



高职高专“十二五”规划教材——机电专业系列

液压与气动技术

主编·鲁 佳 吴琼峰



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”规划教材——机电专业系列

液压与气动技术

主 编	鲁 佳	吴琼峰			
副主编	王 超	辛 辉	张 凯	刘玲玲	
参 编	宋云华	尹巧灵			
主 审	周 斐				

东南大学出版社

· 南京 ·

内容简介

本教材是按照高职高专教育突出应用能力和实践能力培养的要求,依据“够用、实用”的原则编写的。在教学内容设计上注重理论与生产实际的紧密联系,在内容取舍上力求做到少而精、少而够、少而实。以液压与气动技术应用为主线,重点讲述液压与气动技术的基本原理,注重培养学生应用和分析的能力,强调基本技能培养,对液压与气动系统使用和维护相关知识也进行了一定的阐述。同时,注意先进技术的引入,以培养学生理解、分析、应用和创新的综合能力。

本教材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、电气自动化等机电类专业的教学用书,也可作为教师、企业生产技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术 / 鲁佳, 吴琼峰主编. —南京 :
东南大学出版社, 2014. 12

ISBN 978-7-5641-5438-7

I. ①液… II. ①鲁… ②吴… III. ①液压传动—
高等职业教育—教材②气压传动—高等职业教育—教材
IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 313113 号

液压与气动技术

出版发行: 东南大学出版社

社 址: 南京市四牌楼 2 号 邮编: 210096

出 版 人: 江建中

责任编辑: 史建农 戴坚敏

网 址: <http://www.seupress.com>

电子邮箱: press@seupress.com

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 扬中市印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 13.5

字 数: 346 千字

版 次: 2014 年 12 月第 1 版

印 次: 2014 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5641-5438-7

印 数: 1—3 000 册

定 价: 29.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830

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改变了传统教材在学科体系基础上的编写模式,将教材结构模块化,一个模块一个知识点,重点突出,主题鲜明。

本教材采用国家最新技术标准,突出理论与实践的充分结合,力求反映近机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员共同编写而成,其可以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、企业生产技术人员参考书。

本教材共分为 14 个模块,根据能力培养目标制定了明确的模块提要和学习要求,并设置了针对性的实验项目。本教材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,本教材适当拓宽知识面,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。

本教材由平顶山工业职业技术学院鲁佳、湖北第二师范学院吴琼峰担任主编;平顶山工业职业技术学院王超、辛辉,郑州旅游职业学院张凯,郑州财经学院刘玲玲担任副主编;武昌职业学院宋云华、郑州工业安全职业学院尹巧灵参加编写;平顶山工业职业技术学院周斐主审。具体编写分工如下:鲁佳编写模块一~四,吴琼峰编写模块五、十一,王超编写模块六、七,辛辉编写模块八、九,张凯编写模块十二及附录,刘玲玲编写模块十,宋云华编写模块十三,尹巧灵编写模块十四,鲁佳负责全书的统稿。

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

2014 年 11 月

目 录

模块一 液压与气压传动技术概述	1
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
习题	6
模块二 液压传动基础知识	7
2.1 液压工作介质	7
2.2 液体静力学基础	12
2.3 液体动力学基础	15
习题	19
模块三 液压动力元件	22
3.1 液压泵的工作原理	22
3.2 液压泵的主要性能和参数	23
3.3 液压泵的结构	25
3.4 液压泵与电动机参数的选用	31
习题	33
模块四 液压执行元件	35
4.1 液压缸	35
4.2 液压马达	43
习题	45
模块五 液压辅助元件	47
5.1 油箱	47
5.2 滤油器	48
5.3 空气滤清器	50
5.4 油冷却器	51
5.5 蓄能器	51
5.6 油管与管接头	52
习题	54
模块六 液压控制元件	55
6.1 概述	55
6.2 方向控制阀	57
6.3 压力控制阀	66
6.4 流量控制阀	72

习题	75
模块七 液压基本回路	80
7.1 概述	80
7.2 方向控制回路	81
7.3 压力控制回路	82
7.4 节流调速回路	85
7.5 其他速度控制回路	88
7.6 其他控制回路	93
习题	100
模块八 典型液压传动系统的工作原理	104
8.1 数控车床液压系统	105
8.2 汽车起重机液压系统	107
8.3 动力滑台液压系统	110
8.4 液压机液压系统	115
8.5 塑料注射成型机液压系统	119
习题	125
模块九 液压传动系统的设计与计算	128
9.1 液压系统的设计步骤	128
9.2 工况分析	128
9.3 拟定液压系统原理图	131
9.4 选择液压元件并确定安装连接方式	132
9.5 液压系统主要性能的验算	134
9.6 绘制工作图和编制技术文件	137
9.7 液压系统设计计算举例	137
习题	147
模块十 液压系统的使用、维护与故障处理	150
10.1 液压系统的安装	150
10.2 液压系统的调试	152
10.3 液压系统的使用和维护	153
10.4 液压系统故障诊断方法	154
10.5 液压系统常见故障及排除	157
习题	161
模块十一 气压传动基础	163
11.1 气压传动工作原理	163
11.2 气压传动系统的组成	164
11.3 压缩空气性质	165
11.4 供气管线	167
11.5 气压传动的特点	169
习题	169

模块十二 气动元件	170
12.1 气源装置与辅助元件	170
12.2 气动执行元件	176
12.3 气动控制元件	177
习题	183
模块十三 气动基本回路	185
13.1 换向回路	185
13.2 压力控制回路	186
13.3 速度控制回路	187
13.4 位置控制回路	189
13.5 往复及程序动作控制回路	190
13.6 延时回路	190
习题	191
模块十四 气动系统实例	192
14.1 数控加工中心的气压传动系统	192
14.2 VMC750E 加工中心刀库气压传动系统	193
14.3 数控加工中心气动换刀系统	194
14.4 门户开闭装置	195
14.5 气动夹紧系统	197
14.6 气动系统的使用与维护	197
习题	200
附录 常用液压与气动元件图形符号	201
参考文献	208

模块一

液压与气压传动技术概述

→ 本模块提要

- (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。

→ 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。

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。大油缸和大活塞组成举升液压缸。杠杆手柄、小油缸、小活塞、两个单向阀组成手动液压泵。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,这时左侧单向阀打开,通过吸油管从油箱中吸油;用力压下手柄,小活塞下移,小活塞下腔变小,压力升高,左侧单向阀关闭,右侧单向阀打开,下腔的油液经管道输入举升大油缸的下腔,迫使大活塞向上移动,顶起重物。再次提起手柄吸油时,右侧单向阀自动关闭,使油液不能倒流,从而保证了重物不会自行下落。不断地往复扳动手柄,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,举升缸下腔中的油液通过管道、截止阀流回油箱,重物就向下移动。大活塞举升的速度取决于单位时间内流入大油缸中油量的多少。这就是液压千斤顶的工作原理。

通过对上面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,压力油经过管道及右侧单向阀,推动大活塞举起重物,

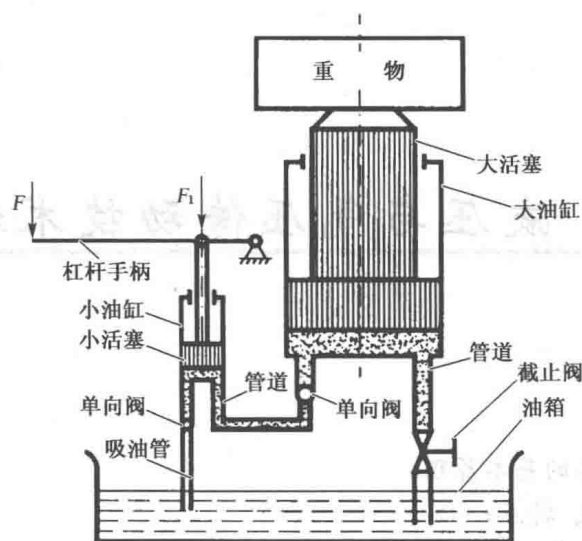


图 1-1 液压千斤顶工作原理图

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、滤油器、液压泵、溢流阀、换向阀、节流阀、开停阀、液压缸以及连接这些元件的油管、管接头等组成。

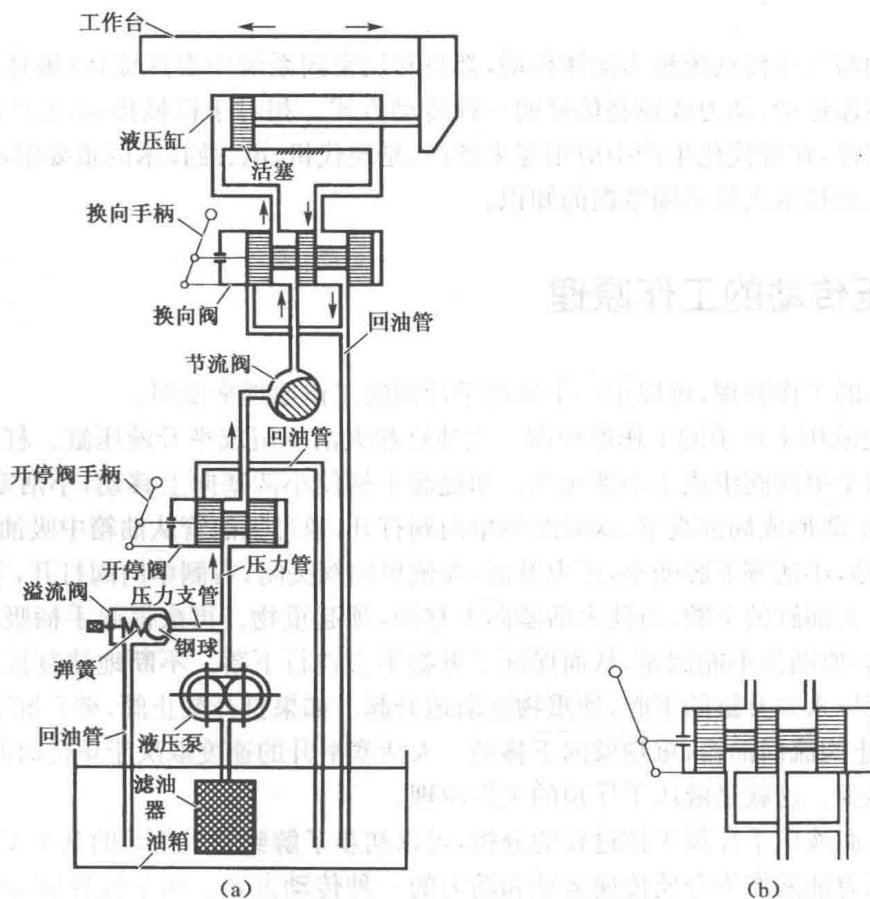


图 1-2 机床工作台液压系统的工作原理图

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、节流阀、换向阀、液压缸左油管进入液压缸的左腔,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和回油管排回油箱。在图 1-2(b)所示状态下,开停阀扳到左位,油液通过开停阀、节流阀、换向阀、液压缸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排回油箱。

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。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中弹簧的阻力,顶起钢球,经回油管流回油箱。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

通过以上的例子,我们可以看出,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,液压缸使负载作直线运动,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,我们称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。

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《液压气动图形符号》(GB/T 786.1—2009)(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,但有时箭头只表示连通,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《液压气动图形符号》(GB/T 786.1—2009)绘制的工作原理图。通过对比图 1-3 和图 1-2 两图可以看到,使用这些图形符号可使液压系统图简单明了,且便于绘制。

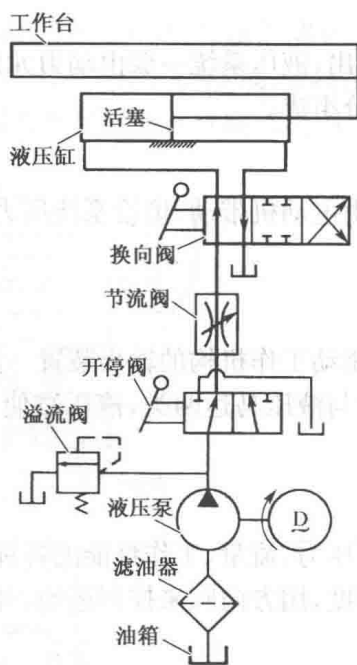


图 1-3 机床工作台液压系统的图形符号图

1.4 液压传动的特点

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%。液压系统一般工作压力都有几 MPa 到十几 MPa,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。液压各种控制阀控制操作简单方便,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) 液压传动不能保护严格的传动比,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的低很多。

(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,有些缺点正被逐步加以克服。

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。二战后,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自动控制的发展方向。

习 题

一、填空题

1. 液压传动是利用_____系统中的_____液体作为工作介质传递运动和动力的一种传动方式。
2. 液压泵是利用密闭容积由小变大时,其内压力_____,密闭容积由大变小时,其内压力_____的原理而吸油和压油的。
3. 液压系统由_____,_____,_____,_____和_____五部分组成。
4. 液压泵是将原动机输入的_____转变为液体的_____的能量转换装置。它的功用是向液压系统_____。
5. 液压缸是将液体的压力能转变为_____的能量转换装置;液压马达是将液体的压力能转变为_____的能量转换装置。
6. 各种液压阀用以控制液压系统中液体的_____,_____和_____等,以保证执行机构完成预定的工作运动。

二、判断题

- () 1. 液压传动系统因其工作压力很高,因而其最突出的特点是:结构紧凑,能输出很大的力或转矩。
- () 2. 液压传动装置工作平稳,能方便地实现无级调速,但不能快速启动、制动和频繁换向。
- () 3. 液压传动能保证严格的传动比。
- () 4. 液压传动与机械、电气传动相配合,能很方便地实现复杂的自动工作循环。
- () 5. 液体的可压缩性比钢的可压缩性大 10~15 倍。

三、简答题

1. 什么是液压传动?
2. 当前液压技术广泛应用于哪些工业部门? 举出你所见的液压和气动应用的实际例子。
3. 液压系统由哪几部分组成? 各部分的作用是什么?
4. 简述液压传动的优缺点。
5. 液压油污染有哪些危害?



模块二

液压传动基础知识

→本模块提要

- (1) 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；
- (2) 液体流动的冲击与空穴现象、流动中的损失计算；
- (3) 液压传动介质液压油的基本知识。

→学习要求

- (1) 了解静力学、动力学的基础知识；
- (2) 了解液压油的使用知识。

2.1 液压工作介质

1) 液压油的用途

液压油有以下几种作用：

- (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，提高使用寿命。
- (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

液压油的主要性质如下:

(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 2-1 所示。在图 2-1 液体的黏性示意图上,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。

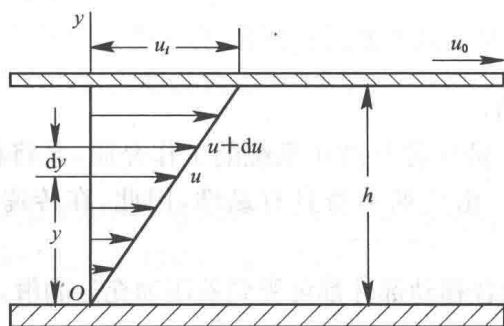


图 2-1 液体的黏性示意图

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,而与此流体层间的距离 dy 成反比,即

$$F = \mu A du / dy \quad (2-1)$$

以 $\tau = F/A$ 表示切应力,则有

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

式中: τ ——剪应力;

μ ——动力黏度,单位 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒);

du/dy ——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,静止液体中是没有摩擦阻力的。

运动黏度表示为

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \tag{2-3}$$

式中: ν ——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 ——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 2-1 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 2-1 常用液压油的牌号和黏度

ISO 3448-92 黏度等级	40℃时运动黏度 (mm^2/s)	现牌号 (GB/T 3141—1994)	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	19.8~24.2	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°C 以上,每超过 10°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 2-2 所示是几种常用国产液压油的黏度—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。液压油的可压缩性是钢的 100~150 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,主要考虑如下因素:

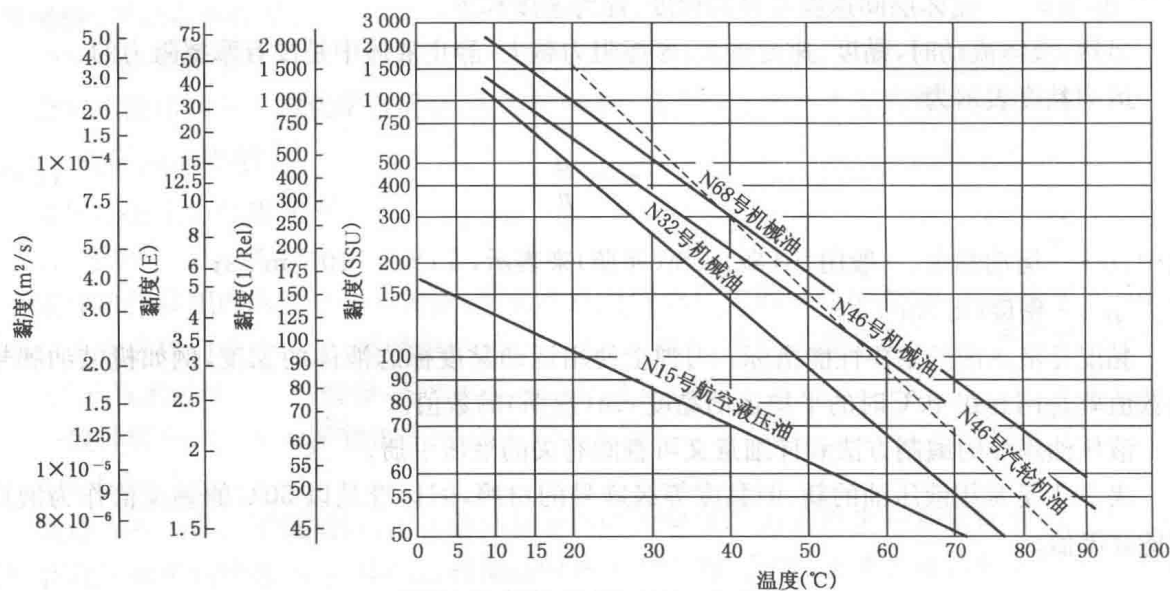


图 2-2 几种国产液压油的黏度—温度曲线

(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 $p = 7 \sim 20$ MPa 时,可选用 N46~N100 的液压油;当压力 $p < 7$ 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到液压泵。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 2-2。

表 2-2 各类液压泵推荐用油

名称	黏度范围(mm^2/s)		工作压力 (MPa)	工作温度 ($^{\circ}\text{C}$)	推荐用油
	允许	最佳			
叶片泵 (1 200 r/min)	16~220	26~54	7	5~40	L-HM 液压油 32,46,68
叶片泵 (1 800 r/min)				40~80	
			7 以上	5~40	L-HM 液压油 46,68,100
				40~80	