



国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐

高等职业院校机械设计制造类专业

液压传动与气动技术

GH

Jixie Sheji Zhizao Lei Zhuanye

Gaodengzhiye Jishuyuanxiao

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

国家级职业教育规划教材
劳动保障部培训就业司推荐
高等职业院校机械设计制造类专业

液压传动与气动技术

主 编 陈立群

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

液压传动与气动技术/陈立群主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

高等职业技术学院机械设计制造类专业教材

ISBN 7-5045-4922-3

I. 液… II. 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. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第071346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:张梦欣

*

北京人卫印刷厂印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 13.25印张 322千字

2006年7月第1版 2006年7月第1次印刷

定价:23.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64911344

前 言

为了贯彻落实全国职业教育工作会议精神，切实解决目前机械设计制造类专业（包括数控技术、模具设计与制造）教材不能满足高等职业技术学院教学改革和培养高等技术应用型人才需要的问题，劳动和社会保障部教材办公室组织一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师与行业、企业一线专家，在充分调研的基础上，共同研究、制订机械设计制造类专业培养计划和教学大纲，并编写了相关课程的教材，共有 40 余种。

在教材的编写过程中，我们贯彻了以下编写原则：

一是充分汲取高等职业技术学院在探索培养高等技术应用型人才方面取得的成功经验和教学成果，从职业（岗位）分析入手，构建培养计划，确定相关课程的教学目标；二是以国家职业标准为依据，使内容分别涵盖数控车工、数控铣工、加工中心操作工、车工、工具钳工、制图员等国家职业标准的相关要求；三是贯彻先进的教学理念，以技能训练为主线、相关知识为支撑，较好地处理了理论教学与技能训练的关系，切实落实“管用、够用、适用”的教学指导思想；四是突出教材的先进性，较多地编入新技术、新设备、新材料、新工艺的内容，以期缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业用人的需要；五是以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

在上述教材的编写过程中，得到有关省市教育部门、劳动和社会保障部门以及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审等做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时，恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

2005 年 6 月

内 容 简 介

本书为国家级职业教育规划教材。

本书根据高等职业技术学院教学实际，由劳动和社会保障部教材办公室组织编写。主要内容包括：液压传动基础知识、液压动力元件、液压执行元件、方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀、液压系统分析、液压传动系统的维护、气动基础知识及执行元件、单缸控制回路、双缸控制回路、气—电控制回路和气动传动系统分析与维护。

本书为高等职业技术学院机械设计制造类专业教材，也可作为成人高校、本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的机械设计制造类专业教材，或作为自学用书。

本书由陈立群主编，周晓峰、宋军民、肖燕参编，武开军主审。

目 录

《国家级职业教育规划教材》

CONTENTS

第一篇 液压传动

模块一 液压传动基础知识	1
课题一 认识液压传动系统	1
课题二 液压机输出力的确定	6
模块二 液压动力元件	14
课题一 液压机动力元件的选择	14
课题二 润滑装置动力元件的选择	19
模块三 液压执行元件	24
课题一 压力机执行元件的选择	24
课题二 平面磨床执行元件的选择	29
模块四 方向控制阀	38
课题一 平面磨床工作台液压控制回路	38
课题二 吊装机液压控制回路	45
模块五 压力控制阀	51
课题一 压锻机液压系统	51
课题二 液压钻床液压回路	56
模块六 流量控制阀	63
课题一 液压吊的速度控制	63
课题二 半自动车床进给速度控制	70
模块七 液压系统分析	78

课题一	YT4543 型液动力滑台液压系统分析	78
课题二	SZ-250A 型塑料注射成型机液压系统分析	82
模块八	液压传动系统的维护	87
课题一	压注机的使用、维护及保养	87
课题二	动力滑台液压传动系统的使用与维护	90
第二篇 气动技术		
模块九	气动基础知识及执行元件	92
课题一	认识气动系统	92
课题二	夹紧机构执行元件的选择	102
模块十	单缸控制回路	111
课题一	送料装置的控制系统设计	111
课题二	折弯机气动系统设计	119
课题三	压装装置的系统设计	127
课题四	逻辑控制回路	136
模块十一	双缸控制回路	144
课题一	检测装置回路设计	144
课题二	半自动钻床系统回路设计	153
模块十二	气—电控制回路	164
课题一	分料装置控制系统设计	164
课题二	打印机控制系统设计	171
课题三	汇集装置的系统设计	176
模块十三	气动传动系统分析与维护	186
课题一	气动系统分析实例	186
课题二	压印装置控制系统维护	193
附录	常用液压与气动元件图形符号	202

第一篇 液压传动

模块一

液压传动基础知识

课题一 认识液压传动系统

知识点

- ◎ 液压传动系统的基本原理
- ◎ 液压传动系统的应用
- ◎ 液压传动系统的种类及组成

技能点

- ◎ 能正确区分液压系统的各组成部分

一、任务引入

图 1—1 所示是工业生产中使用的液压扭力机，它由液压传动系统带动主轴运动；图 1—2 所示是工地上常见的挖掘机，它由液压传动系统带动料兜运动从而完成挖掘工作。这两种设备中都使用了液压传动系统。那么，什么是液压传动系统？液压传动系统是如何带动机器工作的呢？

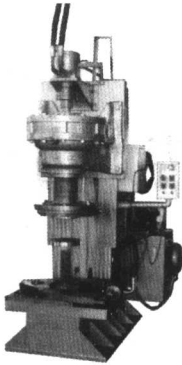


图 1—1 液压扭力机



图 1—2 挖掘机

二、任务分析

在上述任务中，提到了液压传动系统，那么一个液压传动系统要由哪些部分组成才能正常工作？液压传动系统又分成哪些类别呢？下面就先来认识一下液压传动系统。

三、相关知识

1. 液压传动系统的种类

液压传动系统是利用液体为工作介质来传递机械能的，实际应用中常以油液作为工作介质。液压传动系统在现代生产设备和制造设备中被广泛的应用。根据液压传动系统的工作特点把它分成两大类：

(1) 静—液压系统

静—液压系统安装在固定的位置上，通常使用电磁铁来控制回路中的阀门。

主要应用领域有：各种制造和安装机械、传输自动线、提升或传送设备、冲压机、压铸机、轧钢机、升降机、液压扭力机等。

(2) 动—液压系统

动—液压系统的显著特点在于阀门常直接用手操作。

主要应用领域：建筑机械，翻料机、机械手、装货站，起重装置和卷扬机，农业机械，挖掘机等。

2. 液压传动系统的工作原理

液压传动在机械工程中应用广泛，各种传动系统的结构形式虽各不相同，但其传动原理相似。现以图 1—3 所示的工作台往复运动液压系统为例，概括说明液压传动的工作原理。

由图可见，液压泵 3 由电动机带动，由油箱 1 中吸油，然后将具有压力能的油液输送到管路中，油液通过节流阀 4 和管路流至换向阀 5。换向阀 5 的阀芯有不同的工作位置（图示有 3 个工作位置），因此通路情况不同。当阀芯处于图示位置（中间位置）时，通向液压缸的油路被堵死，液压缸不通压力油，所以工作台停止不动。若将阀芯向右推，压力油流入液压缸 7 的左腔，与工作台 8 相连的活塞在液压缸左腔压力油的推动下带动工作台向右移动；液压缸右腔的油液通过换向阀 5 流入油箱。若将换向阀 5 的阀芯向左推，活塞带动工作台向左移动。因此调整换向阀 5 的工作位置就能改变压力油的通路，使液压缸不断换向，以实现

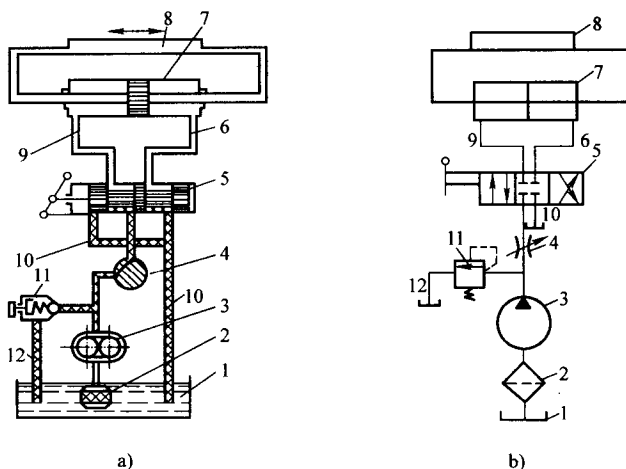


图 1—3 工作台往复运动液压系统原理图

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—换向阀 6、9—进、回油管路
7—液压缸 8—工作台 10—主供油回路 11—溢流阀 12—溢流管路

工作台需要的往复运动。

根据加工要求的不同，工作台的移动速度可通过节流阀 4 来调节，利用改变节流阀开口的大小来调节通过节流阀的流量，以控制工作台的运动速度。

工作台运动时，由于工作情况不同，要克服的阻力也不同，不同的阻力都是由液压泵输出油液的压力能来克服的，系统的压力可通过溢流阀 11 来调节。当系统中的油压升高到稍高于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，这时油压不再升高，维持定值。

为保持油液的清洁，设置了过滤器 2，将油液中的污物杂质过滤掉，使系统正常工作。

通过以上分析，可以知道液压传动的工作原理是：以油液作为工作介质，通过密封容积的变化来传递运动，通过油液内部的压力来传递动力。液压系统工作时，必须对油液进行压力、流量和方向的控制与调节以满足工作部件在力、速度和方向上的要求。

四、任务实施

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几个部分组成。

1. 动力部分——它供给液压系统压力油，将原动机输出的机械能转换为油液的压力能（液压能）。其能量转换元件为液压泵，图 1—3 中的液压泵 3 就是动力元件。
2. 执行部分——将液压泵输入的油液压力能转换为带动工作机构运动的机械能，以驱动工作部件运动。执行元件有液压缸和液压马达，图 1—3 中的液压缸 7 就是执行元件。
3. 控制部分——用来控制和调节油液的压力、流量和流动方向。控制元件有各种压力控制阀、流量控制阀和方向控制阀等，图 1—3 中的溢流阀 11、节流阀 4 和换向阀 5 就是控制元件。
4. 辅助部分——它将前面 3 个部分连接在一起，组成一个系统，起储油、过滤、测量

和密封等作用，以保证液压系统可靠、稳定、持久地工作。辅助元件有管路、接头、油箱、过滤器、蓄能器、密封件和控制仪表等，图 1—3 中的油箱 1，过滤器 2，进、回油管路 6、9，主供油回路 10，溢流管路 12 都是辅助元件。

液压传动系统具有以下特点：

(1) 主要优点

液压传动与机械传动、电力传动、气压传动相比，具有下列优点：

1) 传动平稳。在液压传动装置中，由于油液的压缩量非常小，在通常压力下可以认为不可压缩，依靠油液的连续流动进行传动。油液有吸振能力，在油路中还可以设置液压缓冲装置，故不像机械机构因加工和装配误差会引起振动和撞击，使传动十分平稳，便于实现频繁的换向。因此，它广泛地应用在要求传动平稳的机械上，例如，磨床传动机构几乎全部采用了液压传动系统。

2) 质量轻、体积小。液压传动与机械、电力等传动方式相比，在输出同样功率的条件下，体积和质量可以减少很多，因此惯性小、动作灵敏。这对液压仿形、液压自动控制和要求减轻质量的机器来说，是特别重要的。例如，我国生产的挖掘机在采用液压传动后，与采用机械传动时的质量相比大大减轻。

3) 承载能力大。液压传动易于获得很大的力和转矩，因此广泛应用于压制机、隧道掘进机、万吨轮船操舵机和万吨水压机等。

4) 容易实现无级调速。在液压传动中，调节液体的流量就可实现无级调速，并且调速范围很大，可达 2 000:1，很容易获得极低的速度。

5) 易于实现过载保护。液压系统中采取了很多安全保护措施，能够自动防止过载，避免发生事故。

6) 液压元件能够自动润滑。由于通常采用液压油作为工作介质，使液压传动装置能自动润滑，因此元件的使用寿命较长。

7) 容易实现复杂动作。采用液压传动能获得各种复杂的机械动作，如仿形车床的液压仿形刀架、数控铣床的液压工作台等，可加工出不规则形状的零件。

8) 简化机构。采用液压传动可大大地简化机械结构，从而减少了机械零部件数目。

9) 便于实现自动化。液压系统中，液体的压力、流量和方向是非常容易控制的，再加上电气装置的配合，很容易实现复杂的自动工作循环。目前，液压传动在组合机床和自动线上应用得很普遍。

10) 便于实现“三化”。液压元件易于实现系列化、标准化和通用化，也易于设计和组织专业性大批量生产，从而可提高生产率、产品质量，降低成本。

(2) 主要缺点

1) 液压元件制造精度要求高。由于元件的技术要求高，加工和装配比较困难，使用和维护比较严格。

2) 实现定比传动困难。液压传动是以液压油作为工作介质，所以在相对运动表面间不可避免的有泄漏，同时油液又不是绝对不可压缩的，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。

3) 油液受温度的影响。由于油的黏度随温度的变化而改变，故不宜在高温或低温的环

境下工作。

4) 不适宜远距离输送动力。由于采用油管传输压力油，压力损失较大，故不宜远距离输送动力。

5) 油液中混入空气易影响工作性能。油液中混入空气后，容易引起爬行、振动和噪声，使系统的工作性能受到影响。

6) 油液容易污染。油液被污染后会影响到系统工作的可靠性。

7) 发生故障不容易检查与排除。

【实习操作】

1. 参观液压实习场地，认识和了解实习设备。

2. 想一想，哪些设备采用了液压传动方式，并试着区分液压系统中各组成部分。

液压传动基础知识评分标准

学号：

姓名：

总得分：

序号	项 目	配分	得分	备注
1	叙述液压传动工作原理	20		
2	简述液压传动系统的组成	20		
3	液压传动系统的优缺点	20		
4	常用液压元件有哪些	20		

【知识链接】

液压技术的应用范围

相对于机械传动，液压传动是一门新的技术。液压传动起源于1654年帕斯卡提出的静压传动原理，1795年，英国第一台水压机问世，1905年，将工作介质由水改为油后，液压传动的性能得到很大改善。随着科学技术特别是控制技术和计算机技术的发展，液压传动与控制技术将得到进一步发展，应用将更加广泛。

由于液压技术有许多突出的优点，因此，从民用到国防，由一般传动到精确度很高的控制系统，液压技术都得到了广泛的应用。

在国防工业中，陆、海、空三军的很多武器装备都采用了液压传动与控制，如飞机、坦克、舰艇、雷达、火炮、导弹和火箭等。

在机床工业中，目前，机床传动系统中普遍采用液压传动与控制技术，如磨床、铣床、刨床、拉床、压力机、剪床和组合机床等。

在冶金工业中，电炉控制系统、轧钢机的控制系统、平炉装料、转炉控制、高炉控制等都采用了液压技术。

在工程机械中，普遍采用了液压传动，如挖掘机、轮胎装载机、汽车起重机、履带推土机、轮胎起重机、自行式铲运机、平地机和振动式压路机等。

在农业机械中，采用液压技术也很广泛，如联合收割机、拖拉机和犁等。

在汽车工业中，液压越野车、液压自卸式汽车、液压高空作业车和消防车等均采用了液

压技术。

在轻纺工业中，采用液压技术的有塑料注塑机、橡胶硫化机、造纸机、印刷机和纺织机等。

在船舶工业中，应用液压技术很普遍，如全液压挖泥船、打捞船、打桩船、采油平台、水翼船、气垫船和船舶辅机等。

近几年，在太阳跟踪系统、海浪模拟装置、船舶驾驶模拟器、地震再现装置、火箭助飞发射装置、宇航环境模拟和高层建筑防震系统及紧急刹车装置等设备中，也采用了液压技术。

课题二 液压机输出力的确定

知识点

- ◎液体的静压力
- ◎液压传动系统输出力的计算
- ◎液压油的选用原则

技能点

- ◎能正确选用液压油

一、任务引入

如图 1—4 所示，要求左方站立的人能够借助液机械通过手的力气将右方的小汽车举起，计算 F_1 与 F_2 的关系。

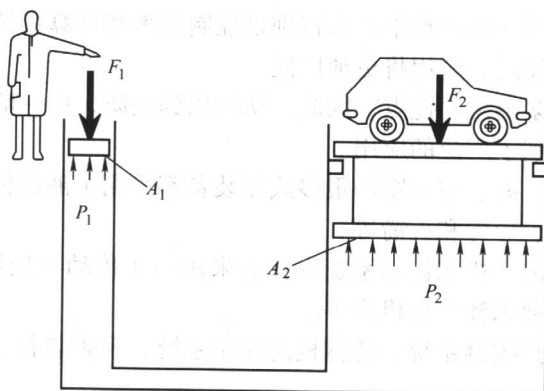


图 1—4 液压系统受力关系

二、任务分析

在日常生活中，仅依靠人力是不可能举起重达几吨的小汽车的。要完成将小汽车举起的

任务，液压系统必须能将人的力放大，那么液压系统是如何将较小的力转化为较大的力呢？液压传动系统中是依靠什么作为工作介质来传递力的，对工作介质有何要求，又如何来选用？下面就让我们一起学习液压传动系统输出力和工作介质的相关知识。

三、相关知识

1. 液体的静压力

静止液体在单位面积上所受的力称为静压力，如果在液体内某点处微小面积 ΔA 上作用有法向力 ΔF ，则 $\Delta F/\Delta A$ 的极限就定义为该点处的静压力，用 p 表示。当在液体的单位面积 A 上，受到均为分布的作用力 F 时，则静压力可表示为

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-1)$$

液体的静压力在物理学上称为压强，在工程实际应用中习惯上称为压力。液体静压力具有以下特点：液体静压力垂直于其承压面，其方向和该面的内法线方向一致；静止液体内任一点所受的静压力在各个方向上都相等。

2. 压力的表示方法及单位

根据度量基准的不同，液体压力分为绝对压力和相对压力两种。以绝对真空为基准度量的叫做绝对压力，而以大气压力为基准度量的称为相对压力或压力。本书中所提到的压力如不特别指明，均为相对压力。

压力的法定计量单位是 Pa（帕， N/m^2 ），除此之外，还有暂被允许使用的 bar（巴）。

3. 静压力的基本方程式

在重力的作用下静止液体所受的力，除了液体重力，还有液面上作用的外加压力，其受力情况如图 1-5 所示。如果计算离液面深度为 h 的某点压力，设液柱底面积为 ΔA ，高为 h ，则体积为 $h\Delta A$ ，液柱的重力为 $\rho gh\Delta A$ ，且作用于液柱的重心上。液柱处于受力平衡状态，因此在垂直方向上存在如下关系：

$$p\Delta A = p_0\Delta A + \rho gh\Delta A$$

等式两边同除以 ΔA ，则得：

$$p = p_0 + \rho gh \quad (1-2)$$

上式即为液体的静压力基本方程式，从方程式中可知静止液体的压力具有如下特征：

(1) 静止液体内任一点的压力由两部分组成：一部分是液面上的外加压力，另一部分是该点上液体自重所形成的压力，即 ρg 与该点离液面高度 h 的乘积。当液面只受大气压力 p_a 作用时，液体内任一点处的压力为：

$$p = p_a + \rho gh \quad (1-3)$$

(2) 静止液体内的任一点压力随该点距离液面的深度呈直线规律递增。

(3) 离液面深度相等处各点的压力均相等。

(4) 对静止液体，如果液面外加压力为 p_0 ，液面与基准水平面的高度为 h_0 ，液体内任

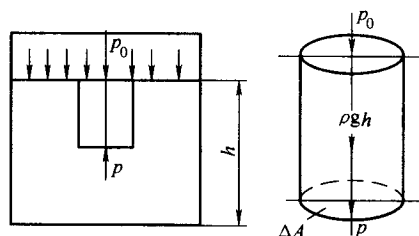


图 1-5 液体受力情况

一点的压力为 p ，与基准水平面的距离为 h ，则由静压力基本方程式可得：

$$\frac{p_0}{\rho} + h_0 g = \frac{p}{\rho} + h g = \text{常量} \quad (1-4)$$

式 (1-4) 表明静止液体中任一质点总能量保持不变，即能量守恒。

(5) 在实际的液压传动系统中外加压力 p_0 远大于液体自重所形成的压力 $\rho g h$ ，故可将 $\rho g h$ 忽略不计。

4. 帕斯卡原理

密闭容器内的液体，当外加压力 p_0 发生变化时，只要液体仍保持原来的静止状态不变，则液体任一点的压力将发生同样大小的变化。这就是帕斯卡原理，也称为静止传递原理。

图 1-4 中大活塞面积为 A_2 ，小汽车的重力作用在大活塞上形成负载 F_2 ，此时液体所受的压力 $p = F_2/A_2$ 。

由帕斯卡原理可知：小活塞处的压力亦为 p ，如果小活塞面积为 A_1 ，要使大小活塞处于平衡状态，则 $p = F_2/A_2 = F_1/A_1$ ，那么在小活塞上应施加的力为：

$$F_1 = p A_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2 \quad (1-5)$$

由上式可知，由于 $(A_1/A_2) < 1$ ，所以用一个很小的推力 F_1 ，就可以推动一个比较大的负载 F_2 。

5. 管道流动

流动的液体具有黏性，液体流动时突然的转弯和通过阀口时会产生相互的撞击和出现漩涡，因此，液体在管道流动中必然会产生阻力。液体在流动时需要损耗一部分能量来克服阻力，这种能量损失可用液体的压力损失来表示。压力损失是由沿程压力损失和局部压力损失两部分组成。

液体流动时的两种形式：一种是液体流动时液流层次分明，不相混杂称为层流；另一种是液体流动时液流完全紊乱称为紊流。层流与紊流是两种不同性质的流动状态。层流时液体流速较低，液体质点间的黏性力起主导作用，液体质点受黏性的约束，不能随意运动；紊流时液体流速较高，液体质点间黏性的制约作用减弱，惯性力起主导作用。

6. 液压油

在液压传动系统中，力的传递是依靠液体来完成的，液体是液压传动系统中的工作介质，在实际的液压系统中常用油类作为工作介质，这种油称为液压油。

(1) 液压油的性质

1) 密度。单位体积液体的质量称为该液体的密度。

密度是液体的一个重要参数。随着温度或压力的变化，其密度也会发生变化，但变化量一般很小，在实际应用时一般可忽略不计。

2) 可压缩性。液体受压力作用从而发生体积变小的性质称为液体的可压缩性。

对于一般液压系统，可认为液压油是不可压缩的。需要说明的是，当液压油中混入空气时，其可压缩性将明显增加，且会影响液压系统的工作性能。因此，在液压系统中必须尽量减少油液中的空气含量。

3) 黏性。液体在外力作用下流动时,液体内部分子间的内聚力会阻碍分子相对运动,即分子间会产生一种内摩擦力,这一特性称为液体的黏性。黏性也是选择液压油的一个重要参数。

液体黏性的大小用黏度来表示。常用的黏度有动力黏度、运动黏度和相对黏度 3 种。

我国的法定计量单位中,动力黏度 μ 的单位是 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 或用 $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ 表示。运动黏度 ν 的单位是 m^2/s ; 相对黏度根据测量条件的不同,各国采用的单位也不同。

(2) 液压油的分类与牌号

液压油的种类繁多,分类方法各异。长期以来,习惯以用途进行分类,也有根据油品类型、化学成分或可燃性分类的,这些分类方法只反映了油品的性质,但缺乏系统性,也难以了解油品间的相互关系和发展。

液压油采用统一的命名方式,其一般形式如下:

类	品种	数字
L	HV	22

其中 L—类别(润滑剂及有关产品,GB 7631.1);

HV—品种(低温抗磨);

22—牌号(黏度级,GB 3141)。

液压油的黏度牌号由 GB 3141 规定,等效采用 ISO 的黏度分类法,以 40°C 运动黏度的中心值来划分牌号。

(3) 液压油的规格、性能及应用

在 GB/T 7631.2—87 分类中的 HH、HL、HM、HR、HV、HG 液压油均属矿油型液压油,这类油的品种多,使用量约占液压油总量的 85% 以上,汽车与工程机械液压系统常用的液压油也多属于此类。

1) HH 液压油。HH 液压油是一种不含任何添加剂的矿物油。这种液压油虽已列入分类之中,但在液压系统中已不使用。这种油安定性差、易起泡。

2) HL 液压油(通用型机床工业用润滑油)。HL 液压油是由精度较高的中性基础油,加入抗氧化和防锈添加剂制成的。HL 液压油按 40°C 运动黏度可分为 15、22、32、46、68、100 六个牌号。

适用场合:HL 液压油主要用于对润滑油无特殊要求,环境温度在 0°C 以上的各类机床的轴承箱、齿轮箱、低压循环系统或类似机械设备循环系统的润滑。它的使用时间比机械油可延长一倍以上,具有较好的橡胶密封适应性,其最高使用温度为 80°C 。

3) HM 液压油(抗磨液压油)。HM 液压油是从防锈、抗氧化液压油基础上发展而来的,它有碱性高锌、碱性低锌、中性高锌型及无灰型等系列产品,按 40°C 运动黏度可分为 22、32、46、68 四个牌号。

适用场合:主要用于重负荷、中压、高压的叶片泵、柱塞泵和齿轮泵的液压系统;用于中压、高压工程机械、引进设备和车辆的液压系统,如计算机数控机床、隧道掘进机、履带式起重机、液压反铲挖掘机和采煤机等;也可用于中等负荷工业齿轮(蜗轮、双曲线齿轮除外)的润滑。其应用的环境温度为 $-10\sim 40^\circ\text{C}$ 。该产品与丁腈橡胶具有良好的适应性。

4) HR 液压油。HR 液压油是在环境温度变化大的中低压液压系统中使用的液压油。该

油具有良好的防锈、抗氧化性能，并在此基础上加入了黏度指数改进剂，使油品具有较好的黏温特性。同时具有优良的防锈、抗氧化、抗磨性能和优良的抗黏滑性。主要适用于各种液压和导轨合用的机床润滑系统或机床导轨润滑系统及机床液压系统。在低速情况下，防爬效果良好。

5) HV、HS 液压油（低温液压油）。这是两种不同档次的液压油，均属于宽温度变化范围内使用的液压油。这两种油都有低的倾点，优良的抗磨性、低温流动性和低温泵送性。HV、HS 液压油按基础油分为矿油型与合成油型两种，按 40℃ 运动黏度，HV 油分为 15、22、32、46、68、100 六个牌号，HS 油分为 15、22、32、46 四个牌号。

适用场合：

HV 低温液压油主要用于寒区或温度变化范围较大和工作条件苛刻的工程机械、引进设备和车辆的中压或高压液压系统，如数控机床、电缆井泵以及船舶起重机、挖掘机、大型吊车等液压系统，使用温度在 -30℃ 以上。

HS 低温液压油主要用于严寒地区上述各种设备，使用温度在 -30℃ 以下。

HV 油和 HS 油由于基础油组成成分不同，所以不能混装、混用，以免影响使用性能。

四、任务实施

1. 液压系统输出力确定

如图 1—4 所示，当 $A_1 = 80 \text{ cm}^2$ ， $A_2 = 3\ 200 \text{ cm}^2$ ， $F_1 = 40 \text{ kg}$ ，问输出端的力 F_2 为多少？

根据公式 (1—5)，可以推导出 $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1 = \frac{3\ 200}{80} \times 40 = 1\ 600 \text{ kg}$ 。

2. 液压油的选择

理想液压油是不存在的，各种液压油都会有着这样或者那样的不足，而选用的原则是要根据液压系统的工作条件和工作环境，并结合维护保养与经济因素综合考虑。

(1) 根据液压系统的工作压力选择

不同的工作压力对液压油品质的要求是有一定差异的。一般来说，随着工作压力的增加，要求液压油的抗磨性、抗氧化性、抗泡性以及抗乳化和水解安定等性能要提高。另外，为防止随压力的增加而引起泄漏，其黏度也应相应的增加；反之，则降低。

不同工作压力下液压油黏度的选择见表 1—1。

表 1—1 不同工作压力下液压油黏度的选择

工作压力 (MPa)	液压油黏度 (cst)
0 ~ 2.5	10 ~ 30
2.5 ~ 8	20 ~ 40
8 ~ 16	30 ~ 50
16 ~ 32	40 ~ 60

(2) 根据工作环境选择