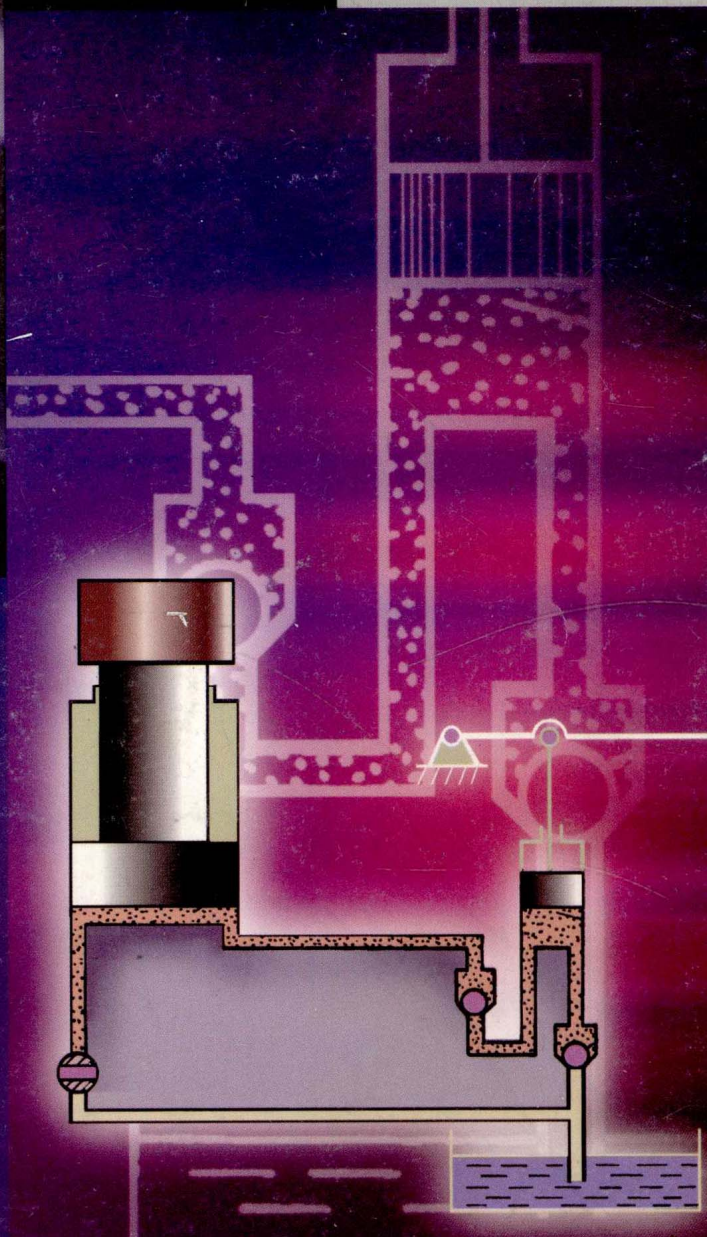
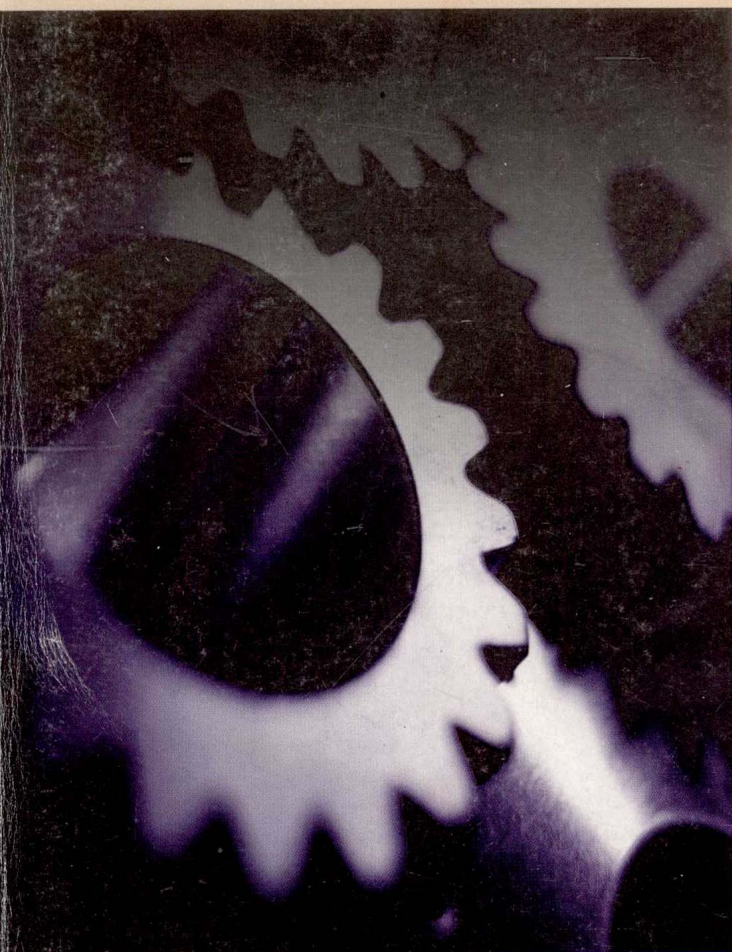


机械类

高级技工学校统编教材 高级工培训教材

液压技术

(第二版)



机械类高级技工学校统编教材
高级工培训教材

液 压 技 术

(第 二 版)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

版权所有 翻印必究

图书在版编目 (CIP) 数据

液压技术/乔元信主编. —2 版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001
机械类高级技工学校高级工培训教材

ISBN 7-5045-2953-2

I. 液…

II. 乔…

III. 液压技术-技术培训-教材

IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 82959 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 唐云岐

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店经销

87 毫米 × 1092 毫米 16 开本 12 印张 296 千字

2001 年 5 月第 2 版 2001 年 5 月第 1 次印刷

印数: 3000 册

定价: 17.00 元

读者服务部电话: 64929211

发行部电话: 64911190

简介

本书根据高级技工学校教学和高级工培训的实际需要，在第一版教材的基础上修订而成。

本书的主要内容有：液压传动介质、液压传动基本理论、液压泵和液压马达、液压缸、控制阀、液压辅件、液压基本回路、典型液压系统、液压设备的维护保养及常见故障排除、液压伺服系统、液压新技术简介。

本书可作为高级技工学校机械专业、中等职业技术学校机械高级班的教材，也可作为企业高级工培训和工人自学用书。

本书由山东省临沂市高级技工学校乔元信、王玉华、王公安、王本光编写，乔元信主编；山东省济南机床二厂技工学校吴春霞、秦志景审稿，吴春霞主审。

前 言

为加快高级技能人才培养，规范高级技工学校教学，劳动和社会保障部培训就业司 1999 年颁发了《高级技校机械类通用工种教学计划与教学大纲》，高级技工学校《专业数学》《微型计算机原理及应用》《机械制造技术基础》《机床电气与数控技术》《机械制造工艺与装配》《机械制图》《高级车工技能训练》《高级铣工技能训练》《高级磨工技能训练》《高级钳工技能训练》《高级工具钳工技能训练》《高级机修钳工技能训练》等 12 种教材于同年由中国劳动社会保障出版社出版。

为进一步满足高级技工学校教学和高级技术工人培训对教材的需求，我们组织修订了《机构与零件》《液压技术》《机床夹具》《公差配合与技术测量》《金属切削原理与刀具》《高级模样工技能训练》和《高级焊工技能训练》。

以上 7 种教材的修订，是在充分调研的基础上进行的。我们依照企业对高级技能人才理论知识和操作能力的要求，参照国家职业标准（技术等级标准），并照顾到机械类专业通用工种的特点，确定教材的深度和广度。教材结构安排合理，概念原理叙述清楚，技能训练课题针对性强。为便于教学，编入了“教学要求与课时安排”，对课程的教学要求、课时分配和教学建议做了具体说明。

此次教材的修订工作得到了四川、山东、广东、吉林、辽宁、上海、湖南等省、市高级技工学校、职业培训机构的讲师、高级讲师、生产实习指导教师的大力支持，北京、天津等一些高校教师对教材进行了审定，在此一并表示感谢。

恳请广大师生在使用过程中对教材提出宝贵意见，以便进一步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2001 年 1 月

目 录

绪论	(1)
第一章 液压传动介质	(5)
§ 1—1 液压油	(5)
§ 1—2 液压油的污染与控制	(10)
复习思考题	(11)
第二章 液压传动基本理论	(12)
§ 2—1 液体静力学基础	(12)
§ 2—2 液体动力学基础	(15)
§ 2—3 压力损失和流量损失	(18)
§ 2—4 液压冲击与空穴现象	(21)
复习思考题	(22)
第三章 液压泵和液压马达	(24)
§ 3—1 概述	(24)
§ 3—2 液压泵	(28)
§ 3—3 液压马达	(39)
§ 3—4 液压泵和液压马达的选择	(41)
复习思考题	(43)
第四章 液压缸	(45)
§ 4—1 液压缸的类型和特点	(45)
§ 4—2 液压缸的典型结构和组成	(52)
§ 4—3 液压缸主要尺寸的确定	(57)
复习思考题	(57)
第五章 控制阀	(59)
§ 5—1 概述	(59)
§ 5—2 方向控制阀	(60)
§ 5—3 压力控制阀	(65)
§ 5—4 流量控制阀	(71)

复习思考题·····	(76)
第六章 液压辅件 ·····	(77)
§ 6—1 蓄能器·····	(77)
§ 6—2 过滤器·····	(78)
§ 6—3 油箱·····	(80)
§ 6—4 热交换器·····	(82)
§ 6—5 压力表开关·····	(83)
§ 6—6 管系元件·····	(83)
复习思考题·····	(85)
第七章 液压基本回路 ·····	(86)
§ 7—1 方向控制回路·····	(86)
§ 7—2 压力控制回路·····	(89)
§ 7—3 速度控制回路·····	(92)
§ 7—4 多缸控制回路·····	(98)
复习思考题·····	(101)
第八章 典型液压系统 ·····	(104)
§ 8—1 动力滑台液压系统·····	(104)
§ 8—2 组合机床液压系统·····	(107)
§ 8—3 CB3463—1 型半自动转塔车床的液压系统·····	(109)
§ 8—4 YB32—300 型四柱万能液压机液压系统·····	(116)
§ 8—5 B228Y 型龙门刨床液压系统·····	(119)
§ 8—6 M1432A 型万能外圆磨床液压系统·····	(121)
§ 8—7 汽车起重机液压系统·····	(125)
复习思考题·····	(128)
第九章 液压设备的维护保养及常见故障排除 ·····	(129)
§ 9—1 液压设备的安装调试和使用·····	(129)
§ 9—2 液压设备的维护和保养·····	(134)
§ 9—3 液压设备的常见故障及排除·····	(135)
复习思考题·····	(144)
第十章 液压伺服系统 ·····	(145)
§ 10—1 液压伺服系统原理及其基本类型·····	(145)
§ 10—2 液压伺服阀·····	(148)
§ 10—3 液压伺服系统的应用·····	(152)
复习思考题·····	(155)

第十一章 液压新技术简介	(156)
§ 11—1 液压技术的发展方向及趋势	(156)
§ 11—2 减污、降噪和节能技术的研究	(159)
§ 11—3 新型的液压元件及装置	(161)
复习思考题.....	(168)
附录 常用液压与气动元(辅)件图形符号.....	(169)
参考文献.....	(176)

绪 论

每一部机器都有传动机构，以达到对动力和运动传递的目的。按传动装置或传动工作介质的不同，传动形式分为机械传动、电气传动、气压传动和液压传动等。

以液体作为工作介质来进行能量传递和控制的传动形式，称为液压传动。

一、液压传动的工作原理及其组成

1. 液压传动的工作原理

现以图 0—1a 所示简化的机床工作台往复运动的液压系统为例，概括说明液压传动的工作原理。

由图看出，液压泵 3 的转子由电动机带动旋转，从油箱 1 中吸油，油液经过滤器 2 通过油管进入液压泵后，将具有压力能的油液输入管路。在图 0—1a 所示的状态下，油液通过节流阀 4 流至换向阀 6，由于换向阀阀芯处于中间位置，油口 P 与 A、B 均不相通，液压缸 8 左、右腔不通压力油，所以活塞 9 及工作台 10 停止不动。向右扳动手柄 7，使换向阀阀芯处于最右端位置，此时，油口 P 与 A 相通，油口 B 与 O 相通，这样，压力油液流入液压缸的左腔，液压缸右腔的油液经油口 B 和 O 流回油箱，于是活塞带动工作台向右运动。向左扳动手柄，使换向阀阀芯处于最左端位置，此时，压力油经油口 P 和 B 进入液压缸的右腔，液压缸左腔的油液经油口 A 和 O 流回油箱，于是活塞带动工作台向左运动。因此，换向阀的工作位置不同时，就能不断改变压力油的通路，使活塞及工作台不断换向，以实现工作所需要的往复运动。

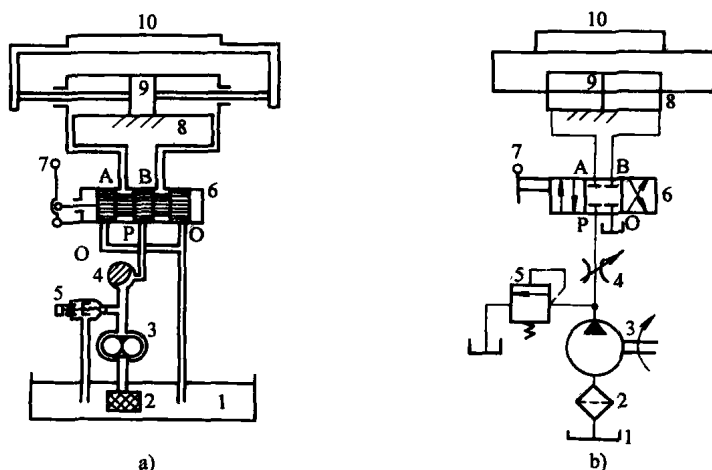


图 0—1 液压传动原理图

a) 结构原理图 b) 用图形符号表示的液压原理图

1—油箱 2—过滤器 3—液压泵 4—节流阀 5—溢流阀 6—换向阀 7—手柄
8—液压缸 9—活塞 10—工作台 P、A、B、O—油口

工作台移动的速度是由节流阀来调节的。当节流阀开大时，单位时间内流入液压缸的压力油液增多，工作台的移动速度增大；反之，当节流阀关小时，单位时间内流入液压缸的压力油液减少，工作台的移动速度减小。

工作台移动时，要克服切削力和导轨的摩擦力等各种阻力，液压缸则必须有足够大的推力，此推力是由液压缸内的油液压力产生的。克服的阻力越大，油液的压力就越高；反之，压力就越低。输入液压缸的油液是由液压泵输出的，其流量由节流阀调节，泵输出的多余的油液经溢流阀流回油箱，系统的压力由溢流阀调节。当系统中的油压升高到略超过溢流阀的调定压力时，溢流阀上的钢球被顶开，油液经溢流阀流回油箱，这时系统油液的压力不再升高，维持定值。

液压系统中过滤器的作用是将油液中的污物杂质滤去，保持油液的清洁，使系统正常工作。

综上所述，液压传动的工作原理是以液体作为工作介质利用液体的压力能来传递动力和运动的。在液压系统工作时，必须对油液进行方向、流量和压力的控制与调节，以适应工作部件对方向、速度和力的要求。

2. 液压传动系统的组成

从上面的例子可以看出，一个完整的液压传动系统主要由以下四个部分组成：

(1) 动力装置 把机械能转换成液体压力能的装置，又称动力元件。常见的是液压泵，它供给液压系统压力油。

(2) 执行装置 把液体的压力能转换成机械能输出的装置，又称执行元件。它可以是作直线运动的液压缸，也可以是作回转运动的液压马达。

(3) 控制装置 对系统中液体的压力、流量和流动方向进行控制的装置，又称控制元件，如溢流阀、节流阀和换向阀等。

(4) 辅助装置 保证系统正常工作所需的、上述三部分以外的其他装置，又称辅助元件，如各种管接头、油管、油箱、过滤器、蓄能器和压力计等。它们分别起着连接、储油、过滤、储存压力能和测量液体压力等辅助作用。

3. 液压传动系统的图形符号

图 0—1a 所示的液压传动原理图是一种结构式的工作原理图。这种结构原理图直观性强，容易理解，但图形复杂，绘制较麻烦，系统中元（辅）件数量较多时更是如此。为简化图形，我国已制定了液压元（辅）件图形符号标准 GB/T 786.1—1993，见附录。图 0—1b 就是按 GB/T 786.1—1993 绘制的图 0—1a 所示的液压传动原理图。

二、液压传动的优缺点及发展概况

1. 液压传动的优缺点

液压传动与机械传动和电力传动相比，具有以下优点：

(1) 比功率大 在输出同样功率的情况下，液压装置的体积小，质量轻，结构紧凑。如液压马达的体积和质量只有同等功率电动机的 12% 左右。

(2) 传动平稳 在液压传动装置中，由于油液几乎不可压缩，依靠油液的连续流动进行传动，且油液有吸振能力，在油路中还可以设置液压缓冲装置，故传动十分平稳，易于实现快速启动、制动和频繁地换向。

(3) 易实现无级调速 在液压传动中，通过调节液体的流量，可以实现大范围的无级调

速，最大速比可达 2 000:1。

(4) 易实现自动化 液压系统中，对液体的流量、压力和流动方向易于进行调节和控制，再加上电气控制、电子控制或气动控制的配合，整个传动装置很容易实现复杂的自动工作循环。

(5) 易实现过载保护 液压缸和液压马达都能长期在失速状态下工作而不会过热，这是电气传动和机械传动无法办到的；而且液压系统中还采取了很多安全保护措施，能自动防止过载。液压件能自行润滑，使用寿命较长。

(6) 能传递较大的力或转矩 传递较大的力或转矩是液压传动的突出优点。因此，液压传动广泛应用于金刚石制造、压制机、隧道掘进机和万吨水压机等。

(7) 便于实现“三化” 液压元件属机械工业的基础件，标准化、系列化和通用化程度较高，故便于推广使用。液压元件的排列布置也具有较大的机动性。

液压传动的主要缺点是：

(1) 获得定比传动困难 由于工作介质（主要是油液）的可压缩性、泄漏以及元件的弹性变形等因素的影响，液压传动不能严格保证定比传动，因此，不宜应用在传动比要求严格的场合，例如螺纹和齿轮加工机床的传动系统。

(2) 传动效率低 液压系统由于在传动过程中存在两次能量转换以及存在着机械摩擦损失、压力损失和泄漏损失，从而使传动效率不高，远距离传动时更是如此，故不宜作远距离传动。

(3) 对温度变化较敏感 液压传动对温度的变化比较敏感，因为温度的变化影响工作介质的黏度从而影响传动的稳定性，故不宜在高温或低温条件下工作。

(4) 对元件制造精度要求高 由于对元件的制造精度要求高，加工和装配比较困难，造价较贵，使用维护要求比较严格。

(5) 排除故障较困难 由于液压系统出现故障时不易找出原因，因而排除故障较困难。

2. 液压传动的发展概况

液压传动如从 18 世纪末英国制造出世界上第一台水压机算起，已有二百多年的历史，但液压传动在工业上被广泛采用且有较大发展却只是 20 世纪中期以后的事。因此，液压传动相对于机械传动来说，还是一门新兴的技术。

20 世纪初，一些国家生产了液压元件，开始应用在机床上。第二次世界大战期间，由于军事工业装备迫切需要反应快、动作准、输出功率大的液压传动及控制装置，促使液压技术得到了迅速发展。战后，液压技术很快转人民用工业，在机床、工程机械、冶金机械、农业机械、塑料机械、汽车、船舶、航空等行业都得到了广泛地应用。20 世纪 60 年代以后，随着原子能工业、空间技术、电子技术、计算机技术等的发展，液压技术得到了很大的发展，现已广泛地渗透到国民经济的各个领域，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。可以说，采用液压技术的程度已成为衡量一个国家工业化水平高低的重要标志之一。

当前，从发展趋势来看，液压技术正向高压、高速、大功率、节能、高效、低噪声、经久耐用、高度集成化等方向发展。同时，液压领域中的新技术、新元件也不断出现，在液压元件及液压系统的计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助试验（CAT）和计算机实时控制等方面，也日益取得显著的成果。

我国的液压工业开始于 20 世纪 50 年代，其产品最初应用于机床和锻压设备中，后来又

应用在拖拉机和工程机械上。自 20 世纪 60 年代从国外引进一些液压元件生产技术，同时进行自行设计液压产品以来，我国的液压元件生产已形成独立的工业门类，形成了从低压到高压的产品系列，液压传动在各种机械设备上得到了广泛的应用。从 20 世纪 80 年代起我国实行改革开放的基本国策，更加速了对国外先进液压产品和技术有计划引进、消化、吸收和国产化工作，使液压工业又上了一个新的台阶，缩小了我国与世界先进国家的差距。我们有充分的理由相信，随着我国的科技进步，在不远的将来，我国的液压技术一定会在各个方面赶上并超过世界先进水平。

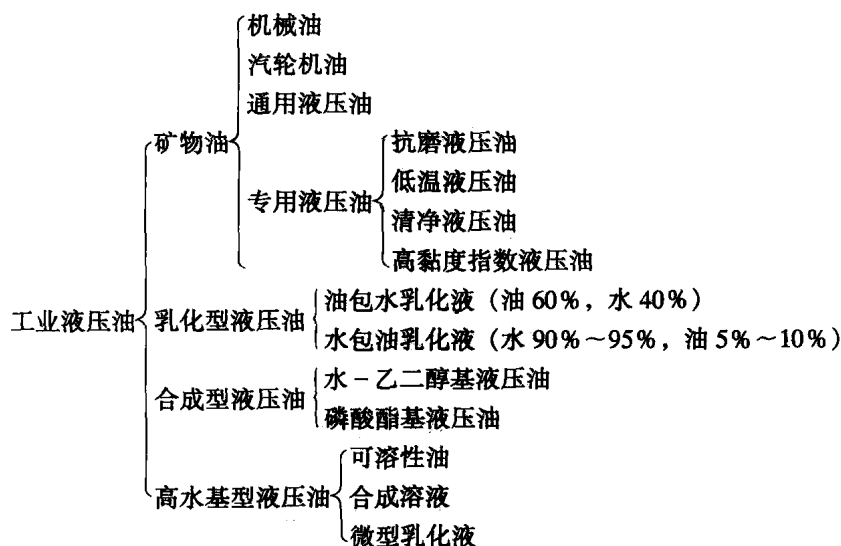
第一章 液压传动介质

在液压传动系统中，通常采用矿物油作为工作介质，所以一般都把液压传动介质称为液压油。液压系统能否正常工作，很大程度上取决于系统所用的液压油，因此，有必要对液压油的性质进行研究，对各种液压油的选用以及污染的控制进行探讨。

§1-1 液 压 油

一、液压油的类型

目前液压传动系统中采用的液压油主要有矿物油、乳化型液压油、合成型液压油和高水基型液压油四大类。常用工业液压油的种类如下：



矿物油是由提炼后的石油制品加入各种添加剂精制而成。这种油液的润滑性好，腐蚀性小，化学稳定性较好，但抗燃性差，广泛应用于液压传动系统中。

乳化型液压油有两类：一类是少量油分散在大量的水中，称为水包油乳化液；另一类是水分散在大量的油中，称为油包水乳化液。乳化型液压油具有价格便宜、抗燃等优点，但它的润滑性差，腐蚀性大，适用温度范围窄，一般用于水压机、矿山机械和液压支架等场合。

合成型液压油是由多种磷酸酯和添加剂用化学方法合成的，具有抗燃性好、润滑性好和凝固点低等优点，但价格较贵，有毒性。一般用于防火要求较高的场合，如钢铁厂、火力发电厂和飞机等的液压设备中。

高水基型液压油是一种以水为主要成分的液压油，它是国外 20 世纪 70 年代初发展起来的，现已演变到第三代。第一代是可溶性油，由 5% 的可溶性油和 95% 的水制成，即原始的

水包油乳化液。第二代是合成溶液，不含油，由无色透明的合成溶液和水按 5:95 的比例配制而成。第三代是微型乳化液，它既不是乳化液，也不是溶液，而是一种在 95% 的水中均匀地扩散着水溶性抗磨添加剂的胶状悬浮液。高水基液压油的优点是价格便宜，抗燃性好，工作温度低，黏度变化小，运输保存方便（因 95% 的水是在使用时加进的）；缺点是润滑性差，黏度低，腐蚀性大。应用于大型液压机以及环境温度较高的液压系统中，特别适用于防火要求较高的场合。

二、液压油的物理性质

1. 密度

单位体积液体的质量称为该液体的密度，即

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 V ——液体的体积 (m^3)；

m ——体积为 V 时液体的质量 (kg)；

ρ ——液体的密度 (kg/m^3)。

密度是液体的一个重要物理参数。液压油的密度随温度和压力的变化而变化。液压油密度随温度升高而减小，随压力增加而增大。但是，在一般的工作条件下，由温度和压力引起的密度变化很小，可以近似地认为液压油的密度是常数。例如液压系统中常用的矿物油，其密度为 $\rho = 900 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。

2. 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。液体的可压缩性用液体体积压缩系数 k 来表示，它是指单位压力变化下引起的液体体积的相对变化量，即

$$k = -\frac{1}{\Delta p} \times \frac{\Delta V}{V}$$

式中 Δp ——液体压力的变化量 (Pa)；

ΔV ——液体被压缩后，其体积的变化量 (m^3)；

V ——液体压缩前的体积 (m^3)。

由于压力增大时液体的体积减小，故上式右边加一负号，使 k 为正值。 k 的单位是 m^2/N 。

液体体积压缩系数 k 的倒数称为液体的体积弹性模量，用 K 表示，即

$$K = \frac{1}{k} = -\frac{\Delta p}{\Delta V} V$$

K 表示液体产生单位体积相对变化量所需要的压力增量，其单位为 Pa 。在实际应用中，常用 K 值说明液体抵抗压缩能力的大小。

矿物型液压油的体积弹性模量为 $K = (1.4 \sim 2) \times 10^9 \text{ Pa}$ ，数值很大，故对于一般的液压系统，可不考虑油液的可压缩性，即认为油液是不可压缩的。

3. 黏性

(1) 黏性的意义 液体在外力作用下发生流动（或有流动趋势）时，分子间的内聚力要阻止分子间的相对运动而产生一种内摩擦力，这一特性称为液体的黏性。黏性是液体的重要物理特性，液体只有在流动（或有流动趋势）时才会呈现出黏性，静止的液体是不呈现黏性的。

黏性使流动的液体内部各处的速度不相等。如图 1—1 所示，设在两平行平板之间充满液体，上平板以速度 u_0 向右运动，下平板固定不动。由于液体的黏性，紧靠上平板的液体层速度为 u_0 ，而紧靠下平板的液体层速度为零，中间液体的速度由上到下逐渐减小。实验证明，当两平板距离较小时，速度递减近似为线性规律。这是因为中间的液体可以看作是许多液体层，由于各层的速度不同，速度快的液层会拖动速度慢的液层，而速度慢的液层又会阻滞速度快的液层。这样液层之间就产生了相互作用力，即内摩擦力。

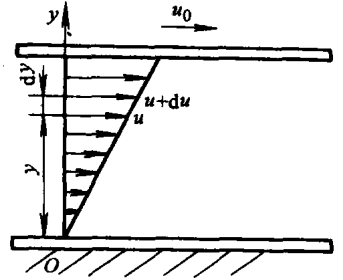


图 1—1 液体黏性示意图

实验测试结果表明，液体流动时相邻液层间的内摩擦力 F_f 与液层接触面积 A 及液层的相对速度 du 成正比，而与液层间的距离 dy 成反比，即

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

式中 μ ——比例系数，又称黏度或动力黏度；

$\frac{du}{dy}$ ——速度梯度，即液层相对速度对液层距离的变化率。

若以 τ 表示液层间单位面积上的内摩擦力，则上式可写为

$$\tau = \frac{F_f}{A} = \mu \frac{du}{dy}$$

这就是牛顿液体内摩擦定律。由上式可得

$$\mu = \tau \frac{dy}{du}$$

根据上式可知，液体黏度的物理意义是速度梯度等于 1 时，液层间单位面积上产生的内摩擦力。

(2) 黏度的表示方法 液体黏性的大小用黏度表示。常用的黏度有动力黏度、运动黏度和相对黏度三种。

1) 动力黏度 μ 它是表征液体黏度的内摩擦系数。由牛顿液体内摩擦定律可得

$$\mu = \tau \frac{dy}{du}$$

动力黏度的法定计量单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ (帕·秒)。

2) 运动黏度 ν 动力黏度 μ 与该液体密度 ρ 的比值，称为液体的运动黏度，用 ν 表示，即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

运动黏度的法定计量单位是 m^2/s (米²/秒)，或 mm^2/s (毫米²/秒)

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

运动黏度 ν 就其物理意义来说，不是一个黏度的量，但工程上常用它来标志液体的黏度。例如液压油的牌号，就是这种油液在 40°C 时运动黏度 ν (mm^2/s) 的平均值。

3) 相对黏度 相对黏度是在一定的测定条件下测出的液体黏度，所以又称条件黏度。根据测量条件的不同，各国采用相对黏度的单位也不同。我国和德国等国家采用恩氏黏度

(°E)，美国采用赛氏秒 (SSU)，英国采用雷氏黏度 (R)。

恩氏黏度用恩氏黏度计测定，即将 200 cm^3 的被测液体装入底部有 $\phi 2.8 \text{ mm}$ 小孔的恩氏黏度计容器中，在某一特定温度 $t^\circ\text{C}$ 时，测定其液体在自重作用下流尽所需的时间 t_1 和同体积的蒸馏水在 20°C 时流过同一小孔所需的时间 t_2 之比值，便是该液体在 $t^\circ\text{C}$ 时的恩氏黏度。恩氏黏度用符号 $^\circ E_t$ 表示，即

$$^\circ E_t = \frac{t_1}{t_2}$$

一般常用 20°C 、 50°C 、 100°C 作为测定恩氏黏度的标准温度，相应的以符号 $^\circ E_{20}$ 、 $^\circ E_{50}$ 、 $^\circ E_{100}$ 表示。

恩氏黏度与运动黏度间的换算关系式为

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

液体的黏度随液体的压力和温度而变。对液压油来说，压力增大，黏度增大。但在一般液压系统使用的压力范围内，增大的数值可以忽略不计。液压油的黏度受温度的影响较大，随着温度的升高，油液的黏度下降。油液的黏度与温度之间的这种关系，称为油液的黏温特性。

温度为 $t^\circ\text{C}$ 时的黏度可从有关图表中直接查出，图 1—2 所示为几种常用的国产油液的黏温图。

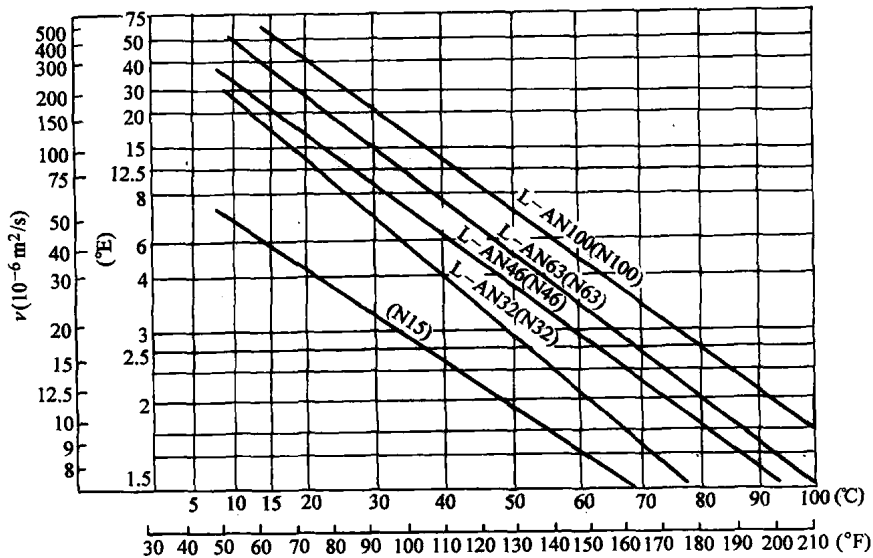


图 1—2 几种国产油液黏温图

4. 其他特性

液压油还有其他一些物理化学性质，如稳定性、抗燃性、抗氧化性、抗泡沫性、抗乳化性、防锈性、润滑性和导热性等。这些性质对液压系统的正常工作都有一定影响。不同品种的液压油，这些性质的指标是不同的，具体应用时可查阅油类产品手册。

三、对液压油的要求

液压油是液压传动系统的重要组成部分，是用来传递能量的工作介质。除了传递能量

外，它还起着润滑运动零件的工作表面和保护金属不被锈蚀的作用。因此，液压油的性能会直接影响液压系统的工作。液压系统对油液的要求主要有以下几点：

- (1) 适宜的黏度 在使用温度范围内，黏度变化应小，即良好的黏温性。
- (2) 良好的润滑性 即油液润滑时产生的油膜强度高，这样，可以避免产生干摩擦。
- (3) 良好的化学稳定性 在贮存及长期使用过程中应不易氧化，不侵蚀机件，不损坏密封装置。
- (4) 质地纯净 杂质少。
- (5) 抗泡沫性和抗乳化性好 油液中产生泡沫会引起空穴现象，从而产生噪声和振动；油液乳化会降低油液的润滑性，使酸值增加，缩短油液的使用寿命。
- (6) 工作温度范围 闪点要高，凝固点要低。

四、液压油的选用

选用液压油时通常最先考虑的是黏度问题，因为黏度既影响系统的泄漏，又影响功率损失。当黏度大时，油液流动产生的阻力较大，克服阻力所消耗的功率就大，而此功率损耗又将转换成热量使油温上升。当黏度太小时，会使油液的泄漏量加大，系统的容积效率下降。因此，在选择液压油时应根据系统的要求和具体情况来选用合适的黏度。通常按以下几方面进行选用：

1. 按液压泵的类型选用

液压泵是液压系统的重要元件，它对油液的性能最为敏感，因为泵内零件的运动速度高，承受压力大，温升较高，润滑要求严格。因此，常根据液压泵的类型和要求来选择液压油的黏度。

各类液压泵适用液压油的黏度范围如表 1—1 所示。

表 1—1 各类液压泵适用液压油的黏度范围

液 压 泵 类 型		环境温度 5~40°C ν , mm ² /s (40°C)	环境温度 40~80°C ν , mm ² /s (40°C)
叶 片 泵	$p < 7$ MPa	30~50	40~75
	$p \geq 7$ MPa	50~70	55~90
齿 轮 泵		30~70	95~165
轴 向 柱 塞 泵		40~75	70~150
径 向 柱 塞 泵		30~80	65~240

2. 按液压系统的工作压力选用

通常，当工作压力较高时，宜选用黏度较大的液压油，以减少系统泄漏；当工作压力较低时，宜选用黏度较小的液压油，以减少压力损失。

3. 依据液压系统的环境温度选用

环境温度较高时宜选用黏度较大的液压油；反之，可选用黏度较小的液压油。

4. 考虑液压系统的运动速度选用

液压系统中执行元件运动速度较高时，为减少液流的压力损失，宜选用黏度较小的液