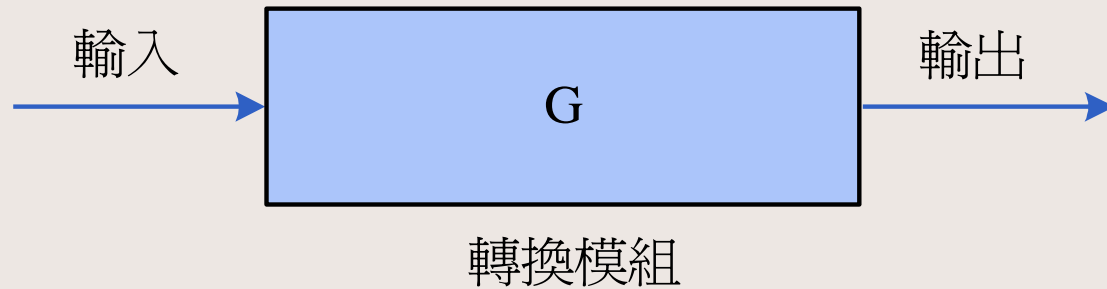


第六章 閉迴路系統分析

System Analysis of Closed Loop



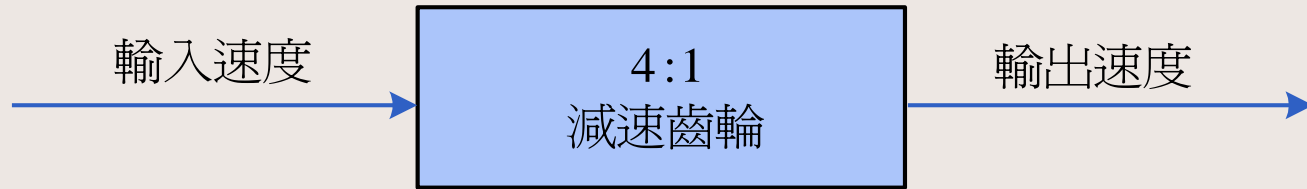
圖6.1 輸入、輸出間之轉移函數



增益 $G = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$



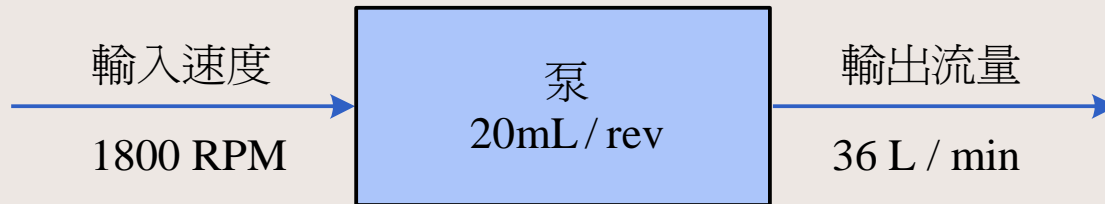
圖6.2 減速齒輪箱轉移函數



$$\text{增益} = G = \text{輸出} / \text{輸入} = 1/4 = 0.25$$



圖 6.3 液壓泵轉移函數



$$G = \text{輸出} / \text{輸入} = \frac{36 \text{ L / min}}{1800 \text{ rev / min}} = 0.02 \text{ L / rev}$$



圖6.4 閉迴路系統

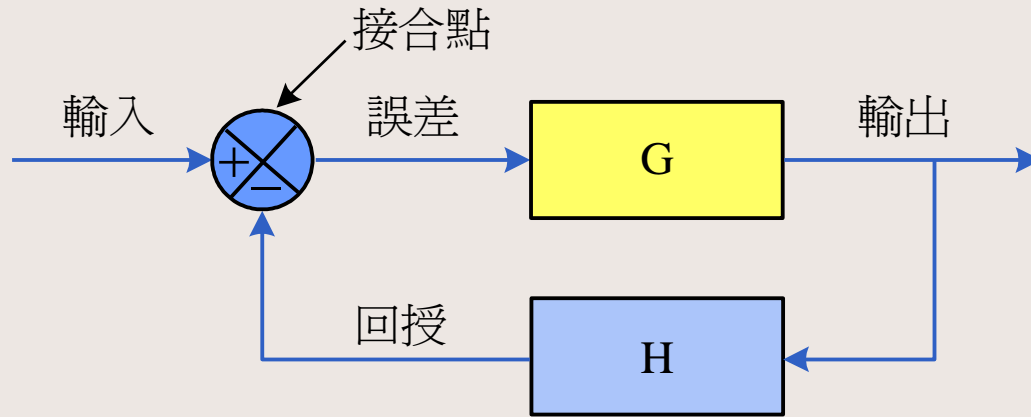


圖6.5 伺服位置控制系統

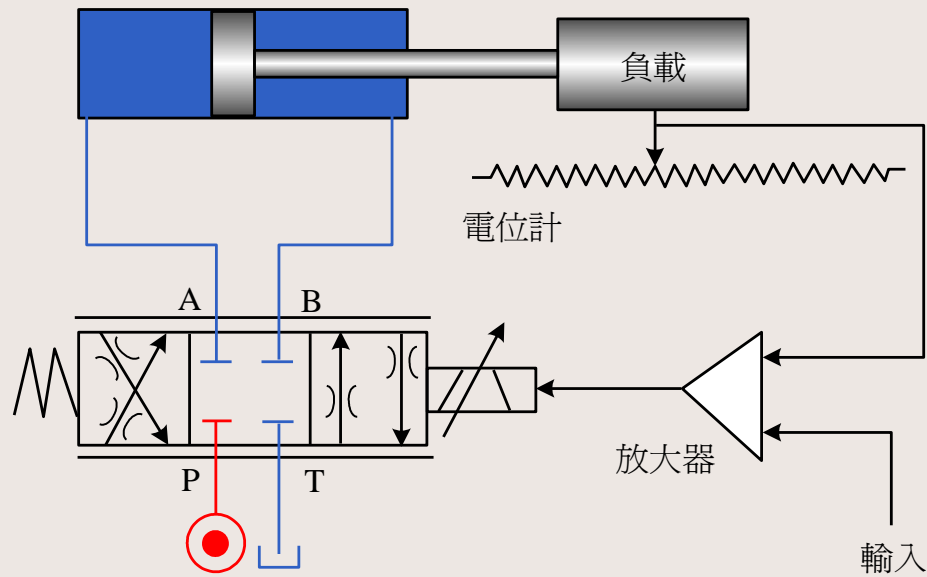
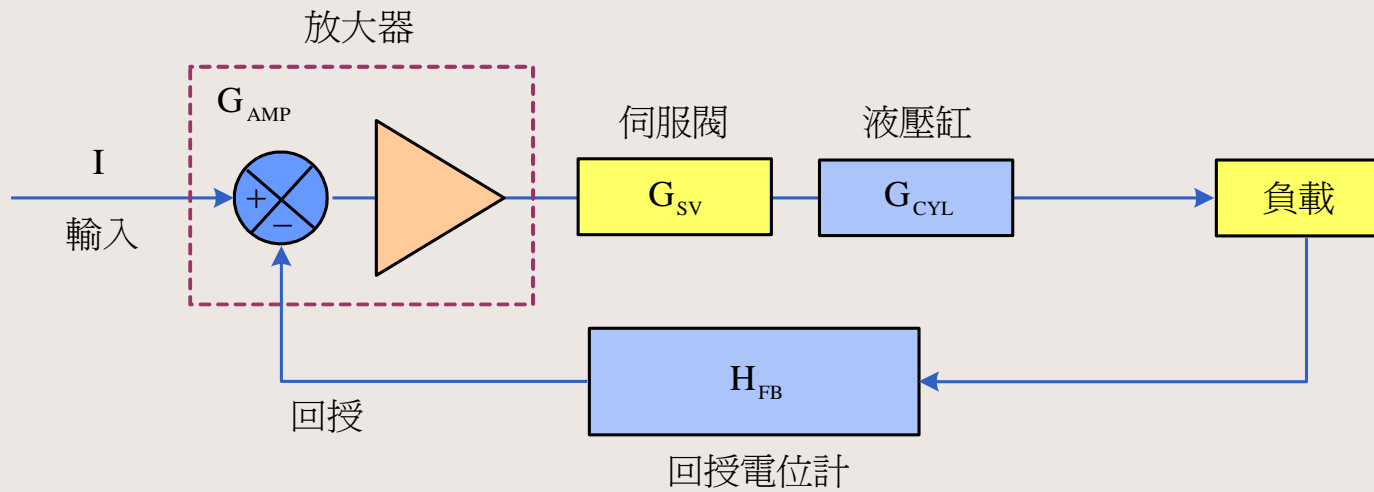


圖6.6 伺服位置控制系統方塊圖



轉移函數：

G_{AMP} ：放大器增益

放大器產生一個與輸入電壓成正比的輸出電流，此放大增益被表示為每伏特輸入多少毫安培輸出。

G_{SV} ：伺服閥增益

伺服閥產生一個正比於放大器輸入電流的輸出流量，以每毫安培每秒多少毫升表示之。

G_{CYL} ：液壓缸增益

液壓缸將輸入之液壓流量轉換為動作速度之輸出，其每秒多少公分之輸出速度對每秒多少毫升之輸入流量。這增益單位碰巧為液壓缸活塞面積之倒數。

H_{FB} ：回授增益

回授轉換器將機械動作轉換為輸出電壓。

開迴路增益

- 開迴路增益可以很簡單的以所有的向前轉換函數及回授轉換函數相乘計算之：

$$\mathbf{K}_V = (\mathbf{G}_{AMP})(\mathbf{G}_{SV})(\mathbf{G}_{CYL})(\mathbf{H}_{FB})$$

圖6.7 開迴路定位系統

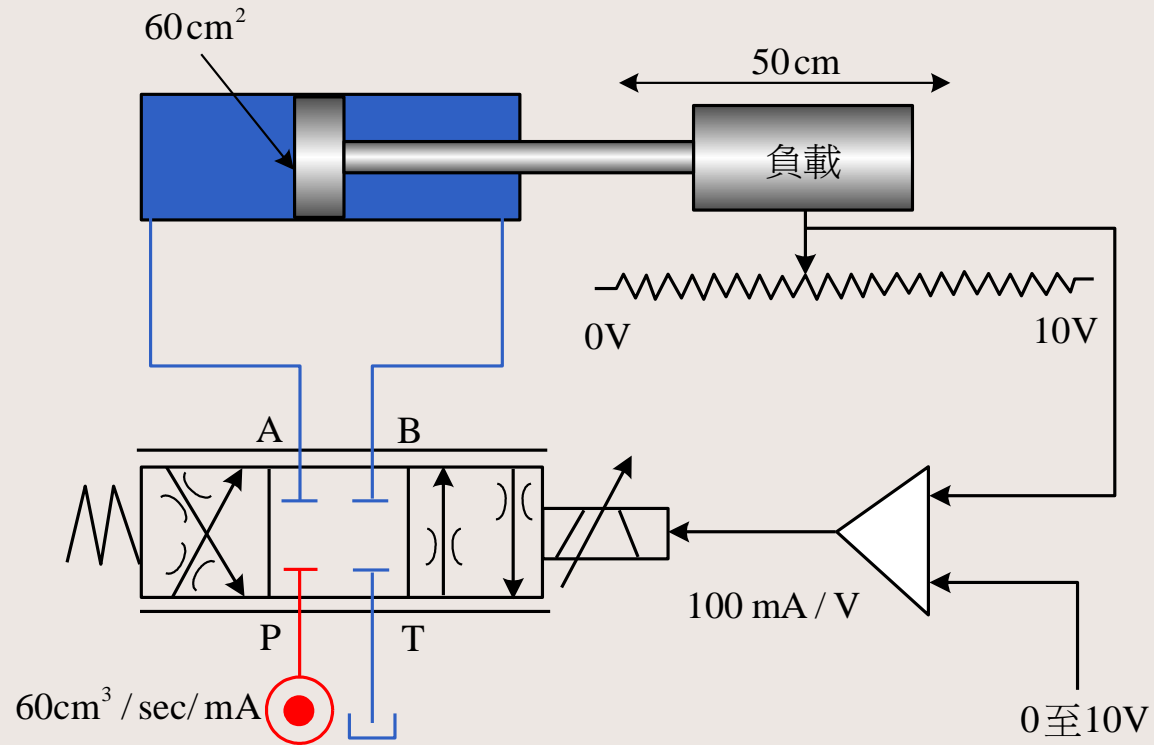


圖6.8 步階的位置輸入控制

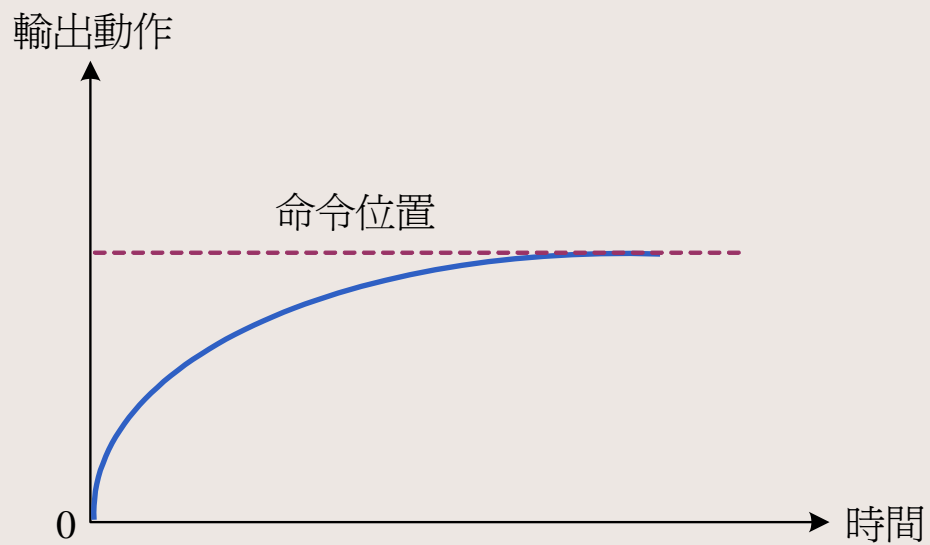
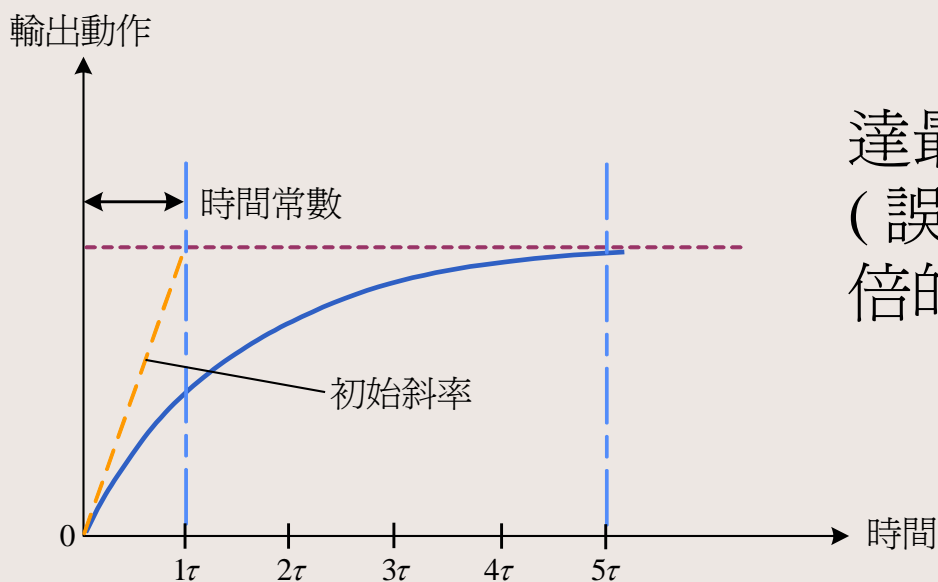


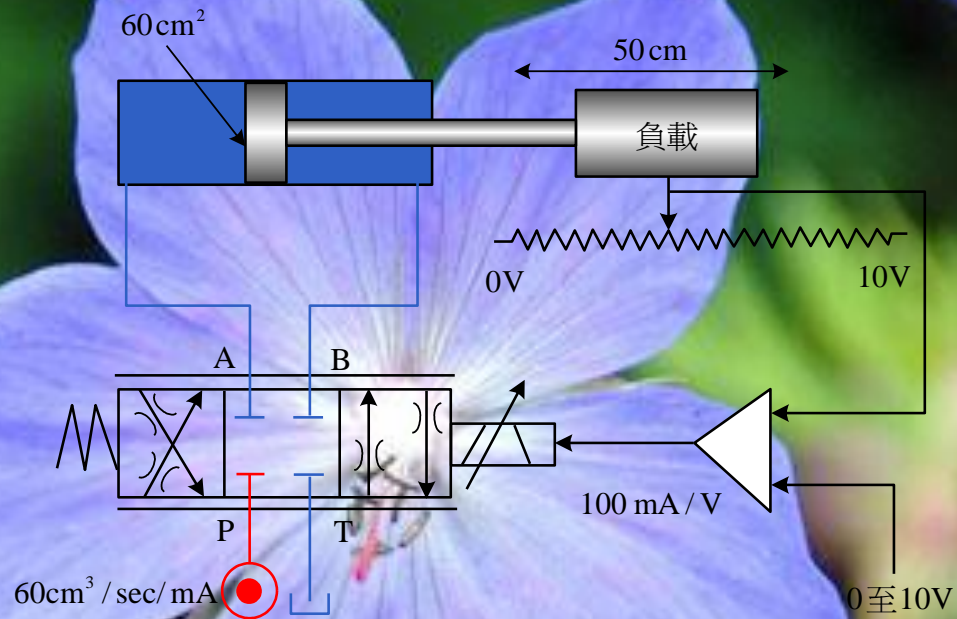
圖6.9 時間常數

- $$\tau = \frac{1}{K_v} = \frac{\text{位移}X_0(\text{公分})}{\text{初速}V_0(\text{公分/秒})}$$



達最大值的時間 T_a
(誤差1%以內)約五
倍的時間常數：

$$T_a = 5\tau$$



例6.2：計算對一個0.2伏特之步階輸入，系統需要多常之時間去響應

圖6.10 定位系統穩定於命令值前漸減之正負向過行程

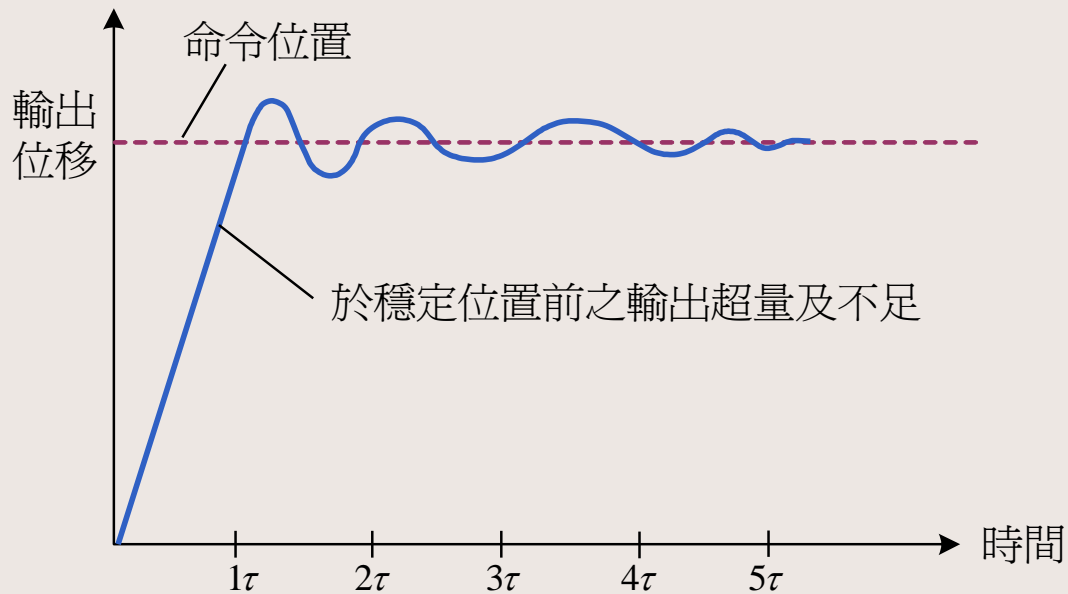
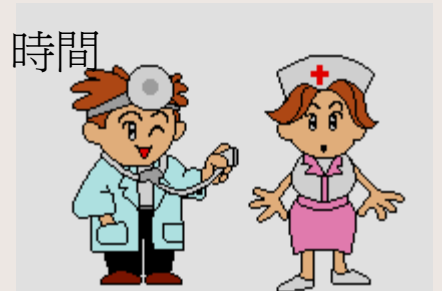
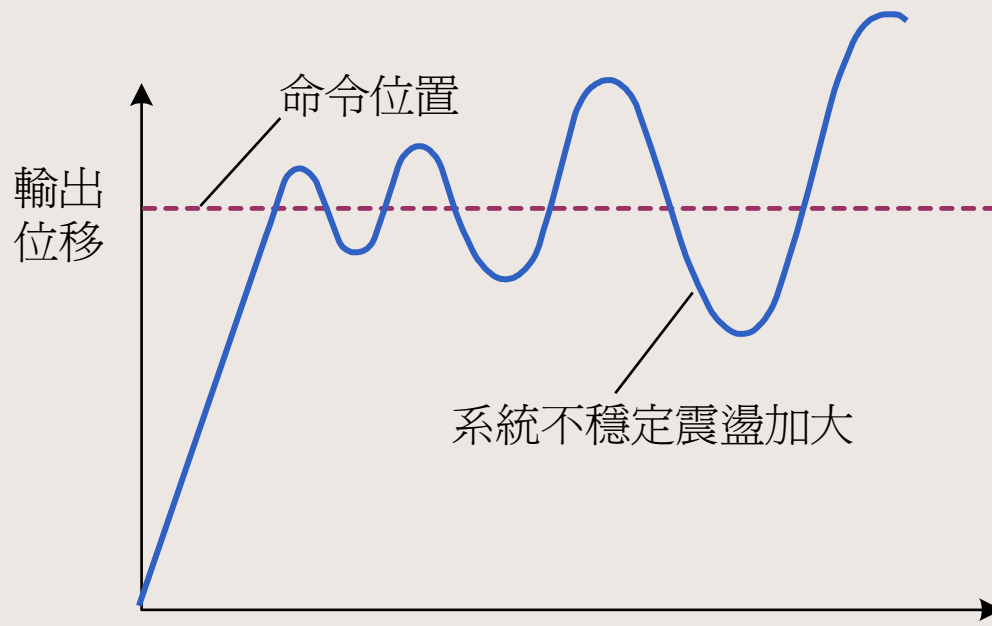


圖6.11 太高的增益值會造成系統不穩定



為確保之系統穩定性及可接受的穩定時間之最大實際增益值由下列因素決定之：

M：負載重量

移動的重量愈大，移動時其慣性愈大，則愈不容易停止，系統將傾向於震盪。

C：液壓缸之剛性 (Stiffness)

無論是液壓缸或機構，剛性低的系統將傾向於震盪。

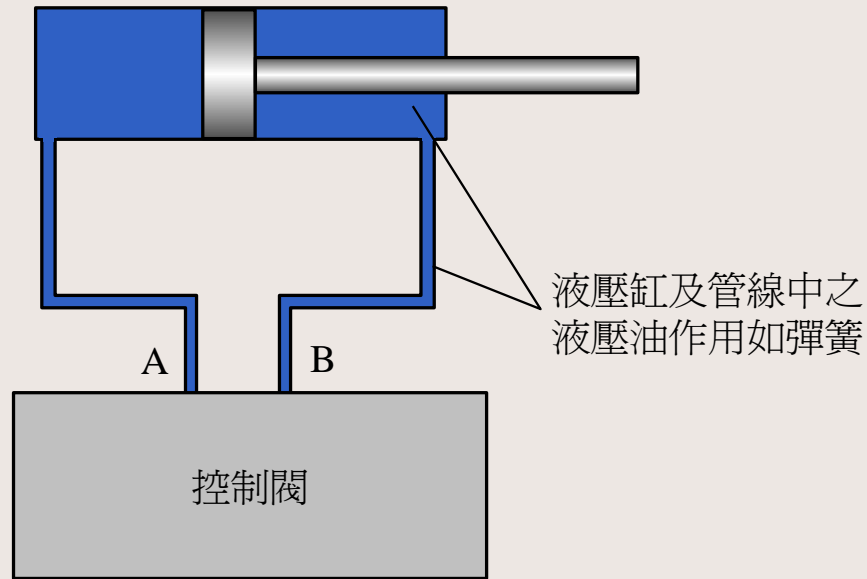
ξ ：阻尼係數 (xi)

這是一個關於系統能消散多少能量以減少震盪之量度值，系統之自然阻尼有助於降低震盪及限制迴圈增益。

F_v：閥反應頻率

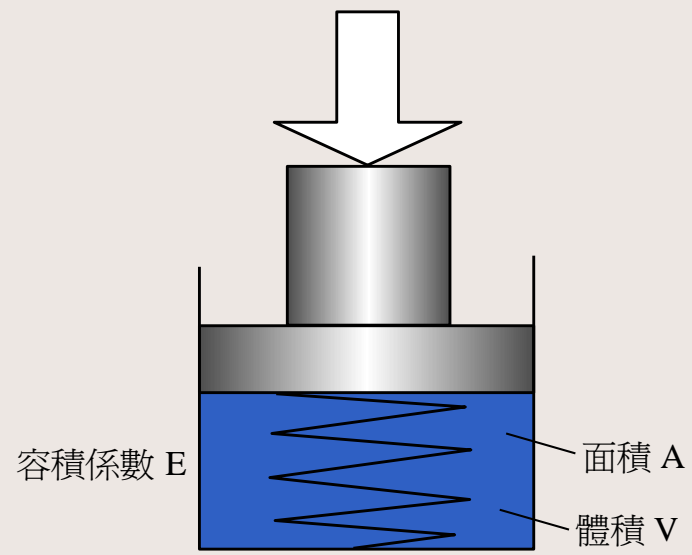
控制閥有響應時間之極限，這響應時間需列入考慮。

圖6.12 液壓流體會壓縮，作用有如彈簧



```
..  
..001..^  
u$0H=1  
z$0$H1  
1..:..  
:z$1..  
NRX^=..  
z$C^CC^  
"DBu^"  
BB$H^  
n$B=2H;..  
f$B$B=U1=..  
"B$B$C$C^"u1  
FH2ug^  
z$U$T$R$F1..  
:BR$V n$U^  
FR$H "S$1  
'0$u^ 01..  
c$Q$ n$..  
e$U^ u1..  
'R0^ :..  
n$^ =^"1-  
w1^"..  
..
```

圖6.13 影響一個致動器剛性之基本因數是它的尺寸、形狀及使用何種形式的液壓油



```
..  
.901 .^  
u50H=1  
z08P1  
1 . . .  
: s < .  
NRX "e-  
z0c "CX^  
"D0s""  
DBH"  
n88=3H; .  
|EBB0v1|e""  
"800cFr"yul  
FPHZug-  
zZURPFI .  
;BRW n8U~  
FRH "S1  
'Dm" 01 .  
c0gr rs .  
eJU ul .  
'RO- : .  
nn^ -="1-  
=1" . .
```

致動器剛性之決定因數為：

- 活塞面積 (A, cm^2)
- 受壓液壓油之體積 (V, cm^3)
- 液壓油彈性之容積係數 ($E, \text{kg}_f / \text{cm}^2$)

圖6.14 伺服閥及液壓缸系統的剛性

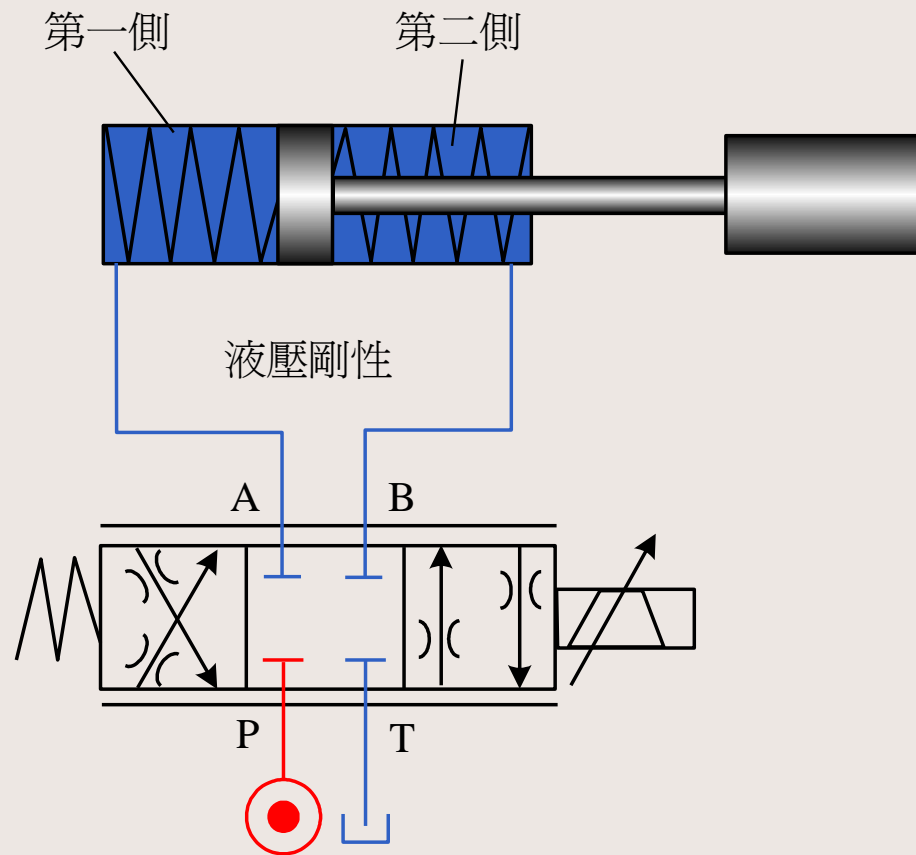


圖6.15 系統之機械式示意圖

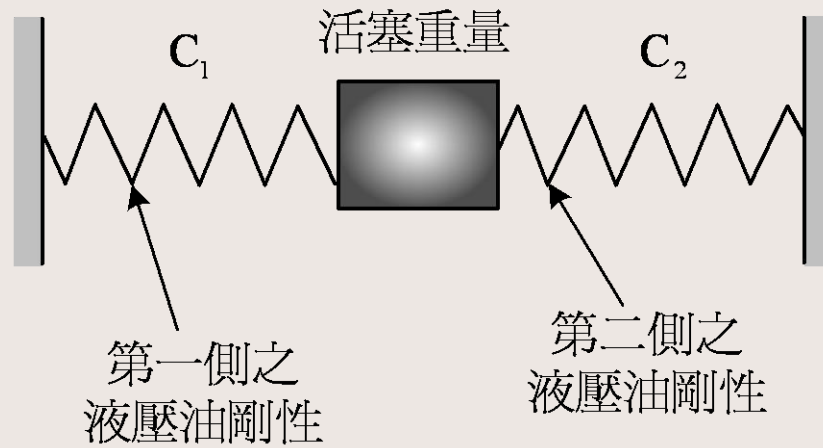


圖6.16 剛性之串聯或並聯

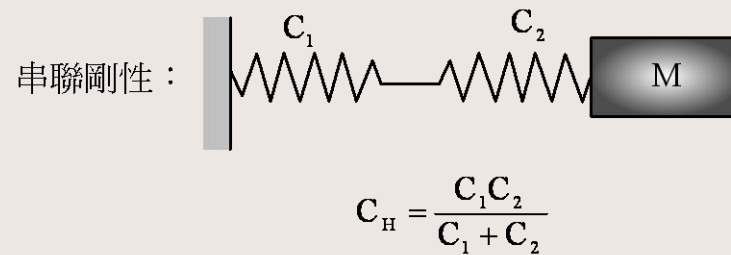
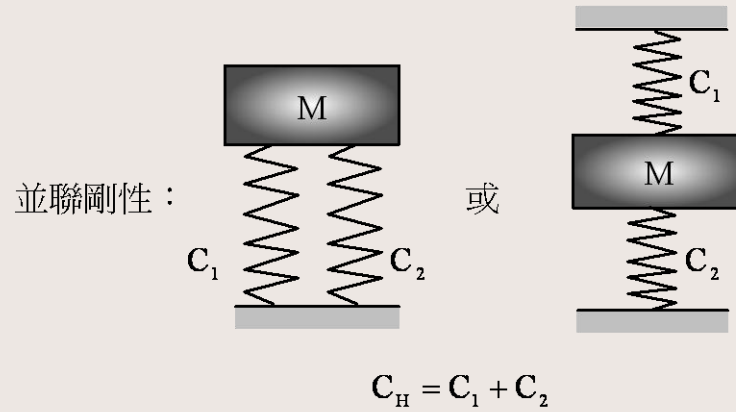


圖6.17 致動器及閥間管線中之液壓油

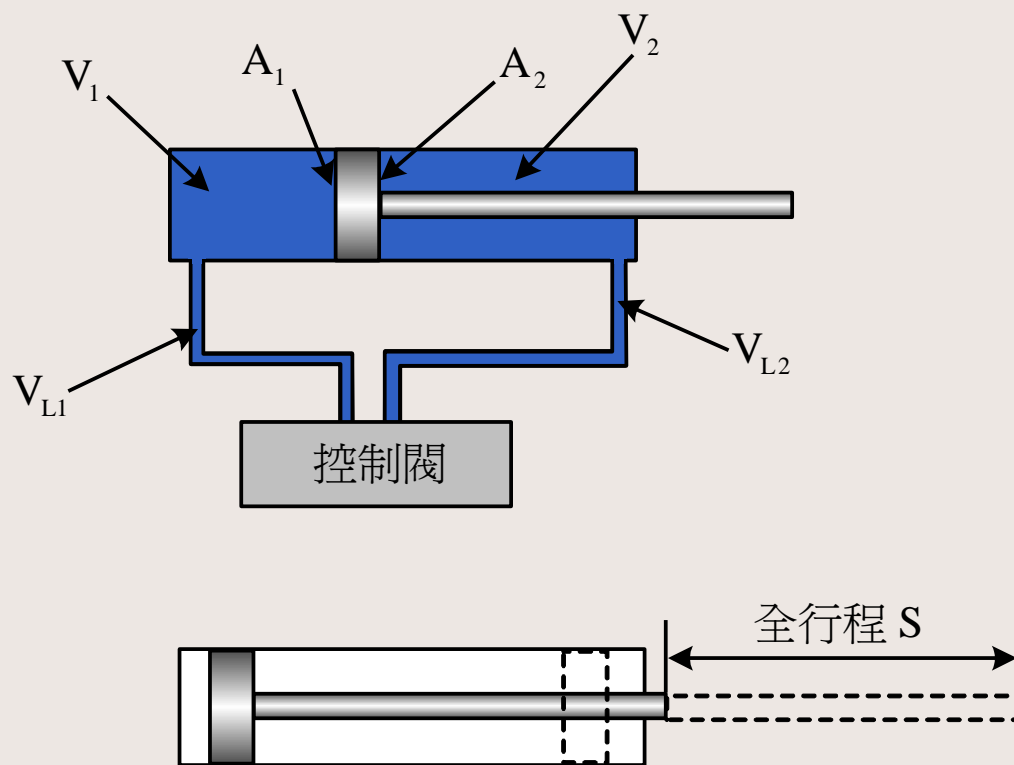
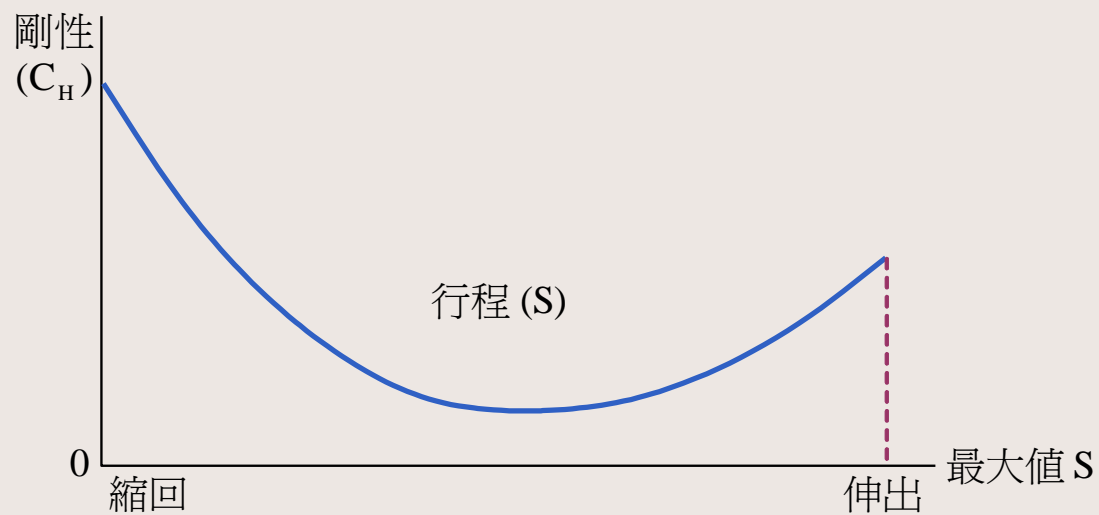


圖6.18 非相同面積液壓缸剛性隨行程之變化圖



例6.3：計算致動器之最小剛性：

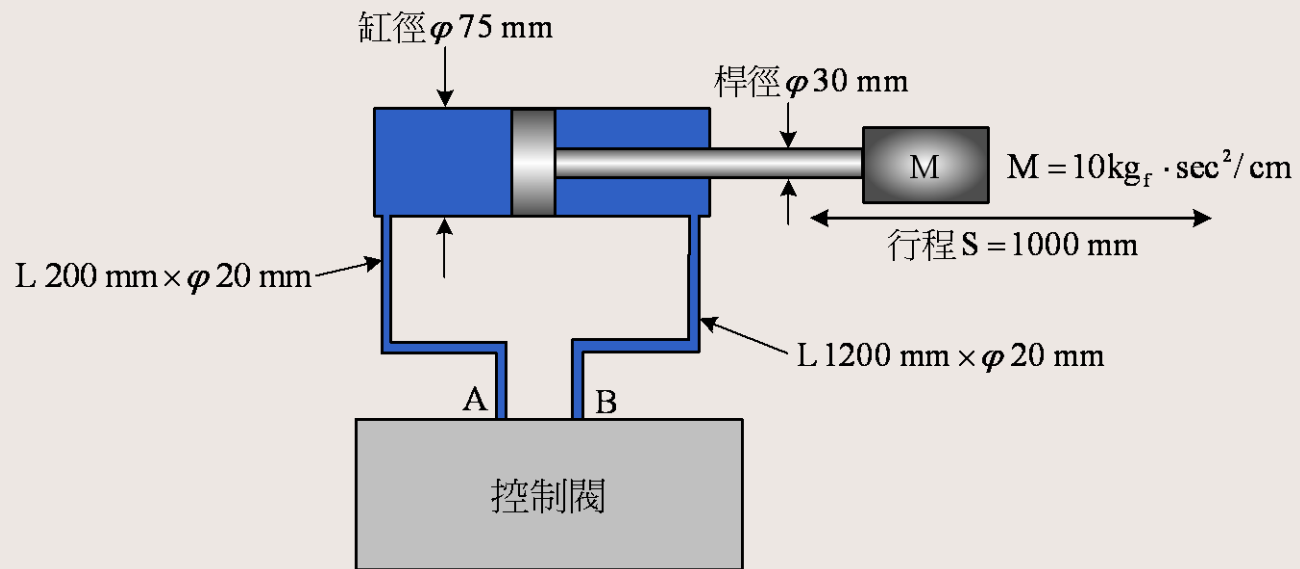
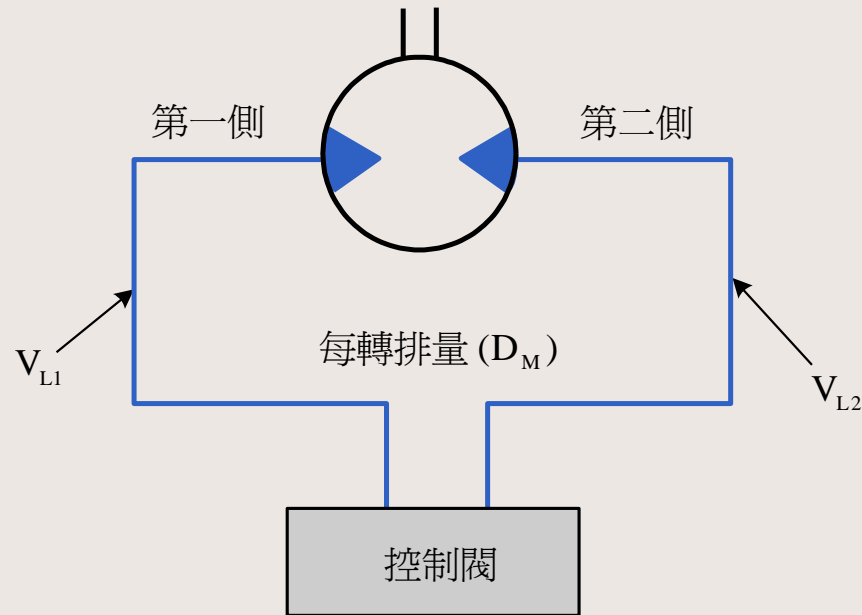


圖6.20 伺服閥控制液壓馬達



$$C_H = \frac{EA^2}{V}$$

例6.4：計算液壓馬達之剛性

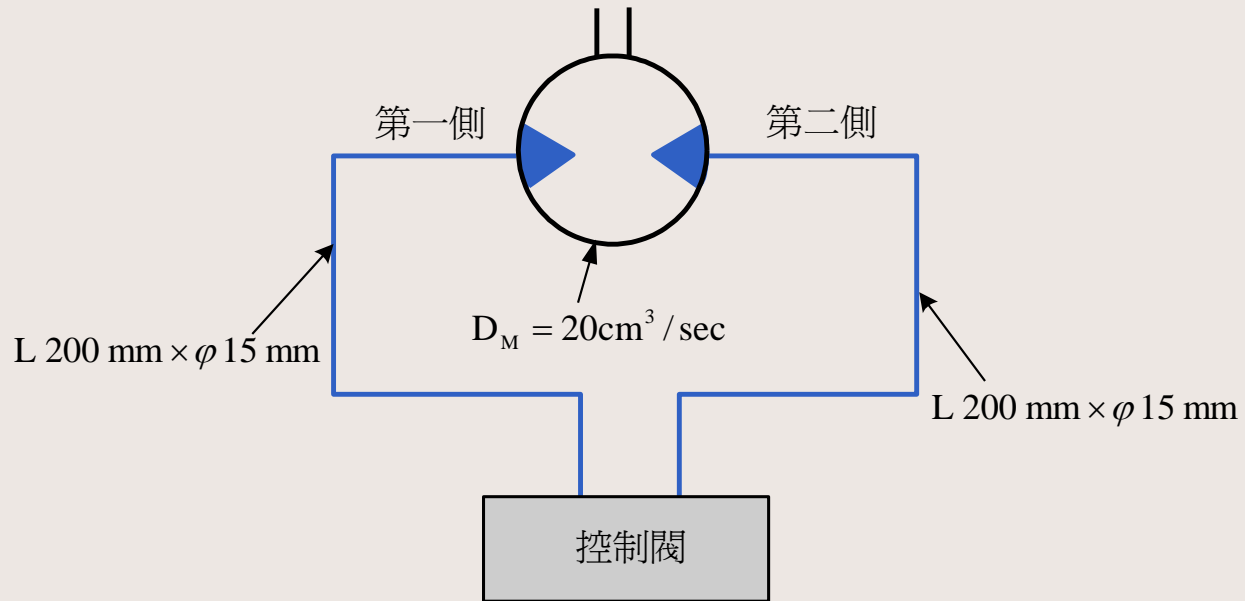
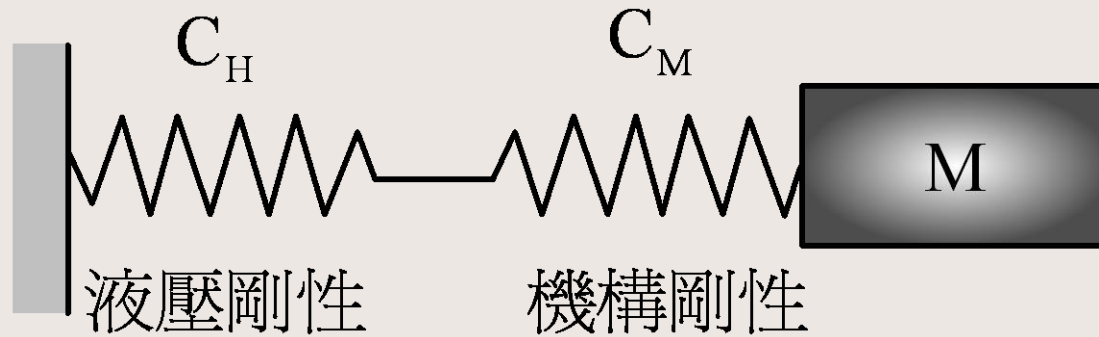


圖6.22 機械裝置之剛性



$$C_H = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

圖6.23 系統自然頻率之簡單的例子

液壓缸剛性 (C_H)



圖6.24 負載被拉動釋放後上下彈跳

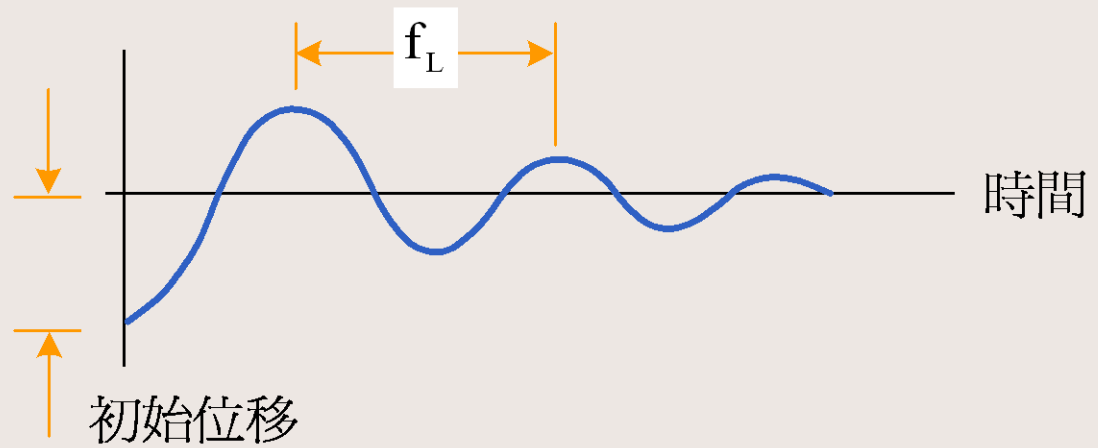
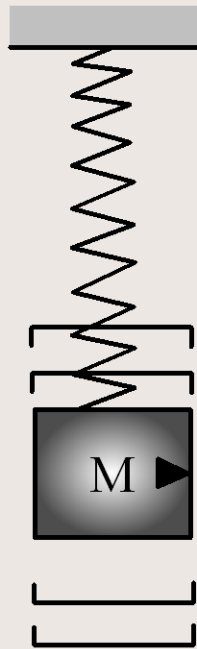


圖6.25 液壓缸會有與彈簧負載相同的反應

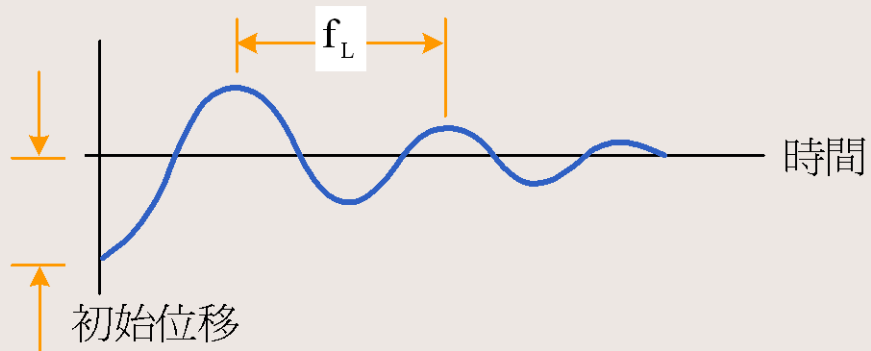
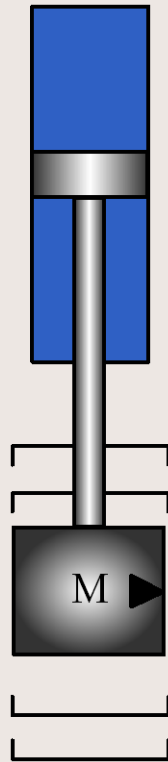
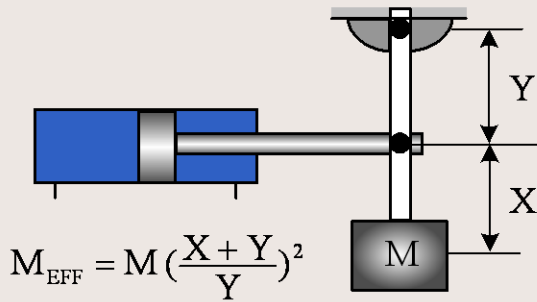
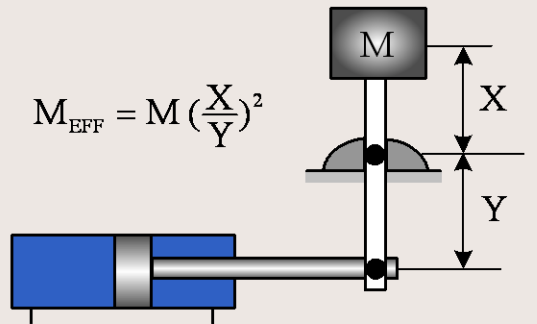
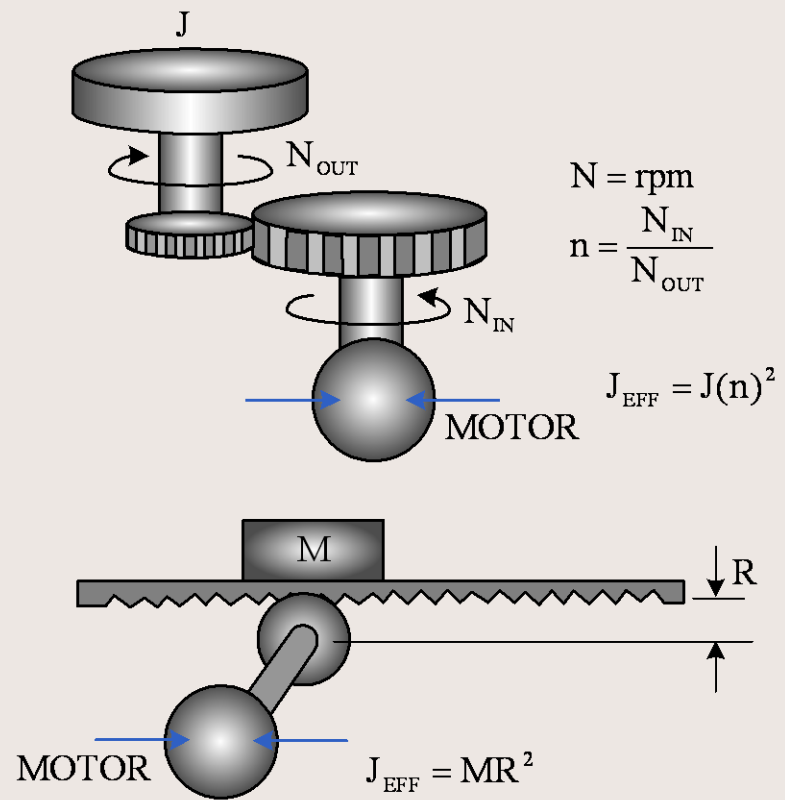


圖6.26致動器與負載不是直接相連之狀態

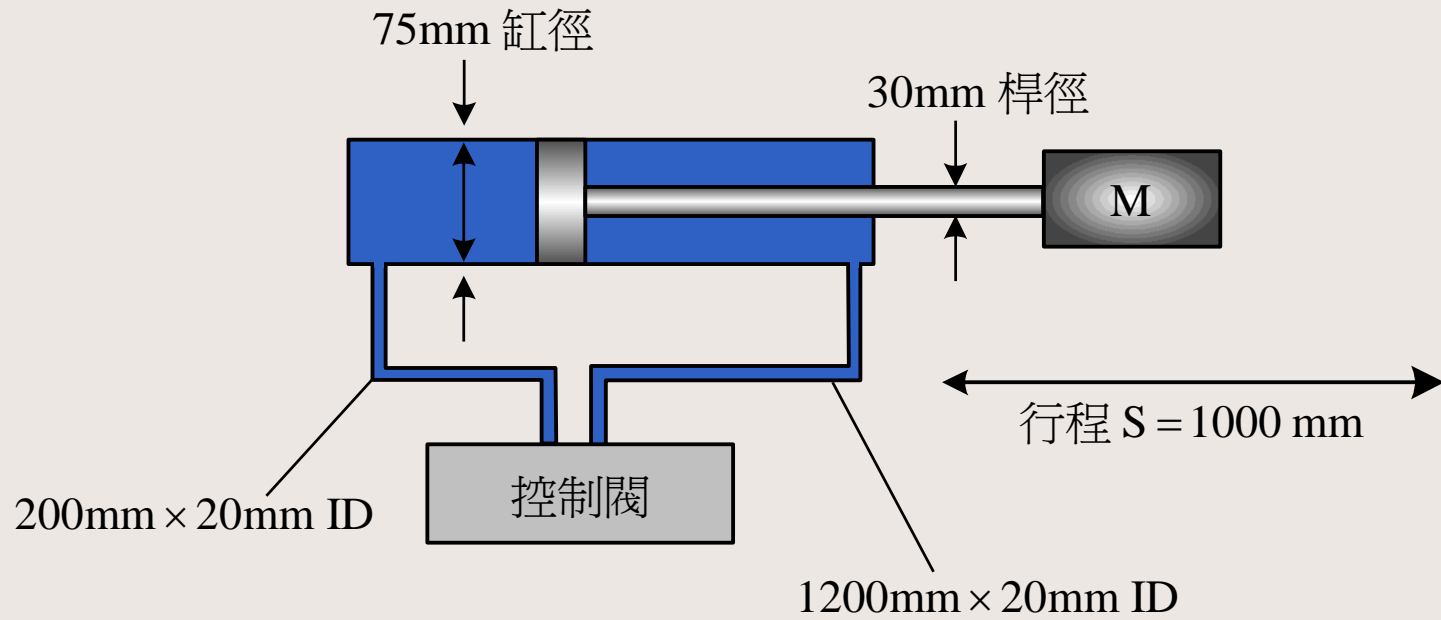


線性運動

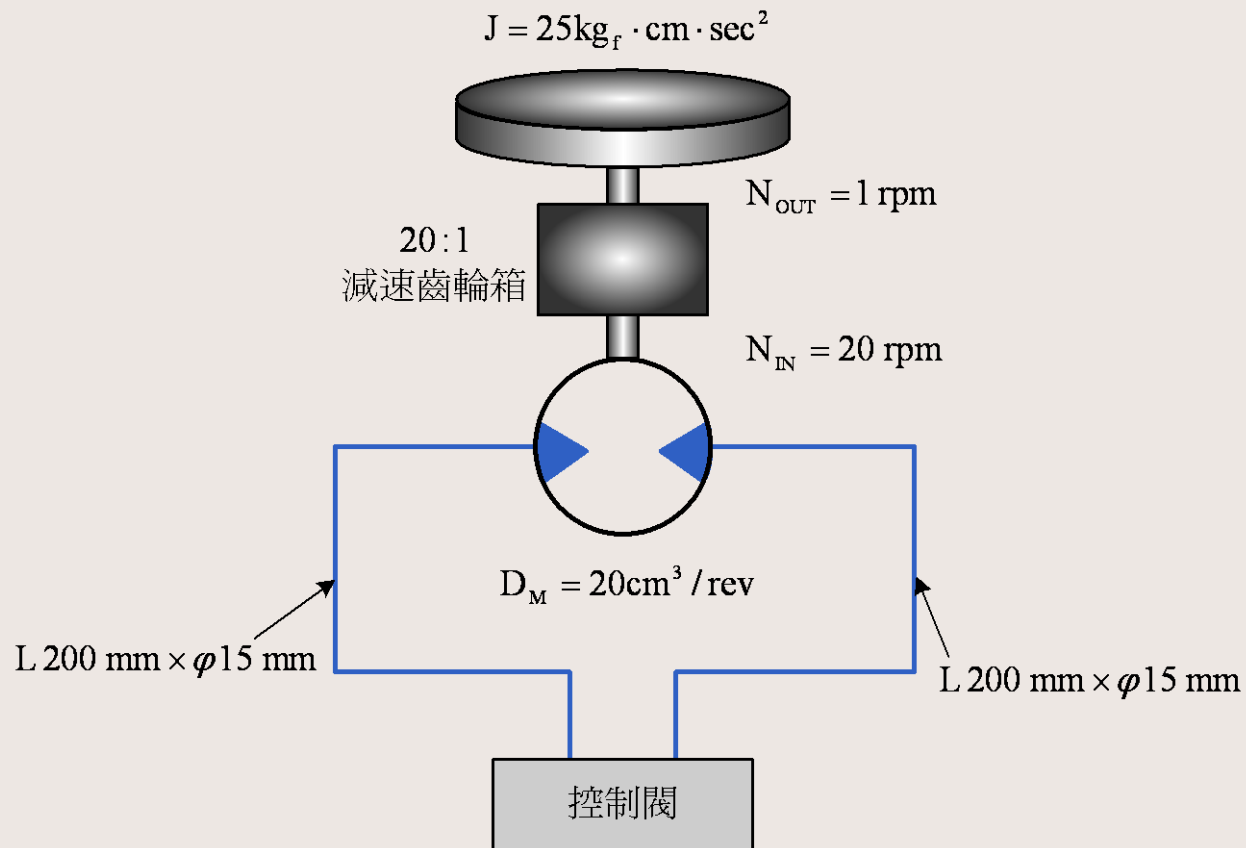


旋轉運動

例6.5：計算負載/致動器系統之自然頻率：



例6.6：計算馬達驅動器系統之自然頻率：



三種不同之考量可用以決定系統之開 迴路增益：狀況一

- 如果 $\omega_V > 3\omega_L$
- （閥之自然頻率大於致動器/負載組合自然頻率之3倍），則致動器/負載組合為決定極限值之因素。

狀況二

- 如果 $3\omega L > \omega V > 0.3\omega L$
- （閥之自然頻率介於致動器/負載組合自然頻率之0.3至3倍之間），則閥及致動器/負載組合兩者均為決定極限值之因素。

狀況三

- 如果 $\omega V < 0.3 \omega L$
- (閥之自然頻率大於致動器/負載組合自然頻率之3倍) 則閥為決定極限值之因素。

例6.7：試決定最大增益

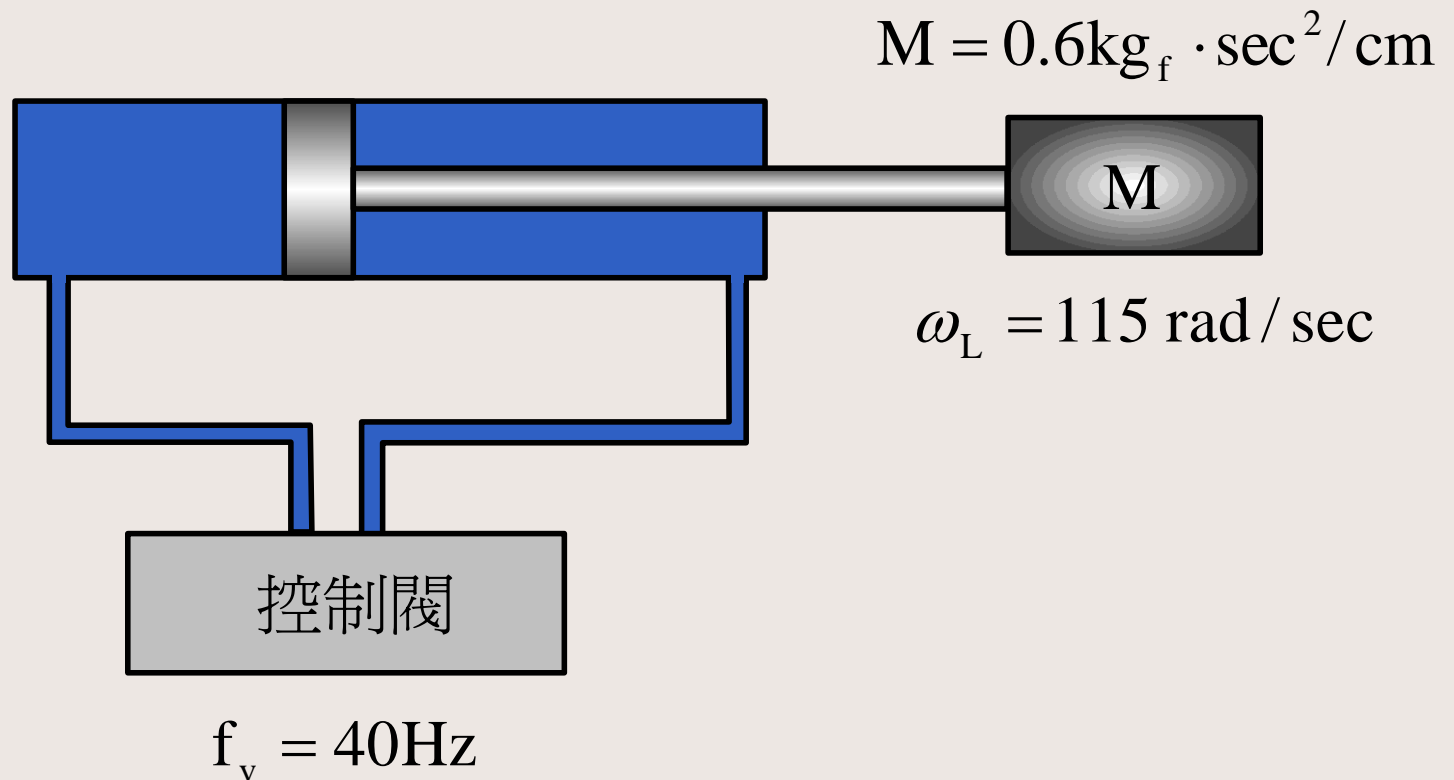


圖6.30 閉迴路位置控制系統

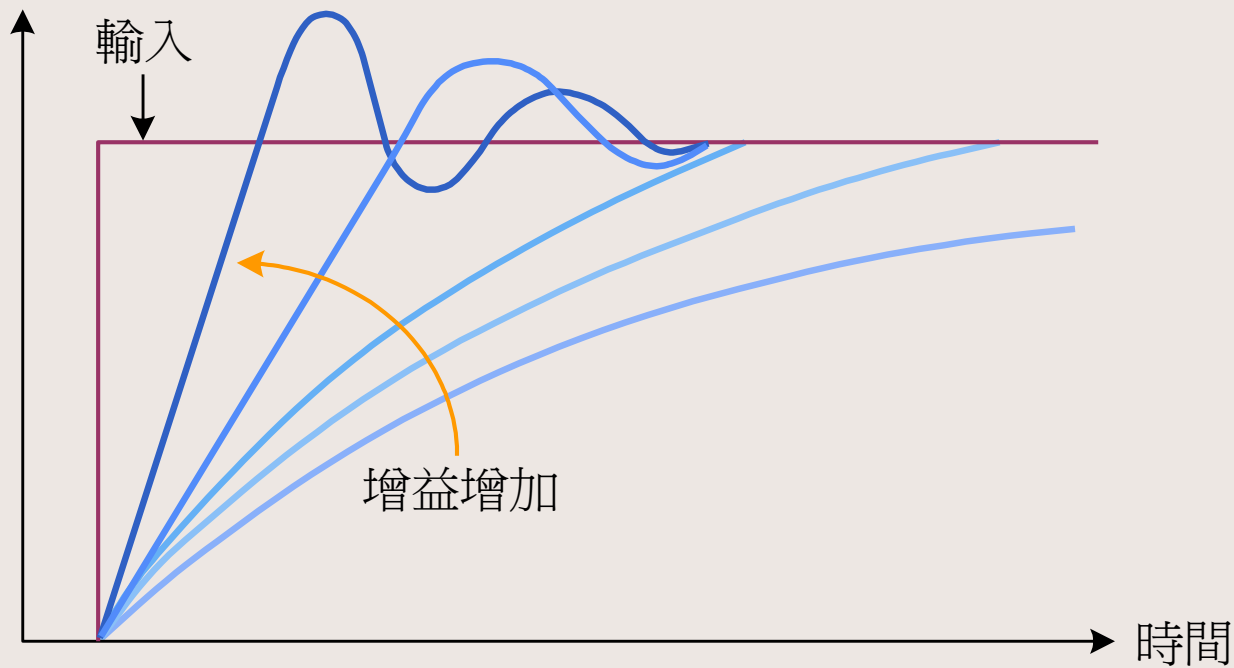


圖6.31 位置控制系統

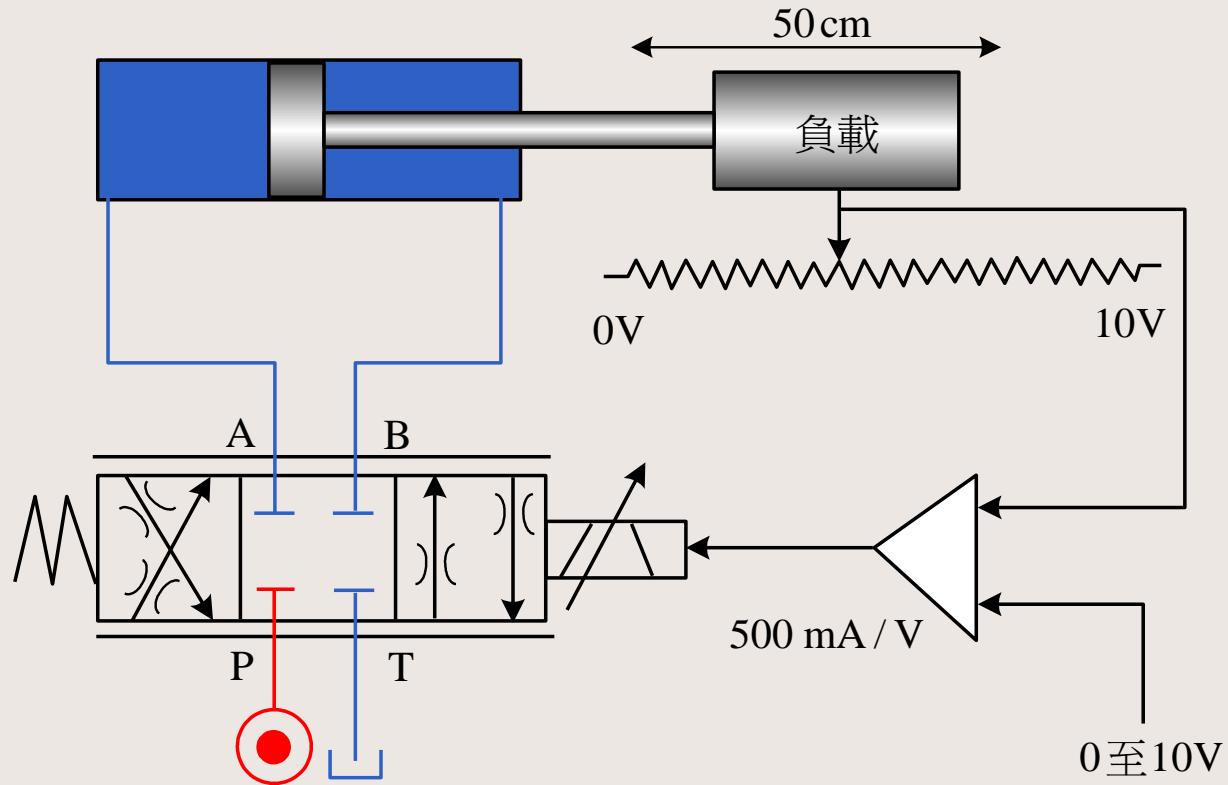


圖6.32 操作於閥及放大器飽和狀態下之“比例區間”

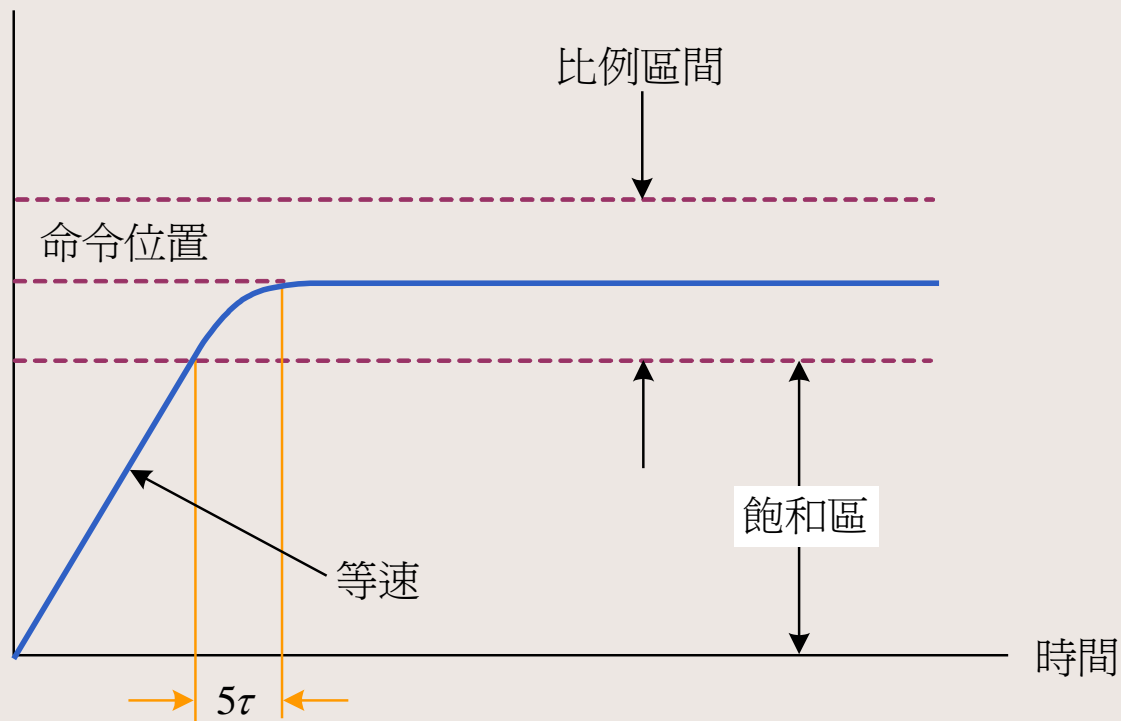


圖6.33 位置控制系統

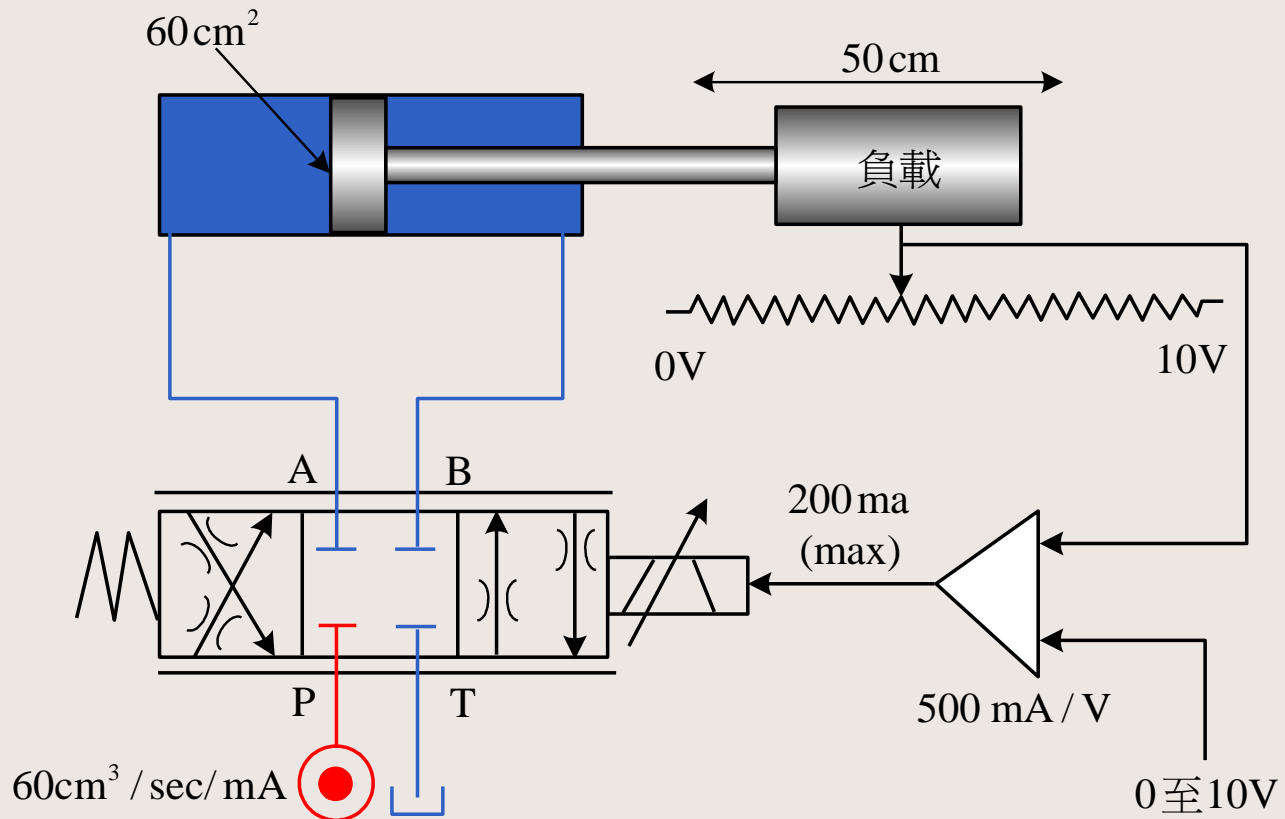
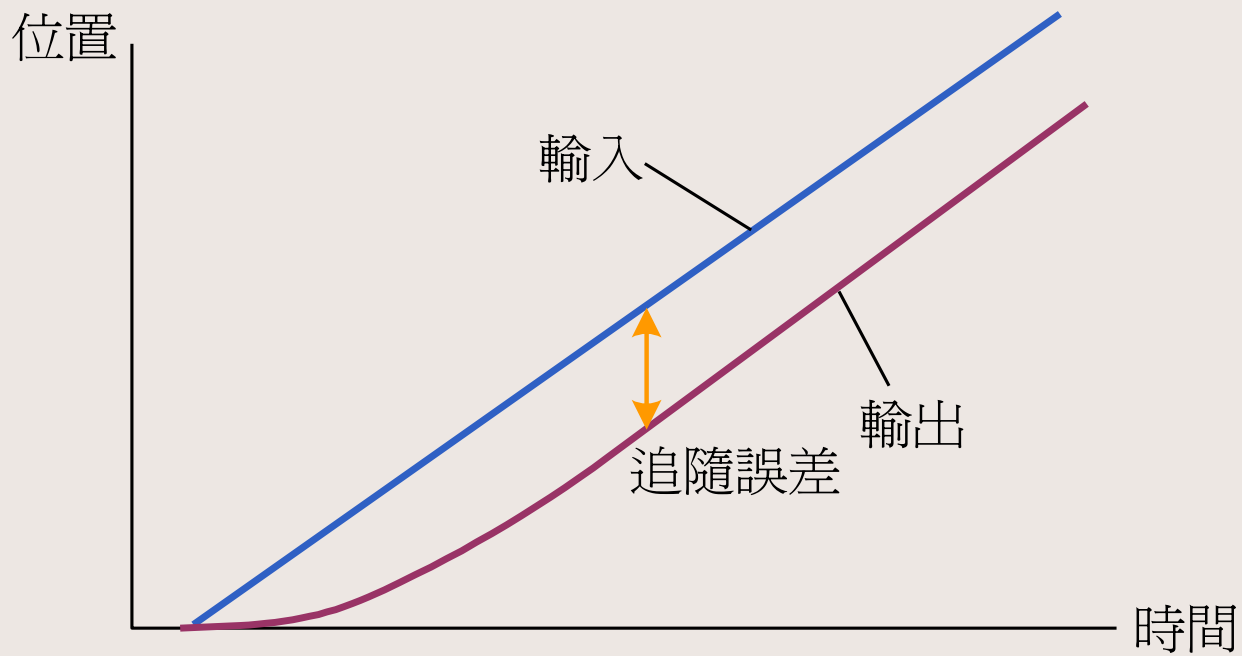


圖6.34 系統對漸增訊號之反應圖



6.35圖 增益值太大會造成系統之不穩定

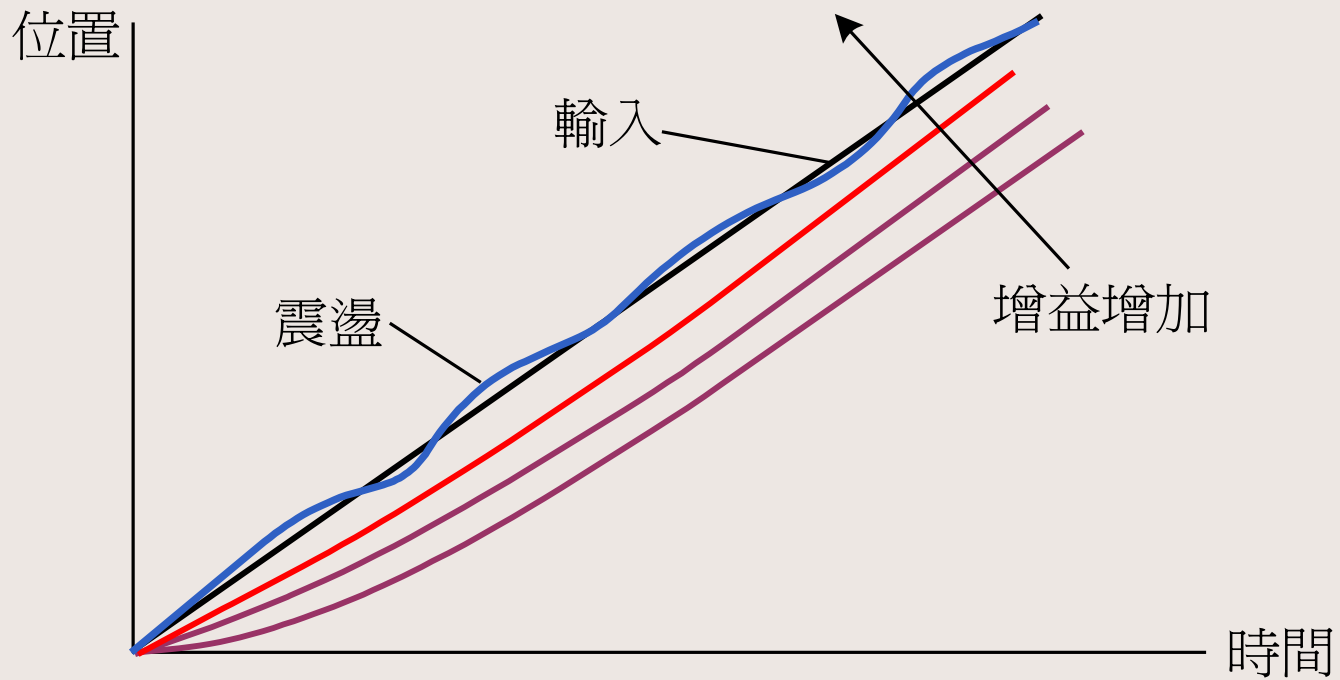


圖6.36 位置控制系統

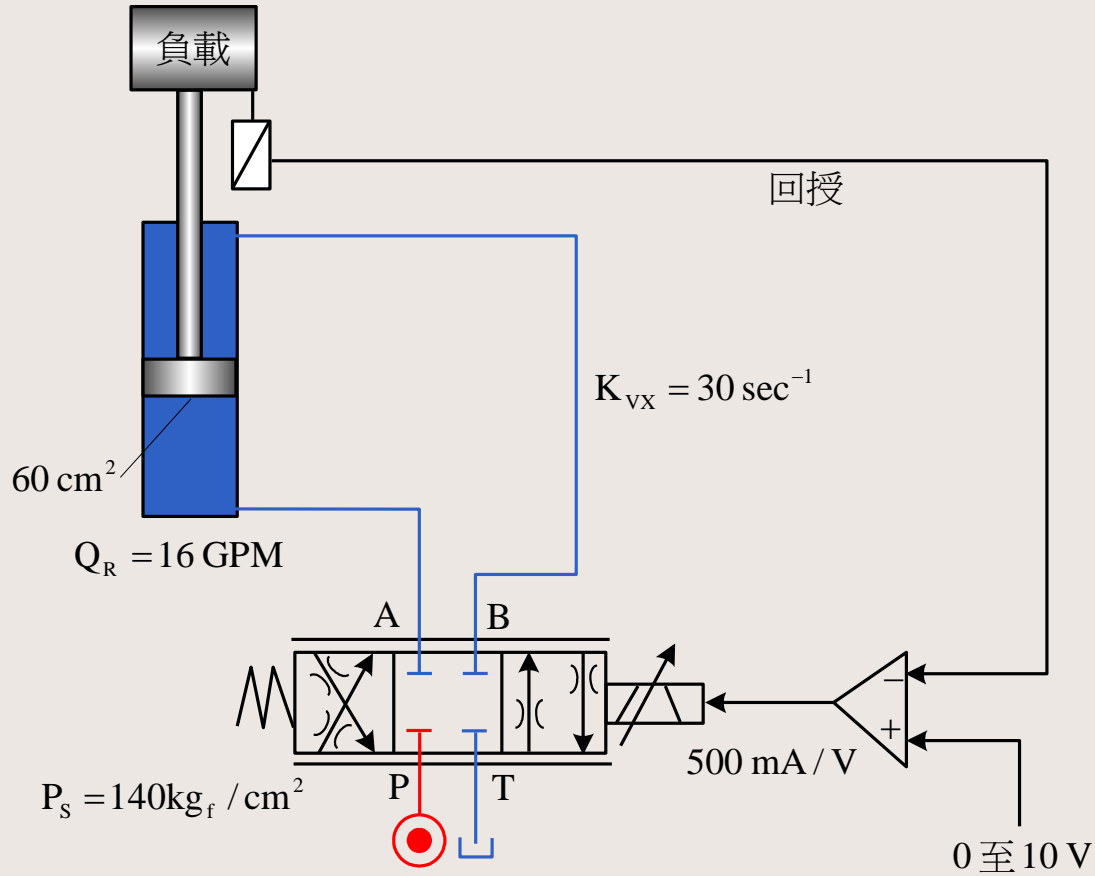


圖6.37 以漸增之輸入訊號控制致動器加速

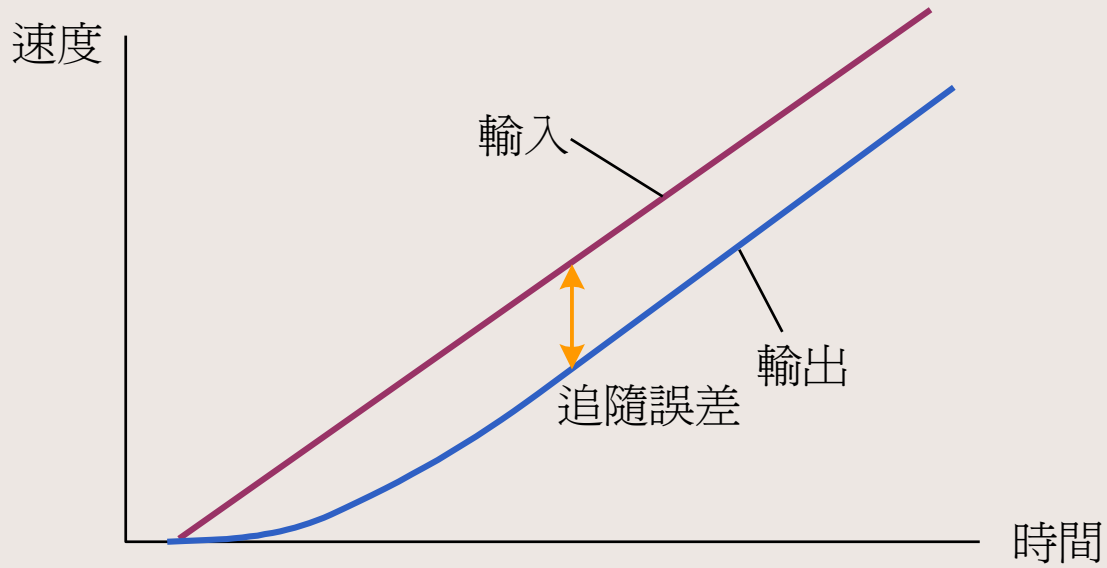


圖6.38 等作用面積之致動器，可直接使用壓差感應器

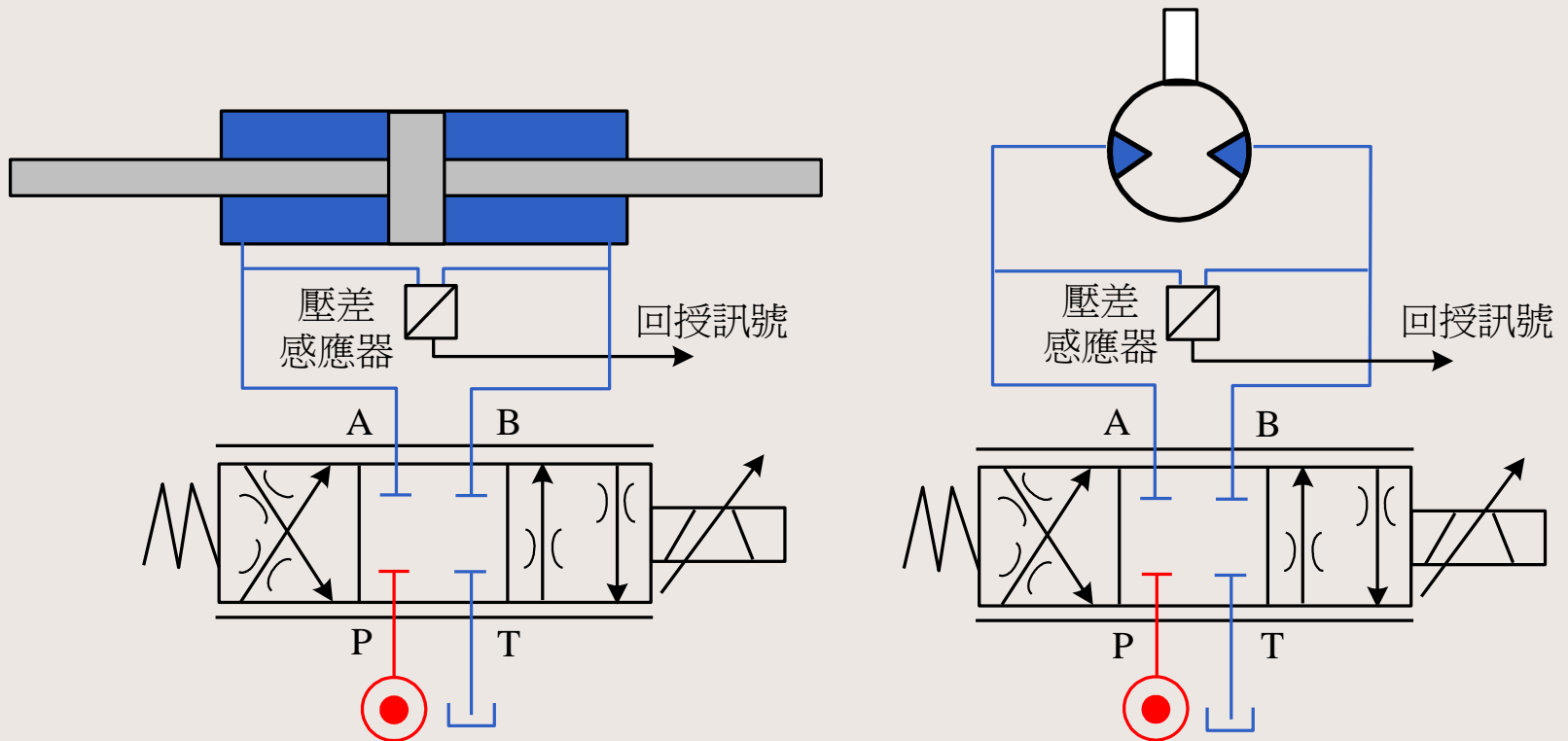
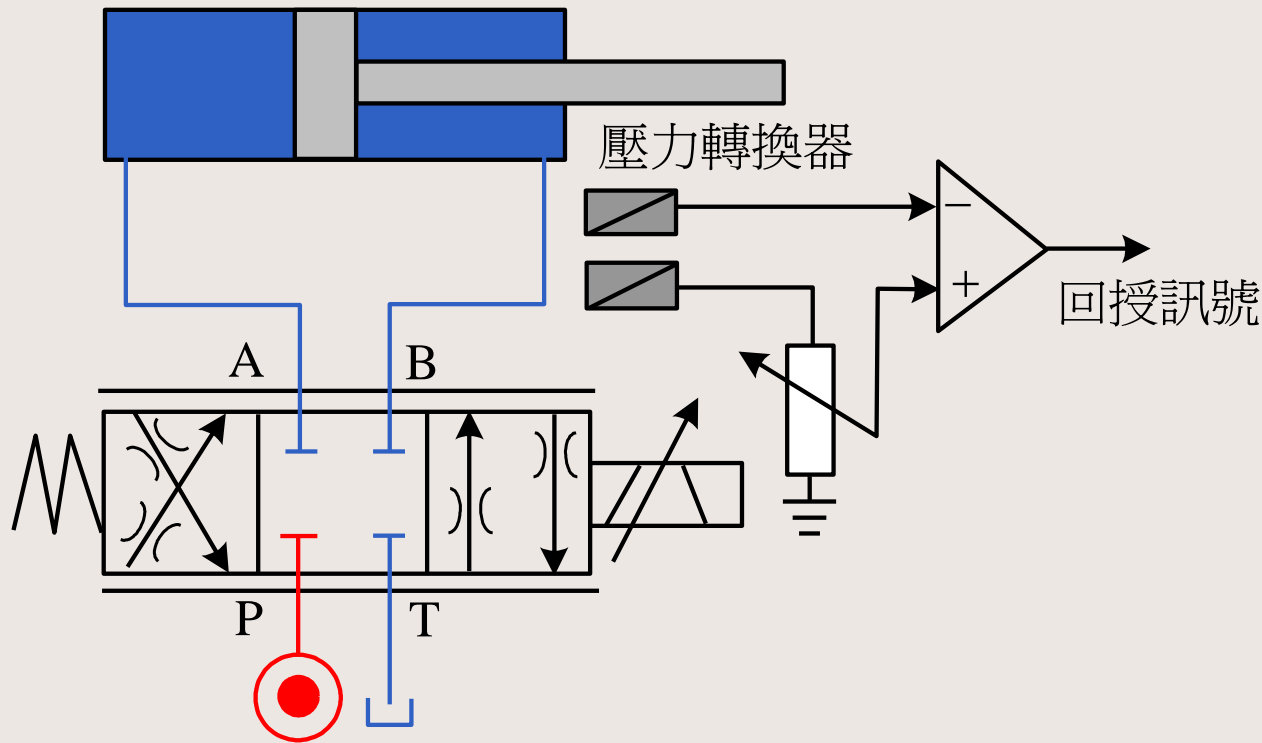


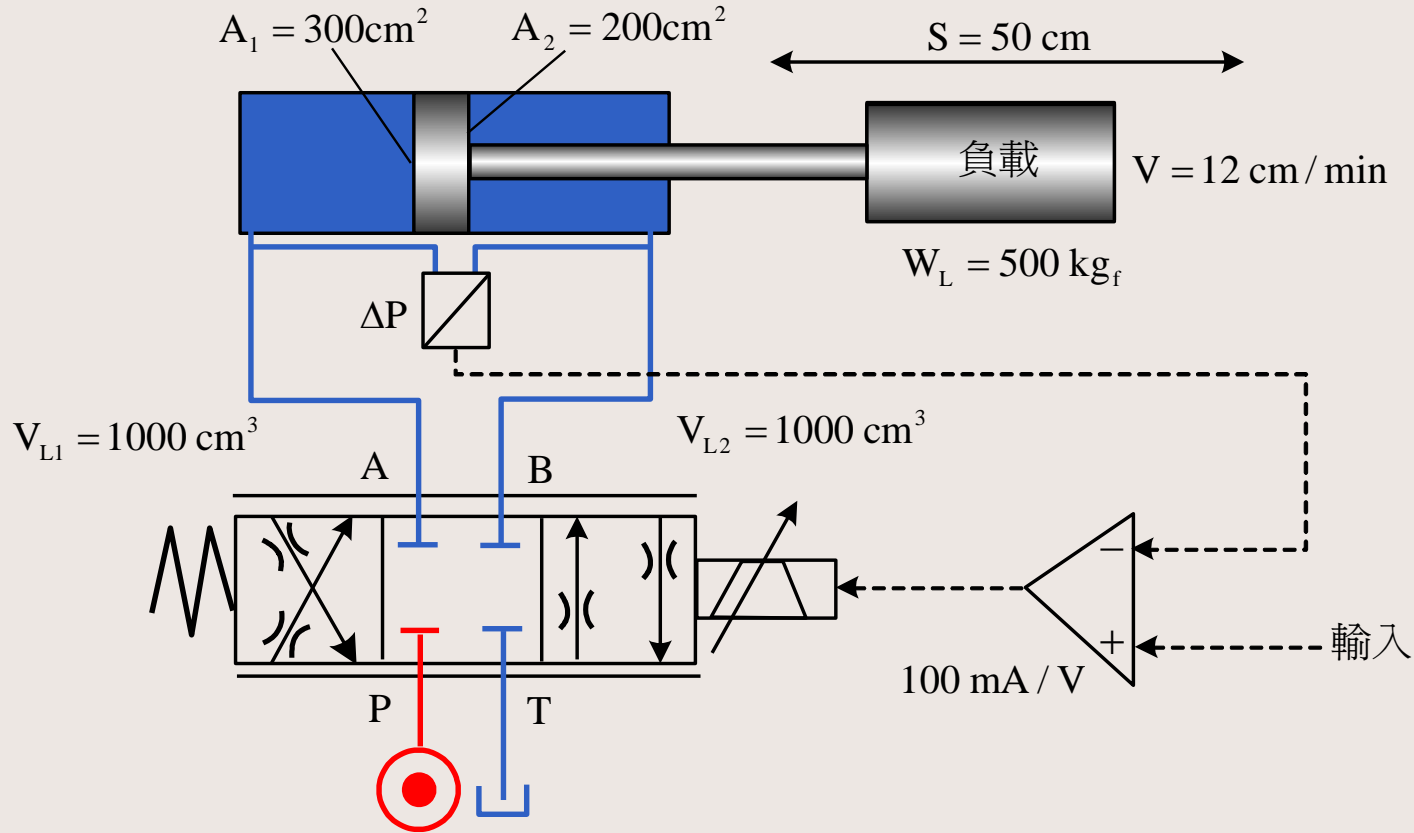
圖6.39 單桿液壓缸致動器兩側之作用面積不同，致動器出力計算需以獨立之壓力轉換器計算之



壓力控制系統中之靜定誤差受到下列幾個因素影響：

- 閥之洩漏
- 閥之不確定性（遲滯、門檻、空位移）
- 致動器位移
- 回授轉換器之準確度
- 系統其餘部分之洩漏

圖6.40 力控制之系統壓力總靜定誤差計算



A large firework explosion in red and white, with the Iwo Jima Memorial and an American flag visible in the foreground.

THE END