

工業叢書

油壓工學

基礎篇

賴耿陽 編譯

南台圖書公司 印行

序文 / 草間秀俊（工學博士・東京理科學工學部教授 ・原東京工業大學工學部長）

一般的產業機械設備要求高生產性和高效率，近年，從事作業的人們也呼籲省力化的必要性，因而只有推進所有生產設備或作業用機械的自動化，油壓又是實現自動化的有力手段之一。

在此意義下，“油壓工學”的出版計劃確得時宜，市面上已有不少關於油壓的專門書，技術書籍，但“油壓工學”却有獨特的目標，令筆者有得意之感。

筆者在大學有過長期的研究生活，從大學授課的體驗，痛感工學教育的困難；由所有學問的進步過程可知，沒有理論可涵蓋實際現象的全部複雜要素；雖說工學很進步，也並非理論即可解決一切，理論計算值與實際值之差是隨學問的進步而漸減小，研究者的目的正在縮小此差值。

有關油壓的學問尚很淺薄，但實際上利用油壓的範圍却日漸擴大，學理上無法解決的問題相當多，因而須充分把握理論與實際兩方面，不過，有關油壓的工學或理學並非人人可平易習知，若不長期間打好基礎，無法很快結果。

筆者推崇“油壓工學”的理由之一是它平易解說工學，使人人可理解

，其二是親切記述實際方面的詳情，大家都可瞭解實際現象，也能把握原理。

所以，參與現場的人員固不待言，即連有工學素養，而未參與實務的公司企劃人員、或營業人員，都能輕鬆閱讀，這是本書的意義所在，若能使更多的人瞭解油壓，實值大大慶幸！

1978 年 6 月

一 改訂感言

產業技術已與省力化的命題奮戰數年，渡過試行時代，向實施階段邁出一大步！

油壓技術的職責勢必激增，有革命性的任務！

從事產業社會的人人已須具備油壓的專門知識和專門技術。

參與油壓機器的人人也應預見時代的趨勢，採取必要的對策。

本書是在開始試行省力化的時期，由油壓機器製造廠的負責小組結集智慧而執筆，因其實用性和平易性，而成油壓名著，受業界重用。

但今天省力化已進入實施階段，油壓技術又逢另一時期，內容須更充實，有必要大改訂和增補。

改訂的第一要項是將以往的 JIC 記號全改為 JIS 記號，因統一成有國際普通性的 JIS 記號，可加深今後油壓的國際性接觸。

改訂的第二要項是追加豐富的機器斷面照片，有助於容易瞭解理論。

改訂的第三要項是增加二色印刷，使人一目瞭然，在生產社會要求能率化的同時，讀書也要有效瞭解。

深信增補、改訂後的本書將提高自身為名著的價值，也更能使讀者熟悉油壓的知識、技術，並促進業界的技術昇級。

1978 年 6 月

油壓工學（基礎篇） 目錄

第 1 章 何謂油壓

1.1 油的力量

工作台為何能移動——油壓原理簡例——

1.1.1 1 份力量做 10 份工作…………… 2

1.1.2 為何使用油…………… 2

1.1.3 油壓機器的構成…………… 5

1.2 油壓的特色

油壓的優點、缺點——油壓的長處與短處——

1.2.1 油壓的優點…………… 7

1.2.2 油壓的缺點…………… 8

第 2 章 油壓的作用

2.1 油壓的結構

油的動作——油壓裝置——

2.1.1 種類不同，道理則一…………… 12

2.1.2 工作的三要素…………… 12

2.1.3 油壓五要素…………… 13

2.2 油

油壓為推動的手——善用油的特質——

2.2.1 推動的手…………… 16

2.2.2 有時也拉油…………… 16

第 3 章 油壓泵

3.1 泵的種類與作用

(其一) 容易處理的齒輪泵——種類與構造——	
3.1.1 螺旋泵	21
3.1.2 何謂齒輪泵	22
3.1.3 齒輪泵的作動與構造	22
3.1.4 齒輪泵的閉入現象	23
3.1 泵的種類與作用	
(其二) 廣用的輪葉泵——輪葉泵的種類與作動法——	
3.1.5 輪葉泵的種類與性能	25
3.1.6 輪葉泵的作動	26
3.1.7 1 段輪葉泵	26
3.1.8 2 段輪葉泵	27
3.1.9 雙泵及複合泵	28
3.1.10 高性能輪葉泵	28
3.1 泵的種類與作用	
(其三) 高壓用柱塞泵——往復運動的機構與作用——	
3.1.11 柱塞泵的種類	30
3.1.12 往復形	31
3.1.13 徑向形	31
3.1.14 軸向形	32
3.2 可變吐出量形泵	
可自由改變吐出量的泵——可變吐出量形泵簡介——	
(其一) 可變吐出量形輪葉泵	
3.2.1 定吐出量形泵與可變吐出量形泵	35
3.2.2 可變吐出量形泵的作動	36
3.2.3 吐出量與壓力的關係	36
3.2.4 油可移動環的理由	37
3.2 可變吐出量形泵	
(其二) 可變吐出量形柱塞泵	

3.2.5	可變吐出量形柱塞泵的作動	38
3.2.6	控制裝置	39
3.2.7	可變吐出量形柱塞泵的特色	40
3.3	泵的保養	
	使泵保持順利——泵的故障與對策——	
3.3.1	泵的故障	41
3.3.2	故障的原因與對策	41

第 4 章 閥

4.1	壓力控制閥	
	(其一) 沒有此閥，就會爆炸——放洩閥的作用(1)——	
4.1.1	應答快而無漏油的提動形	45
4.1.2	以低壓圓滑作動的導引活塞形	46
4.1.3	可調整高壓的差動活塞形	47
4.1	壓力控制閥	
	(其二) 壓力控制精度高的閥——放洩閥的作用(2)——	
4.1.4	平衡活塞形放洩閥	49
4.1.5	壓力調整部就是開關	50
4.1.6	活塞的作用	50
4.1.7	平衡活塞形的特色	51
4.1.8	壓力控制閥的故障與對策	53
4.1	壓力控制閥	
	(其三) 控制 2 次壓的閥——減壓閥的作用——	
4.1.9	何謂減壓	57
4.1.10	減壓壓力 (B) 一定小於放洩壓力 (A)	58
4.1.11	減壓閥為 2 次壓一定形	58
4.1.12	2 次壓如何保持一定	58
4.1.13	減壓閥的作動原理	59

4.1.14	減壓閥與放洩閥的差異	60
4.1	壓力控制閥	
	(其四) 身兼四職的程序閥——程序閥的作用與用法——	
4.1.15	程序閥的構造	61
4.1.16	程序閥的分類	62
4.1.17	放洩閥的作用	63
4.1.18	程序閥的作用	63
4.1.19	卸載閥的作用	65
4.1.20	配衡閥的作用(背壓保持閥)	66
4.1.21	程序閥的故障與對策	67
4.2	流量調整閥	
	(其一) 流量調整閥的作用與特性——流量調整閥的功能——	
4.2.1	流量如何變化	69
4.2.2	節流閥的種類與特性	71
4.2	流量調整閥	
	(其二) 油溫為何會升高——油壓機器中的油溫上昇的原因——	
4.2.3	機器各部份摩擦而發熱	75
4.2.4	另一發熱源為油本身	75
4.2.5	能量損失	77
4.2.6	油壓機器各部份的發熱	78
4.2.7	發熱未必全成為油溫	79
4.2	流量調整閥	
	(其三) 不受壓力或油溫變化的影響——壓力補償與溫度補償——	
4.2.8	孔口與阻流部	81
4.2.9	壓力補償形流量調整閥	82
4.2.10	油度(黏度)補償形流量調整閥	84
4.2.11	計量閥	85
4.2.12	代表性的回路例	87

4.2.13	故障的原因與對策	88
4.3	方向變換閥	
	(其一) 使油流通、停止、決定方向——何謂方向變換閥——	
4.3.1	決定油的流動方向	90
4.3.2	方向控制閥的構造	91
4.3.3	雙缺變換並非難事	91
4.3.4	方向變換閥的作用多	92
4.3	方向變換閥	
	(其二) 方向變換閥的種類	
4.3.5	將油缺固定的 block-center	94
4.3.6	將油缸固定，且不施加負荷的 tandem center	95
4.3.7	可手工自由驅動油缺的 P 口封鎖	96
4.3.8	使泵無負荷，並能以手工自由操作油缺的 open center	97
4.3.9	不見動，在大容量也能減少衝擊的 semi-open	97
4.3	方向變換閥	
	(其三) 以手或電變換——手動與電磁——	
4.3.10	利用手桿變換的閥	98
4.3.11	電磁閥	98
4.3.12	電磁閥的機構	99
4.3.13	副短管與主短管 ⁽¹⁾	99
4.3.14	副短管與主短管 ⁽²⁾	100
4.3	方向變換閥	
	(其四) 單行道管制者——止回閥——	
4.3.15	自然防止漏油	101
4.3.16	止回閥的使用例	102
4.3.17	導引止回閥	103
4.3	方向變換閥	

(其五) 線圈是否燒毀——方向變換閥的故障與對策——	
4.3.18 對方向變換閥的故障下對策之前的檢查表·····	106
4.3.19 關鍵在防止電磁線圈燒損·····	106
4.3.20 手動方向變換閥的故障與對策·····	108
4.3.21 發現故障原因的方法·····	109
4.3 方向變換閥	
(其六) 縮短時間的減速閥——減速閥的作用——	
4.3.22 減速閥為交流道·····	111
4.3.23 減速閥的構造·····	111
4.3.24 減速止回閥·····	112
4.3.25 流量調整閥·····	113
4.3.26 如此完成減速閥·····	113
4.3.27 油缸衝擊防止用減速閥·····	113
4.3 方向變換閥	
(其七) 奴隸般忠實的閥——伺服機構的原理與應用——	
4.3.28 笨重者無法隨意移動·····	115
4.3.29 利用油壓驅動·····	115
4.3.30 更巧妙利用油壓·····	116
4.3.31 伺服機構·····	118
4.3.32 伺服閥的特性·····	118
4.3.33 伺服機構的使用例·····	119

第5章 引動器

5.1 油缸

(其一) 委由油缸工作——往復運動的角色——

5.1.1 直線往復油缸的分類·····	125
5.1.2 直線往復油缸的作動·····	126
5.1.3 油缸的緩衝作用·····	129

5.1.4	油缸行程取利何處·····	130
5.1.5	搖動油缸的種類與作動·····	130
5.1	油缸	
	(其二) 油缸的安裝——油缸的正確安裝法——	
5.1.6	脚座形·····	133
5.1.7	凸緣形·····	134
5.1.8	U形鉤形·····	134
5.1.9	tranion形·····	135
5.1.10	萬向接頭形·····	136
5.1	油缸	
	(其三) 嚴禁傷痕、生鏽、污物——油壓缸使用上的注意事項——	
5.1.11	滑動面勿有傷痕·····	137
5.1.12	活塞桿、滑塊不可積滯污物·····	138
5.1.13	作動油的管理·····	138
5.1.14	分解補修正的注意事項·····	138
5.1.15	除氣·····	139
5.2	油壓馬達	
	油壓馬達有旋轉作用——油壓馬達的作用與故障對策——	
5.2.1	輪葉馬達·····	140
5.2.2	齒輪馬達·····	141
5.2.3	柱塞馬達·····	142
5.2.4	油壓馬達的性能·····	144
5.2.5	油壓馬達的故障·····	145

第6章 油槽

6.1 油槽的構造

油槽的構造——油槽的構造與必要的九條件——

6.1.1	油槽的構造·····	148
-------	------------	-----

6.1.2	必要的九條件	149
6.2	油槽的保養	
	油槽的問題——油槽的毛病與對策——	
6.2.1	油槽爲吐出量3倍以上，油面却下降時（例1）	150
6.2.2	油溫上昇到80℃以上時（例2）	151
6.2.3	油變白，發生氣泡時（例3）	152
6.2.4	水分的混入與防止對策	154

第7章 附屬品

7.1 配管

連結機器的重大角色——管——配管的知識——

7.1.1	配管的種類	158
7.1.2	配管方式	159
7.1.3	配管接頭	161
7.1.4	管及配管方式的選法	163

7.2 油槽附屬品

油槽附屬品——各種油槽附屬品——

7.2.1	防止污物用	167
7.2.2	監視油溫	169
7.2.3	油壓力測定法（其一）	170
7.2.4	油壓力測定法（其二）	172
7.2.5	測定油量的方法	175
7.2.6	防止脈動或衝擊的方法	175
7.2.7	與泵的結合法	176
7.2.8	真空計	176

7.3 蓄壓器

保障安全的蓄壓器——蓄壓器的種類與機構

7.3.1	蓄壓器的使用目的	178
-------	----------	-----

7.3.2	蓄壓器的形式	178
7.3.3	彈簧荷重式	179
7.3.4	重錘荷重式	179
7.3.5	空氣壓縮式	179
7.4	迫緊	
	防止漏油的關鍵——迫緊的知識與活用方法——	
7.4.1	迫緊的安裝處	181
7.4.2	迫緊的種類與用途	182
7.4.3	多用途的 O 形環	183
7.4.4	容易漏油的活塞環	184
7.4.5	迫緊的選法	185
7.4.6	注意迫緊的安裝	185
7.4.7	油封	186

第 8 章 作動油

8.1 何謂油壓作動油

認識油——何謂油壓作動油的適用油——

8.1.1	油的性質	190
8.1.2	比重	190
8.1.3	引火性	190
8.1.4	低溫的流動性	191
8.1.5	黏度	192
8.1.6	黏度與溫度	194
8.1.7	氧化	194
8.1.8	其他的性質——壓縮性	194
8.1.9	總整理	196

8.2 作動油的種類

油有何種類——油壓作動油的分類——

8.2.1	石油系作動油·····	197
8.2.2	合成作動油·····	197
8.2.3	水溶性作動油·····	197
8.2.4	不燃性作動油·····	197
8.3	不燃性油	
	不燃燒的油——不燃性的油壓作動油——	
8.3.1	出現不燃性作動油·····	198
8.3.2	不燃性作動油的種類·····	198
8.4	油之更換	
	油劣化的判定法——作動油的更換時期——	
8.4.1	以肉眼判定劣化的方法·····	201
8.4.2	作動油的性狀試驗·····	202

第9章 JIS記號

9.1	JIS記號	
	方便的JIS記號——JIS記號的好處與主要記號——	
9.1.1	方便的JIS記號·····	206
9.1.2	基本記號很重要·····	207
9.1.3	各種JIS記號·····	210

第10章 基本回路與機器的選擇

10.1	油壓回路圖之誕生	
	——油壓回路圖的畫法讀法——	
10.1.1	決定油的流動方向·····	220
10.1.2	決定油缸的輸出力·····	222
10.1.3	決定工作台的速度·····	223
10.2	機器的選定	
	機器大小和形式的決定法——驅動工作台的機器的選法——	

10.2.1	驅動工作台的某條件.....	225
10.2.2	油缸.....	225
10.2.3	其次爲油壓閥.....	226
10.2.4	油壓泵.....	226
10.2.5	電動機與輸出.....	226
10.2.6	油槽的容量.....	227

第 I 章 何謂油壓

括而言之，油壓化是活用油，使油得各種能力，發揮最適合工作的機能。

油壓的特色是力量大，並可簡單控制能力的大小，速度、方向，在自動化中為主要角色。

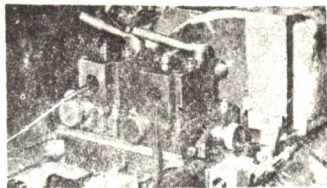
油壓力量大乃指油的性質優於其他力的傳達媒體。

本章將從原理入門，使讀者有基本的瞭解。

1.1 油的力量

工作台為何能移動

—油壓原理簡例—



吾人日常使用的磨床、衝床、大形龍門刨床及其他油壓機器，不用齒輪，却能移動笨重的工作臺，1支操作桿即能使出好幾個成人的力量，吾人不必費力流汗，腦力畢竟勝於體力，那麼，為何油壓可移動物體呢？

1.1.1 1份力量做10份工作

圖1-1中，有大小兩活塞的容器中裝水，活塞將水密閉。

在小活塞上置1 kg的重錘（圖1-2），則小活塞下降，大活塞反被推上。

若要使大活塞不上昇而保持平衡，大活塞上要放置幾kg的重錘呢？

小活塞上為1 kg，是否大活塞也1 kg即可？並非如此，若放1 kg，大活塞仍會被推上。

假使小活塞的斷面積為 1 cm^2 ，大活塞為 10 cm^2 ，則大活塞上需要10 kg的重錘才能保持平衡，理由何在？

請看圖1-3，在雙方的活塞放置重錘時，來自大活塞的壓力與來自小活塞的壓力在此容器中央作用於反方向，雙方壓力相等時，容器中的