

壓力感測器

簡介:

壓力傳感器是用於測量液體與氣體的壓強的傳感器。與其他傳感器類似，壓力傳感器工作時將壓力轉換為電信號輸出。

壓力傳感器在很多監測與控制應用中得到大量的使用。除了直接的壓力測量，壓力傳感器同時也可用於間接測量其他量，如液體/氣體的流量，速度，水面高度或者海拔高度。

常用的壓力感測器有電阻應變片壓力感測器、半導體應變片壓力感測器、壓阻式壓力感測器、電感式壓力感測器、電容式壓力感測器、諧振式壓力感測器及電容式加速度感測器，光纖壓力感測器等。應用最為廣泛的是壓阻式壓力感測器，它具有極低的價格和較高的精度以及較好的線性特性。

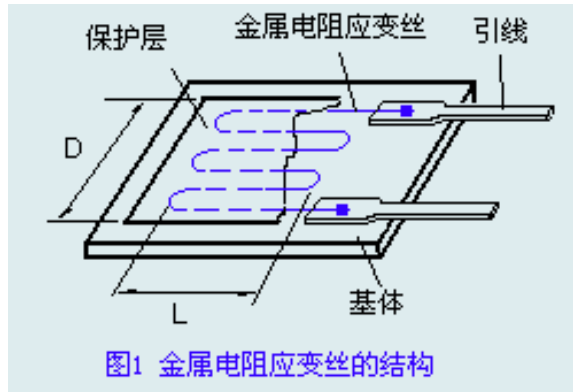
壓力感測器是使用最為廣泛的一種感測器。傳統的壓力感測器以機械結構型的器件為主，以彈性元件的形變指示壓力，但這種結構尺寸大、質量輕，不能提供電學輸出。隨著半導體技術的發展，半導體壓力感測器也應運而生。其特點是體積小、質量輕、準確度高、溫度特性好。特別是隨著 MEMS 技術的發展，半導體感測器向著微型化發展，而且其功耗小、可靠性高。

工作原理:

壓阻式應變壓力感測器的主要由電阻應變片按照惠斯通電橋原理組成。

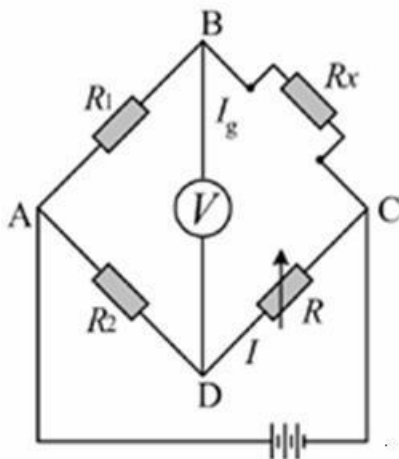
1.電阻應變片

一種將被測件上的應變變化轉換成為一種電信號的敏感器件。它是壓阻式應變感測器的主要組成部分之一。電阻應變片應用最多的是金屬電阻應變片和半導體應變片兩種。金屬電阻應變片又有絲狀應變片和金屬箔狀應變片兩種。通常是將應變片通過特殊的粘和劑緊密的粘合在產生力學應變基體上，當基體受力發生應力變化時，電阻應變片也一起產生形變使應變片的阻值發生改變，從而使加在電阻上的電壓發生變化。這種應變片在受力時產生的阻值變化通常較小，一般這種應變片都組成應變電橋，並通過後續的儀錶放大器進行放大，再傳輸給處理電路（通常是 A/D 轉換和 CPU）顯示或執行機構。



金屬電阻應變片的內部結構由基體材料、金屬應變絲或應變箔、絕緣保護片和引出線等部分組成。根據不同的用途，電阻應變片的阻值可以由設計者設計，但電阻的取值範圍應注意：阻值太小，所需的驅動電流太大，同時應變片的發熱致使本身的溫度過高，不同的環境中使用，使應變片的阻值變化太大，輸出零點漂移明顯，調零電路過於複雜。而電阻太大，阻抗太高，抗外界的電磁干擾能力較差。一般均為幾十歐至幾十千歐左右。

2. 惠斯通原理

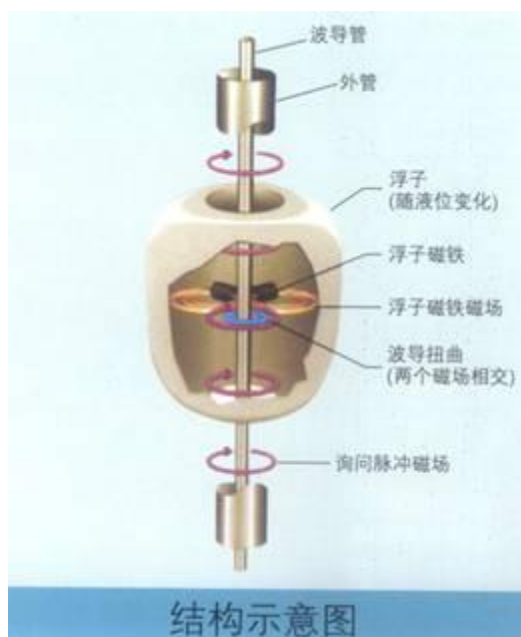


惠斯通電橋是採用比較法的思想對未知電阻進行測量的。測量時選擇一定的比例臂數值 (R_1/R_2) 並將電橋量的調整平衡，就可以將待測電阻 (R_x) 與標準電阻 (R_0) 進行比較，從而確定待測電阻的阻值。抗腐蝕的陶瓷壓力感測器沒有液體的傳遞，壓力直接作用在陶瓷膜片的前表面，使膜片產生微小的形變，厚膜電阻印刷在陶瓷膜片的背面，連接成一個惠斯通電橋(閉橋)，由於壓敏電阻的壓阻效應，使電橋產生一個與壓力成正比的高度線性、與激勵電壓也成正比的電壓信號，標準的信號根據壓力量程的不同標定為 2.0/3.0/3.3mV/V 等，可以和應變式感測器相兼容。通過激游標定，感測器具有很高的溫度穩定性和時間穩定性，感測器自帶溫度補償 0~70°C，並可以和絕大多數介質直接接觸。

3. 陶瓷型

瓷是一種公認的高彈性、抗腐蝕、抗磨損、抗衝擊和振動的材料。陶瓷的熱穩定特性及它的厚膜電阻可以使它的工作溫度範圍高達-40~135℃，而且具有測量的高精度、高穩定性。電氣絕緣程度>2kV，輸出信號強，長期穩定性好。高特性，低價格的陶瓷感測器將是壓力感測器的發展方向，在歐美國家有全面替代其它類型感測器的趨勢，在中國也越來越多的用戶使用陶瓷感測器替代擴散硅壓力感測器。

被測介質的壓力直接作用於感測器的膜片上（不鏽鋼或陶瓷），使膜片產生與介質壓力成正比的微位移，使感測器的電阻值發生變化，和用電子線路檢測這一變化，並轉換輸出一個對應於這一壓力的標準測量信號。



← 藍寶石型壓力感測器

利用應變電阻式工作原理，採用硅-藍寶石作為半導體敏感元件，具有無與倫比的計量特性。藍寶石系由單晶體絕緣體元素組成，不會發生滯后、疲勞和蠕變現象；藍寶石比硅要堅固，硬度更高，不怕形變；藍寶石有著非常好的彈性和絕緣特性（1000C 以內），因此，利用硅-藍寶石製造的半導體敏感元件，對溫度變化不敏感，即使在高溫條件下，也有著很好的工作特性；藍寶石的抗輻射特性極強；另外，硅-藍寶石半導體敏感元件，無 p-n 漂移，因此，從根本上簡化了製造工藝，提高了重複性，確保了高成品率。用硅-藍寶石半導體敏感元件製造的壓力感測器和變送器，可在最惡劣的工作條件下正常工作，並且可靠性高、精度高、溫度誤差極小、性價比高。

表壓壓力感測器和變送器由雙膜片構成：鈦合金測量膜片和鈦合金接收膜片。印刷有異質外延性應變靈敏電橋電路的藍寶石薄片，被焊接在鈦合金測量膜片上。被測壓力傳送到接收膜片上（接收膜片與測量膜片之間用拉杆堅固的連接

在一起)。在壓力的作用下，鈦合金接收膜片產生形變，該形變被硅-藍寶石敏感元件感知后，其電橋輸出會發生變化，變化的幅度與被測壓力成正比。

感測器的電路能夠保證應變電橋電路的供電，並將應變電橋的失衡信號轉換為統一的電信號輸出（0-5，4-20mA 或 0-5V）。在絕壓壓力感測器和變送器中，藍寶石薄片，與陶瓷基極玻璃焊料連接在一起，起到了彈性元件的作用，將被測壓力轉換為應變片形變，從而達到壓力測量的目的。

壓電效應是壓電感測器的主要工作原理，壓電感測器不能用於靜態測量，因為經過外力作用后的電荷，只有在回

路具有無限大的輸入阻抗時才得到保存。壓電感測器中主要使用的壓電材料包括有石英、酒石酸鉀鈉和磷酸二氫胺。其中石英（二氧化硅）是一種天然晶體，壓電效應就是在這種晶體中發現的，在一定的溫度範圍之內，壓電性質一直存在，但溫度超過這個範圍之後，壓電性質完全消失（這個高溫就是所謂的「居里點」）。由於隨著應力的變化電場變化微小（也就說壓電係數比較低），所以石英逐漸被其他的壓電晶體所替代。而酒石酸鉀鈉具有很大的壓電靈敏度和壓電係數，但是它只能在室溫和濕度比較低的環境下才能夠應用。磷酸二氫胺屬於人造晶體，能夠承受高溫和相當高的濕度，所以已經得到了廣泛的應用。現在壓電效應也應用在多晶體上，比如現在的壓電陶瓷，包括鈦酸鋇壓電陶瓷、PZT、鈦酸鹽系壓電陶瓷、鈦鎂酸鉛壓電陶瓷等等。

壓電感測器主要應用在加速度、壓力和力等的測量中。壓電式加速度感測器是一種常用的加速度計。它具有結構簡單、體積小、重量輕、使用壽命長等優異的特點。壓電式加速度感測器在飛機、汽車、船舶、橋樑和建築的振動和衝擊測量中已經得到了廣泛的應用，特別是航空和宇航領域中更有它的特殊地位。壓電式感測器也可以用來測量發動機內部燃燒壓力的測量與真空度的測量。也可以用於軍事工業，例如用它來測量槍炮子彈在膛中擊發的一瞬間的膛壓的變化和炮口的衝擊波壓力。它既可以用來測量大的壓力，也可以用來測量微小的壓力。壓電式感測器也廣泛應用在生物醫學測量中，比如說心室導管式微音器就是由壓電感測器製成的，因為測量動態壓力是如此普遍，所以壓電感測器的應用就非常廣泛。

壓力感測器 -常見故障

壓力感測器容易出現的故障主要有以下幾種：

第一種是壓力上去，變送器輸也上不去。此種情況，先應檢查壓力介面是否

漏氣或者被堵住，如果確認不是，檢查接線方式和檢查電源，如電源正常則進行簡單加壓看輸出是否變化，或者察看感測器零位是否有輸出，若無變化則感測器已損壞，可能是儀錶損壞或者整個系統的其他環節的問題；

第二種是加壓變送器輸出不變化，再加壓變送器輸出突然變化，泄壓變送器零位回不去，很有可能是壓力感測器密封圈的問題。常見的是由於密封圈規格原因，感測器擰緊之後密封圈被壓縮到感測器引壓口裡面堵塞感測器，加壓時壓力介質進不去，但在壓力大時突然沖開密封圈，壓力感測器受到壓力而變化。排除這種故障的最佳方法是將感測器卸下，直接察看零位是否正常，若零位正常可更換密封圈再試；

第三種是變送器輸出信號不穩。這種故障有肯是壓力源的問題。壓力源本身是一個不穩定的壓力，很有可能是儀錶或壓力感測器抗干擾能力不強、感測器本身振動很厲害和感測器故障；第四種是變送器與指針式壓力表對照偏差大。出現偏差是正常的現象，確認正常的偏差範圍即可；

最後一種易出現的故障是微差壓變送器安裝位置對零位輸出的影響。微差壓變送器由於其測量範圍很小，變送器中感測元件會影響到微差壓變送器的輸出。安裝時應使變送器的壓力敏感件軸向垂直於重力方向，安裝固定后調整變送器零位到標準值。

壓力感測器 -四個無法避免的誤差

在選擇壓力感測器的時候我們要考慮他的綜合精度，而壓力感測器的精度受哪些方面的影響呢？其實造成感測器誤差的因素有很多，下面我們注意說四個無法避免的誤差，這是感測器的初始誤差。

首先的偏移量誤差：由於壓力感測器在整個壓力範圍內垂直偏移保持恆定，因此變換器擴散和激光調節修正的變化將產生偏移量誤差。

其次是靈敏度誤差：產生誤差大小與壓力成正比。如果設備的靈敏度高於典型值，靈敏度誤差將是壓力的遞增函數。如果靈敏度低於典型值，那麼靈敏度誤差將是壓力的遞減函數。該誤差的產生原因在於擴散過程的變化。

第三是線性誤差：這是一個對壓力感測器初始誤差影響較小的因素，該誤差的產生原因在於矽片的物理非線性，但對於帶放大器的感測器，還應包括放大器的非線性。線性誤差曲線可以是凹形曲線，也可以是凸形曲線稱重感測器。

最後是滯后誤差：在大多數情形中，壓力感測器的滯后誤差完全可以忽略不計，因為矽片具有很高的機械剛度。一般只需在壓力變化很大的情形中考慮滯后誤差。

壓力感測器的這個四個誤差是無法避免的，我們只能選擇高精度的生產設備，利用高新技術來降低這些誤差，還可以在出廠的時候進行一點的誤差校準，盡最大的可能來降低誤差以滿足客戶的需要。

壓力感測器 -抗干擾措施

壓力感測器直接接觸或接近被測對象而獲取信息。壓力感測器與被測對象同時都處於被干擾的環境中，不可避免地受到外界的干擾。尤其是壓電式壓力感測器和電容式壓力感測器很容易受干擾。壓力感測器抗干擾措施一般從結構上下手。智能壓力感測器還可以從軟體上著手解決。

改進壓力感測器的結構，在一定程度上可避免干擾的引入，可有如下途徑：將信號處理電路與感測器的敏感元件做成一個整體，即一體化。這樣，需傳輸的信號增強，提高了抗干擾能力。同時，因為是一體化的，也就減少了干擾的引入；集成化感測器具有結構緊湊、功能強的特點，有利於提高抗干擾能力；智能化感測器可以從多方面在軟體上採取抗干擾措施，如數字濾波、定時自校、特性補償等措施。

壓力感測器一旦抗干擾性差容易受外界干擾，那麼它的價值就打了折扣，其應用範圍受到很大的限制。壓力感測器是感測器中應用最多的感測器之一，其廣泛應用在工業、農業以及服務業。在各種環境下都有應用，所以抗干擾性必須要相當可靠。目前壓力感測器已能適應很多環境在使用但是在有的環境中壓力感測器的抗干擾性還是不夠好，我們必須從多角度，結合高新科技來使得壓力感測器的抗干擾性進一步提高。

壓力感測器 -八大發展趨勢

一、壓力感測器產業化發展模式：要加速形成從感測器研究開發到大生產一條龍的產業化發展模式，走自主創新和國際合作相結合的跨越式發展道路，使中國成為世界感測器的生產大國。

二、感測器產品結構向全面、協調、持續發展。產品品種要向高技術、高附加值傾斜，尤其要填補「空白」品種。

三、企業生產規模（年生產能力）向規模經濟或適宜規模經濟發展，量大面廣的通用感測器的生產規模將以年億隻計，一些中檔感測器的生產規模將以年產1000萬隻（含以上）計；而一些高檔感測器和專用壓力感測器的生產規模將以年產幾十萬隻～幾百萬隻計。

四、生產格局向專業化發展。專業化生產的內涵為：1.生產感測器門類少而精；2.專門生產某一應用領域需要的某一類感測器系列產品，以獲得較高的市場佔有率；3.各感測器企業的專業化合作生產。

五、感測器大生產技術向自動化發展。感測器的門類、品種繁多，所用的敏感材料各異，決定了感測器製造技術的多樣性和複雜性，綜觀當前感測器工藝線的概況，多數工藝已實現單機自動化，但距離生產過程全自動化尚存在諸多困難，有待今後廣泛採用CAD、CAM及先進的自動化裝備和工業機器人，予以突破。

六、壓力感測器企業的重點技術改造應加強從依賴引進技術向引進技術的消

化吸收與自主創新的方向轉移。

七、企業經營要加快從國內市場為主向國內與國外兩個市場相結合的國際化方向跨越發展。

八、企業結構將向「大、中、小並舉」、「集團化、專業化生產共存」的格局發展。

壓力感測器的應用

主要應用在加速度、壓力和力等的測量中。壓電式加速度感測器是一種常用的加速度計。它具有結構簡單、體積小、重量輕、使用壽命長等優異的特點。

壓電式加速度感測器主要運用於飛機、汽車、船舶、橋樑和建築的振動和衝擊測量，特別是航空和宇航領域中更有它的特殊地位。壓電式感測器也可以用來測量發動機內部燃燒壓力的測量與真空度的測量。

也可以用於軍事工業，例如用它來測量槍炮子彈在膛中擊發的一瞬間的膛壓的變化和炮口的衝擊波壓力。它既可以用來測量大的壓力，也可以用來測量微小的壓力。

壓電式感測器也廣泛應用在生物醫學測量中，比如說心室導管式微音器就是由壓電感測器製成的，因為測量動態壓力是如此普遍，所以壓電感測器的應用就非常廣。

資料來源

<http://www.twword.com/wiki/%E5%A3%93%E5%8A%9B%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8>

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8E%8B%E5%8A%9B%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8>

<http://tw.wenbanzhu.com/%E5%8E%8B%E5%8A%9B%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8%E7%9A%84%E5%B7%A5%E4%BD%9C%E5%8E%9F%E7%90%86%E6%98%AF%E4%BB%80%E4%B9%88%EF%BC%8C%E5%B8%B8%E5%BA%94%E7%94%A8%E4%B%A%8E%E5%93%AA%E4%BA%9B%E6%96%B9%E9%9D%A2%EF%BC%9F>