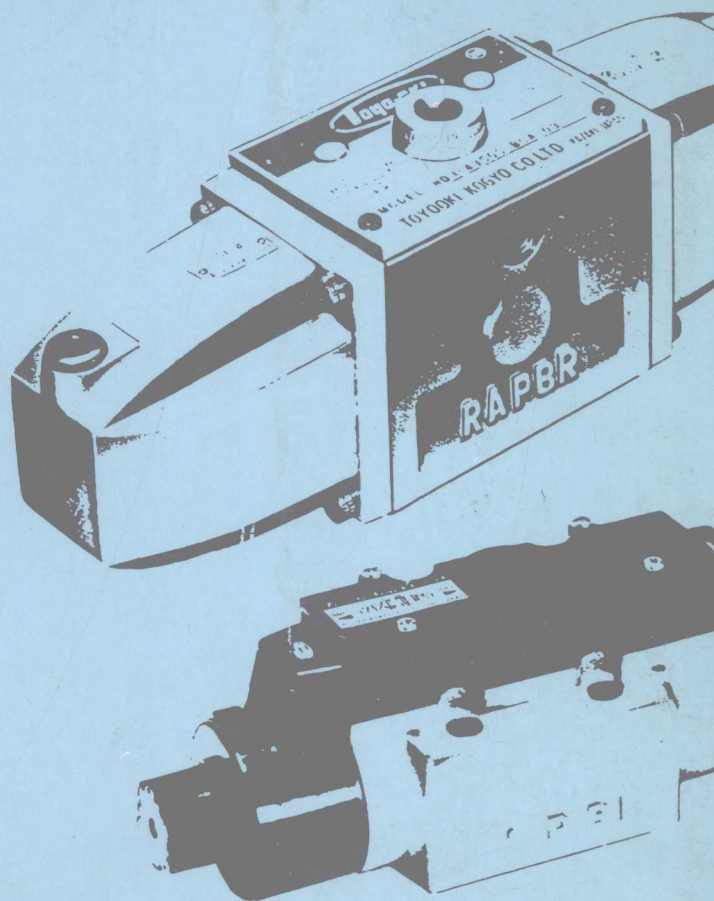


油壓伺服控制技術

鄒珍鑑 編譯

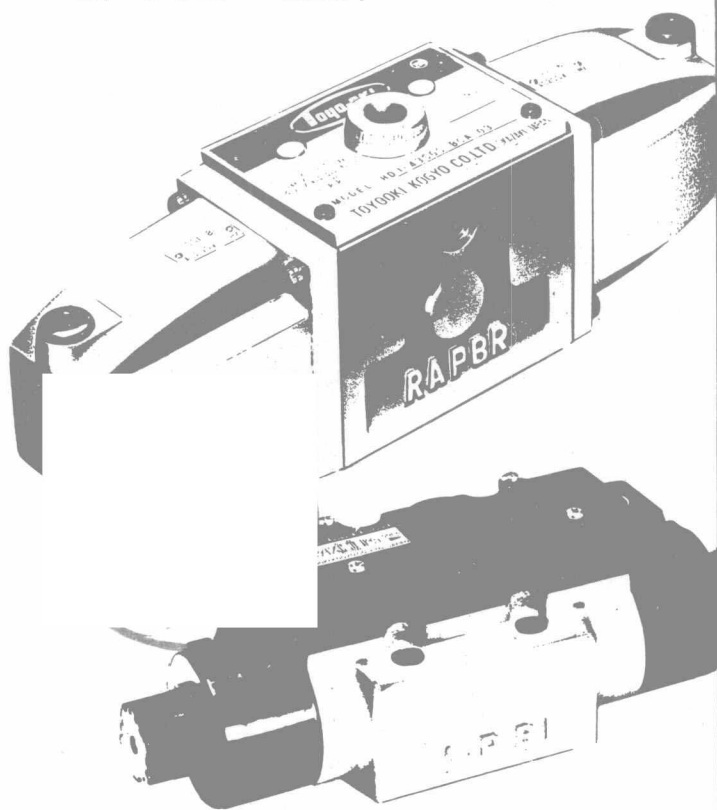


全華科技圖書股份有限公司 印行

Y. Y C F K

油壓伺服控制技術

鄒珍鑑 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行



全華圖書

法律顧問：陳培豪律師

油壓伺服控制技術

鄒珍鑑 編譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司

地址 / 台北市龍江路76巷20-2號2樓

電話 / 5 8 1 1 3 0 0 (總機)

郵撥帳號 / 0 1 0 0 8 3 6 - 1 號

發行人 陳 本 源

印刷者 華 一 彩 色 印 刷 廠

門市部 全友書局(黎明文化大樓七樓)

地址 / 台北市重慶南路一段49號7樓

電話 / 3 6 1 2 5 3 2 • 3 6 1 2 5 3 4

定 價 新臺幣 190 元

初版 / 76年 9 月

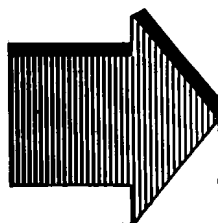
行政院新聞局核准登記證局版台業字第〇二二三號

版權所有 翻印必究

圖書編號 0411412

油圧サーボ制御の設計

油圧装置の設計②



原 序

最近有愈來愈多的油壓伺服系統應用在機械裝置上，若要置身於較高深技術的追求，最低限度油壓伺服控制的應用技術有其學習的必要。爲了讓讀者對伺服技術有更深入的理解，所以在此提出伺服理論作爲參考。從基本觀念到技術應用的過程中，其理論性的技術學習亦不可忽視。嘗試編輯本書的目的在於能指出重要部份作爲學習油壓伺服技術的方向。

第1章針對油壓伺服機構之概念及實際的應用加以關連性的說明，並指出與伺服技術有切身關係的學習對象。第2章敘述在伺服機構分析中不可欠缺的機構其特性表示法概要，並夾雜例題加以說明。

第3章針對在油壓伺服機構分析時所需的基本方程式或現象加以說明並舉出很多實際例子。第4章舉出油壓伺服控制的基本例子並敘述對這些例子的分析要領，使讀者對伺服控制有更深入的了解。第5章針對用於電氣油壓伺服系統的電氣油壓伺服閥其構造、原理及特性等加以說明。

第6章說明在設計伺服系統時應注意的基本事項，根據例題，從起始條件到設計完成其間的計算過程都有詳盡的說明，使讀者能掌握設計要領。

從第1章到第6章的說明要領，加上適當的例子並以實際的數據計算，可以消除從理論式難以充分理解的現象。若對單位沒有充分了解，則理解的程度將大打折扣，因此在附錄中有單位的說明及比較表，使讀者能徹底得到了解。

再者，本書僅在短期內，大致的歸納了油壓伺服技術的概要，若說明有不足之處可參考本書後頁所列的參考文獻作爲補

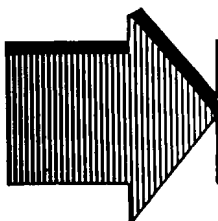
充。本書如能在學習油壓伺服技術之初期能擔任入門的任務，所幸之至。

本人才疏學淺，而且在匆促中編輯本書，因此可能有未能滿足所期目的之處，若各位讀者發現的話，希望能不吝指正，讓本書能更趨近於完善。

執筆時參考衆多的資料如前輩的文獻，廠家的資料及書末所列各專業書籍，在此致最深的感謝。

昭和 55 年 6 月

佐藤俊雄



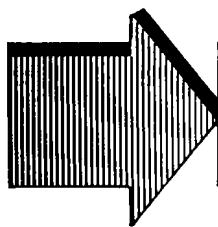
譯者序

油壓工程在自動化工業中是一門不可或缺的知識。目前已廣為人知並且普遍被運用的多屬傳統式油壓控制。近年來由於工業水準的提昇，傳統的油壓控制已不能滿足工業所需；因此，能達到更精確控制的油壓伺服控制技術將日漸受到重視，這是未來油壓工程的必然趨勢。

本書譯自佐藤俊雄所着『油壓サーボ制御の設計』一書，書中內容條理井然，簡明扼要，對稍具傳統油壓知識並有意步入油壓伺服控制領域之士，將提供莫大的助益。

雖經多次審校，錯誤之處在所難免，敬請先進不吝指教。

譯者 鄒珍鑑 謹識于新竹

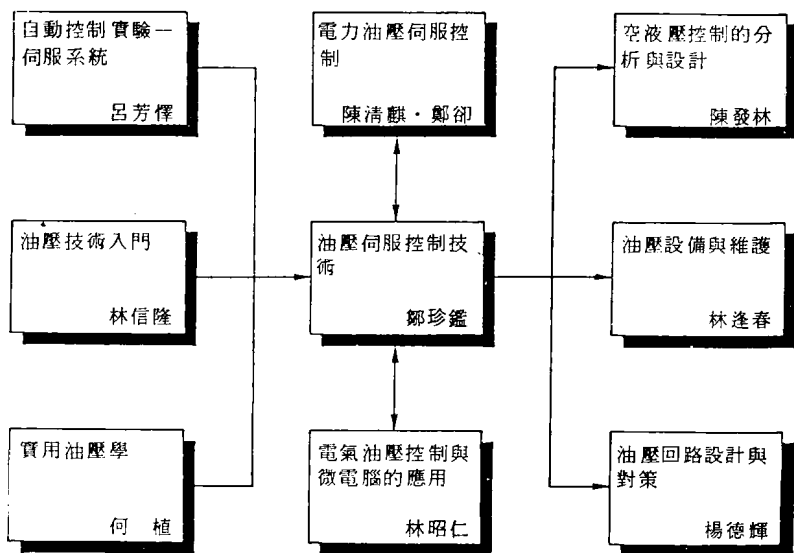


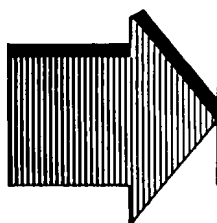
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

坊間一般油壓控制的書，多屬於傳統式控制者，本書則介紹最新的油壓伺服控制，書中詳細說明從基本觀念到技術應用的過程，並以適當的例子為輔，內容計有：伺服機構概要、控制系統的特性、油壓伺服機構分析、油壓伺服控制的原理、電氣油壓伺服閥、電氣油壓伺服系統等，是機械設計工程師及機械自動化工程師的最佳參考書。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習油壓方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。





目錄



伺服機構概要

1

1.1	伺服機構之特徵	1
1.2	回授控制系統	1
1.3	伺服油壓系統與一般油壓系統的比較	3
1.4	回授的方式	6
1.4.1	位置信號產生器	7
1.4.2	速度信號產生器	9
1.4.3	加速度信號產生器	9
1.4.4	力信號發生器	10
1.4.5	流量信號產生器	11
1.5	回授系統的結構	11
1.5.1	位置控制	11
1.5.2	速度控制	14
1.5.3	力控制	17
1.6	實際的回授	18
1.6.1	伴隨黏性回授	19
1.6.2	頻率響應	20
1.6.3	伺服機構的穩定性	21



控制系統的特性

23

2.1	拉卜拉氏變換	23
2.2	微分方程式與拉卜拉氏變換的關係	26
2.3	暫態響應	29

2.3.1	暫態響應的求法	31
2.3.2	時間常數	31
2.3.3	暫態誤差及超越量	33
2.4	頻率響應	34
2.4.1	正弦波	34
2.4.2	三角函數	36
2.4.3	頻率轉移函數 (frequency transfer function)	37
2.4.4	複數與指數函數之間的變換	38
2.4.5	頻率響應的計算要領	39
2.4.6	頻率向量軌跡	43
2.5	波德線圖 (Bode Diagram)	43
2.5.1	增益曲線	45
2.5.2	相位曲線	46
2.5.3	波德線圖的形狀	47
2.5.4	相位餘裕及增益餘裕	55
2.6	方塊圖 (Block Diagram)	57
2.6.1	方塊圖的等效變換	63
2.7	頻率轉移函數的結合	65
2.8	奈氏 (Nyquist) 線圖與逆奈氏線圖	67
2.9	尼可 (Nichols) 線圖	70



油壓伺服機構分析

73

3.1	油壓系統方程式	73
3.1.1	一般觀念	73
3.1.2	方程式的性質	73
3.1.3	力的方程式	74
3.1.4	流量方程式	75
3.1.5	變形流量方程式	78
3.2	油壓切換閥的作用力	79

3.2.1	滑軸 (spool) 的反推力	79
3.2.2	對方向控制閥的作用力	83
3.2.3	減低控制閥的流動力	86
3.3	流體固着現象 (Hydraulic Lock)	88
3.3.1	滑軸式控制閥的構造	88
3.3.2	流體固着現象的分析	89



油壓伺服控制的原理

95

4.1	可變排量型泵浦的伺服控制	95
4.1.1	考慮慣性、洩漏，及油壓縮性的伺服控制	97
4.2	用定壓力單油壓源的伺服控制	100
4.3	以控制閥作伺服控制	101



電氣油壓伺服閥

115

5.1	電氣油壓伺服閥概要	115
5.2	伺服閥的原理	116
5.2.1	一段伺服閥	116
5.2.2	二段伺服閥	118
5.2.3	電氣油壓伺服閥的特性	123
5.3	伺服閥使用上應注意的事項	125
5.3.1	裝置的配管方法	125
5.3.2	管路的淨化	126
5.3.3	伺服閥安裝時應注意事項	127
5.3.4	作動油的黏度	127

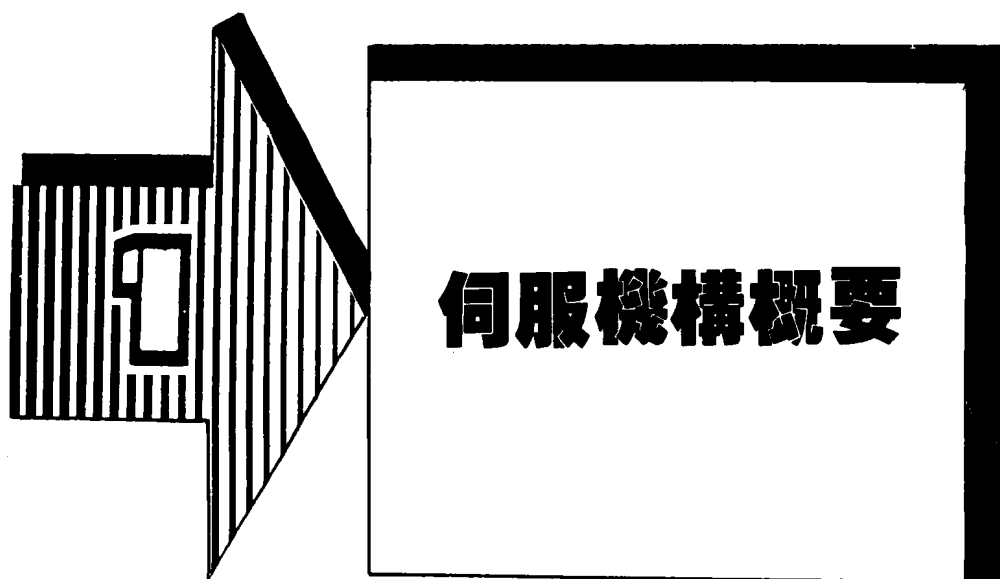


電氣油壓伺服系統

129

6.1	伺服系統概要	129
6.2	伺服系統的驅動	130
6.3	負荷曲線 (load locus)	131

6.4	通過限流口的動力	133
6.5	伺服閥的輸出動力	134
6.6	等效負荷壓力的計算	137
6.7	動特性的分析	138
6.7.1	油壓缸的輸出	138
6.7.2	油壓馬達的輸出	143
6.8	閉環路控制系統的特性分析	146
6.9	精度的分析	147
6.10	伺服系統設計要領	149
6.11	伺服系統的設計例	151
6.12	數值控制用油壓單元的設計	190
6.12.1	電氣油壓脈動馬達的機構概要	190
6.12.2	電氣脈動馬達的規格	192
6.12.3	脈動馬達在使用上應注意的事項	192
6.12.4	脈動馬達所需的壓力及油量	193
6.12.5	油壓單元設計要領	194
附錄1	單位符號	201
附錄2	自動控制用語	205
參考文獻		209
索引		211



伺服機構概要

1.1 伺服機構之特徵

伺服機構主要用於控制物體的位置、方向、速度等；例如：船舵之支撐，砲塔位置控制、飛機方向舵控制及其它多種用途。伺服控制機構可隨各種控制目的作任意變化，並具有下列之特徵：

- 被控制系統中的機械位置變化。
- 對目標值可作廣範的變化。
- 是一種回授（feed back）控制。
- 以小能量的輸入指令經放大後而得大的輸出力。
- 可多方用於遙控系統。

1.2 回授控制系統

控制系統依其是否使用回授方式，可區分為兩大類，即**閉回路**（close loop）與**開回路**（open loop）兩種。圖1.1為回授系統之方塊圖，格框代表系統元件或系統元件組合，箭頭表示信號之傳送方向，此回路

2 油壓伺服控制技術

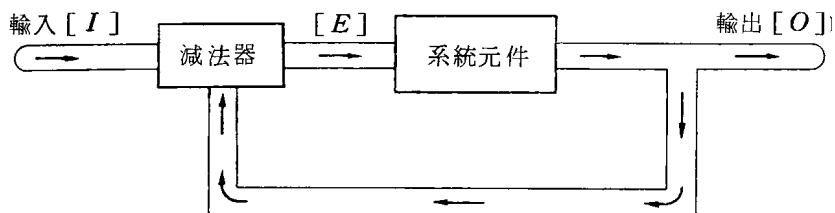


圖 1.1 簡單之回授系統

中將輸出信號(O)的回授與輸入信號(I)作比較，兩者之差稱之為**誤差信號**(E)；將此誤差信號(E)送至系統元件，進而修正輸出信號，如此反復進行直到輸入信號與輸出信號相同，即誤差等於0為止，這就是所謂回授系統的基本原理，可用簡單式子表示如下：

$$(E) = (O) - (I)$$

圖1.2為不使用回授控制之系統，當控制閥中的滑軸 (spool) 改變位置時可以控制油的流量，進而控制油壓馬達的轉速，且其轉速與閥的開閉程度成比例，但可能因馬達負荷之變化而影響轉速，此種不用回授的控制方式稱之為**開回路系統** (open loop system)。

圖1.3所示，馬達之速度回授到輸入端，當速度因負荷變化而產生偏差時，可作適當修正而維持一定的速度輸出；此種用回授方式控制者稱之為**閉回路系統** (close loop system)。

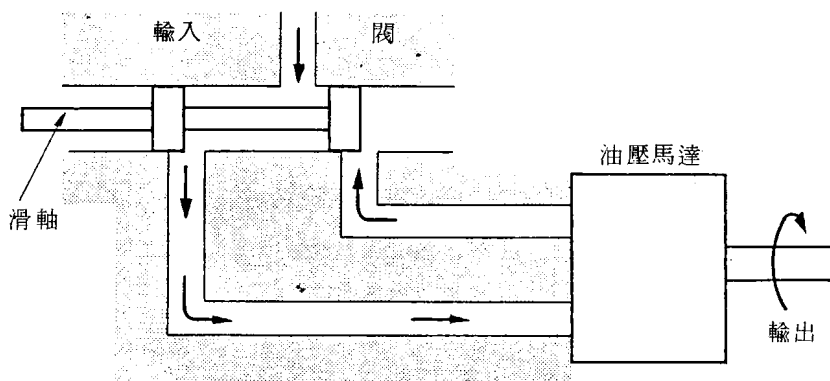


圖 1.2 開回路系統

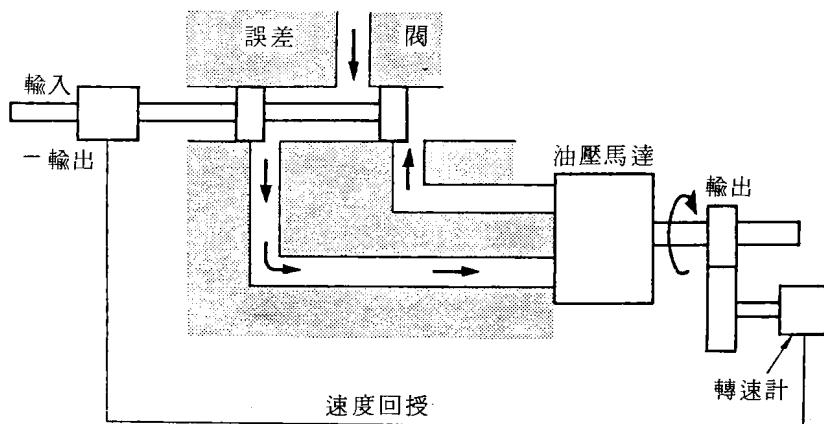


圖 1.3 閉回路伺服系統

1.3 伺服油壓系統與一般油壓系統的比較

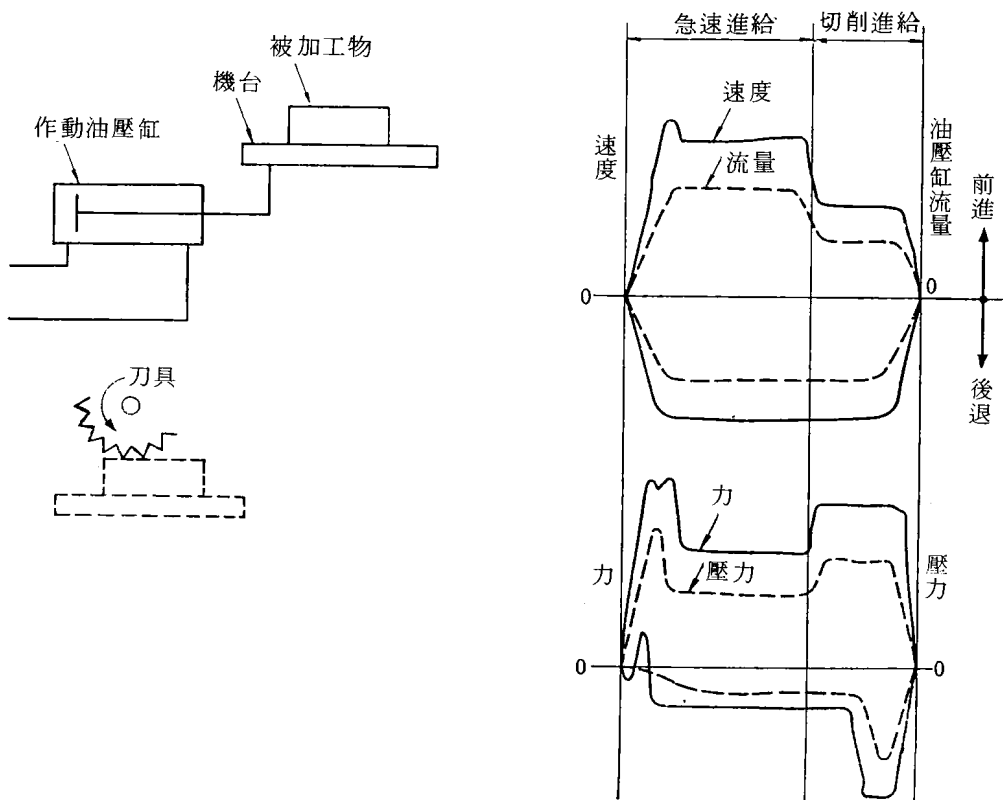


圖 1.4 伺服銑床加工工作動程序

4 油壓伺服控制技術

伺服油壓系統與一般油壓系統不同，伺服系統有一回授信號而構成閉回路。檢出系統的輸出信號回授並與輸入信號作比較，若命令信號與回授信號之間有誤差的話，則其會自行修正。

以伺服應用於銑床加工機為例子，若其作動分為下述幾個階段：

- 加工件以急速移動方式接觸迴轉中的銑刀。
- 切削中，加工件的移動。
- 切削完畢後加工件急速離開銑刀，且銑刀停止迴轉。
- 加工件急速歸原位且刀具亦歸原位。

其加工過程示於圖1.4。

在一般的開回路系統中，如圖1.5所示之油壓回路，當4口3位切換閥向左切換時，泵浦送出的液壓油流向油壓缸之左端，則油壓缸快速向右

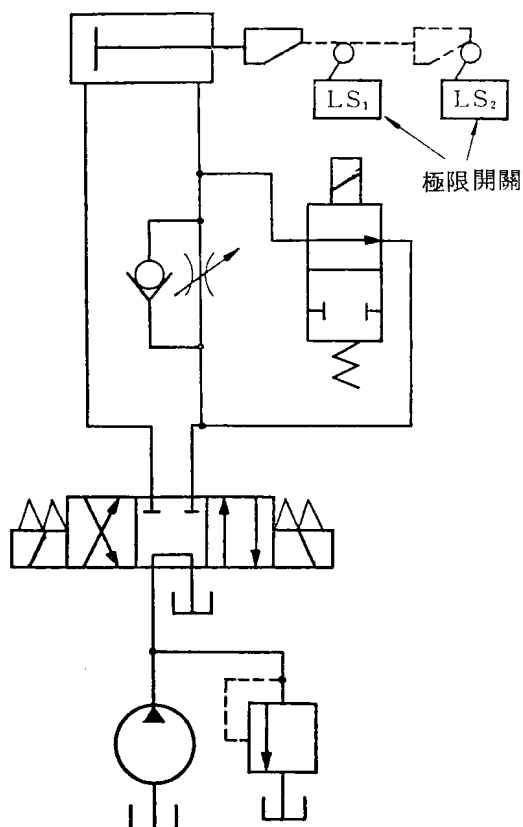


圖 1.5 開回路系統

作動；當缸桿觸及第一個極限開關（ LS_1 ）時，2口2位切換閥之線圈消磁而使該切換閥歸位，進而切斷油路使回油流經流量控制閥而降低油壓缸速度。當缸桿觸及第二個極限開關時，使4口3位閥向右切換使油壓缸向左快速歸位。

若以伺服系統作出與圖1.5相同動作，其回路如圖1.6所示。系統的輸出狀況可用信號產生器（transducer）檢出床台之速度並將信號回授至控制器。因快速進給為切削進給之數倍，所以其回授之電壓信號亦為其數倍。

以圖1.6之回路系統，只要以兩個命令輸入，亦即快速進給之信號及切削進給之信號，此兩種信號之切換乃根據兩個極限開關（ LS_1 及 LS_2 ）之作動。

一般系統用的是電磁操作方向閥和流量控制閥，而伺服系統則使用伺服閥來控制。方向控制閥是以電磁線圈之出力推動滑軸來切換作動油的流路。伺服閥是結合方向控制閥和流量控制閥之複合閥，並具有前述兩種閥之功能。在伺服閥中以轉矩馬達代替電磁線圈來推動方向控制閥的滑軸；轉矩馬達是將直流電壓信號轉換成機械動作之一種裝置，且其動作與電壓

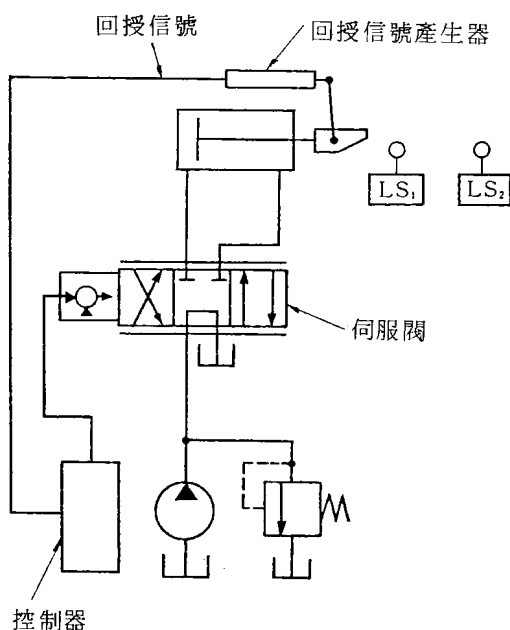


圖 1.6 閉回路伺服系統