

2.32

机床液压传动的基本知识

甘肃人民出版社

责任编辑：王郁明

封面设计：岑新伟

考工问答

机床液压传动的基本知识

邢成烈 编

甘肃人民出版社出版

（兰州第一新村51号）

甘肃省新华书店发行 兰州新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张9.75 字数200,000

1984年6月第1版 1984年6月第1次印刷

印数：1—3,700

书号：15096·64 定价：0.84元

出版说明

《机械工人自学丛书》是根据第一机械工业部颁布的《工人技术等级标准》第三册《机床加工》和第四册《钳工》共二十个工种的应知应会条款，由甘肃省科普创作协会组织甘肃工业大学、兰州石油化工机器厂、甘肃电视机厂等单位的教师、工程技术人员参加编写而成。为使这套丛书具有一定适应性和便于自学参考，并没有按照工级分级的方法编写，而是在问答内容上由浅入深，由低工级应知到高工级应知，读者在使用中可以自由选取。这样做，实际上保持了不同工级应知内容的连续性，避免了某一工种某一工级仅仅限于若干个问答的简单化做法，使广大机械工人有一个知识的自适应范围和发展天地。本书也可作为职工培训的教材。

限于编者的经验和水平，我们的良好愿望同丛书编写的实际水平之间肯定有不小的差距，恳请广大读者批评指正。

目 录

一、预备知识

1. 什么是液压传动? (1)
2. 液压传动装置是由哪些基本部分组成的? 各部分的作用是什么? (2)
3. 什么是液压元件? 什么是液压辅件? 什么是液压回路? 什么是液压系统? (3)
4. 液压传动有什么优缺点? (3)
5. 什么是油液的密度、重度和可压缩性? (4)
6. 什么是油液的粘度? 常用什么单位表示? (6)
7. 油液的粘度与哪些因素有关? (7)
8. 液压传动系统对油液有什么要求? (8)
9. 怎样选择液压系统用油? (10)
10. 什么是油液的压力? 机床液压系统的压力等级是怎样划分的? (11)
11. 什么是油液的真空度? 什么是油泵的安装高程? (15)
12. 什么是工作液体的流量和流速? 工作液体所具有的液压功率如何计算? (16)
13. 为什么说液压传动是以液体的压力能来工作的? (17)
14. 什么是液体的层流运动和紊流运动? 怎样判别? (19)
15. 什么是液压损失? (20)
16. 什么是容积损失? (21)
17. 什么是液压传动系统的效率? (22)

18. 什么是气蚀现象? 什么是液压冲击?	(24)
-----------------------------	------

二、液压泵

19. 液压传动所采用的油泵是什么形式的泵? 它是怎样工作的? 有什么特点?	(26)
20. 齿轮泵的工作原理是什么?	(27)
21. 齿轮泵的排油量怎样计算?	(29)
22. 齿轮泵的工作转数与哪些因素有关?	(30)
23. 齿轮泵的工作压力与哪些因素有关?	(31)
24. 齿轮泵的泄漏与哪些因素有关? 怎样减小泄漏损失? ...	(32)
25. 什么是齿轮泵的困油现象? 困油现象有什么害处? 怎样消除它?	(35)
26. 齿轮泵有什么优缺点?	(36)
27. 齿轮泵运转时噪音严重、压力波动较大的原因是什么?	(37)
28. 齿轮泵供油量不足、压力上不去的原因是什么?	(38)
29. 叶片泵主要有哪几种类型?	(38)
30. 单作用叶片泵和双作用叶片泵的工作原理是什么? 各有什么特点?	(39)
31. 叶片泵的排油量怎样计算?	(41)
32. 叶片泵的工作压力和转数与哪些因素有关?	(44)
33. 叶片泵的叶片为什么要倾斜放置? 倾斜方向和转子旋转方向有什么关系?	(44)
34. 叶片泵的泄漏与哪些因素有关? 怎样减小泄漏损失? ...	(46)
35. 什么是单级叶片泵? 什么是双级叶片泵? 什么是双联叶片泵?	(48)
36. 变量叶片泵有几种类型? 它们各有什么特点?	(49)
37. 限压式变量叶片泵的工作原理是什么? 它有什么用途?	(50)

38. 叶片泵配流窗口开设的原则是什么? 三角沟槽的作用是什么? (55)
39. 叶片泵有什么优缺点? (59)
40. 叶片泵经常出现的故障有哪些? 原因是什么? (60)
41. 径向柱塞泵的工作原理是什么? (61)
42. 径向柱塞泵的排油量怎样计算? (62)
43. 径向柱塞泵的泄漏损失与哪些因素有关? 其特点是什么? (63)
44. 什么是阀配流径向柱塞泵? (64)
45. 径向柱塞泵有什么优缺点? (65)
46. 轴向柱塞泵的工作原理是什么? (65)
47. 轴向柱塞泵有几种类型? 它们各有什么特点? (68)
48. 轴向柱塞泵的排油量怎样计算? (71)
49. 轴向柱塞泵的泄漏损失与哪些因素有关? 特点是什么? (72)
50. 轴向柱塞泵有几种变量形式? 各有什么特点? (72)
51. 轴向柱塞泵有什么优缺点? (73)
52. 什么是泵的自吸性能? (74)
53. 什么是泵的职能符号? 如何表示? (75)

三、液压马达和液压油缸

54. 什么是液压马达? 什么是液压油缸? (78)
55. 液压马达有哪几种类型? (78)
56. 齿轮马达的工作原理是什么? 它和齿轮泵在结构上有哪些区别? 有什么优缺点? (79)
57. 叶片马达的工作原理是什么? 它和叶片泵在结构上有哪些区别? 有什么优缺点? (82)
58. 轴向柱塞马达的工作原理是什么? 它和轴向柱塞泵在结构上有哪些区别? 有什么优缺点? (84)
59. 径向柱塞马达的工作原理是什么? 它和径向柱塞泵

在结构上有哪些区别? 有什么优缺点?	(86)
60. 径向柱塞式低速大扭矩马达有哪几种类型? 各有什 么特点?	(88)
61. 液压马达输出转数和转矩怎样计算?	(92)
62. 低速大扭矩液压马达的结构有什么特点?	(93)
63. 液压马达的职能符号是什么?	(94)
64. 往复油缸有哪几种类型?	(95)
65. 什么是单作用油缸? 它有什么特点?	(96)
66. 什么是单活塞杆双作用油缸? 它有什么特点?	(97)
67. 什么是差动油缸? 它有什么特点?	(99)
68. 什么是双活塞杆双作用油缸? 它有什么特点?	(101)
69. 什么是串联油缸? 它有什么特点?	(102)
70. 什么是增压油缸? 它有什么特点?	(103)
71. 什么是油缸机械传动机构? 它有什么特点?	(104)
72. 什么是摆动油缸? 它有什么特点?	(105)
73. 油缸中为什么要加缓冲装置?	(106)
74. 油缸中为什么装有排气装置?	(107)
75. 什么是静密封? 什么是动密封? 对油缸的密封有哪 些基本要求?	(108)
76. 什么是间隙密封? 它有什么特点?	(109)
77. 什么是活塞环密封? 它有什么特点?	(109)
78. 什么是密封圈密封? 常用的密封材料有哪几种? 它 们各有什么特点?	(110)
79. 什么是O形密封圈? 它有什么特点?	(111)
80. 什么是Y形密封圈? 它有什么特点?	(113)
81. 什么是V形密封圈? 它有什么特点?	(114)
82. 什么是回转轴的密封圈?	(115)
83. 油缸在安装使用时应注意哪些问题?	(115)
84. 油缸常见的故障有哪些? 原因是什么?	(117)

85. 油缸的职能符号是什么?(118)

四、液压阀

86. 什么是液压阀? 液压阀如何分类? 对液压阀有哪些基本要求?(121)
87. 压力控制阀的工作原理是什么?(122)
88. 什么是溢流阀? 什么是安全阀? 它们的工作原理是什么?(122)
89. 什么是直动式溢流阀? 它有几类基本结构形式? 各有什么特点?(124)
90. 什么是导控式溢流阀? 它的工作原理是什么? 有什么特点?(126)
91. 溢流阀的职能符号是什么? 对溢流阀的性能有哪些要求?(128)
92. 溢流阀怎样实现远程调压?(129)
93. 溢流阀怎样作卸荷阀使用?(130)
94. 什么是减压阀? 它的基本工作原理是什么? 有哪几种主要类型?(131)
95. 定值减压阀的工作原理是什么? 它的职能符号是什么?(132)
96. 定差减压阀的工作原理是什么? 它的职能符号是什么?(135)
97. 什么是单向减压阀? 它的职能符号是什么?(136)
98. 什么是顺序阀? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(137)
99. 什么是单向顺序阀? 它的职能符号是什么?(139)
100. 什么是液动顺序阀? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(140)
101. 顺序阀如何作卸荷阀、平衡阀使用?(141)

102. 什么是背压阀?(144)
103. 什么是压力继电器? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(144)
104. 压力阀常见故障有哪些? 原因是什么?(146)
105. 什么是流量控制阀? 它的工作原理是什么?(147)
106. 节流孔有哪几种类型? 它们各有什么特点?(148)
107. 对节流阀的性能有哪些要求? 常用的节流阀有几种结构形式? 它们各有什么特点? 节流阀的职能符号是什么?(149)
108. 什么是单向节流阀? 什么是单向行程节流阀? 它们的工作原理是什么? 职能符号是什么?(152)
109. 什么是调速阀? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(156)
110. 什么是单向调速阀? 什么是单向行程调速阀? 它们的工作原理是什么? 职能符号是什么?(157)
111. 什么是溢流节流阀? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(160)
112. 什么是温度补偿节流阀和温度补偿调速阀?(161)
113. 什么是分流集流阀? 它的工作原理是什么? 职能符号是什么?(163)
114. 什么是延时阀?(165)
115. 节流阀和调速阀在液压系统中的使用方法有几种? 各有什么优缺点?(167)
116. 节流阀堵塞的原因是什么? 怎样防止?(169)
117. 节流阀常见的故障有哪些? 原因是什么?(170)
118. 单向阀的工作原理是什么? 有几种结构类型? 职能符号是什么?(171)
119. 液控单向阀的工作原理是什么? 职能符号是什么?(172)
120. 换向阀的基本工作原理是什么? 有哪些主要的分类方

- 法？各种分类方法的意义是什么？……………(174)
121. 二位二通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(175)
122. 二位三通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(177)
123. 二位四通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(178)
124. 二位五通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(179)
125. 三位四通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(181)
126. 三位五通阀的工作原理是什么？职能符号是什么？…………(182)
127. 什么是换向阀的滑阀机能？各种主要类型滑阀机能有什么特点？职能符号是什么？……………(183)
128. 什么是电磁换向阀？它有什么特点？职能符号是什么？……………(185)
129. 什么是液动换向阀？它有什么特点？职能符号是什么？……………(188)
130. 什么是电液换向阀？它有什么特点？职能符号是什么？……………(190)
131. 什么是手动换向阀？它有什么特点？职能符号是什么？……………(193)
132. 什么是行程阀？它有什么特点？职能符号是什么？…………(194)
133. 什么是转阀？它的工作原理是什么？有什么特点？职能符号是什么？……………(195)
134. 压力开关的工作原理是什么？……………(197)
135. 什么是液压操纵箱？它有什么优缺点？……………(198)
136. 换向阀为什么要设置泄油孔？是否所有的换向阀都有泄油孔？使用中应注意什么问题？……………(198)
137. 换向阀有哪些常见故障？原因是什么？……………(200)

五、辅助装置

138. 什么是液压系统的辅助装置？主要有哪几种？……………(201)
139. 对油管有哪些基本要求？怎样选择油管的尺寸？……………(201)

140. 油管有哪些类型? 各有什么特点? 管路的职能符号是什么?(202)
141. 对管路的连接有哪些要求? 液压系统常采用什么样的管路连接方法?(203)
142. 管接头有哪几种类型? 各有什么特点?(205)
143. 油箱有哪些用途? 油箱的容积如何确定?(207)
144. 油箱在结构上应注意哪些问题? 它的职能符号是什么?(208)
145. 液压系统中为什么要对工作油液进行过滤? 对滤油器有哪些要求?(209)
146. 滤油器有哪些类型? 它们各有什么特点? 职能符号是什么?(210)
147. 滤油器怎样安装使用?(215)
148. 液压系统的冷却方式有几种? 什么情况下使用冷却器? 冷却器的职能符号是什么?(216)
149. 加热器有什么用途? 职能符号是什么?(217)
150. 蓄能器有什么用途?(218)
151. 蓄能器的工作原理是什么? 常用的蓄能器有哪几种类型? 它们各有什么特点? 蓄能器的职能符号是什么?(219)
152. 液压系统在什么情况下采用排气阀? 怎样使用排气阀? 它的职能符号是什么?(221)

六、基本回路

153. 什么是基本回路? 掌握基本回路有什么用途?(224)
154. 什么是调压回路?(224)
155. 什么是减压回路?(227)
156. 什么是增压回路?(228)
157. 什么是卸荷回路?(229)

158. 什么是顺序动作回路?	(233)
159. 什么是平衡回路?	(236)
160. 什么是背压回路?	(237)
161. 什么是节流调速回路?	(238)
162. 什么是容积节流调速回路?	(239)
163. 什么是容积调速回路?	(242)
164. 什么是分级调速回路?	(244)
165. 什么是速度换接回路?	(246)
166. 什么是差动回路?	(249)
167. 什么是增速回路?	(250)
168. 什么是缓冲回路?	(252)
169. 什么是同步回路?	(254)
170. 什么是周期运动回路?	(256)
171. 什么是换向回路?	(258)
172. 什么是行程制动换向回路?	(259)
173. 什么是时间制动换向回路?	(260)
174. 什么是复合制动换向回路?	(262)
175. 什么是油马达制动回路?	(264)
176. 什么是多缸动作互不影响回路?	(265)

七、基本回路应用实例

(一) M131W 万能外圆磨床液压系统

177. M131W 万能外圆磨床液压系统有哪些主要用途?	(267)
178. 开停阀有什么作用?	(269)
179. 工作台往复运动是怎样实现的?	(270)
180. 工作台的制动、停留和反向启动的过程如何? 怎样进行调节?	(271)
181. 砂轮架是怎样实现横向周期进给的?	(273)
182. 砂轮架是怎样实现快速进退的?	(274)

183. 尾架顶尖往复运动的控制原理是什么? 工作台油缸

排气装置的工作原理是什么?(275)

(二) CH9220 液压半自动车床液压系统

184. CH9220 液压半自动车床液压系统有哪些主要用途?(275)

185. 工件如何夹紧和松开?(276)

186. 前刀架是怎样实现工作循环的?(278)

187. 后刀架是怎样实现工作循环的?(279)

(三) B228Y 大型龙门刨床液压系统

188. B228Y 大型龙门刨床液压系统有哪些主要用途?(280)

189. B228Y 大型龙门刨床液压系统工作原理是什么?(281)

(四) YT4043 型液压自驱式动力头液压系统

190. YT4043 型液压自驱式动力头液压系统的组成及特

点是什么?(282)

191. YT4043 型液压自驱式动力头液压系统是怎样实现

自动工作循环的?(284)

(五) YT4543 型液压他驱式动力滑台的液压系统

192. YT4543 型液压他驱式动力滑台液压系统的组成及

特点是什么?(287)

193. YT4543 型液压他驱式动力滑台液压系统是怎样实

现自动工作循环的?(288)

(六) 液压系统常见故障

194. 液压系统压力不足或完全无压力的原因是什么?(290)

195. 磨床工作台在启动开停阀后面仍然不动, 其原因

是什么?(291)

196. 工作机构运动速度不够或完全不动的原因是什么?(291)

197. 磨床工作台往复运动速度不一样的原因是什么?(292)

198. 液压系统产生噪音和振动的原因是什么?(292)

199. 工作台运动时产生爬行现象的原因是什么?(293)

200. 启动开停阀时磨床工作台突然向前冲（跳窜现象）
的原因是什么？(294)
201. 磨床工作台换向精度差、冲出量较大，原因是什么？ ... (294)
202. 机床液压系统工作温度过高，原因是什么？(295)
203. 机床液压系统循环不正常，原因是什么？(296)

一、预 备 知 识

1. 什么是液压传动？

液压传动和机械传动、电气传动及气动传动一样都是一种能量传递装置。不同之处是，液压传动是以液体作为传递能量的工作介质，将原动机输入的机械能转换为液体的压力能，然后再将液体的压力能转换为机械能输出，以驱动负载做功。

如图 1—1 所示，当左边的小活塞受 F_1 力作用下压时，活塞底部的油液便受到一定的压力 P ，油液的压力 P 可通过连通管路传到右边大活塞油缸中，并作用在大活塞底面上，产生一个向上的油压推力 F_2 ，油压推力 F_2 便可将一定的负载重物托起，实现力的传递。

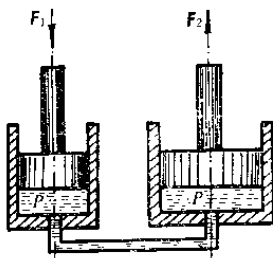


图 1—1 液压传动基本
工作原理

当小活塞下移时，小活塞油缸容积减小，缸中油液被排出，通过连通管流到大活塞缸中，迫使大活塞上移一定距离，驱动负载移动同一距离，实现了运动的传递。

大活塞对负载施加了一定的力并沿力的方向使负载移动一段距离，才对负载做了功，也就是把液压能传递给负载。

这个能量是哪来的呢？是原动机通过小活塞输入来的。在不考虑机械摩擦损失和油液漏损的情况下，小活塞转入的全部机械功等于大活塞输出的全部机械功，液压传动装置只起传递能量的作用，本身的能量既不增加也不减少。

由于液压传动是靠工作容积的变化来使液体获得压力能和传递压力能的，所以通常也称液压传动为容积式液压传动。

如变矩器、偶合器这类传动机械，实际上是离心泵和涡轮机系统，虽然它们也是以液体为工作介质传递能量的，但它们主要以液体高速运动的速度能传递能量。这类传动通常称为液力传动，在机床中没有被采用。

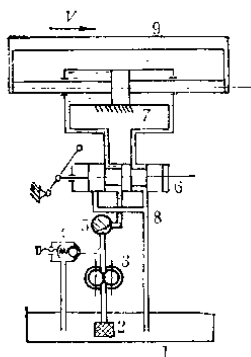


图 1—2 液压传动装置的组成原理

- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1—油箱 | 2—滤油器 | 3—油泵 |
| 4—溢流阀 | 5—节流阀 | 6—换向阀 |
| 7—油缸 | 8—管路 | 9—工作台 |

2. 液压传动装置是由哪些基本部分组成的？各部分的作用是什么？

液压传动装置是由四个主要部分组成的，即：油泵、液动机、控制调节装置和辅助装置。

油泵的用途是将电动机或其它原动机输入的机械能转换成油液的压力能，是高压油的油源。

液动机是将油泵提供的液压能转换成机械能、

驱动负载做功的装置，也称为液压执行机构。图 1—2 中的油缸 7 便是往复直线运动式的液动机。在压力油推动下，活塞带动磨床工作台往复运动。旋转式运动的液动机称为液压马达。

控制调节装置包括：溢流阀、节流阀、换向阀等，其作用是对液动机的驱动力（力矩）、运动速度（转数）及运动方向进行调节，以满足负载的要求。

辅助装置包括油箱、滤油器、油管等，它们只起辅助作用，如储存油液、过滤油液中的杂质、将液压传动装置中各组成部分连接起来形成可实现能量传递的循环油路等。

3. 什么是液压元件？什么是液压辅件？什么是液压回路？什么是液压系统？

油泵、液压马达、油缸、控制调节装置中的各种阀类等一般统称为液压元件，它们在能量传递过程中起主要作用。起辅助作用的油箱、滤油器、油管、管接头、冷却器、蓄能器等一般统称为液压辅助元件，或简称液压辅件。

将一定的液压元件和液压辅件组合起来，形成具有特定功能的油流通路，一般称为液压回路，如调压回路、调速回路、换向回路等。

将液压元件和液压辅件按一定的关系组成一个可以实现能量传递的完整的整体，一般称为液压系统。

4. 液压传动有什么优缺点？

1. 液压传动的优点如下：

1) 液压传动装置和其它类型的传动装置相比，在同等功