

中華民國國家標準	氫氣產生器使用的燃料處理技術 - 第1部：安全	總號	
CNS		類號	C 4

(Hydrogen generators using fuel processing technologies – Part 1: Safety)

目錄

節次	頁次
前言	3
1. 適用範圍	4
2. 引用標準	4
3. 用詞和定義	7
4. 安全要求與保護措施	13
4.1 安全與可靠度分析	13
4.2 結構	13
4.3 實際環境及操作條件	14
4.4 設計要求	15
4.5 材料的選擇	17
4.6 壓力設備和管路	19
4.7 預防火災和爆炸性危險	21
4.8 防止電力危險	26
4.9 電磁相容(EMC)	26
4.10 控制系統與保護/安全組件	28
4.11 氣壓和液壓設備	32
4.12 閥門	32
4.13 旋轉設備	33
4.14 機殼	34
4.14 機殼	35
4.15 保溫系統及材料	36
4.16 公共設施公用	36
4.17 安裝及維護	36
5. 試驗方法	37
5.1 量測不確定度	37
5.2 測試燃料和壓力試驗	38
5.3 基本試驗排程	38
5.4 型式/合資格試驗	38
5.5 日常試驗	51

(共 69 頁)

公 年	布 月	日 期	經濟部標準檢驗局印行	修 年	訂 月	公 布	日 期
--------	--------	--------	-------------------	--------	--------	--------	--------

印行年月年月

本標準非經本局同意不得翻印



6. 標識，標籤和包裝	51
6.1 氫氣產生器標識	52
6.2 組件的標識	52
6.3 產品技術文件	52
附錄 A(強制)本標準之明顯的危險和危險狀況處理	58
附錄 B 對於氫營運之滲碳和材料相容性	61
附錄 C 氫氣產生器的回收	66
附錄 D 氫氣產生器安裝的考量	67
參考資料	69

前言

1. 適用範圍

本標準適用於組合式、自貯存或廠製的氫氣產生系統，在 0°C 和 101.325 kPa 下容量低於 400 m³/h，於此稱之為氫氣產生器，其轉化輸入燃料為富氫氣體組成，且條件適合使用氫氣的裝置之型式(例如燃料電池發電系統或氫氣壓縮，儲存和傳送系統)。

使用一或組合的以下輸入燃料於氫氣產生器：

- 天然氣及其他源自再生(生質物)之富甲烷氣體或化石燃料資源如垃圾掩埋氣、沼氣、煤氣；
- 自煉油衍生的燃料，例如柴油、汽油、煤油、液化石油氣如丙烷和丁烷；
- 醇類、酯類、醚類、醛類、酮類、費雪-托卜夕液體和其他源自可再生(生質物)之適合的富氫有機化合物或化石燃料資源如甲醇、乙醇、二甲醚、生物柴油；
- 含有氫氣的氣體混合物，例如合成氣，**都市瓦斯(town gas)**。

本標準適用於定置型氫氣產生器，設定使用於室內和室外之商業、工業、輕工業和家用。

本標準目地為依照製造商的**設定**使用和可預見的條件下，涵蓋氫氣產生器之危險、危害狀況和相關的事件，還有排除那些與環境相容性(安裝條件)的結合。

備考：處理重大災害和危險情況這一部分**置**於 ISO 16110 之附錄 A。

本部標準為產品安全標準，適合**於以** IEC Guide 104、ISO/IEC Guide 51 和 ISO/IEC Guide7 **評估其符合性**。

2. 引用標準

下列標準因本標準所引用，成為本標準之一部分。下列引用標準適用最新版(包括補充增修)。

- ISO 4080 Rubber and plastic hoses and hose assemblies – Determination of permeability to gas
- ISO 4413 Hydraulic fluid power – General rules relating to systems
- ISO 4414 Pneumatic fluid power – General rules relating to systems
- ISO 5388 Stationary air compressors – Safety rules and code of practice
- ISO 10439 Petroleum, chemical and gas service industries – Centrifugal compressors
- ISO 10440-1 Petroleum and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 1: Process compressors (oil-free)
- ISO 10440-2 Petroleum and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 2: Packaged air compressors (oil-free)
- ISO 10442 Petroleum, chemical and gas service industries – Packaged, integrally geared centrifugal air compressors
- ISO 12499:1999 Industrial fans – Mechanical safety of fans – Guarding
- ISO 13631 Petroleum and natural gas industries – Packaged reciprocating gas compressors
- ISO 13707 Petroleum and natural gas industries -Reciprocating compressors

- ISO 13709 Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries
- ISO 13850 Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design
- ISO 13943 Fire safety – Vocabulary
- ISO 14121 Safety of machinery – Principles of risk assessment
- ISO 14847 Rotary positive displacement pumps – Technical requirements
- ISO 15649 Petroleum and natural gas industries – Piping
- ISO 16528 (all parts) Boilers and pressure vessels
- CNS 3376-0:2004 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements
- CNS 3376-10:2002 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas
- IEC 60146-1-1 Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-1: Specifications of basic requirements
- IEC 60204-1 Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
- IEC 60335-1 :2004 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements
- IEC 60335-2-41 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-41: Particular requirements for pumps
- IEC 60335-2-51 Household and similar electrical appliances – Safety – Part 2-51: Particular requirements for stationary circulation pumps for heating and service water installations
- IEC 60529:2001 Degrees of protection provided by enclosures (/P Code)
- IEC 60664 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
- IEC 60704-3 Household and similar electrical appliances – Test code for the determination of airborne acoustical noise – Part 3: Procedure for determining and verifying declared noise emission values
- IEC 60730-1 Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements
- IEC 60730-2-5, Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-5: Particular requirements for automatic electrical burner control systems
- IEC 60730-2-6, Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-6: Particular requirements for automatic electrical pressure sensing controls including mechanical requirements
- IEC 60730-2-9, Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-9: Particular requirements for temperature sensing controls

- IEC 60730-2-17, Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-17: Particular Requirements for electrical operated gas valves, including mechanical requirements
- IEC 60730-2-19, Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-19: Particular requirements for electrical operated oil valves, including mechanical requirements
- IEC 60812 Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
- IEC 61000-3-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)
- IEC 61000-3-3, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection
- IEC/TS 61000-3-4, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A
- IEC/TS 61000-3-5, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16A
- IEC 61000-6-1 , Electromagnetic compatibility (EMC) – Part6-1: Generic standards – Immunity for
 - residential, commercial and light-industrial environments
- IEC 61000-6-2, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards -Immunity for industrial environments
- IEC 61000-6-3, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
- IEC 61000-6-4, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments
- IEC 61025 Fault tree analysis (FTA)
- IEC 61511-1 , Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and software requirements
- IEC 61511-3, Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels
- IEC 61779-4, Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases – Part 4: Performance requirements for group 11 apparatus indicating up to 100 % lower explosive limit
- IEC 61779-6, Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases – Part 6: Guide for the selection, installation, use and maintenance of apparatus for the detection and measurement of flammable gases
- IEC 61882 Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide
- IEC 62086-1 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Electrical

resistance trace heating – Part 1: General and testing requirements

3. 用詞和定義

為達成本標準的目的，下列用詞和定義適用。

3.1 富空氣條件(air-rich condition)

燃料和空氣的混合物，其空氣含量大於計量化學混合。

備考：富空氣條件使用於欲使燃料完全反應（例如，在火焰燃燒器），

3.2 富空氣系統(air-rich system)

使用富空氣條件的系統。

3.3 環境溫度(ambient temperature)

裝置、設備項目或安裝之周圍媒介的溫度。

3.4 自燃(auto-ignition)

氣體、蒸氣、煙霧、粉塵或噴霧之混合物，沒有外部點火源而自發點燃的一種現象。

[ISO/IEC 15916:2004]

3.5 自燃溫度(auto-ignition temperature)

發生自燃的最低溫度。

[ISO/IEC 15916:2004]

3.6 自熱重組(auto-thermal reforming)

部分氧化作用和蒸氣重組的耦合。

3.7 燃燒器控制系統(burner control system)

監測燃料燃燒器運轉的系統，其由程式化單元和火焰偵測器組成，且可能包括點火源及/或點火裝置。

3.8 機箱(cabinet)

可包含氫氣產生器的剛性結構物，保護其承受特定環境、氣候條件及防止發生人員和家畜的容易接觸，並防止家畜容易接觸危險部位或材料。

3.9 部分氧化的催化(catalytic partial oxidation)

碳氫化合物和少量空氣於觸媒之上的放熱轉化為氫氣。

3.10 可燃性氣體、液體或蒸氣(combustible gas, liquid or vapour)

當氣體、液體或蒸氣與空氣或氧混合而被點燃時，能夠自點火源傳播火焰至遠距離。

3.11 商用(commercial)

符合氫氣產生器由非專業人員使用之非製造企業設施如商店、旅館、辦公大樓、教育研究機構和再充填站。

3.12 隱藏位置(concealed location)

不毀損處理建築物永久性結構或其表面部分，就無法接近的位置。

備考：空間上、下於或完全可移動平台或門的後面，不視為隱藏。

3.13 符合性評估(conformity assessment)

關於產品、製程、系統、人員或團體執行規定要求的驗證。

備考：符合性評估的主題包括 ISO/IEC 17000 定義的活動，如試驗，檢驗和認證，以及符合性評估團體的認證。

3.14 關鍵失效模式(critical failure mode)

軟體或硬體項目的失效模式，其會導致無法接受的傷害風險。

3.15 最大可允許壓力(maximum allowable pressure)

設備設計的最大壓力。

3.16 設計溫度(design temperature)

承壓組件設計的適用溫度值。

3.17 直接點燃(direct ignition)

直接點燃主燃燒器，而不使用引火源火種。

3.18 爆炸極限(explosion limits)

在空氣或氧氣中的氣體、蒸氣、霧、噴霧或灰塵，發生穩態引爆的最高和最低濃度。

備考 1. 該極限由環境的大小和幾何形狀、燃料的濃度以及點燃發生的方法所控制。

備考 2. 「爆炸極限」和「可燃極限」用語被廣泛作為相同的使用，而事實上不相同。氫氣為僅有「爆炸極限」顯著異於「可燃極限」的物質。

[ISO/TR 15916:2004]

3.19 爆炸性氣體(explosive atmosphere)

在大氣環境下，混合空氣與易燃性物質而形成氣體、蒸氣、霧或灰塵。點燃之後，燃燒完全地擴展至未使用的混合物。

[CNS 3376-10:2002]

3.20 爆炸性氣體環境 (explosive gas atmosphere)

在大氣環境下，混合空氣與可燃性物質而形成氣體或蒸氣。點燃之後，燃燒完全地擴展至未耗盡的混合氣體。

備考：雖然混合物的濃度高於爆炸上限(UEL)不是爆炸性氣體環境，惟會容易成為爆炸性氣體，作為區域分類目的之確實案例，此狀況視為爆炸性氣體環境為合宜。

[CNS 3376-10:2002]

3.21 廠製單元(factory matched unit)

在工廠內系統組件的運作，其對應到彼此間配合工作、貯存和運輸的各別包裝，且設定使用點之配合組裝。

3.22 費雪-托卜夕液體(Fischer-Tropsch liquids)

以費雪-托卜夕合成技術為基礎得到的液體。

例如：天然氣製油 (GTL)，甲醇製汽油(MTG)，甲醇製烯烴(MTO)，甲醇製丙烯(MTP)，甲醇製烯烴製汽油和餾分(MOGD)，二甲醚(DME)製程等。

3.23 火焰偵測器(flame detector)

提供信號顯示火焰有或無存在之裝置。

備考：火焰偵測器包括一個火焰感測器，其信號傳輸可包括一個放大器和一個繼電器。放大器和繼電器可嵌入於偵測器或結合程式化單元。

3.24 火焰感測器(flame sensor)

火焰偵測器的主要裝置，其偵測火焰的有或無存在。

例如：光學感測器和火焰電極(火焰棒)。

3.25 火焰失效鎖定時間(flame failure lock-out time)

信號顯示 **不存在** 火焰和鎖定 **火焰** 兩者之間的一段時間。

3.26 可燃性極限(flammability limit)

燃料在空氣中為 **可燃性** 混合物，其點燃和蔓延火焰之較低(LFL)和較高(UFL)蒸氣或氣體濃度。

備考 1. **該** 極限為溫度、壓力、稀釋劑和點火能量的函數。

備考 2. **該** 極限通常以百分比表示(體積分數)。

[ISO/TR 15916:2004]

3.27 回火(flashback)

火焰退回至混合室或 **其** 上游。

3.28 框架(frame)

在運送氫氣產生器本體及其設備和組件之結構支架，可藉永久性(銲接、鉚接)或螺紋型式接頭組裝，提供準確位置、強度和堅固的支撐。

3.29 燃料處理系統(fuel processing system)

一連串的催化或化學反應器，其轉化輸入燃料為預先指定組成和條件的富氫氣流。

3.30 富燃料條件(fuel-rich condition)

燃料和空氣的混合物，其中燃料含量大於 **其** 化學計量混合。

備考：當設定 **將** 空氣完全反應時，**則** 使用富燃料條件(例如：催化的部分氧化、優先的氧化或自熱反應器。)

3.31 富燃料系統(fuel-rich system)

系統於富燃料條件下的運轉。

3.32 傷害(harm)

身體損傷或健康的傷害，財產或環境的損失。

[ISO/IEC Guide 51]

3.33 危險(hazard)

潛在的傷害源。

備考：**危險可藉查核預期傷害之來源或本質來界定。**(例如，電擊、刮傷、割傷、毒性、火災、淹水)。

[ISO/IEC Guide 51]

3.34 危險區域(hazardous area)

爆炸性氣體環境或可預期 **其** 存在的區域，在數量上如對於結構、安裝及使用裝置需要的特別預防措施。

[CNS 3376-10:2002]

3.35 危險情況(hazardous situation)

人員、財產或環境暴露於一或多種危險的情況。

[ISO/IEC Guide 51]

3.36 自燃活化期間(ignition activation period)

介於通電主要氣體閥門和消除點燃方法之間的時間階段。

3.37 事變(incident)

事件或一連串的事件會導致傷害，但非必需的。

3.38 工業(industrial)

有關的氫氣產生器的使用，由合格且有經驗的人員操控製造或製程的環境，例如化學工廠或礦場。

3.39 輸入燃料(input fuel)

注入氫氣產生器的化學物質，如反應劑或如輸入能量，其組成通常為天然氣、其他碳氫化合物、醇類或其他有機化合物。

3.40 間歇性引火源(intermittent pilot)

此引火源在運轉時會自動點燃，維持主燃燒器之每一階段運轉的連續點燃，且於主燃燒器完成每個運轉循環時自動地熄滅。

3.41 中斷引火源(interrupted pilot)

此引火源在在燃料允許進入主燃燒器前自動點燃，於主火焰確立時會自動熄滅。

3.42 輕工業(light industrial)

有關氫氣產生器的使用，由限定資格且有經驗的人員，在受限制操控的製造或製程環境。例如：電腦和電子產品製造設施。

3.43 限用氣體(limit gases)

設計適用之測試氣體，為代表特性變化極致之氣體。

3.44 鎖死(lock-out)

系統進入不穩定或永久鎖死之安全停機。

3.45 爆炸下限(lower explosive limit, LEL)

可燃氣體或蒸氣在空氣中濃度低於此值在大氣中不爆炸。

3.46 主火焰建立期間(main flame establishing period)

於信號至用以引燃主流動燃料與信號顯示主燃燒器出現火焰，其相隔之時間。

3.47 通風(ventilation)

由人為抽吸方法如風扇移動空氣並置換為新鮮空氣，且適用於一般區域。

3.48 非危險區(non-hazardous area)

不預期存在爆炸性氣體環境的區域，在數量上如對於結構、安裝及使用裝置需要的特別預防措施。

3.49 永久鎖死(non-volatile lock-out)

系統的安全停機條件，使得重新啟動只能由手動重置系統完成且無其他方法。

3.50 正常運轉(normal operation)

設備在設計參數之內的運轉。

備考 1. 少量可燃性燃料的洩漏可為正常運轉的一部分。例如，自密封的洩漏視被抽取流體之濕氣，認為是少量洩漏。

備考 2. 失效(例如泵之密封、法蘭墊片的故障或溢漏造成的事故)，其包含緊急維修或停機，既不視為正常運轉的一部分，也不視為災難。

備考 3. 正常運轉包括啟動和停機的條件。

3.51 運轉模式(operating mode)

系統功能在預設條件的運作。

3.52 組合單位(packaged unit)

預組裝墊木或機箱以容納工廠之系統組件，且策劃人員一起工作於一個墊木或機箱。

3.53 許可(permissive)

一連串之前必須滿足邏輯順序之內的條件，以容許繼續進行下一階段。

3.54 引火源(pilot)

小於主火焰的火焰，其用來點燃主燃燒器或燃燒器。

3.55 壓力梯度監測器(pressure gradient monitor)

按照失效安全的設計，需要安裝於熱交換器以防止熱交換流體混合。當介於正壓梯度的流體少於最小操作的預定的壓力門檻值時，其運轉將隔離熱交換器。

備考：當有其他流體為汙染物如有毒的熱交換流體，壓力梯度監測器可用於保護飲用水水質。

3.56 吹淨時間(purge time)

導入空氣以替代任何殘留的空氣/燃料混合物或來自燃燒區和煙道之燃燒產物之時間。

3.57 發火材料(pyrophoric material)

當接觸空氣時能夠自燃之材料。

[ISO 13943]

3.58 反應失效鎖定時間(reaction failure lock-out time)

介於反應失效的片刻和對於富空氣運轉時關閉燃料供應或富燃料運轉之所有反應劑供應自動關閉之間的時間。

3.59 反應失效啟始時間(reaction initiation failure time)

介於確認反應起始失效及自動關閉富空氣運轉之供應燃料或富燃料運轉之供應反應劑之間的時間。

3.60 再循環時間(recycle time)

介於消除能量方式之後失去火焰的信號和開始新的啟動程序信號之間的時間。

3.61 再循環(recycling)

未成功啟動氫氣產生器之後，接著重覆嘗試完成啟動試驗的程序。

3.6 參考條件(reference conditions)

任意選擇氣體的體積測量條件，在溫度 15°C 和絕對壓力 101325 kPa 重新計算。

3.63 參考氣體(reference gases)

試驗氣體在正常運轉條件下，以相對的正常壓力供應。

3.64 重燃(reignition)

於火焰的信號失去後，接著點火裝置會重新點燃而無中斷燃料流動方式的程序。

3.65 家用(residential)

有關私人家庭非專業人員使用的氫氣產生器。

3.66 響應時間(response time)

氫氣產生器從一定的狀態轉移到其他狀態所需之時間。

3.67 風險(risk)

傷害機率和傷害嚴重性的結合。

[ISO/IEC Guide 51]

3.68 風險分析(risk analysis)

系統化的利用可用資訊，以確認危害並評估風險。

[ISO/IEC Guide 51]

3.69 風險評估(risk assessment)

風險分析和風險評價組合的所有過程。

[ISO/IEC Guide 51]

3.70 風險評價(risk evaluation)

依據風險分析的程序，以確定是否達到可容忍的風險。

[ISO/IEC Guide 51]

3.71 安全防護(safeguarding)

依據監測之技術流程參數，控制系統採取步驟，目標在避免作業條件可能危害人員、工廠、產品或環境。

3.72 安全性及可靠性分析(safety and reliability analysis)

設定系統化的記錄群組活動，以認明和評價產品/過程潛在的失效及其失效的影響，並且確認可能減少或降低潛在失效發生時之傷害風險的措施。

3.73 安全停機 (safety shutdown)

保護裝置或控制系統偵測到故障後，該程序立即作用，藉由終止運作氣體關閉閥和點火裝置，讓系統停止運轉。

3.74 自給式單元(self contained unit)

完整且本身可獨立的單元。

3.75 嚴重性(severity)

定性的測量最壞之可能事故，其可能會以引特別地危害。

3.76 開啟位置(start position)

表示系統不在鎖定條件的位置且其尚未接獲起動信號，但是需要時可進行啟動的程序。

3.77 蒸氣重組(steam reforming)

通常在觸媒上轉化含水的碳氫化物以產生氫氣且要輸入能量。

3.78 測試用氣體(test gases)

氣體設定用於確認使用的可燃性氣體之運轉特性。

3.79 可承受的風險(tolerable risk)

根據當前社會環境背景可承受的風險值。

[ISO/IEC Guide 51]

3.80 轉變(transition)

透過氫氣產生器從一運轉模式改變為其他運轉模式的過程。

3.81 爆炸上限(upper explosive limit, UEL)

在空氣上中的易燃性氣體或蒸氣濃度，其值之上的氣體環境不會爆炸。

3.82 非永久鎖定 (volatile lock-out)

系統安全關閉的條件，使得重新啟動是以下二者之一來完成，一為手動重新設定系統或為中斷主電力及其後續的恢復。

3.83 水處理系統(water treatment system)

系統提供處理及純化回收或補充的水，使用於氫氣產生器之內。

4. 安全要求與保護措施

4.1 安全與可靠度分析

製造商應證明其依照 IEC 60812、IEC 61025 或其他相當的規範執行安全與可靠度分析。

製造商應該確保：

- 氫氣產生器於整個預期壽命週期，已經明確認知的所有合理地可預見之危險和危險狀況；
- 依照適用的 ISO 14121、IEC 61882 或 IEC 61511-3 評估每項危險的風險其；
- 透過設計(本身具有的安全設計和結構)盡可能排除或降低風險；
- 已經採取不能減少風險相關之保護措施，包括警報與安全裝置之規定；
- 已告知使用者之任何增加安全測量的規定，可要求實施。

4.2 結構

4.2.1 燃料處理系統

氫氣產生器應具有燃料處理系統。

燃料處理系統可包含下列步驟：

- 燃料清理，指燃料可以被過濾及/或除硫；
- 基本的轉化，藉由如蒸氣重組、自動熱重組、催化或非催化的部分氧化等方法，將燃料幾乎反應成氫氣、二氧化碳及一氧化碳；
- 水煤氣轉化，指一氧化碳與水蒸汽反應產生額外的氫氣；
- 純化，指一氧化碳和其他不純的物質從富氫蒸氣中移除；
- 調節，指調整蒸氣的溫度和濕度至使用氫氣裝置型式的適宜水準；
- 尾氣燃燒，指未反應的燃料和未使用的氫氣於釋放至環境之前，以催化或非催化型式燃燒。

4.2.2 流體管理系統

氫氣產生器應具有流體管理系統。

流體管理系統可以計量、調節及處理流體或調整氫氣產生器之內的流體壓力。這些流體可為反應劑如空氣(氧化劑)、燃料、水(或水蒸汽)、中間產物蒸氣或實用的流體如惰性氣體和熱傳流體(水、油)。流體管理系統可以包含複雜的次系統，例如蒸氣產生器，壓縮機以及水處理單元。

4.2.3 熱管理系統

氫氣產生器應具有熱管理系統，提供冷卻和熱排除，以維持氫氣產生器之內的熱平衡，並且期可提供過量的熱回收並協助單元於開機時的加熱。

備考：熱管理系統使用熱和質量交換式網路，以要求最小量之外部加熱和冷卻以及水的消耗，並藉熱力學上有效率的方法連結熱端和冷端以降低能源的消耗。

4.2.4 自動控制系統

氫氣產生器應具有自動程序控制系統，其管理所有組件作有效率的互動，以維持程序參數於製造商規定的範圍內，無需手動介入。

備考：自動程序控制系統可由機械、液壓、氣動、電力、電子、可程式化的電子及電腦硬體/軟體元件組成。

4.2.5 電力系統

氫氣產生器應具有電力系統。

電力系統可由電路及氫氣產生器之內的電力調節和配電裝置組成。

4.2.6 框架及機箱

氫氣產生器應安裝在一個框架內，且無論何時需要由機箱保護。

機箱可包括自然或強制通風，以容許外部空氣循環通過內部隔間，移除過剩的熱和有害的煙霧或蒸氣。

4.2.7 互相連接的管路

氫氣產生器可包括互連管路的或部分或全部、接頭及配件。特別地，氫氣產生器可包括煙道氣的通風系統，和產品輸送管線以載送含氫氣體產物蒸氣至配送之組件，可與或不可與廠製匹配，如燃料電池發電系統或氫氣壓縮、儲存及配送系統。

4.3 實際環境及操作條件

4.3.1 概述

氫氣產生器和保護系統應設計和結構，使能在實際環境中執行其設定的功能，其運轉條件指定於 4.3.2 至 4.3.8。

4.3.2 電力輸入

氫氣產生器電力輸入對於工業應滿足 IEC 60204-1 的要求，或對於住宅、商業及輕工業應用應滿足 IEC 60335-1 的要求。在電力特別來源如燃料電池的狀況，氫氣產生器電力輸入應滿足製造商規定的要求。

4.3.3 實際環境

在產品製造商的技術文件中應指明氫氣產生器設計之實際環境條件，應提供如下考慮：

- 室內及/或室外使用；
- 氫氣產生器應如設定能在海平面上運轉的最高的最高度；
- 氫氣產生器應如設定之可運轉範圍的空氣溫度和濕度；
- 氫氣產生器可座落的地震區域；
- 氫氣產生器運轉在危險地區運轉的適用性；
- 氫氣產生器運轉於實際環境中存在的污染物(如粉塵，鹽，煙霧和腐蝕性氣

體)之適宜性；

- 戶外使用的低風險。

4.3.4 輸入燃料

製造商應在產品技術文件中規定使用於氫氣產生器之輸入燃料的組成限制和供應特性。

4.3.5 水

製造商應在產品技術文件中規定使用於氫氣產生器之水的品質和供應特性。

4.3.6 振動、衝擊和碰撞。

氫氣產生器的設計應能承受或應提供方法以防範振動、衝擊和碰撞的影響，包括產生器的運轉所產生及除了地震衝擊之外結合設備和實際環境所生成，其應分別地說明(參見 4.3.3)。此可藉選擇耐振動設備、安裝氫氣產生器時遠離振動源或使用防震安裝。

製造商應在產品技術文件中規定使用於氫氣產生器來自振動、衝擊和碰撞，無論何時都需要之保護方法。

4.3.7 風

氫氣產生器應滿足規定於 5.4.11 之風力試驗。

4.3.8 裝卸、運輸和儲存

氫氣產生器的設計應能承受或依照 IEC 60204-1 應採取防護運輸影響和-25°C至 55°C溫度範圍的儲存且短期間內達到 70°C不超過 24 小時之預防措施。製造商可以規定替代的溫度範圍且之後應包含於產品技術文件中。

氫氣產生器或每個組件，其應：

- 能夠安全的裝卸和運輸，並在必要時提供起重機或類似設備裝卸的方法；
- 使其能安全貯存之包裝或設計(如足夠的穩定性，特別的支撐等)。

製造商應在產品技術文件中規定使用於氫氣產生器關於裝卸，運輸和儲存，無論何時都需要之特別方法。

4.3.9 系統吹淨

因為安全理由，要求停機之後或開機之前系統需為鈍態，氫氣產生器之隔間應提供吹淨系統。製造商應在產品技術文件中規定其應使用之吹淨氣體的特性和程序，以避免手動吹淨過程中的失誤。

4.4 設計要求

4.4.1 概述

產品技術文件中規定之設定使用條件下，氫氣產生器應能夠運轉、作用、運輸、安裝、調整、保養、拆除和處置，而不會引起傷害或損害健康。

氫氣產生器應就設計、結構及/或配備，因為氣體、液體、灰塵或運轉和維護期間蒸氣的洩漏或使用於其架構中，以避免合理而可預見的風險。

管線中容納的爆炸性、易燃性或有毒性液體，在設計及標示取樣和脫離點上，應採取預防之措施。

在開機或正常運轉期間之前，組件可收集濃縮或其他來源的液體，若潛在存在

的熱能會蒸發液體，應配備以**安全釋放壓力的方法**。

液體燃料氫氣產生器應包括捕獲、再循環及/或安全處理液體燃料洩漏的規定。應設計低水盤、洩漏保護或雙層管，以防止非控制的洩漏，例如，準備**液位**開關。
至目前，允許以下目的：

- (a) 氫氣產生器之可觸及部位，應無曝露銳利邊緣且粗糙表面引起受傷**無**；
- (b) **氫氣產生器或其零件設定為移動或站立放置**，應設計和結構成為阻止人員滑倒、絆倒、撲擊或跌落在這些零件上。
- (c) **氫氣產生器的可移動零件**應設計、結構和佈置成為避免危險，或在危險持續的情況下，適合的防護或保護裝置方式，**以防止觸及所有可能導致意外的風險**。
- (d) 任何區域需要接觸生產、調整和維修運轉，應設計並配備允許的安全通道或入口。

所有的設備和零件的故障可導致危險的情況，藉 4.1 安全與可靠性分析確，應分別**試驗及認清**或應**驗證**其**設定**的用途。

4.4.2 設計溫度

當組件和材料安裝於氫氣產生器中時，最高和最低溫度不應超過其額定溫度**範圍**。

4.4.3 機械穩定性

應設計和施工氫氣產生器、組件及配件，穩定操作於 4.3 規定的實體環境和運轉條件，包括氣候和地震條件。除此之外，於技術文件中載明適合的錨固方法。氫氣產生器的各式零件及其連接，應建構成於正常使用時，無不穩定、扭曲、斷裂或類似的磨損，而發生**減損**其安全性。

所有的物件應牢靠地**安裝**或附著及**堅固**地支撐。考慮到應用的適宜時，可以使用防震支架。

4.4.4 使用者易觸及的表面溫度

製造商應採取措施以消除因接觸或接近高溫的氫氣產生器零件或材料而引起的任何傷害風險。

考慮到氫氣產生器的外表面可能為被沒有防護設備的使用者觸及，而氫氣產生器在運轉中，製造商應：

- 依照表 1 的規定，限制這些表面高於環境溫度之溫升；
- 固定防護或保護裝置的方式，以防止**觸及**風險可能導致的意外。

表 1 於運轉期間由沒有防護設備之使用者可能觸及外部組件及/或機殼高於環境溫度之最高溫升(依據 IEC 60335-1:2004，第 11 章)

材料	環境溫度之上的最高表面溫升(°C)
	於正常使用，僅短期間的表面接觸
金屬	35
陶瓷或玻璃材料	45
塑膠、橡膠或木材	60

備考 1. 溫升值係依據 25°C 的環境溫度。

備考 2. 金屬適用的溫升限制為零建的塗裝至少厚度 0.1 mm 且金屬零間的塑膠塗裝厚度少於 0.3 mm。

4.4.5 附近牆壁、地板和天花板的溫度

於 5.4.9 的試驗條件下，設定於室內使用的氫氣產生器所產生的熱，附近牆壁、地板和天花板的溫度不應升高於環境溫度 50°C 以上。

4.4.6 聚合物組件的溫度

配置於氫氣產生器的高分子組件(包括製造商規定或提供的通風系統)應在預期溫度範圍內維持其功能完整性。若聚合物組件滿足 5.4.10 的要求，此規定應視為符合。

4.4.7 噪音

氫氣產生器之設計和建構應達成降低空氣噪音的傳播，符合設定使用或場所之適用區域或國家噪音法規和標準。

4.4.8 在排氣管中凝結水的排放系統

在煙道及其連接管路中排氣管中形成凝結水，應藉排放管路或其他裝置的方法移除，其將確保凝結水的安全移除。凝結水排放系統連接外部的管內徑應至少 13 mm。依照製造商的說明，此凝結水排放系統應為氫氣產生器的一部分且應使其容易檢查和清理。

凝結水排放系統不應傳送燃燒產物至安裝氫氣產生器的室內。若使用水阱，由製造商規定於燃燒室內最高壓力及最長煙道氣的水密封墊片至少 25 mm。

接觸凝結水的表面(如下水道、水阱和虹吸管)應設計至防止(非預期的)阻滯凝結水的排放。

4.4.9 一氧化碳

在正常穩態運轉的條件下，氫氣產生器排放廢氣至大氣中，不含空氣的流出物樣品中含有的一氧化碳濃度應不超過 300 $\mu\text{l/l}$ 。

備考：製造商規定的限制值取決於預期的使用模式和人或動物潛在暴露的 CO 氣體可做更嚴謹的限制。

在非正常條件下的出口受阻，氫氣產生器排放廢氣至大氣中，依照 5.4.12.2 的試驗時，不含空氣的流出物樣品中含有的一氧化碳濃度應不超過 600 $\mu\text{l/l}$ 。此外，依照 5.4.12.3 試驗時，空氣供應入口受阻，氫氣產生器應不產生一氧化碳濃度超過 600 $\mu\text{l/l}$ 之不含空氣的流出物樣品。

4.4.10 載氣零件之緻密性

氫氣產生器的所有載氣零件應緻密，其緻密度應依照 5.4.3 確認。

4.5 材料的選擇

4.5.1 已知會引起健康和身體危害的材料

在一定的環境下，用於氫氣產生器施工的材料已知會引起健康和身體的危害，製造商應實施測量並包含於產品技術文件，要求和需要如包裝、運輸、安裝、

試俾、運轉、清潔、維護、除役、再循環及處置的資訊，使氫氣產生器壽命循環所有階段期間避免危害人員安全或健康。

4.5.2 石棉

石棉或含石棉材料不得用於氫氣產生器之結構。

4.5.3 發火材料

用於氫氣產生器結構的材料已知會發火，製造商應提供需要的產品技術文件並依照這些材料的鈍化或隔離的程序以安全處理、運輸、再循環或按照適用的國家或區域的守則和標準處置的有害物質。

4.5.4 鎳羰的形成

當用於氫氣產生器施工的材料，於運轉氫氣產生器期間存在潛在的條件可形成鎳羰，製造商應提供方法確保在任何時間的氫氣產生器條件支持鎳羰的解離速率大於形成速率。

藉由保證所有的一氧化碳在觸媒床之前被吹淨或其他含鎳組件溫度降至 200°C 之下達成。若使用此方法且吹淨失敗，吹淨互鎖防應該防止重新開機，直到進行手動吹淨。

此外，製造商應在產品的技術文件包含警示，以知會靠近排氣管區域的人員，在手動吹淨時該區域應淨空。

4.5.5 材料性質

4.5.5.1 一般性質

用於氫氣產生器的內部或外部零件結構時使用的金屬和非金屬材料，在設定的設備壽命和所有試驗條件之內，其材料之所有物理性質、化學性質和熱條件，應為適用且可預見合理性。

此規定特別適用於直接或間接地暴露於潮溼的材料，或含有處理氣流或液流以及所有用於密封或互連同樣之零件和材料，如焊接耗材。

4.5.5.2 機械性質

當暴露於全範圍服務條件和製造商規定的壽命時，材料應保留其關於強度的機械穩定性，包括疲勞性質、耐受極限、潛變強度。

4.5.5.3 化學和物理性質

材料應耐其容納流體之化學和物理作用，以及環境的劣化。

運轉安全需要的化學和物理性質，在設定的設備壽命之內應不受影響，除非預知的更換。在選擇材料和製造方法時，應對下列材料的性質予以說明：

- 耐腐蝕性和磨損；
- 電導率；
- 衝擊強度；
- 抗老化；
- 溫度變動的效應；
- 紫外線輻射的效應；
- 當相異材料放在一起時升高的效應，如電位腐蝕；

— 抗增碳處理及氫氣在材料的機械性能之劣化。

備考：抗增碳處理及氫氣在材料的機械性能之劣化的指引，參見 ISO/TR 15916 和附錄 B。

侵蝕、磨損、腐蝕或其他化學作用或溫度劣化的存在，按照 4.1 安全和可靠性分析測定，應進行的措施如下：

- 效應最小化的設計如附加的厚度、或保護如使用襯裡、護套材料或表面塗裝措施，**適當考慮合理的設定和預期使用**；
- 允許更換受影響的零件；
- 在維修手冊中說明類型和頻率的檢查，以及為繼續安全使用需要的維護措施，**適當的說明哪些受磨損位置的零件和替換的準則**。

4.5.5.4 氫氣滲透性

使用於結構容納可燃性氣體，特別是氫氣的組件材料，滲透性洩漏應與 4.7 的要求一致。

橡膠、塑料軟管和軟管總承對於氫氣和其他非溶於水中的可燃性氣體之滲透性，應依照 ISO 4080 試驗。

4.5.6 塑膠和彈性體材料

依照 CNS 3376-10，塑料或彈性體材料應僅用於非分類區域或區域 2 場所。塑料或彈性體用於區域 2 場所，應抗靜電以避免輸送乾燥氣體時產生靜電。這些材料應滿足要求並依照 CNS 3376-0 之 7.3 和 26.13 試驗。

4.6 壓力設備和管路

4.6.1 壓力設備

承壓容器如反應器、熱交換器、燃氣管加熱器和鍋爐、電鍋爐、冷卻器、累積槽和類似的容器且結合壓力釋放機制如壓力釋放閥和類似裝置，應依照一般使用的國家/地方標準**結構**和標示，其已證明支持公共安全並具有良好的商業運轉經驗，如 ISO 16528 為認可標準之一。

容器依照一般使用的國家/地方標準，其已證明支持公共安全並具有良好的商業運轉經驗，如 ISO 16528 為認可標準之一，未作為合格壓力容器，應依照 4.5 以適宜材料**結構**且應滿足 4.4 的適用要求。類似的容器及其接頭和配件，應設計並施工以防止不預期的洩漏。

4.6.2 管路系統

4.6.2.1 概述

本節的**規定**適用於**全部管路系統作為氫氣產生器部分**，包括互連管線，若互連管線有提供予氫氣產生器。

製造商於產品的技術文件中應指定連接、管線材料、**結構**、試驗要求和其他提供予氫氣產生器互連時適用的限制，此特別參照煙道排氣系統和用於配送氣態含氫氣產品流的產品配送管線，以分送可或不可與工廠匹配之成分。

金屬、非金屬、剛性和可撓性管路及其接頭和配件，應符合 ISO 15649 適用的要求。

作為管路系統，其設計內部表壓為零或之上及低於 105 kPa 之外及其所載之流體為非可燃性、無毒性及不危害人體組織，流體之設計溫度自 -29°C 至 186°C ，是不包含在 ISO 15649 之適用範圍，這些管路系統應依照 4.5 以適合的材料結構且應滿足 4.4 的適用要求。此管路及其相關的接頭和配件，應設計和施工以防止不預期的洩漏。

4.6.2.2 設計和結構結構

剛性和可撓性管路兩者的設計和結構結構及配件，應考慮以下幾個方面：

- 材料應滿足 4.5 規定的要求。
- 管道的內部表面應完全地清除已移除鬆散的顆粒且在管路末端應小心地鉸孔以移除阻礙和毛邊。
- 若流體凝結水或沉澱累積於氣體管路的內部，會引起因水錘、真空崩潰、腐蝕或開機、停機及/或使用期間無法控制的化學反應。製造商應提供自低區域且清洗、檢查及維護期間易接觸的方法排水和移除沉積。特別地，製造商應採取措施以防止沉澱或凝結水累積於燃料氣體開關。沉澱阱或過率器應安裝或應於產品的技術文件中提供指引。
- 製造商應採取措施，以防止沉澱積聚在液體燃料開關。過濾器應裝置於燃料開關的上游。
- 用於輸送可燃性氣體的非金屬管路，應做保護以防止可能的過熱。規定於 4.1 的安全和可靠度分析要求的措施，應提供防止組件溫度自超過其設計溫度而傳遞給可燃性氣體。
- 用於輸送可燃性氣體的非金屬管路，應藉位置或保護及/或支撐之足夠方法，以防止可能的機械性危害。
- 壓力釋放閥門的排放，在某種程度上應控制與 4.7 的要求一致。壓力釋放閥門應用管道輸送置戶外，不是藉專用的閥門，就是由煙道排氣系統或通風排放。

4.6.2.3 煙道氣體通風系統的具體要求

氫氣產生器應提供煙道氣體通風系統，以輸送燃燒產物從燃料使用設備至外部的大氣中。製造商應設計並施作煙道氣體通風管，或應遵照以下的要求，提供如何處理之說明於產品技術文件：

- 材料應滿足 4.5 規定的要求。特別是，煙道氣體通風系統應由耐濃縮物腐蝕材料結構，非金屬材料應對其溫度限制、強度及耐凝結物作用進行判斷。
- 氫氣產生器之煙道氣體通風系統的零件應嚴格的施工、防漏並滿足 5.4.7 的機械試驗要求。
- 用於住宅、商業或輕工業之氫氣產生器做為查驗排氣管中流動的壓力開關，應於製造廠設置，調整方法應於工廠時鎖定。壓力開關應清楚地顯示器具製造商的標識或批發商零件編號，其關係到工廠鎖住壓力的設定。用於工業的氫氣產生器之壓力開關，可不在工廠設定及鎖住。即使如此，產品技術文件應指定壓力開關校驗之程序和頻率。

- 接觸排氣管凝結物的壓力開關零件，應耐正常運轉溫度下之排氣管中凝結物的腐蝕。
- 用於煙道氣通風系統之施工材料，具有的額定溫度應超過由煙道氣體通風系統輸送的廢氣溫度。

製造商的產品技術文件中應包含安裝煙道氣體通風系統的要求。

備考：煙道氣體通風系統安裝的考量包含於附錄 D。

4.6.2.4 產品傳送管路的具體要求

氫氣產生器可包含用於遞送的含**氫氣產物氣體流**互連管路，以配送可或不可與工廠匹配的成分，例如燃料電池發電系統或氫氣壓縮、貯儲及配送系統。製造商應對產品配送管道設計和**結構結構**，或於產品技術文件中應提供符合 ISO 15649 之指引及**下列需要**：

- 材料應滿足 4.5 規定的要求。特別是，產品配送管路的**結構結構材料**：
- 適用於氫氣事業，在材料機械性能方面無滲透且耐氫氣的影響；
- 耐凝結**水**的腐蝕。

備考：非金屬材料應以溫度的限制、強度及凝結**水**作用的耐受性做判斷。

- **產物配送管路應設計及結構結構至**提供容許的膨脹、收縮、振動、安置和火災暴露。
- **產物配送管路應設計及結構結構至**防止發生氫氣的洩漏。
- 產物配送管路應在不超過 3 公尺的間隔標識“氫氣”，應以清晰可辨識的顏色標識文字。
- 氫氣產生器應在連接產物配送管路的出口作以下標識：氫氣產生器需要特別的管路對產品配送。零件目錄和安裝的方法參照安裝手冊。

關於產物配送管路的安裝，製造商應於產品技術文件說明中提供。

備考：產物配送管路的安裝考量包含於附錄 D。

4.6.3 熱管理系統

若熱管理系統不會影響飲用水的供應，可使用任何**與流體或氣體化學相容**的熱傳導方法。

若有熱管理系統會影響飲用水的供應的風險，熱交換器應為雙層壁構造，介於兩壁之間的氣隙，應暢通於大氣。雖然有前述的要求，當有毒的冷卻劑至少低於飲用水壓力 70 kPa 或冷卻劑無毒性時，可使用單層壁，在此情況下**壓力梯度偵測器**的監控作為保護。

4.7 預防火災和爆炸性危險

4.7.1 概述

氫氣產生器應設計和結構結構至避免由氫氣產生器本身或氣體、液體、粉塵、蒸氣或其他產生的物質或因使用氫氣產生器而引起任何合理地可預見的火災或爆炸風險。

4.7.2 提供予氫氣產生器的機箱鄰近火災和爆炸危險之預防

4.7.2.1 氫氣產生器的機箱**設定用於非危險區域**

4.7.2.1.1 可燃氣體或蒸氣源的隔間通風

具有可燃氣體或蒸氣之氫氣產生器的隔間，相對於其他隔間和環境，應在負壓下以機械方式排風。以流量或壓力測量確認的通風失效，應使得氫氣產生器停機。

氫氣產生器於戶外使用時，雖然前述有要求，可燃氣體或蒸氣之隔間可依照 CNS 337-2 於正壓下通風。

應設定最低的通風流率，使依照規定於 5.4.3.1 之洩漏試驗測定可燃氣體或蒸氣自氫氣產生器的洩漏率，除了氫氣低於 25 %LEL 運轉條件的所有期間外，在氫氣產生器通風排氣管中保殘留的可燃性氣體最高濃度，在該處的排氣管中應低於 25 %LEL。

氫氣產生器隔間中含有的電力或機械設備，應通入新鮮空氣並在各別的隔間對於可燃氣體或蒸氣源維持在正壓，除非具有可燃氣體或蒸氣源的隔間是適合依照 CNS 3376-10 區域分類。

4.7.2.1.2 可燃物質的洩漏

氫氣產生器應提供被動和主動的方法或其組合，以避免氫氣產生器內部隔室發生可燃性氣體或蒸氣洩漏之速率無法由機械通風稀釋至低於 25 % LEL 的水準，至於氫氣則排除在外，而在此洩漏的氫氣仍應低於 25 % LFL。

被動方法包括藉由使用管路孔口流量計和其他類似的流量限制方法或永久性地安全接頭，使可燃性氣體或蒸氣洩漏達機械性的限制，並以可預估限制最大值洩漏率的作被動方法的結構。

主動方法可包括流量量測和控制，或安全裝置如可燃性氣體感測器，這些方法應滿足 4.10 規定的要求，並應引起氫氣產生器於發生任何可燃性氣體在通風管路排氣管中濃度超過 25 % LEL 之情況下停機，至於氫氣則排除在外，而在此洩漏的氫氣仍應低於 25 % LFL。

備考：當容器和管路設計已經考量防止這些失效的保護，突發性和災難之故障在分析，不需考量此洩漏的情境。(參見 4.6)。

氫氣產生器欲於室內使用，通風和煙道氣排氣管應依照 4.6.2.3 設計連接通風或煙道氣。

氫氣產生器的液體燃料應包括以防止火災危險的規定，如保持機箱通風或其他稀釋方法，例如洩漏的液體燃料可以滴盤獲取、洩漏防護或其他對大氣開放的容器。

4.7.2.2 氫氣產生器的機箱設定用於危險地區

氫氣產生器欲用於危險區域，應符合 CNS 3376-0 要求及使用適合有關 CNS 3376 保護類型的零件。

4.7.2.3 氫氣產生器內機箱的危險

4.7.2.3.1 概述

應設計氫氣產生器的機箱，且應於產品的技術文件中提供運轉和維護的資訊，使得氫氣產生器機箱內的任何可燃性液體、氣體或蒸氣釋出及在其內部

危險區域之限度的結果，無論是在操作或以其他，保持關於頻率，持續時間和釋出量於最低限度。

4.7.2.3.2 危險地區的分類

氫氣產生器內的機箱、可燃氣體或蒸氣源的隔間，應分類並依照 CNS 3376-10 測定危險區域的限度、並考量可能釋出的頻率和持續時間、釋出流率、釋放物質的物理性能、通風、系統形狀和其他相關因素。

4.7.2.3.3 機箱內的點火源

製造商應消除機箱點火源分類為危險區域，以確保：

- 按照 CNS 3376-10 區域分類安裝適合的電力設備；
- 若適用，安裝符合 IEC 62086-1 的電阻追蹤加熱；
- 表面溫度不超過可燃性氣體或蒸汽自燃溫度的 80%，以攝氏表示；
備考：CNS 3376-20 提供各種可燃性流體之自燃溫度的指引。
- 依照 IEC60204-1 藉適當的鍵合及接地，及依照 4.5 選擇適當的材料，消除潛在的靜電；
- 設備含有易受可燃性流體和空氣催化的材料，可從設備對週遭易燃性氣體抑制反應的蔓延。

4.7.2.3.4 通風區域的吹淨

當提供的通風影響區域分類的類型，任何不適宜做為無通風區域的裝置在開機之前，該區域的吹淨應至少以 5 倍的空氣改變。

替代方法為氫氣產生器可提供通風排氣管組成尺寸容量，其控制吹淨要求的量，以達到除了氫氣之外低於 25 % LEL 的程度，而氫氣在排氣管中仍應低於 25 % LFL。

所有裝置在開機之前應做吹淨或完成吹淨，應適合無排氣區域分類。

若隔間之內為空氣且配有風管而能藉設計確認為無危險區域，則不需要執行吹淨。

4.7.2.3.5 影響危險區域分類之設備維護

製造商應提供於產品技術文件的說明中，以確認所有設備影響的區域分類，於其影響安全性而接受維修時，在重新組裝期間和之後應仔細檢查，以確保有維持原設計的整體性回復至檢修之前。

4.7.3 鄰近無機箱之氫氣產生器之火災和爆炸危險的預防

室外的氫氣產生器沒有機箱，為潛在的可燃氣體或蒸氣來源，其應設計且應於產品技術文件提供運轉和維護資訊，使得任何自氫氣產生器釋出之可燃性液體、氣體或蒸氣及因而鄰近其危險區域之範圍，關於頻率，持續時間和數量要保持在最低程度，無論是否在運作或其他方式。

可分類室外的氫氣產生器附近所有無機箱的位置並考量有關頻率、釋出之持續時間、釋出速率、釋出物質的物理性質、通風、系統外型及其他有關因素，依照 CNS 3376-10 測定危險區域的範圍。

產品技術文件應包含區域分類之內如危險、點火源之安裝指示說明，應消除以確保：

- 按照 CNS 3376-10 區域分類，安裝適宜的電力設備；
- 若可行，安裝符合 IEC 62086-1 的電阻追蹤加熱；
- 表面溫度不超過可燃性氣體或蒸汽的自燃溫度的 80 %，以攝氏表示；
備考：CNS 3376-20 提供各種可燃性流體之自燃溫度的指引。
- 依照 IEC 60204-1 藉適當的鍵合及接地，及依照 4.5 適當的選擇材料，消除潛在的靜電；
- 設備含有易受可燃性流體和空氣催化的材料，可從設備對週遭易燃性氣體抑制反應的蔓延。

製造商應提供下列的產品技術文件資訊：

- 當使用的機械通風會影響到區域分類的類型時，應說明以確保氫氣產生器安裝之區域，開機之前先予吹淨；
備考 1. 藉由流動特性和系統形狀的分析決定吹淨。
備考 2. 所有設備可在開機之前完成吹淨或可不適於無通風區域分類；
備考 3. 若能由設計證明在大氣的區域為無危險性，可不要求吹淨。
- 說明以確保無機箱、隔間的戶外氫氣產生器之附近，其含有的電力或機械設備依照 CNS 3376-2 與新鮮空氣或其他非易燃性流體做正壓通風，除非設備適合依照 CNS 3376-10 區域分類；
- 說明以確保所有設備影響的區域分類，當其接受維護時，於重新組裝期間或之後在仔細檢查，以確保有維持原設計的整體性回復至檢修之前；
- 安裝和運轉無機箱之氫氣產生器的資訊、要求和其他適用的限制，以避免健康或安全的風險。

4.7.4 燃燒器

氫氣產生器應被設計成避免可燃或爆炸性氣體於燃燒器(開機、主要和輔助燃燒器的重組部分及尾氣燃燒器)。

主燃燒器應配合引火源或直接點火裝置。

若使用直接點火裝置，應自動控制且不得引起主燃燒器的劣化。應提供方法，以防止關於燃燒器口的維修時不正確組裝或任何直接點火裝置的反裝。

若使用，引火源應自動控制和直接點火應點燃任何引火源燃料。應提供方法防止不正確或可逆式的安裝直接點火裝置，此關係到燃燒器口正在運作。

若使用引火源為開始燃燒器整體的一個部分，燃燒器應僅評估在本標準之結構和性能規範。

自動電氣燃燒控制系統應符合 4.10.2.1 的需求。

主燃燒器、引火源火焰或兩者，應由火焰偵測器監控。若主燃燒器由引火源火焰點燃，應於氣體釋出至主燃燒氣之前偵檢引火源時出現的火焰。系統中斷引火源時，於後續主燃燒器火焰確立的期間，應監測主燃燒器火焰。

引火源火焰監測應僅一點，當時的引火源應有效點燃於主燃燒器的燃料，即使供應於引火源的燃料減少，使得火焰剛好足以啟動主要的安全控制。

當引火源的熱輸入未超過 0.250 kW，主火焰確立期間沒有要求測定。當引火源

的熱輸入超過 0.250 kW 時或在直接點燃主燃燒器的情況下，主火焰確立期間應由製造商規定，使得依照 5.4.6.2.7 的延遲點火試驗，對於使用者或氫氣產生器發生損壞，無害或安全上的危險。

打開燃料供應予主燃燒器的信號，應僅於引燃主燃燒器火焰被偵測到之後給與。每次引火源或或直接點燃主燃燒器的嘗試，應於燃料閥門開啟時開始且應於燃料閥門關閉結束。火花應至少持續至出現點燃或直到確立主火焰終止的期間。引火源或直接點燃主燃燒器，應最多嘗試 3 次，每次之後接著做吹淨。第 3 次嘗試之後仍缺少火焰，至少應導致不永久鎖死。

在火焰失效的情況下，系統至少應引起重點火、再循環或不永久鎖死。

引火源或主燃燒器火焰失效的鎖死時間不應超過 3 秒。

在試驗條件 5.4.6 的試驗條件下若發生重燃火，直接點火裝置應於火焰信號消失後最多 1 秒之內重新開機。在此情況下，當點火裝置開機時，應計算主火焰確立的期間。在製造商規定的火焰確立期間結束後仍缺少火焰，至少應導致不永久鎖死。

在試驗條件 5.4.6 的試驗條件下若發生再循環，此應以中斷氣體供應處理並吹淨；點火順序應自開頭重新開始。在此情況下，當點火裝置開機時，應計算主火焰確立的期間。再循環應嘗試最多 3 次，每次之後接著吹淨，火焰確立期間結束後仍缺少火焰，至少應導致不永久鎖死。

應佈置燃燒器電路，於控制作用之後，以防止電動機、電容器或類似裝置於燃料閥門或點火裝置通電而主燃燒器已停機。

基於安全上的因素，當開機或之後的停機要求被動狀態時，試驗之前對於開始點火和再循環之間的試驗，應提供自動吹淨燃燒器外殼或圍封之任何易燃性氣體混合物的方法。吹淨應提供燃燒器外殼或圍封至少 4 次的空氣改變。

應安裝點火系統組件，使得這些裝置的運轉和燃燒器的點火於正常運轉時，不會粒狀物掉落的影響。

當主要空氣在壓力下與供應的燃料混合時，應提供有效的方法防止空氣回傳至燃料管線或燃料進入空氣供應管線。應控制燃料和空氣的供應，以證明空氣的流動優先於點火並防止燃料進入每一燃燒器，直到空氣可以供應為止。如果空氣風扇發生故障，應停止燃料的供應。

對於燃料的運轉和空氣的控制之若使用機械連結，應設計保持以保持正確的燃料-空氣比率且耐損壞和脫離。

停機時，製程系統中的危險性氣體應安全的保存或處置。

在空氣和燃料或可燃性製程氣體流的情況下，置於緊密接觸熱管理系統的零件，製造商應提供氫氣產生器預防健康或安全風險的升高來自穿越的空氣進入燃料或可燃性製程空氣管線或穿越的燃料或可燃性製程空氣進入空氣管線。

4.7.5 催化燃料氧化的系統(催化燃燒器)

氫氣產生器組件帶有液體，其可燃或爆炸性氣體量為有意地生成以執行受控制的催化燃料之氧化反應(例如催化部分氧化、催化燃燒)，製造商應避免可燃性

或爆炸性氣體之不安全的累積。

基於安全上的因素，當開機或之後的停機要求被動狀態時，應提供吹淨催化燃料氧化系統組件之方法。吹淨系統應使用製造商規定但不限制，例如氮氣、空氣或蒸氣。吹淨的程度應由製造商規定，且由流動特性、系統動力及外形的考量做測定。

在空氣與燃料混合的情況下，製造商應提供以防止空氣回流到燃料管線或燃料回流到空氣供應之方法。

對於富空氣的系統，應控制燃料和空氣供應，以證明空氣優先於反應起始，並防止燃料進入反應器，直到燃料可用為止。

對於富燃料的系統，應控制燃料和空氣供應，以證明燃料優先於反應起始，並防止空氣進入反應器，直到燃料可用為止。

對於燃料的運轉和空氣的控制之若使用機械連結，應設計保持以保持正確的燃料-空氣比率且耐損壞和脫離。

最大反應起始時間應由製造商規定且應藉系統裝置反應時間的考量和確立易燃性或爆炸性混合物基於流速、燃料-空氣混合物的易燃性及系統動力與形狀，能安全的包含於系統中之量進行考量。

若催化反應於製造商規定的最大反應起始時間之內確立，對於富空氣的運轉，系統應自動停止燃料的供應或對於富燃料的運轉供應所有的反應劑。反應失效的鎖死不得超過 3 秒。

於停機時，在製程中的危險性氣體應安全的包含或處置。

於製造商規定的最長反應起始時間之內，接著反應開始時的失效之後，若燃料和空氣混合物為潛在地建立於氫器產生器內部，反應的熄滅、或非安全程度的反應速率減少或增加，製造商應確保能夠積聚最大量的易燃性混合物。若可燃、產生壓力和溫度可包含於暴露在這些條件的組件之內。

在空氣和燃料蒸氣被置入緊密接觸熱管理系統的零件時，製造商應提供氫氣產生器足夠的方法，以防止交錯的空氣進入燃料管線或燃料進入空氣管線於健康或安全風險的升高。

4.8 防止電力危險

電力系統的設計和施工，以及電力和電子設備的應用包括電動機和電力機殼，應滿足 IEC 60204-1 之工業應用或 IEC 60335-1 之住宅、商業和輕工業應用的要求。安裝於氫氣產生器內的無機殼電力設備欲在戶外使用，依照 IEC 60529:2001 應具 IPX4D 之防雨的最低保護等級。

製造商應在產品技術文件包含開機的要求，氫氣產生器對於戶外終端的通風口應防雨，使得免於機殼內部的電力設被弄濕。

關於馬達轉速控制的變流器類型，應適合對於依照 IEC 60146-1-1 之應用。

電器間隙(透過空氣)和爬電距離(超過表面)，以及電氣線路的固體絕緣厚度，應依照適用 IEC 60664 的零件。

4.9 電磁相容(EMC)

氫氣產生器應於其欲使用的地點，不應產生高於適合程度的電磁干擾。此外，設備應有足夠的電磁干擾免疫，使其能夠正常運轉於預期的環境。如同適用性，氫氣產生器應符合列於表 2 的標準。

表 2 EMC 標準

標準編號	標題
IEC 61000-6-1	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
IEC 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments
IEC 61000-6-3	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments
IEC 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments
IEC 61000-3-2	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)
IEC 61000-3-3	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection
IEC/TS 61000-3-4	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-4: Limits – Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16A
IEC/TS 61000-3-5	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-5: Limits – Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A

4.10 控制系統與保護/安全組件

4.10.1 一般要求

規定於 4.1 的安全和可靠度分析應提供安全電路保護參數的基本設定。

應設計氫氣產生器，使得組件的單一故障不會串聯成危險狀況。提供防止串聯故障的方法，包括但不限於：

- 氫氣產生器中的保護裝置(例如，互鎖防範，行程裝置)
- 電路的保護互鎖
- 顯示技術和組件的使用
- 部分防備或完全重複或多樣性
- 防備的功能測試

備考：對於電力、電子和可程式設計控制裝置的設計，可參見 IEC 62061 或 IEC 61511-1。

4.10.2 控制系統與操作

4.10.2.1 概述

住宅、商業及輕工業的氫氣產生器和自動電力及電子控制裝置應符合 IEC 60730-1。

工業的氫氣產生器控制裝置應符合 IEC 60730-1 或 IEC 61511-1。

自動電氣燃燒控制系統應符合 IEC 60730-2-5。

對於催化氧化反應器之自動電氣控制系統如適用，應符合 IEC 60730-2-5 和 4.7.5 的要求。

手動控制裝置應清楚地標示和設計，以防止不經意地調整和啟動。

4.10.2.2 開機

應僅可在所有的保護就緒且作用的情況下開機運轉。應提供適宜的互鎖，以安全的修正連續開機。

能夠遠端操作的氫氣產生器應為可能。在自動模式下，停止之後在安全條件下執行重新開機，也應有可能由有意的手動驅使提供的控制，達到重新啟動氫氣產生器的目的，提供此重新開機確認無危險性。這要求不適用於氫氣產生器由正常順序的自動循環引起之重新啟動。

4.10.2.3 停機

4.10.2.3.1 概述

氫氣產生器如說明於 4.1 之安全和可靠度分析及功能要求測定，氫氣產生器應依照 4.10.2.3.2 和 4.10.2.3.3 提供安全停機和控制的停機的功能。

4.10.2.3.2 安全停機

4.10.2.3.2.1 概述

氫氣產生器應提供安全停機的功能，以避免實際或即將發生而無法由控制裝置修正的危險。

對於富空氣的運轉，這些功能應切斷主燃料流動工具的電力或對於富燃料的運轉，應切斷製程中空氣和燃料流動工具兩者的電力，關掉或偵測系統的內部故障，作為一個限制作用的結果。

此外，安全的停機功能應：

- 移除所有設備的電力並停止危險的條件而不產生其他的危險；
備考：在危險的情況下能安全地運轉之控制/監控系統，可保留電力以維護系統完整或提供系統資訊。
- 需要時觸發或許可觸發一定的保護動作；
- 在所有的模式優先於所有其他功能和操作；
- 自起始的重新啟動防止重置；
- 配置重新開機鎖死，僅於重新啟動開機鎖死被重置之後，使得新的開機指令可在正常操作時發生作用。

於保護裝置或互鎖引起氫氣產生器的安全停機之情況下，其條件應以信號通知控制系統的邏輯。

安全停機功能的重置，應不會起始任何的危險的情況。

在危險的情況下能安全地運轉之控制/監控系統，可保留電力以維護系統完整或提供系統資訊。

4.10.2.3.2.2 緊急停機

氫氣產生器應提供緊急停機，依照 ISO 13850，緊急停機應可清楚的識別、清晰可見的且快速的接近控制裝置如按鈕。

4.10.2.3.2.3 控制系統故障事件中的控制功能

若發生控制系統硬體之控制系統邏輯故障、或失效、或損壞：

- (a) 一旦發出停機指令，氫氣產生器應無法阻止停機；
- (b) 自動或手動停機之移動零件應未受阻；
- (c) 保護裝置應維持完全有效；
- (d) 氫氣產生器應無法不預期的重新開機。

4.10.2.3.3 控制停機

意外的條件其可安全地控制或不會構成立即的危險，可以控制停機功能進行修正。

對於富空氣的運轉，控制停機功能應切斷主燃料流動工具的電力或對於富燃料的運轉，應切斷製程中空氣和燃料流動工具兩者的電力，結果由控制裝置如溫度計打開控制迴路，此功能應回復至開機狀態。

控制停機可移去設備的所有電力或可留下可用的電力予氫氣產生器致動器。

若因為安全理由需要被動狀態，應執行系統吹淨(參見 4.3.9)。

4.10.2.4 許可

應自敘述於 4.1 的安全和可靠度分析，建立許可實施之一致性要求。

4.10.2.5 複雜的安裝

於設計的氫氣產生器適用與其他設備一起運轉(例如作為燃料電池發電系統的一部分)的情況下，若連續運轉會危險時，包括緊急停機，氫氣產生器停機控制裝置應提供方法如信號介面，使能結合氫氣產生器所有設備的上游及/或下游。

4.10.2.6 操作模式

4.10.2.6.1 主要操作和過渡模式

應有兩種主要操作模式：開機模式和關機模式。

在開機模式下，氫氣產生器組件應有效且運轉以供應需要的氫氣。在開機模式亦應考量以下條件：

- 待機(淨氫氣輸出為零)；
- 啟用自動開機(留下可用電力給氫氣產生器的接頭)。

在關機模式下，應切斷氫氣製程設備的所有電力。對於在戶外的使用，於關機模式期間，應注意以確保系統足夠過冬。

應有兩種主要的過渡模式：開機和停機。

開機為自動的過渡關機模式為開機模式，應由外部信號促發。

停機為過渡開機模式為關機模式，可由外部信號或由內部反應超出氫氣產生器限制條件的控制器信號促發。

4.10.2.6.2 間接操作和過渡模式

間接操作和過渡模式可視需要提供，如容許不同的氫氣生產率或關於調整、維護或檢查的活動。

4.10.2.6.3 模式選擇

若氫氣產生器已設計和結構，以容許其用於數種控制裝置或呈現不同安全程度的操作模式(例如，容許調整、維修、檢驗等)，其應能夠安全的在每一種境況下模式選擇。模式選擇器的每一種境況應相對於單一操作或控制模式且應配置重新啟動鎖死。新的開機指令僅於正常操作下，重新啟動鎖死被重置之後生效。

應安全的、設計模式選擇器，以防止不預期的改變不同的模式，其可藉如境況旋鈕、鍵鎖或軟體指令等方法導致危險的情況。

應設計模式選擇器以限制觸及某些氫氣產生器操作模式(例如，觸及某些數值控制功能代碼等)。

選擇模式除了安全停機之外，應優先於所有其它控制系統。

4.10.2.7 遠端監測和控制系統

可遠端操作的氫氣產生器由就地作業員執行檢驗或維護時，應有就地、標示的開關或其它方法，從遠端信號斷開產生器。

遠端監測和控制系統應：

- 僅允許氫氣產生器在遠端控制不會導致不安全的情況；
- 不能優先於就地的手動控制；
- 不能優先於安全控制的防護。

應依照 6.3.4.2 提供遠端監測系統變更說明的程序。

4.10.3 保護/安全組件

保護裝置和其組合的組成：

- 安全裝置；及
- 監測裝置如指示器及/或警報，其能夠足以作用而採取自動或手動保持氫氣產生器在容許限制之內。

安全裝置應：

- 在可應用之處，經過設計和施工使可靠且適合其職務維並考量裝置的維護和測試要求；
- 有獨立於其他可能功能的安全功能
- 符合適宜的設計原則以獲得適合和可靠的保護。特別地，這些原則包括故障安全模式、重複、多樣性及自我診斷。

應在設計階段藉整合測量、調節和控制裝置如過電流切斷開關、溫度限制器、差壓開關、流量計、時間滯後繼電器、超速監視器及/或類似型式監視器的方法，防止設備的超載。

應設計具測量功能的安全裝置並施工，使其可以配合可預見的操作要求和特殊的使用條件，使用條件之處可影響讀值的精確度和操作性能，應儘可能的檢核讀值的精確度和安全裝置的操作性能。這些裝置應結合安全因素，以確保登錄的警報閾值位於限制之外，特別地，考慮安裝的操作條件和測量系統可能脫離常軌。壓力限制裝置如壓力開關，應依照 IEC 60730-2-6 提供。

溫度監控裝置應符合 IEC 60730-2-9，依照 IEC 60730-2-9 應具有與測量功能一致的反應時間。

安全倚賴得氣體感測器應符合 IEC 61779-4 且依照 IEC 61779-6 選擇、安裝、使用和維護。

氫氣產生器的所有零件，在製造階段作設定和調整，應保護防止篡改，其不可被使用者或安裝者操縱。

控制桿和其它控制及設定裝置，應清楚標示並給予適當的說明，以防止任何管理上的失誤，其設計應到如此程度以排除意外操作。

4.11 氣壓和液壓設備

氫氣產生器的氣壓和液壓設備應分別地依照 ISO 4414 和 ISO 4413 設計。

特別地，氫氣產生器的氣壓和液壓設備應如此設計：

- 環路中不能超過最大容許壓力(例如，藉壓力限制裝置)；
- 沒有危險會由壓力損失、壓降或喪失真空所導致；
- 沒有危險的流體噴出由洩漏或組件故障所導致；
- 空氣接收器、流體儲槽或類似的容器如液壓氣動累加器，符合這些原建的設計規則(參見 4.6)；
- 設備的所有元件，特別是管道和軟管，要保護以防止外部效應損害；
- 儲槽和類似容器(例如液壓氣動累加器)自其電力供應隔離氫氣產生器的情況下自動卸壓或不可能，要提供其隔離和局部降壓及壓力指事的方法；
- 自其電力供應隔離氫氣產生器之後，所有的元件仍然在壓力下，在對氫氣產生器設定或執行維護之前，需對這些元件降壓，要提供清楚地確認排氣裝置和保溫標籤吸引注意。

4.12 閥門

4.12.1 關閉閥門

關閉閥門應提供於所有設備和系統，於停機、測試、維護、傾覆或緊急條件時，處理液體流動的遏止或封鎖。

關閉閥門應額定於最大容許壓力、溫度及流體特性。

故定在關閉閥門的促動器，應溫度額定以承受自閥門本體傳導的熱。

電力、液壓或氣壓操作的關閉閥門，應為失去驅動能量時移動至故障安全位置的型式。

4.12.2 輸入燃料閥門

輸入的燃料閥門應符合下列條件：

- 供應氫氣產生器的所有輸入燃料，應通過至少兩個串聯的自動閥門，如果發生安全停機時，每個閥門應充當一個操作閥門和關閉閥門。
- 任核燃料直接供應給燃燒燃料的設備如啟動鍋爐或重組器的開啟燃燒器，應通過至少兩個串聯的自動閥門，每個閥門應充當一個操作閥門和關閉閥門。這些閥門可或不可包含於單一控制體。
- 如應用電操作的輸入燃料閥門，應滿足 IEC 60730-2-17 或 IEC 60730-2-19

的要求。閥門在氫氣產生器中作為安全關閉閥門，應滿足上述安全關閉閥門適用標準的要求。

- 從使用氫氣產生器輸出氣體的器具循環的燃料氣體，若依照 4.1 安全性和可靠度分析證明安全，連接時可免除使用關閉閥門。

4.13 旋轉設備

4.13.1 一般要求

旋轉設備應對其可接受的正常操作條件之壓力、溫度和流體設計。

軸封應相容於抽取流體、運轉溫度、正常和不正常運轉的預期壓力及正常和緊急停機期間。

應設計軸封使避免危險性流體的洩漏，若其不可能，製造商應提供危險性流體的遏止或稀釋方法，以避免健康或安全的風險。

馬達、軸承和密封墊應適合預期的佔空比。

應分析旋轉設備和相關的管道系統，以確保由旋轉設備單元上的管路施加之力和慣量，在正常操作條件下依然在製造商的容許差之內。

4.13.2 壓縮機

4.13.2.1 在適用、封裝之處的壓縮機，應符合表 3 中的標準之一

表 3 壓縮機標準

標準號	應用
ISO 5388	Stationary air compressors – Safety rules and code of practice
ISO 10439	Petroleum, chemical and gas service industries – Centrifugal compressors
ISO 10442	Petroleum, chemical and gas service industries – Packaged, integrally geared centrifugal air compressors
ISO 13707	Petroleum and natural gas industries – Reciprocating compressors
ISO 10440-1	Petroleum and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 1: Process compressors (oil-free)
ISO 10440-2	Petroleum and natural gas industries – Rotary-type positive-displacement compressors – Part 2: Packaged air compressors (oil-free)
ISO 13631	Petroleum and natural gas industries – Packaged reciprocating gas compressors

4.13.2.2 壓縮機或壓縮機系統除非由 4.1 安全和可靠度分析測定不需要，應提供以下：

- 對於壓縮缸和管路結合的壓縮階段，壓力釋放裝置在每一階段的壓力限制於最大操作壓力
- 對於高釋放和低吸引壓力的自動停機控制；
- 壓縮機停機之後需要重新開機，對於再使用及/或安全通風，無負載裝置其留存並再循環吹氣；

- 從進氣管路到壓縮機吸引管線隔離振動；
- 在該進氣口避免過壓的壓力限制裝置。

4.13.2.3 因為小容量或低排放壓力，壓縮機參照 4.13.2.2 從標準的適用範圍排除，僅需要符合 4.13.2.1 規定的要求。

4.13.2.4 包裝低排放壓力壓縮機(風扇和鼓風機)應依照 ISO 12499 做保護(另參見 4.3.1)

4.13.3 電泵

4.13.3.1

對於處理液體處合適的，包裝之電泵應符合 ISO 13709 或 ISO 14847。對於水電泵的包裝應符合 IEC 60335-2-41 或 IEC 60335-2-51。

4.13.3.2 電泵或電泵系統應提供：

- 壓力釋放裝置期限置入口和出口兩者的壓力至低於管路最大容許壓力，除非電泵的關閉頭低於管道的壓力等級，在這情況下壓力釋放閥門不需要安裝；
- 對於高釋放壓力的自動停機控制；
- 因為振動損害的吸及排管線的保護。

4.13.3.3

因為小容量或低排放壓力，泵參照 4.13.2.1 從標準的適用範圍排除，僅需要符合 4.13.2.2 規定的要求。

4.14 機殼

氫氣產生器的機殼應具強度、剛性、耐用性、耐腐蝕和其他物理特性，以支撐並保護所有氫氣產生器組件和管道，且滿足儲存、運輸、安裝及最終位置條件的要求。住宅、商業或輕工業的氫氣產生器於室內使用時的所有零件，應圍在適宜的封鎖結構中，如機殼、框或夾套中。

應設計供室內使用的氫氣產生器機殼並測試，以滿足依照 IEC 60529:2001 最低保護程度 IP20。應設計氫氣產生器使用於氣候保護的戶外位置的條件且依照 IEC 60529:2001 測試要滿足最低保護程度 IP 44。

氫氣產生器欲用於無氣候保護條件的戶外位置應開機且正常運轉、沒有損壞或任何零件發生故障，在接受依照 IEC 60529:2001 試驗條件 14.2.4a 模擬淋雨試驗時，會發生危險情況。

應設計通風口，依照預期的使用在正常操作期間，塵埃、雪或植物不會成為阻礙。所有用於機殼施工的材料包括門接縫或氣密墊，應能夠承受氫氣產生器整個壽命週期中合理的可預見之物理、化學及熱條件。

於正常維修時需要移動的觸控面板、蓋或絕緣和易接近，應設計使得重複的移動和更換，不會引起損壞或弱化絕緣值且互換會導致不安全的情況時，應不得互換。

- 對於高釋放和低吸引壓力的自動停機控制；
- 壓縮機停機之後需要重新開機，對於再使用及/或安全通風，無負載裝置其留存並再循環吹氣；

- 從進氣管路到壓縮機吸引管線隔離振動；
- 在該進氣口避免過壓的壓力限制裝置。

4.13.2.3

因為小容量或低排放壓力，壓縮機參照 4.13.2.2 從標準的適用範圍排除，僅需要符合 4.13.2.1 規定的要求。

4.13.2.4 包裝低排放壓力壓縮機(風扇和鼓風機)應依照 ISO 12499 做保護(另參見 4.3.1)

4.13.3 電泵

4.13.3.1 對於處理液體處合適的，包裝之電泵應符合 ISO 13709 或 ISO 14847

對於水電泵的包裝應符合 IEC 60335-2-41 或 IEC 60335-2-51。

4.13.3.2 電泵或電泵系統應提供：

- 壓力釋放裝置期限置入口和出口兩者的壓力至低於管路最大容許壓力，除非電泵的關閉頭低於管道的壓力等級，在這情況下壓力釋放閥門不需要安裝；
- 對於高釋放壓力的自動停機控制；
- 因為振動損害的吸及排管線的保護。

4.13.3.3 因為小容量或低排放壓力，泵參照 4.13.2.1 從標準的適用範圍排除，僅需要符合 4.13.2.2 規定的要求。

4.14 機殼

氫氣產生器的機殼應具強度、剛性、耐用性、耐腐蝕和其他物理特性，以支撐並保護所有氫氣產生器組件和管道，且滿足儲存、運輸、安裝及最終位置條件的要求。住宅、商業或輕工業的氫氣產生器於室內使用時的所有零件，應圍在適宜的封鎖結構中，如機殼、框或夾套中。

應設計供室內使用的氫氣產生器機殼並測試，以滿足依照 IEC 60529:2001 最低保護程度 IP20。應設計氫氣產生器使用於氣候保護的戶外位置的條件且依照 IEC 60529:2001 測試要滿足最低保護程度 IP 44。

氫氣產生器欲用於無氣候保護條件的戶外位置應開機且正常運轉、沒有損壞或任何零件發生故障，在接受依照 IEC 60529:2001 試驗條件 14.2.4a 模擬淋雨試驗時，會發生危險情況。

應設計通風口，依照預期的使用在正常操作期間，塵埃、雪或植物不會成為阻礙。所有用於機殼施工的材料包括門接縫或氣密墊，應能夠承受氫氣產生器整個壽命週期中合理的可預見之物理、化學及熱條件。

於正常維修時需要移動的觸控面板、蓋或絕緣和易接近，應設計使得重複的移動和更換，不會引起損壞或弱化絕緣值且互換會導致不安全的情況時，應不得互換。

氫氣產生器的所有零件，在製造階段作設定和調整，應保護防止篡改，其不可被使用者或安裝者操縱。

應提供排出收集的液體之方法並配管至機殼的外部做處置或重新引導至氫氣產生器的製程。

人員可以完全進入機殼之處，通風口應有每立方公尺機殼體積最少 0.003 平方公尺的總面積。

4.15 保溫系統及材料

用於氫氣產生器的保溫系統應：

~~以與化學相容的金屬作為隔絕且隔絕系統本身含有各種的組件，其系統會暴露於大氣和溫度之下；~~

與隔絕的金屬具化學相容性，與系統所暴露之環境和溫度相容，並與隔絕系統本身所含有之各種組件相容；

- 保護免於預期的熱和機械之濫用，包括由大氣環境造成的損傷；
- 設計以提供消防安全，例如，藉避免熱生產物件周圍溫度升高的程度範圍，~~其此變成熱到~~足以點燃與其接觸或鄰近其的材料；
- 為維護目的，需設計以因應管道、配件未來的可觸及吸濕性。

隔熱材料及其內部的黏結，或黏合附件固定於氫氣產生器組件上之方法應：

- 機械式或膠合固定保留在適當的地方，且應保護以防止由可預見的機械負載和維修作業造成之移位取代或損壞；
- 承受其在正常運轉時可能接受之所有空氣流速、溫度和流體至其在正常運轉時可接受。

若需要避免危害到健康和 safety，製造商應在維修手冊中規定保溫系統之檢查和 safety 要求。

4.16 公共設施公用

氫氣產生器應設計氫氣產生器並施工，使得當失去公共設施之供應公用事業時，如電力供應、注水、冷卻水或儀器空氣的中斷，系統應安全地停機而無：

- (a) 發生任何健康或 safety 上的危險；或
- (b) 導致系統永久性變形或損壞

4.17 安裝及維護

4.17.1 安裝

當零件的安裝或重新安裝有可能造成錯誤且可能為風險的來源時，設計時應將此錯誤降至最小應從這些零件的設計最小化。若不可行變成如此，應於由零件本身及/其外罩標示遮蔽物給予之可能會引起錯誤的資訊檢修。同樣的資訊應給予一動棟性零件及/其外罩，並確知在移動方向之處應知道以避免風險。任何更進一步可能需要的資訊，應提供於產品技術文件中。

~~若異常之洩漏流體或電力連接可能為風險的來源時，有缺點之處，會是風險源。設計時應將不正確的連接降至最少應由將不正確的連接最小化。若不可行變成如此，應於由管路、纜線及/或連接器區塊標示之~~可能會引起錯誤的資訊檢修。

備考：附錄 D 規定處理氫氣產生器的安裝

4.17.2 維護

調整、潤滑和維護點不應設在人員暴露會有受傷風險或損害健康的地點。若不可行變成如此，如需要應在產品維護手冊中提供說明，以避免健康或 safety 風險。

在要執行調整、維護、修理，清洗或服務的情況下，而~~氫氣輕器~~產生器正在運轉，應提供作業的安全方法且應在產品維護手冊中提供說明，以避免健康或安全風險。

對於氫氣產生器中必須經常更換的組件的頻率，其應可能~~移除適的移動~~並在安全情況下更換。組件的觸及應能夠依照產品技術文件中需要的技術方法(工具，測量儀器)完成這些工作。

基於對於健康或安全的保護之處，說明或關係圖要貼在氫氣產生器上，其應~~呈~~現使用之永久之方法呈現，且應可耐使用之環境條件或加以做保護。

5. 試驗方法

5.1 量測不確定度

除另有說明之外，測量應進行的最大不確定度如下：

- (a) 大氣壓力：±0.5 kPa；
- (b) 燃燒室和測試煙道壓力：滿刻度±0.5 %或 5 Pa；
- (c) 氣體壓力：滿刻度±2 %；
- (d) 水側壓力損失：±5 %；
- (e) 水流量：±1 %；
- (f) 氣體流量：±1 %；
- (g) 空氣流量：±2 %；
- (h) 時間：
 - ~~小於達到~~1 小時：±2 秒；
 - 超過 1 小時：±0.1 %；
- (i) 輔助電力：±2 %；
- (j) 溫度：
 - (1) 溫度高於或等於 273 K：
 - 溫度介於 273 K 和 473 K 之間為讀值的±2 %；
 - 溫度高於 473 K 為讀值的±5 %；
 - (2) 溫度低於 273 K：
 - 環境：±1 K；
 - 水：±2 K；
 - 燃燒產物：±5 K；
 - ~~天然氣~~氣體：±0.5 K；
 - 表面：±5 K；
- (k) ~~計算煙道損失之~~CO、CO₂ 和 O₂ ~~計算煙道損失~~：讀值的±6 %；
- (l) ~~天然氣~~氣體熱值：±1 %；
- (m) 氣體密度：±0.5 %；
- (n) 質量：±0.05 %；
- (o) 扭矩：±10 %；
- (p) ~~施~~力：±10 %；

(q) 電流：±1 %；

(r) 電壓：±1 %；

(s) 電力：±2 %；

應選擇全尺度的測量器具，以適合最大的預期值。

對於洩漏速率的測定，~~應給~~使用的方法應具使精確度，其測定的誤差不會超過 0.01 dm³/h。

測量不確定度係考量表示個別的測量的關注。對於需要個別測量結合的測量，則需再要求個別測量之較低不確定度，以限制總不確定性。

5.2 測試燃料和壓力試驗

氫氣產生器欲使用天然氣時，應具有執行此試驗規定之所需氣體，其組成及最高和最低預期壓力應符合反應在商業上使用的天然氣。因應使用由於國家之要求之目的，應以限制的氣體執行試驗試驗也應執行限制的氣體。

氫氣產生器欲使用液化石油氣時，應具有執行此試驗規定之所需氣體，其組成及供應最高和最低預期壓力應符合反應在商業上使用的液化石油氣。因應使用由於國家之要求之目的，應以限制的氣體執行試驗試驗也應執行限制的氣體。

氫氣產生器欲使用其他類型的燃料時，應具有執行此試驗規定之所需的試驗燃料，其為對於所已設計之氫氣產生器的代表性燃料，已考量組成和供應壓力的極致變化。

氫氣產生器使用一種以上類型的燃料時，在設備及可能影響試驗結果之其他燃料的等級未改變之情況下，應僅測試一種試驗燃料應僅測試一種供應的試驗燃料，在設備上沒有改變且對於其他燃料可能影響試驗結果的定額。

5.3 基本試驗排程

整個氫氣產生器在執行試驗時，包括空氣過濾器、開機裝置、通風或排氣系統及所有現場安裝的冒煙設備的安裝，應依照製造商的說明安裝和操作。

除非另有說明，整個氫氣產生器應運轉於：

- ~~定易於~~ 5.1 規定的供應壓力；
- 額定輸入電壓和頻率的 2 % 之內；
- 當運轉於額定氫氣輸出條件時，如製造商的規定，燃料消耗在額定的 5 % 之內；
- 在規定如下之參考條件規定如下：
- 參考溫度： $t_0 = 288.15 \text{ K} (15^\circ\text{C})$ ；
- 參考壓力： $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$

允許環境條件的變化，因其不影響試驗結果。

氫氣產生器應在平衡溫度時應著手測試，除非另有規定。

5.4 型式/合資格試驗

5.4.1 概述

經審查符合本標準的設計審查，應為具代表性的氫氣產生器產品。樣本應接受敘述於 5.4.2 至 5.4.14 之型式/合資格試驗。

5.4.2 壓力測試

5.4.2.1 概述

氫氣產生器次系統符合受國家/地區之壓力標準如 ISO 16528 試驗，不需要進行 5.4.2.2 和 5.4.2.3 規定的壓力測試。所有含有害液體或氣體之氫氣產生器次系統，未涵蓋一般用於國內已具支援公共安全標準之經歷且有良好的商業操作經驗如通過 ISO 16528 認證，應依照 5.4.2.2 和 5.4.2.3 測試強度。

水壓試驗應在最後零件不再使用於其他規定於此的試驗或判斷合適時執行。製造商認為水壓試驗不切實際之處，應由認可的壓縮氣體中儲存能源危險之氣動試驗取代。

執行壓力測試之前藉由連接(內部)，應建立其零件於氫氣產生器正常運轉期間，接受相同的熱壓。這些零件應作個別試驗項，接著應分離加壓，且視需要以方便的方法自氫氣產生器之其他部分隔離出來。

5.4.2.2 水壓強度試驗

5.4.2.2.1 概述

試驗方法應用於評估包含危險液體的試驗部分，例如液體燃料、毒性冷卻劑。其也應用於含有氣體試驗部分的強度。

5.4.2.2.2 試驗流體

試驗流體應設計為液體(液體燃料、毒性冷卻劑)。當評估含氣體試驗部分的強度或製造商考量測試室的設計議題具體不切實際時，接著的試驗流體應為水。因為冷凍或在管路中的水之不利影響，可以使用其他適合的無毒性液體。若液體為易燃性，其閃火點應低於 50°C，且應考量可量給予的試驗環境。

5.4.2.2.3 金屬試驗部分

金屬製造組件之試驗部分，在水壓試驗壓力的任何一點應如下：

- (a) 至少為 ~~1.5 倍~~ 最大容許壓力之 1.5 倍；
- (b) 高於試驗溫度的設計溫度，除了 S_T/S 值不得超過 6.5 之外，最低試驗壓力應由以下方程式計算：

$$P_T = 1.5 (PS_T)/S$$

式中， P_T ：最低試驗表壓；

P ：內部起始設計表壓；

S_T ：依照 ANSI/ASME B31.3 表 A-1 試驗溫度的應力值，正如 ISO 15649 之要求；

S ：依照 ANSI/ASME B31.3 表 A-1 設計溫度的應力值，正如 ISO 15649 之要求；

- (c) 若試驗壓力會產生標稱壓力應力或縱向應力超過在試驗溫度的降伏強度，試驗壓力可降最大壓力至不超過該試驗溫度的降伏強度；
- (d) 連接至附屬於容器之管道試驗壓力與容器相同或略低於容器，管道可以與具容器一齊以的管道試驗壓力測試。
- (e) 超過容器試驗壓力的管道試驗壓力且不考量實務上從容器隔離管道，經製造商同意，管道和容器可於容器試驗壓力下一起試驗，且依照前述的

壓力計算式，容器試驗壓力不低於 77 %管道試驗壓力。

初步測試使用空氣大於 170 kPa 表壓，可於水壓試驗之前對局部的主要洩漏做測試驗。

5.4.2.2.4 非金屬試驗部分

非金屬製造組件在試驗部分的任一點之水壓試驗壓力應不低於 1.5 倍的最大容許壓力，但不應超過系統中組件最低額定值之最大額定壓力的 1.5 倍。設計溫度高於試驗溫度的熱塑性塑膠管道，5.4.2.2.3 的水壓公式適用，除了：

- ST = 依照 ANSI/ASME B31.3 表 B-1 試驗溫度的應力值，正如 ISO 15649 之要求；
- S = 依照 ANSI/ASME B31.3 表 B-1 設計溫度的應力值，正如 ISO 15649 之要求。

5.4.2.2.5 試驗程序

試驗區段應充滿試驗液體並連接於適宜的液壓系統，包括壓力測量裝置能夠維持所需的洩漏測試壓力。應注意自試驗區段採取吹淨任何氣體，接續的壓力應逐步的增加，直到洩漏試驗壓力達到每一步的保持的壓力足夠長，以平衡管道的應力壓力。試驗壓力應至少保持 10 分鐘，直至檢查所有接頭和連接的洩漏。

5.4.2.2.6 允驗收準則

~~在~~承壓零件應承受水壓試驗壓力而不破裂、斷裂或其他物理性損害。試驗過程中，試驗區段應顯示無洩漏跡象。

5.4.2.3 氣動強度試驗

5.4.2.3.1 試驗流體

含有氣體或蒸氣的區段 ~~在此處~~應執行規定的非易燃性和無毒氣體或蒸氣(如清潔乾燥的空氣或惰性氣體)試驗，流體應具有於氫氣產生器設計、運轉和停機期間之組成的代表性物理性質(例如分子量)使得對於氫氣產生器之運轉和停機期間具代表性預期組成的物理性質(例如分子量)經過設計。

5.4.2.3.2 試驗壓力

氣體洩漏試驗壓力應為最大允許壓力的 110 %。

~~管道~~接受的外部壓力的管道應於內部表壓力為 1.5 倍的外部差壓且不低於 105 kPa 條件下測試。

5.4.2.3.3 試驗程序

試驗區段應充滿試驗氣體並連接到一個合適的加壓系統，包括能夠維持洩漏試驗壓力要求的壓力測量裝置和流量測量裝置或壓力衰減裝置以測定洩漏。洩漏測量裝置應設在壓力測量裝置之後的入口區段，試驗區段應以任何方便的方法密封。

壓力則應以步階方式逐步增加，直至達到洩漏試驗壓力，保持每個步階的壓力時間足夠長到與管道應變平衡，試驗壓力對於任何洩漏的時間應至少保持 10 分鐘，以利任何洩漏可應註明以流量測量裝置顯示或其他洩漏偵測方法

如壓力衰減裝置等顯示。

5.4.2.3.4 允收準則

承壓零件應承受氣動壓力試驗而不破裂，斷裂或其他物理性的損害。

5.4.3 可容許的危險性氣體洩漏試驗

5.4.3.1 ~~部分~~系統含有危險性氣體~~部分~~的洩漏試驗方法

5.4.3.1.1 概述

氫氣產生器中的所有區段可能含有危險性氣體的所有區段，應測試洩漏，例如易燃性或可燃性混合物。

本程序應執行 2 次：~~規定~~於 5.4.6 至 5.4.14 的所有試驗之前和之後測試。

執行洩漏試驗之前，藉(內部)連接其零件以建立氫氣產生器正常運轉期間所接受相同的內部壓力。這些零件應採各別試驗區段，接著應分別加壓，並在認為必要時以任何便利的方法與氫氣產生器其他部分隔離。

5.4.3.1.2 試驗流體

含有氣體或蒸氣的區段~~在此處~~應執行規定的非易燃性和無毒氣體或蒸氣(如清潔乾燥的空氣或惰性氣體)試驗，流體應具有於氫氣產生器設計、運轉和停機期間之組成的代表性物理性質(例如分子量)使得對於氫氣產生器之運轉和停機期間具代表性預期組成的物理性質(例如分子量)經過設計。

5.4.3.1.3 試驗壓力

氣體洩漏試驗壓力應為最大允許壓力的 110 %。

~~管道~~接受的外部壓力的管道應於內部表壓力為1.5 倍的外部差壓且不低於 105 kPa 條件下測試。

5.4.3.1.4 試驗程序

試驗區段應充滿試驗氣體並連接到一個合適的加壓系統，包括能夠維持洩漏試驗壓力要求的壓力測量裝置和流量測量裝置或壓力衰減裝置以測定洩漏。洩漏測量裝置應設在壓力測量裝置之後的入口區段，試驗區段應以任何便利的方法密封。

壓力則應以步階方式逐步增加，直至達到洩漏試驗壓力，保持每個步階的壓力時間足夠長到與管道應變平衡，試驗壓力對於任何洩漏的時間應至少保持 10 分鐘，以利任何洩漏可應註明以流量測量裝置顯示或其他洩漏偵測方法如壓力衰減裝置等顯示。

5.4.3.1.5 結果表示

若氫作為試驗氣體，氣體洩漏率應依照下列算式修正。若使用其他氣體，應引用下列算式。

$$L_H = R \times L_{Test}$$

式中， L_H ：危險性氣體洩漏率；

L_{Test} ：試驗氣體洩漏率；

$$R=(d_{\text{Test}}/d_{\text{Fuel}})^{1/2}$$

式中， d_{Test} ：試驗氣體比重；

d_{Fuel} ：燃料氣體的比重；

或

$$R = \mu_{\text{Test}} / \mu_{\text{Fuel}}$$

式中， μ_{Test} ：測試氣體絕對黏度；

μ_{Fuel} ：燃料氣體的絕對黏度。

這兩個方程應用來計算 R 和最壞的情況，換言之，應記錄危險性氣體洩漏率的較高值。

5.4.3.1.6 允收準則

氫氣產生器總洩漏率對於提供之機櫃通氣流量，應使得任何易燃性氣體的最高濃度於氫氣產生器通風排氣裝置中保持低於 25 % LEL，除了排放之氫氣在此處的排氣裝置外，應保持低於 25 % LFL。

承壓零件應承受氣動壓力試驗而不破裂，斷裂或其他物理性的損害。

5.4.3.2 煙道氣通風系統的洩漏測試方法

5.4.3.2.1 試驗程序

本試驗執行時使用由製造商規定之最高進空氣進氣量，及最大通風管的長度和接頭的數量包括配件。為本試驗之目的，製造商應供應：

- 結合最大規定數量配件的通風系統；及
- 密封的試驗裝置結合通氣軸環，其附加於通風系統。

測試裝置也應具進口接點，以利壓力源和壓力測量裝置之附加。

整個空氣通風進氣系統包括管道和末端蓋，應依照製造商的說明安裝(和密封，如果適用)。

5.4.3.2.2 具各別的進氣區段和各別的通風排氣區段之氫氣產生器

應移除在通風和空氣引入口接頭且處理進入氫氣產生器之空氣引入區段的入口處的密封。整個系統包括介於氫氣產生器與通風和空氣引入接頭之間的製程空氣和排氣管之連接，以及依照製造商的說明安裝和密封。

排氣口和進氣口兩者應接著通風和空氣引入接頭之連接點密封。密封方法應包含供應空氣至系統空氣引入和排氣兩者之裝置，並能測量規定系統每一區段之內部壓力。

應測定系統內部壓力，藉連接測定內壓至充滿水之壓力計的方法，可直接讀取至 2.5 Pa。應容許適當的供應乾淨的空氣流經計量裝置，並藉空氣供應裝置直接進入系統通風被加壓的區段。空氣供應裝置至系統未加壓區段應開放。

系統被加壓區段的內部壓力應調整為：

- (a) 強制通風系統對於操作於正壓燃燒室壓力，高於正常操作系統壓力 25 Pa 以上；及
- (b) 對於其他所有系統為 25 Pa。應注意空氣吸入和排氣區段的直接通風系統之洩漏速率。

若洩漏自系統的排氣區段未超過 2 %流出的體積分率，且系統的空氣引入區段未超過 8 %流出的體積分率，應視為滿足本試驗的規定。

5.4.3.2.3 具有全部或部分通風排氣區段包覆於空氣引入區段內之氫氣產生器

氫氣產生器中系統的通風排氣區段，應考量部分的排氣通風區段未包含於空氣引入區段之內。

空氣通風引入接頭應移除，且於空氣引入區段進入氫氣產生器的入口處密封。整個系統應包括氫氣產生器和通風空氣引入接頭之間的製程空氣和排氣之間連接，應依照製造商安裝手冊安裝和密封。位於空氣引入區段之內的任何通風延伸不需要安裝。

直接通風系統應接著通風空氣引入接頭連接處密封，密封方法應包括系統同時供應空氣引入和排氣區段之裝置並規定對內部壓力的測量。

使用本節規定的試驗儀器和試驗方法，總系統應加壓並註明洩漏率。

~~系統的排氣區段應密封~~，氫氣產生器下游包含於空氣引入區段之內排氣區段的通風部分之在第一個接點，以上述提及之適宜的裝置密封。使用本節規定的試驗儀器和試驗方法，排氣區段應加壓並註明洩漏率。

若洩漏自系統的排氣區段未超過 2 %流出的體積分率，且系統的空氣引入區段未超過 8 %流出的體積分率，應視為滿足本試驗的規定。

5.4.4 保護參數試驗

對於每一來導自於 4.1 所述之安全性和可靠性分析的關鍵性故障模式，應使用來自製造商的模擬試驗程序或支持的證據，以確認已採取需要之作為。

確認應包括：

- 任何導自於 4.1 所述之安全性和可靠性分析的關鍵性故障模式，氫氣產生器之適當系統的自動關機；及
- 依照 4.10.2.4 允許的要求，避免發生關鍵性故障模式或不安全的狀況，啟動那些連續運轉階段之前，需要一定的條件以滿足在此處系統之連續運轉。

5.4.5 燃燒器運轉的特性試驗

5.4.5.1 適用性

下列程序適用於氫氣產生器配備任何燃油鍋爐或加熱設備，如重組區段的開機燃燒器，且在燃燒器於熱態和冷態及以下的狀況下執行功能：

- (a) 供應如 5.2 規定的壓力和試驗氣體；
- (b) 若異於 5.4.5.1(a)之規定，由製造商規定最高和最低的燃料供應壓力；
- (c) 當運轉於 85 %和 110 %的額定輸入電壓，然而氫氣產生器提供的電壓變動保護於此範圍之內，應測試系統對於保護裝置於此規定的極限，電壓變動保護應依 5.4.4 進行驗證。

5.4.5.2 一般測試

燃料到達燃燒器入口之後，自動點火系統應立即將燃燒器的點火。若提供連續引火，則燃燒器之燃料氣被開啟或關閉時不應熄滅。本規定並不適用於間歇型或中斷型引火之燃燒器於燃料關閉的情況間歇型或中斷型引火。

在試驗期間，應確認：

- － 燃燒器的燃料為開啟，燃燒器的燃料為有效地點火而無延遲點火、倒閃火、不適當的干擾或設備損壞；
- － 燃燒器的燃料關閉時，燃燒器的火焰熄滅，沒有倒閃火或不適當的干擾；
- － 燃燒器的火焰不在燃燒室之外閃火；
- － 燃燒器無碳的沉積；及
- － 在燃燒器的主要空氣開啟時，無氣體逸出或背壓。

5.4.5.3 極限測試

應在不調整燃燒氣和點火燃燒器的改變下完成試驗。入口壓力應降低到正常壓力的 70 %。在此供應的條件下，應證明燃燒器為安全操作，而且一氧化碳排放量仍低於 4.4.9 規定的水準。若在此條件下可點火，應藉控制允許的最低熱輸入重覆本試驗。

5.4.6 燃燒器及催化氧化反應器自動控制的試驗

5.4.6.1 概述

以下的程序規定所有組件的開機以進行受控制的氧化反應，如重組區段的啟動燃燒器之燃燒，催化部分氧化和催化燃燒。

5.4.6.2 氫氣產生器之燃燒器的自動點火控制試驗

5.4.6.2.1 有效的點火試驗

以氫氣產生器保持在額定電壓下，點火器應啟動並點燃。燃料進入主燃燒器入口之後，點火器應立即點燃燒器之燃料。火焰應不會在氫氣產生器的外部閃火，也不會對氫氣產生器造成任何的傷害。

至少嘗試五次點火，在每次情況下，於燃料到達主要燃燒器入口之後，應立即發生點火。

5.4.6.2.2 點火電壓變動試驗

5.4.6.2.2.1 低電壓試驗

應調整氫氣產生器的電壓為 85 %之定額板電壓。在此條件下，於主火焰確立期間之內，點火器應點燃主燃燒器燃料，應測量 CO 的排放以確認符合 4.4.9 的要求。火焰應不會在氫氣產生器的外部閃火，也不會對氫氣產生器造成任何的傷害。

至少嘗試五次點火，在每一情況下，於主要火焰確立期間內應點火。

5.4.6.2.2.2 過電壓試驗

應調整氫氣產生器的電壓為 110 %之定額板電壓。在此條件下，於主火焰確立期間之內，點火器應點燃主燃燒器燃料，應測量 CO 的排放以確認符合 4.4.9 的要求。火焰應不會在氫氣產生器的外部閃火，也不會對氫氣產生器造成任何的傷害。

至少嘗試五次點火，在每一情況下，於主要火焰確立期間內應點火。

5.4.6.2.3 主要火焰確立期間的試驗

當氫氣產生器依照 5.3 規定操作時，應檢核火焰確立的期間，若適用，期間

為主燃料流動的點火時間至證實點火裝置或燃燒器產生火焰的時間，應不超過製造商規定的主要火焰確立期間。

5.4.6.2.4 火焰故障鎖定試驗

氫氣產生器應操作於其額定的燃料消耗速率，直至達到熱平衡。應測量介於引火(若配備)和主要燃燒器因關閉燃料而有意熄滅的瞬間，和自動點火器控制有效的關閉燃料供應瞬間之間的火焰故障鎖定的時間。於 4.7.4 規定的火焰故障鎖定時間之內，自動點火控制應切斷所有燃料安全關閉閥門電力。隨著燃燒器的燃燒，火焰故障應藉分離火焰偵測器模擬，應測量介於此瞬間和火焰監控裝置有效地關閉燃料供應之間所經過的時間。本試驗的目的為製造商規定最長火焰故障鎖定時間，應做為允收準則。

5.4.6.2.5 再循環/火花恢復試驗

包括循環點火系統，應隨著氫氣產生器調整其額定燃料消耗速率檢核循環的時間。當發生火花恢復時，於主火焰確立期間之內，應確認火焰故障之後點火器有效地釋出燃料。火焰應不會在氫氣產生器的外部閃火，也不會對氫氣產生器造成任何的傷害。

隨著燃燒器的燃燒，應藉斷開火焰偵測器模擬火焰故障。應測量介於火焰不足和火焰偵測器作用以關閉燃料流動的瞬間之間經過的時間。同樣的，應測量介於燃料流動停止的瞬間和點火器重新點燃的瞬間之間經過的時間。本試驗的目的為製造商規定最長火焰故障鎖定時間和最短再循環時間，應做為允收準則。

5.4.6.2.6 引火火焰減量試驗

提供引火裝置時，引火的燃料供應減少至剛好足夠安全地保持關閉閥門開啟或剛好高於火焰熄滅點之上，應有效的安全點燃在主燃燒器的燃料，無論代表較高的導引燃料速率。火焰應既不會在氫氣產生器的外部閃火，也不會對氫氣產生器造成任何的傷害。

本試驗應於冷開機和氫氣產生器平衡調件之後的關機之後兩者的啟動，於減少導引燃料速率時，在主燃料故障鎖定時間之內，主要燃燒器應點燃。

5.4.6.2.7 延遲點火試驗

對於氫氣產生器規劃直接由電子點火器對主燃燒器點火，燃料的延遲點火應不會導致火焰逆火出於氫氣產生器的外部或任何氫氣產生器和連接的通風系統的損害。為本試驗的目的，製造商應規定對於自動的燃料點火系統應使用的最長點火嘗試期間。點火嘗試期間終止之前的去活化系統的點火器，試驗應使用製造商規定的最長點火活化期間的時間執行。

在室溫下的氫氣產生器，對於達到製造商規定的最長嘗試點火期間的不同間隔時間或製造商規定的最長點火活化期間，不論何者較短，氫氣產生器應置於操作在正常熱輸入速率跟暫時地環境之點火方法。關於多重嘗試系統，於每次嘗試期間和完全總操作順序達到鎖定之活化點火方法，應做不同間隔時間的點火嘗試。

應觀察主要燃燒器的每次點火嘗試。

延遲點火試驗也應用於確認由製造商規定的主要火焰確立期間。

5.4.6.2.8 點火系統組件的溫度試驗

熱電偶或相當的溫度測量裝置應附加到每個點火系統組件適用處。氫氣產生器應操做於額定的燃料消耗速率，直至達到平衡狀態為止。然後應測量組件的溫度，測得的溫度應不超過製造商規定的最高溫度。

5.4.6.2.9 燃燒器吹淨試驗

本試驗適用依照 4.7.4 系統的吹淨要求。

依照製造商選擇的項目，應測定吹淨體積或吹淨時間並依照製造商的規定檢核。

應測定~~的~~吹淨體積如下：

- (a) 氫氣產生器應處於環境溫度且不操作。應供應吹淨風扇實際吹淨條件下的電力。
- (b) 吹淨速率測量應限制誤差於 $\pm 5\%$ ，在環境溫度下，於燃燒產物排氣風管之出口，並修正為參考條件。
- (c) 製造商應說明燃燒環道的體積。

應測定~~的~~吹淨時間如下：

- (d) 氫氣產生器應處於環境溫度且不操作。
- (e) 應測量介於開啟吹淨風扇和安全關閉閥門打開瞬間的時間。

5.4.6.3.1.1 催化氧化反應器自動控制試驗

5.4.6.3.1 反應啟始時間試驗

氫氣產生器應操作如製造商的規定，直到達到反應啟始條件。然後應開啟富空氣操作條件下的燃料供應或對富燃料操作條件下的空氣供應。應測量介於此瞬間和反應成功啟動之反應器監控裝置信號的瞬間之間的時間，測量的時間應不超過製造商規定的最長反應起始時間。

5.4.6.3.2 反應故障鎖定時間

氫氣產生器應依照 5.3 的規定操作，直至達到平衡狀態。然後應關閉富空氣操作條件下的燃料供應或對富燃料操作條件下的空氣供應。應測量藉於此瞬間和系統空至關閉富空氣操作的燃料供應或對富燃料操作的所有反應劑供應之瞬間的時間，應不超過規定於 4.7.5 的反應故障鎖定時間。

5.4.7 通風系統的機械試驗

5.4.7.1 概述

通風系統應做機械試驗，除非能藉由計算證明此通風系統滿足以下的要求。

5.4.7.2 拉和扭矩試驗

氫氣產生器應依照製造商的說明安裝通風系統。應組裝通風系統組使其通風管路延伸超出氫氣產生器的外殼。若黏接的接頭包含在氫氣產生器通風系統的組裝，黏著劑應如製造商的規定使其乾燥。

應沿著通風管路的縱向中心線，朝拉離氫氣產生器之方向施予 223 N 的力，相同的力施加在相反的方向。在每一種情況下，應施力五分鐘。

在組裝的中心線之旋轉方向施予 34 N 的扭矩一分鐘。接著扭矩應施加於相反方向一分鐘。若接頭接著通過以下的通風洩漏試驗，則通風管路相對於排氣軸環之旋轉應視為允收。

試驗之後，通氣連接和其他內部零件應檢查洩漏、破損或分解的跡象。若氫氣產生器滿足規定於 5.4.12.2 和 5.4.3.2 之區塊出口的燃燒試驗和通氣洩漏試驗，本規定應視為滿足。

5.4.7.3 通風接頭的負載試驗

通風系統應依照製造商的安裝手冊組裝。以公厘(mm)表示之 7 倍標稱管路直徑的垂直懸吊負載，最大為 750 N，接著應完全分佈而衝擊不超過通氣接頭且應留置 1 分鐘。負載移除後不應引起通風接頭任何零件的變形或相對於氫氣產生器之位移，使得不能滿足運轉。

氫氣產生器接著應運轉於正常輸入速率，直到達到平衡的狀態，應取一流出物樣品並分析。基於無空氣的樣品，一氧化碳的濃度應不超過 4.4.9 的要求。

5.4.7.4 通風接頭的衝擊試驗

衝擊應由擺錘作用產生。

12 公斤的沙袋應以纜線或繩索懸掛，使鐘擺自旋轉點至砂袋的重心測得的長度為 2.20 m。砂袋應有靜止位置，使得從砂袋的邊緣的至通風接頭的邊緣分離不超過 25 mm。通風的衝擊位置應在砂袋重心的反向，然後砂袋升高至鐘擺臂與砂袋靜止位置間測得之規定的試驗角度，且鐘擺臂於其升高位置。

應做的衝擊於以下每一衝擊處：

- (a) 垂直於通風接頭前表面的中心；
- (b) 通風接頭左側的前沿，從應用於(a)的軌跡，鐘擺軌跡左側旋轉 45 度角；
- (c) 通風接頭右側的前沿，從應用於(a)的軌跡，鐘擺軌跡右側旋轉 45 度角。

接著的每一衝擊，氫氣產生器應運轉於正常輸入速率，直到達到平衡狀態。應取一流出物樣品並分析。基於無空氣的樣品，一氧化碳的濃度應不超過 4.4.9 的要求。

依照製造商的說明，通風接頭可接著每次衝擊和燃燒試驗之後更換。

5.4.8 表面和組件溫度試驗

當氫氣產生器已達到平衡的運轉狀況時，若適用，應測量溫度並確定滿足 4.4.5、4.4.2 及 4.7.2.3.3 和 4.7.3 的的要求。

5.4.9 牆、地板和天花板的溫度試驗

本試驗應僅執行用於室內的氫氣產生器。氫氣產生器應放置在六面長方形無通風的游完全突黑且標稱厚度為 20 mm 合板之試驗圍場中。試驗圍場應建造成使氫氣產生器能裝置在內的尺度，各別至可燃材料得最小淨距離由製造商規定於安裝手冊中。

溫升應由細線的熱電偶測定。

備考：熱電偶的線徑不超過 0.3 mm 視為細線的熱電偶。

熱電偶用於測定試驗圍場之牆、天花板和地面的表面溫升，應貼於直徑 15 mm

和厚度 1 mm 之變黑的銅或黃銅碟片背面。碟片的前面應以發亮表面固定於試驗板上。

熱電偶須定位，以檢測最高的溫度，更改他們的立場，如果需要在測試期間。啟動和運轉氫氣產生器之前，應測量環境溫度並記錄。

氫氣產生器應運轉於最大功率輸出，達到平衡溫度之後，應測量試驗面板的溫度。溫升應不超過 4.4.5 的要求。

5.4.10 聚合物組件的溫度

應測定聚合物組件的最高運轉溫度：

- 對於室內的氫氣產生器，於 5.4.9 試驗期間之牆、地板和天花板溫度，藉裝置熱電偶在聚合物組件上。
- 對於室外氫氣產生器，裝置熱電偶在聚合物組件上，於防風環境下氫氣產生器運轉於最大功率輸出且依照 4.3.3 由製造商規定最高的氣溫。

暴露在不低於 70°C 或高於最高運轉溫度 10°C 以上的溫度之完全通風的空氣循環烘箱中 7 小時之後，無論哪個較大，應測定聚合物組件功能的完整性。

組件應無收縮、翹曲或其他的扭曲，其會影響其預期的功能或產生安全上的危險。

5.4.10.1 出口管道的溫度試驗

當氫氣產生器已達到平衡的操作條件時，應測量所有出口管道的溫度。獲得的溫度應不超過製造商規定的最高溫度。

5.4.11 吹風試驗

5.4.11.1 風直接垂直於牆壁的風源校驗程序

風源校驗架構依照製造商安裝手冊中安裝在試驗牆的中央，應包含風源的中央直接垂直於配備 4 個孔環繞通風接頭的試驗牆中央。孔應各式各樣以獲得單一靜壓讀質。與風源直接相反的牆面，藉壓力計參照在氫氣產生器燃燒空氣口應形成對於校驗風源，使用示於表 4 之關係為基礎，測量靜壓讀值。

表 4 關係

標稱風速 km/h	平均靜壓 Pa
16	10
54	116

此外，於 50 km/h 校準的風源，在 305 mm 垂直的試驗牆和管線口，應不產生超過 12 Pa 的速度壓力(16 km/h)。

5.4.11.2 於戶外使用的氫氣產生器

5.4.11.2.1 應用性

這些試驗僅適用於戶外使用的氫氣產生器或戶外使用的氫氣產生器的組件。

5.4.11.2.2 風條件下運轉的確認

氫氣產生器的機殼欲於戶外使用或氫氣產生器的圍場的組件欲於戶外使用，

應接受並通過依照以下方法的吹風試驗。

當暴露於標稱風速達到且包含 50 km/h 時，氫氣產生器應開機並正常運轉，而無任何零件的損壞或故障，且不造成危險或不安全的情形。

依照 5.4.11.1 的風源校驗，應直接面對氫氣產生器的外表面視為最關鍵之處，風源應為局部使為一致的風，含蓋整個外表面的投射面積，直接以規定的速度水平朝向氫氣產生器，從氫氣產生器的迎風面垂直平面 50 cm 處測量。

氫氣產生器接受標稱速度 16 km/h 的風，於提供引火時應能點燃。

氫氣產生器接受標稱風速為 50 km/h 時，燃燒器的氣體應於主火焰確立的期間的時間內由點火裝置點燃，且燃燒器和引火火焰不應熄滅。當提供引火時，應單獨運轉以及與燃燒器同時。

5.4.11.2.3 有風的 CO 排放

於 5.4.11.2.3 試驗期間，當氫氣產生器暴露於 0 km/h 至 50 km/h 的風速範圍時，應檢核 CO 的排放。氫氣產生器應運轉於標稱輸入速率，直至達到恆定排氣溫度。於適用風速範圍期間，應測量 CO 排放以確認符合 4.4.9 的要求。

5.4.11.3 於室內使用的氫氣產生器

5.4.11.3.1 應用性

這些試驗僅適用於室內使用的氫氣產生器。這些試驗執行時應依照製造商的規定，使用最大的空氣引入量及煙道氣通風管長度。這些試驗的目的為製造商應提供煙氣體通風-空氣的引入。整個煙道氣通風-空氣引入系統應依照製造商的試驗牆安裝手冊安裝，包括管道和接頭蓋(及密封，如適用)。

5.4.11.3.2 風條件下的運轉確認

5.4.11.3.2.1 風平行在測試牆上

應於標稱風速 50 km/h 下校驗風源(無氣流速度壓力 117 Pa)，當測量的風平行於試驗牆時，皮托管位於垂直於試驗牆平面 3 個區域位置且均分煙道氣通風系統。

本試驗的目的，試驗牆應受標稱風速 50 km/h 的平行風。當暴露於 50 km/h 校驗風源的 10 分鐘期間，氫氣產生器應開機且不停機。

5.4.11.3.2.2 垂直牆的風

本試驗的目的，試驗牆應受由規定於 5.4.11.1 得校驗風源產生之標稱風速 50 km/h 的垂直風。

當暴露在 50 km/h 的風源時，在主火焰確立期間的時間之內，燃燒器的氣體應由點火裝置點燃且燃燒器和引火器火焰不應熄滅。當提供引火器時，應單獨操作並與燃燒器同步。因為自動控制使循環開和關的 10 分鐘期間內，氫氣產生器應不停機且也應繼續運轉。

5.4.11.3.2.3 有風時 CO 排放

當風速範圍為 0 km/h ~ 50 km 施加於通風空氣引入接頭時，於 5.4.11.3.2.1 的試驗期間，應檢核 CO 的排放。氫氣產生器應運轉於標稱輸入速率，直至達到恆定排氣溫度。在施加此範圍風速期間，應測量 CO 的排放，

以確認符合 4.4.9 的要求。

5.4.12 CO 排放試驗

5.4.12.1 平衡條件下的運轉

當氫氣產生器已達到平衡的運轉條件時，應測量 CO 的排放，以確認符合 4.4.9 的要求。應試驗氫氣產生器於 25 %、50 %、75 % 及 100 % 容量等級的各種輸出容量。

5.4.12.2 出口堵塞試驗

應檢核氫氣產生器排氣出口逐漸堵塞至不同程度且包含完全封閉時之 CO 排放，氫氣產生器應運轉於標稱燃料輸入速率至少 15 分鐘。當氫氣產生器結合控制，於出口堵塞狀況下而自動關閉主燃料供應時，排氣出口的面積應逐漸減小至其控制保持在開口位置的最低點。堵塞出口條件下的主要燃料供應時，排氣出口的面積須會逐漸下降至最低點。然後應測量 CO 的排放，以確認符合 4.4.9 的要求。

5.4.12.3 空氣供應堵塞試驗

藉空氣引入導管，應執行氫氣產生器倚賴的外部空氣路徑試驗，氫氣產生器應運轉於標稱燃料輸入速率至少 15 分鐘。

空氣引入導管應逐漸堵塞，接著應測量 CO 排放以確認符合 4.4.9 的要求。氫氣產生器在環境溫度下，空氣供應導管應重新逐漸開啟且應測定堵塞後其燃燒器的點火。在堵塞時一旦達到熱平衡，應測量 CO 排放以確認符合 4.4.9 的要求。

5.4.12.4 電壓變化試驗

本試驗應執行氫氣產生器依賴的機械方法如風扇，以引導空氣至氫氣產生器的燃燒器或其通風排放。氫氣產生器應運轉於標稱燃料輸入速率至少 15 分鐘。

應逐漸減少風扇接頭的電壓，於燃燒產物中的 CO 濃度超過 4.4.9 的要求之前，應檢核氣體供應為關閉。在環境溫度下的輕器產生器，風扇接頭的電壓應從 0 逐漸增加。應測定燃燒器點火的電壓，在此電壓下，應測量 CO 排放以確認符合 4.4.9 的要求。

5.4.13 因喪失電力和燃料供應的限制測試

氫氣產生器的安裝和運轉應如規定於 5.3 之適用規定。應執行每一公用設施和燃料系統的試驗，意即電力、給水、冷卻水、儀器空氣等，此處的供應逐漸中斷。

系統應安全停機而不：

- 產生任何健康或安全上的危險；
- 系統永久變形或損壞；

於停機及/或貯存期間，若氫氣產生器需要吹淨做為保護，同時故障的惰性氣體和次要的公用設施不需試驗。然而，試驗應確認失去吹淨氣體的供應而導致發出警報。

5.4.14 運轉的確認

5.4.14.1 概述

本試驗的目的為確認於 5.3 的試驗條件使用標稱燃料輸入下的氫氣輸出，不低於標稱氫氣輸出且純度不低於標稱純度。

5.4.14.2 功能

應試驗氫氣產生器功能，特別是關於安全和保護。應試驗製造商規定的所有模式和暫態條件，系統應安全地運作而不：

- 產生任何健康或安全上的危險；
- 系統永久變形或損壞；

5.4.14.3 運轉

當達到平衡狀態時，應測量 100 %容量時的產物氣流的流率和燃料供應。燃料供應氣流的測量應使用與氣流相同的方法或對於液體燃料使用其他適合的方法。

應試驗氫氣產生器於 25 %、50 %、75 %及 100 %容量等級的各種輸出容量。有不同輸出設定的氫氣產生器，應試驗每一不同的輸出設定。

每一容量等級或輸出設定應做平衡運轉條件下的測量。

每個能力水準或輸出設定須有平衡操作條件的測量。

應依照 IEC 60704-3 測定產生的空氣噪音。

依照 5.1 做測量，應測訂以下的特性：

- 產氫速率；
- 進料速率；
- 使用乾基的輸出氣流中之氫氣含量；
- 氫氣輸出氣流之壓力、溫度和濕度
- 額定輸出時的耗電量
- 散發的空氣噪音

5.4.14.4 累積的操作

5.4.13 和 5.4.14.3 的試驗之後，應完成 720 小時的累積運轉試驗。在 720 小時的累積運轉試驗之後，應依照 5.4.3 重複容許的洩漏試驗

5.5 日常試驗

每個氫氣產生器配送之前應接受義下的日常試驗：

- 依照 5.4.2.2 和 5.4.3 對於氫氣產生器帶有可燃性流體的區段進行洩漏試驗；
- 依照 5.4.5 進行燃燒器運轉特性試驗；
- 應用於工業依照 IEC 60204-1 或住家、商業和輕工業的應用依照 IEC 60335-1，對產生器的高壓電路做介電耐壓試驗(hypot)，施加 1 分鐘或使用 120 %電位施加 1 秒鐘。

備考：如果氫氣產生器的使用組件如固態裝置，會因介電電位而損壞，可以執行組件連接點的接地斷開或於組件接電之前試驗。

- 工業應用依照 IEC 60204-1 或住家、商業和輕工業的應用依照 IEC 60335-1，進行保護結合電路的連續性試驗。

6. 標識，標籤和包裝

6.1 氫氣產生器標識

當氫氣產生器在其安裝的位置處，每個氫氣產生器配有資料牌或結合鄰近位置的標籤使容易閱讀。

標識應清楚的說明任何使用上的限制，特別是氫氣產生器安裝時區域的通風要求。

備考：ISO/TR 15916:2004 之 7.5.8 表達設備含有管理氫氣有關通風空間的原則。

資料牌及/或標籤應包括以下資料：

- (a) 製造商的名稱、商標和地點；
- (b) 商品目錄的編號和型號或型式；
- (c) 序號；
- (d) 電壓輸入範圍；
- (e) 定額電流(安培)；
- (f) 頻率(Hz)和相位數；
- (g) 額定標稱功率輸入(W)；
- (h) 額定標稱輸入熱(如適用)；
- (i) 用於氫氣產生器的輸入燃料類型和品質；
- (j) 燃料供應壓力的允許範圍；
- (k) 使用於室外或室內；
- (l) 產氫氣能力(kg/hr)；
- (m) 使用乾基的輸出氣流中之氫氣含量；
- (n) 氫氣的輸出壓力(kPa)；
- (o) 參考的標準。

若氫氣產生器依照 IEC 60079-10 在危險區域中以額定運轉，因此應做標識。

氫氣產生器應做以下的標識：「對於管道、電力和儀器的連接，參考安裝說明的零件清單和安裝程序。」

6.2 組件的標識

應放置警告標誌，以識別電力危險、排水閥門的內容物、熱的組件及機械危險，可優先使用 ISO 3864 提供的標準標誌。若警告說明以符號代替，說明可包括於標誌文字中，例如危險、警告或注意、危險物及如何避免危險物。在最低限度內，氫氣產生器機殼應可以看到規定於 6.3.3 警告標誌的標識。

用於人機界面的控制裝置、視覺指示器及顯示器，應清楚地標識關於期的每一功能或相近的項目，特別小心應注意有關的安全。可優先使用 IEC 60417 和 ISO 7000 提供的標準符號。

6.3 產品技術文件

6.3.1 概述

製造商應提供每一氫氣產生器對於安裝、運轉和維修時需要的資訊且應特別的描寫任何使用上的限制。應提供技術文件形式的資訊，如藍圖、圖解、曲線圖、表和說明，且應為適宜的資料媒介並使用適宜的文字。

部分的技術文件可僅由合格人員使用，在這情況下，製造商應規定個人的資格準則。

氫氣產生器應提供的資訊包括：

- (a) 清楚、充分理解的敘述設備，安裝和固定，並連接電力供應；
- (b) 氫氣產生器的技術規範，至少應包括註明於 6.1 要求的資訊；
- (c) 電力供應的需求；
- (d) 依照 4.3 的物理環境和運轉條件；
- (e) 電路圖；
- (f) 資料(適用之處)：
 - (1) 管理，運輸和貯存；
 - (2) 軟體程式設計；
 - (3) 操作的順序；
 - (4) 檢查的頻率；
 - (5) 功能測試的頻率和方法；
 - (6) 調整、維護和修理，特別是保護裝置和電路；
 - (7) 零件清單和建議備品清單；
- (g) 對於潛在危險狀況之保護、互鎖功能和互鎖保護的說明(包括連接圖)，特別是氫氣產生器的運轉與其他設備項目的協調方法(例如：燃料電池發電系統或氫氣的壓縮、儲存和配送系統)；
- (h) 安全保護及提供需要中止安全保護之方法(例如，手動程式化、程式確證)；
- (i) 標準要求的所有資訊，要包含產品技術文件。

6.3.2 安裝手冊

關於產生器基本的設定作業，安裝手冊應提供安裝人員所有需要的資訊。圖或表應給予有關

特別是，應提供所有外部連接的全部資訊。(例如，電力供應、燃料供應、水供應、控制信號、排氣通風、通風連接、產品配送互連等。

如適用，這些安裝說明應提供以下的指引：

- (a) 氫氣產生器之基礎的設計和地點，包括防震固定；
- (b) 通風的需求；
- (c) 設計、施工和安裝壓力釋放通風管路、煙道氣通風系統和產物配送管路；
- (d) 氣候危害的防護；
- (e) 基座防洪的建議高度；
- (f) 安全圍阻；
- (g) 從燃燒性材料或點火源、植被、人行道、公共途徑、道路及鐵軌等之最小清除空間距離；
- (h) 車輛衝擊的保護；
- (i) 清除空氣供應、通風及排氣口的周圍數公尺；
- (j) 對維護、維修及適當的運轉清除數公尺；及
- (k) 固定方法。

備考：附錄 D 提供有關氫氣產生器的安裝資訊。

6.3.3 使用者資訊手冊

關於氫氣產生器用於住宅，商業和輕工業，例如氫氣源做為住宅燃料電池發電系統，製造商應提供氫氣產生器擁有者使用者資訊手冊連同任何設施維護之適當的附加資訊，例如說明進口業者、維修人員等。

使用者的資訊手冊應以本國語文撰寫。

使用者的資訊手冊應分類或排版，並格式化以提供容易依循的程序。

應使用確認的氫氣產生器組件、尺度和空隙、組裝的組件、及視需要做指導說明清潔之連接點的圖示。圖示也應用於確認有用的組件位置並描述執行維修程序正確的方法。

當文字以引號表示時，應出現在使用者手冊中確實如所示。

使用者的資訊手冊應附在氫氣產生器的資料袋中，或以迴紋針附加為氫氣產生器的一部分或應提供標式的封套給安裝人員，以固定於其上或鄰近氫氣產生器，且使用者要每一使用者的資訊手冊可區分為適當的章節和段落，且可包含表的內容和清楚地標識頁碼。

若適用，封面應出現使用者與唯一最重要的安全說明，在最低限度之內，有封面或缺少封面之手冊的首頁應帶有以下示於圖 1 至 3 的預防措施箱。



警告：

火災或爆炸危險

依照安全警告確實的故障，可能導致嚴重的傷害，死亡或財產損失。

不要貯存或使用汽油或其他本質上為易燃性蒸氣和液體或其他相關的應用。

— 聞到氣體時的處置措施：

- 不要嘗試點亮任何的器具
- 不要觸碰任何電的開關，在區域內不要使用任何電話
- 立即離開現場
- 立即通知氣體供應商，遵照氣體供應商的說明。
- 如果聯絡不到氣體供應商，請聯絡消防隊

— 安裝和維修必須由合格的安裝員、維修部門或氣體供應商執行

圖 1 有氣味氣體燃燒系統最低安全警告



警告：

火災或爆炸危險

依照安全警告確實的故障，可能導致嚴重的傷害，死亡或財產損失。

— 不要貯存或使用汽油或其他本質上為易燃性蒸氣和液體或其他相關的應用。

— 安裝和維修必須由合格的安裝員、維修部門或氣體供應商執行

圖 2 無味氣體燃燒系統最低安全警告



警告：

火災或爆炸危險

未確實遵守安全警告可能導致嚴重的傷害，死亡或財產損失。

- 不要在此或其他相關設備附近儲存或使用汽油及其他易燃氣體和液體。
- 於看到液體洩漏時的處置方法
 - 不要嘗試點亮任何的器具
 - 不要觸碰任何電的開關，在區域內不要使用任何電話
 - 立即離開現場
 - 立即通知氣體供應商，遵照氣體供應商的說明。
 - 如果聯絡不到氣體供應商，請聯絡消防隊
- 安裝和維修必須由合格的安裝員、維修部門或氣體供應商執行

圖 3 液體燃燒系統最低安全警告

封面應包含通知使用者的聲明，應讀取手冊中的所有說明並應保留以做為未來參考之用。

安全區段應包含於手冊封面的附近，對於特別的氫氣產生器，以當前氫氣產生器使用者潛在危險的清單和安全相關說明。說明至少應包含以下具特定依照區段參考之安全區段或手冊中的頁數：

- (a) 在氫氣產生器周圍區域的範圍內，必須保持乾淨且無可燃性材料、汽油與其他易燃蒸氣或液體；
- (b) 說明氫氣產生器之空氣孔不可堵塞或有障礙，安裝的氫氣產生器之空氣孔和區域要流通，以供應燃燒或通風需要的空氣，並要求氫氣產生器周圍的空間提供淨空以保安全和空氣排放的要求；
- (c) 說明氫氣產生器的開機或停機，其應有圖示的敘述及與所有使用者介面組件的位置；
- (d) 以下聲明「若有任何的零件泡水，不要使用氫氣產生器。洪水損壞氫氣產生器為潛在的危險，嘗試使用氫氣產生器會導致火災或爆炸。可聯繫合格的維修部門檢查氫氣產生器並更換所有潮濕的氣體控制、控制系統零件及電力零件；
- (e) 改變或清潔過濾器的頻率及過濾器的尺寸大小和型式更換之規定，其應包含於過濾器的移除和更換的用法說明中且以圖示續數及所有組件的位置，參照製造商提供的說明以移除和更換過率器；
- (f) 建議零件需要的圖示清潔方法；
- (g) 檢查氫氣產生器安裝之測定說明：
 - (1) 任何引入或排氣孔之排水管、通風和通風排氣系統要乾淨且無阻礙；
 - (2) 氫氣產生器的物理性支撐要完整無彎曲裂縫、裂口等環繞基座，以提供支撐和機做之間的密封；
 - (3) 氫氣產生器無明顯的劣化徵兆。

(h) 上述 (g) 中氫氣產生器由使用者檢查及由合格維修部門週期性檢查，需要性和最低檢查頻率的指示。

文字的安全說明應參照或結合封面的安全措施及手冊中的安全有關之段落。潛在性的危險狀況敘述，在手冊中應要求增加預防的安全設計之說明。

6.3.4 操作手冊

6.3.4.1 概述

操作手冊應正確的詳述關於開機和使用產氫設備的程序，特別注意可給予之安全測量提供和預期不正確的操作方法。

操作手冊應包含氫氣產生器於危險相關區段的使用，在最低限度之內，應涵蓋存在氫氣和吹淨氣體(若使用)使用時有關的危險。

設備操作之處可以程式化，應提供詳述程式化方法、設備要求、程式確證及附加的安全程序要求的資訊。

說明應給予與氫氣產生器空氣傳播噪音的排放資訊，不是實際值就是基於同一氫氣產生器作的測量所建立之值。若氫氣產生器欲用於潛在爆炸性危險的地方，應給與所有需要資訊的說明，正如 CNS 3376 之各部適合標準對於使用的保護型式之要求。

至於氫氣產生器欲由非專業操作員使用，只要是上述分別提及之其他必要要求，使用說明的用語和設計應考慮一般教育水準和此作業員能合理預期之敏銳度。

6.3.4.2 遠端監控系統

若氫氣產生器提供遠程監控系統，製造商應提供變更此遠端監控系統之程序說明。程序應說明以下各點：

- 有人負責之氫氣產生器位置；
- 無人負責之氫氣產生器位置。

程序最低限度應說明以下幾點：

- (a) 遠端修改控制參數；
- (b) 遠端監控系統更新之確認；
- (c) 遠端更新軟體；
- (d) 參數修改確認；
- (e) 遠端修改參數；
- (f) 上傳參數；
- (g) 上傳軟體；
- (h) 運轉作業的考核；
- (i) 所有變更的撤銷/倒轉；
- (j) 測試和備份文件

6.3.5 維修手冊

維修手冊應正確的敘述調整、維修、預防性檢查及修理程序，建議應將維修及保養紀錄維維護手冊的一部分。要提供正確操作之確認方法，這些使用的方法應詳細。

維護手冊應至少包括以下包含明確的定義、清楚且完整的資訊：

- (a) 應以圖示說明氫氣產生器開機和停機和所有組件的位置；
- (b) 改變或清潔過濾器的頻率及過濾器的尺寸大小和型式更換之規定，其應包含於過濾器的移除和更換的用法說明中且以圖示續數及所有組件的位置，參照製造商提供的說明以移除和更換過濾器；
- (c) 零件需要週期性清潔的建議方法；
- (d) 運動零件的潤滑說明，包括潤滑劑的型號、等級和量；
- (e) 檢查氫氣產生器安裝之測定說明：
 - (1) 任何引入或排氣孔要乾淨且無阻礙；
 - (2) 氫氣產生器或其支撐無明顯的物理劣化徵兆(如基座、結構、機殼等)。
- (f) 定期檢查通風系統及所有功能性零件；
- (g) 依照 5.4.12.1 於平衡狀況下操作，定期取樣 CO 排放；
- (h) 零件清單，包括需要訂購的零件備品或需要更換零件之資訊。

維護手冊也應提供氫氣產生器執行時所有規則的列舉和日常維護活動，並說明這些檢查的需要性和最低頻率。

維護手冊應規定週期性檢驗氫氣產生器，其應由合格維修人員執行。

需要避免對健康或安全之風險，製造商應在維護手冊中包含氫氣產生器或其材料和組件的報廢和處置之要求。

應遵守適用的國家環境法規和標準及回收方法。回收指南之規定如附錄 C。

附錄 A

(強制)

本標準之明顯的危險和危險狀況處理

本標準之明顯的危險和危險狀況處理如表 A.1 所述。

表 A.1 本標準之明顯的危險和危險狀況處理

明顯的危險和危險狀況	章節
機械性危險原因：	
鋒利(鋒利表面)	4.4
相對位置(絆倒/摔傷危險)	4.4
質量和穩定性(元件受重力影響之下移動的位能)	4.4
質量與速度(受控制或失控移動之元件動能)	4.4,4.13
機械強度不足(材料或結構規範的不足)	4.4,4.6,4.14
壓力下的流體 (過壓、受壓流體出噴、真空)	4.4,4.6
電力危險原因：	
人觸及活線零件(直接觸碰)	4.8
故障條件下人觸及的零件變成活線(間接觸碰)	4.8
在高壓下接近活線零件	4.8
靜電現象	4.6,4.8
電磁現象	4.9
因短路或過載之熱或化學效應	4.8
熔融粒子的投射	
熱危險原因：	
人觸及極高溫的表面	4.4
高溫流體的釋出	4.6
熱疲勞	4.5,4.6
系統過熱引起的不安全操作	4.10
材料和物質產生的危險	
因觸及或吸入有害流體、氣體、灰塵、煙熏和粉塵之危險	4.4
因易燃性流體的洩漏之火災或爆炸危險	4.7
因內部集結之易燃性混合物之火災或爆炸危險	4.7
材料劣化(例如：腐蝕)或累積(例如：污垢)所導致的危險：	
窒息	4.4

反應性材料(發火的)

4.4,4.5

表 A.1 本標準之明顯的危險和危險狀況處理(續)

明顯的危險和危險狀況	章節
故障產生的危險：	
由於故障或軟體不足或控制邏輯不足所導致的不安全操作	4.10
因控制迴路或保護/安全零件故障的不安全操作	4.10
因電力不足之不安全操作	4.10
忽略人體工學導致的危險：	
設計、手冊控制位置或確認不足之危險	4.10
因設計或目視顯示單元和警示符號不足之危險	4.10
噪音	4.4
錯誤的人為干預產生的危險：	
偏離正確作業之危險	4.10,6.3
製造/裝配/安裝錯誤的危險	4.4,6.3,4.17
維護錯誤之危險	6.3,4.17
破壞	4.14
環境危險：	
極熱/冷環境下的不安全操作	4.14,4.15
雨、洪水	4.14
風	4.14,4.3
地震	4.4,4.3
煙霧	4.3
雪或冰的負載	4.14
害蟲的攻擊	4.14
污染：	
空氣污染	4.4
水質污染	4.4,4.5,4.6
土壤污染	4.4

附錄 B

對於氫營運之滲碳和材料相容性

B.1 滲碳

在蒸氣重組爐中之高溫合金滲碳傳統上是常見的問題，來源為碳氫化合物裂解導碳向內部移動，使得金屬基質中形成碳化物。一般於超過 800°C 之高溫過程促動下，最後會導致失去延展性。

一般而言，在環境溫度下會合金的滲碳會導致低延展性。碳的回升將會增加金屬的體積和膨脹係數，導致強的內部應力，其將增加設備提早故障，故障通常因為破裂的潛變和低循環的疲勞。若滲碳太嚴重，也會影響溫度升高的潛變和破裂的特性。關於此問題，各種的合金之間似乎有不同的容許度。

滲碳速率變化為：

- 溫度：每 55°C 大約增加兩倍的速率；
- CO/CO₂ 比：反應動力的速率由氣體中 CO/CO₂ 比和溫度所控制；
- 強滲碳條件：強滲碳條件為中溫(通常介於 450°C ~ 850°C)下之 CO/CH₄/H₂ 流動於低氣流/碳比與氧化層缺陷；
- 鎳跟矽含量：越高值有利
- 氧化膜的保護與再生：合金中含鉻、矽及鋁有利。

這些為一般規則且不一定對於所有材料的組合和環境為真，因為金屬反應特性的不同。

B.2 氫營運之材料相容性

B.2.1 組件

氫氣或含有氫氣流體組件之處理，以及所有用於密封或連接相同的零件，可為在操作條件下耐氫氣之化學和物理作用。

B.2.2 金屬和金屬的材料

本標準的使用者可知悉暴露於氫氣的工程材料其營運環境，相對於不同的機制，可能展現增加氫氣輔助腐蝕的感受性，如氫脆和氫攻擊。

氫脆的定義為，由於氫原子滲入金屬而導致韌性或延展性降低的過程。

氫脆傳統上經正式承認的為兩種型式。第一型稱為內部氫脆，發生於氫氣藉由由材料加工技術進入金屬基質中且金屬中的氫過飽和。第二型稱為環境氫脆，導致於固態金屬在營運環境中吸收氫氣。

金屬之內分解的氫原子跟金屬本身的缺陷相互作用，通常會增加破裂延伸的敏感性且如此會劣化如延展性和部分韌性的基本性質。有兩種重要的材料和環境變數會造成金屬受氫輔助斷劣。材料的微結構其會或不會出現因組成和處理的可變性，會影響金屬的抗斷裂性。另一現象，奧斯田鐵不鏽鋼中氧化鐵弦也會有特定的方向導致金屬中完全非等向性響應。一般而言，金屬也能處理為有大範圍的強度，且抗氫輔助斷裂已知會增加合金強度的降低。

環境變異會影響氫輔助斷裂，包括氫氣壓力、溫度、化學環境與應變率。一般而

言，氫氣壓力增加時氫輔助斷裂的敏感性會增加。然而，溫度的影響無系統性。有些金屬如奧斯田鐵不鏽鋼展現局部最大的氫輔助斷裂敏感性為溫度的函數。雖然未完全了解，微量氣體和氫氣的混合，也能影響氫輔助斷裂，例如，潮溼不利於鋁合金。而一些鋼材因為濕的氧化產生高逸度氫，潮濕藉產生表面薄膜而做為氫氣吸取的動態障礙，被視為可改善氫輔助斷裂。所謂的反轉應變率影響為一般觀察到存在的氫氣，換言之，在高應變率之金屬對於氫輔助斷裂之敏感性較低。接近環境溫度時，這現象會影響體心立方晶格結構的金屬，例如鐵素體鋼，沒有殘餘應力或外部負載，環境的氫脆已證實有各種的形式，例如起泡、內部裂縫、氫化物的形成及降低延展性。帶有抗張應力或應力強度因子超過規定的門檻，原子氫與金屬相互作用而引起次關鍵的裂縫成長而導致斷裂。

因電鍍、接觸維護的化學品、腐蝕反應、陰極保護及在高溫、高壓下操作氫氣時，熱處理溫度的升高和協助下會發生氫脆。

溫度在200°C以上時，很多低合金結構鋼會遭受到氫蝕。這是鋼鐵微結構不可逆的劣化，由擴散的氫氣與鋼材中碳化物粒子之間的化學反應所引起，導致成核、成長並沿著晶粒邊界融入甲烷氣泡而形成裂縫。

發生在金屬如鈦與鋯和形成熱動力地穩定與結構內相對易脆相結構之混合脆性。覆蓋焊接與焊點之間不同材料往往包含高合金材料。操作溫度超過250°C期間，氫氣會擴散於高合金焊接和非合金/低合金基材之熔融線之間。停止期間，材料的溫度下降，氫氣溶解度與擴散性減少因而分離使焊縫破壞。

以下為處理氫脆風險的一般性建議：

- 仔細確定會暴露於氫氣的位置。例如，在脫硫單元中形成硫化鐵，會催化氫氣的產生，如此會增加氫脆與氫蝕的敏感性；
- 藉控制化學(如使用碳化物穩定劑)、微結構(如使用奧斯田鐵不鏽鋼)及機械特性(如硬度限制，低於 225 HV 以下更好，並藉熱處理最小化殘餘應力)，選擇低氫脆敏感性的原材料。使用規定於 ISO 11114-4 的試驗方法以選擇抗氫脆之金屬材料。API RP 941 顯示各種型式的鋼對於氫氣壓力和溫度作用的限制。一般用於金屬氫脆的敏感性摘要於 ISO/TR 15916。
- 覆蓋焊接與焊點間不同材料用於氫氣營運，在正常範圍內和設備非控制的停機之完全冷卻後，可使用超音波檢測；
- 施加應力和疲勞位置暴露程度的最小化；
- 當電鍍零件時，管理陽極/陰極表面與效率，從而適當控制施加的電流密度。高電流密度增加氫氣衝擊；
- 清理非陰極鹼性溶液與抑制酸性溶液中的金屬；
- 材料硬度為 40 HRC 或以上時，使用研磨清潔劑；
- 需要時使用製程控制檢查，於製造期間緩和氫脆的風險。

B.2.3 聚合物，彈性體與其他非金屬材料

大多聚合物可視為適於氫氣的營運。應考慮到氫氣藉這些材料擴散比金屬容易

的事實。聚全氟乙烯 (PTFE 或 Teflon^{®(1)}) 及聚氯三氟乙烯 (PCTFE 或 Kel-F^{®(2)}) 一般都適用氫氣下營運，可在 ISO/TR 15916 和 NASA 文件 NSS1740.16 中找到相關指引，ANSI/AGA 3.1 也提供關於墊片、隔膜、及其他非金屬零件的指引。

B.3 其他訊息

透過以下組織和標準將進一步發現氫腐蝕與控制技術

B.3.1 國際標準化組織

- [1] ISO 2626 Copper – Hydrogen embrittlement test
- [2] ISO 3690 Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in ferritic steel arc weld metal
- [3] ISO 7539-6 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use of precracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- [4] ISO 9587 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- [5] ISO 9588 Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- [6] ISO 11114-4 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinder and valve materials with gas
- [7] contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- [8] ISO 15330 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- [9] ISO 15724 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Bamacle electrode method
- [10] ISO/TR 15916 Basic considerations for the safety of hydrogen systems

B.3.2 美國石油協會

- [1] API 934 Materials and Fabrication Requirements for 2-1/4Cr-1Mo and 3Cr-1Mo Steel Heavy Wall Pressure Vessels for High Temperature, High Pressure Hydrogen Service
- [2] API 941 Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants

B.3.3 美國材料與試驗協會

- [1] ASTM 8577 Standard Test Methods for Detection of Cuprous Oxide (Hydrogen Embrittlement Susceptibility) in Copper
- [2] ASTM 8839 Standard Test Method for Residual Embrittlement in Metallic Coated, Externally Threaded Articles, Fasteners, and Rod – Inclined Wedge Method

¹ Teflon[®] 為杜邦的產品商標名稱，本資訊僅給予使用者方便參考且不為 ISO 或 IEC 承認的產品名稱。若能獲得類似的結果，相當的產品也可使用。

² Kel-F[®] 為 3M 公司註冊的商標。於 1996 年，3M 停止製造 Kel-F 至今，所有 PCTFE 樹脂由 Dalkin 以商標名 Neoflon[®] 或 Allied Signal 以商標名 Aclcon[®] 製造。Kel-F 依然為 PCTFE 最普遍使用的商標。本資訊僅給予使用者方便參考且不為 ISO 或 IEC 承認的產品

- [3] ASTM 8849 Standard Specification for Pre-Treatments of Iron or Steel for Reducing Risk of Hydrogen Embrittlement
- [4] ASTM 8850 Standard Guide for Post-Coating Treatments of Steel for Reducing the Risk of Hydrogen Embrittlement
- [5] ASTM E1681 Standard Test Method for Determining a Threshold Stress Intensity Factor for Environment Assisted Cracking of Metallic Materials
- [6] ASTM F326 Standard Test Method for Electronic Measurement for Hydrogen Embrittlement from Cadmium Electroplating Processes
- [7] ASTM F519 Standard Test Method for Mechanical Hydrogen Embrittlement Evaluation of Plating/Coating Processes and Service Environments
- [8] ASTM F1459 Standard Test Method for Determination of the Susceptibility of Metallic Materials to Hydrogen Gas Embrittlement (HE)
- [9] ASTM F1624 Standard Test Method for Measurement of Hydrogen Embrittlement Threshold in Steel by the Incremental Step Loading Technique
- [10] ASTM F1940 Standard Test Method for Process Control Verification to Prevent Hydrogen Embrittlement in Plated or Coated Fasteners
- [11] ASTM F2078 Standard Terminology Relating to Hydrogen Embrittlement Testing
- [12] ASTM G129 Standard Practice for Slow Strain Rate Testing to Evaluate the Susceptibility of Metallic Materials to Environmentally Assisted Cracking
- [13] ASTM G142 Standard Test Method for Determination of Susceptibility of Metals to Embrittlement in Hydrogen Containing Environments at High Pressure, High Temperature, or Both
- [14] ASTM G 146 Standard Practice for Evaluation of Disbonding of Bimetallic Stainless Alloy/Steel Plate for Use in High-Pressure, High-Temperature Refinery Hydrogen Service
- [15] ASTM G148 Standard Practice for Evaluation of Hydrogen Uptake, Permeation, and Transport in metals by an Electrochemical Technique

B.3.4 美國機械師工程學會

- [1] ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- [2] ANSI/ASME 831.1, Power piping
- [3] ANSI/ASME 831.3, Process Piping

B.3.5 美國焊接協會

- [1] ANSI/AWS A4.3 Standard Methods for Determination of the Diffusible Hydrogen Content of Martensitic, Bainitic, and Ferritic Steel Weld Metal Produced by Arc Welding

B.3.6 英國標準協會

- [1] BS 17089 Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique

B.3.7 國家腐蝕工程師協會

- [1] NACE TM0177, Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H₂S Environments
- [2] NACE TM0284, Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking

B.3.8 汽車工程師協會

- [1] SAEIAMS 2451/4, Plating, Brush, Cadmium Corrosion Protective, Low Hydrogen Embrittlement
- [2] SAE/AMS 2759/9, Hydrogen Embrittlement Relief (Baking) of Steel Parts
- [3] SAEIUSCAR 5-1 , Avoidance of Hydrogen Embrittlement of Steel

附錄 C

氫氣產生器的回收

C.1 概述

氫氣產生器硬體的回收取決如材料選擇、硬體附件及材料易於分解的問題。

C.2 系統組件與材料類型

氫氣產生器的製程一般會發生於金屬容器中，一般由高合金鎳鉻鋼抗腐蝕做成，其儲存通常為貴金屬的觸媒。觸媒的組成由特定的處理作業測定，然而，從回收的觀點，可謂觸媒金屬回收的經濟性具有足夠的吸引力，有鼓勵自容器內部萃取和回收金屬觸媒之目的。由氧化鋁、二氧化矽及/或氧化鋯做成的高溫陶瓷絕緣，通常安裝於鋼製容器的內部。氧化鋅吸收劑用於移除燃料中所含的硫，並轉換為硫化鋅且累積於單元內，直到其被移除和處置。活性炭也可用於自燃料氣流中移除硫。氫選擇性滲入鋼製容器之內的鈀，PdAg 和其他 Pd 合金金屬膜，替代脫硫、水煤氣變換及選擇性氧化使用之分離的成分。

C.3 回收工程與環境問題

為了方便回收材料，容器可設計為能移除貴重金屬且材料易於分離，預期鋼製組件使用現有回收技術可回收。使用容器之內含有的觸媒是可能的，若是有規劃觸媒回收。目前，超過 20 % 金屬含量的鎳觸媒或貴金屬觸媒，使用現存製程具有回收的經濟性。

附錄 D

氫氣產生器安裝的考量

D.1 概述

氫氣產生器可依照產品安裝和維護手冊進行安裝、調整、操作及維護。

D.2 煙道氣通風系統

煙道氣通風管道的排氣，可位於安全位置的戶外，遠離使用者區域、點火源、空氣入口、大樓通風口、突出物並依照適用的區域或國家標準。

煙道氣通風管道可是當的支撐並提供遮雨蓋或其他不會限制或阻礙氣流垂直向上的特質。

方法如排水管，可提供防止水、冰或其他垃圾累積於煙道氣通風管道的內部或阻礙煙道氣通風管道。

D.3 產物配送管路

D.3.1 存在危險性氫氣的釋出

可安裝產物配送管路使防止發生氫氣釋出而發展成危險狀況。為此目的：

- 產物配送管路不可安裝於導管內或透過導管，其會散播氫氣釋出至點火源，例如循環空氣風管、衣服導槽、煙囪或氣體通風、通風導管、升降機或升降機軸。
- 部分的產物配送管路安裝於隱蔽的位置，不可位於固體隔板和固體牆，除非安裝在通風櫥或罩之內，且無套管節、管附件、右或左耦合器、襯套、壓縮耦合器或附件組合成的擺動接頭，除了接頭為黃銅製造且使用經特別試驗之附件及通過用於隱蔽位置的驗證。

D.3.2 機械保護

可保護產物配送管路使防止物理性損害，可提供方法以防止產物配送管路超過應力，例如，重型車輛交通或沙土環境之處為不穩定且可能發生管路或基礎牆的沉降。為此目的：

- 產物配送管路受到過度潮濕或腐蝕性物質，管路可以足夠的方法保護；當不同的金屬在地下連接時，可使用隔絕耦合器或附件；管路不可被放置接觸爐渣；無塗裝的的螺紋或套管焊接接頭不用於管路觸及的沙土或已知會發生腐蝕裂縫之內外部；
- 安裝於地下之產物配送管路，不可穿越基座外部或大樓的地下室，且安裝於足夠空間之地下結構，以避免立刻觸及、容許維護並防止損壞鄰近的其他結構；
- 在隱蔽的位置，管道的安裝以木質柱螺栓、桁、椽或類似的構件穿過孔或槽口，管路可由足夠的方法如遮蔽板做保護。
- 產物配送管路在固體的地板上，可裝在地板的渠道中並以方法保護，對於安裝時容許接近管道之損壞最小量並避免累積易燃性氣體(例如，使用安全柵)；在渠道中的替代安裝方法，管路可安裝於通風至戶外的完全密封金屬或塑膠罩中。

- 產物配送管路安裝於地面、戶外，可安全的支撐並位在有物理損壞保護之處；管路穿過外部的牆要有足夠的保護，例如，藉圍繞其之保護套管；也可藉塗裝或纏繞惰性材料做防蝕保護；
- 產物配送管路穿過內部水泥牆或石造牆時，可保護防止差異性沉陷。

D.3.3 標示

產物配送管路在不超過 3 公尺的間隔要標示「氫氣」，標示的文字為可辨識的顏色。管路在每個房間或期延伸的空間，至少要標示一次。

參考資料

- [1] ISO 2626 Copper – Hydrogen embrittlement test
- [2] ISO 3690, Welding and allied processes – Determination of hydrogen content in ferritic steel arc weld metal
- [3] ISO 3864 (all parts) Graphical symbols – Safety colours and safety signs
- [4] ISO 7000 Graphical symbols for use on equipment-Index and synopsis
- [5] ISO 7539-6 Corrosion of metals and alloys – Stress corrosion testing – Part 6: Preparation and use pre-cracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- [6] ISO 9587 Metallic and other inorganic coatings – Pretreatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- [7] ISO 9588, Metallic and other inorganic coatings – Post-coating treatments of iron or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement
- [8] ISO 11114-4 Transportable gas cylinders – Compatibility of cylinder and valve materials with gas contents – Part 4: Test methods for selecting metallic materials resistant to hydrogen embrittlement
- [9] ISO 15330 Fasteners – Preloading test for the detection of hydrogen embrittlement – Parallel bearing surface method
- [10] ISO 15724 Metallic and other inorganic coatings – Electrochemical measurement of diffusible hydrogen in steels – Barnacle electrode method
- [11] ISO/TR 15916:2004, Basic considerations for the safety of hydrogen systems
- [12] ISO/IEC 17000 Conformity assessment – Vocabulary and general principles
- [13] ISO/1 EC Guide 7, Guidelines for drafting of standards suitable for use for conformity assessment
- [14] ISO/IEC Guide 51 Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards
- [15] CNS 3376-2, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 2: Pressurized enclosures "p"
- [16] IEC/TR 60079-20, Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus
- [17] IEC 60417 (all parts) Graphical symbols for use on equipment
- [18] IEC 62061 Safety of machinery. – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems
- [19] IEC Guide 104 The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications
- [20] API 934 Materials and Fabrication Requirements for 2-1/4Cr-1Mo and 3Cr-1Mo Steel Heavy Wall Pressure Vessels for High Temperature, High Pressure Hydrogen Service
- [21] API 941, Steels for Hydrogen Service at Elevated Temperatures and Pressures in Petroleum Refineries and Petrochemical Plants
- [22] ASTM 8577 Standard Test Methods for Detection of Cuprous Oxide (Hydrogen Embrittlement Susceptibility) in Copper

- [23] ASTM 8839 Standard Test Method for Residual Embrittlement in Metallic Coated, Externally Threaded Articles, Fasteners, and Rod – Inclined Wedge Method
- [24] ASTM 8849 Standard Specification for Pre-Treatments of Iron or Steel for Reducing Risk of Hydrogen Embrittlement
- [25] ASTM 8850 Standard Guide for Post-Coating Treatments of Steel for Reducing the Risk of Hydrogen Embrittlement
- [26] ASTM E1681 Standard Test Method for Determining a Threshold Stress Intensity Factor for Environment-Assisted Cracking of Metallic Materials
- [27] ASTM F326 Standard Test Method for Electronic Measurement for Hydrogen Embrittlement from Cadmium-Electroplating Processes
- [28] ASTM F519 Standard Test Method for Mechanical Hydrogen Embrittlement Evaluation of Plating/Coating Processes and Service Environments
- [29] ASTM F1459 Standard Test Method for Determination of the Susceptibility of Metallic Materials to Hydrogen Gas Embrittlement (HGE)
- [30] ASTM F1624 Standard Test Method for Measurement of Hydrogen Embrittlement Threshold in Steel by the Incremental Step Loading Technique
- [31] ASTM F1940 Standard Test Method for Process Control Verification to Prevent Hydrogen Embrittlement in Plated or Coated Fasteners
- [32] ASTM F2078 Standard Terminology Relating to Hydrogen Embrittlement Testing
- [33] ASTM G 129 Standard Practice for Slow Strain Rate Testing to Evaluate the Susceptibility of Metallic Materials to Environmentally Assisted Cracking
- [34] ASTM G142, Standard Test Method for Determination of Susceptibility of Metals to Embrittlement in Hydrogen Containing Environments at High Pressure, High Temperature, or Both
- [35] ASTM G146, Standard Practice for Evaluation of Disbonding of Bimetallic Stainless Alloy/Steel Plate for Use in High-Pressure, High-Temperature Refinery Hydrogen Service
- [36] ASTM G148, Standard Practice for Evaluation of Hydrogen Uptake, Permeation, and Transport in Metals by an Electrochemical Technique
- [37] ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- [38] ANSI/ASME 831.1 , Power piping
- [39] ANSI/ASME 831.3, Process Piping
- [40] ANSI/AWS A4.3, Standard Methods for Determination of the Diffusible Hydrogen Content of Martensitic, Bainitic, and Ferritic Steel Weld Metal Produced by Arc Welding
- [41] BS 17089, Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique
- [42] NACE TM0177, Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H₂S Environments
- [43] ISO 16110-1:2007(E) NACE TM0284, Standard Test Method – Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking

[44] SAE/AMS 2451/4, Plating, Brush, Cadmium Corrosion Protective, Low Hydrogen Embrittlement

[45] SAE/AMS 2759/9 Hydrogen Embrittlement Relief (Baking) of Steel Parts

[46] SAE/USCAR 5-1 Avoidance of Hydrogen Embrittlement of Steel

正字標記簡介

正字標記驗證制度係為推行中華民國國家標準，自民國 40 年起實施的產品驗證制度，是依據「標準法」及「正字標記管理規則」之規定，為落實國家標準的實施而辦理的產品驗證標記。藉由正字標記之核發，可彰顯產品品質符合國家標準，且其生產製造工廠採用之品質管理系統，亦符合相關規定。生產廠商藉正字標記之信譽，可爭取顧客信賴以拓展市場，消費者亦可經由辨識正字標記圖式，簡易地購得合宜的優良產品，權益因此獲得保障。



由中華民國國家標準之英文代號「CNS」及中文符號「」組成

正字標記核准要件

- 工廠品質管理經評鑑取得標準檢驗局指定品管制度之認可登錄。
- 產品經檢驗符合國家標準。

申請正字標記的益處

■ 提升廠商競爭力

藉由正字標記信譽，爭取顧客信賴以拓展市場；透過與國外驗證標記之相互承認，促進正字標記國際化，進而掌握商機及拓展國內外市場，增加產業競爭力。

■ 品牌加值行銷

在邁入品牌行銷的世代，產品品質符合國家標準是塑造獨有品牌專業形象的重要指標，也是企業奠定品牌知名度的基礎，以及追求永續穩定發展的最佳保證。取得正字標記，不僅可以提升您的產品形象，還可以加值行銷您的品牌價值，打造品牌屹立不搖的專業磐石。

■ 擴展宣傳管道

正字標記每年規劃系列推廣活動、標章教學、媒體廣告、記者會、文宣等，維持及增進和採購人員及社會大眾間的交流，讓正字標記成爲消費者與採購單位的信賴指標。因此當廠商產品取得正字標記後，在其產品或包裝上印製正字標記的圖式，即可讓品牌達到加乘效果，更易獲取顧客信賴，增加廠商產品之市場競爭力。

本局正字標記推廣宣導網站，提供取得正字標記的產品進行「產品訊息上架」，讓消費者及採購單位進行查詢、指定購買，免費提供正字標記產品宣傳的通路。

■ 政府採購利基

行政院公共工程委員會於 95 年 11 月發函通知各政府機關表示：「正字標記係我國推行國家標準品質保證之驗證標記，爲促進政府採購與公共工程品質之提升，本會鼓勵各機關以正字標記加註同等品作爲規格標示。本會 91 年 1 月 29 日工程企字第 09200044060 號函已明示『各機關如使用正字標記產品，其就該產品已依規定辦理之檢驗事項，機關得免重行檢驗。』」。

採購規格指定爲正字標記產品，可保障採購規格之妥善、週延性，驗收時只需查驗生產廠商所送交之產品是否具有正字標記證書即可，亦毋須逐項檢驗，可減少產品送驗之人力、物力、財力和時間。

相關資訊 Information

正字標記推廣網站 (<http://www.cnsmark.org.tw>)

正字標記查詢系統 (<http://cnsmark.bsmi.gov.tw>)

經濟部標準檢驗局 (<http://www.bsmi.gov.tw>)
