



- 國際氣體經營資訊
- 氫能、燃料電池與液態氫

業務專欄

02 國際氣體經營資訊

07 氫能、燃料電池與液態氫

量測氣體洩漏的好工具 - 新型氣體
13 洩漏偵測器介紹

技術專欄

18 高壓氣體設備保溫層下腐蝕 (CUI)
之探討及檢修實務 (二)

管理專欄

25 談工安的重要性

安全專欄

27 技術通報

28 災害事故案例及防止對策

29 法規與政令宣導

會務報導

30 台灣區高壓氣體工業同業公會

32 中華民國工業氣體協會

感謝本期廣告之贊助

臺北氧氣股份有限公司

中國鋼鐵股份有限公司

遠東氣體工業股份有限公司

三福氣體股份有限公司

發行者：苗豐盛

社長：林文理

副社長：董仲康

總編輯：朱京生

副總編輯：曾淑芳

編輯委員：余文煒、李金達、楊雅琇
邱宗南、胡志明、游仁傑
龔建國、謝鐵勝、呂思嫻

主辦單位：台灣區高壓氣體工業同業公會

地址：台北市敦化南路一段102號3樓之3

電話：(02)2771-7333 (02)2751-3012

傳真：(02)2711-2559

電子信箱：thpgia@ms45.hinet.net

網址：http://www.tiga.org.tw

協辦單位：中華民國工業氣體協會

地址：台北市中山北路三段27號1204室

電話：(02)2593-2056

傳真：(02)2593-2115

電子信箱：igaroc@ms61.hinet.net

網址：http://www.igaroc.org.tw

內部刊物 免費贈閱

設計統籌：品澄設計

電話：(02)8245-7802

發行所：台灣區高壓氣體工業同業公會

台北市政府 85.7.3(85)府新一字

第85045153號函准予登記

行政院新聞局出版事業登記證：

局版北市誌第946號

中華郵政北台字第5788號

執照登記為雜誌交寄

創刊日期：中華民國85年7月10日

出版日期：中華民國113年3月

「高壓氣體」自第17卷第3期起更名為

「氣體工業」



國際氣體經營資訊

聯華氣體 陳高明 譯

1. 林德集團(Linde)參與德國Holcim公司的碳中和水泥廠Carbon2Business創新專案在聯合國氣候變遷大會榮獲兩項獎項。

林德集團於2023年12月11日宣布，在11月30日至12月12日期間，在杜拜舉辦的第28屆世界氣候變遷大會（COP）是全球氣候變遷保護措施的重要論壇。在這個背景下，Holcim的Carbon2Business創新專案因其傑出且創新的減碳技術而獲得兩項獎項。Carbon2Business是全球首批碳中和水泥廠之一，預計將於2028年在Schleswig-Holstein州的Lägerdorf的Holcim廠開始運營。Holcim Germany的首席執行長Thorsten Hahn表示：“這些獎項證明我們在實現本公司減碳路線圖方面走在正確的道路。這將為我們在推動建材轉型和設立首座碳中和水泥廠的計劃中提供助力。”

12月5日，Holcim的公共事務與社會影響主管Cédric de Meeûs接受了COP28能源轉型變革者獎。這是阿拉伯聯合大公國COP28主席的倡議，目的在支持各公司實施創新且可擴展的減碳專案，並給予其展現的舞臺。這項獎項將Carbon2Business在“高排放行業”類別中視為在抗氣候變遷方面的突破性創新方法，被認為具有成為全球重工業減碳藍圖的潛力。

三天後，Holcim在Lägerdorf專案中獲得Net-Zero Industries Award 2023的“優秀專案”

類別獎項。Holcim的CCUS戰略主管Pavan Chilukuri於12月8日在杜拜接受該獎項。Net-Zero Industries Award是全球第一個優秀工業減碳專案的競賽，由Net-Zero Industries Mission提出。該專案於2022年啟動，是全球第一個創新聯盟，目的在開發和展示碳中和工業的具競爭力解決方案。奧地利和澳大利亞是該使命的領導者，中國、德國、歐盟、英國、加拿大、韓國和芬蘭是核心成員。

thyssenkrupp Polysius GmbH的首席執行長Pablo Hofelich和首席戰略官Frank Ruoss表示：“我們祝賀Holcim Germany對其Lägerdorf站點進行綠色轉型的高度評價。我們為Holcim選擇我們的polysius® pure Oxyfuel技術感到自豪。我們將共同支持水泥生產製程中的持續減少碳排放。Lägerdorf對thyssenkrupp Polysius及其oxyfuel技術來說是一個具有開創性的示範專案。”

Linde plc的執行副總裁兼Linde Engineering首席執行長Juergen Nowicki表示：“我們的專有oxyfuel與CO₂淨化技術結合我們在氧氣和CO₂生產方面的核心能力。經由煙道氣中產生高CO₂含量，我們在水泥生產的減碳過程中實現更大的效益。自我們的技術首次試驗以來，我們一直在投資於其改進。我們為Carbon2Business創新專案被識別為Holcim成為創新和可持續建築解決方案全球領先者的重要貢獻感到自豪-經由設計和建造一個世界規模的商業廠。”

Carbon2Business的核心是水泥廠的改造和新窯爐生產線的建設。作為水泥生產減碳的工業規模原型，新的窯爐使用第二代oxyfuel技術以及下游的CO₂壓縮和純化裝置。

在oxyfuel過程中，純氧被注入水泥窯的燃燒過程中，取代周圍的空氣。由此產生的oxyfuel過程在水泥窯中產生高純度的CO₂，該CO₂被捕獲，然後可以藉由甲醇合成法轉化為甲醇，或者被用作化工行業的原材料，例如生產塑料。Holcim依靠thyssenkrupp Polysius GmbH作為其技術合作夥伴。為了生產氧氣和處理捕獲的CO₂，Holcim與Linde的工業氣體和工程專家緊密合作。

這些過程單在Lägerdorf工廠就可避免每年120萬噸CO₂的排放。Carbon2Business專案得到歐盟創新基金提供的近1.1億歐元的資金支持。

2. 林德集團(Linde) 將向印度石油公司的帕尼帕特煉油廠供應工業氣體。

林德集團（Linde）於2023年10月25日宣布，其在印度的子公司已經簽署長期合約，將為印度石油公司在北印度的帕尼帕特煉油廠提供工業氣體。

林德的子公司將興建、擁有並運營新的現場設施，以供應氫氣、氮氣和壓縮乾燥空氣給印度石油公司。這些新的現場設施將支持帕尼帕特煉油廠由每年1500萬噸擴充至每年2500萬噸的數十億美元擴建專案。

在煉油過程中，工業氣體扮演著重要的角色，不論是用於去除硫以生產清潔燃料，還是將原油裂解為各種產品，又或者是清理和清潔製程設備和控制儀器。

帕尼帕特煉油廠將成為林德集團實體在印度建造、擁有和營運的第二座大型氫氣廠。同時，它也將是林德在印度最大的現場生產設備之一，總工業氣體生產能力為每小時142,200立方米（NM³）。預計該廠將於2025年啟動。

除了供應印度石油公司外，這座新的現場綜合體還將滿足包括化工與能源、製造等各個終端市場對氮氣的需求。

林德集團東南亞和南亞區總裁莫洛伊•班納吉表示：“我們贏得這個專案，是基於我們技術提供的最優效率，以及林德集團在安全可靠地向客戶供應方面的記錄。我們期待在與印度石油公司現有的合作基礎上進一步發展，同時增加我們在北印度的網絡密度。”

3. 林德集團(Linde)增加在美國東南部的氫氣生產

林德集團（Linde）於2023年12月5日宣布，已擴增其位於美國阿拉巴馬州麥金

托什的工廠的液態氫生產能力。

林德集團（Linde）的麥金托什工廠現在能夠每天生產高達30噸的液態氫，以滿足當地商業市場的需求。這座工廠將供應氫氣給林德集團（Linde）現有和新客戶，包括製造和電子等各種終端市場。同時，它還將為林德集團的太空發射和移動性客戶提供氫氣。

此擴建專案旨在加強林德集團（Linde）在美國東南部的現有氫氣業務，提升該地區的網絡密度。林德集團（Linde）在這個專案上的投資約為9000萬美元。

林德集團（Linde）東區副總裁托德•勞森表示：“在過去的十年裡，我們不斷擴大我們穩固的氫氣生產和供應網絡，使林德集團（Linde）成為美國最大的液態氫供應商。隨著液態氫需求持續增長，我們很自豪能夠運用我們的技術和專業知識，按時且符合預算地啟動這個專案。”

4. 液化空氣集團（Air Liquide）將建造世界級二氧化碳捕獲裝置，為鹿特丹工業區減碳做出貢獻。

2023年12月19日，液化空氣公司宣布將在荷蘭鹿特丹的工業區興建、擁有和營運一座世界級的碳捕獲裝置，利用其專有的Cryocap™技術。這座新裝置將安裝在該公司在鹿特丹港口的氫氣生產廠，並連接到Porthos，這是歐洲最大的碳捕獲和儲存基礎設施之一，目的在大幅減少這座大型工業區的二氧化碳排放。

液化空氣公司將透過其現有的鹿特丹港口氫氣廠利用Cryocap™，一種使用低溫過程進行二氧化碳捕獲的技術解決方案去捕獲二氧化碳。捕獲的二氧化碳將經由目前正在開發的Porthos基礎設施運輸，然後永久存儲在北海約20公里離岸處的已用油田。該碳捕獲裝置預計將於2026年投入營運。透過此專案，液化空氣公司將能夠向其長期客戶供應經顯著減碳的氫氣，根據合約約定。Porthos基礎設施的整體效益將使每年減少250萬噸二氧化碳排放，相當於目前鹿特丹工業區二氧化碳排放的約10%。歐洲聯盟已將Porthos視為一項重要的跨境基礎設施專案，有助實現能源和氣候政策目標，並將Porthos列入共同興趣專案清單。

空氣液化公司執行委員會成員兼歐洲工業業務首席執行官Emilie Mouren-Renouard表示：“我們很高興再次採取切實的步驟，為歐洲最大的工業區之一實現減碳做出貢獻，同時參與Porthos的發展。這座新的世界級二氧化碳捕獲裝置展示了我們的專業知識和致力於實施減碳解決方案，既適用於我們的客戶也適用於我們自己的資產，符合公司ADVANCE戰略計劃的目標，即到2035年將其二氧化碳排放減少33%。”

5. 液化空氣集團（Air Liquide）和ENEOS攜手加速日本低碳氫和能源轉型的發展。

液化空氣集團於2023年11月15日宣布與日本能源公司ENEOS簽署一項合作備忘錄（MoU），目的在加速日本低碳氫的發展並推動能源轉型。這次合作將充分發揮ENEOS在日本龐大的能源基礎設施和市場份額，以及液化空氣在氫價值鏈上60多年的專業知識，包括生產、液化、運輸、儲存、分配，以及碳捕獲、利用和儲存（CCUS）的全方位掌握。

合作將覆蓋低碳氫的整個價值鏈。在上游，合作夥伴將共同研究利用CCUS和電解技術進行低碳氫生產的發展。此外，他們將研究可能的合作，推動國際液態氫供應鏈，以向日本引進國外氫氣。在下游，合作夥伴將考慮共同推動在日本發展氫動力，包括加氫站基礎設施的建立。此外，液化空氣和ENEOS還將合作探索氫供應鏈的創新方案。

液化空氣執行委員會成員兼副總裁、負責氫活動的Armelle Levieux表示：“空氣液化很榮幸能夠與ENEOS這家日本領先的能源公司攜手合作。這次合作將聚焦於可再生和低碳氫的整個價值鏈，充分發揮兩家領先公司的優勢。這將對日本氫氣的工業和移動性脫碳發展做出重要貢獻。合作同時也是空氣液化在能源轉型方面

積極加速的一個象徵，與我們戰略計劃ADVANCE相符，緊密聯結財務和非財務績效。”

ENEOS代表董事、執行副總裁宮田知英表示：“根據ENEOS集團到2040年的長期願景，我們正挑戰實現‘能源和材料的穩定供應’和‘實現碳中和社會’。這次與全球最大的工業氣體公司－液化空氣的合作，將成為引領能源轉型的基石，並持續支持日本在碳中和社會中的能源供應。ENEOS目前正在考慮將MCH (Methylcyclohexane甲基環己烷)作為主要氫載體，但透過這份備忘錄，我們還將進一步探索液化氫的可能性，以促進碳中和社會的實現。”

6. 液化空氣集團 (Air Liquide) 在魁北克的新能源轉型區建立新的低碳氣體生產平台

液化空氣集團於2023年10月24日宣布投資超過1.4億歐元，將在加拿大魁北克的貝坎庫爾建立一個突破性的平台，提供包括氫氣、氧氣、氮氣和氬氣在內的低碳工業氣體。除了現有的全球最大20兆瓦PEM水電解製氫設備，新的基礎設施還將包括一個空氣分離裝置，生產氧氣和氮氣，以及具備液體儲存能力的設施，透過當地的管路提供氣體給客戶。這個位於貝坎庫爾的空氣液化低碳生產平台，符合當地工業和港區脫碳的努力，成為液化空氣集團提供工業氣體和協助參與能源轉型客戶的一個重要地點。

液化空氣將建立、擁有和營運這個生產和分銷基礎設施，包括一個新的生產氧氣、氮氣和氬氣的空氣分離裝置(ASU)，以及具備液體儲存能力。這座新的ASU將使用來自水力能源的可再生能源供電，符合液化空氣ADVANCE計劃到2035年，將二氧化碳排放減少33%的目標。新的基礎設施將總氧氣產能達到每天850噸，主要服務製造電動車電池組件的客戶，並預計將於2025年投入營運。這個專案還將與貝坎庫爾的PEM電解器相連，實現回收和資源化可再生氧氣。通過在貝坎庫爾港和工業園區的生產平台，林德集團將能夠為客戶提供可持續、可靠和具競爭力的解決方案，以滿足當前和未來市場需求。

作為魁北克發展成為能源轉型樞紐的一部分，這項新的投資將支持電動車電池部門的增長，推動移動脫碳。首先，它將為電池組件製造商提供服務，包括Ecopro CAM Canada (EcoProBM + Ford + SKO)，並且將具備為貝坎庫爾地區的其他客戶以及加拿大東部的散裝客戶提供服務的能力。

液化空氣集團美洲中心首席執行官Matthieu Giard表示：

魁北克站在能源轉型的最前沿，積極培育以電池組件、氫氣和可再生能源為中心的蓬勃發展的工業生態系統。電動車電池市場是一個迅速擴大的前沿，催生機會的樣貌，並形成專注於其支持和發展的生態系統。該地區擁有豐富的寶貴資產，包括其水力能源、熟練的勞動力和充滿活力的創新生態系統。在貝坎庫爾營運超過35年，我們很高興能夠支持一個可靠且有競爭力的低碳解決方案，以推動當地和全球的可持續發展。

7. 空氣產品集團將在荷蘭鹿特丹建造歐洲最大的藍色氫氣廠並加強長期合約

空氣產品集團於2023年11月14日宣布，在其位於荷蘭鹿特丹的現有氫氣生產廠，將建造、擁有並營運一座先進的碳捕獲和二氧化碳(CO₂)處理設施。該設施預計將於2026年投入營運，生產的「藍色」氫氣將為埃克森美孚(埃索)位於鹿特丹的煉油廠提供服務，同時也透過空氣產品的氫氣管線系統為其他客戶提供。一旦投入營運，這將是歐洲最大的藍色氫氣廠。

碳捕獲改造將捕獲空氣產品現有的氫氣廠和埃克森美孚鹿特丹煉油廠的CO₂。該廠將連接到Porthos系統，這是一個在荷蘭發展第一個大型CO₂運輸和儲存系統的集團，最近已獲得最終投資決定的核准。除了鹿特丹港口的其他工業的CO₂，捕獲的CO₂將被運輸到北海已用油田，位於海底下三千多公尺的深處永久儲存。

Porthos使空氣產品能夠在鹿特丹港口減少超過一半的CO₂排放。這代表在短期

內減少空氣產品的直接排放，有助於實現荷蘭國家氣候合約目標。與此同時，空氣產品正在努力透過實現在鹿特丹港口使用進口再生能源生產綠色氫氣的計劃，進一步實現自身以及客戶的脫碳。

該專案是與埃克森美孚和荷蘭政府的長期合約的一部分。空氣產品氫氣生產廠的藍色氫氣將有助於工業和移動領域的客戶實現過渡，同時還在一個重要的工業區域創造和保留就業機會。

首席營運官Dr. Samir J. Serhan評論說：“空氣產品幾十年來一直積極參與並投資於鹿特丹。”他說：“這裡的工業公司不斷尋找實現協同效應、創建規模經濟、推動能源效率並最終實現脫碳的方法。該專案滿足了這一需求。經由Porthos封存CO₂並為埃克森美孚和其他客戶提供額外的藍色氫氣，我們可以幫助實現更清潔的未來。”

“埃克森美孚的目標是到2050年實現其所經營資產的淨零1和2範疇的排放，我們已經採取了全面的方法為每個設施創建減排路線圖，”鹿特丹廠區經理Edward Dekker Kleijn表示。“我們很高興與空氣產品合作，降低我們的環境足跡。碳捕獲和儲存是實現氣候目標所需的關鍵技術之一。這個專案是展示工業如何共同努力降低鹿特丹港區二氧化碳排放的一個很好的例子。”

8.空氣產品集團宣布用薄膜解決方案達成2000座薄膜式氮氣生產設備

空氣產品集團於2023年11月30日宣布，全球已有2000座使用Air Products Membrane Solutions的薄膜式氮氣生產設備。

空氣產品集團於1984年開始在船上安裝薄膜式氮氣生產設備的公司。目前，來自50多個國家的船隻正在使用在空氣產品集團位於挪威的設施中設計和製造的Air Products Membrane Solutions的薄膜式氮氣生產設備。

空氣產品集團Membrane Solutions的薄膜式氮氣生產設備使大型船隻能夠在航行中高效地從傳統的重質燃料轉換為更清潔的替代燃料，從而在貨物運輸過程中減少排放。

空氣產品集團Membrane Solutions專注於中空纖維薄膜分離器和現場氣體生成系統的開發。空氣產品集團設計、工程、製造並推出一系列完整的PRISM®薄膜分離器、海事系統和定制系統。空氣產品集團的系統還被設計用於創建更可持續的能源來源，提高各種行業和應用的生產力。

近年來，使用薄膜式氮氣生產設備的海事系統的船隻數量大幅增長。作為全球最有經驗的海事薄膜系統供應商，空氣產品集團Membrane Solutions為船上和陸上應用（包括替代燃料系統、化學品油輪、油田平臺和液化天然氣（LNG）應用）工程和製造一體化系統。

空氣產品集團Membrane Solutions的其他主要產品包括：

PRISM®薄膜分離器：包含數千條聚合物中空纖維，作為將氣體分離為個別元素的分子過濾器，包括甲烷、氮氣或氫氣。作為原始設備製造商組件提供給增值包裝商。應用行業包括航空航天、海上鈷礦探勘、食品和飲料、交通和國防。

定制系統：大型工業薄膜系統，用於氮氣生成和製程氣體應用，完全按照客戶規格定制，服務於石油和天然氣行業、氫製造廠、化工生產設施和可再生柴油生產。

全球服務和支持：提供薄膜系統的維護和優化，提供健康檢查、更換零件、遠程監控等服務，以確保薄膜以最佳性能運行。

有關空氣產品集團Membrane Solutions的更多信息，請參考airproducts.com/membranes。

備註：本文資料來源為亞洲工業氣體協會(AIGA)，並經該協會同意並授權後翻譯，限刊登在台灣區高壓氣體工業同業公會(THPGIA)所發行之“氣體工業”季刊上。

氫能、燃料電池與液態氫

聯華氣體 董仲康

一、前言

美國總統拜登與能源部長格蘭霍姆112年10月13日在費城港宣布，已選定七個可享美國政府補助的氫能投資案，包括亞馬遜（Amazon）和埃克森美孚（Exxon Mobil）參與的氫能計畫，將可分享總金額70億美元的聯邦補助。

屆時還將在費城港使用賓州、德拉瓦州、紐澤西州提出的氫能中心，為卡車和其他重型設備提供燃料。拜登讚揚這些氫能投資案嘉惠經濟，將可帶來工會「薪資優渥的工作」，而且有利美國因應氣候變遷。

台灣部分，智慧能源周已於112年10月18日登場，其中，官民六大企業集團與國營事業包括台塑集團、台泥、台肥、聯華、中油、台電，均分別端出儲能與氫能布局成果，打造淨零生態系、搶進上兆美元大市場。

二、氫氣能源介紹

作為新型潔淨能源，氫能未來發展可期，而氫能種類大致可分為下列四種：

1. 綠氫（green hydrogen）：

使用可再生能源，如風力發電、水力發電等，所產生的電力進行電解水所產生的氫能稱為「綠氫」，其在製程過程中幾乎零碳，所以非常適合做為未來綠色替代能源發展，但成本也較高。以台灣現狀來說，尚無法成為氫能發展主力。

2. 灰氫（gray hydrogen）：

製造成本低，為現今主流氫能技術，根據財團法人汽車研究中心資料顯示，灰氫主要以高碳燃料重組技術、氣態燃料重組技術、低碳液態燃料重組技術的方式產氫，並會運用於「燃料電池」上。

而所謂的「重組產氫」就是利用觸媒（催化劑，即反應前後保持不變的元素化合物），以化學方式將燃料中之氫原子取出產生氫氣。另有透過煤，氣化產製的氫能，稱為「褐氫」。

所謂燃料重組技術即是，使用煤氣（CO）或天然氣（CH₄）加水蒸氣（H₂O）進行化學反應，產生氫氣（H₂）及一氧化碳（CO）或二氧化碳（CO₂），此種方法會排放大量碳元素到空氣中，是目前工業常用的製氫方式。重組技術還可分為汽油、柴油等生質燃料的高碳燃料重組技術、天然氣為主的氣態燃料重組技術，以及以甲醇為原料的低碳液態燃料重組技術。

3. 藍氫（blue hydrogen）：

使用化石燃料製氫（灰氫），再利用碳捕捉技術，將製作氫氣中所排放的二氧化碳回收並封存的氫氣，就會被歸類在藍氫。但製造藍氫以現有的封存二氧化碳再利用技術成本較高，製造成本也因此提升。

另還有利用技術將天然氣中的氫抽離，再將二氧化碳以固體方式封存的藍綠氫（Turquoise Hydrogen），可有效降低碳排並增加二氧化碳用途，但製程需要大量燃料，技術成本高。

4.粉紅氫（pink hydrogen）：

使用核能提供的電力，進行水電解產生的氫被歸類為粉紅氫。根據台達電子文教基金會整理後之資料顯示，根據《路透社》報導，加拿大陸地能源公司（Terrestrial Energy）研究發現，核反應爐供應的高溫熱能，比傳統的水電解法產氫可提高最多四成效率。

而美國顧問公司拉札德（Lazard）發表《2023年能源均衡化成本報告》（LCOE Report）評估，既有核電廠生產粉紅氫的成本，在補貼和沒補貼的情況下，分別為每公斤0.48～1.81美元以及2.75～4.08美元，堪稱最低廉的產氫方式之一。

目前台灣氫氣在法規中仍屬於工業副產物或工業製程的「原料」，需透過修訂《能源管理法》，才能被視為「能源」，並進一步針對氫能進口、生產、銷售、設置、安全要求及無碳認證等規範，訂定「氫能管理專法」。

現今產業部分，有由工研院積極主導設立之氫豐綠能科技股份有限公司，並建立台灣氫能與燃料電池夥伴聯盟，將發展多項技術，要將台灣打造成媲美美國矽谷的台灣氫谷（hydrogen valley）。中油亦透露，將與台灣產業界攜手建構「氫能供應鏈」，引進移動式加氫站是第一步，最終目標是生產出「綠氫」。

三、工研院的最新技術

淨零排放浪潮席捲全球，被視為終極潔淨能源的氫，也成為各國積極追求的目標。以下是工研院最新發表的技術：

1. 混氫技術

因為氫氣產量短期有限，半導體工業製程也會排放工業副產品氫氣，藉由混氫混燒的方式，可以暫時維持氫氣需求量不會驟升，並有效利用多餘的「廢氫」，也能在短期內見到減碳效果。

據工研院報導指出，國發會預計於2050年氫能占比將提升至9～12%。根據氫能藍圖規劃，未來將以混燒或專燒氫氣的燃氣發電，逐步取代燃燒化石燃料的發電機組。

台電先前則表示，2022年4月與西門子簽訂氫能混燒合作備忘錄（MOU），今年（2023年）將混燒5%氫氣評估可行性，預計2040年將混燒比例拉高至20%。

未來天然氣電廠將轉型燃燒氫氣，工研院預估，2050年氫氫需求約700萬噸，氫氣約385萬噸、氨約315萬噸。其中氫氣進口約75%、自產25%。

氨同樣因為經化學反應（即產生氫與氮，沒有碳），近年來也逐步受到討論，但其反應後產出之氮化物為污染物之一，利用效果有待商榷；此外，氫氣雖然容易取得，但目前政府力拚「純淨」綠色氫能，其成本較高，綠氫有其相對難度，目前國內大部分還是以藍氫的「準綠能」為主。

2. 研發特殊氫氣瓶

氫氣分子極小，運送時須以高壓儲氫瓶進行裝運，若以一般的鋼瓶儲存，氫氣會鑽入金屬的結構中，長久下來，金屬瓶會產生氫裂（hydrogen embrittlement），即氫氣鑽入金屬等物質中，會加速物質退化、疲勞現象。

對此，工研院指出，利用碳纖維複合材料打造儲氫瓶，透過碳纖維分子比氫氣還要小的特性，不但重量減少60%以上，使用上也更加安全。

近日工研院已跟德宏集團德宇複合材料公司合作，打造輕量碳纖氫氣瓶，重量節省60%，是未來氫能車關鍵零件之一。

技術層面，工研院已完成基於機械手臂的自動化纏繞製程系統，相較於傳統動輒上千萬元的龍門型纖維纏繞專用機，能大幅降低建置成本，並具有小量多樣的生產彈性。目前這項技術已和德宇複合材料公司合作並投入開發，未來將鎖定氫能車儲氫瓶的市場。

3. 去碳燃氫

工研院的技術不僅要減少碳排，還要主動「去碳」，故又可以分成兩種不同方向的策略，分別為「碳捕捉、再利用與封存」(CCUS; carbon capture, utilization and storage, 捕獲與分離->淨化與壓縮->運輸->儲存->再利用) 與碳捕捉技術 (CCU; Carbon Capture, Utilization)，前者多了封存技術，技術難度較高，運用範圍亦尚未廣泛，此兩種技術，工研院正在研究發展中。

另外，近年來中鋼亦積極加入脫煤減碳行列，並啟動鋼化聯產，發展碳捕捉技術，黃色、灰色變壓吸附塔可捕捉轉製程產出的一氧化碳、二氧化碳，提供下游業者再利用。

其中CCUS技術與過往僅封存的技術，只有增加成本不同，並轉而將捕獲的二氧化碳，轉化成有價值的產品或材料，以達到碳的再利用。

氫能是CCUS技術中的一個重要組件，因為氫氣可以用作還原劑，將捕獲的二氧化碳與氫氣反應，產生甲烷（天然氣的主要成分）、甲醇或其他有用的化學品、生質燃料。這些產品可以再用於工業製程、化學產品生產或能源存儲等，完成一個完整的循環。

四、燃料電池介紹

燃料電池有別於原電池（或稱一次電池；不可充電電池），可以透過穩定的供應氧和燃料來源，在燃料耗盡前，持續不間斷的提供穩定電力。

根據維基百科指出，1839年，英國物理學家威廉•葛洛夫製作了首個燃料電池。而燃料電池的首次應用就在美國國家航空暨太空總署1960年代的太空任務當中，為探測器、人



圖一：碳捕捉 養綠藻。圖為台泥在花蓮把排碳捕捉回收養綠藻。



圖二：中鋼的變壓吸附塔

造衛星和太空艙提供電力。在搭上氫能熱潮後，運用將更加廣泛。

燃料電池（Fuel cell）是一種主要利用氧或其他氧化劑進行氧化還原反應，把燃料中的化學能轉換成電能的發電裝置。其中，使用的「氫」燃料可以來自於任何的碳氫化合物，如：天然氣、甲醇、乙醇、沼氣等。

目前燃料電池按其使用電解質的種類，主要可分為：

- 質子交換膜燃料電池（PEMFC、PEMC；Proton Exchange Membrane Fuel Cell）
- 直接甲醇燃料電池（DMFC；Direct Methanol Fuel Cell）
- 固體氧化物燃料電池（SOFC；Solid Oxide Fuel Cell）
- 鹼性燃料電池（AFC；Alkaline Fuel Cell）
- 磷酸型燃料電池（PAFC；Phosphoric Acid Fuel Cell）
- 熔融碳酸鹽燃料電池（MCFC；Molten Carbonate Fuel Cell）等

其中，又以 PEMC、DMFC 和 SOFC 較多為廠商與研究機構所開發。

近年氫能議題浮現，作為氫氣儲能發電的SOFC電池也受到關注。工研院台南沙崙綠能科技示範場研發的SOFC 氫能熱電發電系統，目前可達到25KW，輸出的電力可以輕鬆煮咖啡。

根據工研院報導指出，SOFC 電池是透過電化學反應，將碳氫燃料能量轉換為電力輸出，具有發電效率高（大於 55%）、低污染排放、低噪音等特點，SOFC 系統可適用天然氣、沼氣、工業副產品氫及純氫等多元料源，是極具潛力的氫能分散式電力技術。

除了發電外，SOFC電池附帶產出的熱水，也能多元運用在供熱、醫療、溫泉等措施上。工研院與亞氫動力等公司合作，建立本土化SOFC系統整合技術，自製率達75%。目前已打造一套系統置於台南沙崙綠能科技示範場域。同時也與中油公司展開實場驗證，後續將布局國際燃料電池分散式電力市場，帶動國內相關產業發展。

SOFC中文稱為"固態氧化物燃料電池"，是燃料電池中能量利用效率最高的電池(可達90%)，發電效率也高達60%，應用市場包括辦公大樓、大型商場、醫院、交通運輸系統等。

其實台灣目前另有一家高力公司也在生產固態氧化物燃料電池，其是與美國Bloom Energy公司合作，產品有：

- a. Bloom Energy燃料電池的熱反應盒，及硬桿型板式(SOFC)熱交換器、熱泵
- b. 氫能燃料電池
- c. 氫氣電解槽

Bloom Energy公司為專業開發固態氧化物燃料電池，是美國矽谷兩家最受推崇的創投公司(Kleiner Perkins及NEA)所投資的矽谷第一家潔淨能源公司。其與台灣的高力公司在112年7月8日簽署合作，成為生產SOFC的策略夥伴。

PEMC則使用電堆技術較省成本，在燃料電池核心組件電堆中，雙極板扮演重要角色，不但要具有耐高溫、防腐蝕，還要有高導電性等特性。不過，過去雙極板大多採用碳板（石墨），厚度較厚，體積難以縮小，同時放在移動載具上時，也容易因為震動而裂開。經工研院研發，開發金屬雙極板技術，除有效解決體積、成本問題（為傳統碳板的50%），也更加耐震動、耐衝擊，適合用在交通載具或設置於

如：可攜式及備援電力設備上。而其隨時開關的特性，搭配獨有的金屬雙極板流場結構設計、多層導電碳薄膜與電池模組化等專利技術，能有效提升電池功率密度與壽命，進而達到減碳效益。

五、氢能車構造

除了大型氢能儲存設施，燃料電池同樣運用於氢能車發展上，過去幾年雖然氢能車已有發展，但市場仍是以電動車為主，不過，隨著政府大力推動，各家廠商看準藍海商機，紛紛搶進，未來規模有望盛於電動車潮。

氢能車技術

氢燃料電池電動車的動力，來自車內儲存的氢氣與燃料電池進行化學反應，並產生動力驅動車輛，行駛過程中只會排放水，因此又被稱為「終極環保車輛」。

氢能車作用原理很簡單，根據太古汽車（VOLVO）資訊指出，氢氣可用於為類似於壓縮天然氣（CNG）引擎「內燃機」提供燃料的氢內燃載具（HICEV）。

以及另一種解決方案，在燃料電池中使用氢氣，氢氣在燃料電池中產生電力來為車輛提供動力的氢燃料電池載具（FCEV）。此外，氢氣還可以作為輔助燃料電池使用，為電池供電的電動汽車延長行駛里程。

看準能源商機，日韓車廠紛紛投入資源研發氢能車，並逐步推動普及化，台車廠也不落人後，先前三陽宣布與現代汽車（Hyundai）合作引進氢能源車。

此外，和泰車也與工業氣體大廠聯華林德共同宣布，將攜手氢能車輛先導示範。

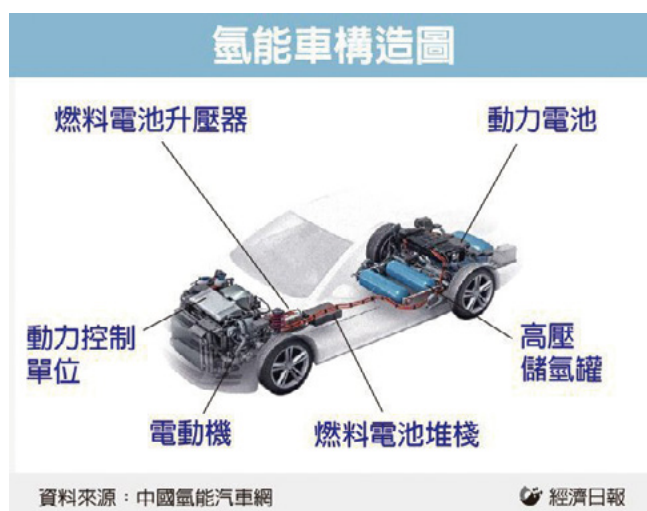
氢能車（FCV；燃料電池車）解決了純電動車（EV）最大的痛點，根據媒體 Inside Hook 報導指出，電動車因電池無法忍受低溫，在零下的環境中行駛，續航里程會比平常少20%。在低溫條件下，對氢能車進行測試，在攝氏零下30度的極端氣候，仍照常行駛。

故在充能與續航方面，根據 TOYOTA 表示，其旗下氢能車種Mirai，加一次氢可行駛600-700公里，相較電能車續航力久，當車輛於加氢站進行加氢時，平均僅需3-5分鐘，時間上大幅領先於電動充平均時間的20-30分鐘。

不過，以現階段來說，設置加氢站的成本約為充電站的5倍，而運送氢氣通常以液化氢的方式進行，需要在極度低溫（攝氏-253度）並存放於特殊鋼瓶中，較為複雜；且在氢能車的設計專利集中於數家車廠的情況下，氢能車暫時難以有多元廣



圖三：Bloom Energy的固態氧化物燃料電池



泛的發展，若能突破技術限制，則未來可期。

六、台灣氢能供應鏈

「氫谷」議題引發全球熱議，並成為科技界的新典範，除日本大力推行氢能產業外，台灣也逐漸引入氢能發電，使其成為綠能大軍的重要成員。

七、簡介製造與使用液化氫的流程

1. 澳大利亞

以褐煤為原料，簡易製程如下：

褐煤→氫化爐→碳捕捉→加壓→液態氫→液化氫運輸船(保溫槽容量為1250立方公尺)→液化氫儲槽(2500立方公尺)。

液化氫最終以儲槽(2500立方公尺)存放在客戶端，做進一步的加工應用

2. 日本液化氫應用路徑

可分成下列三種：

- 1.) 液化氫儲槽(2500立方公尺)→進入工業製程
- 2.) 液化氫儲槽(2500立方公尺)→氫氣發電(可產生420.5萬度電)
- 3.) 液化氫儲槽(2500立方公尺)→加氫站→氢能車

3. 台灣中興電及高力公司氢能製程與發電

以甲醇為原料，簡易製程如下：

1) 甲醇→重組器→氫氣純化器(PSA)→氫燃料電池→產生電力

例如：200公升，濃度59%甲醇水→H₂生產量相當於20支，容積40公升之氫氣鋼瓶→H₂燃料電池→氢能發電

2) 中興電的產品包括：

a. 甲醇型氫機組 b. 燃料電池 c. 電堆與動力單元 d. 物流車輛 e. 加氫站(未來)

八、結語

目前台灣氢能供應鏈，生產氫氣有：聯華、中鋼、台塑化、亞東、三福、遠東新公司，生產碳纖氣瓶、運輸、儲存有：台塑、上緯、南寶、德宏、聯合再生公司，氢能發電有中興電，華城、士電等公司，生產燃料電池的有：康舒、高力、欣興、順德、西勝、中電、長園科、加百裕、立凱-KY、順達、中碳、康普、廣隆、台達電及美琪瑪等。而氢能車有研華、彩碁、聯華林德合作，主攻氢能電巴；車王電、六方科技-KY、總盈汽車，則是進軍氢能車市場。

目前在各國中還是遠遠落後，我們樂觀期待氢能能在台灣的發展，只要大家團結合作，相信在不久的將來必能發光發熱迎頭趕上！

資料來源：

1. 非凡新聞(前線百分百) 2. 經濟日報 3. 網路資訊(Google) 4. 台達電子文教基金會
5. 聯合報 6. 工研院報導



量測氣體洩漏的好工具-新型氣體洩漏偵測器介紹

艾爾錡科技公司 汪益弘

1.前言

隨著全球暖化聖嬰現象的加劇，國際間對ESG的議題越來越關注，歐盟執委會主席 烏爾蘇拉•格特魯德•馮德萊恩提出歐盟計畫在2030年要達到減碳 55%，2050年達0排碳，而臺灣也積極響應此議題設立目標-2030年減碳 25%。氣候的變遷，企業生產過程中排放二氧化碳是最大因素，環境帶給企業的是提供資源給企業，而企業使用資源來產出商品，最終必須達到企業與環境共存共榮。

目前台灣的用碳大戶及大企業在碳盤查(包含：組織內碳盤查、供應鏈碳盤查、產品碳足跡)大致已完成，接下來是設定減碳目標及國內外碳費/稅對應、碳交易市場參與…等等。許多企業更擬定策略以因應及改善，如：

- 推動低碳製造:持續採用最佳技術減少溫室氣體排放。
- 使用再生能源:持續購買再生能源及設置太陽能發電系統，增加再生能源使用量
- 改善能源使用效率:規畫年度新增節能措施，積極落實節能行動，提高能源使用效率。

故提高能源使用效率及在工廠內降低氣體洩漏所造成的能源損耗及環境的危害，就成為工廠積極著手改善的項目。

2.氣體洩漏潛在的成本

據歐盟統計，以壓縮氣體生產之每年消耗80TWh(TWh:百萬兆瓦)的電力. 其中有15%(約12TWh)是壓縮氣體系統中的洩漏損耗。如果能找出洩漏處並加以修復，即可避免因氣體洩漏而造成其中80%或9.6TWh的浪費，故透過修復氣體洩漏可節省約8.64億歐元。

3.壓縮氣體洩漏會造成的損耗

將12 TWh(TWh:百萬兆瓦)的能量損失量與能源列出,很明顯12TWh約為：

- 超過一個德國最大的核電站的生產能量。(下圖左)
- 德國鐵路一年的用電量。(下圖中)
- 是德國貝格卡門燃煤電廠CO₂二氧化碳排放量的兩倍 (下圖右)，損失金額約達108億歐元。



上圖為常見無塵室機房內的管線氣體洩漏



在檢測洩漏和確保設備能兼具高效運作方面，透過超聲波紅外線熱像聲學相機的快速檢測可讓公司節省下列能源成本：

- 通過成功定位和解決氣體洩漏，平均可以節省12%的能源成本。
- 還可以提高操作安全性，並通過減少壓縮機的運行時間來延長設備的維護間隔和使用壽命。

因此，許多公司對其機器和設備進行定期審核和檢查。其中透過生命週期成本（LCC）的計算，能源成本通常超過75%。

以某氣體設備為例：

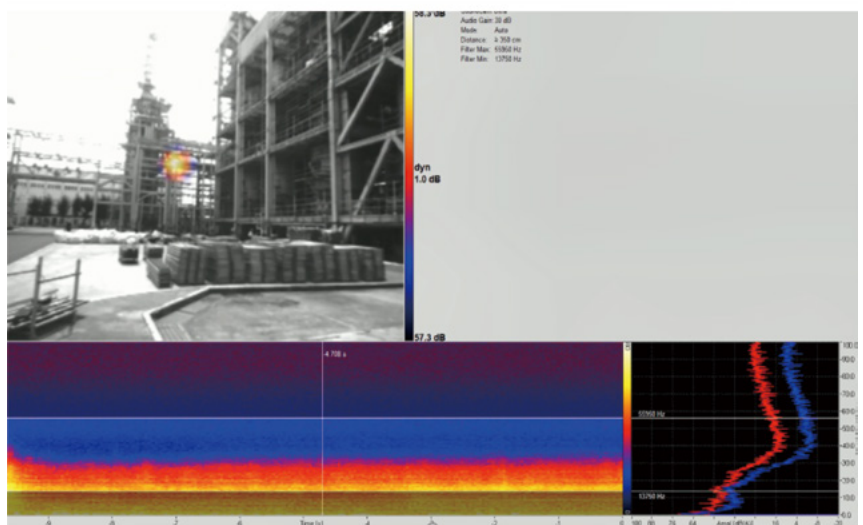
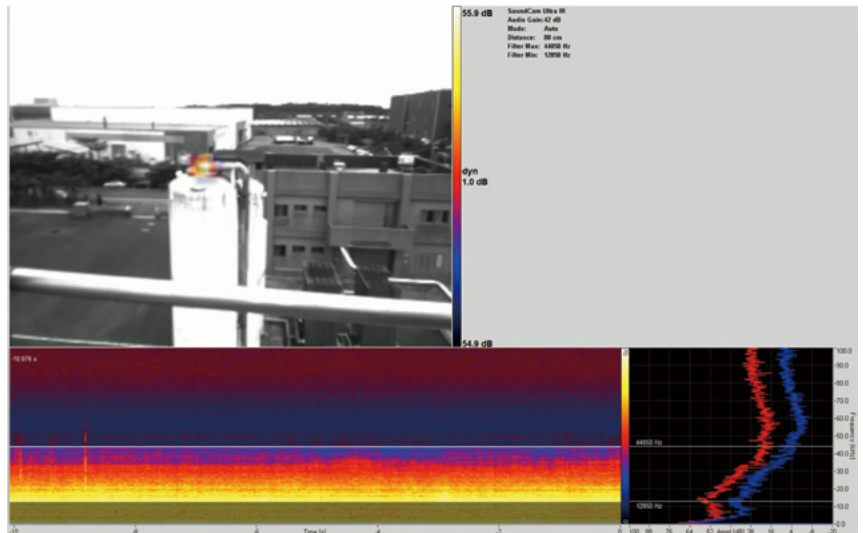
4.國內知名氣體廠-巡檢氮氣儲槽實例

液氮儲存區液態氮洩漏可能引發之危害，如外力衝擊造成管線斷裂而導致液態氮外洩事件，其可能引發之連鎖反應，並可能衍生多重風險堆疊衝擊，不僅會造成廠房、周圍儲槽及公共道路遭受嚴重破壞，更導致嚴重人員傷亡、財產損失與製程中斷

等嚴重後果，人員的定檢、巡檢時是不易檢測到的。使用超音波紅外線熱像聲學相機則可做更精密性的定檢或巡檢，從遠處(高空)拍攝氮氣儲存槽，超音波紅外線熱像聲學相機即可輕易地得知洩漏處，進行改善方案。

假設：110kW，使用壽命15年，工作時間4000h / a，能源成本9ct / kWh

投資成本	16%	420萬台幣
維護成本	6%	160萬台幣
能源成本	78%	2005萬台幣
總成本	100%	2585萬台幣



5.量測氣體洩漏的好工具

超音波聲學相機，又稱麥克風陣列，通常配備數十個到超過百個麥克風同步採集聲音信號，並通過攝像鏡頭採集視頻訊號及影像，由後端信號處理算法合成「聲音圖片」和「聲音影片」，以即時直觀的方式顯示噪音聲源位置，可用來定位產品或零部件的異音或微小的氣體洩漏異音。使用超音波紅外線熱像聲學相機做工廠氣體洩漏、廠務巡檢、定檢等量測之四大優勢如右上圖。

以德國製超音波紅外線熱像聲學相機為例：

它配置有176顆高靈敏度麥克風、高解析度光學攝像頭，同時波紋狀的

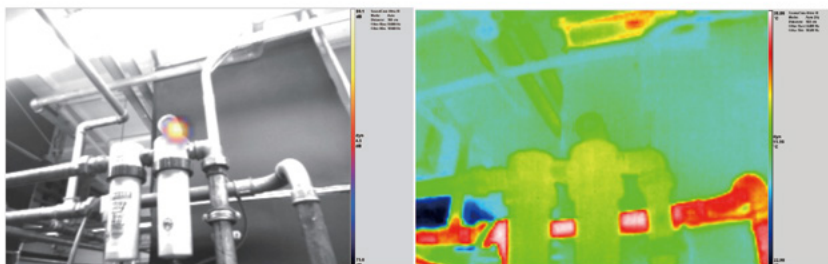
凸起可以起到保護麥克風的作用。對麥克風陣列Beamforming算法的實現進行了改進，大大提高了「聲音影像」的實時性和解析度，快速成像達到每秒100幀，可捕捉瞬態異音。

透過超音波紅外線熱像聲學相機可快速、輕鬆地檢測空氣、氣體和真空洩漏。壓縮空氣、氣體和真空洩漏檢測從未如此簡單。這些設備可以識別壓縮空氣和氣體系統所需的維修。

超音波紅外線熱像聲學相機特點：

- 洩漏檢測技術利用麥克風陣列。頻率高達100KHz(KHz=1000Hz)，可偵測人類聽覺範圍之外的聲音。
- 偵測到的洩漏的音調將轉換為影像。讓使用者可即時查看聲源的位置。
- 業界最高100fps(fps=每秒顯示影格數)的聲學更新率，即使是瞬間發生之異常現象也能補獲。
- 首創結合IR Camera(紅外線熱像儀)功能，二機一體，聲音與紅外線熱像圖同步紀錄觀察，同時觀察液體或設備噪音與溫度，提供正確判斷、節省巡檢時間，提高工作效能。
- 對設備損傷曲線我們的超音波紅外線熱像聲學相機可針對 (a)超音波 (b)噪音(異音) (c)溫度 (d)可見光影像(圖像) 等同步紀錄觀察，設備異常輕鬆察覺，無所遁逃。
- 頻譜圖與時頻圖搭配影像與聲音即時顯示讓工程師能快速找到問題。

四大優勢



- 透過Local Sound功能智能模式可降低背景噪音，即使在嘈雜的環境中，亦可速掃描區域察覺異音來源有問題的地方。
 - 內建記憶體可高達1TB(兆位元組=1000GB)，當偵測到問題時，快速按下按鈕即可擷取，不須額外接儲存裝置或電腦可長時間儲存資料，方便後續編輯報告或分享的照片和影片。
 - 提供洩漏報告軟體，幫您計算洩漏量與損失的金額，碳排放與維修排程。
 - 後製軟體做聲源進階分析與研究。
- 將頻譜圖與時頻圖搭配影像與聲音即時顯示讓工程師可快速編輯為報告，超音波紅外線熱像聲學相機內建軟體並針對氣體洩漏可即時計算：
- 損失金額 • 洩漏率 • 碳排放量 • 維修排程

6.結語

選擇正確的超音波紅外線熱像聲學相機可以快速執行洩漏檢測功能和顯著提高工作效率，並可提高工廠管線、機械運作、設備維護等的工作效率。即使是設備在高峰運行期間仍可要進行定檢、巡檢，且都在短短幾個小時內即可檢查整個工廠或系統。除了洩漏檢測、視覺化影像、快速掃描和提供使用者簡潔方便使用介面。另外還提供了額外的紅外線熱像儀功能，測試應用還包括電氣局部放電檢測(可直接顯示PRPD相位分析圖)與設備異常、機械劣化…等檢測。

除了應用在設備節能減碳還另可搭配客製化軟體進行 AI智能工廠設備監控與健診。幫助使用者建立 AI模型以達工廠智能化，可提供：

- ①氣體洩漏:算出洩漏率，損失金額，碳排放，維修排程
- ②放電異常：放電次數與PRPD相位分析圖
- ③環境噪音：可幫助建立廠內聲景地圖，找到噪音源
- ④設備異音：可用於設備異音檢測，結合AI可開發設備老化預判系統



7.備註: 英文名詞說明:

Leak detection		
Currency	EUR	
Pressure	2	bar
Costs per volume	0.03	EUR/m ³
Energy costs	0.2	EUR/kWh
Emission	0.408	CO ₂ /kWh
Running time per year	8760	h
Gas type	Air ▼	

Leak detection: 洩漏檢測

Currency: 貨幣

Pressure: 壓力

Cost per volume: 量單位成本

Energy cost: 能耗損失成本

Emission: 排放量

Running time per year: 每年運行時間

Gas type: 氣體類型

Summary					
Number of measurement	25				
Comment					
Costs per volume	0.03 USD/1,000ft ³			Energy Costs	0.20 USD/kWh
Running time per year	8760 h			CO ₂ Emission	0.408 kg/kWh
Overall leakage per year	96369 1,000ft ³	=	183.35 L/min	Gas type	Air
Overall costs per year	2891.07 USD			Currency	USD
CO ₂ emissions per year	5898 kg CO ₂			Volume Unit	L/min
	Priority 1	Priority 2	Priority 3	Priority 4	Priority 5
Number of leakages	3	5	12	4	1
Leakage rate in L/min	100.104	48.811	32.793	1.620	0.022

Summary: 摘要

Number of measurement: 量測點數

Comment: 說明

Cost per volume: 每單位量成本

Running time per year: 每年運轉時間

Overall leakage per year: 每年整體洩漏

CO₂ emissions per year: 每年CO₂排放量

Priority: 優先次序

Currency: 貨幣

Energy Costs: 能源成本

CO₂ Emission : CO₂ 排放量

Volume Unit: 體積單位

Number of leakages: 洩漏點處

Leakage rate in L/min: 洩漏率（公升/分鐘）

Software & Systems		
Attribute	Value	
Loss (USD/a)	1.83	
Leak rate (L/min)	0.12	
Level (dB)	51.7	
Pressure (bar)	6	
Distance (m)	0.21	
Gas type	Air	
Machine	C-14	
Component	W-Einheit	
Priority	4	
Repair recommended	Yes	
Repair done	Yes	
Repairman	Muller	
Repair date	02.02.2022	

Loss: 損耗

Leak rate: 洩漏率

Level: 等級

Pressure: 壓力

Distance: 距離

Gas type: 氣體類型

Machine: 機器

Component: 成分

Priority: 優先次序

Repair done: 修復完成

Repair man: 維修人員

Repair date: 維修日期

資料來源:

Peter Radgen 彼得•拉根博士：歐盟壓縮空氣系統,發表於2001年(Peter Radgen) 彼得•拉根博士, (Manuel Unger) 曼努埃爾•昂格博士；壓縮空氣洩漏的理論和實驗評估，斯圖加特大學，2019年。

高壓氣體設備保溫層下腐蝕(CUI)之探討及檢修實務（二）

中鍋檢查員 劉濡源

D.高張力鋼修補要領：為一種通用的檢修規範，對高張力鋼以外之材料亦可採行，摘要如下：

- a.除去缺陷及開槽加工：確認完全除去缺陷(熔接補修部應以砂輪磨除加工)，並應施以開槽加工使易於熔接，熔接前開槽面應完全清除水垢塵埃等。
- b.預熱及層間溫度：在熔接部之開槽中心取300mm以上範圍預熱，預熱溫度：母材抗拉強度相當50kg/cm²之材料，為150℃以上；層間溫度保持在預熱溫度相同之範圍內，使其在熔接後緩慢冷卻。
- c.熔接方法以被覆電弧手熔接(SMAW)，採用低氫系高張力鋼用鐸條(使用時應以300℃以上，乾燥1~2小時)。
熔接加熱：4500焦耳/公分，熔接電流(立向，鐸條直徑4mm)：110~150Amp.。電弧長度以短弧為宜。
以200~250℃溫度保持30分鐘以上後熱之。
- d.戶外熔接施工時，風速在7公尺/秒以上，濕度達85%時，熔接作業應停止。
- e.熔接施工應由具技術檢定合格之鐸工為之。
- f.母材熔接修補後之檢查：修補深度未滿3mm，實施磁粒檢測(MT)。修補深度3mm以上，實施磁粒檢測(MT)及放射線檢測(RT)，攝影範圍以修補部為中心取3片。

(二)母材腐蝕部位檢修施工程序：

經調查確認，V-102塔槽胴身各腐蝕部分(深達5~13 mm)，屬於較大程度範圍之修繕，故由廠區檢查及修護單位充分檢討，制定符合法規要求，適切的檢修施工計畫，實施修繕，並於檢修完成後申請複查。

修補施工範圍皆在塔槽補強環(# 1~ # 6共六層)上緣胴壁的母材腐蝕部分(未涉及胴體主鐸道缺陷處理)，由具有高壓氣體特定設備型式檢查合格之製造廠，依據相關品保措施、技能檢定合格之鐸接人員及經評定適用之熔接程序規範(WPS)，按檢修程序進行熔接填補作業，以達到槽體原合格製造厚度22mm。

參考母材填補有關法規，承攬廠商採行之熔接程序規範(WPS/PQR，文件，略)其主要熔接條件：

熔接方法：半自動CO₂鐸接(FCAW)

接頭設計：V型對頭熔接(Butt weld joint)

熔接母材：P1-P1(SA516-70，碳鋼)

熔填材料：E71T-1，熔接條直徑1.6 mm，保護氣體CO₂。

最低預熱溫度：120 °C，最高層間溫度：200 °C，保持時間10 min。

電源：直流正極(DCEP，200~300 A，20~30 V)

熔接速度：20~25 cm/min

熔接技術方法：織動鐸，多層鐸道。

此外，承攬廠商另加以FCAW(Corrosion-Resistant Overlays)方法進行熔接程序工藝評定，驗證填補施工之熔接條件。

鐸工具有工作實績且經鐸接技能檢定合格，其工作延續性及經以 FCAW方法實施鐸工考試符合規定。

熔接工作應著重於接頭(鐸口)設計，依規定其容許的接頭型式為「使熔填部母材寬度整修成30° (1：3)以下斜面」，經整修的母材低部底面要平滑，並以PT或MT確認已將腐蝕缺陷(含鏽渣、塵垢等)完全去除，以利熔接時熔填材料的熔入與熔合。

儘量以較少的入熱量(以較小熔接條直徑及配合的電流)進行熔接，用避免熱量集中的方式：如對稱鐸法、後退鐸法和交互鐸法等方式，由中心起鐸至外緣，使熱應力平均分布，降低熔填部之殘留應力，以免引起材料機械性質劣化。必須施予「預熱」以輔助熔接，讓熔填部之冷卻速度減緩，防止材質硬化和產生鐸道缺陷。

(三)修繕施工與檢查：

依事前訂定的熔接修補施工程序，實施受控的熔接管理，使熔接作業達到應有的品質要求。填補部位之鐸道是否存在內部及表面缺陷(如裂痕、熔合不良、夾渣、氣孔等)，並完成填補厚度至22 mm，則有賴各段落中間檢查以確認之。運用各種適當的非破壞檢測方法(NDE)對熔填鐸道施以檢測、判定，確認符合法規標準。

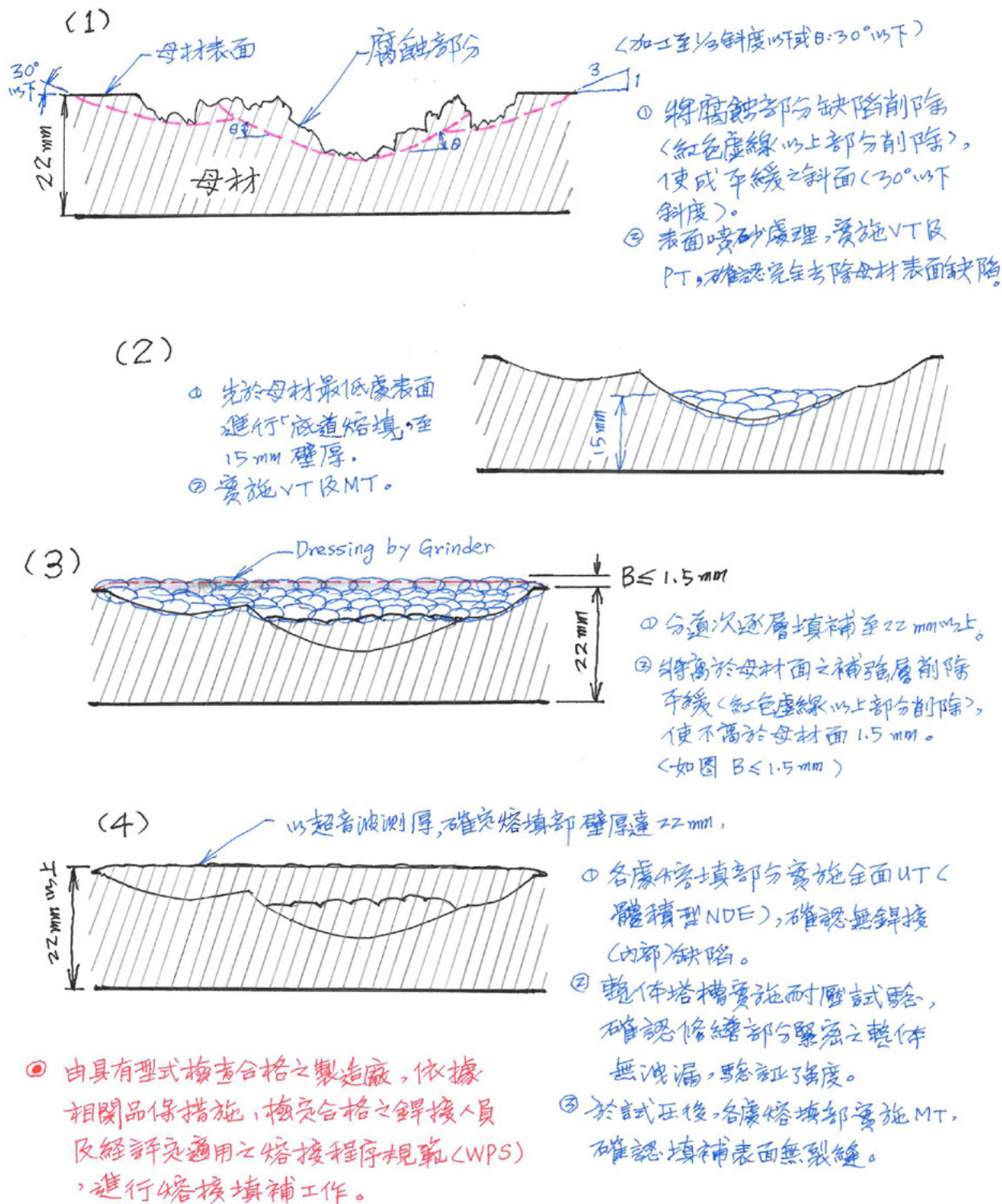
母材腐蝕部位之熔接修補依施工順序及其檢測如下：

- 1.各處腐蝕部分之低部底面及與鄰接原母材接續面，先研磨加工至易於熔填之平緩斜面(30°以下斜度)，經噴砂處理後，實施目視檢測(VT)及液滲檢測(PT)，確認完全去除母材表面缺陷，始可進行補鐸。
- 2.先於母材最低處底面進行「底道熔填」，鐸至15mm壁厚後，實施目視檢測(VT)及磁粒檢測(MT)。
- 3.分道次逐層填補至所需厚度(原製造厚度22 mm)，熔填完成將其高於母材面之鐸道補強層(鐸冠)削除平緩，使不高於母材面1.5 mm，先行目視檢測(VT)，再以超音波測厚，確認各處熔填部壁厚皆大於22mm。
- 4.各處熔填鐸道實施全面超音波檢測(UT)(體積型NDE)，確認無鐸道內部缺陷。
- 5.塔槽整體實施耐壓試驗，確認修繕部分緊密之整體無洩漏，驗證強度。
- 6.於耐壓試驗後，就各處熔填部分實施磁粒檢測(MT)，確認經試壓後無表面裂縫。

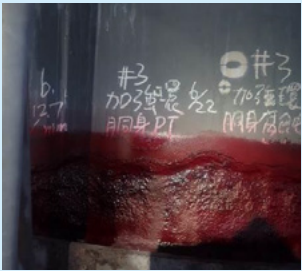









熔接修補施工順序及其檢測如：

圖四、熔接修補施工順序圖示

圖四、熔接修補施工順序圖示



圖五、腐蝕部位修繕所施行之非破壞檢測(NDE)(摘要)

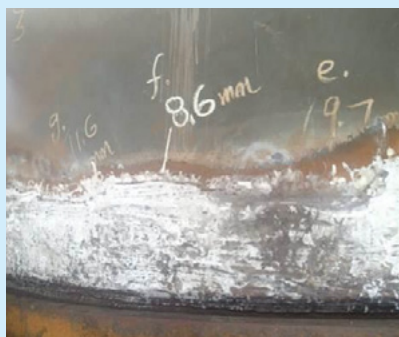
	
<p>1.各處腐蝕部位母材底面 先研磨加工至易於熔填平緩斜面) 噴砂處理後，實施目視檢測(及液滲檢測(滲透)。</p>	
	
<p>2.各處腐蝕部位母材底面噴砂處理後，實施目視檢測(VT)及液滲檢測(PT)-滲透、顯像。</p>	
	
<p>3.各處腐蝕部位母材底面噴砂處理後，實施目視檢測(VT)及液滲檢測(PT)-顯像。</p>	
	
<p>4.母材最低處「底道熔填」至 15mm 壁厚後，實施目視檢測(VT)。</p>	
	
<p>5. 母材最低處「底道熔填」，實施目視檢測(VT)及超音波測厚。</p>	



6. 底道熔填至 15mm 壁厚後，實施超音波測厚及磁粒檢測(MT)。



7. 底道熔填至 15mm 壁厚後，實施磁粒檢測(MT)。



8. 分道次逐層填補完成(至原製造厚度 22 mm 以上)，熔填金屬表面削除研磨(高於原母材面之補強層削除平緩在母材面高度 1.5 mm 以下)，先行目視檢測(VT)。



9. 分道次逐層填補完成(至原製造厚度 22 mm 以上)，熔填金屬表面削除研磨，目視檢測(VT)檢視銲道表面。



10. 熔接填補完成，再以超音波測厚確定各處熔填部壁厚皆大於 22mm。



11. 填補完成，再以超音波測厚確定各處熔填部壁厚皆大於 22mm。



12. 各熔填部實施全面超音波檢測(UT)，確認無銲道內部缺陷。



13. 各熔填部實施全面超音波檢測(UT)，確認無銲道內部缺陷。



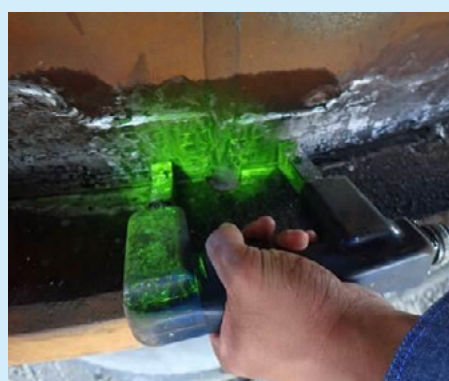
14. 各熔填部實施全面超音波檢測(UT)，確認無銲道內部缺陷。



15. 槽體實施耐壓試驗，確認修繕部分緊密之整體無洩漏，驗證強度。



16. 耐壓試驗後，各處熔填部表面實施磁粒檢測(MT)，確認無裂縫。



17. 耐壓試驗後，各處熔填部表面實施磁粒檢測(MT)，確認無裂縫。

談工安的重要性

遠榮氣體 龔建國

一、前言

民國112年中秋節前夕，屏東某國際工廠內因囤放逾標準之易燃化學原料，在瞬間爆炸後一發不可收拾，造成廠內勞工百餘人受重傷，更奪走了現場勞工及消防救火人員數10名寶貴的生命，令國人驚駭並惋惜。這場災難點出了許多的落差與不實，例如：未落實對製造生產申報或管理，主管機關是否疏忽查察稽核等，終究讓工廠在便宜行事疏於管理的營業下，造成了這事件的悲劇發生。

我們都知道在職場中工作時，均應以安全為第一要務，而平日意外災害事故的發生，也都皆因缺乏有系統的計畫與管理，如在不安全的環境與不正確的操作動作，皆會引起意外事件。因此，有效改善不安全的職場環境及遵守正確操作的程序，意外發生的機率自然會降低不少。要知道所有的工安事故均可以事先預防其發生，只要生產者的決策高層可以重視工廠的管理、設計與安全衛生的各項規定，並加強操作人員的教育訓練，意外事故的發生就能有效的預防，而不是等事情發生後才去檢討與因應，這都是緩不濟急。筆者即針對工安重要性提出以下看法，供氣體同業參考。

二、安全管理目的

眾所皆知，安全管理主要是對工廠的各項設施預先做好安全工作，也就是事先預防，以避免人員於生產過程中發生受傷的意外事故。也因此安全管理是工廠現場管理中極為重要的一環，所以良好的安全措施，它可使員工安心操作，不慮身體健康之威脅，使企業活動順利進行。要知道，許多工廠意外事故的發生都是由於人為操作不當所引起，所以加強設備的安全設施並教導正確的操作方法時為企業管理者必須加以重視的課題。

安全管理可分為操作者的安全，設備與設施的安全，產品及原物料之安全；為了確保人、設備、及產品的安全就必須分析其危險的來源及造成危險的因素，並預測可能引起的災害，再據此做出最好的預防方案。而安全管理即強調防患於未然，避免事故和災害發生，以確保生產活動順利進行。以產業而言，工業安全係一專業性之工作，於廠內必須有專責人員規劃、執行。一般私人企業往往認為投資人、物、財力於工業安全工作上是很大的負擔，常裹足不前；然而不良的安全管理常會造成重大的災害，其設備損失及人員傷亡所造成之成本浪費將更為嚴重；因此做好現場安全管理工作，可將災害發生降至最低，並減少總災害成本。

因此，在職場中工作，均應以安全為第一要務，而平日意外災害事故的發生，皆因缺乏有系統的計畫與管理，如在不安全的環境與不正確的操作動作，皆會引起意外事件。因此，有效改善不安全的職場環境及遵守正確操作的程序，意外發生的機率自然會降低不少。

三、工作安全衛生的自我要求

勞工工作環境中的安全與衛生措施和條件，關係著勞工的健康和生命安全，如果不能獲得一個安全與衛生的工作環境，則所謂生存權、工作權便淪於空談，故確保工作環境的安全與衛生，乃是勞工最大的權益之一。筆者認為，不管是企業主或者是勞工，對工作安全衛生的自我要求有以下各項之認識：

- (一)培養工作安全衛生的意識和知識 – 也就是管理者與員工要體認安全衛生對個人、事業單位、社會的重要性，了解任何一個動作、一個疏忽都會波及別人，彼此之間相互提醒，相互督促，隨時吸收安全衛生知識，與時俱進。
- (二)鼓勵積極參加教育訓練 – 一方面提昇員工技術，充實智能，一方面培養安全操作的習慣，溫故知新。
- (三)管理者與員工要培養對工作安全衛生的興趣和熱忱 – 主動發掘問題，反映問題，尋求改善，積極參與各項安全衛生議題，精益求精。
- (四)管理者與員工要熟讀勞工安全衛生工作守則 – 如此才能在工作安全衛生中落實。

勞動部許銘春部長曾表示，企業經營者的領導有方，也有賴於全體員工的共同協力。企業在追求高營收、高利潤的同時，也應該不斷地改善職場的安全衛生，回應社會對勞工安全及公共安全的要求。在企業中，工安的要求應該是由上而下，領導者如果能夠重視工安，自然就能風行草偃，形成企業文化，不僅員工的安全獲得保障，對於整體企業形象也有正向的幫助。大型企業有優秀人才及良好的生產管理制度，職災之發生經常是領導階層輕忽工安及生產單位現場管控執行力不足所致，這必須靠雇主不斷提醒、要求落實工作操作程序，才能真正達到防災的目的。

四、建立安全衛生第一觀念

在瞭解勞工工作安全衛生對企業經營的重要性以後，就要將化為具體的行動，首先，企業主要建立安全衛生第一的觀念，並律定各級主管有關人員等，負責推動使全體員工相信一切的意外事故都是可以避免的安全衛生工作，因為防止事故發生，需要全體員工熱誠的參與和合作，故企業內各級主管，均應秉持下的態度：

- (一)主管人員應切實執行企業內各種有效的安全衛生計畫，隨時隨地表現他熱誠合作的態度，使員工了解企業對安全衛生的重視是不容置疑的。
- (二)各級主管應熱烈參加各項安全衛生活動，使員工相信主管人員的確關心他們的幸福，正在為他們創造一個非常合乎安全衛生的工作環境。
- (三)安全衛生計畫是生產計畫的一部份，主管人員負有生產的責任，也負有安全衛生行政的責任。
- (四)防止事故的工作固然會花錢耗時，但這是有代價的投資。要避免災難再次發生，記取教訓立即改善，永遠不嫌晚。

因此，推動勞工安全衛生工作，重視勞工安全衛生工作，固然政府責無旁貸，但企業主更無可卸責，但如果所有員工朋友能體會以上所舉各例利害關係，先從本身自我要求做起，重視工作安全與衛生，養成良好正確的工作安全衛生習慣，減少事故傷害，必能使自己工作愉快，家庭幸福。

五、結語

隨著時代不斷的進步，工業發展也日趨現代化和專精，勞工安全衛生問題也因此而日形重要，我們不能等到災變發生才去重視，而是要在勞工本身、企業主、社會大眾、政府四方面大家共同努力之下，充分瞭解「多一分防範，少一分危險」的重要性；因為零災害不僅可提升產業形象，也可提高工作士氣和勞動生產力。如此，勞工安全衛生工作才能做好，才能達成確保勞工安全和健康的目標。

因此，一個負責任的企業主，必須體認安全是永續經營的最重要資產，而且必須成為每位員工的共同價值，才能為企業創造最大的價值與利潤。若不注重舉手之勞的工安哲學，其結果可能是一場場無可收拾的工業災害；但是任何完美的管理技巧，都比不上每個人安全意識的覺醒。個人的一舉一動，要養成安全習慣，把程序變成力行；另外，企業領導人風行草偃、力行貫徹的決心，才是左右工安成效的關鍵。「承諾，一定要讓員工看得見，」相信這是所有企業主對員工的期許。

技術通報

協會技術委員會

摘錄自歐洲工業氣體協會 IGC 文件 136/05/E 節錄個人保護設備的選擇

3.1 責任

根據法律和法規，每一個地區經理需決定其設施所需的PPE以保護員工而避免發生危險。

重要的是使用PPE做為最後手段的使用原則，而不是防護潛在危險的較佳選擇方案。

必要時，地區經理在選擇適當的PPE之前需要求醫學或技術專家的協助以評估員工之醫學適用性。

當員工在做對個人安全有危險的工作時，一定要使用PPE。

地區經理必須提供適當的PPE以供員工免費的使用，並做為特定員工的專用設備。

4.8 防護衣

在氣體工業中，一般工作服並不被認為是個人保護設備（PPE）。

建議的防護衣並沒有特殊的規格或標準。然而，所有防護衣均是依特定目的而製成的，且需依本基礎來選擇。

在下表所述之危險地區工作時需穿防護衣。

此外：

- 在需使用耐火衣（FRC）的地區，建議不要穿合成材料製成的內部衣服或內衣，因為這會有熔融且黏到皮膚的危險。
- 在有可能失火的地區，建議使用具有抗靜電性質的耐火衣

防護衣選擇表

暴露/活動	建議的PPE
硝酸銨	橡膠圍裙、防濺衣或化學衣*
氫氧化鈣溶液	橡膠圍裙、防濺衣或化學衣*
苛性鈉	PVC圍裙、防濺衣或化學衣*
氯化物溶劑	PVC圍裙、防濺衣或化學衣*
電氣閃火	FRC**
可燃氣體、液體和灰塵	FRC**
鹽酸	橡膠圍裙、防濺衣或化學衣*
氫氟酸	耐酸圍裙或完全包覆的化學衣*
氧和N ₂ O（液體或氣體）	棉布或FRC**
其它冷凍液化氣體	棉布
石油產品	PVC圍裙
次氯酸鈉	橡膠圍裙、防濺衣或化學衣*
硫酸	PVC圍裙、防濺衣或化學衣*
車子可能經過的地區	具有反光條（夜間）之鮮豔的顏色
焊接/切割	皮外衣、外套和圍裙
* 依暴露的程度而定	
** FRC：耐火衣	

災害事故案例及防止對策

協會技術委員會

案情摘要:

石化廠勞工將氫氣鋼瓶搬運至鋼瓶櫃前，在打開氣體鋼瓶櫃門進行更換鋼時，因鋼瓶櫃支撐腳座鏽蝕斷裂並向勞工方向傾倒，致勞工遭傾倒之氣體鋼瓶櫃壓傷頸胸部死亡。

肇災原因:

對於所使用鐵製之氣體鋼瓶櫃，未落實氣體鋼瓶櫃之自動檢查，又氣體鋼瓶櫃未另採取固定於牆面之設施，致鋼瓶櫃支撐腳座鏽蝕、斷裂而發生倒塌。

防災對策:

- 1.設置或處置氣體鋼瓶櫃時，應採取防止倒塌之固定必要設施（職業安全衛生設施規則第153 條）
- 2.設置於屬腐蝕環境嚴重之工廠，使用氣體鋼瓶櫃應落實自動檢查(職業安全衛生管理辦法第12-1條第1項)

企業衝擊:

- 1.雇主會有停工、罰鍰、過失致死刑責、民事損害賠償責任及被公布事業單位及負責人姓名。
- 2.重大職災衝擊其他工作者心理及影響企業名譽與社會觀感。

事故現場圖片:



法規與政令宣導

協會技術委員會

勞動部勞動力發展署令：修正「委託辦理職前訓練作業原則」部分規定及第6點附件2、第9點附件4、第20點附件9、附件10，除第7點第3項第8款、第8點第1款、第13點第3項、第15點、第16點、第19點及第9點附件4、第20點附件9、附件10，自113年6月1日生效外，自即日起生效

- 職業安全衛生法第二十七條第一項第一款至第五款:事業單位與承攬人、再承攬人分別僱用勞工共同作業時，應設置協議組織，定期召開協議會議並記錄留存備查；採取工作場所巡視、工作之連繫與調整、指導協助安全衛生教育及其他防止職業災害必要措施。
- 職業安全衛生設施規則第二十一條：工作場所之通道、地板、階梯，應保持不致使勞工跌倒、滑倒、踩傷等之安全狀態，或採取必要之預防措施。
- 職業安全衛生設施規則第一百零六條第一款至第四款:高壓氣體容器，不論盛裝或空容器，使用時，應依下列規定：一、應確知容器之用途無誤者，方得使用。二、高壓氣體容器應標明所裝氣體之品名，不得任意灌裝或轉裝。三、容器外表顏色，不得擅自變更或擦掉。四、容器使用時應加固定。
- 職業安全衛生設施規則第一百八十四條:危險物製造、處置之工作場所，為防止爆炸、火災，應依規定使爆炸性物質、著火性物質、氧化性物質、易燃液體遠離煙火並不得予以加熱、摩擦或撞擊等及其他相關事項辦理。

徵稿啟事

本會會刊是屬於每一位會員同業及相關單位的刊物，請共襄盛舉，踴躍賜稿，提供您寶貴的經驗、心得與新知，一起來灌溉這一片屬於您自己的園地，使其生根、茁壯！

一、稿酬從優：

- (一) 創作稿：每字新台幣 1.5 元。
- (二) 翻譯稿：每字新台幣 1 元。
- (三) 文稿內引用法令或原著超過三分之一者，引用部份每字以 0.5 元計酬。
- (四) 轉載文章不計酬。

二、長短不拘，但文長以二千字內較佳，如附相關照片，一經採用，不限張數，稿酬一律 200 元。

三、歡迎來稿，請逕寄至：台北市松山區敦化南路一段一〇二號三樓之三，台灣區高壓氣體工業同業公會「氣體工業」雜誌編輯委員會收。

四、來稿之文字及圖(相)片應須無違反智慧財產著作權相關規定，文責自負。



本會自93年起，與勞動部職業安全衛生署及中華民國工業氣體協會藉以安全伙伴方式形成鐵三角之合作模式，建構整體工業氣體產業之安全運作規範與體系，以促進勞工安全、產業安全及公共安全，圓滿達成多項工作目標，成效良好。本會於113年1月10日函請職安署續約三年，預計自民國113年1月至115年12月，以協助提升本業之整體安全衛生水準，降低災害風險，「113年度安全伙伴合作事項表及預算草案」已送勞動部職業安全衛生署核示中。

本會112年度，由乙炔容器安全小組分別派員赴「南信氣體工業股份有限公司」、「嘉南氣體工業股份有限公司」、「遠榮氣體工業股份有限公司樹林工廠」、「益華氣體股份有限公司」、「聯通氣體股份有限公司」、「桐寶股份有限公司林園廠」、「遠榮氣體工業股份有限公司林園工廠」、「永豐氣體工業股份有限公司」、「建泉氣體工業股份有限公司」、「立全氣體股份有限公司」、「大村氣體工業股份有限公司」等計11家實施容器定期安全檢驗作業稽核，將審核結果及應行改進事項通知各檢驗站，並請依本會「乙炔容器定期安全檢查規範」規定辦理申覆，以維檢驗作業之品質及容器使用之安全。

經濟部產業發展署函告：因應產業景氣低迷，政府相關單位及金融機構已提供包括貸款本金還款展延、「歡迎臺商回臺投資專案貸款」和「根留臺灣企業加速投資專案貸款」貸款期限展延，以及「疫後振興專案貸款」持續受理申貸等資金融通措施，本會立即轉發會員廠多加利用。

本會參加內政部年度團體評鑑，經內政部112年8月23日函知，本會獲評為112年工商自由職業團體績效評鑑為甲等團體，並獲獎狀乙紙，於112年11月10日第77屆工業節慶祝大會中頒獎表揚。

本會佢監事文煒當選112年工礦團體優良監事，並於11月10日慶祝77屆工業節大會在台北圓山飯店12樓大會廳接受表揚。

本會技術委員會乙炔安全小組，提報興和氣體總經理楊朝竣先生擔任乙炔小組委員，案經本會第15屆第12次理事會審議通過同意聘任。

正交企業有限公司、久利氣體工業有限公司及和登豐股份有限公司，三家同業申請入會案，經112年11月16日第15屆第12次理事會審議通過，並報經內政部核定同意備查，均自112年12月1日起生效。

2023年氫氣製造、氫能發展及使用安全研討會照片



研討會實況



全方位的服務是您唯一的選擇

本公司創立於民國四十四年，是國內第一家氣體製造商，六十多年來秉持全方位的產銷體系，供應國內各行業所需之高品質氣體產品，包括客戶之儲槽安裝及管線施工到各種氣體之穩定供應使用及技術諮詢服務等，皆是本公司經營之項目，選擇本公司就如同您擁有屬於自己掌控之全方位氣體專業廠與氣體技術文庫，使您在市場上佔盡先機而成為各行各業之領導者。

營業項目：

1. 液態氧、氮、氬、二氧化碳。
2. 高純氧、氮、氬、氫、氦氣。
3. 醫療用各種氣體。
4. 各類混合氣體。
5. 超高純度氣體。
6. 標準校正氣體。
7. 半導體電子氣體。
8. 各類氣體工程設計與施工。
9. 氣體專業技術諮詢與服務。

臺北氧氣股份有限公司
TAIPEI OXYGEN & GAS CO.

台北廠：新北市板橋區三民路一段22號
電話：(02)29616858

台中廠：台中市大肚區沙田路二段308巷9號
電話：(04)26995572 ~ 4

高雄廠：高雄市阿蓮區港後里崙頂64號
電話：(07)6319474 ~ 5

Green Process
Green Product
Green Business
Green Partner
Green Living



中鋼「5G」 建構永續競爭力

遠東氣體工業股份有限公司



品質認證
ISO14000:2015
ISO9001:2015
醫用液氧GMP
醫用液氧GDP

安全



效率

品質



環保

公司電話：(02) 2786-6000
傳 真：(02) 2651-8877

工廠電話：(07) 691-3915
傳 真：(07) 691-3917

GENERATING A CLEANER FUTURE



開啟綠氫新能 創建潔淨未來



NEOM項目將為全球巴士和卡車提供零碳氫氣

Air Products一直秉持永續發展的核心價值。我們位於沙特NEOM新城，斥資數十億美元的全球首個大型綠氫項目，能每日生產高達600噸零碳氫氣，並以綠色氨的形式供應全球運輸市場。這個綠色方案每年可減少500萬噸二氧化碳排放，將有效幫助重型運輸業淨零減碳。作為一家服務台灣超過70年的美國《Fortune》500強企業及全球領先工業氣體公司，Air Products致力支持台灣實現能源轉型目標。

Air Products三福氣體
台北市中山北路二段21號5樓
電話：02-2521 4161
傳真：02-2581 8359

airproducts.com.tw