

汽车

Q I C H E

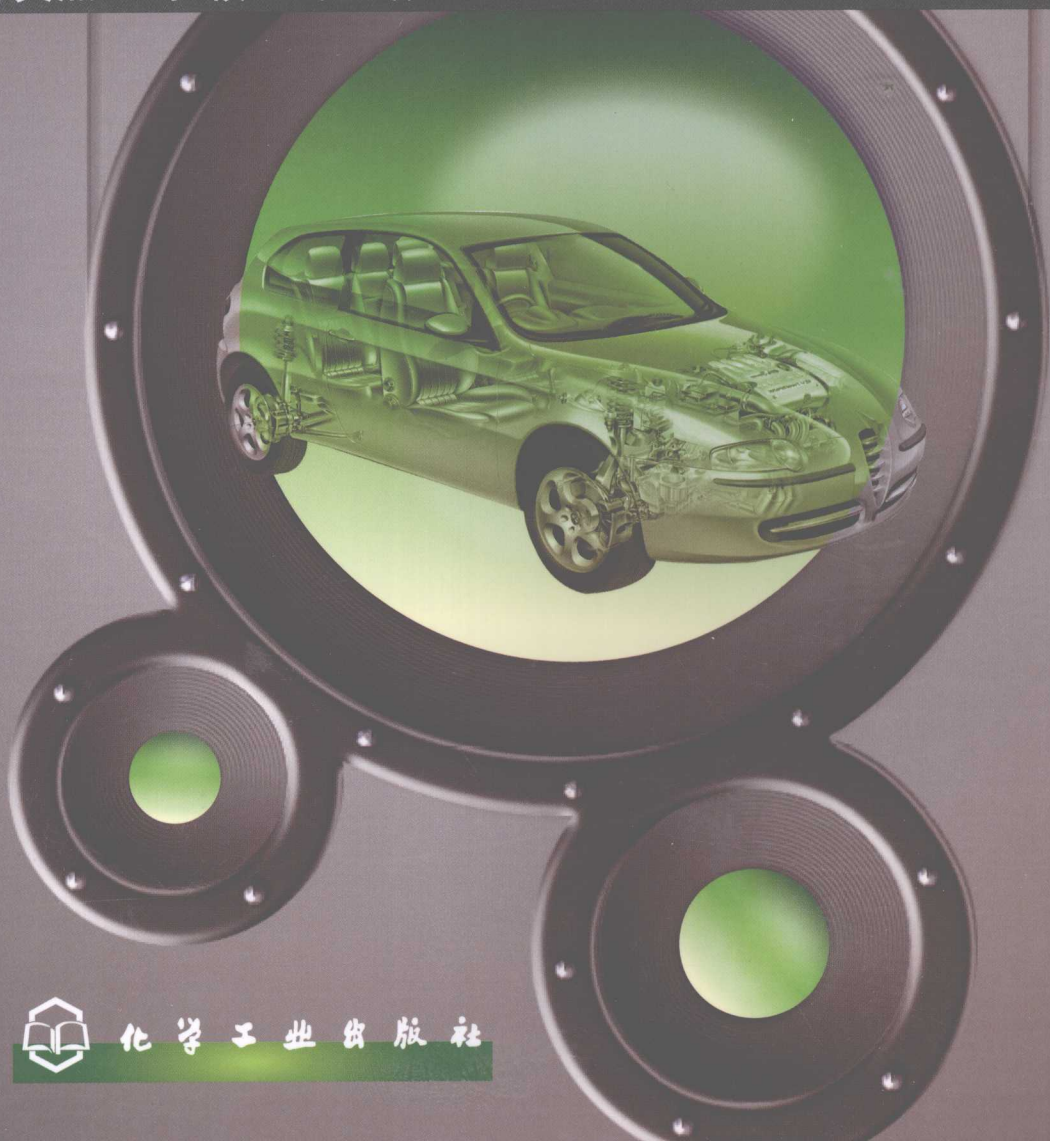
YEYA YELI YU QIYA CHUANDONG

XUEXI ZHIDAO

液压、液力与气压传动

学习指导

安永东 主编
齐英杰 刘颖 副主编



化学工业出版社

汽车

Q I C H E

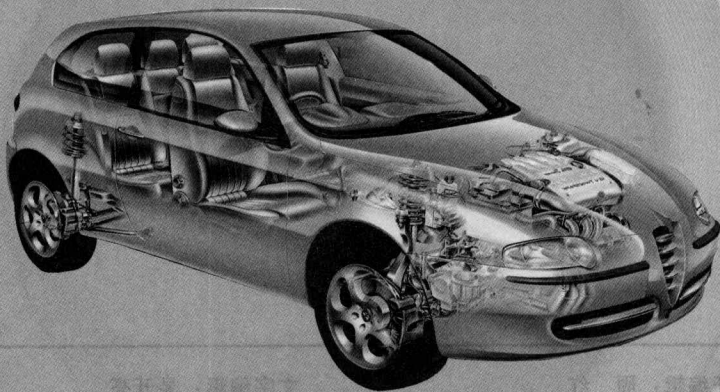
YEYA YELI YU QIYA CHUANDONG

XUEXIZHIDAO

液压、液力与气压传动

学习指导

安永东 主编
齐英杰 刘颖 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车液压、液力与气压传动学习指导/安永东主编.
北京: 化学工业出版社, 2008. 2
ISBN 978-7-122-02011-6

I. 汽… II. 安… III. ①汽车-液压传动-教学参考资料②汽车-液力传动-教学参考资料③汽车-气压传动-教学参考资料 IV. U463. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 012776 号

编主 安永东
编主 顾 欣 杰英齐

责任编辑: 周 红
责任校对: 洪雅妹

文字编辑: 吴开亮
装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 19¼ 字数 375 千字 2008 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是与由化学工业出版社出版、黑龙江工程学院齐晓杰教授主编的汽车类专业教材《汽车液压、液力与气压传动》配套使用的教学参考书。它适合于应用型本科汽车类专业学生学习“汽车液压、液力与气压传动”课程使用，也可作为其他版本相关教材的学习参考书。

本书共 10 章，与教材相对应，每章分为主要内容及学习要求，重点、难点解析，典型例题解析及疑难解答，练习题四个部分。书后附有综合测试题库，可作为对本课程的教学内容掌握程度的检验与练习之用。

本书针对汽车液压、液力与气压传动课程的教学要求，提出了每章的主要内容及学习要求、重点及难点，并结合学习目的及要求精选了典型例题，做了详细的解答，有助于学生理解和掌握每章的知识点，最后通过练习题达到全面掌握课程知识点的目的。每一章的典型例题解析、疑难解答和练习题主要是以汽车上应用的液压与气压系统为主来精选，较全面地反映了汽车液压、液力与气压技术，使学生更容易掌握相关理论知识和实践技能。练习题的选取注意深度，不选取难度大的习题，而是以工程实际应用为主，围绕工程上应用的典型汽车液压、液力与气压系统来选择，有利于实现课程的教学目的。内容简练，通俗易懂，实用性强，适用面宽。

本书由黑龙江工程学院安永东任主编，东北林业大学齐英杰、黑龙江工程学院刘颖任副主编，由黑龙江工程学院齐晓杰主审。安永东编写第 1 章、第 3 章、第 4 章，刘颖编写第 2 章、第 9 章、第 10 章，王强编写第 5 章、第 8 章及综合测试题库，齐英杰编写第 6 章、第 7 章。

由于编者水平有限，不妥和疏漏之处在所难免，竭诚希望广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

1	第1章 液压与气压传动和液力技术概述	1
1.1	1.1 主要内容及学习要求	1
1.1.1	1.1.1 主要内容	1
1.1.2	1.1.2 学习要求	1
1.2	1.2 重点、难点解析	2
1.2.1	1.2.1 液压与气压传动和液力系统工作原理及组成	2
1.2.2	1.2.2 液压油的主要性能及其选用	3
1.2.3	1.2.3 液压与气压传动和液力技术在汽车上的应用及特点	6
1.3	1.3 典型例题解析及疑难解答	7
1.4	1.4 练习题	11
12	第2章 液压传动流体力学基础	12
2.1	2.1 主要内容及学习要求	12
2.1.1	2.1.1 主要内容	12
2.1.2	2.1.2 学习要求	12
2.2	2.2 重点、难点解析	13
2.2.1	2.2.1 液体静力学基础	13
2.2.2	2.2.2 液体动力学基础	14
2.2.3	2.2.3 管路中液体压力损失的计算	16
2.2.4	2.2.4 液体流经孔口及缝隙的流量-压力特性	18
2.2.5	2.2.5 液压冲击及气穴现象	20
2.3	2.3 典型例题解析及疑难解答	20
2.4	2.4 练习题	37
42	第3章 液压泵和液压马达	42
3.1	3.1 主要内容及学习要求	42
3.1.1	3.1.1 主要内容	42
3.1.2	3.1.2 学习要求	42
3.2	3.2 重点、难点解析	43

3.2.1	液压泵	43
3.2.2	齿轮泵	45
3.2.3	叶片泵	47
3.2.4	柱塞泵	48
3.2.5	液压马达	49
3.2.6	液压泵和液压马达的选用	51
3.3	典型例题解析及疑难解答	52
3.4	练习题	63
第4章	液压缸	66
4.1	主要内容及学习要求	66
4.1.1	主要内容	66
4.1.2	学习要求	66
4.2	重点、难点解析	66
4.2.1	液压缸的类型及其特点	66
4.2.2	液压缸的类型及其特点	68
4.2.3	液压缸的设计	71
4.3	典型例题解析及疑难解答	72
4.4	练习题	83
第5章	辅助装置	86
5.1	主要内容及学习要求	86
5.1.1	主要内容	86
5.1.2	学习要求	86
5.2	重点、难点解析	87
5.2.1	密封装置	87
5.2.2	过滤器	88
5.2.3	油箱及热交换器	90
5.2.4	蓄能器	91
5.2.5	油管 and 管接头	93
5.3	典型例题解析及疑难解答	94
5.4	练习题	103
第6章	液压控制阀	105
6.1	主要内容及学习要求	105
6.1.1	主要内容	105
6.1.2	学习要求	105

6.2	重点、难点解析	106
6.2.1	方向控制阀	106
6.2.2	压力控制阀	109
6.2.3	流量控制阀	112
6.2.4	其他类型的液压控制阀	116
6.2.5	汽车典型液压控制阀	119
6.3	典型例题解析及疑难解答	124
6.4	练习题	150
第7章	液压基本回路	154
7.1	主要内容及学习要求	154
7.1.1	主要内容	154
7.1.2	学习要求	154
7.2	重点、难点解析	155
7.2.1	速度控制回路	155
7.2.2	方向控制回路	161
7.2.3	压力控制回路	162
7.2.4	其他基本回路	164
7.3	典型例题解析及疑难解答	166
7.4	练习题	195
第8章	典型汽车液压系统分析及故障诊断与维修	204
8.1	主要内容及学习要求	204
8.1.1	主要内容	204
8.1.2	学习要求	204
8.2	重点、难点解析	205
8.2.1	汽车起重机液压系统分析及故障诊断与维修	205
8.2.2	自动变速器液压系统	207
8.2.3	汽车防抱死液压系统	211
8.2.4	汽车电控液压悬架系统	216
8.2.5	液压动力转向系统	218
8.3	典型例题解析及疑难解答	220
8.4	练习题	238
第9章	液力传动及液力传动装置	239
9.1	主要内容及学习要求	239
9.1.1	主要内容	239

9.1.2	学习要求	239
9.2	重点、难点解析	239
9.2.1	液力偶合器	239
9.2.2	液力变矩器	240
9.3	典型例题解析及疑难解答	242
9.4	练习题	245
第10章	气压传动	246
10.1	主要内容及学习要求	246
10.1.1	主要内容	246
10.1.2	学习要求	246
10.2	重点、难点解析	247
10.2.1	气压传动基础知识	247
10.2.2	气源装置及辅助元件	252
10.2.3	气动元件	253
10.2.4	气动基本回路	256
10.2.5	气压传动在汽车上的应用	259
10.3	典型例题解析及疑难解答	259
10.4	练习题	272
	综合测试题题库	276
	参考文献	297

第1章

液压与气压传动和液力技术概述

液压与气压传动和液力技术概述

1.1 主要内容及学习要求

1.1.1 主要内容

(1) 液压与气压传动和液力系统工作原理及组成

① 液压传动工作原理和系统组成及特点。

② 气压传动工作原理和系统组成及特点。

③ 液力传动原理和结构形式及特点；液力耦合器；液力变矩器。

(2) 液压油的主要性能及其选用

① 液压油的物理特性：密度；黏性（动力黏度、运动黏度、相对黏度）；可压缩性；其他特性。

② 液压油的选用：液力传动油；汽车制动液；其他车用液压油。

(3) 液压与气压传动和液力技术在汽车上的应用及特点

1.1.2 学习要求

① 掌握液压、气压、液力传动的工作原理及各自组成。

② 熟悉液压、气压、液力传动各自特点及应用。

③ 熟悉液压油的物理特性。

④ 掌握汽车常用液压油特性，能根据不同的要求，正确选用各种常用液压油。

⑤ 熟悉液压、气压与液力传动在汽车上的具体应用情况及各自应用特点。

1.2 重点、难点解析

1.2.1 液压与气压传动和液力系统工作原理及组成

(1) 液压传动工作原理和系统组成及特点

液压传动是利用密闭系统中的受压液体来传递运动和动力的一种传动方式。

液压传动是以液体作为工作介质来传动的；它依靠密闭容积的变化传递运动，依靠液体内部的压力（由外界负载所引起）传递动力。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，随后又将液压能转换为机械能而做功。

液压系统的组成：动力元件；执行元件；控制元件；辅助元件；工作介质。

液压传动系统就是按机械的工作要求，选择上述不同液压元件，用管路将它们组合在一起，使之完成一定工作循环的整体。

液压传动与其他传动形式相比较，有以下特点：功率密度（即单位体积所具有的功率）大，结构紧凑，重量轻；传动平稳，能实现无级调速，且调速范围大；液压元件质量轻，惯性矩小，变速性能好。可实现高频率的换向，因而在汽车电控系统中经常用到与微电子技术结合，组成的性能好、自动化程度高的传动及控制系统。如汽车电控液力自动变速器、汽车制动防抱死系统、汽车制动力分配系统等，且控制、调节简单，省力，操作方便。传动介质为油液，液压元件具有自润滑作用，有利于延长液压元件的使用寿命。同时，液压传动系统也易于实现自动过载保护，液压元件易于实现标准化、系列化和通用化，有利于组织生产和设计。

但液压传动也有不足，如液压传动效率低、速比不如机械传动准确、工作时受温度影响较大、不宜在很高或很低的温度条件下工作、液压元件的制造精度要求较高、造价较高、液压传动系统出现故障时不易找出原因等。

(2) 气压传动工作原理和系统组成及特点

气压传动就是以压缩空气为工作介质来传递运动和动力的一种传动方式。它依靠密闭系统内气体密度的增加，压力增强，来形成压力能，传递动力；依靠密闭容积的变化或气体膨胀，消耗气体的压力能来传递运动。

气压传动系统的组成：气源装置；执行元件；控制元件；辅助元件；工作介质。

与机械、液压、电气传动相比，气压传动的特点是：以空气为工作介质，来源方便，用后排气处理简单，不污染环境；由于空气流动损失小，压缩空气可集中供气，远距离输送；与液压传动相比，气动动作迅速、反应快、维护简单、管路不易堵塞，且不存在介质变质、补充和更换等问题；工作环境适应性强，可安

全可靠地应用于易燃易爆场所；气动装置结构简单、轻便、安装维护容易。压力等级低，故使用安全；空气具有可压缩性，气动系统能够实现过载自动保护。

但气压传动也存在着一定缺点。如受气体可压缩性的影响，气缸动作速度-负载特性差；因工作压力较低（一般为 $0.4\sim 0.8\text{MPa}$ ），气动系统输出力较小；因工作介质空气本身没有润滑性，需另加装置进行给油润滑；气动系统排气有较大的噪声等。

(3) 液力传动原理和结构形式及特点

液力传动与液压传动一样都是以液体作为工作介质进行传动的，但传动方式不同。液压传动是以密闭系统内的受压液体来传递能量；而液力传动是通过液体循环流动过程中的动能来传递能量。

液力传动的的基本结构包括：能量输入部件（一般称泵轮），它接收发动机传来的机械能，并将其转换为液体的动能；能量输出部件（一般称蜗轮），它将液体的动能转换为机械能而输出。

如果液力传动装置只有上述两部件，则称这一传动装置为液力耦合器。如果除上述两部分之外，还有一个固定的导流部件（它可装在泵轮的出口处或入口处），则称这个液力传动装置为液力变矩器。

为了扩大液力元件的使用范围，可将液力耦合器或液力变矩器与各种机械元件组合成一个整体，称为液力机械元件（液力机械耦合器或液力机械变矩器）。

应该指出的是，液力耦合器只起传递扭矩作用，而不能改变扭矩大小。而液力变矩器能根据需要无级地改变传动比与扭矩比，即具有变矩的作用。

液力传动与其他传动形式相比，有以下特点：自动适应性能好，液力变矩器能在一定范围内自动地适应外载变化，实现无级变矩、变速调节；防振隔振性能强，液力传动的工作介质是液体，故能吸收并减少来自发动机和机械传动系统的振动，且能提高机械的使用寿命；可带载启动，并具有稳定良好的低速运行性能；简化机械操纵，易于实现自动控制。

液力传动与机械传动相比也有一定缺点：液力传动系统的效率较低，经济性较差，且结构复杂、造价高。

1.2.2 液压油的主要性能及其选用

(1) 液压油的物理特性

① 液体的密度 液压油的密度随压力的增加而加大，随温度的升高而减小。一般情况下，由压力和温度引起的这种变化都较小，可将其近似地视为常数。

② 液体的黏性 液体在外力作用下流动（或有流动趋势）时，分子间的内聚力要阻止分子相对运动而产生一种内摩擦力，这种现象叫做液体的黏性。液体只有在流动（或有流动趋势）时才会呈现出黏性，静止液体是不呈现黏性的。

实验测定指出，液体流动时相邻液层间的内摩擦力 F 与液层间的接触面积

A、液层间的速度梯度 du/dy 成正比，即

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

式中 μ ——比例常数，称为黏性系数。

如以 τ 表示切应力，即单位面积上的内摩擦力，则

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

在流体力学中，把黏性系数 μ 不随速度梯度变化而发生变化的液体称为牛顿液体，反之称为非牛顿液体。除高黏度或含有特殊添加剂的油液外，一般液压油均可视为牛顿液体。

流体黏性的大小用黏度来衡量。常用的黏度有动力黏度、运动黏度和相对黏度。

a. 动力黏度 μ

$$\mu = \tau \frac{dy}{du} \quad (1-3)$$

动力黏度的物理意义是：液体在单位速度梯度下流动时，液层间单位面积上产生的内摩擦力。动力黏度 μ 又称绝对黏度。

b. 运动黏度 ν 动力黏度 μ 与液体密度 ρ 之比称为运动黏度，即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-4)$$

运动黏度 ν 没有明确的物理意义。因在理论分析和计算中常遇到运动黏度 μ 与液体密度 ρ 的比值，为方便而用 ν 表示。其单位中有长度和时间的量纲，故称为运动黏度。

c. 相对黏度（条件黏度） 相对黏度是以液体的黏度与蒸馏水的黏度比较的相对值表示的黏度。因测量条件不同，各国采用的相对黏度也各不相同。我国、前苏联、德国等采用恩氏黏度（用 $^{\circ}E$ 表示），美国采用赛氏黏度 SSU，英国采用雷氏黏度 R。

液体的黏度随液体的压力和温度的变化而变化。对液压油液来说，压力增大时，黏度增大。但在一般液压系统使用的压力范围内，增大的数值很小，可以忽略不计。

③ 可压缩性 液体受压力作用而体积缩小的性质称为液体的可压缩性。可压缩性用体积压缩系数 κ 表示，并定义为单位压力变化下的液体体积的相对变化量，即

$$\kappa = -\frac{1}{V_0} \times \frac{\Delta V}{\Delta p} \quad (1-5)$$

式中 Δp ——压力增大量；
 ΔV ——体积减小量；
 V_0 ——液体初态的体积。

由于压力增大时，液体的体积减小，因此上式右端加一负号，以使 κ 成为正值。

体积压缩系数 κ 的单位为 m^2/N 。常用液压油的压缩系数 $\kappa = (5 \sim 7) \times 10^{-10} \text{m}^2/\text{N}$ 。

液体的压缩系数 κ 的倒数称为液体的体积弹性模数，即 $K = 1/\kappa$ 。液压油的体积弹性模数为 $(1.4 \sim 1.9) \times 10^9 \text{N}/\text{m}^2$ 。

④ 其他性质 液压油液还有其他一些性质，如稳定性（热稳定性、氧化稳定性、水解稳定性、剪切稳定性等）、抗泡沫性、抗乳化性、防锈性、润滑性以及相容性（对所接触的金属、密封材料、涂料等不起作用便是相容性好，否则便是不好）等，都对它的选择和使用有重要影响。

(2) 液压油的选用

随着汽车技术的发展，现代汽车上的许多机构，广泛采用了液压传动。如自动变速器、液压制动系统、液压式动力转向系统、液压减振器、自动倾卸机构等均采用液压传动装置。为保证汽车液压系统的正常工作，必须根据各自机构的工作特点选取不同类型的液压油。

① 液力传动油 汽车液力传动油又称自动变速器油（automatic transmission fluid, ATF）。通用型液力传动油呈紫红色，有些呈淡黄色等。它是汽车自动变速器和动力转向系统中的工作介质。它不仅起到传递力的作用，而且还起着对齿轮、轴承等摩擦副的润滑、冷却作用。

国外液力传动油的分类是按照 ASTM（美国材料试验学会）和 API（美国石油学会）的分类方案，将液力传动油分为 PTF-1（power transmission fluid）、PTF-2、PTF-3 三类。

我国目前液力传动油尚无国家标准，现行标准为中国石化总公司的企业标准，该标准将液力传动油分为 6 号液力传动油和 8 号液力传动油两种。8 号液力传动油具有良好的黏温性、抗磨性和较低摩擦系数，其接近于 PTF-1 级油，适用于轿车、轻型卡车的自动变速器。6 号液力传动油比 8 号液力传动油具有更好的抗磨性，但黏温性稍差，它接近于 PTF-2 级油，适用于内燃机车和重型货车的多级变矩器和液力偶合器。

液力传动油的选用必须严格按车辆使用说明书的规定，选用适合品种的液力传动油。若无说明书的车辆，轿车、轻型货车应选用 8 号液力传动油；而重型货车、工程机械的液力传动系统，则可选用 6 号液力传动油。

② 汽车制动液 汽车制动液也称刹车油，它是一种用于汽车液压制动系统或离合器液压操纵机构中传递液压力的工作介质。由于汽车制动系统的可靠性直

接影响到行车安全，因此要求制动液必须安全可靠、质量高、性能好，并且要在各种条件下四季通用。对制动液的性能要求还有：优良的高温抗气阻性；良好的低温流动性和黏温性；与橡胶良好的适应性；对金属的低腐蚀性；良好的化学安定性；抗泡沫性等。

我国按照国家标准 GB 12981—2003《机动车辆制动液》将汽车用制动液分成 HZY3、HZY4、HZY5 三种产品。

汽车用制动液一般根据使用环境条件和车辆速度性能来选用适合的制动液。环境条件主要是指气温、湿度和道路条件等，在湿热条件下，一般应选用 HZY3 或 HZY4 合成制动液。高速车辆或常在市区行驶的车辆，制动液工作温度较高，应使用级别较高的制动液。

③ 其他类型液压油 汽车液压系统使用的液压油如无特殊要求的，可按国家标准规定的润滑剂和有关产品（L 类）中的 H 组（液压系统）分类来选取，汽车液压系统常用的液压油品种主要有：L-HL、L-HM、L-HV 和 L-HR 液压油等。L-HL 是一种精制矿物油，能改善其防锈和抗氧化性的润滑油，常用于低压系统和传动装置中，在 0℃ 以上环境下使用；L-HM 是抗磨型液压油，它适合于低、中、高压系统，适用的环境温度为 -5~60℃；L-HV 是低温抗磨型液压油，适合用于环境温度变化大或工作条件恶劣的低、中、高压液压系统中，如野外作业的工程车辆、军车等；L-HR 也是低温抗磨型液压油，性能与 L-HV 液压油相似，只是在黏温性能方面略有改善。

1.2.3 液压与气压传动和液力技术在汽车上的应用及特点

在汽车上应用液压传动技术，具有一定特点。由于汽车整体结构限制和轻量化化的要求，系统结构紧凑、元件组合性强，有时具有非系统性。与电气结合，能够适宜汽车的运行状况进行控制。如液压式电子控制动力转向系统是在传动液压力转向系统的基础上增设电子控制装置而构成的。该系统能够根据汽车行驶条件的变化，对助力的大小实行控制。使汽车在停车状态时得到足够大的助力，提高转向系统的操纵性。当车速增加时助力逐渐减小，进入高速状态时则无助力，使操纵有一定的“路感”，提高操纵稳定性。另外，液压系统一般工作压力不高，流量不大。

气压传动与液压传动一样，主要用于实现动力远程传递、电气控制信号转换等。由于其工作介质是气体，因此工作安全，系统泄漏时环境污染小。但受气体可压缩性大的影响，系统灵敏性不如液压传动，如液压式汽车制动装置的制动滞后时间是 0.2s，而气压式汽车制动装置的制动滞后时间是 0.5s，同时系统噪声大、自润滑性差。

液力传动主要采用液力变矩器或液力偶合器实现发动机与变速器的离合与变速。液力变矩器具有对外负载的自动适应性，使车辆起步平稳，加速迅速、均

匀，其减振作用降低了传动系的动载和扭振，延长了传动系的使用寿命，提高了乘坐舒适性、行驶安全性、通过性以及车辆的平均速度。

目前，随着我国民用汽车的大量发展和汽车高新技术在中低档车的大量使用，液压、气压和液力传动与控制技术在汽车上的应用将会越来越广泛。其发展趋势如下。

在控制方面：与微电子技术和计算机技术结合，成为控制系统执行单元；向着精密、复杂、耐用、灵敏、高可靠性的方向发展。在传动方面：适合大、中型车传动要求，工作更加可靠，操作更加方便、舒适，且性能稳定，无泄漏。在燃料、润滑油传输方面：向着供给精确、稳定、可靠，无泄漏、无污染的方向发展。在元件加工制造方面：向着精度高、组合（多元件功能）性强、工作灵敏、安全可靠、寿命长的方向发展。

1.3 典型例题解析及疑难解答

【例 1-1】 如图 1-1 所示为液压千斤顶的传动系统图，试说明其工作原理。

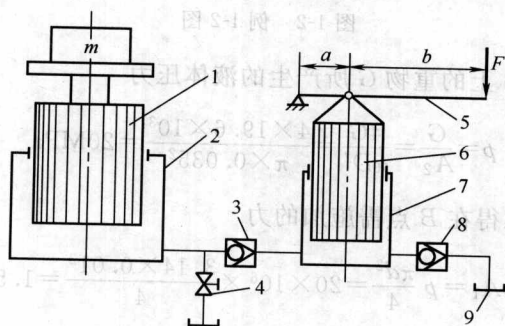


图 1-1 例 1-1 图

1,6—活塞；2,7—液压缸；3,8—单向阀；4—截止阀；5—手柄；9—油箱

解 当抬起手柄 5 时，活塞 6 向上运动，缸 7 容积增大形成真空，单向阀 3 关闭，缸 7 通过单向阀 8 从油箱吸油；当压下手柄 5 时，活塞 6 向下运动，单向阀 8 关闭，缸 7 中的油液通过单向阀 3 进入缸 2，推动活塞 1 向上运动，抬起重物。再抬起手柄 5，缸 7 从油箱吸油；压下手柄 5，油液进入缸 2。这样，油液不断地被吸入缸 7，压入缸 2，就可以把重物抬起到所需的高度。由于单向阀 3 的作用，重物升高后不会落下来，当需要放下重物时，打开截止阀 4，缸 2 中的油液流回油箱，重物就被放下来。重物放下来后，关闭截止阀 4，待下次需要放油时打开。

【例 1-2】 如图 1-2 所示的液压千斤顶，已知活塞 1、2 的直径分别为 $d=10\text{mm}$ ， $D=35\text{mm}$ ，杠杆比 $AB/AC=1/5$ ，作用在活塞 2 上的重物 $G=19.6\text{kN}$ ，

要求重物提升高度 $h=0.2\text{m}$ ，活塞 1 的移动速度 $v_1=0.5\text{m/s}$ 。不计管路的压力损失、活塞与缸体之间的摩擦阻力和泄漏。试求：

- ① 在杠杆作用点 C 需施加的力 F ；
- ② 力 F 需要作用的时间；
- ③ 活塞 2 输出的功率。

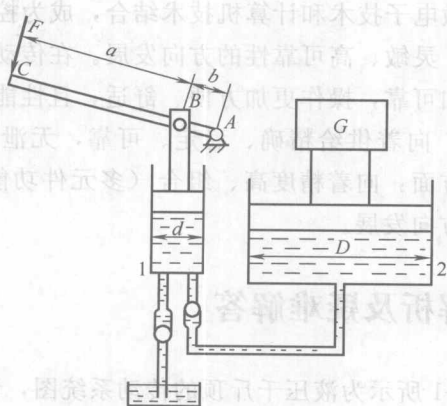


图 1-2 例 1-2 图

解 ① 由活塞 2 上的重物 G 所产生的液体压力

$$p = \frac{G}{A_2} = \frac{4G}{\pi D^2} = \frac{4 \times 19.6 \times 10^3}{\pi \times 0.035^2} = 20\text{MPa}$$

根据帕斯卡原理，求得在 B 点需施加的力

$$F_B = pA_1 = p \frac{\pi d^2}{4} = 20 \times 10^6 \times \frac{3.14 \times 0.01^2}{4} = 1.57\text{kN}$$

由于 $AB/AC=1/5$ ，所以在杠杆 C 点需施加的力

$$F_C = \frac{1}{5} F_B = \frac{1}{5} \times 1570 = 314\text{N}$$

② 根据容积变化相等的原则

$$v_1 \frac{\pi d^2}{4} = v_2 \frac{\pi D^2}{4} = \frac{h}{t} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

求得力 F 需施加的时间

$$t = \frac{hD^2}{v_1 d^2} = \frac{0.2 \times 0.035^2}{0.5 \times 0.01^2} = 4.9\text{s}$$

③ 活塞 2 输出的功率

$$P = v_2 G = \frac{h}{t} G = \frac{0.2}{4.9} \times 19.6 \times 10^3 = 800\text{W}$$

【例 1-3】 何谓液压传动？液压传动的两个特性是什么？

答 液压传动的定义：以液体为介质，依靠流动着液体的压力能来传递动力的传动称为液压传动。

液压传动的两个工作特性是：液压系统的压力（简称系统压力）大小（在有效承压面积一定的前提下）决定于外界负载；执行元件的速度（在有效承压面积一定的前提下）决定于系统的流量。这两个特性有时也简称为：压力决定于负载，速度决定于流量。

【例 1-4】 液压系统由哪几部分组成？各自的作用是什么？

答 ① 动力元件——液压泵。把机械能转换成液体液压能的装置。

② 执行元件——液压缸、液压马达。把液体的液压能转换成机械能的装置。

③ 控制元件——对系统中油液的压力、流量或流动方向进行控制或调节的装置。

④ 辅助元件——除上述三个部分以外的其他装置。

⑤ 工作介质——液压油就是用于液压系统中的工作介质。为保证汽车液压系统正常工作，液压油必须保证其不可压缩性和良好的流动状态。此外，还应具有适宜的黏度和良好的黏温特性、良好的抗磨性、抗乳化性、抗泡沫性、抗氧化性等。

【例 1-5】 简述汽车液压传动的特点？

答 现代汽车的发展向着驾驶方便、运行平稳、乘用舒适、安全可靠、节能环保的方向发展，液压、气压传动和液力技术特点与之相适应，因此，得以越来越多的应用。如电控液力自动变速器、电控悬架装置、电控防抱死制动装置、气压式挂车制动装置、液压或气压式转向助力装置、自动倾卸车举升机构及发动机燃料供给、机械润滑系统等。液压、气压和液力传动由于各自工作特点不同，因此在传动、控制、介质传输等方面应用和特点也各有不同。

【例 1-6】 气压传动系统由哪些部分组成？各起什么作用？

答 ① 气源装置——其主体部分是空气压缩机。它将原动机（如电动机）输出的机械能转变为气体的压力能，为各类气动设备提供动力。

② 执行元件——包括各种气缸和气马达。它的功用是将气体的压力能转变为机械能，供给机械部件。

③ 控制元件——包括各种阀类。如各种压力阀、流量阀、方向阀和逻辑元件等，用以控制压缩空气的压力、流量和流动方向以及执行元件的工作程序，以保证执行元件完成预定的运动规律。

④ 辅助元件——是使压缩空气净化、干燥、润滑、消声以及用于元件间连接所需的装置，以保持气动系统可靠、稳定和持久地工作。如各种过滤器、干燥器、消声器、油雾器及管件等。

⑤ 工作介质——气压传动系统的工作介质即为空气。