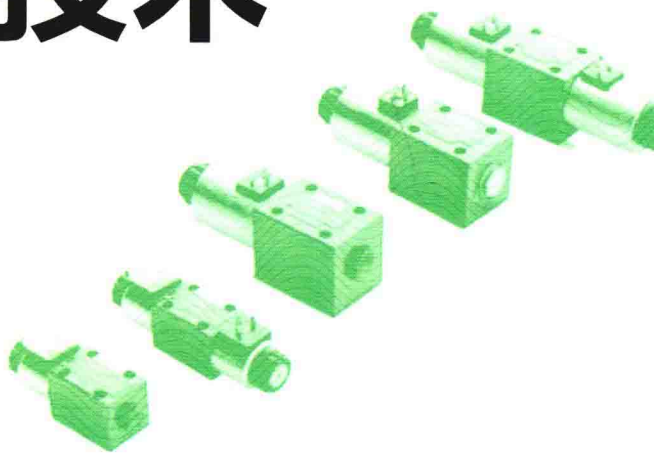




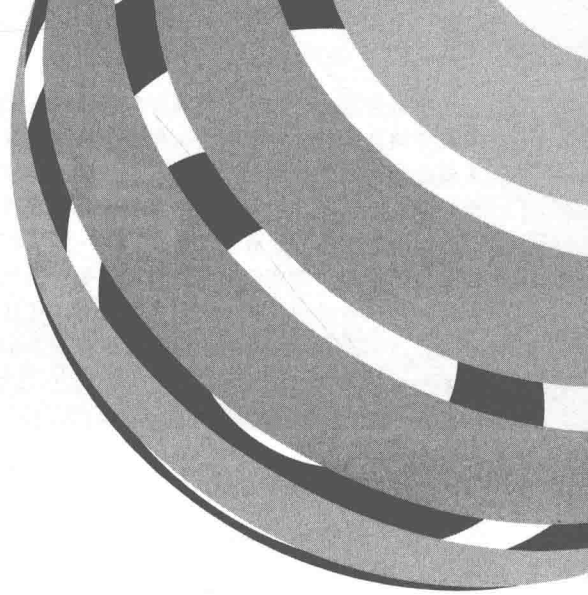
YEYA YUANJIAN XUANXING
YU XITONG CHENGTAO JISHU

液压元件选型与 系统成套技术

张利平 编著



化学工业出版社



YEYA YUANJIAN XUANXING
YU XITONG CHENGTAO JISHU

液压元件选型与 系统成套技术

张利平 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书分上、下两篇。上篇在对液压泵、马达、缸和各类液压辅件的基本原理进行简要介绍的基础上，重点介绍其分类、典型结构、典型产品及选型要点（含油液选择）。下篇在介绍液压装置的选型及其成套技术要点的基础上，重点介绍液压泵站、液压阀组（站）、液压总成的结构成套设计方法及其安装调试、运转维护和故障诊断方法。全书以系统性、先进性、新颖性和实用性为目标，融知识性和资料性为一体。

本书可供各行业液压气动技术的一线工作人员（设计研发、加工制造、安装调试、操作维护、故障诊断及点检定检、管理营销和教育培训等）使用，也可作为高等院校、职业院校的选修课和实训课教材、课程设计和毕业设计及科研开发的参考书，还可作为设备和技术培训机构及工矿企业的短期培训、上岗培训教材及自学教材，同时可供液压技术爱好者学习参阅。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压元件选型与系统成套技术/张利平编著. —北京:
化学工业出版社, 2017. 11
ISBN 978-7-122-30711-8

I. ①液… II. ①张… III. ①液压元件-系统设计-成套技术-研究 IV. ①TH137.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 243685 号

责任编辑：黄 滢
责任校对：王素芹

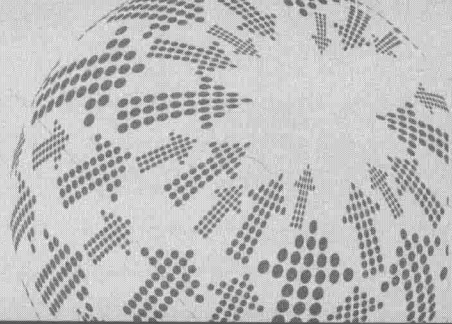
文字编辑：张燕文
装帧设计：王晓宇

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 装：三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 字数 556 千字 2018 年 1 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：98.00 元

版权所有 违者必究



前言

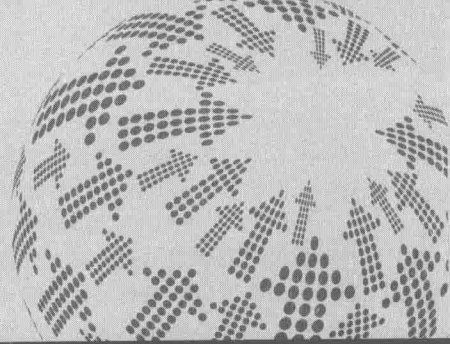
元件选型与系统成套在液压技术的设计制造、安装调试、运转维护及故障诊断等各个环节中都占有重要地位。然而因目前以此为主题的图书尚较少,广大读者及液压技术工作者只能从散见于各类教科书和工具书上的零星资料中查找相关内容,费时费力,系统性和时效性较差。为了反映近年来液压元件及系统在结构型式、产品性能、应用特点上的新发展和新变化,为液压技术工作者的具体工作提供便捷的解决方法及经验,提供最新最实用的资料数据,满足工程实际需要,解决液压工作者在元件的选型与替代、系统结构类型的选择、设计与维护及故障诊断排除等方面的实际难题,提升液压技术的设计制造与使用维护水平,在总结近年来液压技术科研、教学(培训)及对企业进行技术指导、解决现场难题的经验,并在收集一些国内外新材料的基础上,编写了《液压元件选型与系统成套技术》一书。

本书分上、下两篇。上篇在对液压泵、马达、缸和各类液压辅件的基本原理进行简要介绍的基础上,重点介绍其分类、典型结构、典型产品及选型要点(含油液选择)。下篇在介绍液压装置的选型及其成套技术要点的基础上,重点介绍液压泵站、液压阀组(站)、液压总成的结构成套设计方法及其安装调试、运转维护和故障诊断方法。全书以系统性、先进性、新颖性和实用性为目标,融知识性和资料性为一体,在介绍基本内容的同时,对新技术、新方法、新产品、新标准和工程实际中的一些经验做法及现场使用维护和故障诊断等内容给予了更多关注,对液压系统原理及液压装置结构成套施工设计中的 CAD 技术进行了引导性介绍。书中液压元件和系统的图形符号均采用现行标准 GB/T 786.1—2009 绘制。书末收录的 GB/T 3766《液压系统通用技术条件》和 JB/T 58207《液压系统总成出厂检验技术条件》两个标准可供在液压元件选型和系统成套工作中参考。

本书可供各行业液压气动技术的一线工作人员(设计研发、加工制造、安装调试、操作维护、故障诊断及点检定检、管理营销和教育培训等)使用,也可作为高等院校、职业院校的选修课和实训课教材、课程设计和毕业设计及科研开发的参考书,还可作为设备和技术培训机构及工矿企业的短期培训、上岗培训教材及自学教材,同时可供液压技术爱好者学习参阅。

本书由张利平编著。张津、山峻、张秀敏参与了本书素材及标准资料、文稿的整理、录入工作,并提供了宝贵的国外液压装置素材,王金业、向其兴、刘健、刘鹏程、樊志涛、耿卫晓、窦赵明、赵丽娜、朱林丽、李震、顾敬伟、田贺等参与了本书图稿的绘制。在本书编著中,全国各地的许多企业界朋友为本书提供了宝贵资料、现场案例、翔实信息及宝贵经验,在此特向他们及参考文献的各位作者一并表示诚挚谢意。对于本书中的疏漏和不当之处,欢迎同行专家及读者批评指正。

编著者



目录

上篇 液压元件选型

第 1 章 液压元件及系统概论 1	2.5.1 齿轮泵..... 23
1.1 液压系统的组成与表示..... 1	2.5.2 叶片泵..... 23
1.1.1 液压系统的组成及功用..... 1	2.5.3 轴向柱塞泵..... 24
1.1.2 液压系统的表示——图形符号..... 2	2.5.4 径向柱塞泵..... 26
1.1.3 液压系统原理图的绘制和识读..... 4	2.6 典型产品..... 27
1.2 液压元件正确选型的意义与选型自动计算..... 5	2.6.1 齿轮泵..... 27
1.2.1 正确选型的意义..... 5	2.6.2 叶片泵..... 29
1.2.2 选型自动计算..... 5	2.6.3 螺杆泵..... 35
1.3 液压装置的结构型式及其适用场合..... 6	2.6.4 轴向柱塞泵..... 36
1.3.1 分散配置型液压装置..... 6	2.6.5 径向柱塞泵..... 40
1.3.2 集中配置型液压装置（液压站）..... 7	2.6.6 超高压液压泵..... 41
1.4 液压系统成套技术概述..... 10	2.6.7 水压液压泵..... 42
第 2 章 液压泵及其选型 11	2.7 液压泵的选型..... 42
2.1 基本原理与结构特征..... 11	2.7.1 选择原则..... 42
2.2 类型符号及结构特点..... 12	2.7.2 类型选择..... 43
2.3 性能参数及比较..... 15	2.7.3 基本参数的选择..... 44
2.4 变量控制方式..... 18	2.7.4 其他项目的选定..... 50
2.4.1 变量基本原理及常用方法..... 18	第 3 章 液压马达及其选型 51
2.4.2 变量控制方式及其特性..... 19	3.1 基本原理与结构特征..... 51
2.5 典型结构..... 23	3.2 类型符号及结构特点..... 52
	3.3 性能参数及比较..... 55
	3.4 变量（调速）原理及方法..... 58
	3.4.1 变量（调速）基本原理..... 58
	3.4.2 变量方法..... 58
	3.5 典型结构..... 59
	3.5.1 轴配流行星转子式摆线内啮合齿轮马达..... 59

3.5.2	单作用径向柱塞马达	60	5.1	类型符号与原理特点	83
3.5.3	多作用径向柱塞马达——钢 球柱塞传力式(球塞式)内 曲线马达	60	5.2	主要参数	85
3.5.4	螺杆马达	62	5.3	安装型式	86
3.6	典型产品	62	5.4	典型结构及组成部分	88
3.6.1	齿轮马达	62	5.4.1	典型结构	88
3.6.2	叶片马达	65	5.4.2	组成部分	90
3.6.3	轴向柱塞马达	65	5.5	典型产品	90
3.6.4	径向柱塞马达	68	5.6	液压缸的选型	91
3.6.5	水压马达	69	5.6.1	选型内容与步骤	91
3.7	液压马达的选型	70	5.6.2	结构类型及安装方式的 选择	91
3.7.1	选择原则与依据	70	5.6.3	确定液压缸的作用力(负载) 及速度	93
3.7.2	结构类型的选择	70	5.6.4	确定液压缸的主要尺寸 参数	95
3.7.3	规格(排量)的选择	71	5.6.5	确定液压缸的型号 规格	96
3.7.4	工况[实际工作压力(或压差)、 流量和功率]计算	71	5.7	液压缸的设计	96
3.7.5	寿命评估或验算	72	第6章 液压控制阀及其选型	97	
3.7.6	其他项目的选定	73	6.1	基本原理及分类符号	97
第4章 摆动液压马达及其选型	74		6.2	基本参数与基本要求	101
4.1	基本原理及分类符号	74	6.3	典型结构	102
4.2	结构特点与性能参数	74	6.3.1	普通液压阀	102
4.3	典型结构	78	6.3.2	特殊液压阀	104
4.3.1	叶片式摆动液压马达	78	6.4	性能比较与适用场合	107
4.3.2	活塞式齿条齿轮型摆动液压 马达	78	6.5	典型产品	108
4.3.3	来复式摆动液压马达	79	6.5.1	普通液压阀产品系列	108
4.4	典型产品	79	6.5.2	特殊液压阀产品系列	110
4.5	摆动液压马达的选型	80	6.6	普通液压阀与叠加阀及插装阀的 选型要点	114
4.5.1	选型依据	80	6.6.1	选型的一般原则	114
4.5.2	结构类型选择	81	6.6.2	类型选择	114
4.5.3	转角的选定	81	6.6.3	规格型号的确定	115
4.5.4	输出转矩和工作压力的 选用	81	6.6.4	公称压力与额定流量的 选择	115
4.5.5	启动压力和内泄漏量的 考虑	81	6.6.5	操纵方式的选择	116
4.5.6	终端缓冲与止动(限位) 措施	82	6.6.6	安装连接方式的选择	116
4.5.7	工作介质的选用	82	6.6.7	液压工作介质的选择	117
第5章 液压缸及其选型	83		6.6.8	经济性及其他因素的 选择	117

6.6.9 普通液压阀选型考虑因素 总览	117	产品	136
6.7 电液伺服阀的选型	118	7.2.5 蓄能器的选型	137
6.7.1 阀的类型选择	118	7.3 热交换器与温控元件及其 选型	138
6.7.2 静态指标选择	118	7.3.1 冷却器及其选型	138
6.7.3 动态指标选择	120	7.3.2 加热器及其选型	141
6.7.4 其他因素	120	7.3.3 温控仪表及其选型	142
6.7.5 线圈连接方式的选用	120	7.4 管件及其选型	142
6.7.6 液压油源的选择	121	7.4.1 管路及其选型	143
6.7.7 污染控制	122	7.4.2 管接头及其选型	146
6.7.8 性能检查、调整与 更换	122	7.4.3 连接法兰及其选型	149
6.8 电液比例阀的选型	123	7.4.4 螺塞与堵头及其选型	150
6.8.1 阀的种类选择	123	7.4.5 管夹及其选型	150
6.8.2 静态指标选择	123	7.5 压力测量元件及其选型	151
6.8.3 动态指标选择	124	7.5.1 压力表与压力传感器及其 选型	151
6.8.4 注意事项	124	7.5.2 压力表开关及其选型	153
第7章 液压辅件及其选型	126	7.6 密封装置(件)及其选型	155
7.1 过滤器及其选型	126	7.6.1 要求类型及材料	156
7.1.1 油液过滤器的功用、符号及 类型	126	7.6.2 密封基本原理及密封装置选型 设计要点	156
7.1.2 油液过滤器的基本组成与典型 结构	127	7.6.3 常用密封装置(件)的特点及 应用	157
7.1.3 油液过滤器的性能 参数	128	第8章 液压油液及其选用	161
7.1.4 油液过滤器的典型 产品	129	8.1 性质与要求	161
7.1.5 油液过滤器的选型 要点	129	8.2 分类、命名、代号与种类、 特性	164
7.1.6 液压空气过滤器及其 选型	131	8.2.1 分类、命名、代号	164
7.2 蓄能器及其选型	132	8.2.2 常用液压油液的组成、特性及 适用场合	165
7.2.1 原理及分类	132	8.3 液压油液选用要点	167
7.2.2 典型结构及符号特点	132	8.3.1 品种的选择	167
7.2.3 气囊式蓄能器的参数及其 计算	133	8.3.2 黏度等级(牌号)的 选择	169
7.2.4 气囊式蓄能器典型 产品	136	8.3.3 难燃液压液的选用	169
		8.3.4 进口液压设备换用国产油液 要点	170

下篇 液压系统成套技术

第9章 液压系统成套技术要点

9.1 液压系统设计的一般设计

流程	171	11.1 集成方式	207
9.1.1 液压系统设计的内容 步骤	171	11.2 无管集成液压阀组的类型、设计流程 及共性要求	207
9.1.2 液压系统设计的共性 要求	172	11.2.1 类型特点及适用场合	207
9.1.3 设计简例——压力机液压系统 功能原理设计	172	11.2.2 设计流程及共性要求	211
9.1.4 液压系统原理图的 CAD	174	11.3 块式集成液压阀组的成套设计 要点	214
9.2 液压系统成套设计及其内容步骤与 注意事项	176	11.3.1 分解液压系统并绘制集成块单元 回路图	215
9.2.1 液压装置的结构类型及其 选择	176	11.3.2 集成块的设计	216
9.2.2 集中配置型液压装置——液压 站的成套设计内容步骤与注意 事项	176	11.3.3 块式集成液压阀组装配图的 绘制	223
第 10 章 液压泵站的成套设计	178	11.3.4 通用集成块系列	223
10.1 液压泵站的组成及分类	178	11.3.5 油路块 CAD 简介	225
10.1.1 组成	178	第 12 章 液压站的结构总成设计	228
10.1.2 分类	178	12.1 管路布置与连接	228
10.2 油箱及其附件成套设计、制造与 选用	181	12.1.1 管路要求	228
10.2.1 功能及类型	181	12.1.2 管路布置	229
10.2.2 油箱容量及其确定	184	12.1.3 管路连接	231
10.2.3 标准油箱的规格及外形 尺寸	185	12.2 电控装置的设计要点	234
10.2.4 油箱结构及其附件成套设计 要点	186	12.3 液压站总成装配图的设计与 绘制	235
10.2.5 油箱的制造工艺与 装配	196	12.4 液压系统技术文件的编制和全面 审查	237
10.2.6 油箱产品及其选用	197	12.5 液压站结构总成的 CAD	238
10.3 液压泵组的成套设计要点	198	第 13 章 液压系统(装置)的安装调试、运转 维护与故障诊断	239
10.3.1 布置方式与连接及安装 方式	198	13.1 液压系统(装置)的安装	239
10.3.2 传动底座及防振降噪 措施	202	13.1.1 安装准备	239
10.3.3 液压泵组的工作图样	202	13.1.2 确定安装程序与方案	239
10.4 蓄能器组件的成套设计 要点	204	13.1.3 液压元件和管件的质量 检查	240
第 11 章 液压阀组的集成化设计	207	13.1.4 液压装置的安装及其 要求	240
		13.2 液压系统(装置)的调试	256
		13.2.1 调试目的	256
		13.2.2 调试类型及准备	257
		13.2.3 调试的一般顺序	257
		13.2.4 出厂试验	257
		13.2.5 总体调试	263

13.2.6	液压系统的调整	265	13.4.2	液压系统(装置)故障诊断策略 及方法技巧	274
13.3	液压系统(装置)的运转维护及 管理	265	13.4.3	液压系统(装置)故障诊断排除 一般注意事项	276
13.3.1	运转维护的一般注意 事项	265	13.4.4	液压系统(装置)共性故障及 其诊断排除方法	278
13.3.2	液压系统(装置)的检查 (点检)	266	13.4.5	液压元件常见故障及其诊断 排除方法	286
13.3.3	液压系统(装置)的定期维护 内容与要求	268	13.4.6	液压油液的污染控制 措施	298
13.3.4	液压元件与系统(装置)的 检修	268	附录	299	
13.3.5	液压系统(装置)的泄漏与 治理	270	附录 1	液压系统通用技术条件 (摘自 GB/T 3766)	299
13.4	液压系统(装置)的故障 诊断	272	附录 2	液压系统总成出厂检验技术条件 (摘自 JB/T 58207)	318
13.4.1	液压系统(装置)的故障类型 与特点	272	参考文献	323	

1.1 液压系统的组成与表示

1.1.1 液压系统的组成及功用

液压系统通常都是由液压元件（包括能源元件、执行元件、控制调节元件、辅助元件）和工作介质等两大部分所组成，各部分的功用见表 1-1。各类液压元件的型号、规格、特性、安装连接尺寸等可从液压工程手册中查得，也可从液压元件生产厂商（公司）处索取的产品样本中获得。

表 1-1 液压系统的组成部分及功用

组成部分		作用	备注
液压元件	能源元件 液压泵及其原动机	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,输出具有一定压力的油液	① 液压元件的基本参数有公称压力(MPa)及通径(mm)(主油口名义尺寸)或公称流量(L/min) ② 液压元件都已经系列化、通用化和标准化,为液压元件及系统的制造、选用和维护提供了方便
	执行元件 液压缸、液压马达和摆动液压马达	将工作介质(液体)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、连续回转运动或摆动	
	控制调节元件 各种压力、流量、方向控制阀及其他控制元件	控制调节系统中从动力源到执行元件的液体压力、流量和方向,从而控制执行元件输出的力、速度和方向,以保证执行元件驱动的主机工作机构完成预定的运动规律	

组成部分		作用	备注
液压元件	辅助元件 油箱、过滤器、管件、热交换器、蓄能器及指示仪表等	用来存放、提供和回收工作介质(油液);滤除介质中的杂质,保持系统正常工作所需的介质清洁度;实现元件之间的连接及传输载能介质;显示系统压力、温度等	③液压元件产品铭牌设计和包括的内容规定主要有:元件铭牌设计应美观大方、线字清晰,并应符合产品铭牌的有关规定;铭牌应端正、牢固地装于元件的明显部位;铭牌内容至少应包括元件名称、型号及图形符号、元件主要技术参数、制造厂名称、出厂年月;对有方向要求的元件(如液压泵、马达的转向等)应在明显部位用箭头或相应记号标明
工作介质	油或油水混合物	传递能量和工作及故障信号,对管路和元件进行冷却、润滑,并具有防锈作用	

一般来讲,能够实现某种功能的液压元件的组合,称为液压回路(按功能不同,有压力控制、速度控制、方向控制和多缸动作等多种回路)。为了实现对某一液压机械的工作要求,将若干特定的液压回路按一定方式连接或复合而成的总体称为液压系统。

1.1.2 液压系统的表示——图形符号

液压系统的组成、工作原理、功能、工作循环及控制方式等,通常利用标准图形符号绘制的液压系统原理图进行表示。图形符号仅表示组成系统的各液压元件的功能、操作(控制)方法及外部接口,并不表示液压元件的具体结构、性能参数、接口的实际位置及元件的安装位置。因此,用来表达系统中各类元件的作用和整个系统的组成、油路联系和工作原理,简单明了,便于绘制和技术交流。利用专门开发的计算机图形符号库软件,还可大大提高液压系统原理图的设计、绘制效率及质量。

我国现行的液压图形符号标准是 GB/T 786.1—2009《流体传动系统及元件图形符号和回路图 第1部分:用于常规用途和数据处理的图形符号》。该标准建立了各种符号的基本要素(包括线、连接和管接头、流路和方向指示、机械基本要素、控制机构要素、调节要素等),并制定了液压气动元件(液压部分包括阀、泵和马达、缸、附件;气动部分包括阀、空压机和马达、缸、附件)和回路图表中符号的设计应用规则(含常规符号、阀、二通盖板式插装阀、泵和马达、缸、附件),以资料性附录形式对 CAD 符号进行了介绍。

图 1-1 即为采用图形符号绘制的液压系统原理图示例,其主要液压元件图形符号意义介绍如下。

① 液压泵图形符号 由一个圆加上一个实心正三角形或两个实心正三角形来表示,正三角形箭头向外,表示压力油液的方向。一个实心正三角形的表示单向泵,两个实心正三角的表示双向泵。圆上、下两垂直线段分别表示排油和吸油管路(油口)。图中无箭头的为定量泵,有箭头的为变量泵。圆侧面的双线和弧线箭头分别表示泵传动轴和旋转运动。例如图 1-1 中元件 3 和 12 为单向定量液压泵,元件 14 为双向变量液压泵。

② 液压马达图形符号 由一个圆加上一个实心正三角形或两个实心正三角形来表示,三角形箭头向内,表示压力油液的方向。一个实心三角形的表示单向马达,两个实心三角形的表示双向马达。圆上、下两垂直线段分别表示进油和排油管路(油口)。图中无箭头的为定量马达,有箭头的为变量马达。圆侧面的双横线和弧线箭头分别表示马达传动轴和旋转运动。例如图 1-1 中的元件 21 为双向变量液压马达。

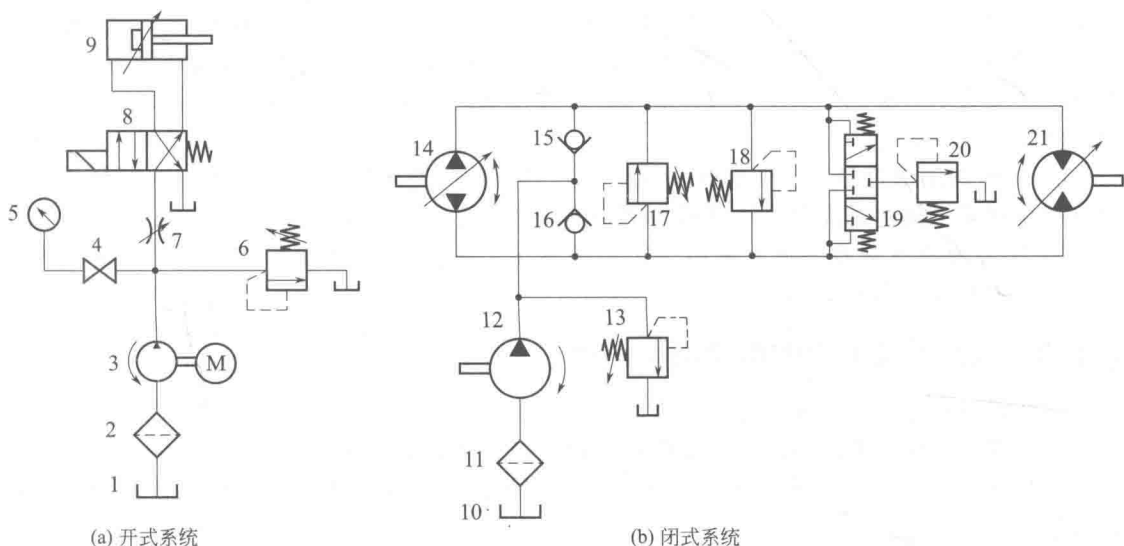


图 1-1 用图形符号绘制的液压系统原理图示例

1,10—油箱；2,11—过滤器；3,12—单向定量液压泵；4—压力表开关；5—压力表；6,13,17,18,20—溢流阀；7—节流阀；8—二位四通电磁换向阀；9—活塞式单杆液压缸；14—双向变量液压泵；15,16—单向阀；19—梭阀式三位三通液动换向阀；21—双向变量液压马达

③ 液压缸图形符号 用一个长方形加上内部的两个相互垂直的双直线段表示，双垂直直线段表示活塞，活塞一侧带双水平线段表示为单活塞杆缸，活塞两侧带双水平线段表示为双活塞杆缸。图中有小长方形和箭头的表示缸带可调缓冲器，无小长方形则表示缸不带缓冲器。例如图 1-1 中的元件 9 为带可调缓冲器的活塞式单杆液压缸。

④ 油箱图形符号 用半矩形表示。例如图 1-1 中的元件 1 和 10 为油箱。

⑤ 过滤器图形符号 用等边菱形加上内部的虚线表示。例如图 1-1 中的元件 2 和 11 为过滤器。

⑥ 换向阀图形符号 为改变油液的流动方向，换向阀的阀芯位置要变换，它一般可变动 2~3 个位置，而且阀体上的通路数也不同。根据阀芯可变动的位置数和阀体上的通路数，可组成※位※通阀。其图形意义如下。

a. 方格表示换向阀的工作位置，有几个方格即表示几位阀。

b. 方格内的箭头符号“↑”或“↓”表示油流的连通情况（有时与油液流动方向一致），短垂线“┣”表示油液被阀芯封闭，这些符号在一个方格内与方格的交点数即表示阀的通路数。

c. 方格外的符号为操纵阀的操纵符号，操纵形式有手动、机动、电磁、液动和电液动等，见表 1-2。例如图 1-1 中的元件 8 为二位四通电磁换向阀；元件 19 为梭阀式三位三通液动换向阀。

表 1-2 换向阀的操纵方式及其图形符号

操纵方式	手动	机动(滚轮式)	电磁	液动	电液动
图形符号					

⑦ 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，弹簧及箭头表示该压力阀通过调节弹簧的预压缩量（预紧力）来实现压力调节，而压力阀正是利用控制油路的液压力与另一侧调节弹簧力相

平衡的原理进行工作的。例如图 1-1 中的元件 6、13、17、18、20 均为溢流阀。

⑧ 节流阀图形符号 两圆弧所形成的缝隙即节流孔道，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。例如图 1-1 中的元件 7 为节流阀。

⑨ 单向阀图形符号 用一小圆和其下方与其相切的两短倾斜线段表示，圆下方和上方的垂线分别表示阀的进油和排油管路。例如图 1-1 中的元件 15 和 16 为单向阀。

⑩ 压力表图形符号 压力表用一个中圆表示，圆内部的斜箭头表示表头指针。例如图 1-1 中的元件 5 为压力表。

1.1.3 液压系统原理图的绘制和识读

(1) 绘制液压系统原理图的注意事项

采用图形符号标准绘制液压系统图时一般有以下注意事项。

① 元件图形符号的大小可根据图纸幅面大小按适当比例增大或缩小绘制，以清晰美观为原则。

② 元件和回路图一般以未受激励的非工作状态（例如电磁换向阀应为断电后的工作位置）画出。

③ 在不改变标准定义的初始状态含义的前提下，元件的方向可视具体情况水平翻转或 90° 旋转进行绘制，但液压油箱必须水平绘制且开口向上。

(2) 识读液压系统原理图的要求及方法步骤

① 识读意义及要求 正确、迅速地分析和阅读液压系统原理图，对于液压系统的设计、研究、使用、维修、调整和故障排除均具有重要的指导作用。但是，要能正确而又迅速地阅读液压系统原理图，首先必须掌握各类液压元件及各种基本回路的构造、原理、特点与综合应用，了解液压系统的控制方式、图形符号及其相关标准。其次，结合实际液压设备及其系统原理图，尽可能多地识读和练习，积累分析经验和技巧，掌握各种典型液压系统的特点，这对于今后识读新的液压系统原理图，可起到举一反三、触类旁通和熟能生巧的作用。

② 识读方法步骤 识读液压系统原理图的一般方法步骤如下。

a. 全面了解液压机械（主机）的功能、结构、工作循环及对液压系统的主要要求。例如组合机床动力滑台液压系统原理图，它是以速度转换为主的液压系统，除了能实现滑台的快进→工进→快退的基本工作循环外，还要特别注意速度转换的平稳性等指标，同时要了解控制信号的转换以及电磁铁动作表等。再如压力机液压系统原理图，它是以压力变换和控制为主的液压系统，除了能实现滑块的等待→快速前进→减速及慢速加压→保压及泄压→快速退回等基本循环外，要特别注意保压的可靠性及泄压方式是否会引起振动和噪声，还要了解滑块与顶出机构的互锁关系等。

b. 查阅组成液压系统原理图中的所有元件及其连接关系，分析它们的作用及其组成回路的功能。对一些用半结构图表示的专用元件（如磨床液压系统中机-液换向阀组成的液压操纵箱），要特别注意其结构及工作原理，要读懂各种控制装置及变量机构。

c. 分析液压系统工作原理，仔细分析并写出各执行元件的动作循环和各工况下系统的油液流动路线。为便于阅读，最好先将液压系统中的各条油路分别进行编码，然后按执行元件划分读图单元，每个读图单元先看动作循环，再看控制回路、主油路。要特别注意系统从一种工作状态转换到另一种工作状态时的信号元件，以及使哪些控制元件动作并实现。

d. 分析归纳出液压系统的特点。在读懂原理图基础上，还应进一步对系统做一些分析，以便评价液压系统的优缺点，使所使用或设计的液压系统不断完善，分析归纳时应考虑以下几个方面。

- i. 液压基本功能回路是否符合主机的动作及性能要求。
- ii. 各主油路之间, 主油路与控制油路之间有无矛盾和干涉现象。
- iii. 液压元件的代用、变换与合并是否合理、可行、经济。
- iv. 液压系统性能的改进方向。

(3) 识读液压系统原理图时的注意事项

① 应对液压泵、执行元件、液压控制阀及液压辅助元件等元件的结构原理有所了解或较为熟悉。

② 可借助主机动作循环图和动作循环表或用文字叙述其油液流动路线。

③ 分清主油路和控制油路。主油路的进油路起始点为液压泵压油口, 终点为执行元件的进油口; 主油路的回油路起始点为执行元件的回油口, 终点为油箱(开式循环油路)或执行元件的进油口(液压缸差动回路)或液压泵吸油口(闭式循环油路)。控制油路也应弄清来源(如主泵还是控制泵)与控制对象(如液控单向阀、换向阀和电液动换向阀等)。

④ 对于由插装阀组成的液压系统, 应在逐一查明插件间的连接关系及相关联的先导控制阀组合成何种阀(方向阀、压力阀还是流量阀)的基础上, 再对各工况下的油液流动路线逐一进行分析。

⑤ 对于由多路阀组成的液压系统, 应在逐一查明各联阀中换向阀油口连通方式(并联、串联、串并联、复合油路等)之后, 再对每个执行元件在各工况下的油液流动路线逐一进行分析。

1.2 液压元件正确选型的意义与选型自动计算

1.2.1 正确选型的意义

液压系统的组成元件包括标准元件和专用元件, 其选型是液压系统设计与使用维护中极其重要的一个环节。它对满足和提高液压系统的技术性能, 缩短制造周期及提高经济性水平, 提高运转的可靠性, 满足互换和维护的便利性等都具有重要意义, 因此必须认真对待。在选型中一般应考虑如下问题。

① 应用方面的问题, 如主机的类型、原动机的特性、环境情况、安装方式及外形连接尺寸、货源情况及维护要求等。

② 性能要求, 如压力和流量的大小、工作介质的种类、循环周期、操纵控制方式、冲击振动情况等。

③ 经济性问题, 如使用量、购置及更换成本、货源情况及产品质量和信誉等。

④ 标准化问题。在满足系统性能要求的前提下, 应尽量选用现有的标准化、通用化及货源条件较好的元件, 不得已时才自行设计液压元件, 以缩短制造周期, 便于互换和维护。

1.2.2 选型自动计算

液压元件选型或设计一般需要在进行有关计算的基础上, 最后确定其主要参数及规格型号。例如液压泵及其驱动原动机选型计算项目一般包括泵的最大工作压力、流量、排量和驱动功率; 液压缸的选型计算项目包括内径、活塞杆直径、速度及速比、工作压力、输出推力等; 液压马达的选型计算项目包括排量、转速、转矩、工作压力等; 蓄能器的选型计算项目包括蓄能器容积和充气压力等。上述计算内容有的较为简单, 有的则因考虑因素较多, 较为繁琐, 有的还需要经反复试算才能加以确定。因此, 人工手算不仅费时费力, 而且容易出错。但如果采用专门的选型自动计算软件程序来完成上述计算工作, 则可大大提高计算效率和计算的准确度。这种选型计算软件程序可以自行开发, 也可以在商品化的软件中选择购

买。所开发或购买的计算机软件一般应具有友好的工作环境，便于用户通过一定的人机交互图形界面，了解软件程序的用途、适用条件和注意事项，不必键入复杂的命令，只要通过鼠标和键盘，简单地单击相关按钮、输入原始参数，即可快速完成中间计算、标准系列的查询、结果圆整及存储和输出等工作。

1.3 液压装置的结构型式及其适用场合

液压装置按其总体配置可分为分散配置和集中配置两种主要结构型式。

1.3.1 分散配置型液压装置

(1) 结构特征

分散配置型液压系统是将系统的液压泵及其原动机、执行元件、控制阀和辅助元件按照主机的布局、工作特性和操纵要求等分散设置，安装在主机的适当位置上，通过管道将液压系统各组成元件逐一连接起来。此种配置用于机床时，可将机床的床身、立柱或底座等支撑件的空腔部分兼作液压油箱，安放动力源，而把液压阀等元件安设在机身上操作者便于接近和操纵调节的位置。例如图 1-2 所示的深孔钻床，床身 20 为焊接件，床身上面使用了六块钢板，床身底部用钢板隔开焊接成液压油箱，电动机 1 及其驱动的液压泵 2、液压控制阀（液压阀集成块）4、冷却器 5 等液压元件分散布置在机器各处。床身上面固定液压马达座 17、对开式轴承座 14、油封头 13 及推进装置 10 等部件。钻头和中空钻杆 11 为两个零件，用矩形螺纹连接。固定在床身上的油封头 13 用于工件 15 的支撑、右端面轴向定位并通过进油软管 12 导入由电机齿轮泵组来的排屑用油。推进装置 10 上装有轴向移动滑座，钻杆 11 与滑座固定，装有电机齿轮泵组 8 的随动油箱 9 与钻杆右端部固连，油箱下面装有四个尼龙小轮，液压缸 6 通过滑座带动钻杆实现钻削运动，油箱随钻杆移动。由于安装空间的限制，工程机械和行走设备，例如图 1-3 的汽车起重机，其液压系统通常是将手动多路换向阀等操纵阀安装在驾驶室内部的适当位置，执行元件（液压缸和液压马达）安装在各工作机构（如液压缸安放在动臂、支腿等机构、液压马达安放在回转台上），其他元件则分散安置在机器的底盘等处。

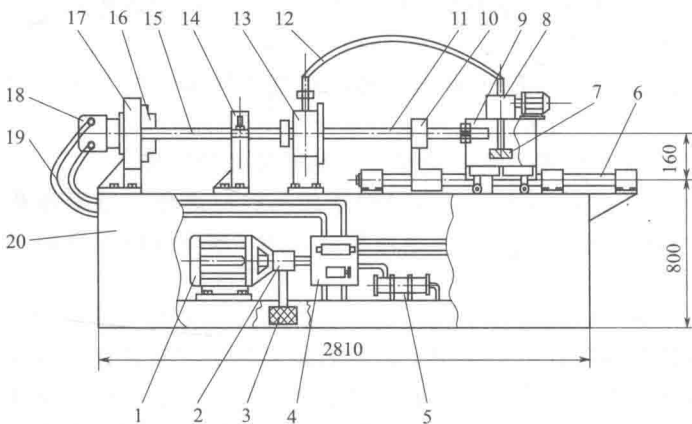


图 1-2 深孔钻床液压装置的分散配置

- 1—电动机；2—液压泵；3—过滤器；4—液压阀集成块；5—冷却器；
6—液压缸；7—排屑油过滤器；8—电机齿轮泵组；9—随动油箱；
10—推进装置；11—钻杆；12—油封头进油软管；13—油封头；
14—对开式轴承座；15—工件；16—三爪卡盘；17—液压马达座；
18—液压马达；19—液压马达油管；20—床身

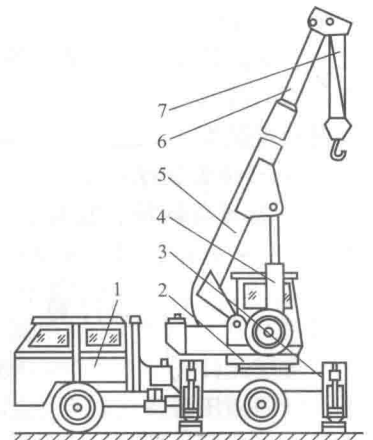


图 1-3 汽车起重机简图

- 1—汽车及驾驶室；2—回转台；3—支腿；
4—变幅缸；5—动臂；6—伸缩臂；
7—吊索

(2) 特点及应用

分散配置型液压系统的优点是结构紧凑,节省安装空间和占地面积。但元件布置零乱,安装维护较复杂,动力源的振动、发热还会对加工类主机的精度产生不利影响。

分散配置型液压系统除了应用于部分固定式机械设备外,特别适宜结构安装空间受限的移动式机械设备(如车辆和工程机械等)的液压系统采用。

1.3.2 集中配置型液压装置(液压站)

(1) 结构特征

集中配置型液压装置通常是将执行元件安放在主机上,而将液压泵及其驱动电机、液压控制阀组(液压控制阀及其安装油路板或油路块等连接体的统称)、辅助元件等独立安装在主机之外,即集中设置液压站(在有的工厂简称为油站)。其典型应用实例之一是图1-4所示的某厂滚压车床,横向滚压和纵向进给各采用一个液压缸执行驱动(图中仅画出进给液压缸)。液压站设置在主机右侧,进给液压缸与中托板相连并置于主机前下方,液压站通过管道(铜管)将液压油传递至液压缸中,从而驱动中托板和滚压刀架沿机床纵向和横向运动实现对工件的滚压加工。另一典型应用实例是图1-5所示的某抽吸装置的移动式(带有脚轮)液压站,该站的油箱焊接在框架上,电机驱动的液压泵组置于油箱下部,管式液压阀等元件通过管件安装于油箱顶盖之上,两组管接头可通过管道连接至主机上的换向阀及执行元件,从而控制主机实现抽吸功能。

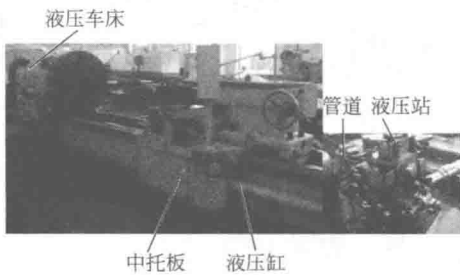


图 1-4 液压站用于滚压车床



图 1-5 抽吸装置液压站

(2) 分类

液压站的类型很多,特点各异。

① 按照操作执行元件液压控制阀组(简称液压阀组)的安放位置及液压站的功能分类

a. 动力型液压站 如图1-6所示,其结构形态较简单,主要由液压泵及其驱动电机、油箱及其附件、少数必要的压力控制阀等组成,执行元件及其操纵控制阀等散装在主机各适当位置上,故常称为液压泵站。其主要功能是为液压执行元件提供一定压力和流量的油液,而系统的控制功能主要由液压阀站或散装在主机各处的控制阀来完成。

b. 复合型液压站 此类液压站是将系统中液压泵及其驱动电机、油箱及其附件、液压阀组及其他辅助元件等均安装在主机之外,系统的执行元件仍然安装在主机上。复合型液压站的功能是在向执行元件提供液压动力的同时,还兼具控制调节功能。按照液压控制装置是否安装在液压泵站上,此种液压站又可进一步分为整体式液压站和分离式液压站两类。

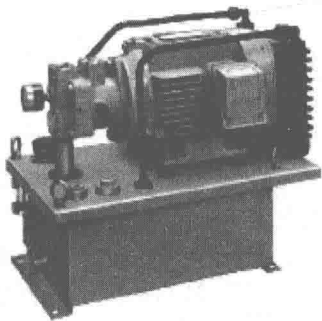


图 1-6 动力型液压站

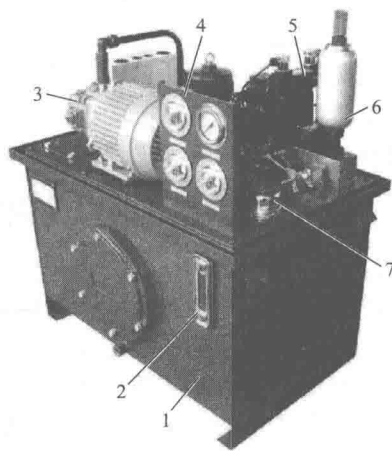


图 1-7 整体式液压站

1—油箱；2—液位计；3—液压泵组；4—测压仪表；
5—液压阀组；6—蓄能器组件；7—通气过滤器

i. 整体式液压站 如图 1-7 所示，它是将液压阀组及蓄能器组件等均安装在液压泵站上。此外，站上还附带通气过滤器及液位计等必备附件。

ii. 分离式液压站 如图 1-8 所示，它是将液压泵及其驱动电机和油箱及其附件、液压阀组和蓄能器等分装成液压泵站、液压阀组（一组或多组）和蓄能器站等几部分。根据其中液压阀的安放位置又分为阀架（台）式、机身式、执行元件搭载式和液压泵组搭载式四种，各部分间按照液压系统原理图中确定的油路关系通过管路进行连接。

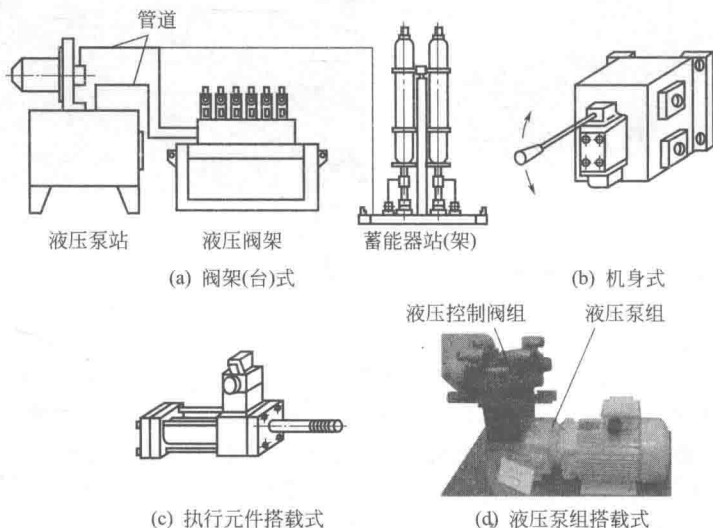


图 1-8 分离式液压站

注：图（b）、图（c）未画出泵站和管路；图（d）未画出油箱和管路。

② 按规模大小分类

a. 单机型液压站 其规模较小，通常为图 1-6 所示的动力型或图 1-7 所示的复合型整体式液压站，其中后者应用较多。

b. 机组型液压站 其规模中等，多采用图 1-8 示的复合型分离式结构，其典型应用是