

# 中華民國國家標準

## C N S

### 真空技術－詞彙－第 3 部：全壓 及分壓真空計

Vacuum technology – Vocabulary –  
Part 3: Total and partial pressure  
vacuum gauges

CNS 草制  
1130384:2024

中華民國 年 月 日制定公布  
Date of Promulgation: - -

中華民國 年 月 日修訂公布  
Date of Amendment: - -

本標準非經經濟部標準檢驗局同意不得翻印



目錄

節次	頁次
前言 .....	2
1. 適用範圍 .....	3
2. 用語及定義 .....	3
附錄 A (參考)全壓真空計之樹狀圖 .....	10
參考資料 .....	11
名詞對照 .....	11

## **前言**

本標準係依據 2014 年發行之第二版 ISO 3529-3，不變更技術內容，制定成為中華民國國家標準。

本標準係依照標準法之規定，經國家標準審查委員會審定，由主管機關公布之中華民國國家標準。

依標準法第四條之規定，國家標準採自願性方式實施，但經各該目的事業主管機關引用全部或部分內容為法規者，從其規定。

本標準並未建議所有安全事項，使用本標準前應適當建立相關維護安全與健康作業，並且遵守相關法規之規定。

本標準之部分內容，可能涉及專利權、商標權與著作權，主管機關及標準專責機關不負責任何或所有此類專利權、商標權與著作權之鑑別。

## 1. 適用範圍

本標準提供全壓及分壓真空計之定義，其為 **CNS ISO 3529-1** 及 **CNS ISO 3529-2** 之延續，前者定義真空技術中所使用的一般用語，後者提供真空泵與相關用語之定義。此等計量儀表(**gauge**)用語之定義，其由過去至今皆非常重要，且通常有商品可提供，或其物理原理至今依然重要。

## 2. 用語及定義

下列用語及定義適用於本標準。

備考：全壓真空計之樹狀圖，參照圖 A.1。

### 2.1 一般用語

#### 2.1.1 壓力計(**pressure gauge**)

供量測氣體或蒸氣壓力之計量儀表，其壓力可大於、等於或小於現行大氣壓力。

#### 2.1.2 真空計(**vacuum gauge**)

供量測低於現行大氣壓力之氣體或蒸氣壓力之計量儀表。

備考 1. 真空計為壓力計的一子集合。

備考 2. 某些常用真空計類型，實際上並不量測壓力(以作用於表面之力表示)，而是在特定條件下量測與壓力相關之其他物理量。

##### 2.1.2.1 儀表頭(**gauge head**)

<某些計量儀表類型之儀表頭>其為計量儀表之一部分，其中包含壓敏元件並直接連接至真空系統。

##### 2.1.2.1.1 裸儀表(**nude gauge**)

無外殼(**envelope**)之儀表頭。

備考：在此情況下，壓敏元件直接插入真空系統。

##### 2.1.2.2 控制單元(**control unit**)

控制器(**controller**)

<某些計量儀表類型之控制單元或控制器>計量儀表之一部分，包含計量儀表運作所需的電源及所有電路。

##### 2.1.2.2.1 指示器(**indicator**)

指示單元(**indicator unit**)

<某些計量儀表類型之指示器或指示單元>計量儀表之一部分，用於指示輸出信號，通常依比例以壓力單位表示。

### 2.2 真空計之一般分類

#### 2.2.1 壓差真空計(**differential vacuum gauge**)

同時量測在靈敏分隔元件兩側之壓力差的真空計，靈敏分隔元件如撓性隔膜或可移動的分隔液體。

#### 2.2.2 絕對真空計(**absolute vacuum gauge**)

可僅藉由量測物理量以決定壓力之真空計。

### 2.2.3 全壓真空計(total pressure vacuum gauge)

量測氣體或氣體混合物全壓力之真空計。

### 2.2.4 分壓真空計(partial pressure vacuum gauge)

分壓分析儀(partial pressure analyser)

量測由氣體混合物中電離成分衍生之電流的真空計。

備考 1.此等電流代表具不同比例常數之不同成分的分壓。

備考 2.有時該計量儀表亦稱為“殘餘氣體分析儀”。由於該用語僅表徵分壓分析儀之數種可能應用之一，因此宜避免使用。

## 2.3 真空計特性

### 2.3.1 量測範圍(measurement range)

<真空計之量測範圍>真空計之量測範圍指在讀數處於指定的量測不確定性限界內的最小及最大壓力間之範圍。

備考：對某些計量儀表類型而言，此範圍取決於氣體的本質。在此情況下，應指定氮氣的壓力量測範圍。

### 2.3.2 靈敏度(sensitivity)

靈敏度係數(sensitivity coefficient)

<對給定壓力之靈敏度或靈敏度係數>真空計指示之信號改變量除以對應的壓力改變量，且若適當，除以與壓力無關的參數。

備考：對某些計量儀表類型而言，其靈敏度取決於氣體之本質。在此情況下，應指定對氮氣的靈敏度。

### 2.3.3 相對靈敏度因子(relative sensitivity factor)

<對指定氣體的真空計之相對靈敏度因子>在相同壓力及相同操作條件下，真空計對該氣體之靈敏度除以真空計對氮氣的靈敏度。

### 2.3.4 電離靈敏度(ionization sensitivity)

<對給定氣體之電離靈敏度>離子電流之改變量除以對應的壓力改變量。

### 2.3.5 等效氮氣壓力(equivalent nitrogen pressure)

<一氣體作用於真空計之等效氮氣壓力>產生相同真空計讀數之氮氣壓力。

### 2.3.6 X 射線限界(X-ray limit)

<電離計之 X 射線限界>在無 X 射線效應下獲取相同計量儀表讀值之純氮氣壓力，其主要由離子收集器發射之光電子引起的殘留電流所產生。

備考：對藉由交叉電磁場放電之電離真空計，X 射線限界通常不顯著。

## 2.4 全壓真空計

### 2.4.1 基於機械現象之真空計

#### 2.4.1.1 液位壓力計(liquid level manometer)

一種絕對壓差壓力計，通常為 U 形管，其中靈敏元件為可移動之分隔液體(如汞)。

備考：壓差係藉由量測液位差獲得。

**2.4.1.2 彈性元件計(elastic element gauge)**

一種壓差真空計，其中撓性隔板為一彈性元件。

示例：波登計、隔膜計及電容式隔膜計等。

備考：壓差可藉由量測彈性元件之位移(直接法)或補償其位移所需的力(零位法(zero method))來決定。

**2.4.1.2.1 波登計(Bourdon gauge)**

一種彈性元件計，其中彈性元件為一繞成螺線(spiral)或螺旋線(helix)之管。

**2.4.1.2.2 隔膜計(diaphragm gauge)****膜片計(membrane gauge)**

一種彈性元件計，其中彈性元件為一片在兩側有壓力差時，會改變形狀之膜片。

示例：一例為壓阻計，其中對膜片施加之力藉由壓電元件進行量測。其他尚有電容式隔膜計(2.4.1.2.3)及共振矽計(resonant silicon gauge)。

**2.4.1.2.3 電容式隔膜計(capacitance gauge)**

一種隔膜壓力計，其中膜片為電容器之一部分。

備考：電容式隔膜計亦稱為“電容式壓力計”。

**2.4.1.3 壓縮計(compression gauge)****麥克勞計(McLeod gauge)**

一種真空計，其中已知體積之氣體在待測壓力下依已知比率壓縮(例：藉由液柱的移動，如汞)，然後測得由此生成之較高壓力。

備考：若此較高壓力由液位壓力計量測，對一符合理想氣體定律的氣體而言，**此計為絕對真空計**。

**2.4.1.4 壓力天平(pressure balance)****活塞計(piston gauge)**

一種絕對真空計，其中待測壓力被適當地施加至已知橫截面積之精準匹配的活塞-氣缸總成上，所產生的力與一組已知質量所受的重力比較，或藉由測力計量測。

備考：若該活塞與包圍之氣缸彼此相對旋轉，此種活塞計被稱為“旋轉活塞計”或“旋轉壓力天平”。

**2.4.2 基於氣體輸送現象之真空計****2.4.2.1 黏度計(viscosity gauge)**

以作用在表面上的黏性力關係，來決定壓力的真空計。

示例 石英摩擦計、音叉計、遞減計(decreeement gauge)及分子拖曳計。

備考：此黏度計係基於與壓力相依之氣體黏度。

**2.4.2.1.1 自旋轉子計(spinning rotor gauge)**

一種黏度計，其中該表面為一在真空套管(thimble)中被磁懸浮之自旋轉子，

量測轉子的相對減速率。

備考：在高真空中，轉子之減速係由轉子向氣體分子轉移動量，且在較高壓力下，再加上氣體摩擦(黏性力)效應。

#### 2.4.2.1.2 石英摩擦真空計(quartz friction vacuum gauge)

石英音叉共振頻率取決於壓力之黏度計。

#### 2.4.2.2 熱傳導計(thermal conductivity gauge)

一種真空計，其中以維持在不同溫度之 2 固定元件的表面間之熱能轉移關係決定壓力。

示例 皮冉尼計、熱電偶計、熱敏電阻計及雙金屬計。

備考：此壓力計係基於與壓力相依之氣體熱傳導性。

##### 2.4.2.2.1 熱電偶計(thermocouple gauge)

一種熱傳導計，其中被加熱元件之溫度由附著在其上的熱電偶量測獲得。

##### 2.4.2.2.2 皮冉尼計(Pirani gauge)

一種熱傳導計，其中被加熱元件為提供能量給元件之惠斯登電橋的一部分，並量測該元件之電阻或消耗功率。

備考：被加熱元件通常為一條導線，可保持在恆定溫度下，並量測與壓力相依之所需加熱功率。此為皮冉尼計最準確之量測原理。另一方式為，加熱功率(如皮冉尼之原始設計)或電流保持恆定，且使用電橋中之補償電流作為壓力的度量。

##### 2.4.2.2.3 熱敏電阻計(thermistor gauge)

一種熱傳導計，其中被加熱元件為具高比電阻係數之半導體。

##### 2.4.2.2.4 熱分子計(thermo-molecular gauge)

一種真空計，其中藉由量測氣體分子撞擊維持在不同溫度下之固定表面的淨動量轉移率，以決定壓力。

示例：克努森計及反磁懸浮計(diamagnetic levitation)。

備考：與氣體分子之平均自由徑相比，該尺度應非常小。

#### 2.4.3 基於氣體電離現象之真空計

##### 2.4.3.1 電離真空計(ionization vacuum gauge)

藉由量測在受控條件下電離而在氣體中產生的離子電流，決定分子密度之真空計。

備考：壓力與氣體密度直接相關。

##### 2.4.3.2 交叉場電離計(crossed filed ionization gauge)

在交叉電場與磁場中藉由冷陰極放電產生離子的電離真空計。

備考：此種真空計以前被定義為“冷陰極計”。由於可使用類似冷陰極之場發射陰極或奈米碳管等作為發射陰極，因此導入新用語。

##### 2.4.3.2.1 潘寧計(Penning gauge)



具磁鐵並具特殊電極幾何形狀之交叉場電離計。

備考：其一電極由 2 相連之平行圓盤組成。另一電極(常為陽極)通常為環形，放置在圓盤間並與之平行。磁場垂直於圓盤。

#### **2.4.3.2.2 磁控管計(magnetron gauge)**

一種交叉場電離計，其電極配置成同軸圓柱，陰極位於內部，且軸向磁場與電場垂直。

#### **2.4.3.2.3 倒置磁控管計(inverted magnetron gauge)**

一種交叉場電離計，其電極配置成同軸圓柱，陽極位於內部，且軸向磁場與電場垂直。

#### **2.4.3.3 陰極發射電離計(emitting cathode ionization gauge)**

電子由陰極發射而導致氣體電離之電離真空計。

備考：陰極通常為一條熱線，亦可為電子場發射器或奈米碳管等。

##### **2.4.3.3.1 熱陰極電離計(hot cathode ionization gauge)**

電子由被加熱陰極發射而導致氣體電離之電離真空計。

##### **2.4.3.3.2 三極管計(triode gauge)**

具傳統三極管結構之陰極發射電離計，其中燈絲位於軸向，以柵極(grid)作為陽極，而屏極(plate)作為與其同心的離子收集器。

##### **2.4.3.3.3 高壓力電離計(high pressure ionization gauge)**

與傳統三極管計之壓力範圍相比，其壓力範圍朝中真空範圍移位之陰極發射電離計。

備考：此主要藉由減小電極間距來實現。

##### **2.4.3.3.4 巴雅-愛伯特計(Bayard-Alpert gauge)**

一種陰極發射電離計，其中藉由使用軸向配置在圓柱形格柵中的細離子收集器線，且陰極固裝在格柵外部，從而降低 X 射線限界。

##### **2.4.3.3.5 調變器計(modulator gauge)**

配備調變器電極之巴雅－愛伯特型陰極發射電離計，其中當施加至調變器計之電位改變時，可藉由量測離子收集器電流之效應，估計殘餘電流(包括任何 X 射線電流)。

##### **2.4.3.3.6 抑制器計(suppressor gauge)**

一種陰極發射電離計，其中在離子收集器附近固裝一抑制器電極，以降低 X 射線限界，促使從離子收集器發射的任何二級電子返回收集器。

##### **2.4.3.3.7 提取器計(extractor gauge)**

一種陰極發射電離計，其中使用一條短而細的金屬線作為離子收集器，軸向坐落於圓柱形隔柵外之護罩內，從而降低 X 射線限界及由電子刺激解吸取所形成的離子之影響，故可由電離區域提取離子。

##### **2.4.3.3.8 離子能量分析計(ion energy analysing gauge)**

一種陰極發射電離計，其中根據其能量進行離子分析，以分離在真空計內自由空間中形成之離子及表面上形成的離子。

示例 赫爾默計(Helmer gauge)、離子光譜計、軸對稱傳輸計及彎束電離計(bent beam gauge)。

備考：此種陰極發射電離計主要設計用於低 UHV 量測。

#### 2.4.3.3.9 軌旋管電離計(orbitron gauge)

一種陰極發射電離計，其中電子被射入以使其以長路徑沿軌道運行，從而增加每一電子產生的離子數。

備考：電子射入發生在圓柱形離子收集器與同軸細導線間之靜電場。低電子電流降低 X 射線及解吸取離子之效應。

#### 2.4.3.3.10 熱陰極磁控管計(hot cathode magnetron gauge)

##### 拉弗蒂計(Lafferty gauge)

一種具被加熱陰極之陰極發射電離計，其類似在截止條件下運行的簡單圓柱形磁控管，其中使用磁場來延長電子路徑，從而增加所產生之離子數。

### 2.5 分壓真空計

#### 2.5.1 質譜儀(mass spectrometer)

一種能分離具不同質量/電荷比的電離粒子並量測個別離子電流之儀器。

備考：質譜儀可用為真空計，以量測特定氣體之分壓，亦可作為對特殊搜尋氣體敏感的洩漏偵測器，或可用作分析儀器，以決定氣體混合物之組成百分比。質譜儀的類型藉由分離離子之方法進行區分。

#### 2.5.2 有形電場

##### 2.5.2.1 射頻質譜儀(radio frequency mass spectrometer)

一種質譜儀，其中離子沿直線路徑行進，並被加速通過一系列交替連接至射頻振盪器之格柵開口而進入一靜電場中，此靜電場僅允許在射頻場中加速之離子到達收集器。

##### 2.5.2.2 四極質譜儀(quadrapole mass spectrometer)

一種質譜儀，其中離子被軸向射入一由 4 電極(通常為棒狀)組成之四極透鏡中，施加臨界比例的射頻及直流電場至電極，以便僅出現具一定質量對電荷比之離子。

##### 2.5.2.3 單極質譜儀(monopole mass spectrometer)

一種質譜儀，其中一 V 形電極與對齊對稱配置的單一棒狀電極，提供類似四極質譜儀中之一象限的場組態，離子被射入至 V 形電極角落附近，以便僅出現具一定質量對電荷比(取決於電場)之離子。

##### 2.5.2.4 離子阱質譜儀(ion trap mass spectrometer)

一種質譜儀，其中離子在適當形狀的靜電場、電磁場、高頻電場或高頻電磁場中振盪，然後藉由對依其個別質量/電荷比，將離子展現至引起路徑不穩定性

的電場中，使其分離並導向偵測器。

### 2.5.3 交叉電磁場

#### 2.5.3.1 磁偏轉質譜儀(magnetic deflection mass spectrometer)

一種將加速離子在磁場的作用下分離成不同圓弧之質譜儀。

#### 2.5.3.2 雙聚焦質譜儀(double focusing mass spectrometer)

一種質譜儀，其中離子藉由徑向靜電場及扇形磁場之接續作用而分離，使得 2 分析器中的速度彌散為相反且近似相等。

#### 2.5.3.3 次擺線聚焦質譜儀(trochoidal mass spectrometer)

一種質譜儀，其中離子藉由交叉之電場及磁場而被分離，離子在電場及磁場中循不同的擺線路徑，並依其質量/電荷比前往不同的焦點。

#### 2.5.3.4 迴旋質譜儀(omegatron mass spectrometer)

一種質譜儀，其中由於相互垂直之射頻電場及穩定磁場提供的迴旋加速器共振效應，離子藉由循半徑持續增大的螺線路徑分離。

### 2.5.4 飛行時間

#### 2.5.4.1 飛行時間質譜儀(time of flight mass spectrometer)

一種質譜儀，其中具相同能量之離子或中性粒子，依其在已知長度的漂移空間中的速度而隨時間彌散。

##### 2.5.4.1.1 反射電場質譜儀(reflectron mass spectrometer)

包含一具延遲電場之區段，使離子反向的飛行時間質譜儀。

##### 2.5.4.1.2 威利-麥克拉倫質譜儀(Wiley-McLaren mass spectrometer)

包含脈衝式雙格柵離子源之飛行時間質譜儀，以補償暫時及初始動能分布。

附錄 A

(參考)

全壓真空計之樹狀圖

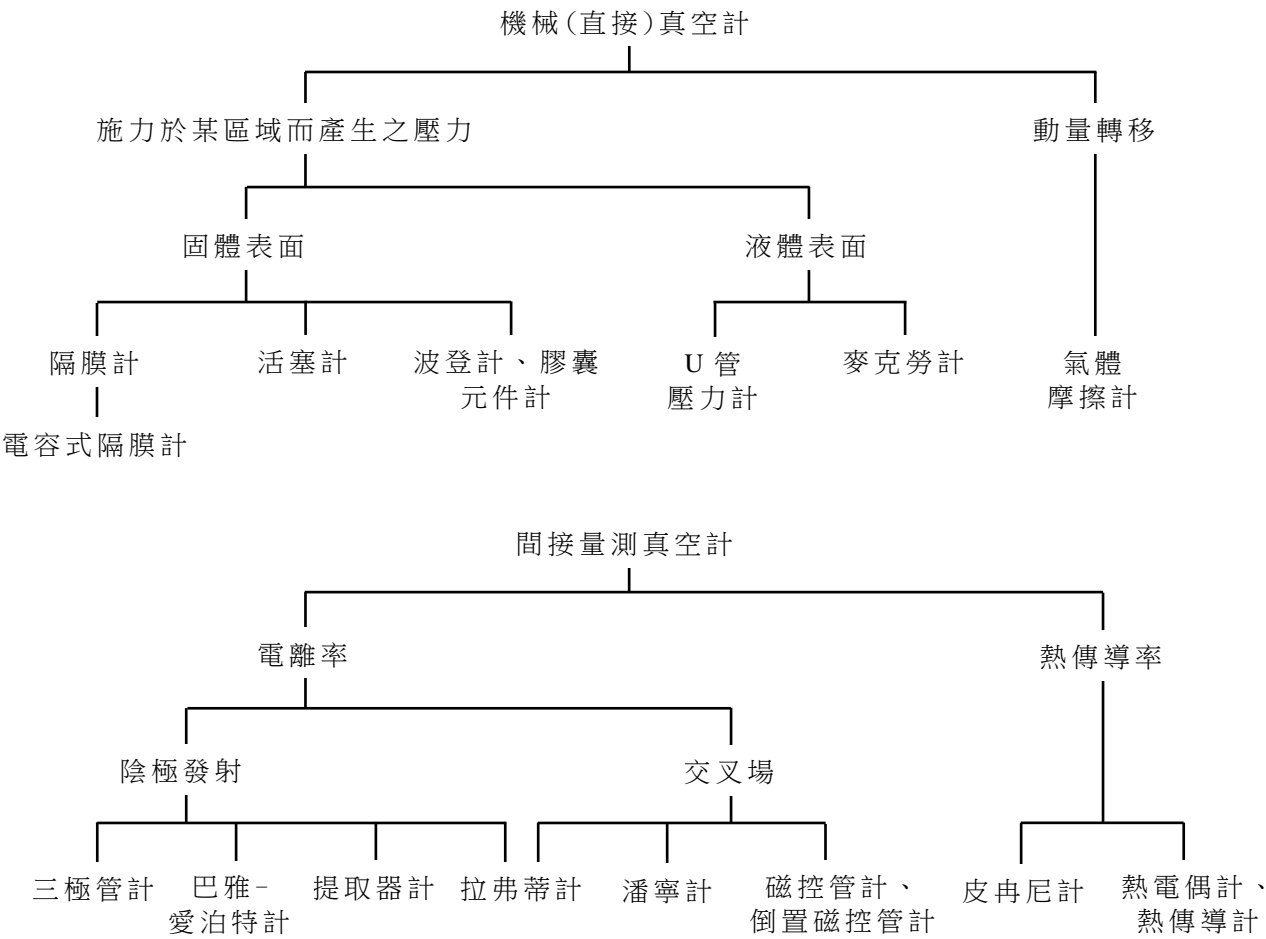


圖 A.1 全壓式真空計之樹狀圖<sup>[1]</sup>

## 參考資料

- [1] JOUSTEN K. ed. Handbook of Vacuum Technology. 1012 pgs., 2008, Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co KGaA. Reproduced with permission

## 名詞對照

bent beam gauge	彎束電離計
decrement gauge	遞減計
envelope	外殼
gauge	計量儀表
grid	柵極
helix	螺旋線
Helmer gauge	赫爾默計
plate	屏極
resonant silicon gauge	共振矽計
spiral	螺線
thimble	套管
zero method	零位法

## 相對應國際標準

ISO 3529-3:2014 Vacuum technology – Vocabulary – Part 3: Total and partial pressure vacuum gauges