

张利平 主编

液压阀原理、使用与维护



Chemical Industry Press



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

液压阀原理、使用与维护

张利平 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

液压阀原理、使用与维护/张利平主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 4

ISBN 7-5025-6889-1

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 (2005) 第 031138 号

液压阀原理、使用与维护

张利平 主编

责任编辑: 周国庆 张兴辉

文字编辑: 李玉峰

责任校对: 蒋 宇

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 33½ 字数 900 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6889-1

定 价: 76.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

与其他传动方式相比较, 液压传动与控制技术具有很多优点。随着国民经济和现代工业技术的发展, 液压技术发展很快, 并在几乎所有技术领域中日益广泛应用, 从事液压技术设计、制造、使用与维护的工程技术人员和现场操作维护人员也与日俱增。众所周知, 液压系统由动力元件、执行元件、控制元件和辅助元件等组成。液压控制阀是任何一台液压传动与控制设备或装置的液压系统中必不可少的控制元件, 其应用的品种和数量均占有相当大的比重。毋庸置疑, 在各类液压系统的设计和使用中, 正确地、合理地选择、使用和维护液压阀, 对于提高液压传动与控制系统乃至整个液压设备的工作品质和可靠性具有非常重要的意义。因此, 液压技术研发设计、制造调试及使用维护的工程技术人员和现场操作维护人员必须掌握液压控制阀的原理、特性及使用与维护方法。

然而, 目前国内关于液压阀的资料都散见于各类液压传动的教科书、大型综合性液压(或机械)设计手册中, 专门介绍液压阀原理、使用与维护的书籍尚不多见, 给读者特别是液压技术的广大用户带来诸多不便。另外, 近年来液压阀在防漏、降噪、节能、提高控制性能、可靠性和电液一体化水平等方面的长足发展和进步, 使液压阀的类型、结构、制造工艺及其系统的集成化等方面均发生了很大变化。为了适应这些变化并满足各类读者特别是广大液压技术用户的需要, 提高液压阀的使用维护水平, 促进液压技术的普及与提高, 在总结多年从事液压技术教学、科研、生产和故障诊断与排除实践经验基础上, 作者广泛搜集了国内外液压阀的最新资料, 编写成《液压阀原理、使用与维护》一书, 以期能对各类读者有所帮助。

本书的编写力图体现先进性、系统性、实用性和指导性。本书在选材上, 在保证基本内容基础上, 力图反映液压阀在结构原理、性能分析和实际应用上的一些新发展和新成就, 其中包括作者的一些科研成果。考虑到目前液压阀的品种和规格繁多, 既有我国自行开发研制的产品, 又有直接引进的国外产品, 还有引进国外技术经二次开发的产品, 故本书不便将所有液压阀品种一一加以详细介绍和论述。为了达到既节省篇幅, 又能使读者从本书中获取所需内容和信息, 并举一反三、灵活运用之目的, 本书着重对使用最为普遍的各大类液压阀中的基本典型品种, 按照功用与分类、典型结构及工作原理、主要性能、使用要点、故障诊断及排除、典型产品的体系线索进行编写和叙述, 书中配有较多插图和数据表格、尽量避免繁杂的数学处理, 力图做到图文并茂, 以有助于读者解决实际工作中液压阀的各类问题。本书力图可读性与可查性并重, 书中关于液压阀结构原理、使用要点、集成化方法等内容可引导对于液压阀不甚熟悉的人员了解和掌握各类液压阀基本组成、共性特点、应用场合及注意事项; 书中的数据、产品及常用标准等资料可供对液压阀较为熟悉的工程技术人员在

液压阀产品开发、液压系统设计中直接应用；书中关于液压阀故障诊断及排除的内容可指导从事液压设备制造、操作和维护保养的人员日常工作的进行。

本书采用法定计量单位和现行国家标准，典型产品中收录的液压阀均系国内外知名液压厂商生产和开发的主流可靠产品。

本书读者对象为液压传动与控制技术的研发设计、制造调试和使用维护部门的工程技术人员、现场工作人员及大专院校机械制造、机电控制、流体传动、自动控制等相关专业师生。

本书由张利平主编。撰写分工为：第1章～第8章（张利平），第9章（陈延强、姬振国、任艳红、王瑞斌），第10章（张利平），第11章（郑惠萍11.1～11.7，刘青社11.8），附录（张利平），文稿录入整理及插图绘制（张津、张秀敏等）。全书的统稿及校订工作由张利平负责。

对于本书编写出版过程中，榆次油研液压有限公司马忠高级工程师、济南铸锻机械研究所张金才工程师、北京华德液压集团公司刘小龙工程师、江苏海门液压件厂有限公司陈国强厂长、姜旭东工程师、河北科技大学周兰午副教授、保定第二机床厂贾佳工程师等所给予的大力支持及参考文献的各位作者一并致以衷心感谢。

对于书中存在的错漏不当之处，欢迎同行专家及广大读者批评指正。

张利平

2005年3月

目 录

第 1 章 液压控制阀概论	1
1.1 液压控制阀在液压系统中的功用及分类	1
1.1.1 液压控制阀的功用	1
1.1.2 液压控制阀的分类	1
1.2 常用液压图形符号 (GB/T 786.1—1993)	2
1.2.1 名词术语	2
1.2.2 符号构成	3
1.2.3 管路、管路连接口和接头符号	4
1.2.4 控制机构和控制方法符号	4
1.2.5 液压泵和液压马达符号	5
1.2.6 液压缸和特殊能量转换器符号	6
1.2.7 能量贮存器及动力源符号	6
1.2.8 油箱及流体调节元件符号	7
1.2.9 检测元件及其他元件符号	7
1.2.10 常用控制阀符号	8
1.3 液压阀的性能参数	10
1.3.1 公称压力	10
1.3.2 公称流量与公称通径	10
1.4 对液压阀的基本要求	11
1.5 液压阀的选型要点	11
1.5.1 一般原则	11
1.5.2 公称压力与额定流量的选择	12
1.5.3 安装连接方式的选择	12
1.5.4 操纵方式的选择	13
1.5.5 液压工作介质的选择	13
1.5.6 经济性及其他因素的选择	14
1.5.7 方向控制阀、流量控制阀与压力控制阀的选型一览表	15
1.6 液压阀的阀口形式及流量系数	15
1.6.1 具有棱边阀口的滑阀	15
1.6.2 具有座面的锥阀	15
1.6.3 节流阻尼孔	15
1.7 液压阀的力学特性	16
1.7.1 固壁上的液压作用力	16
1.7.2 液动力	17
1.7.3 侧向液压力与摩擦力	19
1.7.4 弹簧力、重力与惯性力	20
1.7.5 液压阀上的总作用力	21
1.8 液压阀的阻力控制原理	21

1.8.1 液阻及其特性	21
1.8.2 液桥及其特性	22
1.8.3 动态液压阻尼	25
1.9 液压阀的级间耦合	25
1.10 电控液压阀的控制输入装置	26
1.10.1 概述	26
1.10.2 控制放大器	26
1.10.3 电气-机械转换器	30
1.11 液压阀的技术进展与现状	37
1.11.1 液压(传动)阀的历史进展与趋势	37
1.11.2 我国液压(阀)技术的发展及现状	38
第2章 方向控制阀	42
2.1 方向控制阀的功用及分类	42
2.2 单向阀	42
2.2.1 单向阀的用途及分类	42
2.2.2 普通单向阀	42
2.2.3 液控单向阀	45
2.3 换向阀	51
2.3.1 换向阀的用途及分类	51
2.3.2 滑阀式换向阀	51
2.3.3 转阀式换向阀	71
2.3.4 球阀式换向阀(电磁球阀)	75
2.3.5 多路换向阀	79
2.4 截止阀	83
2.5 压力表开关	84
2.5.1 功能与分类	84
2.5.2 工作原理与典型结构	84
2.5.3 主要性能	86
2.5.4 使用要点	86
2.5.5 常见故障及诊断排除	88
2.6 方向控制阀的典型产品	89
2.6.1 广研所中低压系列方向阀	89
2.6.2 广研所GE系列方向阀	89
2.6.3 榆次液压件厂中高压系列方向阀	91
2.6.4 榆次油研(YUKEN)系列方向阀	94
2.6.5 联合设计系列方向阀	103
2.6.6 引进威格士技术系列方向阀	106
2.6.7 引进力士乐技术系列方向阀	109
2.6.8 大连组合所D系列方向阀	124
2.6.9 其他方向控制阀	126
第3章 压力控制阀	128
3.1 压力控制阀的功用及分类	128
3.2 溢流阀	128

3.2.1	用途及分类	128
3.2.2	工作原理及图形符号	128
3.2.3	典型结构	130
3.2.4	主要性能	139
3.2.5	使用要点	142
3.2.6	常见故障及诊断排除	146
3.3	减压阀	146
3.3.1	用途及分类	146
3.3.2	工作原理及图形符号	147
3.3.3	典型结构	149
3.3.4	主要性能	151
3.3.5	使用要点	153
3.3.6	常见故障及诊断排除	155
3.4	顺序阀	155
3.4.1	用途及分类	155
3.4.2	工作原理及图形符号	155
3.4.3	典型结构	157
3.4.4	主要性能	159
3.4.5	使用要点	160
3.4.6	常见故障及诊断排除	162
3.5	溢流阀、减压阀、顺序阀的结构原理与适用场合的综合比较	162
3.6	压力继电器	163
3.6.1	用途及分类	163
3.6.2	工作原理及典型结构	163
3.6.3	主要性能	165
3.6.4	使用要点	166
3.6.5	常见故障及诊断排除	169
3.7	压力控制阀的典型产品	169
3.7.1	广研所中低压系列压力阀	169
3.7.2	广研所 GE 系列压力阀	170
3.7.3	榆次液压件厂中高压系列压力阀	172
3.7.4	榆次油研 (YUKEN) 系列液压阀	172
3.7.5	联合设计系列压力阀	177
3.7.6	引进威格士技术系列压力阀	178
3.7.7	引进力士乐技术系列压力阀	181
3.7.8	大连组合所 D 系列压力阀	191
第 4 章	流量控制阀	194
4.1	流量控制阀的功用及分类	194
4.2	节流阀	194
4.2.1	用途及分类	194
4.2.2	工作原理	194
4.2.3	典型结构	194
4.2.4	主要性能	196

4.2.5	使用要点	198
4.2.6	常见故障及诊断排除	199
4.3	调速阀	199
4.3.1	用途及分类	199
4.3.2	工作原理	200
4.3.3	典型结构	201
4.3.4	主要性能	202
4.3.5	使用要点	204
4.3.6	常见故障及诊断排除	204
4.4	溢流节流阀	204
4.4.1	用途	204
4.4.2	工作原理	205
4.4.3	典型结构	206
4.4.4	主要性能	206
4.4.5	使用要点	207
4.4.6	常见故障及诊断排除	207
4.5	分流-集流阀	207
4.5.1	用途及分类	207
4.5.2	工作原理	207
4.5.3	典型结构	210
4.5.4	主要性能	211
4.5.5	使用要点	212
4.5.6	常见故障及诊断排除	214
4.6	流量控制阀的典型产品	214
4.6.1	广研所中低压系列流量阀	214
4.6.2	广研所 GE 系列流量阀	215
4.6.3	榆次中高压系列流量阀	215
4.6.4	榆次油研 (YUKEN) 系列液压阀	215
4.6.5	联合设计系列流量阀	219
4.6.6	引进威格士技术系列流量阀	221
4.6.7	引进力士乐技术系列方向阀	224
4.6.8	大连组合所 D 系列流量阀	228
4.6.9	其他流量阀	230
第 5 章	叠加阀	231
5.1	特点与分类	231
5.2	工作原理与典型结构	232
5.2.1	单功能叠加阀	232
5.2.2	复合功能叠加阀	232
5.3	主要性能	233
5.4	使用要点	233
5.5	常见故障及其诊断排除方法	235
5.6	叠加阀的典型产品	235
5.6.1	国内开发和生产的叠加阀产品系列概览	235

5.6.2 叠加阀产品系列型谱	235
第6章 插装阀	254
6.1 分类与特点	254
6.2 盖板式二通插装阀	254
6.2.1 工作原理	254
6.2.2 主要构件的功能	255
6.2.3 典型组合及应用回路	262
6.2.4 主要性能	271
6.2.5 使用要点	272
6.3 螺纹式插装阀	273
6.3.1 特点与功能类别	273
6.3.2 典型结构及其功能	274
6.3.3 使用要点	280
6.4 插装阀的典型产品	281
6.4.1 国内生产的插装阀典型产品概览	281
6.4.2 插装阀典型产品系列	282
第7章 电液伺服控制阀	299
7.1 功用、组成及特点与分类	299
7.2 液压放大器	300
7.2.1 先导级阀的结构形式及特点	300
7.2.2 功率级主阀(滑阀)的结构形式及特点	301
7.3 典型结构与工作原理	303
7.3.1 单级电液伺服阀	303
7.3.2 两级电液伺服阀	303
7.3.3 三级电液流量伺服阀	309
7.4 主要性能	310
7.4.1 静态特性	310
7.4.2 动态特性	315
7.5 使用要点	317
7.5.1 应用场合	317
7.5.2 电液伺服阀的选择	323
7.5.3 注意事项	326
7.6 常见故障及诊断排除	328
7.7 电液伺服阀的典型产品	329
7.7.1 产品概览	329
7.7.2 技术性能	330
第8章 电液比例控制阀	337
8.1 功用、组成及特点与分类	337
8.2 液压放大器简介	338
8.2.1 先导级阀的结构形式及特点	338
8.2.2 功率级主阀的结构形式及特点	339
8.3 电液比例压力控制阀	339
8.3.1 功用与分类	339

8.3.2 典型结构与工作原理	339
8.4 电液比例流量阀	348
8.4.1 功用与分类	348
8.4.2 典型结构与工作原理	348
8.5 电液比例方向控制阀	353
8.5.1 功用与分类	353
8.5.2 典型结构与工作原理	353
8.6 电液比例压力流量复合控制阀 (PQ 阀)	358
8.7 主要性能	359
8.7.1 静态特性及示例	359
8.7.2 动态特性	362
8.8 使用要点	363
8.8.1 应用场合	363
8.8.2 电液比例阀的选择	371
8.8.3 注意事项	372
8.9 常见故障及诊断排除	373
8.10 电液比例阀的典型产品	373
8.10.1 国内电液比例阀产品概览	373
8.10.2 部分产品的技术性能	374
第9章 电液数字控制阀	388
9.1 功用、特点及分类	388
9.2 基本工作原理	388
9.2.1 增量式电液数字阀	388
9.2.2 脉宽调制式高速开关数字阀	388
9.3 典型结构及工作原理	390
9.3.1 增量式电液数字阀	390
9.3.2 脉宽调制式高速开关数字阀	392
9.4 电液数字阀的技术性能	394
9.4.1 静态特性	394
9.4.2 动态特性	395
9.5 电液数字阀的使用要点	395
9.5.1 应用场合	395
9.5.2 注意事项	396
9.6 电液数字阀的常见故障及诊断排除	402
9.7 电液数字阀的典型产品	402
第10章 液压控制装置的集成化	403
10.1 液压控制装置的集成化方式及其设计流程	403
10.1.1 有管集成	403
10.1.2 无管集成	403
10.1.3 无管集成液压控制装置的设计流程及设计要求	404
10.2 液压控制装置的板式集成	407
10.2.1 板式集成的结构及特点	407
10.2.2 板式集成液压控制装置的设计	409

10.3	液压控制装置的块式集成	413
10.3.1	块式集成的结构与特点	413
10.3.2	块式集成液压控制装置的设计	414
10.3.3	通用集成块系列	420
10.4	液压控制装置的链式集成	431
10.4.1	链式集成的结构组成与特点	431
10.4.2	链式集成液压控制装置的设计要点	434
10.4.3	应用示例	435
10.5	液压控制装置的叠加阀式集成	435
10.5.1	叠加阀式集成的结构及特点	435
10.5.2	叠加阀式集成液压控制装置的设计要点	435
10.6	液压控制装置的插入式集成	437
10.6.1	插入式集成的结构及特点	437
10.6.2	插入式集成的设计	438
10.7	液压控制装置的复合式集成	439
10.8	油路块的 CAD 简介	440
10.8.1	油路块 CAD 的意义	440
10.8.2	油路块 CAD 软件的类型	440
10.8.3	油路块 CAD 软件的组成	440
10.8.4	油路块 CAD 软件的开发和选用	441
第 11 章	液压阀常用标准资料	442
11.1	常用计量单位及其换算	442
11.2	常用液压标准目录	443
11.3	基础技术标准	445
11.3.1	流体传动系统和元件名词术语 (GB/T 17446—1998)	445
11.3.2	流体传动系统及元件公称压力系列 (GB 2346—2003)	457
11.3.3	液压元件螺纹连接、油口形式和尺寸 (GB/T 2878—1993)	458
11.3.4	液压元件通用技术条件 (GB 7935—1987)	459
11.4	液压阀安装面	461
11.4.1	液压控制阀安装面标识代号 (GB/T 14043—1993)	461
11.4.2	四油口板式液压方向控制阀安装面 (GB/T 2514—1993)	461
11.4.3	板式液压流量控制阀安装面 (GB 8098—1987)	464
11.4.4	板式液压溢流阀安装面 (GB 8101—1987)	470
11.4.5	板式连接液压压力控制阀 (不包括溢流阀)、顺序阀、卸荷阀、节流 阀和单向阀安装面 (GB 8100—1987)	475
11.4.6	液压叠加阀安装面 (GB 8099—1987)	479
11.4.7	四油口和五油口液压伺服阀安装面 (GB 17487—1998)	483
11.5	二通插装阀的安装连接尺寸与螺纹式插装阀的阀孔尺寸	486
11.5.1	二通插装式液压阀安装连接尺寸 (GB 2877—1981)	486
11.5.2	二通、三通、四通螺纹式插装阀阀孔尺寸 (JB 5963—1991)	489
11.6	管接头与连接法兰标准目录	492
11.7	液压气动用球胀式堵头安装尺寸 (ZB J22 007—1988)	493
11.8	液压阀的试验	494

11.8.1	方向控制阀试验方法 (引自 GB 8106—1987)	494
11.8.2	流量控制阀试验方法 (GB 8104—1987)	502
11.8.3	压力控制阀试验方法 (自 GB 8105—1987)	509
11.8.4	液压阀压差-流量特性试验方法 (GB 8107—1987)	514
附录	国内部分液压阀厂商名录	518

第 1 章 液压控制阀概论

1.1 液压控制阀在液压系统中的功用及分类

1.1.1 液压控制阀的功用

与其他传动控制方式相比，液压传动与控制具有能量大，结构简单、紧凑，动态响应快，便于大范围无级调速，易于自动控制及机电一体化，易于实现过载保护，标准化、系列化、通用化程度高等技术优势，已成为现代机械装备传动与控制的重要手段及关键技术之一，其应用领域几乎囊括了国民经济各个部门和领域，应用液压技术的程度已成为衡量一个国家工业化水平的重要标志之一。

众所周知，液压系统一般由能源部分（液压泵与原动机的统称）、控制调节部分（方向控制阀、压力控制阀及流量控制阀等各类液压控制阀的统称）、执行器（液压缸、液压马达及摆动液压马达的统称）和辅助部分（蓄能器、油箱、过滤器、压力表及其开关、管件等的统称）四个部分组成。

液压控制阀（简称液压阀）在液压系统中的功用是通过控制调节液压系统中油液的流向、压力和流量，使执行器及其驱动的工作机构获得所需的运动方向、推力（转矩）及运动速度（转速）等。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使用，可以组成油路结构截然不同的多种液压系统方案。因此，液压阀是液压技术中品种与规格最多、应用最广泛、最活跃的部分（元件）；一个新设计或正在运转的液压系统，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。

1.1.2 液压控制阀的分类

液压控制阀的分类见表 1-1。

表 1-1 液压控制阀的分类

分类方法	种 类	详 细 分 类 及 说 明	
按功能	压力控制阀	溢流阀、减压阀、顺序阀、卸荷阀、平衡阀、电液比例压力控制阀、缓冲阀、限压切断阀、压力继电器等	
	流量控制阀	节流阀、单向节流阀、调速阀、分流阀、集流阀、分流集流阀、电液比例流量控制阀等	
	方向控制阀	单向阀、液控单向阀、换向阀、行程减速阀、充液阀、梭阀、电液比例方向控制阀	
按结构	滑阀	此类阀的阀芯为圆柱形或平板（圆柱滑阀、平板滑阀），通过阀芯相对于阀体孔的滑动实现液流的通断或开度大小的改变	
	转阀	阀芯为圆柱形，通过阀芯相对于阀体孔的转动实现液流的通断或开度大小的改变	
	座阀	锥阀、球阀	阀芯为圆锥形或球形，利用锥形阀芯或圆球的位移来改变液流通路开口的大小，以实现液流压力、流量及方向的控制
		喷嘴挡板阀	用喷嘴与挡板之间的相对位移来改变液流通路开口的大小，以实现控制，常作为伺服阀、比例阀、数字阀的先导级使用
	射流管阀	用射流管相对于带有接受孔道的接受板的摆动实现控制，常作为伺服阀的先导级使用	
按操纵方法	手动操纵阀	通过手把及手轮、踏板、杠杆等控制，适合自动化程度要求较低、小型或不常调节的液压系统使用	
	机械操纵阀	用挡块及碰块、弹簧等控制	适合自动化程度要求高或控制性能有特殊要求的液压系统使用
	电动操纵阀	用普通电磁铁、比例电磁铁、伺服电机和步进电机等控制	
	液动操纵阀	利用液体压力所产生的力进行控制	
	电液动操纵阀	利用电动和液动的组合控制方式	
	气动操纵阀	利用压缩空气所产生的力进行控制	

续表

分类方法	种 类		详 细 分 类 及 说 明
按控制信号形式	开关量	普通液压阀	以手动、机械、液动、电动、电液动、气动等输入方式,启、闭液流通道或定值控制液流压力和流量,多用于一般液压传动系统
	模拟量	电液比例阀	此类阀根据输入信号的大小成比例、连续、远距离控制液压系统中液流的流动方向、压力和流量。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 有电液比例压力阀、电液比例流量阀,电液比例换向阀、电液比例复合阀、电液比例多路阀等
		电液伺服阀	此类阀根据输入信号(电气、机械、气动等),成比例地连续控制液压系统中液流方向、流量和压力高低。工作时着眼于阀的零点(一般指输入信号为零的工作点)附近的性能以及其连续性。采用伺服控制阀的液压系统一般为闭环系统,称为液压伺服控制系统 伺服控制阀一般称伺服阀,又称随动阀,有单极两极(喷嘴挡板式、动圈式)电液流量伺服阀、三级电液流量伺服阀、电液压力伺服阀、气液伺服阀、机液伺服阀等
	数字量	电液数字阀	此类阀的输入信号是脉冲信号,根据输入的脉冲数或脉冲频率来控制液压系统中液流的压力和流量。这类元件的优点是,对油液的污染不敏感,工作可靠,重复精度高,成批产品的性能一致性好;其缺点是由于按照载频原理工作,故控制信号频宽较模拟器件低。数字阀的额定流量很小,只能用于小流量控制场合,如作为电液控制阀的先导控制级 有数字控制压力阀、数字控制流量阀与方向阀等
按安装连接方式	管式阀		此类阀通过阀体上的螺纹孔直接与油管、管接头连接(大型阀用法兰连接)组成系统,结构简单、重量轻,适合于移动式设备和流量较小的液压元件的连接,应用较广。缺点是元件分散布置,可能的漏油环节多,装卸不够方便
	板式阀		此类阀需用过渡连接板(包括单层连接板、双层连接板和整体连接板等多种形式),管路与连接板相连,阀用螺钉固定在连接板上。便于安装维修,应用极为广泛。由于元件集中布置,操纵和调节都比较方便
	叠加阀		由各种类别与规格不同的阀类(压力阀、流量阀、方向阀)及底板组成。每个阀同时起单个阀和通道孔的作用。各叠加阀叠积在底板与标准板式换向阀之间,用螺栓结合组成系统。阀的性能、结构要素与一般阀并无区别,只是为了便于叠加,要求同一规格的不同阀的连接尺寸相同(一般按相应规格的换向阀连接尺寸确定),阀的上下两面均为平面,以便叠积安装
	插装阀		将阀按标准参数做成阀芯、阀套等组件(插入件),插入专用的阀块孔内,并配置各种功能盖板以组成不同要求的液压回路。阀块内的通道将各组件之间的进出油口、控制油口沟通,然后与外部管路相连接。具有结构紧凑、互换性较好的优点。适用于高压大流量系液压系统 有盖板式插装(二通插装阀)和螺纹式插装(二通、三通、四通插装阀)阀等

1.2 常用液压图形符号 (GB/T 786.1—1993)

1.2.1 名词术语

- ① 符号要素 用符号来表示元(辅)件、装置、管路等所采用的基本图线或图形。
- ② 功能要素 用符号来表示元件、装置的功能或动作所采用的基本图线或图形。
- ③ 简化符号 为简化绘图而省略一部分符号或用其他简单符号代替所采用的符号。
- ④ 一般符号 没有必要明确表示元(辅)件、装置的详细功能或形式时,所采用的代表符号。
- ⑤ 详细符号 详细表示元(辅)件功能时所采用的符号。通常与简化符号或一般符号对照使用。
- ⑥ 直接压力控制 元件的位置由控制压力直接控制的方式。
- ⑦ 先导控制(间接压力控制) 依靠元件内部组装的先导阀所产生的压力使主阀动作的控制方式。

- ⑧ 内部压力控制 从被控制元件内部提供控制用流体的方式。
- ⑨ 外部压力控制 从被控制元件外部提供控制用流体的方式。
- ⑩ 内部泄油 泄油通路接在元件内部的回油通路上，使泄油与回油合流的方式。
- ⑪ 外部泄油 泄油从元件的泄油口单独引出的方式。

1.2.2 符号构成

符号由符号要素与功能要素构成。符号要素见表 1-2，功能要素见表 1-3。

表 1-2 符号要素

名称	符 号	用 途	名称	符 号	用 途
实线		工作管路，控制供给管路、回油管路、电气线路	正方形		控制元件，除电动机外的原动机
虚线		控制管路、泄油管路、过滤器、过滤位置			调节元件(过滤器分离器、油雾器和热交换器)
点划线		组合元件框线			蓄能器重锤
双线		机械连接的轴、操纵杆、活塞杆	长方形		缸、阀
大圆		一般能量转换元件(泵、马达、压缩机)			某种控制方法
中圆		测量仪表	长方形		活塞
小圆		单向元件、旋转接头、机械铰接、滚轮			执行器中的缓冲器
圆点		管路连接点，滚轮轴	半矩形		油箱
半圆		限定旋转角度的马达或泵	囊形		压力油箱、气罐、蓄能器、辅助气瓶

注：(1) 图线宽度 b 按 GB 4457.4 规定；(2) l_1 为基本尺寸。

表 1-3 功能要素

名称	符 号	用 途	名称	符 号	用 途
实心三角形		液压	直箭头或斜箭头		直线运动，流体穿过阀的通路和方向，热流方向
空心三角形		气动	弧线箭头		旋转运动方向

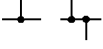
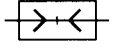
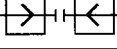
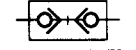
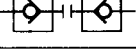
续表

名称	符 号	用 途	名称	符 号	用 途
其他		电气符号	其他		弹簧
		封闭油、气路或油 气口			节流
		电磁操纵器			单向阀简化符号的 阀座
		温度指示或温度 控制			固定符号
	M	原动机			

1.2.3 管路、管路连接口和接头符号

管路、管路连接口和接头符号见表 1-4。

表 1-4 管路、管路连接口和接头符号

名 称	符 号	名 称	符 号
连接管路		带连接措施	
交叉管路		不带单向阀	
柔性管路			
连续放气		带单向阀	
间断放气			
单向放气		单通路	
不带连接措施		三通路	

1.2.4 控制机构和控制方法符号

控制机构和控制方法符号见表 1-5。

表 1-5 控制机构和控制方法符号

名 称		符 号	名 称		符 号
定位装置			人力 控制	踏板式	
人力 控制	按钮式			双向踏板式	
	拉钮式		电气 控制	单作用可调电磁操纵器 (比例电磁铁、力马达等)	
	按-拉式			双作用可调电磁操纵器 (力矩马达)	
	手柄式			电动机控制	