

中華民國國家標準	氫氣產生器－應用燃料處理 技術第 2 部：性能試驗方法	總號	
CNS		類號	C 4

(Hydrogen generators using fuel processing technologies – Part 2: Test methods for performance)

目錄

節次	頁次
前言	3
1. 適用範圍	4
2. 引用標準	4
3. 用語釋義和符號	5
4. 試驗條件/試驗邊界	6
5. 量測技術	7
5.1 概述	7
5.2 運轉參數	7
5.3 環境方面	8
5.4 環境條件	9
6. 試驗計畫	9
6.1 概述	9
6.2 試驗運轉模式	9
6.3 測量、試驗頻率及持續時間	11
6.4 不確定度分析	12
7. 試驗程序	12
7.1 氫氣產生器和試驗設備的安全運轉	12
7.2 試驗計畫的執行	12
8. 計算	13
8.1 輸入電功率	13
8.2 流率計算	13
8.3 燃料、蒸氣及氫氣能量計算	15
8.4 效率計算	19
9. 試驗報告	19
9.1 概述	19
9.2 摘要報告	19
9.3 詳細報告	19
9.4 完整報告	20
	(共 32 頁)

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

附錄 A(參考)符號和定義	21
附錄 B(規定)不確定度分析指引	25
附錄 C(參考)燃料熱值計算	28
附錄 D(規定)氫氣產生器效率的定義	30
附錄 E(規定)參考氣體	32
參考資料	33

前言

1. 適用範圍

本標準提供試驗程序以測定組合式或廠製的製氫系統，其容量於 0 °C 和 101,325 kPa 低於 400 m³/h。本標準之氫氣產生器，轉化燃料成富氫的氣體組成並調整成適合於裝置使用之氫氣(例如：燃料電池發電系統、或氫氣壓縮、貯存和配送系統)。

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 3744, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
- ISO 4677 (all parts), Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity
- ISO 5167 (all parts), Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full
- ISO 6060, Water quality – Determination of the chemical oxygen demand
- ISO 6326 (all parts), Natural gas – Determination of sulfur compounds
- ISO 6974 (all parts), Natural gas – Determination of composition with defined uncertainty by gas chromatography
- ISO 6975, Natural gas – Extended analysis – Gas-chromatographic method
- ISO 7934, Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – Hydrogen peroxide/barium perchlorate/ Thorin method
- ISO 9096, Stationary source emissions – Manual determination of mass concentration of particulate matter
- ISO 10101 (all parts), Natural gas – Determination of water by the Karl Fischer method
- ISO 10523, Water quality – Determination of pH
- ISO 10707, Water quality – Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds – Method by analysis of biochemical oxygen demand (closed bottle test)
- ISO 11042 (all parts), Gas turbines – Exhaust gas emission
- ISO 11541, Natural gas – Determination of water content at high pressure
- ISO 11564, Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Naphthylethylenediamine photometric method
- ISO 14687-1, Hydrogen fuel – Product specification – Part 1: All applications except proton exchange membrane (PEM) fuel cell for road vehicles
- ISO 14687-2, Hydrogen fuel – Product specification – Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles
- ISO 16622, Meteorology – Sonic anemometers/thermometers – Acceptance test

methods for mean wind measurements

IEC 61010-1, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements

IEC 61672-1, Electroacoustics – Sound level meters – Part 1, Specifications

3. 用語釋義和符號

3.1 用語釋義

為達成本標準的目的，下列用語釋義適用。

3.1.1 噪音位準 (audible noise level)

於規定的距離測量氫氣產生器產生之聲壓位準。

備考：噪音位準以分貝 (dBA) 表示並依本標準測量。

3.1.2 背景噪音位準 (background noise level)

在測量點之周圍噪音的聲壓位準。

3.1.3 冷態 (cold state)

氫氣產生器在沒有大量的燃料或輸入電功率的環境溫度下之狀態。

3.1.4 排水 (discharge water)

氫氣產生器排出的水。

備考：排水非熱回收系統組成的一部分，其為水處理、廢棄物及製程冷凝水的組合，如圖 1 所示。

3.1.5 氫氣產生器 (hydrogen generator)

轉化燃料為富氫氣流之系統。

備考：氫氣產生器由以下次系統之全部或部分組成：燃料處理系統、流體管理系統、熱管理系統及其他次系統，參見本標準第 1 部之詳細說明。

3.1.6 界面點 (interface point)

氫氣產生器的測量點，這些點為物質及/或能量進入或離開處。

3.1.7 回流氣體、尾氣 (return gas, tail gas)

未使用的重組富氫氣體，其回到氫氣產生器且做為燃料使用。

備考：回流氣體通常包括氫氣、二氧化碳、水蒸氣及碳氫化物。

3.1.8 待機狀態 (standby state)

氫氣產生器處於運轉溫度和運轉模式的狀態，自此可迅速地切換至有淨氫氣輸出的運轉模式。

參見圖 2 之狀態 2。

3.1.9 啟動時間 (start-up time)

從冷態至供應氫氣於額定氫氣壓力的時間。

參見圖 2 之狀態 1-3。

3.1.10 廢熱 (waste heat)

釋出的熱能且未回收。

3.2 符號

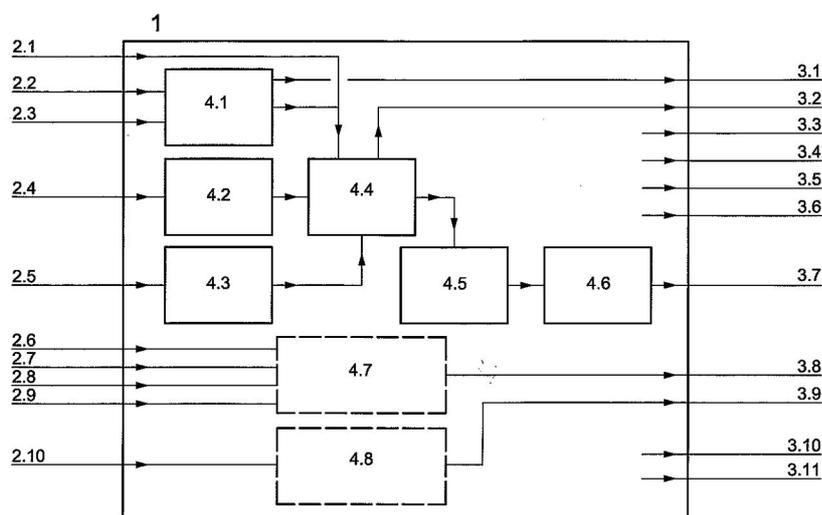
符號及其定義參見附錄 A。

4. 試驗條件/試驗邊界

氫氣產生器依主要轉換製程的類型和應用而有不同的次系統，且其有不同的物質和能量之輸入和輸出。然而，為評估氫氣產生器定義了一般系統圖和邊界(參見圖 1)。定義氫氣產生器的試驗邊界應考慮以下狀況：

- 所有能源回收系統應包含於系統邊界內。
- 計算入口之燃料(如天然氣、丙烷等)的熱值，應依據輸入燃料在氫氣產生器邊界之狀況。
- 計算出口之含氫氣氣體的熱值，應依據該氣體在氫氣產生器邊界之狀況。
- 氫氣產生器操作所需的機械系統(如通風裝置或微渦輪機、擴張器或壓縮機)應包含在試驗邊界內。這些在試驗邊界內的機械系統不需要直接量測；然而，機械系統的效能應包含在氫氣產生器的操作中。如果機械(軸)功率和能量通過試驗邊界，則需要納入量測和計算。

備考：本標準未考慮機械(軸)功率或機械能量之輸入或輸出。



1 氫氣產生器的系統邊界包括次系統和界面，以概念或功能性定義。

2 輸入	3 輸出	4 次系統(架構視燃料種類、燃料電池的型式或系統而定)
2.1 蒸氣(若輸入)	3.1 處理廢水	4.1 水處理和蒸氣產生
2.2 水	3.2 廢氣	4.2 空氣/氧化劑處理系統
2.3 處理化學品	3.3 製程排氣	4.3 原料壓縮和處理
2.4 空氣/氧化劑	3.4 回收熱	4.4 燃料處理系統
2.5 燃料	3.5 製程冷凝水	4.5 氫氣純化(選項)
2.6 吹淨氣體	3.6 固體廢棄物	4.6 氫氣計量和分析
2.7 冷卻流體	3.7 氫氣	4.7 處理設備(冷卻流體、吹淨氣體、儀器氣體、電力等)
2.8 儀器氣體	3.8 冷卻流體	4.8 排氣系統
2.9 輸入電功率	3.9 通風排放	
2.10 大氣空氣	3.10 噪音	
	3.11 廢熱	

→：在邊界上測量計算資料的界面點

備考：輸入的燃料可包含回收氣。

圖 1 一般的氫氣產生器圖

5. 量測技術

5.1 概述

量測儀器的類型和測量方法應符合相關標準，並應根據 6.4 不確定度分析選擇，以滿足量測不確定度的目標。若有需要，應增加所需規格的外部設備。

5.2 運轉參數

5.2.1 電功率輸入

氫氣產生器輸入電功率之電壓、電流及功率因素，應測定並依照 IEC 61010-1 測量。

5.2.2 輸入和輸出流體的特性

5.2.2.1 概述

成分、熱值(僅限燃料)、溫度、壓力及流體輸入和輸出的流率，應依照 5.2.2.2 至 5.2.2.6 測定。

若有任何的測量值之變動大於 2 %，應測量變動的振幅和頻率並載明於試驗結果中。

5.2.2.2 流體的成分

應測量各輸入和輸出流體的成分。應考慮適合於流體的化學成分之測量技術，若流體不是運轉或使用設施消耗的關鍵，則本標準不要求直接測量流體的成分。

若化學氧化劑只使用大氣空氣，僅需測量含水量。含水量可由其他直接測量結果計算(如濕球和乾球溫度)並以相對濕度表示。

天然氣的成分應依照 ISO 6974 和 ISO 6975 詳述的方法測量。

天然氣中硫化合物(包含添味劑)應依照 ISO 6326 詳述的方法測量。

天然氣中水蒸氣含量應依照 ISO 10101 和 ISO 11541 詳述的方法測量。

若適用，氫氣成分應使用規定於 ISO 14687-1 和 ISO 14687-2 的試驗方法測定。

其他流體的成分應依照適合流體之標準測量。

5.2.2.3 熱值

輸入和輸出流體的熱值，應僅針對可燃性流體測量。熱值應藉熱卡計測定或依據規定於 8 之流體成分計算。應確認成分測量技術的準確性和偵測極限，並清楚的考量其對於 6.4 不確定度分析的影響。預先分析的瓶裝燃料氣體，可以替代氣體取樣，假使分析氣體的不確定度與 6.4 不確定度分析要求的不確定度一致。

原則上，本標準所有的計算應使用低熱值(LHV)，若用高熱值(HHV)替代 LHV，則縮寫 HHV 應附加於使用 HHV 導出的所有結果，例如依照方程式(17)計算的氣態燃料熱值、方程式(16)計算的氣態燃料能量、方程式(15)計算的氣態燃料輸入能量及附錄 D 計算的效率。

範例：若效率值係依據 HHV，可由下式表示：

$$\eta_h = XX \%(\text{HHV})$$

備考：若熱值以 LHV 表示，則不需要再附加「LHV」。

5.2.2.4 溫度

每一流體的溫度應於氫氣產生器的邊界測量。

5.2.2.5 壓力

每一流體的靜壓應於氫氣產生器的邊界測量。

應測量並記錄輸入和輸出液體超過等級的高度。

在 6.4 不確定度分析和壓力測量儀器的位置，應考量可冷凝液成分潛在的效應。

若特別的流體排放至大氣中，其壓力不需要測量。

5.2.2.6 流率

每一流體的流率應於氫氣產生器的邊界測量。

流率可由體積計、質量流量計或渦輪式流量計測定，若這些方法不實用，流量的測量可使用噴嘴流量計、孔口流量計或文氏流量計並應依照 ISO 5167 之規定。

若在氫氣產生器中的特別流體未化學變化，例如冷卻流體、儀器空氣或吹淨氣體，只需測量輸入或輸出的流率。

應考量流率的測量對於氫氣產生器在運轉上的影響。

5.2.3 固體物輸出特性

應測定來自氫氣產生器的任何固體物輸出，其產生以連續性為基本且必須連續地移除或處置，或重複性的批次作業。應測量以下的性質：

- (a) 成分；
- (b) 質量產生率；
- (c) 移除的頻率，當批次作業時。

5.3 環境方面

5.3.1 顆粒物排放

廢氣中的顆粒物排放應依照 ISO 9096 測量。

5.3.2 SO_x 和 NO_x 排放

5.3.2.1 SO_x 排放

廢氣中 SO_x 排放應依照 ISO 7934 測量，可使用其他適合的方法若其與 6.4 不確定度分析一致。

5.3.2.2 NO_x 排放

廢氣中 NO_x 排放應依照 ISO 11564 測量，可使用其他適合的方法若其與 6.4 不確定度分析一致。

5.3.3 CO₂ 和 CO 排放

廢氣中 CO₂ 排放應依照 ISO 11042-1 和 ISO 11042-2 測量。

CO₂ 可依據燃料中的碳含量計算。

廢氣中 CO 排放應依照 ISO 11042-1 和 ISO 11042-2 測量。

5.3.4 總碳氫化合物排放

廢氣中總碳氫化合物排放應依照 ISO 11042-1 和 ISO 11042-2 測量。

5.3.5 排水品質測量

5.3.5.1 概述

氫氣產生器的排水之品質測量，應包含測定：

- (a) 排水的體積；
- (b) 排水的溫度；
- (c) 酸鹼值(pH)；
- (d) 化學需氧量(COD)或，若需要，生化需氧量(BOD)。

5.3.5.2 酸鹼值

酸鹼值應依照 ISO 10523 測量。

5.3.5.3 化學需氧量

化學需氧量應依照 ISO 6060 測量。

5.3.5.4 生化需氧量

當適用時，生化需氧量應依照 ISO 10707 測量。

5.3.6 噪音位準

氫氣產生器引發的噪音位準，應使用符合 IEC 61672-1 之噪音計測量，試驗應依照 ISO 3744 執行並記錄以下參數：

- (a) 測量面(至氫氣產生器本體的距離)；
- (b) 測量點的數量；
- (c) 背景噪音位準，其應於氫氣產生器冷態時測量。

5.4 環境條件

應測量環境濕度、風速、大氣壓力及溫度。

應依照 ISO 4677-1 和 ISO 4677-2 執行環境濕度測量。

應依照 ISO 16622 執行環境風速測量。

6. 試驗計畫

6.1 概述

準備詳細的試驗計畫時，應考慮：

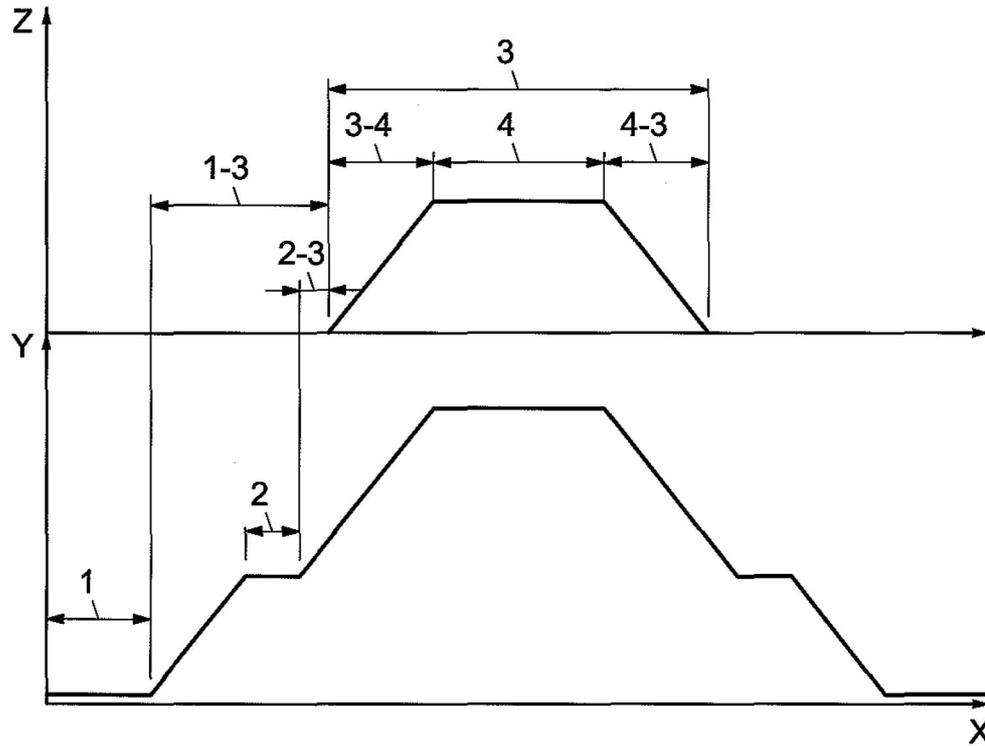
- (a) 規定於 6.2 的試驗運轉模式；
- (b) 規定於 6.3 之測量、試驗頻率及持續時間；
- (c) 規定於 6.4 之不確定度分析

6.2 試驗運轉模式

氫氣產生器應測試在以下運轉模式並如圖 2 所示：

- (a) 從冷態開機至最低氫氣額定輸出；
- (b) 在最低氫氣額定輸出下穩態運轉；
- (c) 從最低氫氣額定輸出斜坡上升至最高氫氣額定輸出；
- (d) 在最高氫氣額定輸出下穩態運轉；
- (e) 從最高氫氣額定輸出斜坡下降至最低氫氣額定輸出；
- (f) 停機至冷態；
- (g) 待機。

備考：列於上述之氫氣產生器運轉模式，既不限制依照本標準方法之附加處理狀態，也不限制在本標準的試驗報告中包含其他的試驗資料。



鍵

X 時間

Y 使用設施之輸入

Z 氫氣產量

運轉狀態

- 1 冷態
- 2 待機(選項)
- 3 運轉狀態(可用的氫氣產量)
- 4 最大氫氣額定輸出

過渡狀態

- 1-3 冷態至運轉狀態
- 2-3 待機狀態至運轉狀態
- 3-4 從最低氫氣額定輸出斜坡上升至最高氫氣額定輸出
- 4-3 從最高氫氣額定輸出斜坡下降至最低氫氣額定輸出

圖 2 氫氣產生器運轉模式

在穩態運轉試驗時，於每項參數測試期間，應使用表 1 準則定義的容許允差。對於所有的暫態試驗，不會直接受到暫態試驗影響的參數應依照表 1 之規定。

表 1 於穩態期間測試操作條件之最大允差

參數	每小時平均差異率
輸入電功率，kW	±2 %
大氣壓力，kPa	±0.5 %
熱值，kJ/mol	±2 %
輸送至系統之氣體燃料壓力，kPa	±1 %
氫氣輸出壓力，kPa	±1 %
燃料輸入和氫氣輸出流速，m ³ /s	±2 %

於斜坡上升和斜坡下降暫態測量期間，氫氣產品中不純物的量應在製造商規定的範圍內。

6.3 測量、試驗頻率及持續時間

每個試驗階段應依照表 2 所示的運轉次序測量。

備考：對於沒有配置一或更多運轉模式的氫氣產生器，試驗報告中不需要包含要求的測量和結果。若有相關，可以選擇其他介於最低至最高額定氫氣輸出間的穩態輸出。

表 2 試驗項目和系統狀態

項目	試驗	穩態條件		待機	開機和停機	斜坡上升和斜坡下降
		最高氫氣額定輸出	最低氫氣額定輸出			
運轉方面						
1	依照 5.2.1 之輸入電功率	x	x	x	x	
2	依照 5.2.2 之輸入流體特性	x	x	x	x	x
3	依照 5.2.2 之輸出流體特性	x	x	x	x	x
4	依照 5.2.3 之輸出固體物特性	x	x	x	x	
環境方面						
1	依照 5.3.1 之顆粒物排放	x	x	x		
2	依照 5.3.2 之 SO _x 和 NO _x 排放	x	x	x		
3	依照 5.3.3 之 CO ₂ 和 CO 排放	x	x	x		
4	依照 5.3.4 之總碳氫化合物排放	x	x	x		
5	依照 5.3.5 之排水品質	x	x	x		
6	依照 5.3.6 之噪音位準	x	x	x	x	x

測量的持續時間和頻率應依照試驗之氫氣產生器的類型決定，應依據測量值的變動、平均值的穩定性及 6.4 之不確定度分析等要求，確定足夠的測量次數和測量點。測量所用的頻率應基於本標準要求的暫態測量之預期持續期間擇定。應分析試驗結果以決定絕對和相對不確定度。

若使用不連續測量，測量之間的時間不可少於 10 分鐘。不連續測量的頻率，若使用，應明確地考量 6.4 之不確定度分析。

對於讀值的連續監控，應要求至少穩態運轉 1 小時。

備考：試驗結果的計算，於單次試驗期間，可由觀測值的平均決定。

6.4 不確定度分析

6.4.1 概述

所有的試驗應做不確定度分析，應分析試驗結果以決定絕對和相對不確定度。

備考：附錄 B 提供如何完成不確定度分析的指引。

6.4.2 試驗儀器的不確定度

在開始測試程序之前，應依據儀器校驗文件建立量測量的不確定度。不確定度應以 +/- 值加上變數之單位表示。關於要求多重輸入的測量值，例如流率，對於所有儀器之總不確定度應說明清楚。

7. 試驗程序

7.1 氫氣產生器和試驗設備的安全運轉

於執行試驗計畫期間的全部時間，氫氣產生器應依照製造商的書面說明運轉。

備考：需要考量每一種氣體和試驗設備有關的所有危險。指引可從個別製造商的說明手冊中的安全資訊和系統有關的氣體或固體之物質安全資料表(MSDS)找到。

7.2 試驗計畫的執行

7.2.1 運轉資料

規定於 6 之試驗計畫應依照規劃執行。

至少以下運轉資料應包含於測試程序的整個摘要中。

(a) 啟動時間；

(b) 最低運轉的氫氣額定輸出，包含以下資料：

(1) 容量；

(2) 氫氣壓力和溫度變動及頻率；

(3) 氫氣流量變動和頻率；

(4) 氫氣純度變化和頻率(若高於純度規範)；

(c) 從最低氫氣額定輸出斜坡上升至最高氫氣額定輸出，包含以下資料：

(1) 容量；

(2) 氫氣流量變動和頻率；

(3) 氫氣壓力和溫度變動及頻率；

(4) 氫氣純度變化和頻率(若高於純度規範)；

(d) 最大氫氣額定輸出，包含以下資料：

(1) 容量；

- (2) 氫氣壓力和溫度變動及頻率；
- (3) 氫氣流量變動和頻率；
- (4) 氫氣純度變化和頻率(若高於純度規範)；
- (e) 從最高氫氣額定輸出斜坡下降至最低氫氣額定輸出，包含以下資料：
 - (1) 容量；
 - (2) 氫氣流量變動和頻率；
 - (3) 氫氣壓力和溫度變動及頻率；
 - (4) 氫氣純度變化和頻率(若高於純度規範)；
- (f) 停機時間

7.2.2 資料擷取規劃

資料擷取系統(如讀值的持續時間和頻率)應考慮到不確定度(參見 B.2)，且資料記錄設備適合於讀值的要求頻率，並於試驗之前應設定好讀取速度。

8. 計算

8.1 輸入電功率

當測量輸入電功率的電壓、電流及功率因素時，輸入電功率(P_{in})應如下計算：

(a) 三相系統

$$P_{in} = \sqrt{3} \times V_{in} \times I_{in} \times \lambda_{in} \dots\dots\dots (1)$$

- 式中， P_{in} ：輸入電功率(W)
- V_{in} ：輸入電功率的電壓(線路對線路)(V)
- I_{in} ：輸入電功率的電流(A)
- λ_{in} ：輸入電功率的功率因素

(b) 單相系統

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \times \lambda_{in} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中， P_{in} ：輸入電功率(W)
- V_{in} ：輸入電功率的電壓(線路對接地)(V)
- I_{in} ：輸入電功率的電流(A)
- λ_{in} ：輸入電功率的功率因素

(c) 直流電

$$P_{in} = V_{in} \times I_{in} \dots\dots\dots (3)$$

- 式中， P_{in} ：輸入電功率(W)
- V_{in} ：輸入電功率的電壓(V)
- I_{in} ：輸入電功率的電流(A)

8.2 流率計算

燃料、回流氣體、蒸氣輸入率和氫氣輸出流率，應藉以下的方程式計算：

8.2.1 氣體燃料

$$q_{mf} = q_{vf0} \times \rho_{f0} \dots\dots\dots (4)$$

式中， q_{mf} ：氣體燃料之質量流率(kg/s)

q_{vf0} ：依照式(5)在參考條件下計算的氣體燃料之體積流率(m³/s)

ρ_{f0} ：在參考條件下氣體燃料的密度(kg/m³)

$$q_{vf0} = q_{vf} \times (t_0/t_f) \times (p_f/p_0) \dots\dots\dots (5)$$

式中， q_{vf} ：燃料在溫度 t_f 和壓力 p_f 時之體積流率(m³/s)

t_0 ：參考溫度(288.15 K)

t_f ：在試驗條件下的氣體燃料溫度(K)

p_f ：在試驗條件下的氣體燃料壓力(kPa)

p_0 ：參考壓力(101.325 kPa)

8.2.2 液體燃料

$$q_{ml} = q_{vl0} \times \rho_{l0} \dots\dots\dots (6)$$

式中， q_{ml} ：液體燃料的質量流率(kg/s)

q_{vl0} ：在參考條件下液體燃料之體積流率(m³/s)

ρ_{l0} ：在參考條件下液體燃料之密度(kg/m³)

8.2.3 回流氣體

$$q_{mrh} = q_{vrh0} \times \rho_{h0} \dots\dots\dots (7)$$

式中， q_{mrh} ：氫氣在回流氣體中的質量流率(kg/s)

q_{vrh0} ：依照式(8)計算在參考條件下氫氣在回流氣體中的體積流率(m³/s)

ρ_{h0} ：在參考條件下之氫氣密度(kg/m³)

$$q_{vrh0} = q_{vro} \times x_{rh} \dots\dots\dots (8)$$

式中， q_{vro} ：依照式(9)計算在參考條件下回流氣體的體積流率(m³/s)

x_{rh} ：回流氣體中的氫氣莫耳分率

$$q_{vro} = q_{vr} \times (t_0/t_r) \times (p_r/p_0) \dots\dots\dots (9)$$

式中， q_{vr} ：回流氣體在溫度 t_r 和壓力 p_r 時之體積流率(m³/s)

t_0 ：參考溫度(288.15 K)

t_r ：在試驗條件下回流氣體之溫度(K)

p_r ：在試驗條件下回流氣體之壓力(kPa)

p_0 ：參考壓力(101.325 kPa)

8.2.4 輸入蒸氣

$$q_{ms} = q_{vs0} \times \rho_{s0} \dots\dots\dots (10)$$

式中， q_{ms} ：蒸氣的質量流率(kg/s)

q_{vs0} ：依照式(11)計算在參考條件下蒸氣的體積流率(m³/s)

ρ_{s0} : 在參考條件下之蒸氣密度(kg/m³)

$$q_{vso} = q_{vs} \times (t_0/t_s) \times (p_s/p_0) \dots\dots\dots (11)$$

式中， q_{vs} : 蒸氣在溫度 t_s 和壓力 p_s 時之體積流率(m³/s)

t_0 : 參考溫度(288.15 K)

t_s : 在試驗條件下的蒸氣溫度(K)

p_s : 在試驗條件下的蒸氣壓力(kPa)

p_0 : 參考壓力(101.325 kPa)

8.2.5 氣體氫氣輸出

$$q_{mh} = q_{vho} \times \rho_{h0} \dots\dots\dots (12)$$

式中， q_{mh} : 氫氣在富氫氣體中的質量流率(kg/s)

q_{vho} : 依照式(13)計算在參考條件下氫氣在富氫氣體中的體積流率(m³/s)

ρ_{h0} : 在參考條件下之氫氣密度(kg/m³)

$$q_{vho} = q_{vhr0} \times x_h \dots\dots\dots (13)$$

式中， q_{vhr0} : 依照式(14)計算在參考條件下富氫氣體的體積流率(m³/s)

x_h : 富氫氣體中的氫氣莫耳分率

$$q_{vhr0} = q_{vhr} \times (t_0/t_h) \times (p_h/p_0) \dots\dots\dots (14)$$

式中， q_{vhr} : 富氫氣體在溫度 t_h 和壓力 p_h 時之體積流率(m³/s)

t_0 : 參考溫度(288.15 K)

t_h : 在試驗條件下富氫氣體的溫度(K)

p_h : 在試驗條件下富氫氣體的壓力(kPa)

p_0 : 參考壓力(101.325 kPa)

8.3 燃料、蒸氣及氫氣能量計算

8.3.1 概述

能量的輸入和輸出應由以下的方程式計算：

以下的方程式，可使用熱卡計方法(參見 5.2.2.3)測定熱值，取代由流體成分計算的熱值。

8.3.2 氣體燃料的輸入能量

單位時間氣體燃料的輸入能量(Q_{inf})應以下式計算：

$$Q_{inf} = (E_{fv}/M_o) \times q_{vf0} \dots\dots\dots (15)$$

式中， Q_{inf} : 單位時間氣體燃料的輸入能量(kJ/s)

E_{fv} : 依照式(16)計算的氣體燃料能量(kJ/mol)

M_o : 在參考溫度($t_0=288.15$ K)之理想氣體的參考莫耳體積
(2.3645×10^{-2} m³/mol)

q_{vf0} : 依照式(5)計算在參考條件下氣體燃料的體積流率(m³/s)

已知成分的混合物於溫度 t_f 和壓力 p_f 下氣體燃料單位體積的能量 (E_{fv})，應以下式計算：

$$E_{fv} = Q_{f0} + h_f - h_{f0} + E_{pf} \dots \dots \dots (16)$$

式中， Q_{f0} ：依照式(17)計算在參考條件下氣體燃料的熱值(kJ/mol)

h_f ：依照式(18)計算在溫度 t_f 下氣體燃料的比焓(kJ/mol)

h_{f0} ：在參考溫度 t_0 下氣體燃料的比焓(kJ/mol)

E_{pf} ：依照式(20)計算氣體燃料的壓力能量(kJ/mol)

氣體燃料在參考條件下的熱值 (Q_{f0})，應以下式計算：

$$Q_{f0} = \sum_{j=1}^N x_j \cdot Q_{f0j} \dots \dots \dots (17)$$

式中， Q_{f0j} ：在參考條件下氣體燃料成分 j 的熱值(kJ/mol)

x_j ：氣體燃料成分 j 的莫耳分率

備考：表 C.1 提供 Q_{f0j} 的值。

在溫度 t_f 下氣體燃料的比焓 (h_f)，應以下式計算：

$$h_f = \sum_{j=1}^N x_j h_{fj} \dots \dots \dots (18)$$

式中， x_j ：氣體燃料成分 j 的莫耳分率

h_{fj} ：依照式(19)計算在溫度 t_f 下氣體燃料成分 j 之比焓(kJ/mol)

在溫度 t_f 下氣體燃料成分 j 的比焓 (h_{fj})，應以下式計算：

$$h_{fj} = [(A_{fj} \times t_f) + (B_{fj}/2,000) \times t_f^2 + (C_{fj}/3 \times 10^6) \times t_f^3] \times 10^{-3} \dots (19)$$

式中， A_{fj} 、 B_{fj} 和 C_{fj} ：氣體燃料成分 j 的常數，參見附錄 C 之工作表 1

t_f ：氣體燃料在試驗條件下的溫度(K)

在參考溫度 t_0 下氣體燃料之比焓 (h_{f0}) 應由式(18)計算，除了溫度要變更為參考溫度 t_0 。

氣體燃料的壓力能量 (E_{pf})，應以下式計算：

$$E_{pf} = R \times t_0 \times \ln(p_f/p_0) \dots \dots \dots (20)$$

式中， R ：氣體常數 (8.314×10^{-3} kJ/mol K)

t_0 ：參考溫度 (288.15 K)

p_f ：在試驗條件下氣體燃料的壓力 (kPa)

p_0 ：參考壓力 (101.325 kPa)

8.3.3 液體燃料的輸入能量

單位時間液體燃料的輸入能量 (Q_{ini}) 應以下式計算：

$$Q_{inl}=E_{lv}\times q_{vl0} \dots\dots\dots (21)$$

式中， Q_{inl} ：單位時間液體燃料的輸入能量(kJ/s)

E_{lv} ：依照式(22)計算在溫度 t_1 下單位體積的液體燃料能量(kJ/m³)

q_{vl0} ：液體燃料在參考條件下的體積流率(m³/s)

於溫度 t_1 下單位體積之液體燃料的能量(E_{lv})，應以下式計算：

$$E_{lv}=\rho_l\times Q_{ll} \dots\dots\dots (22)$$

式中， ρ_l ：液體燃料在溫度 t_1 下的密度(kg/m³)

Q_{ll} ：液體燃料在溫度 t_1 下測得的熱值(kJ/kg)

8.3.4 回流氣體中氫氣的輸入熱值

單位時間回流氣體中氫氣輸入能量 Q_{ret} (kJ/s)應以下式計算：

$$Q_{ret}=(E_{rv}/M_o)\times q_{vr0} \dots\dots\dots (23)$$

式中， Q_{ret} ：單位時間回流氣體中氫氣的輸入能量(kJ/s)

E_{rv} ：依照式(24)計算回流氣體中氫氣能量(kJ/mol)

M_o ：在參考溫度($t_0=288.15$ K)下理想氣體的參考莫耳體積
(2.3645×10^{-2} m³/mol)

q_{vr0} ：依照式(9)計算在參考條件下回流氣體的體積流率(m³/s)

已知成分的混合物於溫度 t_r 和壓力 p_r 下單位體積之回流氣體中氫氣的能量(E_{rv})，應以下式計算：

$$E_{rv}=x_{rh}(Q_{h0}+h_r-h_0+E_{pr}) \dots\dots\dots (24)$$

式中， x_{rh} ：回流氣體中氫氣之莫耳分率

Q_{h0} ：在參考條件下氫氣之熱值(kJ/mol)

h_r ：依照式(25)計算在溫度 t_r 下氫氣之比焓(kJ/mol)

h_0 ：在參考溫度 t_0 下氫氣之比焓(kJ/mol)

E_{pr} ：依照式(26)計算回流氣體中氫氣的壓力能量(kJ/mol)

備考：表 C.1 提供 Q_{h0} 的值。

在溫度 t_r 下之氫氣之比焓(h_r)，應以下式計算：

$$h_h=[(A_h\times t_r)+(B_h/2,000)\times t_r^2+(C_h/3\times 10^6)\times t_r^3]\times 10^{-3} \dots (25)$$

式中， A_h 、 B_h 和 C_h ：常數，參見附錄 C 之工作表 1

t_r ：回流氣體在試驗條件下的溫度(K)

在參考溫度 t_0 下氫氣之比焓(h_0)應由式(25)計算，除了溫度要變更為參考溫度 t_0 。

回流氣體中氫氣的壓力能量(E_{pr})，應以下式計算：

$$E_{pr}=R\times t_0\times \ln(p_{pr}/p_0) \dots\dots\dots (26)$$

式中， R ：氣體常數(8.314×10^{-3} kJ/mol K)

t_0 : 參考溫度(288.15 K)

p_{pr} : 在試驗條件下回流氣體中氫氣分壓(kPa)

p_0 : 參考壓力(101.325 kPa)

8.3.5 蒸氣的輸入能量

單位時間蒸氣的輸入能量(Q_{st})應以下式計算：

$$Q_{st}=E_{sv}\times q_{vs0} \dots\dots\dots (27)$$

式中， Q_{st} : 單位時間蒸氣的輸入能量(kJ/s)

E_{sv} : 依據 IAPWS-IF97 計算在溫度 t_s 和壓力 p_s 下單位體積的蒸氣能量 (kJ/m³)

q_{vs0} : 依據式(11)計算在參考條件下的蒸氣體積流率(m³/s)

8.3.6 富氫氣體中氫氣的能量輸出

單位時間於富氫氣體中氫氣的能量輸出(Q_{out})應以下式計算：

$$Q_{out}=(E_{hv}/M_0)\times q_{vhr0} \dots\dots\dots (28)$$

式中， Q_{out} : 單位時間於富氫氣體中氫氣的能量輸出(kJ/s)

E_{hv} : 依照式(29)計算於富氫氣體中氫氣的能量(kJ/mol)

M_0 : 在參考溫度($t_0=288.15$ K)下理想氣體的參考莫耳體積 (2.3645x10⁻² m³/mol)

q_{vhr0} : 依照式(14)計算在參考條件下富氫氣體的體積流率(m³/s)

已知成分的混合物於溫度 t_h 和壓力 p_h 下於富氫氣體中氫氣單位體積的能量 (E_{hv})，應以下式計算：

$$E_{hv}=x_h(Q_{h0}+h_h-h_0+E_{ph}) \dots\dots\dots (29)$$

式中， x_h : 於富氫氣體中氫氣的莫耳分率

Q_{h0} : 在參考條件下氫氣之熱值(kJ/mol)

h_h : 依照式(30)計算在溫度 t_h 下氫氣之比焓(kJ/mol)

h_0 : 在參考溫度 t_0 下氫氣之比焓(kJ/mol)

E_{ph} : 依照式(31)計算於富氫氣體中氫氣的壓力能量(kJ/mol)

備考：表 C.1 提供 Q_{h0} 的值。

在溫度 t_h 下氫氣之比焓(h_h)，應以下式計算：

$$h_h=[(A_h\times t_h)+(B_h/2,000)\times t_h^2+(C_h/3\times 10^6)\times t_h^3]\times 10^{-3} \quad (30)$$

式中， A_h 、 B_h 和 C_h : 常數，參見附錄 C 之工作表 1

t_h : 富氫氣體的溫度(K)

在參考溫度 t_0 下氫氣之比焓(h_0)應由式(30)計算，除了溫度要變更為參考溫度 t_0 。於富氫氣體中氫氣的壓力能量(E_{ph})，應以下式計算：

$$E_{ph}=R \times t_0 \times \ln(p_{ph}/p_0) \dots\dots\dots (31)$$

式中， R ：氣體常數($8.314 \times 10^{-3} \text{kJ/mol K}$)

t_0 ：參考溫度(288.15 K)

p_{ph} ：在試驗條件下於富氫氣體中氫氣之分壓(kPa)

p_0 ：參考壓力(101.325 kPa)

8.4 效率計算

由於不同團體之不同觀點，各自採用不同定義的效率方程式。附錄 D 提供兩個代表性定義之方程式。

列於附錄 D 之不同定義的效率方程式，也可以由製造商和客戶協議後採用。

9. 試驗報告

9.1 概述

試驗報告應正確、清楚和客觀地呈現足夠的資訊以證明達成所有的試驗目標。定義三種型式的試驗報告：摘要報告(參見 9.2)、詳細報告(參見 9.3)及完整報告(參見 9.4)。每一種型式的報告應含有相同的主題頁和內容一覽表。

主題頁應呈現以下資訊：

- (a) 報告編號(選項)；
- (b) 報告類型(摘要、詳細或完整)；
- (c) 報告撰寫人；
- (d) 執行試驗單位；
- (e) 報告日期；
- (f) 試驗地點；
- (g) 試驗主題；
- (h) 試驗日期；
- (i) 氫氣產生器的識別和製造商名稱；
- (j) 若適用，依據參考氣體表(附錄 E)試驗所使用的燃料類型；
- (k) 依照本標準的試驗程序。

9.2 摘要報告

摘要報告至少應包含受測氫氣產生器的銘牌資訊。專有資訊得不包含於摘要報告中。摘要報告應包含以下的資訊：

- (a) 試驗目標；
- (b) 試驗、設備和儀器的說明；
- (c) 一般試驗資料：
 - 在最高和最低氫氣額定輸出時之系統輸入，包括許可差；
 - 在最高和最低氫氣額定輸出時之系統輸出，包括許可差；
 - 系統的斜坡速率(若不同，則指明上升和下降)；
 - 在最高和最低氫氣額定輸出時之平均壓力。
- (d) 附加每一試驗結果的信賴度和不確定度；
- (e) 適宜的結論。

9.3 詳細報告

除了摘要報告包含的資訊之外，詳細報告應包括以下資訊：

- (a) 全部的試驗結果；
- (b) 氫氣產生器的型式和運轉架構及表示試驗邊界的運轉流程圖；
- (c) 設備和儀器的安排、配置及運轉條件的敘述；
- (d) 參考的計算方法；
- (e) 結果以表列和圖形呈現；
- (f) 試驗和結果的討論(如評論和觀察)；
- (g) 除了本標準描述外之試驗方法的敘述。

9.4 完整報告

除了詳細報告包含的資訊之外，完整報告應包括原始資料頁複本。原始資料頁除了量測資料外，應包含以下資訊：

- (a) 試驗日期和時間；
- (b) 試驗使用儀器之型號和測量準確度；
- (c) 環境試驗條件；
- (d) 執行試驗人員的姓名和資格；
- (e) 依照 6.4 之完整且詳細的不確定度分析
- (f) 燃料分析的結果。

附錄 A
(參考)
符號和定義

表 A.1 提供本標準使用之符號及其定義，此表也提供本文件方程式中使用的單位。

表 A.1 符號

符號	定義	單位
電流		
I_{in}	輸入電功率的電流	A
密度		
ρ_{f0}	在參考條件的氣體燃料密度	kg/m ³
ρ_{l0}	在參考條件的液體燃料密度	kg/m ³
ρ_l	在溫度 t_l 的液體燃料密度	kg/m ³
ρ_{ho}	在參考條件的氫氣密度	kg/m ³
ρ_{s0}	在參考條件的蒸氣密度	kg/m ³
電功率		
P_{in}	由外部電源輸入電功率之有效功率(包含直流電)	W
能量		
E_{fv}	氣體燃料的能量	kJ/mol
E_{lv}	在溫度 t_l 時單位體積液體燃料的能量	kJ/ m ³
E_{pf}	氣體燃料的壓力能量	kJ/mol
E_{rv}	於回流氣體中氫氣的能量	kJ/mol
E_{pr}	於回流氣體中氫氣的壓力能量	kJ/mol
E_{sv}	在溫度 t_s 和壓力 p_s 時，單位體積蒸氣的能量	kJ/ m ³
E_{hv}	於富氫氣體中氫氣的能量	kJ/mol
E_{ph}	於富氫氣體中氫氣的壓力能量	kJ/mol
Q_{in}	單位時間燃料輸入的能量	kJ/s
Q_{inf}	單位時間氣體燃料輸入的能量	kJ/s
Q_{inl}	單位時間液體燃料輸入的能量	kJ/s
Q_{ret}	單位時間於回流氣體中氫氣輸入的能量	kJ/s
Q_{st}	單位時間蒸氣輸入的能量	kJ/s
Q_{out}	單位時間於富氫氣體中氫氣輸出的能量	kJ/s

表 A.1 符號(續)

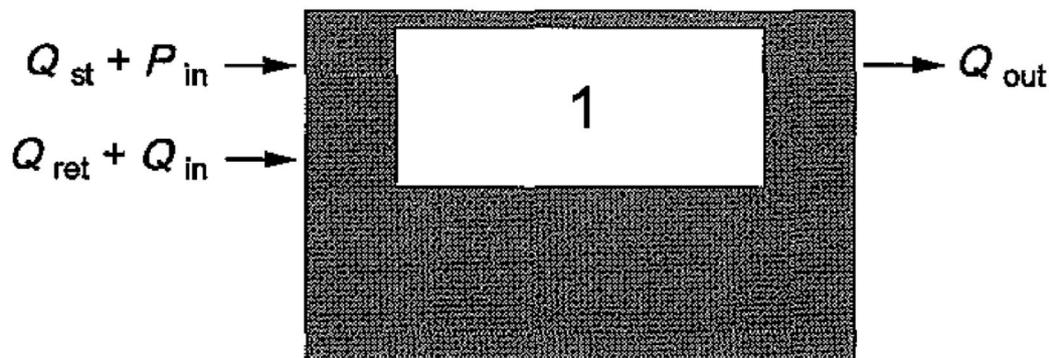
符號	定義	單位
熱值		
Q_{f0}	氣體燃料在參考條件的熱值	kJ/mol
Q_{h0}	氫氣在參考條件的熱值	kJ/mol
Q_{f0j}	氣體燃料成分 j 在參考條件的熱值	kJ/mol
質量流率		
q_{mf}	氣體燃料的質量流率	kg/s
q_{ml}	液體燃料的質量流率	kg/s
q_{ms}	蒸氣的質量流率	kg/s
q_{mh}	於富氫氣體中氫氣的質量流率	kg/s
q_{mrh}	於回流氣體中氫氣的質量流率	kg/s
莫耳分率		
x_{rh}	於回流氣體中氫氣的莫耳分率	—
x_h	於富氫氣體中氫氣的莫耳分率	—
x_j	氣體燃料成分 j 的莫耳分率	—
功率因數		
η	效率	—
η_h	效率	—
壓力		
p_0	參考壓力	kPa
p_f	氣體燃料的壓力	kPa
p_r	於試驗條件的回流氣體壓力	kPa
p_s	於試驗條件的蒸氣壓力	kPa
p_h	於試驗條件的富氫氣體壓力	kPa
p_{pf}	於試驗條件的回流氣體中氫氣分壓	kPa
p_{ph}	於試驗條件的富氫氣體中氫氣分壓	kPa
比焓		
h_r	在溫度 t_r 時氫氣的比焓	kJ/mol
h_f	在溫度 t_f 時氣體燃料的比焓	kJ/mol
h_{fj}	在溫度 t_f 時氣體燃料成分 j 的比焓	kJ/mol
h_{f0}	在參考溫度 t_0 時氣體燃料的比焓	kJ/mol
h_h	在溫度 t_h 時氫氣的比焓	kJ/mol

h_0	在參考溫度 t_0 時氫氣的比焓	kJ/mol
-------	--------------------	--------

表 A.1 符號(續)

符號	定義	單位
溫度		
t_0	參考溫度	K
t_r	於試驗條件的回流氣體溫度	K
t_s	於試驗條件的蒸氣溫度	K
t_f	於試驗條件的氣體燃料溫度	K
t_l	於試驗條件的液體燃料溫度	K
t_h	於試驗條件的富氫氣體溫度	K
電壓		
V_{in}	輸入電功率的電壓	V、kV
體積流率		
q_{vf}	在溫度 t_f 和壓力 p_f 時，氣體燃料的體積流率	m^3/s
q_{vf0}	在參考條件時氣體燃料的體積流率	m^3/s
q_{vl0}	在參考條件時液體燃料的體積流率	m^3/s
q_{vr}	在溫度 t_r 和壓力 p_r 時，回流氣體的體積流率	m^3/s
q_{vr0}	在參考條件時回流氣體的體積流率	m^3/s
q_{vrh0}	在參考條件時回流氣體中氫氣的體積流率	m^3/s
q_{vs}	在溫度 t_s 和壓力 p_s 時，蒸氣的體積流率	m^3/s
q_{vs0}	在參考條件時蒸氣的體積流率	m^3/s
q_{vh0}	在參考條件時，於富氫氣體中氫氣的體積流率	m^3/s
q_{vhr}	在溫度 t_h 和壓力 p_h 時，富氫氣體的體積流率	m^3/s
q_{vhr0}	在參考條件時富氫氣體的體積流率	m^3/s

圖 A.1 為關於氫氣產生器能量輸入/輸出。



圖例

1 氫氣產生器系統

圖 A 能量輸入/輸出

附錄 B

(規定)

不確定度分析指引

B.1 概述

當報告物理量測量的結果時，得給予結果品質若干的定量表示，使得使用時能夠分析其可靠度。所以，不確定度分析為氫氣產生器性能試驗不可缺少的。不確定度可以在試驗前及/或試驗後分析。

建議進行試驗前不確定度分析。試驗前不確定度分析容許於試驗前採取矯正措施，其可將不確定度降低至與整個試驗目標一致之適當值或可降低試驗成本而仍然得到適當的試驗不確定度。

試驗後之不確定度分析為強制的。不確定度分析將使用經驗資料以決定氫氣產生器性能的不確定度。此不確定度應和性能值一齊表示。

本附錄作為試驗前和試驗後不確定度計算的指引並以範例解說氫氣生產參數的不確定度分析，其僅提供為規定目的，不做為明確的試驗結果。本標準的使用者得閱讀、了解及依循 ISO/IEC GUIDE -98-3，以完成正確的不確定度分析。

B.2 準備

氫氣產生器性能測量的不確定度分析(例如，氫氣生產效率)，可由不同參數的不確定度以及氫氣產生器的性能計算。

每一參數的測量為真值加上總測量誤差之結合。總測量誤差包括系統誤差和隨機誤差。

參數的總不確定度為系統誤差和隨機誤差組合成的不確定度。

為降低氫氣產生器性能測量的不確定度，得降低系統不確定度和隨機不確定度。

為降低系統不確定度，建議使用較高準確性的儀器，因為儀器的準確性(校驗不確定度)視為系統不確定度，需要仔細的選擇儀器。

為降低隨機不確定度，得調查試驗程序、試驗條件和資料蒐集方法。隨機不確定度以 2 倍標準差做評估(2σ 涵蓋 95 %之信賴區間)。執行性能試驗之前需要仔細的做試驗規劃。

參數的測量應儘可能同時進行，使用自動化的設備協助記錄資料，以確保同步資料組合。對於性能試驗的試驗條件得為穩態。

測量的變動(短期和長期的變化)和穩態試驗條件，得由執行性能試驗之前的初步試驗加以確認。穩態定義於 6.2。試驗的持續時間得依照長期參數測量的變動決定。試驗的持續時間得包含至少一個循環的長期變動。

於試驗持續時間，每個參數獨立資料點得至少測量 30 筆，以得到資料的標準差。每一資料組得取測量值(如電壓的測量)之平均或用累積值除以測量時間(如燃料流率)。

為保持資料點的獨立性，資料組之間的時間隔也要求最少 1 分鐘。

B.3 基本假設

本附錄的指引以 ISO/IEC GUIDE-98-3 為基礎。此指引簡化用於氫氣產生器，使用與其設計一致的假設以及由本標準規定之良好的試驗實務。

基本假設包含以下：

假設所有系統的不確定度來源，以常態分佈和涵蓋於 95 %信賴區間之 2σ 評估。系統不確定度定義為試驗程序中保持固定誤差的評估。系統不確定度評估(B)得考量校驗誤差、儀器安裝影響(如溫度探針之輻射)及輸入資料(例如，整個試驗過程中，氣體性質不連續測量的試驗協定部分)。

對於所有的參數至少取得 30 筆獨立資料點。若一或多筆資料點取得少於 30 筆，需要另外做計算，詳閱 ISO/IEC GUIDE-98-3。

所有隨機不確定度來源假設為常態分佈和涵蓋於 95 %信賴區間之 $2S_x$ 評估。

總不確定度(U_{95})為系統不確定度(B)和隨機不確定度(S_x)之組合，使用下式得到：

$$U_{95} = [B^2 + (2S_x)^2]^{1/2}$$

其相當於

$$U_{95} = 2[(B/2)^2 + (S_x)^2]^{1/2}$$

B.4 一般分析程序

逐步計算的程序如下：

定義測量過程

檢討試驗目標和試驗持續時間。

若需要，應進行初步的試驗以決定試驗的持續時間。

列出所有獨立測量參數及其標稱值。

列出所有會影響每一參數之校驗和儀器設定。

得檢查會同時影響 2 個或更多測量結果之測量系統組件的不確定度(相關的不確定度)。

定義獨立測量參數和試驗結果之間的功能關係，使用本標準提供之氫氣產生器性能計算方程式。

對於所有參數所有可能的試驗不確定度來源製作完整和詳盡的一覽表，列出基本誤差源。

計算或指定每一參數之絕對的系統和隨機不確定度。

絕對的系統不確定度(B_i)由每一參數的標稱值乘上校驗準確度計算。

絕對的隨機不確定度($2S_{xi}$)為參數的 2 倍標準差。

擴充每一參數之系統和隨機不確定度。

獨立參數的系統和隨機不確定度，得使用下式分別以所有方式擴充至最終結果。

$$B_R = \left[\sum (\theta_i B_i)^2 \right]^{1/2}$$

$$2S_R = \left[\sum (\theta_i 2S_{xi})^2 \right]^{1/2}$$

式中， B_R ：系統不確定度的結果

$2S_R$ ：隨機不確定度的結果

敏感因子(\square_i)的計算，由定義在(a)(4)之功能關係進行微分方式或擾動方式之計算。

使用下式計算總不確定度，結合系統和隨機不確定度以得到總不確定度。

$$U_{R95} = \left[(B_R)^2 + (2S_R)^2 \right]^{1/2}$$

依照本標準 9 製作報告。

附錄 C

(參考)

燃料熱值計算

表 C.1 天然氣視為理想氣體在各種燃燒參考條件下之成分的熱值

	成分	莫耳低熱值 (kJ/mol)	莫耳高熱值 (kJ/mol)	質量低熱值 (kJ/kg)	質量高熱值 (kJ/kg)
1	甲烷	802.69	891.56	50.035	55.574
2	乙烷	1428.84	1562.14	47.52	51.95
3	丙烷	2043.37	2221.1	46.34	50.37
4	正丁烷	2657.6	2879.76	45.72	49.55
5	異丙烷	2648.42	2870.58	45.57	49.39
6	正戊烷	3272.00	3538.6	45.35	49.04
7	2-甲基丁烷	3265.08	3531.68	45.25	48.95
8	2,2-二甲基丙烷	3250.83	3517.43	45.06	48.75
9	正己烷	3887.21	4198.24	45.11	48.72
10	2-甲基戊烷	3879.59	4190.62	45.02	48.43
11	3-甲基戊烷	3882.19	4193.22	45.05	48.66
12	2,2-二甲基丁烷	3869.80	4180.83	44.91	48.51
13	2,3-二甲基丁烷	3877.57	4188.6	45.00	48.6
14	正庚烷	4501.72	4857.18	44.93	48.47
15	正辛烷	5116.11	5516.01	44.79	48.29
16	正壬烷	5731.49	6175.82	44.69	48.15
17	正癸烷	6346.14	6834.9	44.6	48.04
18	乙烯	1323.24	1412.11	47.17	50.34
19	丙烯	1926.13	2059.43	45.77	48.94
20	1-丁烯	2540.97	2718.7	45.29	48.46
21	順-2-丁烯	2534.2	2711.9	45.17	48.33
22	反-2-丁烯	2530.5	2708.3	45.1	48.27
23	2-甲基丙烯	2524.3	2702.00	44.99	48.16
24	1-戊烯	3155.59	3377.75	44.99	48.16
25	丙二烯	1855.09	1943.96	46.3	48.52
26	1,2-丁二烯	2461.82	2595.12	45.51	47.98
27	1,3-丁二烯	2408.8	2542.1	44.53	47.00
28	乙炔	1256.94	1301.37	48.27	49.98
29	環戊烷	3100.03	3322.19	44.2	47.37

表 C.1 (續)

	成分	莫耳低熱值 (kJ/mol)	莫耳高熱值 (kJ/mol)	質量低熱值 (kJ/kg)	質量高熱值 (kJ/kg)
30	甲基環戊烷	3705.86	3912.46	44.03	47.2
31	乙基環戊烷	4320.92	4631.95	44.01	47.17
32	環己烷	3689.42	3956.02	43.84	47.01
33	甲基環己烷	4293.06	4604.09	43.72	46.89
34	乙基環己烷	4911.49	5266.95	43.77	46.94
35	苯	3169.56	3302.86	40.58	42.28
36	甲苯	3772.08	3949.81	40.94	42.87
37	乙基苯	4387.37	4609.53	41.33	43.42
38	鄰-二甲苯	4376.48	4598.64	41.22	43.31
39	甲醇	676.22	765.09	21.1	23.88
40	甲硫醇	1151.41	1240.28	23.93	25.78
41	氫氣	241.72	286.15	119.91	141.95
42	水	0	44.433	0	2.47
43	硫化氫	517.95	562.38	15.2	16.5
44	氨	316.86	383.51	18.61	22.52
45	氰酸	649.5	671.7	24.03	24.85
46	一氧化碳	282.91	282.91	10.1	10.1
47	硫化羰	548.15	548.15	9.12	9.12
48	二硫化碳	1104.32	1104.32	14.5	14.5

備考：表中的值取自 ISO 6976:1995 之表 3 和表 4。

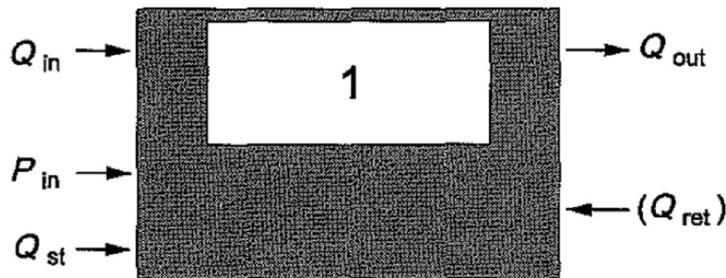
附錄 D

(規定)

氫氣產生器效率的定義

D.1 概述

圖 D.1 顯示氫氣產生器系統能量的進出，表 A.1 提供符號的定義，且於 8 提供符號數值的計算。



圖例

1 氫氣產生器系統

圖 D.1 能量的流入和流出

氫氣產生器系統的效率，由氫氣產生器系統能量的進出計算。

由不同的觀點有數種不同的效率方程式。兩個代表性定義的方程式示於 D.2 和 D.3。

D.2 能源效率

氫氣產生器系統的能源效率(η_{hc})之定義如下式：

$$\eta_{hc} = Q_{out} / (Q_{in} + Q_{st} + P_{in})$$

分母為輸入氫氣產生器系統之總能量，分子為自氫氣產生器系統輸出之氫氣能量。

D.3 燃料效率

氫氣產生器系統的燃料效率(η_{hf})之定義如下式：

$$\eta_{hf} = Q_{out} / Q_{in}$$

分母為輸入氫氣產生器系統的燃料能量，分子為自氫氣產生器系統輸出之氫氣能量。

若氫氣產生器系統使用其產生的部分氫氣，氫氣能量 Q_{ret} 不加入分母，但是從分子扣除。此代表性範例為氫氣產生器系統結合燃料電池，其使用來自燃料電池未反應的廢氫氣作為燃料處理系統中燃燒器之燃料。

備考：其他與上述不同的效率方程式，可由製造商定義，與用戶取得協議之後也能使用。

表 E.1 天然氣的參考氣體

	A1	A2	G25	B1	B2	G20	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2	N1	N2	N4	N5	K4	J1	J2	J3	J4	G1	G2
CH ₄	66,2	67,2	86,0	63,0	82,4	100,0	65,1	74,9	75,6	97,2	88,9	71,7	92,0	85,70	90,65	90,50	90,35	89,57	90,00	89,6	88,9	87,50	89,2	83,4	72,0
C ₂ H ₆	5,0	1,7	0,0	11,7	0,0	0,0	8,3	3,3	11,7	0,0	10,0	15,0	1,7	13,30	4,0	4,0	4,0	5,0	6,0	5,6	6,8	5,9	4,6	6,7	13,3
C ₃ H ₈	0,7	3,3	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	3,3	0,7	1,3	0,0	2,7	6,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,4	3,1	5,3	2,7	4,7	5,3
C ₄ H ₁₀	0,2	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,7	1,0	0,5	0,2	0,0	0,3	0,2	0,2	n-0,3 i-0,3	n-0,3 i-0,3	n-0,15 i-0,3	n-0,3 i-0,3	n-0,2 i-0,2	1,4	1,2	1,2	3,4	1,5	1,3
C ₅ H ₁₂	0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	neo-0,0 n-0,1 i-0,1	neo-0,0 n-0,15 i-0,15	neo-0,15 n-0,15 i-0,15	neo-0,1 n-0,1 i-0,1	neo-0,0 n-0,2 i-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,9
C ₆₊	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,03	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
CO ₂	7,8	10,0	0,0	5,6	2,2	0,0	5,6	1,1	8,9	1,1	1,1	3,3	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
N ₂	20,0	17,8	14,0	17,8	13,3	0,0	15,6	15,6	2,2	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	2,5	2,5	2,5	2,5	1,2	0,0	0,0	0,1	0,1	2,2	4,4
LHV (kWh ³)	7,84	7,86	8,13	8,89	9,01	9,45	9,66	9,58	10,19	10,21	10,65	10,77	11,19	11,26	—	—	—	—	—	11,29	11,29	11,56	11,58	11,92	11,96
LHV (MJ/m ³)	28,21	28,30	29,25	32,01	32,43	34,02	34,77	34,48	36,76	36,68	38,34	38,77	40,30	40,55	—	—	—	—	—	40,64	40,66	41,63	41,69	42,93	43,07
LHV (kWh ³)	8,69	8,71	9,03	9,84	9,99	10,49	10,67	10,59	11,30	11,31	11,81	11,90	12,39	12,47	—	—	—	—	—	12,51	12,51	12,80	12,82	13,17	13,20
LHV (MJ/m ³)	31,27	31,36	32,49	35,41	35,96	37,78	38,40	38,14	40,67	40,72	42,51	42,85	44,90	44,90	—	—	—	—	—	45,02	45,03	46,07	46,15	47,42	47,50

表 E.2 丙烷氣的參考氣體

	JP1	1A	1B	1C	1D	1E	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D	3E	3F	3G	3H	G30
C ₂ H ₆	0,8	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C ₃ H ₈	98,0	100,0	90,0	90,0	80,0	80,0	70,0	70,0	60,0	60,0	50,0	50,0	40,0	40,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
C ₄ H ₁₀	1,2	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	75,0	80,0	95,0	100,0	n-50 i-50
LHV (kWh/m ³)	25,37	25,94	25,96	26,80	26,82	27,65	27,68	28,51	28,53	29,36	29,38	30,22	30,24	31,07	31,95	32,78	33,66	34,49	32,25
LHV (MJ/m ³)	91,35	93,38	93,47	96,46	96,55	99,54	99,63	102,62	102,71	105,70	105,78	108,77	108,86	111,85	115,02	118,01	121,17	124,16	116,09
HHV (kWh/m ³)	27,56	28,22	28,25	29,14	29,14	30,06	30,09	30,98	31,00	31,90	31,92	32,82	32,84	33,73	34,68	35,57	36,52	37,41	34,94
HHV (MJ/m ³)	99,22	101,58	101,69	104,90	105,00	108,21	108,31	111,52	111,62	114,83	114,92	118,13	118,23	121,44	124,85	127,06	131,47	134,68	125,81

附錄 E
(規定)
參考氣體

E.1 概述

表 E.1 和表 E.2 讓用戶可以進行採用自有的天然氣測得之性能與製造商廣告宣稱的性能之間做比較。當製造商和愈來愈多的用戶以不同的天然氣測試相同的設備(並發表其測試結果),調整因子的資料庫可逐漸建立以區別不同的天然氣。最後,新的用戶得由參照最接近的參考氣體,能夠為其特別氣體成分找出調整因子而修正廣告的性能。

E.2 天然氣和丙烷氣之參考氣體

表 E.1 提供 14 種天然氣之參考氣體,表 E.2 提供 17 種丙烷氣之參考氣體。

報告中得提及使用的試驗氣體之最接近的參考氣體。

天然氣配送系統一般包含各種的硫化物當做氣味劑,例如主要的硫化物:四氫噻吩(tetrahydrothiophene)、硫化氫、二乙基硫(DES)、甲基乙基硫(MES)、二甲基硫(DMS)、甲基硫醇(MM)、異丙基硫醇(IPM)、叔丁硫醇(TBM)、異丁基硫醇(IBM)、2-丁基硫醇(SBM)等。

參考資料

- [1] ISO 6976:1995, Natural gas – Calculation of calorific values, density, relative density and Wobbe index from composition
- [2] ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- [3] IEC 62282-3-2, Fuel cell technologies – Part 3-2: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods
- [4] IAPWS-IF97, International Association for the Properties of Water and Steam, Release on the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam, 1997
- [5] JANAF Thermochemical Tables (ed. SKULL, D.R. and PROPHET, H.), NSRDS-NBS 37, 1965, 1971

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>)
