

智慧製造本質安全 及新興職災風險預防之探討

勞動部職業安全衛生署組長 李文進
科長 陳志祺
技正 廖志豪



壹、我國產業智慧製造推動作法

為順應全球少量多樣的生產趨勢，及大數據即時分析的智慧製造發展趨勢，行政院將智慧機械列為「五加二」產業創新計畫之一，以精密機械之推動成果及我國資通訊科技能量為基礎，運用雲端、大數據、物聯網、智慧機器人等工業 4.0 技術，使機械設備具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能，並使機械設備業者發展提供智慧機械解決方案之能力，建立智慧機械產業生態體系，最後應用智慧機械解決方案，協助重點產業導入智慧製造，以提高生產力，同時提供創新、客製化或智慧化的產

品與服務，亦即期望將臺灣從精密機械升級為智慧機械、創造就業並擴大整線整廠輸出，打造臺灣成為全球智慧機械及高階設備關鍵零組件的研發製造中心，並促使所有產業智慧化，進而促進國家整體產業升級轉型，將使我國邁入「工業 4.0」時代。

考量我國傳統產業多屬中小企業，且過去生產數據多以紙本紀錄，仰賴人工操作，尚未數位化，難以提升智慧製造程度，爰政府對於推動智慧製造規劃 3 個步驟：將生產管理導入數位化，再建立公版聯網服務平

臺，並發展各產業應用服務模組。因此，政府目前正逐步協助中小企業導入智慧機上盒（Smart Machine Box），促成金屬零件、機械設備、車輛零件、塑膠製品等產業設備聯網，提高中小企業數位化能力，預計將原有傳統生產線轉型成數位化高科技智慧產線，大幅提升生產效率；對於已達到生產線數位化的大型企業，則將協力加速邁入智慧製造，如結合系統整合業者與印刷電路板、紡織、金屬、運具、工具機及半導體設備產業等標竿企業，建立智慧零組件、單機、整線、整廠智慧化解決方案，並透過示範觀摩方式，逐步典範轉移，帶動整體產業智慧升級。

貳、智慧製造之新興職災風險

面對新的產業發展，諸如機器人、物聯網、數位化工廠、雲端服務、網宇實體系統（Cyber-Physical Systems, CPS）、擴增實境、3D 列印、大數據分析等智慧化相關技術的結合，第 4 次工業革命已悄然到來，正在改變勞工、機械設備與生產流程在工作場所中的互動方式，工業 4.0 之關鍵性技術所衍生之新危害，包括接觸新的有害物質而造成長期健康風險、客製化機械設備之安全防護不足等議題，因此對於可預見之新興職災風險，我國目前亟需提升職災防護觀念、接軌國際安全標準及加強安全防護技術，以預防新興職災之發生。

鑑於工業 4.0 的技術將用於優化營運並提高生產效率，且人、機共同作業之協同作業機器人為產業智慧化趨勢，因此我們不應忽視工作場所中新型態的安全與健康風險，例

如錯誤手勢或命令發送到錯誤的機器將導致職業災害，以及雇主使用協同作業之機器人未採用符合安全標準的控制技術、或未落實安全評估致發生捲夾、被撞等職業災害，其他潛在的職業安全衛生問題亦包含勞工可能被驅使以協同作業機器人之速度工作，影響其對作業危害的辨識能力等。

有關產業導入智慧製造後對於職災發生率之影響，以美國勞工安全組織之報告為例：汽車製造產業職災比率平均每 100 人為 6.7 人，廣泛運用機器人之特斯拉（Tesla）汽車製造商之職災比率則達到 8.8 人，高出產業平均 31%；查特斯拉勞工之「未到勤天數（未含特休假）」為 7.9 天，亦為產業平均之兩倍（3.9 天）。顯見產業技術提升並非意謂著勞工安全衛生保障之增加，導入工業 4.0 智慧機械之生產模式，其工作場所衍生之危害類型、程度及範圍等，與傳統生產模式迥異，如未立即著手因應，職災發生率及損失恐隨之上升。

參、智慧製造職災預防之執行策略

針對即將面臨智慧製造工作場所之勞工安全及健康，勞動部職業安全衛生署盤整現行職業安全衛生法令及機械安全國際標準，並研擬可行的職災預防策略，協助產業因應工業 4.0 所衍生之相關衝擊及新興職災風險，摘要如下：

一、現行職業安全衛生法令分析

（一）事業單位應於設計及施工規劃階段實施風險評估

我國職業安全衛生法第 5 條第 2 項明文規

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」，旨在藉由事前設計規劃階段納入本質安全概念，實施風險評估，以消除未來作業可能引起之危害。

是以，智慧生產線應導入機械本質安全設計，並實施自主源頭安全管理，為消弭新興職業災害之最有效方式，亦即智慧生產線之安全防護應於生產線設計、設置階段，即應予以評估，如於購置機械後，再加裝防護設施，可能影響操作、保養、維修程序，甚或遭移除。至於事業單位採取機械本質安全管理，宜配合智慧生產線之整廠規劃，於設計、製造、設置、使用、維修、保養等階段落實源頭安全管理。

(二) 智慧生產線之作業安全防護相關規定

依職業安全衛生法第 6 條第 1 項規定，雇主對機械、設備或器具等引起之危害，應有符合規定之必要安全衛生設備及措施，對於智慧生產線之職業安全衛生管理，雇主應按職業安全衛生法第 23 條第 1 項規定，依其事業單位之規模、性質，訂定職業安全衛生管理計畫，並按職業安全衛生法施行細則第 31 條規定，執行工作環境或作業危害之辨識、評估及控制、機械設備器具管理、安全衛生教育訓練、承攬管理、變更管理、定期檢查、重點檢查、作業檢點、現場巡視與緊急應變措施等職業安全衛生事項。

為因應人、機協同作業之趨勢及可能衍生之危害，勞動部職業安全衛生署於 107 年 2 月 14 日修正「工業用機器人危害預防標準」，增列雇主使用協同作業機器人時，應符合國家標準 CNS 14490 系列、國際標準 ISO 10218 系列或與其同等標準之規定，並就下列事項實施評估，製作安全評估報告留存：

1. 從事協同作業之機器人運作或製程簡介。
2. 安全管理計畫。
3. 安全驗證報告書或符合聲明書。
4. 試運轉試驗安全程序書及報告書。
5. 啟始起動安全程序書及報告書。
6. 自動檢查計畫及執行紀錄表。
7. 緊急應變處置計畫。

為協助事業單位依上開規定實施評估及製作安全評估報告，勞動部職業安全衛生署並訂定發布「協同作業機器人作業安全評估要點」及編撰協同作業機器人安全評估報告參考手冊、協同作業機器人安全實務手冊等，規定安全評估細項內容供事業單位參考，避免發生捲夾、被撞等職業災害。

二、機械設備風險評估國際標準之發展

歐盟於機械指令條文已明定製造者應採行之要求，國際標準化組織 (International Organization for Standardization, ISO) 於西元 2003 年配合轉換歐盟機械安全指令之 BS EN 292 成為國際標準 ISO 12100，最初制定的版本雖僅對於使用者操作、使用機械設備提供安全衛生相關之基本安全防護對策及注意事項說明，惟修訂時已納入機械設計者之觀點，及大量源頭管理之理念，提供製造供

應商風險評估與降低風險之參考作法，並於西元 2010 年頒訂國際標準 ISO 12100:2010「機械安全 - 供設計用之一般原則 - 風險評鑑和風險降低」(Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction)，以及國際標準 ISO 14121「機械安全 - 風險評鑑原理」(Safety of Machinery - Principles of Risk Assessment) 系列等，後續美國 ANSI 也沿用 ISO 12100:2010 之標準訂定 ANSI/ISO 12100:2012，而國際標準 ISO 12100 條文中的基本概念、設計通則與降低風險之流程也影響日本、韓國等國家相關機械安全標準之制定，我國經濟部標準檢驗局亦參照國際標準 ISO 12100 所訂技術內容，於 2017 年制定了國家標準 CNS 15347「機械安全 - 設計之一般原則 - 風險評鑑及風險降低」。

三、職災預防執行策略

(一) 成立產業本質安全推動聯盟

為建立產業安全照護之公會運作網絡，協助強化本質安全與推動產業自主管理機制，以健全轉型「智慧製造」之體質調適，勞動部職業安全衛生署於 108 年 12 月 10 日邀集中華民國全國工業總會及金屬製品、電子零組件、機械設備、食品、塑膠製品、基本金屬及電力設備等 7 大類產品製造業相關公(協)會，在

勞動部許銘春部長與經濟部陳怡鈴主任秘書見證下，共同組成「產業本質安全推動聯盟」，藉由聯盟合作機制，協助該等產業發展機械設備自主管理標準及確效機制，強化製造產業本質安全體質，於機械設備設計規劃階段納入本質安全概念，實施風險評估，從源頭控制風險，以消除未來作業可能引起之危害，加強產業從業勞工之安全照護。

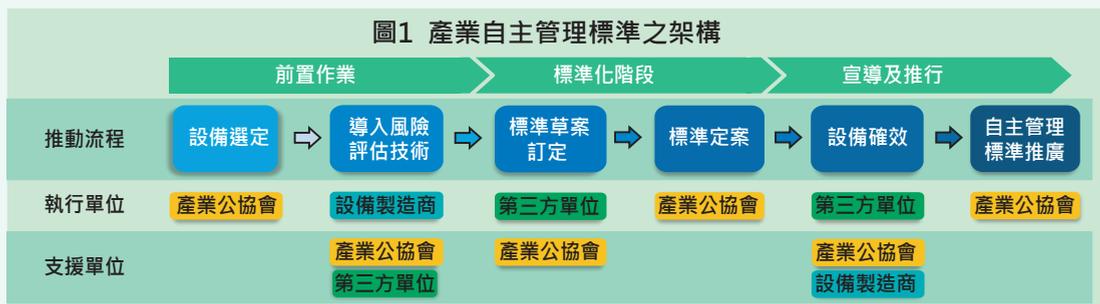
(二) 發展產業通用機械設備之安全標準或規範

為使目前規劃導入智慧製造之產業強化職業安全衛生風險評估相關制度與知能，預防新興職災之發生，勞動部職業安全衛生署於 108 年訂定產業機械設備自主管理標準架構及風險評估推廣技術手冊，內容涵蓋風險評估應用實務、標準化流程、設備確效流程等，協助產業發展通用機械設備之安全標準或規範，促使其自主推動並逐步達成機械設備源頭管理，強化智慧製造本質安全。

有關整體產業自主管理標準架構如圖 1 所示，下列將配合執行流程說明產業通用機械設備安全標準發展之前置作業、標準化、宣導及推行等 3 個階段：

1. 標準化前置作業

調查產業危害性較高之機械設備種類、危



害特性、安全防護設計、安全標準需求及職災相關情形等，將風險相對較高但尚未有安全標準或規範之機械設備，列為優先選定對象，參考國內外法規標準與產業技術規範，如國際標準 ISO 12100 及其他機械安全國際標準或技術文件等，並配合風險評估技術逐步進行，協助事業單位完成機械設備個別安全標準或規範草案；其標準化前置作業分別有選定機械設備及導入風險評估技術等二個步驟：

(1) 產業自主管理之設備選定

由產業公協會及其會員廠商所成立之環安衛委員會，共同討論及評估所選定之高風險設備，並依危害性及使用頻率，規劃個別機械設備安全標準或規範之訂定目標及期程。

(2) 導入風險評估技術

協助機械設備製造商導入風險評估流程，透過風險評估技術的應用，使其於機械設備設計、製造階段即評估勞工操作所須之安全防護，並評定風險等級，依風險評估結果將危害預防納入機械設備之安全設計，從源頭消弭危害因子。

2. 標準化階段

產業發展通用機械設備安全標準或規範之目的共有三點，其一是提供機械設備製造商設計、製造符合安全標準之機械設備；其二

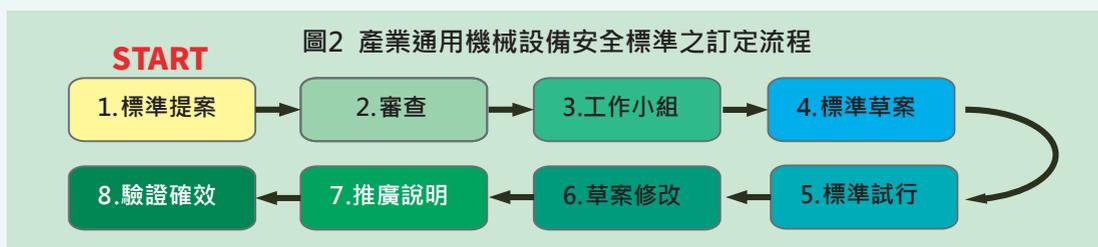
是提供使用者規範設備供應商之機械設備安全設計；其三，可作為使用者訂定設備採購安全要求之參考依據，並協助使用者查核發現既有設備潛在危害；爰此，其應用範圍應包括機械設備設計、研發、製造、現場人員操作、使用與維修保養，以及事業單位選用採購安全設備等。

標準定案的過程非一蹴可及，其訂定之標準化流程包含建議、起草、徵求意見、審查、審定、公布等六大程序，依產業特性、架構與規模，或者是否有相關委員會組織等因素，規劃標準化流程之細部分工，以使產業通用機械設備之安全標準或規範嚴謹且可靠，可參考之標準訂定流程如圖 2 所示。

3. 宣導及推行

為宣導及推行通用機械設備之安全標準或規範，產業必須建構確效流程及推行機制，以確認機械設備是否符合安全標準或規範之規定事項，及該安全標準或規範如何納入自主管理等，進而持續不斷的精進與推廣。

其中機械設備確效流程範例如圖 3 所示，各作業權責單位涵蓋規劃導入智慧製造之產業公協會、第三方確效機構（以下稱設備確效小組）及產業機械設備之產製者或委託產製者（以下稱申請廠商）等；由產業公協會



受理申請廠商之產品確效申請文件，並轉由確效小組依申請廠商提供之產品確效資料，進行書面審查及現場查驗，經確效小組審查合格後，再以公協會主導統一核發機械設備之評估報告書，上網公告合格名單。

(三) 協助產業自主推動機械設備源頭管理

對於規劃導入智慧製造之產業，勞動部職業安全衛生署除輔導其機械設備製造商導入風險評估技術，提供產業本質安全相關技術諮詢外，將積極協助產業公會依據通用機械設備之風險評估結果，以標準化流程自主訂定安全標準或規範後，推行至整個產業遵循，並配合以機械設備風險評估之訓練課程、宣導說明會或研討會等形式，培養風險評估技術種子人員，協助機械設備製造商強化第一線人員之本質安全設計能力與觀念，進而使產業公會逐步發展及建構機械設備風險評估制度，由產業通用機械設備之產製者於自家產品設計及製造階段，自主撰擬風險評估報告，以推動產業通用機械設備之源頭管理。

肆、結語

「五加二」產業創新計畫是政府為臺灣經濟與產業結構轉型所規劃之重大施政計畫，將使我國邁入工業 4.0 智慧製造時代，針對產業走向未來智慧製造所面臨的新興職災風險，除了維持既有的安全衛生管理措施外，強化產業本質安全將是所有產業提升職業安全衛生水準的必要良方，故勞動部職業安全衛生署成立「產業本質安全推動聯盟」，藉由協助產業發展通用機械設備安全標準或規範、建構風險評估制度、推動機械設備源頭管理模式等策略，期使導入智慧製造之產業從源頭防範與控制新興職災風險，進而帶動產業鏈上下游自主管理文化與健全轉型「智慧製造」之體質調適，以達促進產業發展與提升勞工安全雙贏之目標。

參考資料

1. Analysis of Tesla Injury Rates: 2014 to 2017, WORKSAFE, May 24, 2017
2. 行政院國家發展委員會，108年國家發展計畫。
3. 勞動部職業安全衛生署，產業機械設備自主管理標準架構—以印刷電路板製造產業為例，民國108年12月。
4. 勞動部職業安全衛生署，機械設備風險評估推廣技術手冊，民國108年12月。

