



液压与 气动技术

■ 谢仁明 陈闽鄂 主编 ■ 吴少爽 郭谊 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



公差配合与检测技术

陈舒拉

公差配合与测量技术

刘 华

液压与气动技术

谢仁明

AutoCAD 2006 实用教程

郑 金

PLC及其在数控机床中的应用

祝红芳

数控机床维修与调整

熊 军

数控机床原理与结构

熊 军

数控加工与编程

顾 晔

数控加工技术及编程

杨 洋

封面设计：董志松

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

ISBN 978-7-115-16171-0



9 787115 161710 >

ISBN 978-7-115-16171-0/TN

定价：20.00 元

高等职业教育机电系列教材

液压与气动技术

谢仁明 陈闽鄂 主编

吴少爽 郭 谊 副主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术 / 谢仁明, 陈闽鄂主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.9
(高等职业教育机电系列教材)

ISBN 978-7-115-16171-0

I. 液… II. ①谢…②陈… 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. TH137 TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 100265 号

内 容 提 要

本书根据高等职业教育的培养目标编写。全书分为两部分, 第一部分为液压传动, 共有 9 章; 第二部分为气压传动, 共有 5 章。每章后面附有思考和练习题。

本书力求理论与工程实际相结合, 突出实用性, 并适当引入当前新技术内容。全书内容通俗易懂, 并配有电子教案和大量 Flash 动画, 有利于教师教学和学生自学。

本书可供高等职业院校使用, 也可作为工程技术人员参考用书。

高等职业教育机电系列教材

液压与气动技术

- ◆ 主 编 谢仁明 陈闽鄂
副 主 编 吴少爽 郭 道
责任编辑 潘新文
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 285 千字
印数: 1—3 000 册
- 2007 年 9 月第 1 版
2007 年 9 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16171-0/TN

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

编者的话

本教材立足于高职高专教育培养应用型人才为目的,突出应用性和针对性,在理论上力求简单明了,实例和应用上力求直观易懂。为达到这一目的,本教材配有电子教案,其中含有适量的 Flash 动画,动画生动逼真,演示效果力求接近实际,为教师教学和学生提供了方便。

液压传动和气压传动与机械传动相比,其优势非常明显,所以在机械设备中被广泛采用。特别是液压与气压传动技术和计算机及 PLC 技术相结合,使液压和气压传动技术应用进入了一个新的阶段。在这方面,本教材也作了一定的介绍。

本教材共 14 章,其中前 9 章是液压传动的内容,后 5 章是气压传动的内容。另外,在附录 1 中汇集了少量综合习题,供读者强化练习。

本书由九江职业技术学院谢仁明、陈闽鄂任主编,九江职业技术学院吴少爽、华东交通大学现代教育技术中心郭谊任副主编,华北计算机技术研究所钟晨为本书制作了部分动画,在此表示感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2007 年 6 月

目 录

第1章 液压传动概述	1
1.1 液压传动的组成	1
1.2 液压传动的优缺点	3
1.3 液压传动的应用	3
思考和练习	4
第2章 液压传动基础	5
2.1 液压油	5
2.2 液体静力学基础	10
2.3 流体动力学基础	13
2.4 管路内压力损失计算	17
2.5 液体流经小孔和间隙的流量	18
2.6 液压冲击和空穴现象	21
思考和练习	22
第3章 液压泵和液压马达	24
3.1 液压泵概述	24
3.2 齿轮泵	26
3.3 叶片泵	28
3.4 柱塞泵	32
3.5 液压泵的选用	34
3.6 液压马达	34
思考和练习	36
第4章 液压缸	38
4.1 液压缸的分类和特点	38
4.2 液压缸主要尺寸的确定	42
4.3 液压缸的结构	44
思考和练习	46
第5章 液压辅助装置	48
5.1 滤油器	48
5.2 油管及管接头	51

5.3 流量计、压力表	52
5.4 密封装置	54
5.5 蓄能器	55
5.6 油箱	55
思考和练习	57
第6章 液压控制阀及液压回路	58
6.1 概述	58
6.2 压力控制阀及压力控制回路	59
6.3 方向控制阀及方向控制回路	67
6.4 流量控制阀及节流调速回路	74
6.5 容积调速回路	78
6.6 多缸工作控制回路	85
6.7 比例阀及应用	88
思考和练习	90
第7章 液压传动系统实例和液压控制系统的组成与特点	92
7.1 组合机床动力滑台的液压系统	92
7.2 汽车起重机液压系统	95
7.3 液压压力机的液压系统	97
7.4 PLC 控制的液压传动系统	101
思考和练习	105
第8章 液压传动系统的设计与计算	106
8.1 液压系统的设计步骤	106
8.2 工况分析和执行元件主要参数的确定	106
8.3 液压系统原理图的拟定	108
8.4 液压元件的选择	109
8.5 液压系统主要性能的验算	110
8.6 绘制工作图和编制技术文件	113
8.7 液压系统设计计算举例	113
8.8 液压系统的安装	120
8.9 液压系统的调试	122
思考和练习	123
第9章 液压伺服系统	124
9.1 液压伺服系统的工作原理	124
9.2 液压伺服阀	125
9.3 液压伺服系统应用实例	127

思考和练习	130
第 10 章 气压传动概述	131
10.1 气压传动系统的组成	131
10.2 气压传动的特点	131
10.3 空气的基本性质	132
思考和练习	133
第 11 章 气源装置及辅助装置	134
11.1 气源装置	134
11.2 气动辅件	136
思考和练习	140
第 12 章 气缸和气马达	141
12.1 气缸	141
12.2 气马达	145
思考和练习	147
第 13 章 气动控制元件	148
13.1 压力控制阀	148
13.2 流量控制阀	152
13.3 方向控制阀	154
13.4 气动逻辑元件	158
思考和练习	160
第 14 章 气动基本回路及气动系统	161
14.1 压力控制回路	161
14.2 方向控制回路	162
14.3 速度控制回路	163
14.4 其他控制回路	164
14.5 气动系统实例	166
思考和练习	168
附录 1 综合习题	169
附录 2 液压与气压部分图形符号 (GB/T786.1—93)	176
参考文献	182

第1章 液压传动概述

液压传动是利用受压液体作为介质来传递运动和动力的一种传动方式。与机械传动相比, 液压传动具有许多优点, 所以得到广泛应用。近年来, 液压传动与微电子技术、计算机技术密切结合, 使液压传动技术的发展进入了一个新的阶段, 成为发展速度最快的技术之一。

1.1 液压传动的组成

图 1-1 是利用液压传动进行工件胀形加工的示意图。先把工件毛坯 1 放入模具 2 内, 将液压油口密封好, 然后通入压力为 p 的高压油液, 工件毛坯在高压油液压力的作用下膨胀变形, 形成所需要的形状。这种加工方法特别适于壁薄、塑性好的零件的加工。

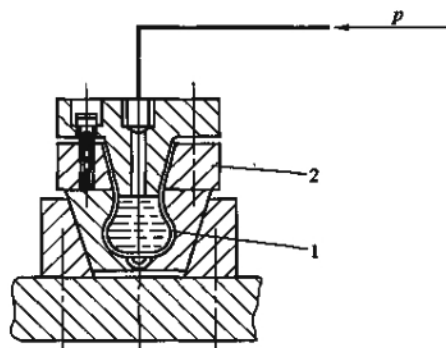


图 1-1 工件液压胀形
1—工件 2—模具

图 1-2 是利用液压传动进行工作台移动的示意图。液压缸 8 固定在床身上, 活塞 9 连同活塞杆带动工作台 10 作往复运动, 液压泵 3 由电动机驱动, 从油箱 1 中吸油并把压力油输入管路, 经节流阀 6 至换向阀 7。当换向阀 7 两端的电磁铁均不通电, 其阀芯在两端弹簧力作用下处于中间位置时, 管路中 P、A、B、T 均不相通, 液压缸 8 两腔油路被封闭, 活塞 9 及工作台 10 停止不动。若换向阀 7 左端的电磁铁通电, 衔铁吸合, 将其阀芯推至右端, 使管路 P 和 A 相通, B 和 T 相通, 此时液压缸进油路为: 液压泵 3→节流阀 6→换向阀 (P→A)→液压缸 8 左腔; 回油路为: 液压缸 8 右腔→换向阀 7 (B→T)→油箱 1。这时, 活塞 9 连同工作台 10 在液压缸 8 左腔液压力推动下向右移动。当工作台 10 上的挡铁 11 与行程开关 12 相碰时, 触发左侧电磁铁断电, 右侧电磁铁通电, 换向阀芯移至左端, 使管路 P 和 B 通, A 和 T 通, 此时液压缸 8 进油路为: 液压泵 3→节流阀 6→换向阀 7 (P→B)→液压缸 8 右腔; 回油路为: 液压缸 8 左腔→换向阀 7 (A→T)→油箱 1, 这时, 活塞 9 带动工作台 10 向左移动。当挡块 13 再碰到行程开关 12 时, 又可控制电磁铁通断, 使换向阀芯换位, 从而实现工作台 10 自动往复运动。

工作台 10 的移动速度通过节流阀 6 调节。当节流阀 6 开口大时, 进入液压缸 8 的流量大, 工作台移动速度较高; 当节流阀 6 开口小时, 工作台 10 的运动速度降低。

液压泵 3 输出油液的压力由负载 (如切削力、摩擦力等) 决定, 当输出油液的压力过高

时,溢流阀 5 被打开, 多余的压力油流回油箱, 因此溢流阀 5 起调压、溢流作用。液压泵 3 出口油液的压力调整可通过调节溢流阀 5 弹簧的预紧力来实现。滤油器 2 起过滤和净化油液的作用, 压力表 4 用来测量液压泵 3 出口的油压。

工程实际中绘制液压传动系统图时, 一般采用国标 GB786.1—93 所规定的元件符号, 绘制成液压传动系统符号图。所以一般将图 1-2 所示的液压传动系统绘成如图 1-3 所示的液压传动系统符号图。

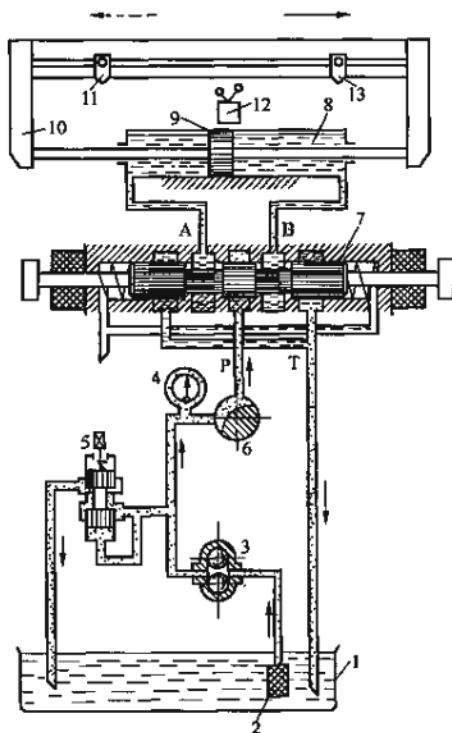


图 1-2 工作台运动液压传动系统

1—油箱 2—滤油器 3—液压泵 4—压力表 5—溢流阀
6—节流阀 7—换向阀 8—液压缸 9—活塞
10—工作台 11、13—挡铁 12—行程开关

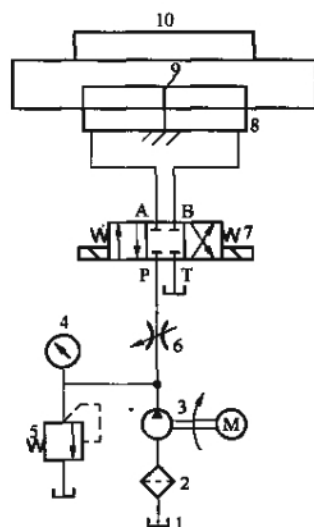


图 1-3 液压传动系统图

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

从上述例子可以看出, 液压传动系统由以下五个部分组成。

- (1) 动力元件, 即液压泵。它是液压传动系统的动力源, 为液压传动系统提供压力油, 将原动机输入的机械能转换为液压能。
- (2) 执行元件, 即液压缸和液压马达。它们在压力油的推动下驱动工作部件, 将压力油的压力能转换为机械能。
- (3) 控制调节元件, 即各种溢流阀、节流阀、换向阀等。它们控制压力油的压力、流量和方向, 使执行元件完成预期的运动。
- (4) 辅助元件, 即油箱、管接头、滤油器、压力表、流量计等。它们分别起储油输油、连接、过滤、测量压力和流量等作用, 是液压传动系统不可缺少的组成部分。
- (5) 工作介质, 即压力油, 其作用是实现运动和力的传递。

1.2 液压传动的优缺点

1. 液压传动的优点

液压传动的主要优点如下。

- (1) 可以输出大的推力或转矩, 实现低速大吨位运动, 这是其他传动方式所不能比的。
- (2) 能很方便地实现无级调速, 调速范围大, 且可在系统运行过程中调速。
- (3) 在相同功率条件下, 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集成式连接, 其布局、安装有很大的灵活性, 可以构成其他传动方式难以实现的复杂系统。
- (4) 液压传动执行元件的运动均匀稳定, 无换向冲击。而且由于其反应速度快, 可实现频繁换向。
- (5) 操作简单, 调整控制方便, 易于实现自动化。特别是机、电、液联合使用, 能方便地实现复杂的自动工作循环。
- (6) 便于实现过载保护, 使用安全、可靠。由于液压元件均在油液环境中工作, 能自动润滑, 故元件的使用寿命长。
- (7) 液压元件易于实现系列化、标准化、通用化, 便于设计、制造、维修和推广使用。

2. 液压传动的缺点

液压传动的主要缺点如下。

- (1) 液压油的泄漏和可压缩性会影响执行元件运动的准确性, 故无法保证严格的传动比。
- (2) 液压油对温度的变化比较敏感, 不宜在很高或很低的温度条件下工作。
- (3) 液压传动能量损失(泄漏损失、溢流损失、节流损失、摩擦损失等)较大, 传动效率较低, 不适宜作远距离传动。
- (4) 系统出现故障时不易查找原因。

总之, 液压传动的优点是主要的、突出的, 它的缺点随着技术水平的提高正在被逐步克服。因此, 液压传动在现代生产中有着广阔的应用前景。

1.3 液压传动的应用

由于液压传动具有诸多优点, 因此在实际生产生活中应用非常广泛。液压传动在各类机械设备中的应用情况见表 1-1。

表 1-1 液压传动在各类机械设备中的应用

行业名称	应用设备
机床工业	磨床、铣床、刨床、拉床、自动和半自动车床、组合机床、数控机床等
工程机械	挖掘机、装卸机、推土机、压路机、铲运机等
起重运输机械	汽车吊、港口龙门吊、叉车、装卸机械、皮带运输机等
矿山机械	凿岩机、开掘机、开采机、破碎机、提升机、液压支架等

续表	
行 业 名 称	应 用 设 备
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平地机等
农业机械	联合收割机、拖拉机、农具悬挂系统等
冶金机械	电炉炉顶及电极升降机、轧钢机、压力机等
轻工机械	打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、造纸机等
汽车工业	自卸式汽车、平板车、高空作业车、汽车中的转向器、减振器等
智能机械	折臂式小汽车装卸器、数字式体育锻炼机、模拟驾驶舱、机器人等

思考和练习

- 1-1 液压传动的 basic 组成部分是哪些？
- 1-2 液压传动具有哪些优点？存在哪些缺点？

第2章 液压传动基础

2.1 液 压 油

2.1.1 液压油的基本性质和类型

液压油是传递动力和运动的工作介质，它还起到润滑、冷却和防锈的作用。因此了解液压油的基本性质，对于正确理解液压传动原理与规律，正确使用液压系统，都是非常必要的。

1. 黏性 液体在外力作用下流动（或有流动趋势）时，分子间的内聚力会阻止分子间的相对运动，这一特性称为液体的黏性，它是液体重要的物理性质，也是选择液压油的主要依据。如图 2-1 所示，两平行平板间充满液体，下平板固定，而上平板以 u_0 速度向右平动，由于液体的黏性作用，粘连于下平板的液体层速度为零，粘连于上平板的液体层速度为 u_0 ，中间各层液体速度则从上到下呈线性递减分布。

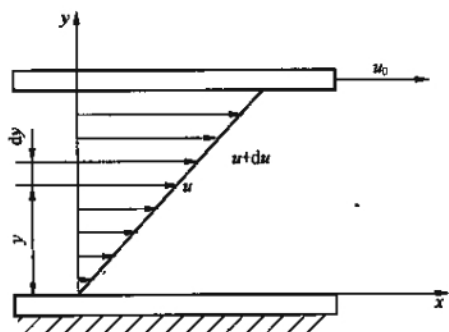


图 2-1 液体的黏性示意图

实验测定表明，液体流动时，相邻液层间具有内摩擦力，内摩擦力 F 与液层接触面积 A 、液层的速度梯度 du/dy 成正比，即

$$F = \mu A \frac{du}{dy} \quad (2-1)$$

式中： μ ——比例常数，又称为黏性系数或动力黏度；

u ——液体层的速度。

若以 τ 表示内摩擦切应力，即液层间单位面积上的内摩擦力，则

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

这就是牛顿液体内摩擦定律。

2. 黏度

液体黏性的大小用黏度来表示，常用的黏度有三种：动力黏度、运动黏度、相对黏度。

(1) 动力黏度。又叫绝对黏度，用 μ 表示：

$$\mu = \tau \frac{dy}{du} \quad (2-3)$$

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的内摩擦切应力（单位面积上的内摩擦力）。

在 SI 制（国际单位制）中动力黏度的单位为 $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ 或 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

（2）运动黏度。动力黏度 μ 与其密度 ρ 的比值，称为运动黏度，用 ν 表示。即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (2-4)$$

运动黏度 ν 无明确的物理意义，因为在其单位中只有长度与时间的量纲，类似于运动学的量，所以称为运动黏度。它是液体压力分析和计算中常遇到的一个物理量。在 SI 制中运动黏度的单位是 m^2/s ，它与以前常用的运动黏度单位 $\text{St} (\text{cm}^2/\text{s})$ 和 $\text{cSt} (\text{mm}^2/\text{s})$ 之间的关系是

$$1\text{m}^2/\text{s} = 10^4\text{St} = 10^6\text{cSt}$$

液压油的牌号一般采用它在 40°C 时的 cSt 平均值来标号，例如 N32 号液压油，指这种油在 40°C 时的运动黏度平均值为 32cSt 。

（3）相对黏度。相对黏度又称条件黏度。由于测量仪器和测量条件不同，各国采用的相对黏度单位也不同，如美国采用赛氏黏度（SSU），英国采用雷氏黏度（R），而我国、德国和俄罗斯则采用恩氏黏度 $^\circ\text{E}$ 。

恩氏黏度 $^\circ\text{E}$ 用恩氏黏度计测定。将 200cm^3 被测液体装入恩氏黏度计的容器内，其在某一温度 T 下由容器底部的 $\phi 2.8\text{mm}$ 的小孔流尽所需要的时间 t_1 和同体积蒸馏水在 20°C 时流过同一小孔所需时间 t_2 （通常取平均值 $t_2=51\text{s}$ ）的比值，称为被测液体在这一温度 T 时的恩氏黏度，即

$$^\circ\text{E}_T = \frac{t_1}{t_2} \quad (2-5)$$

恩氏黏度与运动黏度（ m^2/s ）的换算关系为

$$\nu = \left(7.31^\circ\text{E} - \frac{6.31}{^\circ\text{E}} \right) \times 10^{-6} \quad (\text{m}^2/\text{s}) \quad (2-6)$$

（4）调合油的黏度。选择合适黏度的液压油对液压系统的工作性能起着重要的作用。但有时得到的油液产品的黏度不合要求，此时可把同一型号的两种不同黏度的油按适当的比例混合起来使用，称为调合油。调合油的黏度可用经验公式计算：

$$^\circ\text{E} = \frac{a_1^\circ\text{E}_1 + a_2^\circ\text{E}_2 - c(^\circ\text{E}_1 - ^\circ\text{E}_2)}{100} \quad (2-7)$$

式中： $^\circ\text{E}_1$ 、 $^\circ\text{E}_2$ ——混合前两种油液的恩氏黏度，取 $^\circ\text{E}_1 > ^\circ\text{E}_2$ ；

$^\circ\text{E}$ ——混合后的调合油的恩氏黏度；

a_1 、 a_2 ——参与调合的两种油液各占的百分数（ $a_1+a_2=100\%$ ）；

c ——实验系数，见表 2-1。

表 2-1 实验系数 c 的值

a_1	10	20	30	40	50	60	70	80	90
a_2	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

3. 黏度与压力的关系

压力对液压油的黏度有一定影响。液体所受的压力增加时，其分子间的距离减小，于是内聚力增加，黏度也随之增大，液体的黏度与压力的关系为

$$\nu_p = \nu(1 + 0.003p) \quad (2-8)$$

式中： ν_p ——压力为 p 时液体的运动黏度；

ν ——压力为一个大气压时液体的运动黏度；

p ——液体所受的压力。

从上式可知，在中低压时，压力对液压油黏度变化影响较小，可以忽略不计。当压力较高（大于 10MPa）时，则需考虑压力对黏度的影响。

4. 黏度与温度的关系

液压油黏度对温度的变化十分敏感，温度升高，黏度显著下降。液压油的黏度随温度变化的性质称为黏温特性，而液压油黏度的变化又直接影响到液压系统工作的稳定性，因此必须引起重视。

图 2-2 所示是典型液压油的黏温特性曲线，由图可见，温度对黏度的影响很大。

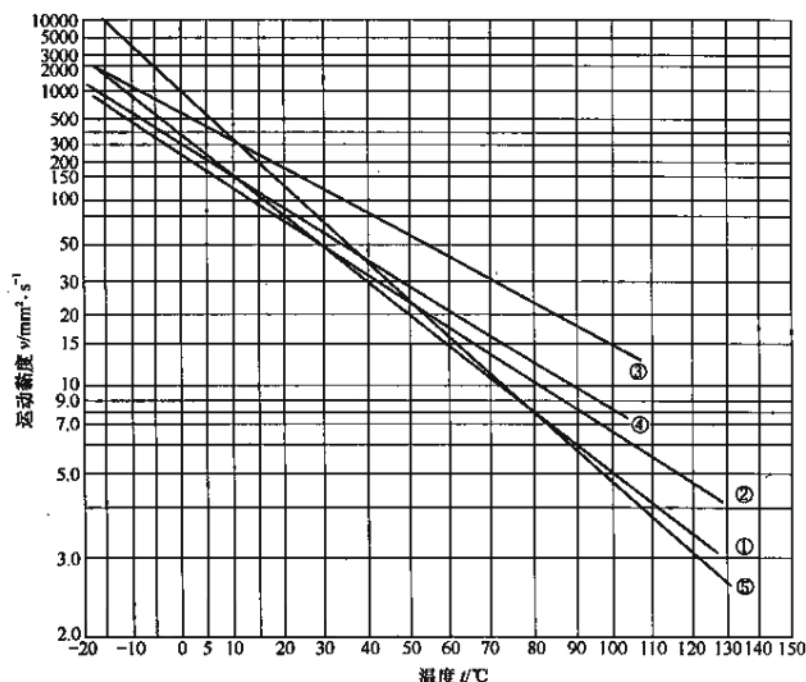


图 2-2 典型液压油的黏度-温度特性曲线

①石油型普通液压油 ②石油型高黏度指数液压油 ③抗燃性水包油乳液
④抗燃性水-乙二醇液 ⑤抗燃性磷酸酯液

液压系统的性能和泄漏受油液黏度的直接影响，因此希望黏度随温度的变化越小越好。为了使液压系统能正常工作，需要采用冷却器和自动控制系统把油温控制在一定范围内。

5. 液体的可压缩性

液体受压力作用而使体积发生变化的性质，称为液体的可压缩性，液体的可压缩性可用

体积压缩系数 K 表示, 它是指液体在单位压力变化时的体积相对变化量, 即

$$K = -\frac{1}{\Delta p} \frac{\Delta V}{V} \quad (2-9)$$

式中: V ——增压前的液体体积;

Δp ——压力增量;

ΔV ——体积减小量。

由于 ΔV 为负值, 为使 K 为正值, 故在上式右边加一负号。流体体积压缩系数的倒数称为液体的体积弹性模量, 用 β 表示, 即

$$\beta = \frac{1}{K} \quad (2-10)$$

矿物油的 $\beta = (1.4 \sim 2) \times 10^9 \text{ N/m}^2$, 它的可压缩性约比钢大 100~150 倍。常用液压油的 $\beta = (5 \sim 7) \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 。

液压系统压力不高时, 压力对液体体积的影响很小, 因此可以忽略不计, 而在压力变化很大的高压系统中, 就需要考虑液体的可压缩性的影响。特别是当液体中混入空气时, 其可压缩性将显著增加, 并将严重影响液压系统的工作性能。在液压系统中应使油液中的空气含量减少到最低限度。

液压油的品种很多, 主要可分为三大类型: 石油型、合成型和乳化型。石油型液压油是以机械油为原料, 精炼后按需要加入适当添加剂而成, 这类液压油润滑性能好, 但抗燃性较差。在一些高温、易燃、易爆的工作场合, 为了安全起见, 应该在系统中使用合成型和乳化型, 如磷酸酯液、水—乙二醇液等合成液或油包水液、水包油液等乳化液。液压油的主要品种及其性能见表 2-2。

表 2-2 液压油的主要品种及其性能

种 类 性 能	可燃性液压油			抗燃性液压油			
	石 油 型			合 成 型		乳 化 型	
	通用液压油	抗磨液压油	低温 液压油	磷酸酯液	水—乙 二醇液	油包水液	水包油液
密度 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	850~900			1100~1500	1040~1100	920~940	1000
黏度	小~大	小~大	小~大	小~大	小~大	小	小
黏度指数 VI 不小于	90	95	130	130~180	14~170	130~150	极高
润滑性	优	优	优	优	良	良	可
防锈蚀性	优	优	优	良	良	良	可
闪点 ($^{\circ}\text{C}$) 不低于	170~200	170	150~170	难燃	难燃	难燃	不燃
凝点 ($^{\circ}\text{C}$) 不高于	-10	-25	-3~-45	-20~-50	-50	-25	-5

2.1.2 液压油的性能要求

- (1) 黏温性好, 即黏度随温度变化越小越好。
- (2) 化学稳定性好, 在储藏和使用过程中抗氧化不易变质。
- (3) 润滑性能好, 在工作压力和温度发生变化时, 应具有较高的油膜强度。
- (4) 质地纯净, 杂质少。

(5) 闪点高, 凝固点低。

2.1.3 液压油的选择和使用

在选用液压油时, 首先要根据液压系统的工作性能、参数和环境来选用液压油。各类常用机械设备的液压系统大多采用石油型液压油。这种油是将石油精炼后, 进一步去除杂质, 加入各种改进性能的添加剂而成。添加剂有抗氧化剂、抗腐蚀剂、抗泡剂、防锈剂、防爬剂、抗凝剂、增黏剂等。实际应用中可参考表 2-3 选用。

表 2-3 石油型液压油的使用范围

名 称	代 号	主 要 用 途
通用液压油	YA-N32 YA-N46 YA-N68	适用于 7MPa~14MPa 的液压系统及精密机床液压系统 (环境温度在 0℃ 以上)
抗磨液压油	YB-N32 YB-N46 YB-N68	适用于 -15℃ 以上的高压、高速工程机械、车辆液压系统 (加抗磨剂等, 能满足高压叶片泵的防磨损要求)
低温液压油	YC-N32 YC-N46 YC-N68	适用于 -25℃ 以上的高压、高速工程机械、农业机械的液压系统 (加抗磨剂等, 可在 -20℃~-40℃ 下工作)
高黏度指数液压油	YD-N22 YD-N32 YD-N46	用于精密数控机床的液压系统, 如高精度坐标镗床可用 YD-N32, 冬季用 YD-N22, 夏季用 YD-N46
机械油	N15 N46 N22 N68 N32	适用于 7MPa 以下的液压系统, N22、N32 可用作普通机床的液压油
汽车机油	N22 N100 N32 N68	适用于 7MPa 以下的液压系统 (其使用性能优于机械油, 可作为液压系统代用油)
清淨液压油	N32	适用于高精度、高响应的电液伺服控制系统

注: 表中 N×× 指油在 40℃ 时其运动黏度的平均值。N15: $\nu=13.5\sim16.5$; N22: $\nu=19.8\sim24.2$; N32: $\nu=28.8\sim35.2$; N46: $\nu=41.4\sim50.6$; N68: $\nu=61.2\sim74.8$; N100: $\nu=92\sim100$

液压油牌号的选择主要是根据工作压力、环境选用。工作压力高的液压系统宜选用黏度较高的液压油, 以减少泄漏; 工作部件运动速度较高时, 为减少液流的摩擦损失, 宜选用黏度较低的液压油; 环境温度高时选用较高黏度的液压油。另外还要根据液压泵的类型及工作情况来选择液压油黏度。表 2-4 为按液压泵类型推荐用油的黏度表, 可供选取液压油时参考。

表 2-4 液压泵用油黏度范围及推荐用油黏度表

名 称	黏度范围 (cSt)		工作压力 (MPa)	工作压力 (℃)	推 荐 用 油
	允 许	最 佳			
叶片泵 (200r/min)	16~220	26~54	7	5~40	N32、N46 机械油
				40~80	N68、N46 机械油
叶片泵 (1800r/min)	20~220	25~54	14 以上	5~40	YA-N32、YA-N46 液压油
				40~80	YA-N46、YA-N68 液压油