

我國發展氫能 之職業安全衛生的挑戰

鄒子廉 | 勞動部職業安全衛生署長
莊昊翰 | 勞動部職業安全衛生署技士



壹、前言

近年地球溫度不斷上升，造成降雨型態改變、極端氣候災難、糧食短缺及海平面上升淹沒國土等問題，對人類生存及國家安全影響與日俱增，有鑑於此，全球已有 136 個國家陸續提出「2050 淨零排放」之目標及作法，推動節能減碳及溫室氣體減量，共同控制全球溫升，避免大自然劇烈反撲。為與世界共同邁向淨零目標，我國於 2022 年 3 月 30 日發布「臺灣 2050 淨零排放路徑」，採能源轉型、產業轉型、生活轉型及社會轉型等四大策略，科技研發及氣候法制等兩大基礎，積極推動淨零轉型。

氫能因具低汙染、無碳排及增加能源使用效率等特性，世界各國將其發展及運用視為未來實現淨零碳排主要策略之一，我國亦將其納入重點研發事項，除由政府成立氫能推動小組外，並由工研院攜手國內事業單位籌組氫能發電國家團隊，透過公私部門資源整合，共同推動氫能技術之發展及應用，預計 2050 年氫能發電將佔我國總電力 9% ~ 12%。

惟氫氣產製或使用過程中如稍有不慎，易發生火災爆炸災害，除事業單位嚴重資材損失，造成勞工傷亡外，亦可能對鄰近民眾之生命財產造成威脅，爰如何確

保氫氣之製造、處置及使用安全無虞，將是我國氫能發展成功的關鍵因素。

設置氫氣偵測器等安全防護設施，以確保工作場所作業安全。

► 貳、氫能發展事故概況及作業風險分析

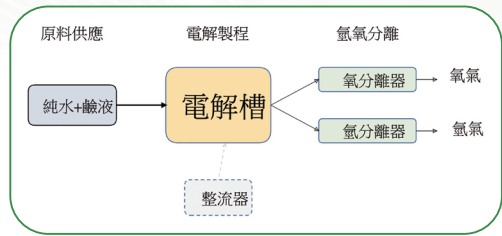
一、全球氫能發展事故概況

為達「2050 淨零排放」目標，各國積極發展氫能，並朝多面向實施研究及應用，惟近年國際上發生多起氫氣意外事件，例如 2019 年 5 月南韓氫氣工廠儲氫罐於太陽能水電解製氫氣實驗中，因操作失誤導致爆炸，造成 2 人死亡 6 人輕重傷；2019 年 6 月美國某化工廠儲氫罐洩漏引發自燃與連環爆炸，造成當地氫燃料電池汽車之氫供應中斷，無人傷亡；2019 年 6 月挪威加氫站因氫氣外洩，發生大規模爆炸，致兩名駕駛受傷；2019 年 9 月韓國化工廠發生氫氣洩漏引發火災，造成 3 人燒傷；2021 年 8 月中國加氫站氫氣罐發生爆燃，無人傷亡。這些事故之發生，雖有不同的基本原因，卻都是因為氫氣的特性造成爆炸，警示各界發展氫能亟需以安全為核心。

二、氫能發展作業風險分析

(一) 氫氣製造

現行製氫技術係使用碳氫燃料水蒸氣轉化法製氫（灰氫），惟過程中會產生大量二氧化碳，爰未來各國將朝水電解製氫（綠氫）為主。水電解製程（如圖 1），其主要潛在危害為管線或槽體容器脆化、製程溫度或壓力過高、缺乏適當保養等因素造成鹼液或氫氣洩漏致引發火災爆炸事故，事業單位應選用適當材質、採取有效通風、



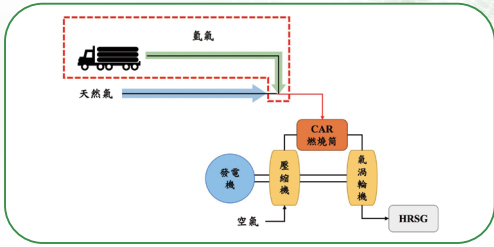
▲ 圖 1 水電解氫氣製程

(二) 氫氣處置

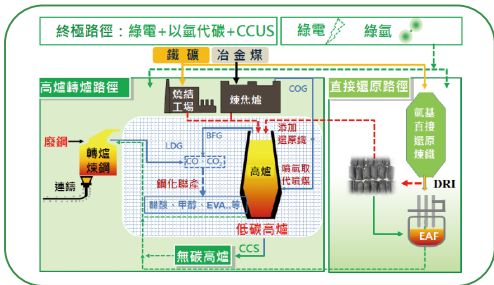
我國氫氣產量尚無法自主供應滿足氫能發展需求，未來勢必須提升氫氣產量及向國外國家購買。氫氣儲存及運輸可概分為管線輸送、槽車運送及儲槽儲存等三種方式，可能面臨的風險為管線腐蝕洩漏、槽車灌注與卸收作業洩漏、槽體洩漏等致引發火災爆炸，需有必要之安全衛生設備及措施，如氫氣偵測器、防爆電氣設備、動火管理、標準作業程序及定期檢查等。

(三) 氫氣使用

我國發展氫能，目前朝三大面向進行研究及應用，分別係氫氣混燒及專燒之發電應用、燃料電池車及加氫站之交通運輸應用及氫能冶煉之去碳製程應用，其中，混氫發電及氫能冶煉刻正發展中，現行做法係變更既有發電及冶煉製程，增設混氫設備（如圖 2 及圖 3），透過燃燒氫氣提升效能並減少碳排放，其主要潛在危害為槽車卸收作業不當、管線脆化、氫氣進氣速率控制不當、噴嘴設計不良、回火或自燃等因素引發火災爆炸事故，事業單位應實施製程變更管理，選用適當之設備材質、噴嘴、氫氣偵測器等安全防護設施，並執



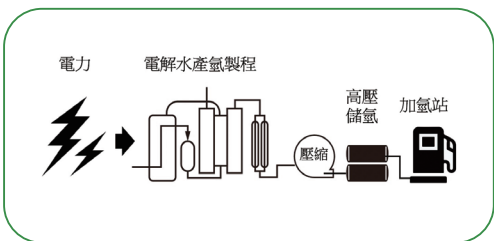
▲ 圖 2 混氫發電製程



▲ 圖 3 氫能冶煉鐵製程
(資料來源:中鋼半月刊 1107 期)

行啟動前安全檢查，以確保工作場所作業安全。

至加氫站作業，可概分為現場產氫（如圖 4）或由燃料廠商提供氫燃料（如圖 5）等 2 類，其主要潛在危害均為管線或槽體容器脆化、氫氣加壓致壓力過高、燃料電池車加氫作業不當等因素致氫氣洩漏引發火災、爆炸事故，事業單位應選用適當設備材質、設置氫氣偵測器及防爆電氣設備，並依標準作業程序作業，以確保工作場所安全。



▲ 圖 4 電解水產氫製程

◎ 參、臺灣氫能發展職災預防之執行策略

為確保國內發展氫能之作業安全，勞動部職業安全衛生署（以下簡稱勞動部職安署）分析發展氫能職災預防之挑戰，並盤整職業安全衛生法令，研擬可行策略，摘要如下：

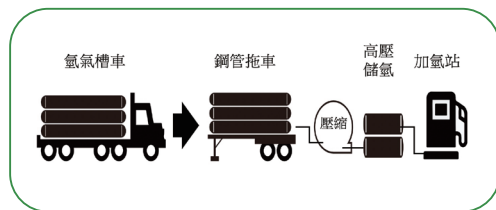
一、國內發展氫能之職安衛挑戰

氫能為我國推動淨零排放主要策略之一，惟國內氫能技術尚處於研發與示範階段，相較傳統技術成熟作業，具高潛在危害及不確定性風險，作業如稍有不慎，易發生氫氣洩漏致火災爆炸事故，勞動部職安署將勇於面對挑戰，持續蒐集國外發展氫能之安全衛生新知，並盤整國內職業安全衛生法令及勞動檢查資源，強化我國發展氫能之作業安全防護及職業災害預防。

二、國內外發展氫能之職安衛相關法規

（一）國外現行職業安全衛生法令分析

查美國、英國、日本及韓國等先進國家法令，除韓國針對氫能發展訂定「氫經濟促進及氫安全管理法 (Hydrogen Economy Promotion and Hydrogen Safety Management Act)」，於第 6 章規範氫氣安全，內容包含訂定氫能設備運轉安全管理



▲ 圖 5 槽車運送氫氣至加氫站儲槽
(資料來源:California Energy Commission, 2004)

規範、氫氣產品製造設備竣工檢查及教育訓練等事項外，其餘各國均以既有法令及標準規範氫氣製造、處置及使用安全。

(二) 國內現行職業安全衛生法令分析

1. 現行職業安全衛生法令對發展氫能作業危害已有基本規範

依職業安全衛生法第6條第1項規定，雇主對爆炸性或發火性等物質及有火災、高壓氣體等引起之危害，應有符合規定之必要安全衛生設備及措施。有關氫能發展之作業安全防護，包括火災、爆炸等災害防止，現行職業安全衛生法令已有相關基本規範，惟國內氫能技術尚處於研發與示範階段，相較傳統技術成熟作業，具高潛在危害及不確定性風險，雇主應依職業安全衛生法第23條規定，訂定職業安全衛生管理計畫，並依職業安全衛生法施行細則第31條規定，確實執行危險性工作場所之製程或施工安全評估、變更管理、定期檢查、現場巡視、教育訓練及緊急應變等職業安全衛生管理事項。政府亦宜研定相關安全指引或技術手冊，供發展使用氫能之事業單位參用。

2. 強化發展氫能工作場所作業安全

查氫氣係職業安全衛生法令列管之危險物，因其易燃易爆之特性，平時需儲存於高壓容器。依勞動檢查法第26條規定，設置高壓氣體類壓力容器之壓力或容量達中央主管機關規定之工作場所與製造、處置及使用危險物、有害物之數量達中央主管機關規定之工作場所，非經勞動檢查機

構審查或檢查合格，事業單位不得使勞工在該場所作業。事業單位應依上述危險性工作場所事前審查機制之規定，確保已針對工作環境及作業危害實施辨識、評估，並採取必要之控制措施，強化工作場所作業安全，以消弭氫氣製造、處置及使用之潛在危害。

三、職業災害預防執行策略

(一) 加強勞動監督檢查

為因應國內發展氫能所衍生之大量製造、處置及使用氫氣可能產生之潛在危害，勞動部職安署辦理「高壓氣體設施事業單位安全衛生監督檢查」及「大量製造處置使用儲存危險物事業單位火災爆炸災害預防監督檢查」，督促事業單位依職業安全衛生法相關規定，確實辨識、評估工作場所作業風險，並採取適當之安全衛生防護設施，以防止發生火災爆炸事故。

(二) 辦理輔導、宣導、觀摩及補助

為協助具製造、處置及使用氫氣等危害性化學品工作場所之事業單位強化工作場所作業安全，勞動部職安署辦理製程安全管理及防爆電氣設備相關計畫，除透過臨場輔導方式，協助其改善工作場所製程安全設備及措施外，亦辦理宣導會、觀摩會及教育訓練等活動及編撰製程安全管理技術手冊，使事業單位了解製程安全管理之重要性及作業流程，並確實辨識分析可能存在之潛在危害，同時，提供部分經費補助，協助其建立危險區域劃分、選購適當防爆電氣設備及正確安裝使用。

(三) 提升勞動檢查員專業知能

為提升勞動檢查員專業知能，勞動部職安署編撰蒸餾分製程、氫化反應製程等氫氣製造、處置及使用之P&ID圖，詳述管線、製程設備、儀表及控制設備間之關聯性，俾於勞動檢查時發覺工作場所可能潛在之危害，並辦理勞動檢查員專業訓練，以因應國內發展氫能趨勢，督促發展氫能事業單位依職業安全衛生法令規定，確保工作場所安全。

(四) 辦理高壓氣體作業安全研討會

為提升發展氫能事業單位之安全意識，勞動部職安署規劃於2022年與台灣區高壓氣體工業同業公會合作辦理「高壓氣體作業安全研討會」，邀請聯華氣體、三福氣體等國內高壓氣體製造商擔任講座，分享安全實務經驗，內容包含安全操作氫氣及注意事項、高壓氣體安全相關法令等，期藉由技術、知識及經驗交流，協助發展氫能事業單位強化職業安全衛生管理知能。

(五) 跨部會合作，強化危險物品製造、處置及使用安全

為防止國內發生類似貝魯特爆炸事故，行政院國土安全辦公室責成行政院環保署邀集各相關部會辦理「危險物品貯存

場所現勘及查驗」，以健全儲存設施管理。勞動部職安署配合辦理前開聯合稽查，提供職業安全衛生相關建議供事業單位參考，並加強稽查具氫氣貯存場所之事業單位，確保工作場所作業安全。

肆、結論

鑑於製造、處置及使用氫氣時如稍有不慎，易發生火災爆炸事故，勞動部職安署一向將其視為重點檢查事項，並納入年度勞動檢查方針，除規劃一般勞動檢查，督促事業單位依職業安全衛生法相關規定，採取必要之安全衛生設備及措施外，亦辦理臨場輔導、宣導會、觀摩會及教育訓練等活動，提升事業單位職業安全衛生知能，同時，針對具製造、處置、使用氫氣達2公噸以上或氫氣一日處理能力達1,000立方公尺以上工作場所之事業單位，要求其應向勞動檢查機構申請甲類或丙類工作場所審查及檢查合格後，方可使勞工於該場所作業，以確保勞工作業安全。

勞動部職安署未來將持續蒐集、分析國內外氫能發展作業安全新知及職業災害案例，滾動檢視職業安全衛生法令完整性，並配合各部會推動之氫能發展相關策略，強化氫氣工作場所職業安全衛生，期使氫能供應穩定無虞，以達台灣2050淨零排放目標。

參考文獻

1. 國家發展委員會(2022年3月)。台灣2050淨零排放路徑及策略總說明。
2. 洪劍長、黃蓓芸(2016年12月)。國際加氫站發展現況與安全法規分析探討。台灣能源期刊，第3卷第4期，461-475。
3. 中國鋼鐵股份有限公司SA小組、節能減碳及碳中和推動小組(2022年3月)。碳中和路徑規劃與布局。中鋼半月刊1107期，2-3。