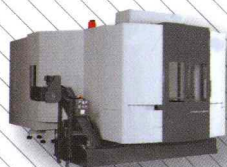


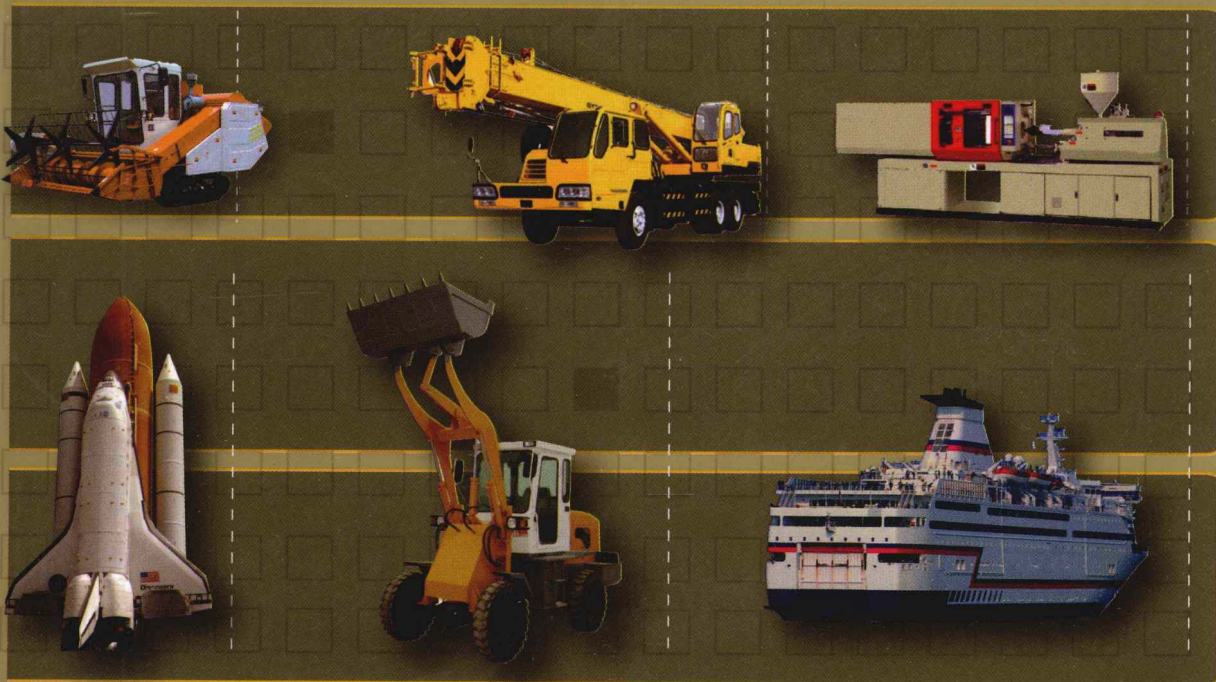
张利平 主编

现代 液压技术应用



220例

(第二版)



化学工业出版社

张利平 主编

现代 液压技术应用 220例 (第二版)



化学工业出版社

定价：35.00元

· 北京 ·

ISBN 7-03-018888-8

图书在版编目 (CIP) 数据

现代液压技术应用 220 例/张利平主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2009. 5
ISBN 978-7-122-04916-2

I. 现… II. 张… III. ①液压传动②液压控制 IV. TH137

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 026299 号

责任编辑: 周国庆 黄 滢
责任校对: 陈 静

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 35 字数 917 千字 2009 年 6 月北京第 2 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: 82.00 元

版权所有 违者必究

前 言

《现代液压技术应用 220 例》(第一版)出版发行 5 年来,得到了广大读者及业内人士的热情关注和欢迎,如果本书对于相关部门和读者正确合理地设计和使用液压技术,提高工作效率及使用效益,提高教学质量诸方面发挥了良好的作用,笔者感到十分欣慰。

在认真总结和分析本书第一版使用过程中存在的问题及听取读者反馈建议的基础上,通过调查研究及资料收集,对本书进行了修订。第二版旨在保留第一版风格和规模基础上,通过适当调整结构、更新内容、弥补不足,仍力求图、文、表并茂,进一步突出体现其系统、先进、多样和实用,以及可查性与可读性并重的特点,以有助于读者查阅、借鉴和采纳所介绍的实例与方法,解决液压系统设计和实际工作中的各类问题。从而进一步推动我国液压技术的发展,提升液压技术的设计和使用水平。为此,第二版对全书主要进行了以下三个方面的修改与更新:一是增设了“篇”层次结构,全书分为上、下两篇,共 17 章。上篇(共 15 章)是液压技术应用实例(220 多个),主要为设计和使用人员提供参考资料;下篇(共 2 章)是液压系统设计与使用维护,从系统原理设计到元件选型再到系统结构集成,全面详细地介绍了液压系统的设计计算方法并给出设计实例,同时介绍了液压系统的安装调试、使用维护、常见故障现象及其排除等方法要点和注意事项。使读者可在借鉴他人经验资料的同时了解和掌握自行进行液压系统设计和维护的方法要点,从而在保留本书可查性的同时提高其可读性。二是更新第一版中所列各领域或行业的系统应用实例,即保留应用频度较高和指导性较强的系统实例,用新系统或整机系统去取代其中一些使用频度较低的系统或辅助装置的系统,更新的系统达 90 个(占 40%)之多。从而使系统应用实例更具典型性、代表性和指导性。在所介绍的 15 个大的行业 220 多个系统应用实例中,各章在概述该行业机械设备的工况特点和液压技术的使用特点基础上,对每一种系统均按其“主机功能结构→液压系统及其工作原理→技术特点与推广→技术参数”的体系进行介绍。三是为了保证增写新的内容而基本不增大篇幅,书末的附录中仅保留了国家标准 GB/T 786.1—1993《液压气动图形符号》,以便于读者使用对照;其他基础标准则均以最新版本渗透在相关章节中。

读者在使用本书时仍应注意以下事项:书中所介绍的某一行业的液压系统往往对于其他行业也具有参考价值,为此,在每一应用实例的技术特点中提出了参考性推广或借鉴的建议。为了便于叙述和全书的一致性,书中将液压系统驱动的机械设备或某一装置(例如某一机床、车辆、试验台等)通称为主机;将可编程序控制器(Programmable Logic Controller)一律用 PLC 表示和描述。书中的电气行程开关均用 SQ 并加注 1、2…等表示,如某图中的 SQ1、SQ2…等依次表示该图中的第一个行程开关、第二个行程开关等。电磁换向阀的电磁铁均用 1YA、2YA…等表示,例如某图中的 1YA、2YA…依次表示该图中的第一块电磁铁、第二块电磁铁等。电磁铁动作顺序表中的通断电状态,则统一使用“+”表示通电,用空白“□”表示断电(而不用“-”表示)。

本书可供液压机械及系统的科研设计、制造调试和使用维护部门的工程技术人员、现场工作人员、高级技工等参阅,并可作为各类工科院校相关专业毕业设计、课程设计及环节的教学参考书。

本书由张利平主编,刘文学参编。张利平编写第 1 章~第 10 章和第 15~第 17 章并负责全书的统稿和校定工作,刘文学编写第 11 章~第 14 章和附录。张津、张秀敏参与了本书

的策划、提供了宝贵信息并提出许多建设性意见；张秀敏协助作者进行了资料搜集整理及文稿录入校对等大量工作；李丽琳、李珊参与了本书标准资料的搜集整理工作；石家庄农机研究所李书元，石家庄非标设备厂张祈平、朱振民，解放军 256 医院牛振英以及黄涛、周湛学、史玉芳、周兰午、张淑任、严一萍、吴宗哲、王惠宵、甄志伟、王长清、张保令等为本书提供了相关液压机械的资料或进行了部分插图的绘制工作。

本书第二版编写出版过程中，得到了许多厂家（公司）及读者的热心支持与鼓励，谨此致以真诚的谢意。

对于本书存在的不当之处，欢迎液压界专家同行及广大读者批评指正。

主编

第一版前言

液压传动与控制是现代机械工程的基础技术, 由于其在功率重量比、无级调速、自动控制、过载保护等方面的独特技术优势, 使其成为国民经济中各行业、各类机械装备实现传动与控制的重要手段。特别是 20 世纪 90 年代以来, 新兴产业不断涌现, 并与现代电子和信息技术相结合, 进一步刺激和推动了液压技术的发展, 使其在国民经济各行业获得了广泛应用。

正确合理地设计和使用液压系统, 对于提高各类液压机械设备及装置的工作品质和技术经济性能具有重要意义。毋庸置疑, 在各类机械装备的液压系统设计和使用中, 了解和掌握已有相关机械设备和装置的主机结构功能, 液压系统的构成、工作原理及技术特点尤为重要。由此, 可以避免或减少设计和使用工作中的失误, 提高设计工作效率, 提高使用效益等。此项工作固然可以通过调查研究等途径实现, 然而, 通过查阅图书资料则显得更为方便快捷。但是, 目前国内专门介绍各类机械设备和装置的液压系统的图书资料尚不多见。为了适应现代化建设及各类工程技术人员需要, 提高液压系统及设备的设计使用水平, 在总结多年从事液压技术教学、科研设计与工程实践经验的基础上, 编者广泛搜集了 20 世纪 90 年代以来国内外各类液压设备和装置的传动与控制系统资料, 编写成《现代液压技术应用 220 例》一书。

本书的编写力图体现先进性、系统性、多样性、实效性, 所介绍的 220 余个液压系统涵盖了金属材料工程、金属切削机床与汽车工业、电力煤炭工业、油气探控采与化工机械、冶金工业、铁路与公路运输业、建材建筑业、工程机械与农林牧机械、家用电器与五金机械、轻工与纺织机械、航空业与河海工程、计量质检与特种设备、武器装备、公共设施与环保、液压行业生产及教学试验等行业。系统的资料来源除了作者的部分成果外, 多数选自 20 世纪 90 年代以来国内外相关专业书刊刊载和介绍的新型液压系统或用现代液压技术及电子技术、计算机技术加以改造而成的系统, 书中所收集的资料和介绍的内容一方面注意反映一些新兴行业液压技术的应用, 另一方面特别注意反映诸如电液比例控制技术、电液伺服控制技术、变频调速技术、纯水液压技术、气液复合传动技术、液压振动技术、液压节能技术、冗余技术以及液压块式集成、叠加阀式集成、插装式集成等新技术的工程实际应用。为了便于读者参阅和使用本书, 书末的附录摘录和介绍了液压气动图形符号 (GB/T 786.1—1993)、流体动力系统和元件名词术语 (GB/T 17446—1998), 并列出了液压技术中常用物理量的单位及换算表。

为了使读者从本书中获取所需内容和信息并举一反三、灵活运用, 本书按照行业进行介绍, 书中的每一章首先概述行业机械设备的工况特点和液压技术的使用特点, 然后对每一种系统按照主机功能结构、液压系统及其工作原理、技术特点、技术参数的体系线索进行介绍和叙述。本书力求做到图文并茂, 配以较多的液压系统原理图、电气控制原理图、技术参数等插图和表格, 以帮助读者查阅、借鉴和采纳所介绍的系统, 解决液压系统设计和使用寿命中的问题。

本书采用法定计量单位和最新版本的国家标准。

本书可供各行业液压技术的科研设计、制造调试和使用维护部门的工程技术人员、现场工作人员及大专院校有关专业师生阅读和参考, 并可作为高等工科院校相关专业毕业设计、

课程设计的教学参考书。

读者在使用本书中请注意以下事项：①尽管本书所介绍的液压系统按所属行业进行了详细划分，但这种划分不是绝对的，很多系统对于不同的行业均具有参考价值。②本书中的电气行程开关均用 SQ 并加注 1、2…表示，如某图中的 SQ1、SQ2…依次表示该图中的第一个行程开关、第二个行程开关等。③电磁换向阀的电磁铁均用 1YA、2YA…表示，例如某图中的 1YA、2YA…依次表示该图中的第一块电磁铁、第二块电磁铁等。④电磁铁动作顺序表中的电磁铁通断电状态，则统一使用“+”表示通电，用空白“□”表示断电（而不用“-”表示）。⑤液压系统或元件的图形符号、名词术语以及技术参数的单位换算可参阅附录的内容进行对照。

本书由河北科技大学张利平主编，刘文学参编。张利平编写第 1 章～第 10 章、第 15 章、附录并负责全书的统稿工作，刘文学编写第 11 章～第 14 章。

张津、张秀敏、石亚雄、李书元、黄涛、赵伟、赵书强、龚立勇、宋军保等同志参加了本书的文献资料搜集、文稿录入整理和部分插图绘制等工作。

对于本书编写过程中给予帮助的有关单位和个人以及参考文献的各位作者一并致以衷心感谢。

对于本书存在的疏漏之处，欢迎同行专家及广大读者批评指正。

编者
2004 年元月

液压系统使用与维修手册

陆望龙 编著



ISBN 978-7-122-1571-6

16 开 精装 1050 页 138 元

◆本手册凝聚了作者 40 多年液压行业维修的丰富经验编写而成，是一部实用性强、专业性强、可操作性强的大型液压维修技术手册

◆详细介绍了国内外各种液压元件、回路、系统的使用与维修，以及近三十种典型液压设备的工作原理、结构、使用注意事项以及故障分析与排除、修理方法等

◆手册内容贯穿两条主线：一是“元件—回路—系统”，一是“原理—结构—故障排除与修理”，信息量大

◆本手册主要读者对象为中高级液压维修技工、第一线的液压工程技术人员以及大专院校液压相关专业的师生

液压识图

张应龙 主编



ISBN 978-7-122-00299-0

16 开 平装 195 页 28 元

◆按照“液压元件-液压回路-液压系统”的体系进行论述

◆采用最新的液压技术标准

◆主要介绍了识读液压系统图的基础知识，常见的液压动力元件、执行元件、液压控制阀、液压辅助元件的工作原理和结构，以及由各类液压元件组成的各种液压基本回路

◆主要面向初级液压工程技术人员、高级技术工人

液压识图 100 例

崔培雪 主编



ISBN 978-7-122-03108-2

B5 开 平装 190 页 29 元

◆本书以识图为主线，精选典型实例，重点阐述液压元件的结构和工作原理并与实物图对照。同时结合工程实际应用，对基本的液压回路和液压系统图例进行了较为具体的分析和介绍

◆全书内容涵盖了液压技术工人识图所必须掌握的全部知识点。从最基本的识图基础知识到元件图、回路图、系统图的识读，最后是液压绘图软件，均用浅显的语言进行介绍

◆为了引导读者更好地识读液压图，本书还特别增加了“识图要点”和相关的“知识链接”等内容，供读者学习时参考

◆本书可供具有初中以上文化程度的液压技术工人和中职、技校机械相关专业学生学习使用，也可作为初级液压工程技术人员入门的自学读物

液压实用回路 360 例

赵月静 宁辰校编



ISBN 978-7-122-02648-4

16 开 平装 346 千字 36 字

◆液压回路是液压系统正常工作的基本单元，是保证液压系统正常工作的基础。了解、熟悉并进一步正确连接、合理选用液压回路，是每一个液压从业人员的基本功

◆本书从液压工程技术人员的实际需要出发，收集了常用的液压回路共计 360 余例，目的是给液压技术人员提供一个比较实用的液压回路参考资料

◆全书共分 10 章，按照由简单到复杂的顺序，以一图一表的形式，一目了然地介绍了常用液压回路的特点、功能、应用范围以及回路选用原则和注意事项等内容

◆本书可供液压技术从业人员研究、查阅及设计使用，也可作为液压技术入门人员及液压爱好者的学习参考用书

液压系统原理图分析技巧

李松晶 丛大成 姜洪洲

编者



ISBN 978-7-122-03872-2

B5 开 平装 228 页 36 元

◆全书通过精心挑选出来的六个具有代表性的液压系统实例（包含多种基本回路并涵盖液压传动及控制系统的各种应用领域），采取模块化的编排形式，详细地介绍了液压系统原理图的分析技巧及步骤，包括了解系统，初步分析、整理和简化原理图，划分子系统，子系统分析等内容

◆本书适合液压技术初学者以及对液压系统原理图不太熟悉的业内读者使用，也可作为液压技术的培训用书以及广大液压技术爱好者的自学读物

液压气动图形符号及其识别

赵冬梅 郑万年 编



ISBN 978-7-122-03515-8

32 开 平装 290 页 25 元

◆本书对常用的液压与气动图形符号进行了汇编、归类与整理

◆书中循序渐进地介绍了液压与气动元件的工作原理和图形符号的表示方法

◆对每种图形符号还给出了典型的应用回路

◆为帮助读者更好地掌握和快速识别图形符号，书中还将相似或同类元件的图形符号列表进行对照和比较，并在表后给出了图形符号的识别技巧

◆本书可供初中以上文化程度、初学液压与气动技术的人员阅读

目 录

上篇 液压技术应用实例

第 1 章 金属材料工程中的液压系统	1	第 2 章 金属切削机床与汽车工业中的	
1.1 概述	1	液压系统	49
1.2 铸造机械液压系统	1	2.1 概述	49
1.2.1 铸造生产线三维升降震实台		2.2 常用金属切削机床液压系统	49
液压系统	1	2.2.1 双轴液压自动成形车床系统	49
1.2.2 开放式造型线的插装阀液压		2.2.2 双面组合铣床液压系统	52
控制系统	2	2.2.3 单臂仿形刨床液压系统	55
1.2.3 熔模精密铸造双工位卧式中		2.2.4 平面磨床的微机电液比	
温压蜡机液压系统	3	例调速系统	57
1.2.4 液态有色金属卧式压铸机的		2.2.5 轴承钢球磨床液压站系统	59
液压系统	6	2.2.6 深孔钻床液压系统	60
1.2.5 活塞铸造机中的液压技术	9	2.2.7 金刚镗床液压系统	62
1.2.6 铅钙合金浇注生产线液压系统	11	2.2.8 拉床液压系统	63
1.3 金属成形设备液压系统	14	2.2.9 深孔珩磨机液压系统	65
1.3.1 压弯成形机电液比例同步		2.2.10 二次进给组合机床动力滑台	
控制系统	14	液压系统	67
1.3.2 PLC 自动控制的板料液压剪		2.2.11 钻镗组合机床插装阀式液	
切机系统	16	压系统	68
1.3.3 板材成形专用双向油压机		2.2.12 伺服动力滑台液压控制系统	70
液压系统	19	2.2.13 全自动金属带锯床液压系统	72
1.3.4 多功能棒料折弯机液压系统	21	2.2.14 数控高速冲床液压系统	74
1.3.5 波形弹性管挤压胀形机		2.3 汽车摩托车制造设备液压系统	75
液压系统	22	2.3.1 轿车座椅泡沫生产线液压系统	75
1.3.6 带轮辊轧机液压系统	25	2.3.2 汽车钣金带轮旋压机的	
1.3.7 缠绕式弯管机液压系统	27	液压系统	77
1.4 焊接设备液压系统	30	2.3.3 气缸体封水槽加工机床液	
1.4.1 焊条涂粉机液压系统	30	压系统	79
1.4.2 汽车油箱自动缝焊机的		2.3.4 汽车用微电机转子车床	
液压系统	32	液压系统	80
1.4.3 汽车轮圈 400t 闪光顶锻焊机		2.3.5 汽车油箱缝合机液压系统	83
液压系统	34	2.3.6 汽车大梁生产线全液压	
1.4.4 摩擦焊接机床的液压系统	36	铆接机系统	85
1.4.5 筒体焊接支架液压系统	38	2.3.7 摩托车车轮压窝冲孔机液	
1.5 热处理设备液压系统	39	压系统	87
1.5.1 曲轴感应淬火机床液压系统	39	2.3.8 农用车发动机连杆销压装液	
1.5.2 全液压齿轮淬火机液压系统	40	机液压系统	89
1.5.3 钢板弹簧淬火机械手液压系统	43	2.3.9 汽车变速器总成交检试验台	
1.5.4 齿轮淬火压床上下料机械手		液压系统	91
的液压与气动系统	46		

2.3.10	汽车悬架减振器性能试验台的电液伺服系统	93	4.2.6	输油管道阀门启闭液压系统	135
2.3.11	汽车水箱散热管爆破试验台液压系统	94	4.2.7	可逆式油田管材矫直机液压系统	137
2.3.12	无内胎铝合金车轮气密性检测机液压系统	95	4.2.8	油田管线试压装置的液压与气压系统	138
第3章 电力与煤炭工业中的液压系统			4.2.9	油田管件试压抱、推管器液压驱动系统	140
3.1	概述	97	4.2.10	石棉水泥管卷压成形机的电液控制系统	141
3.2	电力行业液压系统	97	4.3	化工机械液压系统	145
3.2.1	电站锅炉 CNC 蛇形管弯管机液压系统	97	4.3.1	超小型注塑机液压系统	145
3.2.2	水轮发电机组电液调速器系统	100	4.3.2	仿皮靴注塑机液压系统	148
3.2.3	静压驱动自行走式电力架线牵引机液压系统	102	4.3.3	电液比例控制注塑机系统	151
3.2.4	变压器绝缘纸板热压成形机组液压系统	105	4.3.4	中空挤坯吹塑挤出机型坯壁厚电液伺服控制系统	153
3.2.5	火力发电厂 240m 钢内筒烟囷液压顶升设备系统	106	4.3.5	抽真空平板硫化机变频电液比例系统	154
3.2.6	特种电源车液压系统	108	4.3.6	琼脂液压自动压榨机系统	157
3.2.7	水电站施工混凝土吊罐弧门开闭液压系统	111	4.3.7	催化剂高压挤条机液压系统	159
3.3	煤炭工业中的液压系统	112	4.3.8	橡胶制品热压成形机液压系统	161
3.3.1	电磁球阀式电牵引采煤机液压系统	112	4.3.9	溶液材料实时混合与喷洒液压系统	164
3.3.2	全液压链锯式割煤机系统	114	4.3.10	乳化炸药装药机的液压系统	165
3.3.3	原煤取样机液压系统	116	第5章 冶金工业中的液压系统		
3.3.4	卸煤生产线定位机车的电液比例方向控制系统	118	5.1	概述	167
3.3.5	煤矿综采工作面支护设备综合试验台液压系统	120	5.2	冶炼轧制机械设备液压系统	167
3.3.6	矿用锚索张拉机具千斤顶手动液压泵系统	123	5.2.1	炼铁高炉泥炮液压控制系统	167
3.3.7	全自动多功能压滤机液压系统	124	5.2.2	中频无心感应熔炼炉液压系统	168
第4章 石油天然气探采与化工机械中的液压系统			5.2.3	加热炉炉门液压升降系统	170
4.1	概述	127	5.2.4	轧机自动辊缝高水基工作介质液压控制系统	173
4.2	油气探采机械液压系统	127	5.2.5	铜管行星轧机成卷液压系统	175
4.2.1	自升式海洋石油钻井平台液压系统	127	5.2.6	铝箔轧机电液伺服系统	176
4.2.2	游梁式抽油机节能液压系统	129	5.2.7	板带热连轧机支承辊辊拆装机的液压系统	180
4.2.3	车装石油钻机液压起升系统	130	5.3	冶金产品整理液压系统	181
4.2.4	钻井牙轮钻头贮油囊抽真空注脂机液压系统	132	5.3.1	高速线材打捆机液压系统	181
4.2.5	海上修井平台作业设备的液压驱动系统	133	5.3.2	线(管)材卷取机的两种液压系统	186
			5.3.3	热轧板推钢机的液压系统	188
			5.3.4	型材翻面机液压系统	189
			5.3.5	全液压盘钢翻转装置系统	193
			5.3.6	钢坯提升机称重装置的液压系统	195
			5.3.7	圆环状零件 250t 水平碾压机液压系统	197

5.3.8	软铝连续挤压生产线主机的 超高压液压系统	199
5.3.9	铝型材自装挤压机的液压系统	200
5.3.10	铝棒自动卸料装置的液 压系统	202
5.4	冶金企业节能减排设备液压系统	204
5.4.1	钢厂废水处理自动压滤机 液压系统	204
5.4.2	铁厂高炉热风布袋除尘 液压系统	206
5.4.3	焦炉煤气制氢装置程控阀 液压系统	209

第6章 铁路和公路运输行业中的液压系统

6.1	概述	211
6.2	铁路运输业中的液压系统	211
6.2.1	铁路铺轨机液压系统	211
6.2.2	铁路运枕龙门起重机液压系统	213
6.2.3	全液压铁路路基渣石边坡 整形机系统	216
6.2.4	铁路捣固机捣固装置液压试 验台系统	218
6.2.5	铁道轮对轴承压装机液压系统	220
6.2.6	铁路栈桥液压系统	222
6.2.7	地铁车门液压同步控制系统	224
6.2.8	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	226
6.3	公路运输业中的液压系统	227
6.3.1	高速公路钢护栏冲孔切断机 液压系统	227
6.3.2	公路架桥机液压系统	229
6.3.3	地下汽车库升降平台液压系统	231
6.3.4	汽车液压升降尾板系统	232
6.3.5	移动式汽车维修举升机 液压系统	234
6.3.6	电动汽车蓄电池热封机的 液压气动系统	236

第7章 建材与建筑行业中的液压系统

7.1	概述	240
7.2	建材行业中的液压系统	240
7.2.1	卫生瓷高压注浆成形机 液压系统	240
7.2.2	VIS系列墙地砖压机系统	241
7.2.3	石材连续磨机液压进给系统	244

7.2.4	复杂圆柱曲面石材加工机 的液压仿形控制系统	246
7.2.5	回转窑挡轮装置液压系统	247
7.2.6	水泥生产用篦冷机篦床的 液压同步驱动系统	250
7.2.7	免烧粉煤灰制砖机液压系统	252
7.2.8	石材废料模压成形机超高 压液压系统	255
7.3	建筑行业液压系统	256
7.3.1	全自动钢筋弯箍机液压系统	256
7.3.2	H钢三维数控钻床液压系统	259
7.3.3	低空间落锤式自动打桩机 液压系统	260
7.3.4	双缸双作用液压打桩锤系统	263
7.3.5	混凝土泵液压系统	265
7.3.6	槽铝式中空玻璃门窗丁基 胶涂布机液压系统	267

第8章 工程机械与农林牧机械液压系统

8.1	概述	269
8.2	工程机械液压系统	269
8.2.1	沥青道路修补车电液比例系统	269
8.2.2	隧道工程衬砌台车液压系统	270
8.2.3	多功能道路剐冰清雪机液 压系统	274
8.2.4	多功能全液压钻机系统	276
8.2.5	全液压起重高空作业车系统	279
8.2.6	冲击压路机液压系统	280
8.2.7	自动击实机的气-液传动系统	282
8.2.8	公路养护车凿槽机械手液 压系统	283
8.2.9	非开挖导向钻机液压系统	285
8.2.10	钢管平头机液压系统	287
8.2.11	小型工程机械液压件变频控制 试验台系统	290
8.3	农林牧机械液压系统	292
8.3.1	联合收割机静压传动 装置 HST	292
8.3.2	青饲料贮藏切割机液压系统	294
8.3.3	全自动饲料压块机电液 控制系统	297
8.3.4	林木球果采集机器人电液 比例控制系统	299
8.3.5	节能低噪型人造板热压机 液压系统	302
8.3.6	卧式铆压机液压系统	303

8.3.7 奶牛手术台液压系统	305	10.3.4 冷压堆卷布机液压系统	355
第9章 家用电器与五金工业中的液压系统	308	10.3.5 毛呢罐蒸机用整体式液压无级变速器	355
9.1 概述	308	10.3.6 自动卷染机的电液比例控制系统	357
9.2 家用电器制造业中的液压系统	308	10.3.7 织物后整理三辊轧光机液压系统	358
9.2.1 显像管玻壳剪切机床液压系统 ..	308	第11章 航空与河海工程中的液压系统	361
9.2.2 磁环自动成形液压机系统	310	11.1 概述	361
9.2.3 冰箱箱体折弯机液压系统	313	11.2 航空领域的液压系统	361
9.2.4 电冰箱内胆四工位热成形机液压控制系统	314	11.2.1 飞机多执行器液压系统	361
9.2.5 电冰箱压缩机电机转子叠片机液压系统	316	11.2.2 飞机综合包伞机的液压气动系统	362
9.2.6 计算机控制的冰箱压缩机壳体耐压强度液压试验系统	317	11.2.3 飞机旅客登机车活动防雨棚的液压系统	364
9.2.7 制冷热交换器U形管自动成形机液压系统	319	11.2.4 飞机维修升降平台车液压系统	366
9.3 五金行业中的液压系统	323	11.2.5 直升机旋翼动平衡试验台液压升降系统	368
9.3.1 制钉机液压系统	323	11.3 河海工程中的液压系统	370
9.3.2 工具锤装柄机液压系统	325	11.3.1 波浪补偿起重机的电液比例控制系统	370
9.3.3 门锁整体成形液压机	327	11.3.2 10kN内河船用液压起锚绞车系统	372
9.3.4 金刚石工具热压烧结机的电液比例加载系统	329	11.3.3 快速电磁球阀控制的泵控闭式舵机液压系统	373
第10章 轻工与纺织机械中的液压系统	332	11.3.4 深潜救生艇对接机械手的电液比例伺服控制系统	375
10.1 概述	332	11.3.5 江河防汛抢险用钢丝网片编织机的液压系统	376
10.2 轻工机械液压系统	332	11.3.6 滚装船压载阀组电液遥控系统	378
10.2.1 表壳热冲压成形液压机系统	332	11.3.7 海底土液化监测装置液压贯入系统	381
10.2.2 大吨位皮革熨平机液压系统	334	11.3.8 水下钻孔机液压系统	383
10.2.3 弯曲木家具三向压力机液压系统	335	11.3.9 水面垃圾清扫船液压系统	385
10.2.4 3700造纸机液压系统	337	11.3.10 软质输油管线穿越车液压系统	387
10.2.5 中纤维密度板切板边机液压系统	339	11.3.11 海浪发电机液压系统	388
10.2.6 植物油四头灌装机液压系统	340	第12章 计量质检与特种设备中的液压系统	390
10.2.7 煮糖罐搅拌器液压系统	343	12.1 概述	390
10.2.8 集成式植物纤维一次性餐具成形机的液压系统	344	12.2 计量与产品质量检验设备中的液压系统	390
10.2.9 食品物料压辊机液压系统	346	12.2.1 1200kN标准动态力源装置	
10.2.10 四工位竹制静菜盘成形机液压系统	347		
10.2.11 散装物料仓放料装置液压系统	349		
10.3 纺织机械中的液压系统	350		
10.3.1 电动液压经轴装卸车系统	350		
10.3.2 纺丝机液压系统	352		
10.3.3 平网印花机插装阀液压系统	354		

液压系统	390	液压系统	425
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	392	14.2.7 ATA 型医用自动牵引床液压系统	426
12.2.3 商品出入境检验用试验机液压系统	394	14.2.8 残疾人上下车专用升降台液压系统	428
12.2.4 墙体砖和小型砌块的试验机电液比例加载测控系统	395	14.2.9 社区汽车维修升降平台液压同步系统	429
12.2.5 多功能木材力学试验机液压系统	397	14.2.10 简易俯仰升降式立体车库液压系统	431
12.3 特种设备中的液压系统	399	14.3 环保设备液压系统	433
12.3.1 客货两用液压电梯系统	399	14.3.1 垃圾破碎机液压系统	433
12.3.2 高压单相流细水雾自动灭火系统	400	14.3.2 垃圾中转站压块机液压系统	434
第 13 章 武器装备中的液压系统	403	14.3.3 固定式大负载垃圾压榨机液压系统	436
13.1 概述	403	14.3.4 侧装式垃圾收集车液压系统	438
13.2 军事装备中的液压系统	403	14.3.5 污泥自卸车液压系统	439
13.2.1 PASBAN 炮塔电液控制系统	403	14.3.6 扫路车液压系统	441
13.2.2 地空导弹发射装置液压控制系统	405	第 15 章 液压工业及教学试验设备液压系统	443
13.2.3 车载雷达天线升降机构液压系统	408	15.1 概述	443
13.2.4 自发电电源车液压系统	411	15.2 液压工业生产试验设备的液压系统	443
13.2.5 海军舰船武器装备液压元件综合检测中心的液压系统	412	15.2.1 液压泵和液压马达功率反馈试验台系统	443
第 14 章 公共设施及环保设备中的液压系统	415	15.2.2 多功能综合液压试验台系统	444
14.1 概述	415	15.2.3 高压大流量液压阀通用试验台液压系统	446
14.2 公共设施中的液压系统	415	15.2.4 电液伺服阀维修试验台液压系统	449
14.2.1 循环式客运索道液压张紧系统	415	15.2.5 高压抗磨液压油品试验台液压系统	451
14.2.2 上海音乐厅顶升和平移工程的液压同步系统	417	15.2.6 纯水液压传动实验系统	453
14.2.3 升降舞台水介质传动系统	420	15.3 液压教学实验设备液压系统	455
14.2.4 流动舞台演出车的气动液压系统	421	15.3.1 采用 PLC 及触摸屏技术的液压实验台系统	455
14.2.5 液压蛙跳游艺机系统	423	15.3.2 液压伺服实验台系统	458
14.2.6 X 光机隔室透视站位			

下篇 液压系统设计与使用维护

第 16 章 液压系统的设计计算方法及举例	460	16.3 负载分析和运动分析	462
16.1 液压系统的设计计算步骤与技术要求	460	16.3.1 负载分析计算（负载循环图）	463
16.1.1 设计计算步骤	460	16.3.2 运动分析（运动循环图）	463
16.1.2 明确技术要求	460	16.4 确定主要参数，编制液压执行器工况图	464
16.2 执行器的配置及动作顺序的确定	461	16.4.1 初选执行器的设计压力	464

16.4.2	计算和确定液压缸的主要结构尺寸与液压马达的排量	465	16.9.2	执行器配置	486
16.4.3	计算液压执行器的最大流量	466	16.9.3	运动分析和负载分析	486
16.4.4	编制液压执行器的工况图	466	16.9.4	液压系统主要参数计算和工况图的编制	487
16.5	液压系统图的拟定	467	16.9.5	制定液压回路方案与拟定液压系统原理图	488
16.5.1	制定液压回路方案	467	16.9.6	组成液压元件设计	489
16.5.2	液压系统的合成及原理草图的绘制	470	16.9.7	验算液压系统性能	491
16.6	元件选型与设计	470	第 17 章 液压系统的安装调试与使用维护	495	
16.6.1	液压泵的选择	470	17.1	液压系统的安装调试	495
16.6.2	液压执行器的确定	473	17.1.1	液压系统的安装	495
16.6.3	液压控制阀的选择	474	17.1.2	液压系统的调试	508
16.6.4	液压辅助元件的选择	476	17.2	液压系统的使用维护	513
16.7	液压系统性能验算	479	17.2.1	使用与维护的一般注意事项	513
16.7.1	液压系统压力损失验算	479	17.2.2	液压系统的检查	514
16.7.2	液压系统效率 η 的估算	480	17.2.3	液压系统的检修及其注意事项	514
16.7.3	发热温升估算及热交换器的选择	480	17.3	液压系统的故障排除	515
16.8	液压系统的施工设计	481	17.3.1	故障诊断和排除的常用方法与注意事项	515
16.8.1	设计目的及内容	481	17.3.2	常见故障及其诊断排除方法	516
16.8.2	液压装置的结构类型及其适用场合	482	附录 常用液压气动图形符号	536	
16.9	液压传动系统设计计算举例-单面多轴钻孔组合机床液压系统设计	486	参考文献	543	
16.9.1	技术要求	486			

上篇 液压技术应用实例

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、成型产品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，以减轻操作者的劳动强度、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；在压力机、锻造机、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 25 例实用的液压系统。

1.2 铸造机械液压系统

1.2.1 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，负压铸造砂箱须在生产线轨道上不停地运转，造型时须使砂箱停止运转，在震实平台上使砂箱内的砂子得到充分震实，以保证浇注出合格的缸套产品。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。此套可实现升降的高速微震平台（4 个）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）液压系统及其工作原理

三维升降震实台液压系统原理图如图 1-1 所示。系统的执行器为 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而互不干扰，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 分别控制。4 个液压缸既可同时工作，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

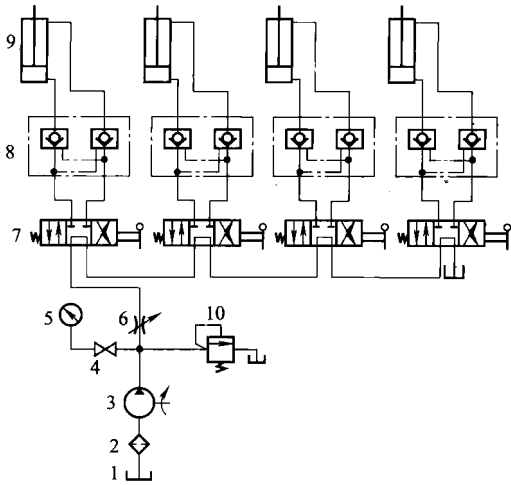


图 1-1 三维升降震实台液压系统原理图

- 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—液压锁；9—液压缸；10—溢流阀

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机剧烈震动的作用下，也能够阻止缸的下降，减少了换向阀的频繁开启。

(3) 技术特点与推广

- 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 结合自动落砂系统，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器系统借鉴。

1.2.2 开放式造型线的插装阀液压控制系统

(1) 主机功能结构

开放式造型生产线是铸造生产中一种常用的布线形式。各线之间的铸型转移，多采用电动过渡车及液压缸驱动完成。造型线的结构布局形式如图 1-2 所示，工艺流程要求将 A 线砂型转至 B 线或者 C 线，需液压缸推动全线载砂型小车移动一个小车距，使与缓冲液压缸接触的第一节小车移至电动过渡车上，平移到 B 线或 C 线，组成 AB、AC 循环，完成砂型过渡。并要求推进过程中缓冲液压缸被动后退，且具有一定背压，以克服推进时产生的惯性运动，使小车稳移至过渡车上，免碰撞引起砂型损坏。因造型线两端工作距离较远，故设置两个液压泵站，各控制 3 个液压缸的动作，以免一个泵站因管路压力损失较大而增加动力损耗。液压缸的动作则通过无触点开关由微机集中控制。

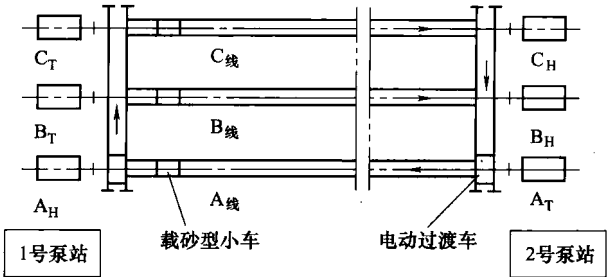


图 1-2 开放式造型生产线布局

(2) 液压系统及其工作原理

图 1-3 所示为 1 号泵站采用插装阀的液压控制系统原理图（2 号泵站与此相同）。系统的油源为变量泵 4，其最高压力由溢流阀 1 设定并由压力表及其开关 5 观测，电磁换向阀 V_1 控制液压泵的卸载。系统的液压执行器为 A 线的缓冲缸 A_H 和 B、C 线的推进缸 B_T 、 C_T 。缸 A_H 、 B_T 、 C_T 的进退动作方向由电磁换向阀 $V_2 \sim V_4$ 控制，滑阀的 P 型中位机能可保证控制回路关闭主阀进出油路。主油路插装阀的回油腔装有流量调节控制盖板，以控制液压缸排油腔的流量。

阀 V_5 和 V_6 为缸 A_H 的缓冲控制阀。缸 A_H 被动后退时，为防止有杆腔排空，无杆腔