

新编全国煤炭高等职业教育规划教材

Yeya Yu Qiya Chuandong

液压与气压传动

主编 卢雪红

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 提 要

本书主要讲述液压与气压传动的基础知识、元件、回路、系统及其应用和维护保养等。全书共十一章,分别介绍了液压流体力学基础、液压动力元件、液压执行元件、液压控制阀、液压辅助元件、液压基本回路、液压伺服系统、气压传动、典型液压与气压传动系统以及液压与气压传动系统的使用与维护等内容。

本书主要供高等职业技术学院机械类和近机械类特别是矿山机械类专业学习使用,也可供成人高校、自学考试和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/卢雪红主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2010.3

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0611 - 4

I. ①液… II. ①卢… 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. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 027936 号

书 名 液压与气压传动

主 编 卢雪红

责任编辑 潘俊成 郭 玉

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 362 千字

版次印次 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书的编写根据高职高专培养目标,特别是当前高职高专教育在校学生的实际情况,依照“必需、够用、易学”的原则,保证满足高职高专相关专业学习的基本要求。其主要特点有:

1. 实用性强:教材内容充分结合高职高专学生特点,加大了典型液压与气压系统分析和故障分析,尤其突出了矿山类机电专业液压与气压系统。

2. 简明扼要:教材内容没有大篇理论推导,突出实践技能。

3. 内容新颖:教材内容选用了目前最新和工矿企业比较常用的液压与气压系统进行分析。

本书由卢雪红担任主编,高峰、卢广银担任副主编。参加编写的人员有:兰州资源环境职业技术学院卢雪红(第1、2、3、9章,附录)、高峰(第5、10章)、杨桢(第4、11章)、何冬花(第6、7章),郑州工业安全职业学院卢广银(第8章)。全书由卢雪红统稿,高峰主审。

本书在编写过程中得到了兰州资源环境职业技术学院有关部门领导及老师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平所限,书中难免会有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2009年1月

目 录

第一章 概 论	1
第一节 液压与气压传动的工作原理及系统组成	1
第二节 液压与气压传动的优缺点及应用	4
复习思考题	5
第二章 液压流体力学基础	6
第一节 工作介质	6
第二节 液体静力学	16
第三节 液体动力学基础	19
第四节 液体流动时的压力损失	25
第五节 孔口和缝隙流量	28
第六节 液压冲击和气穴现象	31
复习思考题	32
第三章 液压动力元件	34
第一节 液压泵概述	34
第二节 齿轮泵	37
第三节 叶片泵	41
第四节 柱塞泵	49
第五节 螺杆泵	57
第六节 液压泵的选用	57
复习思考题	58
第四章 液压执行元件	60
第一节 液压马达	60
第二节 液压缸	69
复习思考题	79
第五章 液压控制阀	81
第一节 概述	81
第二节 方向控制阀	82

第三节 压力控制阀	92
第四节 流量控制阀	100
第五节 其他液压控制阀	103
复习思考题	110
第六章 液压辅助元件	113
第一节 密封装置	113
第二节 油管 and 管接头	116
第三节 蓄能器	119
第四节 过滤器	121
第五节 油箱和热交换器	126
第六节 压力表	128
复习思考题	130
第七章 液压基本回路	131
第一节 方向控制回路	131
第二节 压力控制回路	132
第三节 速度控制回路	138
第四节 多缸工作控制回路	148
复习思考题	152
第八章 液压伺服系统	154
第一节 液压伺服系统的工作原理及特性	154
第二节 液压伺服阀	157
第三节 液压伺服系统的应用	161
复习思考题	166
第九章 气压传动	167
第一节 气动传动基础知识	167
第二节 气源装置及气动辅助元件	168
第三节 气动执行元件	174
第四节 气动控制元件	178
第五节 气动基本回路	184
复习思考题	191
第十章 典型液压与气压传动系统	192
第一节 组合机床动力滑台液压系统	192
第二节 塑料注射成型机液压系统	194
第三节 DY—150 型采煤机牵引部液压系统	197

第四节 气液动力滑台气压传动系统.....	200
第五节 工件夹紧气压传动系统.....	201
复习思考题.....	202
第十一章 液压与气压系统的使用与维护.....	203
第一节 液压系统的安装与清洗.....	203
第二节 液压系统的调试.....	204
第三节 液压系统的保养、故障分析及排除方法	206
第四节 气动系统的使用与维护.....	211
复习思考题.....	217
参考文献.....	218
附 录.....	219

第一章 概 论

就一部完整的机器而言,一般都是由动力部分、传动部分、操纵控制部分及执行部分等组成。由于动力装置的性能不可能直接满足工作机构各种工况的要求,因此,传动装置就成为各种机器不可缺少的重要组成部分。传动装置的基本功用就是变换动力装置的性能参数,扩大性能范围,适应工作机构的各种工况要求。

传动装置归纳起来有机械传动、电力传动、液体传动(液压传动和液力传动)、气压传动和由以上任意两种传动形式组合起来的传动。液压传动是以液体作为工作介质来实现能量传递的传动方式;气压传动是以压缩空气的压力能来实现能量传递的传动方式。

第一节 液压与气压传动的工作原理及系统组成

一、液压与气压传动的工作原理

液压与气压传动的基本工作原理是相似的,现用液压千斤顶的工作原理来简述其传动原理。

如图 1-1 所示,大小两个液压缸 5 和 9 中分别装有大活塞 4 和小活塞 8,活塞能在缸体内上下滑动,但必须有可靠的密封。其动作过程是:当用手向上提起杠杆 7 时,小活塞 8 被带动上升(此时单向阀 6 处于关闭状态),缸 9 中密封容积增大,压力减小,当低于大气压时,单向阀 10 两端的压差能克服弹簧弹力,单向阀 10 被推开,油箱 1 中的油液便经管道流进液压缸 9 中,使得吸油开始。当上升到一定高度时,接着压下杠杆 7,液压缸 9 中的油液压力上升,单向阀 10 便关闭,此时吸油结束。而单向阀 6 在油压作用下被推开,油液便进入液压缸 5,当油液压力能克服重物 M 的重力时,活塞 4 上升,重物便随之上升。如此反复地提压杠杆 7,重物便逐渐上升,达到了液压千斤顶起重物的目的。

若将放油阀 2 旋转 90°,则在重物自重作用下,大缸 5 中的油液流回油箱,活塞下降到原位。

从此例可以看出,液压千斤顶是一个简单的液压传动装置。分析液压千斤顶的工作过程,可知液压传动是依靠液体在密封容积中变化的压力能实现运动和动力传递的。液压传动装置本质上是一种能量转换装置,它先将机械能转换为便于输送的液压能,然后又将液压

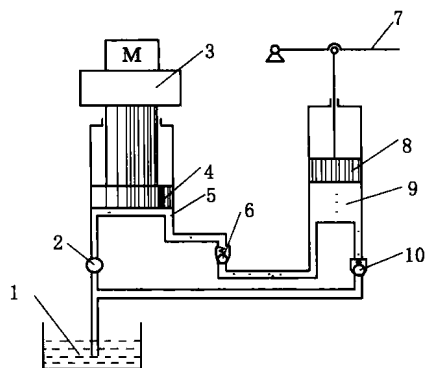


图 1-1 液压千斤顶的工作原理

1——油箱;2——放油阀;3——重物;
4——大活塞;5、9——液压缸;
6、10——单向阀;7——杠杆;8——小活塞

能转换为机械能做功。

二、液压与气压传动系统的组成

如图 1-2 所示为一台简化了的机床工作台液压传动系统,我们可以通过它进一步了解一般液压传动系统应具备的基本性能和组成情况。

在图 1-2(a)中,液压泵 3 由电动机(图中未示出)带动旋转,从油箱 1 中吸油。油液经过滤器 2 过滤后流往液压泵,经泵向系统输送。来自液压泵的压力油流经节流阀 5 和换向阀 6 进入液压缸 7 的左腔,推动活塞连同工作台 8 向右移动。这时,液压缸右腔的油通过换向阀经回油管排回油箱。

如果将换向阀手柄扳到左边位置,使换向阀处于图 1-2(b)所示的状态,则压力油经换向阀进入液压缸的右腔,推动活塞连同工作台向左运动。这时,液压缸左腔的油也经换向阀和回油管排回油箱。

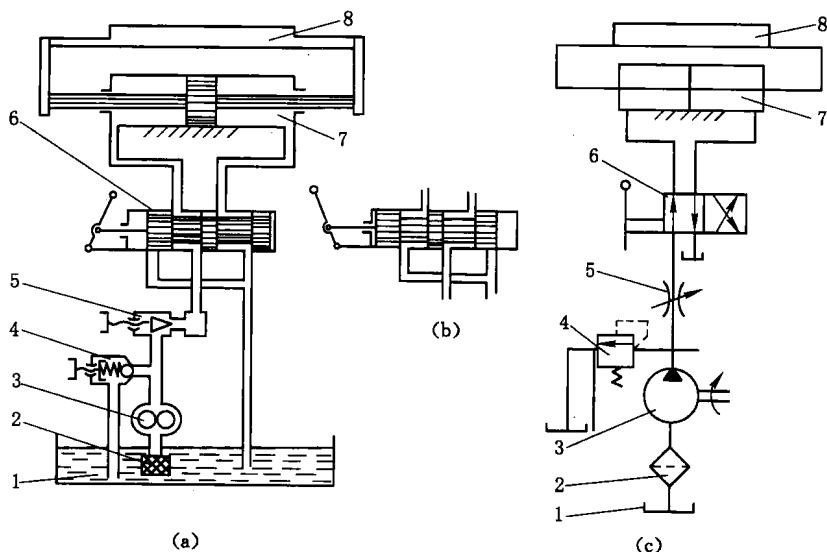


图 1-2 机床工作台液压传动系统

1——油箱;2——过滤器;3——液压泵;4——溢流阀;5——节流阀;6——换向阀;7——液压缸;8——工作台

工作台的移动速度是通过节流阀来调节的。当节流阀开口较大时,进入液压缸的流量较大,工作台的移动速度也较快;反之,当节流阀开口较小时,工作台移动速度则较慢。

工作台移动时必须克服阻力,例如克服切削力和相对运动表面的摩擦力等。为适应克服不同大小阻力的需要,泵输出油液的压力应当能够调整;另外工作台低速移动时,节流阀开口较小,泵出口多余的压力油也需排回油箱。这些功能是由溢流阀 4 来实现的,调节溢流阀的预压力就能调整泵出口的油液压力,并让多余的油在相应压力下打开溢流阀,经回油管流回油箱。

如图 1-3 所示是气压传动系统,其工作原理概括为压缩空气的产生与净化、净化空气的调节与控制、执行机构完成工作机构的要求。气源装置是由电动机 1 带动空气压缩机 2 产生压缩空气,压缩空气经冷却、油水分离后进入储气罐 3 备用;压缩空气从储气罐引出,经空气过滤器 12 被再次净化,然后经压力控制阀 4、油雾器 11、逻辑元件 5、换向阀 6 和流量控制

阀 7 到达气缸 9,通过机控阀 8 控制完成油缸所需的动作。此外,还要满足一些其他的要求,如用消声器 10 来消除噪声等。

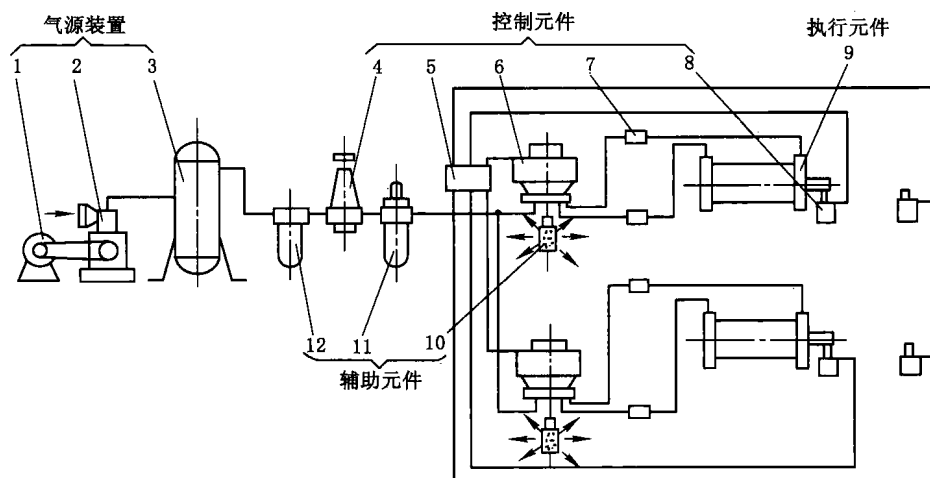


图 1-3 气压传动系统

1——电动机;2——空气压缩机;3——储气罐;4——压力控制阀;5——逻辑元件;6——方向控制阀;
7——流量控制阀;8——机控阀;9——气缸;10——消声器;11——油雾器;12——空气过滤器

在图 1-3 所示的可完成某程序动作的气压传动系统的组成原理图中,控制装置是由若干气动元件组成的气动逻辑回路组成。它可以根据气缸活塞杆的始末位置,由行程开关等传递信号,在作出逻辑判断后指示气缸下一步的动作,从而实现规定的自动工作循环。

从上述例子可以看出,液压与气压传动系统由以下五个部分组成:

① 能源装置。它是把机械能转换成流体的压力能的装置,一般最常见的是液压泵和空气压缩机。

② 执行装置。它是把流体的压力能转换成机械能的装置,一般指直线移动的液(气)压缸、作回转运动的液(气)压马达等。

③ 控制装置。它是对液(气)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。例如溢流阀、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(气)压系统。

④ 辅助装置。它包括油箱、油管、过滤器以及各种指示器和控制仪表、蓄能器、储气罐等。它们的作用是提供必要的条件使液(气)压系统得以正常工作和便于监测控制。

⑤ 工作介质。工作介质即传动介质,传递能量的流体,即液压油或压缩空气。

三、液压与气压传动系统的图形符号

组成液压系统或气压系统的各个元件若用结构式图形画出来,图形直观性强,较易理解,但难于绘制,系统中元件数量多时更是如此。所以,在工程实际中,除某些特殊情况外,一般都用简单的图形符号来绘制液压与气压系统原理图,如图 1-2(c)和图 1-3 所示。

第二节 液压与气压传动的优缺点及应用

一、液压传动的优缺点

(1) 液压传动与机械传动、电力传动相比较,有如下主要优点:

- ① 液压传动能方便地实现无级调速,调速范围大。
- ② 在相同功率情况下,液压传动能量转换元件的体积较小、重量较轻。
- ③ 工作平稳,换向冲击小,便于实现频繁换向。
- ④ 便于实现过载保护,而且工作油液能使传动零件实现自润滑,故使用寿命较长。
- ⑤ 操纵简单,便于实现自动化。特别是液压传动和电气控制联合使用时,易于实现复杂的自动工作循环。

⑥ 液压元件易于实现系列化、标准化和通用化。

(2) 液压传动的主要缺点是:

- ① 液压传动中液体的泄漏和液体的可压缩性使传动无法保证严格的传动比。
- ② 液压传动有较多的能量损失(泄漏损失、摩擦损失等),故传动效率不高,不宜作远距离传动。
- ③ 液压传动对油温的变化比较敏感,不宜在很高和很低的温度下工作。
- ④ 液压传动出现故障时不易查找原因。

总的说来,液压传动的优点是十分突出的,它的缺点将随着科学技术的发展而逐渐得到克服。

二、气压传动的优缺点

(1) 气压传动与液压传动相比有如下优点:

- ① 空气可以直接来源于大气,节省费用。
- ② 空气在管道内流动阻力小,压力损失小,便于输送。
- ③ 气动反应快,动作迅速,维护简单,管路不易阻塞。
- ④ 使用后的空气可直接排入大气,不污染环境。
- ⑤ 气动元件结构简单,易于标准化、系列化、通用化,便于制造。
- ⑥ 气动系统在恶劣工作环境中,安全可靠性能优于其他系统。
- ⑦ 气动系统可实现过载保护,可压缩性气体便于储存能量。
- ⑧ 气动设备可以自动降温,长期运行也不会发生过热现象。

(2) 气压传动系统的主要缺点是:

- ① 气压传动工作压力较低,输出功率较小。
- ② 气压传动信号传递的速度慢,不宜用于高速传递的回路中。
- ③ 气压传动排气噪声大,需加消声器。
- ④ 由于空气的可压缩性,气压传动在载荷变化时动作稳定性差。

三、液压传动与气压传动的应用和发展

液压传动相对于机械传动来说,是一门新的技术。如果从 1795 年世界上第一台水压机诞生算起,液压传动已经有 200 多年的历史。然而液压传动真正推广使用却是近 50 多年的事。特别是 20 世纪 60 年代以后,随着原子能科学、空间技术、计算机技术的发展,液压技术也得到了很大发展,已渗透到国民经济的各个领域之中。在工程机械、冶金、军工、农机、汽车、轻纺、船舶、石油航空和机床工业中,液压技术得到了普遍的应用。当前,液压技术正向高压、高速、大功率、高效率、低噪声、低能耗、经久耐用、高度集成化等方向发展;同时,新型液压元件的应用,液压系统的计算机辅助设计、计算机仿真和优化、微机控制等工作也日益取得显著的成果。

气压传动技术在科技飞速发展的今天也迅速发展。随着工业的发展,气压传动技术的应用领域已从汽车、采矿、钢铁、机械工业等行业迅速扩展到化工、轻工、食品、军事工业等各领域。气压传动技术已发展成包括传动、控制和检测在内的自动化技术。由于工业自动化技术的发展,气压传动控制技术以提高系统可靠性、降低总成本为目标,研究和开发系统控制技术和机、电、液、气综合技术。气动元件当前发展的特点和研究方向主要是节能化、小型化、位置控制的高精度化,以及与电子学相结合的综合控制技术。

复习思考题

1. 什么是液压与气压传动? 液压传动的基本工作原理是怎样的?
2. 液压与气压传动系统有哪些部分组成? 各部分的作用是什么?
3. 液压元件在系统图中是怎样表示的?
4. 与其他传动方式相比较,液压传动与气压传动有哪些主要优缺点?

第二章 液压流体力学基础

液压传动是以液体(液压油)作为工作介质来进行能量传递的。因此,了解液体的基本性质,掌握液体平衡和运动的主要力学规律,对于正确理解液压传动原理以及合理设计和使用液压系统都是非常必要的。

第一节 工作介质

液压传动所采用的工作液体有石油型液压油、水基液压液和合成液压液三大类。石油型液压油,是由石油经炼制并适当掺入了添加剂制成的,其润滑性和化学稳定性好,是液压传动系统中应用最广泛的工作介质,简称液压油。

一、液压油的主要物理性质

液体的物理性质,对液压传动系统的工作性能有很大影响。

(一) 密度

单位体积液体的质量称为该液体的密度,即:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中 V ——液体的体积;

m ——体积为 V 的液体的质量;

ρ ——液体的密度。

密度是液体的一个重要的物理参数。随着液体温度或压力的变化,其密度也会发生变化,但这种变化量通常不大,可以忽略不计。一般液压油的密度为 900 kg/m^3 。

(二) 可压缩性

液体受压力作用而发生体积减小的性质称为液体的可压缩性。液体在单位压力变化下的体积相对变化量为:

$$k = - \frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V} \quad (2-2)$$

式中 V ——增压前液体的体积;

Δp ——增压后压力变化量;

ΔV ——压力增加 Δp 后液体体积变化量;

k ——液体的压缩系数。

由于压力增大时液体的体积减小,因此上式的右边须加一负号,以使 k 为正值。 k 的倒数称为液体的体积模量,以 K 表示。

$$K = \frac{1}{k} = -\frac{\Delta p}{\Delta V} V \quad (2-3)$$

K 表示产生单位体积相对变化量所需要的压力增量。在实际应用中,常用 K 值说明液体抵抗压缩能力的大小。 K 值越大,说明液体的压缩性越小,其刚度就越大;反之,液体易被压缩,刚度较小。在常温下,纯净液体的体积模量 $K = (1.4 \sim 2) \times 10^3 \text{ MPa}$,数值很大,故一般可认为油液是不可压缩的。

应当指出,当液压油中混有空气时,其抗压缩能力将显著降低,这会严重影响液压系统的工作性能。在有较高要求或压力变化较大的液压系统中,应力求减少油液中混入的气体及其他易挥发物质(如汽油、煤油、乙醇和苯等)的含量。由于油液中的气体难以完全排除,实际计算中常取液压油的体积模量 $K = 0.7 \times 10^3 \text{ MPa}$ 。

(三) 黏性

1. 黏性的物理本质

液体在外力作用下流动时,由于液体与固体壁面间的附着力,分子运动及分子间的内聚力的存在,使其流动受到牵制,因而产生一种摩擦力,这一特性称为液体的黏性。黏性是液体的重要物理性质,也是选择液压油的主要依据之一。

由于液体的黏性,会使液体内部各层间的速度大小不等。如图 2-1 所示,设两平行平板间充满液体,下平板不动,上平板以速度 u_0 向右平移。由于液体的黏性作用,紧贴下平板的液体层速度为零,紧贴上平板的液体层速度为 u_0 ,而中间各层液体的速度则根据它与下平板间的距离大小近似呈线性规律分布。

实验测定结果指出,液体流动时相邻液层间的内摩擦力 F 与液层接触面积 A 、液层间的速度梯度 du/dy 成正比,即:

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (2-4)$$

式中, μ 是比例常数,称为动力黏度。若以 τ 表示内摩擦切应力,即液层间在单位面积上的内摩擦力,则:

$$\tau = \frac{F}{A} = \mu \frac{du}{dy} \quad (2-5)$$

式(2-5)称为牛顿液体内摩擦定律。

由式(2-5)可知,在静止液体中,因速度梯度 $du/dy=0$,内摩擦力为零,所以液体在静止状态下是不呈黏性的。

2. 黏度

液体黏性的大小用黏度来表示。常用的黏度有三种,即动力黏度、运动黏度和条件黏度。

(1) 动力黏度

动力黏度又称绝对黏度,由式(2-4)可得:

$$\mu = \frac{F}{A \frac{du}{dy}}$$

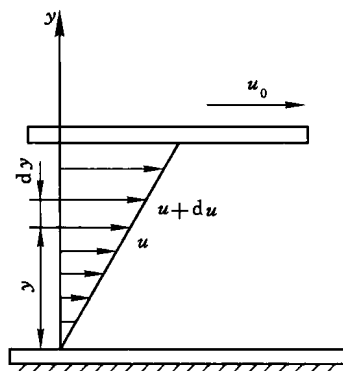


图 2-1 液体的黏性

动力黏度的物理意义是:液体在单位速度梯度下流动时,接触液层间单位面积上的内摩擦力。

动力黏度的法定计量单位为 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒, $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$), 它与以前沿用的非法定计量单位 P (泊, $\text{dyne} \cdot \text{s}/\text{cm}^2$) 之间的关系是:

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P}$$

(2) 运动黏度

动力黏度与该液体密度的比值称为运动黏度, 以 ν 表示:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2-6)$$

比值 ν 无物理意义, 但它却是工程实际中经常用到的物理量, 称为运动黏度。

运动黏度的法定计量单位是 m^2/s (米²/秒), 它与以前沿用的非法定计量单位 cSt (厘斯) 之间的关系是:

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = 10^6 \text{ mm}^2/\text{s} = 10^6 \text{ cSt}$$

国际标准化组织 (ISO) 规定统一采用运动黏度来表示油的黏度等级。我国生产的全损耗系统用油和液压油采用 40°C 时的运动黏度值 (mm^2/s) 为其黏度等级标号, 即油的牌号。例如牌号为 L—HL32 的液压油, 就是指这种油在 40°C 时的运动黏度平均值为 $32 \text{ mm}^2/\text{s}$ 。

(3) 条件黏度

液体黏度在工程上的测定方法是测出液体的相对黏度, 即液体的条件黏度, 然后再根据关系式算出动力黏度或运动黏度。我国采用恩氏黏度 $^\circ E_t$ 。

恩氏黏度用恩氏黏度计测定: 将 200 mL 温度为 $t^\circ\text{C}$ 的被测液体装入黏度计的容器内, 使之由其下部直径为 2.8 mm 的小孔流出, 测出液体流尽所需的时间 $t_1 (\text{s})$; 再测出 200 mL 温度为 20°C 的蒸馏水在同一黏度计中流尽所需的时间 $t_2 (\text{s})$ 。这两个时间的比值即为被测液体在 $t^\circ\text{C}$ 下的恩氏黏度。即:

$$^\circ E_t = t_1/t_2$$

一般以 20°C 、 50°C 、 100°C 作为测定液体黏度的标准温度, 所以恩氏黏度分别 $^\circ E_{20}$ 、 $^\circ E_{50}$ 、 $^\circ E_{100}$ 标记。

恩氏黏度 $^\circ E_t$ 与运动黏度 ν 间的换算关系:

$$\nu = (7.31^\circ E_t - \frac{6.31}{^\circ E_t}) \times 10^{-6} \quad (2-7)$$

(4) 黏度和温度的关系

油液对温度的变化极为敏感, 温度升高, 油的黏度即降低。油的黏度随温度变化的性质称为油液的黏温特性。不同种类的液压油有不同的黏温特性。图 2-2 为几种典型液压油的黏温特性曲线图。

黏温特性较好的液压油, 黏度随温度的变化较小, 因而油温变化对液压系统性能的影响较小。

国际和国内常采用黏度指数 VI 值来衡量油液黏温特性的好坏。黏度指数 VI 值较大, 表示油液黏度随温度的变化率较小, 即黏温特性较好。一般液压油的 VI 值要求在 90 以上, 优异的在 100 以上。

(5) 黏度和压力的关系

液体所受的压力增大时, 其分子间的距离减小, 内聚力增大, 黏度亦随之增大。但对于一

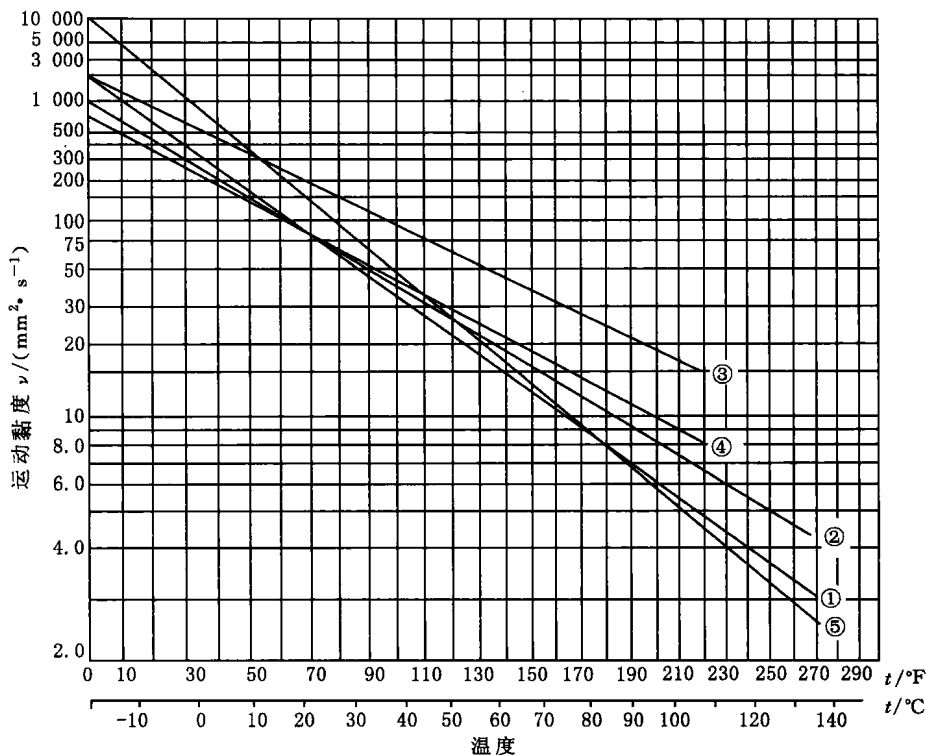


图 2-2 典型液压油的黏温特性曲线

- ①——矿油型普通液压油；②——矿油型高黏度指数液压油；
③——水包油乳液；④——水—乙二醇液；⑤——磷酸酯液

般的液压系统,当压力在 32 MPa 以下时,压力对黏度的影响不大,可以忽略不计。

(6) 调和油的黏度

如果使用一种油类不能满足液压传动的要求,则可以利用不同黏度的同类油品进行调和,以达到所需要的黏度。调和油的黏度可用如下经验公式计算:

$$^{\circ}E = \frac{a^{\circ}E_1 + b^{\circ}E_2 - c(^{\circ}E_1 - ^{\circ}E_2)}{100} \quad (2-8)$$

式中 $^{\circ}E$ ——调和油的恩氏黏度；

$^{\circ}E_1$ ——第一种油液的恩氏黏度；

$^{\circ}E_2$ ——第二种油液的恩氏黏度, $^{\circ}E_1 > ^{\circ}E_2$ ；

a ——第一种油液所占百分数；

b ——第二种油液所占百分数($a+b=100$)；

c ——与 a, b 有关的实验系数,其值按表 2-1 选择。

表 2-1

调和油的系数 c

$a/\%$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$b/\%$	90	80	70	60	50	40	30	20	10
c	6.7	13.1	17.9	22.1	25.5	27.9	28.2	25	17

(7) 其他性质

液压油还有其他一些物理化学性质,如抗燃性、抗凝性、抗氧化性、抗泡沫性、抗乳化性、防锈性、润滑性、导热性、相容性(主要是指对密封材料不侵蚀、不溶胀的性质)以及纯净性等,都对液压系统工作性能有重要影响。对于不同品种的液压油,这些性质的指标也有所不同,具体可见油类产品手册。

二、液压油的选用

为了正确选用液压油,需要了解液压油的使用要求,熟悉液压油的品种及其性能,掌握液压油的选择方法。

(一) 对液压油的使用要求

液压传动用油一般应满足如下要求:

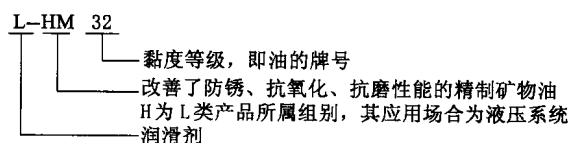
- ① 黏度适当,黏温特性好。
- ② 润滑性能好,防锈能力强。
- ③ 质地纯净,杂质少。
- ④ 对金属和密封件有良好的相容性。
- ⑤ 氧化稳定性好,长期工作不易变质。
- ⑥ 抗泡沫性和抗乳化性好。
- ⑦ 体积膨胀系数小,比热容大。
- ⑧ 燃点高,凝点低。
- ⑨ 对人体无害,成本低。

对于具体的液压传动系统,则需根据情况突出其某些方面的使用性能要求。

(二) 液压油的品种

液压油的品种很多,但就其化学组成和可燃性而言,可归纳为两大类:矿物油型液压油和难燃液压油。国家标准规定液压油用规定的符号表示,如 L—HM32 的含义如下:

GB/T 7631.2—2003 规定的产品符号举例:



1. 矿物油型液压油

(1) L—HH 液压油

L—HH 液压油是一种无添加剂的精制矿油,这种油品虽列入分类中,,但在液压系统中已不使用。这种油稳定性差、易起泡,在液压设备中使用寿命短。

(2) L—HL 液压油

本产品为改善了防锈、抗氧化性的精制矿物油,性能比 L—HH 液压油优越,其黏度等级有 15、22、32、46、68、100 等六种。常用于 7 MPa 以下的要求较高的中、低压液压系统和要求换油期较长的轻负荷机械的油浴式润滑系统。

(3) L—HM 液压油

本产品是在 L—HL 油的基础上改善了抗磨性的矿物油,又称抗磨液压油,其黏度

等级主要有(牌号)有 22、32、46、68 等四种。适用于中、低、高压液压系统和中等负荷机械的润滑。

2. 难燃液液压

国标 GB 7631.2—2003 在原有类型的基础上取消了对环境和健康有害的难燃液液压 HFDS 和 HFDT, 现仅介绍煤矿液压支护设备使用的水包油型乳化液。

(1) 水包油型乳化液的组成

按分类体系, 水包油型乳化液的产品符号为 L—HFAE 液液压, 它是由水和乳化油混合而成的稳定液体。其中水占 98%~85%, 乳化油仅占 2%~15%, 乳化油分散成微小油珠均匀地散布于水中。乳化液不可燃, 安全性好, 价格低廉, 对人体皮肤无刺激无损害, 具有一定的润滑性, 其黏度基本上与水的黏度一样, 特别适用于煤矿液压支护设备。

乳化油是以矿物油为基础油, 加入乳化剂、防锈剂和其他添加剂组合而成的可溶性油。

国产 SM—10 和 MDT 乳化油, 是液压支架的专用油。

(2) 乳化液的配制要求

① 乳化液用水必须清洁无污染, 水的 pH 应在 6~9 之间。

② 配液应掌握好乳化油和水的比例。对于液压支架一般采用 5% 的乳化油加 95% 的水, 对于单体液压支柱采用 2% 的乳化油加 98% 的水。

③ 配制前要先搅拌乳化油, 然后将乳化油慢慢倒入水中, 并要不停地搅拌。由于油滴直径大小不同 (0.05~10 μm), 乳化液的外观也由透明、半透明、玉色直至乳白色, 油滴愈小, 乳化液愈透明, 也愈稳定。

④ 要采用同一牌号、同一厂家生产的乳化油, 不可混用。乳化油属于易燃品, 储存、运输时应注意防火, 储存期一般以一年为限。

液压油的主要品种及其特性和用途见表 2-2 所列。

表 2-2 液压油的主要品种及其特性和用途

类 别	组 成	代 号	特性和用途
矿物 型液 压油	无添加剂的石油基液压油	L—HH	稳定性差, 易起泡
	HH+抗氧化剂、防锈剂	L—HL 通用液压油	有抗氧化和防锈能力, 常用于中低压液压系统
	HL+抗磨剂	L—HM 抗磨液压油	改善抗磨性能, 适用于工程机械、车辆液压系统
	HL+增黏剂	L—HR 高黏度指数 液压油	改善温黏特性, 适用于环境温度变化较大的低压系统和轻负载机械的润滑部位
	HM+增黏剂	L—HV 低温液压油	改善温黏特性, 可用于环境温度在 $-40\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高压系统; 低温黏度小, 高温下能保持一定黏度, 故适用范围宽
	HM+防爬剂	L—HG 液压导轨油	改善黏滑性能, 适用液压及导轨润滑为同一油路系统的精密机床