

氣候變遷對職場安全衛生之挑戰——談戶外高氣溫危害預防

陳振華 | 中國醫藥大學職業安全與衛生學系 教授



◎ 壹、前言

近年來全球氣候變遷加劇，對於環境的影響與衝擊，已成為各國關注的重點，依美國全球變遷研究計畫 (US Global Change Research Program) 所發表全國氣候報告 (National Climate Assessment) 指出¹，氣候變遷具體顯現在熱浪、乾旱、洪水、海平面上升及極端天氣的頻率增加與惡化，而在氣候變遷造成的影響當中，對工作者安全與健康的影響較容易被輕忽。關於如何因應氣候變遷帶來的職業安全與衛生挑戰，迄今各國所發展的對應策略明顯不足。從職業衛生的角度，針對因氣候變遷所形成的天災與其對勞工工作、生活的直接與間接影響，應即早規劃因應，提供勞工適當資訊與工具，同時於作業現場

採取相關防護措施，方能確保雇主與勞工能適應已出現的影響，並準備好面對未來的衝擊。本文探討在氣候變遷影響下，職業安全衛生工作宜有的認知與調適作為，同時特別針對隨著夏季氣溫升高，高氣溫作業可能形成的危害及其評估以及因應與管理策略進行介紹。

◎ 貳、氣候變遷的危害與對勞工安全及衛生的影響

針對氣候變遷影響的研究與討論，主要聚焦於公共衛生與環境永續性議題，但實際上勞工往往是最早受到氣候變遷效應影響的族群，而且受影響的程度高、時間

長²。氣候變遷除了增加已知職業危害與暴露風險外，也帶來了新的危害。特定勞工族群對於氣候變遷所帶來的威脅特別易感，例如戶外工作者、緊急應變作業者、漁民、健康照護員、消防員、農民、以及運輸業者與設施操作員，這些勞工因工作需求，無法如一般大眾一樣避免天氣帶來的影響，當中許多人還要面對伴隨異常氣候形成的額外風險，如林務人員須面對林區野火發生的可能性，若勞工的工作具有季節性或遷移性，受到的影響還可包括因為居住環境不佳以及其他社經限制所加諸的衝擊。

氣候變遷對勞工的影響包含氣溫上升與紫外線輻射、空氣污染、極端天氣、蟲媒傳染病等所造成的直接效應，與因氣候變遷所帶動的生產型態改變與新興產業出現（如再生能源工業與綠色工業）以及人為環境改變對於生活形態所造成的間接影響^{3,4}。氣候變遷對作業中勞工所帶來的直接效應包含源自物理性、化學性、與生物性危害的挑戰：

一、熱環境暴露與紫外線輻射

在氣候變遷對勞工所形成的衝擊中，影響最劇者為高氣溫環境暴露。長時間、高頻率熱暴露或持續進行重體力作業的勞工



皆面臨熱危害的風險，嚴重時可促發熱衰竭、熱中暑、橫紋肌溶解症，甚或死亡。高溫暴露也容易使勞工因疲倦而注意力下降、造成安全意外與傷害的發生，另一項相關的影響是因臭氧層衰減而造成的地表紫外線輻射強度增強，可形成的傷害包括眼睛效應、皮膚癌、以及免疫系統功能異常。

二、空氣污染

氣溫升高容易使空污發生的情形惡化，地表的臭氧層亦產生顯著變化。戶外工作者長期暴露在這類空氣污染物中，可出現不同的急性與慢性健康傷害，如心臟疾病、呼吸道疾病與過敏性異常反應。空氣污染物包括對流層裡存在的臭氧與懸浮微粒皆可影響呼吸道的健康，且因接近地表，影響程度的強弱會隨勞工作業地點與作業時天氣而異。

三、極端天氣

極端天氣的出現可帶來如洪水、土石流、暴雨、閃電、乾旱、野火等難以有效控制的自然災難，除了對環境的傷害外，對於人員可造成死亡、傷害、疾病、以及不可忽視的心理壓力。極端天氣事件出現頻率的上升亦可對於基礎設施（如道路運輸與電力傳送設施）與建築物等造成毀損，增加工作人員在事件發生時受傷害的風險以及阻斷通訊聯絡的方式，進一步造成搶救與後續清運、重建時辨識與控制危害的困難。

四、蟲媒傳染病

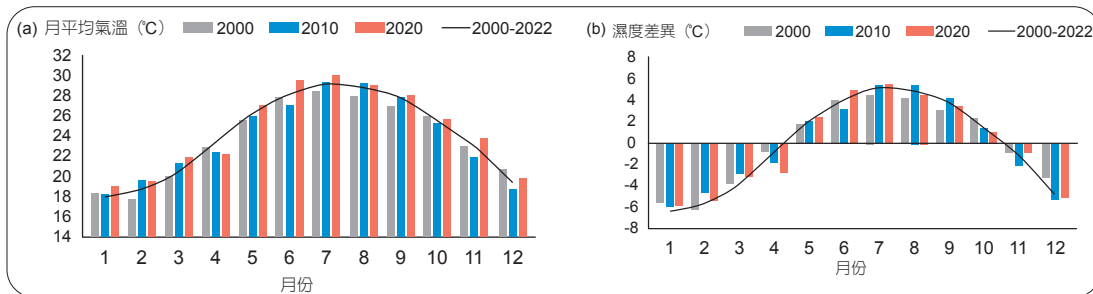
藉由水與食物傳染的病原菌可隨氣溫與降雨量增加大量散播，影響戶外工作

者、緊急應變作業者與健康照護者。溫度的改變也可影響跳蚤與蚊子等害蟲的生長與族群數量，延長牠們的傳染季節，擴大地理分布範圍，這也代表戶外工作者遭受以蚊子為媒介傳佈的疾病如登革熱的風險增加，另颱風與洪水的加劇也可導致建築物內部發霉，使建築與營繕作業勞工成為直接暴露的受害者。

氣候變遷亦將增加人類對於居住環境氣候適應性的要求，例如為控制室內空氣品質或居住環境的需求，大量使用冷氣、抗菌除霉設備或防黴、殺蟲劑等，皆可能促成包含眼鼻喉刺激、頭痛、疲倦、胸悶、噁心、頭暈、皮膚發炎等病態建築症候群 (sick building syndromes) 的出現。

◎ 參、高氣溫作業的挑戰與健康危害

如前所述，近年來全球各地熱浪發生頻率、持續時間和強度均顯著增加。臺灣屬亞熱帶及熱帶海洋型氣候，夏季炎熱潮濕，又因全球氣候變遷影響，氣溫近年持續上升，尤以每年戶外溫度較高季節、如每年6月至9月時為高⁵（如圖1），為發生熱疾病至急診就醫之高峰期⁶。高氣溫環境暴露對於在戶外從事例行性作業，如建設營造作業、道路養護作業、電線桿維護作業或從事農事等戶外工作者，形成顯著熱危害，若未能有效防範，勞工所面臨的急性傷害嚴重性高，對於患有慢性病等敏感族群的風險更不容小覷。



▲ 圖 1：臺灣於 2000 至 2022 年間逐月平均氣溫分佈：(a) 月平均氣溫；(b) 月平均溫度減年平均氣溫差值
資料來源：大氣水文研究資料庫-中央氣象局測站資料⁵，作者彙整製圖

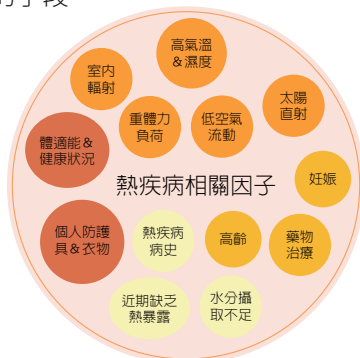
影響高氣溫作業勞工所承受熱壓力 (heat stress) 強弱的因素，包含環境溫度、濕度、風速、日光輻射熱等因子交互作用所形成的熱環境變化、工作負荷的體力代謝與工作者的穿著量。熱暴露發生時人體會感到不舒適，或因疲勞而影響工作表現，但對健康並未直接造成傷害。隨體內的熱蓄積升高，體核心溫度 (core temperature) 亦逐漸增加。當人體受到的熱壓力超過生理調節能力的上限、亦即人體的熱應變力時，負面

效應即可能發生。而熱應變 (heat strain) 是人體面對熱壓力時對抗核心溫度增加的防禦機制⁷，隨人體的體適能狀態而異，但熱應變可以透過對於所暴露熱環境的熱適應 (acclimatization) 程度逐步提升，若勞工曾有連續 5 天在相同高溫或高氣溫環境中工作，則可假設為已對此環境產生熱適應。

若熱應變不足以克服熱壓力的蓄積（例如人體核心溫度持續超過 38°C），則熱疾病即可能發生。常見的熱疾病包

括⁸：熱疹（heat rash）、熱暈厥（heat syncope）、熱痙攣（heat cramp）、失水（dehydration）、熱衰竭（heat exhaustion）、熱中暑（heat stroke）。

勞工遭受熱暴露時是否造成熱危害，與熱壓力的等級以及個人的體能狀態有關，因此在高氣溫暴露熱危害的管理上，宜針對熱適應力較弱、屬於熱危害易感受性較高的勞工擬訂控制策略。美國國家職業安全衛生研究所（US National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH）於其作業環境熱危害政策文件⁹中將可影響熱疾病形成的因子分類闡述，當中包含熱環境所屬的氣象因子（高氣溫與高濕度、過強的太陽直射或室內熱輻射量、低空氣流動率）、重體力負荷作業、穿著隔熱性高的個人防護具與衣物等熱壓力成因，亦包含個體易感受性（individual susceptibility）相關的因子如具熱疾病病史、高齡、妊娠、目前或長期接受藥物治療（如慢性病治療藥物）、健康狀況不佳、個人體能狀況等因素（圖2），這些因子近半與個人體適能相關，因此在熱危害的預防策略中，針對勞工個人進行健康管理是必須的手段。



▲ 圖2：熱疾病促發之熱壓力與個人體能及健康管理相關因子
資料來源：美國國家職業安全衛生研究所⁹，作者彙整製圖

肆、高氣溫作業危害暴露的評估機制

戶外高氣溫危害管理的首要步驟為辨識熱危害的出現與評估其嚴重性，針對熱危害的評估，常以熱壓力評估結果推論熱暴露的潛在健康危害，實務上運用可適度模擬人體熱感知的熱壓力指標作為替代工具。

對於高溫環境或於人工熱源旁作業產生的暴露危害，綜合溫度熱指數（wet-bulb globe temperature, WBGT）是最常用的熱壓力評估指標。WBGT透過測量乾球溫度（空氣溫度）、自然濕球溫度與黑球溫度三者，將輻射熱、空氣流動所形成的對流熱、與空氣潮濕程度的影響納入單一評估指標內。在以WBGT評估熱壓力時，模擬的情境與標的為在熱源鄰近處作業勞工的熱感覺，WBGT所評估的因子中，權重最高者為自然濕球溫度，目的在強調人體流汗為散熱冷卻的重要機制，黑球溫度的運用則在模擬人體皮膚以及衣物對於輻射熱的吸收現象。受限於上述參數並非傳統氣象觀測項目，WBGT多須透過現場觀測方能有效評估，如欲在戶外高氣溫作業管理運用，則可透過建立可運用氣象單位觀測資料的預測模式推估，如日本環境省（Ministry of the Environment Government of Japan）所採用之暑熱指數¹⁰，即透過長期同步觀測全國不同地區的氣象參數與WBGT觀測項目，建立以環境溫濕度為自變項的WBGT預測模式。

以氣象參數為基礎所發展的熱壓力預測模式，亦是戶外熱壓力評估目前較常運

用的評估方式，此類評估機制的優點在於可與觀測區域的氣象資料連結、進行動態分析，提供一般民眾與戶外作業勞工即時性的熱危害評估資訊，評估資訊的運用單位（如勞動主管機關）亦可依據評估結果制定危害分級管理機制。世界各國所發展的戶外熱壓力模式中，較廣泛運用作為管理工具之代表性警示指標包括美國海洋暨大氣總署國家氣象局（National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, NOAA NWS）所採用之熱指數（Heat Index, HI）¹¹、加拿大環境部氣象局（Environment Canada, Meteorological Service of Canada）所採用之濕度指數（Humidex）¹²、與前述日本環境省所用之暑熱指數，其中熱指數亦為現階段我國勞動部「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」¹³所運用作為分級危害管理基礎的指標。熱指數透過結合環境

溫度及相對濕度，推算在該溫濕度組合時人體的熱感覺溫度，因為我國夏季戶外兼具高溫與高濕的特性，因此在熱壓力評估時納入對於環境濕度所形成的影響甚為重要。依據NOAA NWS的設計，在不同空氣溫度與相對濕度組合下的熱指數數值可區分對應四個熱危害等級，分別為「警示」（Caution）、「高度警示」（Extreme Caution）、「危險」（Danger）、「極端危險」（Extreme Danger），我國與美國職業安全衛生署（US Occupational Safety and Health Administration, OSHA）⁹在運用熱指數作為戶外高氣溫作業危害管理指標時，亦設有對應指數數值之危害區段與建議各危害等級應採行之防護作為，可作為自主管理之依據。圖3與表1所示分別為勞動部「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」所示對應熱指數之熱危害風險等級及風險管理原則。

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|-----|
| 溫度 (°C) | 43.3 | 57.8 | | | | | | | | | | | | 第四級 | | |
| | 42.2 | 54.4 | 58.3 | | | | | | | | | | | | | |
| | 41.1 | 51.1 | 54.4 | 58.3 | | | | | | | | | | | | |
| | 40.0 | 48.3 | 51.1 | 55.0 | 58.3 | | | | | | | | | | | |
| | 38.9 | 45.6 | 48.3 | 51.1 | 54.4 | 58.3 | | | | | | | | | | |
| | 37.8 | 42.8 | 45.6 | 47.8 | 51.1 | 53.9 | 57.8 | | | | | | | | | |
| | 36.7 | 40.6 | 42.8 | 45.0 | 47.2 | 50.6 | 53.3 | 56.7 | | | | | | | | |
| | 35.6 | 38.3 | 40.0 | 42.2 | 44.4 | 46.7 | 49.4 | 52.2 | 55.6 | 58.9 | | | | | | |
| | 34.4 | 36.1 | 37.8 | 39.4 | 41.1 | 43.3 | 45.6 | 48.3 | 51.1 | 53.9 | 57.2 | | | | | |
| | 33.3 | 34.4 | 35.6 | 37.2 | 38.3 | 40.6 | 42.2 | 44.4 | 46.7 | 49.4 | 52.2 | 55.0 | 58.3 | | | |
| | 32.2 | 32.8 | 33.9 | 35.0 | 36.1 | 37.8 | 39.4 | 40.6 | 42.8 | 45.0 | 47.2 | 50.0 | 52.8 | | 55.6 | |
| | 31.1 | 31.1 | 31.7 | 32.8 | 33.9 | 35.0 | 36.7 | 37.8 | 39.4 | 41.1 | 43.3 | 45.0 | 47.2 | | 49.4 | 第三級 |
| | 30.0 | 29.4 | 30.6 | 31.1 | 31.7 | 32.8 | 33.9 | 35.0 | 36.1 | 37.8 | 38.9 | 40.6 | 42.2 | | 44.4 | |
| | 28.9 | 28.3 | 28.9 | 29.4 | 30.0 | 31.1 | 31.7 | 32.2 | 33.3 | 34.4 | 35.6 | 36.7 | 37.8 | | 39.4 | 第二級 |
| | 27.8 | 27.2 | 27.8 | 28.3 | 28.9 | 28.9 | 29.4 | 30.0 | 31.1 | 31.7 | 32.2 | 32.8 | 33.9 | | 35.0 | |
| | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 27.2 | 27.2 | 27.8 | 27.8 | 28.3 | 28.9 | 28.9 | 29.4 | 30.0 | 30.0 | | 30.6 | 第一級 |
| 熱指數 (°C) | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 風險 等級 | | |
| | 相對濕度 (%) | | | | | | | | | | | | | | | |

▲ 圖3：勞動部「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」所示對應不同空氣溫度與相對濕度之熱指數值

資料來源：節錄自「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」附表一¹³

二、健康管理

健康管理是避免高氣溫環境危害的重要措施，良好的勞工自主健康管理以及由雇主擬定的健康管理計畫可確保高氣溫作業勞工具備良好的體適能。擬定上述計畫時應考慮新進勞工與已有熱暴露經驗勞工熱適應力的差別、不同年齡層體適能的差別、以及勞工是否具熱疾病易感受性。健康管理措施包含勞工自主健康管理、體適能評估與配工、以及熱適應計畫等三大項。在自主健康管理部分，作法應包括確認勞工維持正常生活作息、具備良好的個人衛生習慣、健康飲食習慣等；在體適能評估與工作安排方面，宜安排從事高氣溫作業者進行健康檢查並依據檢查結果安排進行合適之作業，如勞工患有糖尿病、高血壓、心臟疾病、腎功能衰竭、精神疾病、神經系統疾病、皮膚疾病等，應尋求職業醫學專科醫師的建議，安排適當的工作與地點。作業環境管理者亦應針對新進勞工或重返高溫環境的勞工施行熱適應計畫，作業時間由短而長逐日增加，以有效增強勞工對於熱暴露之耐受力。



三、教育訓練

管理者應定期實施熱疾病辨識與熱危害防護教育訓練，且教育訓練課程設計的對象應分為主管和作業勞工兩類。針對熱疾病的辨識，勞工個人或事業單位管理者均應熟悉熱危害之健康傷害（熱疾病類型與發生時機）、危害辨識（熱疾病出現時之臨床症狀）、與預防措施，並具備辨識熱危害促發因子、危險跡象、與症狀的能力。熱危害的防護訓練則應包括熱中暑危害的急救程序、勞工個人自主健康管理、認知高氣溫作業中服食藥物（包含醫用藥物）及酒精的危險、防護設備與措施的運用時機與方式、以及醫療監測計畫的目的與範圍。

四、健康監控

戶外高氣溫作業場所不易由健康服務醫護專業人員長期於現場監測，因此需要透過工作夥伴彼此觀察照護，方能早期察覺。健康監測的管理措施，包含作業中目視與口頭監測以及生理醫療監測等項。高氣溫作業環境應組織夥伴系統，經由適當熱危害健康影響及熱疾病辨識訓練，確保勞工與夥伴作業互相照護。管理者亦應建立熱中暑症狀與預防檢點表，使勞工可逐日檢查自身與同仁之身體狀況，此外，現場應備有急救與傷患緊急處置計畫。

在高氣溫危害的特殊控制方面，可採行的方法視作業條件與環境因子而定，可包括工程控制、行政控制、個人防護具等。上述策略中，以工程控制手段優先，其次行政管理，個人防護具則為最後一道防

線。在高氣溫危害的控制實務中，受到作業現場條件的限制，選用降溫衣物（如風扇背心或冰背心）作為防護機制的可操作性較低，此外工程控制亦須視作業條件的需求而定，並非一體可行，因此在高氣溫危害的管理機制中，行政管理仍屬較可標準化執行的管理工具。



◎ 陸、我國高氣溫作業危害暴露之管理規範與國際管理走向

明確的規範與指引是高氣溫危害管理的基礎，而針對戶外作業高氣溫暴露可能形成的危害，因可行的警示與管理方式與傳統室內人工熱源旁作業所適用者不盡相同，因此世界各國多另行規範管理，我國亦然。我國於2014年修正「職業安全衛生設施規則」時增列第324條之6¹⁴，敘明雇主使勞工從事戶外作業，為防範環境引起之熱疾病，應視天候狀況採取以下的危害預防措施：一、降低作業場所之溫度；二、提供陰涼之休息場所；三、提供適當之飲料或食鹽水；四、調整作業時間；五、增加作業場所巡視之頻率；六、實施健康管理及適當安排工作；七、採取勞工熱適應相關措施；八、留意勞工作業前及作業中之健康狀況；九、實施勞工熱疾病預防相關教育宣導；十、建立緊急醫療、通報及應變處理機制。

勞動部另於2019年訂定「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」（下稱高氣溫危害指引）作為行政指導¹³，具體說明高

氣溫危害所需自主管理計畫的架構與可行操作方式。指引建議從事戶外作業時，應參照交通部中央氣象局的溫度及相對溼度資訊，以作業所在地或緊鄰地區之氣象測站測值為準，對照「熱指數表」（圖3）取得作業地點的熱指數值，並對照「熱危害風險等級對應之熱指數及風險管理原則」（表1）與「不同熱危害風險等級對應之危害預防及管理措施表」（表2）推估熱危害風險等級並採取對應預防措施。為了能有效推動高氣溫作業危害的自主管理，勞動部職業安全衛生署另建置「高氣溫戶外作業熱危害預防行動資訊網」¹⁵，供事業單位評估可採行的預防措施。前述資訊網透過全球定位系統（GPS）定位，提供工作地點的即時氣象數據資訊，並以熱指數數值呈現，此外並有對應風險等級的危害預防及管理措施、常見熱疾病處理原則及鄰近醫療機構資訊等，可作為相關事業單位危害辨識與員工勤前教育的工具。

表2 勞動部「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」所示不同熱危害風險等級對應之危害預防及管理措施表¹³

| 危害預防及管理措施 | 熱危害風險等級 | | | |
|-----------------------|---------|-----|-----|-----|
| | 第一級 | 第二級 | 第三級 | 第四級 |
| (一) 勞工作業管理 | | | | |
| 1. 降低勞工暴露溫度 | √ | √ | √ | √ |
| 2. 現場巡視勞工作業情形 | √ | √ | √ | √ |
| 3. 提供適當之休息場所 | √ | √ | √ | √ |
| 4. 提供適當工作服裝 | √ | √ | √ | √ |
| 5. 於作業場所提供勞工充足飲用水及電解質 | √ | √ | √ | √ |
| 6. 調整勞工熱適應能力 | | √ | √ | √ |
| 7. 調整勞工作業時間 | | √ | √ | √ |
| 8. 使用個人防護具 | | | √ | √ |
| (二) 勞工健康管理 | | | | |
| 1. 適當選配作業勞工 | √ | √ | √ | √ |
| 2. 實施勞工個人自主健康管理 | √ | √ | √ | √ |
| 3. 確認作業勞工身體健康狀況 | √ | √ | √ | √ |
| (三) 安全衛生教育訓練 | | | | |
| 熱危害預防安全衛生教育訓練 | √ | √ | √ | √ |
| (四) 緊急醫療系統 | | | | |
| 1. 建立緊急應變處理機制 | √ | √ | √ | √ |
| 2. 實施急救措施 | √ | √ | √ | √ |

資料來源：節錄自「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」附表三

針對氣候變遷所形成的職場安全與衛生挑戰，各國亦積極規劃對應作為。美國NIOSH於2009年提出關於探討氣候變遷所引起職業安全與衛生議題之先期架構（preliminary framework），依據於1988至2008年間科學文獻與事件分析的結果，歸納出氣候變遷可影響職業安全與衛生的重點領域（如本文第貳節所討論）⁴，並提出因應氣候變遷所引起職業安全衛生問題的方向與對應策略。該架構所提供的因應策略包括：調整現行法規、改善危害控制方法（包含個人防護具）、發展可行熱適應機制、強化研究量能、建置危害控制指引與危害通識工具、發展早期預警與監測系統、透過設計達成預防。其中多項均與先進國家現階段對於戶外高氣溫危害管理

的作為與未來規劃相同，亦為我國在面臨上述議題發展對策時可借鏡者。

另外，美國勞動部（US Department of Labor）於2021年9月宣佈加強與擴大熱危害預防措施，以保護室內與戶外工作者免於遭受極端高溫暴露的危害，而後美國OSHA於2021年10月公告「戶外與室內工作環境中預防熱傷害與疾病（Heat Injury and Illness Prevention in Outdoor and Indoor Work Settings）」之擬議規範（Advance Notice of Proposed Rulemaking, ANPRM）¹⁶。ANPRM為美國聯邦官署與組織公告周知該官署預期提出或修正之法規，為法規制定過程中之中繼步驟。

ANPRM中提出目前OSHA在法規制定過程中面臨的關鍵問題包括：一、作業環境熱危害的影響因子與評估、管理方式（熱環境暴露、工作負荷、衣著量）；二、降低職業熱暴露相關傷害與疾病的策略與施行機制。後者包括熱傷害與疾病防治計畫、工程控制／行政管理／個人防護具、熱適應計畫、生理／醫學／暴露監測、緊急應變計畫、勞工訓練與參與等項。這些均為熱危害自主管理計畫的基本組成要項，因此可預期未來的法令或將規範具體的高氣溫作業熱危害管理計畫。前述美國OSHA預計提出之法規與法規中之熱危害預防措施與建議，我國於「職業安全衛生設施規則」第324條之6與「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」中多已涵納，因此因應戶外熱危害管理的需求，或可參酌美國OSHA所提出草案之精神，思考於戶外高氣溫熱危害管理法令中，分別設定一般高溫防護作為與額外防護作為之啟動時機（最低管制溫度或月份），作為監督檢查與輔導的依據。



► 柒、結語

本文探討氣候變遷對於職業安全與衛生管理的影響，以及勞工與管理者應有的認知與調適作為，同時針對高氣溫危害，探討現行的評估與控制機制、未來需加強或調整的方向。氣候變遷影響的層面極廣，以高氣溫暴露危害為例，只要是需要在戶外作業或活動者皆為受衝擊的對象，若再加上特定的作業條件（如工作區域幅員廣大等），管理者與勞工勢必要由現階段以強調作業管理與個人防護為主的高氣溫危害防護策略、逐步過渡至具個人健康管理（如健康監控）與氣候適應性（如調整作業期）的管理機制，方能有效維持安全與衛生的工作條件。戶外高氣溫作業在控制手段上需講求具彈性的策略，因此對應的方式亦需滾動式檢討與改進，方能降低因氣候變遷帶來的危害。

參考文獻

1. US Global Change Research Program. (2018). Impacts, risks, and adaptation in the United States: Fourth national climate assessment, Volume II. USGCRP. <https://nca2018.globalchange.gov/>
2. Kiefer, M., Lincoln, J., Schulte, P., & Jacklitsch, B. (2023, January 27). Climate change and occupational safety and health. NIOSH Scientific Blogs. <https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2014/09/22/climate-change>
3. National Institute for Occupational Safety and Health. (2023, January 27). Occupational safety and health and climate: Impact of climate on workers. Workplace Safety & Health Topics. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/climate/how.html>
4. Schulte, P.A., Bhattacharya, A., Butler, C.R., Chun, H.K., Jacklitsch, B., Jacobs, T., Kiefer, M., Lincoln, J., Pendergrass, S., Shire, J., Watson, J., & Wagner, G.R. (2016). Advancing the framework for considering the effects of climate change on worker safety and health. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 13(11),847–865. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15459624.2016.1179388>
5. 國家科學及技術委員會、中國文化大學 (2023 年 1 月 12 日)。大氣水文研究資料庫。中國文化大學。 <https://dbar.pccu.edu.tw/Default.aspx>
6. 陳振華、黃彬芳、陳旺儀 (2014 年 3 月)。國內高氣溫戶外工作者熱危害預防及檢查作法研究 (IOSH102-H303)。勞動部勞動及職業安全衛生研究所。
7. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2009). Heat stress and strain. In Documentation of the TLVs® and BEIs® with other worldwide occupational exposure values. ACGIH.
8. Bernard, T.E. (2002). Thermal stress. In B.A. Plog, & P.J. Quinlan (Eds), *Fundamentals of industrial hygiene* (pp. 327-356; 5th ed.). National Safety Council.
9. National Institute for Occupational Safety and Health. (2016). NIOSH criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. DHHS (NIOSH) Publication 2016-106. NIOSH. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>
10. Ministry of the Environment Government of Japan. (2023, January 12). About WBGT (wet bulb globe temperature) guideline. Ministry of the Environment Government of Japan. <https://www.wbgt.env.go.jp/en/wbgt.php>
11. National Weather Service. (2023, January 12). NWS JetStream—online school for weather: Heat Index. NWS of US National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.weather.gov/jetstream/hi>
12. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2023, January 12). Humidex rating and work. Environment Canada National Inquiry Response Team. http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/humidex.html
13. 勞動部職業安全衛生署 (2019 年 1 月 28 日)。高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引。勞動部職業安全衛生署。 <https://www.osha.gov.tw/48110/48461/48517/48523/56529/>
14. 勞動部 (2022 年 8 月 12 日)。職業安全衛生設施規則。勞動部勞動法令查詢系統。 <https://laws.mol.gov.tw/FLAW/FLAWDAT01.aspx?id=FL015021>
15. 勞動部職業安全衛生署 (2023 年 1 月 12 日)。高氣溫戶外作業熱危害預防行動資訊網。勞動部職業安全衛生署。 <https://hiosa.osha.gov.tw/content/info/index.aspx>
16. Federal Register. (2021, October 27). Advance notice of proposed rulemaking (ANPRM): Heat injury and illness prevention in outdoor and indoor work settings, a proposed rule by the Occupational Safety and Health Administration. Office of the Federal Register. <https://www.federalregister.gov/documents/2021/10/27/2021-23250/heat-injury-and-illness-prevention-in-outdoor-and-indoor-work-settings>