

YEYAF
YUANLI
SHIYONG
YU WEIHU

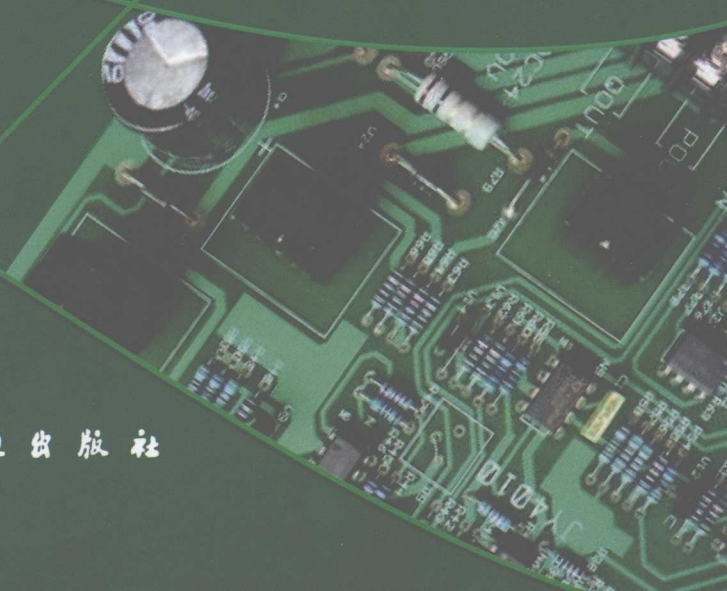
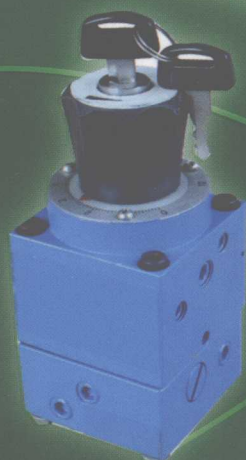
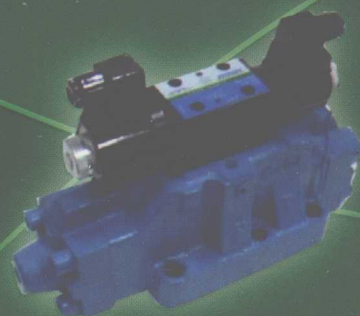
张利平 编著

液压阀

原理、使用与维护



第二版

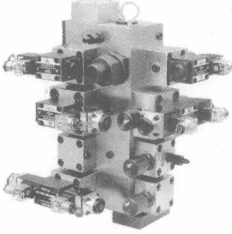


化学工业出版社

YEYAFAYUANLI
SHIYONGYU WEIHU

张利平 编著

液压阀



原理、使用与维护

第二版

责任编辑：王峰宇

责任校对：王峰宇
责任印制：周国良 张兴敏 黄 岩

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区黄中大街13号 邮政编码100011）

印 制：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市三鑫印刷有限公司

787mm×1095mm 1/16 印张38 字数992千字 2008年1月北京第1版第1次印刷

定价：68.00元（含增值税） 邮费：0.10元（含增值税） 电话：010-64218888（发行） 010-64218889（编辑） 010-64218890（校对） 010-64218891（印刷） 010-64218892（装订） 010-64218893（储运） 010-64218894（销售） 010-64218895（广告） 010-64218896（发行） 010-64218897（编辑） 010-64218898（校对） 010-64218899（印刷） 010-64218900（装订） 010-64218901（储运） 010-64218902（销售） 010-64218903（广告） 010-64218904（发行） 010-64218905（编辑） 010-64218906（校对） 010-64218907（印刷） 010-64218908（装订） 010-64218909（储运） 010-64218910（销售） 010-64218911（广告） 010-64218912（发行） 010-64218913（编辑） 010-64218914（校对） 010-64218915（印刷） 010-64218916（装订） 010-64218917（储运） 010-64218918（销售） 010-64218919（广告） 010-64218920（发行） 010-64218921（编辑） 010-64218922（校对） 010-64218923（印刷） 010-64218924（装订） 010-64218925（储运） 010-64218926（销售） 010-64218927（广告） 010-64218928（发行） 010-64218929（编辑） 010-64218930（校对） 010-64218931（印刷） 010-64218932（装订） 010-64218933（储运） 010-64218934（销售） 010-64218935（广告） 010-64218936（发行） 010-64218937（编辑） 010-64218938（校对） 010-64218939（印刷） 010-64218940（装订） 010-64218941（储运） 010-64218942（销售） 010-64218943（广告） 010-64218944（发行） 010-64218945（编辑） 010-64218946（校对） 010-64218947（印刷） 010-64218948（装订） 010-64218949（储运） 010-64218950（销售） 010-64218951（广告） 010-64218952（发行） 010-64218953（编辑） 010-64218954（校对） 010-64218955（印刷） 010-64218956（装订） 010-64218957（储运） 010-64218958（销售） 010-64218959（广告） 010-64218960（发行） 010-64218961（编辑） 010-64218962（校对） 010-64218963（印刷） 010-64218964（装订） 010-64218965（储运） 010-64218966（销售） 010-64218967（广告） 010-64218968（发行） 010-64218969（编辑） 010-64218970（校对） 010-64218971（印刷） 010-64218972（装订） 010-64218973（储运） 010-64218974（销售） 010-64218975（广告） 010-64218976（发行） 010-64218977（编辑） 010-64218978（校对） 010-64218979（印刷） 010-64218980（装订） 010-64218981（储运） 010-64218982（销售） 010-64218983（广告） 010-64218984（发行） 010-64218985（编辑） 010-64218986（校对） 010-64218987（印刷） 010-64218988（装订） 010-64218989（储运） 010-64218990（销售） 010-64218991（广告） 010-64218992（发行） 010-64218993（编辑） 010-64218994（校对） 010-64218995（印刷） 010-64218996（装订） 010-64218997（储运） 010-64218998（销售） 010-64218999（广告） 010-64219000（发行）



化学工业出版社

· 北京 ·

元 00.68 定 印

图书在版编目 (CIP) 数据

液压阀原理、使用与维护/张利平编著. —2 版. —北京: 化学工业出版社, 2008. 6
ISBN 978-7-122-02947-8

I. 液… II. 张… III. ①液压控制阀-理论②液压控制阀-使用③液压控制阀-维修 IV. TH137.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 074981 号

责任编辑: 周国庆 张兴辉 黄 滢
责任校对: 王素芹

装帧设计: 王晓宇

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 38 字数 995 千字 2009 年 1 月北京第 2 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: 88.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

液压技术是以有压液体作为工作介质,通过泵、马达(缸)、阀、管路等液压元件实现动力的传递、转换与控制的技术,由于其独特的技术优势,已经成为现代传动与控制的重要技术手段和不可替代的基础技术之一,其应用遍及国民经济各领域。

液压控制阀是任何一台液压设备或装置中必不可少的控制元件。因为液体的控制和调节是通过阀来完成的,所以液压控制阀应用的品种和数量均占有相当大的比重,并对主机工作品质和可靠性有着极大的影响。为了适应我国新时期现代化建设事业的发展,满足液压技术各类读者特别是广大液压阀用户的需要,提高液压阀的使用维护水平,促进液压技术的普及与提高,化学工业出版社组织编写了《液压阀原理、使用与维护》一书。本书出版以来,深受读者欢迎,先后多次重印,在液压技术普及、设计及应用实践中发挥了良好的基础性作用,广大读者及业内人士给予了关注、支持和好评,并提出了许多建设性意见。本书第一版于2007年获第九届中国石油和化学工业优秀科技图书一等奖。

为了适时反映液压技术在电液控制、微型液压、纯水液压等方面的新进展,促进液压技术的发展与应用,编著者在认真总结和分析第一版使用过程中存在问题的基础上,通过调查研究,对其进行了修订。第二版修订旨在保留第一版风格的基础上,通过调整结构、更新内容及标准、完善不足,以进一步突出体现其系统、先进、全面和实用的特色。围绕这一目标,对全书进行了较大程度修改与更新,具体体现在以下几个方面。

(1) 增设了“篇”层次结构,全书分为液压控制阀概论、普通液压控制阀、特殊液压控制阀、液压控制阀组的集成与液压阀常用标准资料四篇共15章。第一篇概要论述了液压阀基础知识、共性问题、主流产品;第二篇和第三篇分别详细介绍了三大类普通液压阀(方向阀、压力阀和流量阀)和特殊液压阀(多路阀、叠加阀、插装阀、电液伺服阀、电液比例阀、电液数字阀、微型液压阀与水压控制阀)的类型、特点、工作原理、典型结构、技术性能、使用维护要点、常见故障及其诊断排除方法、典型产品等内容;第四篇介绍了液压控制阀组的集成方法和液压阀制造、试验、使用中常用的国家标准和行业标准。可使读者根据不同需要方便地阅读与查找相关内容。

(2) 删减了一些使用频度较低、读者面较窄或者读者较为熟悉的内容,如液压控制装置的链式集成、常用计量单位换算、流体传动系统和元件名词术语、管接头与连接法兰标准目录等。

(3) 对一些占用篇幅过大的内容适当进行压缩、提炼,如液压气动图形符号、液压阀的技术发展、液压控制装置的集成化等,以便增写新的内容。

(4) 在以结构原理图介绍各类液压阀的组成和工作原理的同时,将尽可能辅以实物外形图片,以便于初学者或对液压阀不甚熟悉的人员形象快速地了解 and 认识各种液压阀以及新产品开发中的造型设计。

(5) 为使本书融先进性、实用性、知识性、资料性、指导性于一体,充实和更新了液压阀新品种、新技术、新方法等实用性内容。例如单独设立了液压阀中的共性问题,液压阀主流产品系列概览,多路阀,微型液压阀与水压控制阀四章内容;增写了液压阀的安装连接方式、液压阀的噪声及液压阀的制造工艺、充液阀、螺纹式插装阀产品、电液伺服阀和比例阀国外产

品、微型液压阀与水压控制阀产品、用 CAXA 实体设计软件对油路块进行计算机辅助设计 (CAD) 等内容。

(6) 根据到 2007 年 8 月为止已经实施的相关国家标准和行业标准, 更新书中所涉及的阀的安装面和安装孔等各种标准, 以体现技术内容与数据的可靠性。

(7) 对国内主要液压阀厂商及其产品信息进行了更新, 以便读者和液压阀用户快速、准确地与相关厂商进行业务联系。

本书读者对象为各行业液压技术的科研设计、制造调试和使用维护部门的工程技术人员、技术工人、现场工作人员、管理与营销人员, 同时可作为本科高校及高职、高专院校机械设计制造及其自动化、流体传控、自动控制、金属材料工程、材料成型及控制工程、过程装备与控制工程(化工机械)、机车车辆、工程机械、建筑机械、冶金机械、农林机械、轻纺机械、航空航天工程、船舶及轮机等专业液压传动课程的课堂教学、课程设计和毕业设计等实践教学环节的参考书。

本书由张利平编著。香港科技大学在读博士张津参与了本书的策划、提供了宝贵信息并提出许多建设性意见, 张秀敏协助作者进行了资料搜集整理、文稿录入、校对及插图描绘等大量工作, 参与本书相关工作的人员还有李丽琳、黄涛、刘文学、牛振英、吴宗哲、张书任、高志强、张保令等。

本书编著出版过程中, 得到了许多厂家(公司)人员的热心支持, 提供了最新的技术成果与资料, 其中有: 中国船舶重工集团 704 研究所李博先生, 四川长江液压件有限责任公司北京办事处李陶先生、四平兴中液压有限公司谢元海工程师, 乐世门机电(深圳)有限公司北京办事处张曼兴工程师, 宁波海宏液压有限公司董杰先生及赵亚娣女士, 上海强田流体技术有限公司田云涛总经理、李丹杨女士, 瑞士万福乐(上海)液压系统有限公司陈坚工程师, 德国豪辛科机械制造有限公司北京代表处张少飞先生等; 本书还得到了军械工程学院博士生导师郑海起教授、河北科技大学机械电子工程学院院长刘恩福教授及周湛学老师等的大力支持, 笔者在此一并表示诚挚谢意。

本书的编著是在收集了大量资料并结合笔者在教学、科研和为生产服务中的心得体会基础上完成的, 尽管笔者投入了极大热情和大量精力, 但仍难免会有不妥之处, 真诚地欢迎广大读者和同行专家提出宝贵意见, 笔者将不胜感激。

编著者

目录

第一篇 液压控制阀概论

第1章 液压阀基础知识	1
1.1 液压技术的原理与液压系统的组成	1
1.2 液压阀的功用及重要性	1
1.3 液压阀的基本结构原理	1
1.4 液压阀的分类	2
1.5 液压阀的技术进程与方向	6
1.6 液压阀图形符号及使用	7
1.6.1 控制机构和常用控制阀图形符号	7
1.6.2 使用注意事项	10
1.7 液压阀的基本性能参数	10
1.7.1 公称压力	10
1.7.2 公称流量与公称通径	11
1.8 液压阀的安装面和插装阀阀孔规格代号	13
1.9 对液压阀的基本要求	13
1.10 常用液压阀产品的性能比较	13
1.11 常用液压阀的选型要点	15
1.11.1 选型的一般原则	15
1.11.2 液压阀的类型选择	15
1.11.3 公称压力与额定流量的选择	15
1.11.4 安装连接方式的选择	16
1.11.5 操纵方式的选择	16
1.11.6 液压工作介质的选择	17
1.11.7 经济性及其他因素的选择	18
1.11.8 方向控制阀、流量控制阀与压力控制阀的选型一览表	19
第2章 液压阀中的共性问题	20
2.1 液压阀常用阀口的压力流量特性	20
2.1.1 压力流量特性通用公式	20
2.1.2 圆柱滑阀的压力流量特性	20
2.1.3 锥阀的压力流量特性	21
2.1.4 节流阻尼孔的压力流量特性	21
2.2 液压阀上的作用力	21
2.2.1 液压作用力	22
2.2.2 液动力	22
2.2.3 液压侧向力与摩擦力	24
2.2.4 弹簧力、重力与惯性力	25

2.2.5 液压阀上总作用力的计算	26
2.3 液压阀的阻力控制原理	26
2.3.1 液阻及其特性	26
2.3.2 液桥及其特性	27
2.3.3 动态液压阻尼	30
2.4 液压阀的级间耦合	31
2.5 液压阀的控制输入装置	31
2.5.1 概述	31
2.5.2 控制放大器	32
2.5.3 电气-机械转换器	36
2.6 液压阀的噪声及其控制	43
2.6.1 液压控制阀的噪声及测量	43
2.6.2 液压控制阀噪声的诱因及其对策	45
2.7 液压阀的制造工艺简介	46
2.7.1 液压阀主要构件的材料	47
2.7.2 液压阀主要构件的加工工艺	47
2.7.3 液压阀的装配工艺	51
第3章 液压阀主流产品系列概览	53
3.1 普通液压阀	53
3.2 特殊液压阀	54
3.2.1 多路阀	54
3.2.2 叠加阀	59
3.2.3 插装阀	59
3.2.4 电液伺服阀	62
3.2.5 电液比例阀	62
3.2.6 电液数字阀	62
3.2.7 微型液压阀	63
3.2.8 水压控制阀	64

第二篇 普通液压控制阀

第4章 方向控制阀	65
4.1 功用及分类	65
4.2 普通单向阀	65
4.2.1 作用	65
4.2.2 工作原理	65
4.2.3 典型结构	66
4.2.4 主要性能	66
4.2.5 使用要点	67
4.2.6 常见故障及诊断排除	68
4.3 液控单向阀	68
4.3.1 作用	68
4.3.2 工作原理	68

4.3.3	典型结构	69
4.3.4	主要性能	71
4.3.5	使用要点	71
4.3.6	常见故障及诊断排除	73
4.4	充液阀	74
4.4.1	作用	74
4.4.2	工作原理	74
4.4.3	典型结构	74
4.4.4	主要性能	75
4.4.5	使用要点	75
4.4.6	常见故障及诊断排除	76
4.5	滑阀式换向阀	77
4.5.1	作用	77
4.5.2	工作原理	77
4.5.3	操纵控制方式及工作位置的判定	79
4.5.4	换向阀的机能	79
4.5.5	典型结构	82
4.5.6	换向阀阀芯的作用力	90
4.5.7	主要性能	91
4.5.8	使用要点	94
4.5.9	常见故障及诊断排除	98
4.6	转阀式换向阀	99
4.6.1	作用	99
4.6.2	工作原理	99
4.6.3	典型结构	99
4.6.4	使用要点	100
4.6.5	主要性能与故障诊断排除	102
4.7	球阀式换向阀(电磁球阀)	102
4.7.1	作用、特点与类型	102
4.7.2	工作原理及典型结构	102
4.7.3	使用要点	104
4.7.4	其他	106
4.8	截止阀	106
4.9	压力表开关	107
4.9.1	作用与分类	107
4.9.2	典型结构及工作原理	107
4.9.3	主要性能	109
4.9.4	使用要点	110
4.9.5	常见故障及诊断排除	112
4.10	典型产品	112
4.10.1	广研所中低压系列方向阀	112
4.10.2	广研所 GE 系列中高压方向阀	113

4.10.3	榆次液压件厂中高压系列方向阀	116
4.10.4	联合设计系列方向阀	116
4.10.5	大连组合所 D 系列方向阀	119
4.10.6	榆次油研 (YUKEN) 系列液压阀	120
4.10.7	引进威格士 (VICKERS) 技术系列方向阀	129
4.10.8	引进力士乐 (REXROTH) 技术系列方向阀	136
4.10.9	北部精机系列方向阀	148
4.10.10	气控换向阀与电磁球阀	150
第 5 章	压力控制阀	152
5.1	功用及分类	152
5.2	溢流阀	152
5.2.1	作用	152
5.2.2	工作原理	152
5.2.3	典型结构	155
5.2.4	主要性能	164
5.2.5	使用要点	167
5.2.6	常见故障及诊断排除	171
5.3	减压阀	171
5.3.1	作用	171
5.3.2	工作原理	172
5.3.3	典型结构	175
5.3.4	主要性能	177
5.3.5	使用要点	178
5.3.6	常见故障及诊断排除	180
5.4	顺序阀	180
5.4.1	作用	180
5.4.2	工作原理	181
5.4.3	典型结构	182
5.4.4	主要性能	184
5.4.5	使用要点	186
5.4.6	常见故障及诊断排除	187
5.5	溢流阀、减压阀、顺序阀的综合比较	188
5.6	压力继电器	189
5.6.1	作用	189
5.6.2	典型结构及其工作原理	189
5.6.3	主要性能	191
5.6.4	使用要点	191
5.6.5	常见故障及诊断排除	194
5.7	典型产品	195
5.7.1	广研所中低压系列压力阀	195
5.7.2	广研所 GE 系列压力阀	195
5.7.3	榆次液压件厂中高压系列压力阀	198

5.7.4	联合设计系列压力阀	198
5.7.5	大连组合所 D 系列压力阀	200
5.7.6	榆次油研 (YUKEN) 系列压力阀	202
5.7.7	引进威格士 (VICKERS) 技术系列压力阀	205
5.7.8	引进力士乐 (REXROTH) 技术系列压力阀	209
5.7.9	北部精机系列压力阀	220
第 6 章	流量控制阀	223
6.1	功用及分类	223
6.2	节流阀	223
6.2.1	作用	223
6.2.2	工作原理	223
6.2.3	典型结构	224
6.2.4	主要性能	227
6.2.5	使用要点	229
6.2.6	常见故障及诊断排除	230
6.3	调速阀	230
6.3.1	作用	230
6.3.2	工作原理	231
6.3.3	典型结构	232
6.3.4	主要性能	234
6.3.5	使用要点	235
6.3.6	常见故障及诊断排除	236
6.4	溢流节流阀	236
6.4.1	作用	236
6.4.2	工作原理	237
6.4.3	典型结构	237
6.4.4	主要性能	238
6.4.5	使用要点	238
6.4.6	常见故障及诊断排除	239
6.5	分流-集流阀 (同步阀)	239
6.5.1	作用	239
6.5.2	工作原理	239
6.5.3	典型结构	242
6.5.4	主要性能	244
6.5.5	使用要点	245
6.5.6	常见故障及诊断排除	246
6.6	典型产品	246
6.6.1	广研所中低压系列流量阀	246
6.6.2	广研所 GE 系列流量阀	247
6.6.3	榆次液压件厂中高压系列流量阀	248
6.6.4	联合设计系列流量阀	248
6.6.5	大连组合所 D 系列流量阀	248

6.6.6	榆次油研 (YUKEN) 系列流量阀	250
6.6.7	引进威格士 (VICKERS) 系列流量阀	256
6.6.8	引进力士乐 (REXROTH) 技术系列流量阀	258
6.6.9	北部精机系列流量阀	263
6.6.10	分流集流阀	263

第三篇 特殊液压控制阀

第7章	多路阀	265
7.1	功用及分类	265
7.2	工作原理与典型结构	265
7.2.1	并联油路多路阀	265
7.2.2	串联油路多路阀	265
7.2.3	串并联油路多路阀	266
7.2.4	复合油路多路阀	267
7.2.5	整体式多路阀	267
7.2.6	分片式多路阀	268
7.3	操纵控制方式及先导阀	269
7.3.1	操纵控制方式	269
7.3.2	先导阀	270
7.4	位数、通路数与滑阀机能	271
7.4.1	位数及通路数	271
7.4.2	滑阀机能	271
7.5	主要性能	272
7.6	使用要点	273
7.6.1	应用场合	273
7.6.2	注意事项	274
7.7	常见故障及其诊断排除	274
7.8	典型产品	275
7.8.1	Z 系列多路阀	275
7.8.2	ZS 系列多路阀	277
7.8.3	ZFS 系列多路阀	277
7.8.4	D-32、D1-32 型液压比例操纵多路阀	277
7.8.5	DCV 系列多路阀	277
7.8.6	BJS 型减压式比例先导阀	277
第8章	叠加阀	282
8.1	特点与分类	282
8.2	工作原理及典型结构	283
8.2.1	概述	283
8.2.2	单功能叠加阀	284
8.2.3	复合功能叠加阀	286
8.3	主要性能	288
8.4	使用要点	288

8.4.1	使用场合	288
8.4.2	注意事项	288
8.5	常见故障及其诊断排除	290
8.6	典型产品	290
8.6.1	大连组合所系列叠加阀型谱	290
8.6.2	榆次油研系列叠加阀型谱	290
8.6.3	引进力士乐技术系列叠加阀型谱	290
8.6.4	北部精机系列叠加阀型谱	290
第9章 插装阀		306
9.1	分类与特点	306
9.2	盖板式二通插装阀	307
9.2.1	工作原理	307
9.2.2	主要构件的功能	308
9.2.3	典型组合及应用回路	315
9.2.4	主要性能	326
9.2.5	使用要点	326
9.2.6	常见故障及其诊断排除	328
9.3	螺纹式插装阀	329
9.3.1	特点与功能类别	329
9.3.2	典型结构及功能原理	329
9.3.3	使用要点	336
9.4	常见故障及其诊断排除	336
9.5	典型产品	336
9.5.1	Z系列二通插装阀	336
9.5.2	TJ系列二通插装阀	343
9.5.3	华德L系列二通插装阀	343
9.5.4	威格士(VIKERS)V系列螺纹式插装阀	354
9.5.5	F系列螺纹式插装阀	361
第10章 电液伺服控制阀		367
10.1	功用与组成	367
10.1.1	电液控制阀	367
10.1.2	液压伺服系统工作原理简介	367
10.1.3	电液伺服阀的功用与组成	368
10.2	特点与分类	368
10.3	液压放大器	369
10.3.1	先导级阀的结构形式及特点	369
10.3.2	功率级主阀(滑阀)的结构形式及特点	371
10.4	典型结构与工作原理	372
10.4.1	单级电液伺服阀	372
10.4.2	两级电液伺服阀	374
10.4.3	三级电液流量伺服阀	379
10.5	主要性能	380

10.5.1	静态特性	380
10.5.2	动态特性	386
10.6	使用要点	388
10.6.1	应用场合	388
10.6.2	电液伺服阀的选择	395
10.6.3	注意事项	398
10.7	常见故障及其诊断排除	400
10.8	典型产品	401
10.8.1	二级电液流量伺服阀	401
10.8.2	三级电液流量伺服阀	401
10.8.3	电液压力伺服阀	401
第 11 章 电液比例控制阀		409
11.1	功用与组成	409
11.2	特点与分类	410
11.3	液压放大器简介	411
11.3.1	先导级阀的结构形式及特点	411
11.3.2	功率级主阀的结构形式及特点	411
11.4	典型结构与工作原理	411
11.4.1	电液比例压力阀	411
11.4.2	电液比例流量阀	421
11.4.3	电液比例方向阀	427
11.4.4	电液比例压力流量复合控制阀 (PQ 阀)	434
11.5	主要性能	435
11.5.1	静态特性及示例	435
11.5.2	动态特性	437
11.6	使用要点	439
11.6.1	应用场合	439
11.6.2	电液比例阀的选择	449
11.6.3	注意事项	450
11.7	常见故障及其诊断排除	451
11.8	典型产品	451
第 12 章 电液数字控制阀		454
12.1	功用、特点及分类	454
12.2	基本工作原理	454
12.2.1	增量式电液数字阀	454
12.2.2	脉宽调制式快速开关阀	455
12.3	典型结构与工作原理	456
12.3.1	增量式电液数字阀	456
12.3.2	脉宽调制式快速开关电液数字阀	458
12.4	主要性能	460
12.4.1	静态特性	460
12.4.2	动态特性	460

12.4.3	与伺服阀及比例阀的性能比较	461
12.5	使用要点	462
12.5.1	应用场合	462
12.5.2	注意事项	462
12.6	常见故障及其诊断排除	467
12.7	典型产品 (日产 D 系列增量式数字阀)	468
第 13 章	微型液压阀与水压控制阀	471
13.1	微型 (Miniature) 液压阀	471
13.1.1	特点和类型	471
13.1.2	典型结构及性能	471
13.1.3	使用维护与故障排除	474
13.1.4	典型产品	474
13.2	水压控制阀	474
13.2.1	特点与分类	474
13.2.2	典型结构与性能	479
13.2.3	使用维护与故障排除	482
13.2.4	典型产品	482

第四篇 液压控制阀组的集成与液压阀常用标准资料

第 14 章	液压控制阀组的集成	484
14.1	液压阀组及其集成方式概述	484
14.2	液压阀组无管集成的类型及其特点	485
14.2.1	板式集成	485
14.2.2	块式集成	485
14.2.3	叠加阀式集成	486
14.2.4	插入式集成	487
14.2.5	复合式集成	488
14.3	无管集成液压阀组的设计流程及要求	489
14.3.1	一般设计流程	489
14.3.2	油路块 (阀块) 的共性要求	490
14.3.3	液压控制阀组总装图的内容及要求	493
14.4	液压阀组块式集成的设计要点	493
14.4.1	分解液压系统并绘制集成块单元回路图	493
14.4.2	集成块的设计	494
14.4.3	块式集成液压阀组总装图的绘制	499
14.4.4	通用集成块系列	501
14.5	油路块的 CAD 简介	505
14.5.1	概述	505
14.5.2	用 CAXA 实体设计软件 (CAXA Solid) 对油路块 CAD	506
第 15 章	液压阀常用标准资料	510
15.1	常用液压标准目录	510
15.2	基础技术标准 (摘录)	512

15.2.1	流体传动系统及元件公称压力系列 (摘自 GB 2346—2003)	512
15.2.2	液压元件螺纹连接 油口形式和尺寸 (摘自 GB/T 2878—1993)	513
15.2.3	液压元件 通用技术条件 (摘自 GB/T 7935—1987)	514
15.3	液压阀安装面和插装阀插装孔	516
15.3.1	液压传动 阀安装面和插装阀阀孔的标识代号 (摘自 GB/T 14043—2005)	516
15.3.2	四油口板式液压方向控制阀安装面 (摘自 GB/T 2514—1993)	517
15.3.3	液压传动 带补偿的流量控制阀安装面 (摘自 GB/T 8098—2003)	520
15.3.4	液压溢流阀安装面 (摘自 GB/T 8101—2002)	527
15.3.5	液压传动 减压阀、顺序阀、卸荷阀、节流阀和单向阀安装面 (摘自 GB/T 8100—2006)	535
15.3.6	液压叠加阀安装面 (摘自 GB/T 8099—1987)	540
15.3.7	四油口和五油口液压伺服阀安装面 (摘自 GB/T 17487—1998)	544
15.3.8	二通插装式液压阀安装连接尺寸 (摘自 GB/T 2877—1981)	547
15.3.9	液压二通、三通、四通螺纹式插装阀插装孔 (摘自 JB/T 5963—2004)	550
15.4	液压阀的试验	560
15.4.1	方向控制阀 试验方法 (摘自 GB/T 8106—1987)	560
15.4.2	流量控制阀 试验方法 (摘自 GB/T 8104—1987)	568
15.4.3	压力控制阀 试验方法 (摘自 GB/T 8105—1987)	575
15.4.4	液压阀 压差-流量特性试验方法 (摘自 GB/T 8107—1987)	579

附录	国内部分液压阀厂商及其生产或经营的主要液压阀产品	585
参考文献		590

第一篇

液压控制阀概论

第1章 液压阀基础知识

1.1 液压技术的原理与液压系统的组成

液压传动与控制简称为液压技术，是以液体为工作介质，利用封闭系统中液体的静压能实现信息、运动和动力的传递及工程控制的技术。由于液压技术在功率密度、结构组成、响应速度、调速范围、过载保护、电液整合等方面独特的优势，使其成为现代传动与控制的重要技术手段和不可替代的关键基础技术之一，其应用遍及国民经济各领域。

除了工作介质外，一个液压系统通常都是由能源元件（液压泵）、执行元件（液压缸、液压马达或摆动液压马达）、控制元件（各种液压阀）和辅助元件（油箱和管路等）四类液压元件所组成。液压传动与控制的机械设备或装置工作时，其液压系统以具有连续流动性的液压油或难燃液压液或水作为工作介质，通过液压泵将驱动泵的原动机的机械能转换成液体的压力能，然后经过封闭管路及控制阀送至执行器中，转换为机械能去驱动负载、实现工作机构所需的直线运动或回转运动。

1.2 液压阀的功用及重要性

液压控制阀（简称液压阀）是液压系统中的控制元件，其功用是控制液压系统中液体的流向、压力及流量，以使液压执行器及其驱动的工作机构获得所需的运动方向、运动速度（转速）及推力（转矩）等。

液压阀在液压系统中起着非常重要的作用。任何一个液压系统，不论其如何简单，都不能缺少液压阀；同一工艺目的的液压机械设备，通过液压阀的不同组合与使用，可以组成油路结构截然不同的多种液压系统方案，故液压阀是液压技术中品种与规格最多、应用最广泛、最活跃的元件；一个液压系统设计的合理性、安装维护的便利性以及能否按照既定要求正常可靠地运行，在很大程度上取决于其中所采用的各种液压阀的性能优劣及参数匹配是否合理。

1.3 液压阀的基本结构原理

液压阀的基本结构主要包括阀芯、阀体和驱动阀芯在阀体内作相对运动的操纵控制机构。阀芯的结构形式多样；阀体上开设有与阀芯配合的阀体（套）孔或阀座孔，还有外接油管的进、出油口；阀芯的操纵控制机构有手调（动）式、机械式、电动式以及液动式或电液动式等。

液压阀的基本工作原理是：利用阀芯相对于阀体的运动来控制阀口的通断及开度的大小

(实质是对阀口的流动阻尼进行控制),实现对液流方向、压力和流量的控制。液压阀工作时,所有阀的通过流量与阀的进、出口间的压力差以及开度大小之间的关系都符合如下孔口压力流量特性公式

$$q=C_d A \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p} \quad (1-1)$$

式中, C_d 为流量系数,与阀口形状、尺寸及反映液流流态的雷诺数 Re 有关; A 为阀口的通流面积; ρ 为油液的密度; Δp 为进、出口压差。

1.4 液压阀的分类

液压阀的种类繁多,分类方法及名称因着眼点不同而异。

(1) 根据功能及使用要求分类

① 普通液压阀 普通液压阀是最为常见的三大类液压阀(方向控制阀、压力控制阀和流量控制阀)的统称。普通液压阀以手动、机械、液动、电动、电液动、气动等输入控制方式,启、闭液流通道、定值控制(开关控制)液流压力和流量,多用于一般液压传动系统。

a. 方向控制阀。用来控制和改变系统中流体的流动方向的阀类称为方向控制阀,包括单向阀、充液阀、换向阀、截止阀等。

b. 压力控制阀。用来控制和调节系统中液体压力的阀类称为压力控制阀,包括溢流阀、减压阀、顺序阀、压力继电器等。

c. 流量控制阀。用来控制和调节液体流量的阀类称为流量控制阀,包括节流阀、调速阀、溢流节流阀、分流集流阀等。

② 特殊液压阀 特殊液压阀是在普通液压阀的基础上,为进一步满足某些特殊使用要求发展而成的液压阀。这些阀的结构、用途和特点各不相同。

a. 多路阀。多路换向阀简称为多路阀,是以两个以上滑阀式换向阀为主体,集换向阀、溢流阀和单向阀等于一体的多功能组合阀类,可集中控制两个以上执行器的动作,主要用于满足行走式液压机械等对集中控制问题的要求。

b. 叠加阀。它是由几种阀相互叠加起来靠螺栓紧固为一整体而组成回路的阀类,其结构、特点及适用场合见本章后述。

c. 插装阀。它是由具有控制功能的元件装成组件插入阀块而构成的阀类,其结构特点及适用场合见本章后述。

d. 电液伺服阀。电液伺服阀简称伺服阀,是接受电气模拟控制信号并输出对应的模拟液体功率的阀类,它是为提高阀的控制水平、控制精度和响应特性而设计的,工作时着眼于阀的零点(一般指输入信号为零的工作点)附近的性能及其连续性。伺服阀包括单极、两极和三极电液流量伺服阀与电液压力伺服阀等。伺服阀结构复杂,制造成本较高,抗污染能力较差,使用维护都有较高的技术要求,多用于控制精度和响应特性要求较高的闭环控制系统。

e. 电液比例阀。电液比例阀是介于普通液压阀和电液伺服阀之间的一种液压阀,此类阀可根据输入的电气控制信号(模拟量)大小成比例、连续、远距离地控制液压系统中液体的流动方向、压力和流量。包括电液比例压力阀、电液比例流量阀,电液比例换向阀、电液比例复合阀和电液比例多路阀等。与普通液压阀相比,它提高了阀的控制水平;尽管其性能不如电液伺服阀,但结构简单、制造成本低、抗污染能力较强;它要求保持调定值的时间稳定性,一般具有对应于10%~30%最大控制信号的零位死区;多数用于开环系统,也可用于闭环系统。