



高等学校“十三五”规划教材

GAODENG XUEXIAO “13·5” GUIHUA JIAOCAI

工程装备液压系统构造 与维修技术

杨小强 涂群章 韩军 主编

非外借



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



高等学校“十三五”规划教材

工程装备液压系统构造 与维修技术

杨小强 涂群章 韩军 主编
申金星 殷勤 崔洪新 朱保国 副主编

北京

冶金工业出版社

2019

内 容 简 介

本书共分为七章,前六章系统介绍了工程装备液压系统的基础知识,液压元件、液压系统以及应用实例,其主要内容包括:工程装备液压系统的组成与工作原理,主要部件的结构与原理、常见故障分析与排除以及使用与维护技术等;最后一章以推土机、装载机、挖掘机、重型冲击桥和履带式综合扫雷车等几种典型工程装备为例,分门别类地介绍了作业装备液压系统的结构原理、故障特点与排除维修方法。本书内容详尽,具有较强的指导性和实用性。

本书可作为高等院校相关专业本科以及研究生专业课的教学用书,也可作为部队工程装备维修技术人员的基础培训教材或供工程装备液压系统领域各类从业人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程装备液压系统构造与维修技术/杨小强,涂群章,韩军
主编. —北京:冶金工业出版社,2019.6

高等学校“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-8109-4

I. ①工… II. ①杨… ②涂… ③韩… III. ①工程设备—
液压系统—构造—高等学校—教材 ②工程设备—液压系统—
维修—高等学校—教材 IV. ①TB4 ②TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第107774号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjchs@cnmp.com.cn

责任编辑 程志宏 王梦梦 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红 禹蕊

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-8109-4

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2019年6月第1版,2019年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;17.25印张;415千字;265页

49.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

本书作者多年从事工程装备液压系统的科研、实验与教学，对于部队使用的工程装备液压系统有非常深厚的理论基础和丰富实践经验。本书根据部队工程装备保障要求，系统地介绍了液压系统的基础知识、液压元件、液压系统与应用实例等，同时全面介绍了工程装备液压系统的组成、工作原理、主要部件结构与原理、常见故障分析与排除、使用与维护方面的内容。全书共分七章，第一章介绍液压传动的基本原理、特点与应用；第二章介绍液压传动系统中的液压油、油箱、油管、蓄能器和密封件等辅助元器件；第三章介绍齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等常用液压泵的结构原理与使用维修方法；第四章介绍齿轮马达、叶片马达和柱塞马达等的工作原理与维护修理方法；第五章介绍各种液压缸的结构原理与使用维修方法；第六章主要介绍液压系统中的各种控制阀的结构原理与故障排除及使用维修方法；第七章介绍工程装备液压系统的分类方法，并分别介绍推土机、装载机、挖掘机、重型冲击桥和履带式综合扫雷车等几种典型工程装备作业装置液压系统的结构原理、故障特点与排除维修方法。本书内容编写的主要特色包括：

1. 注重系统性：从液压传动的基本原理、液压系统的组成到维护使用、故障诊断与排除方法，层次性和系统性突出。

2. 内容适用范围广：全面地介绍了液压系统主要元件的原理、特点与故障排除方法，以多种典型工程装备液压系统为分析案例，研究其结构原理与故障诊断排除方法和技术，有很强的适用性。

3. 实用性强：深入细致地介绍了液压元件、电气控制元件与液压系统的组成、原理与故障特点，详尽分析了故障诊断排除与使用维护方法和技术，故指导性和实用性强。

本书由陆军工程大学杨小强、涂群章和陆军研究院作战保障研究所韩军任主编，参与编写的还有陆军工程大学申金星、殷勤、王伟、李沛、刘宗凯、刘武强、王天禹以及武警研究院崔洪新、中国人民解放军31605部队文建祥、陆军工程兵军代局朱保国、中国人民解放军32184部队任焱晞和李峰等。本书可作为高等院校相关专业的本科和研究生专业课的教学用书，也可作为部队装备

维修人员的培训教材或供从事本领域的技术人员参考。

由于编者时间仓促和水平所限，书中存在的疏漏和错误，恳请读者批评指正，以待进一步完善和提高。

编 者
2018年11月

目 录

第一章 概述	1
第一节 液压传动的基本原理	1
一、液压传动的基本原理	1
二、液压系统中的压力	2
第二节 液压传动系统的组成和液压系统图	3
一、液压传动系统的组成	3
二、图形符号	5
三、液压系统图	5
第三节 液压传动的特点及应用	6
一、液压传动特点	6
二、液压传动的应用与发展	7
复习题	7
第二章 液压油及辅助元件	8
第一节 液压油的选择与使用	8
一、液压油的选择	8
二、液压油的使用与维护	10
第二节 油箱、油管、管接头、滤油器和蓄能器	11
一、油箱	11
二、油管与管接头	14
三、滤油器	15
四、蓄能器	17
第三节 密封与密封元件	19
一、对密封装置的要求	19
二、密封的分类及特点	20
三、密封元件	20
四、密封的使用与维护	25
五、密封装置的修理	27
复习题	28
第三章 液压泵	29
第一节 液压泵概述	29

一、液压泵的基本工作原理	29
二、液压泵的常用种类和图形符号	29
三、液压泵的主要性能参数	30
第二节 齿轮泵	32
一、外啮合齿轮泵的基本结构和工作原理	32
二、常用的国产外啮合齿轮泵	33
三、内啮合齿轮泵	40
第三节 叶片泵	40
一、双作用叶片泵	41
二、单作用叶片泵	42
第四节 柱塞泵	43
一、斜盘式轴向柱塞泵	44
二、斜轴式轴向柱塞泵	47
第五节 液压泵的使用与维修	53
一、液压泵的使用	53
二、液压泵的维修	54
三、A8V107ER 型变量柱塞泵修理	56
复习题	67
第四章 液压马达	68
第一节 液压马达概述	68
一、液压马达基本工作原理及其分类	68
二、液压马达的主要性能参数	68
三、液压马达的图形符号	70
第二节 液压马达结构与工作原理	70
一、齿轮马达	70
二、叶片马达	71
三、柱塞马达	72
第三节 液压马达的使用与维修	76
一、液压马达的使用与维护	76
二、MF151 型回转马达的修理	77
三、A6V160HA 型行走马达的修理	81
复习题	85
第五章 液压缸	86
第一节 基本类型和工作原理	86
一、活塞缸	86
二、柱塞缸	88
三、摆动液压缸	89

四、组合液压缸	90
第二节 典型液压缸的结构	91
一、缸体组件	92
二、活塞组件	92
三、液压缸的密封	93
四、缓冲装置	94
五、排气装置	95
六、工程装备常用单杆活塞缸	95
第三节 液压缸的使用与维修	97
一、液压缸的安装	97
二、液压缸的修理	98
三、液压缸的故障分析及排除	99
复习题	101
第六章 控制阀及控制回路	102
第一节 换向阀与换向回路	102
一、单向阀	102
二、换向阀与换向控制回路	105
第二节 压力阀与压力调节回路	112
一、溢流阀与调压回路	112
二、减压阀及减压回路	116
三、顺序阀及顺序动作回路	118
第三节 流量阀与节流调速回路	121
一、节流阀	122
二、调速阀	122
三、流量控制阀的应用	123
第四节 多路换向阀	124
一、多路阀的形成	124
二、多路阀的分类	125
三、电液比例控制阀	128
第五节 控制阀的使用与维修	130
一、液控单向阀的故障分析及排除方法	130
二、换向阀的故障分析及排除方法	130
三、溢流阀的故障分析及排除方法	131
四、减压阀的故障分析及排除方法	131
五、节流调速阀的故障分析及排除方法	132
复习题	133

第七章 工程装备液压系统	134
第一节 推土机工程装置液压系统	135
一、TY220 型推土机工作装置液压系统	135
二、TLK220 新型轮胎式推土机工作装置液压系统	141
第二节 装载机工作装置液压系统	152
一、厦工某型装载机工作装置液压系统	152
二、ZLK50 新型轮胎式装载机工作装置液压系统	157
三、ZLK 系列装载机工作装置液压系统维修	159
第三节 挖掘机液压系统	162
一、某型高速挖掘机	162
二、某型高速挖掘机液压总成件修理	178
三、某型高速挖掘机工作装置液压系统检查与调整	186
四、某型高速挖掘机工作装置液压系统常见故障分析	188
第四节 重型冲击桥架设系统液压系统	205
一、液压系统	205
二、液压系统各主要元件	207
三、作业装置液压系统修理	212
四、液压系统常见故障与排除	222
第五节 履带式综合扫雷车工作装置液压系统	223
一、液压系统组成与原理	223
二、工作装置液压系统修理	230
第六节 某重型舟桥电控液压系统	238
一、概述	238
二、主要液压部件	238
三、电液系统原理	246
四、电液系统常见故障与排除	256
参考文献	265

第一章 概 述

液压系统在工程装备中，其主要作用就是通过改变管路中液压油的压强以增大作用力。一个完整的液压系统通常由五个部分组成，即动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件（附件）和液压油。工程应用的液压系统主要分为两类，即液压传动系统和液压控制系统，工程装备中的液压系统大多数为液压传动系统。液压传动系统以传递动力和运动为主要功能。液压控制系统则是使液压系统输出满足特定的性能要求（特别是动态性能），通常所说的液压系统主要指液压传动系统，本书论述内容也以液压传动系统为主。

第一节 液压传动的基本原理

一、液压传动的基本原理

由静力学基本方程可知，静止液体内任意一点的压力受外力发生变化时，则液体内任一点的压力将瞬时发生同样大小的变化。这也就是说在密闭容器中，平衡液体内任一点的静压力如有变化，这个变化将等值地传递到液体中的所有各点，这就是帕斯卡原理或称静压传递原理。液压传动正是利用这个原理来传递能量的，这一点可通过油压千斤顶的工作过程来说明。

图 1-1 所示为油压千斤顶的结构图，它由小液压缸 1、大液压缸 7、单向阀 2 和 4、开关 5、油箱 6 和滤油器 3 等组成。两液压缸由通道连接成一密闭容器，其中充满液压油，油液与大气不通。

在开关 5 关闭的情况下，提起手柄，小液压缸 1 的柱塞上移使其工作容积增大而形成真空，油箱 6 里的油液便在空气压力作用下通过滤油器 3 和单向阀 2 进入小液压缸；压下手柄时，小液压缸的柱塞下移，挤压其下腔的油液，这部分压力油便顶开单向阀 4 进入大液压缸，推动大柱塞上移，从而顶起重物。当再提起手柄时，大液压缸内的压力油将力图倒流入小液压缸，此时单向阀 4 会自动关闭，使油液不致倒流，这就保证了重物不致自动下落；同样压下手柄时，单向阀 2 也会自动关闭，使液压油不致倒流入油箱，而只能进入大液压缸将重物顶起。这样，手柄被反复提起和压下，小液压缸不断交替进行着吸油和排油过程，压力油不断进入大液压缸，将重物顶起。当需放下重物时，打开开关 5，大液压缸的柱塞便在重物作用下下移，将大液压缸中的油液挤回油箱。

可见，要使油压千斤顶工作必须具备两个条件：（1）处于密闭容器内的液体可以随两个液压缸工作容积的变化能够流动；（2）这些液体要具有压力。能流动并具有一定压力的液体能做功，即它具有压力能。在油压千斤顶例子中，小液压缸的作用是将手动的机械能转换为油液的压力能，大液压缸则是将油液的压力能转换为顶起重物的机械能。

由上述千斤顶的工作过程可知，当体积为 V 的液体处在油箱中，其所具有的压力能为

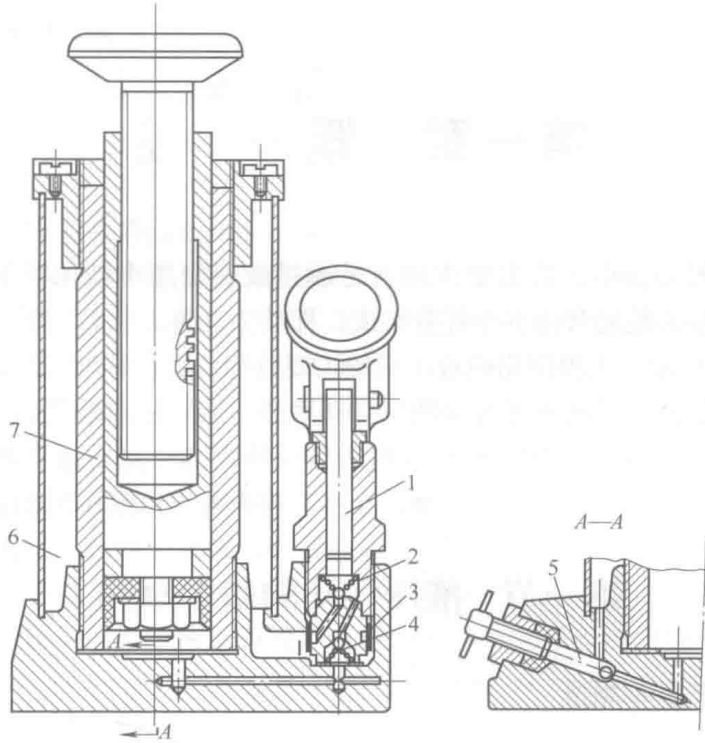


图 1-1 液压千斤顶

1—小液压缸；2、4—单向阀；3—滤油器；5—开关；6—油箱；7—大液压缸

$E_{压} = pV$ ，此时 p 为大气压力；当这部分液体被小液压缸吸入并压入大液压缸时，由于大液压缸上面有重物，使这部分液体的静压力 p 上升为 p' ，此时液体压力能变为 $E'_{压} = p'V$ ，则 $E'_{压} > E_{压}$ ，压力能发生了变化。当工作完毕，大液压缸内的液体在重物作用下流回油箱，这部分液体的静压力又变为大气压力 p ，压力能也变为 $E_{压} = pV$ 。所以，在千斤顶的整个工作过程中，参与工作的这部分液体的压力能有一个从小变大，又从大变小的过程，这样才完成了能量或动力的传递。

液压传动主要是依靠密闭容器中液体压力能的变化来传递能量或动力的。而液体压力能 ($E_{压} = pV$) 取决于液体的静压力 p 和液体体积 V ，所以影响液压传动性能的主要因素就是液体的静压力 p 和液体的体积 V 。

二、液压系统中的压力

(一) 系统压力的形成

通过油压千斤顶的例子可知，液压系统的压力是在外负载作用下，使液体在密闭容器中受到“前阻后推”的作用形成的。以图 1-2 的原理图为例进一步说明。

用手通过杠杆压千斤顶的小柱塞时，把油向大柱塞缸挤，只有当大柱塞缸的油压 p 足够大，使作用力 $F_2 = pA_2 > G$ 时，才能将重物顶起，小柱塞的油才有可

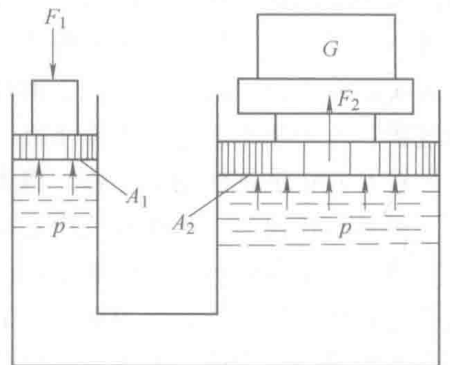


图 1-2 油压千斤顶传力原理简图

能被挤入大柱塞缸。重物越重，要想把重物顶起，系统内的油压就必须越高。如果大柱塞上没有重物，在小柱塞上稍一用力，油便进入大柱塞缸，此时系统内油压很低。这种情况下，即使是想往小柱塞上用力，也感到“有劲使不上”。因此可以说，液压系统中压力的大小取决于外负载。

(二) 系统压力的测量与表示

系统压力测量通常是在大气环境下进行，即以大气压力 p_0 为基准测量，故测得的压力称为相对压力。工程装备液压系统中的压力，大部分采用压力表测量，且比大气压力高出很多，相对压力为正值，也称为表压力，因此实际液压系统中我们测量和讲述的压力均指表压力。

(三) 系统压力的等级划分

不同的液压系统，使用压力的高低不同，液压行业将压力规定了若干个压力等级，即低压 (A): $p \leq 2.5\text{MPa}$; 中压 (B): $2.5\text{MPa} < p \leq 8\text{MPa}$; 中高压 (C, E): $8\text{MPa} < p \leq 16\text{MPa}$; 高压 (G, F): $16\text{MPa} < p \leq 32\text{MPa}$; 超高压 (H): $p > 32\text{MPa}$ 。括号中的英文字母用来表示不同的压力等级。

第二节 液压传动系统的组成和液压系统图

一、液压传动系统的组成

从油压千斤顶的工作原理可知，一个进行能量或动力传递的液压传动系统一般由 5 部分组成。

(1) 液压泵：其功能是将原动机的机械能转换为液体的压力能。图 1-1 中，油压千斤顶的小液压缸 1 即起液压泵的作用。

(2) 执行元件：其功能是将液体的压力能转换为工作装置的机械能。执行元件包括液压缸和液压马达两大类，其中液压缸带动负荷做往复运动，液压马达带动负荷做旋转运动。图 1-1 中大液压缸 7 就是油压千斤顶的执行元件。

液压泵与执行元件统称为液动力元件或能量转换装置，它们在液压传动系统中起到转换能量的作用。

(3) 控制调节元件：即各种阀。在液压系统中，各种阀门用以控制和调节各部分液体的压力、流量和方向，以满足机械的工作要求，完成一定的工作循环。图 1-1 油压千斤顶的单向阀 2、4 和开关 5 就是控制液流方向的，开关 5 还可控制液体流量从而控制重物下降的速度。

(4) 辅助元件：包括油箱、滤油器、油管及管接头、密封件、冷却器、蓄能器等。它们对保证系统可靠、稳定、持久地工作，起到重要作用，是液压传动系统不可缺少的组成部分。

(5) 工作介质：即液压油。在液压传动系统中用以传递运动、动力及信号，并起润滑和散热的作用。

液压传动系统就是按照机械的工作要求，用管路将上述各液压元件合理地组合在一起，形成一个能够使之完成一定工作循环的整体。

为了对液压传动系统有更深入的了解，可以观察一个能实现机床工作台往复运动的简单液压系统。图 1-3 (a) 中电动机（图中未示出）带动液压泵 3 旋转，泵从油箱 1 中吸油，然后将具有压力能的油液输入管路，油液通过节流阀 4 流到手动换向阀 6，由于换向阀阀芯处于中间位置，阀孔 P 与 A、B 均不相通，液压缸不通压力油，所以工作台 10 静止不动，压力油经溢流阀 5 流回油箱。若将操纵杆 7 向右推，使换向阀的阀芯右移处于如图 1-3 (b) 所示位置时，阀孔 P 和 A 相通，B 和 O 相通，这时，油液经压力油孔 P 流入换向阀，再经阀孔 A 流入液压缸 8 左腔，而液压缸 8 右腔则通过阀孔 B 与 O 和油箱连通。因液压缸缸体是固定不动的，故活塞 9 在油压力的作用下，带动与活塞杆固定在一起的工作台 10 向右移动。如果向左扳动操纵杆，则阀芯左移，如图 1-3 (c) 所示。这时，压力油经阀孔 P 进入换向阀，然后经阀孔 B 进入液压缸的右腔，工作台 10 向左运动；液压缸左腔的油液便经阀孔 A 和回油孔 O 流回油箱。由此我们可以看出，由于设置了换向阀，就能不断改变压力油的通路，使液压缸不断换向，以实现工作台所需的往复运动。

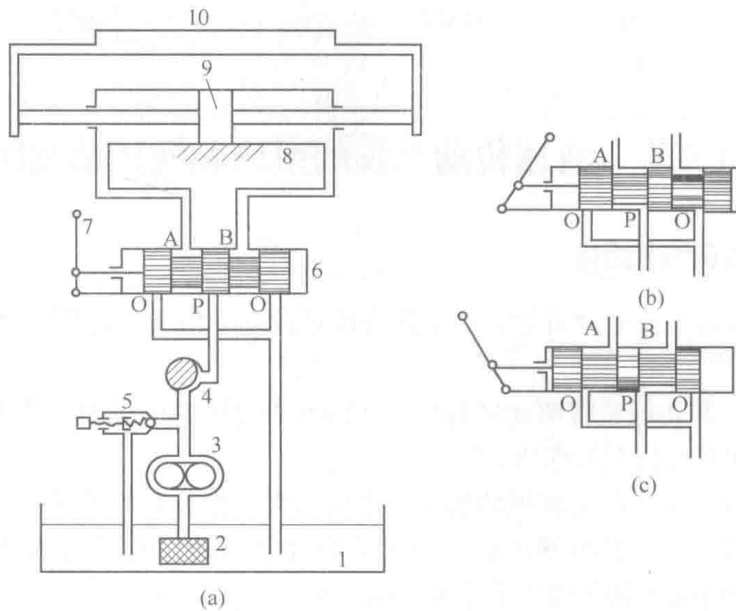


图 1-3 往复运动工作台工作原理图

- 1—油箱；2—滤油器；3—液压泵；4—节流阀；5—溢流阀；6—换向阀；
7—操纵杆；8—液压缸；9—活塞；10—工作台

根据机械加工要求的不同，工作台的运动速度应该可以调节，系统中的节流阀 4，就是为了满足这一要求而设置的。节流阀的作用，就是通过改变节流阀开口的大小，调节通过节流阀的流量，从而控制工作台的运动速度。

工作台运动时，要克服阻力，例如克服刀具切削力和相对运动件表面间的摩擦力等。这些阻力，由液压泵输出油液的压力能来克服，根据工作情况的不同，液压泵输出油液的压力还应当能够调整。另外，由于工作台速度的改变，液压泵排出的油液往往多于液压缸所需要的油液，因此必须将多余的油液排回油箱。这个功能由溢流阀 5 来完成，调整溢流阀可以改变液压泵 3 的输出油压。网式滤油器 2 对油液进行过滤，以防止杂质进入系统，损坏各液压元件。

一般工程装备的动作是很复杂的，例如单斗液压挖掘机在挖土作业时，有动臂起落、斗杆摆动、铲斗翻转、工作台回转及支腿的收放等动作。这些动作有时单独进行，有时复合进行，所有这些动作都要由相应的液压元件组成的液压系统来完成。因而工程装备的液压传动系统是比较复杂的，但无论如何复杂，其组成都可归纳为前面所述四大部分，其原理也基本相同。

因为一个液压系统是由很多元件组成，各元件的结构又很复杂，如果采用元件的实际结构图来表达一个液压传动系统，不但图绘制起来非常困难，而且也难于将其工作原理表达清楚。所以，在实践中为了便于分析问题，常以各种符号表示不同功能的元件，并以各种符号组成的系统图来表示液压传动和控制系统。

二、图形符号

液压元件的图形符号就是表示元件功能的简单符号。各种元件的图形符号国家都有统一规定，请参看本书参考文献 [6]。

三、液压系统图

液压系统图是指根据液压系统的工作要求，将各元件的图形符号按液压系统实际结构顺序连接起来，表示一个工作循环的原理图。

液压系统分为传动系统和控制系统两大类，所以液压系统图可以表示传动原理和控制原理。传动原理是以传递能量为主，控制原理是以控制动作为主。目前工程装备上传动系统占主要地位，控制系统只在采用液力变矩器的一些机械上有应用。

图 1-4 所示为油压千斤顶的液压传动系统图；图 1-5 所示为往复运动工作台的液压传动系统图。

现行的液压元件图形符号和液压系统图，只表示元件的功能和连接系统的通路，不表示元件的具体结构和参数，也不表示系统管路的具体位置及元件的安装位置。

系统图中的元件符号均以静止位置或零位置表示。例如，图 1-3 中的换向阀 6 有三个位置，在系统图 1-5 中仅以其零位置（即未扳动阀杆时）来表示与整个油路连接的情况；安全阀 5 有时开，有时关，但在系统图中则以静止位置（阀不受油压作用时）表示。有时为了说明系统的工作原理，确实需要画出元件的某个工作位置，此时可不按上述规定画，但应作特别说明。

当需要标明元件的名称、型号和参数（如压力、流量、功率、管径等）时，一般在系统图的元件表中标明，必要时也可标注在元件符号的旁边。

对于标准中没有规定的图形符号，可以根据标准的原则和所列图例的规律性进行派生，当无法直接引用或派生时，或者有必要特别说明系统中某一重要元件的结构及动作原理时，也允许局部采用结构简图。

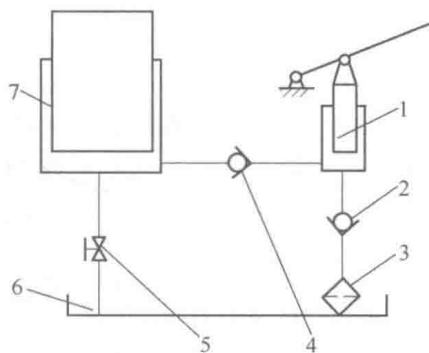


图 1-4 油压千斤顶液压传动系统图

1—小液压缸；2、4—单向阀；3—滤油器；
5—开关；6—油箱；7—大液压缸

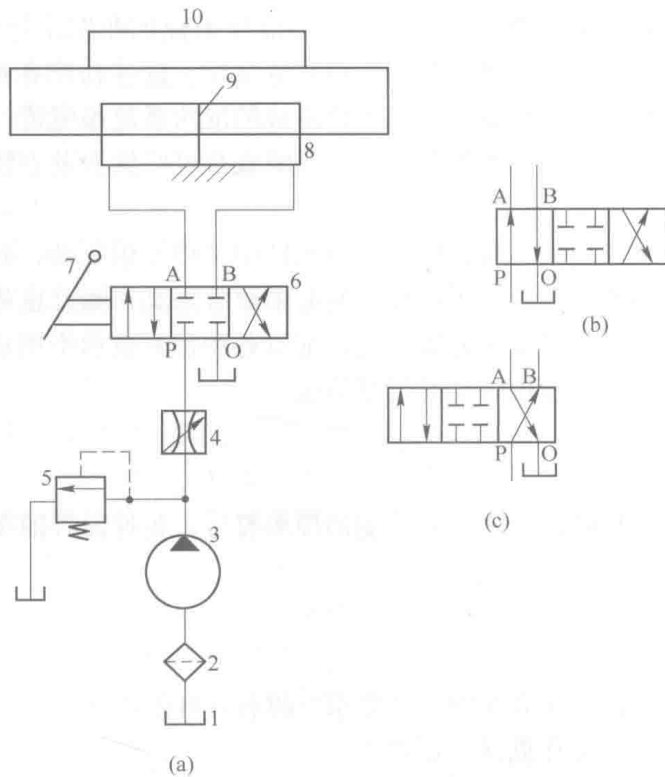


图 1-5 往复运动工作台液压传动系统图

(a) 换向阀中位; (b) 换向阀右位; (c) 换向阀左位

1—油箱; 2—滤油器; 3—液压泵; 4—节流阀; 5—溢流阀; 6—换向阀;

7—操纵杆; 8—液压缸; 9—活塞; 10—工作台

第三节 液压传动的特点及应用

一、液压传动特点

液压传动之所以在近年来得到如此迅速的发展和广泛的应用,是由于它与机械传动相比,有着许多突出的优点:

(1) 液压传动能方便地实现无级调速,调速范围大,可达 100 : 1 甚至到 2000 : 1。

(2) 相同功率的情况下,液压传动装置的体积小,重量轻,惯性小,结构紧凑,而且能传递较大的力和力矩。

(3) 液压传动装置工作平稳,反应快,冲击小,易实现快速启动、制动和频繁的换向。

(4) 液压传动装置的控制、调节比较简单,操纵也比较方便、省力,便于实现自动化,特别是当与电、气传动配合使用时,易于实现复杂的自动工作循环。

(5) 液压传动易于实现过载保护,液压元件能自行润滑,使用寿命较长。

(6) 液压元件易于实现系列化,标准化和通用化,故便于设计、制造和推广使用。

液压传动的主要缺点包括:

(1) 液压系统中油液的可压缩性和泄漏,使液压传动无法保证严格的传动比。

(2) 液压传动对油温变化比较敏感,其工作稳定性易受温度影响,故不宜在低温和高温条件下使用。

(3) 液压传动由于存在着液体的压力损失和泄漏损失,传动效率较低,所以不适宜远距离传动。

(4) 元件加工质量要求高,因而目前液压元件成本较高。

(5) 使用中油液易污染,污染的油液会使某些元件孔道堵塞,如果油液中混入磨料,则会加速元件磨损,因而油液的污染是液压系统发生故障的主要原因之一。

(6) 液压系统故障的隐蔽性较强,出现故障时不易找出原因。

液压传动的优、缺点决定了它的使用范围,也构成工作中的有利和不利相互矛盾的两个方面,然而一切矛盾着的東西,都会在一定条件下互相转化,随着具体条件的变化和液压技术的发展,液压技术一定会在国民经济各个领域里发挥更大的作用,我们也一定能更加自如地掌握它,使之更好地为我们的现代化建设服务。

总体说来,液压传动优点是主要的,而某些缺点随着生产技术的发展,是可以逐步克服的。如果能吸取其他传动方式的优点,采用电液、气液或机电液等联合传动,则更能充分发挥其优势。

二、液压传动的应用与发展

近年来计算机技术和控制理论的发展为液压技术注入了新的活力,机、电、液一体化技术已成为必然趋势,计算机控制技术、集成传感技术为电子技术和液压技术的结合创造了条件,并大大提高了液压控制系统的控制精度和工作可靠性,节约了能源,提高了作业效率,使新一代电液控制系统兼备了电气和液压的双重优势,形成了具有竞争力的自身技术特点,在汽车、矿山机械、工程装备等许多领域获得越来越广泛的应用。液压技术在实现高压、高速、大功率、高效率、低噪声、经久耐用、高度集成化等各项要求方面都取得了重大的进展,在完善比例控制、伺服控制、数字控制等技术上也有许多新成就。此外,在液压元件和液压系统的计算机辅助设计、计算机仿真和优化以及微机控制等开发性工作方面,也取得了显著成绩。



复习题

- 1-1 液压传动的基本原理是什么?影响传动性能的主要因素有哪两个?
- 1-2 实现液压传动的条件有哪些?
- 1-3 液压系统中压力是如何形成的,其大小主要取决于什么?
- 1-4 通常用什么测量液压系统的压力,测量结果指的是什么压力?
- 1-5 一个完整的液压系统有哪几部分组成,各部分的作用分别是什么?
- 1-6 什么是液压系统图,它有什么作用?

第二章 液压油及辅助元件

第一节 液压油的选择与使用

液压传动的工作介质是液压油。液压油一般都采用矿物油，即石油基液压油。液压油又分为抗燃性油和可燃性油两大类型。在接近高温、热源地方工作的机械（如高炉、热轧机、锻压设备）和可能引起火灾的场所（如煤矿井下），均采用抗燃性油液作为传动介质；而一般工程装备的液压系统中都采用可燃性液压油。系统工作时，液压油既传递能量或动力，又起到润滑作用，所以，液压油质量的好坏以及选用液压油是否合适，对液压机械的工作性能影响很大。

一、液压油的选择

在实际工作中，选择液压油除了要按工程装备使用说明书的规定选择外，还应从工程装备实际使用条件出发，综合考虑油源价格等因素。选择液压油时可参考如下两个方面原则。

（一）首先从品种上选

各种工程装备液压系统可优先考虑选用 L-HV 液压油和 L-HM 液压油。如果专用油短缺，可采用代用油，即 L-HL 液压油、L-HH 液压油和 L-TSA 汽轮机油（透平油）。

（二）从黏度方面选

1. 环境温度

环境温度高，应选黏度高的液压油；反之，选黏度低的液压油。在严寒地区工作，主要矛盾是开机时，油能否吸入油泵中，因此所用油的凝点一定要比当时当地的最低气温低才行。

2. 泵的结构形式

对于吸油能力强的泵（如柱塞泵）应选择黏度较高的液压油，对于吸油能力弱的泵（如叶片泵）应选择黏度较低的液压油。

3. 系统的压力

系统压力高时，油的黏度应大，以保证润滑性能，同时又能防止严重的泄漏；压力低时，选择油黏度应小，以免压力损失过大。在环境温度 $t_{\text{环}}$ 小于 38°C 情况下，建议参照以下数值选择油的黏度。

低压： $0 < p < 2.45\text{MPa}$, $v_{40} = (15 \sim 40) \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$;

中压： $2.45\text{MPa} < p < 7.85\text{MPa}$, $v_{40} = (30 \sim 60) \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$;

中高压： $7.85\text{MPa} < p < 15.7\text{MPa}$, $v_{40} = (40 \sim 80) \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$;

高压： $15.7\text{MPa} < p < 31.4\text{MPa}$, $v_{40} = (50 \sim 90) \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$ 。