

科學圖書大庫

科技訓練自修教材

機械保養(四)

- 基本液壓學
- 液壓系統檢修

譯者 曾錦池

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

科技訓練自修教材

機械保養 (四)

- 基本液壓學
- 液壓系統檢修

譯者 曾錦池

江苏工业学院图书馆
藏书章

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十九年十月二十七日初版

機械保養(四)

基本定價 5.40

譯者 曾錦池 中國鋼鐵公司工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號

電話 9221763
9446842

電話 9719739

譯 序

儘管生產設備的設計與所用材料日益改善，任何機械都還有無可避免的故障與毀損，不但機械維護的繁重工作未曾一日或減，且因設備之新穎而需要更豐富的修護知識與技能；這套機械維護訓練課程將提供您最充裕的資料，化解您執行修護工作所可能遇到的困難。

這套書內容廣泛而實用，計包括基本機械、潤滑、傳動設備、軸承、泵浦、管線、油壓設備、以及空壓設備，凡構成產業機械的主要構件均詳為討論，尤以插圖甚多，對於現場經驗不足之學員提供具體的概念，譯者數年來從事機械安裝與修護所見者，率皆包容其中，信其為僅見的優良讀物。

本書之譯述，得力於內助甚多，欣慰之餘，特此言謝。

曾錦池 六十八年

學員指南

本指南是爲了使您在即將開始的訓練課程中獲得最大的利益而寫的，也許這類課程對您還相當陌生，甚至於“無師自通”的學習方法會給您帶來許多困擾，本指南就是要協助您從這一套新的訓練計劃中獲得最豐碩的成果。

俗話說：工欲善其事，必先利其器。不管您從事何種行業，都需要有適當的工具，您不但要用對了工具，同時還要很技巧地去使用工具；本訓練課程就是您應該選用的適當工具，它對您的工作會有幫助。本指南則是提供您使用這套新工具的技巧。

不管您過去用何種方法研究學習，參閱以下幾頁說明都將使您獲益不淺。您將發現我們的建議能幫助您從這套新的學習課程中獲取很多益處，也能增進您專心學習的能力，進而把學到的知識與實際工作結成一體。

TPC 訓練課程指南

每種行業都有其業務上必須瞭解的重要原理與理論，在這套訓練計劃裡，我們盡了一切努力將其搜集容納，並與其相關工作結成一體。

本課程之各個單元都包含閱讀資料，必須解答的問題，以及一些習題；我們之所以設計此種課程，就是希望您能以自修的方式學完它；如果您在過程中發生困難，可以向指導員或其他懂得的人求助，若有需要，也可以向 T P C 訓練部門請教。

A. 課程之內容結構

每套 TPC 訓練課程都分成好幾個單元，各單元分成好幾課，完成一課所需的時間將因學員之工作背景而略有變化。

B. 訓練手冊

您收到的這套手冊既可作為自修指引，又可放在身邊作為將來之參考，這是您的財產，將來您要靠它來解答問題，解決困難。

C. 課內結構

每課都有好幾頁“課文”。其中有敘述性材料及圖解，接著有一頁習題，以後都依此次序排列；每課之課終為測驗題，課文內的資料都是各標題下被認為最重要而必須瞭解的內容。

D. 習題

課文後的習題包含一連串的簡短敘述，我們稱為構題，其所需之答案可能是一個字或一句話、一個公式、或一個數字，都已寫在題框右側長方格子內。連答案出處也寫在答案欄內。準備一張 16 公分 × 22 公分的卡紙，將左上角切去 8 公分（16 公分邊）× 3 公分（22 公分邊），用它作為一張揭題卡，該卡之製作只允許露出您正要作的構題。其答案及下一道題均遮蓋住；當您作答後，將揭題卡往下移，就可看到正確答案。如果您答錯了，將答案擦掉再仔細閱讀原題，然後寫下答案。要是您認為另一個答案也對，就找指導員求證。

最重要的是在揭露正確答案之前，一定要先作答，不要走捷徑而只讀標準答案，這會使您記在心頭的資料量大減。

通常您從題框之長度與寬度上便可看出答案之大概，但是您最好要瞭解正確答案，不要以此臆測，有些題目只要圈選正確答案，千萬記住要先作答才看答案。

E. 測驗

單元內之各個測驗均可幫助您評量自己學習本課程之概略狀況；這些測驗有多重選擇，每個題目都有四個可能的答案讓您去選。

1. 課前單元測驗

為了幫助各家公司瞭解員工需要施訓的項目，TPC 訓練部門研究出這套測驗題，利用測驗結果決定訓練課程。

2. 課間自我測驗

您可以自己完成這項測驗，您讀完每一課後都有測驗題，可以瞭解自己學得多少；正確答案即印在各課最後一頁，像作練習題一樣，一定要先寫好答案再行核對。

3. 課後單元測驗

讀完每個單元之後就要作一次課後單元測驗；一共有 50 道多重選擇題，均取材於您讀過的課程，您應能在一個小時左右完成這項測驗。

4. 再測驗

如果課後單元測驗之成績不理想，您可以重新測驗一次，不過您一定得再費些時間把測驗過的各課內容重行閱讀才行。

F. 單元證書及課程證書

在您不間斷地完成一個單元的課程，而課後單元測驗成績亦令人滿意後，您將獲得一紙結業證書；完成全部課程後則可取得另紙課程結業證書，其中並印有完成課程之大綱。

G. 補充讀物

讀完課內資料後，您如認為需要更進一步參閱其他書籍，或對某些課題欲作更廣泛的接觸，則 TPC 訓練部門印了一份補充讀物表，可以找您的指導員要。

如何從課程中獲得最豐碩的成果

對於課程的安排，我們會精心策劃過，盡可能讓您能夠容易瞭解，但是要從此獲得最佳成果，還有一大半要靠您的努力，您對這項有效的學習負有較重的責任，但是您的努力必然獲得相當的代價。

A. 建立良好學習習慣

研究本課程之成功關鍵，首在建立良好學習習慣；若可能的話，每天找個固定的時間在能專心不受干擾的地方學習，最理想的是選在精神顛峯狀態下，感覺敏銳的時候；若求此而不可得，那也要盡量找個可以專心而不致被打斷的環境。

課程伊始，您可能較難以適應這種性質的學習計劃，但過一段時間，您必能駕輕就熟了。

您如欲從課程中獲取最豐碩的成果，請遵循以下的步驟：

第一步：在逐字閱讀之前，先將全課瀏覽一遍，其重點在：

- a. 只看大標題及小標題，這是要您看看是否熟悉各個標題，注意課題的相互關係及安排方式。
- b. 仔細看課文內的圖解、表格、或略圖等。
- c. 當您逐頁翻閱時，只要看看各段的第一句及最後一句。

您應能在五至十分鐘內完成初次瀏覽，這時您對課內的重點已有個概念，而且您在仔細詳讀之前，就能瞭解可以學到什麼。在這次瀏覽裡，您也同時能看出新課程裡所談的與前面各課有何連帶關係。

第二步：仔細閱讀各段，必須瞭解每個句子，您應做到

- a. 查閱不懂的字。
- b. 瞭解各個句子。
- c. 以簡單文字或句子將每段作成摘要。

d. 讀完一段或一頁，要停下來想想說的是什麼。

第三步：記下重點以助記憶，或者在重點下劃綫，將來復習時容易找到。注意不要劃綫太多，用您自己的方法分辨出主要重點與次要重點。

有很多方法您可以用來分辨課文的綱要，您可以用色筆劃出重點或用括號括出，或分別以數字或字母編列，千萬記住作每一個記號都要有其必要，記號很多並不表示讀得多或是懂得透徹。

課文內容未全段或全頁讀完之前，切勿妄作註記或標示重點，如果您邊讀邊記，不但可能劃得滿紙通紅，而且可能疏漏主題間的相互關係，或是使閱讀失去連貫性。

第四步：讀完每一課要作測驗題之前，先復習一下重點，您前此所作的註記及所劃的重點都可派上用場。

學完整個單元之後，還要將全部課程復習一遍，包括習題及測驗題在內；然後再作課後單元測驗。若復習時發現有某些課題不甚清楚，就把有關資料再讀一次。

B. 改善您的閱讀習慣

您若驅策自己讀快一點，不但能節省學習時間，而且也不會降低瞭解程度。當您開始閱讀課程時，不要一次只看一個字，要一次看一個詞語或一組單字，同時試著去瞭解這些字或詞語的意思。

一般人常犯的錯誤是在讀一個句子時，心裡還默唸著每個單字；您可以瞭解到這樣必然減低閱讀速度。您不妨先試一下讀完並瞭解一頁書需多長的時間，然後在以後的各頁設法改善；知道讀完第一頁所需的時間後，您就能逐頁加快速度，也能漸漸持久。

C. 如何進行測驗

課中自我測驗的題目都是多重選擇題，每課都有這種題目，讓您有實地測驗的機會；課後單元測驗也採用相同的形式。多重選擇的題目包括一個直接問題、一個完整的句子，或一段不完全的敘述，後頭跟著四個可能的答案，其中有一個能使不完全敘述變成完整，或是回答了該問題。大部份情形這些答案只有一個是對的，另有些情況則其中的某一個是最佳答案。

進行測驗的要訣在仔細閱讀問題，如果找不到您心中所想的答案，就再仔細將問題及答案讀一遍，若仍無法決定應選答案，則暫時擱下，先作下面一題，等所有能答的題目都答完以後，再回頭作答。

答完所有能答的題目之後，您應重行檢查一下，像這類的測驗極容易因誤讀原題或未適當查對答案而造成錯誤。

課程內所包含的測驗大部份都不是競爭性的考試，您只能自我競試，只要您作充分準備，對解答這些測驗題將是信心十足。

目 錄

譯者序	I	流動點	21
學員指南	II	液壓油之選擇	22
基本液壓學	1	構件 (組件) 保護	24
第一課 液壓學原理	2	化學性質	26
流體動力及液壓學	2	系統之污染	27
力量、重量及質量	3	水	27
壓力	5	溶解的空氣	27
功與能	5	起泡	28
非壓縮性與非擴散性	6	腐蝕與生銹	28
流體靜壓	7	液壓油之種類	29
巴氏原理	7	自我測驗及解答	32
流體動力之傳送	8	第三課 濾網與濾器	34
管中之液流	11	液壓系統之要求	34
柏努力原理	11	沉澱	34
對熱液體的影響	11	過濾的程度	35
液壓動力系統	12	性能特性	36
自我測驗及解答	15	不同濾件的性能	36
第二課 液壓油	17	濾網	38
液壓油之功能	17	油櫃濾網	40
物理性質	18	管上濾網	40
粘度	18	濾器	41
粘度指數	21	纖維濾件	44
粘度與壓力	21	非纖維表面濾件	45
		磁性濾件	45
		濾器及濾網之安裝	46
		自我測驗及解答	49

第四課 油櫃與蓄壓器.....	51	液壓管路.....	84
系統要求.....	51	流量與速度.....	85
油櫃之要求.....	51	液壓.....	86
隔板.....	53	壓力損失.....	86
空氣分離.....	53	管綫內之損失.....	87
油櫃冷卻.....	54	鋼管.....	89
油櫃附件.....	57	管路接頭.....	90
蓄壓器.....	59	管路之安裝.....	92
自我測驗及解答.....	65	管料.....	92
第五課 液壓泵.....	67	管料彎曲.....	94
泵之分類.....	67	管料接頭.....	94
額定與選擇因素.....	68	軟管.....	96
能量.....	69	軟管端接頭.....	96
壓力.....	69	快卸連管器.....	97
驅動速度.....	69	安裝.....	98
效率.....	70	自我測驗及解答.....	100
流體特性.....	70	第七課 轉向控制閥.....	102
可靠性.....	70	轉向控制閥.....	102
大小與重量.....	70	手動操縱閥.....	102
控制之適應性.....	70	自動雙通閥.....	103
泵之使用壽命.....	71	止回閥.....	104
泵之成本.....	71	導動止回閥.....	106
泵之種類.....	73	短管閥.....	108
齒輪泵.....	73	雙通短管閥.....	108
外齒輪泵.....	73	三通閥.....	108
內齒輪泵.....	74	流體馬達控制.....	110
軸流(螺旋)泵.....	75	常開與常關閥.....	110
擺線泵.....	76	固持閥.....	111
輪葉泵.....	76	四通閥.....	111
活塞泵.....	78	五通閥.....	113
自我測驗及解答.....	82	旋轉閥.....	113
第六課 管路、管料及接頭.....	84	閥引動器.....	113
		附件.....	114
		自我測驗及解答.....	116

第八課 壓力控制閥..... 118

壓力控制閥.....	118
壓力洩放閥.....	118
提動閥.....	119
短管閥.....	120
次序閥.....	122
配衡閥.....	122
固持閥.....	123
卸載閥.....	125
減壓閥.....	125
抑震器.....	126
流量控制閥.....	126
壓力補償.....	128
溫度補償.....	128
自我測驗及解答.....	130

第九課 液壓缸..... 132

液壓缸.....	132
雙動液壓缸.....	132
單動液壓缸.....	134
雙活塞液壓缸.....	135
定位液壓缸.....	135
液壓缸之構造.....	137
活塞環及軸封.....	137
桿填料.....	137
液壓缸之選擇.....	140
流量.....	144
緩衝.....	144
活塞桿強度.....	145
自我測驗及解答.....	147

第十課 液壓馬達..... 149

液壓馬達.....	149
馬達之分類.....	150

額定及選擇因素.....	151
液壓馬達構造.....	156
齒輪馬達.....	156
輪葉馬達.....	158
活塞馬達.....	159
旋轉引動器.....	160
提要.....	161
自我測驗及解答.....	163
單元測驗.....	165
指導人單元指南.....	173

液壓系統檢修

第一課 液壓系統..... 176

液壓系統.....	177
泵及其驅動設備.....	177
引動器.....	177
控制閥.....	177
導管及連接器.....	177
液壓油.....	178
流體儲存及處理設備.....	178
追蹤系統.....	178
瞭解系統.....	178
迴路及系統圖.....	180
機械裝設.....	184
瞭解構件.....	185
轉換性構件.....	185
系統作業.....	186
提要.....	189
自我測驗及解答.....	191

第二課 液壓圖解圖..... 193

液壓圖的種類.....	193
何謂圖解圖?.....	195
圖解圖的特性.....	195

綫路	195	安裝導管與連接器	226
符號	195	液壓管路	226
何種圖解圖？	197	一般安裝程序	228
圖解圖閱讀指南	197	液壓管料	228
液流模式	199	擴管	229
尋找說明資	199	檢查杯口	232
仔細閱讀圖解圖	199	管料彎曲	232
仔細閱讀符號	199	管料組合	232
步步追蹤法	200	液壓軟管	233
液壓系統的基本元件	200	軟管安裝	235
泵	200	密封安裝	235
引動器	200	油櫃安裝	237
控制閥	202	濾器安裝	238
導管與連接器	202	冷卻器與換熱器安裝	238
流體儲存與處理設備	202	引動器安裝	239
液壓迴路	203	提要	239
順序閥	204	自我測驗及解答	241
提要	205		
自我測驗及解答	207		
第三課 液壓構件之安裝	209	第五課 選擇液壓油	243
安裝之考慮	209	液壓油選擇	243
清潔	209	潤滑性質	244
安裝安全	210	粘度與粘度指數	244
泵及驅動器安裝	210	對物理及化學變化的抵抗力	248
泵之起動	215	低溫性質	248
控制閥安裝	216	去乳化性	248
為了方便而增設的閥口	218	防銹性	248
閥口識別	218	防火性	249
機械閥件安裝	220	適應性	250
氣力引動閥	220	一般性質	250
電力控制閥	220	液壓油選擇	252
		系統灌充液壓油	253
第四課 安裝管路與管料	226	濾器安裝	254
安裝導管與連接器	226	提要	255
		自我測驗及解答	257

第六課 系統維護計劃	259	第八課 閥之故障檢修	292
維護之分類	259	閥之故障	292
檢查	259	閥件試驗程序	292
制定維護計畫	260	修理程序	296
維護要求	262	分解	296
定期檢查	265	清理	297
油櫃液位	265	檢查	297
油櫃液溫	266	修理或更換	298
外漏	266	檢查故障	298
系統結構之外在情況	266	電磁閥故障	301
作業壓力	266	重組	302
液壓油品質	266	測試	303
濾器	267	提要	303
機器性能	267	故障檢修表	304
修理計畫	267	自我測驗及解答	306
翻修計畫	268	第九課 液壓缸故障檢修	308
系統保養	269	液壓缸之描述	308
典型系統計畫	269	液壓缸之故障檢修	308
提要	273	液壓缸測試	310
自我測驗及解答	274	液壓缸修理	313
第七課 系統故障檢修	276	液壓缸安裝	316
何謂故障檢修	276	吸震器	320
診斷與徵兆	276	液壓故障檢修表	321
評估最近維護記錄	277	自我測驗及解答	322
評估各項徵兆	277	第十課 泵與馬達故障檢修	324
鑑定原因	277	泵與馬達	324
找出答案	278	故障檢修	324
工具與錶計	280	齒輪泵故障	328
扳手	280	輪葉泵故障	329
錶計	281	輪葉馬達	330
典型故障檢修應用	283	軸向活塞泵故障	331
故障檢修表	286	徑向活塞泵故障	332
自我測驗及解答	290		

泵與馬達修理.....	334	自我測驗及解答.....	339
泵之維護檢查.....	334	單元測驗	341
液壓泵故障檢修表.....	335	指導人單元指南.....	349
液壓馬達故障檢修表.....	336		
提要.....	334		

基本液壓學

液壓學及液壓機

液壓學之研究，其目的在於利用液體之不可壓縮性，以傳遞動力。此種原理在工業上之應用，如液壓機、液壓缸等，均為液壓學之重要組成部分。液壓機之構造，通常由液壓缸、液壓泵、液壓閥及液壓管線等所組成。液壓機之工作原理，係利用液體之壓力，將動力從液壓泵傳遞至液壓缸，從而帶動液壓缸中之活塞運動。液壓機之優點，在於其構造簡單、操作方便、且能傳遞較大之動力。液壓機之缺點，在於其液體易受污染，且液體之溫度會隨工作時間而升高，從而影響液體之黏滯性，導致液壓機之效率降低。液壓機之應用，廣泛於機械、礦山、建築、交通等各個領域。液壓機之發展，將使液壓學在工業上之應用更加廣泛。

液壓學之研究，不僅限於液壓機之構造與工作原理，更應包括液體之物理性質、液壓系統之設計與分析、液壓機之維護與故障排除等。液壓學之研究，對於提高液壓機之效率、降低液壓機之故障率、延長液壓機之使用壽命等，均具有重要之意義。液壓學之研究，亦應包括液壓機之安全問題。液壓機在運行過程中，由於液體之壓力過高，可能會導致液壓機之損壞，甚至發生安全事故。因此，液壓機之設計與分析，應充分考慮液壓機之安全問題，採取有效措施，確保液壓機之安全運行。液壓學之研究，將使液壓機在工業上之應用更加安全、可靠。

第一課 液壓學原理

前 言

液壓與流體動力在當今的生產工廠裏已經是隨時可以聽到的名詞，新近建造各種工廠具有各型新的液壓設備，較老的工廠，其新裝的機器通常也含有某種液壓構件；不管您工作的對象是新工廠或舊工廠，都必須對液壓系統的作業非常熟悉，才能適當維護這些機器，不使液壓構件發生故障。

本單元介紹液壓系統的一般作業特性及原理、構件，其中包括各種不同構件及附件的構造特徵；瞭解這些設備的構造、工作方法，對於一個維護技術人員是非常重要的。

本課描述液壓系統的基本作業原理，涉及液流動力計算，液壓傳送以及壓力或運動的特性。在您瞭解各種構件的作業方式之前，您必須先知道液流對它的效應；瞭解液流與壓力，也能幫助您明瞭液壓系統可能發生的問題，這些知識在發生故障時，能幫助您採取正確的矯正措施。

流體動力及液壓學

1.01 現代化生產設備使用很多流體動力系統，這是經由流體傳送力量作功的系統。流體可能是液體，如油或水，也可能是氣體，如壓縮空氣、氮氣或二氧化碳。使用氣體傳送力量的流體動力系統稱為氣動系統，而使用液體者則稱為液壓系統；Hydraulics這個字是取自羅馬字“hydro”（意指水）及“aulis”（意指管綫），原先液壓所指的只是管綫內的水流，現在則包括系統內的任何一種液體。（註：Hydraulics 我國以前譯為水力學，現譯為液體力學，有時亦稱為液壓學）

1.02 目前用得最普遍的液壓系統包括汽車剎車系統，以及加油站所使用的動力轉向液壓升降機與液壓起重機。還有很多液壓系統也屬於傾卸卡車、壓路機、推土機以及開山機等設備。

1.03 生產工廠還用了很多種液壓系統。液壓動力特別適用於千斤頂、升高機、吊重器、壓床、鉚釘壓機、扭力轉換器、枱床及刀具之進刀機構以及試驗設備等之作業。雖然所舉的這些例子用的是不同的液壓系統，但其基本原理都一樣。在研究液壓系統及其構件之前，我們先復習一下與力及運動有關的定律，及其與液壓原理的關係，以及如何應用到這上面。

力量、重量及質量

1.04 力是施於物體的推或拉等動作以改變其位置或運動方向，其中包括起動、停止、改變速度及運動方向。在液壓系統裏隨時都要有力量存在，才能使系統發揮功能。如圖 1-1 所示，泵連續加壓力於液壓油，此力量必須大到足以克服管料對液流的抵抗力，並能執行系統的工作。系統所要完成的功越大，則其所需的力量也越大。

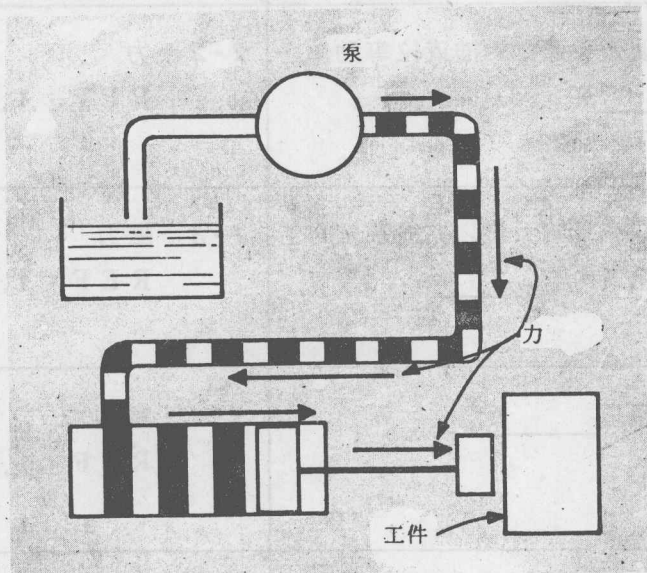


圖 1-1 液壓系統內之力

1.05 物體或物質因受到重力而產生重量，重量永遠是一種向下的力，在液壓系統中，油櫃裏的流體、管綫或任何構件都有它的重量，這不管流體是靜止或在運動中都是一樣。

1.06 所有物體或物質也都有質量，質量表示物體內物質的數量以及其慣性或對運動的抵抗力，物體的質量決定其在地球或任何受重力作用的場所之重量，慣性則決定需要多少力量以起動、停止或改變物體的運動。質量越大，所需克服其慣性的力量也越大。

1.07 液體的密度或質量是以其比重表示，液體的比重 (S.G.) 是在相同溫度相同體積之下，與水重量之比。水的 SG 為 1.0，而石油在 49 C (120 F) 之 SG 為 0.78，氯化碳氫液 (液壓流體) 在 120 F 之 SG 為 1.42；雖然流體之 SG 通常並不很重要，但却可據以決定系統裏液壓流體之型態。