

壓力感測器的工作原理分析 及其類型解析

本文詳細介紹了壓力感測器的定義、命名規則、測量類型、測量技術，以及常用的幾種類型。

■文：Ryan Smoot

壓力感測器是一個電子零組件，負責監控或檢測氣體或液體壓力（力），並將這些資訊轉換成可用來監測或調節該力的電訊號。要進一步討論壓力感測器，有必要從一些基本定義開始。壓力是指氣體或液體在單位表面積上施加的力的大小。公式 $P=F/A$ 給出了壓力 (P)、力 (F) 和面積 (A) 之間的關係。傳統的壓力單位是帕斯卡，定義為每平方米一牛頓 (N)。壓力也可以描述為阻礙流體膨脹所需的力。

壓力感測器採用的技術有許多種（下文將進行討論），每種技術都將最終決定特定壓力感測器的工作方式。儘管當今的很多壓力感測器可以與各種液體和氣體搭配使用，但有些更粘稠或緻密的液體（紙漿、瀝青、原油等等），可能需要使用訂製的壓力感測器。但有一種壓力感測器適用於幾乎任何場景。

解決命名混亂的問題

基本上，壓力感測器、壓力換能器和壓力變送器的功能大體相當，因此這幾個術語經常互換使用，它們之間的主要區別在於輸出訊號。

壓力感測器會感測壓力的大小，並產生與所施加力的大小相對應的輸出訊號。壓力換能器將檢測到的力轉換成連續電壓輸出 (V)，而壓力變送器則將檢測到的力轉換成電流輸出

(mA)。

在通常情況下，壓力感測器可以使用許多名稱，例如壓力換能器、壓力變送器、壓力發送器、壓力指示器、壓強計和壓力計。無論採用哪種名稱，使用這些裝置的目的都是為了在各種應用中監測和調節壓力，也可用來測量其他變數，例如液體／氣體流量、高度和水位。

壓力測量類型

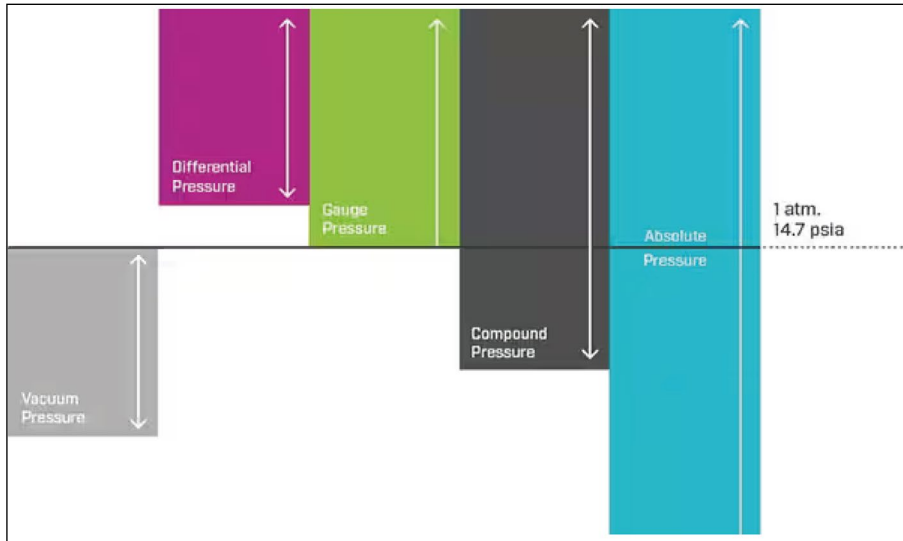
在壓力測量和壓力感測器領域，必須瞭解很多術語，以確保實現最佳的系統性能和測量精度。您的應用所使用的特定壓力感測器類型會對這些因素產生重大影響，因為壓力通常是相對於某個參考值（例如海平面的大氣壓力）測得的。

一個關鍵術語是“量表壓力”，即相對於當地環境壓力或大氣壓力測得的壓力值。指示的壓力不是高於就是低於當地大氣壓力。

另一個重要術語是“絕對壓力”，即相對於零壓或真空參考值的測得的壓力值。無論在哪個位置測量，使用絕對壓力感測器獲得的測量結果都是一樣的。

“差壓”是指系統中的兩個不同點之間的壓力差，通常用來計算管道內的液體或氣體流量。

圖 1：各種壓力測量值之間的關係圖示。



圖片來源：CUI Devices

“真空壓力”測量的是相對於環境壓力或當地大氣壓力的負壓範圍。

最後，“混合壓力”是指正負壓或真空的測量值，基本上是“量表壓力”與“真空壓力”的結合體。

常用的壓力測量技術

壓力的檢測、理解和測量，最早可以追溯到 16 世紀晚期伽利略和 17 世紀中葉托里切利的開創性工作。波登管是史上第一款壓力計，於 1849 年問世，此後直到 1930 年才誕生第一款電輸出壓力換能器。隨著半導體技術的興起，用來檢測這一基本力的技術大量湧現。下面簡要介紹了主要的壓力測量技術及其應用：

- 電容式：檢測電容器板之間的膜片受壓彎曲引起的電容變化。
- 感應式：檢測與磁芯相連膜片的微小偏轉，此偏轉會導致磁芯中發生線性運動。這種運動會改變感應電流，並轉換成電訊號。
- 光學式：利用光源和感測器進行測量，光源會隨著壓力增大而逐漸被遮擋，感測器用來

產生與光線變化成比例的訊號。光纖感測器也可以用來測量由壓力引起的光線路徑和相位的變化。

■ 壓電式：當外部壓力作用於石英或陶瓷材料時，這些材料會產生與壓縮量成比例的可變電荷。壓阻技術利用材料在拉伸時的電阻變化來測量壓力。

■ 電位式：利用電阻裝置（電位計）和連接到波登管的滑臂進行測量。滑臂隨著壓力的變化而移動，電位

計根據力的大小產生一個相對訊號。

■ 諧振式：對帶有振弦的膜片施加的力會改變振弦的諧振頻率，這會被轉化成電訊號。

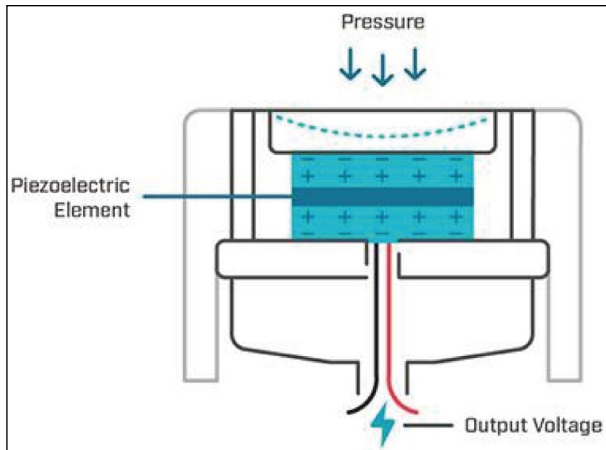
■ 應變計：將施加的力（壓力）轉換成隨施加的力波動的電阻變化，隨後即可測量此電阻值。

壓力感測器類型

要瞭解壓力感測器，回顧一下可以在設計中使用的各種感測器類型也很重要。下面是基本的壓力感測器類型：

- 膜片感測器：包含受壓時會變形的柔性圓形金屬薄片。
- 密封感測器：以海平面的大氣壓力做為參考壓力。
- 固態感測器：這些感測器沒有活動部件，使用半導體開關元件（例如場效應電晶體）來感應壓力。
- 應變計感測器：測量由外力引起的長度變化所產生的電阻，並將其轉化成電訊號。
- 薄膜感測器：顧名思義，這些感測器使用含有電阻元件的薄膜，當壓力導致薄膜的長度

圖 2：使用壓電膜片的壓力感測器範例。



圖片來源：CUI Devices

和厚度發生變化時，電阻會隨之改變。

- 真空感測器：用來測量低於大氣水平的壓力。通常情況下，這些感測器採用壓電技術，或者測量特定空間的氣體體積。
- 排氣式感測器：測量相對於環境氣壓的壓力。

最終設計考慮因素

根據上文介紹的壓力感測器技術、測量方法和類型，在為特定的設計指定壓力感測器時，需要記住下面這些最終選擇標準。第一個關鍵參數是工作壓力範圍，即製造商為元件正常工作規定的安全壓力範圍。工作溫度範圍、感測器在發生故障之前所能承受的最大壓力以及輸出類型（類比／數位）也是重要的考慮因素。此外，還應考慮輸出水平、精度和漂移、解析度、

電源電壓以及一些環境因素，例如溫度、濕度、壓力、液體接觸、輻射以及感測器與任何接收裝置之間的實體距離。透過考慮所有這些參數，可以為特定應用選擇合適的壓力感測器，以滿足必要的工作條件和性能要求。

總結

電氣工程師必須要瞭解，測量壓力並利用這些資料進程序控制和監控對很多行業（例如製造業和醫療保健行業）至關重要。為了確保產品和服務的品質和安全性，必須實現準確、可靠的壓力感測。隨著技術的進步，壓力感測器現在有各種類型、技術、尺寸、輸出和精度可供選擇。要為特定應用選擇正確的壓力感測器，需要仔細考慮工作參數，例如感測器類型、壓力範圍、溫度範圍、最大壓力、輸出類型、精度、解析度、電源電壓以及環境因素。

幸運的是，CUI Devices 推出了一系列壓電式壓力感測器，可以滿足這些要求。該公司的感測器具有多種壓力類型和工作範圍可供選擇，可實現靈活而準確的測量。

如文章所言，我們在使用壓力感測器進行系統設計時，常常會面臨如何選擇合適的元件的問題，這需要我們對不同壓力測量技術有所瞭解，而後根據關鍵工作參數進行選擇。相信透過本文詳細的分析和介紹，大家對壓力感測器有了更深的理解。CTA

COMPOTECHAsia 臉書

每週一、三、五與您分享精彩内容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>