

铁路职业教育铁道部规划教材

液压与气动技术

YEYAYUQIDONGJISHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

毛必显 董光磊 张元波 编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书为铁路职业教育铁道工程(大型养路机械)专业的专业基础课程教材,较为详细地介绍了液压传动基础、液压泵与液压马达、液压缸、液压控制阀、液压辅助元件、液压油、液压基本回路、液力传动、气压传动等方面的知识,为学生后续课程的学习奠定基础。

本书为铁路高职、中专铁道工程(大型养路机械)专业教材,也可供从事大型养路机械操纵、保养的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/毛必显,董光磊,张元波编. —北京:
中国铁道出版社,2008.9
铁路职业教育铁道部规划教材
ISBN 978-7-113-09175-0

I. 液… II. ①毛…②董…③张… III. ①液压传动—职业
教育—教材②气压传动—职业教育—教材 IV. TH137
TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 152618 号

书 名:液压与气动技术
作 者:毛必显 董光磊 张元波 编

责任编辑:金 锋 电话:010-51873134 电子信箱:jinfeng88428@163.com
封面设计:陈东山
责任校对:孙 玫
责任印制:金洪泽 陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:北京海淀五色花印刷厂印刷
版 次:2008年9月第1版 2008年9月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.5 字数:335千
书 号:ISBN 978-7-113-09175-0/TU·2968
定 价:26.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前言

本书由铁道部教材开发小组统一规划,为铁路职业教育规划教材。本书是根据铁路职业教育铁道工程(大型养路机械)专业教学计划“液压与气动技术”课程教学大纲编写的,由铁路职业教育铁道工程(大型养路机械)专业教学指导委员会组织,并经铁路职业教育铁道工程(大型养路机械)专业教材编审组审定。

随着我国经济的快速发展,铁路在国民经济中的作用愈显突出。进入新世纪以来,我国铁路进入了大发展的快车道,伴随着六次大面积提速,铁路的技术装备和管理水平进入世界先进行列,铁路线路维修也进入了机械化时代。

自从1984年从国外引进大型养路机械进行线路维修、大修以来,铁路工务系统的作业方式和维修体制已经发生了根本性的变革,线路养护修理的质量、效率得到极大的提高,施工与运行的矛盾得到很大程度的缓解,施工生产中的事故明显减少。特别是在铁路的六次大提速工程中,大型养路机械更是发挥了不可替代的作用,已成为确保线路质量、提高既有线路效能,保证高速、重载、大密度铁路运输必不可少的现代化装备。

正是由于大型养路机械设备为铁路建设事业的发展做出的巨大贡献,所以,大型养路机械事业正以飞快的速度向前发展。全路大型养路机械设备的品种和装备数量快速增加,大型养路机械使用人员的队伍正不断壮大。大型养路机械是资金密集、技术密集的现代化设备,具有结构复杂、生产率高、价格昂贵等特点,并且大型养路机械使用集运行、施工、检修于一身,所以,大型养路机械的运用人员必须具有较高的综合素质和技术业务水平,并通过专业培训和岗位学习使自身的能力得到不断的提高。

鉴于此,铁道部教材开发小组统一规划组织了《配砟整形车》、《全断面道砟清筛机》、《抄平起拨道捣固车》、《钢轨打磨列车》、《轨道动力稳定车》、《大型养路机械运用管理》等一系列铁道工程(大型养路机械)专业教材,以满足大型养路机械运用人员学习和培训的需要。

本书为铁路职业教育铁道工程(大型养路机械)专业的专业基础课程教材,较为详细地介绍了液压传动基础、液压泵与液压马达、液压缸、液压控制阀、液压辅助元件、液压油、液压基本回路、液力传动、气压传动等方面的知识,为学生后续课程的学习奠定基础。

本书由铁路大型养路机械培训中心毛必显、郑州铁路局工务处董光磊、铁路大型养路机械培训中心张元波编写,昆明中铁大型养路机械集团有限公司程立审。在编审的过程中得到了铁道部劳卫司职工教育处、铁道部运输局基础部机械设备处的指导和帮助,还得到了铁路大型养路机械培训中心大力的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

限于我们的知识水平和实践能力,书中难免有纰漏和错误,恳请专家和读者批评指正。

编者
2008年6月

目 录

第一章 液压传动基础	1
第一节 液压传动的工作原理及其组成.....	1
第二节 液压传动的基础知识.....	3
第三节 液压传动的特点.....	6
第四节 液压传动系统及图形符号.....	8
复习思考题	15
第二章 液压泵与液压马达	16
第一节 液压泵与液压马达概述	16
第二节 齿轮泵与齿轮马达	21
第三节 叶片泵与叶片马达	26
第四节 柱塞泵与柱塞马达	32
第五节 螺杆泵与螺杆马达	38
第六节 液压泵与液压马达的选用与故障排除	39
复习思考题	43
第三章 液 压 缸	45
第一节 液压缸的类型及其特点	45
第二节 液压缸的典型结构和组成	49
第三节 液压缸常见故障诊断与排除	54
复习思考题	55
第四章 液压控制阀	57
第一节 液压阀的分类及基本要求	57
第二节 方向控制阀	59
第三节 压力控制阀	72
第四节 流量控制阀	81
第五节 伺服阀与比例阀	85
复习思考题	93
第五章 液压辅助元件	94
第一节 蓄能器	94
第二节 过滤器	97
第三节 油管 and 管接头.....	104
第四节 密封装置.....	107
第五节 油箱及其附件.....	112

第六节 热交换器·····	114
第七节 压力表与压力表开关·····	116
复习思考题·····	117
第六章 液 压 油 ·····	118
第一节 液压油的特性·····	118
第二节 液压油的种类与选用·····	120
第三节 液压油的污染与控制·····	124
复习思考题·····	127
第七章 液压基本回路 ·····	129
第一节 压力控制回路·····	129
第二节 速度控制回路·····	137
第三节 方向控制回路·····	148
复习思考题·····	151
第八章 液力传动 ·····	152
第一节 液力传动的基本概念·····	152
第二节 液力机械变矩器·····	155
复习思考题·····	160
第九章 气压传动 ·····	162
第一节 气压传动概述·····	162
第二节 气源装置和辅助元件·····	164
第三节 气动执行元件·····	175
第四节 气动控制元件·····	179
第五节 气动基本回路·····	193
第六节 气动系统的安装、调试、维护与修理·····	197
复习思考题·····	206
参考文献 ·····	208

第一章

液压传动基础

液压系统是以液体为工作介质传递机械能,实现各种机械传动和自动控制的机械组成部分。大型养路机械的液压系统包括两部分,一部分是利用液体的压力能来进行能量传递和控制的传动方式,称为液压传动;另一部分是利用液体的动能来进行能量传递的传动方式,称为液力传动,它们都是利用各种元件组成所需功能的基本回路,再由若干基本回路有机组合成不同的传动和控制系统,从而实现能量的转换、传递和控制。所以,要学习和掌握大型养路机械液压系统,必须先了解组成系统各类元件的结构、工作原理、工作性能,以及由这些元件所组成的各类控制回路的性能和特点,并在此基础上形成对液压、液力传动及控制系统的分析技能。结合所学原理,在熟悉具体设备结构并进行实践的过程中,不断掌握大型养路机械液压系统的安装、调试、维护、修理及使用知识,最终达到能熟练地操纵和运用各种大型养路机械设备的目的。

第一节 液压传动的工作原理及其组成

一、液压传动的工作原理

液压传动是利用密闭系统中的受压液体来传递运动和动力的一种传动方式。对于不同的液压装置和设备,它们的液压传动系统虽然不同,但液压传动的基本工作原理是相同的。为了了解液压传动的基本工作原理,可以通过液压千斤顶的做功过程来加以说明。

图 1-1 所示为液压千斤顶的工作原理图,它由手动柱塞泵和举升缸两部分构成。手动柱塞泵由手动杠杆 1、小活塞 2、泵体 3、进油单向阀 4 和排油单向阀 5 组成,举升缸由液压缸 6 和大活塞 7 组成。大活塞 7 和小活塞 2 可以分别在液压缸 6 和泵体 3 内上下移动。因活塞与缸体或泵体内壁间有良好的密封,所以形成容积可变的密封空间。

当手动杠杆 1 摆动时,小活塞 2 作往复运动。小活塞 2 上移,泵体 3 下腔内的容积扩大而形成真空,排油单向阀 5 关闭,油箱 9 中的油液则在大气压力的作用下,推开通进油单向阀 4 的阀芯进入并充满泵体 3 的下腔;小活塞 2 下移,泵体 3 下腔的容积减小,其内压力升高,使进油单向阀 4 关闭,排油单向阀 5 开启,油液进入液压缸 6 的下腔推动大活塞 7 向上移动。反复提压手动杠杆 1,就可以使油箱中的油液不断被泵吸入并送到举升缸中,使大活塞推举重物不断上升。将放油阀 8 转动 90°,液压缸 6 下腔与油箱连通,油液在重力的作用下流回油箱,大活塞即可复位。这就是简单液压传动装置的工作原理。

从液压千斤顶的工作过程可以看出,液压传动有以下特点:

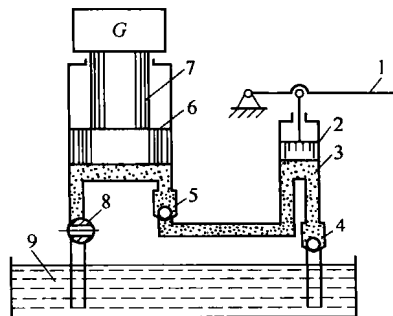


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

- 1—手动杠杆;2—小活塞;3—泵体;4—进油单向阀;5—排油单向阀;6—液压缸;7—大活塞;8—放油阀;9—油箱

(1) 液压传动以液体(液压油)作为传递运动和动力的工作介质,而且传动中必须经过两次能量转换,先是通过动力装置(液压泵等)把机械能转换成液体的压力能,然后再通过液动机(液压马达、液压缸等)把液体的压力能转换成机械能。

(2) 油液必须在密闭容器或密闭系统内传送,而且必须有密闭容积的变化。如果容器(或系统)不密封,就不能形成必要的压力;如果密闭容积不变化,就不能实现吸油和压油,也就不可能利用受压液体传递运动和动力。

二、液压系统的组成

从图 1-1 看出,液压系统是由具有各种功能的液压元件有机地组合而成的。无论是最简单的液压系统,还是很复杂的液压系统,若要正常工作,必须由以下五部分元件组成,如图 1-2 所示。

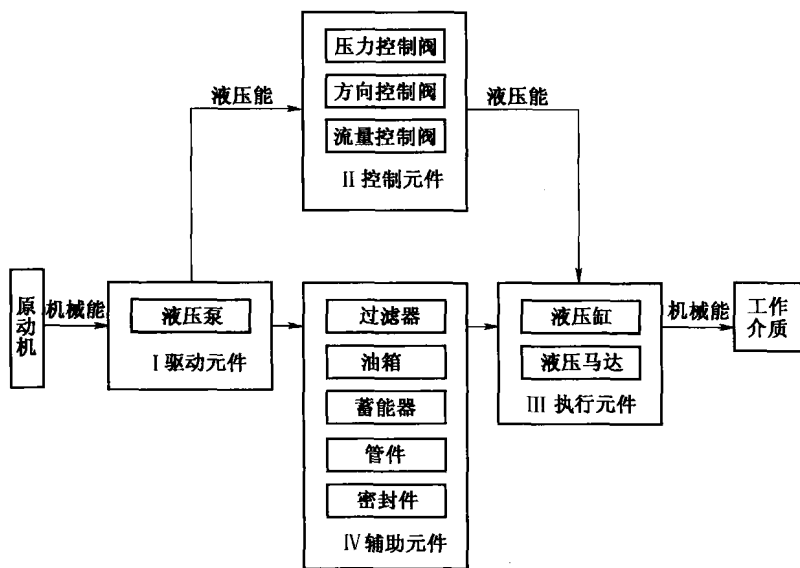


图 1-2 液压系统的组成

1. 驱动元件

驱动元件的作用是将原动机输入的机械能转变成液体的压力能,为液压系统提供动力。常见的驱动元件是液压泵。

2. 控制元件

控制元件的作用是控制和调节液压系统中油液的流量、压力和流动方向,以保证执行元件达到所要求的输出力(或力矩)、运动速度和运动方向。这类元件主要包括各种压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀。

3. 执行元件

执行元件的作用是将油液的压力能转换成机械能对外做功,以带动负载进行直线运动或回转运动。常见的执行元件有液压缸和液压马达。

4. 辅助元件

辅助元件是指对工作介质起到容纳、净化、润滑、消声和实现元件间连接等作用的装置,如油箱、过滤器、油管、管接头等,它们对保证液压系统可靠和稳定持久地工作是不可缺少的。

5. 工作介质

工作介质在液压传动及控制中起传递运动、动力和信号的作用。工作介质为液压油或其

他合成液体。

第二节 液压传动的基础知识

一、液压传动的的基本参数

1. 液体的压力

(1) 压力的含义

液体的压力指的是液体在相对静止状态下,单位面积上所受到的作用力。从严格意义上说,液体的压力实质是指压力强度,即物理意义上的压强,但在液压传动中,人们习惯上都把这个压强叫做压力。

压力通常用 p 表示:

$$p = \frac{F}{A}$$

式中 F ——作用力, N;

A ——作用面积, mm^2 。

压力的单位是帕斯卡,简称帕,符号为 Pa, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 。由于 Pa 单位太小,工程上使用不便,因而常采用它的倍数单位兆帕或千帕表示,符号为 MPa 或 kPa。

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

过去常用的压力单位还有 bar(巴)、 kgf/m^2 等,常用废弃单位及换算因数见表 1-1。

表 1-1 常用废弃单位及换算因数

1 巴 (bar)	1 公斤力/米 ² (kgf/m^2)	1 工程大气压 (at)	1 标准大气压 (atm)	1 毫米水柱 (mm H ₂ O)	1 毫米水银柱 (mm Hg)
10^5 Pa	$9.806\ 65 \text{ Pa}$	$98\ 066.5 \text{ Pa}$	$101\ 325 \text{ Pa}$	$9.806\ 65 \text{ Pa}$	$133.322\ 4 \text{ Pa}$

(2) 压力表示法

在地球表面上,一切物体都受到大气压力的作用,所以,液体压力也有绝对压力和相对压力两种表示方法。以绝对真空为基准测量的压力,称为绝对压力;而以大气压力作为基准测量的压力,称为相对压力。因为绝大多数测压仪表都受大气压作用,仪表指示的压力是相对压力,所以相对压力又称表压力。显然,绝对压力与表压力的关系为:

绝对压力 = 相对压力 + 大气压力

如果液体中某点处的绝对压力小于大气压力,这时在这个点上的绝对压力比大气压小的那部分压力值叫做真空度,即

真空度 = 大气压力 - 绝对压力

由此可知,当以大气压为基准计算压力时,基准以上的正值是表压力,基准以下的负值就是真空度。绝对压力、相对压力和真空度的相互关系如图 1-3 所示。

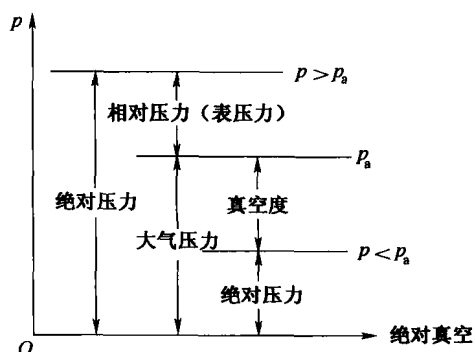


图 1-3 绝对压力、相对压力和真空度之间的关系

(3) 液压系统中工作压力的分级

液压设备的用途不同,其液压系统所需要的工作压力也不同。为了便于液压元件的设计、生产和使用,常将工作压力分成几个等级,见表 1-2。

表 1-2 压力等级

压力等级	低压	中压	中高压	高压	超高压
压力(MPa)	≤ 2.5	2.5~8(含)	8~16(含)	16~31.5(含)	> 31.5

2. 流量

液体在管道中流动时,与液体质点的流速方向相垂直的截面称过流断面或通流截面。如图 1-4 中的截面 A、截面 B 即为过流断面。

液流在单位时间内流过某一过流断面的液体体积,称为该液流的流量,用 Q 表示。

$$Q = V/t$$

式中 V ——液体体积, m^3 ;

t ——时间, s 。

流量的单位为 m^3/s ,但这个单位太大,工程上常用的单位是 L/min ,二者的换算关系为:

$$1\text{m}^3/\text{s} = 6 \times 10^4 \text{ L}/\text{min}$$

我们再以图 1-5 为例来建立液体流量与液体平均流速的关系。设液体是不可压缩的,单位时间内流入液压缸的液体体积为 Q ,经过时间 t 后,流入液压缸的液体总体积为 Qt ,活塞在液体压力作用下移动的距离为 l ,活塞的承压面积为 A ,根据流入液压缸的液体与活塞排开的空间体积相等的关系可知:

$$Qt = Al$$

$$Q = Al/t = Av$$

式中 v ——活塞移动的速度, m/s ;

A ——活塞承压面积, m^2 。

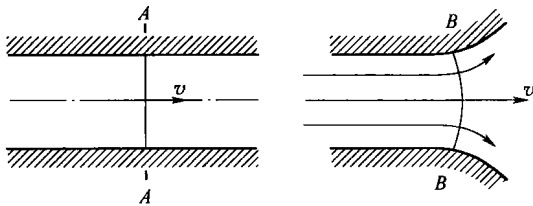


图 1-4 液体流动时的过流断面

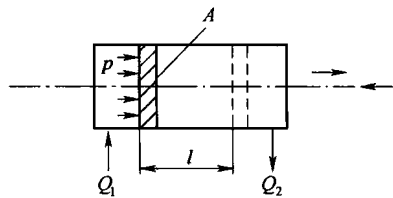


图 1-5 液压功及功率的计算

液压缸工作时,活塞运动的速度就等于缸内液体的平均流速。根据上式可以建立起活塞运动速度与液压缸有效面积和流量之间的关系,即在流量一定的条件下,液压缸有效面积大,活塞运动速度低;液压缸有效面积小,则活塞运动速度高。这一关系适用于液流中的任一过流断面,这就是说:在流量一定的条件下,过流面积大,则液流速度就小;反之过流面积小,则液流速度就大。

3. 液压功率

液压力所做的功及功率的计算公式可由图 1-5 所示液压缸的情况来导出。作用在活塞上的总压力 $F = pA$,当活塞移动距离为 l 时, F 力所做的功 $W = Fl = pAl = pQt$,而液压力的功率

为单位时间内所做的功,故

$$N=W/t=pQ t/t=pQ$$

式中 p ——液体的液压力,Pa;

Q ——液体的流量, m^3/s ;

N ——液压功率,W。

由上式可以看出,在液压传动系统中,压力和流量的乘积就是功率,此式可以用来计算各种情况下的液压功率。

4. 效率

液压传动系统和其他机械设备一样,输出功率总小于输入功率,这是由于在液压系统中不可避免地存在着摩擦阻力、压力油液泄漏等所引起的功率损失,因此不论是对整个液压系统,还是个别液压元件,都存在一个效率问题。

在液压系统中,一般有三种损失,即机械损失、液压损失和容积损失,相应的有机械效率、液压效率和容积效率三种。液压损失主要发生在管路和各种阀中,机械损失和容积损失多发生在液压泵、液压马达和液压缸中。液压油在管道中流动或通过某个控制阀时所形成的液压损失有专门的计算方法,在其他液压元件中液压效率常和机械效率合并考虑。

液压系统中各元件输出功率与输入功率之比称为效率,用 η 表示:

$$\eta=N_o/N_i$$

式中 N_o ——元件的输出功率,kW;

N_i ——元件的输入功率,kW。

若用 η_m 表示机械效率, η_v 表示容积效率,则

$$\eta=\eta_m\eta_v$$

二、液压传动的工作特性

液压传动系统工作时压力取决于负载特性和速度取决于流量。

1. 压力取决于负载

在相对静止的液压系统中,压力的传递遵循静压传递原理,也即帕斯卡原理。在密闭的容器内,施加于静止液体上的压力将等值、同时地传递到液体内部所有各点,这就是静压传递原理。

在液压系统中,由液体自重引起的压力往往比外界施加于液体的压力小得多,因此常忽略不计,故在静止液体内部各点的压力也就处处相等,都等于外界所施加的压力。

我们以图 1-6 为例来说明液体的静压传递原理。图中,两个液压缸密闭并相互连通,液压缸中装有油液。在液压缸上部装有活塞,小活塞和大活塞的面积分别为 A_1 和 A_2 ,在大活塞上放有重物 G 。如果在小活塞上加力 F_1 ,则在小液压缸中产生的油液压力为

$$p=\frac{F_1}{A_1}$$

这一压力 p 将传到液体内部所有各点,因此也传到大液压缸中去,故大活塞所受向上推力 F_2 为

$$F_2=pA_2=\frac{A_2}{A_1}F_1$$

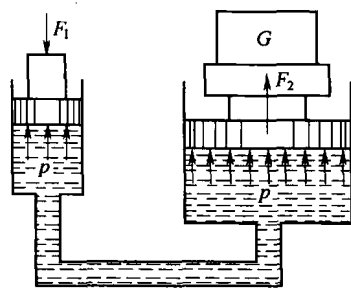


图 1-6 静压传递原理

如果 F_2 足以克服重物 G 所产生的外力,重物将被顶起。由上式可知,只要 A_2 足够大, A_1 足够小,则比值 A_2/A_1 就会足够大,此时就是 F_1 很小,也会在大活塞上产生较大的推力 F_2 ,克服重物(负载)做功。由此可见,液压装置具有力的放大作用,液压压力机、液压千斤顶就是利用这一原理进行工作的。

由于克服外界载荷 G 的力 F_1 是由液体压力 p 传递的,而液体压力 $p=G/A_2$,因此,当外界负载 G 增大时,将其顶起来所需要的液体压力 p 也要随之增大,作用力 F_1 也就越大;反之,若外界负载 G 很小时,所需的液体压力 p 就很低,作用力 F_1 也就很小;如果负载 G 为零,则液体压力 p 和作用力 F_1 都为零。这说明液压系统内工作压力的大小完全取决于外界负载的大小,与流入的流体多少(即流量)无关,负载大,系统压力大;负载小,系统压力小;外界负载为零,系统压力也为零。这是液压传动的一个重要特性,即压力 p 只是随着负载的变化而变化,与流量 Q 无关,可以简略地表述为“压力取决于负载”。

2. 速度取决于流量

还是以图 1-6 为例来分析液压传动时的运动特性。由于小活塞到大活塞之间为密封工作容积,小活塞向下压出油液的体积必然等于大活塞向上升起缸体内扩大的体积,即

$$A_1 h_1 = A_2 h_2$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{A_1}{A_2}$$

式中 h_1, h_2 ——分别为小活塞和大活塞的位移。

从上式可知,两活塞的位移和两活塞的面积成反比。将 $A_1 h_1 = A_2 h_2$ 两端同除以活塞移动的时间 t 得

$$A_1 h_1 / t = A_2 h_2 / t$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

式中 v_1, v_2 ——分别为小活塞和大活塞的运动速度。

从上式可以看出,活塞的运动速度和活塞的作用面积成反比。

由于活塞的面积 A_1, A_2 已确定,而 $A_1 v_1 = Q$,大活塞的移动速度 $v_2 = Q/A_2$,即取决于进入大液压缸的流量 Q ,这样,进入大液压缸的流量越多,大活塞的移动速度 v_2 也就越高,反之亦然。这就说明负载的运动速度只与输入的流量有关,而与压力无关。调节进入缸体的流量 Q ,即可调节活塞的运动速度 v ,这是液压传动能实现无级调速的基本原理。液压传动的这一特征,可以简略地表述为“速度取决于流量”。

这里需要着重指出,以上两个特征是独立存在的,互不影响。不管外加负载如何变化,只要供给的流量一定,活塞推动负载上升的运动速度就一定;同样,不管液压缸的活塞移动速度怎样,只要负载一定,推动负载所需的液体压力则确定不变。

此外,液压传动还具有自锁性的特点。理论上讲,不管输出端的负载如何变化,当输入端停止运动后,输出端就会立即停止运动。但实际上由于液压系统存在着内泄漏,自锁性就不可能长时间地保持。

第三节 液压传动的特点

任何一台完整的机器都有动力部分和工作装置部分,能量从动力部分到工作装置的传递形式可概括为机械传动、电力传动、液压传动和气压传动四种形式。与其他传动形式相比,液

压传动具有许多自身的特点。

一、液压传动的优点

(1) 液压传动易获得较大的力或力矩, 可实现低速大吨位传动, 这是其他传动方式所不能比的突出优点。

(2) 液压传动能在大范围内很方便地实现无级调速, 调速比范围可达 $2\,000:1$, 且可在液压装置运行过程中进行调速。

(3) 在输出同等功率的条件下, 液压传动装置体积小、重量轻、结构紧凑。液压元件之间可采用管道连接, 或采用集成式连接, 其布局、安装有很大的灵活性, 可以构成用其他传动方式难以组成的复杂系统。

(4) 液压传动能使执行元件的运动十分均匀稳定, 可使运动部件换向时无冲击, 而且, 由于其反应速度快, 故可实现快速启动、制动和频繁换向。

(5) 液压传动系统操作简单, 调整控制方便, 易于实现自动化, 特别是与机、电、气联合使用, 能方便地实现复杂的自动工作循环。

(6) 液压传动系统便于实现过载保护, 使用安全、可靠, 不会因过载而造成元件损坏。而且由于各液压元件中的运动件均在油液中工作, 能自行润滑, 故液压元件的使用寿命长。

(7) 由于液压元件已实现标准化、系列化和通用化, 有利于缩短机器的设计、制造周期和降低制造成本。

二、液压传动的缺点

液压传动由于本身的特性, 也存在一些缺点:

(1) 工作介质的泄漏和液体的可压缩性会影响执行元件运动的准确性, 故液压传动系统无法保证严格的传动比, 不能用于有严格传动比要求的传动链中。

(2) 工作介质对温度的变化比较敏感, 工作温度或环境温度的变化对系统工作的影响比较大, 故它不宜在很高或很低的温度下工作。

(3) 液压传动系统对工作介质的污染比较敏感, 必须有良好的防护和过滤措施。

(4) 液压传动工作过程中的能量损失(泄漏损失、溢流损失、节流损失、摩擦损失)较大, 传动效率较低, 因而不适宜用于远距离传动。

(5) 液压元件的制造和装配精度要求较高, 一般情况下又要求有独立的能源(如液压泵站), 从而使液压元件及液压设备的成本较高。

(6) 液压系统工作过程中发生故障后不易诊断, 分析故障的原因需要有较丰富的经验和一定的专业知识。

由于液压传动具有许多独特的优点, 所以在机械设备中, 液压传动是被广泛采用的传动方式之一。现代液压技术与微电子技术、计算机技术、传感技术的紧密结合已形成并发展成为一种包括传动、控制、检测在内的自动化技术。各种大型养路机械都采用了现代的液压传动技术, 从而简化了机械结构, 操纵机器轻巧灵便, 并且提高了大型机械的作业效率和自动化程度。

第四节 液压传动系统及图形符号

一、液压传动系统

按液流在驱动元件和执行元件之间的循环方式不同,液压传动系统可分为开式系统和闭式系统两种基本形式。开式系统的液流循环路线是:驱动元件(液压泵)从油箱吸油,供给执行元件(液压马达或液压缸)做完功后,油液仍然排回油箱。开式系统结构简单,散热良好,油液能在油箱中很好地冷却与沉淀,但低压油路与空气接触机会多,空气易渗入管路造成振动。

闭式系统的液流循环路线是:驱动元件(液压泵)排出的油液直接进入执行元件(液压马达),使其旋转做功,而执行元件(液压马达)的回油不经油箱直接进入驱动元件(液压泵)的吸油口。闭式系统结构紧凑,回油管有一定的压力,空气与油液接触很少,且不易渗入,故工作比较平稳,但闭式系统的油液冷却较差。为了补偿系统的漏损,通常设置有补油泵和一个小油箱,当系统有漏损时,补油泵就从油箱中吸入油液加以补充。

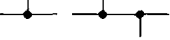
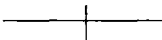
二、图形符号

要表示一个完整的液压系统,需要绘制液压传动系统图。图 1-1 所示的液压系统原理图是一种半结构式的工作原理图,这种图中各液压元件都用其结构简图画出,近视于实物的剖面,直观性强,容易理解,但图形比较复杂,特别当系统复杂、元件数量较多时,绘制非常不便。另外,这种半结构图反映不出元件的职能作用,要通过结构分析,才能了解其作用情况。

为了简化液压原理图的绘制,国内外都广泛采用液压元件的图形符号来代替液压系统图中的结构简图。图形符号只表示相应元件的职能、连接系统的通路,但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,所以,液压系统的图形符号也称为元件的职能符号。按照规定,液压元件的图形符号应以元件的静止位置或零位来表示。若液压元件无法用图形符号标出时,仍允许采用半结构原理图表示。常用液压元件的图形符号见表 1-3。

表 1-3 常用液压元件图形符号

1. 基本符号及管路

名 称	符 号	名 称	符 号
工作管路		液 压	
控制管路		气 动	
组合元件框线		能量转换元件	
连接管路		测量仪表	
交叉管路		控制元件	
柔性管路		调节器件	

2. 控制方式

名 称		符 号	名 称		符 号
机械控制	单向滚轮式		压力控制	加压或卸压	
	顶杆式			内部	
	弹簧式			外部	
	滚轮式		先导控制	电反馈	
电气控制	单作用电磁铁			液压(加压)	
	双作用电磁铁			液压(卸压)	
人力控制	按钮式			气压(加压)	
	手柄式			电-液(加压)	
	踏板式			电-气(加压)	

3. 泵、马达和缸

名 称		符 号	名 称		符 号
定量泵	单向		摆动马达		
	双向		增压器		
变量泵	单向		单作用缸	单活塞杆缸	
	双向			伸缩缸	

续上表

名 称		符 号	名 称		符 号
定量 马达	单向		双作用缸	单活塞杆缸	
	双向			双活塞杆缸	
变量 马达	单向			可调缓冲缸 (双向、单向)	
	双向			伸缩缸	

4. 控制元件

名 称	符 号	名 称	符 号
直动型溢流阀		直动型减压阀	
先导型溢流阀		先导型减压阀	
先导型比例 电磁式溢流阀		溢流减压阀	
双向溢流阀		定差减压阀	
先导型 电磁溢流阀		直动型顺序阀	
		先导型顺序阀	
卸荷溢流阀		直动型卸荷阀	
单向顺序阀		或门型梭阀	
不可调节流阀		与门型梭阀	

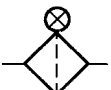
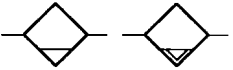
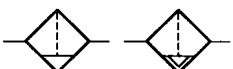
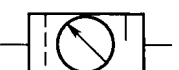
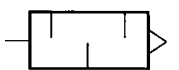
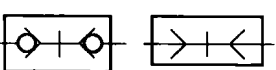
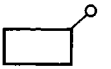
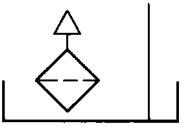
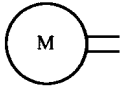
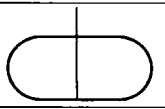
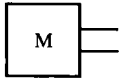
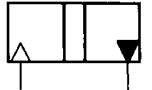
续上表

名 称	符 号	名 称	符 号
可调节流阀		快速排气阀	
单向节流阀		单向阀	
截止阀		液控单向阀	
减速阀		双向液压阀	
带消声器的节流阀		二位二通换向阀	
调速阀		二位三通换向阀	
温度补偿型调速阀		二位四通换向阀	
旁通型调速阀		二位五通换向阀	
单向调速阀		三位四通换向阀	
分流阀		三位六通换向阀	
集流阀		四通节流型换向阀	
分流集流阀		四通电液伺服阀	

5. 辅助元件

名 称	符 号	名 称	符 号
过滤器		压力计	
带磁性滤芯过滤器		温度计	

续上表

名 称	符 号	名 称	符 号
带污染指示过滤器		液位计	
分水排水器 (人工排出、自动排出)		流量计	
空气过滤器 (人工排出、自动排出)		转速仪	
空气干燥器		转矩仪	
油雾器		冷却器	
气源调节装置		加热器	
消声器		快换接头 (带单向阀、不带单向阀)	
压力继电器		旋转接头 (三通路)	
行程开关		液压源	
通大气式油箱		气压源	
通大气式油箱 (带空气滤清器)		电动机	
密闭式油箱		原动机	
蓄能器		气-液转换器	

我们以图 1-7 所示的起升机构液压系统为例,结合表 1-3 的图形符号规定,介绍液压元件