

實用液壓及氣動裝置

鄭崇文 編譯

新興圖書公司

實用液壓及氣動裝置

鄭崇文 編譯

新興圖書公司

銲接學 上册

出版：新興圖書公司

發行：時代圖書有限公司

香港九龍彌敦道 500 號 一樓

3-308884

印刷：大一印刷公司

版權所有 * 不准翻印

1979年 5 月

譯者序

本書是根據美國液壓及氣動學權威斯提瓦特 (Harry L. Stewart) 所著之《Hydraulic and Pneumatic power for production》第三版翻譯。本書取材極新，涉及範圍亦廣，對工業生產機械所用之各種液壓及氣動裝置，就其實際之情況，作深入淺出的說明，並以美國國家標準學會新近採用之符號，以圖解方式來表示各種系路，使讀者瞭解各種液壓零件之基本構造及功能，各種系路之設計及特性，以及各種裝置的保養與維護，使液壓及氣動裝置得以發揮最佳之功能。

原書作者斯提瓦特從事於流體動力方面之工作已歷時三十餘載，曾任美國國家流體動力協會教育委員會之副主席，對流體動力之著述甚多，因此本書不僅能供生產工程師、機械設計工程師及機械維護技術人員作為參考，也能作為大專院校有關科系之訓練教材。

譯者雖盡力而為，然而錯誤之處在所難免，敬請讀者惠予指正，尤為筆者所祈盼。

鄭崇文謹識

1979年4日

原 序

在各種快速成長的工業設施中，流體動力裝置乃是其中之一種。在討論這類裝置時，因其成長迅速，故資料務須新穎合時。約在十多年前，對於「氣動邏輯」(Pneumatic Logic) 及「液控學」(Fluidics) 還是聞所未聞的新名詞。

時至今日，液壓及氣動系統已經成為實用的工業設備，而其未來的發展與前途更是無可限量，因而很多公司均投下巨額資金，以研究及發展這類的裝置，這對未來的機械機具、加工設施、可動裝備，諸如飛機、汽車、船艦等運輸工具，都會產生直接的衝擊。

在本書第三版中，特以美國國家標準學會 (American National Standards Institute) 新近採用的符號，來表示各流體動力之系路。

在極為缺乏液壓及氣動技術人員的今天，要訓練新進人員，就必須讓他們對流體動力的運用，不論是系路的設計，系路組合零件的選擇，或是裝置安裝後的維護與保養等方面，都需要具有正確的認識與瞭解，才能圓滿地完成其工作。而本書的主旨，即在促進此一目的之達成。

目 錄

第一章 流體動力之發展

工業標準之建立	2
空氣及油液的優點	3
流體動力系統之要件	4
流體動力的運用	5
流體媒介的選擇	6
組合裝置的優點	6
流體動力系統的成本	7
典型流體動力的運用	7

第二章 液壓流體

六種重要的工作特性	14
各種標準規格	23
礦物油液的基本類別	24
其他影響油液性能之各種因素	25
非燃性液壓流體	27
故障檢修	28
液壓系統中的水份	30
優良液壓油液應具備之品質	31
液壓系統的沖洗方法	31

第三章 液壓動力組

液壓泵	33
齒輪式泵	38
葉片式泵	40
轉動活塞式泵	41
貯油箱	44
油 濾	48
馬達與泵之接合	49
壓力表	53
電動馬達	54
內部管路	55
液壓動力組多項作業之缺點	55
液壓動力組的故障	56
增壓器	56

第四章 液壓蓄壓器

靜重式蓄壓器	58
彈簧式蓄壓器	59
空氣（或氣體）蓄壓器	60
應用蓄壓器作為洩漏補償器	61
應用囊式蓄壓器作為液體動力 第二能源	63
應用蓄壓器作為油液補償裝置	63
應用蓄壓器以保持兩液力筒活 塞桿動作一致	64

應用蓄壓器緊急供應液壓動力	55
應用蓄壓器作為夾持裝置	66
應用蓄壓器用作震動抑制器	67
蓄壓器應用於雙重壓力系路	67
應用蓄壓器作為潤滑劑分散器	69

第五章 管 路

管路設計之要項	71
一般的問題	72
管子的選擇	73
管子的接頭	76
彈性管路	78
軟管組件長度之計算	80
特殊連接器及接頭	82

第六章 各種液壓閥及其功用

放洩閥	85
主控縱閥	90
順序或旁通閥	99
減壓閥	100
流量控制閥	102
放氣閥	105
防逆閥	105
衝激緩和閥	106
壓力開關	106

第七章 液力筒、增壓器及液壓馬達

非旋轉式液力筒	109
非旋轉式液力筒之簡管	110
非旋轉式液力筒之活塞及襯墊	112
活塞桿	115
液力筒頂蓋	116

旋轉式液力筒	120
增壓器	122
液壓馬達	126

第八章 液壓系統的換熱器

第九章 液力筒之同步運動

影響同步的各種因素	134
影響使用同步系路的其他因素	135
使用機械連接活塞	136
使用液壓馬達作為液體量度裝置	137
使用串聯雙桿液力筒	138
使用流量控制閥	140
使用串聯的空氣及液壓液力筒	141
使用等量的液壓泵	142

第十章 雙重壓力之液壓系統

使用減壓閥	144
使用增壓器	145
使用兩個液壓泵	147
使用兩個放洩閥	148
使用一具高低壓泵	150
使用凸輪操作的放洩閥	151

第十一章 液壓系路的安全操作裝置

使用液壓操作的各種優點	155
為安全而設計的各種液壓控制系路	156
雙手安全操作系路	156
四手安全操作系路	158
運用連鎖裝置作為保護機器的	

安全措施	160
使用緊急關閉閥	162
割切工具的防護裝置	163
使用緊急手動泵	165

第十二章 液力筒的作業順序

使用順序閥	167
使用凸輪閥	168
使用雙壓力泵	169
使用凸輪軸	171
使用前導操作裝置	172
使用電磁線圈控制作順序作業	173

第十三章 襯墊及密封圈

各種襯墊及密封圈之運用	175
製作襯墊及密封圈的材料	176
人造橡膠襯墊	176
襯墊及密封圈的型別	177
襯墊之標準	181
影響選擇襯墊及密封圈的各種因素	183
密封襯墊的壽命	183
圓形密封襯墊及密合墊	185
四角形密封襯墊及密合墊	186
“V”形襯墊	187
杯形襯墊	192
杯形襯墊在活塞上的安裝	192
“U”字杯形襯墊的應用及安裝	193
“U”形襯墊的應用及安裝	195
凸緣襯墊的應用及安裝	196
更換襯墊的方法	196
預裝式活塞桿襯墊組	202

金屬活塞密封圈	204
---------	-----

第十四章 空氣濾、潤滑器及調節器

空氣濾	206
空氣系統潤滑器	211
調節器	212
消音器	214

第十五章 各種氣動操縱閥

影響選擇主操縱閥的各項因素	217
三路及四路操縱閥	218
操縱閥的型別	222
兩位置及三位置的操縱閥	224
前導及前導操作操縱閥	224
流量控制閥	229
順序閥	232
達成順序效果的其他方法	233

第十六章 氣動唧筒及其設計

氣動唧筒的推力及空氣消耗	236
氣動唧筒的型別	238
筒管	240
頂蓋	241
填料函	242
緩衝裝置組	242
活塞及其密封墊圈	245
活塞桿	245
活塞桿襯墊	246
串聯式的氣動唧筒	248
雙重式的氣動唧筒	248
可調整行程之氣動唧筒	248
兩端有活塞桿的氣動唧筒	249

影響活塞速度的各種因素.....249

安裝及維護時應注意之事項...250

第十七章 動力操作的夾持裝置

動力操作的夾頭.....257

動力操作夾頭的優點.....258

夾頭的壽命及精度.....261

動力操作夾頭的運用.....262

動力操作的夾筒及心軸.....264

動力操作心軸的運用.....265

動力操作筒夾的運用.....267

特殊夾持裝置.....269

液壓夾持裝置.....271

凸輪及踢頭操作的夾板.....271

楔子操作的夾板.....272

具有楔形鎖的直接作用夾板...272

具有“蝴蝶”活塞的楔子操作

夾板.....273

齒條與齒輪致動的夾板.....274

雙作用夾板.....275

保持中心位置的裝置.....275

可伸縮的固定鎖夾具.....275

複式固定鎖夾具.....276

複式鑽孔作業中的自動傳送機277

第十八章 氣動裝置的安全系路

氣動夾頭的安全設計.....279

操作人員雙手的防護措施.....280

當壓力降低時防護人員及機器

的安全措施.....281

電力操作的安全控制裝置.....282

預防超越負荷的措施.....283

順序產生高低夾持力量的裝置284

兩個操作人員的保護措施.....285

同時產生兩種不同夾持力量的

夾頭.....286

保護機器的連鎖裝置.....287

緊急反向措施.....288

以氣動操作板落錘的措施.....289

複雜作業循環中的空氣機縱運

鎖裝置.....290

第十九章 遙控氣動系統

兩位置的主操縱閥.....293

三位置的主操縱閥.....293

前導操縱閥.....295

前導操作系統的優點.....296

以壓力操作的前導操縱閥構成

半自動化之作業.....298

以壓力操作的操縱閥所構成的

基本自動系路.....299

以電磁線圈操作的前導操縱閥

來控制自動作業.....299

使用凸輪操作的極限開關以達

成順序的作業.....300

半自動及自動作業的系路.....301

粗重工作自動作業的系路.....302

使用前導操作操縱閥以達成順

序作業.....303

以凸輪轉軸驅動組驅動前導操

縱閥達成順序作業.....304

用於夾頭作業的前導操縱系路

.....305

第二十章 在一單獨系統中兩種流體動力之合併使用

使用氣動及液壓的合併組件	307
使用一個合併式唧筒及數個氣動唧筒	309
以液壓及氣動力量合併而成的鑽床動力組	310
使用數個氣動唧筒及一個大型液力筒	310
使用液壓流體作為減震器	312
使用空氣操縱液壓操縱閥	313
以液壓裝備操縱氣動裝備	314
以空氣操縱複式液力筒	315
轉變空氣壓力為高壓液體壓力	317
運用空氣於壓力系統，以獲得均勻的壓力及減震作用	318

第廿一章 高壓液壓系統

高壓泵	320
高壓操縱閥	327

高壓液力筒及液壓馬達	331
------------	-----

第廿二章 旋轉致動器

葉片式致動器	334
高壓液力筒式致動筒	335
螺旋式致動器	339

第廿三章 空氣馬達

葉片式空氣馬達	342
活塞式空氣馬達	345

第廿四章 氣動邏輯控制

第廿五章 流體邏輯

單定態正反器	373
雙定態正反器	374
或與反或閘及閘	375
斯米特觸發器	377
二進計數器	379

第一章 流體動力之發展

在十七世紀末期，科學家托雷斯里（Torricelli）、瑪雷奧特（Mariotte）及柏諾利（Bernoulli），對於水自容具壁上各不同位置之小孔，並經由短管噴出後之壓力，或曰力量：即已作過各種實驗，以研究其基本原理。在同一時期中，法國科學家巴斯卡（Blaise Pascal）亦推演出一項液壓科學中的基本定理。

巴斯卡定理為：如一盛滿水之容具，各端封閉，僅留兩開口，此兩開口之大小，乃是其中之一開口較另一個大一百倍，若於每一開口處置一大小完全相同之活塞，則以一人推動小活塞時，其所發揮之力量，等於以一百人推動大活塞之力量。換言之，如在面積為一平方吋之活塞上，加以一百磅之壓力，則能在連接該液壓系統的另一面積為四平方吋的活塞上，產生四百磅的舉力。因此可得一結論：即在該系統中，此一每平方吋一百磅之力量，將傳送至所有的方向，能舉起四倍之重量，唯其移動距離，僅為該力量所移動的四分之一。

可是，爲了要使巴斯卡定理能予在實際運用上發揮效果，就必須要製造一個可以“完全與開口配合”的活塞，這個問題直到一百多年以後才獲得解決。一個名叫布羅門（Joseph Bramah）的英國人，就在這段時期中，發明了杯形襯墊（Cup Packing），因而促成一種可實用液壓機問世。布羅門的液壓機包括一個柱塞泵（Plunger pump），以管子連接一個大活塞及衝鉗。這種新型的液壓機，在英國被廣泛地採用，因其提供了一種更經濟而有效的方法，將巨大的力量用於各種工業方面。

約在一八五〇年，阿姆斯壯（W. G. Armstrong），為一家公司之創始人，該公司迄後成為英國龐大的威克斯阿姆斯壯有限公司（Vickers-Armstrong Ltd.），建造了一種液壓起重機，並發明了液壓蓄壓器。蓄壓器的設計，乃是在人工的壓力下，儲蓄大量的液體，以便在不尋常的需求力量情況下，即能供應液體壓力。

在電力及電動馬達發展之前漫長的一段時間中，對於英國工業上已經採

用的液壓機械而言，並無特殊的發展。在公元一八五〇至公元一八六〇年之間，倫敦及其他的英國大城市，已使用管路，將液體動力自中央幫浦站，運銷至各個工廠。

西元一八六〇年，懷特伍斯（Whitworth）初次將一具大型的液壓機，應用於鍛造工作上。可是此後的二十年，大部份努力的重點，都在致力於減低原始型蓄壓器的耗損及其昂貴的維護成本。公元一八七二年，雷基（Rigg）發明了具有專利權的三唧筒式液壓動力機，其本身能改變柱塞的行程，變更排液量，而無需裝設節流閥（Throttle valve）。公元一八七三年，同類型的液壓動力機問世，唯其具有固定的柱塞行程。該液壓動力機隨即被廣泛地用於起重機及絞盤等機械上。以上這兩種液壓動力機，都是以蓄壓器中的液體來驅動的。

當蓄壓器在製作上，力求克服早期液壓動力輸送系統中的慢速問題時，它也需要使用節流閥，來控制流體的流量。可是這些節流閥在使用上效果欠佳，而且所需維護成本甚高。由於這種原因，使得工程師們，失去了將液壓裝置推廣至一般機械上的熱忱。

在這種情況下，對於液壓裝置的發展，以及將其應用於各種機械上的演變，似乎已經到達了它各種可能的極限。公元一八七三年，海斯特（Hastie）在他獲得英國專利的發明中，指出能設計可變行程的液壓泵及馬達，不用蓄壓器而能在各種可控制的情況下，穩定而有效地供應液體動力。可是這項發明在當時並不受重視，直到最近幾年，才為工程師們所注意，共同努力發展這項有效的液壓裝置。

工業標準之建立

在過去三十年間，特別是在第二次世界大戰期中，對於流體在各方面的運用，已有長足的進展，而其中最重要者，乃是運用於生產機械上。

公元一九五一年，由於流體動力裝置在工業機械上的運用，其進展是如此地迅速，因此在美國密西根州的底特律城，舉行了一連串的會議，其目的就在為工業用的液壓及氣動裝置，建立一套標準。這些標準也就是目前我們所知道的「聯合工業會議的工業設備標準」（Joint Industry Conference Standards for Industrial Equipment）參與會議的代表為：液壓裝置製造廠商、氣動裝置製造廠商、機械工具製造廠商、襯墊及密封劑製造廠商、壓力機製造廠商、電阻熔焊機製造廠商、管路及接頭製造廠商、以及工業上液壓及氣動裝置的使用者。

在以往，對於流體動力各組件及其間的系路，是以聯合工業會議所訂定的符號來表示。美國標準學會（The United States of America Standards Institute）於公元一九六六年間，頒佈了一套新的圖解標準，因該學會於公元一九六九年十月，更名為美國國家標準學會（The American National Standards Institute，簡稱ANSI），該圖解標準中所用的符號，就稱為美國國家標準學會符號（ANSI Symbols）。這些符號與聯合工業會議所訂定的符號相類似，所以該會議的符號目前已被這些符號所取代。使用這些符號的維護人員們即能沿各操縱組件，追查流體之流路，無需再查閱操縱組件製造廠商的目錄。以此方式，尤其是對那些設計複雜的系路而言，節省了很多的時間。

空氣及油液的優點

在進一步討論之前，我們似乎應該先澄清一下自己的概念。對於使用“流體”一詞，我們所指的是空氣及油液，因為水在用於傳遞液體動力，以操作及控制機器時，具有某些缺點。所謂的“商用純水”（Commercially pure water），其中仍然含有各種不同的化學成分及雜質，使用之前，如果沒有經過特殊的預防處理，幾乎就無法保持活瓣及機械工作面的完整。在某些密封的液壓系統中（也就是指那些在個別機器上，或是在一小組機器間的獨立液壓裝置），通常都使用油液，因為它除了能傳遞動力之外，還具備水所沒有的潤滑效能，可以使襯墊及活瓣的效果增加，並延長使用時效。可是有一點必須要加以說明的，那就是在某些特殊的情況下，使用水沖淡的易溶性油液，也能獲得圓滿的效果。其次就是具有防火性的流體，也在逐漸地被採用。

對於液壓系統及裝置和氣動系統及裝置，此兩者通常是不能相提並論的。如果要在它們之間作一選擇，即使是將所有的因素都考慮到，要很具體地說明何者具有某種顯著的優點，仍然還有一些未能解決的問題，因為它們彼此之間的差別實在太大。例如說當這兩種動力能源之一不能獲得時，或是已經使用壓縮空氣於某種工作，而採用油液可能會更好時，該如何作決定呢？當然，動力能源的可利用性（Availability）在作選擇時，是個重要的因素，但是其他的因素可能比它更重要。就以空氣動力為例，它極適合於某些無法改變的情況，如像在熔爐敞開，溫度極高的工場，或是在具有高度起火危險的地方，甚至在作業機械需以極高速度運轉之處。有時候在同一機器上，或是同一作業過程中，採用液壓及氣動聯合系統的方式，將油液動力用於某

一部份，而空氣動力用於另一部份，常常能獲得更好的效果。

我們或許可以應用百分之八十作為流體動力泵的效率係數，來比較使用壓力空氣或是油液為流體動力系統能源的優劣，這可使得此一問題更為簡化。使用這個係數，多少固然有點武斷，可是能予顯示以壓力空氣流體動力，其較之運用油液要貴 2.5 倍。這項比較，乃是在假定目前大多數的液壓系統，由於蓄壓器固有的缺點，因此發生油液耗損的情況下而作，如果在系路中沒有蓄壓器，而油液的耗損減少，則使用壓力空氣的成本，還要高達油液的四倍。

這些比較，或許會使得我們因為工業上，特別是在工廠中，大量使用壓力空氣的情況而感到詫異，唯其理由乃在於空氣的易變性（Versatility），使用簡便，以及在很多情況下，其實際空氣的用量並不太大之故。

使用一個空氣唧筒作長行程的運動，而祇運用了其行程的一小部份，也就是在行程的開始或末了部份，才發揮工作效果，這是極不經濟的。例如以一個挾持住的長行程唧筒，來清除四周的障礙物；或是在行程的開始部份，需要高壓作為起動力量，而其餘部份則是一長段的間隙行程（Clearance stroke）。當然，對於後面的這種情況，可以設法在行程的末端，不讓空氣壓力升高，以保存空氣的用量。

流體動力系統之要件

一液壓系統，可以分解為四個主要部份，而以電力系統的四個主要部份來作比擬：第一部份動力裝置，等於發電廠；第二部份操縱活瓣，等於開關、電阻器、定時器、壓力開關及繼電器等；第三部份流體力管路，等於電線；第四部份流體動力馬達（不論其為旋轉或非旋轉之唧筒，或是流體動力馬達），等於電磁線圈及電動馬達。這四個主要的部份，如圖 1 所示。

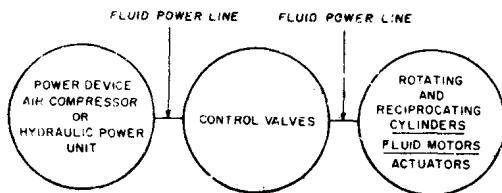


圖 1 流體動力系統之簡明圖解

流體動力的運用

流體動力在運用上，僅受設計者、生產工程師及廠務工程師們智慧及才能的限制。對於舉（lifting）、推（pushing）、拉（pulling）、夾（clamping）、挑（tilting）、擠（forcing）、壓（pressing）或是任何其他的直線（以及很多旋轉）運動，流體動力大約都能適合這些要求。在目前所有的工業中，流體動力的重要性是無法估計的。對於各種空氣及液壓系統的使用，每天都有新的發現，從這一點上看我們就可以知道它的重要性日愈增加。這不僅是對那些大型，必須作大量經濟生產的工業而言，就是對那些小型，必須以高度效率來維持其生存的小工廠，亦復如此。

無論是設計一套新的工廠設備，或是改裝一部舊的機器，作為大量生產之用，如增加流體動力裝置，即能產生顯著的效益。作業人員對於像這種裝備，能輕易地操縱。對於各項流體動力操縱機構，可以安裝於一中央操縱台上，因此操作人員對整個的生產線，不論其為一部複式的作業機器（Multiplication operation machine），或是一套機器，隨時都能控制。像這樣的裝置，在鋼鐵銑削工業上，幾乎已成一種典範。

使用流體動力，不僅能減少人力，而且可以減低或消除操作人員的疲勞，這就生產因素而言，是個很重要的項目。不管是人工作業或是自動作業，流體動力都能使其超越預定的進度。經由徹底的時效研究（time studies），已經證明將操作人員們所作的舉、推、拉、轉等工作，交由機器執行，乃是使公司經濟狀況，由虧損而轉變為贏餘的主要因素。更由於女性操作人員大量地增加，這些作業上的改進更為重要。

流體動力系統亦能予以裝備適應性（flexibility）而無需複雜的機構。祇要調整一個小小的流量操縱閥（flow control valve），就可以得到各種不同的速度及進給（feed）。如一裝備之操作，需要數種不同的壓力，可以運用壓力放洩閥（pressure relief valve）或是減壓閥（pressure reducing valve）而獲得之。倘若我們需要一種間隔進給（Skip feed）的情況，則可在系路中加裝一凸輪操作的流量控制閥，而由機器上的夾板（Clamp）或是跳躍裝置（trip）操縱之。對於由各種不同的流體動力組件而組合成的各種裝置，所構成廣泛而變化多端的各種可能性，我們無法逐項列舉，亦難以提出一個具體的概念。然而由於流體動力裝置的應用，在作業上能獲得如此的適應性與簡易性，而所耗之成本甚低，這一點極為重要。

流體媒介的選擇

在某項運用上，應採用那種媒介，對此問題，尚無一定標準可循，不過就一般情況而言，以下數點很有參考價值：如果在運用上要求速度、適量的壓力，大約準確的進給，則以空氣系統為最佳；如果在運用上祇要求適量的壓力，精確的進給，則以空氣及液壓聯合系統最為適宜；如果在運用上要求大量的壓力，或是精確的進給，則需採用油液壓力系統。

除上述各點之外，在選擇適當的媒介以誘導力量時，顯然還有其他應予考慮的事項。首先就是當我們估量以空氣作為媒介時，就必須確定所具備的空氣容量，足以應付氣壓裝備的增加。目前很多工廠，已大量地增加各種空氣操作的裝置，而其空氣壓縮機的容量，却又不足。在很多情況下，當一個輪班（Shift）的工作開始時，所有的氣動裝置驟然開動，就會造成壓力下降，其程度能使氣壓夾持裝備，無法將工作件夾持住。當然，在具有很多項氣動裝置的機器旁，加裝一具緩衝櫃（Surge tank），有助於解決部份的困難，唯就整體而言，則需預為準備充裕的氣壓容量。

裝備安置的地點，對流體媒介的選擇，也有關係。例如裝備安置在裝載站（Loading dock），就必須能適應各種溫度變化（其溫度的變化，可能自華氏 110 度至負 20 度），因此以採用油壓系統為佳。因為使用氣壓系統當溫度變得極低時，管路中的水就會凍結，而使得系統不能使用。不過有時候在某些溫度較高之處，則以採用空氣系統為宜。

組合裝置的優點

由於目前有消除中央動力站的趨勢，因此對於採用整套組件（Package unit）的意見是值得考慮的。在流體動力裝置的目錄中，雖然沒有說明，但是採用整套的組合裝置，可以省去架空的管路，這是其顯著優點的一個事例。其次是由於中央動力站的故障，即能使整個系路的作業停頓。採用整套液壓動力組合裝置，以操作一部或是一組機器，即使故障發生，其影響所及僅為全盤作業中的一部份而已。而且在維護部門，也經常存有備用的組件，因此勿須耽擱很久，便能使這一部份的作業恢復正常。在有些機器工具箱中，也配備有整套的輕便電力液壓動力裝置（Electro-hydraulic power device）。當更換動力組件時，附於輕便裝置上的快卸接頭（Quick-to-disconnect fitting），具有能予避免油液濺出的功效。

流體動力系統的成本

有很多對流體動力系統了解不深，或是沒有直接經驗的人，認為其成本過高，其實這種系統，較之其他型別的裝備，在成本或是維護費用上，並不易貴，有時候反而為低。流體動力系統於裝用之後，如能時常施以簡單的預防維護措施，則能圓滿地使用多年而鮮於故障。

這也就是說對於流體動力系統，祇需要少量的維護及妥善的保養，就能節省各種不必要的費用，而增加裝備的使用年限。油液動力系統最顯著的特點，乃是其活動的組件，是在一種具有潤滑性能的媒介中工作。因此，祇要油液能予保持清潔，並消除凝結水份，則其作業情況即能圓滿。

在空氣動力系統中，空氣必須保持清潔，並作適當的潤滑，才能維持其效率。有很多的流體動力系統，曾經正常地使用了十年、十五年甚至二十年之久。從這些紀錄中顯示，其在各種活瓣、唧筒及動力組件上的維護費用，是相當低的。

典型流體動力的運用

圖 2 中所示的雙耳軸式自動鑽孔及攻絲機，是用以執行在汽車另件變速箱 (Transmission case) 上鑽孔，攻螺絲及搪孔的工作。其夾具 (fix-ture) 的位置，是由裝於機頭部 (head) 而以空氣操作的頂銷 (Shot pin) 及導桿 (pilot bar) 來固定。

圖 3 所示的分度式自動鑽孔及攻絲機，用以割切一條螺紋及鑽八個孔眼，這九項作業是由安裝在底座上以電力驅動的七個組零件，分成為兩段完成之。但是每件刀具的進入及退出，是由一空氣唧筒來執行，工作台的分度，

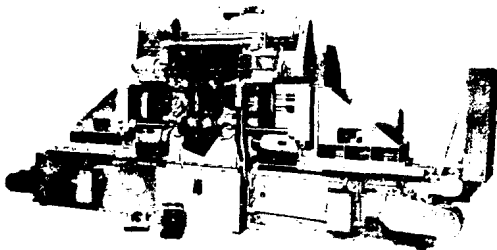


圖 2 雙耳軸式 (Trunnion-type) 自動鑽孔及攻絲機