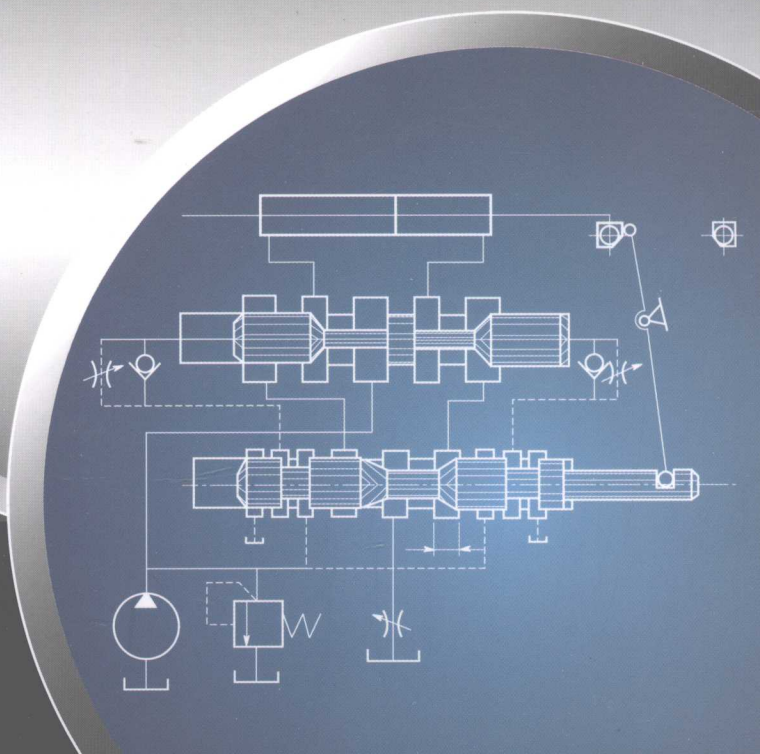
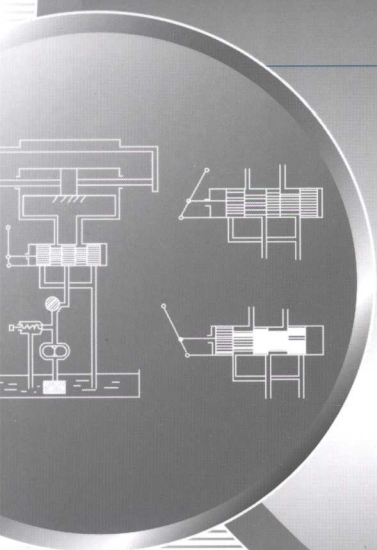


实用液压技术丛书

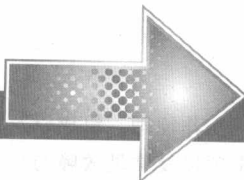
YEYA HUILU YU XITONG

液压回路与系统

刘延俊 编著



化学工业出版社

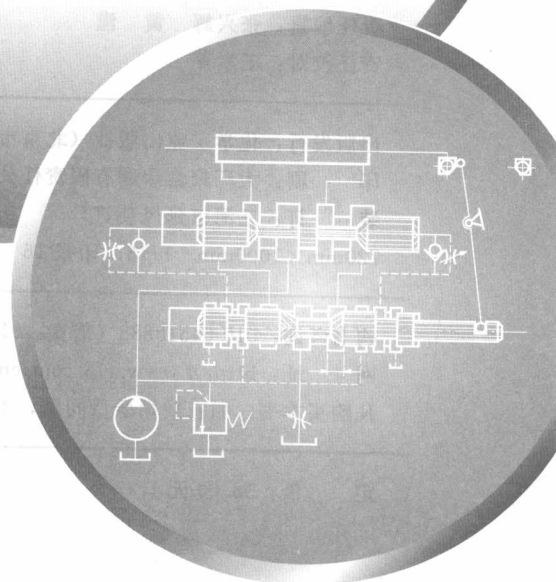
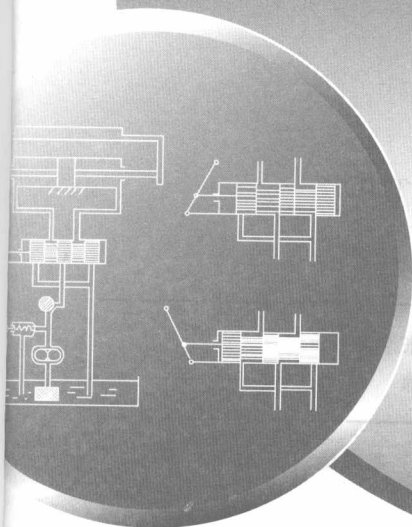


实用液压技术丛书

YEYA HUILU YU XITONG

液压回路与系统

刘延俊 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是《实用液压技术丛书》之一,内容主要包括液压传动系统的工作原理、组成以及液压系统图的识读方法和步骤;各类基本回路的工作原理、选用注意事项以及常见故障与排除方法;典型液压系统的工作原理、特点、常见故障与排除方法;液压系统的设计计算以及安装、调试、使用与维护。为便于查阅,在附录中列出了常见液压元件、基本回路的故障现象及其排除方法。

本书可供各行业液压工程技术人员、技术工人和现场操作人员使用,也可供从事液压技术的工程技术人员在设计、现场使用与维护液压设备、处理现场故障时参考,还可作为工厂、企业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

液压回路与系统/刘延俊编著. —北京:化学工业出版社, 2009.2

(实用液压技术丛书)

ISBN 978-7-122-03965-1

I. 液… II. 刘… III. ①液压回路②液压系统 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 165718 号

责任编辑:张兴辉 黄 滢

文字编辑:张绪瑞

责任校对:王素芹

装帧设计:韩 飞

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张16 字数291千字 2009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:38.00 元

版权所有 违者必究

前言

液压技术由于其独特的优点,在国民经济各个行业得到了广泛应用。然而由于液压系统故障的多样性、隐蔽性、不确定性以及因果关系的复杂性等因素,给液压设备的使用和操作带来了很大的不便,甚至产生了神秘感。为推动我国液压技术的应用与发展,提高液压设计与使用人员的水平,化学工业出版社邀请国内部分专家组织编写了《实用液压技术丛书》,包括《液压回路与系统》、《液压泵与液压马达》、《液压缸》、《液压阀》、《液压站》、《液压辅件》六个分册。丛书编写的主要目的是针对目前国内企业液压技术人才匮乏的状况,结合企业现状并与生产实践紧密结合,注重实用性,对液压元件、回路、系统的原理、选用、使用维护、故障排除等方面作了详细介绍,同时提供了丰富的资料、数据、方法和应用实例。

本书是《液压回路与系统》分册,全书共分10章。第1章介绍了液压传动系统的工作原理、组成以及液压系统图的识读方法和步骤;第2~7章介绍了各类基本回路的工作原理、选用注意事项以及常见故障与排除方法;第8章介绍了典型液压系统的工作原理、特点、常见故障与排除方法;第9章介绍了液压系统的设计计算步骤以及示例;第10章介绍了液压系统的安装、调试、使用与维护。为便于查阅,在附录中列出了常见液压元件、基本回路的故障现象及其排除方法。

本书可供各行业液压工程技术人员、技术工人和现场操作人员使用,也可供从事液压技术的工程技术人员在设计、现场使用与维护液压设备、处理现场故障时参考,还可作为工厂、企业的培训教材。

本书由山东大学机械工程学院刘延俊编写。谢玉东、任慧丽、杨振华、王辉、孔鹏、曹荣华、高新华、高锋、刘秀梅等为本书的资料搜集、文稿录入以及部分插图的绘制做了大量工作。

感谢在本书编写过程中曾给予大力支持的单位和个人,特别感谢山东拓普液压气动有限公司为本书编写过程中提供的大量翔实的技术资料。陆望龙先生为本书提供了液压基本回路常见故障分析的资料,在此一并表示感谢。

由于编者学识水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者和从事液压技术的专家及同行批评指正。

编著者

目 录

第1章 绪论	1	排除	20
1.1 液压系统的工作原理及其 组成部分	1	2.5 卸荷回路	22
1.1.1 液压系统的工作原理	1	2.5.1 常用卸荷回路	22
1.1.2 液压系统的组成部分	2	2.5.2 卸荷回路常见故障与 排除	24
1.2 液压系统的图形符号	3	2.6 平衡回路	28
1.3 液压系统的分类与应用	4	2.6.1 常用平衡回路	28
1.3.1 分类方式	4	2.6.2 平衡回路常见故障与 排除	29
1.3.2 各类液压系统的应用	4	2.7 泄压回路	32
1.4 阅读液压系统图的主要要求	8	2.8 缓冲回路	33
1.5 液压系统图的识图步骤与分 析方法	8	第3章 液压油源及方向控制回路	35
第2章 压力控制基本回路	10	3.1 液压油源基本回路	35
2.1 调压回路	10	3.1.1 开式油源回路	35
2.1.1 常用调压回路	10	3.1.2 闭式油源回路	36
2.1.2 调压回路选用注意事项	11	3.1.3 补油泵回路	36
2.1.3 调压回路常见故障与 排除	12	3.1.4 节能液压源回路	36
2.2 保压回路	13	3.2 方向控制回路	41
2.2.1 常用保压回路	14	3.2.1 常用换向回路	41
2.2.2 保压回路常见故障与 排除	14	3.2.2 换向回路选用注意事项	43
2.3 减压回路	16	3.2.3 换向回路常见故障与 排除	43
2.3.1 常用减压回路	16	3.3 锁紧回路	47
2.3.2 减压回路常见故障与 排除	17	3.3.1 常用锁紧回路	47
2.4 增压回路	18	3.3.2 锁紧回路选用注意事项	47
2.4.1 常用增压回路	18	3.3.3 锁紧回路常见故障与 排除	47
2.4.2 增压回路常见故障与		第4章 速度控制回路	49
		4.1 节流调速回路	49

4.1.1 常用节流调速回路	49	事项	89
4.1.2 节流调速回路选用注意 事项	55	5.3.3 同步动作回路常见故障与 排除	89
4.1.3 节流调速回路常见故障与 排除	55	5.4 快慢速互不干扰回路	91
4.2 容积调速回路	58	第6章 液压马达基本回路	92
4.2.1 容积调速回路	58	6.1 概述	92
4.2.2 容积调速回路选用注意 事项	64	6.2 调速回路	92
4.2.3 容积调速回路常见故障与 排除	65	6.2.1 变量泵与定量马达组成的 调速回路	92
4.3 联合调速回路	66	6.2.2 定量泵与变量马达组成的 调速回路	94
4.3.1 常用联合调速回路	66	6.3 恒速控制回路	96
4.3.2 联合调速回路常见故障与 排除	68	6.4 限速控制回路	97
4.4 快速运动回路	69	6.5 制动控制回路	99
4.4.1 常用快速回路	70	6.5.1 液压马达用溢流阀制动控 制的回路	99
4.4.2 快速回路选用注意事项	72	6.5.2 液压马达用制动阀制动控 制的回路	101
4.4.3 快速运动回路常见故障与 排除	72	6.5.3 液压马达用蓄能器制动控 制的回路	102
4.5 速度换接回路	74	6.5.4 液压马达用制动缸制动控 制的回路	102
4.5.1 常用速度换接回路	74	6.6 补油控制回路	105
4.5.2 速度换接回路选用注意 事项	76	6.7 浮动控制回路	106
4.5.3 速度换接回路常见故障与 排除	76	6.7.1 液压马达用换向阀浮动控 制的回路	106
第5章 多缸动作回路	79	6.7.2 内曲线液压马达自身实现 浮动控制的回路	107
5.1 概述	79	6.7.3 用液压离合器使工作部件 浮动控制的回路	107
5.2 顺序动作回路	79	6.8 多马达回路	108
5.2.1 常用顺序动作回路	79	6.8.1 液压马达串联回路	108
5.2.2 顺序动作回路选用注意 事项	82	6.8.2 液压马达并联回路	109
5.2.3 顺序动作回路常见故障与 排除	82	6.8.3 液压马达转换回路	111
5.3 同步动作回路	83	6.9 单马达工作回路	113
5.3.1 常用同步动作回路	83	6.9.1 防止液压马达反转的 回路	113
5.3.2 同步动作回路选用注意			

6.9.2	液压马达双压回路	114
6.9.3	液压马达压力自动调节回路	114
6.9.4	用液压马达启动的回路	115
6.9.5	液压马达速度换接回路	115
6.9.6	液压马达功率回收回路	115
第7章	伺服比例控制基本回路	118
7.1	伺服控制机构及回路	118
7.1.1	机液伺服控制机构	118
7.1.2	电液伺服控制回路	120
7.2	电液比例控制机构及回路	126
7.2.1	电液比例压力控制回路	126
7.2.2	电液比例速度控制回路	128
7.2.3	比例方向速度控制回路	131
7.2.4	比例方向阀节流压力补偿回路	134
7.2.5	电液比例压力/速度控制回路(节能回路)	143
第8章	典型液压系统	145
8.1	$\phi 710$ 盘式热分散机比例控制液压系统	145
8.1.1	概述	145
8.1.2	盘式热分散机液压系统工作原理	145
8.1.3	盘式热分散机液压系统的特点	147
8.1.4	比例控制系统常见故障与排除方法	147
8.2	$\phi 1320$ 高浓度磨浆机液压伺服控制液压系统	149
8.2.1	概述	149
8.2.2	高浓度磨浆机液压系统工作原理	149
8.2.3	高浓度磨浆机液压系统的特点	151
8.2.4	伺服阀常见故障与排除方法	151

8.3	YB32-200 压力机二通插装液压系统	153
8.3.1	概述	153
8.3.2	液压系统工作原理	153
8.3.3	压力机液压系统的特点	155
8.3.4	二通插装液压系统常见故障与排除方法	156
8.4	QZ-8 型汽车起重机液压系统	157
8.4.1	概述	157
8.4.2	汽车起重机液压系统的工作原理	158
8.4.3	汽车起重机液压系统的特点	160
8.5	YT4543 液压滑台液压系统	160
8.5.1	概述	160
8.5.2	YT4543 型动力滑台液压系统工作原理	161
8.5.3	YT4543 型动力滑台液压系统的特点	163
8.5.4	叠加阀常见故障与排除方法	163
8.6	XS-ZY-250A 型注塑机比例液压系统	166
8.6.1	概述	166
8.6.2	XS-ZY-250A 型注塑机比例液压系统工作原理	166
8.6.3	XS-ZY-250A 型注塑机比例液压系统的特点	170
8.6.4	比例阀常见故障与排除	171
8.7	平板轮辂刨渣机液压系统	172
8.7.1	概述	172
8.7.2	平板轮辂刨渣机液压系统工作原理	172
8.7.3	平板轮辂刨渣机液压系统常见故障与排除方法	174
第9章	液压系统的设计与计算	176

9.1 液压系统的设计步骤	176
9.1.1 明确系统的设计要求	176
9.1.2 分析工况编制负载图	177
9.1.3 确定系统的主要参数	179
9.1.4 拟定系统原理图	181
9.1.5 选取液压元件	183
9.1.6 系统性能的验算	191
9.1.7 绘制工作图、编制技术文件	195
9.2 液压系统设计计算示例	196
第10章 液压系统的安装、调试、使用与维护	203
10.1 液压系统的安装	203
10.1.1 流体连接件的安装	203
10.1.2 液压元件的安装	209
10.2 液压系统的清洗	211
10.2.1 液压系统的清洁度标准	211
10.2.2 液压系统的清洗方法	213

10.2.3 液压系统的两次清洗	214
10.3 液压系统的调试	216
10.3.1 液压系统调试前的准备	216
10.3.2 液压系统的调试	217
10.3.3 液压系统的试压	218
10.4 液压系统的使用、维护与保养	219
10.4.1 液压系统的日常检查	219
10.4.2 液压系统的使用维护	221
10.4.3 防止空气进入系统	221
10.4.4 防止油温过高	222
10.4.5 检修液压系统注意事项	223
附录	225
附录 I 液压元件故障及其排除	225
附录 II 液压回路和系统故障及其排除	233
参考文献	242

第1章

绪 论

1.1 液压系统的工作原理及其组成部分

1.1.1 液压系统的工作原理

以实现工作台往复运动的简单机床的液压传动系统（图 1-1）为例进行分析。液压缸 8 固定在床身上，活塞 9 连同活塞杆带动工作台 10 作直线往复运动。电动机带动液压泵 3 旋转，液压泵 3 从油箱 1 经过滤油器 2 吸油，油液通过节流阀 4 流至换向阀 6。当手柄 7 处于图 1-1(a) 所示位置时，P 与 A、B、T 均不通，液压缸 8 不通油，所以工作台停止。

若将手柄 7 推至图 1-1(b) 所示位置，这时油液从 $P \rightarrow A \rightarrow$ 液压缸 8 左腔，液压缸 8 右腔 $\rightarrow B \rightarrow T$ ，工作台 10 向右移动。

若将手柄 7 拉至图 1-1(c) 所示位置，这时油液从 $P \rightarrow B \rightarrow$ 液压缸 8 右腔，液压缸 8 左腔 $\rightarrow A \rightarrow T$ ，工作台 10 向左移动。

由此可见，由于设置了换向阀 6，所以可改变压力油的通路，使液压缸不断换向实现工作台的往复运动。

工作台速度 v 可通过节流阀 4 来调节。节流阀的作用是利用改变节流阀开口的大小，来调节通过节流阀油液的流量，以控制工作台的速度。

工作台运动时，要克服阻力、切削力和相对运动件表面的摩擦力等，这些阻力由液压泵输出油液的压力来克服，根据工作情况的不同，液压泵输出油液的压力应该能够调整。另外，一般情况下，液压泵排出的油液往往多于液压缸所需油液，多余的油液经溢流阀 5 流回油箱。图中 2 为网式滤油器，起滤油作用。

通过对上面系统的分析可见：

① 液压传动是依靠运动着的液体的压力能来传递动力的，它与依靠液体的

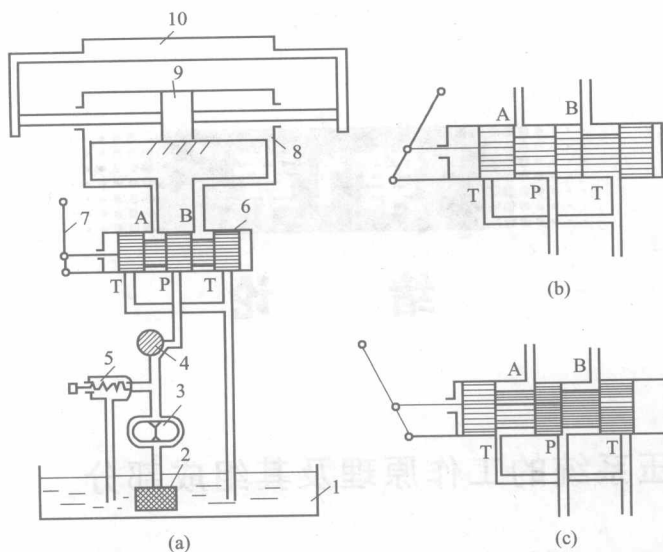


图 1-1 简单机床的液压传动系统

1—油箱；2—滤油器；3—液压泵；4—节流阀；5—溢流阀；
6—换向阀；7—手柄；8—液压缸；9—活塞；10—工作台

动能来传递动力的“液力传动”不同；

② 液压系统工作时，液压泵将机械能转变为压力能，执行元件（液压缸）将压力能转变为机械能；

③ 液压传动系统中的油液是在受调节、控制的状态下进行工作的，液压传动与控制难以截然分开；

④ 液压传动系统必须满足它所驱动的机床部件（工作台）在力和速度方面的要求。

⑤ 有工作介质，液压传动是以液体作为工作介质来传递信号和动力的。

1.1.2 液压系统的组成部分

从以上的例子可以看出，液压传动系统的组成部分有以下五个方面。

① 能源装置 它把机械能转变成油液的压力能。最常见的就是液压泵，它给液压系统提供压力油，使整个系统能够动作起来。

② 执行装置 将油液压力能转变成机械能，并对外做功。例如液压缸、液压马达。

③ 控制调节装置 它们是控制液压系统中油液的压力、流量和流动方向的装置。上例中，换向阀、节流阀、溢流阀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、滤油器、油管等。它们对保证液压系统可靠、稳定、持久地工作有重要作用。

⑤ 工作介质 液压油或其他合成液体。

1.2 液压系统的图形符号

图 1-1 为液压系统的半结构原理图,这种原理图直观性强,容易理解,但图形较复杂,特别是元件较多时,绘制很不方便。为简化原理图的绘制,系统中各元件可采用符号来表示,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 列出了液压元件的职能符号。

为便于读者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,表示油液的方向。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 $\times$ 位 $\times$ 通阀。其图形意义为:

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;

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,也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。

由此可将图 1-1 对应画成图 1-2 所示的用职能符号表示的液压系统原理图。

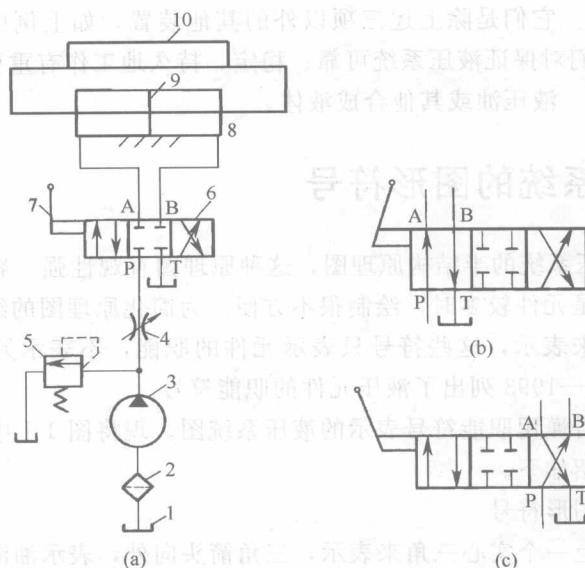


图 1-2 简单机床的液压系统 (用职能符号表示)

1—油箱; 2—滤油器; 3—液压泵; 4—节流阀; 5—溢流阀;
6—换向阀; 7—手柄; 8—液压缸; 9—活塞; 10—工作台

1.3 液压系统的分类与应用

1.3.1 分类方式

液压系统可以按多种方式进行分类, 见图 1-3。

1.3.2 各类液压系统的应用

(1) 开式系统与闭式系统

① 开式系统 这种系统液压泵从油箱吸油, 执行器回油返回油箱。系统需要较大容积的油箱。

开式系统示例如图 1-4(a) 所示, 液压泵 3 从油箱吸油, 经节流阀 7、换向阀 8 进入液压缸 9 (也可以是液压马达), 液压缸或液压马达的回油经阀 8 排回油箱, 工作

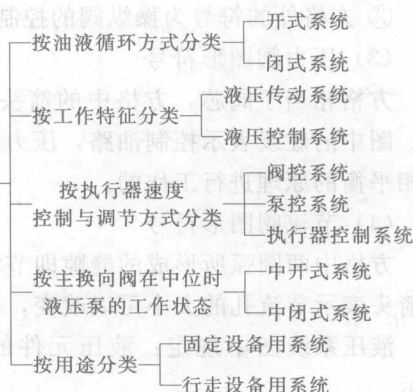


图 1-3 液压系统的分类

液在油箱中冷却和沉淀后再进行工作循环。

② 闭式系统 闭式系统中, 执行器排出的油液返回到泵的进口。系统效率较高, 需用补油泵补油, 并用冲洗阀换油, 进行热交换。这种系统多用于车辆、起重运输机械等设备中。

闭式系统示例如图 1-4(b) 所示, 双向变量液压泵 14 的吸油管路直接与液压马达 17 的回油管路相通, 形成一个闭合回路, 单向定量液压泵 12 经单向阀 15 或单向阀 16 补偿系统中各液压元件的泄漏损失。

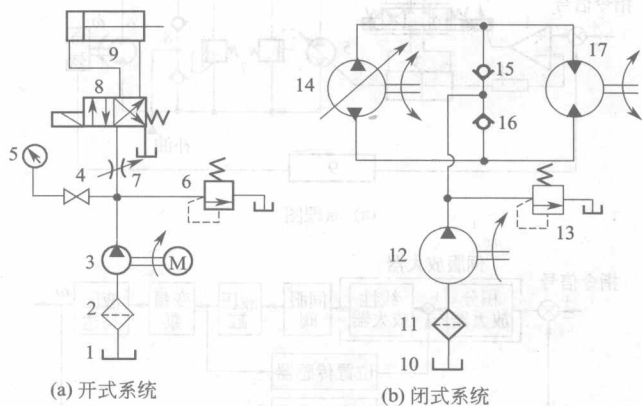


图 1-4 采用图形符号绘制的液压系统原理

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—溢流阀; 7—节流阀; 8—二位四通电磁换向阀; 9—液压缸; 14—双向变量液压泵; 15,16—单向阀; 17—双向定量液压马达

(2) 液压传动系统与液压控制系统

① 液压传动系统 液压传动系统一般为不带反馈的开环系统 (图 1-5 为其原理方框图), 以传递动力为主, 传递信息为次, 追求传动特性的完善。图 1-4 为液压传动系统的示例。

② 液压控制系统 液压控制系统多为采用伺服阀等电液控制阀组成的带反馈的闭环系统 (图 1-6 为其原理方框图), 以传递信息为主, 传递动力为次, 追求控制特性的完善。

由于加入了检测反馈, 故系统可用一般元件组成精确的控制系统, 其控制质量受工作条件变化的影响较小。

液压控制系统的示例如图 1-7 所示, 这是一个泵控式电液速度控制系统, 通



图 1-5 开环控制的液压系统原理方框图

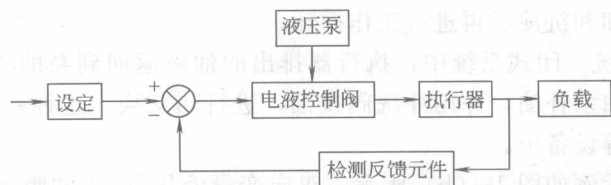


图 1-6 闭环控制的液压系统原理方框图

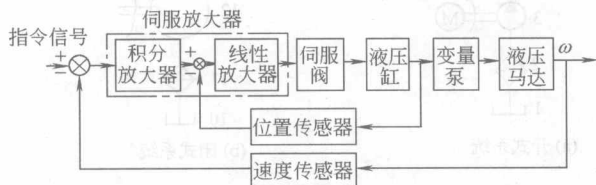
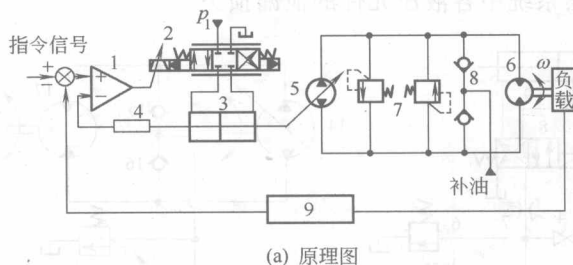


图 1-7 泵控式电液伺服速度控制系统

- 1—伺服放大器；2—电液伺服阀；3—双双杆液压缸；4—位移传感器；5—双向变量液压泵；6—双向定量液压马达；7—安全溢流阀组；8—补油单向阀；9—测速电动机

过改变双向变量液压泵 5 的排量对双向定量液压马达 6 调速。变量泵的排量调节通过电液伺服阀 2 和双双杆液压缸 3 组成的阀控式电液伺服机构（常设于变量泵的內部）的位移调节来实现。负载与指令机构间设有测速电动机 9，从而构成一个闭环速度控制系统。当系统输入指令信号后，控制液压源的压力油经电液伺服阀 2 向双双杆液压缸 3 供油，使液压缸驱动变量泵的变量机构在一定位置下工作。液压马达的输出速度 ω 由测速电动机检测，并将其转换为反馈信号，与输入指令信号比较，得出偏差信号控制电液伺服阀的阀口开度，从而使变量泵的变量机构，即变量泵的排量保持在设定值附近，最终保证双向定量液压马达 6 在希望的转速附近工作。内置位移传感器 4 构成内部反馈环节，用以提高系统的控制精度。

(3) 阀控系统、泵控系统 & 执行器控制

① 阀控系统 阀控系统通过改变阀的节流口开度控制流量，从而控制执行

器的速度。由于存在节流和溢流损失,故通常效率较低。阀控系统几乎用于各种机械设备。

阀控系统的示例如图 1-4(a) 所示,通过改变节流阀 7 的节流口开度控制流量,从而控制液压缸 9 的速度。

② 泵控系统 泵控系统通过改变变量泵的排量进行速度无级控制或通过多定量泵组合供液来控制流量,进行有级速度控制。由于无节流和溢流损失,故效率较高。主要用于压力加工机械、橡胶塑料机械等大功率液压设备。

泵控系统的示例如图 1-4(b) 所示,通过改变变量泵 14 的排量来控制流量,从而控制液压马达 17 的速度。

③ 执行器控制系统 执行器控制系统通过改变执行器的变量液压马达排量或通过多定量液压马达组合作工作(或通过改变复合液压缸作用面积来控制流量),从而控制速度。主要用于行走机械、液压加工机械等液压设备。

变量液压马达控制系统示例如图 1-8 所示。

(4) 中开式系统和中闭式系统

① 中开式系统 中开式系统的主换向阀在中位时(中位机能为 M 型、H 型等),换向阀使液压泵泄荷,液体低压返回油箱。这种系统一般采用定量泵作为油源,换向阀在中位时,能量传递基本从为零的低值开始,换向后能量就上升,使压力液体进入执行器,克服负载。换向阀在中间位置时,内泄漏极小。中开式系统多用于需间歇运动或支撑负载,同时又不希望频繁启停原动机的工况中。

② 中闭式系统 中闭式系统的主换向阀在中位时(中位机能为 O 型),换向阀所有油口均封闭。如果采用定量泵供油,则液压泵的液体经溢流阀高压返回油箱。换向阀在中位时,能量传递从高值开始,即从系统的最大调压值开始,只要换向,其能量就可以为执行器所利用。换向阀在中间位置,又承受系统的全部压力,因此,内泄漏比中开式系统要大。中闭式系统在需要保压的场合中运用较多。

(5) 固定设备用系统和行走设备用系统

① 固定设备用系统 此类液压系统多为开式循环系统,用于各类工业设备,如机床(工件夹紧、工作台进给等)、压力机(压制、压边、换向、工件顶出)、注塑机(合模、脱模、预塑、注射机构)甚至公共设施,如医疗器械、垃圾压榨

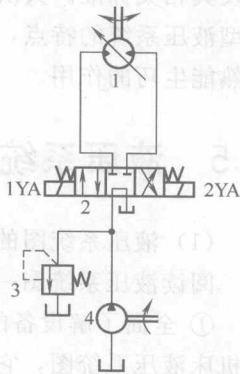


图 1-8 变量液压马达控制系统

1—变量液压马达;2—三位四通电磁换向阀;3—溢流阀;4—定量液压泵

等机械设备和工作装置的系统。

② 行走设备用系统 此类液压系统既有开式循环系统也有闭式循环系统,包括用于车辆行驶(行走驱动、转向、制动等工作装置)、物料传送装卸搬运设备(传递机构、转位机构)以及航空、航天、航海工程中的各种系统。

1.4 阅读液压系统图的主要要求

正确、迅速地分析和阅读液压系统图,对于液压设备的设计、分析、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图,首先必须掌握液压元件的结构、工作原理、特点和各种基本回路的应用,了解液压系统的控制方式、职能符号及其相关标准。其次,结合实际液压设备及其液压原理图多读多练,掌握各种典型液压系统的特点,对于今后阅读新的液压系统,可起到以点带面、触类旁通和熟能生巧的作用。

1.5 液压系统图的识图步骤与分析方法

(1) 液压系统图的识图步骤

阅读液压系统图一般可按以下步骤进行。

① 全面了解设备的功能、工作循环和对液压系统提出的各种要求。例如组合机床液压系统图,它是以速度转换为主的液压系统,除了能实现液压滑台的快进→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。

② 仔细研究液压系统中所有液压元件及它们之间的联系,弄清各个液压元件的类型、原理、性能和功用。对一些用半结构图表示的专用元件,要特别注意它们的工作原理,要读懂各种控制装置及变量机构。

③ 仔细分析并写出各执行元件的动作循环和相应的油液所经过的路线。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,是由哪些元件发出的信号,又是使哪些控制元件动作并实现的。

阅读液压系统图的具体方法有传动链法、电磁铁工作循环表法和等效油路图法等。

(2) 液压系统图的分析方法

在读懂液压系统图的基础上,还必须进一步对该系统进行一些分析,这样才能评价液压系统的优缺点,使设计的液压系统性能不断完善。

液压系统图的分析可考虑以下几个方面:

- ① 液压基本回路的确定是否符合主机的动作要求;
- ② 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;
- ③ 液压元件的代用、变换和合并是否合理、可行;
- ④ 液压系统性能的改进方向。