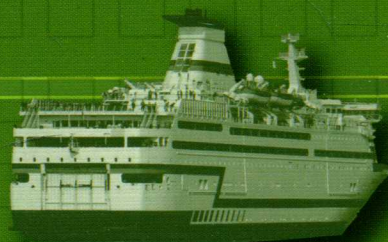
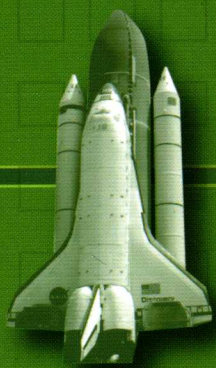


张利平 编著

现代液压技术应用 220例



XIANDAI YEYA JISHU YINGYONG 220 LI



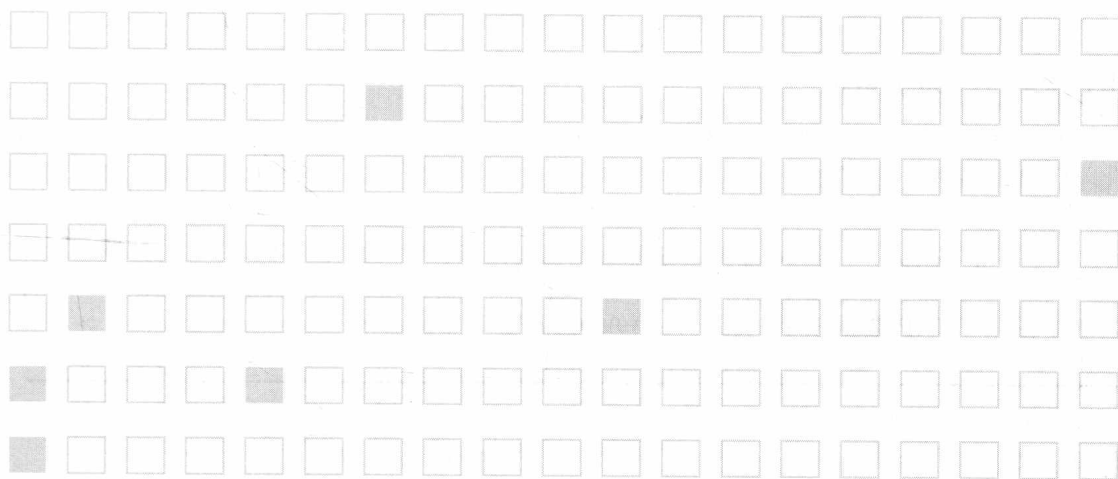
化学工业出版社

张利平 编著

现代液压技术应用 220例



XIANDAI YEYA JISHU YINGYONG 220 LI



化学工业出版社

· 北京 ·

《现代液压技术应用 220 例》(第三版)仍分上、下两篇共 17 章。上篇共 15 章,介绍了 15 大行业的液压技术应用实例,下篇共 2 章为液压系统设计与使用维护,阐述了液压系统的设计方法及步骤并给出典型设计实例,详尽介绍了液压系统的安装调试、运转维护与故障诊断方法。书末摘录的国家标准 GB/T 786.1—2009 可供读者查阅对照。

第三版在保持第二版的结构、风格和篇幅的基础上,通过精心筛选和更新内容(更新应用实例过半);更新标准资料(采用最新版本国标 GB/T 786.1—2009 对所有液压系统原理图进行绘制);更为详尽、系统地介绍了液压系统安装调试、运转维护及故障诊断,以期跟踪液压技术发展潮流,反映最新发展和应用成果,进一步提升本书的系统性、先进性、全面性和实用性水平,能更为有效地解决各行业不同层次读者在液压技术的方案选择、科研设计、制造加工、安装调试、运转维护和故障诊断中的各类实际问题。

本书可供液压技术的设计研究者、加工制造者、安装调试者、现场操作者、使用维护者、故障诊断者及机械设备管理者等相关人员参阅,也可作为液压技术设计、使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材或参考资料,还可作为高等院校机械、机电、自控类相关专业及方向教师与各层次学生(研究生、本科生及专科生)的教学(课堂教学、课程设计和毕业设计)科研参考书或实训教材,同时可供液压技术爱好者学习参阅。

图书在版编目(CIP)数据

现代液压技术应用 220 例/张利平编著. —3 版. —北京:化学工业出版社, 2015. 7
ISBN 978-7-122-23944-0

I. ①现… II. ①张… III. ①液压技术 IV. ①TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 099237 号

责任编辑:黄 滢 周国庆

责任校对:边 涛

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 刷:北京永鑫印刷有限公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 34 $\frac{3}{4}$ 字数 942 千字 2015 年 10 月北京第 3 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519680) 售后服务:010-64519661

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

《现代液压技术应用 220 例》2004 年第一版出版，2009 年进行了修订，第二版出版。迄今 10 余年来，本书多次重印，得到了广大液压技术工作者及众多液压技术用户的肯定。

为了适应液压技术的新发展、新应用和新成果，作者在总结近几年为相关企业进行电液控制科研项目攻关及解决液压系统方案论证、设计制造、安装调试、运转维护及故障诊断难题过程中的经验基础上，利用旅居境外及在国内多个省市及大中企业讲学之便，收集了大量实用材料，并认真学习了解大量相关文献资料和新系统、应用经验及相关标准，对第二版进行了修订。

本次修订在以下四个方面做了努力：一是力求保持第二版的结构、风格和篇幅；二是精心筛选和更新内容，更新应用实例过半（保留应用频度较高和指导性较强的原有实例，用技术含量较高的新系统取代使用频度较低的系统）；三是更新标准资料，采用最新版本国标 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》对所有液压系统原理图进行重新绘制；四是对液压系统运转维护及故障诊断进行了更为详尽系统的介绍。上述做法的目的无外乎是跟踪液压技术发展潮流，反映最新发展和应用成果，进一步提升本书的系统性、先进性、全面性和实用性水平，以期对各行业不同层次读者解决液压技术在方案选择、科研设计、制造加工、安装调试、运转维护和故障诊断中的各类实际问题更为有效。

全书仍分上、下两篇共 17 章。上篇共 15 章，介绍液压技术应用实例，下篇共 2 章介绍液压系统设计与使用维护。书末摘录了国家标准 GB/T 786.1—2009 可供读者查阅对照。

本书可供液压技术的设计研究者、加工制造者、安装调试者、现场操作者、使用维护者、故障诊断者及机械设备管理者等相关人员参阅，也可作为液压技术设计、使用维护与故障诊断技术的短期培训、上岗培训教材或参考资料，还可作为高等院校机械、机电、自控类相关专业及方向教师与各层次学生（研究生、本科生及专科生）的教学（课堂教学、课程设计和毕业设计）科研参考书或实训教材，同时可供液压技术爱好者学习参阅。

本书第三版由张利平编著。张津、山峻、张秀敏和王伟等参与了本书的策划及资料的搜集整理、部分插图的绘制和文稿的录入校对整理工作。编著者的学生王金业、刘鹏程、向其兴、刘健、李福金、田贺等在繁忙的工作或研究生学业中挤出时间，利用 Auto CAD 为本书精心绘制了插图；参与过本书第三版相关工作的还有樊志涛、赵小青、窦赵明、田贺、岳玉晓、冯德兵、耿卫晓、冯力伟、陈清华、王慧霄、牛振英、周湛学、黄涛、史玉芳等。

在本书第三版编写出版过程中，得到了国内外诸多厂家（公司）及全国各地读者的热心支持与帮助，李世伟高工等提出了一些建设性意见，编著者还参阅和引用了国内外同行的大量参考文献，在此向上述单位和人员以及曾参与本书第一版和第二版工作的刘文学老师等，致以真诚的谢意。

欢迎液压界专家同行及广大读者对书中存在的不当之处给予批评指正。

张利平

目录

上 篇

第1章 金属材料工程中的液压系统	1	2.2.1 车床液压系统	45
1.1 概述	1	2.2.2 GSK200A型高速高精数控车床 液压系统	47
1.2 铸造机械液压系统	1	2.2.3 卧式重型数控车床液压系统	50
1.2.1 熔模精密铸造双工位卧式中温压 蜡机叠加阀液压系统	1	2.2.4 超大型车铣加工中心托辊液 压系统	52
1.2.2 铸造生产线三维升降震实台液 压系统	4	2.2.5 大型立式数控车床盘式刀库液 压系统	55
1.2.3 J1140型压铸机液压泵站系统	5	2.2.6 双面组合铣床液压系统	57
1.2.4 铅钙合金浇铸生产线液压系统	6	2.2.7 数控轧辊磨床液压站	59
1.2.5 钢球铸造成型机液压系统	9	2.2.8 $\phi 600$ 型磨削加工砂轮卸模机液 压系统	62
1.3 金属成型设备液压系统	11	2.2.9 多轴钻孔机床液压系统	65
1.3.1 20MN快速锻造液压机液 压系统	11	2.2.10 卧式双面双工位镗孔车端面 外圆组合机床液压系统	67
1.3.2 3MN钢坯液压剪系统	13	2.2.11 L5240/1型拉床液压插装 阀系统	70
1.3.3 裁断机液压系统	14	2.2.12 钻镗组合机床插装阀式液 压系统	73
1.3.4 板材成型专用双向油压机液 压系统	16	2.2.13 伺服动力滑台液压控制系统	74
1.3.5 太阳能热水器支架扁形管材弯 曲成型机液压系统	18	2.2.14 全自动金属带锯床液压系统	76
1.3.6 波形弹性管挤压胀形机液 压系统	20	2.2.15 数控高速冲床液压系统	78
1.3.7 水胀成型液压系统	23	2.2.16 大型圆筒形零件加工用自动翻 转机液压系统	79
1.3.8 缠绕式弯管机液压系统	25	2.2.17 恒压闭式静压转台液压系统	81
1.4 焊接设备液压系统	28	2.3 汽车摩托车制造设备液压系统	83
1.4.1 焊条涂粉机液压系统	28	2.3.1 柴油发动机曲柄专用铣床液 压系统	83
1.4.2 汽车轮圈400t闪光顶锻焊机液 压系统	29	2.3.2 轿车座椅泡沫生产线浇铸机台 架液压系统	84
1.4.3 石油钻杆混合型摩擦焊机液 压系统	31	2.3.3 钣金皮带轮高速旋压机液 压系统	87
1.4.4 筒体焊接支架液压系统	35	2.3.4 气缸体封水槽加工组合机床液 压系统	89
1.4.5 管道建设多功能焊接车液 压系统	36	2.3.5 汽车油箱缝合机液压系统	91
1.5 热处理设备液压系统	38	2.3.6 JMY-31.5A型汽车大梁生产 线全液压铆接机系统	93
1.5.1 曲轴感应淬火机床液压系统	38	2.3.7 摩托车车轮压窝冲孔机液 压系统	95
1.5.2 全液压齿轮淬火机液压系统	39	2.3.8 农用车发动机连杆销压装机液 压系统	96
1.5.3 钢板弹簧淬火机械手液压系统	42	2.3.9 汽车变速器总成交检试验台 叠加阀式液压系统	99
第2章 金属切削机床与数控加工中 心及汽车零部件行业中的液 压系统	45		
2.1 概述	45		
2.2 金属切削机床与数控加工中心液 压系统	45		

2.3.10 汽车悬架减振器性能试验台的 电液伺服系统	100	系统	149
第3章 电力与煤炭工业中的液压 系统	102	4.2.10 油田管线试压装置液压与气压 系统	152
3.1 概述	102	4.2.11 石棉水泥管卷压成型机的电液 控制系统	153
3.2 电力行业液压系统	102	4.3 化工机械液压系统	157
3.2.1 太阳能电站聚热装置驱动机构 液压系统	102	4.3.1 BOY15S 超小型注塑机液压 系统	157
3.2.2 水轮发电机组电液调速器系统 ..	104	4.3.2 地毯发泡压机液压系统	160
3.2.3 静压驱动自行走式电力架线 牵引机液压系统	105	4.3.3 电液比例控制注塑机系统	162
3.2.4 大型变压器线圈制造恒压装置 液压系统	108	4.3.4 3500kN 抽真空平板硫化机液压 系统	164
3.2.5 大型烟囱施工平台提升液压 系统	111	4.3.5 轮胎定型硫化机液压系统	167
3.2.6 火力发电厂输煤采样机液压 系统	113	4.3.6 大型胶带连续硫化机液压系统 ..	169
3.2.7 火力发电厂锅炉捞渣机驱动 装置液压系统	116	4.3.7 催化剂高压挤条机液压系统	171
3.2.8 火力发电厂锅炉捞渣机链条张紧 装置液压系统	118	4.3.8 橡胶制品热压成型机液压系统 ..	174
3.3 煤炭工业中的液压系统	119	4.3.9 树脂药卷自动生产线液压系统 ..	175
3.3.1 采煤机截割滚筒自适应液压调高 系统	119	第5章 冶金工业中的液压系统	178
3.3.2 高速矿井架空人车液压系统	121	5.1 概述	178
3.3.3 电磁球阀式电牵引采煤机液压 系统	122	5.2 冶炼轧制机械设备液压系统	178
3.3.4 全液压链锯式割煤机系统	124	5.2.1 PYY 系列圆锥破碎机液压 系统	178
3.3.5 带式输送机张紧装置液压系统 ..	126	5.2.2 炼铁高炉泥炮液压控制系统	180
3.3.6 原煤取样机液压系统	128	5.2.3 5000kV · A 电炉液压系统	181
3.3.7 煤矿综采工作面支护设备综合 试验台液压系统	129	5.2.4 炼钢厂 KR 脱硫液压系统	181
3.3.8 煤仓闸门双速液压启闭系统	131	5.2.5 铝液抬包清理机液压系统	185
3.3.9 全自动多功能压滤机液压系统 ..	133	5.2.6 轧机自动辊缝高水基工作介质 液压控制系统	188
第4章 石油天然气探采加工机械与 化工行业中的液压系统	136	5.2.7 连铸连轧生产铜线装载平台液压 系统	190
4.1 概述	136	5.2.8 铝箔轧机电液伺服系统	192
4.2 油气探采机械液压系统	136	5.2.9 常压水煤气气化炉钟罩式加煤 机构液压系统	195
4.2.1 自升式海洋石油钻井平台液压 系统	136	5.2.10 烧结机布料装置电液伺服 系统	196
4.2.2 风电互补抽油机液压系统	138	5.3 冶金产品整理液压系统	198
4.2.3 不压井作业车液控系统	140	5.3.1 大型步进式加热炉炉门升降驱动 液压系统	198
4.2.4 钻井牙轮钻头储油囊抽真空 注脂机液压系统	142	5.3.2 线(管)材卷取机的机液比例控制 液压系统和电液比例控制液压 系统	200
4.2.5 钻井液动力卡瓦系统	143	5.3.3 热轧板推钢机的液压系统	201
4.2.6 海上修井平台作业设备的液压 驱动系统	145	5.3.4 板坯精整生产线清理机液压 系统	202
4.2.7 储油罐清理机器人液压系统	146	5.3.5 钢卷翻卷机液压系统	205
4.2.8 输油管道阀门启闭液压系统	148	5.3.6 全液压盘钢翻转装置系统	208
4.2.9 油气长输管线钢管扩径机液压 系统	149	5.3.7 圆环状零件 250t 水平碾压机 液压系统	210
		5.3.8 铝型材自装挤压机的液压系统 ..	211
		5.3.9 铝锭堆垛机械手液压系统	213
		5.3.10 钢管水压试验机夹紧装置液压 系统	213

系统	216
5.4 冶金企业环保设备液压系统	218
5.4.1 钢厂废水处理自动压滤机液压系统	218
5.4.2 钢厂高炉热风布袋除尘液压系统	220
第6章 铁路和公路运输行业中的液压系统	223
6.1 概述	223
6.2 铁路运输业中的液压系统	223
6.2.1 铁路铺轨机液压系统	223
6.2.2 铁路运枕龙门起重机液压系统	225
6.2.3 轨道路基动力响应测试液压激振系统	227
6.2.4 铁路货车滚动轴承压装机液压系统	229
6.2.5 铁路栈桥液压系统	232
6.2.6 地铁车门液压同步控制系统	235
6.2.7 列车空调机组制冷系统高低压压力继电器检测试验台液压系统	236
6.3 公路运输业中的液压系统	237
6.3.1 大吨位水平定向钻机液压系统	237
6.3.2 高速公路路面铣刨机液压系统	239
6.3.3 汽车液压升降尾板系统	241
6.3.4 地藏式汽车举升机液压系统	242
6.3.5 人行天桥液压同步顶升系统	245
第7章 建材与建筑行业中的液压系统	247
7.1 概述	247
7.2 建材行业中的液压系统	247
7.2.1 卫生瓷高压注浆成形机液压系统	247
7.2.2 日用陶瓷高压注浆机气动传动系统	248
7.2.3 VIS系列墙地砖压机系统	250
7.2.4 石材连续磨机液压进给系统	252
7.2.5 全自动模压式制瓦机液压系统	254
7.2.6 水泥生产用篦冷机篦床液压同步驱动系统	257
7.2.7 全自动粉煤灰砖压机液压系统	259
7.3 建筑行业液压系统	261
7.3.1 多边形箍筋机液压系统	261
7.3.2 H钢三维数控钻床液压系统	262
7.3.3 钢模板专用冲孔机液压系统	264
7.3.4 双缸双作用液压打桩锤系统	266
7.3.5 新型混凝土搅拌运输车液压系统	268
7.3.6 中空玻璃双组分打胶机液压系统	270
7.3.7 剪叉式液压升降台液压系统	272

第8章 车辆与工程机械及农林牧机械液压系统	275
8.1 概述	275
8.2 车辆与工程机械液压系统	275
8.2.1 集装箱自动导引车液压系统	275
8.2.2 新型散装物料自卸半挂车液压系统	277
8.2.3 隧道工程衬砌台车液压系统	280
8.2.4 清雪车液压避障系统	282
8.2.5 小型全液压履带式滑移装载机系统	284
8.2.6 全液压钻孔挖掘多用机系统	286
8.2.7 全液压起重高空作业车系统	288
8.2.8 冲击压路机液压系统	289
8.2.9 RE400履带式潜孔锤钻机液压系统	291
8.2.10 非开挖导向钻机液压系统	292
8.3 农林牧机械液压系统	296
8.3.1 大型农田清平机工作装置液压系统	296
8.3.2 自走式玉米去雄机液压系统	298
8.3.3 联合收割机静压传动装置HST	300
8.3.4 青储饲料收割机液压系统	303
8.3.5 农作物秸秆粉末高压无胶模塑成形压机液压系统	305
8.3.6 芒果采摘机液压系统	308
8.3.7 椰果采摘机电液比例控制系统	310
8.3.8 节能低噪型人造板热压机液压系统	313
8.3.9 卧式铆压机液压系统	314
8.3.10 奶牛手术台液压系统	315
第9章 家用电器与五金工业中的液压系统	318
9.1 概述	318
9.2 家用电器制造业中的液压系统	318
9.2.1 显像管玻壳剪切机床液压系统	318
9.2.2 磁环自动成型液压机系统	320
9.2.3 电冰箱内胆四工位热成型机液压控制系统	323
9.2.4 电冰箱压缩机电机转子叠片机液压系统	324
9.2.5 制冷热交换器U形管缠绕式自动成型机液压系统	326
9.3 五金行业中的液压系统	329
9.3.1 射钉枪制钉机液压系统	329
9.3.2 木托盘打钉机液压系统	331
9.3.3 工具锤装柄机液压系统	332
9.3.4 门锁整体成型液压机系统	334
9.3.5 金刚石工具热压烧结机的液压	

加载系统	336
第 10 章 轻工与纺织行业中的液压系统	339
10.1 概述	339
10.2 轻工机械液压系统	339
10.2.1 大吨位皮革熨平机液压系统	339
10.2.2 弯曲木家具三向压力机液压系统	341
10.2.3 3700 造纸机液压系统	342
10.2.4 废纸板打包机液压系统	345
10.2.5 中纤维密度板切板边机液压系统	346
10.2.6 植物油四头灌装机液压系统	348
10.2.7 集成式植物纤维一次性餐具成型机的液压系统	350
10.2.8 食品物料压辊机液压系统	352
10.2.9 散装物料仓放料装置液压系统	353
10.2.10 烟草生产粉尘成型机液压系统	354
10.3 纺织机械中的液压系统	357
10.3.1 DT-4C 纺丝机液压系统	357
10.3.2 平网印花机插装阀液压系统	359
10.3.3 毛呢罐蒸机用整体式液压无级变速器系统	360
10.3.4 自动卷染机电液比例控制系统	362
第 11 章 航空与河海工程中的液压系统	364
11.1 概述	364
11.2 航空领域的液压系统	364
11.2.1 飞机起落架电液伺服加载系统	364
11.2.2 飞机综合包伞机的液压气动系统	365
11.2.3 航空旅客登机车活动防雨篷的液压系统	368
11.2.4 飞机维修升降平台车液压系统	370
11.2.5 直升机旋翼动平衡试验台液压升降系统	372
11.3 河海工程中的液压系统	373
11.3.1 船舶系靠绞缆机液压系统	373
11.3.2 10kN 内河船用液压起锚绞车系统	375
11.3.3 船舶舵机液压控制系统	376
11.3.4 船用客梯车液压浮动支撑系统	377
11.3.5 海上三体式救助艇液压控制系统	378

11.3.6 双吊点江河闸门启闭机液压系统	382
11.3.7 海底土液化监测装置液压贯入系统	384
11.3.8 水下钻孔机液压系统	386
11.3.9 水面垃圾清扫船液压系统	388
11.3.10 软质输油管线水面穿越车液压系统	390
11.3.11 海浪发电机液压系统	391
第 12 章 计量质检与特种设备中的液压系统	393
12.1 概述	393
12.2 计量与产品质量检验设备中的液压系统	393
12.2.1 1200kN 标准动态力源装置液压系统	393
12.2.2 电液伺服动静万能试验机夹紧装置的气-液增压系统	395
12.2.3 出入境商品检验用试验机液压系统	397
12.2.4 墙体砖和小型砌块试验机电液比例加载测控系统	398
12.2.5 多功能木材力学试验机液压系统	400
12.3 特种设备中的液压系统	402
12.3.1 客货两用液压电梯系统	402
12.3.2 飞机场两种液压电梯系统	403
12.3.3 高压单相流细水雾自动灭火系统	405
第 13 章 武器装备中的液压系统	407
13.1 概述	407
13.2 军事装备中的液压系统	407
13.2.1 地空导弹发射装置液压控制系统	407
13.2.2 车载雷达天线升降机构液压系统	410
13.2.3 自发电电源车液压系统	412
13.2.4 海军舰船武器装备液压元件综合检测中心液压系统	413
13.2.5 无人机起飞弹射液压系统	416
第 14 章 公共设施及环卫机械设备的液压系统	418
14.1 概述	418
14.2 公共设施中的液压系统	418
14.2.1 上海音乐厅顶升和平移工程的液压同步系统	418
14.2.2 舞台升降水介质传动系统	421
14.2.3 舞台演出车液压系统	423
14.2.4 天旋地转游艺机液压系统	426
14.2.5 京杭大运河游船液压控制	

系统	427
14.2.6 人体外生骨骼动力辅助装置液压系统	430
14.2.7 残疾人上下车专用升降台液压系统	432
14.2.8 社区汽车维修升降平台液压同步系统	434
14.2.9 简易俯仰升降式立体车库液压系统	436
14.2.10 面条挤压机液压系统	438
14.2.11 液压驱动座椅系统	439
14.3 环卫机械设备液压系统	440
14.3.1 垃圾中转站压块机液压系统	440
14.3.2 集装箱式垃圾中转站液压系统	442
14.3.3 侧装式垃圾收集车液压系统	443
14.3.4 污泥自卸车液压系统	444
14.3.5 轻型全液压吸扫式清扫车液压系统	445

第 15 章 液压试验(实验)设备液压系统	448
15.1 概述	448
15.2 液压工业生产试验设备的液压系统	448
15.2.1 液压泵和液压马达功率反馈试验台系统	448
15.2.2 多功能综合液压实验台系统	450
15.2.3 电液伺服阀维修试验台系统	452
15.2.4 高压抗磨液压油品试验台液压系统	453
15.3 液压传动与控制教学实验设备液压系统	456
15.3.1 采用 PLC 及触摸屏技术的液压实验台系统	456
15.3.2 液压伺服实验台系统	458

下 篇

第 16 章 液压系统设计计算要点及典型设计计算实例

16.1 概述	461
16.2 液压系统的设计计算要点	461
16.2.1 设计计算的一般流程及技术 要求	461
16.2.2 液压系统功能原理设计	462
16.2.3 液压系统的施工设计	465
16.2.4 液压系统设计中应注意的几个 问题	468
16.3 液压传动系统典型设计计算实例- 钻孔组合机床液压系统设计计算	471
16.3.1 明确技术要求	471
16.3.2 执行元件的配置	471
16.3.3 运动分析和动力分析	471
16.3.4 液压系统主要参数计算和工况图 的编制	473
16.3.5 制定液压回路方案,拟定液压 系统原理图	475
16.3.6 计算和选择液压元件	476
16.3.7 验算液压系统性能	479

第 17 章 液压系统安装调试、运转维护与故障诊断

17.1 液压系统的安装	482
17.1.1 安装准备	482
17.1.2 确定安装程序与方案	482
17.1.3 液压元件和管件的质量检查	483
17.1.4 液压系统的安装及其要求	483
17.2 液压系统的调试	496

17.2.1 调试目的	496
17.2.2 调试类型及准备	497
17.2.3 调试的一般顺序	497
17.2.4 出厂试验	497
17.2.5 总体调试	501
17.2.6 液压系统的调整	503
17.3 液压系统的运转维护	503
17.3.1 运转维护的一般注意事项	503
17.3.2 液压系统运转禁忌	504
17.3.3 液压系统的检查(点检)及其 项目和内容	505
17.3.4 液压系统的定期维护内容与 要求	507
17.3.5 液压元件与系统的检修	507
17.3.6 液压系统的泄漏与密封	509
17.4 液压系统的故障诊断	515
17.4.1 液压故障及其诊断	515
17.4.2 做好液压故障诊断及排除应具备 的条件	515
17.4.3 液压系统常见故障类型	516
17.4.4 液压系统的故障特点及故障 征兆	517
17.4.5 液压系统的故障诊断排除策略 及一般步骤	518
17.4.6 液压系统故障诊断方法	520
17.4.7 液压系统共性故障及其诊断 排除方法	525
17.4.8 常用液压元件故障及其诊断 排除方法	531

附录 常用液压气动图形符号(GB/T 786.1—2009 摘录)(附表)	542
参考文献	548

上 篇

第1章

金属材料工程中的液压系统

1.1 概述

金属材料工程涉及铸造、压力加工（锻压）、焊接与热处理等，是机械制造中获取毛坯、产品成型及提高零件机械性能的重要生产方法。此类机械设备的生产作业环境一般具有温度高、粉尘多、湿度大、有腐蚀性气体、振动噪声大的特点，故要求设备具有良好的适应性、可靠性和维护性。

在型砂处理、造型（砂型及蜡型）、浇铸及其生产线的驱动装置等铸造机械中，在焊接和金属热处理的多种机械设备如焊条生产及各类焊机、各类淬火机床、机械手、传送机构等装置中，主要利用液压技术便于无级调速和远距离遥控的优势，以减轻操作者劳动强度、避免和减少热辐射和有害气体对人体的侵袭并提高生产率；在锻造机、压力机、折弯机及剪切机等压力加工设备中，主要是利用液压技术功率密度和输出力大、便于压力调节控制和过载保护的特点，进行下料、成型加工等作业。本章介绍了金属材料工程中 21 例实用的液压系统。

1.2 铸造机械液压系统

1.2.1 熔模精密铸造双工位卧式中温压蜡机叠加阀液压系统

(1) 主机功能结构

压蜡机是熔模精密铸造工艺中蜡型生产的关键设备，有中温、低温和全气动中低温等类型。在中温蜡模压蜡机中，由于模料膏状区间宽，流动性差，只有提高注蜡压力及相应的合模力才能获得高质量蜡模，故机器的动力传输一般采用液压传动。此处介绍双工位对称布置的半自动压蜡机，主要由液压系统、压蜡系统、温控系统和操作系统等部分组成。液压系统是实现输蜡、合模和压蜡动作的动力源；压蜡系统一般由储蜡罐、输蜡管和压蜡机构等组成，以完成蜡液的储存、输送和压注；温控系统用来实现储蜡罐、输蜡管和压蜡机构的温度

在室温至 100℃ 范围内任意调节，以满足生产的要求；操作系统用来实现工作台的升降，从而使模具进蜡孔与压蜡嘴贴合紧密，以防高压蜡液泄漏。

(2) 液压系统原理

双工位卧式压蜡机的叠加阀式液压系统原理图见图 1-1。

① 元件作用 系统有合模缸 14、压蜡缸 15 与输蜡缸 16 等三对执行元件。工作循环为，输蜡缸 16 通过往复运动（数次），从储蜡罐中抽吸蜡液，直至输蜡缸 16 被充满；在此之前，合模缸 14 合模；合模后，压蜡缸 15 向模具中压蜡；压蜡完毕，合模缸 14 保压；保压到时后，合模缸 14 开模返回，取出蜡模，完成一个工作循环。在合模缸 14 开始保压时，输蜡缸 16 又开始往复运动，从储蜡罐中抽吸蜡液，下一个工作循环开始。

三对液压缸的方向变换分别由三对电磁换向阀控制；缸的速度通过单向节流阀调节与控制。

系统的油源为对称布置的一对定量叶片泵 9，系统压力由叠加式溢流阀 18 和 25 设定并由压力表 17 显示。

② 系统的工作原理 电动机 8 启动后，定量叶片泵 9 经吸油过滤器 5、截止阀 6 及管道 7 从油箱中吸油，压力油经管式单向阀 10、管道 28、三位四通电磁换向阀 27 的中位直接回油箱，定量叶片泵 9 卸载。在泵空载运行几分钟后，电磁铁 6YA 通电使三位四通电磁换向阀 27 切换至左位，系统开始升压，压力为高压，其值由叠加式溢流阀 18 调定。在 6YA 通电的同时，电磁铁 1YA 通电，三位四通电磁换向阀 22 切换至左位，压力油经三位四通电磁换向阀 22 和叠加式双单向节流阀 21 进入输蜡缸 16 的有杆腔，活塞杆缩回，带动相关机构从储蜡罐中吸蜡；当活塞杆缩回到终端时，行程开关发信号，使电磁铁 1YA 断电，2YA 通电，三位四通电磁换向阀 22 切换至右位，压力油进入输蜡缸 16 的无杆腔，活塞杆伸出，将蜡液挤进与压蜡缸 15 相连的相关机构中，完成一次输蜡工作。当活塞杆伸出到端点后，另外一个行程开关发信号，使 2YA 断电，1YA 通电，输蜡缸 16 又开始下一个工作循环。输蜡缸 16 往复运动 10 次后，就可将压蜡缸 15 注满。在压蜡缸 15 还未被注满之前，电磁铁 4YA 通电使三位四通电磁换向阀 26 切换至左位，压力油经阀 26、阀 24 和阀 19 进入合模缸 14 的无杆腔，活塞杆伸出合模，到位后，行程开关发信，使 4YA 断电，由叠加式液控单向阀 24 锁死合模缸 14 的无杆腔油路并保压。一旦压蜡缸被注满，电磁铁 1YA 和 2YA 均断电，输蜡缸 16 暂停工作，同时电磁铁 3YA 通电、电磁铁 6YA 断电、电磁铁 7YA 通电，分别使三位四通电磁换向阀 23 切换至左位，三位四通电磁换向阀 27 切换至右位，此时的系统压力由叠加式溢液阀 25 设定为低压。低压压力油进入压蜡缸 15 的无杆腔，活塞杆伸出，压蜡缸 15 开始压蜡，将蜡液注入到模具中。当压蜡缸压蜡结束后，行程开关发信号，使电磁铁 7YA 断电，电磁铁 6YA、电磁铁 1YA 通电，输蜡缸 16 又开始新一轮的输蜡工作。其间，合模缸 14 保压到一定的时间后，时间继电器发出电信号，使电磁铁 5YA 通电，合模缸 14 上升返回，取出蜡模，并为下一次合模作准备。表 1-1 所示为液压系统的动作状态表。

表 1-1 压蜡机液压系统动作状态

工况动作	电磁铁状态						
	1YA	2YA	3YA	4YA	5YA	6YA	7YA
液压泵启动					+		
输蜡缸伸出		+			+	+	
输蜡缸缩回	+					+	
合模缸伸出	+			+		+	
合模缸缩回		+			+	+	
压蜡缸压蜡			+				+
停止							

注：“+”表示电磁铁动作，下同。

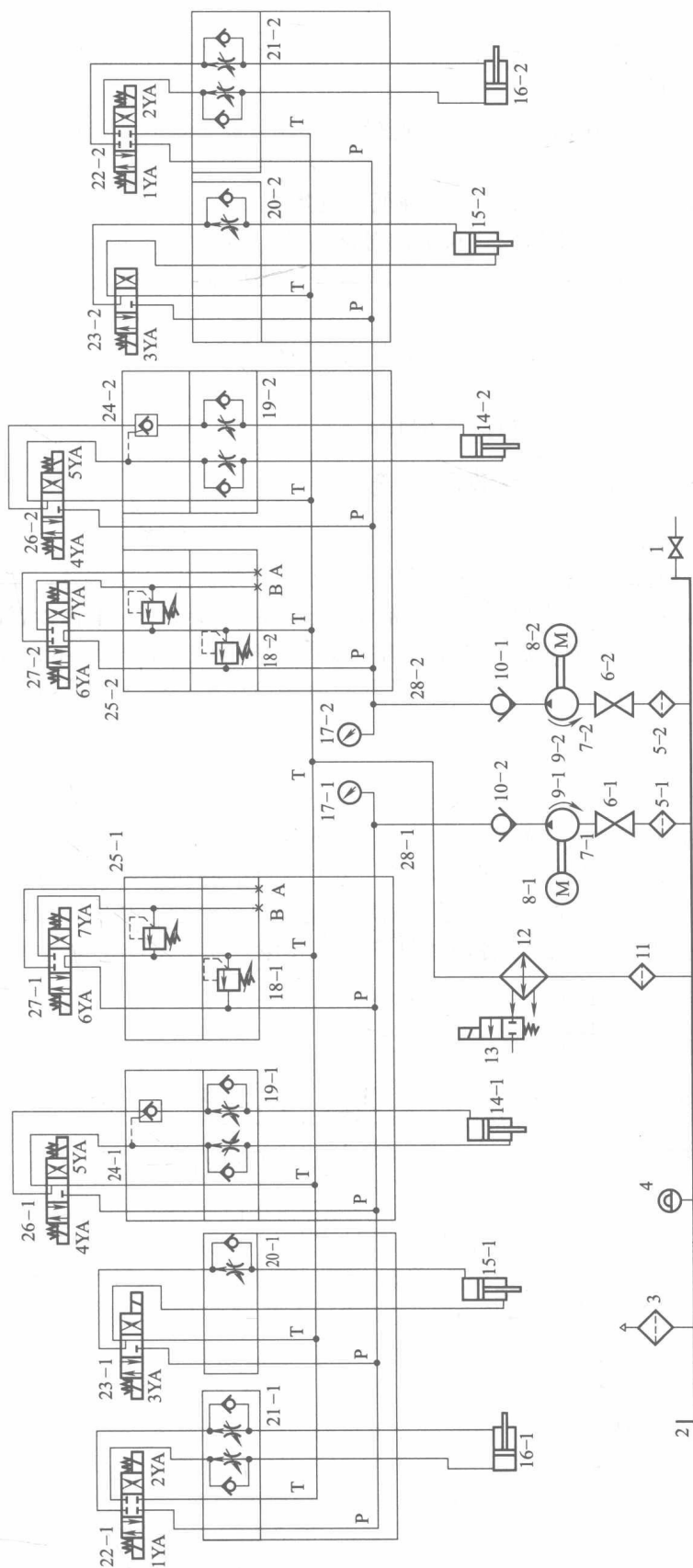


图 1-1 双工位卧式压蜡机叠加阀式液压系统原理图

- 1—放油阀；2—油箱；3—空气过滤器；4—液位计；5—吸油过滤器；6—截止阀；7、28—管道；8—电动机；9—定量叶片泵；10—单向阀；11—回油过滤器；12—冷却器；13—电磁换向水阀；14—合模缸；15—压蜡缸；16—输蜡缸；17—压力表；18、25—叠加式溢流阀；19、21—叠加式双向节流阀；20—叠加式单向节流阀；22、23、26、27—三位四通电磁换向阀；24—叠加式液控单向阀

(3) 技术特点推广

① 主机与液压站分离,降低了工作台高度,操作方便,降低了噪声,解决了因液压站发热,而操作间需配备空调的问题。

② 采用两柱式合模,注蜡嘴移动调位方式,使操作空间大而方便,工作台刚性好,不变形,使用寿命长且节省能源。

③ 采用了可编程控制器 (PLC) 控制,大大降低了故障率。

④ 液压系统的控制阀全部采用叠加阀,双工位对称布置,结构紧凑,外形美观,体积小、重量轻,安装维护方便。液压泵空载启动,回路具有卸载功能,功率利用合理,发热量低。

⑤ 该液压系统可推广至吨位或注蜡压力不同的其他压蜡机中。

(4) 技术参数

压蜡机的合模力为 49kN,注蜡压力最高 7.0MPa。

1.2.2 铸造生产线三维升降震实台液压系统

(1) 主机功能结构

大批量精密铸造的气缸套采用负压干砂消失模铸造流水线生产。工作时,负压铸造砂箱需在生产线轨道上不停地运转,造型时需使砂箱停止运转,在震实平台上使砂箱内的砂子得到充分震实,以保证浇铸出合格的缸套产品。为完成负压铸造砂箱的震实,必须将砂箱举升离开轨道之后实施震实。此套 (4 个) 可实现升降的高速微震平台采用了液压传动,可使每个砂箱在 5min 之内实现落底砂→造型→落干砂→震实→合箱→密封等几个过程,满足生产线的流水作业要求。

(2) 液压系统原理

三维升降震实台液压系统原理图,如图 1-2 所示。系统的执行元件为 4 个驱动震动平台的液压缸 9,同时利用导向装置防止震动平台的倾斜。为了使每个震动平台能实现独立的操作互不干扰,同时为了降低液压系统的成本,系统采用单定量泵 3 供油,系统压力由溢流阀 10 调定并通过压力表 5 及其开关 4 观测。各液压缸升、降和保持通过 4 个手动换向阀 7 分

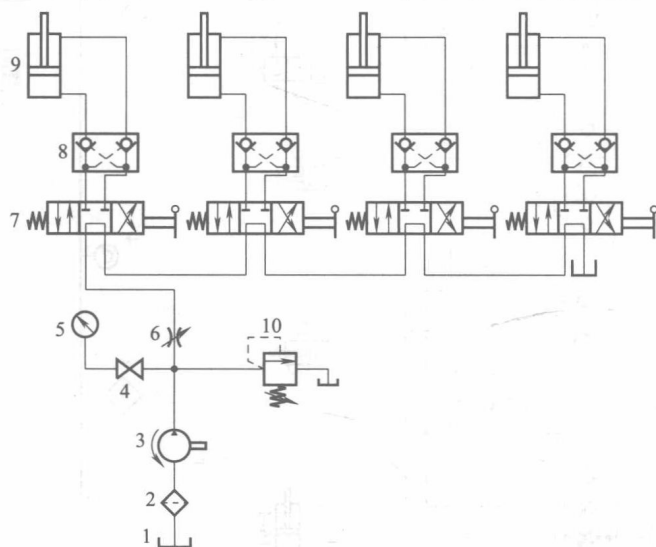


图 1-2 三维升降震实台液压系统原理图

1—油箱; 2—过滤器; 3—定量液压泵; 4—压力表开关; 5—压力表; 6—节流阀;
7—三位四通手动换向阀; 8—液锁; 9—液压缸; 10—溢流阀

别控制。4 个缸既可同时工作，也可分时工作，相互之间影响较小。利用手动换向阀 7 的 M 型中位机能，可使液压泵低压卸载。液压缸的升降速度用节流阀 6 调节。为了防止震实台升起后，随着加砂的进行，由于换向阀内泄漏而出现震实台的回落现象，各换向阀和液压缸之间设有一个液压锁（双液控单向阀）8。其作用是无论液压缸上升和下降时，液压锁中的每个单向阀都能够顺利开启，保证液压缸顺利升、降。当换向阀置于中位时，液压锁中每个液控单向阀不能开启，将液压缸锁定在举升最高的位置，即使在平台重力和震动器剧烈震动的作用下，也能够阻止缸的下降，减少了换向阀的频繁开启。

(3) 技术特点推广

- ① 液压系统采用定量泵供油的进油节流调速方式；液压缸采用手动换向阀换向、液压锁锁定。
- ② 液压系统油路结构简单，元件用量少，成本低；运行可靠，性能稳定。
- ③ 合自动落砂系统，可实现消失模精密铸造造型过程的自动化。该系统可供相近工况类型的多执行元件系统借鉴。

1.2.3 J1140 型压铸机液压泵站系统

(1) 主机功能结构

压铸机是在压力作用下把熔融金属液压射到模具中冷却成型，开模后得到固体金属铸件的工业铸造机械。J1140 型压铸机是一种中等吨位的压铸机，其各工作机构均采用液压传动。

(2) 液压系统原理

图 1-3 所示为 J1140 型压铸机液压泵站系统原理图，泵站采用高低压双联泵供油，采用插装阀控制阀组。

① 元件作用 插件 17 与其先导阀（溢流阀 5、18 及三位四通电磁换向阀 6）构成二级调压与卸荷回路，用于设定高压小流量泵 2-1 的最高压力（12MPa）和快速合型压力（2.5~3.5MPa）及卸荷；插件 14 与其先导阀（外控顺序阀 15 及二位四通电磁换向阀 16）构成调压及卸荷回路，用于设定大流量泵 2-2 压力（4.5MPa）和卸荷控制。压力继

表 1-2 液压系统动作状态

项目	电磁铁状态		
	1YA	2YA	3YA
启动液压泵	+	—	+
工作压力	—	—	—
系统低压	—	+	—
延时卸荷	+	—	+

注：“+”表示电磁铁通电，“—”表示电磁铁断电。下同。

电器 7 用于系统的超压保护，其调整压力 14MPa。压力表 8 及其开关 9 与压力表 12 及其开关 13 分别用于泵 2-1 和低压泵 2-2 的压力显示。在系统运转过程中，通过电磁铁的动作状态变化（见表 1-2）实现系统不同压力的自动转换。插件 11 与 10 是单向阀，分别用于双泵合流控制及保护液压泵免受压力冲击。

② 工作原理

- a. 启动液压泵。电磁铁 1YA、3YA 通电使电磁阀 6 和 16 分别切换至上位和下位，插件 14、17 开启，高、低压泵 2-1 和 2-2 均卸荷而空载启动。
- b. 工作压力。所有电磁铁均断电时，液压系统的工作压力由溢流阀 18 控制，泵 2-1 经开启的插件 17 溢流，液压系统的工作压力为 12MPa；同时，在液压系统工作压力的作用下，外控顺序阀 15 开启，低压大流量泵 2-2 经开启的插件 14 而卸荷。
- c. 系统低压。系统低压只在压铸机合型过程中使用。电磁铁 2YA 通电使电磁阀 6 切换至下位。此时，液压系统的工作压力由溢流阀 5 控制，插件 17 开启溢流，系统工作压力为 3.5MPa。低压满足了因压铸机合型部分重量较重，运动的摩擦力较大，保证合型机构运行平稳的目的。
- d. 延时卸荷。当压铸机各运动部件回到原位时，若停顿时间超过 30s，则电磁铁 1YA、

成,各机构均采用液压传动。浇铸机构是浇铸机的主要工作部件(见图1-4),液压缸1通过密封箱8中的齿轮2、齿条3克服弹簧4的预紧力向上提动浇铸阀7时,浇铸口6开启,浇铸箱5中的高温铅液经浇铸口6流入锭模内。浇铸完成后,液压缸通过齿轮齿条副驱动浇铸阀关闭;浇铸阀的开启力由弹簧4调定。设备的浇铸工作过程为:浇铸小车与固定在链带上的锭模保持同步,同时开启4个浇铸阀进行浇铸,6s后小车退回完成一次浇铸周期。合金锭随链带移动,移动过程中进行锭模底部喷水冷却,合金锭随链带移动到头轮部位打字并自动翻启脱模,合金锭落到承锭轨道上,推锭机构将其推出到堆垛机上,锭推出时,去毛刺机构刮取锭边毛刺。推锭机构动作5次,堆垛机构动作1次,堆垛机构每次动作位移不同以实现堆垛,剥层每层5块,一共5层;堆垛机构动作5次,推垛机构动作一次,将堆好的铅钙合金垛推入输送辊道,进行打包入仓。

(2) 液压系统原理

图1-5所示为该浇铸生产线的液压系统原理图。系统为双泵双回路(左、右各一)形式,油源为两套双联液压泵8,一套工作,一套备用。

右侧回路由双联泵8的小泵供油,泵的压力由先导式溢流阀12和远程调压溢流阀10进行二级压力控制。该回路的执行元件包括推锭机构液压缸60、浇铸小车液压缸61和浇铸液压缸62、63、64、65。推锭缸60的运动方向由电磁换向阀18控制,通过调速阀34进行双向节流调速,溢流阀50为该缸的背压阀。缸61驱动浇铸小车,三位四通电磁换向阀19用于控制小车运动方向,阀19的H型中位机能可使缸61浮动,以便在缸61启动之前,由链带上的挂钩钩挂浇铸小车移动,以使浇铸小车启动时与链带锭模同步,保证可靠浇铸;缸61通过进、出口设置的单向调速阀36和37实现双向进油节流调速,实现与链带同步。四个浇铸缸62、63、64、65用于驱动浇铸阀的启闭(参见图1-4),四个缸的运动方向依次由电磁换向阀20、21、22、23控制(换向时间由超声波位置传感器检测控制);浇铸缸回路的工作压力由减压阀51设定并由单向阀52短时保持,蓄能器54用于断电补油,避免产生事故;缸62、63、64、65分别通过进口及出口设置的单向节流阀38~45实现双向进油节流调速。

左侧回路由双联泵8的大泵供油,泵的压力由先导式溢流阀46和远程调压溢流阀47进行二级压力控制。该回路的执行元件包括承锭液压缸55和56、旋转机构液压缸57、堆垛机构液压缸58、推垛机构液压缸59。承锭缸55、56驱动左右承接板的开启与关合,关合时承接推锭机构推出的合金锭,此两缸油路并联,运动方向由电磁换向阀14控制,并通过进、出口设置的单向节流阀26、27和28、29实现双向进油节流调速。当推锭缸60动作5次,即承接板承接5块铅钙合金锭形成一层后,堆垛缸58上升,承锭缸55、56使承接板开启,铅钙合金锭层由立置的堆垛液压缸58承接;堆垛缸58的升降由电磁换向阀16控制,并通过调速阀32实现双向进油节流调速,溢流阀48为该缸的背压阀;堆垛缸58的工作行程随垛层数量而变,由设置在行程上的位置传感器检测控制。堆垛缸58每承接一层合金锭,退回后由旋转缸57通过齿轮齿条机构使其回转90°,保证所承接的锭层以90°交错排列,使垛码稳固。旋转缸的运动方向、调速方式与缸55或56相同,电磁换向阀15的O型中位机能有利于保证缸57的定位精度。堆垛缸58动作5次后升起,推垛缸59动作,将码好的铅钙合金锭垛推出,进入输送辊道。缸59与缸60的油路结构类同,运动方向由电磁换向阀17控制,通过调速阀33进行双向节流调速,溢流阀49为该缸的背压阀。

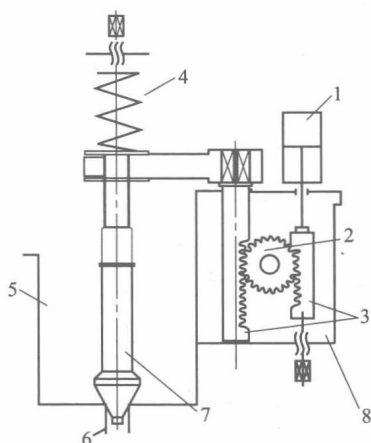


图 1-4 铅钙合金浇铸机构示意图

- 1—液压缸; 2—齿轮; 3—齿条;
4—弹簧; 5—浇铸箱; 6—浇铸口;
7—浇铸阀; 8—密封箱

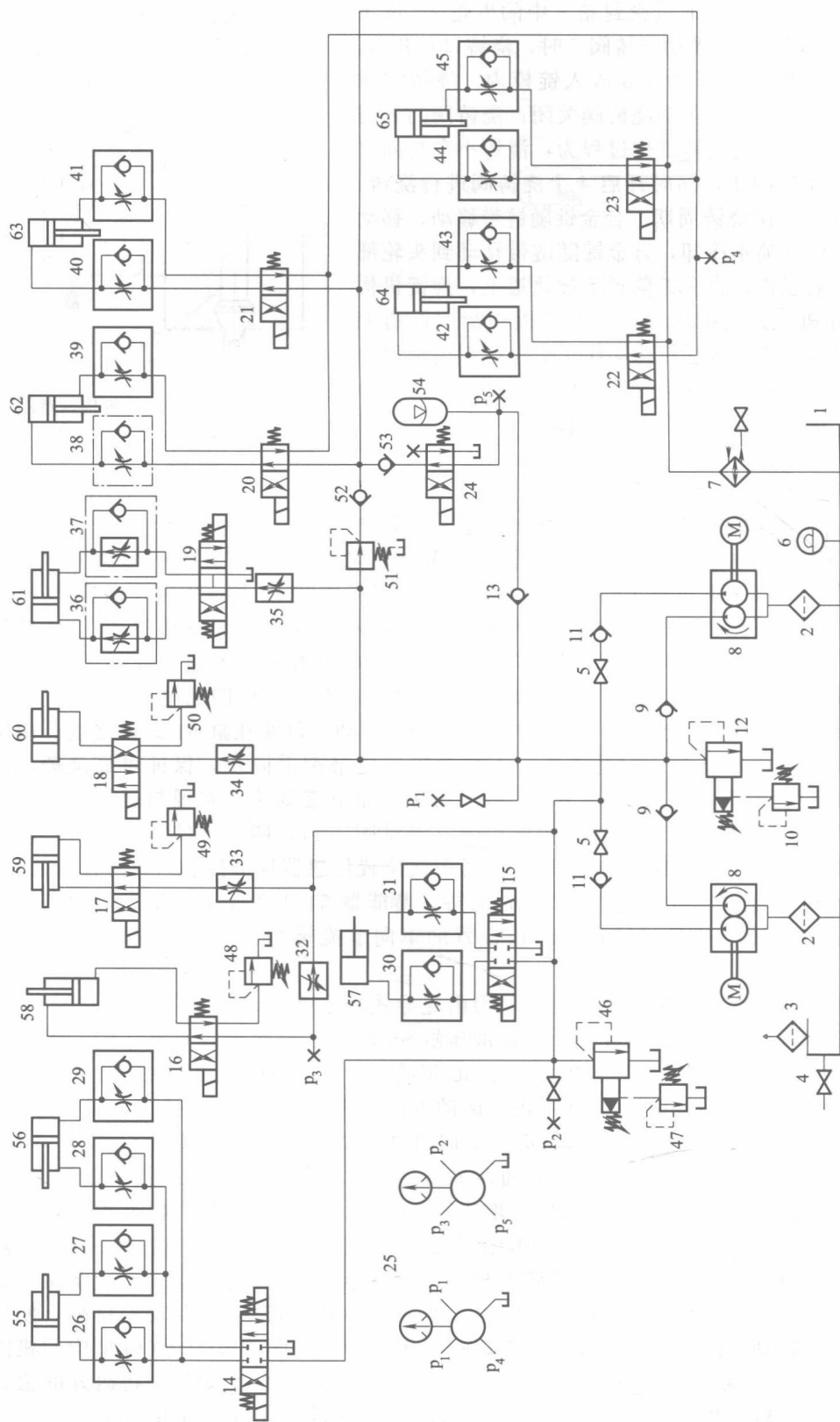


图 1-5 铅钙合金压铸生产线液压系统原理图

- 1—油箱；2—过滤器；3—空气过滤器；4、5—截止阀；6—液计；7—冷却器；8—双联液压泵；9、11、13、52、53—单向阀；10、47—远程调压溢流阀；12、46—先导式溢流阀；14、15、19—三位四通电磁换向阀；16、17、18、20、21、22、23、24—二位四通电磁换向阀；25—压力表及开关（两个）；26、27、28、29、30、31、38、39、40、41、42、43、44、45—单向节流阀；32、33、34、35—调速阀；36、37—单向调速阀；48、49、50—背压溢流阀；51—减压阀；54—蓄能器；55、56—承锭液缸；57—旋转机构液缸；58、59—堆垛机构液缸；60—推锭机构液缸；61—浇铸小车液缸；62、63、64、65—浇铸液缸