

中華民國工礦安全衛生 技師公會全國聯合會

112 年會刊



Chinese Union of Industry,
Mining Safety and
Health Engineers Association

義力營造股份有限公司

優良廠商 / 優良營造業
金安獎、金質獎 雙獎特優

創立於民國八十三年·甲等綜合營造業

深耕台灣·致力鑽研土木、環境、建築、開發工程，秉持追求全員工安、品質提升的精神，在誠信踏實的經營態度之下，堅守營建道德崗位，各項工程實績屢獲優良工程金安獎、公共工程金質獎



土木工程

整地·道路·排水橋梁·隧道
護坡·植生景觀·管線工程

建築工程

辦公大樓·廠辦新建
特殊建築·集合住宅

環境工程

掩埋廢棄物分類清除·土壤污染改良
污水處理·復育工程·廢棄物分類機械製造

開發工程

工業園區開發
社區開發·土地重劃



❖ 公司近期榮耀

— 義力營造股份有限公司

榮獲 行政院公共工程委員會 第22屆 公共工程金質獎 特別貢獻獎

— 台1線虎尾溪橋改建工程

榮獲 行政院公共工程委員會 第22屆公共工程金質獎 優等

榮獲 勞動部 第十六屆 優良工程金安獎 佳作

— 嘉義市東義路及廬山橋改建工程

榮獲 勞動部 第十六屆 優良工程金安獎 優等

卓越 || 誠信 || 安全 || 技術 || 品質

CONTENTS

目錄

112 年度會刊

- 02 勞動部職業安全衛生署署長序
- 03 中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會理事長序
- 04 工業安全技師及職業衛生技師簡介
- 05 中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會章程
- 12 應用熱影像於電氣安全之失效辨識研究
- 30 職業安全衛生管理系統 ISO45001 輔導 — 以勤美股份有限公司為例
- 40 淺談建築業模板支撐作業人員之安全
- 46 作業環境監測與檢測技術 Q&A
- 52 淺談移動式起重機自動檢查
- 60 危險性工作場所申請資料之著作權討論
- 67 機械危害風險評估

編輯委員及發行人

發行人		鄭世岳	理事長
執行秘書		何健聖	秘書長
總編輯		林國照	技師
編輯委員		林文華	技師、陳焜燿 技師、黃慶耀 技師
		林錦秀	技師、藍成陽 技師

勞動部職業安全衛生署 署長序

企業善用職安衛專業人才，建構安全健康職場

收到中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會的邀請為本書寫推薦序，我深感榮幸。勞動部職業安全衛生署一貫秉持「尊嚴勞動」、「尊重生命」的核心價值，結合產學研及諸如全國聯合會之專業團體，透過檢查、輔導、技術推廣、教育訓練及宣導等多元策略，期許能使工作者皆能享有安穩、安心及安全的工作環境。

我國對於部分涉及高風險或高度專業之工作，職業安全衛生法規已要求應有工業安全技師或職業衛生技師共同參與或辦理，包括危險性工作場所由執業工業安全技師、職業衛生技師實施製程安全評估；丁類危險性工作場所由執業工業安全技師實施施工安全評估；具一定規模事業單位由執業職業衛生技師參與研訂監測計畫、協助廠場設計局部排氣裝置及評估效能等。然而近年受Covid-19 疫情影響，加上政府推動產業創新、數位轉型及發展綠能科技，各類新型危害驟生，且人因性危害、過勞、職場暴力及生物病原體等職安衛議題，更為各界關切，企業對於職場安全衛生防護之提升，需要持續改善，並可尋求外部專業資源的協助，以求周延。

本書由全國聯合會的工業安全技師、職業衛生技師所撰寫，內容涉及移動式起重機安全管理、施工安全評估實務、電氣安全實務及環境監測執行問題探討等，以業界實際面臨情況，抽絲剝繭，找出核心問題並提出解決方法，並藉由深入淺出的說明，協助企業強化改善職場安全衛生效能，對於具有相似工作屬性的企業及專業人士，提供非常大的幫助。期待全國聯合會可以持續擔任政府與企業的專業後盾，壯大工業安全技師及職業衛生技師之專業能力及服務熱忱，廣續提供有助於推動安全衛生的資訊和改善技術，引領企業邁向永續發展。

勞動部職業安全衛生署
署長

鄒子康

中華民國工礦安全衛生技師公會 全國聯合會理事長序

本會創立於民國82年8月26日，由內政部核發設立許可證書，依本會章程第七條規定：凡依技師法規定經主管機關核准立案之各省市工礦安全衛生技師公會均應加入本會為會員。目前本會之會員有：台灣省工礦安全衛生技師公會、台北市工礦安全衛生技師公會及高雄市工礦安全衛生技師公會。本會以研究工礦安全衛生學術，促進工礦安全衛生技術，砥礪同業品德，增進工礦安全衛生技師共同利益並致力國家建設為宗旨。工業安全技師及職業衛生技師（以下稱本科技師）係通過國家高考取得之專業證照，是職業安全衛生領域之高級專門技術人員，除具備紮實之職業安全衛生專業素養，在本科技師執業期間累積深厚之實務經驗，若能將這些專業素養與實務經驗藉由學術刊物加以推廣，對提升我國職業安全衛生專業水準可提供具體之貢獻。

有鑑於此，本會在理監事會及技師同仁的支持與協助之下，又蒙勞動部職業安全衛生署鄒署長撰寫推薦序，及各事業單位贊助廣告費用，屬於本科技師的會刊終於誕生。本會刊係以年度發行，發行初期仍有許多改善及進步的空間，祈請各界不吝指教，並持續給予支持與贊助。期盼本會刊之發行可協助企業強化改善職場安全衛生效能，並持續擔任政府與企業的專業後盾，壯大工業安全技師及職業衛生技師之專業能力及服務熱忱，提供有助於推動安全衛生的資訊和改善技術，引領企業邁向永續發展。

中華民國工礦安全衛生技師公會
全國聯合會理事長



工業安全技師及職業衛生技師簡介

技師法之立法宗旨：為維護公共安全與公共利益，建立專業技師制度，提升技術服務品質，健全專業技師功能，特制定本法。工業安全技師及職業衛生技師（以下稱本科技師）係通過國家專門職業及技術人員高等考試取得之專業證照，是職業安全衛生領域之高級專門技術人員，目的事業主管機關為勞動部職業安全衛生署，本科技師致力於協助事業單位改善廠場安全衛生設施，提供事業單位安全衛生管理諮詢服務，協助建立安全衛生管理制度，期能防止職業災害發生於未然，創造友善、幸福的職場環境。

依行政院公共工程委員會頒發之技師執業執照，有關工業安全技師及職業衛生技師之執業範圍分別為：

1. 工業安全技師：從事有關工業安全之規劃、設計、研究、分析、檢驗、鑑定、評估及計畫管理等業務。
2. 職業衛生技師：從事有關職業衛生之規劃、設計、研究、分析、監測、檢驗、評估、鑑定、改善、控制及計畫管理等業務。

工業安全技師提供之技術服務

1. 從事有關工業安全之規劃、設計、研究、分析、檢驗、鑑定、評估及計畫管理等業務。
2. 製程及施工安全評估簽認、駐廠營造工地安全管理。
3. 危險性機械設備之測試、強度構造申請檢查。
4. 職業災害處理鑑定、停工復工計畫書申辦。

職業衛生技師提供之技術服務

1. 從事有關職業衛生之規劃、設計、研究、分析、測定、檢驗、評估、鑑定及計畫管理等業務。
2. 作業環境監測（含採樣計畫及策略）。
3. 職業災害處理鑑定、停工復工計畫書申辦。
4. 製程安全評估簽認。

中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會章程

八十二年七月二十五日第一屆第一次會員代表大會訂定
八十三年十月二日第一屆第二次會員代表大會修訂
八十八年十二月十二日第三屆會員代表大會修訂
九十五年十一月十八日第五屆第一次會員代表大會修訂
一〇八年七月十四日第九屆第一次會員代表大會修訂
一一〇年十月三十日第九屆第三次會員代表大會修訂
一一一年七月二十四日第九屆第四次臨時會員代表大會修訂

第一章 總則

- 第一條 本會章程依技師法及其施行細則之規定訂定之。
- 第二條 本會定名為「中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會」。
- 第三條 本會以研究工礦安全衛生學術，促進工礦安全衛生技術，砥礪同業品德，增進工礦安全衛生技師共同利益並致力國家建設為宗旨。
- 第四條 本會主管機關為內政部目的事業主管機關依章程所訂宗旨，任務主要為公共工程委員會、勞動部，其目的事業應受各該事業主管機關之指導、監督。
- 第五條 本會會址設於中華民國行政區，會址於設置及變更時應函報主管機關核備。

第二章 任務

- 第六條 本會之任務如左：
- (一) 促進工礦安全衛生學術技術之研究發展。
 - (二) 協助政府推行工礦安全衛生及相關之法令並提供建議或諮詢。
 - (三) 參與國際間工礦安全衛生技師團體有關學術及技術之交流活動。
 - (四) 維護會員及其所屬會員之合法權益，促進會員之團結合作。
 - (五) 編印有關工礦安全衛生技術書刊。
 - (六) 協助會員維持所屬會員之風紀。
 - (七) 協助會員發展會務與業務。
 - (八) 加強推動會員審驗所屬會員簽證業務制度。

- (九) 協助會員推動教育訓練等事宜。
- (十) 參加或舉辦各項社會運動。
- (十一) 接受機關團體或個人委託服務事項。
- (十二) 辦理其他法令規定應辦事項。

第三章 會員及會員代表

- 第七條 凡依技師法規定經主管機關核准立案之各省（市）工礦安全衛生技師公會均應加入本會為會員。
- 第八條 本會會員非因解散，不得退會。
- 第九條 會員代表由每一會員就其所屬會員中選派七人擔任。
- 第十條 本會應於召開會員代表大會一個月前通知各會員，在召開大會二十日前聲明其原派之代表是否續派或改派；不聲明者，視為續派。
- 第十一條 本會會員代表出席代表大會時均有發言權、表決權、選舉權、罷免權，每一代表為一權。
- 第十二條 會員代表因故不能出席會員代表大會時得以書面委託其他代表代理之，但一人僅能受一會員代表之委託，其委託出席人數，不得超過親自出席人數之三分之一。
- 第十三條 本會會員所屬之會員喪失其會員資格者，不得充任會員代表，已充任者應即解任，由原屬公會另行選派代表充任之。
- 第十四條 本會會員代表有不正當之行為，妨害本會名譽信用，經檢舉查有實據者，得經會員代表大會之決議，通知原選派之會員改派之，並報主管機關備查。

第四章 組織及職權

- 第十五條 本會置理事九人組織理事會，監事三人組織監事會，另置候補理事三人，候補監事一人，由會員代表於會員代表大會用無記名連記法選舉之，其被選舉人不以本會會員選派之會員代表為限，但必須為本會會員所屬之會員。

- 第十六條 本會置理事長一人，由理事於理事會中以無記名單記法互選任之。
- 第十七條 本會置常務監事一人，由監事於監事會中以無記名單記法互選任之。
- 第十八條 本會理事、監事均為義務職，任期三年，連選得連任。理事長之連任，以一次為限。
- 第十九條 本會理事、監事有左列情事之一者，應即解任：
- (一) 喪失所屬公會之會員資格者。
 - (二) 因故辭職經理事會或監事會決議通過者。
 - (三) 其所屬之公會受停權處分者。
 - (四) 有不正當之行為及妨害本會名譽信用，經檢舉查有實據，經會員代表大會通過者。
- 第二十條 本會理事、監事出缺應於一個月內由依次遞候補理事候補監事補。無候補理事候補監事遞補，而理事或監事人數未達全體理事或監事名額三分之二時應補選足額。
- 本會視業務需要，得聘請名譽理事長，名譽常務監事、理監事、顧問等，由理事長提請理事會通過後，聘任之，其聘期至當屆理監事任期滿為止。
- 第二十一條 本會理事、監事之任期，應自召開本屆第一次理事會之日起計算。
- 前項理事會應於會員代表大會閉幕之日起十五日內召開之，非報經主管機關核准不得延長。
- 第二十二條 本會依事實需要得經理事會議決設置各種委員會。
- 第二十三條 會員代表大會為最高權力機構，其職權如左：
- (一) 議決理事會會務報告、工作計畫及經費預算決算。
 - (二) 議決各種章則。
 - (三) 選舉或罷免理事、監事。
 - (四) 議決清算及選派清算人。
 - (五) 議決會員及會員代表之處分。

(六) 議決財產之處分。

(七) 議決其他有關會員權利義務事項。

第二十四條 理事會之職責如左：

(一) 審定會員及會員代表之資格。

(二) 召開會員代表大會並執行其決議。

(三) 選舉或罷免理事長。

(四) 議決理事或理事長之辭職。

(五) 議決處分不繳納會費之會員。

(六) 聘任或解聘會務工作人員。

(七) 審定會務業務之年度計畫及預決算並檢討執行成果。

(八) 提報會員代表大會之決議事項。

(九) 其他依職責應辦事項。

第二十五條 監事會職責如左：

(一) 監察理事會執行會員代表大會之決議案。

(二) 選舉或罷免常務監事。

(三) 監察理事會會務業務及財務報告。

(四) 議決監事或常務監事之辭職。

(五) 審議年度預決算向理事會提出書面審議意見，並報大會通過或追認。

(六) 監察本會財務及財產。

(七) 其他依職責應監察事項。

第二十六條 本會理事長綜理會務，對外代表本會，如因故不能執行職務時，應指定理事一人代理之，不為指定時，由理事互推一人代理之。

第二十七條 本會置秘書長一人，其他會務工作人員若干人，承理事長之命，辦理會務，由理事長提報理事會通過任免之，報經主管機關核備。

第二十八條 本會理事監事不得兼任本會會務工作人員，理事長亦不得兼任省（市）公會理事或監事。

第五章 會議

第二十九條 本會會員代表大會分左列會議，由理事長召集之。

（一）定期會議：每年召開一次，其召開日期，由理事會決議之。

（二）臨時會議：於理事會認為必要，或經會員代表五分之一以上請求或監事會函請召集時召集之。

前項會議應報請主管機關派員列席指導。

第三十條 會員代表大會之召集，應於十五日前通知，但因緊急事故，召集臨時會議時，經於開會前一日送達通知者，不在此限。

第三十一條 本會會員代表大會以理事長為主席。

第三十二條 本會會員代表大會之決議，以會員代表過半數之出席，出席代表過半數之同意行之，但左列各類事項之決議，應以出席代表三分之二以上之同意行之。

（一）章程之變更。

（二）會員及會員代表之處分。

（三）理事及監事罷免。

（四）清算之決議及清算人之選派。

（五）財產之處分。

（六）團體之解散。

（七）其他與會員權利義務有關重大事項。

第三十三條 理事會及監事會應每三個月至少舉行一次。

第三十四條 理事長、常務監事無故不依前條規定召開理事會或監事會超過二個會次者應解除理事長或常務監事之職務，另行改選。

第三十五條 理事會、監事會之決議，各以理事監事過半數之出席，出席過半數之同意行之。但理事、監事之辭職，應由理事會或監事會各以理事或監事過半數之出席，出席人數三分之二以上同意行之。

第三十六條 理事監事均應親自出席理事會議、監事會議，不得委託他人代理。除公假外連續請假兩次，以缺席一次論，如連續缺席滿二個會次者，視同辭職，由候補理事候補監事依次遞補。

第六章 經費

第三十七條 本會經費收入如左：

- (一) 入會費：會員入會時，應一欠繳納新台幣伍萬元。
- (二) 常年會費：各會員按其所派會員代表每人每年新台幣伍仟元計算，應於每年一月三十一日前繳納之。
- (三) 會員捐助費。
- (四) 事業費：由會員代表大會決議籌集之。
- (五) 政府補助。
- (六) 其他收入。
- (七) 基金及其利息：基金及其利息應設專戶儲存，非經理事會通過報經主管機關核准，不得動支。

第三十八條 事業費之籌集，應由會員代表大會決議後報請主管機關核准後行之。前項事業費，會員退費時，不得請求退還。

第三十九條 會員如不按照章程規定繳納會費時，應提經理事會決議依左列程序處分之：

- (一) 勸告：欠繳常年會費滿六個月者。
- (二) 停權：欠繳常年會費滿九個月，經勸告仍不履行者，其所屬會員不得參加各種會議、擔任本會理事監事及享受團體內一切權益。

前項處分應以書面通知。

- 第四十條 本會應於下年度開始前二個月內，編具下年度工作計劃及歲入歲出預算書，提經理事會通過後，送請監事會審核，造具審核意見書送還理事會，提經會員代表大會通過後，於下年度開始前報請主管機關核備，如會員代表大會未能及時召開，應先報主管機關，再於會員代表大會時，提請追認。
- 第四十一條 本會應於年度終了後二個月內編具本年度工作報告、歲入歲出決算書、資產負債表、收支對照表及財產目錄，提經理事會通過後，送請監事會審議，造具審核意見書送還理事會提經會員代表大會通過後於三月底前報主管機關備查。如會員代表大會未能及時召開應先報主管機關，再於會員代表大會時提請追認。
- 第四十二條 本會會計年度以每年一月一日起至同年十二月卅一日止。
- 第四十三條 本會如與辦事業時，應另立會計，每年送監事會審核後提報會員代表大會，並分報主管機關及目的事業主管機關備查。
- 第四十四條 本會解散或撤銷時，賸餘財產應依法處理，不得以任何方式歸屬個人或私人企業所有，應歸屬自治團體或政府所有。

第七章 附則

- 第四十五條 本章程未規定事項，悉依技師法及其他有關法令辦理之。
- 第四十六條 本章程經會員代表大會通過報經主管機關核備後實施，修訂時亦同。



應用熱影像於電氣安全之失效辨識研究 Application Thermography in Failure Recognition of Electrical Safety

安環科聯合技師事務所 林國照
kclin@sets.com.tw

摘要

工業上所使用的電氣系統中，由於設計製造的缺失、施工安裝的疏忽或操作使用上老化等因素，使得電氣元件產生故障失效，進而造成生產中斷，嚴重者甚且發生火災爆炸事件。本研究針對電氣系統，初步採取資料收集及危害辨識，從28個工業區的135家廠商之實際熱影像檢測，以2060個電盤之熱影像數位圖，區分各類之失效模式做為辨識系統之資料庫，區分高壓系統與低壓系統，不包含特高壓系統。失效模式建置後，原始熱影像圖之前處理採行平滑化處理與影像分割兩種，以去除雜訊。在特徵擷取使用韋伯小波理論，以建置特徵向量，採行3個不同中心頻率與5個不同角度。影像降階使用主成分分析方法後再使用線性判別分析方法處理。選擇學習影像有7個失效模式70張熱影像圖，35張為測試熱影像圖。影像辨識模型經由徑向基神經網路採取自我調整之新建置模式，原設定條件下，最佳辨識效果可達91.4%。據此推斷以紅外線熱影像診斷分析方式，來核對預防電氣系統之失效，可獲致良好效果。

Abstract

Electrical components fail and cause production interruption, and even fire and explosion incidents occur in severe cases. This study initially adopts data collection and hazard identification. From the actual thermal image detection of 135 manufacturers in 28 industrial areas, the thermal image digital images of 2060 electrical panels are used to distinguish various failure modes. The failure mode of the electrical system is divided into high-voltage system and low-voltage system. The pre-processing of the image adopts smoothing processing and image segmentation to remove noise. In the feature extraction, the Gabor wavelet theory is used to construct the feature vector, and 3 different center frequencies and 5 different angles are adopted. The image is reduced using PCA and then LDA. There are 70 images of 7 failure modes selected for learning images, and 35 images for testing. The image recognition model adopts a new self-adjusting radial basis neural network. Under the original setting conditions, the best recognition effect can reach 91.4%. It can be inferred that using infrared thermal image diagnostic analysis method to check and prevent the failure of the electrical system can achieve good results.

一、前言

工業生產中的電氣系統，可能由於設計或製造疏失、安裝或操作不良、長期使用老化或維修保養不落實等，引發電氣系統火災、爆炸或生產中斷事件。在功能與安全之法令要求越趨於完善，諸如電業法體系之用戶用電設備裝置規則，對過電流保護裝置之短路啟斷容量（IC），再細分額定極限短路啟斷容量（Icu）與額定使用短路啟斷容量（Ics）[1]，職業安全衛生法體系之職業安全衛生設施規則第十章，對於電氣危害之防止規範[2]。傳統上人員巡檢或視覺影像監控方式，有其功能性的限制。如何在電氣系統的運轉狀態中，從各種初期劣化徵兆現象，找尋特徵參數與辨識危害，防範事故於未然，是電氣安全領域中，一項重要的工作。

對於高壓或低壓系統或設備控制系統之維護、管理及預知運作狀態，傳統單點溫度量測就會受到拘束而比較不能充分適用。熱影像係量測物體所發射的紅外線量，代表對象物之表面溫度分布，除不用接觸就能診斷出設備表面的溫升變化，且能掌握量測物的瞬間大範圍溫度面分布。紅外線熱影像儀器測溫的準確性會受到環境與待測物特性影響，包含放射係數、放射方向、環境溫度、環境濕度、距離、背景與其它因素影響。熱影像診斷分析，其技術應用範圍甚為廣泛，在電力設備[3,4]方面有控制設備端子檢查、電

纜配管診斷、絕緣部份的檢查、送電線檢查、變電設備診斷、無人監視系統等，可由熱影像圖直接判斷設備的失效故障；在電氣安全研究上，紅外線熱影像被應用於電力系統上失效與辨識功能[5]，以提升系統安全或辨識率；在小電力或控制系統方面，熱影像被應用於電路板、晶片、封裝測試、磁場等效能的分析[6]；結合類神經網路與模糊邏輯的分辨模式，紅外線熱影像與光學影像整合技術，可獲致良好效果[7]。所有上述這些研究結果，顯示在電氣系統中，紅外線熱影像均是一種強而有力的技術，若能在失效之前，研究找尋出失效前特徵，將有助於失效事件的防範。

本研究提出一種電氣系統失效模式分析，對各個主要電氣元件，以其環境影響因素與本身負載變化為基礎，提出其不正常失效模式，選擇28個工業區的135家廠商之實際熱影像檢測，以2060個電盤之熱影像數位圖，區分各類之失效模式做為辨識系統之資料庫。失效模式建置後，原始熱影像圖之前處理採行平滑化處理（Smoothing process）與影像分割（Image segmentation）兩種，以去除雜訊。在特徵擷取使用韋伯小波（Gabor Wavelet, GW）理論，以建置特徵向量[8,9]。影像前處理後，進行熱影像維度（Dimension）降低，先使用主成分分析（Principal Component Analysis, PCA）[10]方法，再使用線性判別分析（Linear Discriminant Analysis, LDA）[11]方法，將熱影像之空間解析度再將降低。影像降階使用PCA與LDA處理後，影像辨識模型經由徑向基神經網路採取自我調整之新建置模式，新建置模式之自調徑向基神經函數網路（Self-adaptive Radial Basis Function Networks, SARBFN）經由不同失效模式之學習熱影像圖與測試熱影像圖，進行熱影像辨識效果之比較，據此推斷應用熱影像於電氣安全之失效辨識之良窳。

二、工業區檢測之紅外線熱影像資料庫

一般物體放射係數會因物體種類不同及表面狀態不同而有所差異，對於電氣元件，本研究使用0.9為設定係數，對於環境溫度與濕度影響，依實際情形在儀器上參數調整。電氣元件均有其正常溫度範圍，過熱溫度會是初步異常顯現的特徵，失效模式之溫度界限值指標的設定，熱訊號規範種類有絕對溫度、相對溫度或溫度變化率等，依不同的對象，來選擇適合的溫度種類。本辨識研究之資料庫影像來源，針對工業用戶不同時間之相同元件之熱影像圖，從28個工業區獲得，分布如表1所示，資料庫包含135家廠商，以行業別來表列。

◆ 表 1 各工業區測試對象

序列	區域	工業區名稱	廠家數	類別
1	宜蘭縣	龍德	2	機械、環保
2	基隆市	大武崙	3	電子、機械
3	新北市	瑞芳、五股、土城	19	電子、運輸、木工、機械、食品
4	桃園縣	大園、中壢、平鎮、幼獅、烏樹林、觀音、龜山、林口	65	機械、電子、油漆、鋼鐵、倉儲、紙製品、石化、電子、機械
5	新竹縣	湖口工業區	8	電子、機械
6	苗栗縣	頭份、竹南、銅鑼、中興	7	機械
7	台中市	台中、大甲幼獅、大里	13	電子、機械、石化
8	南投縣	南崗工業區	2	機械、電子
9	嘉義縣	民雄工業區	1	纖維
10	雲林縣	麥寮工業區	2	石化
11	台南市	新營工業區	2	機械、電子
12	高雄市	楠梓、大社、林園	11	機械、電子、石化

電氣系統之失效類型，如表 2 之高壓元件與表 3 之低壓元件。由表 2 可以發現，主要異常溫升前三名分別為變壓器、電容器與電纜線或匯流排。變壓器溫升異常中比例雖高，但是考量其危害程度，鐵心與固定螺桿等之鐵損、磁滯損與渦流損之危害，偏向能源損耗，工安嚴重性不如高壓線圈溫升異常的危害嚴重。表 3 之低壓元件顯示，異常溫升順序分別為電磁開關、變壓器等，電磁開關包含電磁接觸器與積熱電驛之危害。

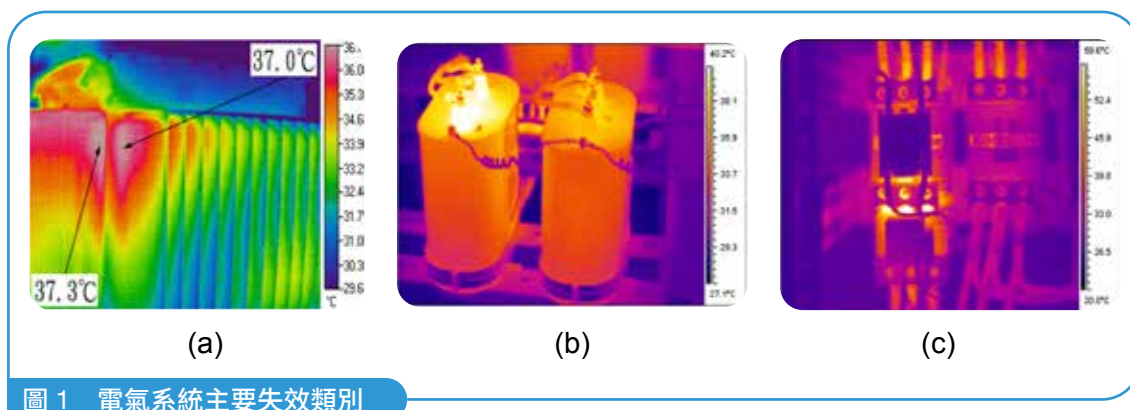
◆ 表 2 電氣高壓元件熱影像檢測的失效分布

序列	溫升元件	異常原因	數量	百分比
1	油浸式、模鑄式變壓器	線圈、絕緣油、接點、鐵心、渦電流	69	33.99
2	電容器	電容失效或接點溫升	47	23.15
3	電纜線或匯流排	本體或接點溫升	25	12.32
4	空斷開關、隔離開關	本體或接點溫升	20	9.85
5	電力熔絲	本體或接點溫升	18	8.87
6	真空、油、氣體斷路器	本體或接點溫升	12	5.91
7	比流器、比壓器	本體或接點溫升	12	5.91
合計			203	100

◆ 表 3 電氣低壓元件熱影像檢測的失效分布

序列	溫升元件	異常原因	數量	百分比
1	電磁接觸器、積熱電驛	本體或接點溫升	408	21.97
2	模鑄式、油浸式變壓器	線圈、絕緣油、接點、鐵心、渦電流	228	12.28
3	電路板、固態繼電器	本體或接點溫升	189	10.18
4	無熔絲開關	開關本體或接點溫升	186	10.02
5	電容器、電抗器	電容、電抗過熱或接點溫升	184	9.91
6	風扇	本體或接點溫升	166	8.94
7	匯流排、電纜線	本體或接點溫升	108	5.82
8	保險絲	本體或接點溫升	95	5.12
9	端子座	接點溫升	87	4.68
10	電壓表、電流表	本體或接點溫升	52	2.80
11	空氣斷路器	本體或接點溫升	11	0.59
12	其他	本體或接點溫升	143	7.70
合計			1857	100

依表 2 與表 3 之元件溫升異常，失效類別例如圖 1 所示。圖 1(a) 是變壓器之圖例，變壓器之失效模式，包含高壓與低壓之接點、外層之高壓線圈、內層之低壓線圈上半部、絕緣油、鐵心、渦電流等。圖 1(b) 是電容的圖例，電容器之失效模式，有本體的失效或蓄電能力衰減等。圖 1(c) 是積熱電驛的圖例，電磁開關之失效模式，包含之電磁接觸器與積熱電驛的本體溫升異常、接點鎖接、端子壓接、連接片與散熱不良。



三、熱影像圖形前處理

影像前處理包括平滑化處理與影像分割。平滑化處理採行影像擡積分 (Convolution) 操作，影像矩陣 $I_a(x, y)$ 在核心遮罩 (Kernel mask) $h_b(x, y)$ 平滑化處理如下：

$$h(x, y) = I_a(x, y) \otimes h_b(x, y) \dots\dots\dots (1)$$

此處 \otimes 表示擡積分

影像分割使用閾值 (Thresholds) h_t 方式去處理，由平均值與變異量來調整參數，對於影像 $h(x, y)$ 中所有像素，小於閾值者變成零，大於閾值者保留其原來數值。

$$h_t = \mu_h + \tau_h \times \sigma_h^2 \dots\dots\dots (2)$$

其中 μ_h $h_b(x, y)$ 與 σ_h 分別表示平均值與標準差， τ_h 是可調參數。

熱影像圖之特徵向量，以韋伯小波理論處理，韋伯小波理論之架構是二維高斯 (Gaussian) 函數調和複指數 (Complex exponential) 函數。韋伯小波理論藉由中心頻率 (Center frequencies) 與濾波方向 (Filter orientations) 變化來選擇，以執行多頻道濾波。在時域空間之韋伯小波理論定義如下：

$$g(x, y) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right] \times \exp(j2\pi f x') \dots\dots\dots (3)$$

此處 $x' = x \cos\theta + y \sin\theta$ ， f 是複指數函數之中心頻率， θ 是複指數函數之逆時針旋轉角。 σ_x 與 σ_y 分別是高斯沿著 x 軸與 y 軸的標準差。

影像前處理後，進行熱影像維度降低，先使用主成分分析方法，再使用線性判別分析方法，將熱影像之空間解析度再將降低。

四、辨識模式建立

徑向基神經網路 (Radial Basis Function Networks, RBFN) 使用非線性隱藏層去近似非線性輸入輸出映射 (Mapping)，在高斯徑向基神經網路之隱藏神經元 (Neuron) 定義如下

$$\varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i, c_i) = \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x} - c_i\|^2}{\sigma_i^2}\right), i = 1, \dots, N \dots\dots\dots (4)$$

此處 σ_i^2 與 c_i 分別是平方差與中心值。

將神經網路線性化輸入輸出映射

$$y(\mathbf{x}, N) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^N \alpha_i \varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i, c_i) \quad \dots\dots\dots (5)$$

此處 α_0 與 α_i 分別是偏置項 (bias term) 與連接權重 (connecting weights)

神經網路最佳化近似參數 (optimal approximation parameters) 之輸出 $y(\mathbf{x})$ 可表示如下：

$$y(\mathbf{x}) = \alpha_0^* + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* \varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i^*, c_i^*) + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

此處 $\varepsilon_N(\mathbf{x})$ 近似誤差 (Approximation error) 不會大於常數 ε_N 。

依據近似 (Approximation) 理論，當 N 增加時，近似誤差將降低至任意範圍，若 N 太小會產生較低精確度 (accuracy)， N 太大會產生過度擬合 (Over-fitting) 問題。

在 RBF 的神經網路中，如何經由選擇 N , α_i , σ_i 與 c_i 之參數，找出近似架構以達成所需之近似誤差。可使用遞歸最小平方算法 (Recursive Least Square Algorithm, RSLA)，本研究以提出新的神經網路模式，自調徑向基神經函數 (Self-adaptive Radial Basis Function Networks, SARBFN)，以解決上述問題。

雖然在方程式(6)，以向量形式表示 $\mathbf{W}_N^* \equiv [\alpha_0^*, \alpha_1^*, \sigma_1^*, c_1^*, \dots, \alpha_N^*, \sigma_N^*, c_N^*]^T$ ，是否是最佳化近似參數不確定，卻可以藉由估計 (Estimated) 向量，使用訓練算法去逼近，其中估計向量 $\hat{\mathbf{W}}_N \equiv [\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \hat{\sigma}_1, \hat{c}_1, \dots, \hat{\alpha}_N, \hat{\sigma}_N, \hat{c}_N]^T$ 。假設定義兩者向量差 $\tilde{\mathbf{W}}_N = \mathbf{W}_N^* - \hat{\mathbf{W}}_N$ ，相對於 $(\hat{\sigma}_i, \hat{c}_i)$ 針對 $\varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i^*, c_i^*)$ 之泰勒系列 (Taylor series) 展開可表示為

$$\varphi_i^* = \hat{\varphi}_i + \varphi'_{\sigma_i}(\sigma_i^* - \hat{\sigma}_i) + \varphi'_{c_i}(c_i^* - \hat{c}_i) + h_i \quad \dots\dots\dots (7)$$

此處

$$\varphi_i^* \equiv \varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i^*, c_i^*) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\hat{\varphi}_i \equiv \varphi_i(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i) \quad \dots\dots\dots (9)$$

同時

$$\varphi'_{\sigma_i} \equiv \varphi'_{\sigma_i}(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i) = \left. \frac{\partial \varphi_i(\mathbf{x}, \sigma_i^*, c_i^*)}{\partial \sigma_i^*} \right|_{\substack{\sigma_i^* = \hat{\sigma}_i \\ c_i^* = \hat{c}_i}} = 2 \|\mathbf{x} - \hat{c}_i\|^2 \varphi_i(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i) / \hat{\sigma}_i^3 \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$\phi'_{c_i} \equiv \phi'_{c_i}(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i) = \left. \frac{\partial \phi_i(\mathbf{x}, \sigma_i^*, c_i^*)}{\partial c_i^*} \right|_{\substack{\sigma_i^* = \hat{\sigma}_i \\ c_i^* = \hat{c}_i}} = 2\phi_i(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i)(\mathbf{x} - \hat{c}_i)^T / \hat{\sigma}_i^2 \quad \dots\dots\dots (11)$$

此處 h_i 是高階殘項 (Residual term)

從方程式 (6) 到方程式 (11)，神經網路之輸出誤差如下：

$$\begin{aligned} e_N(\mathbf{x}) &= y(\mathbf{x}) - (\hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \hat{\phi}_i) = (\alpha_0^* + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* \varphi_i^*) + \varepsilon_N(\mathbf{x}) - (\hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \hat{\phi}_i) \\ &= \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* \varphi_i^* - \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \hat{\phi}_i + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \\ &= \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* [\hat{\phi}_i + \varphi'_{\sigma_i}(\sigma_i^* - \hat{\sigma}_i) + \varphi'_{c_i}(c_i^* - \hat{c}_i) + h_i] - \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \hat{\phi}_i + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \quad \dots\dots (12) \\ &= \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N \tilde{\alpha}_i \hat{\phi}_i + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{\sigma_i} \tilde{\sigma}_i + \sum_{i=1}^N \tilde{\alpha}_i \varphi'_{\sigma_i} (\sigma_i^* - \hat{\sigma}_i) + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{c_i} \tilde{c}_i + \sum_{i=1}^N \tilde{\alpha}_i \varphi'_{c_i} (c_i^* - \hat{c}_i) + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* h_i + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \\ &= \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N [\hat{\phi}_i - \varphi'_{\sigma_i} \hat{\sigma}_i - \varphi'_{c_i} \hat{c}_i] \tilde{\alpha}_i + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{\sigma_i} \tilde{\sigma}_i + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{c_i} \tilde{c}_i + \sum_{i=1}^N \tilde{\alpha}_i [\varphi'_{\sigma_i} \sigma_i^* + \varphi'_{c_i} c_i^*] + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* h_i + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \\ &= \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^N [\hat{\phi}_i - \varphi'_{\sigma_i} \hat{\sigma}_i - \varphi'_{c_i} \hat{c}_i] \tilde{\alpha}_i + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{\sigma_i} \tilde{\sigma}_i + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i \varphi'_{c_i} \tilde{c}_i + \varepsilon_h + \varepsilon_N(\mathbf{x}) = \boldsymbol{\psi}_N^T \bar{\mathbf{W}}_N + \varepsilon_T \end{aligned}$$

此處

$$\boldsymbol{\psi}'_N \equiv \boldsymbol{\psi}'_N(\mathbf{x}, \hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\mathbf{c}}) = [1, \hat{\phi}_1 - \varphi'_{\sigma_1} \hat{\sigma}_1 - \varphi'_{c_1} \hat{c}_1, \hat{\alpha}_1 \varphi'_{\sigma_1}, \hat{\alpha}_1 \varphi'_{c_1}, \dots, \hat{\phi}_N - \varphi'_{\sigma_N} \hat{\sigma}_N - \varphi'_{c_N} \hat{c}_N, \hat{\alpha}_N \varphi'_{\sigma_N}, \hat{\alpha}_N \varphi'_{c_N}]^T \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$\varepsilon_h \equiv \varepsilon_h(\mathbf{x}, \hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\mathbf{c}}) = \sum_{i=1}^N \tilde{\alpha}_i [\varphi'_{\sigma_i} \sigma_i^* + \varphi'_{c_i} c_i^*] + \sum_{i=1}^N \alpha_i^* h_i \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\varepsilon_T \equiv \varepsilon_T(\mathbf{x}, \hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\mathbf{c}}) = \varepsilon_h(\mathbf{x}, \hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\mathbf{c}}) + \varepsilon_N(\mathbf{x}) \quad \dots\dots\dots (15)$$

其中 $\hat{\boldsymbol{\sigma}} = [\hat{\sigma}_1, \hat{\sigma}_2, \dots, \hat{\sigma}_N]^T$ 與 $\hat{\mathbf{c}} = [\hat{c}_1, \hat{c}_2, \dots, \hat{c}_N]^T$ 方程式 (14) 中構成 $\varepsilon_h(\mathbf{x}, \hat{\boldsymbol{\sigma}}, \hat{\mathbf{c}})$ 的每一項是被拘束的 (Bounded)。而且方程式 (7) 與方程式 (14) 顯示，假如 $\hat{\alpha}_i \rightarrow \alpha_i^*$ ， $\hat{\sigma}_i \rightarrow \sigma_i^*$ 與 $\hat{c}_i \rightarrow c_i^*$ 然後 $h_i \rightarrow 0$ 與 $\varepsilon_h \rightarrow 0$ 。因此整體近似誤差 ε_T 是被拘束限制的。

假設初始隱藏單元 (Hidden units) 為 $\varphi_i(\mathbf{x}, \hat{\sigma}_i, \hat{c}_i)$ 其中 $i = 1, \dots, N$ ，訓練資料表示成資料對 $\{(\mathbf{x}(k), y(k)), k = 1, \dots, m\}$ ，給予 m 個輸入輸出資料對。遞歸最小平方 (Recursive Least-Square) 算法如下式

$$\widehat{\mathbf{W}}_N(k) = \widehat{\mathbf{W}}_N(k-1) + \frac{\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)}{1 + \boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)} \times e_N(k) \quad \dots\dots\dots (16)$$

同時

$$\mathbf{P}_N(k) = \mathbf{P}_N(k-1) - \frac{\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)\boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\mathbf{P}_N(k-1)}{1 + \boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)} \quad \dots\dots\dots (17)$$

此處

$$e_N(k) = y(k) - [\hat{\alpha}_0(k-1) + \sum_{i=1}^N \hat{\alpha}_i(k-1)\varphi_i(\mathbf{x}(k), \hat{\sigma}_i(k-1), \hat{c}_i(k-1))] \quad \dots\dots\dots (18)$$

$\mathbf{P}_N(k)$ 是輸入共變異數 (Covariance) 矩陣是對稱正定 (Symmetric Positive Definite) 矩陣滿足以下特性

$$\mathbf{P}_N^{-1}(k) = \mathbf{P}_N^{-1}(k-1) + \boldsymbol{\psi}'_N(k)\boldsymbol{\psi}'^T_N(k) \quad \dots\dots\dots (19)$$

從 \mathbf{W}_N^* 減去方程式 (16) 兩邊與應用方程式 (12) 可產生

$$\tilde{\mathbf{W}}_N(k) = \tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) - \frac{\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)}{1 + \boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\mathbf{P}_N(k-1)\boldsymbol{\psi}'_N(k)} \cdot [\boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) + \varepsilon_T] \quad \dots\dots (20)$$

使用方程式 (17) 與方程式 (19)，方程式 (20) 變成

$$\begin{aligned} \tilde{\mathbf{W}}_N(k) &= \tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) - \mathbf{P}_N(k)\boldsymbol{\psi}'_N(k)\boldsymbol{\psi}'^T_N(k)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) - \mathbf{P}_N(k)\boldsymbol{\psi}'_N(k)\varepsilon_T \\ &= \mathbf{P}_N(k)[\mathbf{P}_N^{-1}(k-1)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) - \boldsymbol{\psi}'_N(k)\varepsilon_T] \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (21)$$

考量李雅普諾夫函數 (Lyapunov function)

$$V(k) = \tilde{\mathbf{W}}_N^T(k)\mathbf{P}_N^{-1}(k)\tilde{\mathbf{W}}_N(k) \quad \dots\dots\dots (22)$$

使用方程式 (12)、方程式 (21) 與方程式 (22)

$$\begin{aligned} V(k) - V(k-1) &= \tilde{\mathbf{W}}_N^T(k)\mathbf{P}_N^{-1}(k)\tilde{\mathbf{W}}_N(k) - \tilde{\mathbf{W}}_N^T(k-1)\mathbf{P}_N^{-1}(k-1)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) \\ &= \tilde{\mathbf{W}}_N^T(k)[\mathbf{P}_N^{-1}(k-1)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) - \boldsymbol{\psi}'_N(k)\varepsilon_T] - \tilde{\mathbf{W}}_N^T(k-1)\mathbf{P}_N^{-1}(k-1)\tilde{\mathbf{W}}_N(k-1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= [\widehat{W}_N^T(k) - \widehat{W}_N^T(k-1)] \cdot P_N^{-1}(k-1) \widehat{W}_N(k-1) - \widehat{W}_N^T(k) \psi'_N(k) \varepsilon_T \quad \dots\dots\dots (23) \\
 &= \frac{-e_N(k) \psi_N^T(k) P_N^T(k-1) P_N^{-1}(k-1) \widehat{W}_N(k-1)}{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} + \frac{e_N(k) \psi_N^T(k) P_N^T(k-1) \psi'_N(k) \varepsilon_T}{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} - \widehat{W}_N^T(k-1) \psi'_N(k) \varepsilon_T \\
 &= \frac{-e_N(k) [e_N(k) - \varepsilon_T] + e_N(k) \psi_N^T(k) P_N^T(k-1) \psi'_N(k) \varepsilon_T}{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} - [e_N(k) - \varepsilon_T] \varepsilon_T \\
 &= \frac{-e_N^2(k)}{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} + \varepsilon_T^2
 \end{aligned}$$

從方程式(23)如果

$$e_N^2(k) > [1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)] \varepsilon_T^2 \quad \dots\dots\dots (24)$$

當 $V(k)$ 減少時

$$\widehat{W}_N(k) \rightarrow W_N^* \quad \dots\dots\dots (25)$$

無論如何當 $\widehat{W}_N(k) \rightarrow W_N^*$ 時 $e_N(k)$ 將減少。從方程式(23)變成

$$e_N^2(k) \leq [1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)] \varepsilon_T^2 \quad \dots\dots\dots (26)$$

顯示 $V(k)$ 不減少，甚至會反轉增加。為保證訓練算法的穩健性（Robustness），在參數更新方程式(16)中引入死區（dead zone），方程式(16)修改成為

$$\widehat{W}_N(k) = \widehat{W}_N(k-1) + \frac{a(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)}{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} \times e_N(k) \quad \dots\dots\dots (27)$$

其中

$$a(k) = \begin{cases} 1 & \text{if } |e_N(k)| > \sqrt{1 + \psi_N^T(k) P_N(k-1) \psi'_N(k)} \times \varepsilon_T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (28)$$

自調徑向基神經函數網路（SARBFN）經由訓練疊代過程中，隱藏神經元的數量可以根據近似誤差去增減，以防止過度擬合（Over-fitting）或欠缺擬合（Under-fitting）。

由於RBF網絡具有定位特性（Localization property），因此第*i*個隱藏神經元 $\phi_i(x, \sigma_i, c_i)$ 的有效區域是由 c_i 和 σ_i 決定。

距離神經網絡中任何輸入 $x(k)$ 最接近的神經元的中心 c^+ ，如下式

$$c^+ = \min_{i=1, \dots, N} \|x(k) - c_i\| \quad \dots\dots\dots (29)$$

因為最接近的神經元支配了近似的準確性，因此當神經網路執行粗略近似（Coarser approximation），最接近的神經元會被添加到神經網絡中。

如果網絡具有更精細的近似值（Finer approximation），則最接近的神經元將從神經網絡中刪除。

事實上RBF網絡需要將總近似誤差，保持在規定範圍 ε_0 內，以確保所需的輸出準確度。此問題是要如何去尋找到一個適當大小的神經網絡，首先應給予總近似誤差的下限和上限，以尋找動態結構網絡使得

$$|\varepsilon_T(k)| \in [\varepsilon_L(k), \varepsilon_U(k) + \varepsilon_0] \quad \dots\dots\dots (30)$$

此處 $\varepsilon_L(k)$ 與 $\varepsilon_U(k)$ 是單調遞減函數（Mono-decreasing functions），其常態化的定義是

$$\varepsilon_L(k) = \varepsilon_L(0) \exp(-\lambda k) \quad \dots\dots\dots (31)$$

$$\varepsilon_U(k) = \varepsilon_U(0) \exp(-\lambda k) \quad \dots\dots\dots (32)$$

此處 $\lambda > 0$ 是一定比率遞減， $\varepsilon_L(0)$ 與 $\varepsilon_U(0)$ 是初始值。

當 $k \rightarrow \infty$ 時， $\varepsilon_L(k)$ 與 $\varepsilon_U(k)$ 趨近0。因此總近似誤差達到需要的 ε_0 。基於在方程式(28)中，總近似誤差與輸出誤差兩者關係，輸出誤差相對應於方程式(30)的界線

$$e(k) \in [e_L(k), e_U(k)] \quad \dots\dots\dots (33)$$

此處上界限 $e_U(k)$ 與下界限 $e_L(k)$ 表示如下

$$e_U(k) = \sqrt{1 + \Psi_N'^T(k) \mathbf{P}_N(k-1) \Psi_N'(k)} \times (\varepsilon_U(k) + \varepsilon_0) \quad \dots\dots\dots (34)$$

$$e_L(k) = \sqrt{1 + \Psi_N'^T(k) \mathbf{P}_N(k-1) \Psi_N'(k)} \times \varepsilon_L(k) \quad \dots\dots\dots (35)$$

在自調徑向基神經函數網路 (SARBFN) 辨識系統中，初始參數包括隱藏神經元、初始權重、初始寬度值和初始中心值。初始參數設置後，第一筆訓練數據的輸出誤差由自調徑向基神經函數網路 (SARBFN) 獲得。考慮第一個訓練數據的輸出誤差和界限之間的關係，可能發生三種情況。

第一種情況：輸出誤差大於上界線

如果滿足以下兩個條件，則必須將新的隱藏神經元添加到神經網絡中。

$$e(k) \geq e_U(k) \quad \dots\dots\dots (36)$$

$$\|\mathbf{x}(k) - \mathbf{c}^+\| \geq \mu \quad \dots\dots\dots (37)$$

此處 \mathbf{c}^+ 是方程式 (29) 最靠近中心點 (Nearest center)。閾值 (Threshold) $\mu > 0$ 是確保新添加的神經元遠離現有存在的神經元。添加到網絡中的新隱藏神經元具有以下參數

$$\hat{\mathbf{a}}_{N+1} = e(k) \quad \dots\dots\dots (38)$$

$$\hat{\mathbf{c}}_{N+1} = \mathbf{x}(k) \quad \dots\dots\dots (39)$$

$$\hat{\sigma}_{N+1} = \gamma \|\mathbf{x}(k) - \mathbf{c}^+\| \quad \dots\dots\dots (40)$$

此處 $\gamma > 0$ 是重疊因子 (Overlap factor)，增加一個隱藏神經元後，由方程式 (12) 調整估計誤差 (Estimate error)。

第二種情況：輸出誤差介於上界線與下界限之間

此情況下係保留隱藏神經元的數量，並將第二筆訓練資料傳送到神經網絡。

第三種情況：輸出誤差小於下界限

當輸出誤差 $e(k) \leq e_L(k)$ ，則神經網路需要刪除神經元，停止方程式 (27) 之參數更新法則。此情況下最接近神經元 \mathbf{c}^+ 支配近似的準確性將從神經網絡中刪除。

此算法還實現了另一種精簡策略，在第 k 次疊代之第 i 個隱藏神經元的輸出

$$o_i(k) = \hat{\alpha}_i(k-1) \exp(-\|\mathbf{x}(k) - \hat{\mathbf{c}}_i(k-1)\|^2 / \hat{\sigma}_i^2(k-1)) \quad \dots\dots\dots (41)$$

假如 $\|x(k) - \hat{c}_i(k-1)\|$ 較大時，則輸出將較小，顯示神經元位於遠離當前的輸入 $x(k)$ ，所以對神經網路地貢獻被忽略。

以一致性而言，輸出被下式常態化後

$$o_{ni}(k) = |o_i(k)| / \sum_{i=1}^N |o_i(k)| \quad \dots\dots\dots (42)$$

方程式(42)常態化輸出後小於 Δ_p ， Δ_p 是對於 N_p 連串輸入，則神經元被移除。

當一個新的隱藏神經元被分配時， $P_N(k)$ 會增加到

$$P_{N+1}(k+1) = \begin{pmatrix} P_N(k+1) & 0 \\ 0 & \rho_0 \end{pmatrix} \quad \dots\dots\dots (43)$$

此處 $\rho_0 > 0$ 是分配給參數的初始值的估計不確定性。

當一些隱藏的神經元從網絡移除時， $P_N(k)$ 會依據縮減後的神經網絡進行調整。

五、實驗結果

每一張熱影像 $I(x,y)$ 空間解析度是 320×240 像素，每一個像素是一個溫度值，影像資料庫例例，如圖2所示。

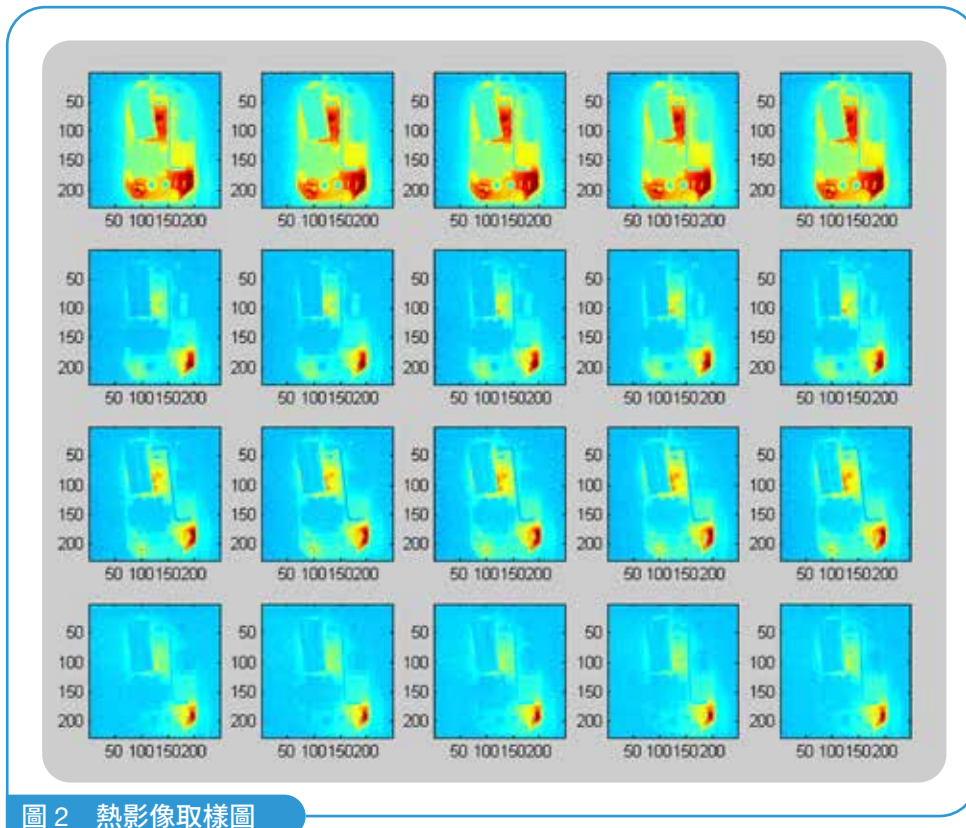


圖 2 熱影像取樣圖

前處理以之 3×3 矩陣摺積分 $h(x,y)$ ，圖3(a)是平滑化處理前，圖3(b)是平滑化處理後，可以看出平滑化處理後減少反射影響。

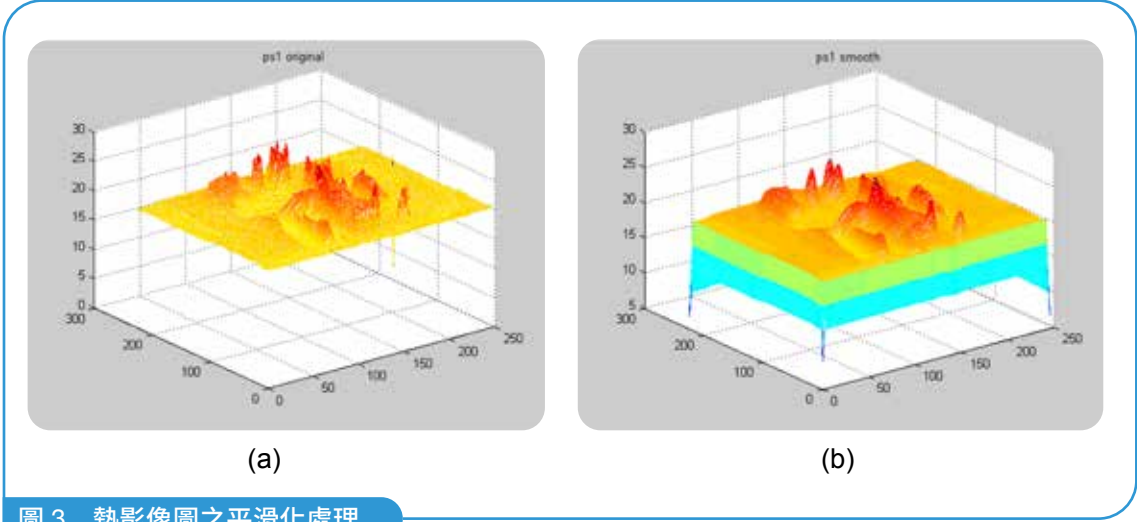


圖 3 熱影像圖之平滑化處理

圖4 是對應圖2 中每一張熱影像圖之等頻率輪廓圖 (Contours)，訓練樣本熱影像圖之最大頻率 f_{max} 與最小頻率 f_{min} 。從韋伯小波理論方程式， $\alpha = 3$ 。

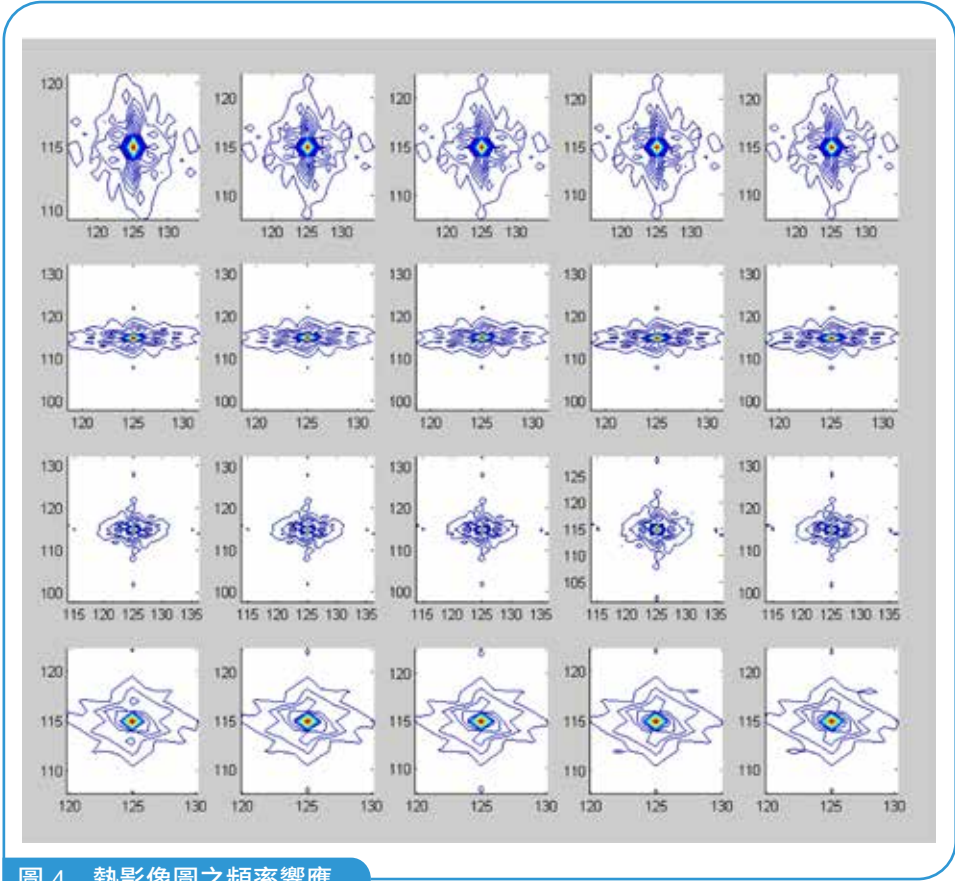


圖 4 熱影像圖之頻率響應

一般情形振幅常態化後，設定 $b=0.9$ 、 $\sigma_{\mu}=18$ 與 $\sigma_{\nu}=12$ ，從韋伯小波理論方程式，可得 $\theta_1=43^\circ$ ，因此韋伯小波理論有 3 個不同之中心頻率與 5 個角度。當實驗採用 70 張熱影像訓練圖時，經過韋伯小波理論每張圖大小 $n=70 \times 3 \times 5$ 。起初每張熱影像原始像素 $I(x,y)=320 \times 240$ ，每張熱影像圖大小是 $X \in R^{1050 \times 76800}$ 。為了降低圖像解析度，採取維度降低處理。經由主成分分析方法轉換後熱影像維度從 1050×76800 降為 1050×500 ，即再由線性判別分析方法處理熱影像維度減少成 1050×15 ，表示 $R^{1050 \times 15}$ 。

使用多層感知器 (Multilayer perceptrons, MLP) 之神經網絡模型，結構和訓練參數如表 4 所示。將 35 張測試熱影像圖輸入到訓練過之神經網絡，熱影像的辨識效果，如表 5 所示。

◆ 表 4 層感知器神經網絡之參數設定

參數	內容
輸入層	15
隱藏層	50
輸出層	1
失效模式類別定義	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3
活化 (Activation) 函數	雙曲正切函數 (Hyperbolic tangent function)
訓練方法	增強型反向傳遞 (Backpropagation) (Levenberg-Marquardt)
慣性矩項目	0.5
均方根誤差限制	0.02
循環次數限制	500

◆ 表 5 在多層感知器之不同學習率之辨識效果

學習率 (Learning rate)	辨識率 (%)			
	0.1	0.5	1.0	1.5
韋伯小波理論特徵加多層感知器神經網路	88.6	85.5	82.9	77.1

如果使用模糊推理系統（Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, ANFIS）模型，結構和訓練參數如表 6 所示。使用降階後，將 35 張測試圖像輸入到模糊推理系統模型中，辨識率為 88.6%。

◆ 表 6 模糊推理系統之參數設定

參數	內容
輸入層	模糊邏輯 (Fuzzy) 如果然而 (If-then) 規則
隸屬函數 (Membership function)	廣義貝爾函數 (Generalized Bell function)
輸出層數量	1
失效模式類別定義	-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3

使用自調徑向基神經函數網路（SARBFN）模型，隱藏神經元的初始數量設為 $N=50$ ；初始輸出權重 $\hat{\alpha}_0, \hat{\alpha}_1, \dots, \hat{\alpha}_N$ 隨機分佈在 $[0, 10]$ 之間。所有初始寬度 $\hat{\sigma}_i$ 均為 2.0，初始中心 \hat{c}_i 隨機分佈在 $[-1, 1]$ 區間內，對於 $i=1, 2, \dots, N$ 與自調徑向基神經函數網路（SARBFN）相關的參數如下：要求精確值 $\varepsilon_0=0.01$ 初始值 $\varepsilon_L(0)=\varepsilon_U(0)=0.05$ ；下降率 $\lambda=0.1$ ；臨界點 $\mu=0.1$ ；重疊因子 $\gamma=2.0$ ，閾值 $\Delta_p=0.001$ 和 $N_p=50$ 。將 35 張測試圖像輸入到自調徑向基神經函數網路（SARBFN），辨識率為 91.4%。

表 7 比較三種神經網路之辨識系統，多層感知器神經網路、模糊推理系統和自調徑向基神經函數網路的方法，多層感知器神經網路與模糊推理系統的最佳識別率為 88.6%。在此研究顯示，通過使用韋伯小波理論理論加降階方法處理，進入自調徑向基神經函數網路模型，在設定條件下，辨識率達 91.4%。

◆ 表 7 不同模型之辨識率

項目	辨識率 (%)		
	多層感知器神經網路	模糊推理系統	自調徑向基神經函數網路
韋伯小波理論與降階	88.6	88.6	91.4

六、結論與建議

工業安全事故的發生，機電設備為媒介物的比例占相當高，電氣系統在生產上有著重要的角色，擔負著將原物料、半成品轉成成品不可或缺的供電功能。傳統上電力設備

試驗包含耐電壓試驗、絕緣破壞試驗、閃絡試驗、介電損失試驗等非線上檢測方式，圖形辨識應用則較少。本研究針對電氣系統，採行風險分析之失效模式設計，經過 28 個工業區的 135 家廠商之實際熱影像檢測，以 2060 個電盤之熱影像數位圖，區分各類之失效模式做為辨識系統之資料庫。電氣系統的失效模式，區分高壓系統與低壓系統，不包含特高壓系統。將高壓元件與低壓元件的失效率依經驗數量，進行排序與統計百分比。失效模式建置後，原始熱影像空間解析度是 320x240，前處理採行平滑化處理與影像分割兩種，以去除雜訊。在特徵擷取使用韋伯小波理論，以建置特徵向量，採行 3 個不同中心頻率與 5 個不同角度。影像降階使用主成分分析方法從 76800 像素降至 500 像素，後再使用線性判別分析方法像素減為 15，選擇學習影像有 7 個失效模式 70 張熱影像圖，35 張為測試熱影像圖。影像辨識模型經由徑向基神經網路採取自我調整之新建置模式，原設定條件下，最佳辨識效果可達 91.4%。據此推斷以紅外線熱影像診斷分析方式，來核對由此研究結果，獲知電氣安全之失效模式，在失效預防方面，可獲致良好效果。

經過這個研究的使用方法與技術，雖可獲致初步良好結果，但是仍有一些尚待努力地方。紅外線熱影像資料庫是採用實際檢測資訊，屬於隨機取樣，受限於客戶的需求，並非整體性有規劃之採樣目標。另外，辨識模型是在控制條件之影像前處理與降階進行，實際線上監控辨識系統，應會有更多邊界條件需要克服。



參考文獻

1. 用戶用電設備裝置規則第 58 條第 1 項第 2 款 全國法規資料庫 中華民國 110 年 3 月 17 日修正
2. 職業安全衛生設施規則第十章電氣危害之防止 全國法規資料庫 中華民國 111 年 8 月 12 日修正
3. M. Suguna, S. M. M. Roomi and I. Sanofer, "Fault localisation of electrical equipments using thermal imaging technique", Proc. Int. Conf. Emerg. Technol. Trends, pp. 1-3, Oct. 2016.
4. X. Zhou, Y. Xue, G. Tian and Z. Liu, "Thermal analysis of solder joint based on eddy current pulsed thermography", IEEE Trans. Compon. Packag. Manuf. Technol., vol. 7, no. 7, pp. 1111-1118, Jul. 2017.
5. E. Keenan, R.G. Wright, M. Zgol, R. Mulligan, V. Tagliava, and L. V. Kirkland, "IR circuit board and IC failure detection", IEEE transactions on aerospace and electronic systems magazine, Vol.19, No.6, pp.9-15, 2004.

6. T. Pieniak, M. Kurrat and D. Gentsch, "Surface temperature analysis of transversal magnetic field contacts using a thermography camera", IEEE Trans. Plasma Sci., vol. 45, no. 8, pp. 2157-2163, Aug. 2017.
7. H. Tretout, D. David, J.Y. Marin, M. Dessendre, M. Couet, and P.I. Avenas, "An evaluation of artificial neural networks applied to infrared thermography inspection of composite aerospace structures", NDT & E Journal, Vol.30, 330, 1997.
8. I. Kalliomaki, and J. Lampinen, "On steerability of Gabor-type filters for feature detection", Pattern Recognition Letters, vol. 28, pp. 904-911, 2007.
9. S. Oster, C. Maierhofer, G. Mohr, K. Hilgenberg, A. Ulbricht, S.J. Altenburg, "Investigation of the Thermal History of L-PBF Metal Parts by Feature Extraction from in-Situ SWIR Thermography". In Proceedings of the Thermosense: Thermal Infrared Applications XLIII, Online. 12–16 April 2021.
10. B. Zhu, L. Jiang, Y. Luo, and Y. Tao, "Gabor feature-based apple quality inspection using kernel principal component analysis", Journal of Food Engineering, vol. 81, Issue 4, pp. 741-749, 2007.
11. L. L. Shen, L. Bai, and M. Fairhurst, "Gabor wavelets and general discriminant analysis for face identification and verification", Image and Vision Computing, vol. 25, Issue 5, pp. 553-563, 2007.

作者簡介



姓名	林國照
單位	安環科聯合技師事務所
職稱	執業技師
連絡電話	03-5220396、0939-716618
技師科別	工業安全技師、職業衛生技師
專長	工業安全、職業衛生、紅外線熱影像監控、熱影像檢測、農業機械

學歷

1. 國立中興大學農業機械系（生物產業機電工程系）學士
2. 國立台灣大學農業機械研究所（生物產業機電工程系）碩士
3. 國立清華大學動力機械系自動控制組 博士

專職經歷

1. 馬祖防衛司令部軍事看守所 預官輔導長
2. 台灣省政府農林廳 委任公務員、研究室主持人
3. 工業技術研究院工安衛中心 工程師、經理

現職

1. 安環科技有限公司 負責人
2. 台北市工礦安全衛生技師公會 理事長



職業安全衛生管理系統 ISO45001 輔導 —以勤美股份有限公司為例

Occupational Safety and Health Management System ISO45001 Tutoring — Taking CMP as an Example

安環科技有限公司 陳正光 技師、勤美股份有限公司 劉俊廷 襄理
u9315917@gmail.com

摘要

茲以全臺第一家通過 ISO 45001/CNS 45001/TOSHMS（以下簡稱為 TOSHMS）的鑄造業－勤美股份有限公司為例，分析其推動 TOSHMS 前後三年的職災結果，並透過現場訪談其職安衛主管劉襄理俊廷，來了解其改善藍圖的 7 大面向，及其與 TOSHMS 的關連及佐以實際推行的成果，來論述推行 TOSHMS 確實有助於企業降低職災發生。

Abstract

Taking Taiwan's first foundry industry that has passed ISO 45001/CNS 45001/TOSHMS (hereinafter referred to as TOSHMS) as an example, we will analyze the results of occupational accidents in the three years before and after the promotion of TOSHMS, and conduct on-site interviews with Jimmy Liu, the director of occupational safety and health. Understand the 7 major aspects of its improvement blueprint, its relationship with TOSHMS and the actual implementation results, to discuss that the implementation of TOSHMS can indeed help enterprises reduce the occurrence of occupational accidents.

一、前言

本文係以勤美公司推行 TOSHMS 前三年及後三年的平均職業災害統計結果，例如：失能傷害嚴重率 (SR)、失能傷害頻率 (FR)、綜合傷害指數 (FSI) 來探討該公司在推行 TOSHMS 前後職安衛績效的變化情形，再針對訪談職安人員了解實際推動職安衛管理的內容，以提供職安衛管理實務的精進與探討。

二、歷年職災結果分析

勤美公司於 2019 年 12 月通過 TOSHMS，因此將以 2019 年為界，2016–2018 年視為推動 TOSHMS 前三年，2020 年至 2022 年視為推動 TOSHMS 後三年，其分析結果，彙整於表 1 所示。

◆ 表 1 勤美公司推動 TOSHMS 前後之職災結果分析

項目	推動 TOSHMS 前職災結果				推動 TOSHMS 後職災結果			
	2016 年	2017 年	2018 年	2016–2018 年 累積統計	2020 年	2021 年	2022 年	2020–2022 年 累積統計
失能傷害頻率 (FR)	12.49	0.00	5.34	5.94	2.08	2.17	1.93	2.06
失能傷害嚴重率 (SR)	283	0	46	109	6	110	77	64
總合傷害指數 (FSI)	3.54	0.00	0.24	0.65	0.01	0.24	0.14	0.13
職業病率 (ODR)	0	0	0	0	0	0	0	0
因公死亡事故總數	0	0	0	0	0	0	0	0

註 1：本事故統計資料不含上下班交通意外事件。

註 2：職災統計資料係依據勞動部職業安全衛生署之職業安全衛生管理系統資訊暨申請平台所揭示內容 (*2) 計算。

由前表可得知在推行 TOSHMS 後確實有助於減少職災發生，由其推動 TOSHMS 前後三年的職災統計資料顯示，失能傷害頻率 (FR) 由 5.94 降至 2.06，總計下修 65.32%；失能傷害嚴重率 (SR) 由 109 降至 64，總計下修 41.18%；總合傷害指數 (FSI) 由 0.65 降至 0.13，總計下修 80%，另外再依據勞動部職業安全衛生署之職業安全衛生管理系統資訊暨申請平台所頒布之「108 年度至 110 年度各行業總合傷害指數 (含 3 年平均)」(*2) 僅失能傷害頻率 (FR) 為 2.06 高於同業 (鋼鐵製造業) 之平均值 1.67，其失能傷害嚴重率 (SR) 為 64 低於同業之平均值 206，及綜合傷害指數 (FSI) 為 0.13，僅為同業 (鋼鐵製造業) 之平均值 0.59 的 22% (不到 1/4)，依職業安全衛生管理系統績效審查及績效認可作業要點第 4 點第 1 項第 3 款規定，申請單位近 3 年總合傷害指數應為同

行業（勞動部公告前3年總合傷害指數之行業分類）1/2 或全產業 1/4 以下，而由此數據可得知該公司於推行 TOSHMS 後近 3 年的總合傷害指數已優於法定之同行業之 1/2 之規定，而達成更優越的前 1/4，以該行業特性及高風險作業屬性，實屬不易。

另進一步分析其 TOSHMS 推行前的職災數據，依據勞動部職業安全衛生署之職業安全衛生管理系統資訊暨申請平台所頒布之「105 年度至 107 年度各行業總合傷害指數（含 3 年平均值）」(*2) 得知，失能傷害頻率（FR）為 5.94，係為同業（鋼鐵製造業）之平均值 1.87 的 317.6%，其失能傷害嚴重率（SR）為 109 低於同業之平均值 253，及綜合傷害指數（FSI）為 0.65，僅為同業（鋼鐵製造業）之平均值 0.69 的 94%（未達同業平均值 1/2 的標準）。

在不考量各公司累積工時差異的情況下，由 TOSHMS 推行前的狀況可得知該公司職災發生的次數已達同業平均值的 3 倍以上，但平均損失日數則略低於同業平均值的 1/2，代表在 TOSHMS 推行前該公司已具有基礎的職安衛管理及風險控管能力，因此在 3 年間能盡力避免重大職災或較長的工時損失日數的發生，而導致失能傷害嚴重率（SR）略低於同業平均值的 1/2，但輕傷害等意外事件頻傳卻導致其失能傷害頻率（FR）達到同業平均值的 3 倍以上，因此我們透過訪談勤美公司的職安部主管劉襄理俊廷，來進一步探討在推行 TOSHMS 後的 3 年間，對於其公司的組織文化及現場推行的職安衛管理措施有起了那些的變化，而導致 TOSHMS 後的 3 年可以搖身一變成為同業間的工安資優生。

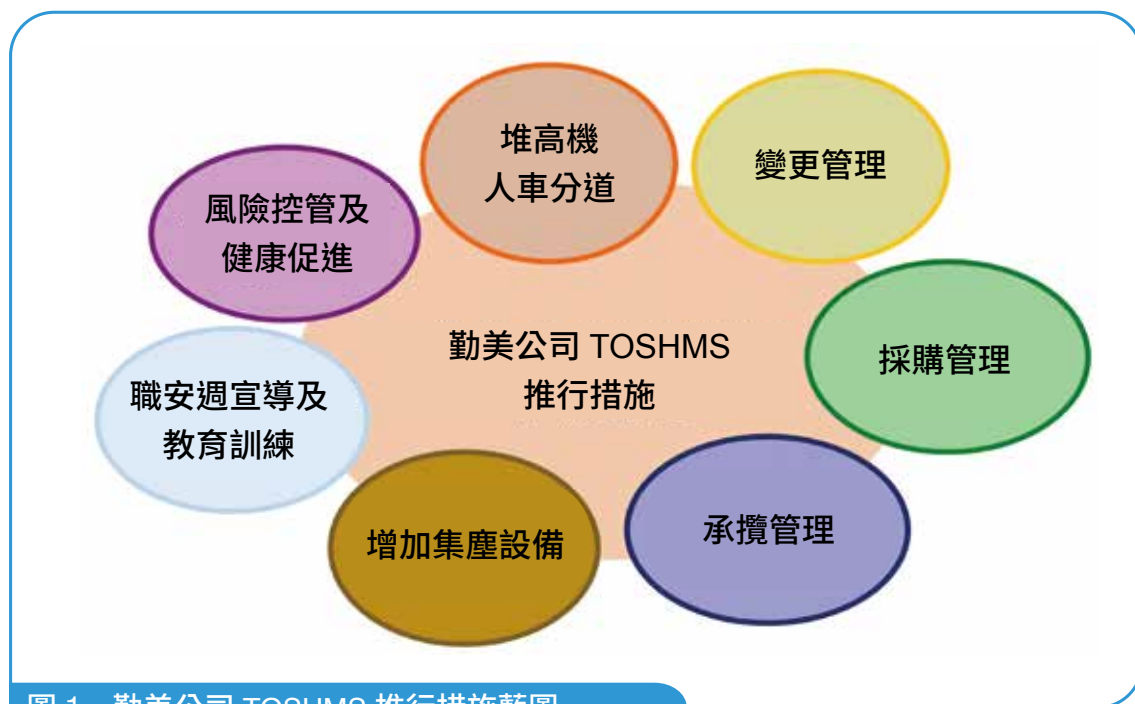


圖 1 勤美公司 TOSHMS 推行措施藍圖

三、TOSHMS 推行後的職安衛措施分析

勤美公司 TOSHMS 推行後的職安衛措施可歸納為 7 大面向，彙整於圖 1 所示。其推動 TOSHMS 後項目與 ISO45001 條文關連表詳如表 2 所示。

◆ 表 2 勤美公司推動 TOSHMS 前後之職災結果分析

推行措施藍圖	組織處境 (4)	領導 (5)	規劃 (6)	支援 (7)	營運 (8)	績效評估 (9)	改善 (10)
堆高機人車分道	4.1/4.2	5.1/5.2	6.1.1/6.1.2/ 6.1.3/6.1.4/6.2	7.2/7.3	8.1.1/8.1.2/ 8.1.3/8.1.4.1/	9.1.1/9.1.2	10.2
變更管理	4.1/4.2	5.1/5.2	6.1.3	7.2/7.3/ 7.4/7.5	8.1.3/ 8.1.4.1/8.2	9.1.1	10.2
採購管理	4.1/4.2	5.3	6.1.2/ 6.1.3	7.2/7.3	8.1.4.1/ 8.1.4.2/8.1.4.3	9.1.1	10.2
承攬管理	4.1/4.2	5.1/5.2	6.1.1/6.1.2/ 6.1.3/6.1.4	7.2/7.3	8.1.4.1/ 8.1.4.2/8.1.4.3	9.1.1	10.2
增加集塵設備	4.1/4.2	5.1/5.2	6.1.1/6.1.2/ 6.1.3/6.1.4/6.2	7.2/7.3/ 7.4/7.5	8.1.1/8.1.2/ 8.1.3/8.1.4.1/	9.1.1/9.1.2	10.2
職安週宣導及教育訓練	4.1/4.2	5.1/5.3	6.1.2/ 6.1.3	7.1/ 7.2/7.3	8.1.1/8.1.2	9.2/9.3	10.1
風險控管及健康促進	4.1/4.2	5.1/5.2	6.1.1/6.1.2/ 6.1.3/6.1.4	7.2/7.3/ 7.4/7.5	8.1.1/8.1.2	9.1.1	10.3

註：表格內數字係為 CNS 45001：2018 章節編號

1. 堆高機人車分道：勤美公司於推行 TOSHMS 前，曾發生人員開堆高機誤撞他人的重大職災，因此立即依據事故、不符合事項及矯正措施規定（參照 10.2）在工作者參與（參照 5.4）及其他相關的利害相關者參加的情況下，藉由下列評估可消除事故或不符合事項之基本原因所需之矯正措施，以使其不再發生或不再於他處發生，並依據職業安全衛生法第 37 條規定事業單位工作場所發生職業災害，雇主應即採取必要之急救、搶救等措施，並會同勞工代表實施調查、分析及作成紀錄，並於 8 小時內通報勞動檢查機構。於事後分析所研提的改善措施為落實全廠的堆高機人車分道等措施，並再依據職業安全衛生風險與管理系統其他風險之評鑑規定（參照 6.1.2.2），重新評鑑其作業風險，以確保其控制措施的有效性，經持續評估 3 年，其作業風險確實有逐年降低，且已無類似職災發生，其照片詳如圖 2 所示。

2. 變更管理：變更管理是 TOSHMS 重要管制項目之一，一般鑄造業常見的變更管理類型是新增減機械設備或修改製造流程等，因此依『職業安全衛生管理辦法』第 12-3 條規定，事業單位於引進或修改製程、作業程序、材料及設備前，應評估其職業災害之風險，並採取適當之預防措施。且前項變更，雇主應使勞工充分知悉並接受相關教育訓練。而推動變更管理最重要的元素之一，在於跨部門的橫向溝通及人員的訓練，需要讓相關部門具有相關的概念，了解變更管理的範圍及提出申請，再由職安部門依據相關資料去審查及給予變更審查之意見，於完成變更審查後，才能提付採購，需要各部門間的溝通及企業高階主管的支持及授權才能落實。



圖 2 勤美公司人車分道照片

3. 採購管理：依據『職業安全衛生管理辦法』第 12-4 條規定，關於機械、設備、器具、物料、原料及個人防護具等之採購、租賃，其契約內容應有符合法令及實際需要之職業安全衛生具體規範，並於驗收、使用前確認其符合規定。在推行採購管理時，首先會遇到的狀況便是要了解需要列管的項目，因此要先從源頭管理做起，從風險評估表的作業條件清查，彙整廠內的機械設備、化學品清單及安全資料表等資料，整理並評估需使用那些的防護具。其風險評估表之作業清查部分（參考例）如表 3 所示。

◆ 表 3 勤美公司風險評估表之作業清查 (參考例)

作業名稱	作業步驟	作業週期	作業環境	機械 / 設備 / 工具	原物料 / 化學物質	作業資格
銑鐵添加	鏟鐵	1-2 小時 / 次	粉塵	固定式起重機	銑鐵	吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機操作人員
銑鐵添加	加料到熔解爐	1-2 小時 / 次	高溫	震動送料車 中週波爐	NA	NA
返材添加	返材添加	1-2 小時 / 次	粉塵	固定式起重機	返材	吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機操作人員
返材添加	加料到熔解爐	1-2 小時 / 次	高溫	震動送料車 中週波爐	NA	NA
成分調整	監測數值	1-2 小時 / 次	高溫	NA	NA	NA
成分調整	破砂比調整	1-2 小時 / 次	高溫	NA	破砂	NA

- 承攬管理：依勞動部歷年重大職業災害統計分析發現，發生重大職災之工作場所具有承攬關係者約佔重大職災總件數 50%。因此，如何有效管理承攬商是降災的重要課題之一 (*3)，因此依據『職業安全衛生法』第 26 及 27 條規定，針對承攬管理需執行「危害告知」及「協議組織」等工作，因此在危害告知的部分，將事前請承攬商填具風險評估資料，並提供擬入廠人員的訓練 / 資格證明及設備清單，並事先與承攬商溝通及確認其風險評估的結果，作為危害告知之證明；在協議組織的部分，則是依『職業安全衛生法施行細則』第 38 條規定辦理安全衛生管理等 10 項內容。
- 新設集塵設備：因舊有之集塵設備氣密性差及氣量不足，會造成金屬燻煙溢散與有機溶劑蓄積，而產生金屬燻煙熱及急慢性中毒等風險，且噴塗設備亦造成大量的油漆滴落，而增加作業成本，因此將其列為 TOSHMS 改善的目標之一，其改善前後的照片，彙整於圖 3 所示。



勤美公司舊有爐區、噴塗作業（有機溶劑）及集塵設備



改善後爐區與噴塗作業集塵設備效果

圖 3 集塵設備改善前後結果（參考例）

- 職安週宣導及教育訓練：勤美公司每年不定期辦理各項職安衛宣導及教育訓練，針對TOSHMS規定之項目，如：風險評估、內部稽核等辦理教育訓練，並將其課程內容錄製成e-learning供其它人員參考，其推行情形如圖4所示。



圖 4 勤美公司 e-learning 課程（永績學院）

7. 風險控管及健康促進：風險控管的基礎在於準確的揭露所有潛在危害，加上領導團隊願意投入資源，針對風險判定基準達中等以上者，勇於面對，並依風險改善策略，如：消除、替代、工程管理、健康管理及個人防護具等依序改善，最後才會有改善的成效。茲以勤美公司推動人因性危害預防為例來說明如何落實風險控管及健康促進，其物料打包作業，經KIM LHC人工物料處理檢核表評估，結果顯示風險值為90 (≥ 50)，風險等級為4，評估結果如表4所示，其改善前後的照片如圖5所示，其公司考量員工長期彎腰而可能產生下背痛的健康風險，因此投入資源購置自動打包機，就是一個風險控管與健康促進改善的例子。

◆ 表 4 物料打包作業的人因工程風險評估結果

項目	時間評級 點數	荷重評級 點數	姿勢評級 點數	工作狀況 評級點數	總評級 點數	風險點數	建議方案
物料打包作業 (改善前)	10	1	8	0	90	4	立即改善
物料打包作業 (改善後)	4	1	2	0	12	2	-



圖 5 物料打包作業改善前後的照片

四、結論

由勤美公司TOSHMS推行前後的職災統計資料得知，其失能傷害頻率（FR）由5.94降至2.06，總計下修65.32%；失能傷害嚴重率（SR）由109降至64，總計下修

41.18%；總合傷害指數（FSI）由0.65下修至0.13，總計下修80%，代表推行TOSHMS有助於企業降低職災發生。

經由TOSHMS鑑別作業場所現場的機會與風險，並確實執行採購管理、承攬管理與變更管理等源頭防護，加強風險揭露控管、教育訓練等軟性措施，另對其人車動線管制、作業環境集塵、人因工程等設備硬體投入，TOSHMS推行3年前後投入改善費用約為三千萬元。

高階主管的支持、授權及危害鑑別與機會風險評估係為推行TOSHMS各項措施的起源，例如：CNS 45001：2018 條文中的8.1.3.1 變更、8.1.4.1 採購及8.1.4.2 承攬或10.2 事故、不符合事項及矯正措施等皆需透過6.1.2 節危害鑑別及風險評估去重新評鑑。

參考文獻

1. 勞動部，因應「國際職業安全衛生管理系統標準」正式出爐，勞動部擬好配套措施，促使產業安全衛生向上提升。<https://www.mol.gov.tw/>
2. 勞動部，職業安全衛生管理系統資訊暨申請平台。<https://osha-performance.osha.gov.tw/>
3. 勞動部，減災新契機—建構承攬商管理平台。<https://www.mol.gov.tw/>



作者簡介



姓名	陳正光
單位	安環科技有限公司
職稱	技師
連絡電話	03-5220396、0989-703-334
技師科別	環境工程、工業安全、職業衛生
專長	防火防爆、非破壞檢測、作業環境監測、固定污染源改善、溫室氣體盤查、節能診斷、產品碳足跡及其它 ISO 輔導

學歷

國立高雄第一科技大學環境安全與衛生工程系碩士畢業

經歷

1. 財團法人台灣產業服務基金會 工業安全組副理
2. 環球國際驗證公司 主任稽核員
3. 環誠顧問有限公司 專案經理

作者簡介



姓名	劉俊廷
單位	勤美股份有限公司 – 職安部
職稱	襄理
連絡電話	03-5591126 #326、0937-837371
專長	作業研究、工作研究、人因工程、職業安全、工業製圖 健康風險評估、空氣汙染防治

學歷

1. 明志科技大學–工業工程與管理研究所碩士
2. 明志科技大學–工業工程與管理系學士

經歷

1. 勤美股份有限公司 職安部襄理、加工部襄理、工務課課長、專案室、IE 高級專員
2. 清惠光電股份有限公司 生管高級專員
3. 源進實業 物料暨採購專員
4. 元利盛精密機械 生管專員



淺談建築業模板支撐作業人員之安全

林錦秀

近年來，中大型工程模板支撐倒塌案例時有所聞，常造成嚴重的財產損害及人員傷亡情形；雖在模板支撐的安全要求上，除本身的支撐強度設計及作業過程依法「營造安全衛生設施標準第 131 條及第 133 條」須進行規劃設計及指揮勞工進行作業；但未能確實掌握施工前模板構材組搭流程規劃，管控材料尺寸、規格及品質，支撐之環境要求及維護等是常見的倒塌潛在原因之一。

以模板的計數而言常見列分基礎、軀體模板兩種，模板種類大致又可分類為普通及系統模板兩款，若以材質區分則有一般常見木材合板及散拼板料、塑膠模板、鋁模、鋼模及塑鋼模等；因應材質不同，組拆的作業方法亦有些微差異性。

模板支撐安全性規範常見於對支撐強度的要求居多，相關安全法規大多談論支撐方法及架構要求；然以工作者的安全觀，建築工程常見的木頭板料組拆，作業過程其實常態性存在許多風險，如墜落、物料倒塌、切割刺傷、感電及骨骼肌肉疲勞傷害；加上模板組立人員需具備相關能力（包含視圖、備料、板料及支撐配置、丈量、鉅截、定模固定等），對於搭模技術要求具有一定程度。國內針對模板作業人員的技術提升予以列入

技術士檢定範圍，目前分類乙級及丙級兩種；但相關工作場所並無制式規範要求從業人員須具備此等資格，因此在相關檢定合格要求上並不普遍。以筆者多年從事營造工程產業觀察所見，業界模板工程發包生態改變許多，因應從業人員年齡趨向老化且技術傳承斷層，多有分包複雜且介面環節與作業要求沒有標準的情形；在安全管理角度而言，因為人員專業技術問題、沒有安全作業程序、分包工作內容定義不完整而衍生部分工作無人力及接續處理、非法移工等，連帶產生更多潛在危害的可能性。



圖 1 板料接縫處理方式不一

就前述之安全議題論之：

- (一) 人員專業技術部分：模板作業人員的技術養成，需要經過不同工程項目，國內相關訓練課程鮮少，且大都採行師徒傳承制居多；雖有模板從業人員設置社群平台做為為人力調度及相關案場模板搭設方案的討論，但對於傳遞工作技能及安全知識仍缺乏系統化方式；近年國內研究機構舉行研討會，展示新模板材料及安裝工法，其有助於採更安全便利的方法來構築模板，惟新模板材料推行不普遍且適用度不高；據此，國內模板工程仍以板料現地鉅截，因地制宜進行各種方式的固定為主。如何丈量、規劃、剪裁板料、排列支撐及固定等，甚至是拆板作業的技術，亦需要訓練，卻少有系統化的教學可以提供新進人員學習，提升從業意願，即便現今模板僱工日薪所得比較其他工作者而言略高，卻依舊無法補足相關人力資源缺口。
- (二) 安全作業程序部分：以建築工程為例，建築工程的模板規劃會因應構造體造型不同，而需要考量板料的裁剪及支撐的配置，工序原則（由下而上）以底面基礎→柱及牆模→梁模→頂模及梯間為主。底層模板位於地面，架設高度有限且鮮少有倒塌等意外；柱及牆模組立上會面臨板料昇層，常見施工者採用鋼管梯進行高處作業且大都獨自作業，墜落風險可見一般；此外牆模排列

方式、外層加固格柵排序間距統整性及板料間縫隙的處置也各式各樣，這不僅影響混凝土灌漿過程其模板承受強度，尚有澆置後的結構成品；梁模組立過程，人員需站立於不穩定的梁底模進行梁側模的固定，除底模支撐可能發生倒塌使作業人員墜落外，工作人員常需彎腰作業，牽涉到人體重心點及骨骼肌肉的不當彎曲姿勢，增加危害發生的可能性，若採用移動式施工架之工作平台提供作業人員穩妥站立點方式，又因作業空間及便利性，甚難實施；頂模支撐不穩固常是發生模板灌漿倒塌事件的主要原因，也是模板支撐強度要求的著力重點，因應頂板高度不同，支撐材料的選擇及配置，混搭的支撐材料（複合式支撐系統）及固定方式，都會影響到頂板澆置作業時之承重能力；但若以觀察作業行為而言，複合式支撐系統由不同工種（施工架工及板模工）進行，各自區分工作範圍，不同材料接合部分固定方式也不盡相同，除了可能造成模板支撐的風險，施工人員在無妥適規劃安全衛生設施（如上下設備、平台走道及開口邊緣防護等）的空間工作，增加風險機會；除挑高空見採用複合式支撐工法外，一般型之建築樓板淨高的頂板支撐，多採用可調鋼管支撐，依「營造安全衛生設施標準第 135 條第一項第四款 雇主以可調鋼管支柱為模板支撐之支柱時，應依下列規定辦理：上端支以梁或軌枕等貫材時，應置鋼製頂板或托架，並將貫材固定其上」；可調鋼管支柱架設時，上端往往僅能採取單釘套入續接管方式，若要達到法規要求，對上端支之貫材與鋼管達到固定效果，至少需將上端版與貫材採至少兩釘對角固定，作業方法上因鋼管支柱排列後空間狹小，施工人員實在難以執行；雖在國內近年相關實驗研究中明確指出：鋼管支柱上下端板固定可以提高承載的能力；但若無其他改良可調鋼管上端版固定之產品，似乎難以落實法規要求。

- (三) 分包部分：由於工作者年齡、技術及人力成本、增加作業人員輪動性及市場價格競爭等因素，模板工程目前大都採層層分包制度，由模板材料擁有者為主，下可細分三至四個協力包（搬移料及清料、主力組模、拆模、去除固定鐵釘等），協力商介面接續過程容易產生額外作業時間差，在此時間差期間其他工種陸續進場，但因模板作業尚未結束，現場所遺留的物料或是廢料，往往會造成作業環境的凌亂及其他工作人員受傷的機會；此外模板作業並非連貫性作業，需併同鋼筋綁紮及機電配管工作同時進行，多層分包的制度亦會造成工程管理的不可控性增加；模板組立及拆除作業綜整而言為同一屬性工作，但層層分包導致各施工人員僅熟悉自身單一的工作內容，無法完善工作的前後環節。



圖 2、3 牆模組立及加固格柵方式不同



圖 4 梁側模組立作業

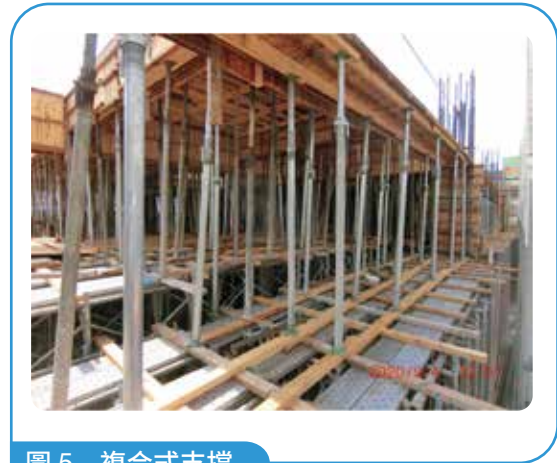


圖 5 複合式支撐

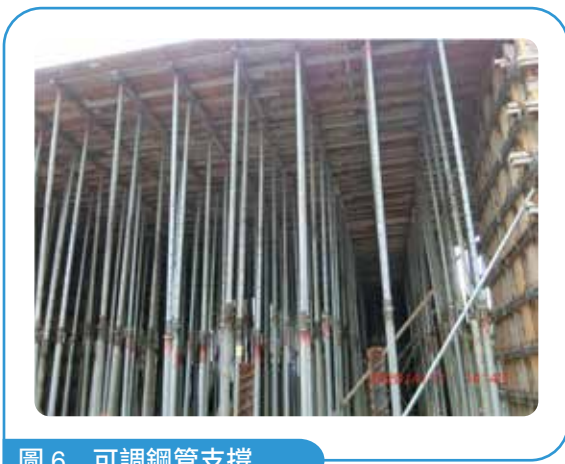


圖 6 可調鋼管支撐



(四) 非法移工部分：國內現階段對於營造業移工的申請規定，分為(1). 勞動部專案核定，且工程主辦機關收取投標單期間或簽訂工程契約在 90 年 5 月 16 日後之重大工程。(2). 符合承建工程主辦機關收取投標單期間或簽訂工程契約在 90 年 5 月 16 日前的重大工程兩種。其個別工程承造金額至少達台幣 5000 萬以上；以模板工程單一工項而言，較難以符合現有申請外籍勞工從業之可能性。不過在許多建築案工作領域當中，尤其以民間工程，仍常見非正式依法聘僱之移工從事模板的作業活動；移工在工作安全及技術上應有的訓練，以及作業的要求等，卻成為被忽略的一環，想當然耳，若作業過程發生意外導致職災事故時，這些灰色地帶的就業人口是否也成為職災事件中的犧牲者。

論營造產業近十年來在官方統計之職災死亡人數的表現，恆常幾佔整體產業職災死亡人數四成以上；工程設計在引進新的設計概念及工法的同時，似乎並未連帶將建造過程從業人員技術的提升或新產品開發利用等，一併躍進；營繕工程產業對於安全的觀念，討論重點多在於「物」，然而職安衛管理的角色卻在於「人」，兩造追求的結果或許皆是零災害事故，但要達此等目的之過程卻不相同；「物」仍需「人」的驅動，「物」的設計安全化前提是為了「人」，但要確保「人」的安全本身，除了在「物」的設計上需考慮到「人」的特性（如本質安全設計、防呆設計、符合人性需求等）外；更重要的是如何建立「人」對於自我管理的自覺性。安全的議題在不同的面向不同的領域同樣重要，何況這本是生存的最根本議題；如何透過專業技術與業界實務結合，創造新的產品及操作模式，敞視之為未來可期的方向。



參考文獻

1. 營造安全衛生設施標準。
2. 全國技術士檢定資訊。
3. 模板技術士技能檢定規範。
4. 施工規範第 03110 章場鑄結構混凝土用模板。
5. 勞動及職業安全衛生研究所 109 年研究計畫「模板支撐之支柱固定方式安全性研究」。
6. 勞動部勞動力發展署「移工作資格及規定」。

作者簡介



姓名	林錦秀
單位	祥智安全工程設計股份有限公司
職稱	負責人
連絡電話	04-2522195、0918477090
技師科別	工業安全技師；職業衛生技師
專長	營建工程、勞工權益、安全衛生管理

學歷

1. 中台科技大學 醫事檢驗科 副學士（1994/9～1999/6）
2. 中山醫學大學公共衛生系 學士（2000/9～2003/6）
3. 中山醫學大學公共衛生系 碩士（2005/9～2009/7）

經歷

1. 台灣省工礦技師公會理事（2023/04 起）
2. 祥智安全工程設計股份有限公司（2019/01～迄今）
3. 專門技術人員高等考試及格（2001 年）
4. 勞保局台中第二區辦事處業務推廣員（2005/3～2010/06）
5. 營造業服務（建築師事務所及甲級營造廠）（2010～2017）
6. 中華民國工業安全衛生協會營造業專案訪視輔導員（2017/08～2022/12）
8. 台中市勞動檢查處輔導員（2020/04～2022/12）



作業環境監測與檢測技術 Q&A

祐大職業安全衛生聯合技師事務所 林文華、精準國際檢測股份有限公司 許仁譚

一、情境：

監測機構：陳先生您好，作業環境監測時間又到了！

事業單位：好的，這麼快又半年了。

以上就是監測機構與事業單位的日常對話。

說明了，作業環境監測於職業安全衛生法中規定是一個例行性的業務。

最早出現作業環境測定用詞始於民國71年發布「勞工作業環境測定實施要點」，至民國81年正式訂定「勞工作業環境測定實施辦法」，經過七次法規修改，再配合103年實施之職業安全衛生法第十二條第三項之使用名詞於民國103修改為「勞工作業環境監測實施辦法」。經查證最早完成申請的測定機構為「輝耀工礦安全衛生技師事務所」於82.05.14完成備查，於103年以前最多同時有35家測定機構成立，經修改為作業環境監測機構後，因勞工作業環境監測實施辦法第14條規定須有專屬之認證實驗室的規定，

截至目前為止有 18 家監測機構完成申請。對應到之前的數量總家數雖有減少，但是從業人員數量是增加的。

二、作業環境監測要做哪些事？

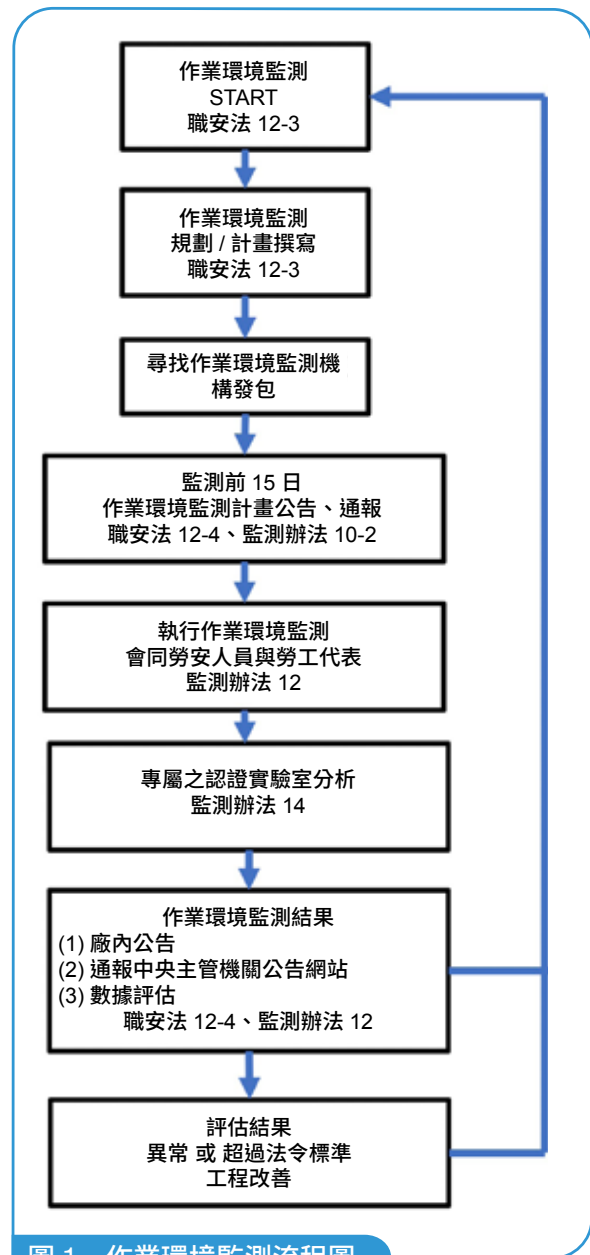
依據勞工作業環境監測實施辦法第二條用詞定義，為掌握勞工作業環境實態與評估勞工暴露狀況，所採取之規劃、採樣、測定及分析之行為稱之。此處所述之規劃、採樣、測定及分析之工作內容定義為：

規劃：於實施作業環境監測前依作業環境監測計畫指引訂定勞工作業環境監測計畫，並依計畫內容實施監測。

採樣：依勞工作業環境監測計畫規劃之監測區域、監測項目及監測數量於勞工作業場所採集空氣中樣品，並將採集之樣品送與專屬實驗室分析（一般稱為化學性因子項目）。

測定：依勞工作業環境監測計畫規劃之監測區域、監測項目及監測數量於勞工作業場所直讀式儀器量測空氣中二氧化碳、噪音與綜合溫度熱指數數值。

分析：將採樣後實驗室儀器分析結果或測定後之數值以統計的方式呈現並與勞工作業場所容許暴露標準值、噪音標準值及高溫作業勞工作息時間標準作比較，評估監測結果是否在可以接收的範圍內。



執行作業環境監測業務除了作業環境監測人員需具有相對應的證照外，專屬之認證實驗室的分析項目數量、分析能力也是評估的重點，於112年3月8日彙整職安屬認可之作業環境機構職業衛生實驗室法定項目涵蓋狀況如下表，發現目前尚無任何一間實驗室認可之項目包含所有作業環境監測實施辦法列管所有項目。

實驗室名稱	精準國際	華友	SGS	上銓	工安協會	嘉藥	兆鼎	典試	中臺	上穩
法定項目認證數量	76	54	76	64	63	68	77	64	52	72
實驗室名稱	優實	長榮	翔太	大同	友喬	柏新	九連	中華檢驗	穩勝興	-
法定項目認證數量	18	41	35	32	52	56	31	35	3	-

分析本作業環境監測機構110年與111年資料得知前十名之監測項目如下，

110 年度		111 年度	
監測項目	比例	監測項目	比例
第四種總粉塵	12.17%	第四種總粉塵	12.18%
第四種可呼吸性粉塵	11.35%	第四種可呼吸性粉塵	11.13%
異丙醇	7.20%	異丙醇	7.09%
硫酸	6.02%	甲苯	5.87%
甲苯	5.69%	硫酸	5.68%
丙酮	4.78%	甲醇	4.74%
甲醇	4.41%	丙酮	4.67%
二甲苯	3.75%	二甲苯	3.66%
丁酮	3.61%	丁酮	3.51%
正己烷	3.39%	正己烷	3.42%

三、作業環境監測數據的運用

職安法第十二條第一項規定，雇主對於中央主管機關定有容許暴露標準之作業場所，應確保勞工之危害暴露低於標準值。作業環境監測結果就是最好的佐證資料，經由歷年的作業環境監測以了解員工於該作業場所的暴露狀況，另作業環境監測結果亦可運用於危害性化學品分級管理、勞工特殊健康檢查與呼吸防護具選擇等相關法規要求事項。

四、檢測技術 Q&A

Q1: 六價鉻、三價鉻... 等元素價數如何判斷？

A1: 價數為元素在解離狀態下得失電子情形，若得一個電子則為-1（電子帶一個負電）；反之失去一個電子則為+1。從元素週期表最上方標示正負價數的資料可知道元素常見所帶之價數，+1、+2、-1 價的元素價數是固定的，其餘元素價數不一定是固定的。先記住幾個常見且價數固定的元素，O（氧）-2 價，H（氫）、Na（鈉）跟 K（鉀）+1 價，F（氟）、Cl（氯）、Br（溴）、I（碘）-1 價。如何計算？請記住原則：化合物為了穩定，所有元素的價數總和應為 0，由下列三個例題來說明。

例題 1: 鉻酸鉀（ K_2CrO_4 ）的鉻是幾價的？

$K_2 = +1 \times 2 = +2$ ， $O_4 = -2 \times 4 = -8$ ， $K_2 + O_4 = +2 + (-8) = -6$ ，因此為了鉻酸鉀（ K_2CrO_4 ）的化合物穩定 Cr 須為 +6 價，因此鉻酸鉀的鉻為 +6 價鉻（六價鉻）。

例題 2: 重鉻酸鉀（ $K_2Cr_2O_7$ ）的鉻是幾價的？

$K_2 = +1 \times 2 = +2$ ， $O_7 = -2 \times 7 = -14$ ， $K_2 + O_7 = +2 + (-14) = -12$ ，因此為了重鉻酸鉀（ $K_2Cr_2O_7$ ）的化合物穩定 Cr 須為 +6 價（ $-12/2 = -6$ ），因此重鉻酸鉀的鉻為 +6 價鉻（六價鉻）。

例題 3: 三氧化二鉻（ Cr_2O_3 ）的鉻是幾價的？

$O_3 = -2 \times 3 = -6$ ，因此為了三氧化二鉻（ Cr_2O_3 ）的化合物穩定 Cr 須為 +3 價（ $-6/2 = -3$ ），因此三氧化二鉻（ Cr_2O_3 ）的鉻為 +3 價鉻（三價鉻）。

PS. 上述為常見原則，但化學的世界裡常有例外，請善用網路搜尋。

Q2: 空氣中有害物容許濃度表中，有些金屬元素有分「非可溶性」、「可溶性」，該如何判斷？

A2: 空氣中有害物容許濃度表中，有分「非可溶性」、「可溶性」兩種的元素有：鎳、銻、鎢、鈾、鉑。以鎳為例，可利用現場作業狀況做簡單判斷。

「可溶性」：作業時將鎳溶於液體（酸性、鹼性或水）中，例如：硫酸鎳（nickel sulfate）、氯化鎳（nickel chloride）。

「非可溶性」：現場作業鎳存在粉末中難溶於水，或與其他金屬元素形成合金、金屬塊做切削等。例如：氧化鎳（nickel oxide）、硫化鎳（nickel sulfide）、次硫化鎳（nickel subsulfide）、金屬鎳（metallic nickel）。

PS. 上述為簡單判斷方式，實際遇到若不確定，請與實驗室聯繫。

上述案例說明，如果作業環境監測機構未於作業環境監測紀錄表中註明現場作業狀況，認證實驗室無法依勞工作業場所容許暴露標準附表一出具正確容許濃度的報告。

作業環境監測工作非職安單位一己之力可以完成，於規劃、執行過程中需有現場單位人員與勞工代表的參予，根據毒化物劑量與健康效應的概念，了解作業環境中有害物的真實濃度，才能了解作業勞工於該作業場所的健康風險，下次當你被指定背帶監測儀器時，請確實依正常的作業型態與方式進行作業，若有異常的作業出現需告知現場負責人與監測機構並記錄，經由正確的採樣分析後的數據，可以獲得現場作業人員的暴露實態，用以作為作業場所環境改善、持續維持或健康風險評估的依據。



作者簡介



姓名	林文華
單位	祐大職業安全衛生聯合技師事務所
職稱	職業衛生技師
連絡電話	03-4930034 #250、0930-909-915
技師科別	職業衛生科
專長	作業環境監測、化學品暴露評估、局部排氣裝置設計專業人員

學歷

嘉南藥理學院 工業安全衛生系

經歷

1. 祐大技術顧問股份有限公司 環境監測部經理
2. 祐大職業安全衛生聯合技師事務所 執業職業衛生技師
3. 台灣省工礦安全衛生技師公會 理事長
4. 台北市工礦安全衛生技師公會 理事
5. 中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會 理事、監事
6. 勞動部職業安全衛生署勞工健康服務專家

作者簡介



姓名	許仁譚
單位	精準國際檢測股份有限公司
職稱	主任
連絡電話	0921343109
專長	作業環境監測、化學品暴露評估管理、ISO 實驗室認證、生物偵測、分析化學、毒理學

學歷

1. 國立成功大學 環境醫學研究所 博士
2. 高雄醫學大學 職業安全衛生研究所 碩士
3. 嘉南藥理大學 職業安全衛生系 學士

經歷

1. 精準國際檢測股份有限公司 實驗室主任
2. 弘光科技大學 環境與安全衛生工程系 兼任助理教授
3. 國立成功大學 博士後研究員
4. 全國認證基金會 評審員
5. 台灣省工商安全衛生協會 職業訓練中心 兼任講師
6. 嘉南藥理大學 職業安全衛生系 兼任講師
7. 嘉南藥理大學 分析檢測中心 報告簽署人、品管員、分析員



淺談移動式起重機自動檢查

輝耀職業安全衛生聯合技師事務所 黃慶耀、黃獻平

摘要

過去移動式起重機重大職災事件，以未落實移動式起重機安全管理（含自動檢查、管理計畫、教育訓練等）為事故發生之主要原因。而移動式起重機一般業者規模較小，其人力及資源較有限，故不易推動與落實移動式起重機安全管理及自動檢查。另鑑於近年國內移動式起重機亦發生多起因結構老舊而肇災之事故，故勞動部職業安全衛生署已訂定「移動式起重機自動檢查管理參考指引」，及製作移動式起重機自動檢查實務影片，協助相關從業人員落實自動檢查工作。本文旨經由蒐集相關文獻，進而彙整移動式起重機自動檢查基本作法，以作為利害相關者辦理相關工作之參考。

一、前言

依據「職業安全衛生法 第 16 條（修正日期：民國 108 年 5 月 15 日）」：雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用。其中適用之危險性機械包含吊升荷重在三公噸以上

之固定式起重機、移動式起重機或人字臂起重桿等；適用之危險性設備包含一定容量之鍋爐、壓力容器或高壓氣體特定設備等。

由於危險性設備常見於「勞動檢查法 第 26 條（修正日期：民國 109 年 6 月 10 日）」所指之危險性工作場所範疇內（例如：傳熱面積在五百平方公尺以上之蒸汽鍋爐），故許多有執行丙類危險性工作場所相關業務之本會執業技師（工業安全或職業衛生技師）亦相當熟悉。不過相較於危險性設備，危險性機械中之移動式起重機（本文不侷限於吊升荷重三公噸以上），具備機動性強、種類型式多等特性，故可配合各類工作場所需要廣泛使用；但因其經常於各種吊掛作業過程中承受不同型態之負荷（例如：吊升貨物後之水平、迴轉或起伏之動作），若操作不當或機械本身安全性不佳，極有可能造成意外事故。

因此，對於移動式起重機安全管理，除經由控管機械及人員基本要求之「一機三證（移動式起重機檢查合格證、操作人員合格證及吊掛人員合格證）」外，近年勞動部職業安全衛生署亦訂定「移動式起重機自動檢查管理參考指引」（勞動部職業安全衛生署，2022a），及拍攝製作移動式起重機自動檢查實務影片（勞動部職業安全衛生署，2022b），以利協助相關從業人員落實自動檢查工作。本文擬經由彙整主管機關指引、宣導資源及相關文獻，淺談移動式起重機自動檢查，以作為相關人員執行工作之參考方向。

二、一般自動檢查參考作法：

依據「職業安全衛生管理辦法 第 20 條及第 53 條（修正日期：民國 111 年 1 月 5 日）」，對於移動式起重機應定期實施檢查項目彙整如表 1，其檢查頻率包含每日作業前、每月及每年。

◆ 表 1 移動式起重機自動檢查項目

檢查頻率	檢查項目	依據法規
每日作業前	過捲預防裝置、過負荷警報裝置、制動器、離合器、控制裝置及其他警報裝置之性能實施檢點。	職業安全衛生管理辦法 第 53 條
每月	一、過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異常。 二、鋼索及吊鏈有無損傷。 三、吊鉤、抓斗等吊具有無損傷。 四、配線、集電裝置、配電盤、開關及控制裝置有無異常。	職業安全衛生管理辦法 第 20 條
每年	一、伸臂、迴轉裝置（含螺栓、螺帽等）、外伸撐座、動力傳導裝置及其他結構項目有無損傷。 二、過捲預防裝置、警報裝置、制動器、離合器及其他安全裝置有無異常。 三、鋼索、吊鏈及吊具有無損傷。 四、配線、集電裝置、配電盤、開關及其他機械電氣項目有無異常。	職業安全衛生管理辦法 第 20 條

勞動部職業安全衛生署於民國 111 年 4 月 14 日訂定發布「移動式起重機自動檢查管理參考指引」(勞動部職業安全衛生署, 2022a), 其涵蓋移動式起重機之結構、機械、電氣部分、安全裝置、鋼索及吊鍊、性能檢查、荷重試驗及其他等不同檢查面向及項目。此外, 勞動部職業安全衛生署為使相關人員瞭解移動式起重機自動檢查需注意要項, 故特拍攝移動式起重機自動檢查實務影片, 以供相關單位及人員依循辦理, 影片置於勞動部職業安全衛生署 YouTube 頻道, 連結網址: <https://youtu.be/ISuwOgldpOc> (勞動部職業安全衛生署, 2022b)。本文從前述移動式起重機自動檢查管理參考指引及實務影片中, 摘錄並彙整執行自動檢查注意事項於表 2, 包含事前準備及移動式起重機「結構、機械電氣、安全裝置與鋼索及吊鍊」之自動檢查參考重點。

◆ 表 2 執行移動式起重機自動檢查方法及注意事項

項目	執行方法
自動檢查事前準備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 一般先以目視檢查整體外觀是否清潔完整。 ✓ 必要時得輔以游標卡尺、捲尺、直角規、檢查錘、手電筒等輔助工具。 ✓ 置備移動式起重機自動檢查表。
移動式起重機「結構」之自動檢查參考重點	伸臂： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 確認是否有裂痕、變形，伸縮鋼索是否腐蝕、磨耗、變形。 ✓ 特別注意伸臂接合部、焊接處、補強板及起伏油壓缸固定軸等。
	旋迴立柱： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 確認是否有裂痕，特別注意絞盤減速機補強板附近、旋迴立柱補強肋、伸臂立柱結合插銷處等位置。 ✓ 檢查旋迴立柱是否有裂痕。要特別注意，絞盤減速機補強板附近、旋迴立柱補強肋等位置。
	旋迴下台檢查： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 檢查旋迴下台是否有裂痕，基座螺栓是否固定良好，特別注意旋迴下台八卦座、外伸撐座箱樑等位置。 ✓ 檢查旋轉滾珠軸承螺栓，是否使用正確規格的螺栓，螺栓是否良好無鬆脫，可利用油漆筆作記號，方便判定。 ✓ 於無負荷狀態進行伸臂旋轉，確認有無異常聲響。
	外伸撐座： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 確認是否有裂痕、變形，主要檢測部位為撐樑、支柱腳與補強板及外伸撐座座板等。 ✓ 檢測外伸撐座作動是否順暢。
	捲揚機構、旋轉機構 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 檢查捲揚機構及旋迴機構動作是否圓滑、平順，無異常音響。

項目	執行方法
	起伏及伸縮機構 ✓ 檢查起伏及伸縮機構動作是否圓滑、平順，無異常音響。 ✓ 利用荷重吊舉遮斷動力動作是否漏油。
移動式起重機 「機械電氣」 之自動檢查參 考重點	機械、電氣： ✓ 檢測電氣開關之動作狀態。
	無負荷試驗： ✓ 檢查捲揚機構及旋迴機構動作是否圓滑、平順，無異常音響。 ✓ 檢查起伏及伸縮機構動作是否圓滑、平順，無異常音響。 ✓ 檢測操縱裝置之動作狀態。 ✓ 檢測吊升過捲預防或警報裝置 2 至 3 次功能狀態。
	荷重試驗： ✓ 檢測捲揚及旋轉制動功能是否正常。 ✓ 檢測過負荷預防功能是否正常。 ✓ 利用荷重吊舉時遮斷動力的動作，來檢查伸臂油壓缸、起伏油壓缸、外伸撐座油壓缸是否有無漏油回縮的狀況。
移動式起重機 「安全裝置」 之自動檢查參 考重點	過捲預防裝置、警報裝置： ✓ 檢測吊升、起伏及伸縮裝置之過捲預防或警報裝置 2 至 3 次功能狀態。
	制動器： ✓ 負荷下檢測捲揚及旋轉制動功能是否正常。
移動式起重機 「鋼索及吊鍊」 之自動檢查參 考重點	鋼索： ✓ 檢查鋼索是否磨耗、扭結、變形、斷絲或腐蝕。 ✓ 鋼索固定方式是否正確。
	吊鉤組： ✓ 檢查是否磨耗、變形、防滑舌片功能是否正常。 ✓ 槽輪是否破損、是否運轉圓滑，鍵板是否鬆脫。 ✓ 吊鉤不得任意改造之情形。

資料來源：彙整自勞動部職業安全衛生署（2022a）、勞動部職業安全衛生署（2022b）

三、進階自動檢查參考作法

移動式起重機之自動檢查，一般會先經由目視檢查方式執行，判斷外觀上是否有明顯之裂痕或磨耗。然而肉眼可能無法發現非明顯或較細微之損壞，故需使用其他更進階之非破壞檢查檢測方法來評估，包含液滲檢測（染色探傷）法（Liquid penetrant testing, PT）、放射線檢測法（Radiography, RT）、超音波檢測法（Ultrasonic testing, UT）、磁粒檢測法（Magnetic particles inspection, MT）等，其中液滲檢測（染色探傷）法及磁粒

檢測法皆為移動式起重機實施自動檢查經常使用之進階非破壞檢查檢測方法。液滲檢測係利用顏色鮮明而表面張力低之液體顏料噴塗於待測工件表面，若表面有裂縫時，毛細現象會將顏料吸入微細之裂隙中，待滲透完成後，再將工件表面清除乾淨並噴塗一層顯像劑觀察，對於銲道表面缺陷（特別是裂縫），顯像效果非常顯著；磁粒檢測係經由將工件磁化，將微小之磁粒均勻噴灑於工件表面，利用磁力線碰到幾何不連續性時所出現之磁漏現象加以判定，因於磁漏位置之磁粒會出現聚集之情形，故可找出工件表面較細微之損壞（沈育霖、單秋成，2018）。

因此，針對進階自動檢查作法，勞動部職業安全衛生署訂定發布「移動式起重機自動檢查管理參考指引」所提到之關鍵項目檢查，即係建議針對移動式起重機重要組件，於其設計堪用期間，除目視檢查外，另應使用適當之檢查方法（如整體拆解檢查、染色探傷等非破壞性檢測方法）確認機械完整性另勞動部職業安全衛生署，2022a），詳如表3所示。

◆ 表 3 移動式起重機之關鍵項目及檢查方式

關鍵項目	建議檢查頻率及方法
伸臂	製造日期 10 年起，對受力焊接部實施；其後每 2 年，應實施一次（除目視檢查外）非破壞性檢測（如液滲檢測法、磁粒檢測法等）檢測其正常性。
上部旋轉體	製造日期 10 年起，對受力接合部如托架（硬桿）實施；其後每 2 年，應實施一次（除目視檢查外）非破壞性檢測（如液滲檢測法、磁粒檢測法法等）檢測其正常性。
旋迴下台	拆解檢查一般建議實施頻率： ✓ 全吊式起重機：吊升荷重 80 噸以下，自製造日期 10 年起，應定期實施整體拆解檢查一次，並拍照、紀錄相關資料備查；其後每 5 年檢查一次。吊升荷重 80 噸以上，自製造日期 15 年起，應定期實施整體拆解檢查一次，其後每 5 年檢查一次。 ✓ 積載型起重機：自製造日期 5 年起，應定期實施整體拆解檢查一次，其後每 3 年檢查一次。
吊鉤、吊具	吊鉤、吊具自出廠起，各吊鉤規格尺寸不得隨意變更（若更新需報備），此外： ✓ 開口標距不得超過原標示尺寸 5%。 ✓ 與吊具接觸部分磨損量不得超過原尺寸之 5%。
鋼索	履帶式起重機： ✓ 建議「固定支持鋼索」至少每 7 年應更新。 ✓ 建議「起伏鋼索」至少每 4 年應更新。 全吊式起重機： ✓ 建議「伸縮鋼索」至少每 7 年應更新。

資料來源：摘錄自勞動部職業安全衛生署（2022a）

關於移動式起重機之旋轉盤（旋轉盤）自動檢查，亦為主管機關近年相關政策及推動工作重點。勞動部於2018年所發布新聞稿（勞動部，2018），亦有提醒相關業者平時應確實辦理旋轉盤等重要組件之自動檢查，以掌握機械安全。勞動部勞動及職業安全衛生研究所之研究成果（沈育霖、單秋成，2018）提出造成移動式起重機旋轉盤斷裂之主要原因包含：一、旋轉盤內組件磨耗，二、固定旋轉盤之螺栓或鐸道等因疲勞破壞而失效，三、旋轉盤內軸承傳遞力量之相關組件有裂縫萌生並成長等，並提供「螺栓鎖緊扭矩檢測法」及「傾斜位移量測法」兩種檢測方法，螺栓鎖緊扭矩檢測法係對固定旋轉盤螺栓之鎖緊扭矩進行檢測；傾斜位移量測法則建議對於新製造之起重機（往後建議每年定期檢查）實施量測，掌握其旋轉盤受彎矩下之傾斜位移，兩種方法皆具有易實施且有效之檢測技術特性。摘錄前述兩種檢測方法之實施重點於表4說明。

◆ 表 4 移動式起重機之旋轉盤安全檢查建議作法

檢查方法	實施重點
螺栓鎖緊扭矩檢測法	拆解檢查一般建議實施頻率： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 若發現有 10% 以上螺栓鎖緊扭矩有鬆脫現象，則重予鎖緊後隔 200 工作小時（或 3 周）應予複檢。 ✓ 若發現一根或更多之螺栓鎖緊扭矩減少至額定 80% 以下，則此根螺栓及其左右兩根螺栓應予換新。 ✓ 若發現 20% 以上之螺栓鎖緊扭矩減少至額定 80% 以下，或發現有螺栓斷裂或出現裂縫的情形，則全部螺栓應予換新。 ✓ 使用滿 12000 工作小時（或 3 年），全部螺栓應予換新。
鋼索	檢測時： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 於量測位置上標註標號，例如欲量測 8 個點，則旋轉盤固定環或其連結結構上每隔 45 度標上數字 1 到 8。 ✓ 將針盤式量錶之固定座固定到旋轉盤固定環或其連結結構。 ✓ 吊掛一固定重量，吊臂之起伏角也選定一個方便角度，目的係對旋轉盤施加一個彎矩，此彎矩以不超過起重機額定彎矩 25% 為原則。 ✓ 在其他各量測點，重覆上項操作，以完成所有量測點之位移紀錄。 ✓ 上述量測應於起重機全新未使用前先進行一次，其後每年定期深度檢查再以相同之施力，於標註點進行相同量測，並與之前紀錄比較。 ✓ 當位移量有顯著增加，或位移量達到原製造商建議上限，則應作進一步深入檢查。

資料來源：彙整自沈育霖與單秋成（2018）

不過對於旋轉盤沒有完整之傾斜位移量測、螺栓檢查及使用情形等相關紀錄之移動式起重機，則建議優先拆解旋轉盤進行全面性檢查（沈育霖、單秋成，2018）。另針對較老舊之移動式起重機，建議其旋轉盤螺栓應定期更換，除應委由專業維護保養廠商協助辦理外，另應紀錄並留存更換過程之「前、中、後」現場照片，並依據螺栓更換設備（如扭力扳手）相關參數之佐證資料辦理，例如：原廠相關參數手冊或相關研究報告等，以及旋轉盤螺栓更換應符合原螺栓（同等以上）等級材料之材質證明，以避免螺栓材料劣化累積而造成旋轉盤斷裂。

四、結語

經由民國96年至105年之移動式起重機重大職災事件資料分析，其中未實施安全衛生管理計畫佔總災害件數之60%，未實施自動檢查共佔總災害件數之57%，且未建立及實施安全衛生教育訓練亦佔整體件數48%（曹常成、單秋成，2018）。因此，未落實移動式起重機安全管理（含自動檢查、管理計畫、教育訓練等）為發生事故的主要原因之一。由於移動式起重機相關工作主要以勞力為主，近年亦面臨大環境就業人員短缺之困境，且我國移動式起重機一般業者多為小規模公司，人力及資源亦相當有限，有時辦理相關工作亦有心無力。但鑑於近年國內移動式起重機發生多起因結構老舊而肇災之事故，故仍迫切需要產官學研各界合作一同努力加以改善。針對此一議題，本會主要執業技師科別（工業安全或職業衛生）應亦可運用本身專業及技術，輔導與協助移動式起重機相關從業人員提升對於危險性機械正確之安全認知，並運用工程控制、行政管理及個人防護裝備等不同面向落實移動式起重機安全管理，共同建構一更加安全之工作環境。



參考文獻

1. 沈育霖與單秋成 (2018)，移動式起重機旋轉盤檢查技術研究，勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託之計畫成果報告 (計畫編號：ILOSH106-S305)。
2. 曹常成與單秋成 (2018)，移動式起重機重大職災統計分析與檢查規範探討，勞動部勞動及職業安全衛生研究所委託之計畫成果報告 (計畫編號：ILOSH106-S502)。
3. 勞動部 (2018)，移動式起重機業者應加強旋轉盤之自主檢查 [新聞公告]，2023 年 3 月 24 日取自 <https://www.mol.gov.tw/1607/1632/1640/44257/>。
4. 勞動部職業安全衛生署 (2022a)，移動式起重機自動檢查管理參考指引，勞動部職業安全衛生署於民國 111 年 4 月 14 日勞職安 3 字第 1111017029 號函訂定發布。
5. 勞動部職業安全衛生署 (2022b)，移動式起重機自動檢查實務影片 [勞動部職業安全衛生署 YouTube 頻道]，2023 年 3 月 24 日取自 <https://youtu.be/lSuwOgldpOc>。
6. 勞動檢查法 (2020)，法規類別：勞動部 - 勞動檢查目，法規修正日期：民國 109 年 6 月 10 日。
7. 職業安全衛生法 (2019)，法規類別：勞動部 - 職業安全衛生目，法規修正日期：民國 108 年 5 月 15 日。
8. 職業安全衛生管理辦法 (2022)，法規類別：勞動部 - 職業安全衛生目，法規修正日期：民國 111 年 1 月 5 日。

作者簡介



姓名	黃慶耀
單位	輝耀職業安全衛生聯合技師事務所
職稱	執業技師
連絡電話	02-2331-2487、0939-919470
技師科別	工業安全技師、職業衛生技師
專長	職業安全衛生、生命週期評估、溫室氣體管理、企業永續報告

學歷

臺北科技大學 工程科技研究所 (環境工程與管理組) 博士

經歷 (含曾任)

1. 中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會 理事
2. 臺灣省工礦安全衛生技師公會 常務監事、理事
3. 臺北市工礦安全衛生技師公會 理事
4. 臺北科技大學 永續創新與評估中心 中心成員
5. 臺北科技大學 環境工程與管理研究所 博士後研究員
6. 台灣松下電器股份有限公司 安全衛生管理師
7. 新北市政府勞工局 安全衛生輔導志工
8. 中華科技大學、東南科技大學 兼任講師



危險性工作場所申請資料之著作權討論

Discussion on Copyright of Application Materials for Hazardous Workplaces

大穎顧問有限公司技師 林燈樹
lin.tengshu@gmail.com

一、前言

我國「勞動檢查法」及「勞動檢查法施行細則」規範甲、乙、丙、丁四類危險性工作場所須經審查或審查及檢查合格方可作業。主管機關並據此訂定「危險性工作場所審查及檢查辦法」以供事業單位對申請審查、檢查所需內容，以及甲、乙、丙類危險性工作場所後續定期重評、製程修改重新評估之規定有所遵循。也由於此重新評估之規定，以致常見事業單位要求承辦技師提供申請資料，甚至主張資料諸多來自於事業單位，據此聲明資料為其所有。尤有甚者，所取得資料後續不僅用於自身重評所需，更提供其他單位或工程公司使用。本文目的在於對此狀況，依據我國「著作權法」相關規定探討危險性工作場所申請資料，於「著作權法」所受之保護進行討論。

二、著作權創作概述

著作權（亦稱著作財產權）是指作者或著作權人對其所創作的文學、藝術和科學作品，於法令上享有的專有權利。這些作品可以包括文學作品、音樂、戲劇、電影、電

視節目、電腦軟體等等。而其所享有之權利範圍相當廣泛，包括複製權、發行權、展覽權、表演權、放映權、廣播權、資訊網路傳播權等等。這些權利法有明定是由著作權人所享有的，著作權人自己可以自由決定如何運用這些權利，以及是否將這些權利授權給其他人。

著作權係為鼓勵普羅大眾進行創作，因此政府對其創作結果給予一定保護，以免使其權益受損。當然所完成之作品必須具有一定的創作性才能被保護。其中所謂著作權創作包括以下幾個方面：

1. 創意的形成：創意是指作者在腦海中想出一個新的概念、主題、形式等。創意的形成是著作權創作的第一步，是作品能否得到保護的前提。
2. 創作過程：創作過程是指作者根據自己的創意和靈感，以一定的形式將其表現出來的過程。創作過程可能包括寫作、作曲、繪畫、攝影、程式設計等各種方式。
3. 原創性的體現：原創性是指作品具有足夠的新穎性和獨特性，與已有的作品有所區別，不是抄襲或模仿。

三、引用事業單位資料是否屬於創作

在我國「著作權法」針對此情況有二相關條文規定：

第3條：本法用詞，定義如下：

十一、改作：指以翻譯、編曲、改寫、拍攝影片或其他方法就原著作另為創作。

2. 第6條：就原著作改作之創作為衍生著作，以獨立之著作保護之。衍生著作之保護，對原著作之著作權不生影響。

上述所謂著作權改作，是指將已經發表的著作，以修改、刪減、增加等方式進行修改後形成新的作品。新的作品應當與原作具有相當的區別。就以上相關條文之規定，事業單位相關資料等原著作，於事業單位同意下提供技師另為創作之後即屬於「改作」行為，亦稱為「衍生著作」，「衍生著作」對原著作（即事業單位之提供資料）之著作權不生影響，但因為屬於「衍生著作」，所以亦受到「著作權法」之保護。

不過，在進行著作權改作時，改作者（技師）還是需要注意以下幾點：

1. 原作品（如事業單位所提供之規章、程序書等）即使在提供之後，其原有合法之著作權仍不受影響。

2. 技師所完成之著作（即危險性工作場所申請資料），必須取得原創者（如事業單位）之同意。
3. 技師所完成之著作（即危險性工作場所申請資料）必須與原作有足夠的區別。修改後的作品應當體現出改作者（技師）的獨創性，此獨創性包含內容之修改、呈現方式之變動等等。

因此，依據著作權法第6條規定，事業單位所提供資料，其原著作權仍屬該公司所有。而如果事業單位同意將其所屬資料提供給技師，並運用於危險性工作場所申請資料，則技師對所提供資料進行重新編排、改作等，所完成之危險性工作場所申請資料內容即屬於「著作權法」第3條所稱之「改作」，並享有著作權之保護。而在製作危險性工作場所申請資料過程中，技師因應申請所需及事業單位特性所自行編寫的其他內容，更是享有「著作權法」所稱「著作」之著作權。

四、著作權產生的時間點

著作完成後，創作者就自動擁有該作品的著作權，而不需要進行任何形式的登記或註冊。這是根據國際著作權法和大多數國家的著作權法有所規定的。以我國為例，在「著作權法」即有規定如下：

第10條：著作人於著作完成時享有著作權。

亦即，只要技師「改作」或「著作」完成危險性工作場所申請資料，此資料即受到著作權法保障，無須再進行任何登錄或聲明行為。其他人或單位在未經著作權人（技師）授權或同意下，不可進行此申請資料之複製、發行、展示、或網路傳播等侵犯著作權的行為。不過，這情況也是有所例外。如果技師是在雇傭關係下創作出作品（例如受聘於某些公司或事務所，擔任其中之工作人員），那麼受聘技師於工作時間之產出，除非雇傭雙方另有規定，否則其著作權即屬於雇主，畢竟雇主是付錢的一方。

五、著作權之讓與

除事業單位會主張技師所完成之著作（即危險性工作場所申請資料）歸其所有，甚至有些知名工程公司於訂定合約時，往往有一些概括性條文對技師所完成申請資料進行要求。例如合約條文中要求：

「立書人確認，除契約另有規定，甲方交付或執行本案所生之資訊均屬甲方所有。一經甲方要求，乙方應立即將所完成有關之文件、儲存媒體返還甲方，……」。

由於合約條文厚厚一疊，乙方（即技師）即使細讀有時也不容易發現。而如果甲方有故意之想法，可能會在工作完成後，據以要求乙方（即技師）提供電子檔案，而使技師苦不堪言。但是是否合約單方面列出條文，技師即無計可施？事實上此點是有爭議的，因為在「著作權法」針對此狀況即有規定：

第36條：…著作財產權讓與之範圍依當事人之約定；其約定不明之部分，推定為未讓與。

條文中所指著作財產權的「讓與」，通常是指作者或著作權人將其對於某個作品的著作權全部或部分讓渡給他人的行為。這種「讓與」可以是通過書面合同或其他方式來達成的，但其中必須約定了「讓與」的條件、「讓與」的範圍、權利的轉移時間等具體內容。因此，工程公司或事業單位要求著作權的「讓與」時，需要遵守國家和地區的相關法律規定。在一些國家，例如美國，著作權的讓與必須通過書面合同進行，並且必須滿足一定的法律要求，例如合同必須明確說明「讓與」的範圍和時間，同時也需要保護作者或著作權人的利益。而且在著作權的「讓與」過程中，也需要約定是轉移著作權的全部或部分權利，甚至著作權的「讓與」，也可以是暫時的或永久的，這取決於雙方之間的約定。

只是，走到法律途徑通常是耗費人力時間的。因此平時簽訂合約甚至進行報價時多予注意才是正道。在報價條款上能明確告知所負責為危險性作場所之申請取得，所完成著作之提供不在合約範圍，或是提供僅限於該製程之重新評估等。而在簽署合約之前，也需要仔細閱讀合約條款，並確保自己不知於落入合約陷阱中。如果不瞭解合約的具體要求概念，可以考慮尋求專業律師的幫助，或至少對合約原提供單位進行詢問，並將詢問之確認結果加以保留以保護自身權益，這是相當重要的。

六、著作權之侵犯

雖然法有明訂，但由於技師所完成之著作（即危險性工作場所申請資料），其資料來源主要為事業單位的職業安全衛生或製程安全管理資料，加之目前工安資料網路四處可見，以致諸多事業單位人員甚至工安人員對於著作財產權觀念仍屬薄弱。甚至有意或無意間，不只將危險性工作場所申請資料運用於其他用途，更有提供其他第三者作更多超出原危險性工作場所申請之用途。這種未經同意而任意應用之行為，在「著作權法」中規範如下：

第87條：有下列情形之一者，除本法另有規定外，視為侵害著作權或製版權：

二、明知為侵害製版權之物而散佈或意圖散佈而公開陳列或持有者。

這所謂「侵害製版權之物」指的是未經版權人授權，而製作、複製、出售、出租、傳播等侵害版權人權益的物品。這些行為由於會對版權人的合法權益造成損害，也會對整個社會的智慧財產權保護環境造成不良影響，因此禁止自是不在話下。此一行為不論是故意或過失，都是在禁止之列。

對於著作權之侵犯行為，在「著作權法」中規範如下：

第88條：因故意或過失不法侵害他人之著作財產權或製版權者，負損害賠償責任。

這其中所講的「故意」，是指行為人對於自己的犯罪所造成的違法性與危害性有認知，但是卻有意使違法結果發生。或是行為人對於結果發生並不會感到意外的內心意思。相對於「故意」則是「過失」，在刑法中第14條中有說明：

1. 行為人雖非故意，但按其情節應注意，並能注意，而不注意者，為過失。
2. 行為人對於構成犯罪之事實，雖預見其能發生而確信其不發生者，以過失論。

前述第1款所指的是行為人對於構成犯罪事實，主觀心態上完全缺乏認識或意圖，依法而言負亦有注意之義務而且也有注意之能力，但卻由於本身注意上之懈怠，以致最後導致版權人權益受到侵害。至於第2款則是指行為人雖然有認知他的行為會有導致犯罪事實發生的可能性，但卻由於過度自信而疏於防範，以致於最後導致犯罪事實發生。

在著作權方面的「故意」侵犯，可能的行為例如侵犯者明知危險性工作場所申請資料為版權人（即技師）所有，或已由技師以書面或口頭方式告知此資料之著作權，但仍刻意運用於其他地方或提供給其他第三者等行為。而「過失」侵犯，可能的行為則例如將上述資料放置於事業單位電腦系統之公用資料夾卻全然未加以密碼管制等，導致資料可以由其他人任意複製甚至散播，以致產生違反「著作權法」之行為。這些不論是「故意」或是「過失」侵犯，基本上都是違反「著作權」規定之行為。

七、著作權被侵犯時之處份

為了保護自己的著作權，著作權人應該盡可能採取必要的措施，例如在報價或合約上增列著作權相關條款，或是在提供危險性工作場所申請資料時，註明版權聲明甚至指定著作權之使用範圍（如僅限該製程之重新評估等），如此才能維護自身的著作權。而如果發現有著作權受到侵犯之行為，則依據「著作權法」技師有權執行維護自身權益之措施，規定如下：

第88-1條：依第84條或前條第一項請求時，對於侵害行為作成之物或主要供侵害所用之物，得請求銷燬或為其他必要之處置。

在法律上，“侵害行為作成之物”，指的是在侵害他人合法權益的過程中，侵犯者所使用、製造、出現的物品或物質。這些物品或物質可能是直接導致侵害行為的工具、材料或產品，也可能是與侵害行為有直接或間接關聯的其他物品或物質。

例如，技師雖有提供電子檔案並限制使用時機與範圍，但違法者逕行予以超出指定範圍之用途，以致侵犯技師之著作權。此時所完成之危險性工作場所資料就是供侵害所用之物，甚至為實施盜版製造行為，所提供用以盜版複製的設備和材料（如電腦等）就是供侵害所用之物。技師甚至可依此規定，對於其所完成之資料（如其他製程之危險性工作場所申請資料）要求銷毀或請求檢查機構不予受理，甚至危險性工作場所核可之廢止亦是可能。

而「著作權法」對於侵犯者更有不同之民、刑事不同之刑罰要求，相關規定如下：

第91條：擅自以重製之方法侵害他人之著作財產權者，處三年以下有期徒刑、拘役，或科或併科新臺幣七十五萬元以下罰金。

第91-1條：明知係侵害著作財產權之重製物而散佈或意圖散佈而公開陳列或持有者，處三年以下有期徒刑，得併科新臺幣七萬元以上七十五萬元以下罰金。

第92條：擅自以..、改作、編輯..之方法侵害他人之著作財產權者，處三年以下有期徒刑、拘役，或科或併科新臺幣七十五萬元以下罰金。

這所謂的「重製」是指根據原有的作品製作出一份新的作品。例如印刷、複印、錄音、錄影、數位化複製等。重製不僅包括完全複製，也包括部分複製或修改後的複製。例如，將一份資料的部分內容複製到另一份資料中，或對某首歌曲進行重新編排或混音等，以致新的作品可能與原作品，具有某種程度相似的特徵和內容。但是由於「著作權法」中重製屬於著作權的獨佔權之一，只有著作權人才有權對其進行重製。其他人員（如事業單位）必須事先獲得著作權人的許可或授權。否則，重製行為將被視為侵犯著作權人的權益，並可能會面臨法律責任。

八、結語

由於政府對於職業安全衛生之重視，加上社會上許多熱心安全衛生公益人士的不吝分享，因此諸多安全衛生相關題材資料四處可見，提供了眾多對安全衛生想要進一步了解之人員甚至事業單位有所參考。間接的，也導致少數人對安全衛生資料的著作權視若無睹。但畢竟每一份創作資料都是著作權人嘔心瀝血之作，雖然提供讓大眾了解，但除非有拋棄著作權之聲明，否則任何一份資料都是享有著作權保障的，更不用說技師所完成危險性工作場所申請資料。事業單位雖對危險性工作場所申請有付費給予技師，但付費目的通常只侷限於危險性工作場所核可之取得。除非有特別聲明或合約中明確指定，否則並未擁有危險性工作場所申請資料的著作權。不只無權擁有，甚至更不能應用於其他著作權規定或是雙方約定以外之用途。因此，事業單位對於這些資料須注意並尊重智慧財產權之規定，即使因應合約規定而被授權可運用該所資料，仍須尊重授權之範圍與用途，避免肆意複製或運用於其他用途，甚至提供其他第三者而違反著作權，屆時不只違反「著作權」，所完成之資料甚至所取得之危險性工作場所核可更有可能無效，最後導致得不償失，不可不慎乎。

作者簡介



姓名	林燈樹
單位	大穎顧問有限公司
職稱	技師
連絡電話	(07)799-3030、0936-283335
技師科別	工業安全、職業衛生
專長	製程安全評估、製程安全管理

學歷

1. 高雄第一科技大學環安系碩士
2. 工業安全技師高考及格
3. 職業衛生技師高考及格
4. API-580(RBI) certified inspector
5. US A&M Fire School Fire Fighter Training
6. US A&M Fire School Commander Training
7. BP Incident Investigation Training
8. ISO 45001 主任稽核員

經歷

1. 執業工業安全／職業衛生技師
2. 中美和公司工安經理退休
3. 全國技能檢定命題／考評委員（工安管理類）
4. 執行HAZOP/LOPA討論超過100場次



機械危害風險評估

竣隆職業安全衛生技師事務所 鄭世岳

前言

風險評估是為了確保安全性所做的一項最基本的作業程序。在化工、電氣、醫療、金融等各行業領域裡都有實施，尤其在機械領域，更是廣泛被用於工作機械、產業機械、建設機械等各領域，這是一個評估安全性的手段。「安全」，英文叫做「**safety**」，回歸至語源的意思是指「安全」就是「不用擔心」的意思。以生活常識來說是指「不用擔心會受到危害」的意思，對於機械安全則應該解釋成「機械可以使用，不用擔心會受到危害」，但「不用擔心」並不表示是絕對安全。我們的日常生活裡，或多或少都生活在潛藏危害的不確定因素當中，所謂「安全」是指極少可能會發生危險或傷害等不利因素的狀況。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這兩個因素的組合。風險評估最重要的步驟是危害的辨識或認定，因為若在這個階段疏忽了機械所伴隨的危害源的話，就無法對此訂立對策。

危害源的辨識與確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、拆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，想像從危害的潛藏到危害事態的發生，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，應做哪些必要的措施，且實際上能執行的一項合理的科學方法。

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），在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。

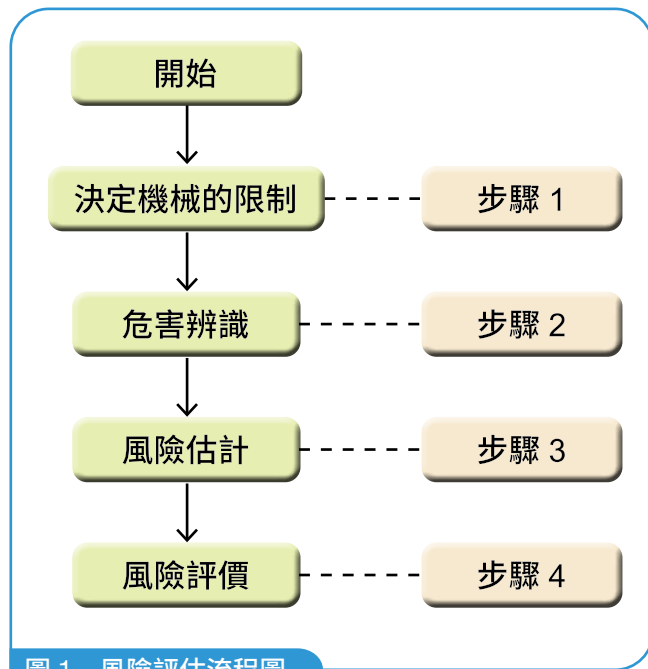


圖1 風險評估流程圖

壹、機械的限制

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確定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）。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。

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。此處所謂的「使用」並不侷限於一般認知的生產而使用，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、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，必須對於機械實際使用狀況，透過文書的方式說明機械設備的使用限制。

- (一) 應考慮機械設備的壽命週期（請參閱表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。
- (二) 根據合理可預見的誤用（如表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）（如圖2）。

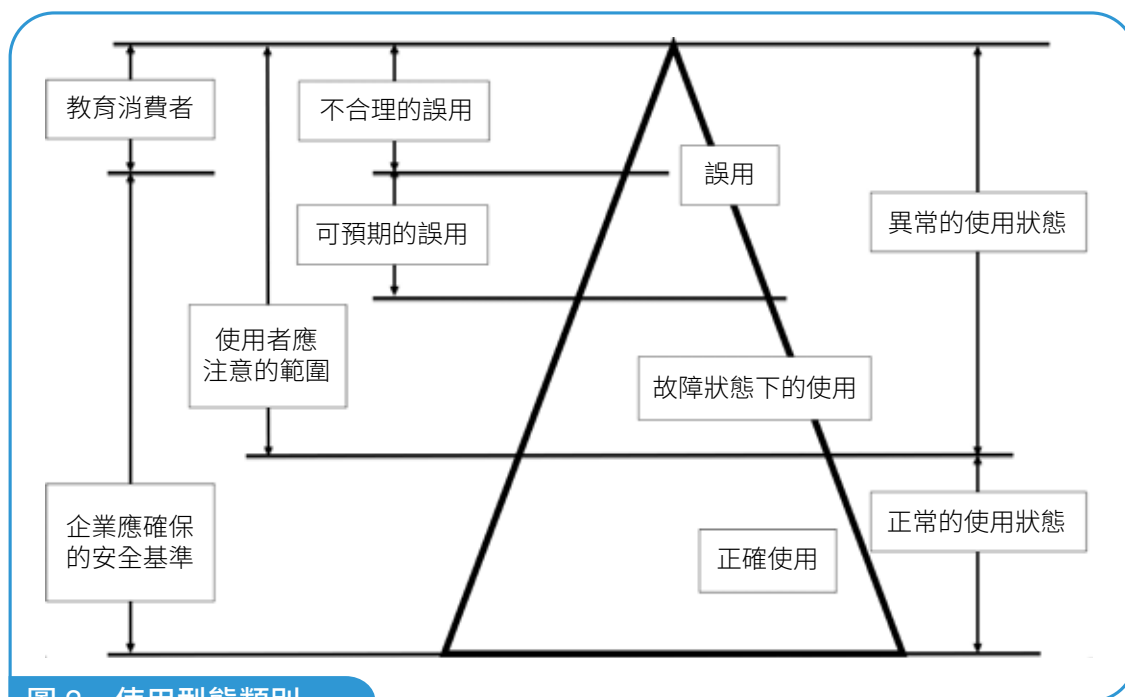


圖2 使用型態類別

使用上大致可區分為以下三種。

1. 正確使用
2. 故障狀態下使用
3. 誤用

而誤用還可以分為以下兩種。

1. 可預期的誤用
2. 不合常理的誤用



(三) 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。

具體而言，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。

(四) 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。

(五) 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、設備方面

透過機械設備的規格書或使用相關者等的檢討，可以明確掌握到對象機械設備如何進行作業的狀況。考慮機械設備使用上的條件，將機械設備操作時的所有狀態區分成下列各項目：

- (一) 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。
- (二) 考慮機械設備可動作的操作範圍（不僅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（不僅於平面，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）。
- (三) 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 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 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	注意力不集中或因疏忽（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”註，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）。

註：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 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）。

三、具體做法

準備進行風險評估前，必須活用表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」進行查核，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。以實務上而言，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何種風險評估，應該要先確認再實施評估。

步驟1【決定機械的限制】中，要先考慮機械設備壽命週期中的所有階段，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中決定機械的限制。然而，並非只從容易實施的階段著手，而是應該要從安全性最受威脅的階段開始進行。

◆ 表 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
機械設備的規格等	● 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
	● 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期間	● 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
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

貳、危害辨識

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 4 章規定了如表 5 及表 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說明。危害源的確認，其實施方法請依照下列順序進行。

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

在 JIS B 9700-1: 2004 有關危害源的定義為「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 3 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。

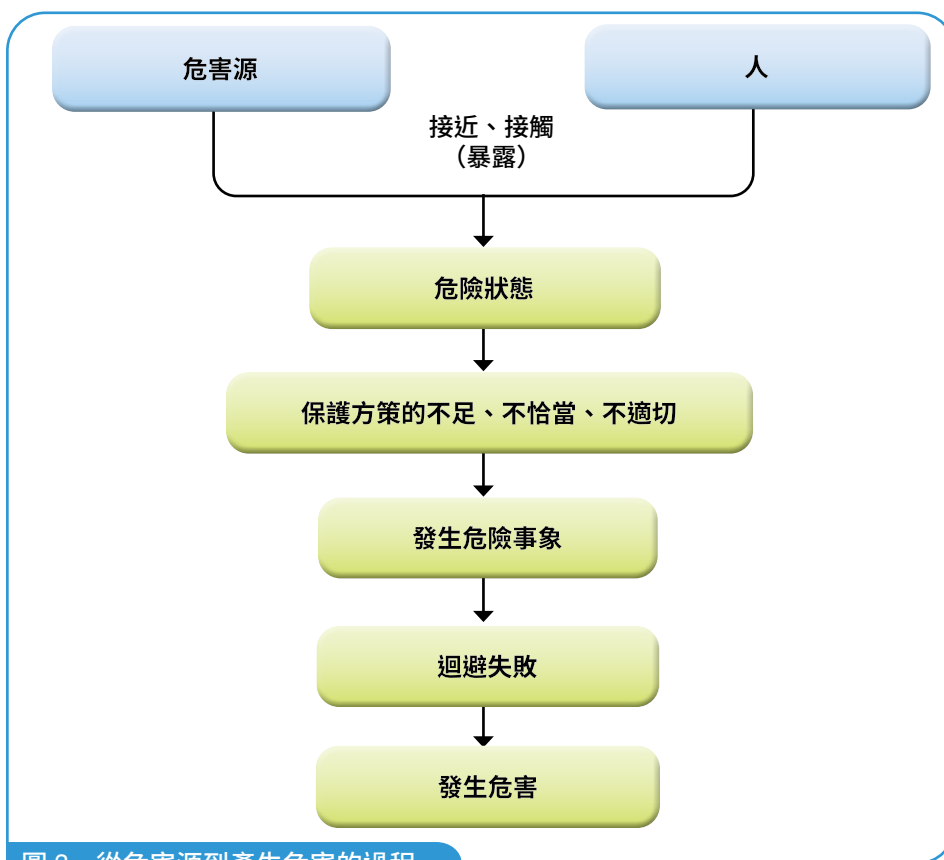


圖 3 從危害源到產生危害的過程

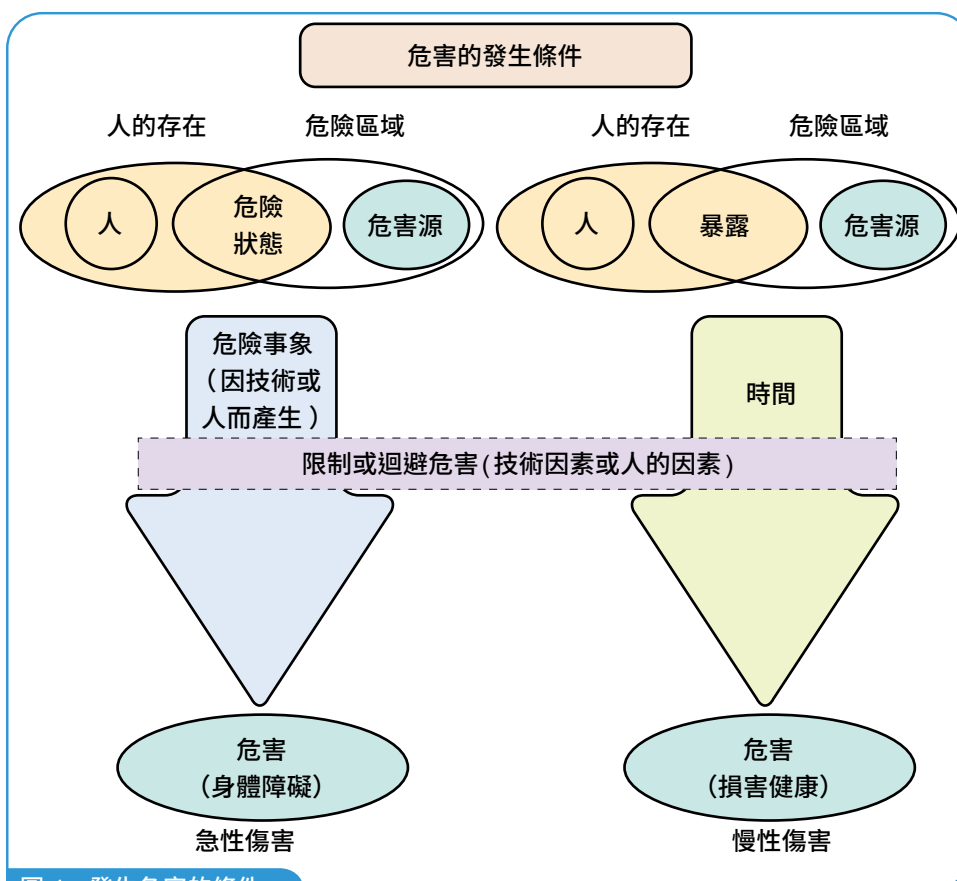


圖 4 發生危害的條件

◆ 表 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）	1. 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。
		2. 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。
		3. 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)注意力不集中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（如停電再來電而啟動），(4)機械受重力或者風力引發內燃機啟動等，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。
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、機械的反應時間。
	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、儲能的釋放、消散或抑制。
	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。

◆ 表 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 擠壓、壓潰 2. 剪斷 3. 切、割 4. 捲入 5. 夾入、拉入 6. 衝擊 7. 穿刺 8. 擦傷 9. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 形狀 2. 相對位置 3. 質量的安定性（受重力影響而動作之構件的位能） 4. 質量的速度（控制或無控制運動之構件） 5. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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）。 2. 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）。 3. 人接近充電部份，尤其是接近高電壓區域時。 4. 在合理可預見的使用條件下的絕緣失效。 5. 因人接觸帶電部份所發生的靜電現象。 6. 熱輻射。 7. 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。 8. 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物品）。
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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 依接觸極端溫度的物體或材料，受到火災或爆炸或熱源的輻射所造成的燒傷或燙傷。 2. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 永久性的喪失聽力。 2. 耳鳴。 3. 疲勞、壓力。 4. 喪失平衡感或者喪失意識等其他影響。 5. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 嚴重不適。 2. 依全身振動所產生的強烈不適感。 3. 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。

危害源	性質等																																				
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實例，也有經過長時間才出現影響的實例。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電磁波（例如：低周波、無線電波、微波）。 2. 紅外線、可見光、紫外線。 3. 雷射。 4. X光及γ射線。 5. α射線、β射線、電子束以及離子束、中子。 																																				
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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 例如特有有害性、毒性、腐蝕性、致畸型性、致癌性、誘發變異以及刺激性的流體、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。 2. 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> <ol style="list-style-type: none"> 1. 不自然的姿勢、過度或重覆的負擔所產生的生理影響（例如：肌肉、骨格障害）。 2. 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負擔，又或者因壓力產生心理或生理的影響。 3. 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	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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） 2. 痛覺耐受力／測驗者：10歲～50歲男女16名（參考基準）。 3. 平均值：65N～146N，最小值：13N～46N，最大值：133N～245N。 4. ISO 10218（機械）。 5. 250mm/s（安全速度）。 																																				
電氣的危害源	請參照 IEC 60204-1。																																				
熱的危害源	<ol style="list-style-type: none"> 1. 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> 	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																																

危害源	性質等					
依噪音所產生的危害源	1. 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，為了維護區域內的居民生活環境不惡化，必須要預防產生明顯噪音的區域。					
	2. 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		
	測定値			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			
(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。			

危害源	性質等																									
依噪音所產生的危害源	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。																								
	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	(1) 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。 (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) 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。																									
依振動所產生的危害源	1. 單體機械。 80dB (EU 規制 / 從機械放出的噪音)。 2. 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。 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	1. 輻射線的分類 (微波數別) <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">性質</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">型態</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">微波數 / 波長 / 能源</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">特徵</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電場以及磁場</td> <td>極超長波以及長波</td> <td>0<f<30kHz</td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">非電離 輻射線</td> </tr> <tr> <td>電磁波</td> <td>無線微波</td> <td>30kHz<f<300GHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">光輻射</td> <td>紅外線</td> <td>1mm>λ>780nm</td> </tr> <tr> <td>可見光</td> <td>780nm>λ>380nm</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">粒子</td> <td>X 射線, γ 射線</td> <td>λ<100nm, W>12 eV</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">電離輻射線</td> </tr> <tr> <td>α 射線、β 射線、電子束、中子、其他</td> <td>W>12eV</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">F= 微波數, λ= 波長, W= 量子 / 粒子能量</p>				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	可見光	780nm>λ>380nm	粒子	X 射線, γ 射線	λ<100nm, W>12 eV	電離輻射線	α 射線、β 射線、電子束、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																								
	可見光	780nm>λ>380nm																								
粒子	X 射線, γ 射線	λ<100nm, W>12 eV	電離輻射線																							
	α 射線、β 射線、電子束、中子、其他	W>12eV																								

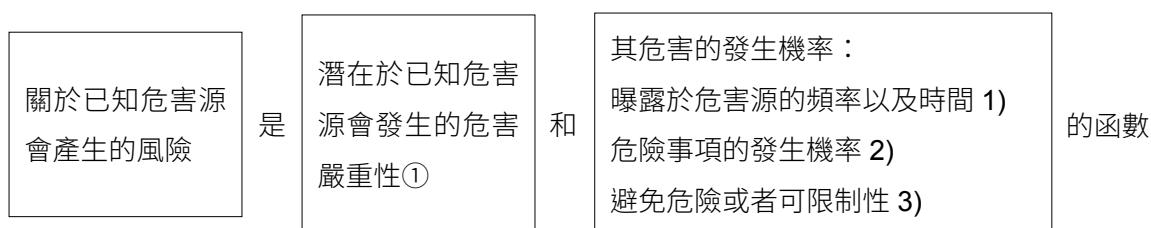
危害源	性質等					
依輻射所產生的危害源	2. 依輻射線放出基準分類。					
	種類	內容	曝露者	1 天內 曝露時間	限制和 保護對策	情報和訓練
	0	在公共場所 1 天 24 小時可使用的機械	一般人 (成人、小孩、不知情人等)	24 小時	無限制	不需要 情報
	1	在一般工作天裡任何一個操作員所使用的機械，超過輻射線種類 0 的水準	操作員、全體操作員 (知情人員)	8 小時	接近限制或者需要保護策略	危害、危險以及關於二次影響的情報
2	機械放出的輻射線超過種類 1 的程度	只限於特有知識和責任，並受過訓練的人	依放出基準而論	必須要有特別的 限制和保護策略	危害、危險以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	安全資料表 (Safety Data Sheet; SDS)					
在機械設計時因無視人體工學原則所導致的危害源	<p>1. 重量物依人力安裝</p> <p>(1) 重量為 3kg 以上時。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 檢討準備補助工具。 - 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。 - 移動距離：未滿 2m。 - 準備專用的補助工具。 - 尺寸：寬度 600mm x 厚度 500mm (最大值)，高度是可確保視野的高度。 - 作業姿勢：避免無理的姿勢。 - 避免高頻率的重覆作業。 <p>(2) 最大重量為 25kg 時的補足事項</p> <ul style="list-style-type: none"> - 最大水平移動距離：250mm。 <p>2. 能見度</p> <ul style="list-style-type: none"> - 機械或者依其指引設計上的特性，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。 - 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。 - 當必須調整照明來源的位置或者調整照明來源本體時，其位置必須對調整者來說是沒有風險的才行。 					

危害源	性質等																								
在機械設計時因無視人體工學原則所導致的危害源	<p>3. 手動控制機械的選擇以及配置</p> <p>(1) 色彩</p> <ul style="list-style-type: none"> - 非常：紅 - 異常：黃 - 正常；綠 - 強制：藍 <p>(2) 要求事項</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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。 																								
滑動、阻礙以及掉落之危害源	<p>1. 精神的疲勞</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4" style="background-color: #0070C0; color: white;">依精神上的作業負荷來解決效果減退的對策</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">疲勞</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">單調感</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">注意力降低</th> <th style="background-color: #0070C0; color: white;">心的充實感</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">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 style="text-align: left;">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 style="text-align: left;">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> <p>2. 防止阻礙：設置傾斜以及角度 20°。</p> <p>3. 防止滑動（作業用平台以及通路）。</p> <p>(1) 構造以及材質。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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）。 - 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。 - 配置不會積水的構元件，例如：結合部份等。 - 使用電蝕作用或者溫度膨脹差較小的材料。 - 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。 - 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>(2) 位置。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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。 - 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。 		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	性質等
滑動、阻礙以及掉落 的危害源	(3) 防止墜落。 - 第1部：有高低差的2個場所選擇固定的升降設備。(JIS B 9713-1) - 第2部：作業用平台以及通路。(JIS B 9713-2) - 第3部：階梯、梯子以及防護欄杆(柵欄)。(JIS B 9713-3) - 第4部：固定梯子。(JIS B 9713-4)

叁、風險估計

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、充份瞭解購置者會如何使用該機械設備的技術服務部，最好有採購部、品管部門的參與。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(如表7)，然後預估可能會發生多少風險。



◆ 表 7 危害的嚴重性以及發生機率之要點

1. 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)。
2. 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。

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。

- 一、矩陣法
- 二、風險圖法
- 三、點數累計法
- 四、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：

- (一) 人員暴露於危害源的頻率(時間)
- (二) 危險現象的發生機率
- (三) 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(一)~(三)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8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9至表11所示。

◆ 表 8 推估風險的程序

No.	風險估計程序	具體方法
1	設定危害的嚴重性。 例如以直立式鑽床而言，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3-10 S1~S4的4階段中，分類為S2。	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10所示，可分類成S1~S4等4個階段中的任何一項。 此時，通常都會設定在可預期範圍內的最壞狀況。

No.	風險估計程序	具體方法
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 3-12 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> <p>(1) 人員暴露於危害源、危險狀態的頻率和時間。</p> <p>(2) 危險現象的發生機率。</p> <p>(3) 一發生危害時，是否可能迴避危害。</p> <p>發生危害的可能性 (K) 如表 12 所示，可分類成 K1 ~ K4 等 4 個階段中的任何一項。</p> <p>以這些階段的程度定義而言，表 12 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 3-13 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 8 中 No.1 之危害的嚴重性，是參考表 10 的 S 來預估的。

設定表 8 中 No.2 之發生危害的可能性，是綜合參考表 12 的 K 來設定的。

◆ 表 9 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 10 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 11 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。
造成危害的可能性	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，突然發生。 像火災爆發一般，迅速發生。 像燃燒不完全一般，一氧化碳的濃度慢慢增加，緩慢發生。 · 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 12 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 13 推估風險的矩陣表 (I ~ V 是風險等級)

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

◆ 表 14 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
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 15）。

◆ 表 15 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。

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 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 16 以及表 17）。

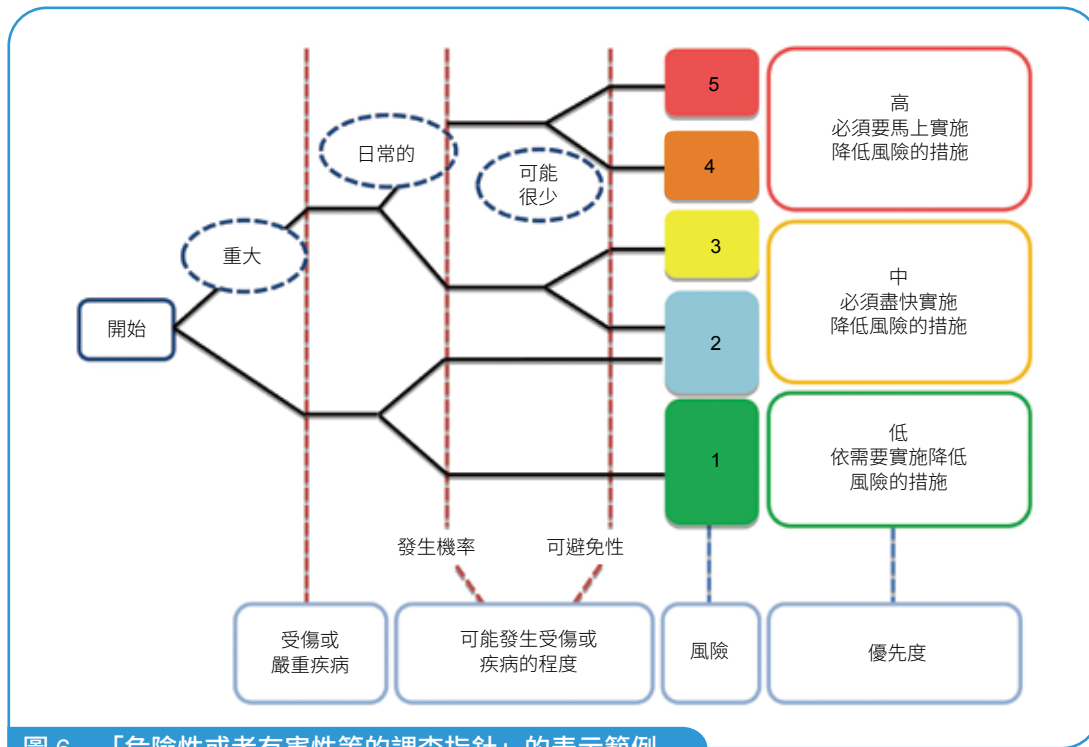


圖 6 「危險性或者有害性等的調查指針」的表示範例

◆ 表 16 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)	$29 \geq SS \geq 0$

◆ 表 17 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 18 的風險評分所示。

◆ 表 18 風險評分

-	高 (high)	> 160
159 ≥	中 (medium)	> 120
119 ≥	低 (low)	> 90
89 ≥	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 19 所示。暴露於危害源的頻率(F)如表 20 所示。危險的迴避可能性(Q)如表 21 所示。

◆ 表 19 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 20 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 21 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 22 所示。

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

◆ 表 22 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

四、風險評估

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。

當必須進行降低風險的政策時，應該依照降低風險的 3 步驟後，再次風險再評估，來確認是否有將風險降到適當的等級。然後再檢視導入保護政策時是否有產生新的危害源，萬一有新的危害源產生時，就要從危害源辨識的步驟開始，再次重覆風險評估的步驟。

因為初次的風險評估，是在保護政策尚未適用的階段下進行的，所以這時只能單純地將風險等級區分為 I 或 I 以外的等級。若風險等級為 I 的話，則表示適當，無須實施新的保護政策。這種程度的危害源、危險狀態應該可以用以往進行的安全管理範疇來應對。若風險等級為 II 以上時，則必須採取符合該等級的保護政策（圖 7）。

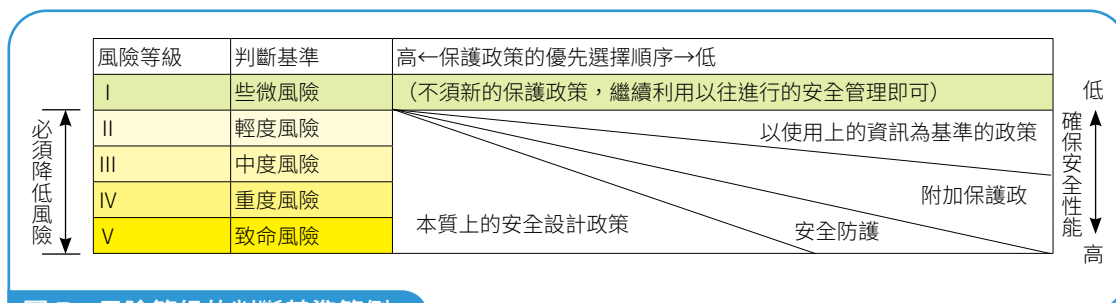


圖 7 風險等級的判斷基準範例

◆ 表 23 機械的限制事

項目	機械的限制規格等
機械的名稱	
機械的主要規格	產品型式
	設計使用期限
	構成零件的更換間隔
	原動力輸出 (kw)
	運轉方式 (模式)
	加工能力
	輸送速度或者迴轉數
	產品尺寸
產品質量	
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	
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	

項目		機械的限制規格等	
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 24 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（○○°C以下）的部位 —有無低溫（○○°C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						
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）						
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 25 危害源的認定表

危害源的認定							
機械		機械的名稱			分析者	認可者：	
資訊來源		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							
5							
6							
7							

作者簡介



姓名 鄭世岳
 單位 竣隆職業安全衛生技師事務所
 職稱 負責人／技師
 連絡電話 06-2666508、0936433679
 技師科別 工業安全技師；職業衛生技師
 專長 電氣安全、防火工程、人因工程、安全衛生管理

學歷

1. 成功大學礦業及石油工程系（1979/9～1983/6）
2. 成功大學礦冶及材料科學研究所碩士（1985/9～1987/6）
3. 高雄科技大學工程科技所環安博士（2003/9～2007/10）

經歷

1. 中華民國工礦安全衛生公會全國聯合會理事長（2022/07～迄今）
2. 台灣生活環境安全與衛生學會理事長（2018/09～迄今）
3. 公務人員高考及格（1986年）
4. 台灣省政府勞工處中區勞工檢查所檢查員（1987/9～1989/8）
5. 嘉南藥理大學職業安全衛生系（含產業安全衛生與防災碩士班）系主任（2013～2016）
6. 嘉南藥理大學職業安全衛生系（含產業安全衛生與防災碩士班）副教授（2007/2019）
7. 長榮大學職業安全衛生系兼任副教授（2019 迄今）
8. 擔任屏東縣政府環保局環評委員（2005年～2019年）
9. 擔任國防部空軍飛行部隊鑑定手冊編審委員（2013年～2021年）
10. 擔任台東縣政府社會局安養機構輔導及評鑑委員（2018年迄今）
11. 擔任勞動部職業安全衛生署計畫案評審委員（2007年迄今）



長達營造工程有限公司

本公司成立至今一步一腳印邁入第 20 週年，本於誠信基礎下，追求營造工程品質及成本控制的卓越表現，除激勵同仁創造更大利潤與全體員工共享，並共同營造安全環保的環境。



台 86 線大潭交流道東向下匝道(往高鐵)拓寬及高發二路新闢工程



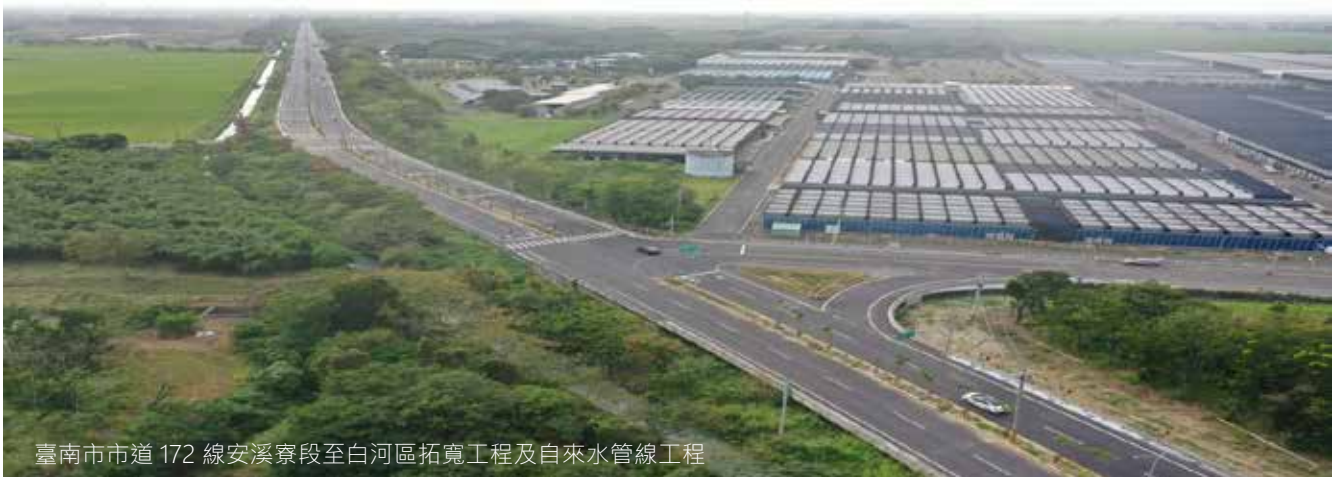
國道 1 號增設大灣交流道工程(第 514 標) 獲得 104 年第 15 屆公共工程品質優良獎-優等獎



台 18 線 78K+350 及 79K+035 等 2 處附近邊坡災害明隧道修復工程(重編)



台 9 甲線 10K+200 段災害修復工程 國內公路橋梁最長跨距鋼箱橋梁



臺南市市道 172 線安溪寮段至白河區拓寬工程及自來水管線工程

獲獎實績：

- ◆「台 18 線 78K+350 及 79K+035 等 2 處附近邊坡災害明隧道修復工程(重編)」獲第 22 屆公共工程金質獎特優。
- ◆「台 18 線 76k+670-76k+820 災害明隧道新建工程(第 2 次重編)」獲第 16 屆公共工程金安獎佳作。
- ◆「台 18 線 78K+350 及 79K+035 等 2 處附近邊坡災害明隧道修復工程(重編)」獲第 15 屆公共工程金安獎佳作。
- ◆「臺南市市道 172 線安溪寮段至白河區拓寬工程」獲台南市政府第 4 屆公共工程優質獎優等。
- ◆「107 年第 1 次災害台 8 線 63k+340-63k+480 易致災路段復建改善工程」獲第 14 屆公共工程金安獎佳作。
- ◆「國道 1 號增設大灣交流道工程(第 514 標)」獲第 15 屆公共工程金質獎優等。



營業項目：道路、橋梁、港灣、隧道及建築工程。

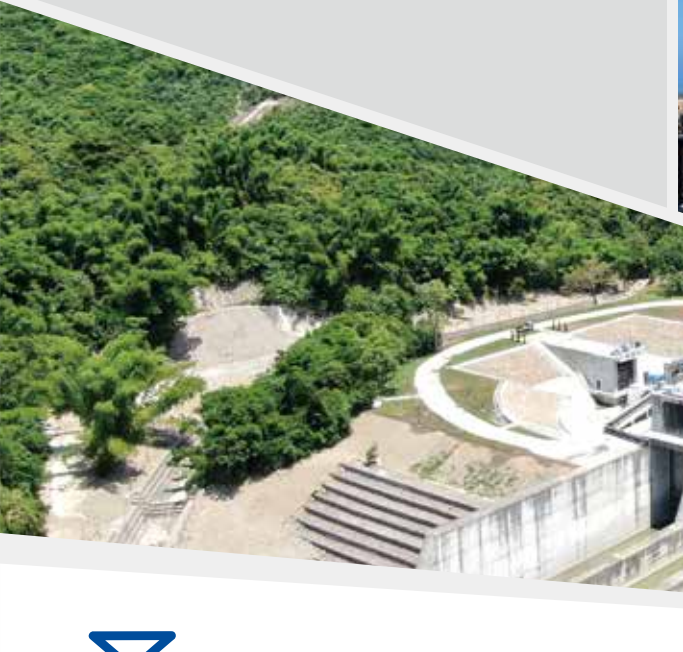
電話：05-2687133 傳真：05-2688336 地址：嘉義縣水上鄉粗溪村 20 之 189 號
E-mail：jdcont.cy@msa.hinet.net <http://www.changdar.com.tw>



工程服務項目

橋梁 隧道 水利 港灣
地盤改良 結構補強
邊坡穩定 土木建築

10047 臺北市中正區館前路20號9樓
TEL:886-2-2311-8772
FAX:886-2-2311-5625



利德工程股份有限公司
RAITO ENGINEERING CORPORATION





立成工程顧問有限公司

Lee Cheng Engineering Consultant Co., Ltd.

樹立金質 成就金安



臺南總公司 |
臺南市關廟區園東街86巷9號
嘉義辦公室 |
嘉義市東區東義路659號
電話: 06-5958081

- 匯集水利水保、土木、景觀等各專業領域人才共計25人，並於臺南總公司、嘉義共2個辦公室。
- 104至112之9年間，榮獲6件公共工程金質獎、2件優良工程金安獎、25件優良農業建設工程優等獎、2件國家卓越建設獎、6件建築園冶獎。





三福化工股份有限公司-電子級濕式化學品

- 1. Developer (顯影液)
 - TMAH (氫氧化四甲基銨)
- 2. Etchant (蝕刻液)
 - H3PO4
 - Etchant (HF or Al/Cu/Ag base)
- 3. Stripper (光阻剝離劑)
 - Bumping Stripper#
 - NMP (氮-甲基四氫吡咯酮)
 - DMSO
 - BDG
- 4. Thinner & EBR (光阻稀釋劑與洗邊劑)
 - PGME (丙二醇單甲醚)
 - PGMEA (丙二醇單甲醚醋酸酯)C260
 - Anone (環己酮) CHN
 - CPN (環戊酮) A515#
- Others (其它)
 - HMDS(六甲基二矽氮烷)
 - IPA
 - Surface Cleaning

總公司：台北市104中山區中山北路二段21號7樓
 工廠：台南市善化區小新里340號
 聯絡人:許世煌Email：shxu@sfchem.com.tw

www.sfchem.com.tw



三福生技股份有限公司

改善鼻、呼吸道過敏 感冒預防	改善腹瀉 改善便秘	改善皮膚過敏 改善濕疹 改善異位性皮膚炎	長肌肉 減脂肪 蛋白質補充	降膽固醇 降血脂 清血管	潤肺養脾 滋陰補氣 抗老養顏	補充膳食纖維 養顏美容 止咳抗癌
Protect 保護力益生菌	Balance 消化道益生菌	婦幼敏樂益生菌	大豆分離蛋白	納豆紅麴	碧而優臻品御燕	碧而優銀耳露 (花旗蔘/紅棗/菊花)
• 碧而優小藍 240	• 碧而優小橘 240	• 碧而優小白(60)		• 碧而優小紅丸		
30包/盒 定價2100	30包/盒 定價2100	30包/盒 定價1360	400g/罐 定價860	30顆/瓶 定價750	8瓶/盒 定價1980	6瓶/盒 定價750
• 碧而優小藍 120	• 碧而優小橘 120					
30包/盒 定價1050	30包/盒 定價1050					24入/箱 定價2400

總公司：台北市104中山區中山北路二段21號7樓
 研發中心：新竹縣302竹北市復興一街251號6樓之1
 Email：WUCH@sanfubio.com.tw

 **中華民國工礦安全衛生**
技師公會全國聯合會

Chinese Union of Industry,
Mining Safety and
Health Engineers Association



E-MAIL : ww19801213@gmail.com

電話 : 06-2666-508

地址 : 717004 台南市仁德區行大街 56 巷 3 弄 46 號