

數位時代下全球職業安全衛生浪潮之轉變及對我國之啟示

靜海法律事務所律師 曾翔
國立中正大學勞工關係學系教授兼社會科學院院長 王安祥



壹、前言

人類的文明與歷史發展是隨著生產技術演進而來，人類透過增加對我們所在的世界的理解，不斷地提升技術，並增進生產力來促進生活福祉，但這樣的進步同時也會帶來新的危機。

一般認為，當前正處於進入第四次工業革命的轉折點，機器人學、人工智慧、奈米科技、量子電腦、生物科技、物聯網、工業物聯網技術 (IIoT)、區塊鏈技術、5G、3D 列印

和全自動駕駛汽車等各式各樣的技術發展，每項發展都將對人類生活產生根本性的影響，同時也會對勞動者帶來新的風險。

新興科技永遠像是兩面刃，勞動者可能因為技術變革導致的工作機會減損消滅，又或者因為各種潛藏在新科技中的新興危害風險導致身心方面的危害；但於此同時，如果能妥善地運用這些技術，也可能增進人類的生活福祉，創造更多的就業機會。

從勞動者的生命身體健康的角度來看，蒸汽動力、機器生產與工廠制度引發了第一次工業革命，同時伴隨著機械危害與流行疾病；電力運用促成第二次工業革命，也同時使得勞動者需要面對感電危害；電腦、資訊科技運用引發第三次工業革命，但辦公室久坐的工作型態也產生了肌肉骨骼等人因性危害問題；同樣地，在面對第四次工業革命的緊要關頭，許多新型態的職業災害風險也將隨之產生，但新的科技同時也會帶來新的機會與新的風險治理機制。

貳、國際觀點

第四次工業革命對於勞工職業安全衛生的影響，早已是國際組織與各大先進國家討論的焦點，以下試就國際勞工組織與美國對於相關問題的討論及政策致力進行簡單說明：

一、國際勞工組織

針對職業安全衛生這項重大議題，國際勞工組織 (International Labour Organization, 以下簡稱 ILO) 指出每年約有 3 億 7,400 萬名勞工因工作意外而受傷或致病，因職業災害所導致的 GDP 損失平均可達百分之四，在某些職災發生率嚴重的國家更可達到百分之六。職業安全衛生問題對勞工的影響是非常重大明顯的，也使得 ILO 不斷地極力呼籲強化職業安全衛生保護，在面對新科技、新工作型態所帶來的新型態風險，也能夠善用新科技來進行工作中的各項保護。

對此，ILO 在 2019 年成立滿一百週年之

際出版了 *Safety and Health at the Heart of the Future of Work* 報告書，回顧百年來國際勞工組織在職業安全衛生方面的發展與致力，並闡述新興科技對未來工作產生的影響 (ILO · 2019) 。



ILO 在該份報告中指出當前在職業安全衛生問題上的四個主要轉型驅力，這四個驅力同時也提供改善職業安全衛生的機會。

其一是科技 (technology)，如數位化、機器人、奈米科技等等，這些科技技術可能影響勞工的社會心理健康，或是因為導入新材料而產生未知的疾病；但如果能適當地運用這些新科技，也能有效減少危害暴露、協助企業進行教育訓練，或是協助政府進行勞動檢查。

其次是人口結構變遷 (demographic shifts)。年輕族群遭受職業災害的機率明顯較高，相對來說，年紀較長的勞工則是要面對

新科技、設備或工作流程的適應問題；女性則因為越來越踴躍地進入就業市場，但是多半從事安全衛生標準較低的非典型工作，而使得女性常成為肌肉骨骼傷害的高危險族群。

第三是氣候變遷 (climate change)，導致空氣汙染、心臟負荷等等特殊問題，並帶來了新型疾病。且天氣與氣溫變化也會導致工作機會減少。對此，ILO 依循聯合國 2030 永續發展方針，提倡永續性發展以及綠色經濟。

最後則是工作組織的變革 (change in work organization)，雖然使得人們比較容易進入就業市場，但同時也會產生各種社會心理方面的問題，諸如缺乏隱私和休息時間，欠缺安全衛生與社會保障，工作超時等等。ILO 指出，以工作超時問題而言，全球就有大約百分之三十六的勞工每週工作時間超過 48 小時。

針對上述問題，ILO 指出政策方面可以致力於下列幾個面向來解決遭遇到的困境，包含強化職業安全衛生的勞工參與，連結公共衛生領域並採用跨領域途徑來處理職業安全衛生問題，強化公眾對於職業安全衛生議題的認知，強化國際勞動基準與各國立法，以及勞資政三方的協力。

其中，ILO 特別點出社會心理性危害的危害評估，社會心理性危害與心血管疾病、肌肉骨骼疾病的關聯性，如何改善職場壓力方面等等的相關研究仍有待發展；另一方面，

也因為職業安全衛生的考量因素越趨複雜，ILO 也提醒職業安全衛生的跨領域研究與發展的重要性，包括法律 (公共政策與勞動法)，工作設計 (工程、人因工程、軟體、自動化)，工具 (科技技術、保健科技、感應裝置)，環境保護、公共衛生、心理學、醫藥、神經科學等等，都是未來職業安全衛生研究發展以及管理實務上必須要強化的。

二、美國

同樣是為了因應快速的技術與產業變遷對於勞工產生的危害，美國國家職業安全衛生研究所 (National Institute for Occupational Safety and Health，以下簡稱 NIOSH) 在 2011 年提出了 Total Worker Health (TWH)，並在近期又提出了 Future of Work (FOW) 作為因應工業 4.0 等趨勢對於勞工福祉產生的影響。

TWH 是 NIOSH 所提出的職業安全衛生架構，有別於過往職業安全衛生僅關注工作場所內的各種危害因子的預防，TWH 的架構更強調工作相關的各項因素，如工資工時、工作壓力、工作場所人際互動等等對於勞工的健康產生的影響，因此 TWH 架構的核心其實就是以全人為出發點，認為不能將勞工的健康問題以工作場所內外進行切割，事實上，工作的因素就是決定勞工整體健康與社會生活的最關鍵要素；NIOSH 指出企業組織要促進 TWH 的實現，必須促成五項基本元素，包括：1. 展現企業領導者對於勞工安全衛生的承諾；2. 設計工作用以消除、減少

工作中的危害並促進勞工福祉；3. 透過方案的規劃與執行來促進勞工對於職業安全衛生的參與；4. 確保勞工的機密與隱私；5. 結合其他有關的系統來促進勞工福祉，例如環境保護。

近期 NIOSH 立足在 TWH 架構之上再提出了 FOW 倡議，該方案是 NIOSH 透過與不同機構組織間的合作研究及方案執行來解決未來工作將面臨的問題，也就是 NIOSH 對於促進職業安全衛生的研究投資。其目標包括：1. 彙整關於未來工作的研究；2. 重點介紹與 FOW 倡議相關的研究項目；3. 透過促進新產業、新技術、組織設計、工作安排等等來達成風險控制之研究；4. 連結工作場所、工作和勞動力變化的趨勢，為未來的職業安全與健康做準備。

FOW 所關注的研究領域主要為三個 W，也就是工作場所 (workplace)，工作 (work) 與勞動力 (workforce)。

在工作場所方面的研究，NIOSH 強調關於組織設計 (Organizational Design)，技術工作職位 (Technological Job Displacement) 以及工作安排 (Work Arrangements)。組織設計方面包括工作自主性、工作壓力預防、工作空間設計等等的研究；技術工作職位包括自動化、數位化、工作質量優化等等議題；工作安排則主要針對工作與就業型態方面之研究，例如契約型態、直接僱用等議題；工作部分的研究則是包括對於人工智慧、科技、機器

人等專業技術領域的深入發展；最後，勞動力方面的研究則涉及人口變遷、經濟安全、技術等等。

參、新型風險預防

由於技術或工作型態的不斷變革，導致各種新形態的危害因素，又或者是既存的危害因素因為這些變革而對勞工產生更加嚴重的危害。以下分別以社會心理性危害以及 3D 列印為例。

一、社會心理性危害 (Psychosocial Risk)

傳統職業安全衛生領域著重的仍是物理性、化學性、生物性及人因性的危害因子，而在近十多年來，社會心理性危害對勞工的影響，越來越成為政策的焦點。尤其因為技術或工作組織的革新，使得勞工因為承受由所處工作環境與工作過程中帶來的過多壓力，而導致如過勞、職場憂鬱等。

不同於其他的危害因子主要潛藏在工作環境或設備設施，社會心理性危害則更多是潛藏在工作的安排與內容、勞動條件以及人際互動等等。歐盟於 2014 年發表的報告便指出工作中潛伏的社會心理危害主要包括工作內容 (job content)、工作密集度與自主性 (job intensity and autonomous)、工時的安排以及工作生活平衡 (Working time arrangements and work-life balance)，社會環境 (social environment，指涉工作中的人際往來，主管與同儕的支持等等)，工作不穩定與職涯發展 (Job insecurity and career development) 等等 (EU, 2014)。

社會心理性危害的預防困難之處，其一在於危害和致病之間的因果關係難以判斷，無論是對於生理上或是心理上的影響，多半仍難以排除勞工個人私人生活的各項因素，例如家庭環境、生活習慣、人際網絡產生的影響；再者，對於社會心理性危害的風險控制手段，多半也難以像物理性、化學性、生物性及人因性的危害因子可以透過取代、工程來實現本質安全，多半仍是以行政管制為主，因此某種程度上來說，社會心理性危害是無法根本性地消除的危害風險。

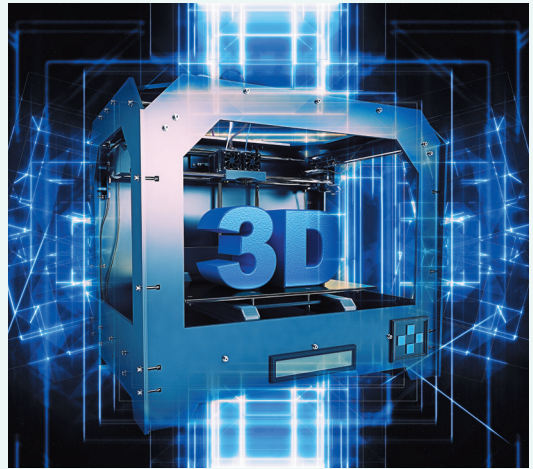
對於社會心理性危害的預防，歐洲國家採取不同策略與模式，有依據職業安全衛生法授權制定無強制力的指引，例如奧地利或比利時以制定「福祉法」(The Well-Being Law of 1996)，並且透過多樣且深入的風險評估以及諮詢全體利害關係人後對於社會心理性危害進行全面性的治理。對於各國政府的作為，歐盟認為必須依照其國家的社經環境進行調整，但整體來說，還是應該善用社會對話機制以及勞動檢查來處理社會心理性危害產生的職業災害問題。

我國在 102 年職安法修正時也將社會心理危害的防治列入法規之中，然而，晚近如職場霸凌的相關問題仍舊層出不窮，追根究柢，問題或許在於社會心理性的危害不單單只是職場上的問題，而導致雇主的預防義務範圍不明確。雇主究竟要對那些社會心理危害進行預防，涉及法制上要如何類型化，另一方面，在發現社會心理性危害因素時，雇

主要採取何種手段方能稱之為有效，也仍待具體化。總之，我國在社會心理性危害方面，雖然已經在法規中有初步規定，但在具體的定義、預防手段、處理手段等等都還有進一步深化的空間。

二、3D 列印

3D 列印技術的發展使得小批量客製化商品的生產效率逐漸提升，近來除了在工業領域運用此項技術之外，在醫材領域中透過精準掃描病患身體，並客製化如義肢之類的醫療器材用品，也是值得注意的應用領域。



但 3D 列印因為製程以及運用的材料，可能會產生如金屬粉塵、纖維，或是因為使用 ABS 或 PLA 而產生有機物質揮發，進而可能導致肺部病變或心血管疾病等危害。

對於 3D 列印可能產生的纖維 (filament) 與金屬粉塵 (metal powder) 之危害，NIOSH 歷經 5 年的研究，於 2020 年 5 月

公布了兩份建議供業界參考¹。對於可能產生纖維的 3D 列印工作，使用者應控制呼吸、皮膚接觸到揮發性物質以及微粒之機會；熱熔融層積型的 3D 列印機 (FDM printer) 因為使用熱塑形聚合物，且移動速度快，須避免燒燙傷；在材料選擇方面，應盡可能使用 PLA，而非 ABS，並且所有印刷過程都應該在負壓區域內進行，並使用專用的通風系統 (最好使用 HEPA)。NIOSH 的其餘建議還包含環境監測、教育訓練、禁止在 3D 列印工作區域內飲食等等的細部規定。

另外針對會產生金屬粉塵的 3D 列印機，除了負壓環境以及呼吸器具之外，NIOSH 更特別指出應嚴格禁止人體接觸，同時需要進行防火防爆的工程控制；另外，對於產生的金屬粉塵的後續處理，包含包裝等等均須嚴格管理。

以上 NIOSH 最新的研究成果足為我國之借鏡，目前有許多廠商是以家庭為銷售對象，對家長訴求提供子女的科學實驗器具，在家中進行 3D 列印，對於防護不足者產生的危害十分令人擔憂。

肆、新科技之運用

一、物聯網

物聯網是指透過網路與感測器串連各種實體物件，使得複雜之資料數據能在實體物件間傳遞。

物聯網技術運用在職業安全衛生方面，主要是透過感測器來連結設備、安全措施與資料庫，以求達到更快速準確的反應，並能夠透過巨量資料的分析以提升職業安全衛生管理與工作效率。

例如勞工發生墜落意外，可以透過感測器自動啟動對應措施，直接聯繫救護人員進行救護；又或者是透過空氣品質監測數據來監測二氧化碳濃度，管理者就能透過該數據針對勞工工作過程中是否產生暈眩、工作效率等等進行改善調整。

二、區塊鏈技術運用

區塊鏈 (Blockchain) 是一種將數據以開放式、去中心化的方式進行儲存、驗證、交換的技術，透過網路上分散持有資訊的片段使得資訊難以遭竄改，也因為這樣的特性，使得區塊鏈技術得以被採用於需要追蹤其高度監理的金融管理，又或者是業者將區塊鏈技術運用於農產品或一般商品的產銷履歷追蹤，近期我國法務部也為了避免有不具法律資格之人假冒律師名義招攬訴訟，而嘗試在法務部的律師查詢系統導入區塊鏈技術。

以區塊鏈分散式儲存驗證，難以竄改的特性來說，可以運用於協助記錄、追蹤複雜交易。在職業安全衛生方面，最適合運用於需要透明化、持續追蹤的應用項目，例如危險性機械及化學品的產銷、儲存與流向管理，

1. 參閱：NIOSH 網站，<https://3dprintingindustry.com/news/niosh-publishes-health-safety-advice3d-printing-with-filaments-and-metal-powders-171569/>

技術人員的資格證照檢核與登錄，事業單位例行性定期檢查紀錄的維護，作業環境監測的數據資料，乃至協助主管機關進行勞動檢查等等，只要有透明化或追蹤必要的資訊，均有以區塊鏈技術介入協助的可能性。Musaa 與 Fathib (2019) 指出區塊鏈具有運用在職業安全衛生管理系統的巨大潛力，由於區塊鏈難以竄改的特徵，同時具有低成本、資訊安全的優勢，對於協助企業突破自身企業限制，優化職業安全衛生管理系統具有顯著幫助。

伍、結語－我國可借鏡國際發展趨勢，強化相關作為

我國在面對新興科技產生的職災風險方面，其實已經有初步的成果，例如對於人機協作的相關管理，但在運用新技術來預防職業災害方面，雖然在物聯網方面已有投入，但整體而言確可再加強。而考量我國中小企業眾多，可能無法負擔全面採用新科技的成本，因此仍建議是以漸進方式逐漸強化科技運用，同時提供相關輔導與協助之資源。

本文認為，目前可優先考量導入區塊鏈技術來作為職業安全衛生處理之工具，相較於物聯網或是 AI、機器人之導入需要高額成本，以區塊鏈進行危險性機械及化學品的管理，職安衛相關資料及時上傳與驗證等等，某種程度上只是將既有資料重新編碼並且進行分散持有，成本顯然比其他需要建置導入設備較低。



而在法規方面，102 年職安法已全面修正上路，惟全球整體的產業與科技技術不斷更新，在可見的將來，仍須積極汲取國際經驗方能符合產業之趨勢脈動。

參考文獻

1. Rafizah Musaa and Mohamad Syazli Fathib (2019) The Potential of Blockchain Technology for Occupational Safety and Health Management System, 網址: <http://www.niosh.com.my/images/Journal/2019/The-Potential-of-Blockchain-Technology-for-Occupational-Safety-and-Health-Management-System.pdf>
2. ILO (2019), Safety and Health at the Heart of the Future of Work, 網址: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/wcms_686645.pdf
3. European Union (2014), Psychosocial risks in Europe Prevalence and strategies for prevention, 網址: <https://osha.europa.eu/en/publications/psychosocial-risks-europe-prevalence-and-strategies-prevention>