

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(三)

王 洪 鎧 編譯

(一一七至一二〇課合訂本)

- A117 如何選擇控制閥
- A118 氣動控制要義
- A119 風扇分析及噪音控制
- A120 冷凍空調配電設計

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學函授學校

冷凍空調與電器修護科訓練教材(三)

王 洪 鎧 編譯

(一一七至一二〇課合訂本)

- A117 如何選擇控制閥
- A118 氣動控制要義
- A119 風扇分析及噪音控制
- A120 冷凍空調配電設計

徐氏基金會出版

目 錄

控制閥術語

自動控制閥.....	117- 1
閥分件.....	117- 1
閥之流動特性.....	117- 2
其他閥流量名詞.....	117- 3
閥之額定.....	117- 4
閥之型式.....	117- 5

潛水應用閥的材料

三路閥

混合閥的用途.....	117- 7
分流閥的用途.....	117- 8
閥的應用.....	117- 9

閥的選擇

蒸汽閥的選擇.....	117-11
水閥的選擇.....	117-15
蒸汽流量圖解圖.....	117-19
技術資料.....	117-20
液體流動圖解圖.....	117-21

POWER 控制閥之選擇

引言.....	117-24
若干術語.....	117-25

控制閥之設計

閥塞.....	117-27
決定 C_v 及閥流量特性.....	117-28
閥體壓力——溫度額定.....	117-31

控制閥之尺寸

閥容量.....	117-32
水流動之壓力降.....	117-32
蒸汽流量的壓力降.....	117-34
定閥尺寸推薦的壓力降.....	117-36
流量特性的選擇.....	117-36
定閥尺寸的黏度效應.....	117-37
決定汽體的流量率.....	117-38

定尺寸用公式及換算表

常用公式.....	117-42
轉換公式.....	117-42
定閥尺寸公式.....	117-43

控制閥術語

自動控制閥

—自動控制閥包括一閥體及一引動器 (actuator)，可被自一遙遠點所來的信號控制，以改變通過閥之流體之流動率。

閥分件

(1) 引動器 (Actuator) 自動控制閥的一部份，能導致閥桿的移動。

(2) 閥體 (Body) 自動控制閥的一部份，能容納流體之通過。

(3) 閥盤 (Disc) 閥之活動部份，當閥關閉時與閥座接觸，並可改變面積以控制流量。最通常應用的三種閥盤為輪廓型 (contoured)，V口型 (V- port)，及快開型 (quick opening)。一輪廓型閥盤靠一成形端來控制流量，有時稱為閥塞 (valve plug)，並常在閥體的上方或下方或二者有端導件。一V口閥盤具有一圓柱體 (稱為裙或導件)，能在閥座環中上下；裙引導閥盤，裙上的V形開口能改變閥開度的大小，從而改變流量。快開閥盤的機械結構能使閥盤一旦上升離開閥座，迅即獲得最大的流量，它可為端導動或靠一騎乘在閥座環中的翼所導動。閥盤有時構造得能與閥座接觸的部份可以更換。此式閥盤即所謂“可換新閥盤”。最常見的例子如廚房洗滌池上的熱水龍頭便是。可換新閥盤常由複合材料製成。許多閥為全金屬製，或不可換新閥盤者，當接觸表面損壞時可以拆下予以“研磨”使再回復閥座表面；這些閥若具有平型的金屬閥盤即不可。

1. 導件 (Guide) 為閥盤的一部份能使閥盤對中於閥座。閥盤上方或下方導件之安裝並不影響流量僅具對中作用。閥導

件常具有決定閥流量特性的附加功能。此即為裙部導件 (Skirted guides)，在裙帶上常有缺口或V形切口，能影響流量特性。

2. 閘塞 (Plug) 此為另一名詞常用於敘述使用一固體成型的閘塞而不為一裙部導件的閘盤，以影響流量特性。有些閘中閘塞可同時作為導件用。

(4) 開口 (Port) 本名詞係指當閘全開時，閘座與閘盤之間流量控制的開口。它並不指閘體尺寸或接口的大小。標準的閘開口乃指通常用於閘中的尺寸。減小的開口的流量控制面積等於減小的開口尺寸同樣閘體尺寸閘的開口面積。例如，具有 $\frac{3}{4}$ 吋減小開口尺寸的1吋閘，常具有與標準開口尺寸的 $\frac{3}{4}$ 吋閘的同樣流量控制面積。

(5) 配整件 (Trim) 配整件包括閘內所有能與流體接觸的各分件，但不包括外殼或鑄件。因之，閘座、閘盤、閘桿、迫緊環等，均屬配整件。配整件這一名詞常與配整材料一詞合用。

閘之流動特性

(1) 閘流動特性 (Valve Flow Characteristic) 其定義為閘桿行程，以行程之百分比表示，與流體通過閘之流量，以全流量的百分比表示之間的一種關係。

(2) 快開特性 (Quick-Opening Characteristic) 一俟閘桿開始向上移動，最大可能的流量即含於此特性中，此特性常應用二位置閘中而非調制型者。

(3) 線特性 (Linear Characteristic) 如以點繪於直線性的座標上，此流量——提升的關係約成為一直線性，在相等的提升下能獲得相等的容積，而不論閘之開度百分比為何。

(4) 等百分比特性 (Equal Percentage Characteristic) 一閘如具有相等的百分比特性，即如閘桿之移動在其流量範圍內於任何點，將改變現有的流量成一相等的百分比的變量，而不論

現有的流量為何。例如假定一閥桿被提升至其全行程的 30%，此時的流量為 3.9 gpm。那麼現假定再增加 10% 的全行程，其流量就要增加到 6.2 gpm，或增加 3.9 gpm 的 60%。下一步，假定閥桿再向上升其全行程的 10%，即現在已有 50% 的開度。其流量將為 10 gpm 或增加現有流量的 60%。等百分比閥盤特別適用於控制目的，而負荷在正常狀況下時時作大幅度之改變場合。

其他閥流量名詞

(1) 行程係數 (Travel Coefficient) 其定義為在一特定閥桿位置下的流量及在全開位置下的流量間之比，常以一小數表示之。例如，如果一閥具有 1 吋的行程而全開時流量為 100 gpm，則閥桿提升到 0.5 吋時流量將為 66 gpm，如此該閥可說具有一在 .5 吋提升時為 .66 之閥行程效率。閥之行程效率可自任何指示閥流量特性的點繪曲線圖上直接讀出。

(2) 範圍能力 (Rangeability) 其定義為最大可控制的流動對最小可控制流動之比。例如，一閥具有 50 對 1 之範圍能力，若在全開時之總流量為 100 gpm，則可用於精確控制流量一直小到 2 gpm。閥可能或不可能完全關緊。然而，這種特殊閥你不可能希望它全部有穩定的流動，例如，為維持穩定的負荷狀況需要有 1.5 gpm 的流量時。在許多情況下一寬範圍能力的閥將能自動補償自預期之狀況的偏差而不會失去控制。

(3) 關閉 (Turndown) 其定義為最大可用流量及最小可控制流量間之比，常較小於範圍能力。例如，如上所述，當一個 100 gpm 的閥用於工作上後。該閥最常用的工作流量是 68 gpm。由於最小的可控制流量為 2 gpm，因之該閥的關閉即為 34 對 1。在比較範圍能力與關閉時，我們可以說範圍能力為控制閥認定穩定的一種量度，關閉為控制閥實際穩定的一種量度。總而言

之，範圍能力之值如為 50 對 1 或 40 對 1 的範圍，可視為極優的精確控制閥。閥之範圍能力高，則造價也非常高，因為在閥座與閥盤間要有極精微的寬容度。一般所用的中等價錢的控制閥的範圍能力都小於 30 對 1。

(4) 關緊 (Tight Shutoff) 一閥具有“關緊”的特性者係在其關閉位置時能完全沒有流量及滲漏。概言之，僅有單閥座的閥才能說具有關緊，而雙閥座的閥在關閉位置時可有 2% 至 5% 的滲漏率。

閥之額定

(1) 容量指標 (Capacity Index) 容量指標的定義為在 60 F 溫度，通過一指定閥之壓力降為 1 psi 下，每分鐘所能通過水的加侖數。有時稱為流量係數 (flow coefficient)。容量指標或流量係數的符號為 C_v 。閥之 C_v 一旦決定，則任何流體通過同樣閥的流量，倘若流體之特性及通過閥之壓力降為已知時，能予計算。

(2) 閉流 (Close-Off) 一閥之閉流額定為當閥全關時閥可能遭受的最大可能允許壓力降。此額定常為閥抵抗壓力降維持關閉自閥引動器可用動力的一種函數，但構造部份譬如閥桿有時為限制因數。閉流額定係獨立於實際閥體額定。假如，一閥具有 10 psi 的閉流額定能使用於上游壓力為 psig 及下游壓力為 30 psig 的場合。然而，在應用上為避免閥關閉發生故障引起損害，上游之最大壓力勿超過閉流額定，而不論下游之壓力如何。在 Honeywell 所出品的閥中均示明公稱閥體額定及閉流額定數值。

(3) 三路閥的閉流額定 三路閥閉流額定之定義為在三路混合閥中，出口壓力與任一兩個入口壓力間之最大壓力差。或者在三路分流閥中，入口壓力與任一兩個出口壓力間之最大壓力差。

(4) 最大流體壓力及溫度 閥之迫緊、閥體材料、閥盤材料、或引動器等均對流體之工作溫度及壓力有最大應用限制，因而產生了這種額定值。例如，一閥可能具有實際的閥體額定為在 355

F下為 125 psig，但由於迫緊的額定只有 100 psig，因之該閥只能有最大 100 psig 的流體壓力額定值。再由於 100 磅蒸汽溫度為 338 F，該閥之最大溫度額定應為 355 F。然而，如果閥之閥盤為複合元件，只能忍受最大 240 F 的溫度，則在應用上，流體的最大溫度也不能超過此一溫度。

(5) 壓力降 壓力降 (h) 之定義為當流體通過閥時，上游之壓力與下游之壓力差。

(6) 壓力降 (臨界的) 流體通過閥之流量增加，壓力降也隨之增加，直到到達一臨界值為止。應避免實用上的壓力降大過臨界壓力降，而使之有無噪音操作及保持最小的閥磨損。以公式表示： h (臨界) = $50\% \times P_1$ (絕對上游壓力)。

(7) 閥體 (實際) 此額定之定義為在安全可容許的流通介質壓力及流通介質溫度 (僅指閥體) 之間的關係。每一公稱閥體額定在不同溫度下，具有一定之對應可允許壓力。因之可允許壓力常視溫度如何而定；例如，一 125 磅 (公稱閥體額定) 級鑄鐵、螺紋閥體可能具有的實際閥體額定為在 353 F 為 125 psig 及在 150 F 為 175 psig，最大的壓力及溫度可能被迫緊與閥盤的材料所限制。

(8) 閥體 (公稱) 此為閥體的一種公稱壓力額定值 (迫緊、閥盤等除外)，以 psig 表示之，常鑄於閥體上。此等額定的功用乃為便於以壓力分級作為閥識別的一種便利方法。一種具有一定之閥體材料及一定之公稱閥體額定的閥常具有全球性公認的結構特性，如閥體壁之厚度、法蘭之尺寸等。此種公認的結構特性係由學術機構如 A. S. A. 等決定並頒佈發行。注意：公稱閥體額定並不與實際的閥體額定一致。

閥之型式

(1) 雙座閥 具有兩個閥座及兩個閥盤，其配置的方式是當在關閉位置時，只有很小的流體壓力在迫使閥桿朝向開或關的位置移動。在一特定尺寸及開口面積的閥中，雙座閥常需要較單閥座

閥為小的操作力量。雙座閥的另一項優點是在一指定的管徑下，常具有較大的開口面積。但有一項不利的點是它不能關緊，因為兩個閥盤是很堅實的連結在一起，若被控制的流體溫度改變將導致任一閥盤或閥鑄體膨脹，因而使一閥盤接觸閥座較早於另一個。

(2)單座閥 只有一個閥座及一個閥盤較之雙座閥構造簡單而價廉。它們通常用於需要關緊的場合。由於只有一個閥盤，不能平衡流體的作用壓力，故在開關操作時，常需要較同一尺寸雙座閥為大的力量。

(3)低流量閥 工業用的低流量閥 (low-flow valve) 原先的設計係用為嚮導操作作用，其開口小至約 $\frac{1}{8}$ 吋。它們也可以用在必需精密控制小流量之處。

(4)嚮導操作閥 一嚮導操作閥 (pilot-operated valve) (僅適用於二位置控制應用) 係利用上游與下游之間的壓力差來作動一膜片或活塞以移動閥盤。閥之引動器僅需能發出開閉一小嚮導閥開口之小力量以允許流體流至膜片或活塞即可。

(5)三路混合閥 一個三路混合閥具有三個接口。常為一流出口及二流入口。靠著移動閥桿，能把兩種流入之流體作不同比例的混合後再由同一流出口排出。注意三路閥有兩種，一是混合型，另一是分流型，二者並不能互相代用。

(6)三路分流閥 常有一個流入口及兩個流出口，自流入口流入的液體可按閥桿的位置作不同比例的分支分由二流出口排出。分流閥不可作為混合用途。

滴水應用閥的材料

滴水在二種不同金屬之間會起電解作用，又稱電池效應這是一種最大的破壞因素，在選用滴水閥時必須特別注意。閥之構造應完全由同一材料製成。如不能作到這種要求，則閥在短時期內即會形成腐蝕，而不堪再用。

在鐵管管系中，滴水閥應為特製，高強度鐵閥，具有不銹鋼或商用純鎳配整件。同樣的，在黃銅或紫銅管系中，滴水閥應為

青銅閥；具有黃銅或青銅之配整件。

上述的閥在基本設計上與同型別的閥相同，只是在製造方面（即使是最低的一只針件）也要求產生的電解作用越小越好。

注意，一般所用的所謂“抑制劑”對防止電解是無效的。

三路閥

三路閥常用於兩路液體之混合，或在某些情況下，用於一路液體之分流。這兩種應用之不同視配管的情形如何而定。

圖 1 示一個三路混合閥，它有兩個流入接口 A 及 B，分別接於兩路液體管上，另一個流出接口 A B，可將 A 及 B 兩路的液體作適當比例的混合後由該出口流出。其比例如何視閥盤位置決定。

圖 2 a 及 2 b 為一三路分流閥。當閥盤與上閥座接觸如 2 a 所示，則由接口 A B 流入之液體完全由接口 B 流出。當閥盤與下閥座接觸如 2 b 所示，則由接口 A B 流入之液體完全由接口 A 流出。若閥盤不接觸上下閥座，則由 A 及 B 流出之液體量視閥盤的位置而定。

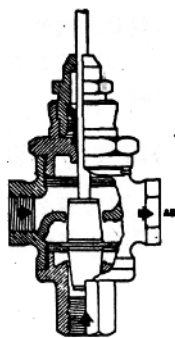


圖 1

混合閥的用途

三路閥之“閉流”（close-off）額定值僅能用於混合型者。在一混合裝置中閉流壓力等於較大入口壓力之最大值減去下游壓力之最小值。

【例】圖 1 的閥，在入口 A 的最大壓力為 25 psi，及在入口 B 的最大壓力為 20 psi。

最小的游壓力為 10 psi。

閉流壓力 = $25 \text{ psi} - 10 \text{ psi} = 15 \text{ psi}$ 。

故應選擇閉流額定值至少有 15 psi 的閥方可應用。

。假定採用 2" V 5013 閥，是否具有所需之閉流額定值？

【答】

2" V 5013 閥的閉流額定在一電馬達閥組合下自壓力額定表中找出為 67 psi。故該閥有足夠的閉流額定值，定能工作滿意。

在一指定的混合閥應用中，由於在兩流入口不平衡的壓力所施予閥盤的力常保持在同一方向。例如，該力有推使閥盤向上的趨向。若在某情況中有一反轉的力，該力有改變至一方向欲維持閥盤離開閥座的趨向，是故在其關閉時閥盤有緩衝作用。

如該閥裝置的壓力差大於所有混合閥的壓力額定，應採用兩球閥。

分流閥的用途

參考圖 2 a 及 2 b，假定在 "AB" 有 20 psi 的壓力，"B" 排出至大氣，"A" 接至一穩定於 10 psi 壓力的水槽中。

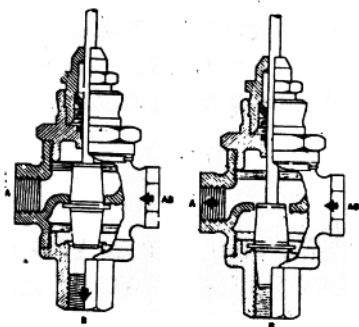


圖 2 a

圖 2 b

"AB" 與 "A" 面的壓力差為 10 psi，而 "AB" 與 "B" 間的壓力差為 20 psi。

如果認為 20 磅壓力額定可用於混合閥將同樣能用於分流閥

時，就錯了。

假設分流閥的閥盤面積為 2 in^2 ，當閥盤抵住下方閥座有 20 psi 的壓力差或 -40 lb 的總力量來維持閥盤向下抵緊閥座。當閥盤抵住上方閥座，如圖 2 a 壓力差為 10 psi，即 -20 lb 的總力量來維持閥盤向上抵緊閥座。

當閥盤在此兩極端之間的行程，有一點在該點力的方向可以反轉。其反轉是非常迅速在某些情況下幾乎是瞬間的。在這個方向下當閥盤接近閥座時有趨使閥砰然關閉的傾向。此迅速反轉的力量常足夠克服電操作器的應變釋放機構，或一氣動操作器的摺箱及彈簧。閥盤一跳抵緊閥座導致“水錘”現象。

由於有這種固有的狀況，三路閥可用於調制或二位置的混合用途，或二位置的分流用途。它們不適用於調制分流用途除非在所有閥盤位置於所有的三個出口能維持接近相等的壓力。這種狀況很難獲致。故在分流閥應用中，兩球閥常能獲得更滿意的效果。

閥的應用

三路閥在混合應用上有三種情形分別示於圖 3，4，及 5 中。

圖 3 為一典型的單空調區應用的三路混合閥配管圖，以提供一穩定流量可變溫度的水去作加熱負荷以及使可變流量的水通過鍋爐。

圖 3 的另一變型應用示於圖 4 中，數個三路混合閥安裝在一多區域系統中以提供一穩定流量可變溫度的水至加熱或冷卻負荷及一可變量的水通過鍋爐或寒水機組。

圖 5 所示的典型管路圖，有數隻三路混合閥安裝在一多區域應用中以提供一穩定量的水通過鍋爐或寒水機組及一可變量但穩定溫度的水到加熱或冷卻負荷。

適當連接管路到三路閥上是非常重要的。如 V 5013 型三路混合閥應應用於 K 936 A 及 K 0516 A 及 C 閥組合上僅適於作為混合用途並在閥體上打印出箭頭以示明流體流動的方向，該箭頭指向公共的出口。

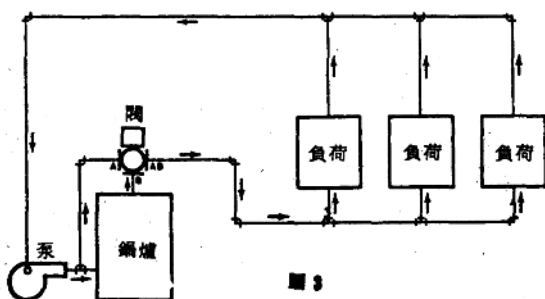


圖 3

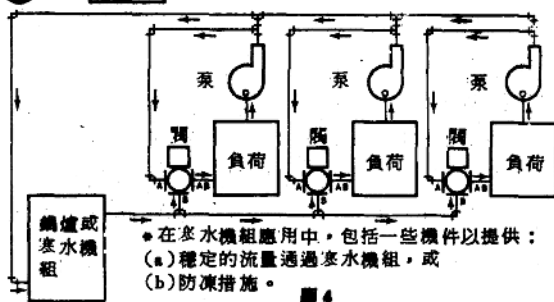


圖 4

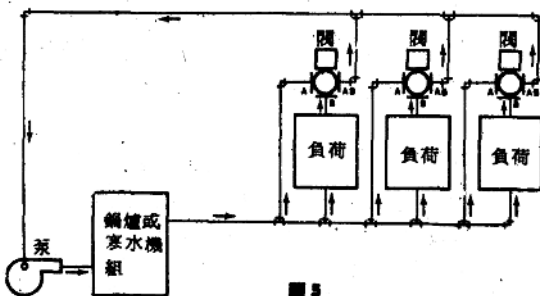


圖 5

V 5013 閥的每一接口都標註有 A, B 及 A B 字樣，如圖 1 所示。A B 接口示公共的出口管路接口。但若為分流閥，A B 接口則示公共的入口管路接口。

閥的選擇

在自動控制系統中，正確選用一控制閥是一件不容忽視的事。每一Honeywell的水閥或蒸汽閥都具有經驗決定的容量指標（capacity index）或流量係數 C_v （flow coefficient），該名詞的定義為在流體溫度60 F時，閥之兩側壓力降為1 psi下，每分鐘能通過一指定閥的水的加侖數。一旦一閥應用方面的 C_v 已自一公式計算出，或自一圖解圖（76-1456，自動控制產品說明）上查出，則可能要作（a）選用閥的型式以使其滿足在一指定壓力及溫度下的操作狀況，及（b）選用正確的閥尺寸以對應於計算所得的 C_v 。

以下所討論的是選擇一蒸汽或水閥的逐步程序例子。

蒸汽閥的選擇

以下的步驟說明選用蒸汽閥的程序：

第1步：求容量指標（ C_v ）

a. 首先，找出需通過閥的蒸汽量 Q ，以lb/hr表示。

使用以下一種適合的公式來計算：

(1)當已知熱輸出之Btu/hr時，

$$Q = \frac{\text{Btu/hr}}{1000}$$

(2)當已知EDR（等效直接輻射）時，

$$Q = \text{EDR} \times .24$$

(3)當為風扇系統定管排閥尺寸時，

$$Q = \frac{\text{cfm} \times 1.08 \times \text{TD}_s}{1000}$$

其中：cfm = 風量，ft³/min

TD_s = 空氣溫度差

*為計算而可接受的空氣係數值。絕對值可藉在一指定的溫度與相對濕度下的空氣比容除14.4

而得。

- (4) 當定轉化器閥 (Converter valves) 的尺寸 (蒸汽至熱水) 時，

$$Q = \text{gpm} \times \text{TD}_w \times .49$$

其中：gpm = 水之流量，gal/min

TD_w = 水溫差

- (5) 當定蒸汽噴射增濕器閥尺寸時，

$$Q = \frac{\text{cfm} \times 60 \times .075 (G_{r,1} - G_{r,2})}{7000}$$

其中：G_{r,1} = 離增濕器空氣之水份含量，gr./lb.

G_{r,2} = 進增濕器空氣之水份含量，gr./lb.

- (6) 當定盤式增濕器閥尺寸時，

$$Q = \frac{\text{cfm} \times 60 \times .075 (G_{r,1} - G_{r,2})}{7000} \times 1.5$$

- b. 求通過閥之壓力降(h)，以psi表示。

- (1) 在定蒸汽閥尺寸時應該使用臨界壓力降法則 (h 不可超過絕對上游壓力之 50 %)。

- (2) 參考 76-1456，自動控制產品說明，以得知所有調制或二位置蒸汽閥具有複合閥盤者之可允許壓力降(h)。

- (3) 若為調制閥——

- (a) 為求提供良好調制的適當壓力降(h)，使用公式

$$h = 80\% \times (P_m - P_r)$$

其中：P_m = 主管中壓力，psig 或 psia。

P_r = 返回管中壓力，psig 或 psia。

亦再計算臨界 h 並取用二值之較小者作為壓力降(h)。

- (b) 在一利用輻射器孔口的系統，區域閥之 h 應選用可供應至該區域之總蒸汽壓力差之 50 % 至 70 % 者。

- (c) 蒸汽加熱系統應設計得使〔1〕h 高，及〔2〕在設計狀況下游壓力應適當。

- (4) 二位置應用時，可以使用以管徑尺寸同大的閥並具有快

開導件者，但是如果閥之尺寸為某些原因必須小於管徑時，可利用下式：

$$h = 20\% \times (P_m - P_r)$$

- c. 使用上述 a 及 b 項所得之 Q 值及 h 值，以及下游壓力，可自 C_v 的圖解圖“F”尺度上找出 C_v 容量指標值。

此圖表係基於公式

$$C_v = \frac{Q \sqrt{V}}{63.3 \sqrt{h}}$$

而作出，其中 V = 蒸汽進入閥之比容。

第 2 步：所選用的閥並須顧及以下的各項因素：

- 氣動、電動、或電子引動操作。
- 對關緊的需要。
- 壓力降限制。
- 流體壓力及溫度限制。
- 流量特性。
- 引動器的周圍溫度。
- 正定位器。
- 所需的閥體樣式。
- 配合 C_v 需求的閥尺寸。
- 閉流的需求。

以下二例說明在選擇一蒸汽閥時如何應用上述的程序。

【例 I S】：

一氣動蒸汽閥用以對蒸汽管排作精確的流量控制，所需流量為 750 lb/hr 蒸汽。主管的壓力為 5 psig；回返管的壓力為 4 汞柱真空（最小值）。

【解】：

第 1 步：求容量指標（ C_v ）。

- $Q = 750 \text{ lb/hr}$ 。
- $h = 80\% \times (P_m - P_r)$ 。
- $= .80 \times [5 - (-2)]$