年 ≤ MTTF _d < 30 年
高	30 年 ≤ MTTF _d < 100 年

◆ 診斷範圍(DC)

是被檢查出的危險故障和全部危險故障的機率之分數。診斷範圍是遵循表 4-31 所決定的。

表 4-31 診斷範圍(DC)

診斷範圍的表示	DC 的範圍
無	DC < 60%
低	60% ≤ DC < 90%
中	90% ≤ DC < 99%
高	99% ≤ DC

◆ 共同原因故障(CCF)

共同原因故障是考慮步驟 2、3、4。步驟 B 和步驟 1 則是不考慮。

● 步驟 5 (圖 4-7)：

檢證達成的 PL。檢證 PL 是否為 PL_r 以上(PL ≥ PL_r)。在風險評估裡，比起必要的 PL_r(要求性能基準)，當實現的 PL 數值大時也是可以容許的。

● 步驟 6 (圖 4-7)：

進行妥當性確認。確認是否適合這個規格所有的相關要求事項。

● 步驟 7 (圖 4-7)：

分析安全機能，確認是否已分析全部的安全機能。

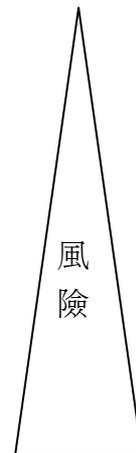
評估方法與風險參數

以 ISO 14121 以及 ISO 13849-1 所表示的風險群組為基準，將圖 4-10 的參數當作標準參數來設定。左欄是機械廠商以及機械工業界可能可以共同使用的風險參數，右欄是廠商要求控制系統的風險評估時所使用的風險參數，以及為了實行安全機能，根

據控制系統所使用的性能基準(PLr/PL)。當機械廠商要實施風險評估時，可分為個別進行的機械系風險評估和控制系風險評估，以及組合後再實施的風險評估，無論選擇哪一種來進行都是可行的。然後，下列的參數是表示基礎的意思，在各業界裡，可能會利用這個標準參數來進行詳細的分類。再者，舉例來說，關於危害的程度在圖 4-11 裡，是將參數分成 4 種來表示。

而關於 PLr 或是 PL 的構成，以及關於本指導方針的 4.4 以及更詳細的內容，請參照 ISO13849-1：2006。

ISO 14121 / ISO 13849-1 風險參數			危險現象的發生機率 ^{*註 1} *RI 是從 1 到 6			優先第 3 順位	ISO 13849-1	
危害程度	曝露頻率	迴避的可能性	O1	O2	O3		PLr 或者是 PL	
S1 輕度	F1 極少	A1 可	1	1	2	優先第 3 順位	a	
		A2 不可	1	1	2		b	
	F2 頻繁	A1 可	1	1	2		b	
		A2 不可	1	1	2		c	
S2 重度	F1 極少	A1 可	2	2	3	優先第 2 順位	c	
		A2 不可	2	3	4		d	
	F2 頻繁	A1 可	3	4	5		優先第 1 順位	d
		A2 不可	4	5	6		1 順位	e



*註 1) R1=風險指數。

風險	風險指數	採取對策的優先順序
高	5 或者 6	優先第 1 順位
中	3 或者 4	優先第 2 順位
低	1 或者 2	優先第 3 順位

圖 4-10 風險評估指導方針基礎參數

ISO 13849-1 S 傷害的嚴重度	ISO / TR 14121-2 , A.19 S 傷害的嚴重度	傷害的程度
S2	4	不可能恢復：死亡、喪失眼睛或上肢。
	3	不可能恢復：手腳骨折、喪失指頭。

ISO 13849-1 S 傷害的嚴重度	ISO / TR 14121-2 , A.19 S 傷害的嚴重度	傷害的程度
A1	2	可能恢復：必須經由醫師考量。
	1	可能恢復：必須要做應急處置。

圖 4-11 風險參數 S 的改良

表 4-32 風險參數的說明

S	S1	輕微的傷害(通常是可能可以恢復的), 例如: 擦傷、裂傷、挫傷, 需要做應急處置的輕傷。
	S2	嚴重的障害(通常是不可能恢復的, 包含致命傷), 例如: 肢體粉碎或者是撕裂傷或者是壓碎傷、骨折, 必須縫合的嚴重傷害、肌肉骨骼不適(MST)、致命傷。
F	F1	每個作業輪替(週期), 有 2 回以下或者是 15 分鐘以下的曝露。
	F2	每個作業輪替(週期), 有超過 2 回或者是超過 15 分鐘的曝露。
※關於曝露頻率, 主要是以「機械的危害源」為對象。		
A	A1	在某些條件之下是有可能性的。 —可動部份以 0.25m/s 以下的速度作動時, 以及被曝露者注意到風險, 或者是認知到危險狀態或者受到危險現象的威脅時。 —依據特定的條件(溫度、噪音、人因工程等)。
	A2	不可能。
O	O1	在安全領域內被證明、被承認的成熟技術(請參照 ISO 13849-2 : 2003)。
	O2	在過去的兩年期間發現了技術性的故障。 —注意風險, 或者是擁有在作業場所工作 6 個月以上的經驗且受過充分訓練的人, 有不適當的人為行為(取決於人的時候)。 —過去 10 年以上沒有發生類似的事務(有無類似事故時)。
	O3	定期可見的技術性的故障(6 個月以下的現象)。 —在作業場所工作未滿 6 個月的經驗且未受過充分訓練的人, 有不適當的人為行為(取決於人的時候)。 —過去 10 年期間在工廠可見的類似事故(有無類似事故時)。

●圖 4-10 的使用方法

假設從該機械的危害源產生風險，且會對人造成危害時，應預估其危害程度是屬於輕度危害或者是重度危害。舉例說明如下，假設將嚴重傷害設定為圖 4-8 “危害程度”的“S2”程度，接著預估產生重度風險危害源或者是接近危險現象的頻率。若是頻率較為頻繁的話，其“曝露頻率”則選擇“F2”。選擇了“F2”以後，若對人產生危險現象時，就能決定是否可以避免該危險現象的危害。有些人因為體能高，或者是技術熟練，所以可能可以避開危險現象，但也有因為危險現象發生的速度過快，即使擁有體能和熟練度也無法避免的狀況，在這裡便針對此點做出準則，當危險現象發生速度(表 4-32 的 A1)為 0.25m/s 以下，且滿足規定的條件時，便有可能可以達到迴避的成果。倘若要判斷是否有滿足這個條件，則“迴避的可能性”要選擇“A1”。接著，就預估會對人產生危害現象的發生機率。在圖 4-8 裡，設定了 O1、O2、O3 的三種準則(準則的內容，請參照表 4-32)。“危險現象的發生機率”是指機械或者元件，使用了“被充分考察後的元件”或“被充分考察後的安全原則”，將故障引導至安全範圍，藉此便能降低其發生機率。

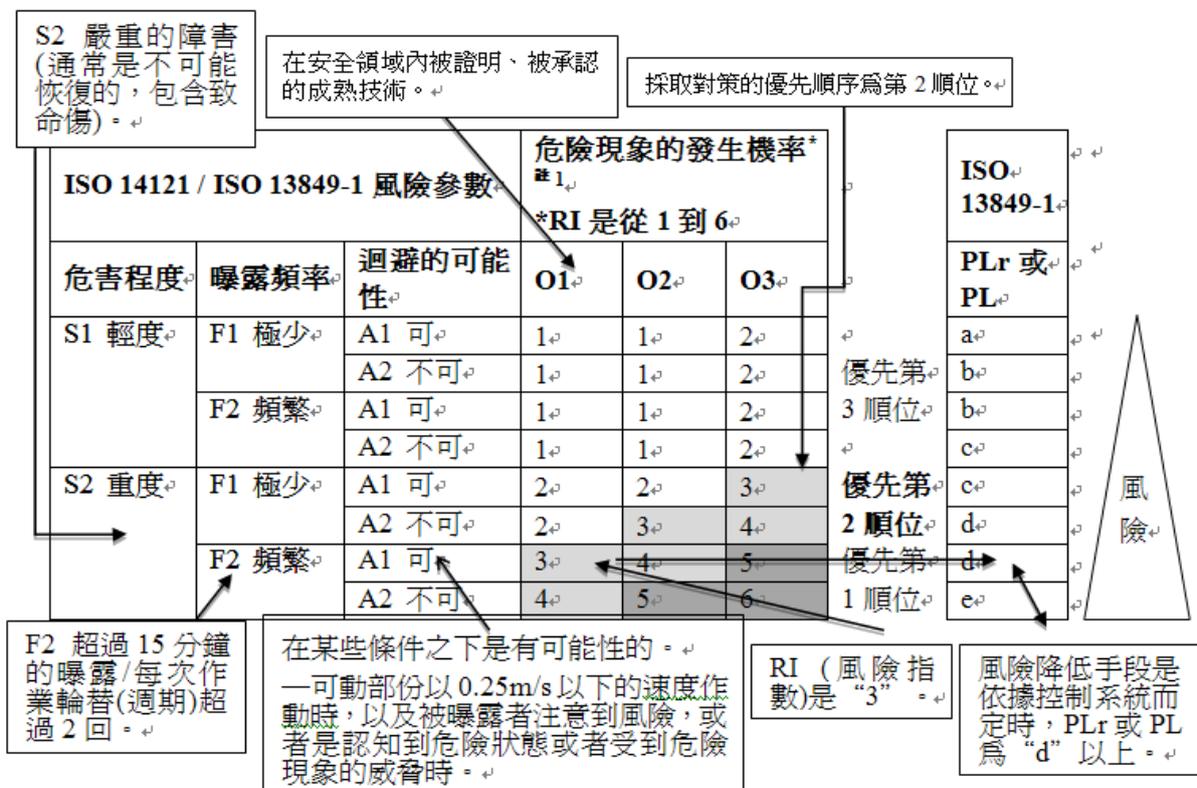


圖 4-12 風險評估指導方針基礎參數的使用方法範例

舉例來說，事先知道元件的故障模式，若是與一般的故障方式相同時，便可以對此故障採取對策來降低發生危險現象的機率，因此便可選擇 O1。選擇 O1 時，風險指數(RI)在 O1 的欄位為“3”，採取對策的優先順序為“2”。然後，根據控制系統來降低該機械所產生的風險時，所採取的手段只要是對應 PLr 或 PL 為“d”以上的話即可(圖 4-12)。

4.5.2 推估風險時的注意事項

推估風險時的注意事項，舉例如以下所述。

- 推估風險時，如果舉例和對象機械設備類似的機械設備，或者過去沒發生過災害的機械部份，或者災害發生件數少的機械部份來當參考的話，是不可行的，不能因為那樣的發生頻率就低估了風險。(或許只是剛好沒有發生而已)。
- 應該考慮構成零件故障或停電的相關影響。至於考慮的觀點，可以從這些物件破損、故障或緊急停止時會如何演變來切入。
- 應該考慮設備機能是否有正確維持正常。
例如為了使工作性能良好，在現場的機械設備的機能(尤其是與勞動安全有直接關係的部份)是否設有隨時可變更的構造。
- 應該考慮下列與人因工程相關之內容。這些內容也會對危害發生、危害嚴重性造成影響。
 - a. 機械系統和人員特性的合適性(速度、操作量、操作方向等)。
 - b. 人和人之間的合作、意志以及資訊的傳達(視覺上傳達的優勢)。
 - c. 心理學方面。
 - d. 人因工程的影響：例如姿勢、作業障礙物、重覆動作的頻率。
 - e. 對風險的認知能力(取決於訓練、經驗、能力)。

在推估風險的最後程序裡，以推估風險的結果為基準當作判斷風險大小的指標，決定風險等級。這個指標在實施保護政策的時候，扮演相當重要的角色。

4.6 風險評價（步驟 4）

做為風險分析的最後程序，對風險的預估結果(風險等級 I ~ V 的任一項)實施風險評估。在這個步驟 4 當中，進行判斷是否已有適當地降低風險等級，或者必須要執行降低風險的政策。

項目		機械的限制規格等	
機械的名稱			
機械的元件更換 (時間上的限制) (1)機械性限制 (2)電氣性限制			
機械的可動範圍等 (空間上的限制) (1)動作範圍 (2)空間 (3)作業環境			
機械的設置條件 (1)屋內/外 (2)溫度、濕度 (3)保安管理物件			
機器的生命週期			
危害對象	操作員	是否具有資格	
	週邊的作業員		
	服務員 (補給、維護保養)	是否具有資格	
	第三者		
其他			

表 4-34 機械的危害源

計劃名：		製作者：		時間日期：		
				認可者：		
使用的設定以及參數說明：						
機械的危害源	風險有/無	容許範圍內	殘留的風險情報			
			無關作業	有關作業	RA 項目號碼	
1 機械性的危害源						
2 電氣性的危害源 —有無安全電壓(DC24V)以上的部位						
3 熱的危害源 —有無高溫(○○℃以下)的部位 —有無低溫(○○℃以下)的部位						
4 依噪音產生的危害源 —有無噪音發生源頭(○○dB 以上)						
5 依振動產生的危害源						

					時間日期：	
計劃名：			製作者：		認可者：	
使用的設定以及參數說明：						
機械的危害源	風險有/無	容許範圍內	殘留的風險情報			
			無關作業	有關作業	RA 項目號碼	
6	依輻射產生的危害源 —有無輻射					
7	依材料以及物質所產生的危害源 —有無禁止使用的物質 —有無毒性的物質 是否為限制以下(請對照法律規定)					
8	依機械設計時無視人體工學所產生的危害源 —腰痛的危險性 高處 (○○ cm 以上) 的通道 重物 (○○ kg 以上) 長時間同個姿勢 —有無 VDT 作業					
9	滑動、阻礙以及掉落的危害源					
10	危害源的組合					
11	使用機械時與環境有關連的危害源					

表 4-35 危害源的認定表

危害源的認定							
機械		機械的名稱			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
1							
2							
3							

4.7 文件的建檔

1. 文件化建檔

將實施風險評估的步驟和達成的結果進行文件化建檔。包含實施對象的保護政策等，從步驟 1 到步驟 6 為止，全部都必須加以建檔。文件化建檔的主要意義在於萬一遇到必須證明安全的情況時，可以合乎邏輯的當作證明機械設備安全的依據。但是，現在尚未有統一的格式。所以進行文件化建檔時，只要注意不要遺漏必要的事項，並且編製成容易查閱的檔案格式即可。

文件化建檔的目的整理如下所示。

- 當機械設備使用者或公共機關要求提供可以確保機械設備安全性的證明時，可以完整地提供。除了可以證明有正確地實施風險評估之外，也可以當做為了向第三者證明機械設備安全所必須要的依據。
- 為了將使用上的資訊確實地傳達、警告使用者，可以利用機械設備本體上的對策，來明確指出無法降低風險的剩餘風險。
- 對組織而言，必須要保留、傳承技術。例如機械設備修理、改造時，或今後實施機械設備的風險評估時，皆可做為參考。

2. 具體的實施方法

文件記錄的項目至少要依照含有機械安全指針中的「使用上的資訊內容」所記載的事項來記錄，且不可遺漏項目。舉例如以下參考範例所示。在實施風險評估所使用的表格中，如果格式裡含有以下項目時，只要填寫好風險評估的實施內容後，就可以利用該表格就此做文件化建檔。其他關於機械設備的圖面、規格書等文件，則以附件的方式提供。

[記載於文件的項目範例]

- (1) 實施風險評估的日期(期間)、實施負責人、實施者
- (2) 機械設備的名稱、型式(可特定機械設備時)
- (3) 機械設備的機能以及構造上的特徵
 - g. 機械設備的機能規格
 - h. 機械設備的安全性要求規格
 - i. 機械設備的設計規格(包含預期負荷、強度、安全係數等)

- j. 記載於使用說明書上的機械設備使用方法
- k. 合理可預見的錯誤使用
- l. 機械設備的壽命週期階段
- (4) 機械的限制規格指定和危害源的辨識結果
 - e. 機械的限制規格(人員方面)
 - f. 機械的限制規格(設備方面)
 - g. 危害源、風險辨識
- (5) 推估風險和風險的評估結果(也包含風險的再評估、再評估的結果)
 - a. 推估風險的結果
 - b. 風險評估的結果
 - c. 使用判斷基準的基準類、規格類、資料、資料來源(包含有實績的類似機械設備之保護政策)
 - d. 可以保證使用資料的信賴性
- (6) 採取保護政策(風險降低對策)
 - a. 對於辨識的危害源實施風險清除或降低風險的詳細內容
 - b. 剩餘風險的內容(使用上的資訊)，以及通知使用者(機械作業員等)的內容以及方法
- (7) 最終判定
 - a. 判斷是否有適當降低風險的最終判定結果

伍、風險再評價

經前述 4 個步驟的風險評估流程，評價出風險等級之後，如果風險過高即必須依圖 2-1 的 5-1~5-4 實施保護方策，以降低風險。但，如果只是擬定保護方策的話，並無法確定該方策對該項風險是否適切或妥當。因此，在實施完保護方策之後，必須再次評價風險。

5.1 何謂風險再評價

依據「機械安全指針」之規範，風險評估之後應依三大步驟降低其風險（如圖 1 所示）。但流程圖中僅以「是否已將風險降至所預設之值？」、「是否衍生其他危害」等分歧的判斷條件。為了能確認保護方策的妥當性以及風險是否被適切的降低，此處以實施了保護方策的狀態為依據，再次實施由危害辨識到風險評價的流程。此即為風險再評價。

5.2 確認機械設備的安全性

如圖 5-1 所示，保護方策擬定（尚未實施）之後，為了能使其實現，實務上會加以設計成最適切的方策。然後，再設計完成（最終方案完成）後應查驗是否符合相關勞工安全法規、標準等之安全要求事項，有無矛盾或不足之處等。如果有發現無法滿足要求事項等的問題的話，必須重新擬定方策。

在圖 5-1 最右側的另一條有箭頭的虛線所示的是設計方策是否確實具有降低風險的性能？方策是否具妥適性等？確認時可由各種角度來檢討，包括一方策會不會沒有效果？真的可以降低風險嗎？會不會誘發新的危害源？等等，對於「應該要降低風險」確認是否充分降低了。

如果發現有誘發新的危害源時，必須對該方策重新檢討以避免有新的危害源，或追加別的保護方策以對應該項新危害源等的措施。

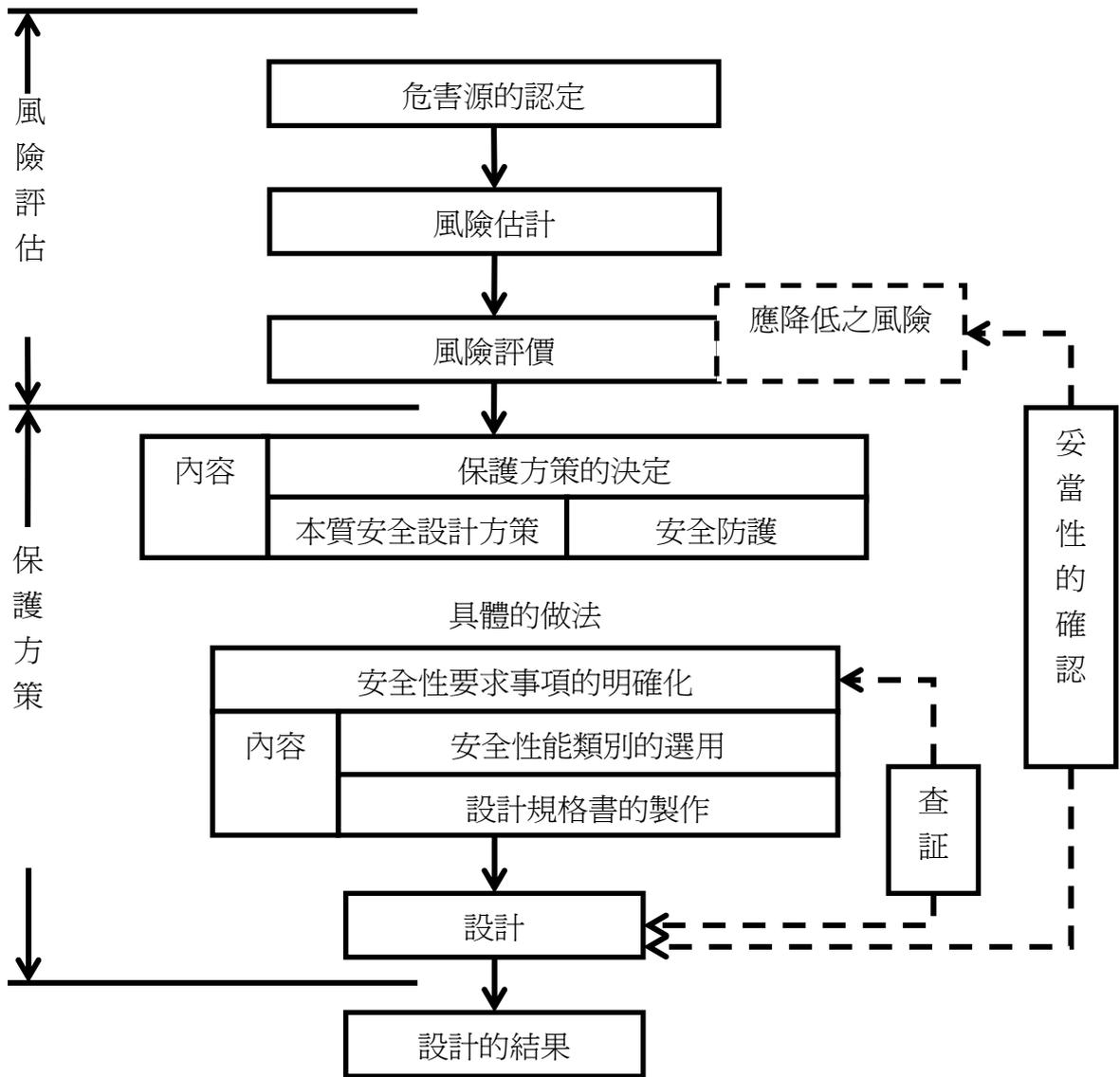


圖 5-1 確認機械安全性之查證及確認妥當性之流程

参考文献

- 【1】 向殿正男 監修、(社)日本機械工業連合会 編、川池 襄、宮崎浩一。機械・設備のリスクアセスメント；(財)日本規格協会；2011。
- 【2】 社団法人 日本機械工業連合会。メーカーのための機械工業界リスクアセスメントガイドライン；2012年3月。
- 【3】 松本俊次 監修、(社)日本機械工業連合会 編。リスクベースアプローチによるエンジニアのための機械安全；日刊工業新聞；2008。
- 【4】 中央労働災害防止協会。機械設備のリスクアセスメントマニュアル 機械設備製造者用；2012年3月。
- 【5】 中央労働災害防止協会。機械設備のリスクアセスメントマニュアル 機械設備製造者用 別冊；2012年3月。
- 【6】 社団法人 日本機械工業連合会。食品機械の安全設計対応に関する調査研究報告書国際安全規格利用手引き 機械安全編；2008年3月。
- 【7】 メーカーのための機械工業界リスクアセスメントガイドライン；2012年3月；社団法人 日本機械工業連合会

《範例一》攪拌機

第一步，預設攪拌機的使用範圍。在合理可預期的情況下，除了必須考量攪拌機本身的性能外，還需考量操作人員正常的使用以及可能誤用的方式來制訂。以攪拌機來說，攪拌速度、承載容量、使用年限及大小等皆屬於本身的規格與性能。而使用的目的、用途、範圍及危害對象等，則需再將人員的因素納入考量，其中考量就必須包含正常操作與誤用的可能性。(如表 5-1)



第二步，進行危害辨識。依照表 4-9 所列的危害源，檢視攪拌機在使用上是否有相關之危害。又，攪拌機為一般固定式機械，因此只需針對表 4-9 中 NO1~19 的危害源進行辨識。“工作/作業員”指人員於作業（搬運、設置、裝載、操作、維修及報廢等）過程中會暴露於危害當中的工作與人員；“危險事象”指各種可能發生該危害的狀況；“生命週期的階段”指該危害發生於攪拌機生命週期中的哪個階段。(如表 5-2)



第三步，風險估計。危害辨識後分別針對個別害源評估其危害的風險。可使用矩陣法、風險圖法、點數累計法或 ISO13849-1 等評估工具進行風險值的推估。經由推估的方式後得知危害風險的等級或程度，才能進行下一步風險評價判別的程序。

第四步，風險評價。對於風險估計後所得知的危害風險大小（高低），判別風險是否於可接受的範圍內，如未於可接受的範圍內則須採取降低危害風險的手段並再次評估，直到所有的危害風險評估結果皆落於可接受的範圍內為止。如此一來才能確實降低（抑制）危害的風險，以避免危害的發生。

表 5-1 機械的限制事項填寫範例（一）

項目		機械的限制規格等	
機械的名稱		攪拌機	
機械的主要規格	產品型式	CW001	
	設計使用期限	10 年	
	構成零件的更換間隔	定期檢點週期 1 年	
	原動力輸出(kw)	0.18~200 kW	
	運轉方式(模式)	Online 自動 / offline 自動 / 手動	
	最大承載容量	100 L	
	最高攪拌速度	12r/min	
	產品尺寸	W 1,400 mm x L 950 mm x H 1,350 mm	
	產品質量	110 kg	
設置條件(溫度、濕度等)	常溫(10~45)，濕度(10~80%)		
機械的使用目的和用途(使用上的限制)		(1)用來攪拌穀物、飼料、肥料之用 (2)超過承載容量。 (3)肢體進入進出料口。 (4)因控制電路故障而錯誤啓動控制系統。	
(1)預期使用，預期可能的錯誤使用 (2)無預期地啓動			
機械的元件更換(時間上的限制)		(1)實施年度點檢 (2)定期在指定的更換零件期間進行更換。	
(1)機械性限制 (2)電氣性限制			
機械的可動範圍等(空間上的限制)		(1)作業區域禁止堆放物品。 (2)維持作業環境(通風、髒污等)。	
(1)動作範圍 (2)空間 (3)作業環境			
機器的生命週期		依廠商而定進行每年的定期點檢。	
危害對象	操作員 (操作/補給)	是否具有資格	要(只限於受過教育訓練者操作)。
	週邊的作業員		實施安全教育。
	服務員 (維護保養)	是否具有資格	要(只限於特定維護點檢資格的廠商)。
	第三者		禁止接近機體動力傳送區域
其他			

表 5-2 危害源的認定表單填寫範例(一)

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
1	機械性危害源(Mechanical hazards due to machine part or work piece.)			
1.1	擠壓、壓傷的危險源	搬運、裝	1.從貨車上搬運下來因搬運	搬 運

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
	(Crushing /Squeezing)	載移動作業員 操作的作業員	時吊具不良導致掉落壓傷作業員。2.搬入使用端設置時搬運人員重心不穩，導致掉落壓傷作業員。在打開攪拌槽的蓋子進行倒入物料時，蓋子未固定好，導致蓋子掉落而受傷 3.固定輪無固定，在設置或操作時導致攪拌機移動而壓傷	時，廢棄時 運轉時
1.2	剪斷的危害源 (Shearing)	無	無	無
1.3	切割或切斷的危害源 (Cutting or severing)	設置的作業員	將攪拌機設置在既定位置時，因未注意機體的角或凸部分導致受傷	設置時
1.4	捲入的危害源 (Entanglement)	操作的作業員	1.將物料倒入至攪拌槽中時，因疏忽被攪拌的刀子夾住捲入。2.用手將底層物料從攪拌槽倒出來時，因疏忽被攪拌的刀子夾住捲入。3.攪拌未停止就打開上方蓋子，伸手進入撥弄物料，導致被攪拌的刀子夾住捲入。4. 在固定稱住蓋子的支桿時，因疏忽被皮帶或齒輪夾傷捲傷。5. 維修拆解時，被齒輪皮帶夾傷捲傷。	運轉時， 故障診斷時
1.5	陷入或拖入的危害源 (Drawing-in or Trapping)	無	無	無
1.6	衝擊的危害源 (Impact)	無	無	無
1.7	刺傷或刺穿的危害源 (Stabbing or puncture)	無	無	無
1.8	摩擦或擦傷的危害源 (Friction or abrasion)	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
1.9	高壓液體流入或噴出的危害源 (High pressure fluid injection)	無	無	無
2	電氣性的危害源(Electrical hazards)			
2.1	人員接觸到帶電部位 (直接接觸) (Electrical contact: direct)	設置的作業員 操作的作業員	攪拌機在接上電源時，因疏忽而觸碰到插頭或接電源的電線，導致電擊、燒傷。接電源的電線老化銅線外露，維修時疏忽未關閉總電源而被電擊、燒傷	設置時 維修時
2.2	人員在不適當的狀態下接觸帶電部位 (間接接觸) (Electrical contact: indirect)	操作的作業員 維修的作業員	因絕緣老化導致漏電，使得整台攪拌機帶電，造成操作時、維修時的人員被電擊、燒傷	操作時 維修時
2.3	接近高電壓的帶電部位 (Approach to live part under high pressure)	操作的作業員 維修的作業員	因絕緣老化導致漏電，使得電源開關箱帶電，造成操作時與維修時的人員被電擊燒傷	操作時 維修時
2.4	靜電現象 (Electrostatic phenomena)	操作的作業員	物料在攪拌時，因相互摩擦產生靜電，若物料為可燃性粉塵，當環境中的粉塵濃度達爆炸下限，遇到靜電就會產生爆炸	操作時
2.5	發生熱輻射、短路或過負荷，造成熔融物流出或產生化學性效果等其他現象 (Thermal radiation or other phenomena such as projection of molten particles and chemical effects from short-circuits, overloads etc.)	無	無	無
3	熱的危害源會導致以下結果(Thermal hazards)			

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
3.1	人員接觸到極高溫、低溫的物體或材料，導致火災或爆炸，以及放射熱源所引起的燙傷、熱傷害以及其他傷害 (Burns and scalds, by a possible contact of persons by flames or explosions and also by radiation of heat sources)	無	無	無
3.2	因熱間或冷間作業環境的關係造成健康損害 (Health-damaging effects by hot or cold work environment)	無	無	無
4	噪音所產生的危害源會導致以下結果 (Hazards generated by noise)			
4.1	喪失聽力(聽不見)、其他生理上的不適(喪失平衡感、喪失意識) (Hearing losses (deafness), other physiological disorders (e.g. loss of balance, loss of awareness))	操作的作業員	啟動時，馬達及攪拌器會產生噪音，當噪音過大又長久處於該環境，則會聽力受損	操作時
4.2	口頭傳達、聽覺訊號、其他障礙 (Interference with speech communication, acoustic signals etc.)	操作的作業員	當機台老舊時，馬達運轉產生的噪音過高，或攪拌的物料顆粒較大，與攪拌槽撞擊產生的噪音，導致操作者口頭傳達與聽覺訊號的障礙	操作時
5	因振動產生的危害源 (Hazards generated by vibration)	操作的作業員	當機台老舊時，馬達運轉產生較大的震動，或是攪拌槽老舊固定不良引起的震動，導致操作者受到震動引起的	操作時

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
			傷害	
5.1	使用手持機械導致各種神經以及血管障礙 (Use of hand-held machines resulting in a variety of neurological and vascular disorder)	無	無	無
5.2	處於特別不良的姿勢時全身振動 (Whole body vibration, particular when combined with poor postures)	無	無	無
6	經由放射產生的危害源(Hazards generated by radiation)			
6.1	低頻、無線電頻放射、微波 (Low / high frequency, radio frequency radiation, microwaves)	無	無	無
6.2	紅外線、可視光線以及紫外線放射 (Infrared, visible and ultraviolet light)	無	無	無
6.3	X 線及 γ 線(X and gamma rays)	無	無	無
6.4	α 線、 β 線、電子或離子束、中子 (Alpha, beta rays, electron or ion beams, neutrons)	無	無	無
6.5	雷射光(Lasers)	無	無	無
7	由機械類處理或使用的材料以及物質(和其構成要素)所引起的危害源 (Hazards generated by materials and substances processed, used or exhausted by machinery)			
7.1	接觸或吸入有害液體、氣體、霧、煙以	操作的作業員	攪拌時未蓋上攪拌槽上的蓋子就開始運轉，導致粉狀的	運轉時

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
	及粉塵的危害源 (Hazards resulting from contact with or inhalation of harmful fluids, gases, mists, fumes and dusts)		物料揚起，造成操作作業員吸入過多	
7.2	火災或爆炸的危害源 (Fire and explosion)	操作的作業員	攪拌時未蓋上攪拌槽上的蓋子就開始運轉，導致可燃性粉狀的物料揚起，若是達爆炸下限，遇到火源便會爆炸	運轉時
7.3	生物(例如霉菌)或微生物(濾過性病原體或細菌)的危害源 [Biological and micro-biological (viral or bacterial)]	無	無	無
8	例如由以下項目所產生的危害源一般，在設計機械類時因無視人因工程原則所造成的危害源 [Hazards generated by neglecting ergonomic principles in machine design (mismatch of machinery with human characteristics and abilities)]			
8.1	不自然的姿勢或肌肉過勞 (Unhealthy posture or excessive efforts)	操作的作業員	進出料時，必須抬舉上蓋而造成不自然的姿勢以及增加肌肉的負荷；爲了方便將槽內物料傾倒出來時，必須轉動輪把，此時會出現彎腰等不自然的姿勢	操作時
8.2	解剖學的考察中，有關手—腕 或 足—腳的不適當內容 (Inadequate with hand-arm or foot-leg anatomy)	無	無	無
8.3	未遵循防護具的使用要求 (Neglected use of personal protection equipment)	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
8.4	不適當的局部照明 (Inadequate local lighting)	無	無	無
8.5	精神負荷過大或過少、壓力 (Mental overload or underload, stress etc.)	無	無	無
8.6	人的行為特性 (Human errors, human behavior)	無	無	無
8.7	手動操作裝置的設計、配置或識別不適當 (Inadequate design, location or identification of manual controls)	操作的作業員	因輪把設置稍微偏低處，因此操作時必須彎腰進行操作	操作時
8.8	視覺顯示器的設計或配置不當 (Inadequate design or location of visual display units)	無	無	無
9	危害源的組合(二種以上的危害源組合) (Combination of hazards)			
10	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速 (或者其他類似不和諧的動作)			
10.1	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速 (或者其他類似不和諧的動作) (Unexpected start-up, unexpected overrun /over-speed)	無	無	無
10.2	控制系統的故障/混亂[Failure/disorder of control system (unexpected start-up, unexpected overrun)]	無	無	無
10.3	能源中斷後恢復或復	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
	歸後的影響 (Restoration of energy supply after an interruption.)			
10.4	外來狀況對電氣設備的影響 (External influence on electrical equipment)	無	無	無
10.5	其他外來影響(重力、風等等) [Other external influences (gravity, wind, etc.)]	無	無	無
10.6	軟體上的錯誤 (Errors in the software)	無	無	無
11	操作員的失誤(人員特性以及能力和機械類的和不和諧)[Errors made by the operator (due to mismatch of machinery with human characteristic and abilities, see 8.6)]	無	無	無
12	無法使機械停止在可預期的最佳狀態 (Impossibility of stopping the machine in the best possible condition)	無	無	無
13	工具迴轉速度的變動 (Variations in the rotational speed of tools)	無	無	無
14	動力源的故障 (Failure of the power supply)	無	無	無
15	控制迴路的故障 (Failure of the control circuit)	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
16	安裝上的錯誤(Errors of fitting)	安裝的安裝員 維修的檢修員	安裝不當的馬達導致馬力不足或過大，使得攪拌機無法運作或出現運作過快的而過熱的情況；	安裝時 維修時
17	操作中的破壞 (Break-up during operation)	無	無	無
18	掉落或噴出的物體或液體 (Falling or ejected objects or fluids)	無	無	無
19	機械安定性不足或傾倒 (Loss of stability / overturning of machinery)	無	無	無

《範例二》砂輪機

第一步，先預設砂輪機的使用範圍。包含砂輪機的使用年限、零件的交換間隔、頻率、砂輪機的馬力、抽風機馬力、尺寸及環境條件。此外，必須合理的考量使用的狀況，其中包含一般的使用狀況以及可能誤用的狀況。(如表 5-3)

第二步，進行砂輪機的危害辨識。依照表 4-9 所列之危害源一一檢視砂輪機是否具相關危害。其考量包含砂輪機的搬運、設置、操作、維修及報廢等作業可能存在的危害因子。“工作/作業員”係指在何種作業下（搬運、設置、裝載、操作、維修及報廢等）可能發生危害的人；“危險事象”係指各種可能發生該危害的狀況；“生命週期的階段”係指該危害可能發生於砂輪機生命週期中的哪一階段。

(如表 5-4)

第三步，風險估計。利用評估工具（如風險圖法、矩陣法、點數累積法或 ISO 13849-1 等），鑑別出砂輪機各危害源的風險高低，以便下一步驟做出風險評價的判別。

第四部，風險評價。依上步驟所得知的風險高低，判別風險是否接受，倘若風險為不可接受，則必須採取降低危害風險的措施（本質安全設計、設置附加保護裝置、提供使用上的資訊），避免使用者直接暴露於高度危害風險的環境之中。



表 5-3 機械的限制事項填寫範例（二）

項目	機械的限制規格等	
機械的名稱	集塵桌上型砂輪機	
機械的主要規格	產品型式	T-1
	設計使用期限	15 年
	構成零件的交換間隔	定期檢點週期 1 年
	砂輪片規格	Ø8"xd 3/4"xt 3/4"
	頻率	50 HZ
	砂輪機馬力	1/2HP
	集塵抽風機馬力	1/6HP
	抽風速度	90 m/s
產品尺寸	W510 mm x L460 mm x H1000 mm	

項目	機械的限制規格等		
機械的名稱	集塵桌上型砂輪機		
產品質量	110 Kg		
	設置條件(溫度、濕度等)		
常溫(5~50)，濕度(10~70%)			
機械的使用目的和用途(使用上的限制) (1)預期使用，預期可能的錯誤使用 (2)無預期地啓動	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用來金屬或非金屬的拋光、去毛邊之用 2. 金屬、小零件加工研磨 3. 肢體接觸研磨片 		
機械的元件更換(時間上的限制) (1)機械性限制 (2)電氣性限制	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定期實施檢點 2. 定期在指定的更換零件期間進行更換 		
機械的可動範圍等(空間上的限制) (1)動作範圍 (2)空間 (3)作業環境	<ol style="list-style-type: none"> 1. 維持環境通風 2. 禁止周圍存易燃物 3. 第三者禁止接近周圍 		
機器的生命週期	依廠商而定進行每年的定期點檢		
危害對象	操作員 (操作/補給)	是否具有資格	受過教育訓練者操作
	週邊的作業員		須受安全教育
	服務員 (維護保養)	是否具有資格	要(須持有維護點檢資格廠商)
	第三者		禁止接近研磨機周圍
其他			

表 5-4 危害源的認定表單填寫範例(二)

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
1	機械性危害源			
1.1	壓傷的危險源	搬運 / 搬運員	因腳架的強度不足產生斷裂，導致重心不穩	搬運
1.2	剪斷的危險源	無	無	無
1.3	切傷或切斷的危險源	無	無	無
1.4	捲入的危險源	操作 / 操作員	上肢無意接觸砂輪片而導致捲入	操作
1.5	拉扯或夾入的危險源	操作 / 操作員	因衣物接觸砂輪片之轉軸，導致衣物被捲入逕而導致身體的捲	操作

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
			入	
1.6	衝擊的危險源	無	無	無
1.7	刺傷或刺穿的危險源	無	無	無
1.8	摩擦或擦傷的危險源	操作 / 操作員	操作時，身體碰觸砂輪片	
1.9	高壓液體流入或噴出的危險源	無	無	無
2	電氣性的危險源			
2.1	人員接觸到帶電部位(直接接觸)	設置 / 作業員 操作 / 操作員 檢修 / 維修員	接上電源時，因疏忽而碰觸插頭或電線外露區域，導致電擊或燒傷	設置 操作 維修
2.2	人員在不適當的狀態下接觸充電部位(間接接觸)	操作 / 操作員 檢修 / 維修員	因絕緣老化導致漏電，使得研磨機帶電，當人體接觸時而導致電擊	操作 維修
2.3	接近高電壓的充電部位	操作 / 操作員 檢修 / 維修員	因絕緣老化導致漏電，使得機體帶電，當人體接觸時而導致電擊	操作 維修
2.4	靜電現象	檢修 / 維修員	砂輪片之轉軸因旋轉摩擦產生靜電	維修
2.5	發生熱輻射、短路或過負荷，造成熔融物流出或產生化學性效果等其他現象	無	無	無
3	熱的危險源會導致以下結果			
3.1	人員接觸到極高溫、低溫的物體或材料，導致火災或爆炸，以及放射熱源所引起的燙傷、熱傷害以及其他傷害	操作 / 操作員	研磨片因與物體摩擦時會產生火花或高溫；燈具長時間使用導致燈罩溫度過高	操作
3.2	因熱間或冷間作業環境的	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
	關係造成健康損害			
4	噪音所產生的危害源會導致以下結果			
4.1	喪失聽力(聽不見)、其他生理上的不適(喪失平衡感、喪失意識)	操作 / 操作員	物體與研磨片摩擦時產生尖銳的噪音	操作
4.2	口頭傳達、聽覺訊號、其他障礙	無	無	無
5	因振動產生的危害源	無	無	無
5.1	使用手持機械導致各種神經以及血管障礙	無	無	無
5.2	處於特別不良的姿勢時全身振動	無	無	無
6	經由放射產生的危害源			
6.1	低頻、無線電頻放射、微波	無	無	無
6.2	紅外線、可視光線以及紫外線放射	無	無	無
6.3	X 線及 γ 線	無	無	無
6.4	α 線、 β 線、電子或離子束、中子	無	無	無
6.5	雷射光	無	無	無
7	由機械類處理或使用的材料以及物質(和其構成要素)所引起的危害源			
7.1	接觸或吸入有害液體、氣體、霧、煙以及粉塵的危害源	操作 / 操作員	研磨過程會產生細微的粉末飄逸在空氣中，使人易於吸入	操作
7.2	火災或爆炸的危害源	操作 / 操作員	研磨過程會產生細微的粉末會與空氣混合，當遇火源或靜電可能會引起粉塵爆炸	操作
7.3	生物(例如霉菌)或微生物(濾過性病原體或細菌)的危害源	無	無	無
8	在設計機械時因無視人因工程原則所造成的危險源，如以下原因所形成之危險源			

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
8.1	不自然的姿勢或肌肉過勞	操作 / 操作員	站立時，頭與身體需下彎，易造成肩頸傷害；坐姿時，上肢需抬舉，易造成上肢或腰椎傷害	
8.2	解剖學的考察中，有關手腕或足一腳的不適當內容	無	無	無
8.3	無視護具的使用要求	操作 / 操作員	易吸入粉塵；火花噴濺到身體	
8.4	不恰當的局部照明	操作 / 操作員	因作業精密度較高，照度過強或過弱而造成操作的困難	操作
8.5	精神上過負荷以及負荷過少、壓力	無	無	無
8.6	人為失誤、人類行為	無	無	無
8.7	不適當設計、配置或識別的手動控制器	無	無	無
8.8	不適當設計、配置的視覺顯示器	無	無	無
9	危害源的組合			
10	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速（或者其他類似不和諧的動作）			
10.1	控制系統的故障/混亂	無	無	無
10.2	能源中斷後復歸	無	無	無
10.3	外部對電氣設備的影響	無	無	無
10.4	其他外來影響(重力、風等等)	無	無	無
10.5	軟體上的錯誤	無	無	無
10.6	操作員的失誤(人的特性以及能力或機械的不和諧)	無	無	無
11	無法使機械停止在可預期的最佳狀態	無	無	無

No.	危險源	工作/作業員	危險事象	生命週期的階段
12	工具迴轉速度的變動	無	無	無
13	動力源的故障	無	無	無
14	控制迴路的故障	無	無	無
15	安裝上的錯誤	安裝 / 維修員 檢修 / 維修員	使用不當的研磨片規格，導致鬆動破壞轉軸	設置 維修
16	操作中的破壞	操作 / 操作員	研磨片破裂導致運轉時碎片射出	操作
17	掉落或噴出的物體或液體	操作 / 操作員 檢修 / 維修員	研磨片因安裝不當，導致啓動時研磨片射出	操作 維修
18	機械欠缺安定性/前後倒置	無	無	無
19	人員滑倒、絆倒以及跌倒(與機械相關)	無	無	無

《範例三》無人搬運車系統

第一步，必須先設定在合理可預期的情況下，無人搬運車系統原始設計的使用範圍，包含使用年限、承載、尺寸、重量、環境條件、用途、生命週期等設計規格。此外，其考量層面除了須考量設備本身性能外，在於使用的目的、用途、及範圍等，須加上考量人員作業中可能的正常使用與誤用的狀況。(如表 5-5)

第二步，針對無人搬運車系統在操作、重置、保全、故障修理、檢查、清掃、補給等階段，評估是否具機械、電氣、熱、噪音、振動、輻射、材料、人因等危害(如表 5-6)。更為詳細的評估如表 5-7 所示，檢視無人搬運車系統可能的危害風險。“生命週期”指該危害發生於無人搬運車系統生命週期中的哪個階段；“工作/作業員”指人員於作業(搬運、設置、裝載、操作、維修及報廢等)過程中會暴露於危害當中的工作與人員；“危險區域”指危害源的所在位置；“危害源”指產生的危害類型；“危害狀態”指會發生危害的狀況；“危險事象”指各種可能發生該危害的狀況。

第三步，經由上一步的危害辨識後，依照「危害的嚴重程度」和「發生危害的機率」的關係組合來評估各危害風險的大小。對於各危害源的危害風險評估方法可利用矩陣法、風險圖法、點數累計法或 ISO13849-1 等評估工具進行風險值的推估。

第四步，最後經上一步(第三步)將各危害源評估其危害風險後，針對風險值(或風險等級)的高低，來判別與斟酌應採取降低危害風險應實施的保護策略。利用本質安全設計、安全防護及使用資訊三步驟降低危害風險，直到危害風險降至可接受範圍為止。(如表 5-6)。

表 5-5 機械的限制事項填寫範例(三)

項目	機械的限制規格等	
機械的名稱	無人搬運車(AGV)系統	
機械的主要規格	產品型式	AGV 10
	設計使用期限	10 年
	構成零件的更換間隔	定期檢點週期 1 年
	原動力輸出(kw)	移動 0.56 kW x 2 操縱 0.1 Kw x 2 輸送帶 0.16 kW
	運轉方式(模式)	Online 自動 / offline 自動 / 手動
	最大承載重量	1,000 kg
	最高移動速度	移動 60 m/min
	產品尺寸	W 1,130 mm x L 1,630 mm x H 550 mm

項目		機械的限制規格等	
機械的名稱		無人搬運車(AGV)系統	
	產品質量	650 kg	
	設置條件(溫度、濕度等)	常溫(0~40)，常濕(10~90%)不會結露下。 屋內(無腐蝕性氣體、引火性氣體、油霧、 過多塵埃、有害的噪音源)。	
機械的使用目的和用途(使用上的限制) (1)預期使用，預期可能的錯誤使用 (2)無預期地啟動		(1)僅用來載運貨物之用。 (2)依噪音導致錯誤啟動控制系統。 (3)因控制電路、感應器故障而錯誤啟動控制系統。 (4)規格重量超過承載重量	
機械的元件更換(時間上的限制) (1)機械性限制 (2)電氣性限制		(1)實施年度點檢 (2)定期在指定的更換零件期間進行更換。	
機械的可動範圍等(空間上的限制) (1)動作範圍 (2)空間 (3)作業環境		(1)以專用通路來區分區域。 (2)禁止第三者進入。 (3)可與建築設備連結。 (4)維持管理通路環境(無高低起伏、損傷、 髒污、塵埃等)。	
機器的生命週期		依廠商而定進行每年的定期點檢。	
危害對象	操作員	是否具有資格	要(只限於受過教育訓練者操作)。
	週邊的作業員		實施安全教育。
	服務員 (補給、維護保養)	是否具有資格	要(只限於特定維護點檢資格的廠商)。
	第三者		禁止進入作動區域(AGV 通路)。
其他			

表 5-6 機械的危害源表單填寫範例

				時間日期：	
計劃名：無人搬運車(AGV)系統		製作者：		認可者：	
使用的設定以及參數說明：					
機械的危害源	風險有/無	容許範圍內	殘留的風險情報		
			無關作業	有關作業	RA 項目號碼
1	機械性的危害源	有	○	○	2.3.12.15.16.17. 18.24.26.29.33.41

計劃名：無人搬運車(AGV)系統					時間日期：
製作者：				認可者：	
使用的設定以及參數說明：					
機械的危害源	風險有/無	容許範圍內	殘留的風險情報		
			無關作業	有關作業	RA 項目號碼
2	電氣性的危害源 —有無安全電壓(DC24V)以上的部位	有	○	○	20.22.25.30.32.36 46.47
3	熱的危害源 —有無高溫(○○℃以下)的部位 —有無低溫(○○℃以下)的部位	無			
4	依噪音產生的危害源 —有無噪音發生源頭(○○dB 以上)	無			
5	依振動產生的危害源	無			
6	依輻射產生的危害源 —有無輻射	有	○		27
7	依材料以及物質所產生的危害源 —有無禁止使用的物質 —有無毒性的物質 是否為限制以下(請對照法律規定)	有	○	○	7.44.50
8	依機械設計時無視人體工學所產生的危害源 —腰痛的危害源 高處(○○cm 以上)的通道 重物(○○kg 以上) 長時間同個姿勢 —有無VDT 作業	無			
9	滑動、阻礙以及掉落的危害源	有	○	○	37
10	危害源的組合	有		○	8.13.23. 34.35.38. 39.40.42. 43.45
11	使用機械時與環境有關連	有	○	○	28.31

計劃名：無人搬運車(AGV)系統		製作者：	時間日期：		
使用的設定以及參數說明：		認可者：			
機械的危害源	風險 有/無	容許 範圍內	殘留的風險情報		
			無 關 作 業	有 關 作 業	RA 項目號碼
的危害源					

*表中 RA 號碼所對應的項目，指表 5-7 危害源的認定表單所列之編號 (NO.) 項目

表 5-7 危害源的認定表單填寫範例（三）

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
1	搬運	裝載/作業員 0	AGV 本體 周圍	壓傷作業員/壓傷的 危害源。	依天車來做 AGV 裝載 卡車作業/周遭作業。	吊具不良或吊掛作業疏失 導致失去平衡掉落壓傷作 業員。	製造的 作業員
2		移動/作業員	AGV 本體 周圍	衝撞、接觸到作業者 /人爲誤差。	使用端的 AGV 設置、移 動作業/周遭作業。	搬入使用端時，以手動運轉 移動 AGV 時，因作業員的 疏忽碰觸到其他人。	
3	組裝、設 置、檢收	組裝/作業員	AGV 本體 電池盒	夾傷作業員的手指/ 切斷的危害源。	對電池的 AGV 搭載作 業/周遭作業。	在收納電池到車體內的電 池盒時，因疏忽夾傷手指。	
4		組裝/作業員	電池周圍	燒傷作業員/電氣性 的危害源。	對電池的 AGV 搭載作 業/周遭作業。	因疏忽觸碰到電池端子部 份的金屬導致短路、燒傷。	
5		組裝/作業員	電池周圍	燒傷作業員/材料物 質發生的危害源。	對電池的 AGV 搭載作 業/周遭作業。	電池托架沒有正確地設 定，導致電池翻倒漏出電池 液。	
6		設置/作業員	AGV 本體 周圍	切、刺傷作業員/凸 起刺傷或刺穿危害 源。	AGV 的設置作業 /周遭 作業。	設定 AGV 在既定位置時， 未注意車體的角或凸起部 份導致受傷。	
7		設置/作業員	充電裝置周	使用場所發生火災/ 電池的充電作業/充電室	電池的充電作業/充電室	充電中電池發生因充滿可	

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
			圍	機械使用物質產生的危害源。	內。	燃性氣體而引起火災。	
8		檢收/操作員	AGV 本體周圍	衝撞、接觸到通行者/對於操作員的指示不足。	AGV 的起動作業 / 周遭作業。	未受到適當的運轉操作訓練就進行操作，因錯誤操作導致 AGV 突然起動，衝撞周遭通行者的人。	使用者操作、維護的擔當者。
9	設定、試運轉	調整/作業員	AGV 本體周圍	衝撞到作業員/衝擊的危害源。	AGV 試運轉自動運轉調整作業/周遭作業。	障礙物感應器的動作距離設定疏失，導致動作確認中衝撞到作業員。	
10		調整/作業員	AGV 本體周圍	衝撞、接觸到作業員/軟體的故障、機械性的危害源。	AGV 試運轉自動運轉調整作業/周遭作業。	地域空間的輸入疏失導致 AGV 在想像外的地方旋轉衝撞到作業員/無預期起動。	
11		調整/作業員	地上控制盤	使作業員觸電/電氣性的危害源。	控制盤的固定線路確認作業/周遭作業。	作業員在初次充電時觸碰到控制盤內充電部份而觸電。	
12		調整/作業員	AGV 本體移載裝置	捲入作業員的手指/拉扯的危害源。	AGV 輸送帶連鎖張緊裝置調整作業/周遭作業。	作業員在調整輸送帶連鎖裝置時錯誤驅動夾傷手指/無預期起動。	

危害源的認定

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
13		調整/作業員	AGV 本體	接觸作業員/人為誤差、機械性的危害源。	AGV 試運轉手動運轉調整作業/周遭作業。	試運轉員疏忽未口頭提醒就手動運轉，衝撞夾傷補助員。	
14		調整/作業員	AGV 本體	作業員的筋骨障害/不自然的姿勢或者過於費力。	AGV 各種設定作業/周遭作業。	作業員以長時間無理的姿勢進行作業，導致腰痛。	
15	運轉：常態運轉	自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	衝撞到通行人/衝擊的危害源。	通行人侵入 AGV 自動運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常工作。	通行人接近，AGV 也未閃開導致衝撞、接觸。	使用作業員以及第三者。
16		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	衝撞到通行人/衝擊的危害源。	通行人闖入 AGV 自動運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常工作。	通行人從 AGV 通路衝出闖入，衝撞、接觸。	
17		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	衝撞到通行人/視覺警示裝置的設置、設計不良，衝擊的危害源。	通行人侵入 AGV 自動運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常工作。	通行人接近看見 AGV，不知道是在移動狀態導致衝撞、接觸。	
18		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	衝撞到通行人/聽覺警告手段欠佳、不適當，衝擊的危害源。	通行人侵入 AGV 自動運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常工作。	通行人接近時未注意 AGV 的聲音導致衝撞、接觸。	
19		自動運轉/通行人	AGV 本體	通行人接觸到堅固	通行人侵入 AGV 自動	AGV 檢知到通行人，雖然減	

危害源的認定

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
		行人	周圍	的緩衝器/機械設計時無視人體工學所產生的危害源。	運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常作業。	速接觸到緩衝器，但因緩衝器過於堅固產生打擊(撞擊)。	
20		自動運轉/通行行人	AGV 本體周圍	衝撞、接觸到通行行人/控制系統故障、衝撞的危害源。	AGV 預想外、通路外通行行人接近時/ AGV 通路週邊的日常作業。	AGV 的感應器等控制系統故障，脫離通行路線衝撞到通行行人/無預期起動。	
21		自動運轉/通行行人	AGV 本體周圍	通行行人被掉落物壓傷/壓傷的危害源。	AGV 通路附近通行行人步行/在 AGV 通路週邊的日常作業。	AGV 所承載的貨物因緊急停止或斜坡移動而自車體掉落壓傷通行行人。	
22		自動運轉/通行行人	AGV 本體周圍	通行行人被掉落物壓傷/控制電路故障、壓傷的危害源。	AGV 通路附近通行行人步行/在 AGV 通路週邊的日常作業。	在移載場所以外的地方錯誤操作導致貨物自車體落下壓傷作業者/無預期起動。	
23		自動運轉/通行行人	AGV 本體周圍	貨物掉落打擊通行行人/欠缺安定性，衝擊的危害源。	通行行人步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常作業。	AGV 移動中，發生未安定的堆疊倒向通行行人導致撞擊。	
24		自動運轉/通行行人	和 AGV 連結的建築物設備	通行行人被夾在 AGV 和建築設備間/壓傷的危害源。	通行行人使用和 AGV 連結的建築務設備/建築物設備週邊的日常作業。	AGV 連結的自動門或電梯沒有迴避空間導致夾傷通行行人。	
25		自動運轉/通行行人	和 AGV 連結的建築物設備	通行行人接觸 AGV/控制系統故障，壓傷的危害源。	通行行人使用和 AGV 連結的建築務設備/建築物設備週邊的日常作業。	AGV 在連結的自動門或電梯前沒有停止，接觸到通行行人。	

危害源的認定

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
						人。	
26		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	通行人被夾在 2 台 AGV 間/壓傷的危害源。	通行人侵入自動運轉中的通路/ AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 和對向物體擦肩過時，通行人無法迴避導致夾傷。	
27		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	拉扯通行人，衝擊、接觸/對電氣設備的外部影響。	通行人步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	在 AGV 週邊使用的設備所產生的電磁波、光、超音波等的噪音或靜電，導致控制電路錯誤動作而暴走，拉扯或撞擊通行人。	
28		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	操作員掉落，受到衝擊/關連到使用環境的危害源、衝擊的危害源。	AGV 和起重機等的運轉作業/AGV 通路和一般道路的交叉點。	和堆高機等的搬運設備擦肩通過時，因通路的交通量大導致和 AGV 衝撞，操作員飛出受到撞擊。	
29		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	衝撞、接觸通行人/衝擊的危害源。	通行人意外侵入 AGV 通路/AGV 通路週邊的日常工作。	通行人將手或頭伸出在 AGV 通行路的空中，與 AGV 衝撞、接觸。	
30		自動運轉/通行人	AGV 本體周圍	拉扯、衝擊通行人/控制電路的故障、機械性的危害源。	通行人步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	通行人按壓緊急停止按鈕 AGV 也未停止動作，衝撞通行人。	
31		自動運轉/通行人	AGV 本體	衝擊、接觸通行人/	通行人步行在 AGV 移	油漏在路面上，導致 AGV	

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
		行人	周圍	關於使用環境的危害源。	動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	滑動衝出通行路線撞擊、接觸通行者。	
32		自動運轉/通行者	AGV 本體 周圍	拉扯、衝擊通行者/控制電路的故障、機械性的危害源。	通行者步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	沒有停在既定位置上逕自暴走，拉扯作業員至 AGV 內，導致衝撞。	
33		自動運轉/通行者	AGV 本體 周圍	通行者的手指或衣服被捲入/拉扯或捕捉捲入的危害源。	通行者侵入 AGV 自動運轉中的通路內/AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 裝載貨品時接近通行者，衣服或手指被 AGV 的輸送帶或驅動連鎖裝置捲入、切斷或撞擊。	
34		自動運轉/通行者	AGV 本體 周圍	拉扯、接觸通行者/機械安裝所引起的安定性欠缺、機械性的危害源。	通行者步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	因為 AGV 未定期點檢而故障，脫離通路拉扯、撞擊通行者。	
35		自動運轉/通行者	AGV 本體 周圍	接觸通行者/人為錯誤、機械性的危害源。	AGV 手動運轉作業/周遭作業。	電梯因 AGV 的錯誤操作而往逆向前進，接觸到通行者。	
36		自動充電/操作員、通行者	AGV 本體 周圍	燒傷通行者/電氣性的危害源。	通行者侵入 AGV 自動運轉中的通路內/AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 在電池自動充電中因通行者誤觸電池充電端子部份的金屬導致短路、燒傷。	

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
37	運轉：非常態運轉	自動充電/操作員、通行行人	AGV 本體	撞擊電梯、通行行人/人爲錯誤。	AGV 的禁止作業/周遭作業。	電梯或通行人在搭乘 AGV 移動時因不平衡導致掉落、撞擊。	
38		自動運轉/通行行人	AGV 本體	撞擊、接觸通行行人/運轉中的破壞、衝擊的危害源。	通行行人意外地接近 AGV/ AGV 通路週邊的日常工作。	未修復運轉中破損部份就使用，感應器無法正常動作也無法停止，衝撞、接觸通行行人。	
39		自動運轉、手動運轉/通行行人	AGV 本體周圍	拉扯、撞擊通行行人/無預期地貨品移動、機械性的危害源。	使用 AGV 規格外的物品/AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 裝載超過可接受的重量，因裝置破損導致不安定，拉扯、撞擊通行行人。	
40		異常復歸/操作員	AGV 本體周圍	拉扯、接觸電梯/無預期地移動、機械性的危害源。	AGV 異常復歸作業/AGV 異常時的周遭作業。	依遠隔系統異常復歸後，AGV 馬上起動，操作者未遠離受到拉扯/無預期起動。	
41	保全：廠商	保全/作業員	AGV 本體	作業員掉落、撞擊/衝擊的危害源。	AGV 安裝、拆除保護套/周遭作業。	作業者在安裝 AGV 保護套時不慎落下導致撞擊。	
42		保全/作業員	AGV 本體周圍	衝擊、接觸作業員/人爲錯誤、電氣性、機械性的危害源。	AGV 點檢作業/周遭作業。	維護點檢中因誤觸控制系統導致 AGV 突然起動衝撞、接觸作業者。	
43	保全：使	保全/操作員	AGV 本體	操作員的腳被 AGV	AGV 點檢運轉作業/周	點檢時在 AGV 旁邊操作手	

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
	用者		周圍	拉扯/切傷、切斷的危害源。	遭作業。	動運轉，腳被夾、拉扯在 AGV 和地面之間縫隙。	
44		保全/操作員	電池周圍	操作員的眼睛受到損傷/材料物質引起的危害源。	AGV 維護作業/周遭作業。	操作員在維護時補充電池液，將液體碰觸眼睛導致眼睛受損傷。	
45		保全/操作員	AGV 本體周圍	接觸通行者、操作員/人為錯誤。	AGV 維護作業/周遭作業。	不瞭解系統的管理者、擔當者進行維護點檢、調整修理，使 AGV 受損後再使用，AGV 預期外地接觸作業員。	
46	故障診斷	自動運轉/通行者	AGV 本體周圍	拉扯、撞擊通行者/控制系統故障、機械性的危害源。	通行者步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 誘導用的感應器故障，脫離通行道路，拉扯、撞擊通行者。	
47		自動運轉/通行者	AGV 本體周圍	拉扯、撞擊通行者/控制系統故障、機械性的危害源。	通行者步行在 AGV 移動路線附近/AGV 通路週邊的日常工作。	AGV 的速度超過既定的速度，在檢出障礙物的感應器作動距離內檢出人或物時也沒有停止，導致拉扯、衝撞通行者。	
48	廢棄：再使用	再使用/操作員	機械零件	操作員的健康障害/從材料物質引起的危害源。	AGV 分解作業/周遭作業。	操作員不知道含有有毒物質而再利用，分解控制電路零件，使有毒物質流出並接	

危害源的認定							
機械 AGV 系統		機械的名稱無人搬運車(AGV)系統			分析者		
情報源		設計規格書			版本		
範圍		壽命週期			分析、評價日期和時間		
手段		檢查清單			頁數		
No.	生命週期	工作/作業員	危險區域	危害源	危險狀態	危險事象	備註
						觸導致健康障害。	
49	廢棄：再利用	再利用/再利用業者	機械零件	再利用作業員的健康障害/從材料物質引起的危害源。	AGV 的分解、廢棄作業/周遭作業。	再利用的作業員不知道使用了有毒物質，沒有適當地廢棄，吸入有毒物質導致健康障害。	
50	廢棄	異常復歸/操作員	電池	廢棄場所爆炸、火災/火災以及爆發。	電池的廢棄作業/周遭作業。	廢棄業者錯誤地使用 AGV 的電池廢棄方法，使其近火源導致爆炸。	

《輔導實例》射出成型機

本年度計畫輔導對象為南部某一射出成型機之製造商，而該製造商大多數的產品亦有銷售至國外，因此，製造商對於歐盟等國際認證（驗證）制度也較不陌生。該廠商主要生產的射出成型機種類以臥式射出成型機為主，因此，本計畫將該廠某一型號的臥式射出成型機做為實例機械對象，其相關機械限制事項及危害源認定之分析評估，如表 5-8 及表 5-9 所示。

本實例設計之臥式射出成型機其主要結構可分為機架、射出單元、夾模單元、電氣單元以及油壓單元等四部分。主要作業是利用往復式的螺旋桿加熱並將原料射出於模具中。以下為射出成型機各單元的介紹：

- 機架：支撐射出單元、夾模單元、電氣單元、油壓單元的裝設床台，多為由型鋼或鋼板以熔接方法所組成箱型之構架體。主要功能是用來承受機械各部份因動作時所發生之各種力量或振動，並且保持最小的變形以維持最佳的動作精度。
- 射出單元：於射出成型機中負責將粒狀或粉狀材料供給射出裝置，並將原料加熱至熔融溫度再加壓使其噴入模具中。主要元件包含射出螺桿、閥、噴嘴、料筒等。
- 夾模單元：用以承載模具的組件，及自動開模、關模及頂出成品。當射出塑料時，模具必須靠著強力的鎖模力緊閉模具，直到塑料凝固為止方能打開模具取出成品。主要要構件為固定模板、移動模板及其他周邊元件等。
- 電氣單元：電氣單元又可分操作控制、溫度控制、動力控制，主要是用來控制鎖模機構、射出機構的動作、調整控制加熱汽缸、模具溫度以及驅動馬達等動力控制。動力控制是由變換開關、極限開關、定時器、繼電器等構成，控制各動作單一或連續執行的狀況；溫度控制為擔任料管或噴嘴的溫度檢出、流向電熱器的電力控制、設定溫度得自動維持調整等工作；動力控制則是供給馬達或電熱器的動力部份，由電磁開關、電磁接觸器、保險絲及斷電器等各部份所構成。
- 油壓單元：鎖模機構或射出機構之機械動力來源，均由油壓缸之運作而來，而油壓單元則是供給動作油之控制中樞裝置。利用油壓泵先將液壓油轉為高壓之工作油，再經由配管轉送壓力油至鎖模或射出之油缸。主要元件包含油壓泵、壓力控

制閥、流量控制閥、方向控制閥、濾油器、冷卻器、油箱、配管及輸出裝置的油壓缸等所構成。

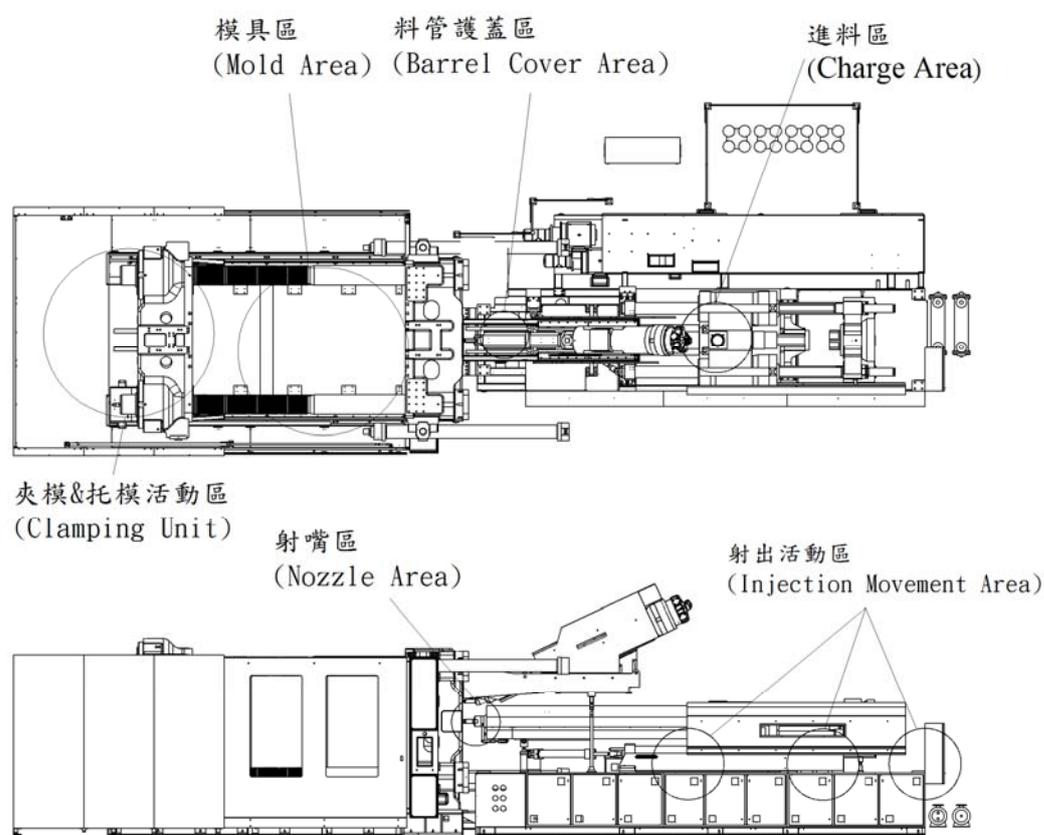


表 5-8 機械的限制事項表單

項目	機械的限制規格等	
機械的名稱	臥式射出成型機	
機械的主要規格	產品型式	LM-3200F
	設計使用期限	15 年
	構成零件的更換間隔	定期檢點週期 1 年
	螺桿直徑	170 mm
	射出容積	21000 cm ³
	射出量	19200 gram
	電機馬達	190 HP
	電熱容量	123 kw
	油箱容量	3800 L
	產品尺寸	L15900 mm x W5000 mm x H3800 mm
產品質量	220 公噸	
機械的使用目的和用途	(1) 塑膠的射出成型	

項目	機械的限制規格等		
機械的名稱	臥式射出成型機		
(使用上的限制) (1)預期使用，預期可能的錯誤使用 (2)無預期地啟動	(2) 因控制電路的故障而錯誤啟動或關閉控制系統		
機械的元件更換 (時間上的限制) (1)機械性限制 (2)電氣性限制	(1) 實施年度檢點 (2) 定期更換零件		
機械的可動範圍等 (空間上的限制) (1)動作範圍 (2)空間 (3)作業環境	(1) 地板強度需足夠負荷機械重量 (2) 空間要足夠機械可動之範圍		
機器的生命週期			
危害對象	操作員	是否具有資格	要(需受教育訓練者操作)
	週邊的作業員		實施安全教育
	服務員 (補給、維護保養)	是否具有資格	要(只限具維護點檢資格的廠商)
	第三者		禁止接近夾模區域
其他			

表 5-9 危害源的認定表單

No.	危害源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
1	機械性危害源 (Mechanical hazards due to machine part or work piece.)				
1.1	擠壓、壓傷的危害源 (Crushing /Squeezing)	1. 模具區 2. 入料區	作業員、 維保人員、 吊裝搬運人員	1.1 模具區開合行程區進行開關模時，將產生極大之夾持力，可能會造成重大傷害。 1.2 人員進行模具架設時遭模具壓傷。 1.3 人員進吊運、拆裝、移機時，可能遭滑動車壁或安全門等可滑動部份壓傷。 1.4 人員進入模具	1.1.1.試俾 1.1.2.例行生產 1.1.3. 吊運、拆裝、移機等

No.	危 害 源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
				區，可能會遭受模具的夾擊。 2.1 射座進退時，右圖指處有夾傷之機會	
1.2	剪斷的危害源 (Shearing)	無	無	無	無
1.3	切割或切斷的危害源 (Cutting or severing)	1. 進料區	作業員、 維保人員	1.1 進料時螺桿部分若有物體進入有剪切割傷之可能。	1.1.1.異常故障排除
1.4	捲入的危害源 (Entanglement)	1. 進料區	作業員、 維保人員	1.1 人員進行入料作業時，因調整塑料而導致人員被加料螺桿捲入夾傷 1.2 進料時連軸器有捲入物品之機會。	1.1.1.試俾 1.1.2.例行生產清料 1.1.3.異常故障排除
1.5	陷入或拖入的危害源 (Drawing-in or Trapping)	無	無	無	無
1.6	衝擊的危害源 (Impact)	1. 周邊高壓油管 2. 料管射座	作業員、 維保人員	1.1. 人員因高壓油管脫落或斷裂導致人員被脫落油管或斷裂鞭擊 2.1 射座前進或後退時有撞擊人員之可能。	1.1.1. 機台安裝或試俾 1.1.2.正常生產 1.1.3.異常故障排除
1.7	刺傷或刺穿的危害源 (Stabbing or puncture)	1. 模具區脫模頂出裝置	作業員、 維保人員	1.1. 托模桿頂出物品時有相當大之力量，於托模桿前會被撞傷。	1.1.1.例行生產取件 1.1.2.異常故障排除
1.8	摩擦或擦傷的危害源 (Friction or abrasion)	無	無	無	無

No.	危 害 源	區 域	工 作 者	危 險 事 象	生 命 週 期 的 階 段
1.9	高壓液體流入或噴出的危害源 (High pressure fluid injection)	1. 射嘴區	作業員、 維保人員	1.1. 人員進行噴嘴故障或異常排除時，不慎遭塑料噴濺	1.1.1.試俾 1.1.2.例行生產清料 1.1.3.異常故障排除
2	電氣性的危害源 (Electrical hazards)				
2.1	人員接觸到帶電部位(直接接觸) (Electrical contact: direct)	1. 電源/電氣箱/變壓器/周邊配線	安裝或測試人員	1.1. 人員裝設機台線路時，進行活線作業	1.1.1.裝機或拆機時
2.2	人員在不適當的狀態下接觸帶電部位(間接接觸) (Electrical contact: indirect)	1. 機台保養維修	維保人員	1.1. 人員裝設機台保養維修時，未確實斷電而發生活線作業	1.1.1. 異常故障排除
2.3	接近高電壓的帶電部位 (Approach to live part under high pressure)	1. 電源/電氣箱/變壓器/周邊配線	維保人員	1.1. 人員裝設機台變壓器，進行活線作業時，如機台漏電時，可能造成人員感電 1.2. 人員裝設機台線路時，未進行接地作業，可能遇有雷擊等天候時，造成感應帶電可能造成人員感電	1.1.1.裝機或拆機時 1.2.1.天候異常(雷雨天)
2.4	靜電現象 (Electrostatic phenomena)	1. 機台週邊	作業員、 維保人員	1.1. 人員裝設機台裝機時，未進行接地作業，可能造成人員靜電感電	1.1.1.裝機或試俾 1.1.2.例行生產
2.5	發生熱輻射、短路或過負荷，造成熔融物流出或產生化學性效果等其他現象 (Thermal radiation or other	1. 料管護蓋區	作業員、 維保人員	1.1. 加料螺桿的電熱片，升溫異常或保護失效	1.1.1.例行生產作業 1.1.2.異常故障排除

No.	危害源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
	phenomena such as projection of molten particles and chemical effects from short-circuits, overloads etc.)				
3	熱的危害源會導致以下結果 (Thermal hazards)				
3.1	人員接觸到高溫、低溫的物體或材料，導致火災或爆炸，以及放射熱源所引起的燙傷、熱傷害以及其他傷害 (Burns and scalds, by a possible contact of persons by flames or explosions and also by radiation of heat sources)	1. 料管護蓋區 2. 射嘴區	作業員、 維保人員	1.1. 加料螺桿的電熱片，升溫異常或保護失效 1.2. 人員於成型作業時，塑料射入模穴，可能造成嚴重之燙傷。 1.3. 模具閉模力不足時，(橡)塑料可能由模具之間噴出，造成燙傷。 1.4. 射嘴對位不準，(橡)塑料噴出燙傷。	1.1.1. 試車或例行生產 1.1.2. 機台故障排除
3.2	因冷或熱作業環境的關係造成健康損害 (Health-damaging effects by hot or cold work environment)	無	無	無	無
4	噪音所引發的以下危害源 (Hazards generated by noise)				
4.1	喪失聽力(聽不見)、其他生理上的不適(喪失平衡感、喪失意識) (Hearing losses (deafness), other physiological disorders (e.g.	1. 模具區	作業員、 維保人員	1.1. 人員生產時，未確實配戴耳塞或耳罩等聽力防護具	1.1.1. 試車或例行生產 1.1.2. 機台故障排除

No.	危害源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
	loss of balance, loss of awareness))				
4.2	口頭傳達、聽覺訊號、其他障礙 (Interference with speech communication, acoustic signals etc.)	無	無	無	無
5	因振動產生的危害源 (Hazards generated by vibration)				
5.1	使用手持機械導致各種神經以及血管障礙 (Use of hand-held machines resulting in a variety of neurological and vascular disorder)	無	無	無	無
5.2	處於特別不良的姿勢時全身振動 (Whole body vibration, particular when combined with poor postures)	無	無	無	無
6	經由放射產生的危害源 (Hazards generated by radiation)				
6.1	低頻、無線電頻放射、微波 (Low / high frequency, radio frequency radiation, microwaves)	1. 電氣箱/控制區	作業員、維保人員	1.1. 電氣設備或控制區，可能有低頻電磁或微波，設備異常時可能造成周遭電磁干擾	1.1.1.試車或例行生產 1.1.2.機台故障時
6.2	紅外線、可視光線以及紫外線放射 (Infrared, visible and ultraviolet light)	無	無	無	無

No.	危害源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
6.3	X 線及 γ 線 (X and gamma rays)	無	無	無	無
6.4	α 線、 β 線、電子或離子束、中子 (Alpha, beta rays, electron or ion beams, neutrons)	無	無	無	無
6.5	雷射光(Lasers)	無	無	無	無
7	由機械類處理或使用的材料以及物質(和其構成要素)所引起的危害源 (Hazards generated by materials and substances processed, used or exhausted by machinery)				
7.1	接觸或吸入有害液體、氣體、霧、煙以及粉塵的危害源 (Hazards resulting from contact with or inhalation of harmful fluids, gases, mists, fumes and dusts)	1. 射嘴區 2. 模具區	作業員、 維保人員	1.1. 射嘴未與模具頂緊，有可能將塑料濺出來，可能造成人員被高溫(橡)塑料接觸而燙傷。 1.2. 特殊(橡)塑料，因加溫異常而產出有害氣體	1.1.1.試車 1.1.2.例行生產
7.2	火災或爆炸的危害源 (Fire and explosion)	3. 料管護蓋	作業員、 維保人員	1.1. (橡)塑料加熱用電熱片，因加熱溫控異常造成電線火花或走火，可能會引發火災。	1.1.1.例行生產 1.1.2.機台故障時
7.3	生物(例如霉菌)或微生物(濾過性病原體或細菌)的危害源 [Biological and micro-biological (viral or bacterial)]	無	無	無	無
8	例如由以下項目所產生的危害源，因設計不良所導致的人因工程性危害源 [Hazards generated by neglecting ergonomic principles in machine design				

No.	危 害 源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
(mismatch of machinery with human characteristics and abilities)]					
8.1	不自然的姿勢或肌肉過勞 (Unhealthy posture or excessive efforts)	1. 模具區	作業員、 維保人員	1.1. 長時間更替模具或取下成品時，造成肌肉骨骼傷害或下背痛	1.1.1.試車 1.1.2.例行生產
8.2	解剖學的考察中，有關手一腕或足一腳的不適當內容 (Inadequate with hand-arm or foot-leg anatomy)	無	無	無	無
8.3	未遵循防護具的使用要求 (Neglected use of personal protection equipment)	1. 模具區	作業員、 維保人員	1.1. 人員生產時，未確實配戴耳塞或耳罩等聽力防護具	1.1.1.試車 1.1.2.例行生產 1.1.3.機台故障排除
8.4	不適切的局部照明 (Inadequate local lighting)	1. 模具區	作業員、 維保人員	1.1. 人員生產或維修時，作業區照明不足，可能造成人員碰撞傷等	1.1.1.試車 1.1.2.例行生產 1.1.3.機台故障排除
8.5	精神負荷過大或過少、壓力 (Mental overload or underload, stress etc.)	無	無	無	無
8.6	人的行為特性 (Human errors, human behavior)	1. 機台護蓋 2. 危險區 鈹金螺絲、護蓋等	作業員、 維保人員	1.1. 危險區域的護蓋或鈹金螺絲，未考量人類行為設計成緊留螺絲或裝置	1.1.1.例行生產 1.1.2.機台故障排除
8.7	手動操作裝置的設計、配置或識別不適當 (Inadequate	1. 安全裝置或緊急停止	作業員、 維保人員	1.1. 安全裝置或緊急停止開關配置在使用或操	1.1.1.例行生產 1.1.2.機台

No.	危害源	區域	工作者	危險事象	生命週期的階段
	design, location or identification of manual controls)	開關		作者不易碰觸或機台不顯眼的位置	故障排除
8.8	視覺顯示器的設計或配置不當 (Inadequate design or location of visual display units)	1. 機台控制面板或顯示器	作業員、維保人員	1.1. 控制面板顯示器位置設置過高或過低，造成使用人員下背痛或頸部痠痛 1.2. 控制面板顯示器觸控裝置未有保護設定，造成使用者不慎碰觸引發機台誤動作	1.1.1.例行生產 1.2.1.機台故障排除
9.	危害源的組合(二種以上的危害源組合) (Combination of hazards)				
10	由下列事項所引起的無預期起動、無預期過度移動/超速 (或者其他類似不和諧的動作) (Unexpected start-up, unexpected overrun /over-speed)				
10.1	控制系統的故障/混亂 [Failure/disorder of control system (unexpected start-up, unexpected overrun)]	1. 模具區	作業員、維保人員	1.2. 週邊設備或機械手臂裝置等，控制訊號異常或干擾，導致機台或週邊誤動作	1.1.1.試俾 1.1.2.例行生產故障
10.2	能源中斷後恢復或復歸後的影響 (Restoration of energy supply after an interruption.)	無	無	無	無
10.3	外來狀況對電氣設備的影響 (External influence on electrical equipment)	無	無	無	無
10.4	其他外來影響 (重力、風等等)	1. 機台控制面板	作業員、	1.1. 控制面板顯示器觸控裝置未	1.1.1.試俾 1.1.2.例行

No.	危 害 源	區 域	工 作 者	危 險 事 象	生 命 週 期 的 階 段
	[Other external influences (gravity, wind, etc.)]		維保人員	有保護設定，造成使用者不慎碰觸引發機台誤動作	生產故障
10.5	軟體上的錯誤 (Errors in the software)	1. 機台控制面板區	作業員、維保人員	1.1. 控制面板顯示器觸控裝置未有保護設定，造成使用者不慎碰觸引發機台誤動作	1.1.1. 例行生產故障
10.6	操作員的失誤 (人員特性以及能力和機械類的不和諧) [Errors made by the operator (due to mismatch of machinery with human characteristic and abilities, see 8.6)]	1. 模具區	作業員、維保人員	1.1. 週邊設備或機械手臂裝置等，控制訊號異常或干擾，導致機台或週邊誤動作	1.1.1. 試俾 1.1.2. 例行生產故障
11	無法使機械停止在可預期的最佳狀態 (Impossibility of stopping the machine in the best possible condition)	無	無	無	無
12	工具迴轉速度的變動 (Variations in the rotational speed of tools)	無	無	無	無
13	動力源的故障 (Failure of the power supply)	1. 變頻馬達或變頻裝置 (動力元件)	作業員、維保人員	1.1. 機台馬達變頻器故障，可能導致機台誤動作，造成產品損壞或人員危害	1.1.1. 例行生產 1.1.2. 機台故障
14	控制迴路的故障 (Failure of the	無	無	無	無

No.	危 害 源	區 域	工 作 者	危 險 事 象	生 命 週 期 的 階 段
	control circuit)				
15	安裝上的錯誤 (Errors of fitting)	1. 機 械 本 體 或 週 邊 裝 置	作業員、 維保人員	1.1. 機台裝機時未 依設計裝設或 任意更改裝 置，包括鉸金、 護罩、安全裝置 等，可能造成人 員傷害	1.1.1.安裝 /試車 1.1.2.例行 生產
16	操作中的破壞 (Break-up during operation)	1. 機 械 本 體 或 週 邊 裝 置	作業員、 維保人員	1.1. 機台裝機時未 依設計裝設或 任意更改裝 置，包括鉸金、 護罩、安全裝置 等，可能造成人 員傷害	1.1.1.安裝 /試車 1.1.2.例行 生產
17	掉落或噴出的物 體或液體 (Falling or ejected objects or fluids)	1. 機 械 本 體 或 週 邊 裝 置	作業員、 維 保 人 員、 吊裝搬運 人員	1.1. 吊運、組裝或拆 卸機器時，可能 造成人員碰撞 或壓夾等傷害 1.2. 生產模具更換 或 模 具 吊 裝 時，可能造成人 員碰撞或壓夾 等傷害	1.1.1.安裝 /試車 1.1.2.例行 生產
18	機械安定性不足 或傾倒 (Loss of stability / overturning of machinery)	無	無	無	無
19	人員滑倒、絆倒 以及跌倒(與機 械相關) [Slip, trip and fall of persons (related to machine)]	1. 機 台 週 邊 環 境	作業員、 維保人員	1.1. 機台作業區週 邊管線未保持 清潔且無濕滑 狀態，可能造成 使用或維護保 養人員滑倒或 發生碰撞	1.1.1.例行 生產 1.1.2.機台 故障排除

國家圖書館出版品預行編目資料

設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究
/ 沈育霖, 許宏德研究主持. -- 1版. -- 新北市 : 勞
動部勞研所, 民 103.03

面 ; 公分

ISBN 978-986-04-0860-7(平裝)

1.職業災害 2.勞工安全

555.56

103005855

設計階段導入機械安全標準降低風險之探討及個案研究

著(編、譯)者: 沈育霖、許宏德

出版機關: 勞動部勞動及職業安全衛生研究所

22143 新北市汐止區橫科路 407 巷 99 號

電話: 02-26607600 <http://www.ilosh.gov.tw/>

出版年月: 中華民國 103 年 3 月

版(刷)次: 1 版 1 刷

定價: 300 元

展售處:

五南文化廣場

台中市中區中山路 6 號

電話: 04-22260330

國家書店松江門市

台北市松江路 209 號 1 樓

電話: 02-25180207

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」, 網址為:
<http://www.ilosh.gov.tw/wSite/np?ctNode=273&mp=11>
- 授權部分引用及教學目的使用之公開播放與口述, 並請注意需註明資料來源; 有關重製、公開傳輸、全文引用、編輯改作、具有營利目的公開播放行為需取得本所同意或書面授權。

GPN: 1010300742

ISBN: 978-986-04-0860-7