



閥門的各類型簡介，及了解閥門的運作、應用方法

林良宏



一、閥門 Valves

從最基本的角度來說，閥門是用來控制、調節或引導系統或製程的流動的裝置。

由於閥門有許多不同的用途，因此它們有多種機械變化。在給定場景中使用適當的閥門意味著您的應用程式將平穩、安全地運行，從而最有效地實現預期目標。

然而，無論您是要控制流量，還是要為輸送液體、固體、氣體或介於兩者之間的任何物質的系統提供安全性。

閥門提供多種功能，包括：

- 根據閥門狀態啟動或停止流量。
- 調節管路系統內的流量和壓力。
- 控制管道系統內的流動方向。
- 管道系統內的節流流量。
- 透過釋放管路系統中的壓力或真空來提高安全性。

二、閥門結構與工作原理

雖然許多閥門實現了相似的目標，但它們的機械實現方式可能有所不同。

閥門的開啟和關閉方式不僅會影響整體性能，還會決定您對流量的控制程度以及閥門的運作速度。

1. 最常見類型的閥門都屬於以下三個主要類別之一：

1) 線性 **Linear**

2) 旋轉 **Rotary**

3) 自驅動 **Self-actuated**

1.1 線性閥 (**Linear Valves**)

線性閥門有兩種不同類型：多迴轉升桿閥(**Multi-turn rising stem**)和軸向閥(**Axial**)。雖然這兩種閥門類型都依賴於阻流器的線性運動，但它們在結構和操作上有很大不同。

- 多迴轉升桿閥 **Multi-turn rising stem** 透過連接到阻流器的螺桿（閥桿）的旋轉來移動阻流器，特別適用於控制應用。
- 軸向閥 **Axial** 使用氣動或電磁力使阻流器沿軸線滑動。其中一些例子是同軸閥和角座閥。這些閥門通常是快速動作(**Fast-acting**)的，僅用於開/關過程應用。

與其他類別的閥門相比，線性(**Linear**)閥門的循環時間往往比旋

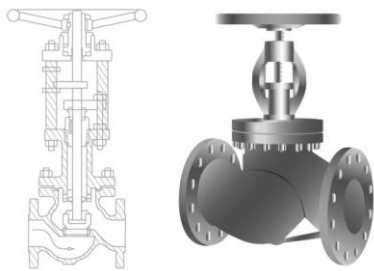
轉(Rotary)閥門更長。

1.1.1 多迴轉升桿閥(Multi-turn rising stem)

多迴轉閥通常用於流量控制應用，透過搖動手柄將阻塞元件移入流路來運作。這限制了管道系統內的流量。某些類型的多迴轉閥能夠以變速釋放或阻止流量。這些類型的閥門通常稱為控制閥。

多迴轉升桿閥的範例有截止閥、閘閥、針閥、隔膜閥。

a.截止閥 Globe Valves



截止閥適用於從流量控制到開/關操作的各種應用。

在這種類型的閥門中，流量控制不是由閥座開口的大小決定，而是由閥塞的升程（閥塞距閥座的距離）決定。截止閥的一大特點是，即使在部分開啟位置使用，與其他類型的手動閥相比，流體對閥座或閥塞造成損壞的風險也較小。在各種可用配置中，針型截止閥特別適合流量控制。

關於截止閥需要考慮的另一點是，由於通道是 S 形的，因此閥門上的壓力降比許多其他類型的閥門更大。閥門操作時間也較長，

因為閥桿必須轉動多次才能打開和關閉閥門，最終可能導致壓蓋密封（填料）洩漏。此外，必須注意不要將閥軸轉動得太遠，因為可能會損壞閥座表面。

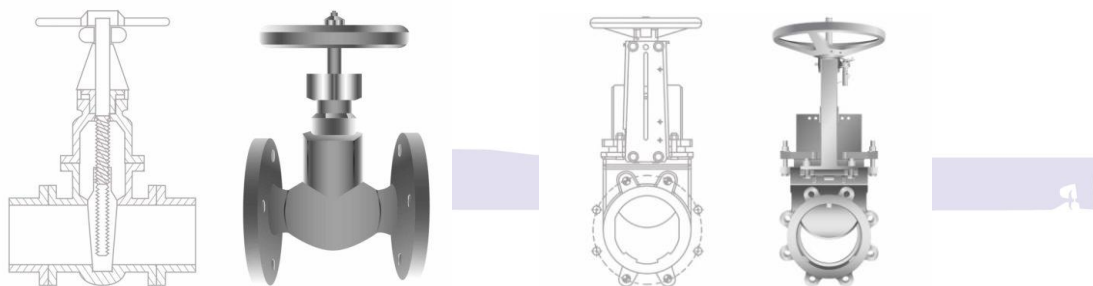
- 優點

工作行程小，啟閉時間短，流體截斷及流量控制能力佳，密封面摩擦力小，耐用度高

- 缺點

流體壓力因阻力而降低，閥門操作時需要較大的力，不適用含沉澱物及黏性流體，閥體重量較重。

b. 閘閥 Gate valves



閘閥的結構與水閘相似：透過升高或降低閥元件來控制流量，閥元件通常有三種不同類型：實心（普遍）、柔性和分離式。後兩種類型有助於防止閥芯和閥體因各種操作條件而變形。

與球閥一樣，閘閥通常不用於調節流量。原因之一是閥門元件在部分開啟位置時可能會損壞。同樣，它們也限制閥門完全打開時

的壓力降。然而，將閥門設置到完全打開或關閉位置需要多次轉動手柄，這通常使得這些閥門在此處提到的閥門類型中具有最長的操作時間。

- 優點

兩端面之間距離較短，直通流道阻力小，流體與閘板呈垂直，啟閉所需的力較小

- 缺點

僅適用全開或全閉的場合，閘板行程高，操作時上方所需空間較大，開啟和關閉所需時間較長

c.針閥 Needle valves



針型閥的特點在於它的針狀閥芯，透過設計，能夠與閥座之間的精細配合，能夠在低壓下精確控制氣流，適用於小流量，或是流體必須保持恆定的低流量的場域，像是真空系統中，填充充氣真空管、氣體雷射和類似設備；或是化油器中的怠速燃油流量。

- 優點

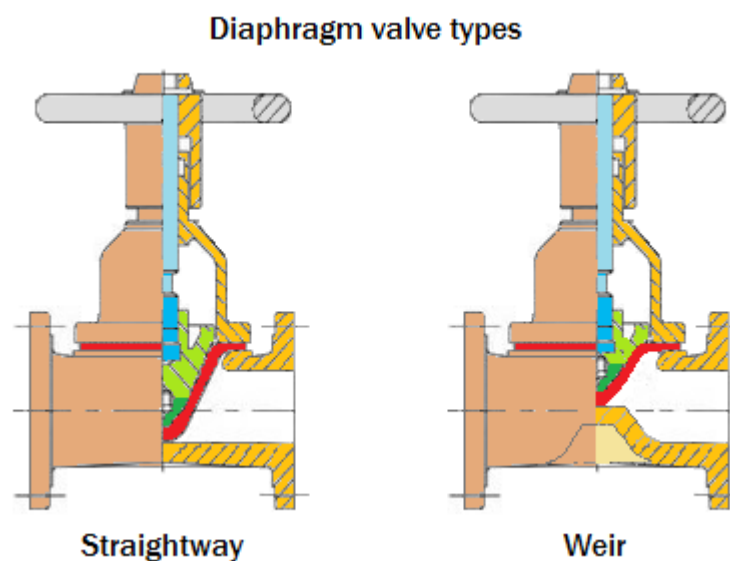
能精確控制小流量，適合低壓系統操作，其結構緊湊，擁有良好

的密封性。

- 缺點

不適合操作大流量，流體壓力損失較大，如流體內含懸浮固體，其損害風險較高。

d. 隔膜閥 Diaphragm valves



隔膜閥採用「夾緊」方法，利用柔性隔膜阻止閥門流動。它們有兩種類型：堰式 **Weir** 和直通式 **Straight-way**。兩者中最常見的是堰式。這是因為直通式需要額外拉伸隔膜，這會縮短隔膜的使用壽命。

使用隔膜閥的優勢是閥門組件可以與製程流體隔離。同樣，這種結構有助於防止流體洩漏，而無需使用其他類型閥門中的壓蓋密封（填料）。另一方面，如果定期使用閥門，隔膜更容易磨損，

需要定期維護。這些類型的閥門通常不適合非常高溫的流體，主要用於液體系統。

- 優點

良好的密封性，耐腐蝕性強，不易積聚殘留物，適用需要無污染性能的應用。

- 缺點

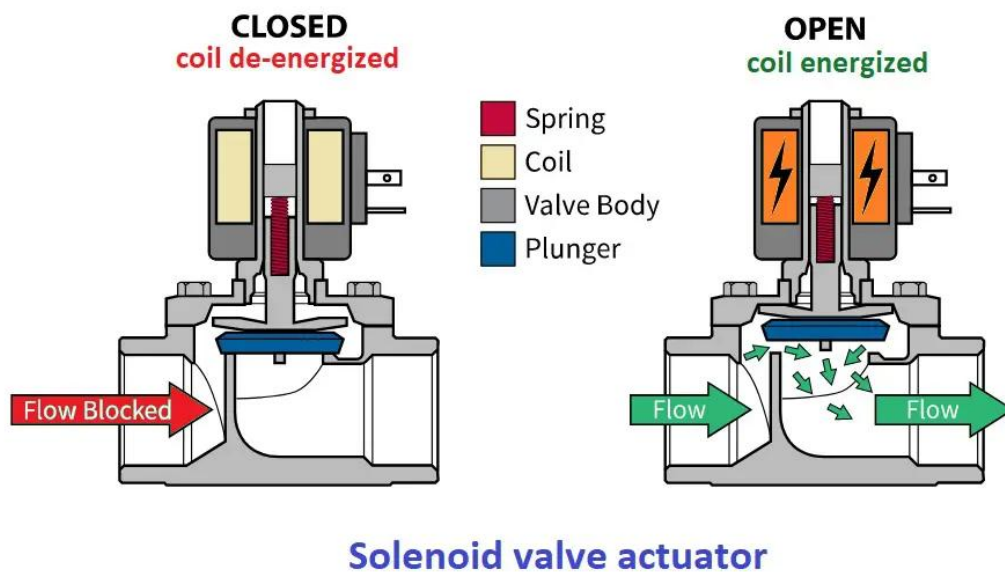
耐壓有限，不適高溫環境，流量調節範圍有限。

注意：有一種用於蒸汽系統的閥門具有相似的名稱。它是一種帶有隔膜式執行器 (diaphragm type actuator) 的自動化閥門。它通常縮寫為“隔膜閥”，因此當用此名稱引用閥門時，必須小心驗證它是哪種類型的閥門。

1.1.2 軸向閥 Axial / Fast-acting On/Off Valves

顧名思義，開/關閥是快速作用的裝置，可以實現不受限制的流動或完全阻止流動。儘管這些類型的閥門不允許精確的流量調節，但它們在速度至關重要的各種應用中很有用，例如用於需要緊急關閉的情況。軸向閥的範例有電磁閥、同軸閥、角座閥。

a. 電磁閥 Solenoid valves



電磁閥使用線性滑動阻流器來打開和關閉閥門，或改變從一個出口到另一個出口的流量。使用許多不同類型的阻流器，包括柱塞、梭子、線軸和隔膜。

線性運動是透過將電磁線圈通電以向一個方向拉動阻流器來實現的。當線圈斷電時，彈簧驅動阻流器會沿著相反方向返回。

以常閉型電磁閥（Normally Closed Solenoid Valve, NC）為例，電磁閥內的線圈沒有通電時，閥門保持關閉。常閉型電磁閥中有一個被螺線管(solenoid)圍繞的電樞(armature),電樞裡面有一彈簧連接著柱塞(plunger)，未通電時，柱塞堵著通道，當開啟電流，電磁閥內部便會產生磁場，牽引柱塞向上，此時通道開啟，液體流通；電流一旦關閉，柱塞回到原本的位置，此時流體便無法通

過。

電磁閥相對較小。它們的尺寸受到線圈強度的限制，線圈強度是通電時用來產生磁場的繞組的結果。除了線圈強度的限制之外，與管路尺寸相比，電磁閥中的流路和孔口也相當小。這限制了流量並增加了通過閥門的壓力降。

- 優點

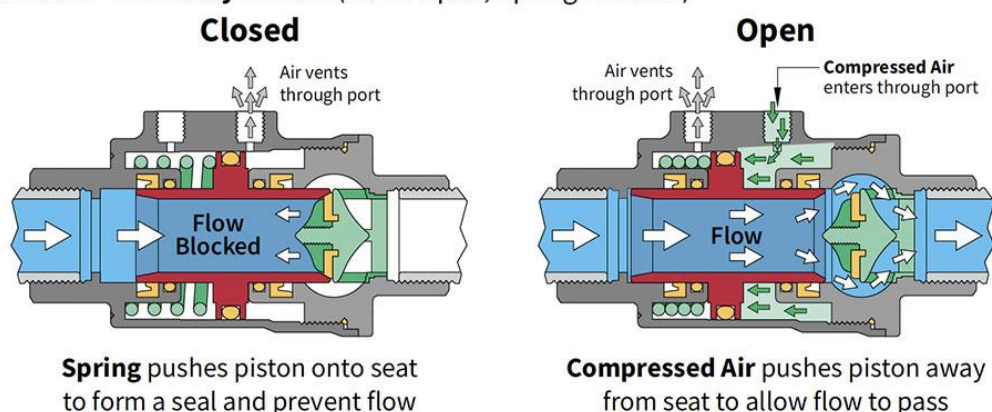
故障安全設計(常閉或常開)，極高的循環壽命，作用非常快速，遠端操作，可以使用 AC/ DC 運行。可適用高壓與高溫範圍。

- 缺點

對電壓敏感，流量低於其他一般閥類，無手動操作，快速關閉可能導致水錘，某些介質可能導致堵塞。

b.同軸閥 Coaxial Valves

Spring Return - Normally Closed (Air to Open, Spring to Close)



同軸閥是一種可以氣動或電動驅動的兩位閥。電動同軸閥使用電磁線圈而不是彈簧。氣動同軸閥使用氣壓與彈簧或雙作用氣壓

(來自兩個方向的氣壓)。同軸閥門的工作原理是利用內部可軸向移動的中空管，它可以控制或轉移通過閥門的介質流。內管通常由不銹鋼製成，具有更好的耐腐蝕性、耐磨性和耐化學性，使閥門適用於各種侵蝕性或腐蝕性液體或氣體介質。

在許多開/關應用中，同軸閥是球閥的良好替代品。事實上，它們是一種更實惠、更小、更輕、更安全和更快的替代品。同軸閥的缺點包括流量較低和流體相容性有限。

- 優點

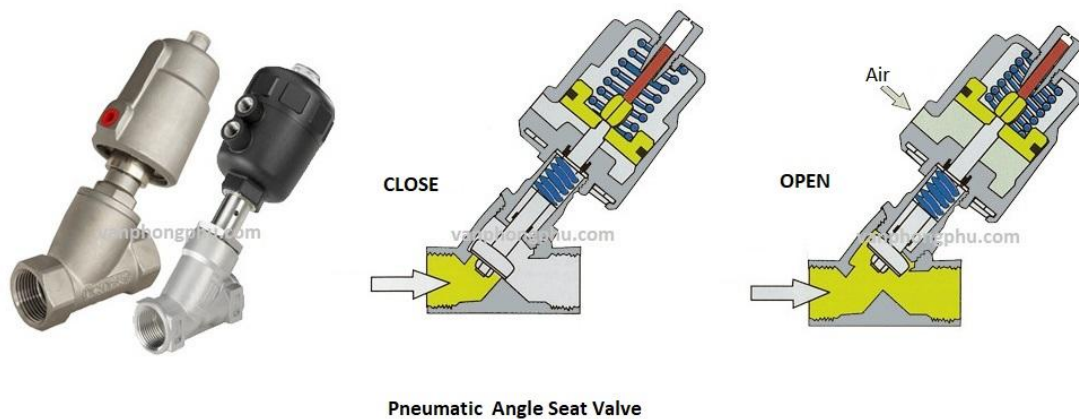
緊湊設計，比用於開/關應用的同類閥門更小、更輕、更安全、更快，背壓差異小，可雙向流動，自動補償閥座和密封件磨損，可任何方向安裝。

- 缺點

流量低於其他一般閥類，某些介質可能導致堵塞。



c.角座閥 Angle seat valves



角座閥是帶有內置氣動執行器的兩位閥。執行器可以是彈簧復位式或雙作用式。此二位閥包括一個阻流柱塞，以一定角度進入閥門，以便安裝到位於流路內的傾斜閥座中。當閥門打開時，閥塞幾乎完全縮回流路之外，使此類閥門成為流量最高、壓力降最低的快動閥門。

與球閥相比，角座閥更快、更便宜且同樣耐用。與球閥相比，角座閥的主要缺點是角座閥在處理攜帶顆粒的介質時表現不佳。由於其線性特性，角座閥在關閉時更容易將物體夾在密封件上，這可能導致無法形成緊密密封，並可能損壞軟密封組件。另一方面，球閥在關閉時往往會擦掉任何顆粒，從而防止物體卡在球和軟密封件之間。角座閥也往往較適合工作壓力較低的應用。

- 優點

作用快速、成本低、使用壽命長，高流量可適用黏性或受污染的介質。

- 缺點

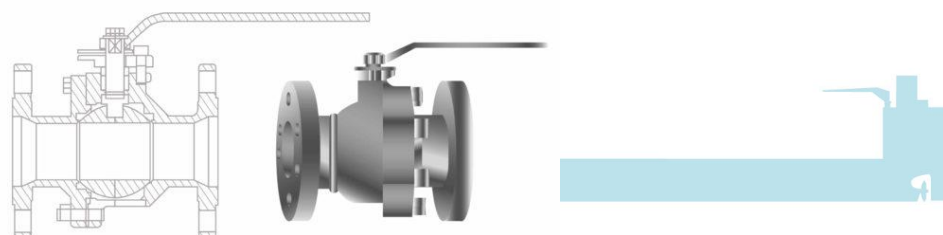
不適合與含有顆粒的介質一起使用；較適合工作壓力較低的應用。

1.2 旋轉閥 Rotary Valves / Quarter-turn

這些類型的閥門依賴於阻流器的旋轉運動，在大多數情況下，該旋轉僅限於 90 度(四分之一圈)。真正直角迴轉的閥門在 0° 時完全關閉，在 90° 時完全打開。這使得它們非常適合不須精度的快速操作，可輕鬆打開或關閉的情況。旋轉閥的範例有球閥、旋塞閥和蝶閥。

1.2.1 旋轉閥:

a.球閥 Ball Valves



球閥可用於大多數需要關閉流體流動的應用。事實上，它們是使用最廣泛的製程控制閥。這些旋轉閥使用在管道流中旋轉的帶孔球體，用於啟動或停止流動。

由於閥門的端口可以精確地安裝以匹配管道的直徑，因此球閥具有較低的水頭損失。球閥可能比其他旋轉閥選項更昂貴，但它們比蝶閥等類型提供更好的密封性。

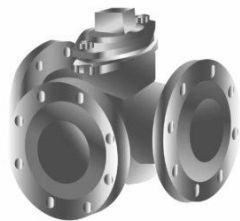
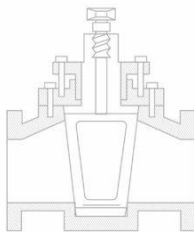
- 優點

密封性高，直通流道阻力小，口徑尺寸多樣，配合範圍廣，可作多孔應用(三通)。

- 缺點

金屬球體製造成本較高，流體含雜質或顆粒較大時，球體和閥座易受損。

b.旋塞閥 Plug valves



旋塞閥的結構和功能與球閥非常相似。然而，旋塞閥不使用球形阻流器，而是透過擺動進入或擺動出流動流的錐形圓柱體阻礙或允許流動。旋塞閥主要有四種：潤滑型、非潤滑型、可膨脹旋塞型和偏心旋塞型。

旋轉閥經常用於化學加工工業、加工廠和廢水處理設施的關閉和控制閥。旋塞閥可能因其沒有空隙和空腔以及能夠針對長期發生

的洩漏進行調整的能力而受到青睞。因此，這些閥門通常用於極端的服務場景，例如含固體懸浮物流體、煉油廠和化工廠等腐蝕性環境。

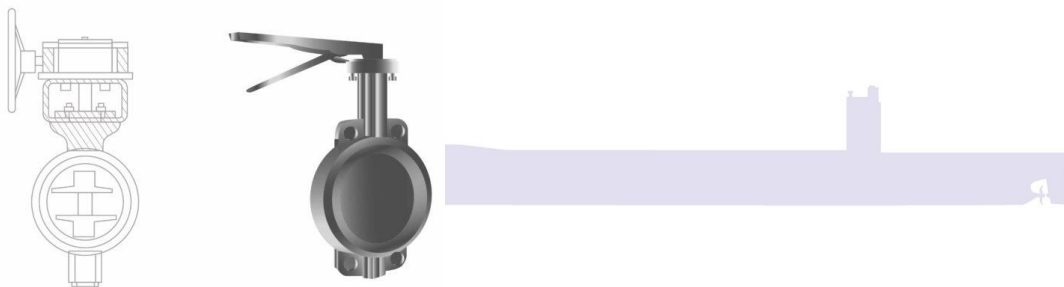
- 優點

結構耐用、流動阻力小及密封性高，易調整修復可能的洩漏，通常用於極端工况應用。

- 缺點

需定期維護確保密封性，不適合節流應用。高壓操作需極大的驅動力。

c. 蝶閥 Butterfly valves



蝶閥也稱為瓣閥，具有結構簡單、快速操作的特性，藉由旋轉蝶板(閥瓣)以開啟或閉合。蝶閥非常適合在相對較低的壓力下處理大流量的液體或氣體，也適用於多種介質，包括水、油、蒸汽以及多種腐蝕性流體，經常安裝用於較大的管道尺寸以及廢水處理廠、發電廠和其他需要關閉、調節和隔離的加工廠。

- 優點

構造簡單安裝方便, 成本較低、體積和重量皆小於其他同口徑閥門, 流通口徑大阻力小, 可以很好地用作流量控制閥或開/關閥。

- 缺點

流通口徑大, 不適用小流量控制, 密封膠圈易受工作溫度及壓力影響, 比球閥更容易出現洩漏和水頭損失, 可能無法很好地抵抗高壓流。

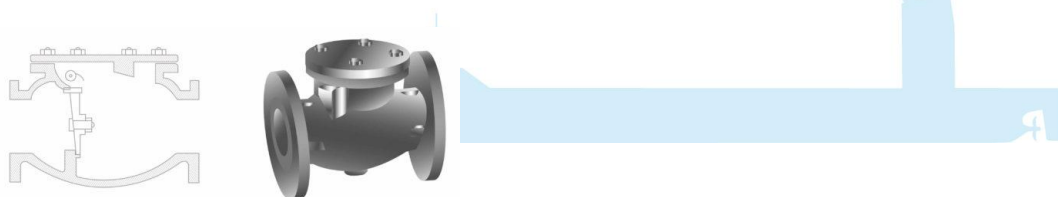
1.3. 自驅動閥 **Self-actuated**

與線性閥和旋轉閥不同, 自驅動閥不需要操作員的直接輸入。相反, 他們使用生產線內的壓力來打開或關閉壓力控制閥。這種閥門類型通常用作洩壓閥, 只有在系統內達到最大允許壓力時才會打開。由於這種機制, 自驅動閥在某些應用中是常見的安全要求。

自驅動閥門範例的有止回閥、安全閥、溢流閥和疏水閥等。

1.3.1 自驅動閥:

a. 止回閥 **Check valves**



顧名思義僅允許流體單向流通, 一方面流體壓力作用下, 及閥瓣

開啟使流道暢通;反之，當另一方向流體壓力作用時，閥瓣即關閉達到防止倒流之效果。

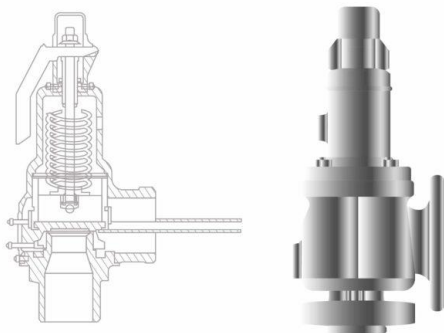
- 優點

構造簡單，易於操作及維修，防止流體倒流，保持單向流動。

- 缺點

安裝時須注意流體方向，若壓力過小可能影響截斷能力，瞬間啟閉可能使閥瓣撞擊受損

b.安全閥 Safety valves



安全洩壓閥又稱為減壓閥(Relief valve)，用於控制管路內的壓力，將高壓流體減至所需的較低壓力，以防止過高的壓力導致設備故障、爆炸或火災。

安全洩壓閥的零件包括閥蓋、閥體、彈簧、活動閥瓣和調節環。

彈簧是壓縮彈簧，允許在所需側施加壓力來關閉或打開閥門。

安全洩壓閥控制管路內流體的壓力；當管道中的壓力增加時，此閥門在可壓縮彈簧的幫助下施加的力使其留在內部。

達到設定壓力值時會自動開啟，釋放過多的壓力。減壓閥常用於供水系統、蒸汽系統和氣體系統中等涉及高壓操作的場合，對於工業安全非常重要，例如石油和天然氣行業、發電和鍋爐設備。

- 優點

自動釋放過多壓力，保護系統安全，適用範圍廣，液體、氣體和蒸氣系統。

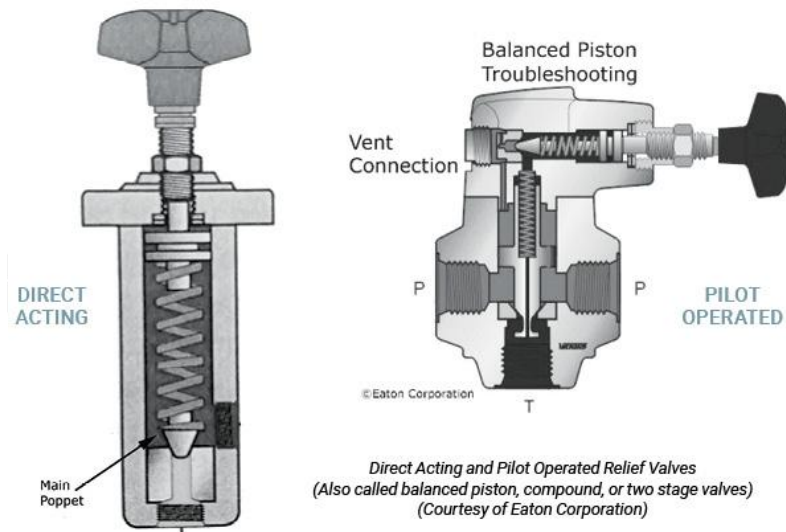
- 缺點

彈簧和密封件容易磨損，須經常維護。壓力設置需專業背景知識。

c. 溢流閥 **Overflow valves / Pressure regulating valves**

溢流閥的主要功能有兩個：一是在定量泵浦的節流調節系統中，維持液壓泵浦的出口壓力恆定，並將液壓泵浦多餘的油溢流回油箱。此時溢流閥扮演洩壓閥(**Pressure relief valve**)的功能；二是作為系統中的安全裝置。

1). 依結構不同，溢流閥可分為直動式溢流閥和先導式溢流閥。



(1) 直動式溢流閥 Direct-acting relief valve

直動式溢流閥依閥芯形式不同可分為球閥式、錐閥式、滑閥式等。

直動式溢流閥透過直接平衡閥芯上端的彈簧力和下端的液壓來控制溢流壓力。

• 優點

初始成本低，操作簡單可靠，易於維護和故障排除。對壓力峰值能做出快速反應。

• 缺點

高壓使用有限制，高流量時壓力控制較不精確。彈簧的壓力範圍有限，隨著時間的推移彈簧會疲勞，連續工作時能量損失較大。

(2) 先導式溢流閥 Pilot-operated relief valve

先導式溢流閥由主閥和先導閥組成。先導閥的結構原理與直動式溢流閥相同，但一般採用錐座閥結構。主閥依結構可分為：閥芯

式（單級同心式）結構、雙級同心式結構、三級同心式結構。

此類閥門密封性好，通油能力強，壓力損失小，結構緊湊。

- 優點

出色的壓力控制精度，與設定值的偏差最小。低壓系統運作更加穩定、可靠。壓力設定彈性，可具備遠端控制。在嚴苛的環境變化也能保持壓力。

- 缺點

相較一般閥的成本高，對比直動閥，對突然壓力峰值反應較慢。不適用污染流體，更嚴格的維護需求，複雜結構擁有潛在的故障點。

2) 溢流閥及調壓迴路的應用

(1) 作為洩壓閥。

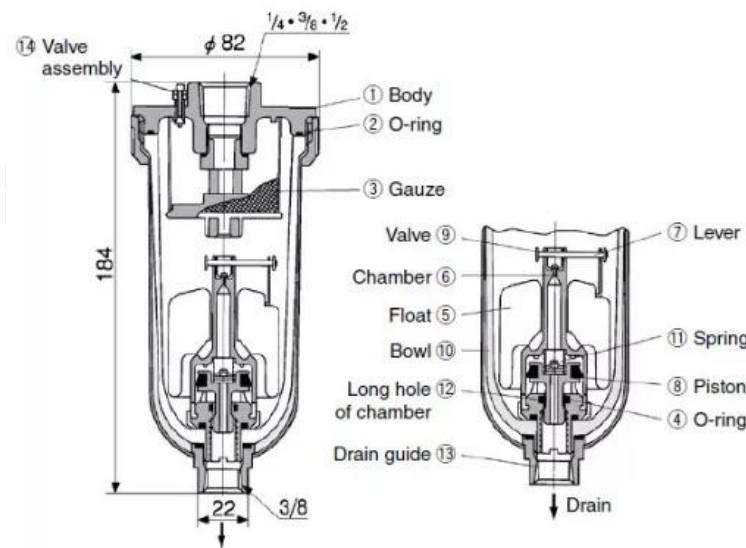
(2) 作為安全閥使用。

(3) 作為背壓閥使用。

(4) 遠程壓力調節迴路。

(5) 兩級壓力調節迴路。

d. 洩水閥 Drain valves



洩水閥是一種機械裝置，可從儲存槽、容器或容器中釋放多餘的液體或氣體。當閥門打開時，重力或壓力差會導致液體或空氣從儲存槽中排出。

雖然儲液罐是洩水閥最常見的位置，但它也可用於消除其他壓縮機組件和配件中的水分。通過去除多餘的水分，可以減少壓縮空氣系統驅動的設備的磨損。

洩水閥有多種類型，可滿足不同系統組件的需求。範例包括：

1) 浮子操作 **Float-operated**：這種閥門可讓水流入特殊的外殼。當水箱內的水達到預定水位時，浮子會觸發排水口，排出多餘的水，同時也會排出壓縮空氣，會造成能源損失。缺點是浮子容易因沉積物過多而卡住。

2) 定時器控制 **Timer-controlled**：定時器控制的閥門依照預設的時間間隔開啟和關閉。這種類型的系統非常適合嚴格規範的操作環境。壓縮空氣也會排出，但相對地可控制能源損失。缺點是閥門開啟的時間若不夠長，無法充分排出積聚的冷凝水。即使沒有或只有少量冷凝水，閥門也會運行，導致空氣損失。

3) 零損失 **Zero-loss**：洩水閥包含一個感測器探頭，用於監測收集櫃內的積水。當水位達到指定水準時，探頭會向發送電氣訊號，洩水閥便洩放冷凝水。當水位達到最低水平時，閥門會立即關閉，避免壓縮空氣逸出。缺點是初期成本較高，結構不易維護。

二、閥門具有一系列特性、標準和分組，有助於您了解其預期應用和預期性能。閥門設計是對各種可用閥門進行分類並找到適合項目或流程的最基本方法之一。

您可能還會看到按功能而不是設計分類的閥門。

常見的功能名稱及其常見的設計類型包括：

- 隔離閥：球閥、蝶閥、隔膜閥、閘閥、夾管閥、活塞閥及旋塞閥。
- 調節閥：球閥、蝶閥、隔膜閥、截止閥、針閥、夾管閥和旋塞

閥。

- 安全洩壓閥：釋壓閥和真空洩壓閥。
- 止回閥：旋啟式止回閥及升降式止回閥。
- 特殊用途閥門：多通閥、浮球閥、底閥、刀閘閥及管線盲閥。

資料來源：

<https://www.tlv.com/steam-info/steam-theory/other/types-of-valves>

<https://www.unifiedalloys.com/blog/valves-101>

<https://www.geminivalve.com/types-of-valves/>

<https://assuredautomation.com/actuated-valve-training/types-of-valves.php?srsItid=AfmBOopoRVb9GEa6qJrL3INtKsRTujl8J2HV7sQpZTMljXKILkbHeMXT>

<https://www.lorric.com/tw/Articles/valve/valve-all/valves>

<https://artizono.com/overflow-and-pressure-reducing-valves-guide/>

<https://www.hydraflu.com/direct-acting-relief-valve-vs-pilot-operated/#Advantages of Direct Acting Relief Valves>

<https://www.quincycompressor.com/blog/drain-valve-purpose/>

<https://www.linquip.com/blog/what-is-drain-valve-working-principle-types/>

