

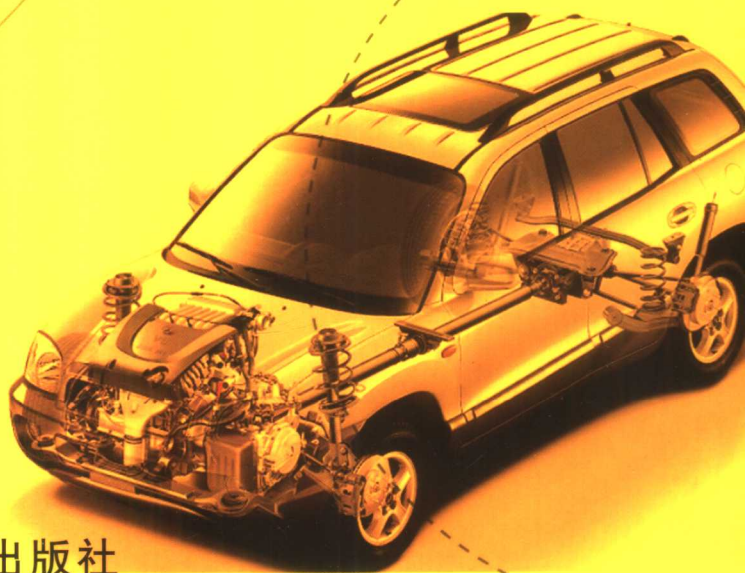
● 高职高专制造业人才培养培训规划教材

液压与气压 传动

■ 郭向阳 主编



yeyayuyiya
chuandong



合肥工业大学出版社

内 容 提 要

全书共十五章。主要从工程应用的角度分别介绍了液压与气压传动的基本原理、特点、使用;液压元件和液压辅件与气动元件和气动辅件的工作原理、基本结构、特点、使用和维护、常见故障及排除;液压系统和气动系统基本回路及其在典型设备中的应用、常见故障及排除;液压系统及气动系统的基本设计方法。

本书为高职高专机电类专业课教材,亦可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/郭向阳主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2006.6

ISBN 7-81093-371-X

I. 液... II. 郭... III. ①液压传动—高等学校:技术学校—教材②气压传动—高等学校:技术学校—教材 IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065137 号

液 压 与 气 压 传 动

主 编 郭向阳

责任编辑 汤礼广

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总编室:0551-2903038
发行部:0551-2903198
版 次 2006 年 6 月第 1 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16
印 张 17.25 字 数 420 千字
发 行 全国新华书店
印 刷 合肥创新印务有限公司
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail press@hfutpress.com.cn

ISBN 7-81093-371-X/TH·11

定价:27.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换



前 言

液压与气动技术是机械设备中发展速度最快的技术之一,特别是近年来微电子、计算机技术同液压气动技术相结合,使液压与气动技术进入了一个新的发展阶段。目前,液压与气动技术已被广泛应用于工业各领域,尤其在机床、工程机械、冶金机械、塑料机械、农林机械、汽车、船舶等行业得到大力发展,而且发展成为包括传动、控制和检测在内的一门完整的自动化技术。现今,采用液压传动的程度已成为衡量一个国家工业水平高低的重要标志之一。

为了适应现代化生产的需要,满足制造业对实用型和技能型人才的需求,实现高职高专人才培养目标,提高学生的实践能力和创新能力,编者在多年教学实践的基础上并结合最新科研成果编写了该书。

全书包括液压传动和气压传动两部分内容,共分为十五章,第一章至第十章为液压传动部分,第十一章至十五章为气压传动部分。主要介绍了液压与气压传动的流体力学基础知识;液压、气动元件的工作原理和结构特点及选用方法;液压、气动基本回路和典型系统的组成与分析;液压、气动元件和基本回路的使用和维护,常见故障及其排除;液压、气动系统基本设计方法。

本书内容丰富,应用性强,以液压与气动新技术为背景,取材新颖实用,力求使教材符合我国高等职业技术教育的教学特点。在内容取舍上,基础理论以“必需”和“够用”为度,力求简单实用。全书插有大量工业应用图例,学生易学易懂。为加强学生实际应用技能的培养,本书着重强调元件的结构、应用和维护、常见故障及其排除及回路的基本设计方法,并附有大量例题、习题,供学习者参考和练习。根据当今自动化技术发展的现状,本书在气压传动部分投入了较多笔墨,通过大量工业应用实例,让学生了解所学内容在工业中的具体应用。本书还尽量反映当前液压和气动技术领域的新科技成果和最新发展动态。

本书由安徽冶金科技职业学院郭向阳任主编,安徽水利水电职业技术学院耿道森、蚌埠学院石怀荣任副主编。其中第一章、第二章由蚌埠学院石怀荣编



写;第三章、第十章由安徽国防科技职业学院孙良平编写;第四章、第六章、第九章由安徽冶金科技职业学院郭向阳编写;第五章由淮南联合大学贾全义编写;第七章、第八章由滁州职业技术学院燕相松编写;第十一章至第十五章由安徽水利水电职业技术学院耿道森编写。

由于编者的水平和经验所限,书中难免有欠妥和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月



目 录

第一章 液压传动概述 (1)	参数的计算 (58)
第一节 液压传动的工作原理..... (1)	第三节 液压缸的结构 (62)
第二节 液压传动实例和液压系统的组成..... (3)	第四节 液压缸的设计和计算 (69)
第三节 液压传动的工作介质..... (6)	思考与练习 (74)
思考与练习 (11)	第五章 液压控制阀 (76)
第二章 液压传动的流体力学	第一节 概述 (76)
基础 (13)	第二节 方向控制阀 (77)
第一节 液体静力学基础 (13)	第三节 压力控制阀 (87)
第二节 液体动力学 (18)	第四节 流量控制阀 (98)
第三节 管路压力损失的计算 (25)	第五节 插装阀..... (102)
第四节 液体流经孔口和缝隙的特性 (31)	第六节 电液伺服阀、比例阀、数字阀 (106)
第五节 液压冲击和气穴现象 (35)	思考与练习..... (110)
思考与练习 (36)	第六章 辅助装置 (112)
第三章 液压泵和液压马达 (39)	第一节 蓄能器..... (112)
第一节 液压泵概述 (39)	第二节 滤油器..... (115)
第二节 齿轮泵 (42)	第三节 油箱..... (118)
第三节 叶片泵 (45)	第四节 热交换器..... (120)
第四节 柱塞泵 (49)	第五节 管件和管接头..... (122)
第五节 液压泵的选用 (52)	第六节 密封装置..... (123)
第六节 液压马达 (53)	思考与练习..... (127)
思考与练习 (55)	第七章 液压基本回路 (128)
第四章 液压缸 (57)	第一节 压力控制回路..... (128)
第一节 液压缸的类型 (57)	第二节 速度控制回路..... (136)
第二节 液压缸特点和基本	第三节 多缸工作控制回路..... (148)



第四节 方向控制回路·····	(151)	思考与练习·····	(198)
思考与练习·····	(153)	第十一章 气压传动概述·····	(199)
第八章 典型液压传动系统·····	(155)	第一节 气压传动系统的工作 原理及组成·····	(199)
第一节 组合机床动力滑 台液压系统·····	(155)	第二节 气压传动的特点及应用 ·····	(200)
第二节 M1432A 型万能外 圆磨床液压系统·····	(157)	第十二章 气压传动基础知识·····	(201)
第三节 液压压力机液压系统·····	(161)	第一节 空气的物理性质·····	(201)
第四节 汽车起重机液压系统·····	(164)	第二节 气体状态方程·····	(203)
思考与练习·····	(167)	第三节 气体流动规律·····	(205)
第九章 液压传动系统设计与计算 ·····	(168)	思考与练习·····	(209)
第一节 液压系统的设计步骤 和设计要求·····	(168)	第十三章 气动元件·····	(210)
第二节 进行工况分析和确定 液压系统主要参数·····	(169)	第一节 气源装置及辅件·····	(210)
第三节 制定基本方案和绘制 液压系统图·····	(174)	第二节 执行元件·····	(215)
第四节 计算和选择液压元件·····	(176)	第三节 控制元件·····	(222)
第五节 液压系统性能的验算·····	(179)	第四节 气动逻辑元件·····	(229)
第六节 绘制正式工作图和编 写技术文件·····	(182)	思考与练习·····	(232)
第七节 液压系统设计计算 举例·····	(182)	第十四章 气压基本回路·····	(233)
思考与练习·····	(187)	第一节 压力控制回路·····	(233)
第十章 液压传动系统安装、调试 和故障诊断·····	(189)	第二节 换向回路·····	(235)
第一节 液压传动系统的安装 与调试·····	(189)	第三节 速度控制回路·····	(236)
第二节 液压传动系统的故障 诊断与排除·····	(193)	第四节 其他回路·····	(238)
		思考与练习·····	(242)
		第十五章 气压传动系统·····	(243)
		第一节 气动系统设计·····	(243)
		第二节 气动系统实例·····	(248)
		第三节 气动系统的安 装调试、使用及维护 ·····	(253)
		思考与练习·····	(255)
		附录 1 常用液压图形符号 ·····	(256)
		附录 2 常用气动图形符号 ·····	(263)



第一章 液压传动概述

液压传动是研究以有压流体为介质来实现各种机械的运动和控制的学科。本章内容主要包括两个方面：液压传动的基本原理及液压传动所采用介质的主要性能。通过本章的学习，要求深入地掌握液压传动的基本原理及液压传动的基本规律、主要参数和基本组成部分。对于液压传动中所采用介质的性能则着重要求掌握粘性，包括粘性的物理意义、度量单位及影响粘性的主要因素等。同时对于液压传动中常用油液的品种、牌号及正确选用方面也应有一定的认识。

第一节 液压传动的工作原理

在机械传动中，人们利用各种机构来传递力和运动，如杠杆、凸轮、轴、齿轮和皮带等。在液压传动中，则利用没有固定形状但有确定体积的液体来传递力和运动。图1-1是一个简化的液压传动模型。图中有两个直径不同的液压缸2和液压缸4，缸内各有一个与缸内壁紧密配合的活塞1和活塞5。假设活塞能在缸内自由（忽略摩擦力）活动，而液体不会通过配合面产生泄漏。缸2、缸4下腔用一管道3连通，其中充满液体。这些液体是密封在缸内、活塞和管道组成的容积中的。如果活塞5上有重物 W ，则当在活塞1上施加的力 F 达到一定大小时，则能阻止重物 W 下降。这就是说可以利用密封容积中的液体来传递力。当活塞1在力 F 作用下向下运动时，重物 W 将随之向上升，这说明密封容积中的液体不但可以传递力，同时可以传递运动。所以液体是一种传动介质，但是必须强调指出的是液体必须在密封的容积中才能起传动的作用。

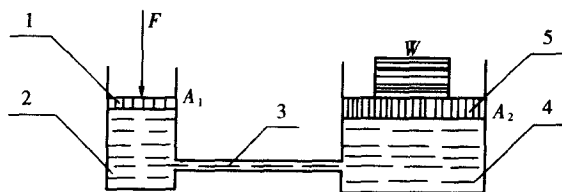


图 1-1 液压传动示意图

1、5—活塞 2、4—液压缸 3—管道

根据图1-1简化的液压传动模型我们可以来分析两活塞之间力的比例关系、运动关系和功率关系。

一、力的比例关系

在传动过程中，小活塞上的力 F 作用于密封液体上，液体受到压力，液体压力又作用于



活塞底面, 活塞 1 底面的压力(物理学中称为压强, 液压传动中称为压力) 为

$$p_1 = \frac{F}{A_1}$$

当大活塞上有重物 W 时, 大活塞下腔的油液同样将产生一定的压力, 活塞 5 底面的压力为

$$p_2 = \frac{W}{A_2}$$

式中: A_1, A_2 —— 分别为活塞 1、活塞 5 的面积。

根据流体力学中的帕斯卡原理, 平衡液体内的某一点的压力等值地传递到液体各点, 因此有

$$p_1 = p_2 = p = \frac{F}{A_1} = \frac{W}{A_2} \quad (1-1)$$

或可以表示为

$$\frac{W}{F} = \frac{A_2}{A_1} \quad (1-2)$$

即输出端的力与输入端的力之比等于两活塞面积之比。

二、运动关系

如果活塞 1 向下移动一段距离 L_1 , 则液压缸 2 内被挤出的液体体积为 $A_1 L_1$, 这部分液体进入液压缸 4 使活塞 5 上升一段距离 L_2 , 缸 4 内被挤出的液体体积为 $A_2 L_2$, 在不考虑液体的可压缩性和泄漏的条件下, 两者的体积应是相等的。即

$$A_1 L_1 = A_2 L_2$$

或

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-3)$$

如果这些动作在时间 t 秒内完成, 则活塞 1 的速度为

$$v_1 = \frac{L_1}{t}$$

活塞 2 的速度为

$$v_2 = \frac{L_2}{t}$$

根据上式有

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{A_1}{A_2} \quad (1-4)$$

式中: v_1, v_2 —— 分别为两个活塞的运动速度。

式(1-4)可表示为



$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (1-5)$$

式(1-5)为流体力学中的液体流动的连续性原理,说明了液体流动的过程中质量守恒的规律,或者说液压传动中流体传递运动时,其速度之比是依靠密封容积中液体体积守恒来保证的。

三、功率关系

由式(1-2)和(1-4)可得

$$W v_2 = F v_1 \quad (1-6)$$

式中: $F v_1$ ——活塞1的输入功率;

$W v_2$ ——活塞2的输出功率。

由式(1-6)可以看出液压传动过程中是能量守恒的。

通过以上分析可以看出液压传动可以达到传递动力、增力、改变速度等目的,并且在考虑损失的条件下保持传递的功率不变。

四、两个重要的概念

1. 负载和液体压力两者之间的关系

在图1-1中只有活塞5上有了重物 W (负载),活塞1上才能施加作用力 F ,并且才能使液体具有压力 p ,所以在液压传动过程中就负载和液体压力 p 两者来说,负载是第一性的,压力是第二性的。即有了负载 W ,并且作用力 F 足够大的时候液体才具有压力,这时压力的大小决定于负载的大小。即在液压传动过程中压力决定于负载。这是在液压传动中的一个很重要的概念。

2. 流量 q

令式 $A_1 v_1 = A_2 v_2 = q$,其中 q 表示活塞1以速度 v_1 在单位时间内从液压缸2中排出的液体体积, q 称为流量。流量 q 进入液压缸4,使得活塞5以速度 v_2 运动

$$v_2 = \frac{q}{A_2} \quad (1-7)$$

即从动活塞5的运动速度决定于进入从动液压缸4的流量,换言之,速度决定于流量。这也是液压传动的一个重要的概念。

第二节 液压传动实例和液压系统的组成

一、磨床工作台液压系统

图1-2所示是一个用以实现平面磨床工作台往复运动的液压系统。图中4是一个齿轮泵,用以给系统提供一定流量的压力油液。如图1-2a所示,压力油液经阀11、13和15进入液压缸19左腔,而液压缸右腔则又经阀15和管道29等与油箱连通。活塞25在压力油液作用下带动工作台向右运动。图中液压缸19有两个油口,改变油口的通油情况即可以改变活塞25的运动方向。活塞25向右运动至工作台上挡块21碰撞到杠杆17时,阀15的阀芯28向左



方便,也不够简明扼要,特别是系统比较复杂时更难绘制。为此国内外对于液压系统都采用元件的图形符号来绘制液压系统原理图。元件的图形符号不再表示元件的具体结构,是一种比较抽象的只表示元件职能的符号。用它来表示系统中各元件的作用及整个系统的工作原理,简明扼要。我国液压图形符号标准(GB/T786.1—1993)规定的图形符号见附录。图1-3是按国家标准绘制的与图1-2一致的平面磨床液压系统原理图(图中的元件标号也是一致的)。一般情况下都是采用图形符号来说明液压回路和系统的工作原理。

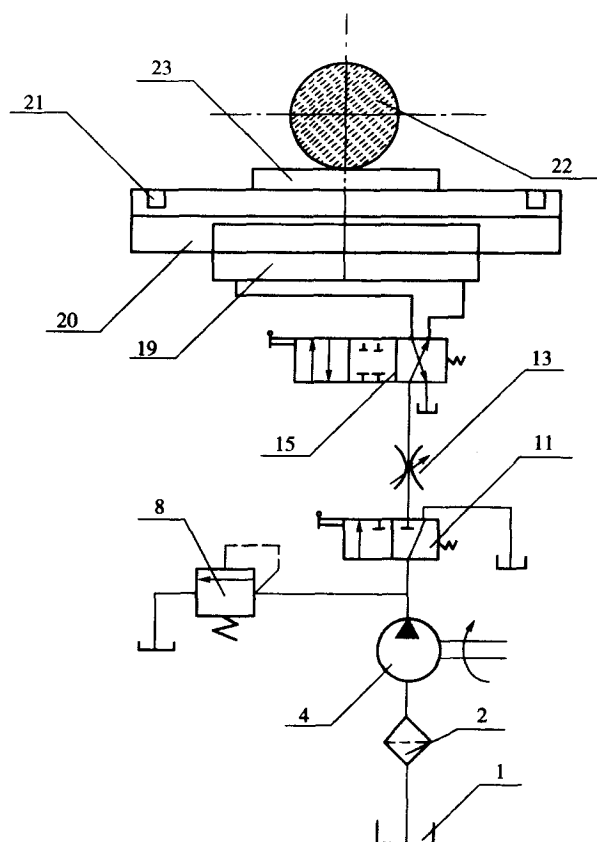


图 1-3 液压系统原理图

三、液压系统的组成

从上述的液压系统可以看出液压传动系统主要由以下几个部分组成。

1. 动力装置

液压系统中提供一定流量的压力油液的装置,是一个动力元件或能量转换装置。液压系统中常采用液压泵作为动力元件。

2. 执行装置

液压系统中把流体的压力能转换为机械能的装置。一般指系统中的液压缸或液压马达。

3. 控制调节装置

对液压系统中流体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置。如图1-2中的溢流阀、节流阀、换向阀等。这些元件的不同组合,组成了能完成不同功能的液压系统。



4. 辅助装置

液压系统中的油箱、油管、滤油器等都是辅助元件,虽然称为辅助元件,但是在液压系统中这些元件是必不可少的。

5. 传动介质

传递能量的流体,即具有一定压力的液压油。

无论液压系统是简单还是复杂,必定含有上述四种液压装置和传动介质,缺少任何一种,系统都不能正常工作或者功能不全。

四、液压传动的优缺点

液压传动与机械传动、电气传动相比具有以下优点:

- (1) 可以在运行过程中实现大范围的无级调速。
- (2) 在同等输出功率下,液压传动装置体积小、重量轻、运动惯性小、反应速度快。
- (3) 可以实现无间隙传动、运动平稳。
- (4) 便于实现自动工作循环和自动过载保护。
- (5) 由于采用油液作为传动介质,对液压元件有润滑作用,因此有较长的使用寿命。
- (6) 液压元件都是标准件、系列化产品,可以直接从市场购买,这有利于液压系统的设计、制造和推广应用。
- (7) 可以采用大推力的液压缸或大扭矩的液压马达直接带动负载,从而省去中间减速装置,使传动简化。

液压传动的主要缺点有:

- (1) 液压传动中,能量需要经过二次变换,特别是在节流调速中,其压力和流量损失比较大,故系统的效率比较低。
 - (2) 液体具有可压缩性,同时配合面不可避免的有油液泄漏,因此一般液压传动不能得到严格的定比传动。
 - (3) 由于液体性能对温度比较敏感,这使得液压传动的性能随着温度的变化而发生变化,不易保证在高温和低温下都具有良好的性能。当采用液压油作为传动介质时,还要注意防止失火的问题。
 - (4) 液压元件要求有较高的加工精度,另外,一般情况下液压系统要求有独立的能源。这些可能增加产品的成本。
 - (5) 液压系统的故障比较难以查找,对维修人员技术水平有较高的要求。
- 由以上的叙述可以看出,液压传动的优点是多于缺点的,并且随着技术水平的提高,某些缺点已在不同程度上得到克服。目前液压传动的使用愈来愈广泛。在某些机械中,如注塑机、大吨位压力机、工程机械、数控机床、加工中心以及煤矿支架等,几乎都采用液压传动。这些充分显示了液压传动的优越性。因此,在设计一台机械或设备时,液压传动是一种必须考虑的用来进行比较的传动方案。

第三节 液压传动的工作介质

液体是液压传动的工作介质,最常用的工作介质是石油型液压油。此外,还有乳化型液



压油和合成型液压油。

一、液压传动工作介质的性质

1. 粘性

液体在外力的作用下流动时,由于液体与固体壁间的附着力,分子运动以及分子间的内聚力的存在,其流动受到牵制,在流动截面上各点的流速也是不同。如图1-4所示,两平面间的距离为 h ,其间充满液体。假设下平面固定,当上平面以速度 v 向右运动时,紧贴上平面的一层液体将与上平面相同的速度 v 向右运动,而紧贴下平面的液体则保持不动,两平面间各层液体的运动速度各不相同。当层间距离较小时,其速度按线性规律分布。各层液体间相互牵制作用,运动快的带动运动慢的,而运动慢的对运动快的有阻滞作用。这种相互牵制的力称为液体内摩擦力或粘性力,而液体流动时呈现的这种性质称为粘性,而度量粘性大小的物理量称为粘度。

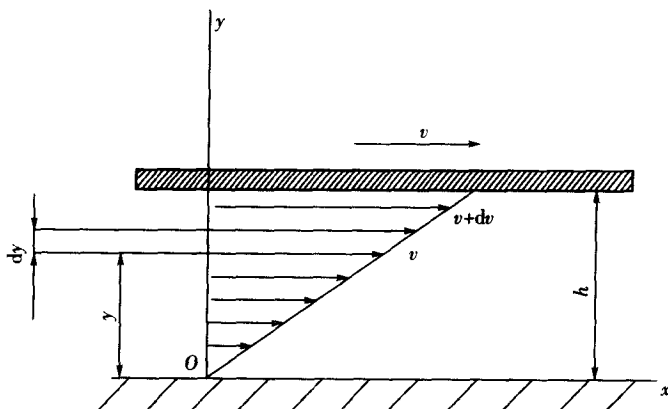


图 1-4 液体粘性示意图

液体的粘性是液体在流动时,组成液体的分子间的内聚力要阻止分子相对运动而产生的一种内摩擦力,液体只有流动(或有流动趋势)时才会出现粘性,静止的液体是不呈现粘性的。同时液体的这种内摩擦力只能使液体流动速度减慢而不能阻止液体流动,这点和固体间的摩擦力不同。实验检测指出,液体流动时,其层间的摩擦力 F 与接触面积 A 和速度差 dv 成正比,而与层间距离 dy 成反比(图1-4)即

$$F = \mu A \frac{dv}{dy} \quad (1-8)$$

或

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \quad (1-9)$$

式中: μ ——液体动力粘度,也可称为液体内摩擦系数;

τ ——单位面积上的摩擦力;

$\frac{dv}{dy}$ ——液层间相对速度对液层距离的变化率,即速度梯度。

上式又称为牛顿内摩擦定律,由式中可以看出,液体动力粘度 μ 具有明确的物理意义,它表示了液体在以单位速度梯度流动时,单位面积上的摩擦力。是衡量液体粘性的指标,单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒)。



如果动力粘度只与液体种类有关而与梯度无关,这种液体称为牛顿液体,否则为非牛顿液体,液压油一般为牛顿液体。

液体动力粘度与液体密度之比为运动粘度 ν ,即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-10)$$

运动粘度单位中只含运动参数,其单位为米²/秒(m²/s)。现在统一规定采用运动粘度 ν 来表示油的粘度。液压传动用油的粘度等级是以 40℃ 时运动粘度(mm²/s) 的中心值来划分的,如某一种牌号 L—HL22 普通液压油在 40℃ 时运动粘度的中心值为 22 mm²/s。

工业中还采用条件粘度来度量液体的粘性。它是采用特定的粘度计在规定的条件下测定的,又称为相对粘度。按各国的习惯,采用的条件粘度不同,它们和运动粘度间有确定的换算关系,可参阅相关的手册。

液体的粘度随着液体的压力和温度的变化而变化,对于液压油来说,压力增大时粘度随之增大。但是在一般的液压系统使用的压力范围内,压力增大的数值很小,可以忽略不计。而液压油的粘度对温度的变化很敏感,温度升高,粘度下降。这个变化率的大小直接影响液压油的使用,因此是十分重要的。

2. 密度

单位体积液体的质量称为液体的密度,即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-11)$$

式中: ρ ——液体的密度;

m ——液体的质量;

V ——液体的体积。

矿物型液压油的密度随着温度的上升而有所减少,随着压力的提高而有所增加,但变动值很小,可以忽略不计。我国采用 20℃ 时的密度作为油液的标准密度。常用液压油和传动液的密度见表 1-1。

表 1-1 常用液压油的密度(kg/m³)

种 类	ρ_{20}	种 类	ρ_{20}
石油基液压油	850 ~ 900	增粘高水基液	1003
水包油乳化液	998	水—乙二醇液	1060
油包水乳化液	932	磷酸脂液	1150

3. 可压缩性

压力为 p_0 体积为 V_0 的液体,如压力增大 Δp 时,体积减少 ΔV ,则此液体的可压缩性可以用体积压缩系数 k 表示。 k 为单位压力变化下的体积相对变化量。

$$k = -\frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V_0} \quad (1-12)$$

由于压力增大时液体的体积减小,因此公式右边加一负号使 k 成为正值。液体的体积压



缩系数 k 的倒数称为体积弹性模量 K 。表1-2为各种液压传动介质的体积弹性模量的数值,由表中的石油型液压油的体积弹性模量可知,其压缩系数是非常大的。

表 1-2 各种液压传动工作介质的体积模量(20℃,标准大气压)

液压传动工作介质的种类	$K/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$
石油型液压油	$(1.4 \sim 2.0) \times 10^9$
水包油乳化液	1.95×10^9
水—乙二醇液	3.15×10^9
磷酸脂液	2.65×10^9

液压传动工作介质的体积模量同温度、压力有关。温度增加时, K 值减少,在液压传动工作介质正常的工作范围内, K 值会发生5%~25%的变化。压力增大时, K 值增大,但这种关系不呈线性。当大于一定的值时, K 值基本上不再增加。液压传动介质的可压缩性对于动态工作的液压系统的影响是很大的,但当液压系统在静态下工作时一般可以不用考虑。

4. 其他性质

液压传动介质还有其他一些性质,如稳定性、抗乳化性、抗泡沫性、防锈性、润滑性、相容性等都对其选择和使用有重要的影响。这些性质需要在精炼的矿物油中加入各种添加剂来获得。

二、油液的选择

1. 对液压传动用工作介质的要求

在液压传动中的油液既是工作介质,又具有润滑作用,因此对其有较高的要求。不同的机械,不同的使用情况对液压传动用工作介质的要求有很大的区别。对液压传动用工作介质的要求大致可概括如下:

(1) 良好的化学稳定性,包括氧化稳定性、热稳定性、水解稳定性、剪切稳定性,即油液在高温下长期与空气接触(抗氧化)以及在高速下通过缝隙或小孔(抗剪切)后仍能保持其原有的化学性质不变的性质。

(2) 良好的润滑性能,以减少元件相对运动中的磨损。

(3) 质地纯净、杂质少。

(4) 对金属和密封件有良好的相容性。腐蚀性小,防锈性好。

(5) 体积膨胀系数小,比热容大。

(6) 流动点和凝固点低,闪点和燃点高。

(7) 对人畜无害,成本低。

2. 油液的分类

液压系统工作介质的品种以其代号和后面的数字组成,代号中的L是石油产品的总分类号“润滑剂和有关产品”,H表示液压系统用的工作介质,数字表示该工作介质的某个粘度等级。液压系统工作介质分类见表1-3。

石油型液压油是最常用的液压系统工作介质,其各项性能都优于其他品种。石油型液压油粘度等级有自15至150等多种规格。

乳化型工作介质简称乳化液,它是由两种互不相溶的液体(如水和油)构成。液压系统



乳化液分为两大类：一类是少量油分散在大量的水中，称为水包油乳化液(O/W)，也称为高水基液；另一类是水分散在油中，称为油包水乳化液(W/O)。

水包油乳化液中油约占有 5% ~ 10% 左右，油的作用是作为各种添加剂的载体，和添加剂一起形成极小的油滴，分散悬浮在水中。有 L-HFAE7、10、22、32 等五个品种。使用温度为 5℃ ~ 50℃。水包油乳化液粘度低，泄漏大，系统的压力不能高于 7MPa，增粘型高水基液的工作压力不宜超过 14 MPa；水的饱和蒸汽压高，易汽化，易起气蚀，泵的吸油口应保持正压，泵的转速不应超过 1200r/min。而且，其润滑性比油低，高水基泵的使用寿命只有液压泵的一半。水包油乳化液一般用于液压支架和液流量特别大的液压系统。

油包水乳化液含油 60%，水滴直径小于 1.5μm，其性能接近液压油。抗燃性高于液压油，使用油温不得高于 65℃，以免汽化。油包水乳化液有 L-HFB22、32、46、68、100 等五个品种。

表 1-3 液压系统工作介质分类(GB/T11118-1989)

分 类	名 称	代 号	组成和特性	应 用
石油型	精制矿物油	L-HH	无抗氧型	循环润滑油，低压液压系统
	普通液压油	L-HL	HH 型油，并改善其防锈和抗氧性	一般液压系统
	抗磨液压油	L-HM	HL 油，并改善其抗磨性	低、中、高压系统，特别适合于有防磨要求带叶片泵的液压系统
	低温液压油	L-HV	HM 油，并改善其粘温性	能在 -20℃ ~ 40℃ 的低温环境下工作，用于户外工作的工程机械和船用设备的液压系统
	高粘度指数液压油	L-HR	HL 油，并改善其粘温性	粘温性优于 L-HV 油，用于数控机床液压系统和伺服系统
	液压导轨油	L-HG	HM 油，并具有粘-滑特性	适用于导轨和液压系统共用一种油品的机床，对导轨有良好的润滑性和防爬性
	其他液压油		加入多种添加剂	用于高品质的专用液压系统
乳化型	水包油乳化液	L-HFAE	需要难燃油品的场合	
	油包水乳化液	L-HFB		
合成型	水-乙二醇液	L-HFC		
	磷酸脂液	L-HFDR		

水-乙二醇液有 L-HFC15、22、32、46、68、100 等六个品种。乙二醇占 20% ~ 40%，水占 35% ~ 55%，增稠剂约占 10% ~ 15%，其余为添加剂。抗燃性优于液压油，使用温度为



$-18^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$,低温性能好,适合于飞机液压系统。润滑性不如液压油,液压泵的磨损比液压油高 $3 \sim 4$ 倍,系统压力应低于 14MPa 。

磷脂脂液有L-HFD15、20、32、46、68等五个品种,使用温度为 $-20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 。它是用各种无水的磷脂脂做基础,再加入各种添加剂而制成的。它的难燃性好,自燃点高,挥发性低,氧化稳定性好,润滑性好。但粘温性和低温性能差,和丁腈橡胶不相容,有微毒,应避免和皮肤直接接触。适用于冶金设备、汽轮机等高温、高压系统,也常用于大型民航客机的液压系统。

3. 工作介质的选择依据

(1) 液压系统的工作条件

按系统中的液压元件(主要是液压泵)来确定工作介质的粘度,同时考虑工作压力范围、油膜的承载能力、润滑性、系统的温度情况、工作介质与其接触的材料是否相容等。

(2) 液压系统的工作环境

要考虑环境温度的变化范围、有无明火和高温热源、抗燃性等,还要考虑环境污染、毒气和气味等因素。

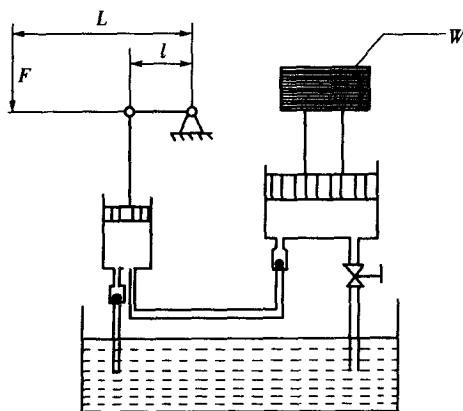
(3) 综合经济分析

选择工作介质时要考虑油品的价格和使用寿命。高质量的液压油价格高,但是使用寿命长,从元件的更换、运行维护、生产效率的提高方面看,它总的经济效率还是是非常合算的。

思考与练习

1-1 如题1-1图所示,小活塞直径为 10mm ,大活塞直径为 40mm , W 重 50000N ,杠杆长 $L=500\text{mm}$, $l=200\text{mm}$ 。求:

- (1) 杠杆端施加多少力才能顶起重物 W ;
- (2) 此时密封容器中液体的压力;
- (3) 杠杆压下一次,使小活塞下移 20mm W 的上升量。



题1-1图 液压千斤顶

1-2 如果小活塞上的摩擦力为 200N ,大活塞上的摩擦力 1000N ,并且杠杆压下一次,密封容器中液体的泄漏量为 0.2cm^3 ,重新完成1-1题的要求。

1-3 某液压油的体积为 $18 \times 10^{-3}\text{m}^3$,质量为 16.1kg ,求此液压油的密度。