

104 年台北冷暖通空調給排水設備展

專業技術研討會講義

**自動平衡控制閥**  
**定壓差自動平衡閥**  
**應用技術**

周龍賓 機械技師

撰寫／報告

Taiwan  Flux Technologies, Inc.

臺灣熱流科技股份有限公司

提供

# 內 容

前言 節能大兵—控制閥—自述

1. 控制閥構造
  2. 控制閥流量特性(Flow Characteristics)
  3. 控制閥流量係數(Flow Coefficient)
  4. 控制閥的掌控度(Authority)
  5. 控制閥作動器(Actuator)
  6. 控制閥的控制機制(Control Mechanism)
  7. FLUX 控制閥簡介
  8. 自動平衡控制閥(Auto-Balancing Control Valves)
- 附錄 (1) 自力作動型與子母型自動控制閥及其應用水路

# 前 言

## 節能大兵—控制閥—自述

- 一. 超節能冰水系統、冰水機、冰水泵及其變頻驅動控制系統、中央控制系統等等，有如軍隊系統的大帥、大將、大校、大尉。但是……
- 二. 沒有大兵，能打仗嗎？
- 三. 沒有我一控制閥，節能淪為空談！因為……
  1. **沒有我**，冰水流量不變，**冰水泵永遠滿載/高耗電！**
  2. **沒有我**，冷房溫度偏低，冷房「熱負載(Heat Gain)」更大。**冰水機多了額外而沒必要的負載/耗電！**  
註：室外大氣(OA)傳入室內空氣(IA)的「熱傳率 $\dot{Q}$ 」與二者間之溫差成正比。
  3. **沒有我，冷房太冷，舒服嗎？**更健康嗎？怕是相反吧？
- 四. **要節能，一定要控制閥及其控制系統！**
- 五. **冷房要適溫、舒適、健康，一定要控制閥及其控制系統！**
- 六. **不一定要高貴，只要「規格正確、功能正常、穩定耐用」！**

# 1. 控制閥構造

## 1.1 控制閥外觀

A

A

電動控制閥



B

B

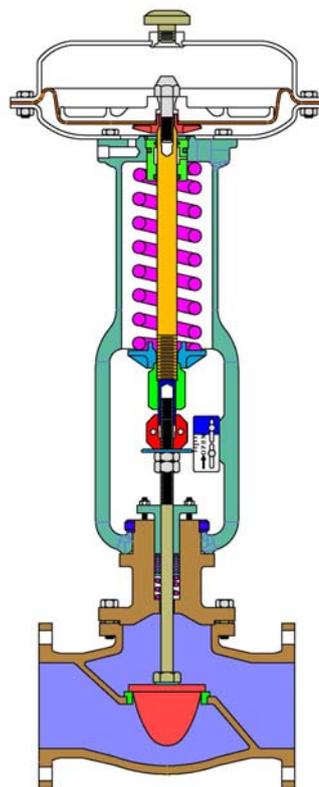
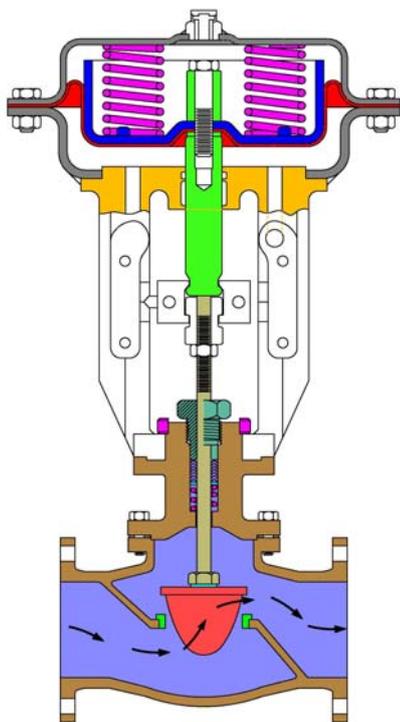
C

C

D

D

氣動控制閥



E

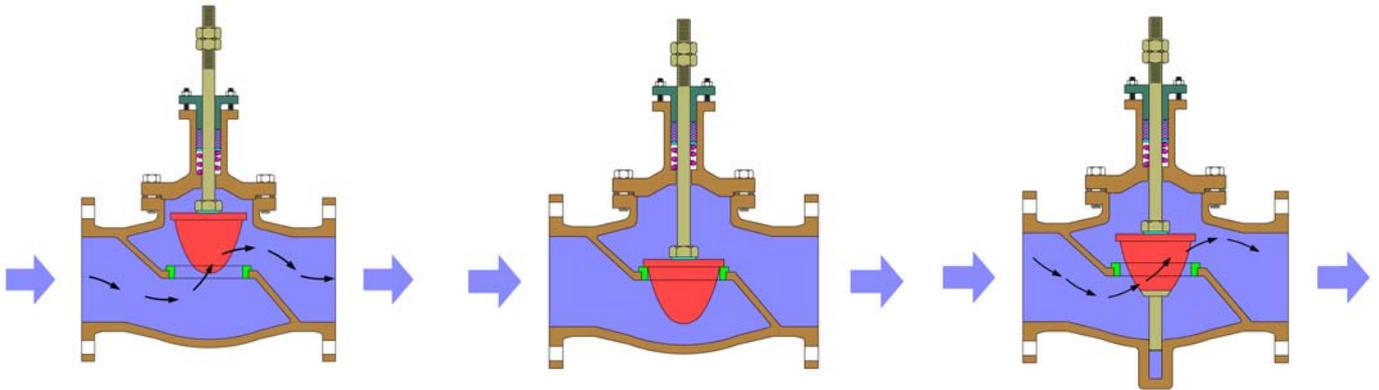
E

## 1.2 P-Port 二通控制閥

構造如圖(1)~(5)所示

A

A



B

B

圖(1)

圖(2)

圖(3)

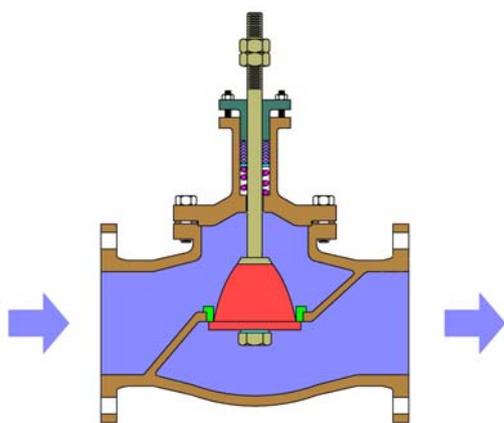
P-Port 二通閥全開

P-Port 二通閥全關

P-Port 二通閥閥桿  
下端有導軸套支撐

C

C



D

D

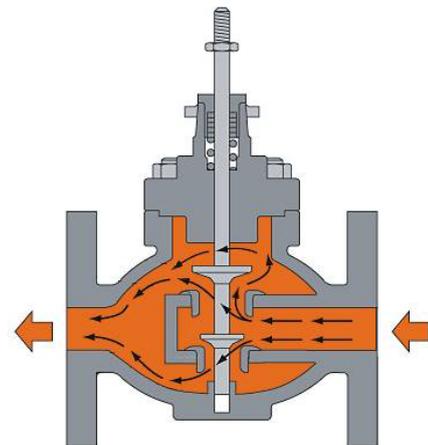
圖(4)

圖(5)

P-Port 二通閥反向作動型  
(Reversing Acting Type)P-Port 二通閥雙閥座型  
(Double Seat Type)

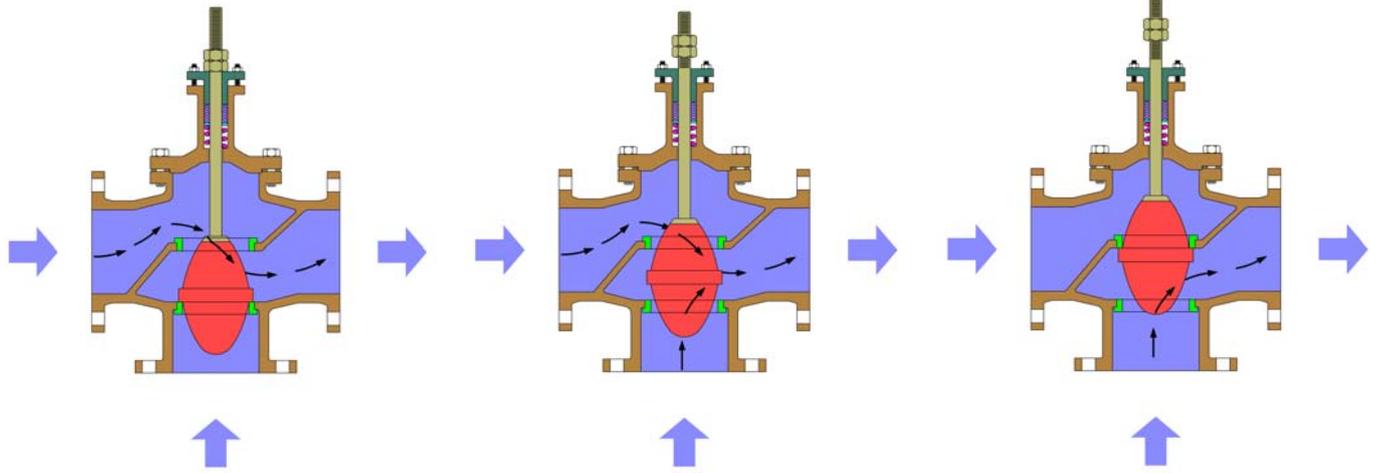
E

E



### 1.3 P-Port 三通控制閥混流型(Mixing Type)

構造如圖(6)~(8)所示



圖(6)

P-Port 三通閥全開

圖(7)

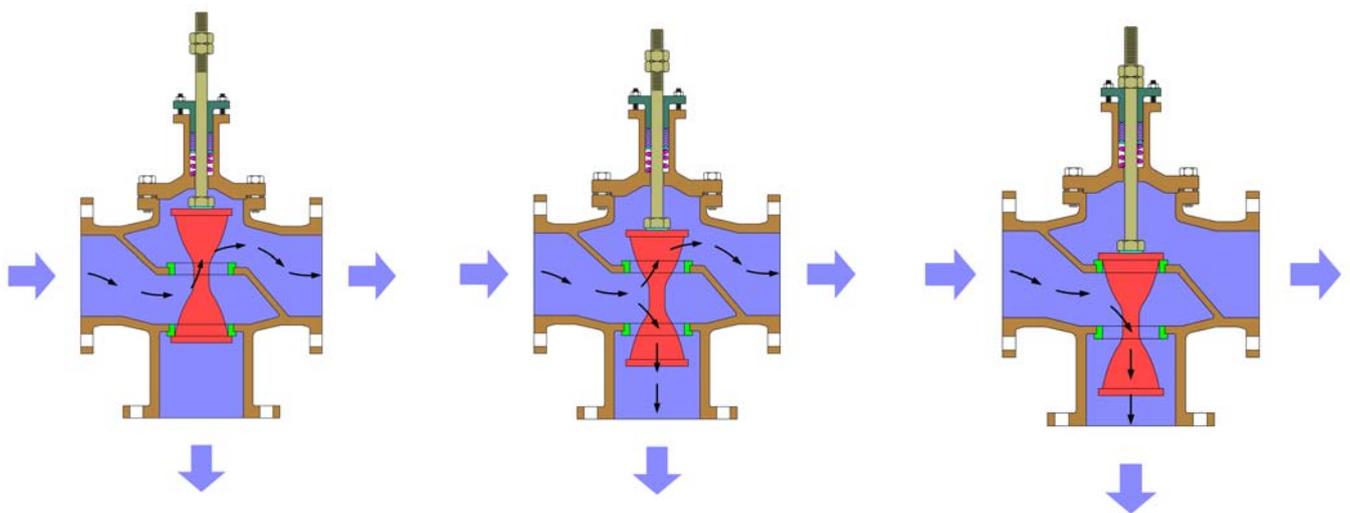
P-Port 三通閥半開

圖(8)

P-Port 三通閥全關

### 1.4 P-Port 三通控制閥分流型(Diverting Type)

構造如圖(9)~(11)所示



圖(9)

P-Port 三通閥全開

圖(10)

P-Port 三通閥半開

圖(11)

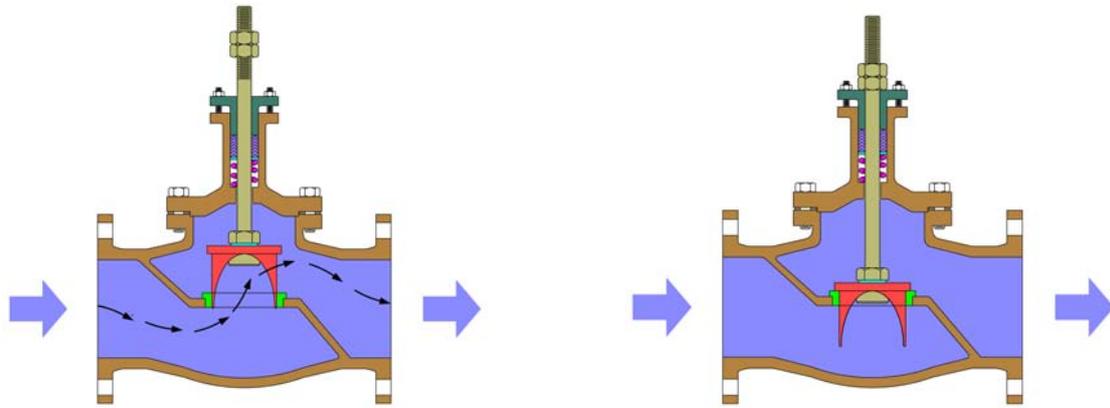
P-Port 三通閥全關

### 1.5 V-Port 二通控制閥

構造如圖(12)~(13)所示

A

A



B

B

圖(12)

圖(13)

V-Port 二通閥全開

V-Port 二通閥全關

C

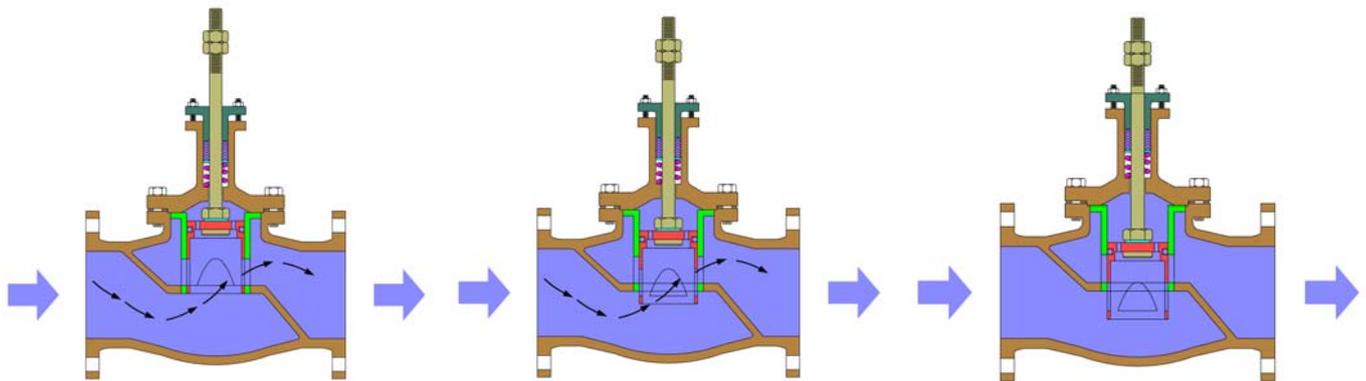
C

### 1.6 V-Port 二通控制閥平衡型(Balancing Type)

構造如圖(14)~(16)所示

D

D



E

E

圖(14)

圖(15)

圖(16)

V-Port 二通閥全開

V-Port 二通閥半開

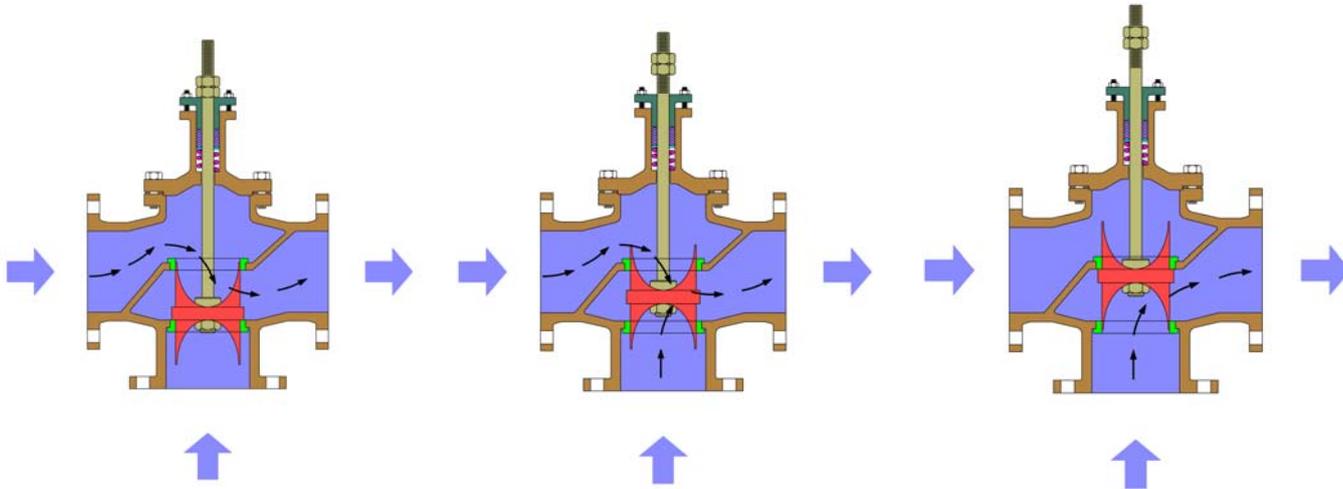
V-Port 二通閥全關

1.7 V-Port 三通控制閥混流型(Mixing Type)

構造如圖(17)~(19)所示

A

A



圖(17)

圖(18)

圖(19)

V-Port 三通閥全開

V-Port 三通閥半開

V-Port 三通閥全關

B

B

C

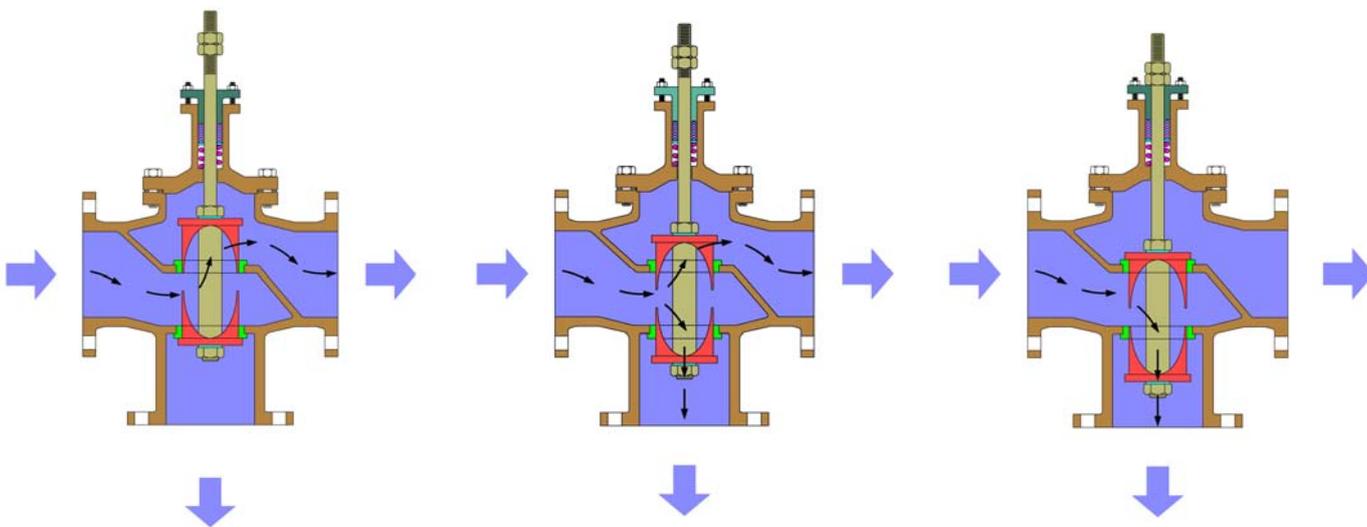
C

1.8 V-Port 三通控制閥分流型(Diverting Type)

構造如圖(20)~(22)所示

D

D



圖(20)

圖(21)

圖(22)

V-Port 三通閥全開

V-Port 三通閥半開

V-Port 三通閥全關

E

E

## 2. 控制閥流量特性

A

### 2.1 名詞與符號定義

A

#### (1) $L$ ：閥開啟位移

定義：閥從全關位置(Fully Closed Position)開啟至某位置的位移(Displacement)

如果閥開啟作動是平移(Translation)運動，則其開啟位移是線位移

(Linear Displacement)，例如球形閥(Globe Valves)。如果閥開啟作動是

旋轉(Rotation)運動，則其開啟位移是角位移(Angular Displacement)，

例如蝶閥(Butterfly Valves)。

B

B

C

C

例(i)：某球形閥開啟位移為線位移  $L = 20\text{ mm}$

例(ii)：某蝶閥開啟位移為角位移  $L = 40^\circ$

#### (2) $L_{max}$ ：閥全開位移

定義：閥從全關位置開啟至全開位置的位移。

例(i)：上述球形閥全開位移為線位移  $L_{max} = 50\text{ mm}$

例(ii)：上述蝶閥全開位移為角位移  $L_{max} = 80^\circ$

D

D

#### (3) $\ell$ ：閥開度(Opening Rate)

定義：
$$\ell = \frac{L}{L_{max}} \times 100\%$$

E

E

例(i)：上述球形閥開度  $\ell = \frac{20\text{ mm}}{50\text{ mm}} \times 100\% = 40\%$

例(ii)：上述蝶閥開度  $\ell = \frac{40^\circ}{80^\circ} \times 100\% = 50\%$

F

F

#### (4) $Q$ ：通過閥的流量

定義：閥在開啟位移  $L$  時的流量

例：上述球形閥在開啟位移  $L = 20\text{ mm}$  時的流量為  $Q = 60\text{ m}^3/\text{h}$

A (5)  $Q_{max}$ ：閥全開時通過的流量

定義：閥在全開位移  $L_{max}$  (全開位置) 所通過的流量

例：上述球形閥在全開位移  $L_{max} = 50\text{ mm}$  時的流量為最大流量  $Q_{max} = 240\text{ m}^3/\text{h}$

B (6)  $Q_{min}$ ：閥全關時漏流通過的流量

(7)  $q$ ：比流量(Specific Flow Rate)

定義： $q = \frac{Q}{Q_{max}} \times 100\%$

例：上述球形閥在開啟位移  $L = 20\text{ mm}$  (或開度  $\ell = 40\%$ ) 時的

$$\text{比流量為 } q = \frac{60}{240} \times 100\% = 25\%$$

C

C

D (8)  $q = f(\ell)$ ：閥的流量特性

定義：閥之「比流量」與其「開度」之間的函數關係定義為該閥之  
「流量特性」 (Characteristics of Flow)

D

D

(9) 理想流量特性(Ideal Characteristics of Flow)

定義：閥入/出水口壓力差保持不變所表現的流量特性

亦即  $q = f(\ell) @ \text{Constant } \Delta P \text{ across the control valve}$

E

E

(10) 實際流量特性(Actual Characteristics of Flow)

定義：閥入/出水口壓力差隨其流量而變所表現的流量特性

亦即  $q = f(\ell) @ \text{Changing } \Delta P \text{ across the control valve}$

F

F

(11)  $R$ ：可調比(Rangeability)

定義： $R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} = \frac{\text{閥全開流量}}{\text{閥全關流量}}$

### 2.2 線性流量特性(Linear Characteristics of Flow)

(1) 定義：「比流量之增加量( $dq$ )」與「閥開度之增加量( $d\ell$ )」成正比

即  $dq = K_L d\ell$  .....(1)

其中  $K_L$  為比例常數

因  $q = \frac{Q}{Q_{max}}$  ,  $dq = \frac{dQ}{Q_{max}}$

$$\ell = \frac{L}{L_{max}} , d\ell = \frac{dL}{L_{max}}$$

故  $\int_{Q_{min}}^Q \frac{dQ}{Q_{max}} = \int_0^L K_L \frac{dL}{L_{max}}$

$$\left. \frac{Q}{Q_{max}} \right]_{Q_{min}}^Q = K_L \left. \frac{L}{L_{max}} \right]_0^L$$

即  $\frac{Q}{Q_{max}} - \frac{Q_{min}}{Q_{max}} = K_L \frac{L}{L_{max}}$  .....(2)

上式(2)描述 Q 與 L 之間的函數關係為線性(Linear)

若  $L = L_{max}$  , 則  $Q = Q_{max}$  。代入式(2)中

解得  $K_L = 1 - \frac{1}{R}$  .....(3)

上式中 R 為閥之可調比(Rangeability)

將  $\frac{Q}{Q_{max}} = q$  ,  $\frac{Q_{min}}{Q_{max}} = \frac{1}{R}$  ,  $\frac{L}{L_{max}} = \ell$  代入式(2)

解得 
$$q = \frac{R-1}{R} \ell + \frac{1}{R} \dots\dots\dots(4)$$

A

式(4)描述了與  $q$  與  $\ell$  之間的函數關係為「線性(Linearity)」。

A

B

(2) 舉例：某控制閥「可調比」 $R=40$ ，試以開度增加量 10% 為基礎，表列其「比流量」及「比流量之增加率」。

B

解說：表(1)列述式(4)計算所得各「開度」時的「比流量」。

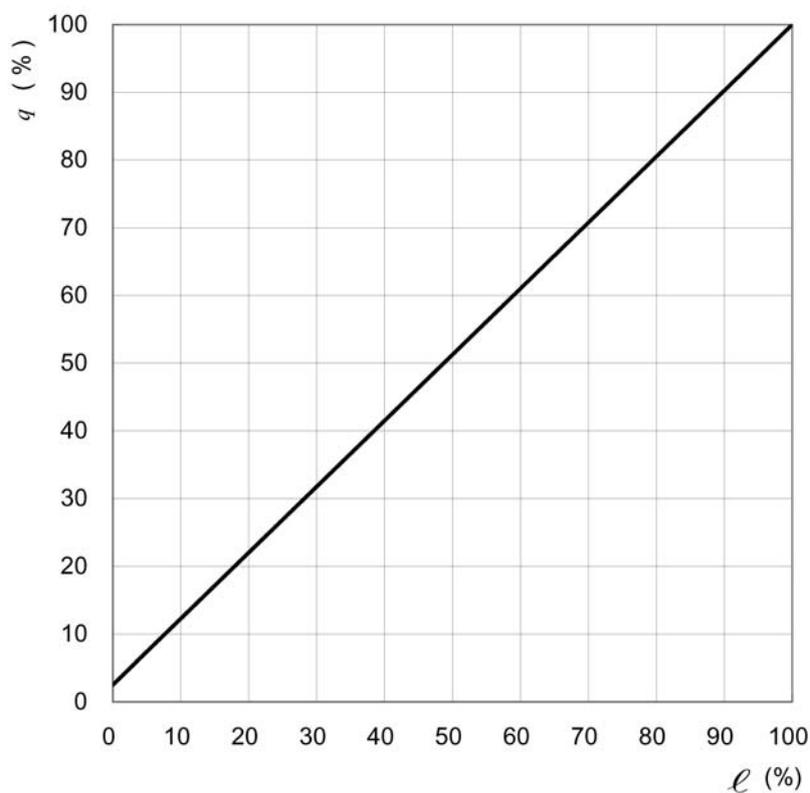
表(2)則依表(1)引申計算，列述「開度之增加量」對應「比流量之增加量」與「比流量之增加率」的關係。

請注意：「線性行為」的特徵是  $\Delta q$  與  $\Delta \ell$  成正比！

C

C

(3) 線性流量特性曲線：如圖(1)



D

D

E

E

F

F

圖(1) 線性流量特性曲線

表(1) 比流量  $q$  - 開度  $\ell$ 

$\ell$ - 開度, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$q$ - 比流量, %	2.50	12.25	22.00	31.75	41.50	51.25	61.00	70.75	80.50	90.25	100.00

表(2) 比流量之增加率  $\frac{\Delta q}{q_i}$  - 開度之增加量  $\Delta \ell$ 

$\ell$ - 開度變化, %	0 → 10	10 → 20	20 → 30	30 → 40	40 → 50	50 → 60	60 → 70	70 → 80	80 → 90	90 → 100
$\Delta \ell$ - 開度之增加量, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
$q$ - 比流量變化, %	2.50 → 12.25	12.25 → 22.00	22.00 → 31.75	31.75 → 41.50	41.50 → 51.25	51.25 → 61.00	61.00 → 70.75	70.75 → 80.50	80.50 → 90.25	90.25 → 100.00
$\Delta q$ - 比流量之增加量, %	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
$q_i$ - 變化前的比流量, %	2.50	12.25	22.00	31.75	41.50	51.25	61.00	70.75	80.50	90.25
$\frac{\Delta q}{q_i}$ - 比流量之增加率, %	390.0	79.6	44.3	30.7	23.5	19.0	16.0	13.8	12.1	10.8

## 2.3 等百分比流量特性(Equal-Percentage Characteristics of Flow)

A

A

(1) 定義：「比流量之增加率( $\frac{dq}{q}$ )」與「閥開度之增加量( $d\ell$ )」成正比

B

B

即 
$$\frac{dq}{q} = K_E d\ell$$

C

C

因 
$$q = \frac{Q}{Q_{\max}}, \quad dq = \frac{dQ}{Q_{\max}}, \quad \frac{dq}{q} = \frac{dQ}{Q}$$

C

C

$$\ell = \frac{L}{L_{\max}}, \quad d\ell = \frac{dL}{L_{\max}}$$

D

D

故 
$$\int_{Q_{\min}}^Q \frac{dQ}{Q} = \int_0^L \frac{K_E}{L_{\max}} dL$$

E

E

即 
$$\ln Q \Big|_{Q_{\min}}^Q = K_E \frac{L}{L_{\max}} \Big|_0^L$$

$$\ln Q - \ln Q_{\min} = K_E \frac{L}{L_{\max}}$$

F

F

$$\ln \frac{Q}{Q_{\min}} = K_E \frac{L}{L_{\max}} \dots\dots\dots(5)$$

若  $L = L_{\max}$  ,  $Q = Q_{\max}$  , 代入式(5)

解得

$$K_E = \ln R$$

A

由式(5)

$$\ln \frac{Q}{Q_{\min}} = \ln \left( \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} \times \frac{Q}{Q_{\max}} \right) = \ln \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} + \ln \frac{Q}{Q_{\max}}$$

$$= \ln R + \ln q$$

A

B

又因

$$\frac{L}{L_{\max}} = \ell, K_E = \ln R$$

B

式(5)可改寫為

$$\ln R + \ln q = \ell \ln R = \ln R^\ell$$

C

即

$$\ln q = \ln R^\ell - \ln R = \ln \left( \frac{R^\ell}{R} \right) = \ln (R^{\ell-1})$$

C

解得

$$q = R^{\ell-1} \dots\dots\dots(6)$$

D

(2) 舉例：某控制閥「可調比」 $R=40$ ，試以開度增加量 10% 為基礎，表列其「比流量」及「比流量之增加率」。

D

解說：表(3)列述式(6)計算所得各「開度」時的「比流量」。

表(4)則依表(3)引申計算列述「開度之增加量」對應「比流量之增加量」與「比流量之增加率」的關係。

E

E

請注意：「等百分比行為」的特徵是  $\frac{\Delta q}{q_i}$  與  $\Delta \ell$  成正比！

F

F

表(3) 比流量  $q$  - 開度  $l$ 

$l$ - 開度, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$q$ - 比流量, %	2.50	3.62	5.23	7.56	10.93	15.81	22.87	33.07	47.82	69.15	100.00

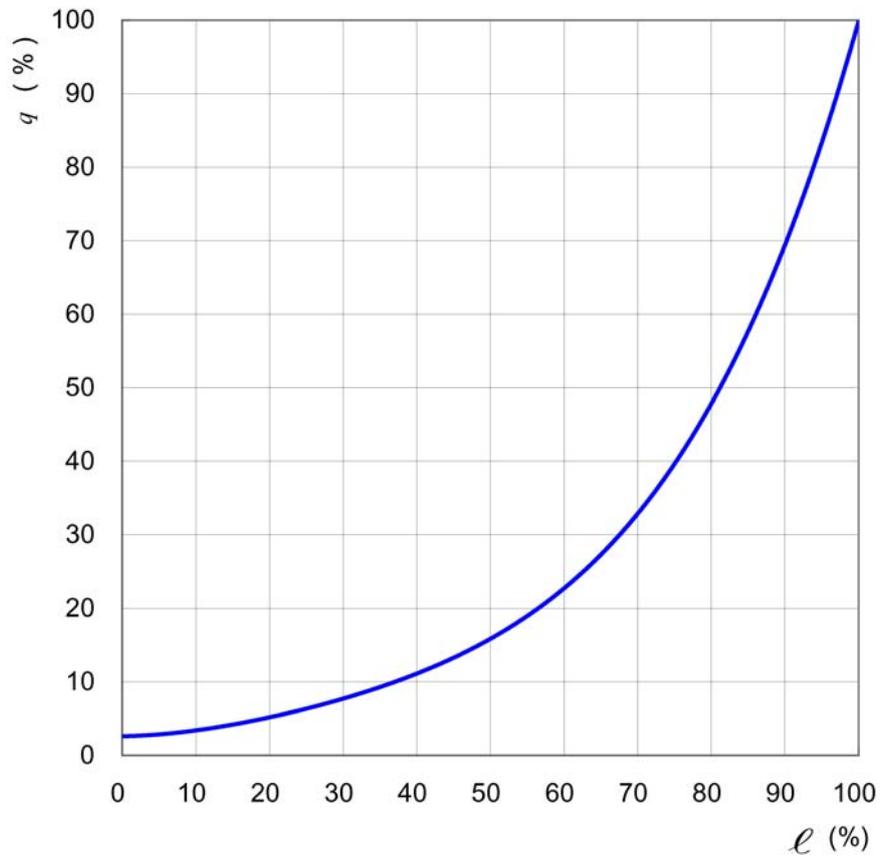
表(4) 比流量之增加率  $\frac{\Delta q}{q_i}$  - 開度之增加量  $\Delta l$  (10%)

$l$ - 開度變化, %	0 → 10	10 → 20	20 → 30	30 → 40	40 → 50	50 → 60	60 → 70	70 → 80	80 → 90	90 → 100
$q$ - 比流量變化, %	2.50 → 3.62	3.62 → 5.23	5.23 → 7.56	7.56 → 10.93	10.93 → 15.81	15.81 → 22.87	22.87 → 33.07	33.07 → 47.82	47.82 → 69.15	69.15 → 100.00
$\Delta q$ - 比流量之增加量, %	1.12	1.61	2.33	3.37	4.88	7.05	10.20	14.75	21.33	30.85
$q_i$ - 變化前的比流量, %	2.50	3.62	5.23	7.56	10.93	15.81	22.87	33.07	47.82	69.15
$\frac{\Delta q}{q_i}$ - 比流量之增加率, %	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6
$\Delta l$ - 開度之增加量, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

表(5) 比流量之增加率  $\frac{\Delta q}{q_i}$  - 開度之增加量  $\Delta l$  (30%)

$l$ - 開度變化, %	0 → 30	10 → 40	20 → 50	30 → 60	40 → 70	50 → 80	60 → 90	70 → 100
$q$ - 比流量變化, %	2.50 → 7.56	3.62 → 10.93	5.23 → 15.81	7.56 → 22.87	10.93 → 33.07	15.81 → 47.82	22.87 → 69.15	33.07 → 100.00
$\Delta q$ - 比流量之增加量, %	5.06	7.32	10.58	15.30	22.13	32.01	46.29	66.93
$q_i$ - 變化前的比流量, %	2.50	3.62	5.23	7.56	10.93	15.81	22.87	33.07
$\frac{\Delta q}{q_i}$ - 比流量之增加率, %	202.43	202.43	202.43	202.43	202.43	202.43	202.43	202.43
$\Delta l$ - 開度之增加量, %	30	30	30	30	30	30	30	30

(3) 等百分比流量特性曲線，如下圖(2)



圖(2) 等百分比流量特性曲線

### 2.3 快開流量特性

#### (1) 行為描述

同量的「開度之增加量」作動於低流量時，可產生較大的「流量之增加量」；作動於高流量時，產生較小的「流量之增加量」。

#### (2) 數學定義

「比流量之增加量」( $dq$ )與「開度之增加量」( $dl$ )成正比，又與當時的比流量( $q$ )成反比。

即 
$$dq = K_q \frac{d\ell}{q}$$

上式的物理意義就是： $(dq)$ 與 $(d\ell)$ 成正比，但與 $(q)$ 成反比，符合「快開」的行為特徵。

故 
$$q dq = K_q d\ell$$

但因 
$$q = \frac{Q}{Q_{\max}}, \quad dq = \frac{dQ}{Q_{\max}}$$

$$\ell = \frac{L}{L_{\max}}, \quad d\ell = \frac{dL}{L_{\max}}$$

故 
$$\int_{Q_{\min}}^Q \frac{Q}{Q_{\max}} \times \frac{dQ}{Q_{\max}} = \int_0^L K_q \frac{dL}{L_{\max}}$$

即 
$$\left. \frac{Q^2}{2Q_{\max}^2} \right]_{Q_{\min}}^Q = K_q \left. \frac{L}{L_{\max}} \right]_0^L$$

$$\frac{Q^2}{Q_{\max}^2} - \frac{Q_{\min}^2}{Q_{\max}^2} = 2K_q \frac{L}{L_{\max}} \dots\dots\dots(7)$$

若  $L = L_{\max}$ ， $Q = Q_{\max}$ 。代入上式(7)中

得 
$$1 - \frac{1}{R^2} = 2K_q$$

A

A

解得 
$$K_q = \frac{1}{2} - \frac{1}{2R^2} \dots\dots\dots(8)$$

B

B

代回式(7)得 
$$q^2 - \frac{1}{R^2} = 2\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2R^2}\right) \ell$$

解得 
$$q = \frac{1}{R} \sqrt{(R^2 - 1)\ell + 1} \dots\dots\dots(9)$$

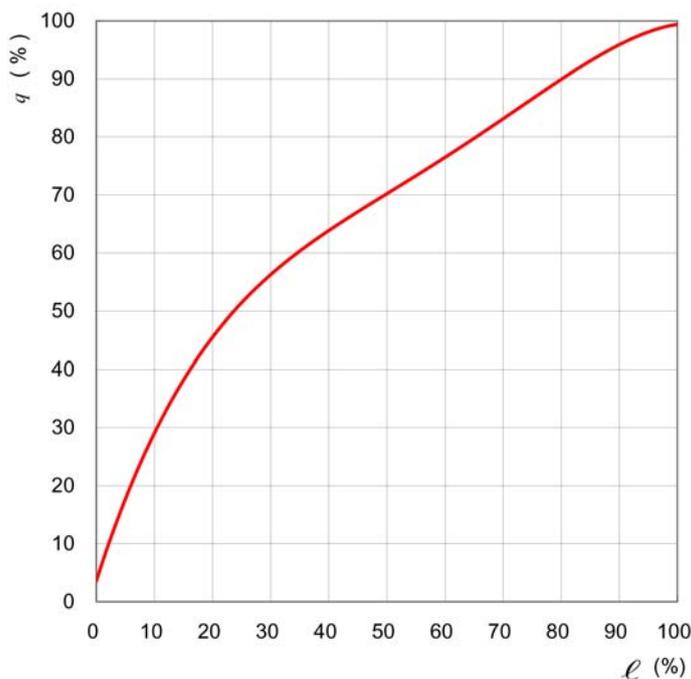
(4) 舉例：某控制閥「可調比」 $R=40$ ，試以開度增加量 10% 為基礎，表列其「比流量」及「比流量之增加率」。

解說：表(6)列述式(9)計算所得各「開度」時的「比流量」。

表(7)則依表(6)引申計算列述「開度之增加量」對應「比流量之增加量」與「比流量之增加率」的關係。

請注意：「快開流量特性」的特徵是 $\Delta q$ 與 $\Delta \ell$ 成正比，與 $q$ 成反比！

(5) 快開流量特性曲線，如下圖(3)



圖(3) 快開流量特性曲線

F

F

表(6) 比流量  $q$  — 開度  $l$ 

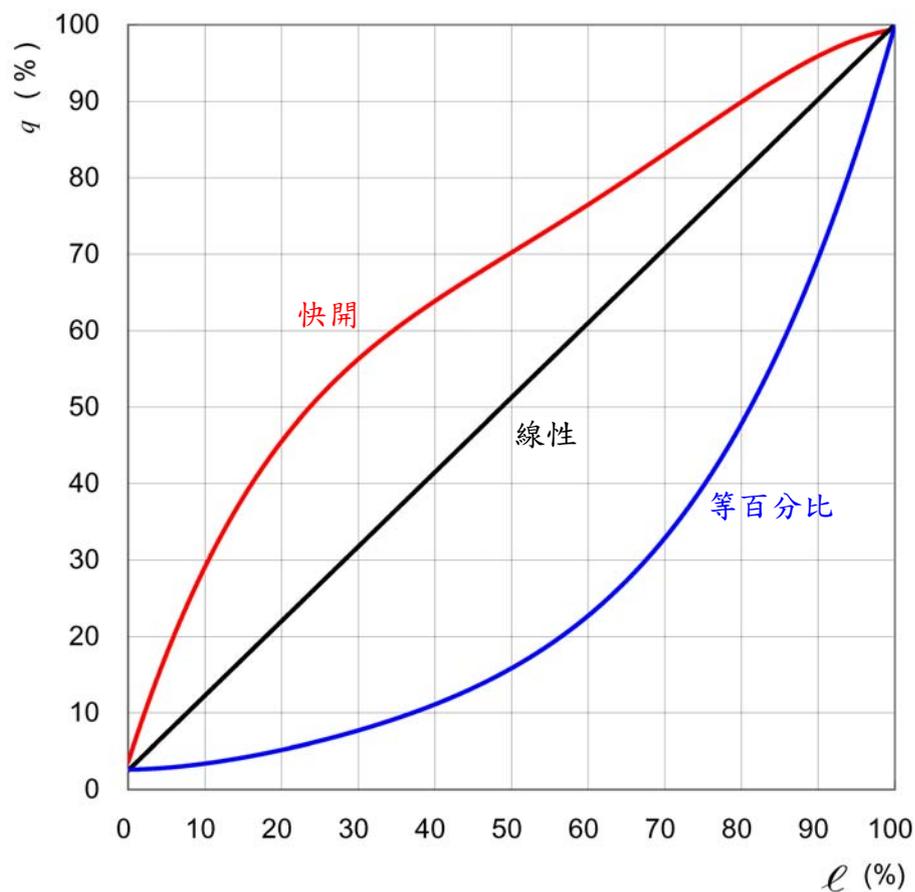
$l$ — 開度, %	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$q$ — 比流量, %	2.50	31.71	44.78	54.81	63.28	70.73	77.48	83.68	89.45	94.87	100.00

表(7) 比流量之增加率  $\frac{\Delta q}{q_i}$  — 開度之增加量  $\Delta l$ 

$l$ — 開度變化, %	0 → 10	10 → 20	20 → 30	30 → 40	40 → 50	50 → 60	60 → 70	70 → 80	80 → 90	90 → 100
$q$ — 比流量變化, %	2.50 → 31.71	31.71 → 44.78	44.78 → 54.81	54.81 → 63.28	63.28 → 70.73	70.73 → 77.48	77.48 → 83.68	83.68 → 89.45	89.45 → 94.87	94.87 → 100.00
$\Delta q$ — 比流量之增加量, %	29.21	13.07	10.03	8.46	7.46	6.74	6.20	5.77	5.42	5.13
$q_i$ — 變化前的比流量, %	2.50	31.71	44.78	54.81	63.28	70.73	77.48	83.68	89.45	94.87
$\frac{\Delta q}{q_i}$ — 比流量之增加率, %	1168.5	41.2	22.4	15.4	11.8	9.5	8.0	6.9	6.1	5.4
$\Delta l$ — 開度之增加量, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

## 2.4 常用三種流量特性曲線比較

線性、等百分比、快開等是工程上最常用的三種流量特性。把這三種流量特性曲線畫在同一個座標上，如圖(4)，可明顯看出三者的差異。



圖(4) 線性、等百分比、快開的流量特性曲線

## 2.5 其它流量特性

### (1) 拋物線流量特性

$$q = f(l) = \frac{1}{R} [1 + (\sqrt{R} - 1)l]^2$$

## (2) 雙曲線流量特性

$$q = f(\ell) = \frac{1}{R - (R - 1)\ell}$$

## (3) 其它曾聽說的流量特性

例如：(i) 修正拋物線流量特性

(ii) 修正雙曲線流量特性

## (4) 客製流量特性曲線

在早期，依客製的特殊流量特性曲線製造控制閥的成本極高，不切實際。

但近二、三十年來，得力於電腦數位控制工具機(CNC Machine Tools)的蓬勃發展與普及化，完全依照客戶所要求之特殊流量特性曲線製造控制閥已非夢事，而且成本已低至普遍可接受的程度。

其中，下述兩種方案最常用。

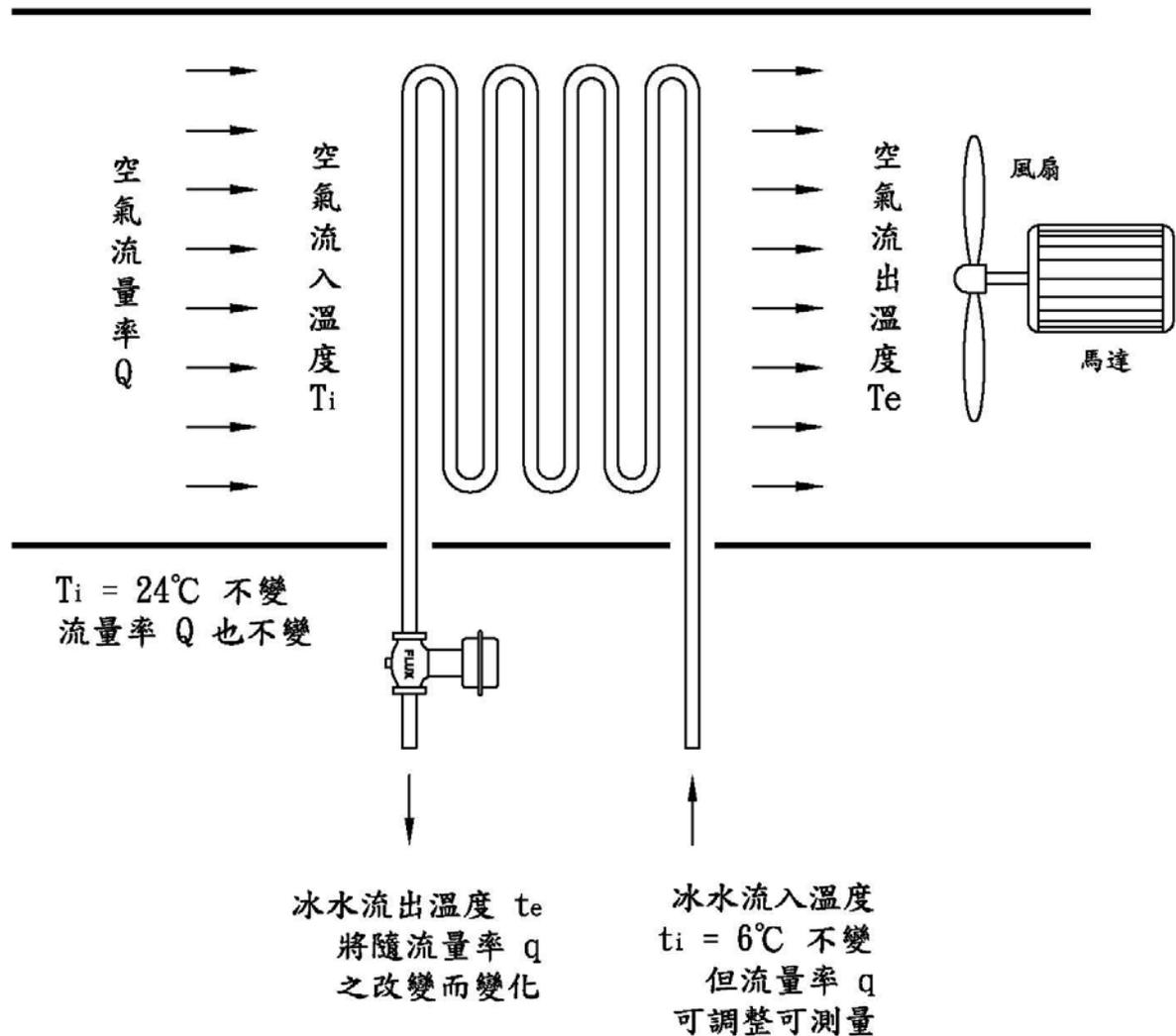
(i) 閥盤如前章所示之 V-Port 控制閥之「活塞型(Piston Type)」閥盤，其節流孔(Throttle Port)在活塞的裙部(Skirt of Piston)——通常稱為「閥裙(Valve Skirt)」。

閥裙逕由不銹鋼管或其它特殊鋼材製成，甚至先完成硬化處理，再以線切割工具機(Wire Cutting Machine Tool)直接切割成型。製造出形狀與尺寸極為精確的節流孔已非難事；比較難的反而是那節流孔形狀尺寸的設計計算了！

(ii) 閥的流量特性一律如前述之「線性流量特性」，再將該閥的作動器(Actuator)之「開啟位移  $L$ 」與輸入作動器的「開度設定訊號  $s$ 」之間的函數關係以程式(Programme)控制調整，使其比流量( $q$ )與開度訊號( $s$ )之間的函數關係符合客製流量特性曲線關係。這種做法已經很普遍了。

## 2.5 控制閥流量特性的適配

例一. 如圖(5)為空調箱冷卻盤管及其控制閥示意圖



註：(1) 測量  $t_e$  ,  $T_e$  ,  $q$  即可計算冰水盤管冷卻能力  $P$ 。

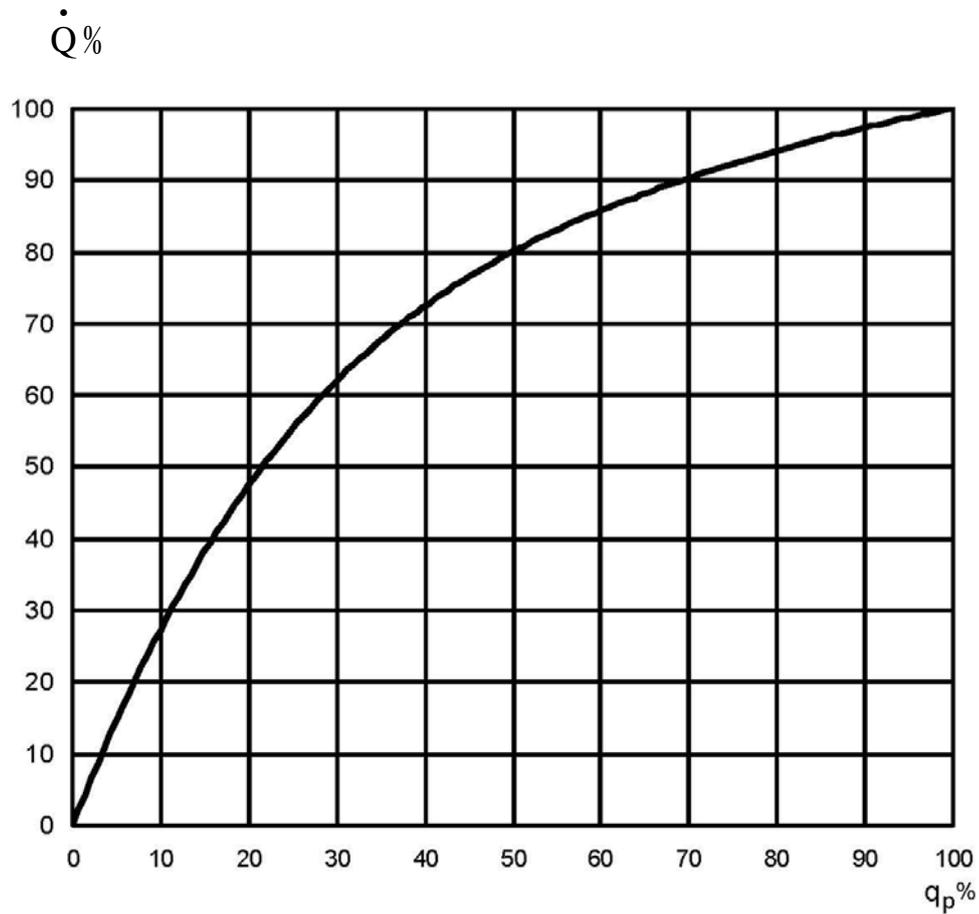
(2) 冰水盤管冷卻能力  $P$  與冰水流量率  $q$  的函數關係曲線圖即可繪出。

圖(5) 空調箱冷卻盤管及其控制閥

A

A

如圖(6)為空調箱性能曲線—冷卻能力 $\dot{Q}$ 與冰水流量 $q$ 的關係曲線



B

B

C

C

D

D

*Cooling coil working under following condition :*

*Water : 6 °C inlet / 12 to 24 °C return*

*Air : 24 °C inlet / 16 to 24 °C outlet*

E

E

圖(6) 空調箱性能曲線

F

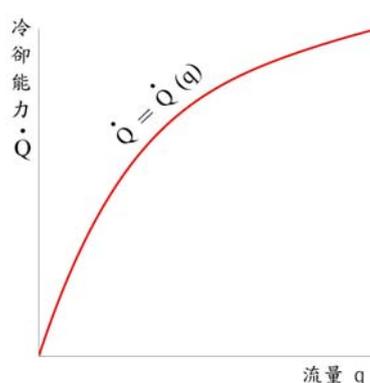
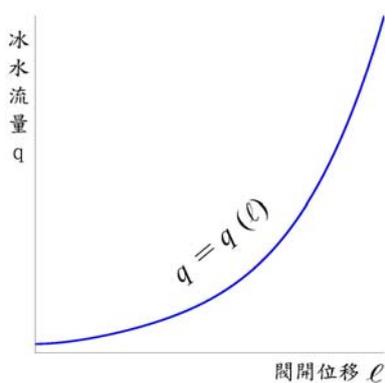
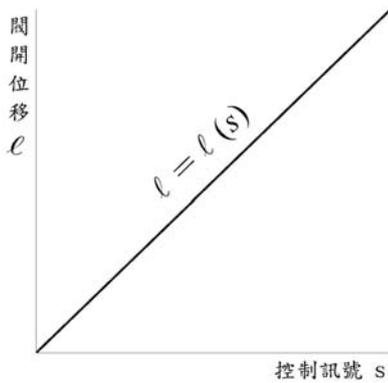
F

根據圖(6)判斷最適用的控制閥流量特性為「等百分比」判斷的思考過程示於圖(7)

圖(7) 判斷最適用的控制閥流量特性為「等百分比」判斷的思考過程

A

A

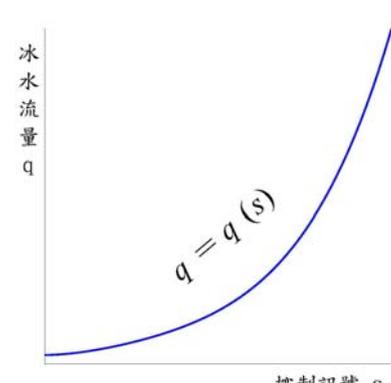
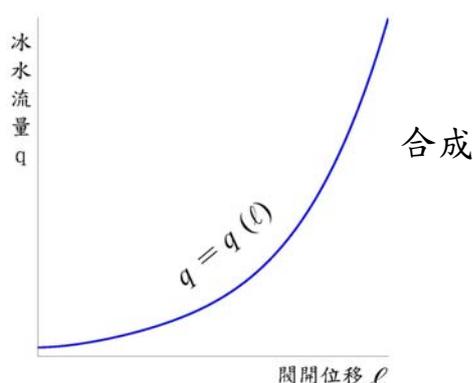
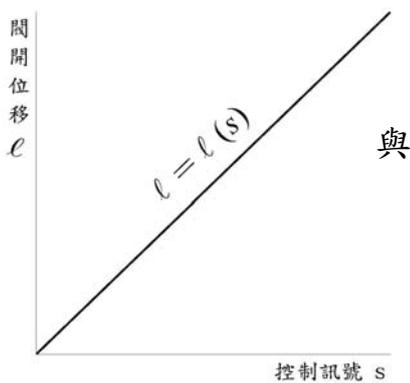


B

B

C

C

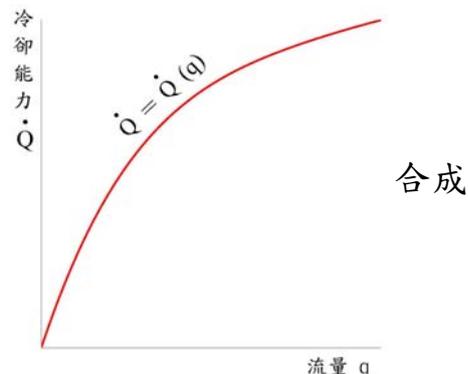
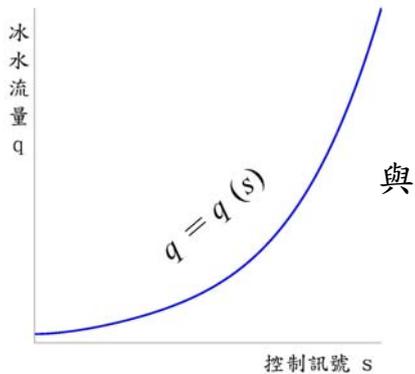


D

D

E

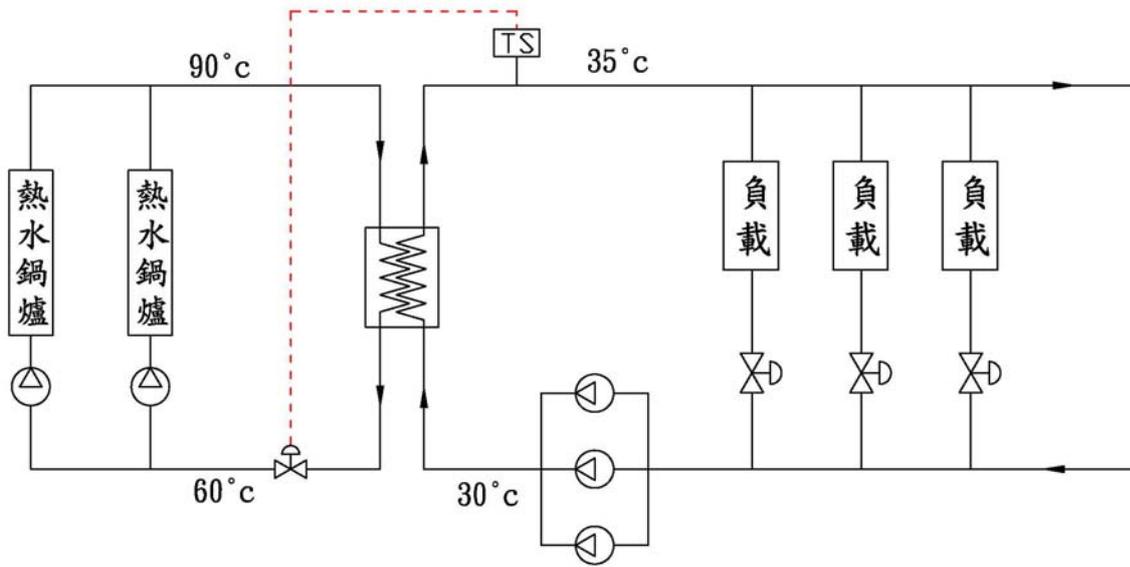
E



F

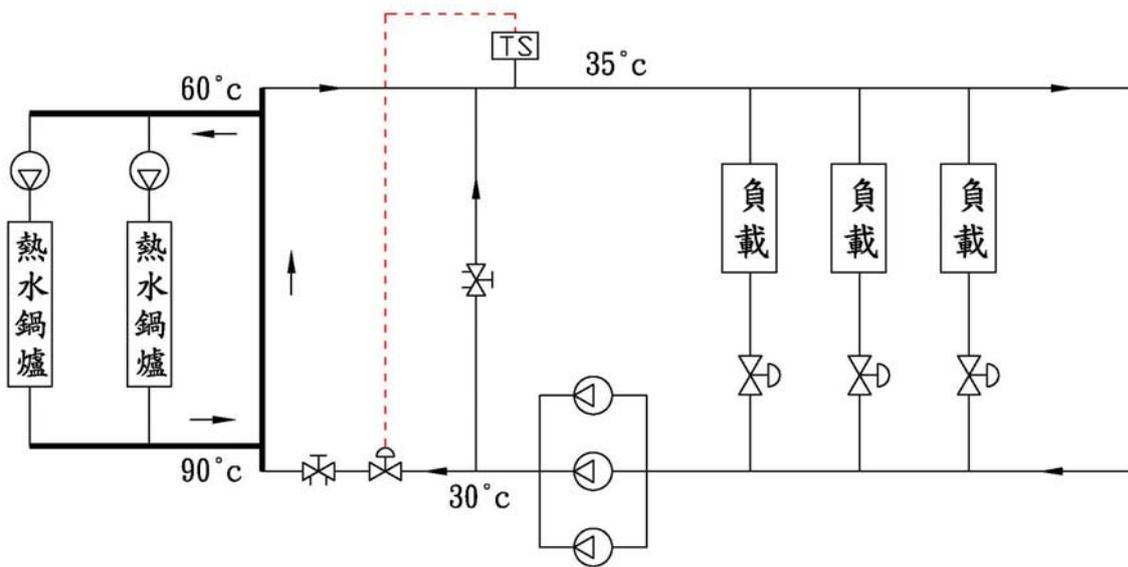
F

例二. 圖(8)之熱水系統二通控制閥也適用「等百分比」流量特性



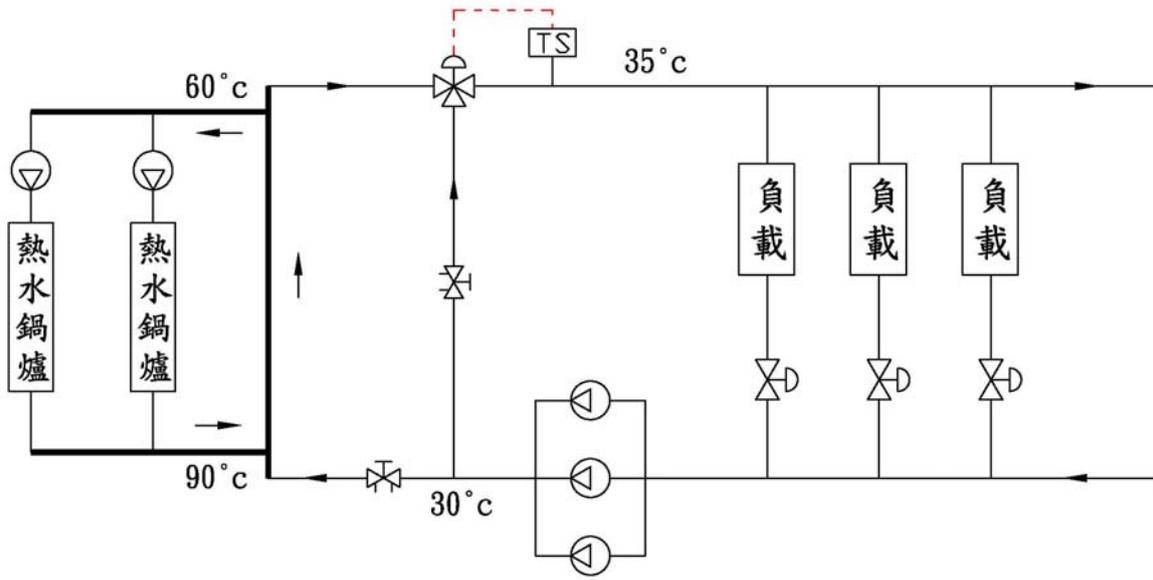
圖(8) 燃燒加熱的熱水鍋爐循環系統之一

例三. 圖(9)之熱水系統二通控制閥適用「線性」流量特性



圖(9) 燃燒加熱的熱水鍋爐循環系統之二

例四. 圖(10)之熱水系統三通控制閥適用「線性」流量特性



圖(10) 燃燒加熱的熱水鍋爐循環系統之三

### 3. 控制閥流量係數

A

A

#### 3.1 流量係數 $K_v$ 的定義

$$K_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$$

B

B

此式限用於純水，溫度 15°C (60°F) 左右。其中

$Q$ ：流經控制閥的流量(率)，單位必須為 CMH—Cubic Meter(s) Per Hour 或  $m^3/h$

$\Delta P$ ：控制閥在流量(率) $Q$  的壓降—入水壓力與出水壓力之差，而且單位必須是 bar

C

C

#### 3.2 流量係數 $C_v$ 的定義

$$C_v = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$$

D

D

此式限用於純水，溫度 60°F (15°C) 左右。其中

$Q$ ：流經控制閥的流量(率)，單位必須為 GPM—Gallon(s) Per Minute。

$\Delta P$ ：控制閥在流量(率) $Q$  的壓降—入水壓力與出水壓力之差，而且單位必須是 psi—Pound(s) Per Square Inch。

E

E

#### 3.3 流量係數的選擇

F

F

(1) 這裡所討論的是閥「全開狀態」的  $K_v$  (或  $C_v$ ，以下不再重述) 值。

(2) 相同口徑且相同型式的閥可做出不同大小的  $K_v$  值，但可做出的最大  $K_v$  值有其極限。最小值雖無限制，但有其商業規格適用範圍與工程經濟的考慮，

一般不會做得太小。

(3) 閥口徑愈大，可做出的最大 $K_v$ 值也愈大，成本也愈高。

(4)  $K_v$ 值愈大對製程變數(Process Variable)的控制性能也愈差。尤其在低流量時。

(5)  $K_v$ 值愈小，對製程變數控制性能愈佳；但閥全開流過滿載流量的壓降也愈大。不但泵需提高揚程導致運轉耗能，閥的噪音、振動、沖蝕也加劇。

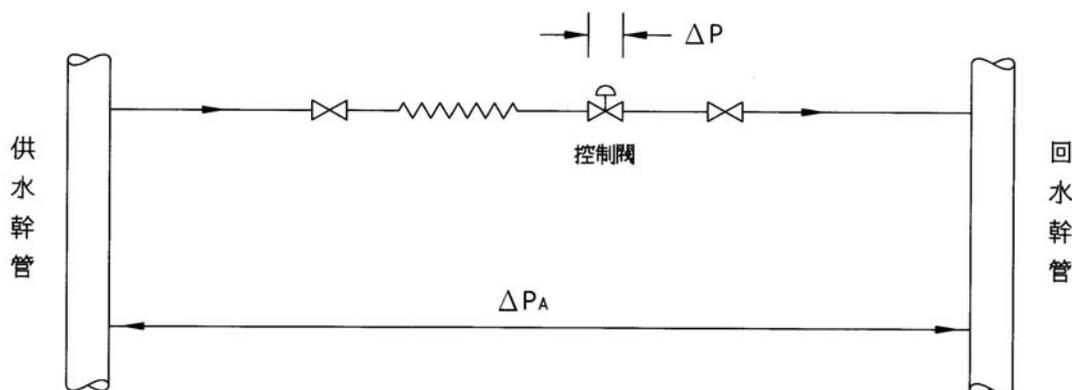
### 3.4 $K_v$ 或 $C_v$ 的建議值

(1) 參考下圖

(2) 供水幹管壓力 $P_H$ ，回水幹管壓力 $P_L$ ，其壓力差 $\Delta P_A = P_H - P_L$ ，稱為供水壓差(Available Differential Pressure)。

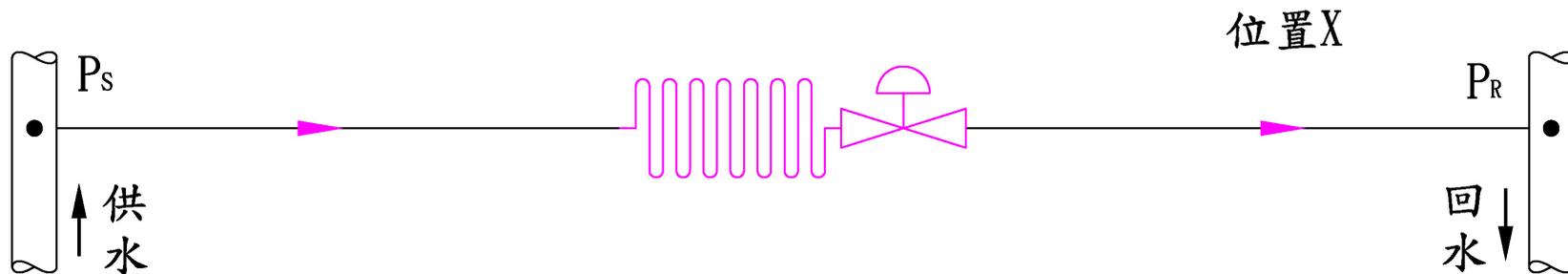
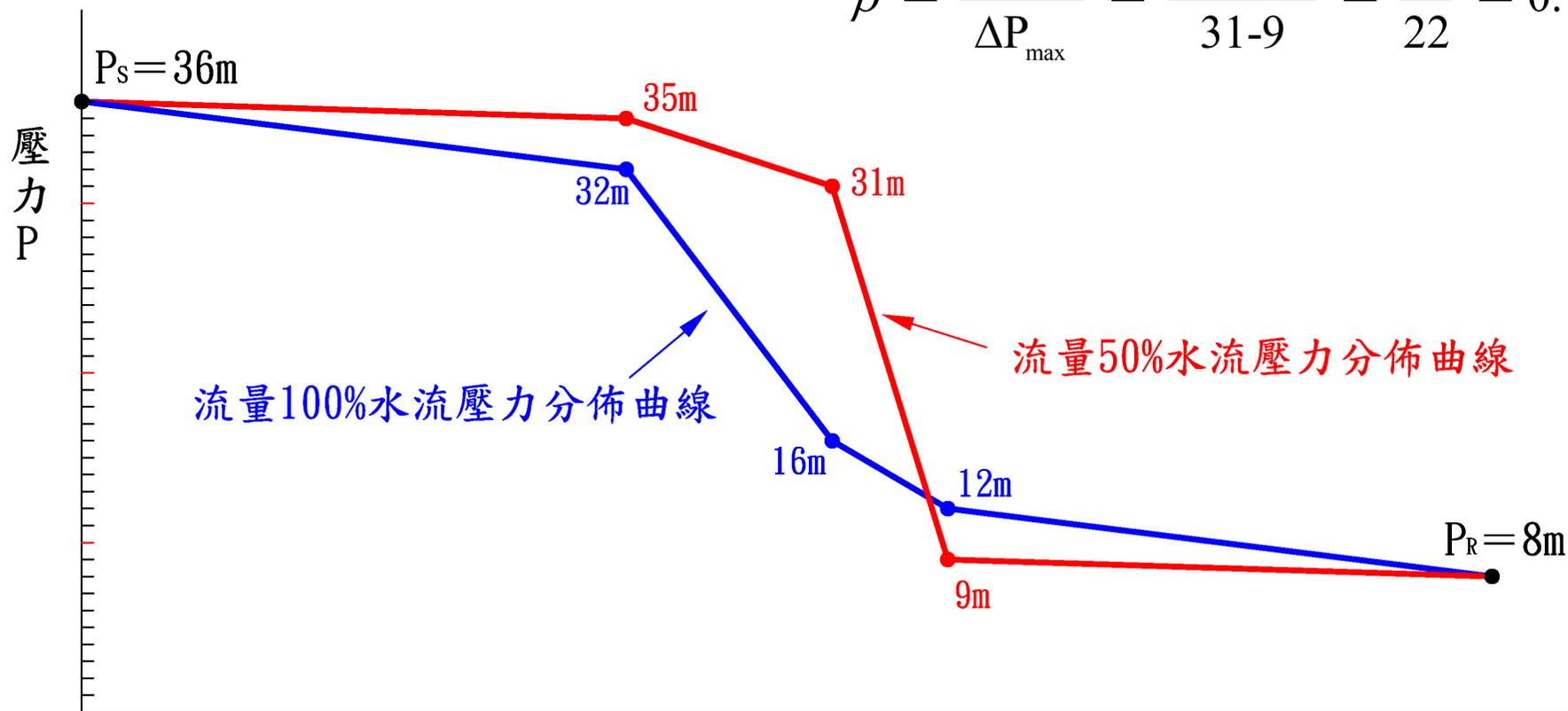
(3) 控制閥在全開狀態流過滿載流量 $Q$ 的壓降 $\Delta P$ 建議等於 $\Delta P_A$ 的 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ 。

(4) 供水壓差 $\Delta P_A$ 愈大，泵運轉愈耗能。控制閥的噪音、振動都愈大，沖蝕也快，壽命愈短。建議供水壓差 $\Delta P_A$ 低於 $1 \text{ kg/cm}^2$ 。



# 4. 控制閥的掌控度(Authority)

$$\beta = \frac{\Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max}} = \frac{16 - 12}{31 - 9} = \frac{4}{22} = 0.18$$



假設：供水壓力  $P_s = 3.6 \text{ kg/cm}^2$  維持不變  
 回水壓力  $P_r = 0.7 \text{ kg/cm}^2$  維持不變

臺灣熱流

A

B

C

臺灣熱流

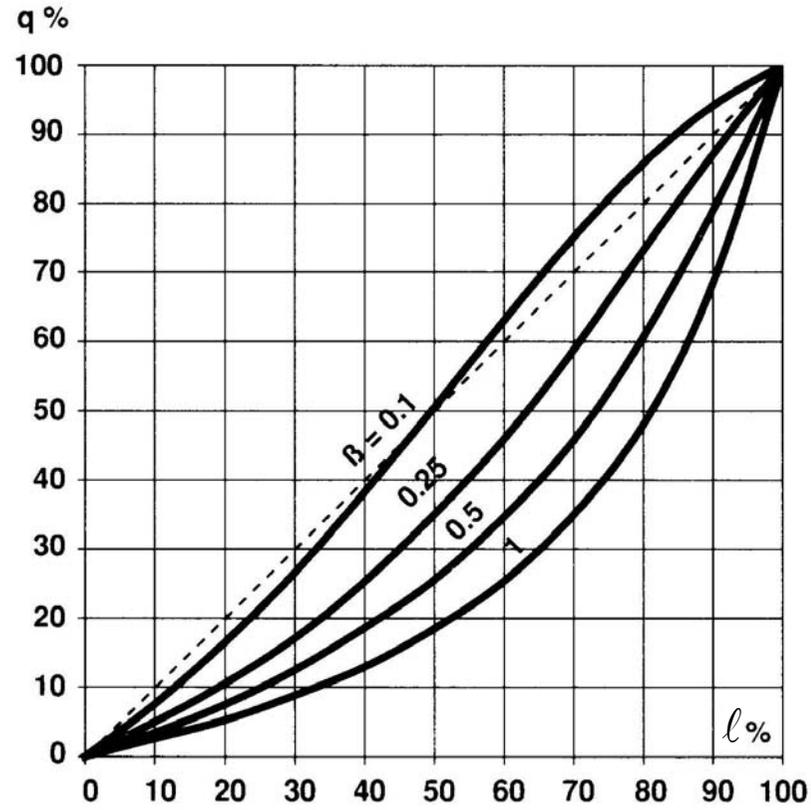
臺灣熱流

A

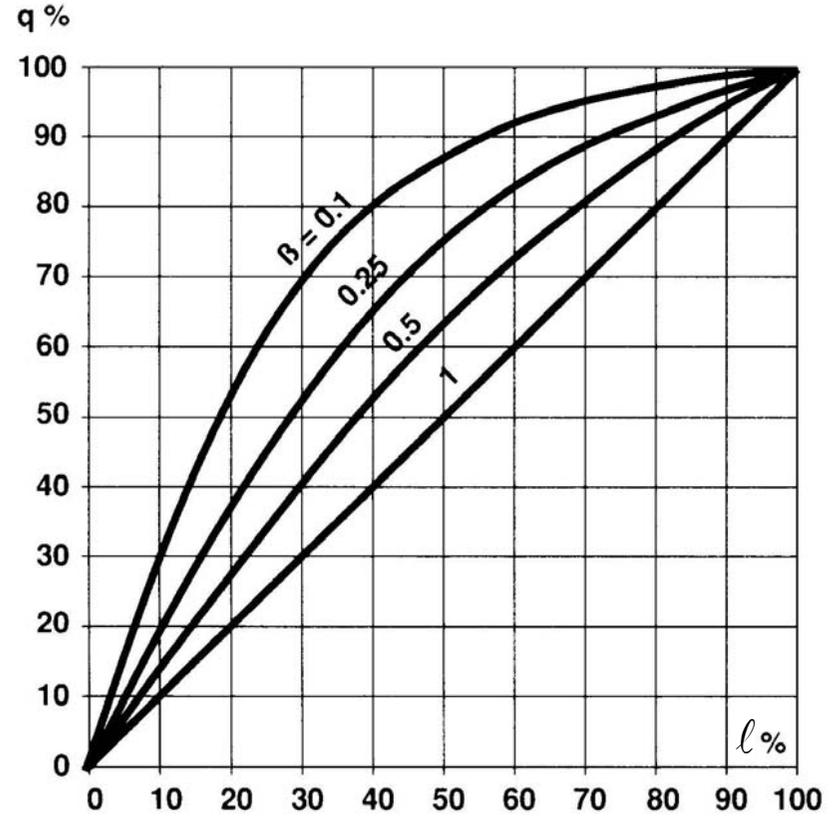
B

C

臺灣熱流



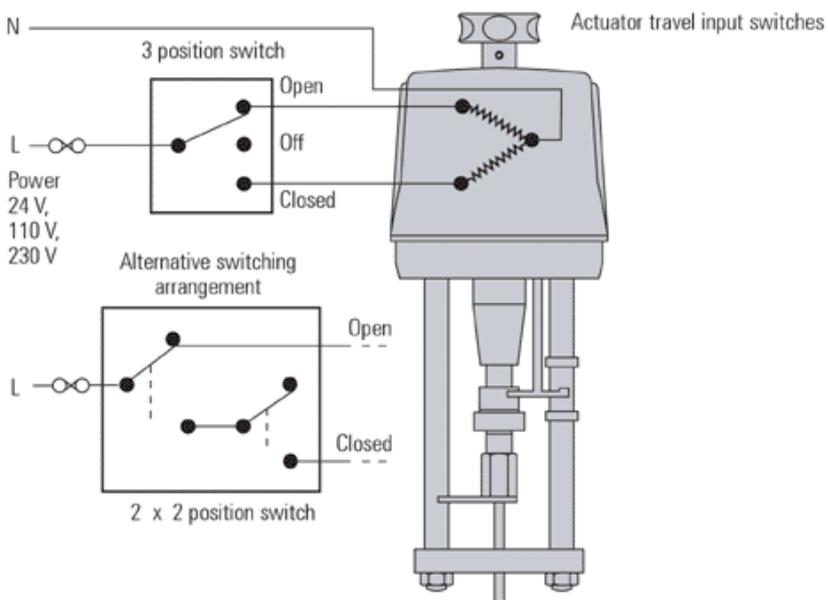
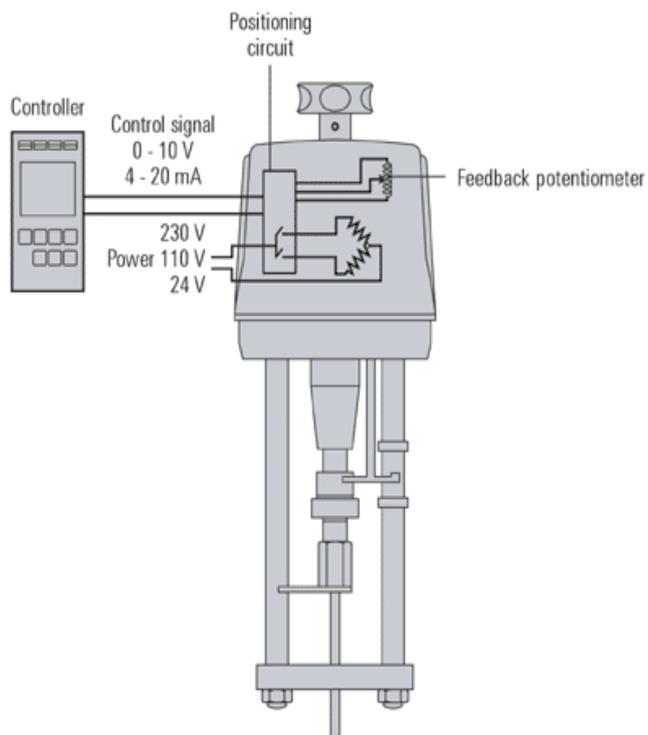
掌控度  $\beta$  愈小，「等百分比」流量特性曲線畸變程度愈嚴重



掌控度  $\beta$  愈小，「線性」流量特性曲線畸變程度愈嚴重

# 5. 控制閥作動器

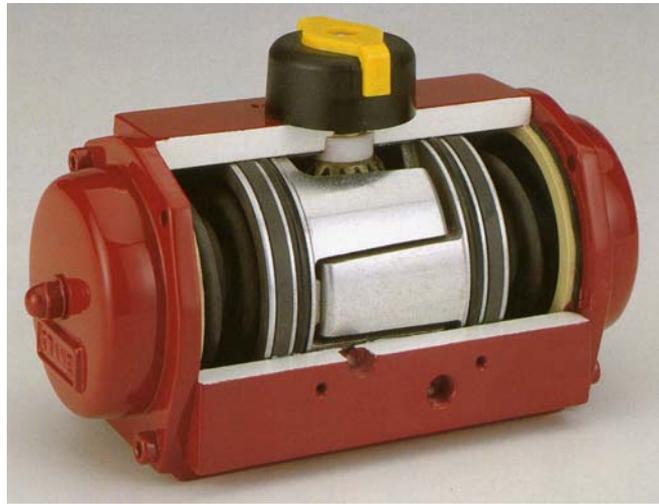
## A 5.1 電力作動器(Electric Actuator)



### 5.2 氣力作動器(Pneumatic Actuator)

A

A

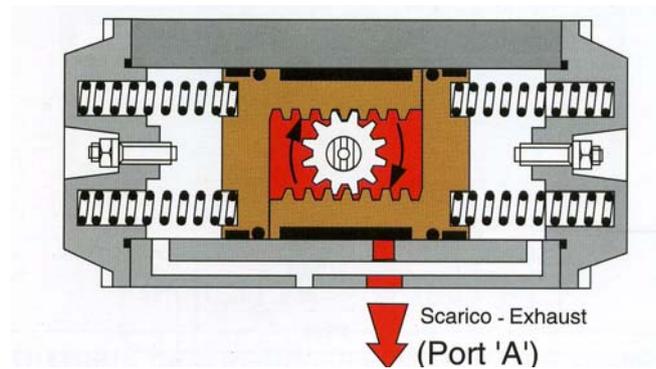
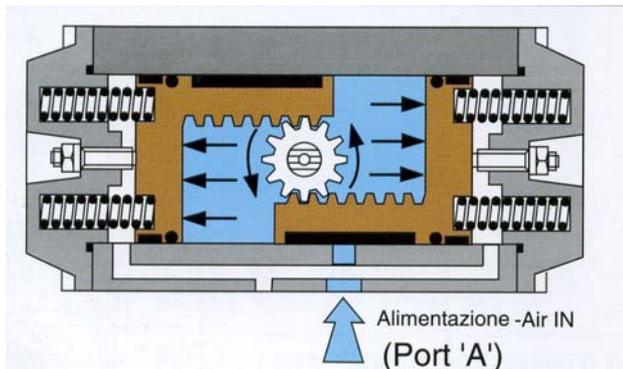


B

B

C

C

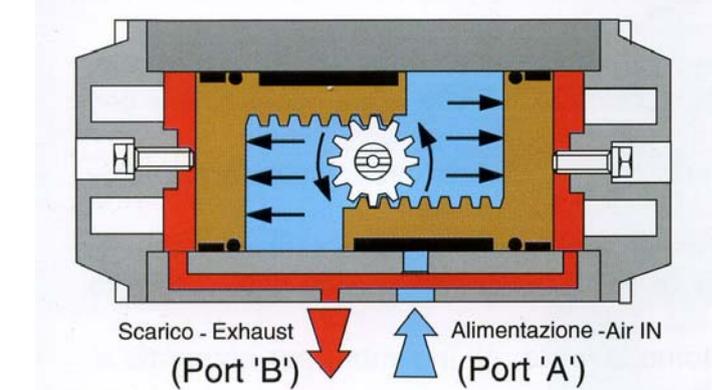
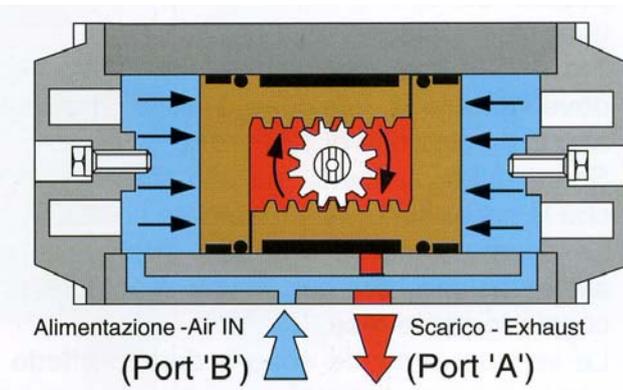


D

D

E

E



F

F

A

A

B

B

C

C

D

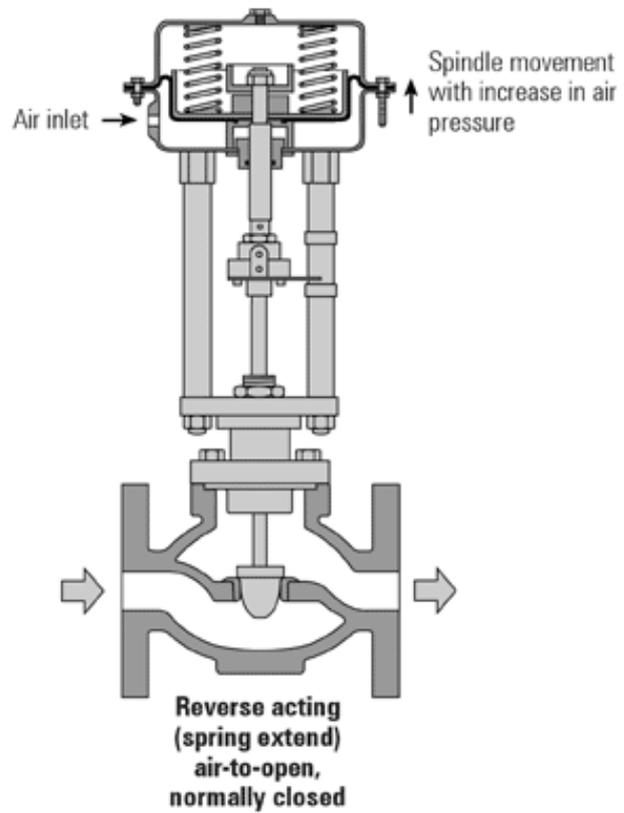
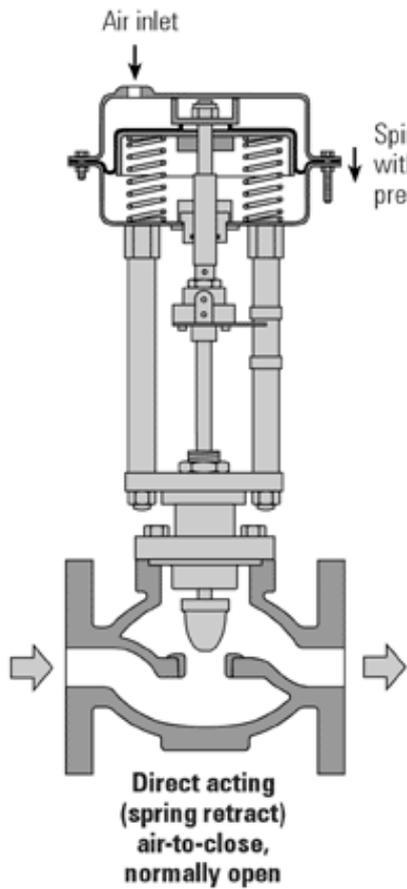
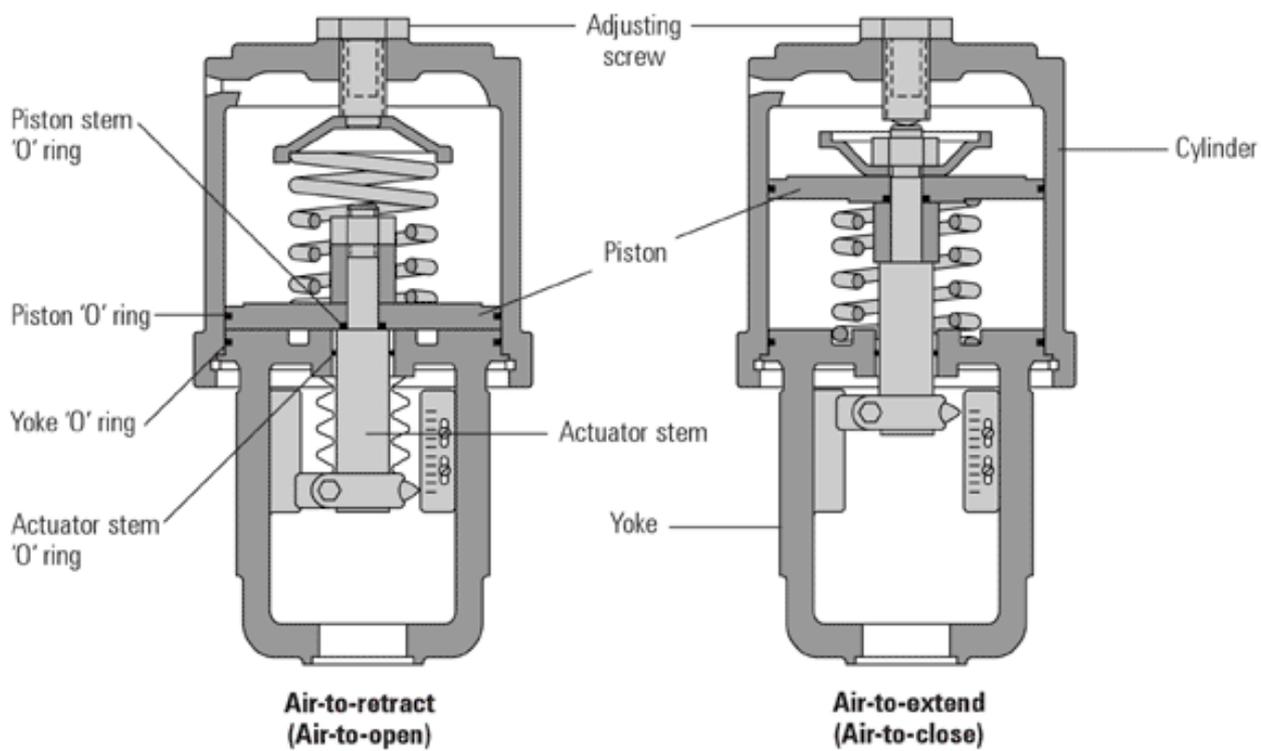
D

E

E

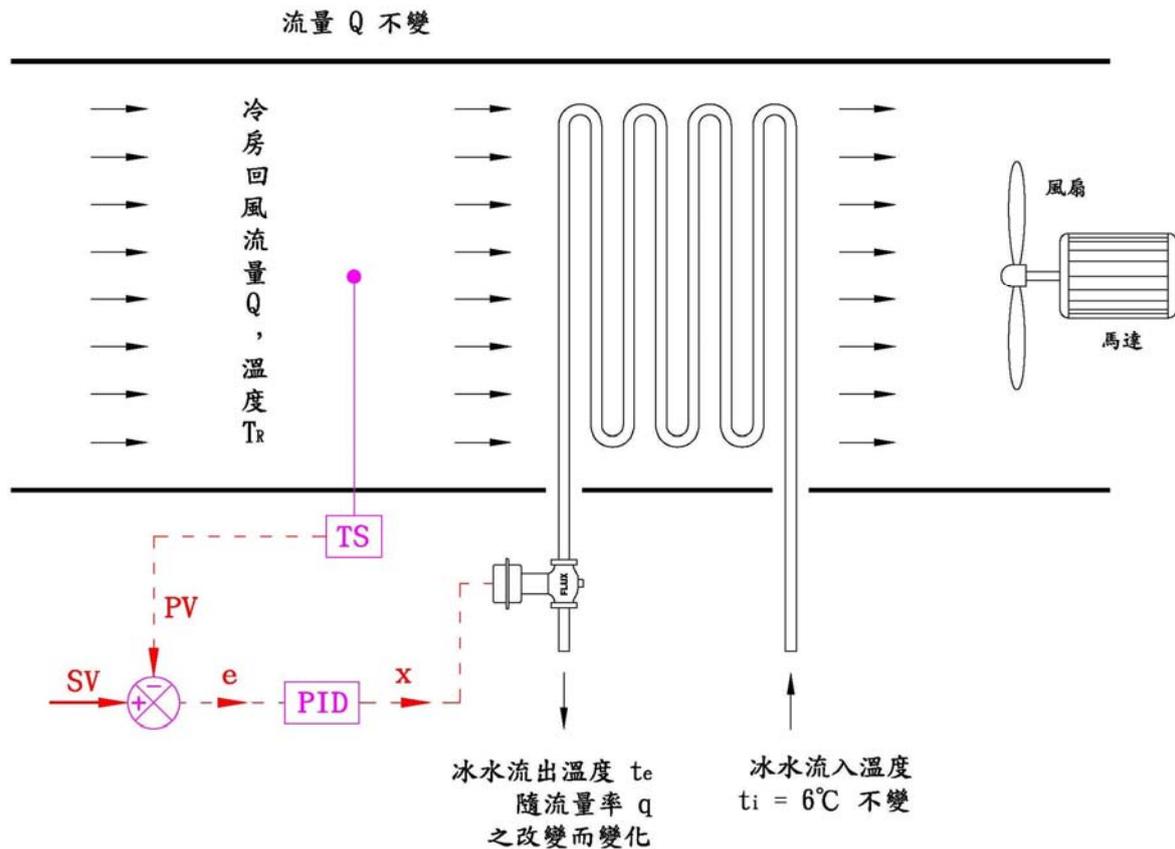
F

F



## 6. 控制閥的控制機制

空調箱回風定溫度控制機制示意圖



$SV$  : *Set Value*(設定值)，意義為 *Reference Input*(基準輸入)

$PV$  : *Process Variable*(製程變數)，意義為 *Feedback*(回饋)

$e$  : *Controlled Error*(控制誤差)

$$e = SV - PV$$

$PID$  : *Proportional-Integral-Derivative Operator (or Amplifier)*

比例 — 積分 — 微分 運算器 (或 放大器)

$x$  :  $PID$  的輸出

$$x = K_p e + K_i \int_0^t e dt + K_d \frac{de}{dt}$$

$K_p$  : *Proportional Control Gain* (比例增益)

$$K_p = \frac{K}{P}, \text{ 其中 } K \text{ 為廠家內建之常數}$$

$P$  為 *Proportional Band* (比例帶)

$K_i$  : *Integral Control Gain* (積分增益)

$$K_i = \frac{K}{I}, \text{ 其中 } I \text{ 為 } \textit{Integral Time Constant}$$
 (積分時間常數)

$K_d$  : *Derivative Control Gain* (微分增益)

$$K_d = DK, \text{ 其中 } D \text{ 為 } \textit{Derivative Time Constant}$$
 (微分時間常數)

例：空調箱擬控制冷房溫度於  $24.0^{\circ}\text{C}$ ，故設定值  $SV=24.0^{\circ}\text{C}$ 。

若目前回風溫度  $24.1^{\circ}\text{C}$ ，且已穩定持續 1 小時

$$\text{則 } e = PV - SV = 0.1$$

$$x = K_p e + K_i \int_0^t e dt$$

$$\text{若 } K_p = 20, K_i = 10$$

$$\text{則 } x = 20 \times 0.1 + 10 \times (0.1 \times 0.001 + 0.1 \times 0.001 + \dots) = 3602$$

$$\text{註：} \int_0^t e dt = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n e_i \Delta t, \text{ 其中 } \Delta t = \frac{t}{n}$$

若數位演算器對類比訊號  $PV$  之取樣率 (*Sampling Rate*) 為  $1000\text{Hz}$ ，意思為每秒取樣 1000 次。意即每隔  $0.001$  秒的時段  $\Delta t$  取樣一次，並立即積分演算 ( $e \times \Delta t$ )，積分值立即累加一筆。

A

A

# 7. FLUX 電動控制閥簡介

## 電動閥



1800N/3000N

行程 ≤ 40mm



500N/1000N

行程 ≤ 20mm



500N/1000N

行程 ≤ 20mm

B

B

C

C

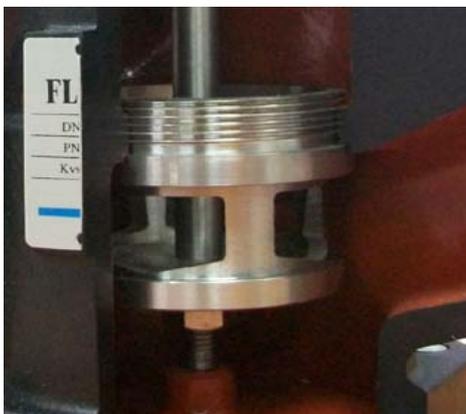


自動補償式迫緊！

品質很高吧！

D

D



線切割成型的節流孔

E

E

## 7.1 閥特點介紹

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| (1) 接續方式較彈性     | 可任選：牙口 / 由令焊接口 / 法蘭口   |
| (2) 材質較佳        | 材 質：鑄鋼 / 不銹鋼 / 青銅 / 黃銅 |
| (3) 最高使用壓力      | 16 bar                 |
| (4) 流量特性較彈性，可指定 | 線性 / 等百分比 / 快開         |
| (5) 迫緊(軸封)設計較佳  | 補償式迫緊(軸封)              |
| (6) 作動器連接方式單純   |                        |

各種尺寸的閥可任意配裝各種規格的作動器聯結—閥與作動器聯結方式、尺寸、形狀皆相同。每一個閥可配裝不同驅動力/扭矩的作動器，以適應不同的壓力或壓差。閥與作動器聯結組裝簡易方便。

## 7.2 FLUX 控制閥關斷壓差承受能力

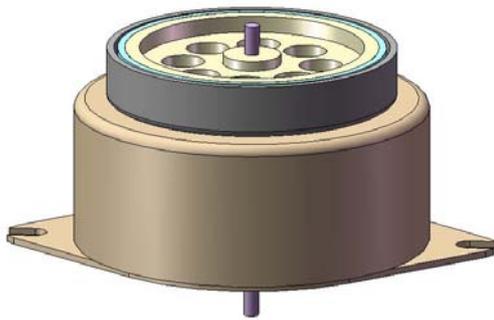
**非常重要的規格！**

口徑		建議作動器推力 N(Newton Force)	關斷壓差承受能力 bar
in	DN(mm)		
1/2	15	500N	5.0
3/4	20	500N	5.0
1	25	500N	4.0
1 1/4	32	500N	3.5
1 1/2	40	500N	3.0
2	50	1000N	4.0
2 1/2	65	1000N/1800N	3.5/6.0
3	80	1800N	5.0
4	100	1800N/3000N	3.5/8.0
5	125	3000N	6.0
6	150	3000N	4.0
8	200	3000N/6500N	2.0/6.0

### 7.3 永磁式同步馬達概述

#### (Introduction of Permanent-Magnetic Synchronous Motor)

- (1) 永磁式同步馬達是利用電磁牽引力產生扭矩以驅動機械負載。馬達的轉子為永久磁鐵，轉子上無需纏繞線圈，也無電刷。其構造簡單，運轉效率高。驅動定扭矩負載運轉時，定子磁場和轉子磁場保持某一固定「相位角差」而同步(同速之意)運轉，因此稱為永磁式同步馬達。其輸出扭矩愈大，「相位角差」愈大，馬達電流也愈大。
- (2) 小型 FLUX 控制閥採用「永磁式同步馬達+磁滯離合器」的限力驅動機構。小型 FLUX 控制閥採用推力 500N 或 1000N 的作動器。其「限力保護」是靠永磁式同步馬達配置的「磁滯離合器」。



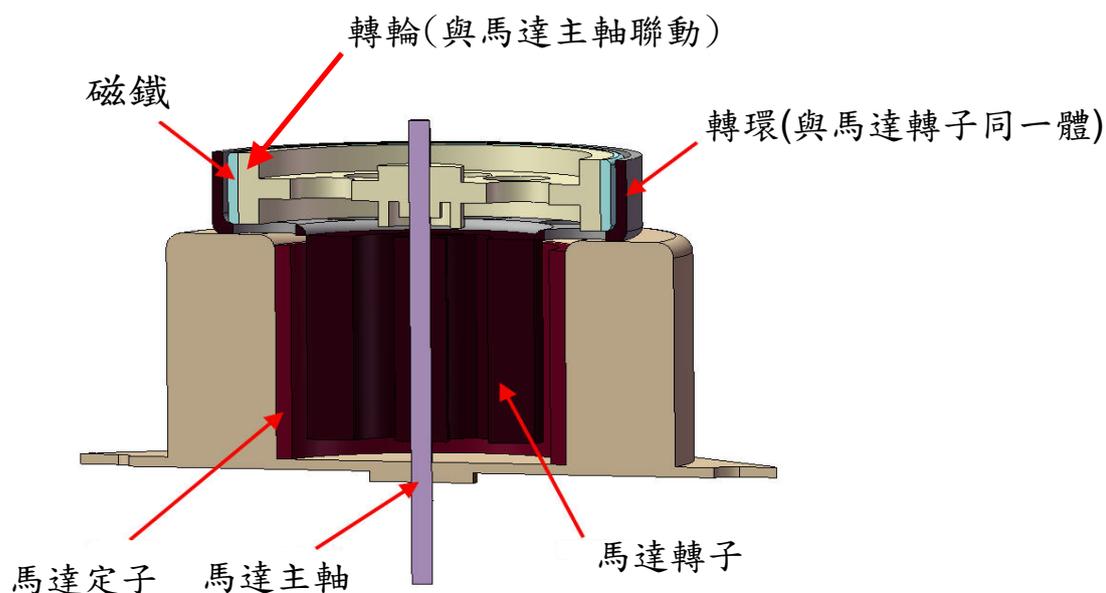
馬達圖示 1



馬達圖示 2

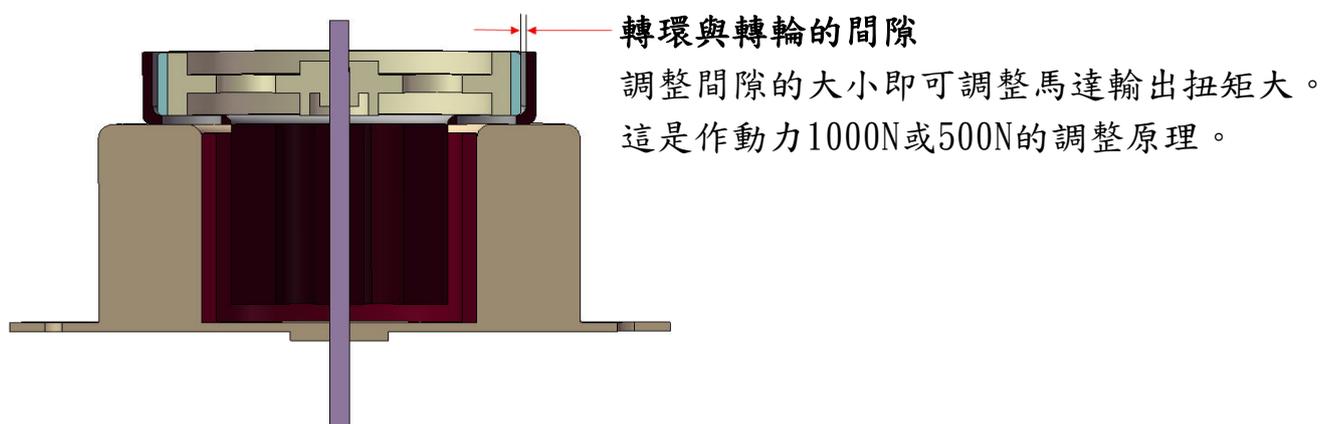
#### (3) 磁滯離合器的保護原理

永磁式同步馬達配置磁滯離合器時，馬達轉子須透過磁滯離合器驅動馬達主軸。若負載扭矩小於或等於該馬達額定扭矩時，馬達主軸和馬達轉子同步旋轉。若負載扭矩超過該馬達額定扭矩，馬達主軸將被堵轉，馬達轉子卻可繼續旋轉。馬達電流不致上升太多，還可正常散熱，線圈不致燒毀。如果馬達沒有配置磁滯離合器，其主軸與轉子是一體的。主軸堵轉也就是馬達轉子堵轉，電流遽升，散熱劇減，很快就燒毀了。



#### (4) 調整磁滯離合器轉環與轉輪的間隙即可調整額定扭矩

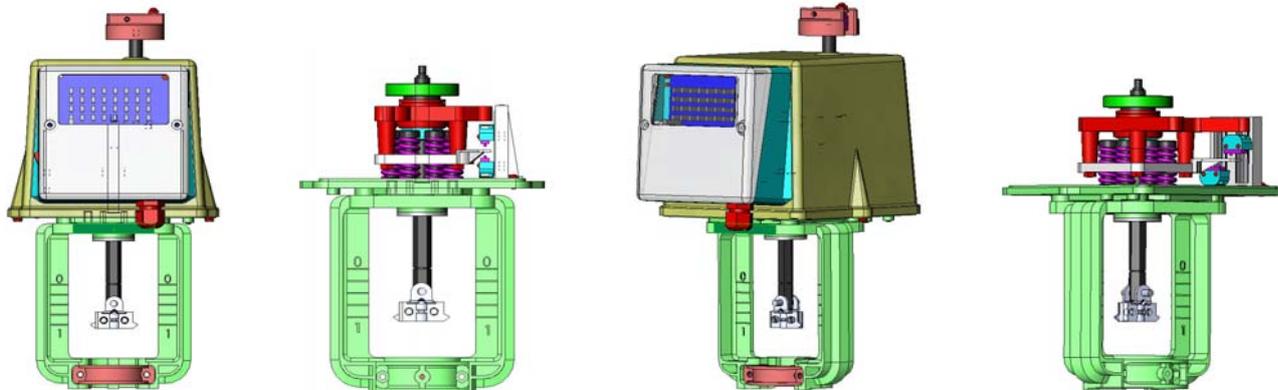
若永磁式同步馬達與磁滯離合器是配合作動器的輸出力設計的，則當負載扭矩超過馬達額定扭矩時，馬達主軸將被堵轉；磁滯離合器的轉環與轉輪之間會“滑脫”，馬達轉子卻可繼續旋轉。馬達電流不致上升太多，還可正常散熱，線圈不致燒毀。其原理是靠「扭矩限制」來達到「推力限制」，而非「位置限制」，並且還能保護馬達免於燒燬。這種馬達稱為限力馬達 (Motor of Limit Force).



(5) 大型 FLUX 控制閥採用永磁式同步馬達驅動，以及限力開關控制機構 3000N 與 1800N 作動器的「限力保護機構」是「彈簧懸架機構」+「限位開關」。與前述的限力保護機構不同。

A

A



B

B

限力機構示意圖1

限力機構示意圖2

(6) 彈簧懸架機構與限位開關的組合架構原理

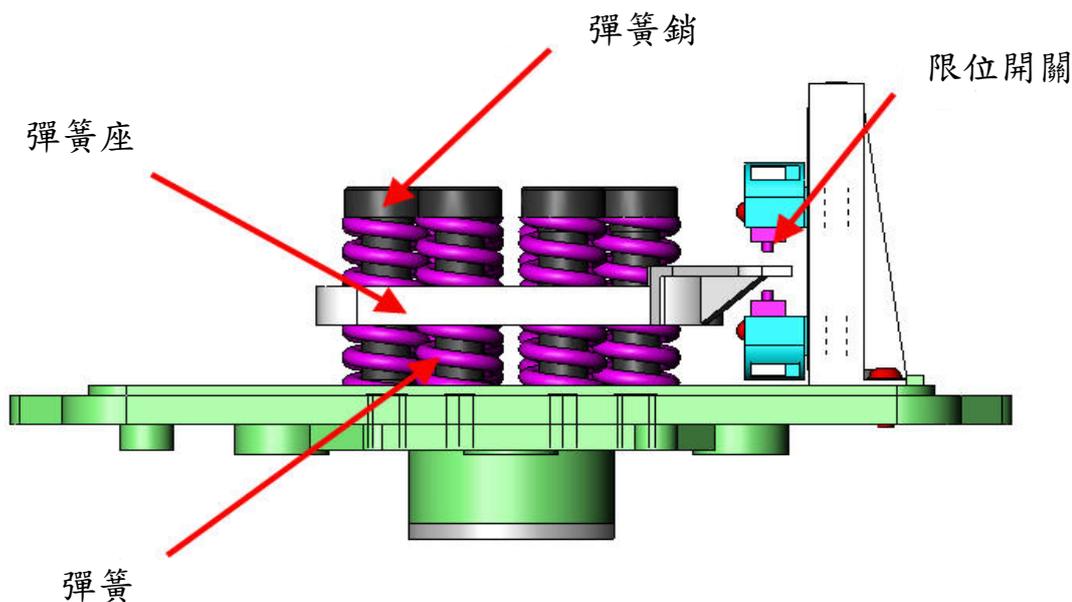
閥桿推動閥盤時，閥桿對作動器施加一個反作用力。這個力推動彈簧座壓縮彈簧，導致彈簧座上下相對位移，即可觸動「限位開關」，切斷馬達電力，發揮保護作用。

C

C

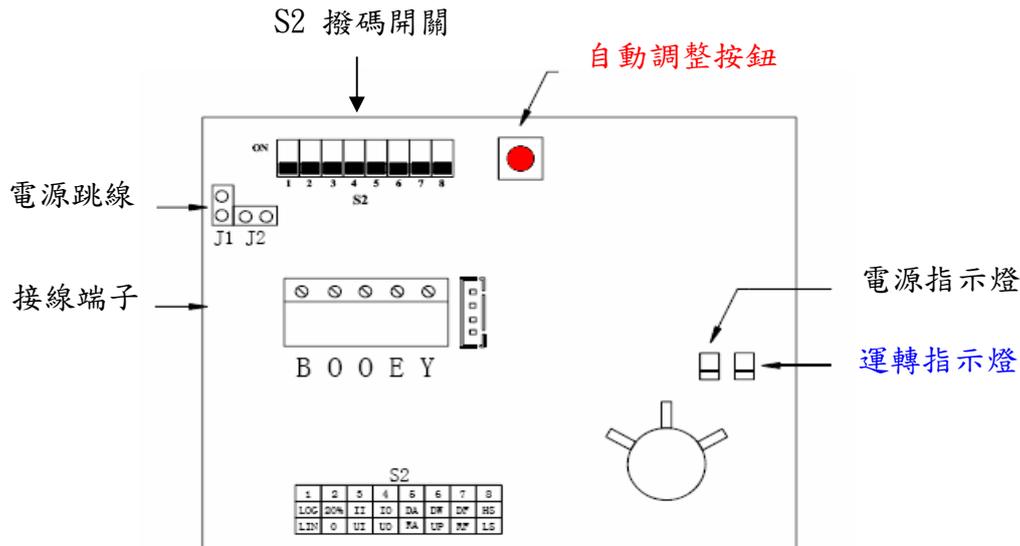
D

D



E

E



### FAM10PR3/FAM05PR3

用於行程  $\leq 20\text{mm}$

#### (9) FLUX 電動控制閥作動器自動調適與自動診斷步驟

目的：為作動器與閥進行行程適配。

若作動器與閥是在我們的工廠組裝好的，則此步驟可以省略。

若作動器與閥是分開出廠的，則二者聯結後應進行“自動調適”。

步驟如下：

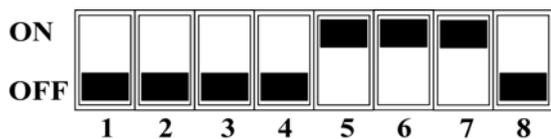
a) 按下紅色“自動調適鈕”，大約保持 3 秒鐘。等到運轉指示燈(RUN)閃爍(頻率約為 1Hz)時，鬆開按鈕，作動器軸將先自動伸出後，再縮回。

這時段大約 150 秒，作動器不受控制信號的控制

b) 待指示燈停止閃爍後即已完成「自動調適」。此後，作動器的驅動位移由控制信號控制

c) 控制器或閥位回饋信號器每次拆裝或移位時均需重覆一次“自動調適”

## (10) 比例式作動器撥碼開關 常用設定



作動位移與控制信號關係：線性

控制信號：0~10VDC

閥位回饋信號：0~10VDC

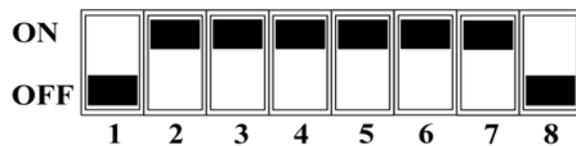
DA 模式：當電壓信號斷開時，相當於輸入最小控制信號，作動器主軸縮回。

A

A

B

B



作動位移與控制信號關係：線性

控制信號：4~20mA

閥位回饋信號：4~20mA

DA 模式：當電流信號斷開時，相當於輸入最小控制信號，作動器主軸縮回。

C

C

## (11) FLUX 控制器與感測器



PI 控制器 LCD type



PI 控制器 Knob type



小型冷風機溫控器 LCD type



小型冷風機溫控器 Knob type

D

D

E

E



Temperature Sensor NTC10K



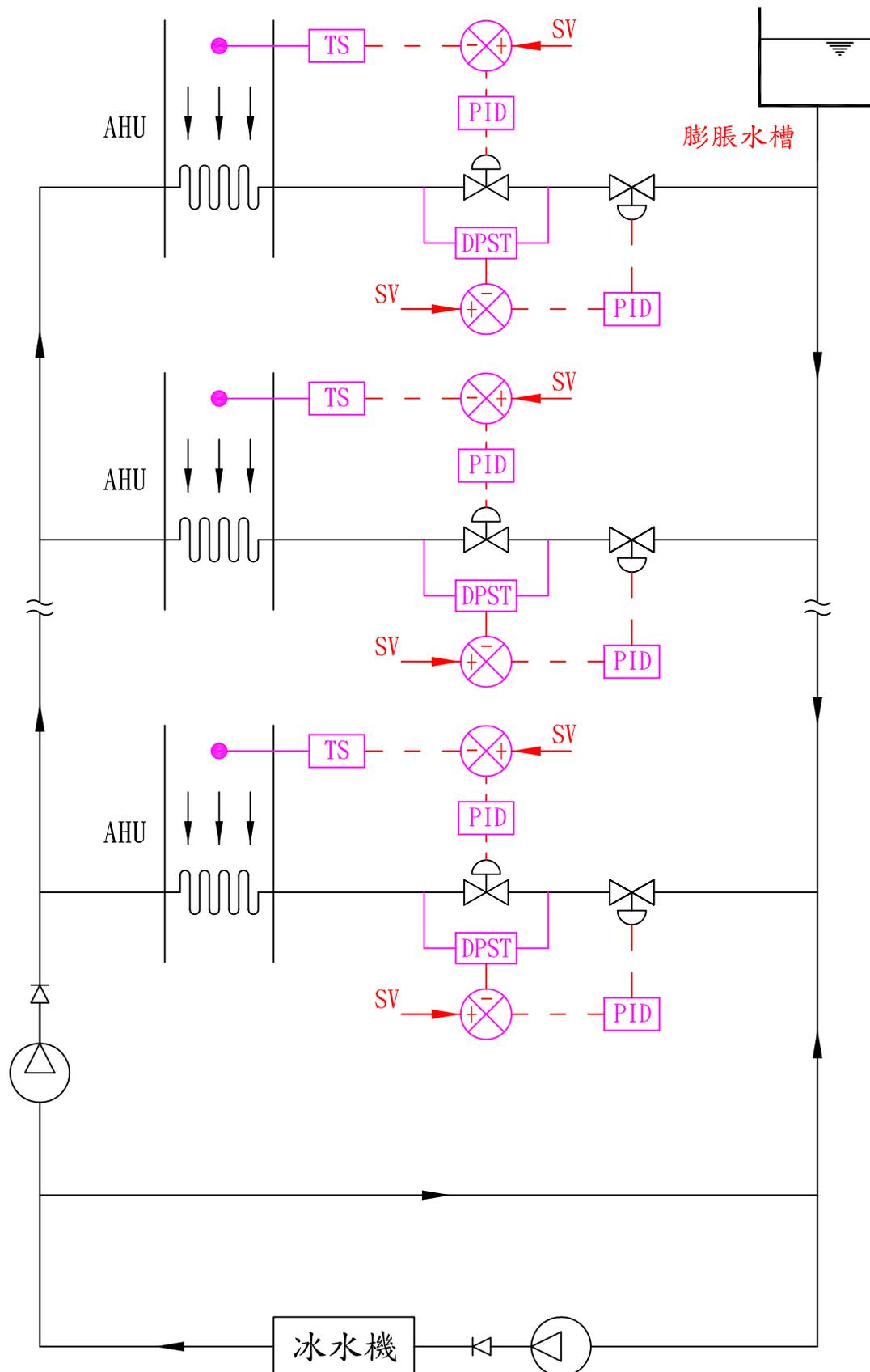
Differential Pressure Switch



Zone valve

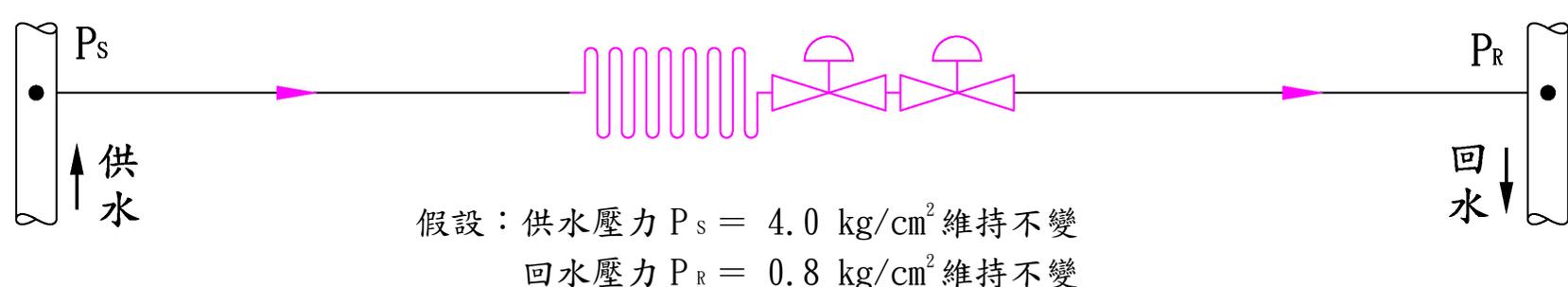
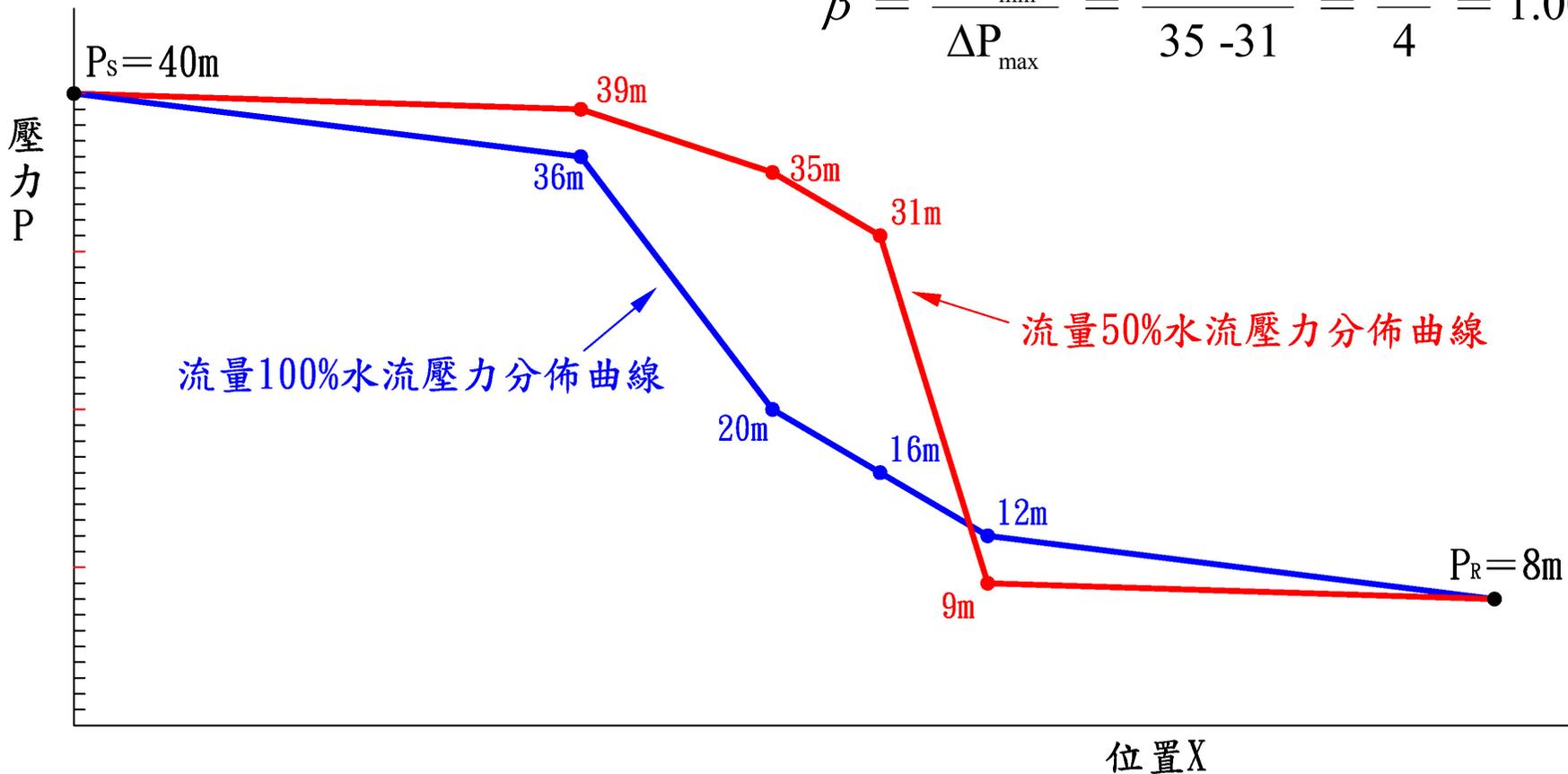
# 8. 自動平衡控制閥

## 8.1 採用「外力作動型」的「自動平衡閥」控制「溫度控制閥」入/出水口定壓差



8.1 例中，控制閥的掌控度(Authority)大幅提高至 1.00—

$$\beta = \frac{\Delta P_{\min}}{\Delta P_{\max}} = \frac{20 - 16}{35 - 31} = \frac{4}{4} = 1.00$$



臺灣熱流

臺灣熱流

B

B

C

C

臺灣熱流

臺灣熱流

8.2 採用「導引作動型」的「自動平衡閥」，  
控制「溫度控制閥」入/出水口定壓差

臺灣熱流

A

B

C

D

E

F

臺灣熱流

A

B

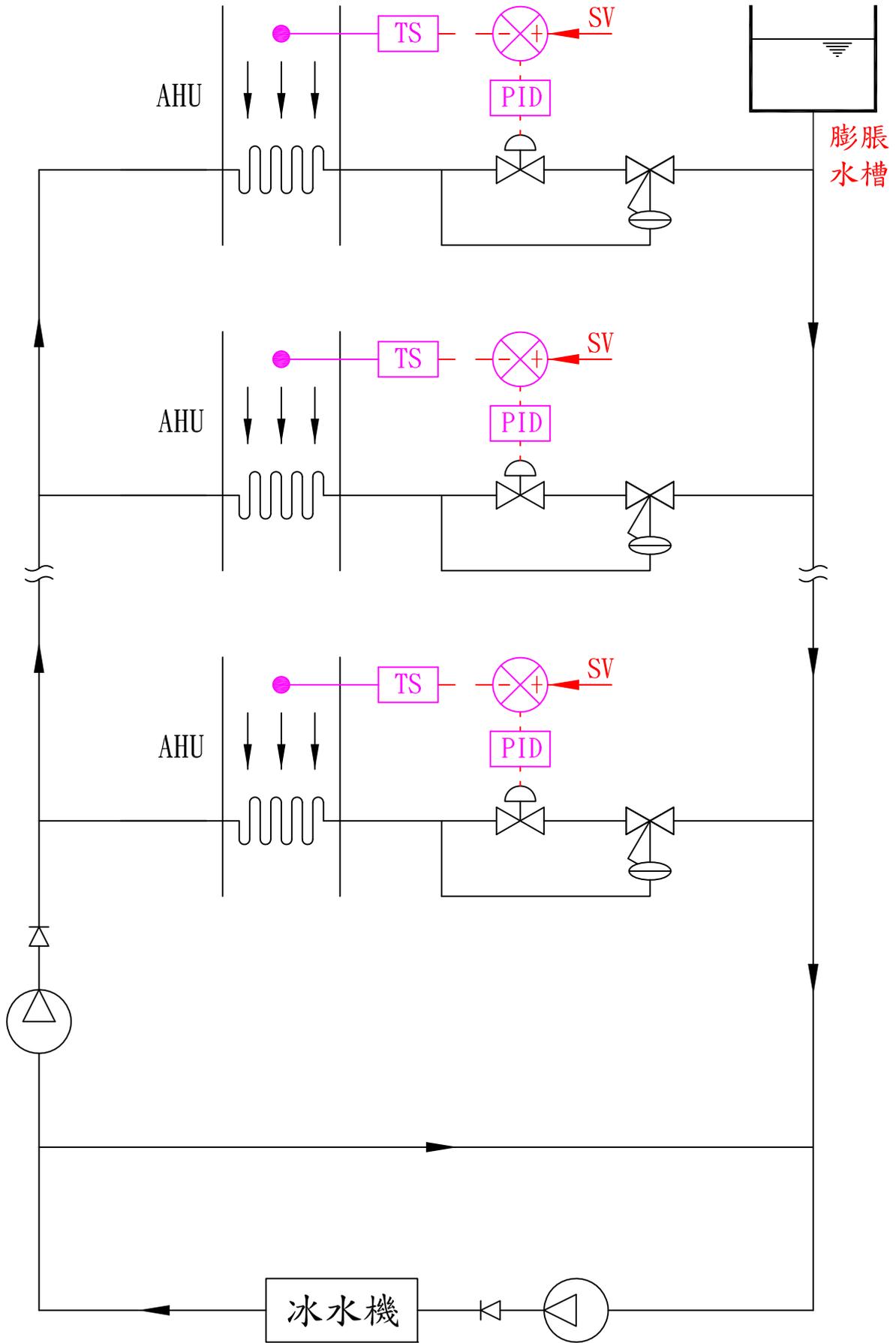
C

D

E

F

臺灣熱流



### 8.3 採用「自動平衡控制閥」

A

A

B

B

C

C

D

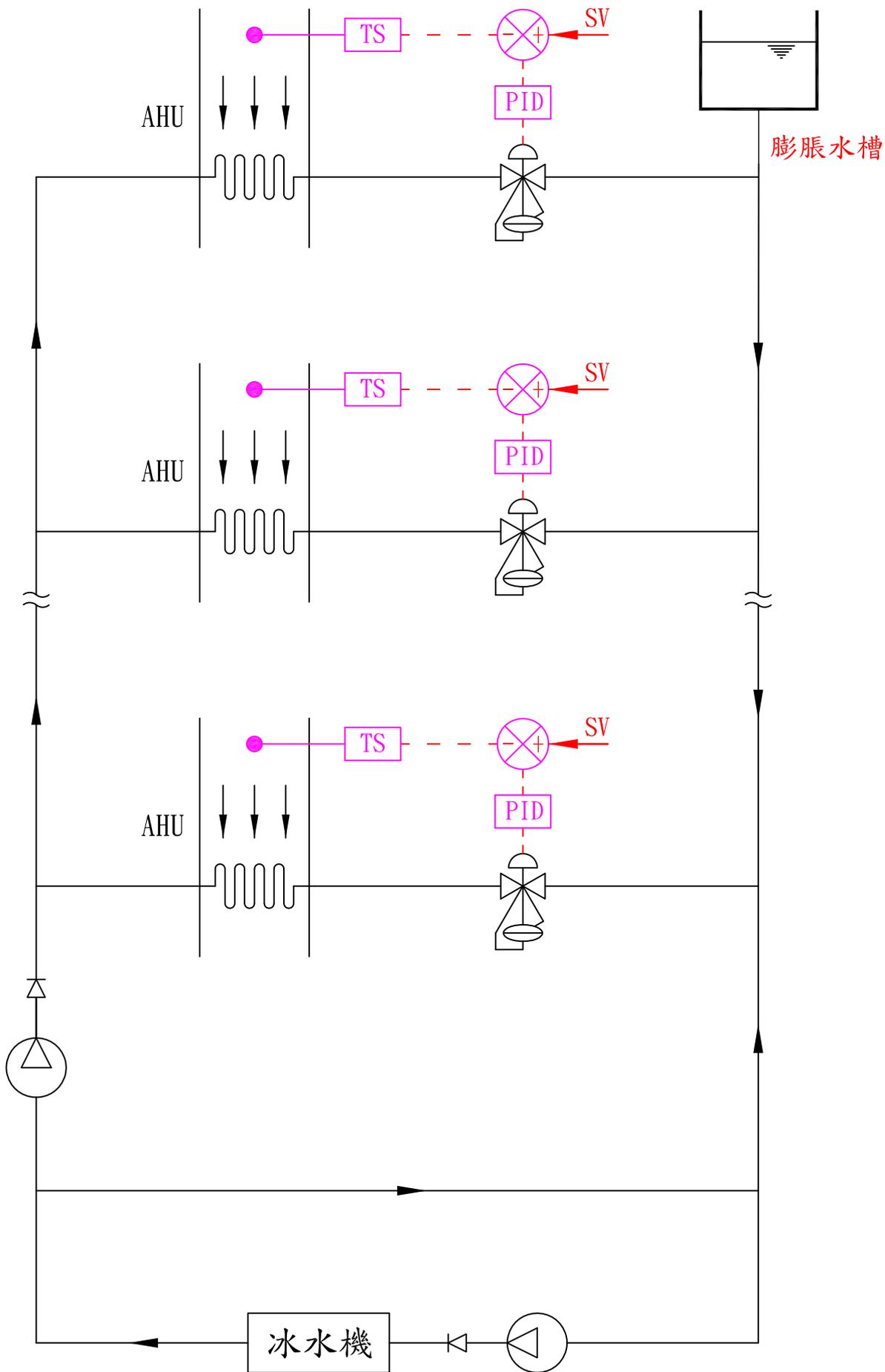
D

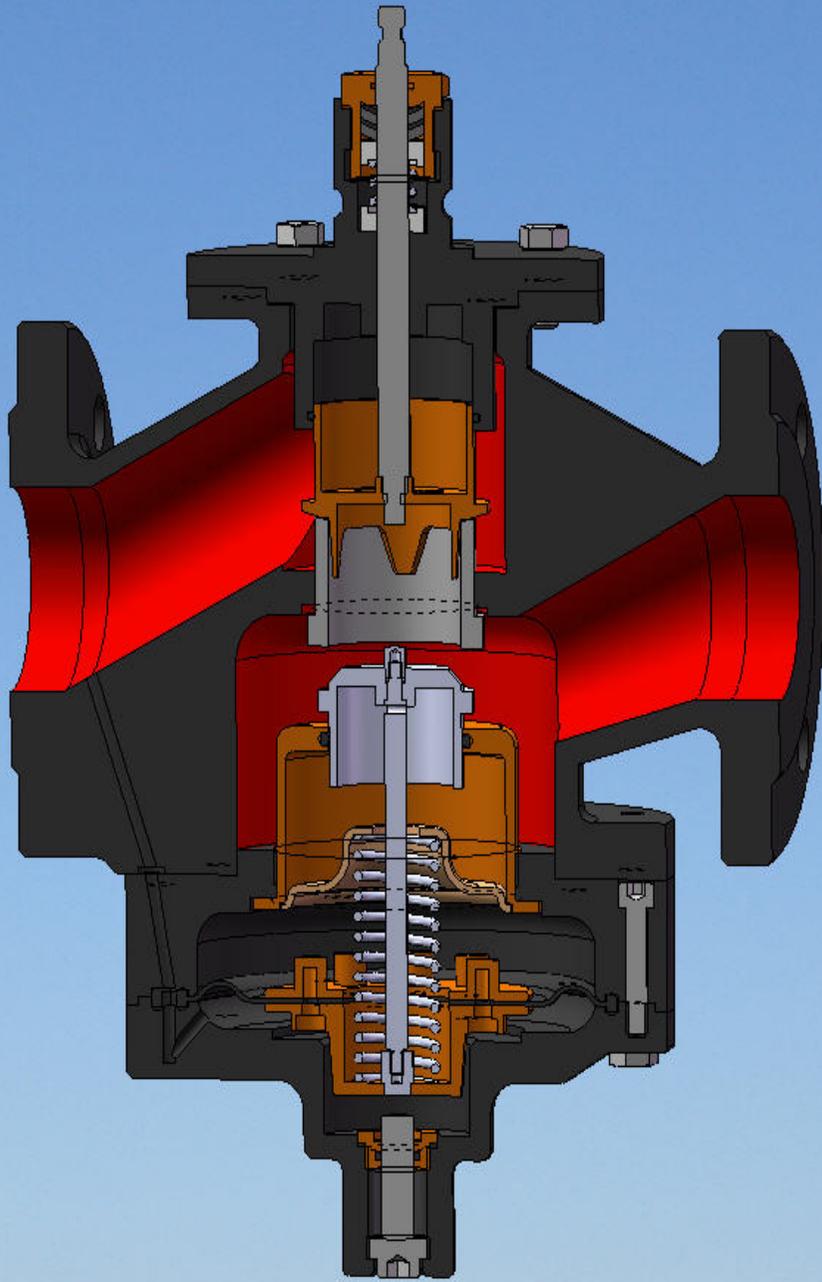
E

E

F

F





1

2

3

4

5

6

臺灣熱流

A

B

C

D

臺灣熱流

1



臺灣熱流

A

B

C

D

臺灣熱流



1

2

3

4

5

6

臺灣熱流

A

B

C

D

臺灣熱流

臺灣熱流

A

B

C

D

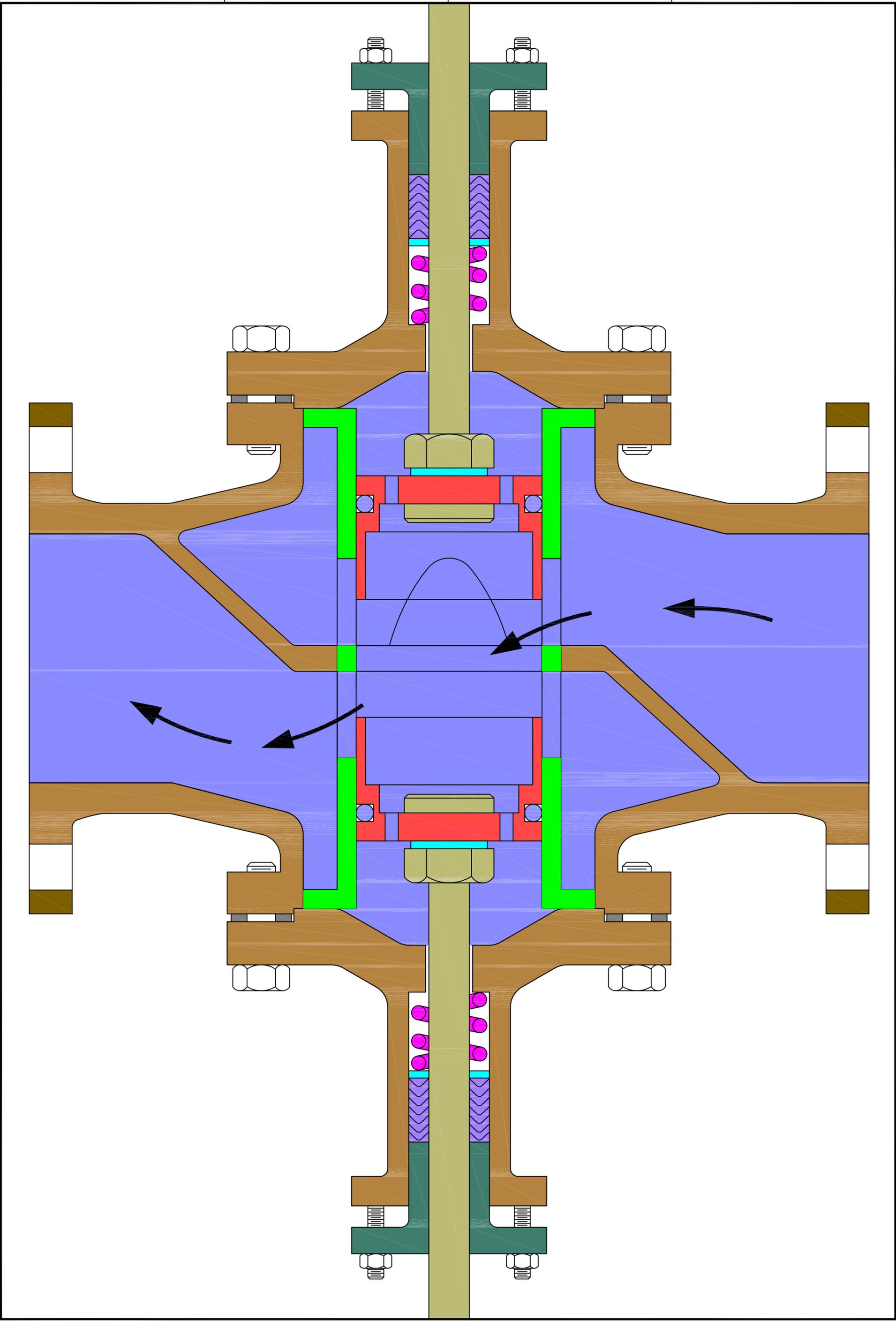
臺灣熱流



臺灣熱流 A B C D E F 臺灣熱流

臺灣熱流 A B C D E F 臺灣熱流

1 2 3 4



1

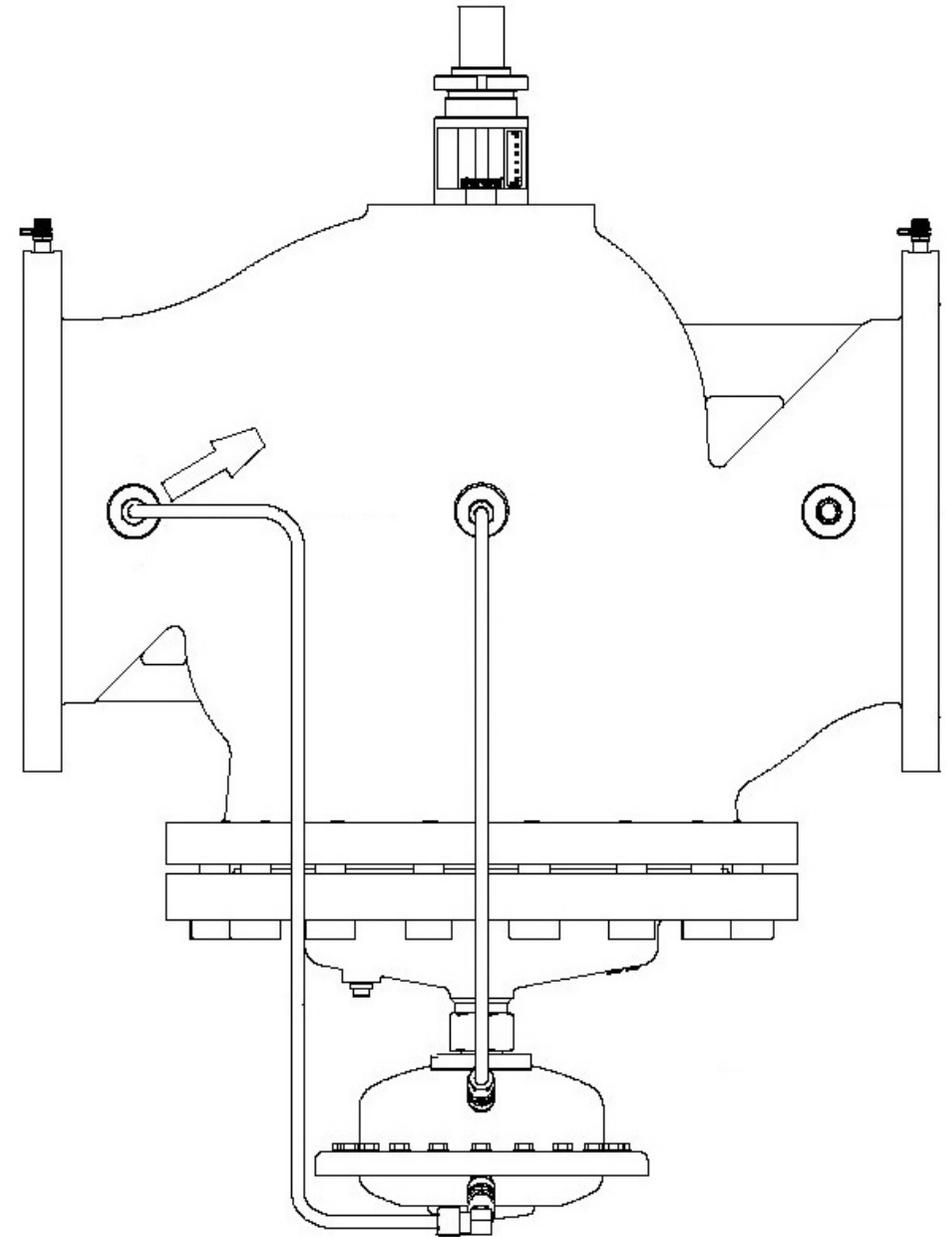
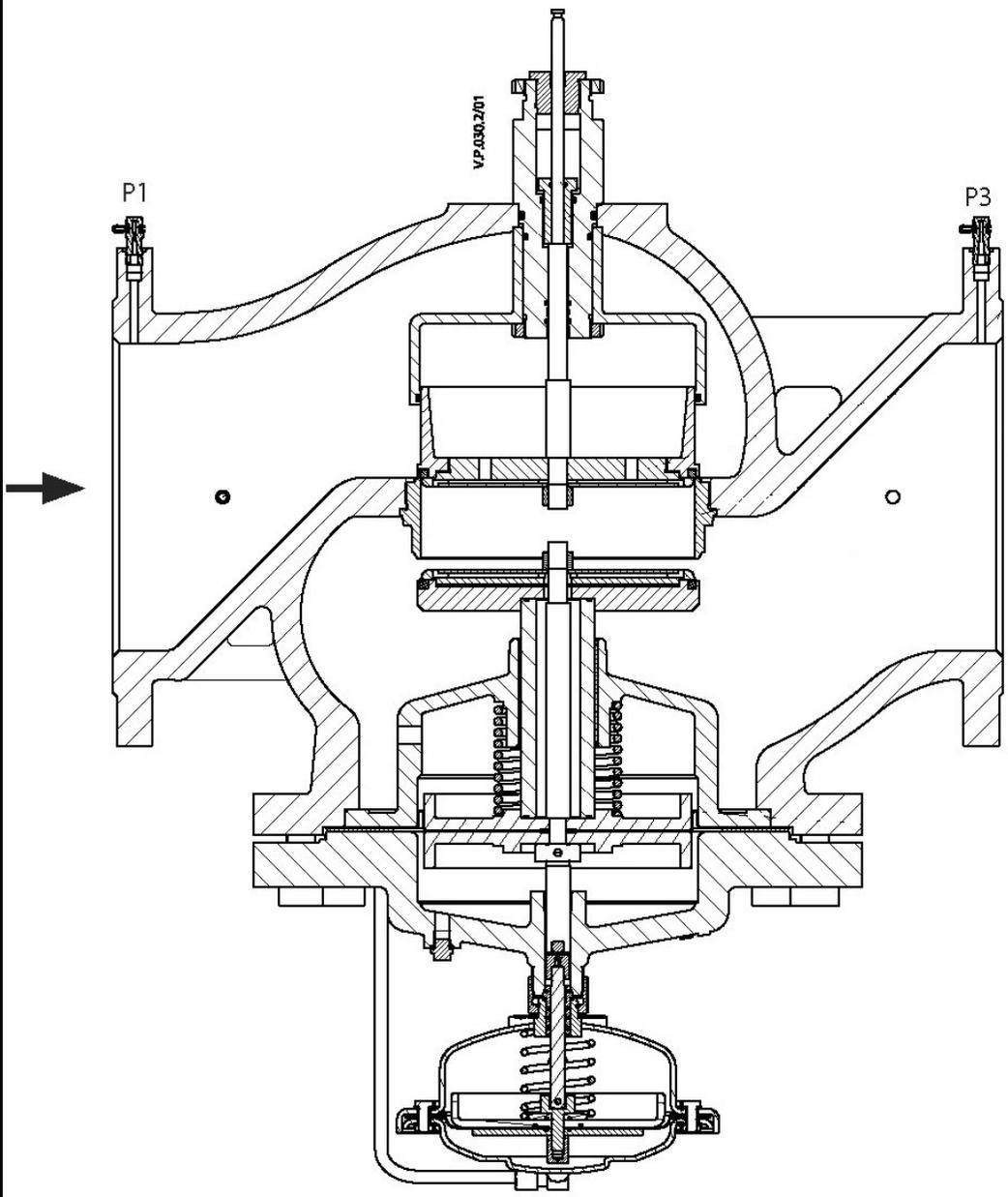
2

3

4

5

6



附錄(1)

自力作動型與子母型  
自動控制閥及其  
應用水路

周龍賓 機械技師

撰寫／報告

Taiwan  Flux Technologies, Inc.

臺灣熱流科技股份有限公司

提供

# 第 1 章

## 自力作動型控制閥 型式與原理

- 一. 控制閥作動所需的力量是來自閥本身的彈簧與(或)閥/管內流體之壓力或壓力差，而不需其他外力。
- 二. 例如
  - (1) 減壓閥，如圖(1-1)  
(Pressure Regulating Valves，縮寫為 PRV)
  - (2) 背壓閥，如圖(1-2)  
(Back Pressure Valves，縮寫為 BPV)
  - (3) 壓差控制閥，如圖(1-3)  
(Differential Pressure Control Valves，縮寫為 DPCV)
  - (4) 水位控制閥，如圖(1-4)  
(Level Control Valves，縮寫為 LCV)

圖 (1-1) 減壓閥

控制出水壓力穩定不變，  
但可調整設定。

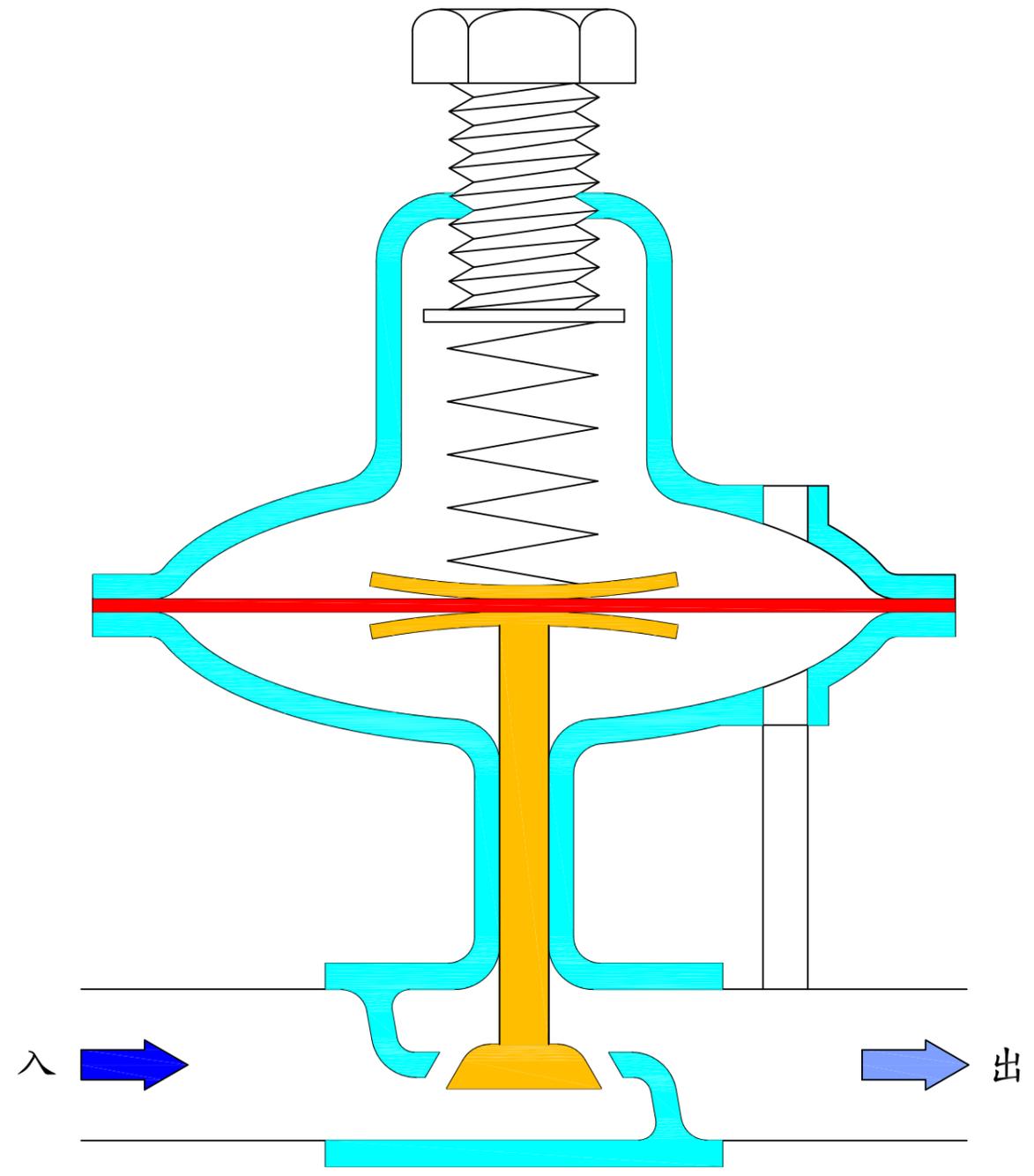
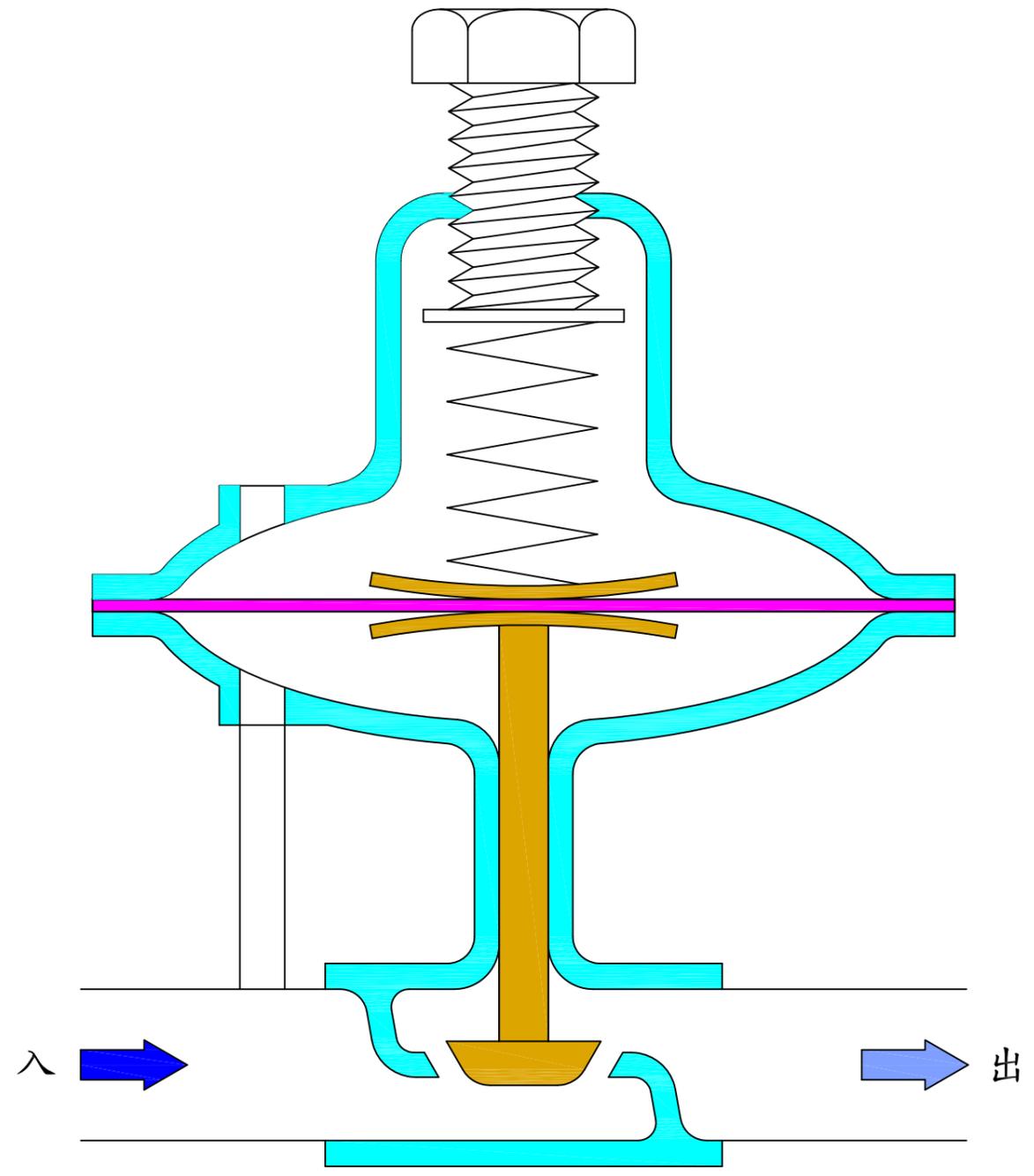


圖 (1-2) 背壓閥

控制入水壓力穩定不變，  
但可調整設定。



6

5

4

3

2

1

圖 (1-4) 水位控制閥

控制桶槽水位穩定不變，  
但可調整設定。

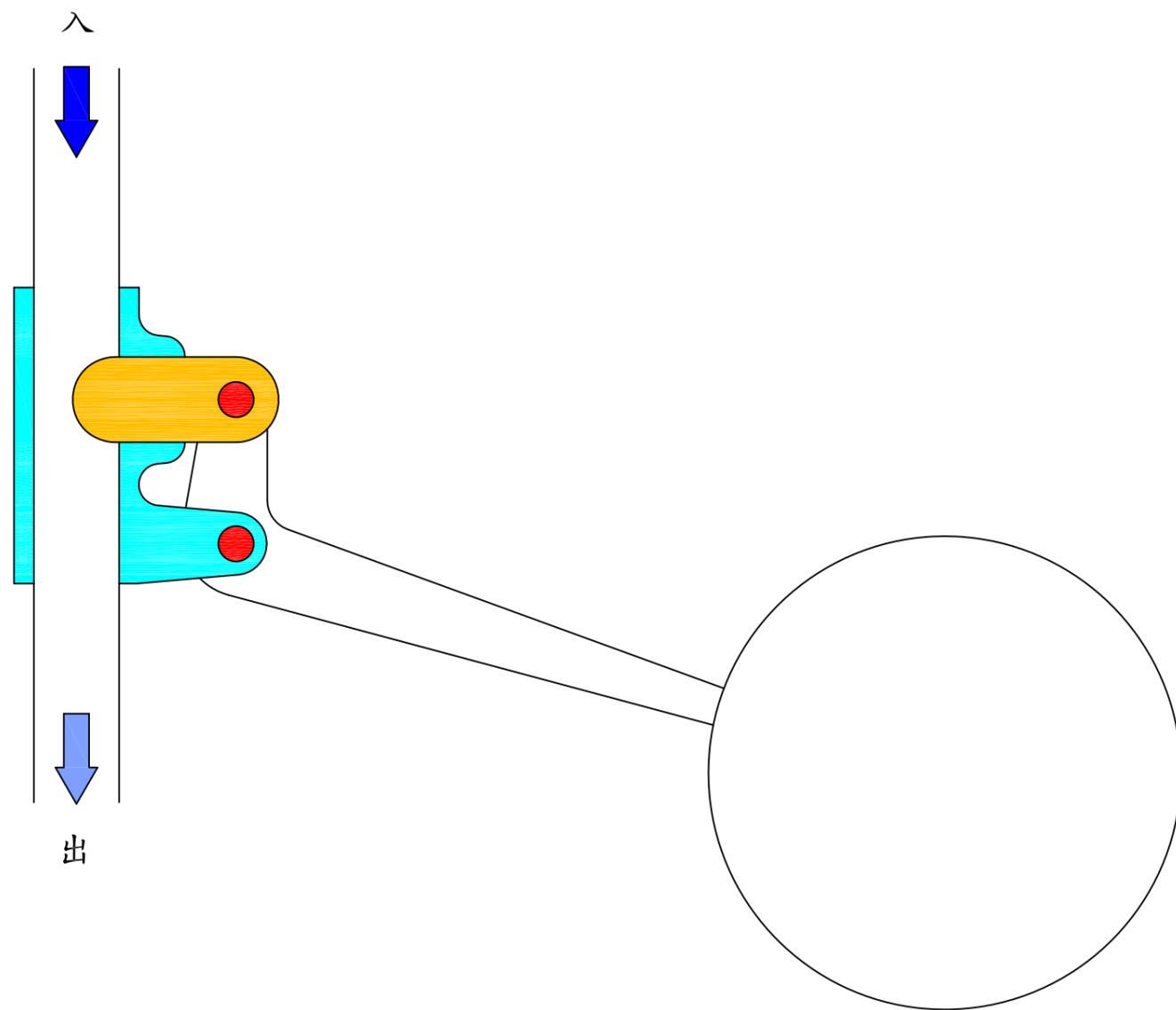
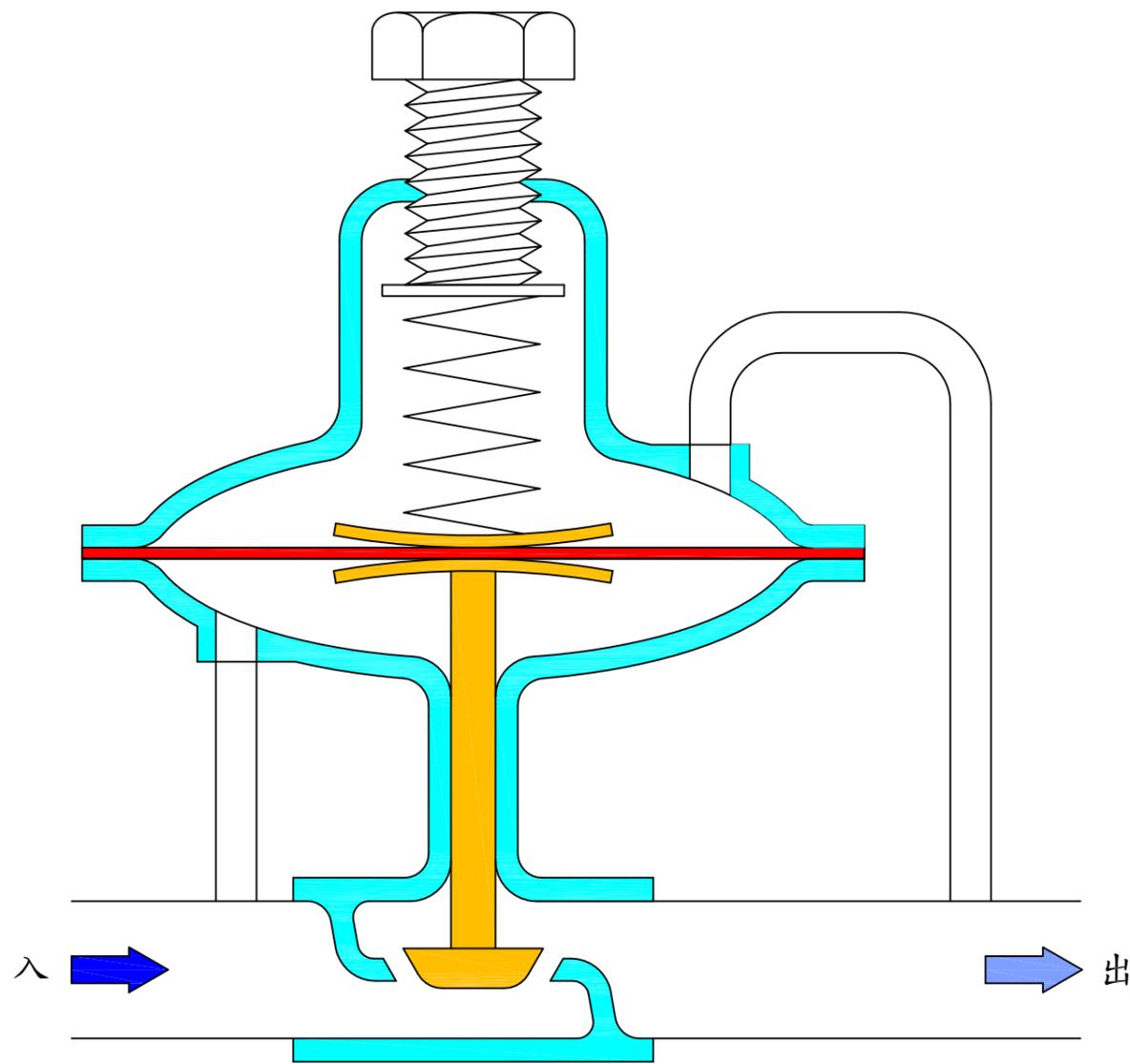


圖 (1-3) 壓差控制閥

控制入水與出水壓力差穩定不變，  
但可調整設定。



# 第 2 章

## 子母型控制閥 型式與原理

- 一. 「母閥」又稱「主閥」(Main Valve)，裝設在系統管路上。母閥之作動用以控制管路流體之「開/關」或「調節」管內流量率。
- 二. 「子閥」又稱「導控閥」(Pilot Valve)，裝設在母閥身上的「導控管」(Pilot Tube)上。子閥為小型自力作動型控制閥。
- 三. 小型「子閥」的開/關與調節作動，導引大型「母閥」隨之作動。有如一小孩導引一位盲從的巨人。小孩的作動位移與力量都較小，但較快。盲從的巨人一定與小孩的動作相同，但作動位移與作動力都比小孩大很多，作動速度卻較慢。例如：
  - (1) 子閥快速全關，母閥也會稍慢速而全關。
  - (2) 子閥快速全開，母閥也會稍慢速而全開。
  - (3) 子閥以慢速關到 50%，母閥也會比子閥更慢速關到 50% (大約)。
- 四. 子母型控制閥的功能千變萬化，不勝枚舉。僅列舉常用者如下：
  - (1) 逆止閥，如圖(A-1) ~ 圖(A-3)。
  - (2) 電磁閥，如圖(B-1) ~ 圖(B-7)。
  - (3) 定水位閥，如圖(C-1)，圖(C-2)。
  - (4) 定減壓閥，如圖(D)。
  - (5) 定背壓閥，如圖(E)。
  - (6) 定壓差閥，如圖(F)。
  - (7) 定壓差控制閥，如圖(G-1)，圖(G-2)。

圖 (A-1) 逆止閥

功能：

- (1) 僅用於說明逆止功能原理
- (2) 無應用價值

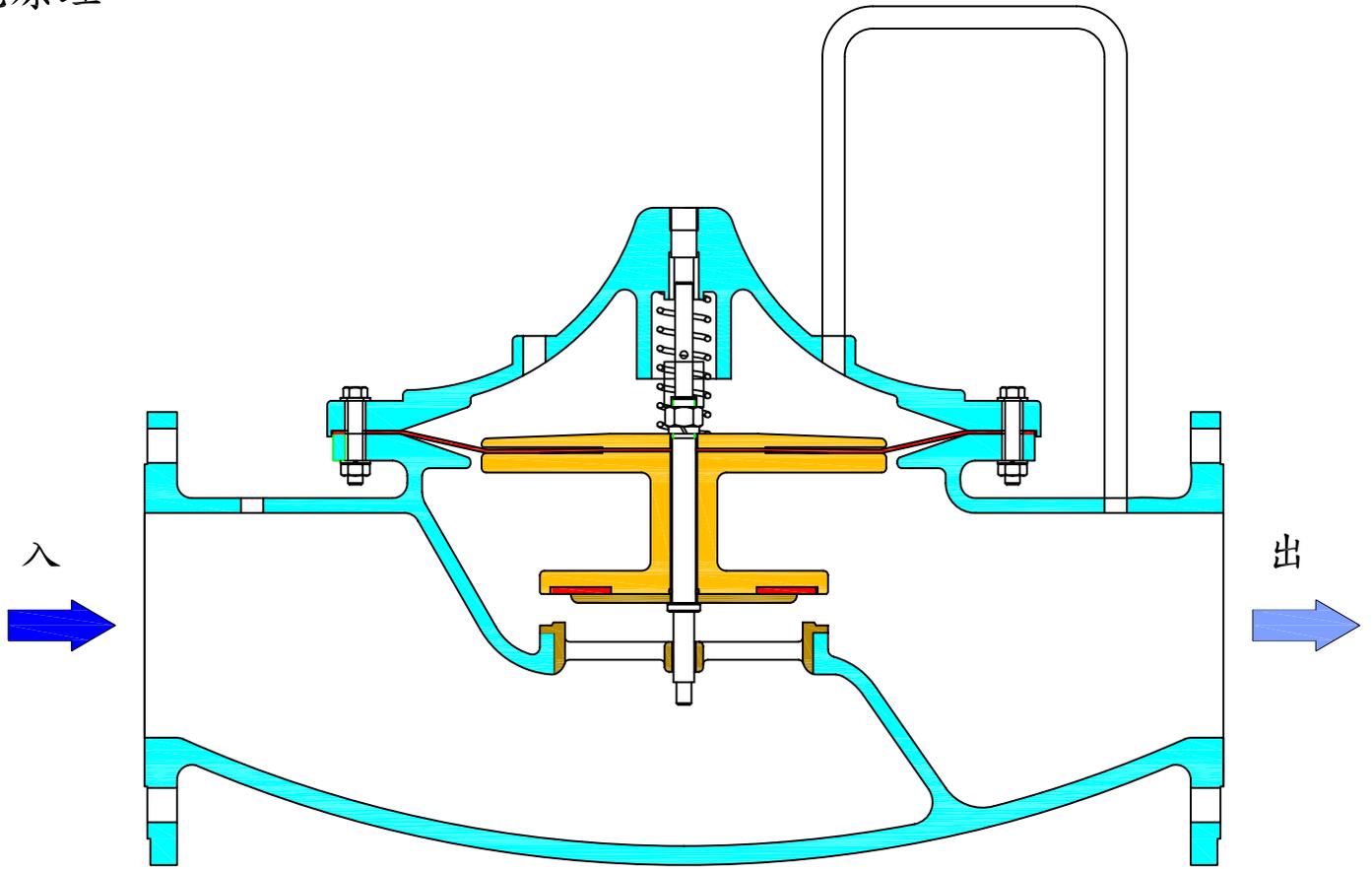


圖 (A-2) 逆止閥 — 緩開 AND 緩關型

- 功能：
- (1) 可以針閥可調整開關的速度。
  - (2) 針閥開度調小，「開啟」與「關閉」速度同時調慢了。

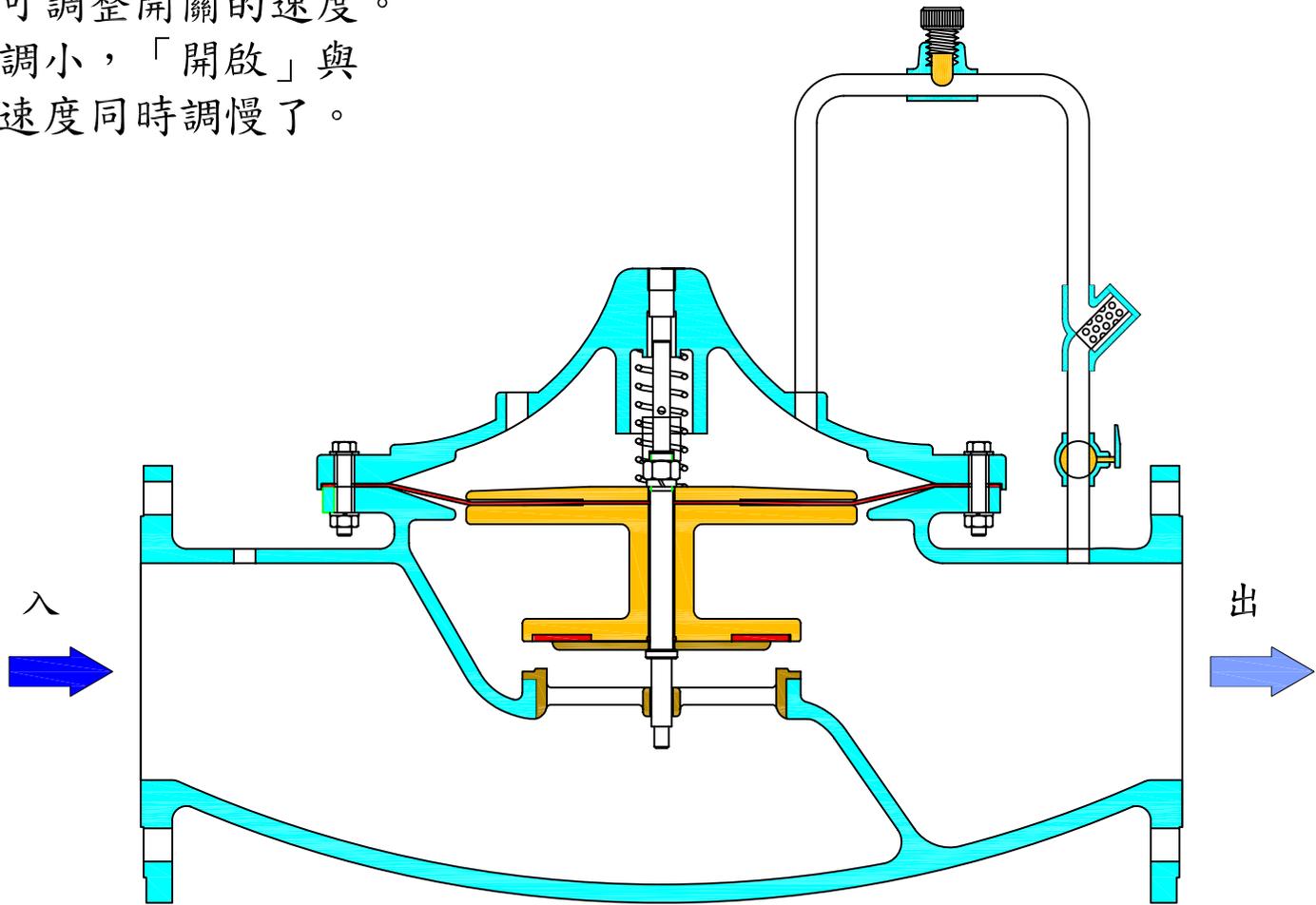
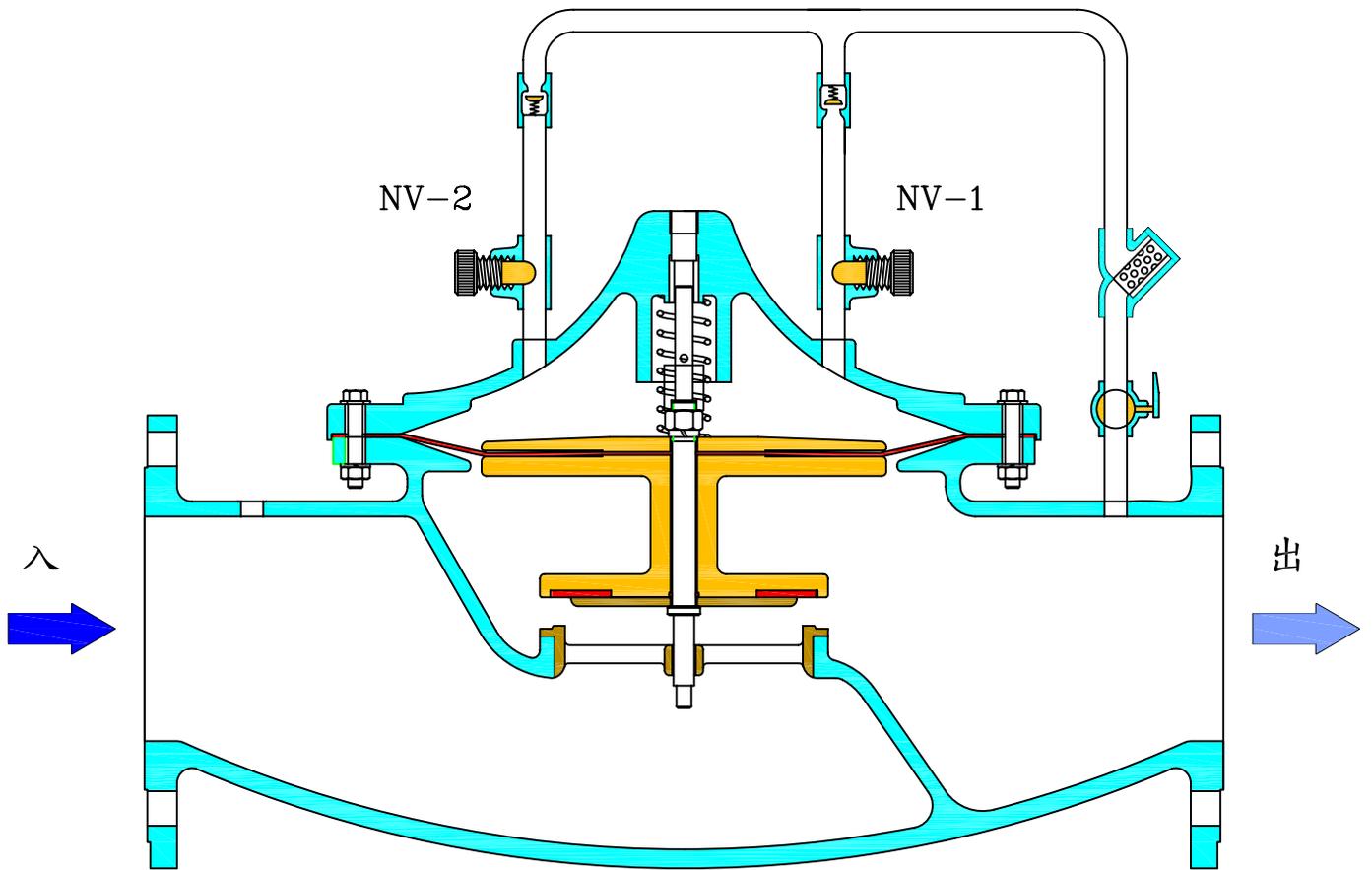


圖 (A-3) 逆止閥 — 緩開 AND/OR 緩關型

用途：針閥NV-1與NV-2分別用於  
個別調整逆止閥「開啟」  
與「關閉」速度。



1

2

3

4

圖 (B-1) 電磁閥

功能：

- (1) 僅用於說明電磁閥原理。
- (2) 無實用價值。

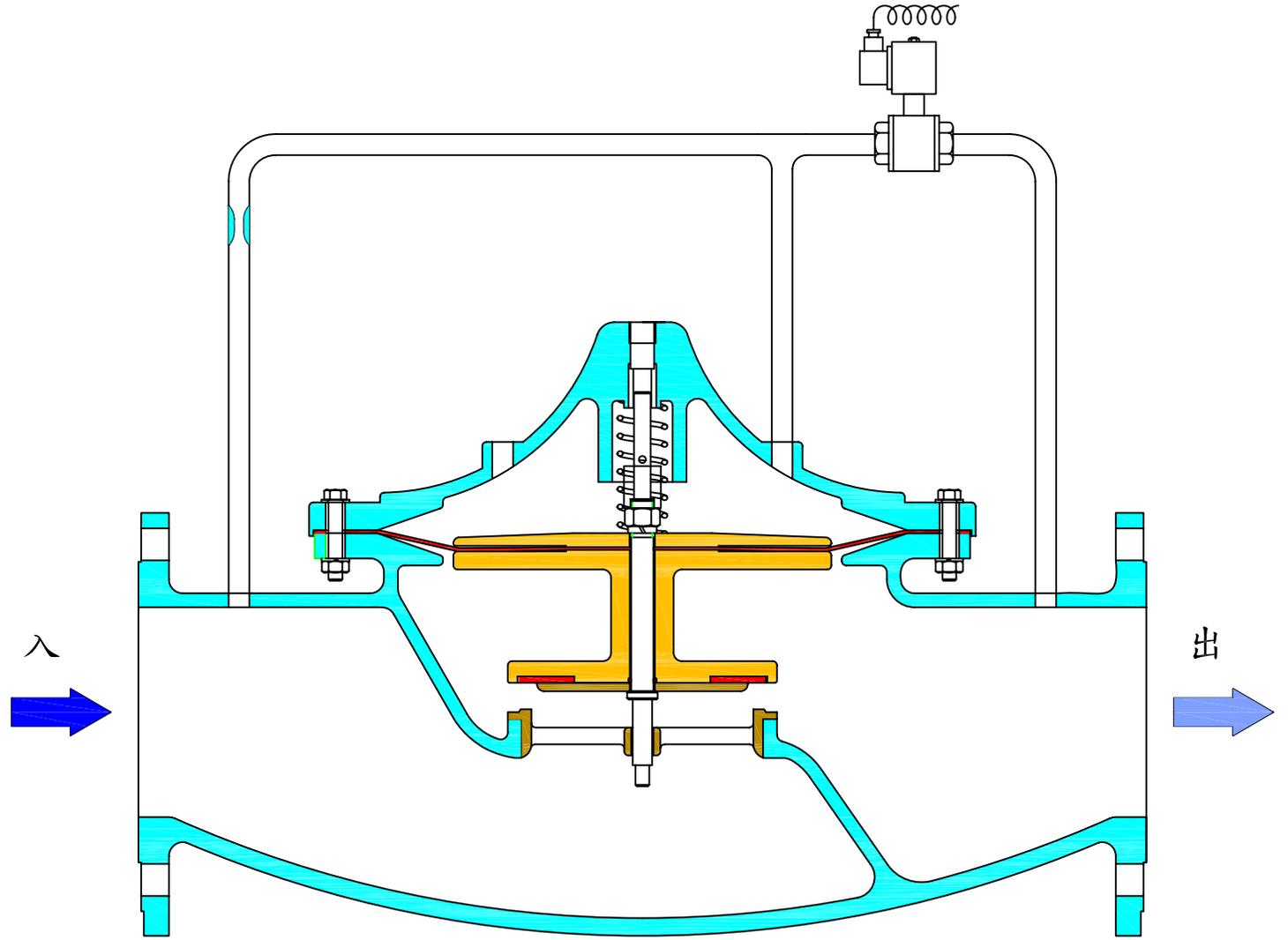
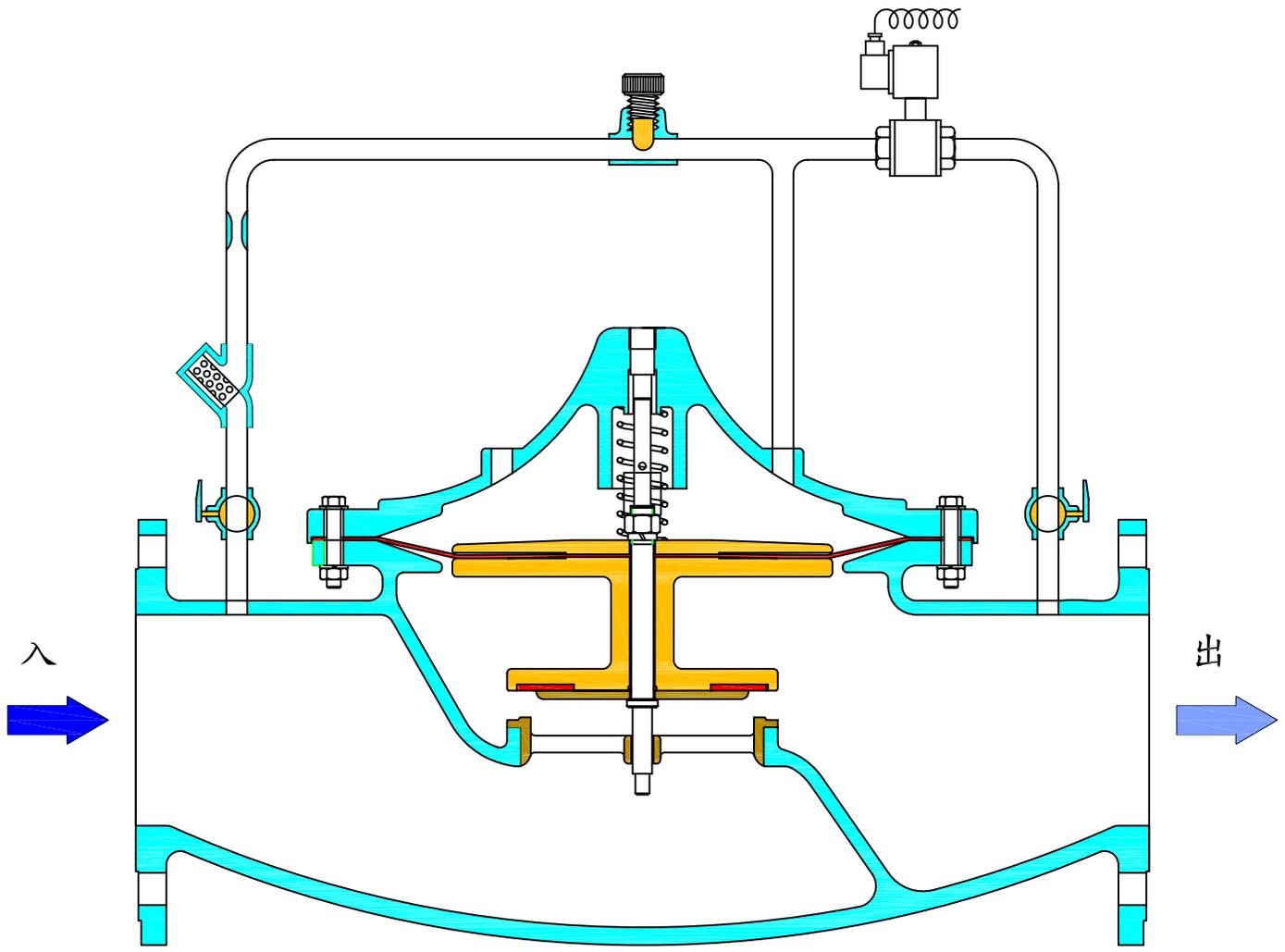


圖 (B-2) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 「關閉」速度可調
- (3) 無逆止功能



1  
2  
3  
4

圖 (B-3) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 「開/關」速度可調
- (3) 無逆止功能

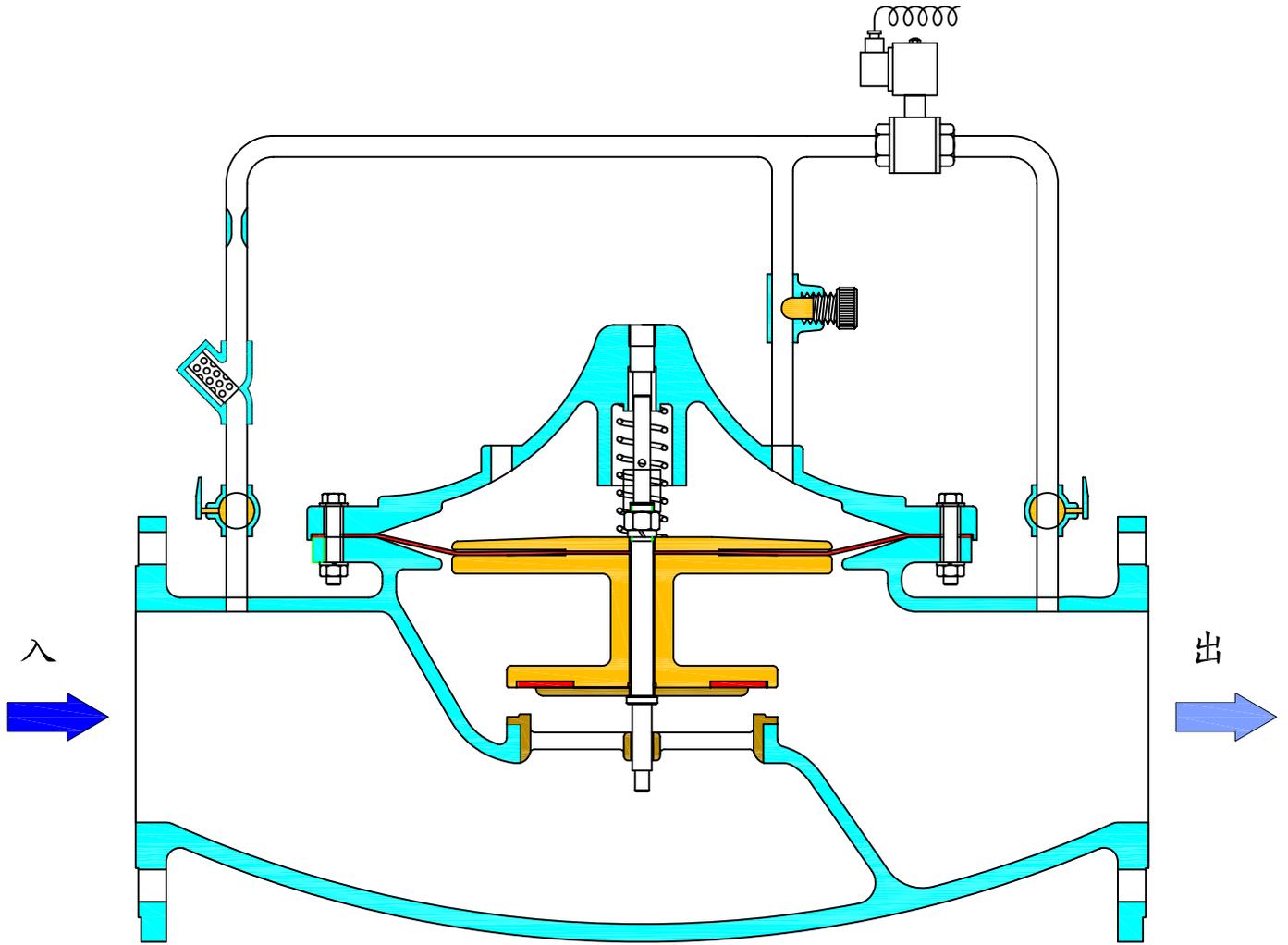
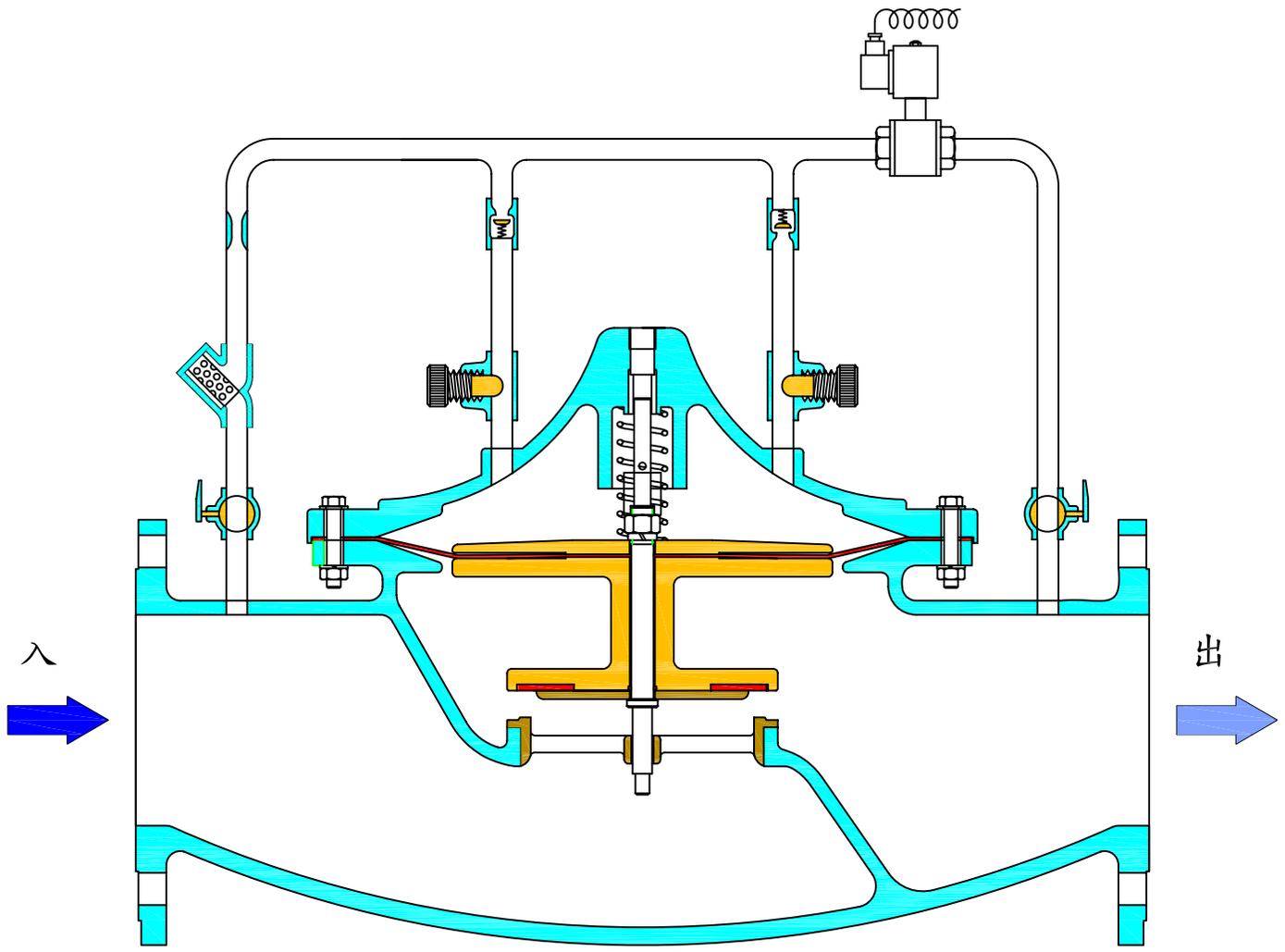


圖 (B-4) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 「開啟」速度可調
- (3) 「關閉」速度可調
- (4) 無逆止功能

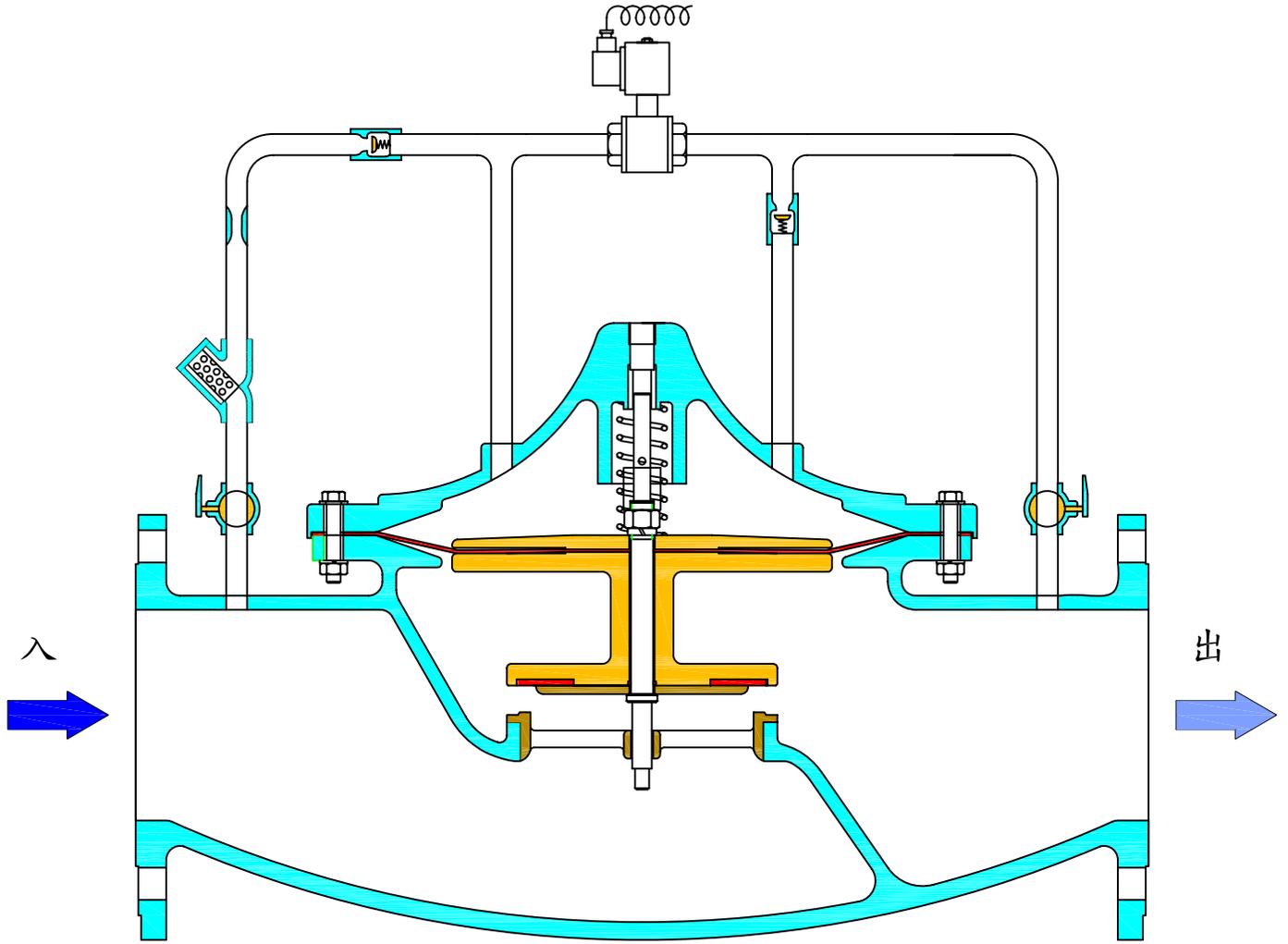


1  
2  
3  
4

圖 (B-5) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 有逆止功能

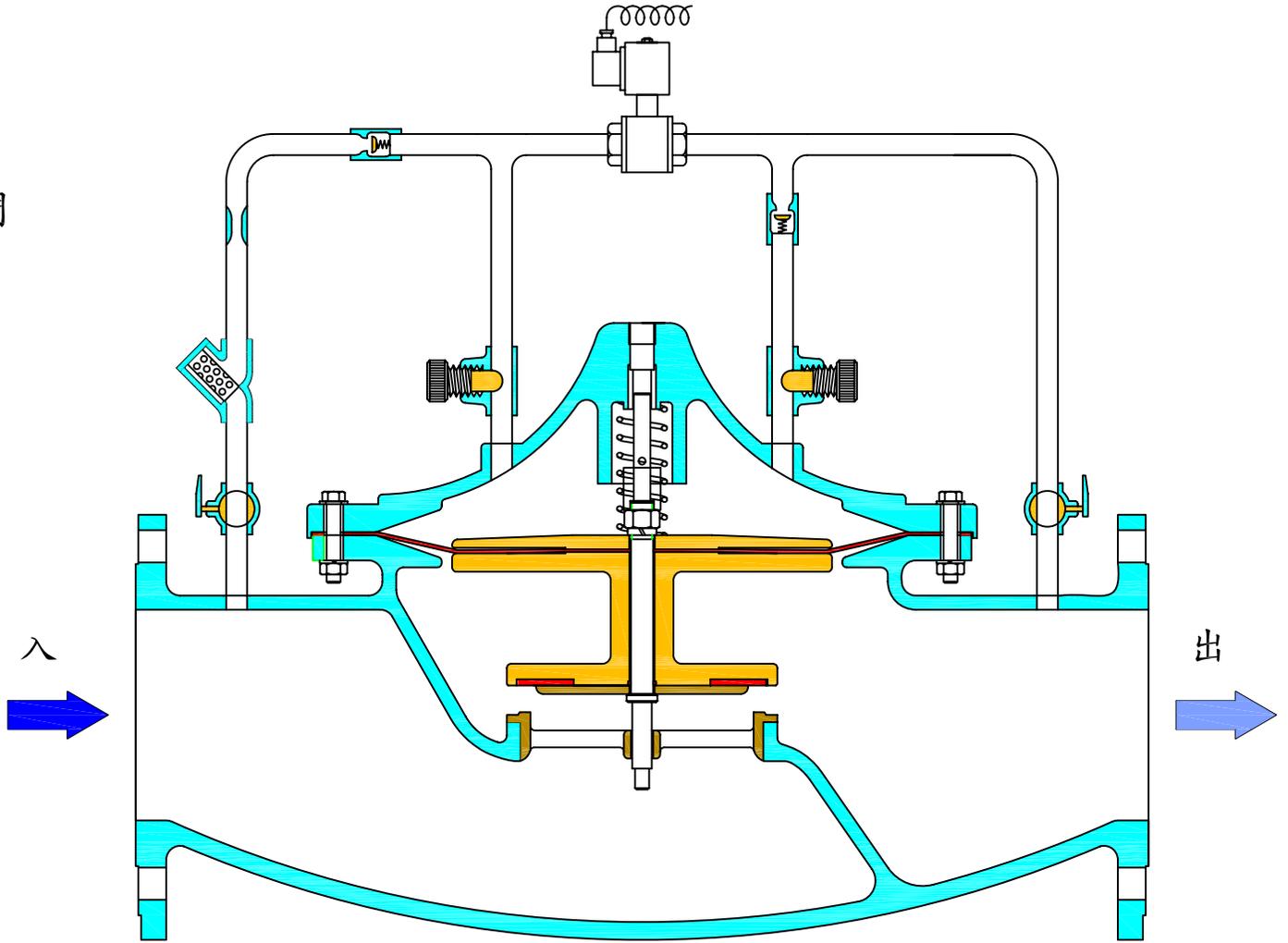


1  
2  
3  
4

圖 (B-6) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 有逆止功能
- (3) 「開、關」速度可調

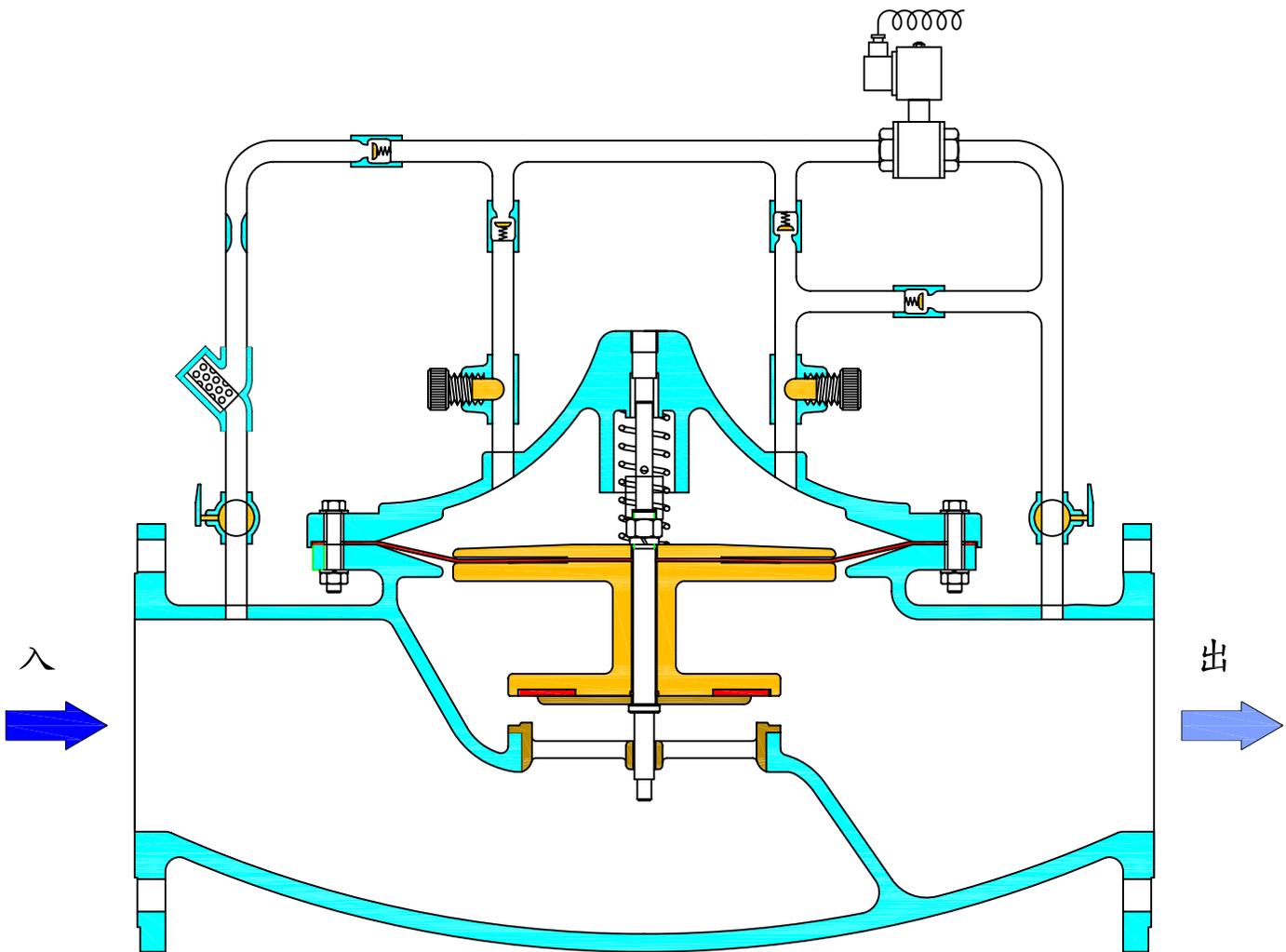


1  
2  
3  
4

圖 (B-7) 電磁閥

功能：

- (1) 開關控制
- (2) 有逆止功能
- (3) 「開啟」速度可調
- (4) 「關閉」速度可調

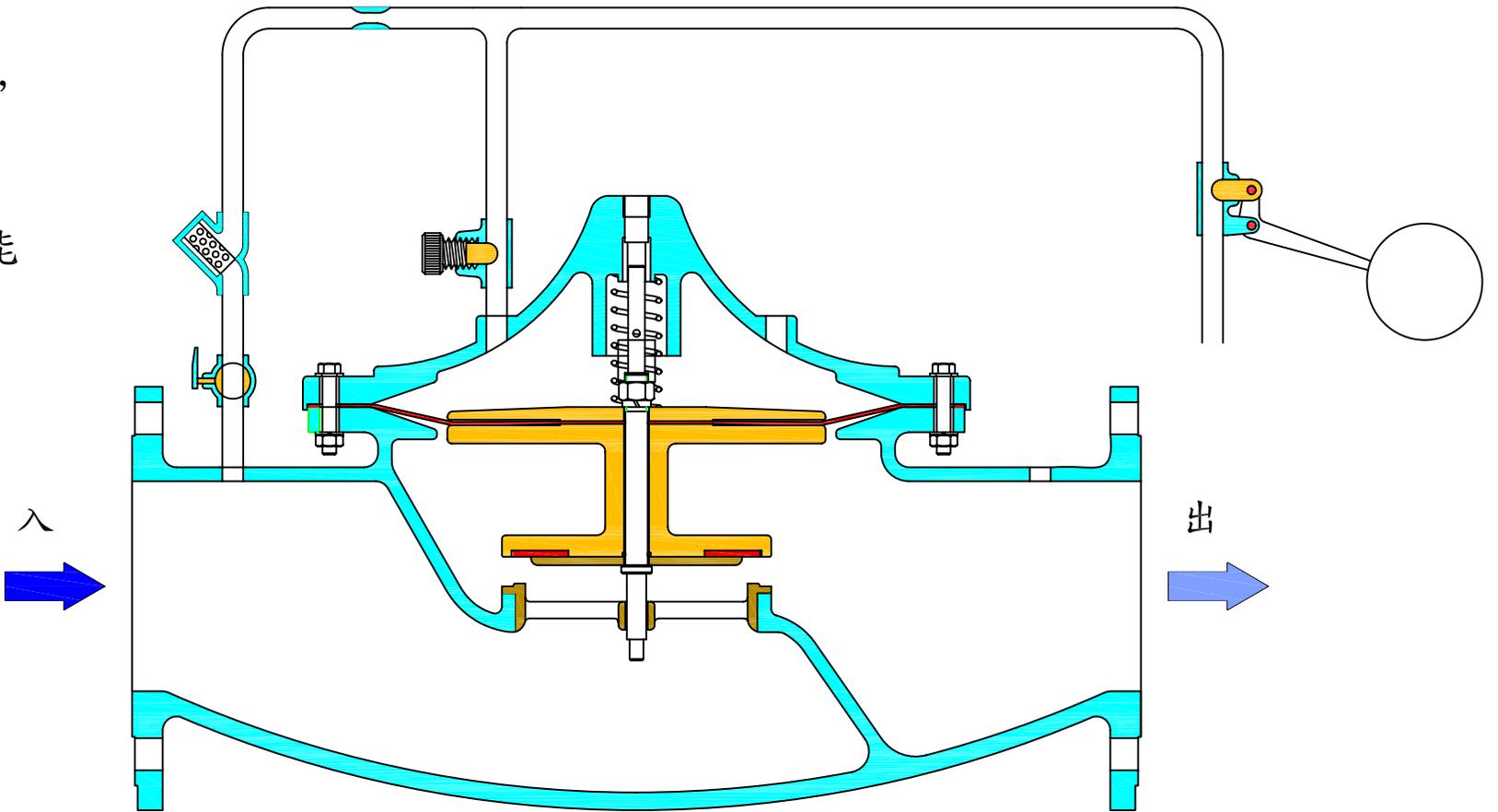


1  
2  
3  
4

圖 (C-1) 定水位閥

功能：

- (1) 控制水位  
穩定不變，  
但可調整  
設定。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」  
速度可調

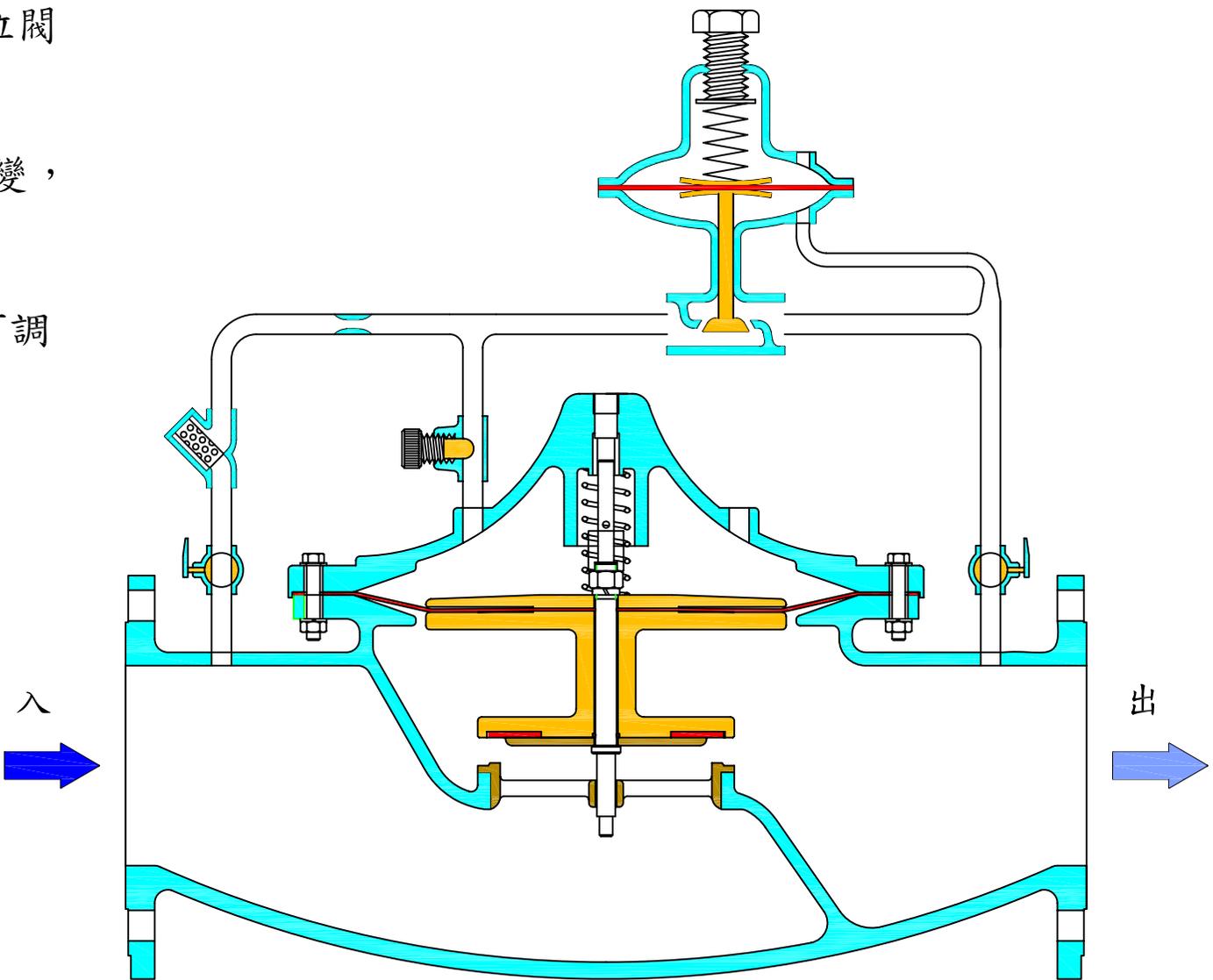


1  
2  
3  
4

圖 (C-2) 定水位閥

功能：

- (1) 控制水位穩定不變，但可調整設定。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調



1

2

3

4

圖 (D) 定減壓閥

功能：

- (1) 控制出水壓力穩定不變，但可調整設定。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調

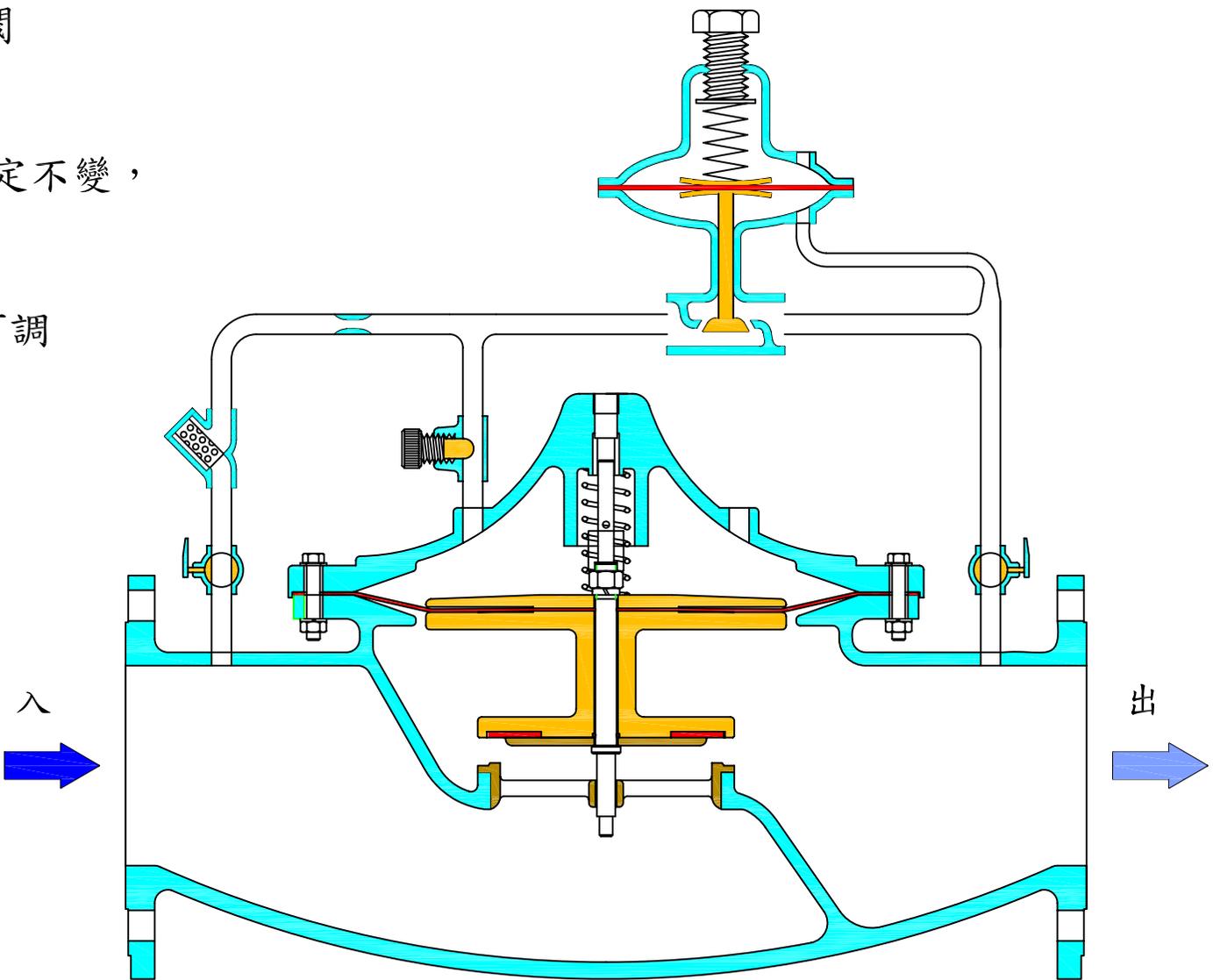
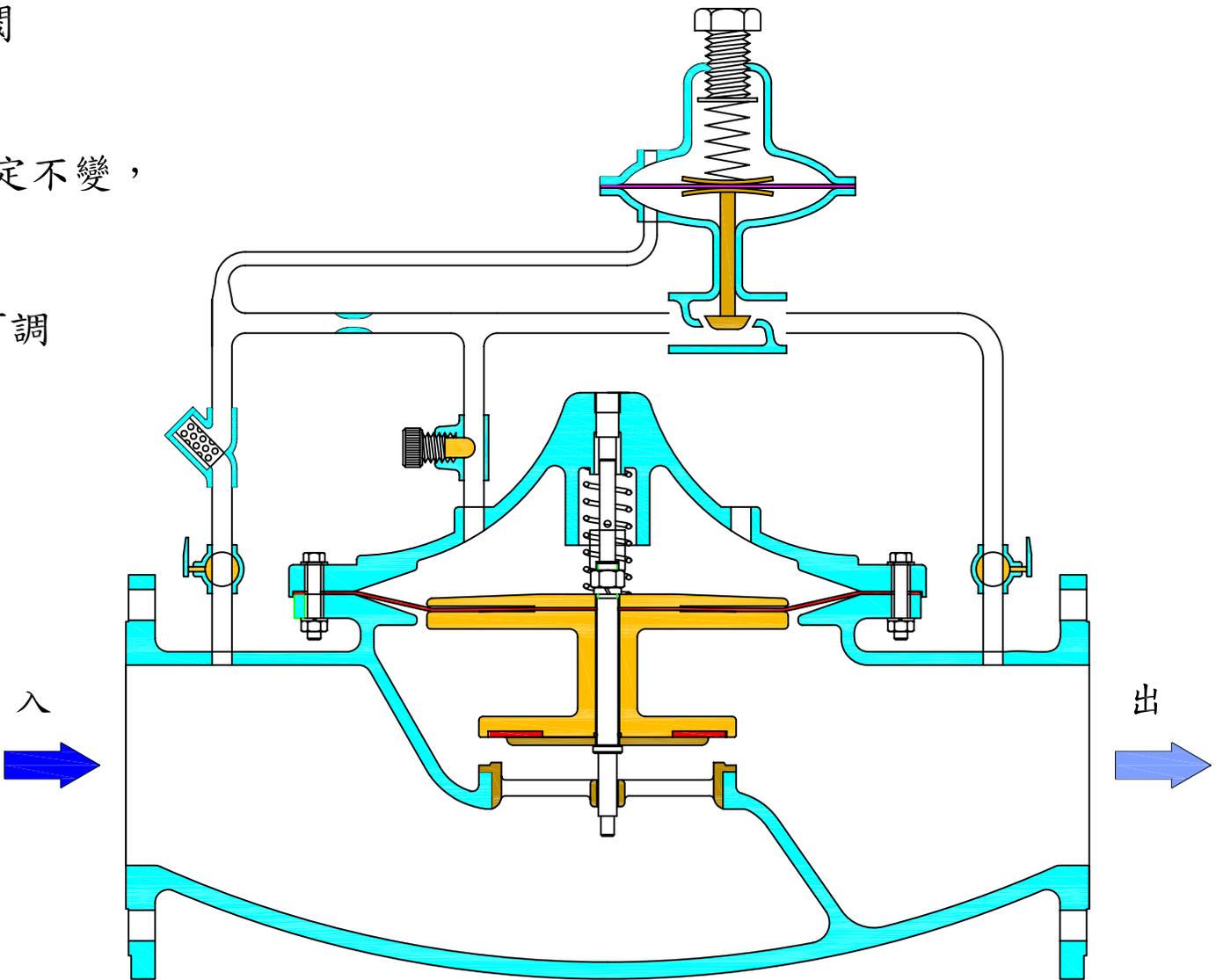


圖 (E) 定背壓閥

功能：

- (1) 控制入水壓力穩定不變，但可調整設定。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調



1

2

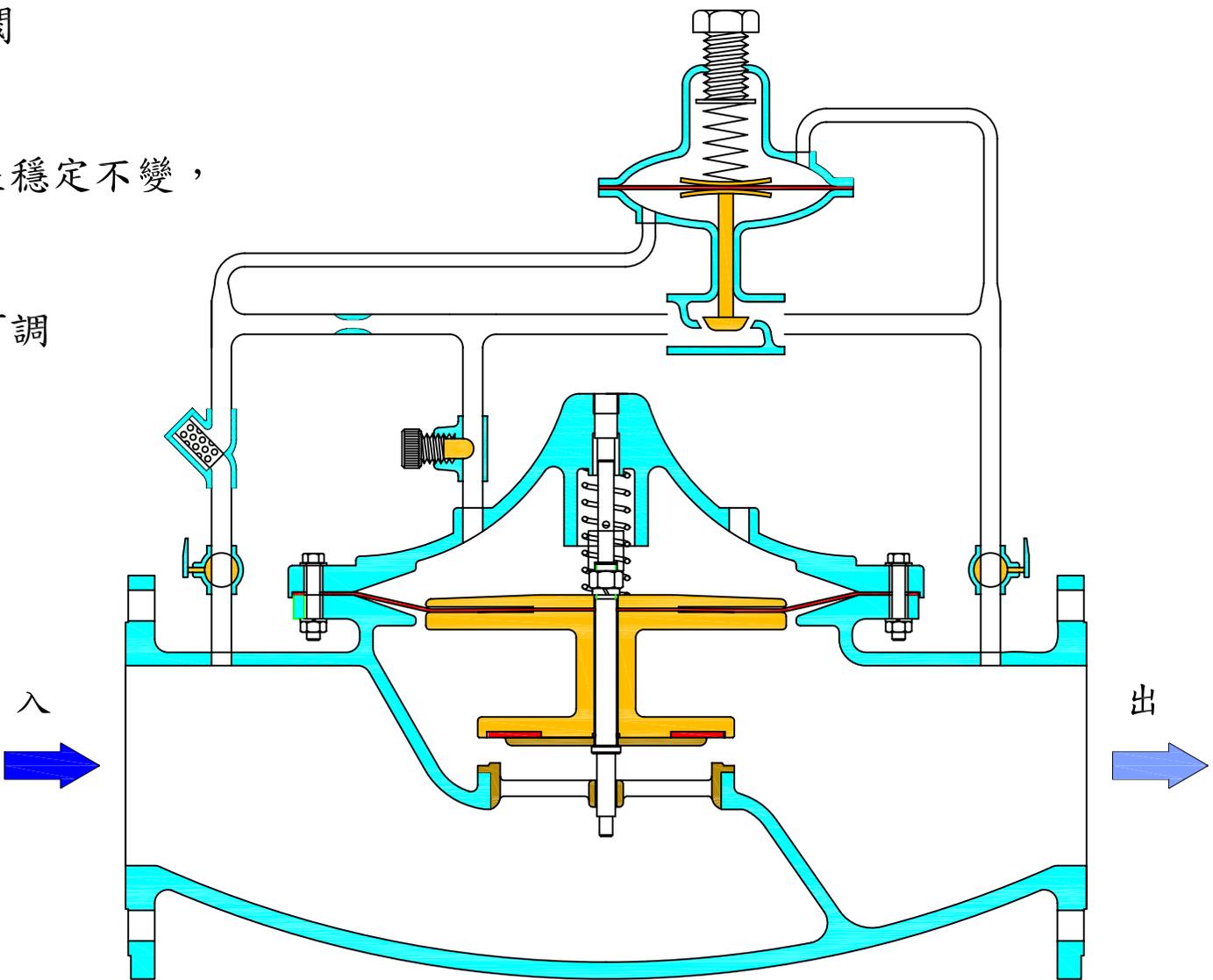
3

4

圖 (F) 定壓差閥

功能：

- (1) 控制入/出水壓差穩定不變，  
但可調整設定。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調

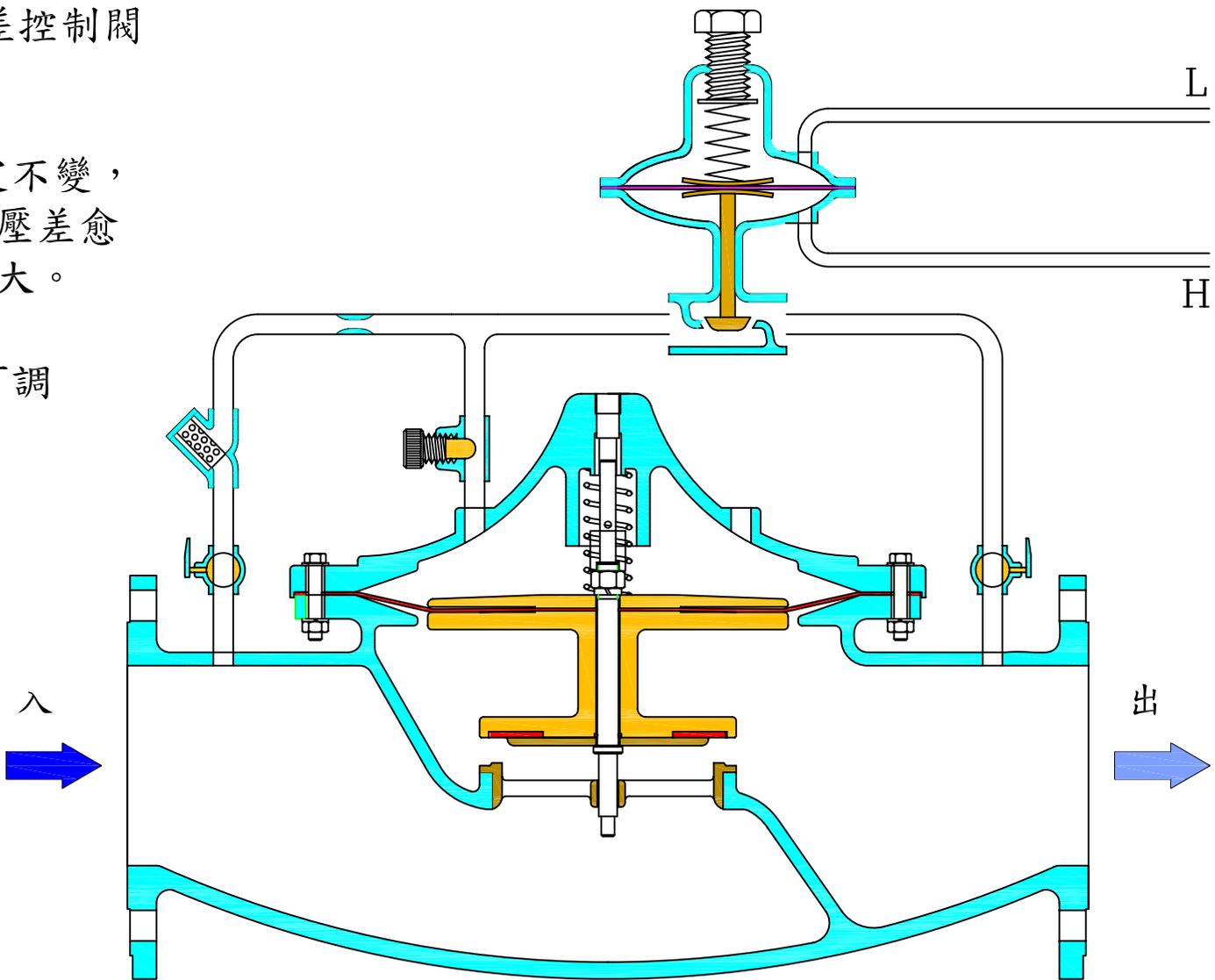


1  
2  
3  
4

圖 (G-1) 定壓差控制閥

功能：

- (1) 控制H/L壓差穩定不變，但可調整設定。壓差愈大，母閥開度愈大。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調

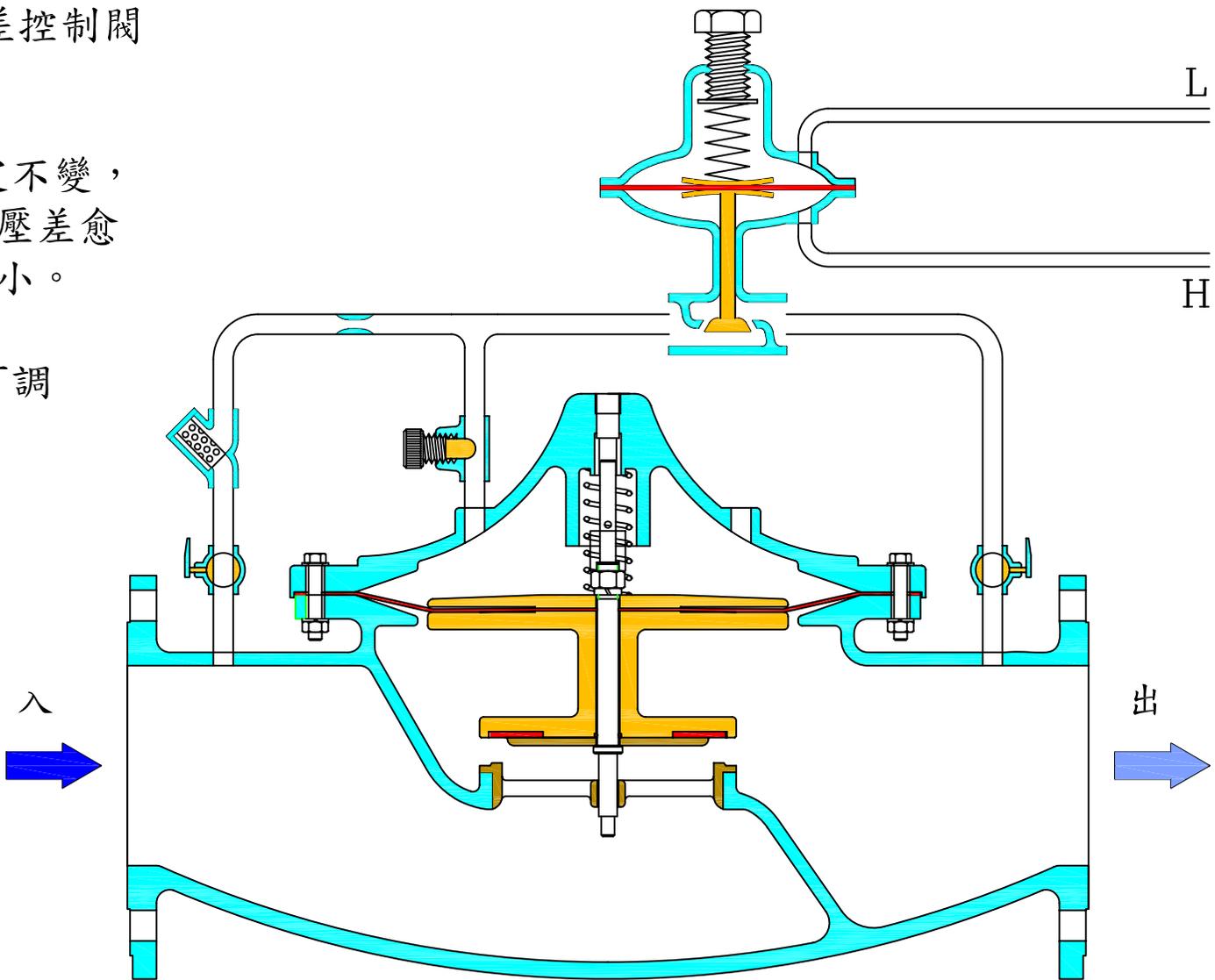


1  
2  
3  
4

圖 (G-2) 定壓差控制閥

功能：

- (1) 控制H/L壓差穩定不變，但可調整設定。壓差愈大，母閥開度愈小。
- (2) 無逆止功能
- (3) 「開/關」速度可調



# 第 3 章

## 子母型或自力作動型 控制閥應用水路

1 | 2 | 3 | 4

# 圖(3-1) 大樓重力給水系統

臺灣熱流

臺灣熱流

A

A

B

B

C

C

D

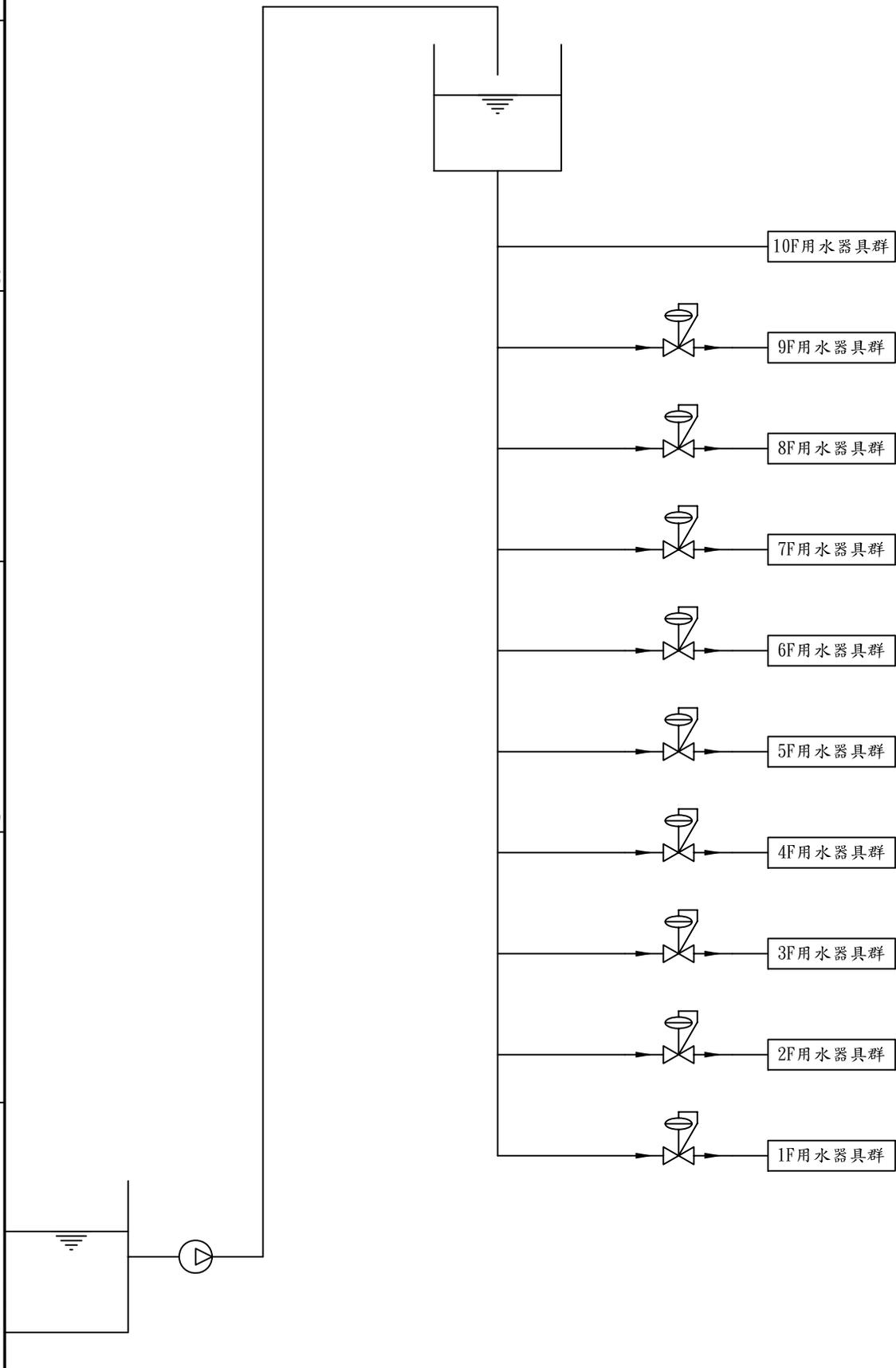
D

E

E

臺灣熱流

臺灣熱流



1 | 2 | 3 | 4

臺灣熱流

臺灣熱流

# 圖(3-2) 大樓加壓泵給水系統

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

臺灣熱流

臺灣熱流

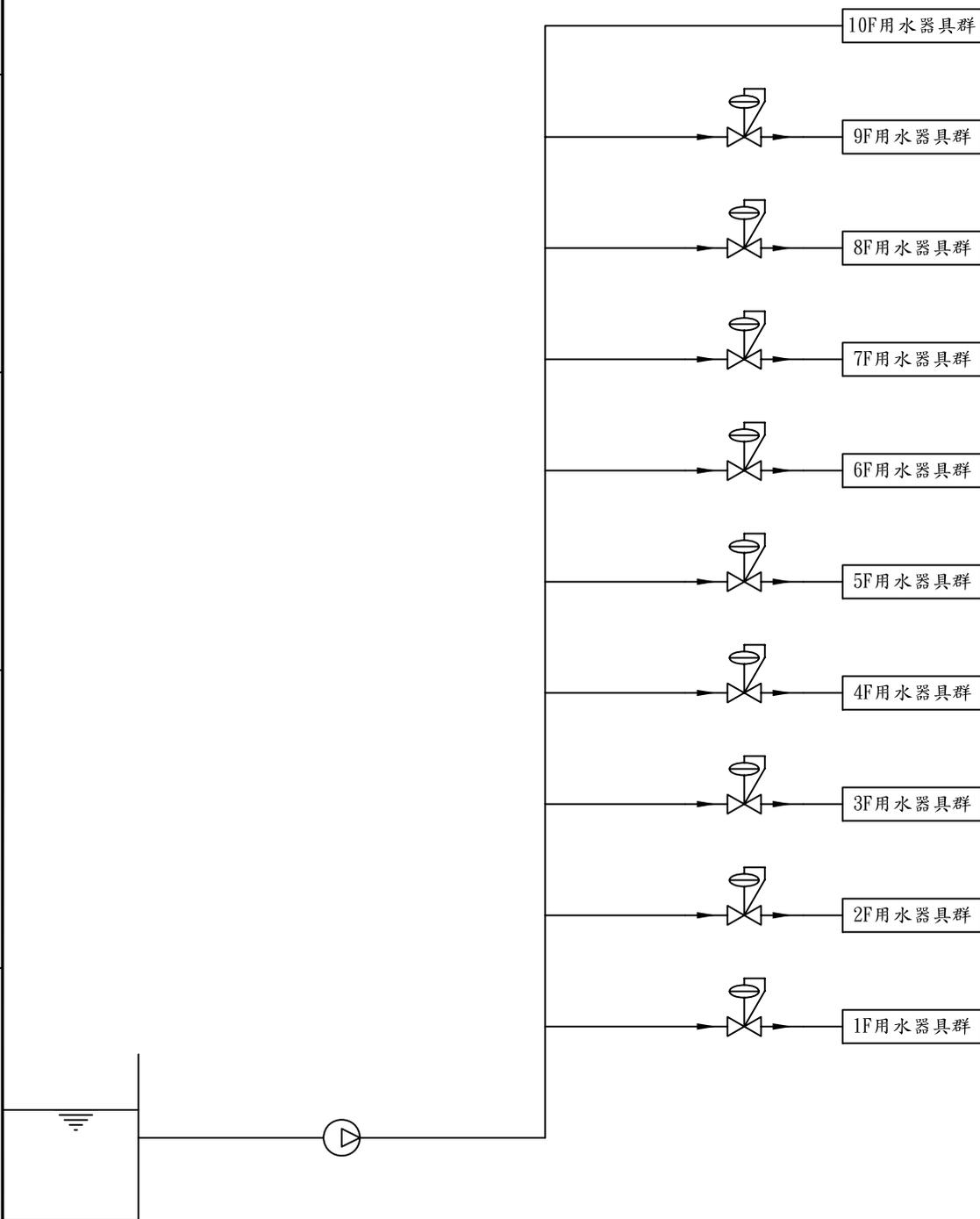
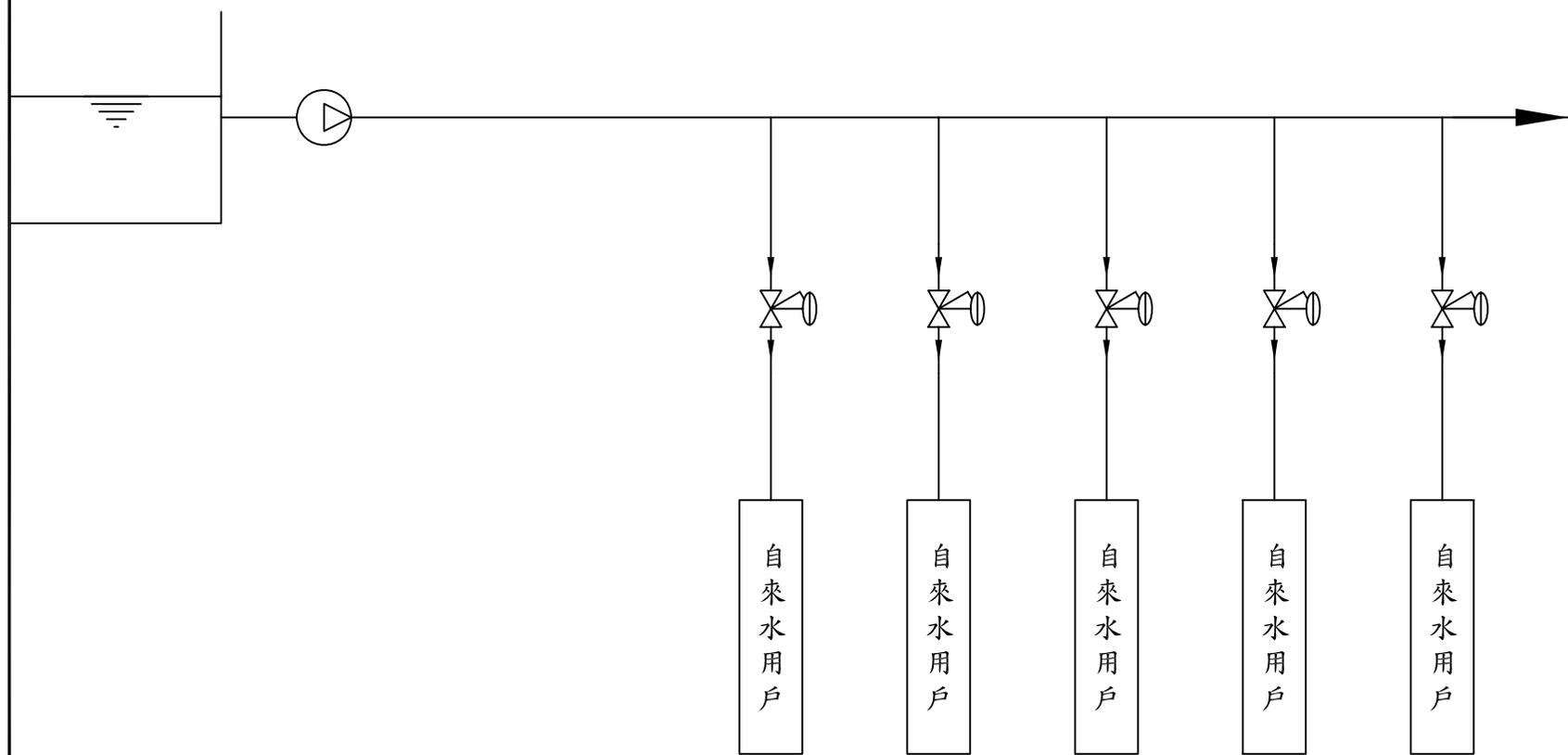


圖 (3-3) 自來水廠加壓供水系統

自來水廠加壓站



1

2

3

4

1

2

3

4

臺灣熱流

臺灣熱流

# 圖(3-4) 空調冰水系統

A

A

B

B

C

C

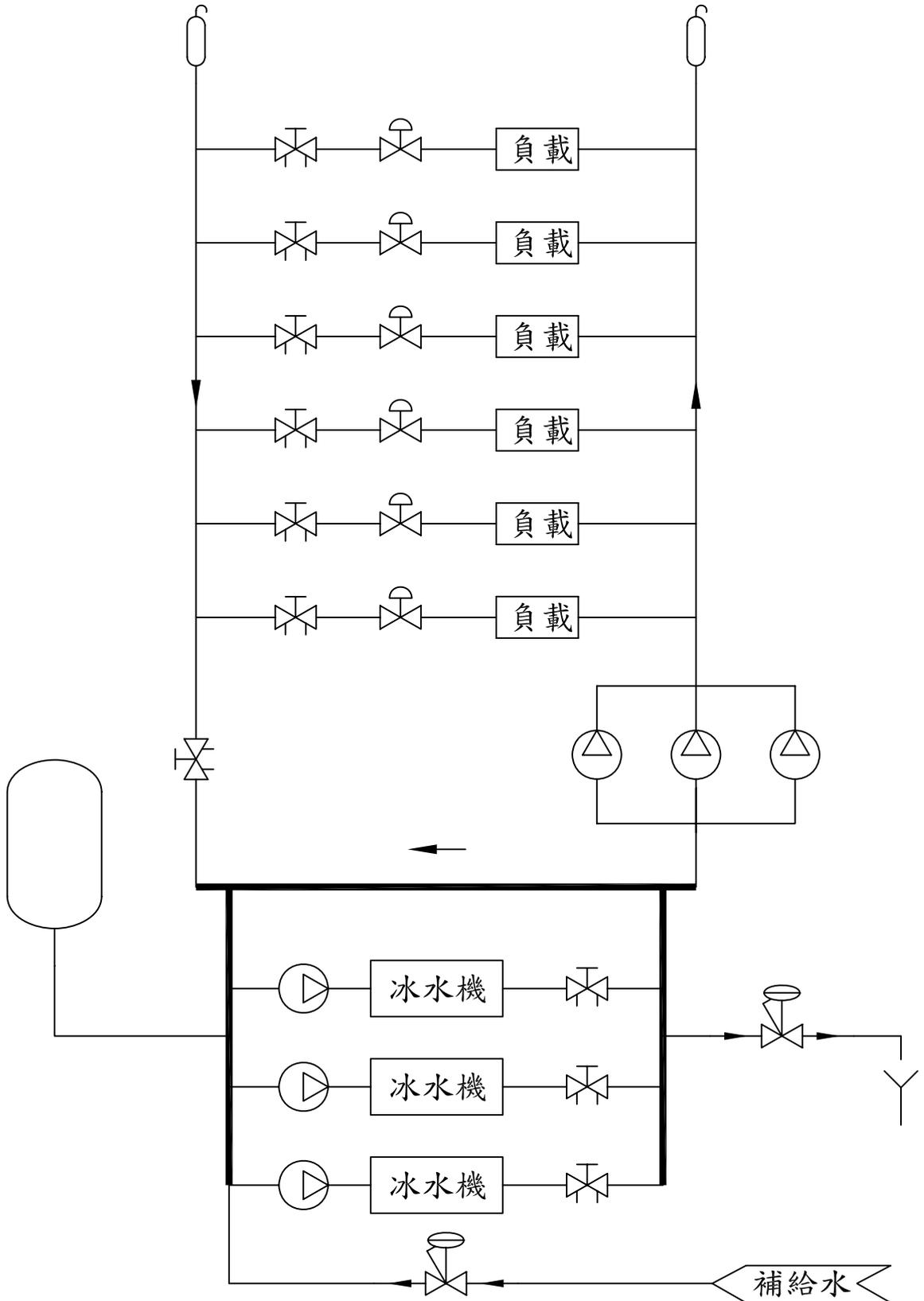
D

D

E

E

密閉式膨脹水槽



臺灣熱流

臺灣熱流

補給水

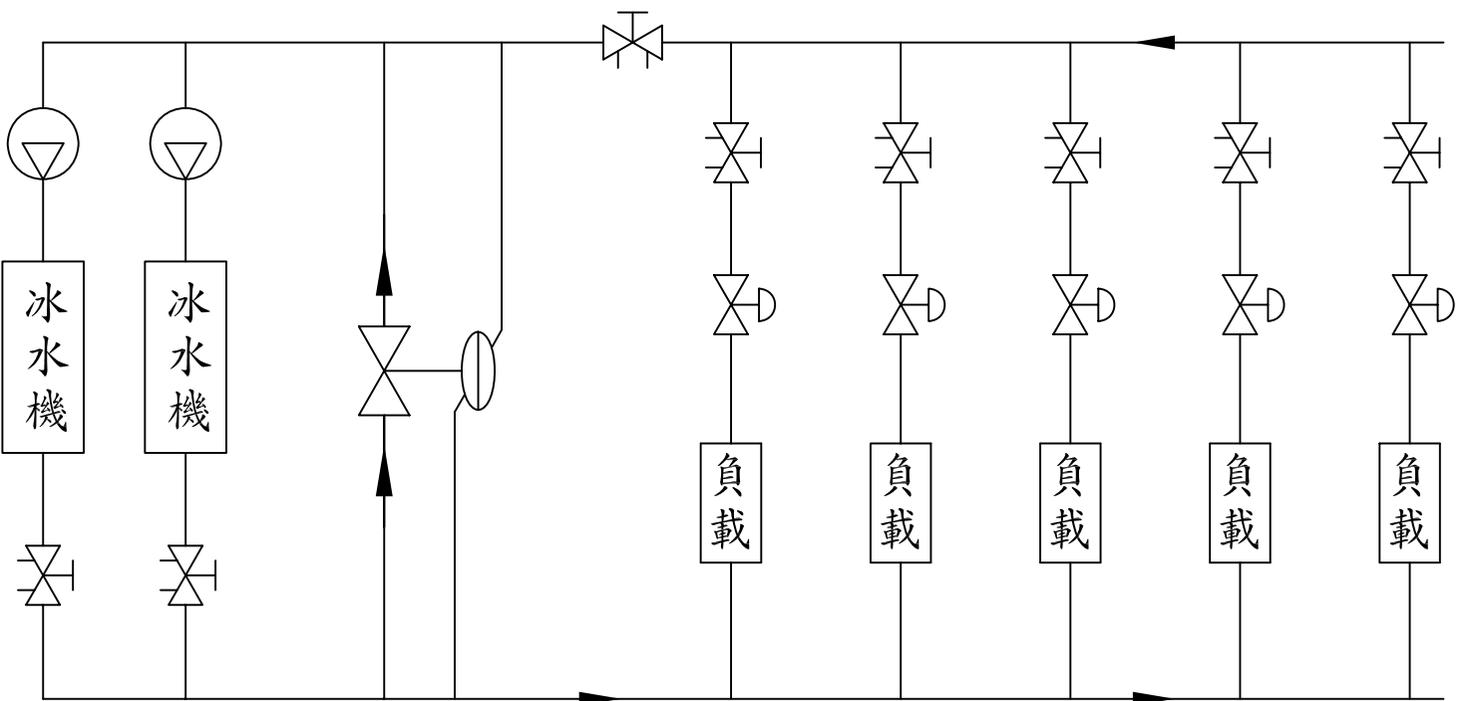
1

2

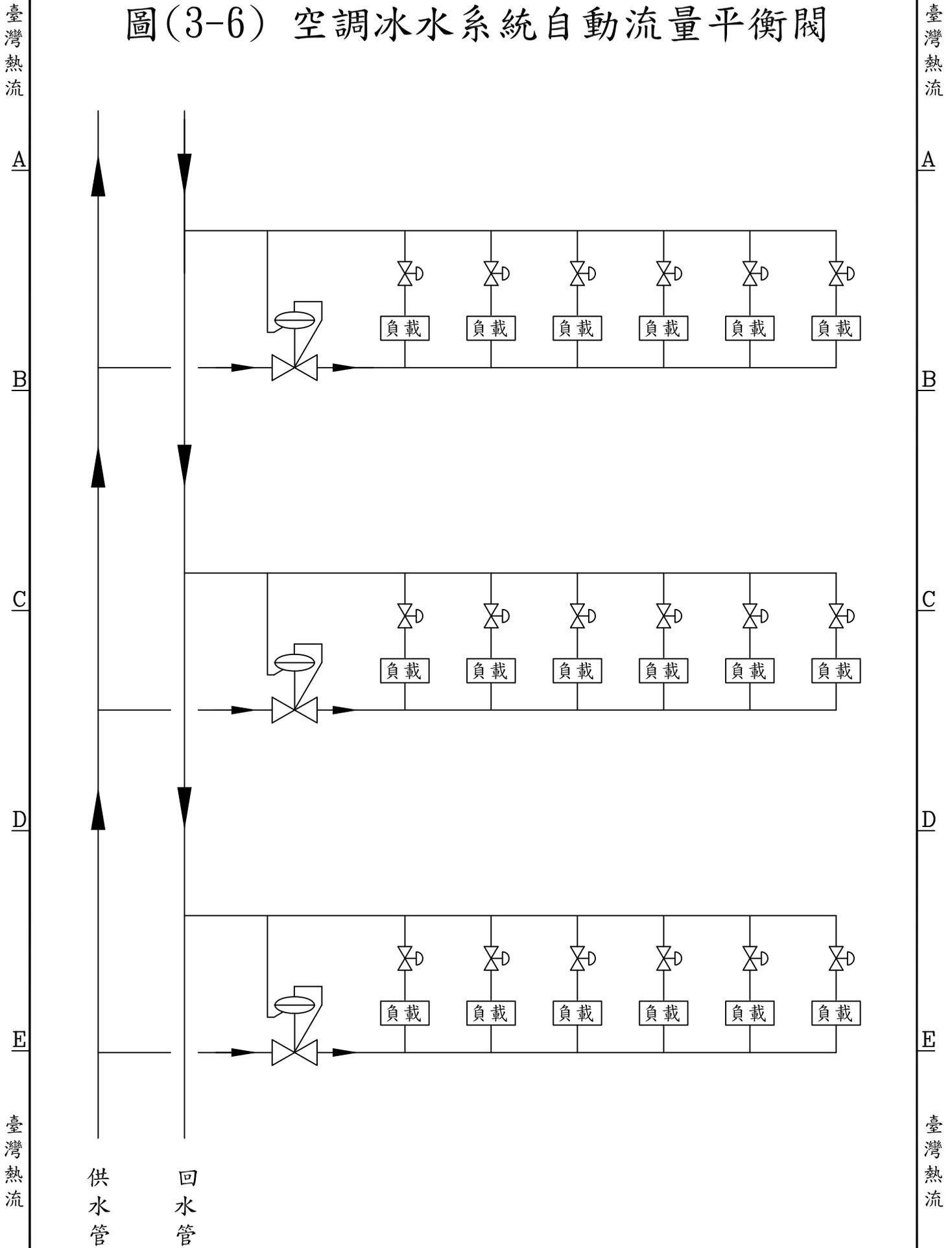
3

4

圖(3-5) 空調冰水系統



圖(3-6) 空調冰水系統自動流量平衡閥



臺灣熱流

臺灣熱流

臺灣熱流

臺灣熱流

# 圖(3-7) 蓄水槽水位控制

A

A

B

B

C

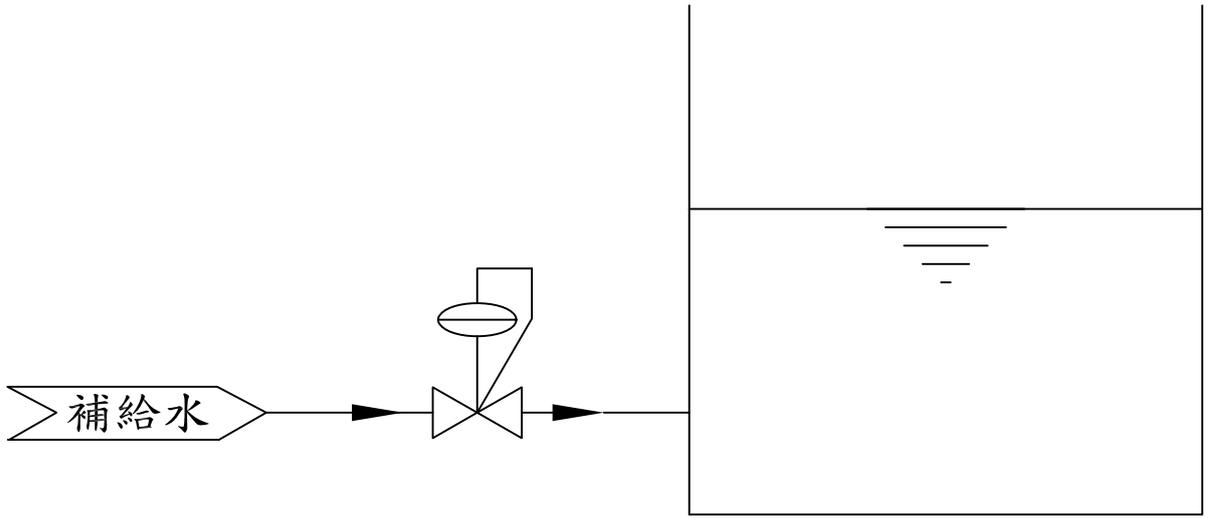
C

D

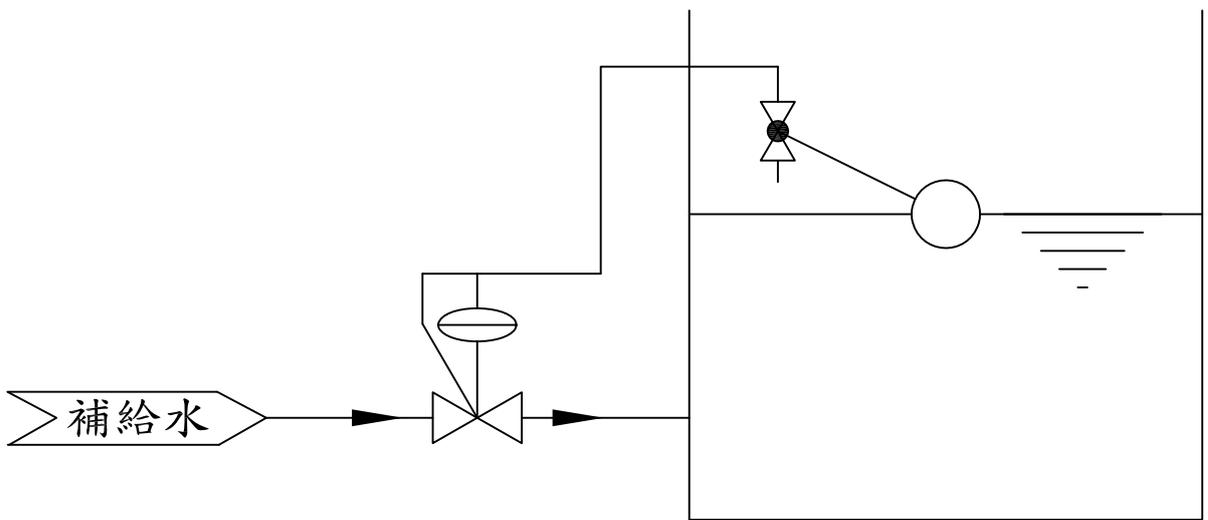
D

E

E

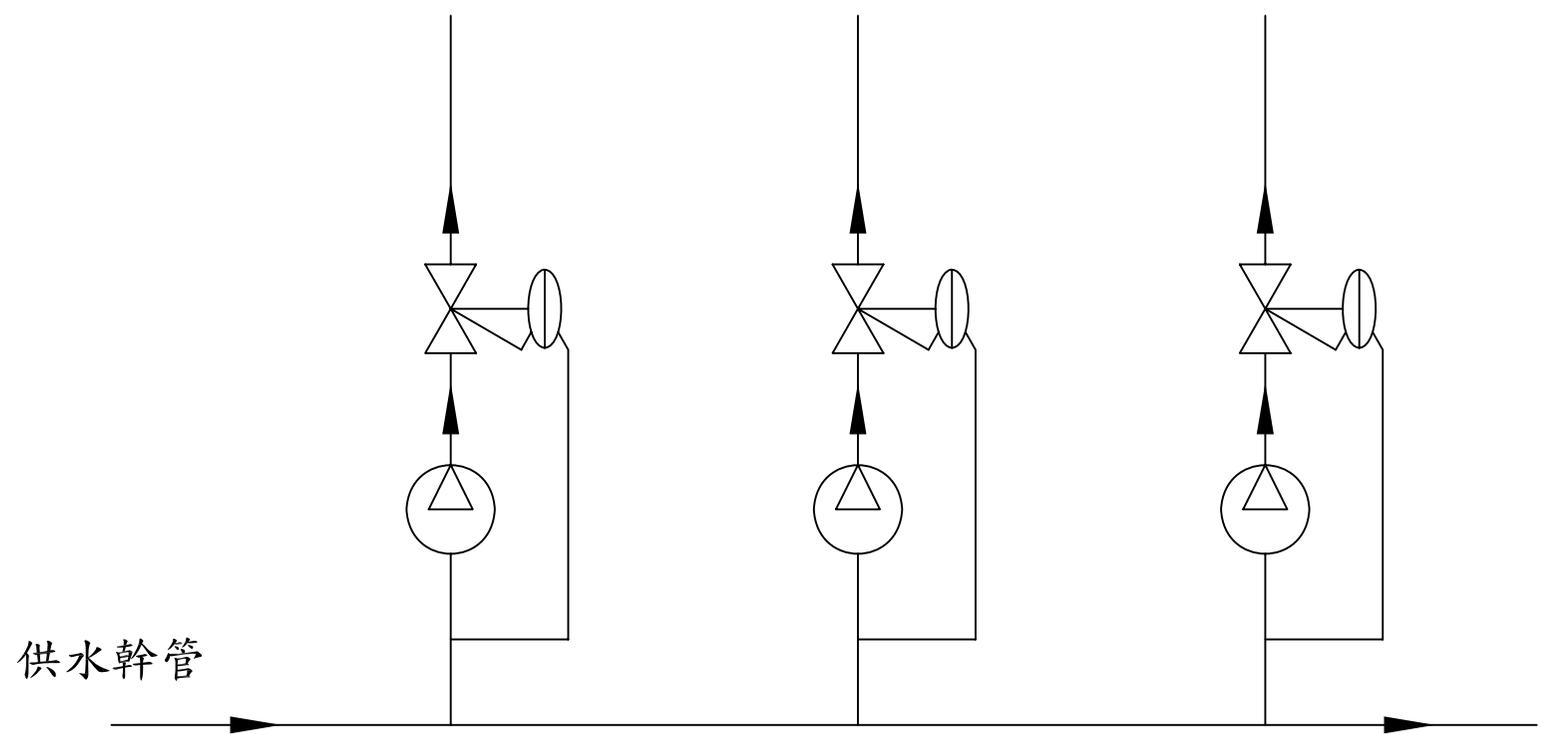


(a)



(b)

圖(3-8) 泵流量限制閥 (Flow Limiter)



1

2

3

4

# 周龍賓 簡歷

## 基本資料

姓名	周龍賓	出生日期	民國 44 年 12 月 17 日	戶籍地	高雄市
服務單位	臺灣熱流科技股份有限公司 地址：台北市內湖路二段 179 巷 51 號				
通訊資料	電話：(02)2792 6898 傳真：(02)2792 6060 手機：0932 741 238				
	http://www.fluxtek.com.tw E-mail: fluxtek@ms21.hinet.net				
學歷	研究所	國立臺灣工業技術學院(現名 臺灣科技大學)機械研究所			碩士
	大學部	國立臺灣工業技術學院(現名 臺灣科技大學)機械系			工學士
	工業專科	國立高雄工業專科學校(現名 高雄科技大學)機械科(五年)			畢業
考試資格	工業技師	民國 65 年全國性工業技師高等考試(機械技師)			及格
	公務人員	民國 65 年全國性公務人員普通考試			及格
	公務人員	民國 65 年全國性公務人員高等考試			及格

## 經歷

服務單位	起迄時間	職稱	工作內容
臺灣熱流科技股份有限公司	84 年 7 月~今日	經理	水工、空調、控制系統技術研發推廣
英商莫特麥克唐納工程顧問股份有限公司	97 年 12 月~今日	技術顧問 執業技師	產業節能技術輔導 機械工程設計支援
中衛技術發展中心	91 年 1 月~今日	講師	任教空調系統設計暨 省能運轉實務課程
中華民國機械停車設備學會技術暨鑑定委員會	88 年 10 月~今日	主任委員	機械停車設備技術 諮詢與安全鑑定
工業技術研究院 能源與資源研究所	87 年 3 月~今日	講師	任教空調系統設計暨 省能運轉實務課程
中國技術服務社 能源技術服務中心	83 年 6 月~今日	顧問、講師	產業節能技術輔導 能源管理教育訓練
利邦股份有限公司	79 年 6 月~84 年 6 月	經理	水工、空調、控制系統技術研發推廣
合欣工程公司	74 年 6 月~今日	主任技師	工程設計、施工指導
私立亞東工專	74 年 6 月~76 年 7 月	講師	任教機械科熱力學 流體力學、工程力學
私立明志工專	72 年 6 月~74 年 9 月	講師	任教機械科熱力學 流體力學、工程力學
高雄港務局	67 年 8 月~68 年 9 月	技士	船舶機械設計建造與 維修保養
聯勤 205 兵工廠	65 年 9 月~67 年 7 月	機械士	槍械製程設計、規劃、建置

*Taiwan*  *Technologies, Inc.*

**臺灣熱流科技股份有限公司**

台北市內湖區內湖路2段179巷51號

電話：+ 886 2 2792 6898      電郵：fluxtek@ms21.hinet.net

傳真：+ 886 2 2792 6060      網址：www.fluxtek.com.tw

*China*  *Technologies, Ltd.*

**崑山熱流設備系統有限公司**

崑山市花園路國際藝術村228號106室

電話：+ 86 512 5782 7898      電郵：fluxsystem@vip.sina.com

傳真：+ 86 512 5782 7889      網址：www.fluxtek.cn