

氫氣：從生產直到使用皆安全

奧斯菲爾，2025 年 5 月 21 日 –

作為能源載體，氫氣對於全球氣候保護方面具有龐大潛力，並在達成氣候目標上發揮重要作用。不過，氫氣的製造、運輸、貯存及最終使用都存在著風險。那是因為該氣體無色無味，同時高度易燃。Pilz

的整體性安全解決方案可為能源載體的整個附加價值鏈提供保護。確保對程序變數和整個程序順序進行安全動態監控。其有助於使氫氣不僅乾淨，而且安全可靠。

氫氣具有廣泛多種應用選項：可永續生產的氫氣，即所謂的「綠色氫氣」，在化學或鋼鐵生產等能源密集生產設施中發揮重要作用，因為其可取代化石燃料並減少 CO₂

排放。也可將其貯存並在需要時轉換回電力，或用作燃料電池車輛的燃料。氫氣同時呈現機會和風險。其即使只有少量與空氣混合，也很容易燃燒並具有高度爆炸性 –

當空氣中的氫氣含量僅為百分之四時，就有可能著火。因此，空氣和氫氣不得以不受控制方式混合，以避免由於火花或熱度而著火的風險。安全生產、處理及使用皆需要合適的安全系統。

對於氫氣的安全技術要求

在氫氣產業中，關斷裝置的氣密性、堅固耐用性，以及管路、感測器及閥門的耐壓性和緊密性特別重要。那是因為氣體洩漏、壓力過高或閥門洩漏可對於人員、工廠及環境造成重大後果。據此，安全任務的解決方案經常涉及特定材料性質和機械尺寸：舉例來說，關斷閥門越堅固耐用，使用就越安全。最終，對於車輛或列車的氫氣加燃料需要最高程序壓力。

氫氣主要在高壓（200 至 900 bar）下以氣態貯存。這將提高每立方公尺的能源含量。氣態氫很容易揮發。作為最輕的元素之一，其向上擴散很快速並與空氣混合。若氫氣積聚在封閉結構或建築物內則可能有問題，因為這會提高著火或爆炸的風險。由於氫氣為高度易燃，因此即使很小的火花或熱源也可導致爆炸。因此，即使是氫氣管道、閥門、螺絲裝配件及槽體中最小的洩漏，也會帶來嚴重風險。此外，氫氣是無色無味的氣體。因此，氫氣火災時常難以定位和撲滅。

不要將安全性僅限制在靜態狀態檢查有優勢。來自自動化和功能安全領域的經測試且可用的安全原理，可應用於氫能產業這些解決方案有助於始終將安全性視為對於元件及其在程序鏈內的功能關係的總體監控功能。舉例來說，除了元件的靜態安全功能以外，安全經驗證的自動化解決方案可負責動態壓力和溫度監控，或者安全遵守下游結構的

負載限制。Pilz

的控制系統可透過評定氣體偵測器可靠偵測氣體洩漏，並安全監控溫度、壓力、填充量、電壓、電流以及緊急停止。其可在幾毫秒內偵測到故障，並啟動保護人員和工廠的預先定義安全反應。

安全生產：電解和蒸汽重組

氫氣可以各種方式生成。採用電解，電流用於將水分解為其組成部分，從而生成氣態氧和氫。不同電解程序要求不同安全考慮因素。一些程序需要高壓和高溫，這必須監控和控制以避免意外事故。例如採用 PEM

電解，過壓釋放閥為重要安全機制，從而閥門會自動打開而過量氫氣可逸出。Pilz 的小型安全控制器 PNOZmulti 2

在監控安全功能方面（如氣壓）經過各領域驗證。這主要是由於用作啟動安全措施基礎的這些安全相關值的測量準確度很高 –

這使得使用小型安全控制器的工廠元件特別有效且安全。

除了壓力監控外，氫氣生產程序中所需的其他安全功能也可以高精確度監控。這些包含溫度和填充位準，以及氣體和洩漏偵測。在電解槽上，PNOZmulti 2

也監控整流器電壓和電流。這很重要，因為例如電壓波動或過高可更快速劣化電池，並導致過早磨損。

蒸汽重組是從碳基能源載體和水生成氫氣的另一種方法。在該程序中，例如天然氣或甲醇等燃料在高溫高壓下與蒸汽發生反應。氫氣和二氧化碳將生成。此流程要求高溫，這將使用燃爐達成。標準「ISO 16110-1:2007：使用燃料處理技術的氫氣產生器 – 第 1 部分：安全性」解說有關從化石燃料安全生成氫氣的所有重大危害，例如 EMC、電氣層面、高壓層面、防爆等。小型控制器 PNOZmulti 2 Burner 和自動化系統 PSS 4000 不僅可安全監控溫度和壓力，而且可接管燃爐管理的安全控制和監控。

安全有效的貯存和運輸

一旦生成，氫氣即可依生產程序、行進距離以及終端使用者的需要而定，以各種方式貯存和運輸。舉例來說，以壓縮形式，能源載體可透過鐵路、水路或公路運輸。為使得氫氣能夠安全且有效運輸，首先必須將其貯存，例如使用壓縮氣體貯存。在此程序中，能源載體將高度壓縮並貯存在特殊高壓槽中。由於氫氣是一種很輕且容易揮發的氣體，需要壓力監控將其有效貯存。在此，特殊安全預防措施至關重要，因為壓力過高或過低可具有嚴重後果。

氫氣內襯是氫氣壓力容器中的重要組成部分。其構成槽體的內層並用於安全貯存和密封氫氣。在壓力變化的程序期間，例如當槽體裝滿時、當氫氣排放時、或甚至在溫度波動期間，內部與外部之間的壓力差

會顯著變化。這些快速壓力變化若重複發生，可在複合材料中造成應力。結果：材料剝離（材料的各層彼此分離），導致壓力容器使用壽命減少及洩漏問題，嚴重時甚至可能引發爆炸。為保護氫氣儲槽以及轉運點附近的人員安全，在填充和排空儲槽時需要採取特殊的安全防護措施。

Pilz 的安全經業界驗證小型控制器 PNOZmulti 2 憑藉故障安全類比值處理可靠監控這些轉運程序 – 並在發生錯誤時停止程序。在德國布萊梅港的 GP JOULE 仰賴 Pilz 的安全解決方案。該能源公司將多餘電力轉換為 CO₂ 中性氫氣，將其貯存在特殊運料拖車上的槽體中，並將這種高度易燃氣體運送到城市內的加氫站。在此，包括布萊梅港巴士公司在內的多家車輛會使用綠色能源進行加氫。高壓行動運輸容器的裝載和卸載在所有轉運點處皆同樣簡單、快速，並且最重要的是安全。

高度安全

憑藉壓力與溫度監控以及填充與排空速度，氫氣槽製造商對於其填充和排空明確說明限制。在每種運作狀態下維護這些值最終為壓力控制閥的任務，以及分配器（加氫裝置）中的控制與監控功能。這是重大任務，因為這種氫氣來源最終也負責所謂的氫氣槽（即車輛等氫氣流入的貯存槽體）的安全。氫氣槽沒有可主動限制壓力或流率的電控關斷閥。那使得很難在氫氣來源與氫氣槽之間進行安全相關資料交換。氫氣來源端的安全控制器可保護兩端，並因此可保護整個填充或排空程序。

憑藉壓力斜坡監控（梯度監控），可變的程序變數可安全控制，且任何異常或錯誤皆可在早期階段偵測到。小型安全控制器 PNOZmulti 2 使用故障安全類比值處理監控在對於壓力和溫度的臨界限值方面，以及氫氣裝載和卸載的速度是否符合相關參數。具體而言，該系統包含具備幾個類比值輸入模組的基礎主模組 PNOZ m

B1，這保證所需理論誤差偏差較低的高解析度，以及可控制安全閥的繼電器輸出模組。現場總線 Fieldbus

介面也可擴充，以使得能夠與程序控制器簡單交換診斷資料。整合在軟體工具 PNOZmulti Configurator

中的「安全斜率監控」模塊，能可靠關注貯存槽對於壓力監控所指定的限制參數。若值超過或不足，則小型安全控制器 PNOZmulti 2

觸發所需反應 – 例如關上閥門或節流壓縮機的輸出。PNOZmulti 2 類比輸入達成 1% 的安全相關準確度。舉例來說，若 0 至 1000 bar 的壓力範圍需要監控，則 1000 bar 測量範圍的測量偏差僅為 10 bar。相比之下，若安全類比輸入的安全相關準確度「僅」為例如 5%，則測量偏差將為 50

bar。因此，具備動態限制值監控的精確限制值設定為可能，高達符合 IEC 62061 的安全等級 SIL 3。

在加氫站可靠填充

對於氫氣的一種重要應用領域是為車輛提供動力。為了將氫氣用作內燃機的燃料，需要適當基礎設施。因此，加氫站（HRS）是發展氫能

行動力的關鍵。加氫站包含其中氣體可壓縮高達 1000 bar 的壓縮區域、冷卻系統、高壓貯存槽及燃油泵。加氫站的設置和管理將由當地主管機關核准，並遵守國家或地區法律的要求。加氫站必須考慮的安全功能包含氫氣洩漏、火焰與煙霧偵測，以及溫度與壓力監控。在法國，Pilz 的自動化系統 PSS 4000 可保證在 10 幾處公共加氣站加氫時的安全性。自 2023 年以來，Pilz 法國子公司一直在那裡與加氫解決方案（HRS）公司合作。由於 PSS 4000 的分散式結構和分散式故障安全類比輸入，因此整個系統可以模組化設計構建，而纜線線路較短。

功能安全要求工業資安

在氫能產業中，隨著工廠和系統的數位網路連結和分散式結構，工業資安的問題變得越來越重要。這關注在工廠自動化和程序控制方面，生產和工業廠房中控制網路的資安。為防止未經授權存取控制網路，必須儘早偵測並修正潛在弱點。一個範例是遠端存取氫氣生產容器，檢查系統狀態。若有透過此連線對系統的安全相關部分進行未經授權變更的風險，則必須特別安全防護此工廠部分。因為可保證安全運作。存取權限管理系統，例如 I.A.M.Pilz 的（識別進入管理）可提供支援，從使用者身分驗證到操作模式選擇，或者資料與網路資安到進入管理。

安全和資安的整體性方法

自動化解決方案可成為氫氣產業傳統機械安全特色的寶貴添加。那是因為功能安全始終考慮安全裝置的整個生命週期。持續的系統化功能安全評估可保護人員、工廠及環境 –

從能源載體的生成開始，直到其在加氫站的使用。此外，Pilz

堅信，只有安全和資安的整體性方法可保證全方位保護。因為資安可保護工廠與機械設備的可用性，避免操縱和誤用。

((字元數：15,041))

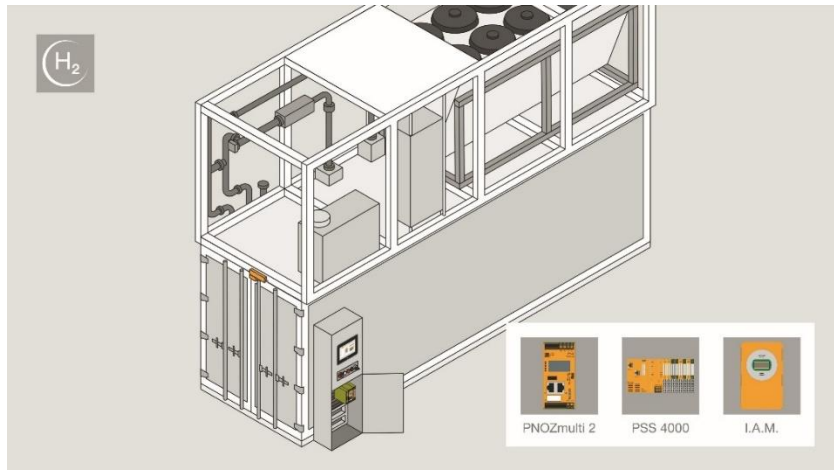
照片素材：



圖片說明：舉例來說，電解過程中的功能安全將使用小型安全控制器

PNOZmulti 2 或自動化系統 PSS 4000

上的安全類比輸入實行。用於存取與權限管理的系統也可提供，以防止任何種類的操縱。**版權所有：**© iStock.com/jeremyiswild、© Pilz GmbH & Co. KG

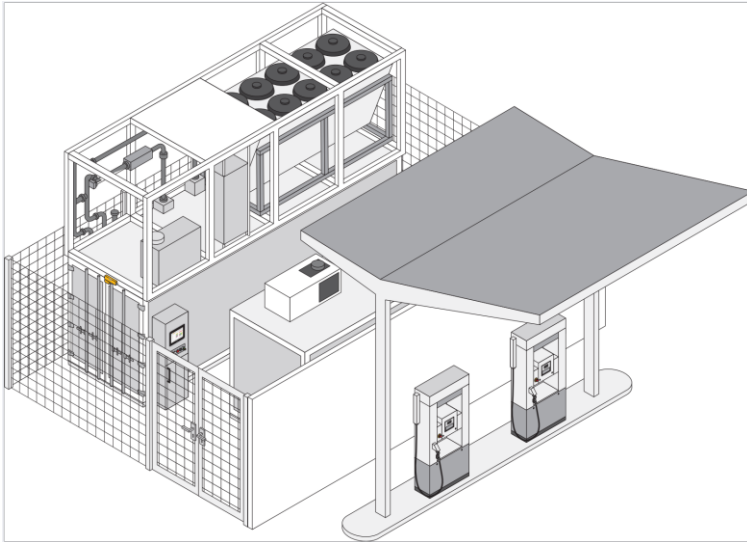


圖片說明：用於生產氫氣的電解槽 – 採用 Pilz

的自動化系統進行安全可靠監控 **版權所有：** Pilz GmbH & Co. KG



圖片說明：加氫站的一般安全功能包含氫氣洩漏、火焰與煙霧偵測，以及溫度與壓力監控。 **版權所有：** © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



圖片說明：避免爆炸性環境是提供保護並防止加氫站爆炸的重要手段。儘早偵測、快速洩漏追蹤，並實行適當措施非常重要。版權所有：Pilz GmbH & Co. KG

Pilz – 安全精神

Pilz 是自動化技術產品、系統及服務的全球供應商。身為安全自動化的先驅，Pilz 可為人類、機器及環境創建安全。成立於 1948 年，如今總部位於奧斯菲爾的該家族企業，在全球 42 家子公司與分公司擁有 2500 名員工。

該技術領導者可提供針對機器安全與工業資安的完整自動化解決方案。其中包含感測器、控制與驅動技術，以及用於工業通訊、診斷及圖像顯示的系統。國際服務範圍具備諮詢、工程設計及訓練，使得產品組合完整。Pilz


解決方案用於機械工程以及許多產業，例如內部物流、包裝、鐵路技術、半導體、氢能或機器人領域等。


www.pilz.com


社群網路上的 Pilz :

在我們的社群媒體通路上，我們提供關於該公司及 Pilz 人員的背景資訊，並報導自動化技術的最新消息。

 www.pilz.com/facebook

 www.pilz.com/xing

 www.pilz.com/youtube

 www.pilz.com/linkedin

媒體聯絡人 :

Martin Kurth

企業與技術媒體部
電話 : +49 711
3409-158
m.kurth@pilz.de

Sabine Karrer

技術與企業媒體部
電話 : +49 711 3409-
7009
s.skaletz-
karrer@pilz.de

Jenny Skarman

技術媒體部
電話 : +49 711
3409-1067
j.skarman@pilz.de

Eva Gellner-Rößle

技術媒體部
電話 : +49 711 3409-
7147
e.roessle@pilz.de

Hansjörg Sperling- Wohlgemuth

會議與簡報管理
電話 : +49 711
3409-239
h.sperling@pilz.de