

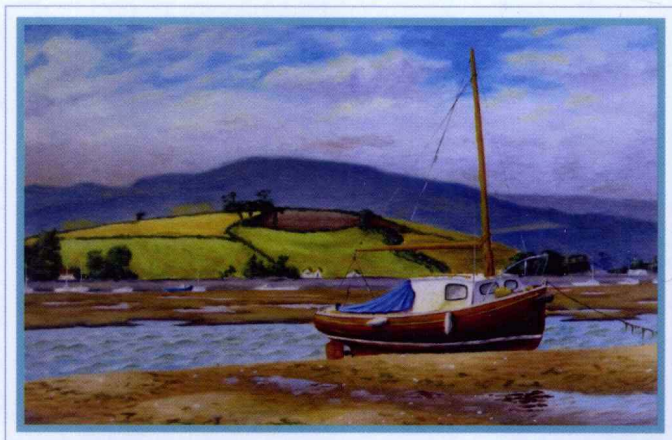
职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

 机电一体化专业系列

液压与气动技术

□ 吴琰琨 主编

- ▶ 根据岗位要求，构建知识体系
- ▶ 理论简明扼要，突出能力培养
- ▶ 体现新知识，新技术



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

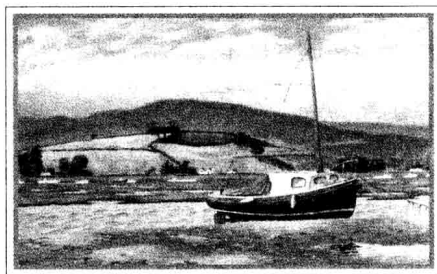

中级

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

● 机电一体化专业系列

液压与气动技术

□ 吴琰琨 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 / 吴琰琨主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.6

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 机电一体化专业系列

ISBN 978-7-115-19671-2

I. 液… II. 吴… III. ①液压传动—职业教育—教材
②气压传动—职业教育—教材 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第021547号

内 容 提 要

本书根据“以就业为导向、以能力为本位”的职业教育指导思想,采用理论与实践有机结合的方式优化学习内容。在讲解液压与气压传动基本知识的基础上,加强对学生相关技能的培养。本书分气压传动和液压传动两部分,第一部分液压传动部分共7章,其主要内容包括,液压传动基础知识、液压动力元件、液压执行元件、液压控制阀、液压辅助装置、液压基本回路、典型液压系统。第二部分气压传动部分共6章,其主要内容包括,气压传动基础知识、气源装置及气动辅助装置、气动执行元件、气动控制元件、气动基本回路及典型气动系统等。

本书可作为技工学校、职业院校机电类专业教材,也可供相关从业人员学习参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

机电一体化专业系列

液压与气动技术

-
- ◆ 主 编 吴琰琨
责任编辑 张孟玮
执行编辑 曾 斌
 - ◆ 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>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12
字数: 298千字
印数: 1—3000册
- 2009年6月第1版
2009年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19671-2/TN

定价: 20.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 菘	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 骛	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
					仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周凤顺	周青山	邹 江		

本书编委

吴琰琨 王军强 余花琴 杨丽红 王长红

序



随着我国制造业的快速发展，高素质技术工人的数量与层次结构远远不能满足劳动力市场的需求，技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步加强高技能人才工作的意见》（中办发〔2006〕15号）的通知。目前，各类职业院校主动适应经济社会发展要求，主动开展教学研讨，探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式，对中高级技能人才的培养和培训工作起到了积极推动的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求，来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高，而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现就业。但是，加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习；只有扎实地掌握相关理论基础知识，才能自如地运用各种技能，甚至进行技术创新。所以，如何解决理论与实践相结合的问题，走出一条理实一体化的教学新路，是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的，依据职业教育专家的研究成果，依靠技工学校教师和企业一线工作人员，共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电类专业教学进行规划的基础上，我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心，根据理论知识够用、强化技能训练的原则，将理论和实践有机结合，开发出机电类技能人才培养专业教学方案，并制定出每门课程的教学大纲，然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容，首批55本教材涵盖2个层次（中级工、高级工），3个专业（数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化）。教材内容统筹规划，合理安排知识点与技能训练点，教学内涵生动活泼，尽可能使教材体系和编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学要求。

我们衷心希望本套教材的出版能够对目前职业院校的教学工作有所帮助，并希望得到职业教育专家和广大师生的批评与指正，以期通过逐步调整、完善和补充，使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题专家指导委员会

2009年2月



前言

PREFACE

液压与气压传动技术是机械传动技术的重要形式,同时也是电子技术、计算机技术、控制技术与机械技术之间重要的结合点。在机电一体化技术研究与应用过程中,液压与气压传动系统是一种重要的传动系统,也是一种典型的控制系统。严格地讲,本课程属专业基础课,适用于泛机械类各专业。但由于本课程涉及的知识面比较独立,实际上覆盖了专业基础理论、元器件及系统分析与设计等较多的教学环节,很多学校都将本课程作为专业课进行讲授,并开设课程设计、毕业设计等实践性教学环节。通过本课程的学习,学生应能较全面地掌握液压传动与气压传动系统的基础知识与专业技能。

本书重点讲授液压与气压传动技术基础知识,这些知识适用于大多数一般工程应用领域。由于教学课时的限制,本书对液压与气压传动技术的较深内容,包括伺服传动技术、比例传动技术等未进行更为深入的介绍,而是自始至终贯彻实用性原则,努力减少对理论知识与计算公式的推导与演算,通过较浅显的工程语言进行阐述,达到帮助读者理解与学习的目的。

本书各章节建议学时安排如下。

序号	课程内容	学时数			
		合计	讲授	实践	复习与评价
1	绪论	1	1		
2	第1章 液压传动基础知识	4	4		
3	第2章 液动力元件	8	6	2	
4	第3章 液压执行元件	4	2	2	
5	第4章 液压控制阀	10	6	2	2
6	第5章 液压辅助装置	2	2		
7	第6章 液压基本回路	8	4	2	2
8	第7章 典型液压系统	4	4		
9	第8章 气压传动基础知识	2	2		
10	第9章 气源装置及气动辅助装置	2	2		
11	第10章 气动执行元件	2	2		
12	第11章 气动控制元件	5	4	1	
13	第12章 气动基本回路	6	4	2	
14	第13章 典型气动系统	2	2		
15	机动	4			
总计		64	45	11	4

本书由吴琰琨担任主编。具体编写分工如下，王军强编写第9、10、11、12、13章，余花琴编写第3、4章，杨丽红编写第1、6章，王长红编写第8章，其余章节由吴琰琨编写。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年1月



目录

CONTENTS

绪论	1	2.4.1 斜盘式轴向柱塞泵	33
第 1 章 液压传动基础知识	5	2.4.2 斜盘式轴向柱塞泵的结构特点	33
1.1 液压油	6	2.5 技能训练 齿轮泵的拆装	36
1.2 流体力学基础	10	本章小结	37
1.2.1 静压力基本方程	10	思考和练习	38
1.2.2 压力的表示方法及单位	11	第 3 章 液压执行元件	39
1.2.3 帕斯卡原理	12	3.1 液压缸	40
1.2.4 伯努利方程	12	3.1.1 活塞式液压缸	40
1.3 压力损失计算	14	3.1.2 柱塞式液压缸	42
1.3.1 液体流态和雷诺数	14	3.1.3 液压缸的结构和组件	42
1.3.2 压力损失	15	3.2 液压马达	46
1.3.3 液压冲击和空穴现象	15	3.3 技能训练 液压缸拆装	50
本章小结	16	本章小结	50
思考和练习	17	思考和练习	52
第 2 章 液压动力元件	19	第 4 章 液压控制阀	53
2.1 液压泵概述	20	4.1 方向控制阀	54
2.1.1 液压泵的工作原理	20	4.1.1 单向阀	54
2.1.2 液压泵的类型及图形符号	20	4.1.2 换向阀	55
2.1.3 液压泵的主要性能参数	21	4.2 压力控制阀	60
2.2 齿轮泵	23	4.2.1 溢流阀	61
2.2.1 外啮合齿轮泵的工作原理	23	4.2.2 减压阀	63
2.2.2 外啮合齿轮泵的排量和流量计算	24	4.2.3 顺序阀	64
2.2.3 外啮合齿轮泵的结构	25	4.2.4 压力继电器	66
2.3 叶片泵	27	4.3 流量控制阀	67
2.3.1 双作用式叶片泵	28	4.3.1 流量控制原理	67
2.3.2 单作用式叶片泵	30	4.3.2 节流阀	69
2.3.3 限压式变量叶片泵	31	4.3.3 调速阀	71
2.4 柱塞泵	32	4.4 技能训练 液压阀的拆装	72
		本章小结	73

思考和练习	74	第 8 章 气压传动基础知识	114
第 5 章 液压辅助装置	75	8.1 空气的物理性质	115
5.1 蓄能器	76	8.2 气体状态方程	117
5.2 滤油器	78	本章小结	119
5.3 油箱	81	思考和练习	119
5.4 其他辅助元件	82	第 9 章 气源装置及气动辅助装置	121
5.4.1 油管	82	9.1 气动系统概述	122
5.4.2 管接头	83	9.2 气源装置及气动辅件	122
本章小结	85	9.2.1 压缩空气站	123
思考和练习	85	9.2.2 气动辅件	127
第 6 章 液压基本回路	86	本章小结	130
6.1 方向控制回路	87	思考和练习	130
6.1.1 换向回路	87	第 10 章 气动执行元件	131
6.1.2 锁紧回路	87	10.1 气缸	132
6.2 压力控制回路	89	10.2 气动马达	135
6.2.1 调压回路	89	10.3 技能训练	136
6.2.2 减压回路	90	本章小结	137
6.2.3 增压回路	91	思考和练习	137
6.2.4 卸荷回路	92	第 11 章 气动控制元件	139
6.2.5 平衡回路	93	11.1 方向控制阀	140
6.3 速度控制回路	95	11.2 压力控制阀	146
6.3.1 调速回路	96	11.2.1 溢流阀(安全阀)	146
6.3.2 快速运动回路	97	11.2.2 顺序阀	147
6.3.3 速度换接回路	98	11.2.3 减压阀(调压阀)	149
6.4 多缸工作控制回路	99	11.3 流量控制阀	150
6.4.1 多缸顺序动作回路	99	本章小结	151
6.4.2 同步回路	100	思考和练习	152
本章小结	102	第 12 章 气动基本回路	153
思考和练习	102	12.1 基本回路	154
第 7 章 典型液压系统	104	12.2 功能回路	157
7.1 动力滑台液压系统	105	12.2.1 速度控制回路	157
7.2 汽车起重机液压系统	108	12.2.2 压力控制回路	159
7.3 MJ-50 型数控车床液压系统	111	12.2.3 位置控制回路	159
本章小结	113	12.3 应用回路	161
思考和练习	113		

12.3.1 增压回路.....	161	思考和练习.....	171
12.3.2 冲压回路.....	162	第 13 章 典型气动系统	172
12.3.3 同步控制回路.....	162	13.1 八轴仿形铣加工机床气动	
12.3.4 张力控制回路.....	163	系统.....	173
12.3.5 平衡回路.....	164	13.2 气动应用实例.....	175
12.3.6 缓冲回路.....	165	本章小结.....	177
12.3.7 安全回路.....	166	思考和练习.....	178
12.4 技能训练 双作用气缸的速度		参考文献	179
控制回路实验.....	170		
本章小结.....	171		



绪 论

液压与气压传动是机械设备中被广泛采用的传动方式。近年来，随着机电一体化技术的快速发展，液压与气压传动的应用也进入了崭新的阶段。这里以工程中常用的液压千斤顶为例说明液气压传动的基本原理与组成。

知识目标

- ◎ 理解液气压传动的工作原理
- ◎ 了解液气压系统的组成
- ◎ 了解液气压传动的优缺点
- ◎ 了解液气压传动的应用及发展

一、液压传动和气压传动的工作原理

液压与气压传动是以流体（液压油或压缩空气）为工作介质进行能量转换、传递和控制的一种传动形式。这里用液压千斤顶来说明液压传动和气压传动的工作原理。

1. 液压千斤顶

液压千斤顶是在工程中常用的一种小型、便捷的起重装置。图 0.1 所示为一种液压千斤顶的外形，利用它使出一个孩子的力气就能将一辆汽车抬起来。其起重量范围可达 2~100t。为什么它具有如此大的本领？

液压千斤顶原理图如图 0.2 所示。液压千斤顶由杠杆 1、小液压缸 2、小活塞 3 等组成的手动液压泵和由大活塞 7、大液压缸 8 等组成的液压缸构成。提起杠杆 1，小活塞 3 上升，其下腔的容积增大，形成局部真空，这时单向阀 4 打开，通过吸油管路从油箱 11 中吸油；当压下杠杆 1 时小活塞下移，其下腔的压力升高，并顶开单向阀 6，油液进入大液压缸 8 的下腔，推动大活塞 7 并将重物 W 举起。反复提压杠杆 1，就可使重物不断上升，达到起重的目的。压下杠杆时，油液之所以并没有倒流回油箱，是因为单向阀 4 关闭；而在提起杠杆时，单向阀 6 是关闭的，这样就保证了在小液压缸 2 吸油时重物不会自行下落。当打开截止阀 10，大液压缸 8 下腔的油液通过管道 9 排回油箱 11。显然，液压千斤顶利用油液作为工作介质实现了能量的传递。



图 0.1 液压千斤顶外形图

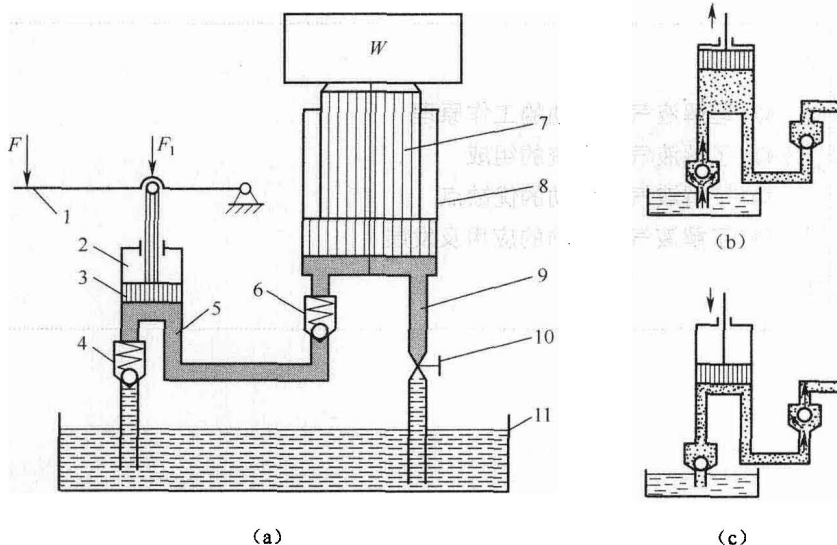


图 0.2 液压千斤顶原理图

1—杠杆 2—小液压缸 3—小活塞 4、6—单向阀 5、9—管道 7—大活塞 8—大液压缸 10—截止阀 11—油箱

通过以上分析，液气压传动的工作原理可概述为如下几个方面。

- (1) 以气、液体作为传动介质，在传动过程中，经过两次能量转换。
- (2) 液压传动必须在密闭容积内进行，容积必须周期性变化，通过油液内部压力来传递动力。

2. 液压与气压系统的组成

一个完整的液气压系统除传动介质外，一般由下列 4 个部分组成。

(1) 动力元件。

动力元件是将原动机（电动机或内燃机）供给的机械能转变为流体的压力能的转换装置。其通常是指液压泵（空气压缩机）。

(2) 执行元件。

执行元件是将工作介质（液体或气体）的压力能转变为机械能，用以驱动工作机构的负载做功，实现往复直线运动、连续回转运动的装置。其通常是指液（气）压缸和液（气）压马达。

(3) 控制元件。

控制元件是对液（气）压系统中流体压力、流量和流动方向进行控制或调解的装置，以及进行信号转换、逻辑运算和放大等功能的信号控制元件。

(4) 辅助元件。

辅助元件是用来存放、提供和回收液（气）体，滤除杂质，保证系统正常工作的的必不可少的元件。包括油箱、滤油器、蓄能器、管接头等。

二、液气压传动的优缺点

1. 优点

液气压传动与机械传动、电气传动相比，具有以下优点。

(1) 液压与气压传动组成的控制系统，操作方便，省力，系统结构空间自由度大，易于实现自动化和远程控制。

(2) 可以在运行过程中实现大范围的无级变速，且调速性能好。调速范围可达 $100:1 \sim 2000:1$ 。

(3) 液压与气压传动传递运动均匀、平稳，反应速度快，冲击小，能实现高速气动、制动和换向。

(4) 流体控制元件标准化、系列化和通用化程度高，便于设计、制造和使用。

2. 缺点

(1) 液压与气压传动，由于其传动介质易泄漏和具有可压缩性，不能保证严格的传动比。

(2) 由于能量传递过程中压力损失和泄漏的存在，造成传动效率低。

(3) 流体传动装置对温度变化敏感，不宜在很高或很低温度条件下工作。

(4) 流体控制元件制造精度高，系统工作过程中发生故障时不易诊断和排除。

三、液压与气压传动技术的应用与发展

自 18 世纪末英国制造出世界上第一台水压机算起，液压技术已有 300 多年历史，但液压与气压传动相对于机械传动来说，却是一门新兴技术。液压传动在工业上被广泛应用和发展是在第二次世界大战后 50 余年的时间。第二次世界大战期间，军事工业的需要促使液压技术得到迅速发展，相继在军舰、飞机上推广应用。战后，液压技术很快在机床、工程机械、冶金机械、塑料机械、汽车、船舶等行业得到大幅度应用和发展。随着原子能、空间技术、电子技术和计算机技术的发展，液压技术成为包括传动、控制和检验在内的一门完整的自动化技术。当前，液压技术正向高压、高速、大功率、高效、高度集成化的方向发展。

气压传动是以压缩空气为工作介质来传递动力和控制信号，控制和驱动各种机械和设备，以

实现生产过程机械化、自动化的一门技术。随着工业的发展，气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发展到了化工、军事工业等各行各业。空气作为工作介质具有防火、防爆、防电磁干扰、抗震、耐冲击等优点，在自动生产线、机器人、加工中心和自动监测等方面越来越显示出其优越性。

近 10 多年来，液压技术在高压、高速、大功率、低噪声、节能、高效和使用寿命长等方面取得进展；气动技术在向高质量、高精度、高速度、复合集成化发展。



液压传动基础知识

液压传动中的能量转换是以液体作为工作介质，通过固体和液体的相互作用完成的。该过程和液体的许多性质有关。流体力学是研究液体平衡与运动规律的一门科学。本章只介绍与液压传动相关的流体力学基本内容，为以后分析、使用以及设计液压传动系统打下必要的理论基础。

知识目标

- ◎ 掌握液压油的物理性质，掌握液压油的分类及选用办法
- ◎ 掌握静压力基本方程，掌握压力的表示方法及单位
- ◎ 了解伯努利方程，了解液体流态和雷诺数，了解液压冲击和空穴现象
- ◎ 认识气动系统

技能目标

- ◎ 掌握液压油的基本物理性质和质量指标，能合理选择液压油
- ◎ 掌握液体的基本特性，掌握静压力的概念和计算方法，压力的单位与换算

1.1

液压油

液压油是液压传动系统中的传动介质,而且还对液压装置的机构、零件起着润滑、冷却和防锈的作用。液压传动系统的压力、温度和流速在很大的范围内变化,因此液压油的质量优劣直接影响液压系统的工作性能。因此,合理地选用液压油也是很重要的。

基础知识

一、液压油的物理性质

液压油的物理性质主要指液压油的密度、液压油的可压缩性、液压油的黏性等指标。

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,即

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

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, kg/m^3 。

一般矿物油的密度为 $850 \sim 950 \text{kg/m}^3$ 。

密度是液体的一个重要参数。随着温度或压力的变化,液体密度也会发生变化,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。体积为 V 的液体,当压力增大 Δp 时,体积减少 ΔV ,则液体在单位压力变化下的体积相对变化量为

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

式中, k 称为液体的压缩系数。由于压力增大时液体的体积减小,因此上式的右边还须加上一负号,以使 k 为正值。

k 的倒数称为液体的体积弹性模量,以 K 表示,即

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

实际应用中, K 值说明液体抵抗压缩的能力。

液压油的弹性模量一般为 $K=(1.2 \sim 2) \times 10^3 \text{MPa}$ 。因该数值很大,所以对于一般液压系统,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。

2. 液体的黏度

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。

(1) 动力黏度 μ 是表征液体黏度的内摩擦系数

$$\mu = \tau \left/ \left(\frac{du}{dy} \right) \right. \quad (1-4)$$

动力黏度表示当速度梯度等于 1 时, 接触液体液层间单位面积上的内摩擦力 τ , 即为动力黏度, 又称绝对黏度。

我国的法定计量单位中, 动力黏度 μ 的单位是 $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (帕·秒) 或用 $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ (牛·秒/平方米) 表示。工程上用的单位是 P (泊) 或 cP (厘泊)。 $1\text{Pa} \cdot \text{s} = 10\text{P} = 10^3\text{cP}$ 。

(2) 运动黏度 ν 。动力黏度 μ 和该液体密度 ρ 的比值 ν 称为运动黏度, 即

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (1-5)$$

运动黏度的法定计量单位 ν 的单位是 m^2/s (米²/秒)。

在厘米克秒制中, ν 的单位是 cm^2/s (厘米²/秒), 通常称为 St (斯)。

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

就物理意义而言, ν 不是一个黏度的量, 但习惯上常用它来标志液体黏度。液压油液的黏度等级是以 40℃ 时运动黏度 (以 mm^2/s 计) 的平均值来划分的。

(3) 相对黏度。相对黏度又称条件黏度, 它是按一定的测量条件制定的。根据测量的方法不同, 可分为恩氏黏度 °E、赛氏黏度 SSU、雷氏黏度 Re 等。我国和德国等国家采用恩氏黏度。

黏度的影响因素如下。

液体的黏度随液体的压力和温度变化而变化。

对液压油来说, 压力增大时, 黏度增大, 但影响很小, 通常忽略不计。

液压油的黏度对温度变化十分敏感。温度升高时, 黏度下降。在液压技术中, 希望工作液体的黏度随温度变化越小越好。



动力黏度、运动黏度、相对黏度各用在何种场合?

在一般情况下, 动力黏度用做黏度的定义, 运动黏度用做油品的标号, 相对黏度用做黏度的测量。三者的换算关系可以用教材中所提供的公式计算, 也可通过有关手册所提供的线图查取。



液压油可以做摩托车润滑油吗?

液压油和车用油设计用途不同, 有些性能是完全相反的, 比如车用润滑油要加清静剂和分散剂 (起到类似清洁灵的效果), 以便清洁气缸和活塞, 而液压油因为抗泡和空气释放指标的要求而决不能含有此类物质。可以想象一下, 如果有气泡在液压系统里是多么可怕的一件事。它会导致液压系统反应慢, 动作滞后……

同时液压油黏度是 40℃ 运动黏度, 车用油则是 100℃ 运动黏度, 而多级车用油还要更高的黏度指数, 有些发动机油还需要一定碱值以中和燃油中的硫燃烧所生成的二氧化硫。

总之, 液压油和车用油相差很多, 如果把液压油用做摩托车润滑油一定会有不良后果。

案例 1.1 液体压缩系数的计算

在圆柱形容器中某可压缩流体, 当压力为 $26 \times 10^6 \text{N}/\text{m}^2$ 时, 体积为 995m^3 , 当压力为 $16 \times 10^6 \text{N}/\text{m}^2$