

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



液压与气动 技术

高等职业技术教育研究会 审定

毛好喜 主编

王德洪 张池 汪刚 副主编

Hydraulic and
Pneumatic Technology

- ◆ 贯彻职业教育定向性、实用性、先进性
- ◆ 深入浅出，图文并茂，较多的应用实例
- ◆ 吸收行业领域新知识、新技术、新方法

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

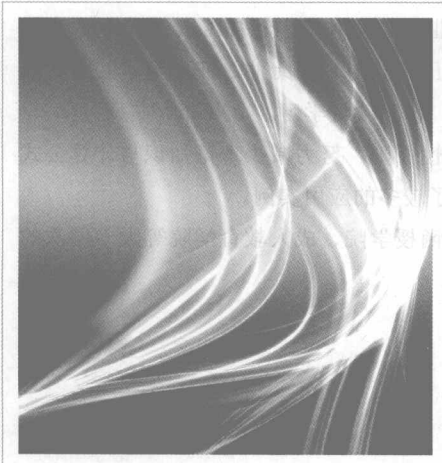
1287 978-7-112-0299-3

中国职业技术教育学会
2009年
1287 978-7-112-0299-3

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

The Excellent Achievements in Scientific Research Project of Chinese Society of Technical and Vocational Education

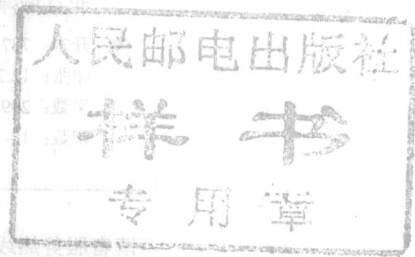
高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材



液压与气动 技术

高等职业技术教育研究会 审定
毛好喜 主编
王德洪 张池 汪刚 副主编

Hydraulic and Pneumatic Technology



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术 / 毛好喜主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.5

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果
ISBN 978-7-115-19799-3

I. 液… II. 毛… III. ①液压传动—职业教育—教材
②气压传动—职业教育—教材 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第037248号

内 容 提 要

本书是以液压传动为主、气压传动为辅的机械类、机电类专业的教学用书。全书共分7章,内容包括液压传动和流体力学基础、液动力元件、液压执行元件、液压控制与辅助元件、液压基本回路、典型液压系统分析、气压传动技术等,章后附有小结及复习思考题,便于读者学习。

本书的编写自始至终贯彻职业教育的定向性、实用性和先进性原则,努力减少理论知识与计算公式的推导,以培养高技能人才为目标,深入浅出,图文并茂,选编了较多的应用实例。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、职工大学、函授学院、成人教育学院等大专层次的机械类及机电类专业的教学用书,也可供有关工程技术人员参考。

中国职业技术教育学会科研项目优秀成果

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”培养方案规划教材

液压与气动技术

- ◆ 审 定 高等职业技术教育研究会
主 编 毛好喜
副 主 编 王德洪 张 池 汪 刚
责任编辑 潘春燕
执行编辑 潘新文
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京楠萍印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.25
字数: 299千字
印数: 1-3000册

2009年5月第1版

2009年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-19799-3/TN

定价: 22.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

职业教育与职业资格证书推进策略与 “双证课程”的研究与实践课题组

李秀忠 升 主

组 长：

俞克新

副组长：

许 远 潘春燕

成 员：

李秀忠	周明虎	林 平	韩志国	顾 晔	吴晓苏	周 虹	钟 健
赵 宇	冯建东	散晓燕	安宗权	黄军辉	赵 波	邓晓阳	牛宝林
				吴新佳	赵慧君	潘新文	李育民

课题鉴定专家：

			李怀康	邓泽民	吕景泉	陈 敏	于洪文
--	--	--	-----	-----	-----	-----	-----

李秀忠 升 主 审

高等职业教育机电一体化技术专业“双证课程”

培养方案规划教材编委会

主任：李秀忠

副主任：吴晓苏 孙慧平

委员：	徐小增	郭建尊	王诗军	李艳霞	王金花	蔡冬根	林党养
刘树青	娄琳	金文兵	朱强	霍苏平	周玮	周兰	孙小捞
张伟林	贾俊良	陈万利	杨占尧	郑金	黄中玉	李辉	赵宏立
华满香	周建安	孙卫锋	林宗良	金英姬	黄义俊	董小金	戴晓东
牛荣华	丁如春	冯锦春	刘岩	赵仕元	张雪梅	申晓龙	文学红
毛好喜	李本红	任成高	余慰荔	周旭光	苏伟	刘宏	吕永峰
王雁彬	邵萍	郭宏彦	何全陆	张念淮	姜庆华	张江城	冯宁
吴灏	阮予明	李振杰	李英	燕居怀	谢海良	王浩	张中明
陈桂芳	宋雪臣	楚忠	王双林	王广业	刘慧	孟庆平	

审稿委员会

主任：彭跃湘

副主任：胡进德

委员：	米久贵	卜燕萍	徐立娟	陈忠平	庄军	谭毅	谢响明
汤长清	高荣林	卜新民	罗澄清	王德发	王德山	栾敏	谢伟东
李学	张鑫	吕修海	王达斌	周林	熊江	王军红	邓剑锋
杨国生	周信安	叶立清	雷云进	谷长峰	向东	葛序风	李建平
刘战术	魏东坡	肖允鑫	李丹	张光跃	陈玉平	林长青	王玉梅
戴晓光	罗正斌	刘晓军	张秀玲	袁小平	李宏	张凤军	孙建香
陈晓罗	肖龙	何谦	周玮	张瑞林	周林	潘爱民	徐国洪
张国锋	陈孝先	夏光蔚	李燕林	刘一兵	田培成	刘勇	冯光林
魏仕华	曹淑联	孙振强	罗伦	田晶	卜燕萍	王少岩	山颖
温钢云	蔡超强	刘建敏	吴京霞	张海筹	张森林	范恒彦	朱庚生
丁明成	李华楹	孟华峰	范恒彦	高荣林	杨亚辉	鞠加彬	白福民
宋丽华	王世桥	孙岩	彭跃湘	李明	吴春玉	吴民	张华忠
牟志华	申凤琴	孙佳海	黎川林	孟平	杨强	麦崇裔	胡进德
吴德平	赵红毅	王观海	公相	王朝红	姬红旭	吕品	李凡
李江							

本书主审：李秀忠 孙振强

丛书出版前言

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分，在实施科教兴国战略和人才强国战略中具有特殊的重要地位。党中央、国务院高度重视发展职业教育，提出要全面贯彻党的教育方针，以服务为宗旨，以就业为导向，走产学结合的发展道路，为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。因此，以就业为导向是我国职业教育今后发展的主旋律。推行“双证制度”是落实职业教育“就业导向”的一个重要措施，教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）中也明确提出，要推行“双证书”制度，强化学生职业能力的培养，使有职业资格证书专业的毕业生取得“双证书”。但是，由于基于“双证书”的专业解决方案、课程资源匮乏，“双证课程”不能融入教学计划，或者现有的教学计划还不能按照职业能力形成系统化的课程，因此，“双证书”制度的推行遇到了一定的困难。

为配合各高职院校积极实施“双证书”制度工作，推进示范校建设，中国高等职业技术教育研究会和人民邮电出版社在广泛调研的基础上，联合向中国职业技术教育学会申报了职业教育与职业资格证书推进策略与“双证课程”的研究与实践课题（中国职业技术教育学会科研规划项目，立项编号 225753）。此课题拟将职业教育的专业人才培养方案与职业资格认证紧密结合起来，使每个专业课程设置嵌入一个对应的证书，拟为一般高职院校提供一个可以参照的“双证课程”专业人才培养方案。该课题研究的对象包括数控加工操作、数控设备维修、模具设计与制造、机电一体化技术、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术等多个专业。

该课题由教育部的权威专家牵头，邀请了中国职教界、人力资源和社会保障部及有关行业的专家，以及全国 50 多所高职高专机电类专业教学改革领先的学校，一起进行课题研究，目前已召开多次研讨会，将课题涉及的每个专业的人才培养方案按照“专业人才定位—对应职业资格证书—职业标准解读与工作过程分析—专业核心技能—专业人才培养方案—课程开发方案”的过程开发。即首先对各专业的工作岗位进行分析和分类，按照相应岗位职业资格证书的要求提取典型工作任务、典型产品或服务，进而分析得出专业核心技能、岗位核心技能，再将这些核心技能进行分解，进而推出各专业的专业核心课程与双证课程，最后开发出各专业的人才培养方案。

根据以上研究成果，课题组对专业课程对应的教材也做了全面系统的研究，拟开发的教材具有以下鲜明特色。

1. 注重专业整体策划。本套教材是根据课题的研究成果——专业人才培养方案开发的，每个专业各门课程的教材内容既相互独立、又有机衔接，整套教材具有一定的系统性与完整性。
2. 融通学历证书与职业资格证书。本套教材将各专业对应的职业资格证书的知识和能力要求都嵌入到各双证教材中，使学生在获得学历文凭的同时获得相关的国家职业资格证书。
3. 紧密结合当前教学改革趋势。本套教材紧扣教学改革的最新趋势，专业核心课程、“双证课

程”按照工作过程导向及项目教学的思路编写，较好地满足了当前各高职高专院校的需求。

为方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供相关专业的整体教学方案及相关教学资源。

经过近两年的课题研究与探索，本套教材终于正式出版了，我们希望通过本套教材，为各高职高专院校提供一个可实施的基于双证书的专业教学方案，也热切盼望各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，并积极与我们联系，共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。来信请发至 panchunyan@ptpress.com.cn。

其中编委包括：... (faded text)

... (faded text)

... (faded text)

... (faded text)

前 言

液压与气动技术是利用有压流体（压力油或压缩空气）为能源介质来实现各种机械的传动和自动控制的技术，它在工业生产的各个领域均有广泛的应用，是机械设备中发展速度最快的技术之一。特别是近年来，液压与气动技术和微电子、计算机技术相结合，进入了一个新的发展阶段，液压与气动元件制造技术的水平进一步提高，液压与气动技术不仅在传动方面占有日益重要的地位，而且以其优良的静态、动态性能在机械控制方面也占有重要位置。

高等职业教育培养的是生产、服务和管理第一线需要的高技能人才。高等职业教育特别注重学生职业技能的训练及职业岗位能力的培养，因而本书在编写过程中，始终贯彻以学生为中心，以培养学生实际应用液压与气压传动知识的能力为主线，以培养学生实践动手能力为目标，教、学、练有机结合的指导思想。理论内容以“必需、够用”为度，尽量做到少而精，体现“学为了用”的教学理念，用到什么知识就讲什么知识，用到多少就讲多少，力求反映液压与气动技术的最新成果，突出液压、气动系统在不同类型设备中的使用特点。在文字的表述上，力求准确、通俗、简洁，便于学生自学。本书特点如下。

1. 在内容编写上，理论知识方面以实用为主，够用为度，着重定性分析，注重分析方法、结论及其应用，淡化理论知识的系统性和完整性，即不求完整但求实用。如在液压与气动元件方面注重工作原理、构造、使用维修，加重液压与气动元件的实例图片和实例，尽量舍弃一些繁琐的理论推导、证明、计算方面的内容；在液压与气动系统方面注重典型性、实用性和先进性，突出实用技术的应用。

2. 部分章节后面安排了技能训练，突出培养学生的动手操作能力，使学生在在学习知识和技能训练的过程中，初步形成解决液压与气压系统实际问题的综合职业能力和自学能力，真正做到教、学、做三结合。

3. 在编写过程中参考了相关行业的职业技能鉴定规范和大量液压与气动方面的资料，吸收液压与气压领域中的新知识、新技术、新方法。

4. 考虑气动技术与液压技术的类似性，教材在编写中，主要介绍液压传动方面的知识，而气动技术方面的知识，尤其是在实际中较少用到的内容，只作简单介绍。

本书由佛山职业技术学院毛好喜任主编，武汉铁路职业技术学院王德洪、漯河职业技术学院张池、广东纺织职业技术学院汪刚任副主编。具体编写分工如下：毛好喜编写第1章、第2章、第3章，王德洪编写第4章及附录，张池编写第5章、第6章，汪刚编写第7章。

本书由李秀忠、孙振强主审，两位老师提出了许多宝贵的修改意见，在此深表感谢。同时对在本书编写中给予支持和帮助的有关同志也一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不足之处，恳请广大读者批评指正，以便进一步修改完善。

编者

2009年2月

目 录

第 1 章 液压传动和流体力学基础 1	2.1.1 容积式液压泵的工作原理..... 19
1.1 液压传动的工作原理..... 1	2.1.2 常用容积式液压泵..... 20
1.1.1 液压传动的基本概念..... 1	2.1.3 液压泵的主要性能和参数..... 20
1.1.2 液压传动的工作原理..... 1	2.1.4 液压泵与电动机参数的选择..... 21
1.1.3 液压与气动技术的工程应用..... 2	2.2 齿轮泵..... 23
1.2 液压传动系统的组成及其元件的总体布局..... 4	2.2.1 外啮合齿轮泵..... 24
1.2.1 液压传动系统的组成..... 4	2.2.2 内啮合齿轮泵..... 26
1.2.2 液压传动系统的图形符号..... 5	2.2.3 外啮合齿轮泵的拆装..... 27
1.2.3 液压传动系统元件的总体布局..... 5	2.3 叶片泵..... 28
1.3 液压传动系统的特点..... 6	2.3.1 双作用叶片泵..... 29
1.3.1 液压传动系统的优点..... 6	2.3.2 单作用叶片泵..... 30
1.3.2 液压传动系统的缺点..... 7	2.3.3 限压式变量叶片泵..... 30
1.4 液压油..... 7	2.3.4 限压式变量叶片泵的拆装..... 32
1.4.1 液压油的作用和种类..... 7	2.4 柱塞泵..... 34
1.4.2 液压油的物理性质..... 8	2.4.1 径向柱塞泵..... 34
1.4.3 液压油的选用..... 9	2.4.2 轴向柱塞泵..... 35
1.5 流体静力学基础..... 10	2.4.3 轴向柱塞泵的拆装..... 36
1.5.1 流体静压力及其特性..... 10	2.5 螺杆泵..... 38
1.5.2 流体静力学基本方程及其应用..... 11	2.6 常用液压泵的性能比较及选用..... 38
1.6 流体动力学基础..... 13	本章小结..... 39
1.6.1 基本概念..... 13	思考与练习..... 40
1.6.2 连续性方程及其应用..... 14	第 3 章 液压执行元件 41
1.6.3 伯努利方程及其应用..... 15	3.1 液压缸..... 41
本章小结..... 17	3.1.1 液压缸的作用、类型和特点..... 41
思考与练习..... 17	3.1.2 活塞式液压缸..... 41
第 2 章 液压动力元件 19	3.1.3 柱塞式液压缸..... 44
2.1 液压泵的工作原理..... 19	3.1.4 增压缸..... 44

3.2 液压缸的典型结构和组成	45
3.2.1 液压缸的典型结构	45
3.2.2 液压缸的组成	46
3.3 液压马达	48
3.3.1 液压马达的特点及类型	48
3.3.2 液压马达的工作原理	49
3.3.3 液压马达职能符号	49
3.3.4 液压马达的性能参数	50
本章小结	51
思考与练习	51
第 4 章 液压控制与辅助元件	53
4.1 液压阀概述	53
4.1.1 液压阀的类型	53
4.1.2 液压阀的性能参数	54
4.1.3 液压阀的基本要求	54
4.2 方向控制阀	54
4.2.1 单向阀	55
4.2.2 换向阀	56
4.3 压力控制阀	63
4.3.1 溢流阀	63
4.3.2 减压阀	67
4.3.3 顺序阀	68
4.3.4 压力继电器	69
4.3.5 压力控制阀常见故障及其排除	70
4.4 流量控制阀	72
4.4.1 节流阀	72
4.4.2 调速阀	73
4.5 其他液压控制阀	74
4.5.1 插装阀	74
4.5.2 叠加阀	75
4.5.3 电液伺服阀	76
4.5.4 电液比例控制阀	78
4.6 液压辅助元件	81
4.6.1 油箱	81
4.6.2 冷却器和加热器	83
4.6.3 滤油器	84
4.6.4 密封元件	87

4.6.5 蓄能器	88
4.6.6 油管及管接头	89
本章小结	90
思考与练习	91
第 5 章 液压基本回路	94
5.1 方向控制回路	94
5.1.1 阀控方向控制回路	94
5.1.2 泵控方向控制回路	95
5.2 速度控制回路	95
5.2.1 调速回路	95
5.2.2 快速运动回路	98
5.2.3 速度换接回路	99
5.3 压力控制回路	100
5.3.1 调压回路	100
5.3.2 减压回路	101
5.3.3 卸荷回路	102
5.3.4 增压回路	103
5.3.5 保压回路	104
5.3.6 平衡回路	105
5.4 多缸工作控制回路	106
5.4.1 同步回路	106
5.4.2 顺序动作回路	107
5.4.3 多执行元件互不干扰回路	108
5.5 其他回路	109
5.5.1 液压马达的其他回路	109
5.5.2 锁紧回路	110
本章小结	111
思考与练习	112
第 6 章 典型液压系统分析	114
6.1 组合机床动力滑台液压系统	114
6.1.1 YT4543 型液压动力滑台 液压系统	114
6.1.2 YT4543 型动力滑台液压 系统的工作原理	115
6.1.3 YT4543 型动力滑台液压 系统的特点	116

6.2	180t 钣金冲床液压系统	117
6.2.1	概述	117
6.2.2	180t 钣金冲床液压系统的 工作原理	117
6.2.3	180t 钣金冲床液压系统的 特点	118
6.3	“穿地龙”机器人液压控制 系统	119
6.3.1	“穿地龙”机器人主机功能 结构	119
6.3.2	“穿地龙”机器人液压控制 系统及其工作原理	119
6.3.3	“穿地龙”机器人液压控制 系统的特点	121
6.4	塑料注射成形机液压系统	121
6.4.1	概述	121
6.4.2	SZ-250A 型注塑机液压系统 工作原理	122
6.4.3	SZ-250A 型注塑机液压系统 的特点	125
6.5	油罐封头双动拉深液压机 系统	126
6.5.1	主机功能结构	126
6.5.2	液压系统及其工作原理	126
6.5.3	液压系统的特点	129
6.6	液压传动系统常见故障及其 排除	130
6.6.1	液压系统的工作压力失常, 压力上不去	130
6.6.2	欠速	131
6.6.3	液压元件常见故障与排除	131
	本章小结	135
	思考与练习	136
第 7 章 气压传动技术		139
7.1	气压传动概述	139
7.1.1	气压传动系统的工作原理及 组成	139

7.1.2	气压传动系统的特点	140
7.2	气源装置及辅助元件	140
7.2.1	气源装置	141
7.2.2	气动辅助元件	144
7.3	气动执行元件	149
7.3.1	气缸	149
7.3.2	气马达	151
7.4	气动控制元件	152
7.4.1	方向控制阀	152
7.4.2	流量控制阀	156
7.4.3	压力控制阀	156
7.4.4	逻辑控制阀	159
7.5	真空元件	161
7.5.1	真空发生器	161
7.5.2	真空吸盘	162
7.5.3	真空减压阀	163
7.5.4	真空开关	164
7.5.5	真空回路	164
7.6	气动基本回路	165
7.6.1	方向控制回路	165
7.6.2	速度控制回路	166
7.6.3	压力控制回路	167
7.6.4	顺序动作回路	168
7.6.5	安全保护回路	169
7.7	气压传动系统实例	170
7.7.1	数控加工中心换刀系统	170
7.7.2	气液动力滑台	171
7.7.3	公共汽车车门气压传动 系统	172
7.7.4	气动机械手控制系统	173
	本章小结	174
	思考与练习	175
附录 常用液压图形符号		178
参考文献		186

第 1 章

液压传动和流体力学基础

液压与气压传动技术是机械设备中发展速度最快的技术之一，特别是近年来，随着机电一体化技术的发展，与微电子、计算机技术相结合，液压与气压传动进入了一个新的发展阶段。

液压与气压传动技术是以液压油或压缩空气为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式，它们实现传动和控制的方法基本相同，都是利用各种元件组成需要的控制回路，再由若干回路组成能够完成一定控制功能的传动系统来完成能量的传递、转换与控制。

1.1

液压传动的工作原理

1.1.1 液压传动的基本概念

一部机器主要由动力装置、传动装置、操纵或控制装置、工作执行装置 4 部分构成。动力装置的性能一般都不可能满足执行装置各种工况的要求，这种矛盾就由传动装置来解决。

所谓传动，就是指能量（动力）由动力装置传向工作执行装置，驱动执行装置对外做功。一般工程技术中使用的动力传递方式有机械传动、电气传动、气压传动、液体传动以及由它们组合而成的复合传动。

液体传动，是以液体作为工作介质进行能量（动力）传递的传动方式。液体传动分为液力传动和液压传动两种形式。液力传动主要是利用液体的动能来传递能量；而液压传动则是利用液体的压力能来传递能量。本书主要介绍以液压油为工作介质的液压传动技术。

1.1.2 液压传动的工作原理

以液压千斤顶的工作原理来说明液压传动的工作原理。

图 1-1 为液压千斤顶工作原理图。从图 1-1 (a) 可以看出：当向上提手柄 1 使小缸活塞 3

上移时,小液压缸2因容积增大而产生真空,油液从油箱12通过单向阀4被吸入至小液压缸2中;当按压手柄1使小缸活塞3下移时,则油液通过单向阀7输入到大液压缸9的下油腔,当油液压力升高到能够克服重物 W 时,即可举起重物。图1-1(b)为液压千斤顶实物图。

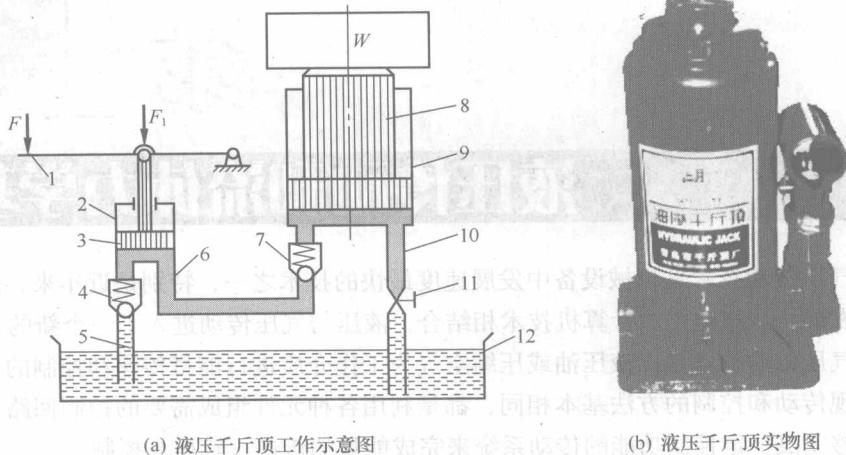


图 1-1 液压千斤顶工作原理图

- 1—手柄 2—小液压缸 3—小缸活塞 4, 7—单向阀
5, 6, 10—管道 8—大缸活塞 9—大液压缸 11—截止阀 12—油箱

由液压千斤顶工作过程分析可知:液压传动是以密闭系统内液体(液压油)的压力能来传递运动和动力的一种传动形式,其过程是先将原动机的机械能转换为便于输送的液体的压力能,再将液体的压力能转换为机械能,从而对外做功。

1.1.3 液压与气动技术的工程应用

在工业生产的各个领域都应用液压与气压传动技术。例如,在工程机械(挖掘机)、矿山机械、压力机械(压力机)和航空机械中多采用液压传动,机床上的传动系统也采用液压传动;而在包装机械、印染机械、食品机械等方面应用较多的则是气压传动,电子工业采用的传动方式也多为气压传动。

以下是液压传动技术在机械工业中的应用实例。

① 机床行业:机床是液压技术的典型应用。在现代数控机床(CNC)中,如图1-2所示,刀具和工件由液压设备夹紧,滑台进给和主轴转动也可以由液压驱动。图1-3所示为油压机,其主要部件的驱动由液压完成。

② 工程机械:液压技术在工程机械中的应用非常广泛。图1-4为液压挖掘机,其挖掘作业(直线驱动)和挖掘机本身运动(旋转驱动)都采用液压驱动。

③ 汽车行业:用于橡胶轮胎钢丝分离的轮胎拉线机,如图1-5所示,其主要部件均采用液压传动装置。

④ 轻工、化工机械:小型棉纺厂、轧花厂常用的立式打包机,如图1-6所示,其动力系统和控制系统均采用液压传动系统。

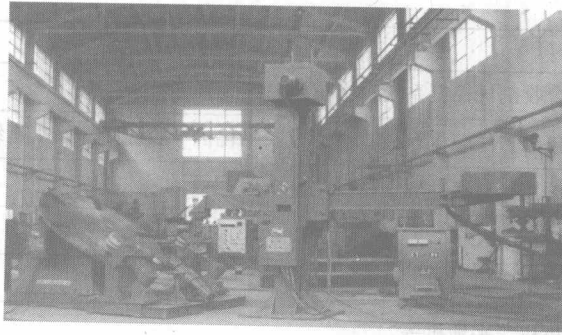


图 1-2 数控机床

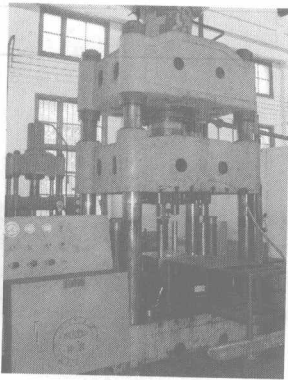


图 1-3 油压机



图 1-4 液压挖掘机

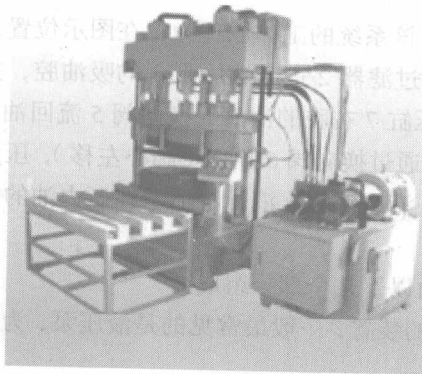


图 1-5 轮胎拉线机

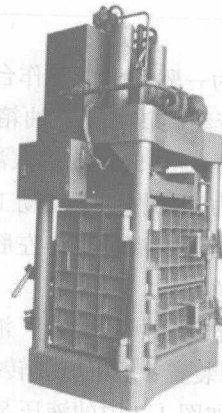


图 1-6 立式打包机

液压传动在机械行业中的应用见下表。

液压传动在机械行业中的应用

行业名称	应用场合举例
机床行业	磨床、铣床、刨床、拉床、压力机、自动机床、组合机床、数控机床、加工中心等
工程机械	挖掘机、装载机、推土机等
汽车工业	环卫车、自卸式汽车、平板车、高空作业车等

续表

行业名称	应用场合举例
农业机械	联合收割机控制系统、拖拉机悬挂装置等
轻工、化工机械	打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、胶片冷却机、造纸机等
冶金机械	电炉控制系统、轧钢机控制系统等
起重运输机械	起重机、叉车、装卸机、液压千斤顶等
矿山机械	开采机、提升机、液压支架等
建筑机械	打桩机、平地机等
船舶港口机械	起货机、锚机、舵机等
铸造机械	砂型压实机、加料机、压铸机等

1.2

液压传动系统的组成及其元件的总体布局

1.2.1 液压传动系统的组成

图 1-7 为一驱动机床工作台的液压传动系统。该系统的工作原理为：在图示位置，液压泵 3 由电动机带动旋转后，从油箱 1 中吸油，油液经过滤器 2 进入液压泵 3 的吸油腔，并经液压泵 3、节流阀 4、换向阀 5 进入液压缸 7 左腔，液压缸 7 右腔的油液经换向阀 5 流回油箱，液压缸活塞在压力油的作用下驱动工作台右移。反之，通过换向阀 5 换向（阀心左移），压力油进入液压缸 7 的右腔，液压缸 7 左腔的油液经换向阀 5 流回油箱，液压缸活塞在压力油的作用下驱动工作台左移。

由上面的例子可以看出，液压传动系统主要由以下几个部分组成。

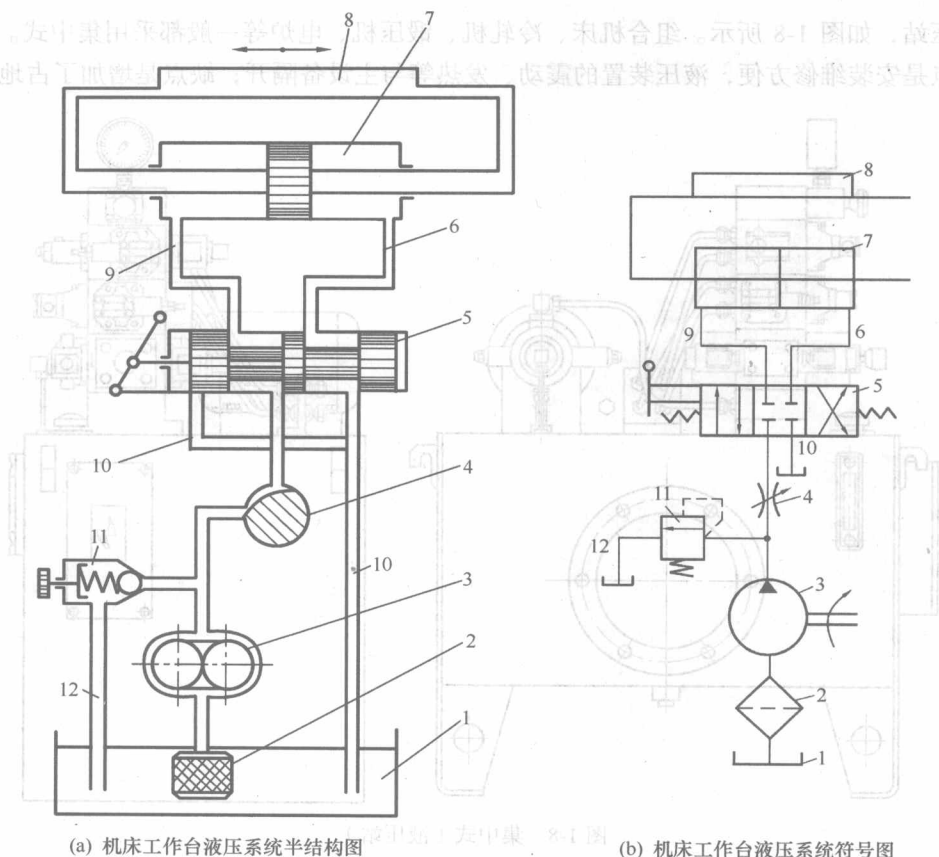
① 能源装置：把机械能转换成液体的压力能的装置，一般最常见的是液压泵，为系统提供压力油液，如图 1-7 中的液压泵 3。

② 执行装置：把液体的压力能转换成机械能的装置，一般指作直线运动的液压缸和作回转运动的液压马达等，如图 1-7 中的液压缸 7。

③ 控制调节装置：对液压系统中液体的压力、流量和流动方向进行控制和调节的装置，如图 1-7 中的溢流阀 11、节流阀 4、换向阀 5 等。这些元件的不同组合组成了能完成不同功能的液（气）压系统。

④ 辅助装置：指除以上 3 种以外的其他装置，如油箱、过滤器、分水滤气器、油雾器、蓄能器等，它们对保证液压系统可靠和稳定地工作有重大作用。

⑤ 工作介质：系统中传递能量的液体，即液压油。



(a) 机床工作台液压系统半结构图

(b) 机床工作台液压系统符号图

图 1-7 机床工作台液压系统工作原理图

- 1—油箱 2—过滤器 3—液压泵 4—节流阀 5—换向阀 6、9、10、12—管道
7—液压缸 8—工作台 11—溢流阀

1.2.2 液压传动系统的图形符号

图 1-7 (a) 为液压系统半结构式原理图, 也可以将其用液压图形符号表示, 如图 1-7 (b) 所示。图形符号只表示元件的功能, 不表示具体结构和参数。详细的液压元件图形符号在后面的课程中有详细介绍, 要求熟记。

1.2.3 液压传动系统元件的总体布局

液压系统元件的总体布局分为 4 部分, 即执行元件、液压油箱、液压泵装置和液压控制调节装置。液压油箱装有空气滤清器、过滤器、液面指示器和清洗孔等。液压泵装置包括不同类型的液压泵、驱动器及联轴器等。液压控制调节装置是指组成液压系统的各种阀类元件及其联接体。除执行元件外, 液压系统元件的连接形式有集中式(液压站)和分散式。

1. 集中式(液压站)

集中式(液压站)是将液压系统的供油装置、控制调节装置独立于主设备之外, 单独设置

一个液压站,如图 1-8 所示。组合机床、冷轧机、锻压机、电炉等一般都采用集中式。这种形式的优点是安装维修方便,液压装置的震动、发热等与主设备隔开;缺点是增加了占地面积。

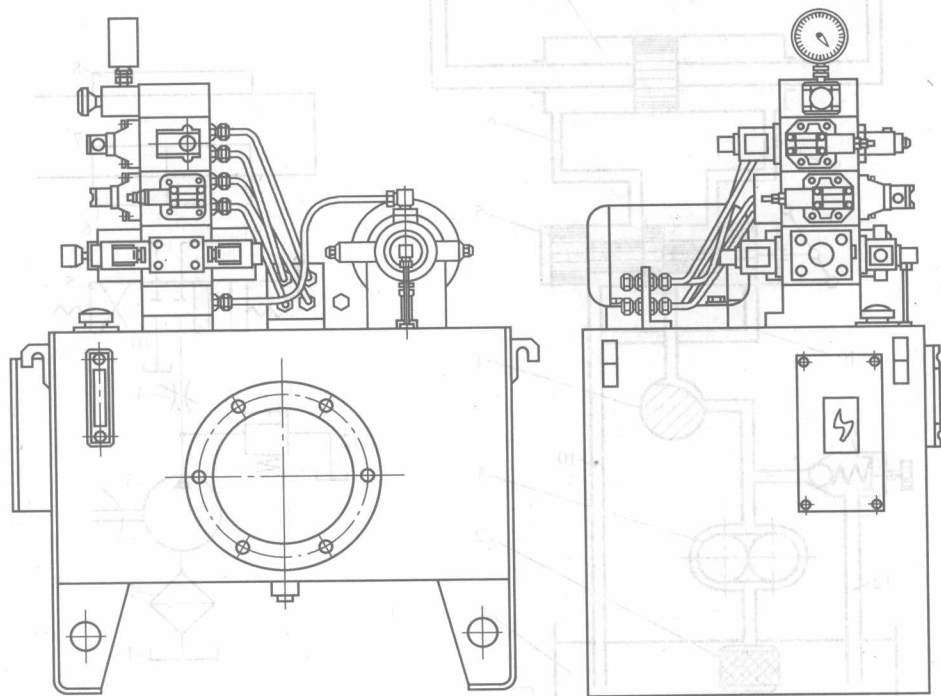


图 1-8 集中式(液压站)

2. 分散式

分散式是将液压系统的供油装置、控制调节装置分散在主设备的各处。部分数控机床,工程机械中起重机、推土机等移动设备一般都采用分散式。这种形式的优点是结构紧凑,泄漏油易回收,节省占地面积等;缺点是安装维修不方便,供油装置的震动、液压油的发热等都将对机床的工作精度产生不良影响。

1.3

液压传动系统的特点

1.3.1 液压传动系统的优点

① 在同样的体积下,液压装置能比电气装置产生出更多的动力。在同样的功率下,液压装置的体积小,重量轻,功率密度大,结构紧凑。液压马达的体积和重量只有同等功率电动机的 12% 左右。