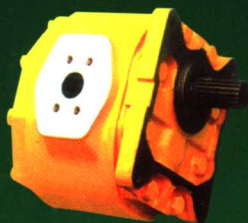
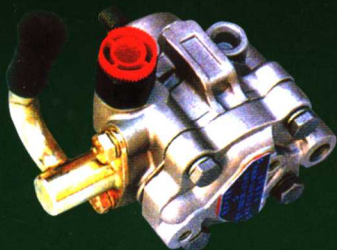
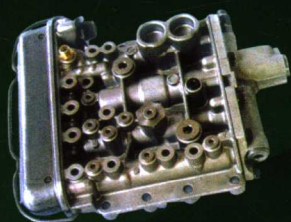


液压系统设计丛书

液压系统使用与维修

● 刘延俊 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

液压系统设计丛书

液压系统使用与维修

刘延俊 编著



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北京 ·

本书是《液压系统设计丛书》之一。全书以液压元件、基本回路与液压系统的实际应用为主线,全面介绍了液压元件和系统的使用及常见故障的维修技术,对液压系统的安装、调试、使用与维护,故障诊断步骤、方法作了介绍,同时阐述了液压油的特性、选用以及污染防治技术。本书力求贯彻少而精、理论分析与实际应用相结合的原则,侧重于对工程技术人才在液压技术应用、故障诊断与排除及技术创新能力的培养。本书中的许多实例是作者近20年在科研、设计、制造、调试、故障诊断与维修方面所作的工作以及工作经验总结。书中元件的图形符号、回路以及系统原理图全部采用了最新国家标准绘制。为了便于读者使用和查阅液压元件与系统的常见故障与排除方法,本书作为附录将其一一列出。

本书可供从事液压设备设计、制造、使用和维护的工程技术人员、现场工作人员使用,也可作为应用型工科院校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压系统使用与维修/刘延俊编著. —北京:化学工业出版社, 2006.5

(液压系统设计丛书)

ISBN 7-5025-8610-5

I. 液… II. 刘… III. ①液压系统-使用②液压系统-维修 IV. TH137

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第040768号

液压系统设计丛书 液压系统使用与维修

刘延俊 编著

责任编辑:张兴辉

文字编辑:宋薇

责任校对:郑捷

封面设计:于兵

*

化学工业出版社 出版发行
工业装备与信号工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

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

*

新华书店北京发行所经销

北京市兴顺印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 376千字

2006年7月第1版 2006年7月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-8610-5

定价:35.00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

随着工业自动化的发展, 液压设备以它独特的优点正在得到越来越广泛的应用。然而, 液压元件和液压系统具有不完全相同于机械设备的特殊性。它的各种元件和工作液体都在封闭的管路内工作, 不像其他机械设备那样直观, 它的故障具有隐蔽性、多样性、不确定性和因果关系复杂性等特点, 故障出现后不易查找原因。液压系统一旦发生故障, 不仅导致设备受损、产品质量下降、生产线停工, 而且可能危及人身安全, 造成环境污染, 造成巨大的经济损失。因此如何保证液压系统的正常运行, 怎样及时发现故障, 甚至提前发现故障的征兆, 都是亟待解决的问题。

为了推动我国液压技术的发展, 提升液压设计与使用人员的整体水平, 化学工业出版社邀请国内部分专家组织编写了《液压系统设计丛书》, 包括《液压传动系统及设计》、《液压控制系统及设计》、《液压元件及选用》、《液压系统使用与维修》四个分册。丛书从设计与使用人员的实际需要出发, 系统地介绍了液压系统的组成、性能分析、设计计算方法及设计实例、常用元件产品及选用、安装调试、使用维修等; 突出实用性, 对成熟的基本理论只做简要介绍, 注重工程实际应用, 围绕液压系统设计和使用的全过程来组织材料, 提供了丰富的设计资料、数据、方法以及应用实例。

本书是《液压系统使用与维修》, 全书共分 7 章。全书以液压元件、基本回路与液压系统的实际应用为主线, 全面介绍液压元件和系统的使用及常见故障的维修技术, 对液压系统的安装、调试、使用与维护、故障诊断步骤、方法作了介绍, 同时阐述了液压油的特性、选用以及污染防治技术。

本书力求贯彻少而精、理论分析与实际应用相结合的原则, 侧重于对工程技术人才在液压技术应用、故障诊断与排除及技术创新能力的培养。本书中的许多实例是作者近 20 年在科研、设计、制造、调试、故障诊断与维修方面所作的工作以及工作经验总结。书中元件的图形符号、回路以及系统原理图全部采用了最新国家标准绘制。为了便于读者使用和查阅液压元件与系统的常见故障与排除方法, 本书作为附录将其一一列之。

本书可供从事液压技术的设计、制造、使用和维护的工程技术人员、现场工作人员参阅使用, 也可作为应用型工科院校的教学参考书。

本书由山东大学机械工程学院刘延俊编著。孔祥臻、臧贻娟、于刚、王辉、谢玉东、高新华、刘秀梅、任慧丽等参与了本书文献资料的搜集、文稿录入整理和部分插图的绘制等工作。

感谢本书编写过程中曾给予大力支持的单位、个人及参考文献的各位作者, 特别感谢山东山大液压气动有限公司为本书的编写提供了大量详实的技术资料。由于作者学识水平有限, 书中若有不妥之处, 恳求广大读者和从事液压技术工作的专家及同行们批评指正。

编著者
2006 年 5 月

目 录

第 1 章 液压元件及传动系统概述	1
1.1 液压传动系统的组成	1
1.1.1 液压传动系统的组成	1
1.1.2 液压元件的分类	2
1.1.3 液压元件的基本参数	2
1.2 液压传动系统的图形符号	2
1.2.1 概述	2
1.2.2 基本符号、管路及连接	3
1.2.3 控制机构和控制方法	4
1.2.4 泵、马达和缸	5
1.2.5 控制元件	6
1.2.6 辅助元件	7
1.3 液压系统的应用特点与故障诊断技术的发展趋势	9
1.3.1 液压系统的应用特点	9
1.3.2 液压系统故障诊断的发展趋势	9
第 2 章 液压油的选用与污染防治	13
2.1 液压油的物理性质	13
2.1.1 液压油的密度	13
2.1.2 液压油的可压缩性	13
2.1.3 液压油的黏性	14
2.2 液压油的分类与选用	17
2.2.1 液压油的分类	17
2.2.2 几种常见的国产液压油	18
2.2.3 对液压油的要求	20
2.2.4 液压油的选择和使用	20
2.3 液压油的污染控制	22
2.3.1 污染物的种类及危害	22
2.3.2 污染的原因	23
2.3.3 污染的测定	23
2.3.4 污染度的等级	24
2.3.5 液压油液品质的判断	25
2.3.6 液压油液的污染控制	26
2.4 液压油的使用与维护	27

2.4.1	液压油的存放	27
2.4.2	液压油使用过程中存在的问题	27
2.4.3	液压油的使用与维护	28
第3章	液压元件使用与维修	30
3.1	液压泵使用与维修	30
3.1.1	液压泵使用与维护概述	30
3.1.2	柱塞泵常见故障及排除	31
3.1.3	齿轮泵常见故障及排除	35
3.1.4	叶片泵常见故障及排除	36
3.2	液压控制阀使用与维修	39
3.2.1	液压控制阀概述	39
3.2.2	方向控制阀常见故障及排除	39
3.2.3	压力控制阀常见故障及排除	46
3.2.4	流量控制阀常见故障及排除	53
3.2.5	叠加阀常见故障及排除	58
3.2.6	插装阀常见故障及排除	58
3.2.7	伺服阀常见故障及排除	65
3.2.8	比例阀常见故障及排除	65
3.3	液压执行元件使用与维修	67
3.3.1	液压马达常见故障及排除	67
3.3.2	液压缸常见故障及排除	71
3.4	液压辅助元件使用与维修	84
3.4.1	滤油器常见故障及排除	84
3.4.2	蓄能器常见故障及排除	86
3.4.3	油箱常见故障及排除	89
3.4.4	热交换器常见故障及排除	91
3.4.5	连接件常见故障及排除	94
3.4.6	密封装置常见故障及排除	97
第4章	液压基本回路的故障分析与排除	102
4.1	压力控制回路的故障分析与排除	102
4.1.1	调压回路故障分析与排除	102
4.1.2	保压回路的故障分析与排除	103
4.1.3	减压回路的故障分析与排除	106
4.1.4	增压回路的故障分析与排除	108
4.1.5	卸荷回路的故障分析与排除	109
4.1.6	平衡回路的故障分析与排除	113
4.2	方向控制回路的故障分析与排除	117
4.2.1	换向回路的故障分析与排除	117

4.2.2	锁紧回路的故障分析与排除	120
4.3	调速回路的故障分析与排除	121
4.3.1	节流调速回路的故障分析及排除	121
4.3.2	容积调速回路的故障分析及排除	124
4.3.3	联合调速液压回路的故障分析及排除	125
4.4	快速运动回路的故障分析与排除	127
4.4.1	双泵供油快速回路的故障分析及排除	127
4.4.2	差动连接快速回路的故障分析及排除	128
4.4.3	靠滑块(活塞活塞杆)自重下降的快速回路的故障分析与排除	129
4.4.4	用蓄能器的快速回路的故障分析及排除	131
4.5	速度换接回路的故障分析与排除	132
4.5.1	快进和工进运动的速度换接回路的故障分析与排除	132
4.5.2	两种工作进给速度的换接回路的故障分析与排除	134
4.6	多缸动作回路的故障分析与排除	135
4.6.1	顺序动作回路的故障分析与排除	135
4.6.2	同步回路的故障分析与排除	138
第5章	液压系统常见故障的分析排除与典型实例	147
5.1	液压系统的工作压力失常, 压力上不去	147
5.2	欠速	148
5.2.1	欠速的影响	148
5.2.2	欠速产生的原因	148
5.2.3	欠速排除方法	149
5.3	振动和噪声	149
5.3.1	振动(含共振)和噪声的危害	149
5.3.2	共振、振动和噪声产生的原因	149
5.3.3	减少振动和降低噪声的措施	150
5.4	爬行	151
5.4.1	概述	151
5.4.2	产生爬行的具体原因	152
5.4.3	消除爬行的方法	153
5.5	液压油的污染	154
5.5.1	液压油污染的危害	154
5.5.2	液压油污染物的来源	154
5.5.3	液压油的污染控制	155
5.6	系统温升	155
5.6.1	温升的不良影响	155
5.6.2	造成温升过大的原因	156
5.6.3	防止油温升高的措施	156

5.7	空穴现象	157
5.7.1	空穴的危害	157
5.7.2	空穴产生的原因	158
5.7.3	防止空气进入和气穴产生的方法	159
5.8	水分进入系统与系统内部的锈蚀	160
5.9	炮鸣	161
5.9.1	“炮鸣”及其原因	161
5.9.2	“炮鸣”的危害	161
5.9.3	防止产生“炮鸣”现象的方法	161
5.10	液压冲击	164
5.11	液压卡紧和其他卡紧现象	166
5.12	典型液压系统故障分析与排除实例	167
5.12.1	平板轮辋刨渣机液压系统故障诊断与排除方法	167
5.12.2	双立柱带锯机液压系统的故障分析与排除	170
5.12.3	丁基胶涂布机液压系统的故障分析与排除	174
5.12.4	弯管机液压系统的故障分析与排除	177
5.12.5	立磨液压机液压系统的故障分析与排除	180
5.12.6	剪绳机液压系统的故障分析与排除	183
5.12.7	盘式热分散机液压系统的故障分析与排除	185
5.12.8	垃圾压缩中转站液压系统的故障分析与排除	190
5.12.9	机车防蹯液压系统的故障分析与排除	192
5.12.10	轮胎脱模机三缸比例同步液压系统的故障分析与排除	194
5.12.11	二通插装方坯剪切机液压系统的常见故障与排除	198
第6章	液压系统的安装、调试、使用与维护	201
6.1	液压系统的安装	201
6.1.1	流体连接件的安装	201
6.1.2	液压元件的安装	206
6.2	液压系统的清洗	208
6.2.1	液压系统的清洁度标准	208
6.2.2	液压系统的实用清洗方法	209
6.2.3	液压系统的两次清洗	210
6.3	液压系统的调试	212
6.3.1	液压系统调试前的准备	212
6.3.2	液压系统的调试	213
6.3.3	液压系统的试压	214
6.4	液压系统的使用、维护和保养	215
6.4.1	液压系统的日常检查	215
6.4.2	液压油的使用和维护	216

6.4.3	防止空气进入系统	217
6.4.4	防止油温过高	217
6.4.5	检修液压系统的注意事项	218
6.5	200t 棉花打包机液压系统安装、调试、使用与维护举例	219
6.5.1	200t 液压棉花打包机液压系统的安装与调试	219
6.5.2	200t 棉花打包机液压系统的使用维护与保养	223
6.5.3	200t 棉花打包机液压系统常见故障与排除方法	224
第7章	液压系统的故障诊断	227
7.1	液压系统的故障原因分析	227
7.1.1	设计原因	227
7.1.2	制造原因	227
7.1.3	使用原因	228
7.1.4	液压油污染的原因	228
7.2	液压系统的故障特征与诊断步骤	229
7.2.1	液压系统的故障特征	229
7.2.2	液压系统的故障诊断步骤	230
7.3	液压系统的故障诊断方法	232
7.3.1	直观检查法	232
7.3.2	对比替换法	232
7.3.3	逻辑分析法	233
7.3.4	仪器专项检测法	234
7.3.5	模糊逻辑诊断方法	235
7.3.6	智能诊断方法	236
7.3.7	基于灰色理论的故障诊断方法	236
7.4	150kN 电液机液压系统的故障诊断实例	237
7.4.1	设备简介	237
7.4.2	系统工作原理与故障现象	237
7.4.3	原因分析与故障排除	238
附录	240
参考文献	253

第 1 章 液压元件及传动系统概述

1.1 液压传动系统的组成

1.1.1 液压传动系统的组成

液压传动系统和机械传动系统相比，由于具备功率密度高、结构小巧、配置灵活、组装方便、可靠耐用等独到的特点，因此在国民经济的各个行业中得到了广泛应用。液压传动系统是以运动着的液体作为工作介质，通过能量转换装置将原动机的机械能转变为液体的压力能，然后通过封闭管道、调节控制元件，再通过另一能量装置将液体的压力能转变为机械能的系统。液压传动系统实际上包含液压传动和液压控制两方面的内容，两者是相互联系的，很难截然分开。

图 1-1 所示为一个典型的涂胶设备液压传动系统，它的组成部分有以下五个方面。

① 能源装置 它把原动机的机械能转变成液体的压力能。如图 1-1 中的液压泵 4，它

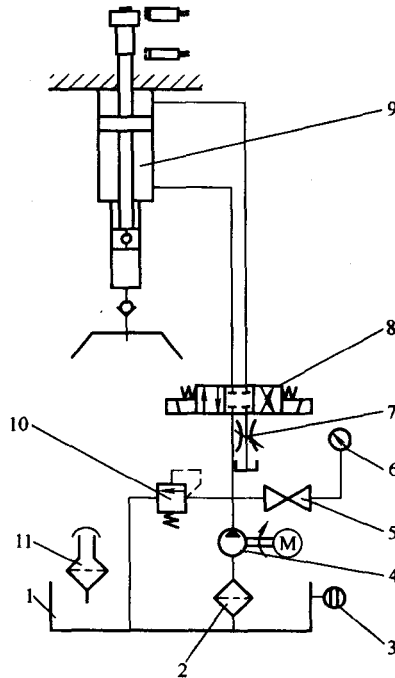


图 1-1 涂胶设备液压传动系统图

1—油箱；2—滤油器；3—液位计；4—液压泵；5—压力表开关；6—压力表；
7—节流阀；8—电磁换向阀；9—液压缸；10—溢流阀；11—空气滤清器

给液压系统提供压力油，使整个系统能够动作起来，液压泵最常见的驱动动力是电动机。

② 执行装置 将液压油的压力能转变成机械能，并对外做功。常用的执行元件是液压缸或液压马达，如图 1-1 中的液压缸 9。

③ 调节控制装置 它们是调节、控制液压系统中液压油的压力、流量和流动方向的。上面实例中，电磁换向阀 8、节流阀 7、溢流阀 10 等液压元件都属于这类装置。

④ 辅助装置 它们是除上述三项以外的其他装置，如上例中的油箱 1、滤油器 2、空气滤清器 11 等。它们对保证液压系统可靠、稳定、持久地工作有重要作用，同时显示液压系统的压力、液位、流量等工作状态。

⑤ 工作介质 液压油或其他合成液体。

1.1.2 液压元件的分类

液压阀已达到几百个品种上千个规格，从不同角度分析液压阀有不同分类方式：按用途可分为方向控制阀、压力控制阀、流量控制阀；按连接方式分为管式连接阀、板式连接阀、法兰式连接阀，目前还出现了叠加式连接阀、插装式连接阀；按工作原理可分为通断式元件、比例式元件和伺服式元件；按组合程度可分为单一阀和组合阀等。

1.1.3 液压元件的基本参数

液压元件的工作能力由其性能参数决定，液压元件的基本参数与液压元件的种类有关，不同的液压元件具有不同的性能参数，其共性的参数与压力和流量相关。

(1) 公称压力

公称压力是标志液压元件承载能力大小的参数。液压元件的公称压力指其在额定工作状态下的名义压力，液压元件的公称压力单位为 MPa (10^6 Pa)。

(2) 公称流量

公称流量是标志液压元件流通性能的参数，公称流量是指液压阀在额定工作状态下通过的名义流量，常用单位为 L/min。

公称压力、公称流量一般在液压元件或液压站的铭牌上已经表示出来，使用液压元件时，工作压力和通过液压元件的流量不要超过其公称压力和公称流量。

1.2 液压传动系统的图形符号

1.2.1 概述

图 1-1 中各元件均采用符号来表示，这些符号只表示元件的职能，不表示元件的结构和参数。GB/T 786.1—1993 为液压元件的职能符号。

为便于大家看懂用职能符号表示的液压系统图，现将图 1-1 中出现的液压元件的主要图形符号介绍如下。

(1) 液压泵图形符号

由一个圆加上一个实心三角来表示，三角箭头向外，表示液压油的输出方向。图中无

箭头的为定量泵，有箭头的为变量泵。

(2) 换向阀的图形符号

为改变液压油的流动方向，换向阀的阀芯位置要变换，它一般可变动 2~3 个位置。根据阀芯可变动的位置数和阀体上的通路数，可组成 x 位 x 通阀。其图形意义如下。

① 换向阀的工作位置用方格表示，有几个方格即表示几位阀。

② 方格内的箭头符号表示油流的连通情况（有时与油液流动方向一致），“T”表示油液被阀芯闭死的符号，这些符号在一个方格内和方格的交点数即表示阀的通路数，也就是外接管路数。

③ 方格外的符号为操纵阀的控制符号，控制形式有手动、电动和液动等。

(3) 压力阀图形符号

方格相当于阀芯，方格中的箭头表示油流的通道，两侧的直线代表进出油管。图中的虚线表示控制油路，压力阀就是利用控制油路的液压力与另一侧弹簧力相平衡的原理进行工作的。




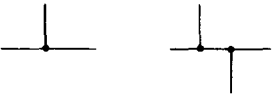
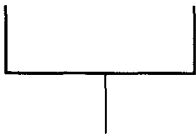

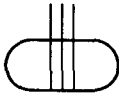





(4) 节流阀图形符号

方格中两圆弧所形成的缝隙表示节流孔道，油液通过节流孔使流量减少，图中的箭头表示节流孔的大小可以改变，亦即通过该阀的流量是可以调节的。

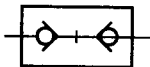

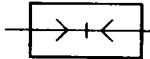

液压系统图中规定：液压元件的图形符号应以元件的静止状态或零位来表示。为了使读者更好得了解液压元件与系统的图形符号，下面分别介绍液压元件的结构要素。

1.2.2 基本符号、管路及连接（表 1-1）

表 1-1 基本符号、管路及连接

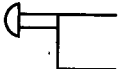
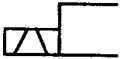
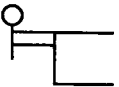
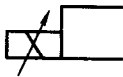
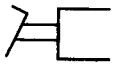
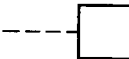

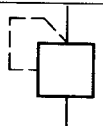

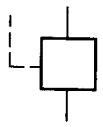

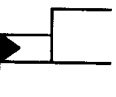
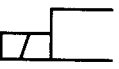
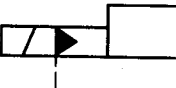
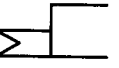
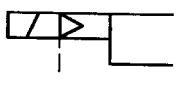
名称	符号	名称	符号
工作管路		管口在液面以下的油箱	
控制管路			
连接管路		管端连接于油箱底部	
交叉管路		密闭式油箱	
柔性管路		直接排气	
组合元件线		带连接措施的排气口	
管口在液面以上的油箱			

续表

名称	符号	名称	符号
带单向阀的快换接头		单通路旋转接头	
不带单向阀的快换接头		三通路旋转接头	

1.2.3 控制机构和控制方法 (表 1-2)

表 1-2 控制机构和控制方法

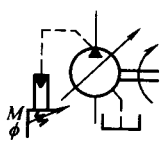
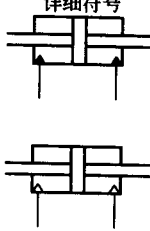

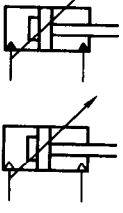
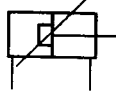
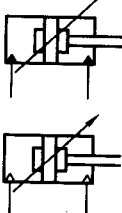
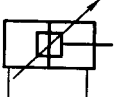
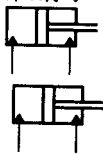

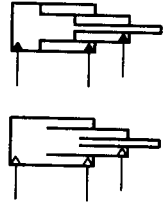
名称	符号	名称	符号
按钮式人力控制		双作用电磁铁	
手柄式人力控制		比例电磁铁	
踏板式人力控制		加压或泄压控制	
顶杆式机械控制		内部压力控制	
弹簧控制		外部压力控制	
滚轮式机械控制		液压先导控制	
单作用电磁铁		电-液先导控制	
气压先导控制		电磁-气压先导控制	

1.2.4 泵、马达和缸 (表 1-3)

表 1-3 泵、马达和缸


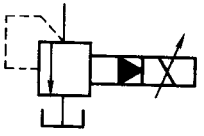
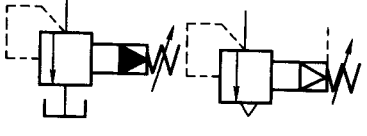
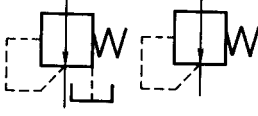
名 称	符 号	名 称	符 号
单向定量液压泵		摆动马达	
双向定量液压泵		单作用弹簧复位缸	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div> <p>详细符号</p> </div> <div> <p>简化符号</p> </div> </div>
单向定量马达		单作用伸缩缸	
双向定量马达		双向变量马达	
单向变量马达		定量液压泵-马达	
单向变量液压泵		变量液压泵-马达	
双向变量液压泵		液压源	

续表

名称	符号	名称	符号
压力补偿变量泵		双作用双活塞杆缸	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>详细符号</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>简化符号</p>  </div> </div>
单向缓冲缸(可调)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>详细符号</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>简化符号</p>  </div> </div>	双向缓冲缸(可调)	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>详细符号</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>简化符号</p>  </div> </div>
双作用单活塞杆缸	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>详细符号</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>简化符号</p>  </div> </div>	双作用伸缩缸	

1.2.5 控制元件 (表 1-4)

表 1-4 控制元件

名称	符号	名称	符号
直动型溢流阀		先导型比例电磁溢流阀	
先导型溢流阀		直动型减压阀	


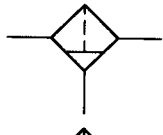
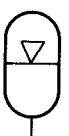
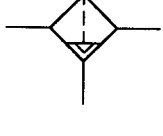

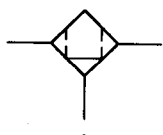

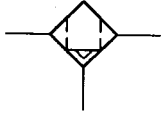

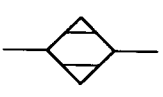

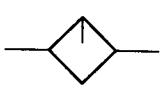

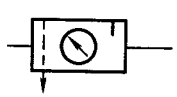
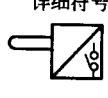

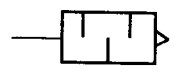
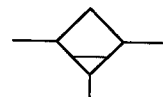
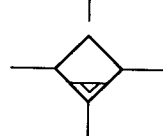
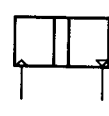
续表

名称	符号	名称	符号
双向溢流阀		先导型顺序阀	
不可调节流阀		卸荷阀	
先导型减压阀		溢流减压阀	
直动阀顺序阀		旁通型调速阀	

1.2.6 辅助元件 (表 1-5)

表 1-5 辅助元件

名称	符号	名称	符号
过滤器		加热器	
磁芯过滤器		流量计	
污染指示过滤器		压力继电器	
冷却器		压力指示器	

名称	符号	名称	符号
蓄能器(一般符号)		空气过滤器	
蓄能器(气体隔离式)			
压力计		除油器	
液面计			
温度计		空气干燥器	
电动机		油雾器	
原动机		气源调节装置	
行程开关	<p>详细符号  一般符号 </p>	消声器	
分水排水器	 	气-液转换器	
		气压源	