



液压工程师实用技术丛书

液压技术 360° 学习方案

液压系统设计

郭玲 龚雪 编著

最新

采用最新修订的国家标准

▶ 充分体现液压行业最新技术成果

▶ 服务高级液压技术人才

▶ 四大特色：**基础、先进、系统、实用**



化学工业出版社

 液压工程师实用技术

液压系统设计

郭玲 龚雪 编著



化学工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

液压系统设计/郭玲, 龚雪编著. —北京: 化学工业出版社, 2015.3

(液压工程师实用技术丛书)

ISBN 978-7-122-22632-7

I. ①液… II. ①郭…②龚… III. ①液压系统-系统设计 IV. ①TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 301669 号

责任编辑: 王 焯

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 刘丽华

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 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 11¼ 字数 301 千字 2015 年 3 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

液压系统设计是各类工程技术人员必备的主要知识内容之一，是保障和提高各类机械设备液压系统及其装置工作性能和延长其使用寿命的重要理论基础。本书系统介绍了液压系统传动技术的基础知识和典型机械液压系统的设计。

我们从实际出发，以能力培养为主线，以打造应用型专业技术人才为原则，根据液压传动技术组成、应用和发展的情况，针对各类机械设备中液压系统应用的实际需要，特编写了本书。本书突出的特点是：

① 内容精练。本书介绍了液压传动系统的基本理论，着重介绍了液压系统组成、功用、表示方法及液压系统原理图的绘制和识读，还介绍了液压系统设计的原则、方法及设计步骤，以及常用液压元件的性能、特点及选用。

② 突出重点。书中用较大篇幅介绍液压系统基本回路，包括方向控制回路、压力控制回路、速度控制回路、常用液压油源回路、多执行元件动作回路、叠加阀控制回路和插装阀控制回路。

③ 注重实用。书中列举了较多液压系统设计实例，包括汽车发动机箱体钻孔组合机床、组合机床动力滑台、叉车工作装置、挖掘机等液压系统的设计。

本书由辽宁石油化工大学郭玲、龚雪编著。第1、2章由郭玲编写；第3~5章由龚雪编写。另外，杨伟、冷冬、孙玲、浦艳敏、胡金玲、董壮生、刘勇刚、王红宇、赵丹杨、赵伟、宋然、王军、孙喜冬、叶丽霞、张丽红、张娇、高霞、郭丽莉、张景丽、牛海山、衣娟、李晓红、高晶晶等为本书的编写提供了帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

目录

C O N T E N T S

第 1 章 液压传动系统概论

| | |
|------------------------------------|----|
| 1.1 传动类型比较及液压传动的特点与应用 | 1 |
| 1.1.1 传动类型的比较与选择 | 1 |
| 1.1.2 液压传动的特点 | 2 |
| 1.2 液压传动的应用 | 3 |
| 1.3 液压系统的组成与表示 | 3 |
| 1.3.1 液压系统的组成及其功用 | 3 |
| 1.3.2 液压系统的表示——图形符号 | 5 |
| 1.4 液压系统原理图的绘制及注意事项 | 10 |
| 1.5 液压系统的分类与应用 | 11 |
| 1.5.1 开式系统和闭式系统 | 11 |
| 1.5.2 固定机械用系统和行走机械用系统 | 12 |
| 1.5.3 液压传动系统和液压控制系统 | 12 |
| 1.5.4 阀控制系统、泵排量控制系统、执行元件控制系统 | 13 |
| 1.5.5 中开式系统和中闭式系统 | 14 |

第 2 章 液压系统的基本回路

| | |
|---------------------------|----|
| 2.1 方向控制回路 | 17 |
| 2.1.1 换向回路 | 17 |
| 2.1.2 锁紧回路 | 18 |
| 2.1.3 制动回路 | 20 |
| 2.2 压力控制回路 | 21 |
| 2.2.1 调压回路 | 21 |
| 2.2.2 减压回路 | 21 |
| 2.2.3 增压回路 | 21 |
| 2.2.4 卸荷回路 | 21 |
| 2.2.5 平衡回路 | 22 |
| 2.2.6 保压回路和泄压(释压)回路 | 23 |
| 2.2.7 缓冲回路 | 23 |
| 2.2.8 制动回路 | 24 |
| 2.3 速度控制回路 | 25 |
| 2.3.1 调速回路 | 25 |

| | | |
|-------|------------------|----|
| 2.3.2 | 增速回路 | 29 |
| 2.3.3 | 减速回路 | 31 |
| 2.3.4 | 同步回路 | 33 |
| 2.4 | 常用液压油源回路 | 34 |
| 2.4.1 | 开式液压系统油源回路 | 34 |
| 2.4.2 | 闭式液压系统油源回路及补油泵回路 | 35 |
| 2.4.3 | 压力油箱油源回路 | 36 |
| 2.5 | 多执行元件动作回路 | 36 |
| 2.5.1 | 顺序动作回路 | 36 |
| 2.5.2 | 同步动作回路 | 38 |
| 2.5.3 | 防干扰回路 | 41 |
| 2.5.4 | 多执行元件卸荷回路 | 42 |
| 2.6 | 叠加阀控制回路 | 43 |
| 2.6.1 | 叠加阀的特点及应用 | 43 |
| 2.6.2 | 叠加阀控制回路实例 | 44 |
| 2.7 | 插装阀控制回路 | 45 |
| 2.7.1 | 插装阀的特点及应用 | 45 |
| 2.7.2 | 插装阀方向控制回路 | 47 |
| 2.7.3 | 插装阀压力控制回路 | 49 |
| 2.7.4 | 插装阀速度控制回路 | 50 |
| 2.7.5 | 插装阀复合控制回路 | 50 |

第3章 典型液压系统分析

| | | |
|-------|---------------------|----|
| 3.1 | 组合机床的液压系统 | 51 |
| 3.1.1 | 概述 | 51 |
| 3.1.2 | YT4543型动力滑台液压系统工作原理 | 51 |
| 3.1.3 | 液压系统的特点 | 53 |
| 3.2 | 压力机液压系统 | 54 |
| 3.2.1 | 概述 | 54 |
| 3.2.2 | 液压系统工作原理 | 54 |
| 3.2.3 | 液压系统的特点 | 56 |
| 3.2.4 | YA32-200型压力机液压系统 | 57 |
| 3.3 | 汽车起重机液压系统 | 59 |
| 3.3.1 | 概述 | 59 |
| 3.3.2 | QY-8型汽车起重机液压系统工作原理 | 60 |
| 3.3.3 | QY-40型汽车起重机液压系统原理 | 62 |
| 3.3.4 | 汽车起重机液压系统的特点 | 68 |
| 3.4 | 单斗液压挖掘机液压系统 | 69 |
| 3.4.1 | 概述 | 69 |
| 3.4.2 | 典型液压系统 | 69 |
| 3.4.3 | 挖掘机液压系统的特点 | 73 |
| 3.5 | 万能外圆磨床液压系统 | 74 |

| | | |
|-------|-------------------------|----|
| 3.5.1 | 概述 | 74 |
| 3.5.2 | 液压系统工作原理 | 75 |
| 3.5.3 | 换向分析 | 77 |
| 3.5.4 | M1432A 型磨床液压系统的特点 | 78 |
| 3.6 | 数控车床液压系统 | 78 |
| 3.6.1 | 卡盘支路 | 78 |
| 3.6.2 | 液压变速机构 | 79 |
| 3.6.3 | 刀架系统的液压支路 | 80 |

第 4 章 液压系统设计方法及设计步骤

| | | |
|-------|-------------------------------|-----|
| 4.1 | 液压系统设计原则 | 81 |
| 4.2 | 液压系统设计方法 | 81 |
| 4.2.1 | 经验设计方法 | 81 |
| 4.2.2 | 计算机仿真设计方法 | 82 |
| 4.2.3 | 优化设计方法 | 85 |
| 4.3 | 液压系统设计流程 | 86 |
| 4.4 | 液压传动系统的设计步骤 | 87 |
| 4.4.1 | 明确液压系统的设计要求 | 87 |
| 4.4.2 | 进行工况分析 | 87 |
| 4.4.3 | 初步确定液压系统方案 | 89 |
| 4.4.4 | 确定液压系统的主要技术参数 | 90 |
| 4.5 | 拟订液压系统原理图 | 92 |
| 4.5.1 | 确定系统类型 | 92 |
| 4.5.2 | 选择液压基本回路 | 93 |
| 4.5.3 | 由基本回路组成液压系统 | 95 |
| 4.6 | 选择液压元件 | 95 |
| 4.6.1 | 液压泵的选择 | 95 |
| 4.6.2 | 选择驱动液压泵的电动机 | 98 |
| 4.6.3 | 液压阀的选择 | 101 |
| 4.6.4 | 执行元件的确定 | 103 |
| 4.6.5 | 辅助元件的选择和设计 | 104 |
| 4.7 | 验算液压系统的性能 | 108 |
| 4.7.1 | 压力损失的验算 | 108 |
| 4.7.2 | 系统发热温升的验算 | 109 |
| 4.8 | 液压控制系统的设计步骤 | 110 |
| 4.8.1 | 明确液压控制系统设计要求 | 110 |
| 4.8.2 | 进行工况分析 | 111 |
| 4.8.3 | 选择控制方案, 拟订控制系统原理图 | 111 |
| 4.8.4 | 静态分析 (确定液压控制系统主要技术参数) | 112 |
| 4.8.5 | 动态分析 | 115 |
| 4.8.6 | 校核控制系统性能 | 115 |
| 4.8.7 | 设计液压油源及辅助装置 | 115 |

| | |
|---------------------------|-----|
| 4.9 技术文件的编制 | 116 |
| 4.10 液压系统的计算机辅助设计软件 | 116 |

第5章 典型液压系统设计实例

| | |
|---------------------------------|-----|
| 5.1 汽车发动机箱体钻孔组合机床液压系统设计计算 | 119 |
| 5.1.1 明确技术要求 | 119 |
| 5.1.2 配置执行元件 | 119 |
| 5.1.3 运动分析和动力分析 | 119 |
| 5.1.4 液压系统主要参数计算和工况图的编制 | 121 |
| 5.1.5 制订液压回路方案, 拟订液压系统原理图 | 122 |
| 5.1.6 计算和选择液压元件 | 123 |
| 5.2 组合机床动力滑台液压系统设计 | 126 |
| 5.2.1 组合机床动力滑台的工作要求 | 126 |
| 5.2.2 设计参数和技术要求 | 127 |
| 5.2.3 工况分析 | 127 |
| 5.2.4 确定主要技术参数 | 128 |
| 5.2.5 拟订液压系统原理图 | 130 |
| 5.2.6 液压元件的选择 | 133 |
| 5.3 叉车工作装置液压系统设计 | 135 |
| 5.3.1 概述 | 135 |
| 5.3.2 初步确定液压系统方案和主要技术参数 | 139 |
| 5.3.3 拟订液压系统原理图 | 142 |
| 5.3.4 选择液压元件 | 144 |
| 5.4 斗轮堆取料机斗轮驱动液压系统设计 | 146 |
| 5.4.1 概述 | 146 |
| 5.4.2 斗轮堆取料机斗轮驱动液压系统的设计要求 | 147 |
| 5.4.3 工况分析 | 147 |
| 5.4.4 初步确定设计方案 | 149 |
| 5.4.5 拟订液压系统原理图 | 149 |
| 5.4.6 确定主要技术参数 | 150 |
| 5.4.7 选择液压元件 | 151 |
| 5.5 压缩机连杆双头专用车床液压系统设计 | 153 |
| 5.5.1 技术要求 | 153 |
| 5.5.2 配置执行元件 | 154 |
| 5.5.3 工况分析 | 154 |
| 5.5.4 液压系统主要参数的确定 | 155 |
| 5.6 板料折弯液压机系统设计计算 | 158 |
| 5.6.1 技术要求及已知条件 | 158 |
| 5.6.2 负载分析和运动分析 | 159 |
| 5.6.3 制订基本方案, 拟订液压系统图 | 162 |
| 5.6.4 液压元件选型 | 162 |
| 5.7 挖掘机液压控制系统设计 | 163 |

| | | |
|-------|-----------------|-----|
| 5.7.1 | 概述 | 163 |
| 5.7.2 | 液压挖掘机液压系统 | 164 |
| 5.7.3 | 工作装置传动计算 | 166 |
| 5.7.4 | 行走机构传动计算 | 167 |
| 5.7.5 | 回转机构传动计算 | 168 |
| 5.7.6 | 其他参数计算 | 169 |
| 5.7.7 | 液压系统回路的设计 | 169 |

参考文献

液压传动系统概论

1.1

传动类型比较及液压传动的特点与应用

在现代生产和日常生活中，广泛使用着各种机械设备，任何完整的机器主要是由原动机、传动装置和工作机三部分组成的。原动机的作用是进行能量的转换，即将其他形式的能转换成机械能，是机器的动力源；工作机构的作用是耗能对外做功；传动装置和控制装置介于原动机和工作机构之间，进行动力传送、控制和分配。辅助装置的作用是次要的，但又是必不可少的。按照传动的机件或工作介质，传动可分为机械传动、电力传动和流体传动。

流体传动可分为气体传动和液体传动。按工作原理的不同，流体传动又可分为液力传动和液压传动。前者是利用流体的动能进行能量转换和传递动力的；后者是利用液体的静压力进行能量转换和传递动力的，因而也称之为静压传动。

液压传动系统是以油液作为工作介质，利用油液的压力能的变化来传递能量的，即利用油液的压力能，通过控制阀门等元件进行操纵液压执行机构工作的一种装置。液压传动系统的工作性能取决于系统设计的合理性和系统元件性能的优劣。

一个完整的液压系统由五个部分组成，即动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件（附件）和液压油。

1.1.1 传动类型的比较与选择

(1) 机械传动

机械传动是指利用机械方式传递动力和运动的传动，在机械工程中应用非常广泛。

优点：古典、成熟、可靠、不易受负载影响。

缺点：笨重、体积大、自由度小、结构复杂、不好实现自动控制。

(2) 电气传动

电气传动是指利用电动机把电能转换成机械能，去带动各种类型的生产机械、交通车辆以及生活中需要运动的物品。

优点：远距离控制、无污染、信号传递迅速、易于实现自动化等。

缺点：体积、重量偏大、惯性大、调速范围小、易受外界负载的影响，受环境影响较大。

(3) 气压传动

气压传动是指利用压缩气体为工作介质，靠气体的压力传递动力或信息的流体传动。传递

动力的系统是将压缩气体经由管道和控制阀输送给气动执行元件，把压缩气体的压力能转换为机械能而做功；传递信息的系统是利用气动逻辑元件或射流元件以实现逻辑运算等功能，也称气动控制系统。

优点：结构简单、成本低，易实现无级变速；气体黏度小，阻力损失小，流速可以很高，能防火、防爆，可在高温下工作。

缺点：空气易压缩，负载对传动特性的影响较大，不宜在低温下工作，只适于小功率传动。

(4) 液压传动

液压传动是利用液体作为工作介质来传递能量和进行控制的传动方式。

液压传动的基本原理：液压系统利用液压泵将原动机的机械能转换为液体的压力能，通过液体压力能的变化来传递能量，经过各种控制阀和管路的传递，借助于液压执行元件（液压缸或马达）把液体压力能转换为机械能，从而驱动工作机构，实现直线往复运动和回转运动。其中的液体称为工作介质，一般为矿物油，它的作用和机械传动中的带、链条和齿轮等传动元件相类似。

液压传动与其他传动方式的综合比较如表 1-1 所示。

表 1-1 液压传动与其他传动方式的综合比较

| 性能 | 机械传动 | 电气传动 | 气压传动 | 液压传动 |
|-----------|-------|------|------|--------------|
| 输出力 | 较大 | 不太大 | 稍大 | 大 |
| 速度 | 低 | 高 | 高 | 较高 |
| 质量功率比 | 较小 | 中等 | 中等 | 小 |
| 响应性 | 中等 | 高 | 低 | 高 |
| 负载引起的特性变化 | 几乎无 | 几乎无 | 很大 | 稍有 |
| 定位性 | 良好 | 良好 | 不良 | 稍好 |
| 无级调速 | 较困难 | 良好 | 较好 | 良好 |
| 远程操作 | 困难 | 特别好 | 良好 | 良好 |
| 信号变换 | 困难 | 容易 | 较困难 | 困难 |
| 调整 | 稍困难 | 容易 | 稍困难 | 容易 |
| 结构 | 一般 | 稍微复杂 | 简单 | 稍复杂 |
| 管线配置 | 较简单 | 不特别 | 稍复杂 | 复杂 |
| 环境适应性 | 一般 | 不太好 | 好 | 较好,但易燃 |
| 危险性 | 无特别问题 | 注意漏电 | 几乎无 | 注意防火 |
| 动力源失效时 | 不能工作 | 不能工作 | 有余量 | 可通过蓄能器完成若干动作 |
| 工作寿命 | 一般 | 较短 | 长 | 一般 |
| 维护要求 | 简单 | 较高 | 一般 | 高 |
| 价格 | 一般 | 稍高 | 低 | 稍高 |

1.1.2 液压传动的特点

(1) 液压传动的优点

- ① 体积小、重量轻、惯性小、响应速度快。
- ② 能够实现无级调速，调速范围广。

- ③ 可缓和冲击，运动平稳。
- ④ 容易实现过载保护。
- ⑤ 液压元件有自我润滑作用，使用寿命较长。
- ⑥ 容易实现自动控制。

(2) 液压传动的缺点

- ① 泄漏问题（可通过工艺克服）。
- ② 控制复杂一些，非线性因素多、难以精确建模。
- ③ 能量经过两次转换，效率比其他传动方式低。
- ④ 液压元件的制造和维护要求较高。

总的来说，液压传动的优点较多，缺点正随着科学技术的进步逐步地被克服，液压传动在现代化生产中有着广阔的发展前景。

1.2

液压传动的应用

液压传动在工程机械、交通运输机械、起重机械、矿山机械、钢铁冶炼与轧制机械、机床工业、钻探机械、农业机械、轻工机械以及飞行器、火炮、雷达、军舰等军事工业上，都有广泛的应用。在铁道运输，筑路、养路等施工机械，装卸机械，机车发动机的控制，高速列车横向稳定性控制，列车制动控制装置，机车车辆振动试验台，特大型车辆的导向装置，以及这些机械设备的制造与维修所用的专机、流水线和自动线，都广泛应用液压传动与控制，如表 1-2 所示。

表 1-2 液压传动在各个行业中的应用

| 行业名称 | 应用场合举例 |
|---------|------------------------|
| 工程机械 | 挖掘机、装载机、推土机、压路机等 |
| 建筑机械 | 打桩机、平地机等 |
| 汽车工业 | 自卸式汽车、平板车、高空作业车等 |
| 农业机械 | 联合收割机、拖拉机等 |
| 轻工、化工机械 | 打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、造纸机等 |
| 起重运输机械 | 起重机、叉车、装卸机械、液压千斤顶等 |
| 矿山机械 | 开采机、液压支架、提升机等 |
| 纺织机械 | 织布机、印染机等 |

1.3

液压系统的组成与表示

1.3.1 液压系统的组成及其功用

如图 1-1 所示为一驱动机床工作台的液压传动系统。它由油箱 1、过滤器 2、液压泵 3、溢

流阀 4、换向阀 5 和 7、节流阀 6、液压缸 8 以及连接这些元件的油管、管接头等组成。驱动机床工作台的液压传动系统的工作原理是：液压泵由电动机带动旋转后，油液经过滤器进入液压泵的吸油腔，在泵中转换成高压油后输出。在图 1-1(a) 所示状态下，通过换向阀 5、节流阀 6，经换向阀 7 进入液压缸左腔，此时液压缸右腔的油液经换向阀 7 和回油管排回油箱，液压缸中的活塞推动工作台 9 向右移动。

如果将换向阀 7 的手柄移动成如图 1-1(b) 所示的状态，则经节流阀 6 的压力油将由换向阀 7 进入液压缸的右腔，此时液压缸左腔的油经换向阀 7 和回油管排回油箱，液压缸中的活塞将推动工作台向左移动。因而换向阀 7 的主要功用就是控制液压缸及工作台的运动方向。系统中的换向阀 5 若处于图 1-1(c) 的位置，则液压泵输出的压力油将经换向阀 5 直接回油箱，系统处于卸荷状态，液压油不能进入液压缸，所以换向阀 5 又称为开停阀。

工作台的移动速度是通过节流阀 6 来调节的。当节流阀的开口大时，进入液压缸的油液流量增大，工作台移动速度就快；反之，工作台移动速度将减慢。溢流阀 4 起调压作用。

从上述分析可知：液压传动是利用液体的压力能来传递动力的一种传动形式，液压传动的过程是将机械能转换成液压能，经控制再将液压能转换成机械能去做功。

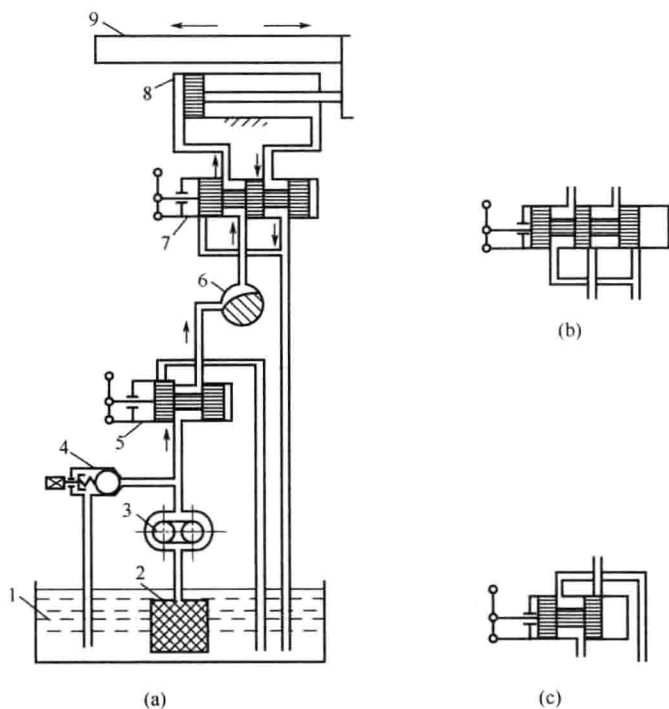


图 1-1 机床工作台液压传动系统

1—油箱；2—过滤器；3—液压泵；4—溢流阀；5、7—换向阀；6—节流阀；8—液压缸；9—工作台

综上所述，液压传动系统主要由四个部分组成：动力元件、执行元件、控制元件、辅助元件。

动力元件——液压泵，将电动机的机械能转换成液体的压力能，是液压系统的能源。

执行元件——液压缸，将液体的压力能转换成机械能，用来驱动负载。

控制元件——溢流阀、换向阀、单向阀和节流阀等都是控制装置，用来控制系统中液体的压力、液流的方向和流量，使执行机构完成预期的运动。

辅助元件——油箱、压力表、管路以及各种信号转换器等，在液压系统中起着输送、储存、散热和过滤液体以及测量等作用，在系统中是必不可少的，对保证系统正常工作有着重要

的作用。

1.3.2 液压系统的表示——图形符号

如图 1-1 所示,组成液压传动系统的各个元件是用半结构式图形绘制出来的。用半结构式图形绘制的原理图直观性强,容易理解,但绘制起来比较麻烦,特别是当系统中的元件数量比较多时更是如此。所以,在工程实际中,除某些特殊情况外,一般都用简单的图形符号来绘制液压传动系统原理图。常用液压元件图形符号的画法如表 1-3~表 1-9 所示。

表 1-3 管路连接和管接头基本符号



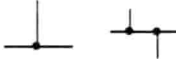
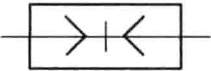

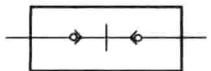



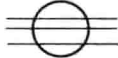









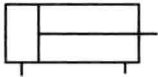
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|------|---|-----------|---|
| 工作管路 |  | 组合元件线 |  |
| 连接管路 |  | 不带单向阀快速接头 |  |
| 控制管路 |  | 带单向阀快换接头 |  |
| 交叉管路 |  | 单路通旋转接头 |  |
| 柔性管路 |  | 三路通旋转接头 |  |

表 1-4 泵、马达和液压缸基本符号

| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|-----------|---|----------|---|
| 液压泵(一般符号) |  | 双向变量液压泵 |  |
| 单向定量减压泵 |  | 双向定量马达 |  |
| 双向变量减压泵 |  | 单向变量马达 |  |
| 单向变量减压泵 |  | 双向变量马达 |  |
| 定量减压泵马达 |  | 双作用单活塞杆缸 |  |

续表

| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|-----------|----|--------|----|
| 整体式减压传动装置 | | 单向缓冲缸 | |
| 摆动马达 | | 双向缓冲缸 | |
| 单作用弹簧复位缸 | | 单作用伸缩缸 | |
| 增压器 | | 双作用伸缩缸 | |

表 1-5 控制机构和控制方法基本符号

| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|----------|----|-----------|----|
| 按钮式人力控制 | | 单向滚轮式机械控制 | |
| 手柄式人力控制 | | 滚轮式机械控制 | |
| 踏板式人力控制 | | 顶杆式机械控制 | |
| 弹簧式机械控制 | | 气压先导控制 | |
| 减压二级先导控制 | | 液压先导内控 | |
| 电动机选装控制 | | 气液先导控制 | |
| 单作用电磁控制 | | 内部压力控制 | |
| 双作用电磁控制 | | 电液先导控制 | |
| 加压式液压控制 | | 电气先导控制 | |

续表

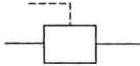

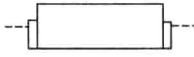
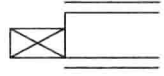
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|--------|---|----------|--|
| 外部压力控制 |  | 液压先导泄压控制 |  |
| 差动控制 |  | 电反馈控制 |  |

表 1-6 方向控制阀基本符号


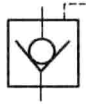
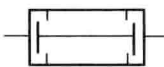
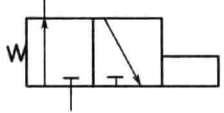
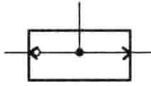
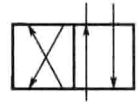
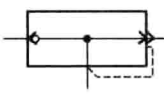
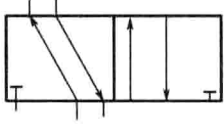
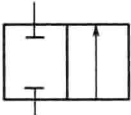
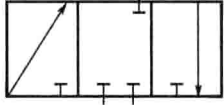
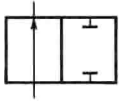
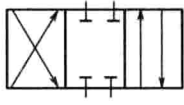
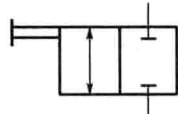
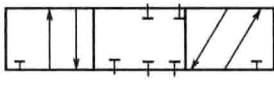
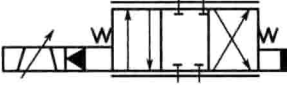
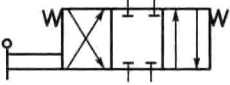
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|-------------|---|-----------|--|
| 单向阀 |  | 液控单向阀 |  |
| 与门型梭阀 |  | 二位三通电磁换向阀 |  |
| 或门型梭阀 |  | 二位四通换向阀 |  |
| 快速排气阀 |  | 二位五通换向阀 |  |
| 常闭式二位二通换向阀 |  | 三位三通换向阀 |  |
| 常开式二位二通换向阀 |  | 三位四通换向阀 |  |
| 二位二通人力控制换向阀 |  | 三位五通换向阀 |  |
| 二级四通电液伺服阀 |  | 三位四通手动换向阀 |  |

表 1-7 压力控制阀基本符号

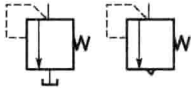
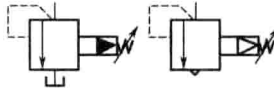
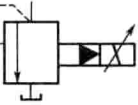
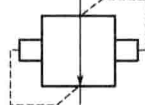


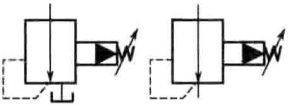
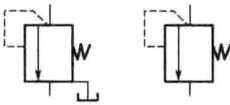
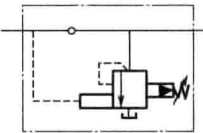
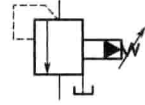
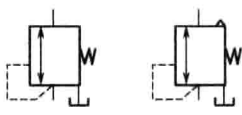
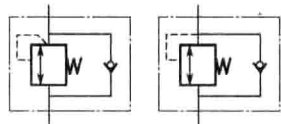
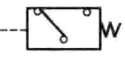
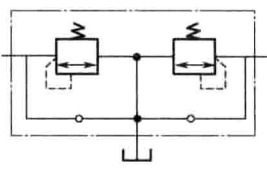
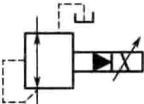
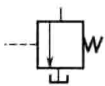

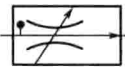

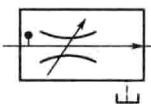
| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|-------------|---|---------|--|
| 直动型溢流阀 |  | 先导型溢流阀 |  |
| 先导型电磁比例溢流阀 |  | 定比减压阀 |  |
| 直动内控减压阀 |  | 定差减压阀 |  |
| 先导型减压阀 |  | 直动型顺序阀 |  |
| 卸荷溢流阀 |  | 先导型顺序阀 |  |
| 溢流减压阀 |  | 平衡单向顺序阀 |  |
| 压力溢流阀 |  | 制动阀 |  |
| 先导型比例电磁式溢流阀 |  | 制动型卸荷阀 |  |

表 1-8 流量控制阀基本符号

| 名称 | 符号 | 名称 | 符号 |
|--------|---|----------|--|
| 不可调节流阀 |  | 温度补偿型调速阀 |  |
| 可调节流阀 |  | 旁通型调速阀 |  |