

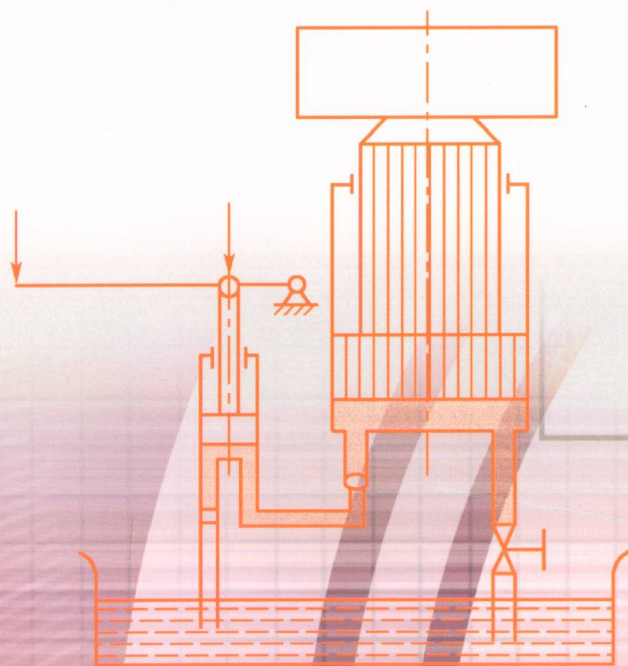


高职高专“十二五”规划教材

机械专业系列

液压与气动技术

主编 张 勃 薛韶烨 赵艳平



南京大学出版社



高职高专

十一五

规划教材

机械专业系列

液压与气动技术

主 审	易宏彬		
主 编	张 勃	薛韶烨	赵艳平
副 主 编	杨 辉	陈庆蕊	林钟兴
	方月娥		
参编人员	陈相志	李绍鹏	张先起
	马利平	陈桂华	段向东
	蔡 云		



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术 / 张勃, 薛韶烨, 赵艳平主编. —南京:
南京大学出版社, 2011. 8

高职高专“十二五”规划教材. 机电专业系列

ISBN 978-7-305-08804-9

I. ①液… II. ①张… ②薛… ③赵… III. ①液
压传动 ②气压传动 IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 175084 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出版人 左 健

丛 书 名 高职高专“十二五”规划教材·机械专业系列

书 名 液压与气动技术

主 编 张 勃 薛韶烨 赵艳平

责任编辑 胥橙庭 编辑热线 025-83597482

照 排 南京玄武湖印刷照排中心

印 刷 丹阳市兴华印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 13.5 字数 331 千

版 次 2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-08804-9

定 价 29.00 元

发行热线 025-83594756

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

随着高职高专教学改革的深入发展,改革课程教学内容、提高学生的动手能力、培养实用型人才已成为专业课教师教学中必须认真考虑的一项重要工作。为适应机电设备类专业的深层次发展和数控技术的广泛应用,根据高等职业教育发展和改革的新形势我们编写了本书。本书采用国家最新技术标准,突出理论与实践的充分结合,力求反映近几年机电类专业发展的现状和趋势,同时引入新问题、新技术、新方法,使教材更加科学、规范。本书根据教育部示范院校建设最新规划要求,结合广大职业院校课程建设的最新成果,并根据高职高专《液压与气动技术》教学大纲,组织广大职业院校及行业企业专业技术人才共同编写而成,其可作为高职高专机电一体化技术、机械设计与制造、数控技术、模具设计与制造、数控设备应用与维护、自动化控制等机电类专业的教学用书,也可以作为教师、企业生产技术人员的参考书。

本书共分为 12 章,根据能力培养目标制定了明确的章节提要和学习要求,并设置了针对性的实验项目。本书注重培养学生掌握流体力学的基础知识;液压与气动元件的典型结构特点、工作原理及选用方法;液压与气动基本回路和典型液压系统的安装调试、维护与故障分析等。在内容选取上,本书适当拓宽知识面,加强针对性,注重理论与实践相结合、理论与经验相结合、经验与技术相结合,注重培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书由漯河职业技术学院的张勃、河南质量工程职业学院的薛韶烨、漯河职业技术学院赵艳平担任主编,由周口职业技术学院的杨辉、厦门华天职业技术学院陈庆蕊、三明职业技术学院林钟兴、湖南水利水电职业技术学院方月娥担任副主编;另外参加本书编写的还有漯河职业技术学院陈相志、李绍鹏、张先起、马利平、陈桂华和郑州旅游职业学院段向东、永城职业学院蔡云等。全书由张勃和赵艳萍统稿,湖南工业职业技术学院的易宏彬为本教材主审。

由于时间仓促和编者水平有限,书中难免有疏忽和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2011 年 3 月

目 录

第 1 章 液压传动基础

1.1 液压传动的工作原理	1
1.2 液压系统的组成	3
1.3 液压系统的图形符号	3
1.4 液压传动的特点	4
1.5 液压油	6
1.6 液体静力学	11
1.7 液体动力学	14
习题	18

第 2 章 液压动力元件

2.1 液压泵的工作原理	22
2.2 液压泵的主要性能和参数	23
2.3 液压泵的结构	25
2.4 液压泵与电动机参数的选用	31
习题	33

第 3 章 液压执行元件

3.1 液压缸	35
3.2 液压马达	43
习题	45

第 4 章 液压辅助元件

4.1 油箱	47
4.2 滤油器	48
4.3 空气滤清器	51
4.4 油冷却器	51
4.5 蓄能器	52
4.6 油管与管接头	53
习题	54

第5章 液压控制阀和液压基本回路

5.1 概述	56
5.2 方向控制阀和方向控制回路	57
5.3 压力控制阀和压力控制回路	67
5.4 流量控制阀和节流调速回路	77
5.5 其他速度控制回路	82
5.6 其他控制回路	88
习题	95

第6章 液压传动系统实例

6.1 数控车床液压系统	105
6.2 汽车起重机液压系统	107
6.3 动力滑台液压系统	111
6.4 液压机液压系统	115
6.5 塑料注射成型机液压系统	119
习题	125

第7章 液压传动系统的设计与计算

7.1 液压系统的设计步骤	129
7.2 工况分析	130
7.3 拟定液压系统原理图	132
7.4 选择液压元件并确定安装连接方式	133
7.5 液压系统主要性能的验算	135
7.6 绘制工作图和编制技术文件	137
7.7 液压系统设计计算举例	138
习题	147

第8章 液压系统的使用、维护与故障处理

8.1 液压系统的安装	151
8.2 液压系统的调试	152
8.3 液压系统的使用和维护	154
8.4 液压系统故障诊断方法	155
8.5 液压系统常见故障及排除	158
习题	163

第9章 气压传动基础

9.1 气压传动工作原理	165
9.2 气压传动系统的组成	166

9.3 压缩空气的性质	167
9.4 供气管线	169
9.5 气压传动的特点	170
习题	171

第 10 章 气动元件

10.1 气源装置与辅助元件	172
10.2 气动执行元件	178
10.3 气动控制元件	179
习题	185

第 11 章 气动基本回路

11.1 换向回路	187
11.2 压力控制回路	188
11.3 速度控制回路	189
11.4 位置控制回路	190
11.5 往复及程序动作控制回路	191
11.6 延时回路	192
习题	192

第 12 章 气动系统实例

12.1 数控加工中心的气压传动系统	193
12.2 VMC750E 加工中心刀库气压传动系统	194
12.3 数控加工中心气动换刀系统	195
12.4 门户开闭装置	196
12.5 气动夹紧系统	197
12.6 气动系统的使用与维护	198
习题	200

附录 常用液压与气动元件图形符号

附表 1 基本符号	202
附表 2 控制机构和控制方法	203
附表 3 执行机构(泵、马达、缸)	204
附表 4 控制元件	205
附表 5 辅助元件	207

参考文献

第 1 章 液压传动基础

【本章提要】

1. 液压与气动技术的基本原理；
2. 液压系统的组成、特点；
3. 液压系统原理的表示方法——图形符号；
4. 液压传动的理论基础——帕斯卡原理、静力学方程、连续定理、伯努利方程；
5. 液体流动的冲击与空穴现象、流动中的损失计算；
6. 液压传动介质液压油的基本知识。

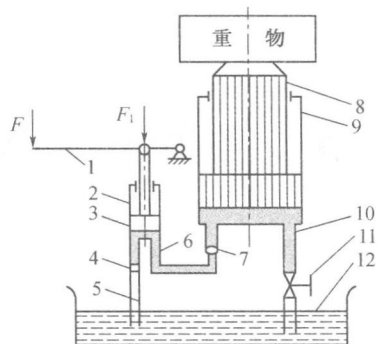
【学习要求】

1. 掌握液压传动的基本概念；
2. 熟悉液压传动系统的工作原理、组成和特点，初步熟悉液压系统原理的图形符号表示法；
3. 了解静力学、动力学的基础知识；
4. 了解液压油的使用知识。

液压传动与气压传动统称为流体传动，都是利用密闭系统中有压流体（液体或气体）作为工作介质来传递运动、动力或控制信号的一种传动方式。相对于机械传动，它出现得很晚，但由于其优良特性，在现代化生产中应用越来越广，是现代机、电、液技术的重要组成部分。液压气动技术是工业技术人员必须掌握的知识。

1.1 液压传动的工作原理

液压传动的工作原理可以用一个液压千斤顶的工作原理来说明。图 1-1 是液压千斤顶的工作原理图。大油缸 9 和大活塞 8 组成举升液压缸。杠杆手柄 1、小油缸 2、小活塞 3、单向阀 4 和 7 组成手动液压泵。如提起手柄使小活塞向上移动，小活塞下端油腔容积增大，压力下降形成局部真空，这时单向阀 4 打开，通过吸油管 5 从油箱 12 中吸油；用力压下手柄，小活塞下移，小活塞下腔变小，压力升高，单向阀 4 关闭，单向阀 7 打开，下腔的油液经管道 6 输入举升油缸 9 的下腔，迫使大活塞 8 向上移动，顶起重物。再次提起手柄吸油时，单向阀 7 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。往复扳动手柄，就能不断地把油液压入举升缸的下腔，使重物逐渐地升起。如果打开截止阀 11，举升缸下腔中的油液通过管道 10、截止阀 11 流回油箱，重物就向下移动。大活塞 8 举升的速度取决于单位时间内流入大油缸 9 中油量的多少。这就是液压千斤顶的工作原理。

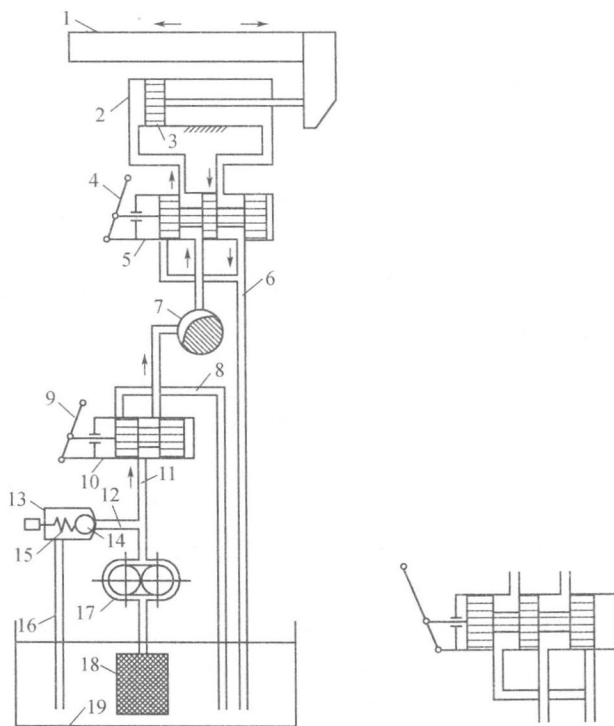


1—杠杆手柄;2—小油缸;3—小活塞;4,7—单向阀;5—吸油管;6,10—管道;
8—大活塞;9—大油缸;11—截止阀;12—油箱

图 1-1 液压千斤顶工作原理图

通过对上述液压千斤顶工作过程的分析,可以初步了解到液压传动的基本工作原理:液压传动是利用压力油液作为介质传递运动和动力的一种传动方式。压下杠杆时,小油缸 2 输出压力油,是将机械能转换成油液的压力能;压力油经过管道 6 及单向阀 7,推动大活塞 8 举起重物,是将油液的压力能又转换成机械能。由此可见,液压传动是一个不同能量的转换过程。

图 1-2(a)所示为一驱动机床工作台的液压传动系统,它由油箱 19、滤油器 18、液压泵 17、溢流阀 13、换向阀 5、节流阀 7、开停阀 10、液压缸 2 以及连接这些元件的油管、管接头等组成。



1—工作台;2—液压缸;3—活塞;4—换向手柄;5—换向阀;
6,8,16—回油管;7—节流阀;9—开停阀手柄;10—开停阀;
11—压力管;12—压力支管;13—溢流阀;14—钢球;15—弹
簧;17—液压泵;18—滤油器;19—油箱

(a) 工作原理图

(b) 图形符号

图 1-2 机床工作台液压系统的工作原理图及图形符号

其工作原理如下:液压泵由电动机驱动后,从油箱中吸油;油液经滤油器进入液压泵,油液在泵的带动下,从泵腔入口的低压到泵腔出口变为高压。在图 1-2(a)所示状态下,开停阀扳到右位,油液通过开停阀 10、节流阀 7、换向阀 5、液压缸左油管进入液压缸 2 的左腔,推动活塞使工作台向右移动。这时,液压缸右腔的油经换向阀 5 和回油管 6 排回油箱。在图 1-2(b)所示状态下,开停阀扳到左位,油液通过开停阀 10、节流阀 7、换向阀 5、液压缸 2 右油管进入液压缸右腔,推动活塞使工作台向左移动。这时,液压缸左腔的油还是经换向阀和回油管 6 排回油箱。

工作台的移动速度通过节流阀 7 来调节。当节流阀开大时,进入液压缸的油量增多,工作台的移动速度增大;当节流阀关小时,进入液压缸的油量减小,工作台的移动速度减小。工作台速度减小和停止时,液压泵输出的多余液压油克服溢流阀 13 中弹簧 15 的阻力,顶起钢球 14,经回油管 16 流回油箱。为了克服移动工作台时所受到的各种阻力,液压缸必须产生一个足够大的推力,这个推力是由液压缸中的油液压力所产生的。要克服的阻力越大,缸中的油液压力越高;反之,压力就越低。这种现象正说明了液压传动的一个基本性质——负载决定压力。

1.2 液压系统的组成

液压系统一般由动力元件(液压泵)、执行元件、控制元件和一些辅助元件及工作介质 5 部分组成。

(1) 动力元件:最常见的形式是液压泵。它由电动机带动,供给系统压力油,是将机械能转换成液体压力能的装置,它向系统提供压力油。

(2) 执行元件:是把液压能转换为机械能以驱动工作机构的输出装置。液压系统最终目的是要推动负载运动,一般执行元件可分为液压缸与液压马达两类,液压缸使负载做直线运动,液压马达使负载转动。

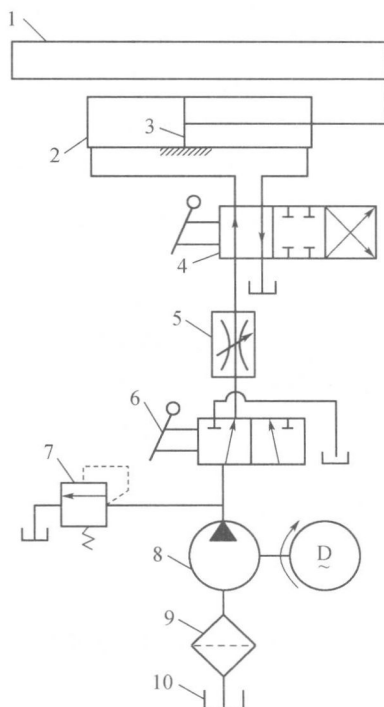
(3) 控制元件:是液压系统中用于控制方向、压力、流量、工作性能的各种液压阀。在液压系统中,用压力阀来控制力量,用流量阀来控制速度,用方向阀来控制运动方向。

(4) 辅助元件:除了以上几种元件外,还有用来储存液压油的油箱,为了增强液压系统的功能尚需有去除油内杂质的过滤器,防止油温过高的冷却器,以及测量用的仪表、连接用的油管、密封用的密封件等液压元件,这些元件为辅助元件。

(5) 工作介质:传递能量和运动的流体,即液压油等。

1.3 液压系统的图形符号

图 1-2 所示的是液压系统半结构原理图,它比较直观、容易理解,但图形较复杂,绘制困难,系统元件多时更加麻烦。而在实际工作中,常用简单示意的图形符号来绘制,如图 1-3 所示。图形符号不表示元件的具体结构,只表示元件的功能,它使系统图简化,表达原理简单明了,便于阅读、分析、设计和绘制。



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

图 1-3 机床工作台液压系统的图形符号图

我国已经制定了一种用规定的图形符号来表示液压原理图中的各元件和连接管路的国家标准,即《GB786.1—93 液压系统图图形符号》(常用元件的图形符号参见附录)。在此国标中,对于这些图形符号有以下几条基本规定:

(1) 符号只表示元件的职能,连接系统的通路,不表示元件的具体结构和参数,也不表示元件在机器中的实际安装位置。

(2) 元件符号内的油液流动方向用箭头表示,线段两端都有箭头的,表示流动方向可逆,但有时箭头只表示联通,不一定指定流动方向。

(3) 符号均以元件的静止位置或中间零位置表示,当系统的动作另有说明时,可作例外。

图 1-3 所示为图 1-2 的系统改用国标《GB786.1—93 液压系统图图形符号》绘制的工作原理图。通过对比图 1-2 和图 1-3 可以看出,使用这些图形符号可使液压系统图简单明了,且便于绘制。

1.4 液压传动的特点

液压传动有如下特点:

1. 优点

(1) 安装方便灵活。由于液压传动是油管连接,所以借助油管的连接可以方便灵活地布置传动机构,液压元件的布置也有较大的灵活性,这是比机械传动优越的地方。

(2) 体积小,输出力大。在同等功率情况下,液压传动装置体积小、重量轻、结构紧凑。例如,同样功率的液压马达重量只有电动机的 10%。液压系统一般使用压力都有几兆帕到十几兆帕,甚至高达 50 MPa 以上。

(3) 过载的危险小。借助于设置溢流阀,当系统压力超过设定压力时,溢流阀阀芯打开,液压油经溢流阀流回油箱,故系统压力无法超过设定压力。同时,各种元件的运动都是在油液中,能够自润滑,故元件使用寿命长。

(4) 输出力调整容易。只要调整压力控制阀,即可轻易调整液压装置输出力。速度调整也容易,借助阀或变量泵、变量马达,可以实现无级调速,调速范围大,可达 1:2 000,并可在液压装置运行的过程中进行调速。

(5) 工作性能好。液压装置工作平稳、反应快、冲击小,能够快速启动、停止、频繁换向。

(6) 易于自动化控制。液压各种控制阀操作简单方便,特别是采用机、电、液配合使用时,能很容易地实现复杂的自动工作循环。

(7) 液压元件已实现了标准化、系列化和通用化,便于设计、制造和推广使用。

2. 缺点

(1) 液压传动不能保证严格的传动比,这是由于液压油的可压缩性和泄漏造成的。

(2) 密封不良会造成液压油外泄,它除了会污染工作场所外,还有引起火灾的危险。

(3) 液压系统对温度敏感。油温上升时,黏度降低;油温下降时,黏度升高。油的黏度发生变化时,流量也会跟着改变,造成速度不稳定。

(4) 系统将电动机的机械能转换成液体压力能,再把液体压力能转换成机械能来做功,能量经两次转换损失较大,能源使用效率比传统机械低很多。

(5) 液压系统大量使用各式控制阀,为了防止内外泄漏损耗,元件的加工精度要求较高。还有大量的接头及管子,安装维护要求也高。

(6) 液压控制元件的运动、油液的流动基本都在密闭环境内进行,故系统出现故障时难以直观发现,故障诊断较困难,要求维修人员有较强的分析能力。

3. 用途

液压传动有着广泛的发展前景。随着设计制造和使用水平的不断提高,液压传动的优点在不断发展,有些缺点正逐步被克服。

不论液压传动还是气压传动,相对于机械传动来说,都是一门新兴的技术。若从 17 世纪中叶帕斯卡提出静压传递原理、18 世纪末英国制成第一台水压机开始算起,液压传动已有二、三百年的历史,但只是在第二次世界大战期间和之后的 60 年间这项技术才得到真正的发展。战后,随着现代科学技术的迅速发展和制造工艺水平的提高,各种液压元件的性能日益完善,液压技术迅速转向民用工业,在机床、工程机械、农业机械、运输机械、冶金机械等许多机械装置特别是重型机械设备中得到非常广泛的应用,并渗透到工业的其他各个领域,成为工业领域中一门非常重要的控制和传动技术。特别是在出现了高精度、响应速度快的伺服阀后,液压技术的应用更是飞速发展。在 20 世纪 70 年代末至 80 年代末,由于电子计算机的迅速发展,促使液压技术进入了数控液压伺服技术的时期。目前普遍认为,电子技术和液压技术相结合是液压系统实现自动控制的发展方向。

1.5 液压油

1. 液压油的用途

(1) 传递运动与动力。液压油是液压系统的工作介质,泵将机械能转换成液体压力能,液压油将压力能传至各处。由于油本身具有黏性,因此,在传递过程中会产生一定的能量损失。

(2) 润滑。液压元件内各移动部件都可受到液压油充分润滑,从而降低元件磨损,延长使用寿命。

(3) 密封。油本身的黏性对细小的间隙有密封的作用。

(4) 冷却。系统损失的能量会变成热量,被油带出。

2. 液压油的种类

液压油主要有矿物油型、乳化型、合成型三大类。

(1) 矿物油型液压油

矿物油型液压油主要由石油炼制而成,再加上抗氧化剂和防锈剂等添加剂,是用途最广的一种,其缺点是耐火性差。

(2) 乳化型液压油

乳化型液压油抗燃性好,主要用于有起火危险的场合及大容量系统,有水包油型和油包水型两种。水包油型的价格便宜,但润滑性差,会侵蚀油封和金属;油包水型抗磨防锈性好,又具有抗燃性,但稳定性较差。

(3) 合成型液压油

合成型液压油是一种化学合成溶剂,性能良好,具有以上两种类型的优点。

3. 液压油的性质

(1) 密度

液体单位体积内的质量称为密度,密度随着温度或压力的变化而变化,但变化不大,通常忽略。工业液压油系矿物油,密度约 $0.85 \sim 0.95 \text{ g/cm}^3$;油包水型含油较多,密度约 $0.92 \sim 0.94 \text{ g/cm}^3$,水包油型含水较多,密度约 $1.05 \sim 1.1 \text{ g/cm}^3$ 。

一般计算取液压油系矿物油密度 $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ 。

(2) 黏性、黏度

液体在外力作用下流动时,由于液体分子间的内聚吸引力而产生一种阻碍液体分子之间进行相对运动的内摩擦力,液体的这种流动时产生内摩擦力的性质称为液体的黏性。液压油黏性对机械效率、磨损、压力损失、容积效率、漏油及泵的吸入性影响很大。

我们用黏度表示黏性的大小。黏度可分为动力黏度和运动黏度两种。动力黏度表示如图1-4所示。图中,以平行平板间的流动情况为例,设上平板以速度 u_0 向右运动,下平板固定不动。紧贴于上平板上的流体黏附于上平板上,其速度与上平板相同;紧贴于下平板上的流体黏附于下平板上,其速度为零;中间流体的速度按线性分布。我们把这种流动看成是许多无限薄的流体层在运动,当运动较快的流体层在运动较慢的流体层上滑过时,两层间由于黏性就产生内摩擦力的作用。

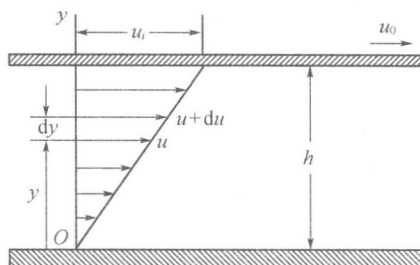


图 1-4 液体的黏性示意图

根据实际测定的数据所知,流体层间的内摩擦力 F 与流体层的接触面积 A 及流体层的相对流速 du 成正比,而与此二流体层间的距离 dy 成反比,即

$$F = \mu A du/dy。 \quad (1-1)$$

以 $\tau = F/A$ 表示剪应力,则有

$$\tau = \mu \frac{du}{dy}。 \quad (1-2)$$

式中: τ 表示剪应力; μ 表示动力黏度,单位 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒), du/dy 表示流体层间速度差异的程度,称为速度梯度。显然液体流动时,黏度、速度越大,摩擦阻力越大,静止液体中没有摩擦阻力。

运动黏度表示为

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}。 \quad (1-3)$$

式中: ν 表示运动黏度,一般用 St (斯)、 cSt (厘斯) 来表示, $1 \text{ cSt} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; ρ 表示密度 (kg/m^3)。

黏度是液压油的主要性能指标。习惯上使用运动黏度标志液体的黏度,例如,机械油牌号的数值就是用其在 40°C 时的平均运动黏度 cSt (厘斯) 的数值。

液压油牌号的编制方法和详细意义可查阅有关的液压手册。表 1-1 是常用液压油的新、旧黏度等级牌号的对照,旧标准是以 50°C 的黏度值作为液压油的黏度值。

表 1-1 常用液压油的牌号和黏度

ISO 3448—92	40 °C 时运动黏度/ ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	现牌号 (GB/T3141—94)	过渡牌号 (1983—1990 年)	旧牌号 (1982 年以前)
ISO VG15	13.5~16.5	15	N15	10
ISO VG22	19.2~24.2	22	N22	15
ISO VG32	28.8~35.2	32	N32	20
ISO VG46	41.4~50.6	46	N46	30
ISO VG68	61.2~74.8	68	N68	40
ISO VG100	90~110	100	N100	60

油的黏性会随温度变化。温度上升,黏度降低,造成泄漏增加、磨损增加、效率降低等问题;温度下降,黏度增加,造成流动困难及泵转动不易等问题。如工作时油液温度超过 60°C ,

就必须加装冷却器,因油温在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上,每超过 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,油的劣化速度就会加倍。我们希望液压油的黏温特性好,即黏度随温度的变化越小越好。图 1-5 所示是几种常用国产液压油的黏度-温度曲线。

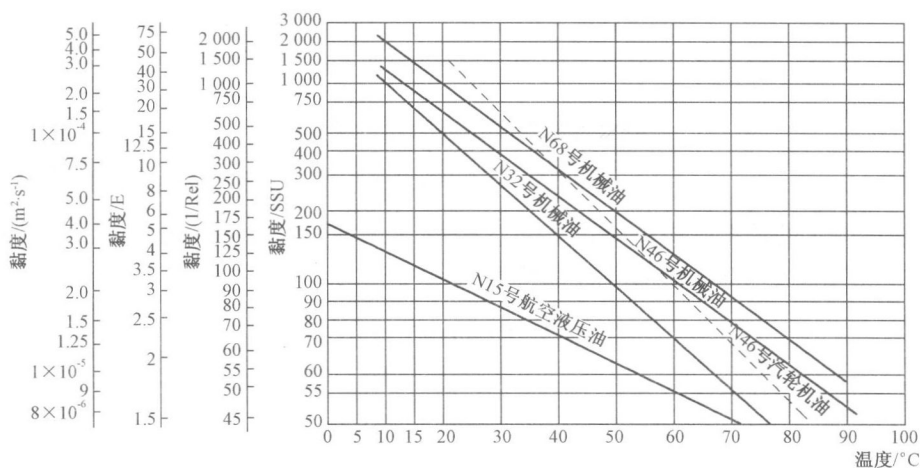


图 1-5 几种国产液压油的黏度-温度曲线

(3) 压缩性

液压油在低、中压时可视为非压缩性液体,但在高压时压缩性就不可忽视了,液压油的压缩性是钢的 $100\sim 150$ 倍,即相当于木材的压缩性。压缩性会降低运动的精度,增大压力损失而使油温上升,压力信号传递时,会有时间延迟、响应不良的现象。

液压油还有其他一些性质,如稳定性、抗泡沫性、抗乳化性、抗燃性、防锈性、润滑性以及相容性等,是通过在液压油中加入各种添加剂来实现的。

4. 液压油的选用

液压油有很多品种,可根据不同的使用场合选用合适的品种。在品种确定的情况下,最主要考虑的是选用油液的黏度。

(1) 液压系统的工作压力

选择液压油时,应根据液压系统工作压力的大小选用。通常,当工作压力较高时,宜选用黏度较高的油,以免系统泄漏过多,效率过低;工作压力较低时,可以选用黏度较低的油,这样可以减少压力损失。例如,当压力 $p=7\sim 20\text{ MPa}$ 时,可选用 N46~N100 的液压油;当压力 $p<7\text{ MPa}$ 时,可选用 N32~N68 的液压油。

凡在中、高压系统中使用的液压油还应具有良好的抗磨性。

(2) 运动速度

执行机构运动速度较高时,为了减小液流的功率损失,宜选用黏度较低的液压油;反之,采用较高黏度的液压油。

(3) 液压泵的类型

液压泵是液压系统的重要元件,在系统中它的运动速度、压力和温升都较高,工作时间又长,因而对黏度要求较严格,所以选择黏度时应首先考虑液压泵。否则,泵磨损快,容积效率降低,甚至可能破坏泵的吸油条件。在一般情况下,可将液压泵要求液压油的黏度作为选择液压油的基准。液压泵所用金属材料对液压油的抗氧化性、抗磨性、水解安定性也有一定要求。按

液压泵的要求确定液压油,可参见表 1-2。

表 1-2 各类液压泵推荐用油

名称		黏度范围/(mm ² ·s ⁻¹)		工作压力/ MPa	工作温度/ ℃	推荐用油
		允许	最佳			
叶片泵 (1 200 r·min ⁻¹)		16~220	26~54	7	5~40	L-HM 液压油 32,46,68
					40~80	
叶片泵 (1 800 r·min ⁻¹)				7 以上	5~40	L-HM 液压油 46,68,100
					40~80	
齿轮泵		4~220	25~54	12 以下	5~40	L-HL 液压油 32,46,68
					40~80	
				12 以上	5~40	L-HM 液压油 46,68,100, 150
					40~80	
柱塞泵	径向	10~65	16~48	14~35	5~40	L-HM 液压油 32,46,68, 100,150
					40~80	
	轴向	4~76	16~47	35 以上	5~40	L-HM 液压油 32,46,68, 100,150
					40~80	
螺杆泵		19~49		10.5 以上	4~40	L-HL 液压油 32,46,68
					40~80	

注:液压油牌号 L-HM32 的含义:L 表示润滑剂,H 表示液压油,M 表示抗磨性,黏度等级为 VG32。

5. 液压油的污染

液压油的污染是液压系统发生故障的主要原因,液压系统中 80% 以上的故障是由液压油的污染造成。即使是新油,往往也含有许多污染物颗粒,甚至可以比高性能液压系统允许的多 10 倍。因此,正确使用液压油,做好液压油的管理和防污是保证液压系统工作可靠性、延长液压元件使用寿命的重要手段。

液压油中污染物来源是多方面的,总体来说可分为系统内部残留、内部生成和外部侵入三种。造成油液污染的主要原因有以下几点:

(1) 液压油虽然是在比较清洁的条件下精炼和调制的,但油液运输和储存过程中受到管道、油桶、油罐的污染。

(2) 液压系统和液压元件在加工、运输、存储、装配过程中灰尘、焊渣、型砂、切屑、磨料等残留物造成污染。

(3) 液压系统运行中由于油箱密封不完善以及元件密封装置损坏、不良而由系统外部侵入的灰尘、砂土、水分等污染物造成污染。

(4) 液压系统运行过程中产生的污染物。金属及密封件因磨损而产生的颗粒、通过活塞杆等处进入系统的外界杂质、油液氧化变质的生成物也都会造成油液的污染。

6. 液压油污染的危害

液压油污染会使液压系统性能变坏,经常出现故障,液压元件磨损加剧,寿命缩短。油液

污染对液压系统的危害可大致归纳为以下几点:

(1) 固体颗粒使液压元件滑动部分磨损加剧,反应变慢,甚至造成卡死,缩短其使用寿命。堵塞滤油器,使液压泵运转困难,造成吸空,产生气蚀、振动和噪声。

(2) 造成液压元件的微小孔道和缝隙发生堵塞,使液压阀性能下降或动作失灵。

(3) 加速密封件的磨损,使泄漏量增大。

(4) 液压油中混入水分,会使液压油的润滑能力降低并使油液乳化变质,腐蚀金属表面,生成的锈片会进一步污染油液。

(5) 低温时,自由水会变成冰粒,堵塞元件的间隙和孔道。

(6) 空气混入液压油会产生气蚀,降低元件机械强度,造成液压系统出现振动和爬行,产生噪声。

(7) 空气还能加速油液氧化变质,增大油液的可压缩性。

7. 污染的控制措施

对液压油进行良好的管理,保证液压油的清洁,对于保证设备的正常运行,延长设备使用寿命有着非常重要的意义。污染物种类不同,来源各异,治理和控制措施也有较大差别。我们应在充分了解分析污染物来源及种类的基础上,采取经济的有效措施,控制油液污染水平,保证系统正常工作。

对液压油的污染控制工作概括起来有两个方面:一是防止污染物侵入液压系统;二是把已经侵入的污染物从系统中清除出去。污染的控制要贯穿于液压系统的设计、制造、安装、使用、维修等各个环节。在实际工作中污染控制主要有以下措施:

(1) 在使用前保持液压油清洁。

液压油进厂前必须取样检验,加入油箱前应按规定进行过滤并注意加油管、加油工具及工作环境的影响。贮运液压油的容器应清洁、密封,系统中漏出来的油液未经过滤不得重新加入油箱。

(2) 做好液压元件和密封元件清洗,减少污染物侵入。

所有液压元件及零件装配前应彻底清洗,特别是细管、细小盲孔及死角的铁屑、锈片和灰尘、沙粒等应清洗干净,并保持干燥。零件清洗后一般应立即装配,暂时不装配的则应妥善防护,防止二次污染。

(3) 使液压系统在装配后、运行前保持清洁。

液压元件加工和装配时要认真清洗和检验,装配后进行防锈处理。油箱、管道和接头应在去除毛刺、焊渣后进行酸洗以去除表面氧化物。液压系统装配好后应做循环冲洗并进行严格检查后再投入使用。液压系统开始使用前,还应将空气排尽。

(4) 在工作中保持液压油清洁。

液压油在工作中会受到环境的污染,所以应采用密封油箱或在通气孔上加装高效能空气滤清器,可避免外界杂质、水分的侵入。控制液压油的工作温度,防止油温过高造成油液氧化变质。

(5) 防止污染物从活塞杆伸出端侵入。

液压缸活塞工作时,活塞杆在油液与大气间往返,易将大气中污染物带入液压系统中。设置防尘密封圈是防止这种污染侵入的有效方法。

(6) 合理选用过滤器。