



高职高专**机械设计与制造**专业规划教材

液压与气动技术 (第2版)

李新德 主 编
黄 蓓 副主编
曹环军
王桂林 董学勤
代战胜 张艳玲



赠送
电子课件

本书特色

- ❁ 全书分13个项目进行教学讲解
- ❁ 以“够用”为度，注重实践能力培养
- ❁ 严格使用新的国家标准《液压气动图形符号》（GB/T 786.1-2009）



清华大学出版社

高职高专机械设计与制造专业规划教材

液压与气动技术 (第2版)

李新德 主 编

王桂林 董学勤 黄 蓓 副主编
代战胜 张艳玲 曹环军

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是项目化教材,共设计 13 个教学项目,每个项目由若干个任务来驱动。主要内容包括:液压传动技术的认知,液压传动基础,液压泵,液压马达和液压缸,液压辅助元件,液压控制阀,液压系统基本回路,典型液压传动系统及故障分析,液压系统的设计与计算,气压传动系统的认知,气动元件,气压传动基本回路及应用实例分析,气压系统的安装、调试、使用及维护。附录中提供了常用液压与气动元件的图形符号。

本书可以作为高职院校工程专科机械类、近机类专业的通用教材,也可供职工大学、业余大学、函授大学、中等专业学校的师生及有关工程技术人员、企业管理人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/李新德主编. --2 版. --北京:清华大学出版社, 2015

(高职高专机械设计与制造专业规划教材)

ISBN 978-7-302-39351-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 031594 号

责任编辑:陈冬梅 桑任松

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21 字 数:508 千字

版 次:2011 年 8 月第 1 版 2015 年 6 月第 2 版 印 次:2015 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:38.00 元

产品编号:059977-01

前 言

随着高职高专教学改革的深入发展,改革课程教学内容,提高学生的动手能力,培养实用型人才已成为专业课教师教学中必须认真考虑的一项重要工作。《液压与气动技术》是我校高职教材编委会编写的机电类课程规划教材之一,是根据教育部对职业教育的基本要求,结合职业院校课程建设最新成果,并结合近年来高职高专院校实际情况编写而成的。本书可作为高职院校工程专科机械类、近机类专业的通用教材,也可供职工大学、业余大学、函授大学、中等专业学校的师生及有关工程技术人员、企业管理人员选用或参考。

通过调研与企业合作,本书的教学内容共分为13个教学项目(其中项目九带*标记可作为选修内容),每个项目设置了若干任务。本书的编写突出了以下特色:①理论知识以“必需”、“够用”为度,注重实践能力培养,删减了理论性较强的内容,增加了实用性较强的内容;②内容主要突出液压与气动元件的典型结构特点、工作原理及选用方法,液压与气动基本回路和典型液压系统的安装调试、维护与故障分析能力等;③液压技术与气动技术两部分内容既有联系又相互独立,各校可根据学生的专业情况选用;④为指导学生学习,每项目的开篇列出了本项目的要点和知识目标;⑤为了方便学生复习巩固所学内容,各项目后均附有项目驱动;⑥书中的插图规范、清晰、美观;⑦液压与气动图形符号严格执行国家标准《液压气动图形符号》(GB/T 786.1—2009)。

本书由商丘职业技术学院李新德教授主编,并担任本书的主审工作,由商丘职业技术学院王桂林、董学勤、黄蓓、代战胜、张艳玲、曹环军担任副主编。尽管我们在编写过程中做出了很多的努力,由于编者的水平有限,书中难免有疏忽和不当之处,恳请各位读者多提宝贵意见和建议。

编 者

目 录

项目一 液压传动技术的认知	1	一、液体静压力及其特性	16
任务一 液压传动的工作原理及组成	1	二、静力学基本方程式	17
【任务目标】	1	三、压力的表示方法及单位	18
【任务描述】	1	四、帕斯卡原理	19
【知识与技能】	1	五、液压静压力对固体壁面的	
【任务实施】	4	作用力	19
任务二 液压系统元件总体布局	4	【任务实施】	20
【任务目标】	4	任务三 液体动力学基础知识的认知	21
【任务描述】	4	【任务目标】	21
【知识与技能】	4	【任务描述】	21
【任务实施】	5	【知识与技能】	21
任务三 液压传动的优、缺点及应用发展	5	一、基本概念	21
【任务目标】	5	二、流量连续性方程	23
【任务描述】	5	三、动量方程	24
【知识与技能】	5	四、伯努利方程	25
任务四 机床工作台模拟液压系统认知	7	【任务实施】	26
【任务目标】	7	任务四 液体流动的压力损失	27
【任务描述】	7	【任务目标】	27
【任务实施】	7	【任务描述】	28
项目小结	8	【知识与技能】	28
项目驱动	8	一、液体的流动状态	28
项目二 液压传动基础	9	二、沿程压力损失	30
任务一 液压油的认知	9	三、局部压力损失	31
【任务目标】	9	【任务实施】	32
【任务描述】	9	任务五 液流流经孔口及隙缝的特性	32
【知识与技能】	9	【任务目标】	32
一、液压油的物理性质	9	【任务描述】	32
二、液压油的种类与使用方法	13	【知识与技能】	32
三、液压油的污染与防治措施	14	一、小孔的流量-压力特性	32
【任务实施】	15	二、液体流经缝隙的流量-压力	
任务二 液体静力学基础知识的认知	16	特性	34
【任务目标】	16	【任务实施】	37
【任务描述】	16	任务六 液压冲击与气穴现象	37
【知识与技能】	16	【任务目标】	37
		【任务描述】	37



【知识与技能】	37	【任务描述】	66
一、液压冲击	37	【知识与技能】	66
二、空穴(气穴)现象	38	一、轴向柱塞泵	66
【任务实施】	39	二、径向柱塞泵的工作原理	73
项目小结	39	【任务实施】	73
项目驱动	40	一、手动变量斜盘式非通轴轴向 柱塞泵拆装训练	73
项目三 液压泵	42	二、轴向柱塞泵的常见故障及排除 方法	75
任务一 液压泵的认知	42	任务五 液压泵的选用	76
【任务目标】	42	【任务目标】	76
【任务描述】	42	【任务描述】	76
【知识与技能】	42	【知识与技能】	76
一、液压泵的作用和分类	42	【任务实施】	78
二、液压泵的工作原理	43	项目小结	78
三、液压泵的性能参数	44	项目驱动	78
【任务实施】	46	项目四 液压马达和液压缸	80
任务二 齿轮泵的使用	46	任务一 液压马达的使用	80
【任务目标】	46	【任务目标】	80
【任务描述】	46	【任务描述】	80
【知识与技能】	46	【知识与技能】	80
一、外啮合式齿轮泵的工作原理	46	一、液压马达的分类和特点	80
二、外啮合齿轮泵的结构	47	二、液压马达的性能参数	81
三、高压齿轮泵的结构特点	50	三、液压马达的结构和工作原理	82
四、内啮合齿轮泵的工作原理	51	四、液压马达的选用	84
【任务实施】	52	【任务实施】	85
一、CB-B 型齿轮泵拆装训练	52	任务二 活塞式液压缸的工作原理 及结构分析	85
二、齿轮泵的常见故障及排除方法	53	【任务目标】	85
任务三 叶片泵的使用	55	【任务描述】	85
【任务目标】	55	【知识与技能】	85
【任务描述】	55	一、双活塞杆液压缸	85
【知识与技能】	55	二、单杆式活塞缸	86
一、双作用叶片泵	55	三、差动油缸	87
二、单作用叶片泵	59	四、活塞式液压缸的典型结构举例	88
三、限压式变量叶片泵	60	【任务实施】	89
【任务实施】	62	一、活塞式液压缸拆装训练	89
一、YB 型叶片泵拆装训练	62	二、活塞式液压缸的常见故障 及排除方法	94
二、叶片泵的常见故障及排除方法	64		
任务四 柱塞泵的使用	66		
【任务目标】	66		

任务三 柱塞式液压缸及其他类型液压缸	【任务目标】	121
的工作原理及结构分析	【任务描述】	121
【任务目标】	【知识与技能】	121
【任务描述】	一、油箱的功用	121
【知识与技能】	二、油箱的结构	121
一、柱塞缸	【任务实施】	122
二、其他液压缸	一、油箱维护训练	122
【任务实施】	二、油箱的故障分析与排除	123
项目小结	任务六 密封装置的使用	125
项目驱动	【任务目标】	125
	【任务描述】	125
项目五 液压辅助元件	【知识与技能】	125
任务一 油管与管接头的使用	【任务实施】	129
【任务目标】	任务七 压力表及压力表开关的使用	130
【任务描述】	【任务目标】	130
【知识与技能】	【任务描述】	130
一、油管	【知识与技能】	130
二、管接头	一、压力表	130
【任务实施】	二、压力表开关	131
任务二 过滤器的使用	三、压力表的选择和使用注意	
【任务目标】	事项	132
【任务描述】	【任务实施】	132
【知识与技能】	项目小结	133
一、过滤器的介绍	项目驱动	133
二、过滤器的选用与安装		
【任务实施】	项目六 液压控制阀	134
任务三 蓄能器的使用	任务一 液压控制阀的认知	134
【任务目标】	【任务目标】	134
【任务描述】	【任务描述】	134
【知识与技能】	【知识与技能】	134
一、蓄能器的介绍	一、液压控制阀的分类	134
二、蓄能器的功用、安装及使用	二、对液压控制元件的基本要求	137
【任务实施】	三、液压控制阀的基本结构	
任务四 热交换器的使用	与原理	137
【任务目标】	四、液压控制阀的基本性能参数	137
【任务描述】	【任务实施】	138
【知识与技能】	任务二 方向控制阀的使用	138
【任务实施】	【任务目标】	138
任务五 油箱的使用	【任务描述】	138



【知识与技能】	138	【知识与技能】	171
一、单向阀	138	一、调压回路	171
二、换向阀	141	二、减压回路	174
【任务实施】	150	三、卸荷回路	175
一、换向阀检查与结构分析	150	四、保压回路	177
二、方向控制阀常见故障 及排除方法	150	【任务实施】	178
任务三 压力控制阀的使用	151	任务二 方向控制基本回路分析	178
【任务目标】	151	【任务目标】	178
【任务描述】	151	【任务描述】	178
【知识与技能】	151	【知识与技能】	178
一、溢流阀	151	一、换向回路	178
二、顺序阀	154	二、锁紧回路	179
三、减压阀	157	【任务实施】	180
四、压力继电器	159	任务三 速度控制基本回路分析	180
【任务实施】	160	【任务目标】	181
一、压力控制阀主要零件结构 分析	160	【任务描述】	181
二、压力控制阀的常见故障 及排除方法	161	【知识与技能】	181
任务四 流量控制阀的使用	163	一、调速回路	181
【任务目标】	163	二、快速(增速)回路	187
【任务描述】	163	三、换速回路	188
【知识与技能】	163	【任务实施】	190
一、流量控制阀的特性	163	任务四 多缸工作控制基本回路分析	190
二、节流阀的结构及特点	164	【任务目标】	190
三、调速阀	165	【任务描述】	190
【任务实施】	166	【知识与技能】	190
一、流量控制阀主要零部件结构 分析	166	一、顺序动作控制回路	191
二、流量控制阀常见故障及排除 方法	167	二、同步动作控制回路	193
项目小结	167	三、互不干扰控制回路	195
项目驱动	168	【任务实施】	196
项目七 液压系统基本回路	171	项目小结	196
任务一 压力控制基本回路分析	171	项目驱动	197
【任务目标】	171	项目八 典型液压传动系统及故障 分析	199
【任务描述】	171	任务一 组合机床动力滑台液压传动 系统分析	200
		【任务目标】	200
		【任务描述】	200
		【知识与技能】	200

一、概述.....	200	二、液压系统故障分析.....	218
二、YT4543 型动力滑台液压系统的		【任务实施】	221
工作原理.....	202	项目小结	222
三、YT4543 型动力滑台液压系统的		项目驱动	223
特点.....	204	※项目九 液压系统的设计与计算.....	225
【任务实施】	204	任务一 液压系统的设计步骤和方法	225
任务二 数控车床液压系统分析.....	204	【任务目标】	225
【任务目标】	204	【任务描述】	225
【任务描述】	204	【知识与技能】	225
【知识与技能】	204	一、明确设计要求.....	225
一、概述.....	204	二、进行工况分析, 确定执行元件的	
二、液压系统的工作原理.....	206	主要参数	226
三、液压系统的特点.....	206	三、执行元件主要参数的确定	228
【任务实施】	206	四、拟定液压系统原理图	230
任务三 万能外圆磨床液压传动系统		五、液压元件的计算和选择.....	231
分析	207	六、液压系统的性能验算	233
【任务目标】	207	七、绘制工作图、编写技术文件	235
【任务描述】	207	【任务实施】	235
【知识与技能】	207	任务二 卧式单面多轴钻孔组合机床液压	
一、概述.....	207	系统设计.....	236
二、外圆磨床工作台换向回路.....	207	【任务目标】	236
三、M1432A 型万能外圆磨床液压		【任务描述】	236
系统的工作原理.....	209	【知识与技能】	236
【任务实施】	212	一、明确液压系统设计的要求.....	236
任务四 汽车起重机液压系统分析.....	212	二、液压系统的工况分析	236
【任务目标】	212	三、确定主要参数	238
【任务描述】	212	四、拟定液压系统图	239
【知识与技能】	212	五、液压元件的选择	241
一、概述.....	212	六、液压系统性能检验	243
二、Q2-8 型汽车起重机液压系统的		项目小结	245
工作原理.....	213	项目驱动	245
三、Q2-8 型汽车起重机液压系统的		项目十 气压传动系统的认知.....	247
特点.....	216	任务一 气压传动系统的认知训练	247
【任务实施】	216	【任务目标】	247
任务五 液压系统故障诊断与分析.....	216	【任务描述】	247
【任务目标】	216	【知识与技能】	247
【任务描述】	216	一、气压传动系统的工作原理	247
【知识与技能】	216	二、气压传动系统的组成	249
一、液压系统故障的诊断方法.....	216		



三、气压传动的优点与缺点.....	249
【任务实施】	250
任务二 气动技术的应用与发展.....	251
【任务目标】	251
【任务描述】	251
【知识与技能】	251
一、气动技术的应用.....	251
二、气动元件的发展动向.....	251
【任务实施】	253
项目小结.....	253
项目驱动.....	253
项目十一 气动元件	254
任务一 气源装置的使用.....	254
【任务目标】	254
【任务描述】	254
【知识与技能】	254
一、气源装置的作用和工作原理.....	254
二、空气压缩机.....	255
三、压缩空气净化装置.....	256
四、其他辅助元件.....	261
【任务实施】	263
任务二 气动控制元件的使用.....	263
【任务目标】	263
【任务描述】	263
【知识与技能】	263
一、压力控制阀.....	263
二、流量控制阀.....	268
三、方向控制阀.....	270
【任务实施】	275
任务三 逻辑元件的使用.....	275
【任务目标】	275
【任务描述】	275
【知识与技能】	275
一、气动逻辑元件的特点.....	276
二、高压截止式逻辑元件.....	276
三、逻辑元件的应用举例.....	279
【任务实施】	280
任务四 执行元件的使用.....	280
【任务目标】	280

【任务描述】	280
【知识与技能】	280
一、气缸的分类及特点.....	281
二、几种常用气缸的工作原理和用途.....	283
三、气缸的使用.....	286
四、气动马达.....	287
【任务实施】	288
项目小结.....	288
项目驱动.....	288
项目十二 气压传动基本回路及应用实例分析	290
任务一 气压传动基本回路分析.....	290
【任务目标】	290
【任务描述】	290
【知识与技能】	290
一、概述.....	290
二、方向控制基本回路.....	291
三、压力控制基本回路.....	293
四、速度控制基本回路.....	294
五、其他回路.....	296
【任务实施】	298
任务二 气压传动系统应用实例分析.....	298
【任务目标】	298
【任务描述】	298
【知识与技能】	299
一、气液动力滑台气压传动系统.....	299
二、气动机械手.....	300
三、工件夹紧气压传动系统.....	301
四、数控加工中心气动换刀系统.....	302
五、汽车车门的安全操作系统.....	303
【任务实施】	304
项目小结.....	305
项目驱动.....	306

项目十三 气动系统的安装、调试、使用及维护	307
任务一 气动的安装与调试.....	307
【任务目标】	307

【任务描述】	307	【任务实施】	310
【知识与技能】	307	任务三 气动系统主要元件常见的故障	
一、气动系统的安装	307	及其排除方法	310
二、气动系统的调试	308	【任务目标】	310
【任务实施】	308	【任务描述】	310
任务二 气动系统的使用与维护	308	【知识与技能】	310
【任务目标】	308	【任务实施】	314
【任务描述】	308	项目小结	314
【知识与技能】	308	项目驱动	314
一、气动系统使用时的注意事项	308	附录 常用液压与气动元件图形符号	
二、压缩空气的污染及防止方法	309	(GB/T 786.1—2009 摘录)	315
三、气动系统的日常维护	309	参考文献	322
四、气动系统的定期检修	310		

项目一 液压传动技术的认知

项目要点

- 能够掌握液压系统的组成。
- 能正确描述液压系统各部分的作用。
- 初步认识表示液压系统元件的图形符号。

知识目标

- 掌握液压传动系统的基本原理和组成。
- 熟悉液压传动的优、缺点。
- 了解液压传动的应用与发展。

任务一 液压传动的工作原理及组成

【任务目标】

通过液压千斤顶的工作过程掌握液压传动的基本工作原理；通过组合机床工作台液压传动系统掌握液压传动系统的组成；初步认识液压系统的图形符号表示方法。

【任务描述】

观察、使用液压千斤顶和组合机床工作台液压传动系统掌握液压传动的基本工作原理和液压传动系统的组成；通过组合机床工作台液压传动系统图了解液压系统的图形符号表示方法。

【知识与技能】

1. 液压传动的基本原理

液压千斤顶是机械行业常用的工具，常用液压千斤顶顶起较重的物体。下面以液压千斤顶为例简述液压传动的工作原理。图 1.1 所示为液压千斤顶的工作原理。有两个液压缸 1 和 6，内部分别装有活塞，活塞和缸体之间保持良好的配合关系，不仅活塞能在缸内滑动，而且配合面之间又能实现可靠的密封。当向上抬起杠杆时，小液压缸 1 的活塞向上运动，小液压缸 1 的下腔容积增大形成局部真空，排油单向阀 2 关闭，油箱 4 的油液在大气压作用下经吸油管顶开吸油单向阀 3 进入小液压缸 1 的下腔，完成一次吸油动作。当向下压杠杆时，小液压缸 1 的活塞下移，小液压缸 1 的下腔容积减小，油液受挤压，压力升高，关闭吸油单向阀 3，小液压缸 1 下腔的压力油顶开排油单向阀 2，油液经排油管进入大液压缸 6 的下腔，推动大活塞上移顶起重物。如此不断上下扳动杠杆就可以使重物不断升起，达到起重的目的。如杠杆停止动作，大液压缸 6 下腔的油液压力将使排油



单向阀 2 关闭, 大液压缸 6 的活塞连同重物一起被自锁不动, 停止在举升位置。如打开截止阀 5, 大液压缸 6 的下腔通油箱, 大液压缸 6 的活塞将在自重作用下向下移动, 迅速回复到原始位置。设液压缸 1 和 6 的面积分别为 A_1 和 A_2 , 则液压缸 1 单位面积上受到的压力 $p_1 = F/A_1$, 大液压缸 6 单位面积上受到的压力 $p_2 = W/A_2$ 。根据流体力学的帕斯卡定律: “平衡液体内某一点的压力值能等值地传递到密闭液体内各点”, 则有

$$p_1 = p_2 = \frac{F}{A_1} = \frac{W}{A_2} \quad (1-1)$$

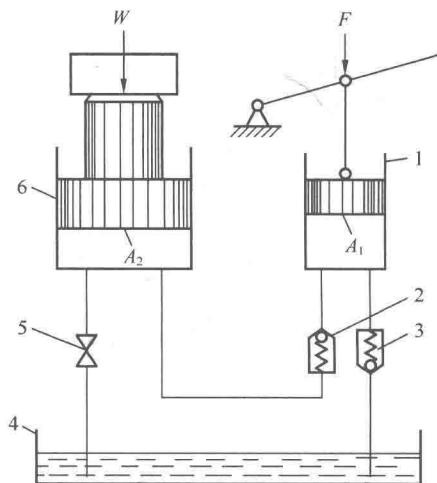


图 1.1 液压千斤顶工作原理

1—小液压缸; 2—排油单向阀; 3—吸油单向阀; 4—油箱; 5—截止阀; 6—大液压缸

由液压千斤顶的工作原理得知, 小液压缸 1 与单向阀 2、3 一起完成吸油与排油动作, 将杠杆的机械能转换为油液的压力能输出。大液压缸 6 将油液的压力能转换为机械能输出, 抬起重物。有了负载作用力, 才产生液体压力。因此就负载和液体压力两者来说, 负载是第一性的, 压力是第二性的。液压传动装置本质是一种能量转换装置。在这里液压缸 6 和 1 组成了最简单的液压传动系统, 实现了力和运动的传递。

从液压千斤顶的工作过程, 可以归纳出液压传动工作原理如下。

(1) 液压传动是以液体(液压油)作为传递运动和动力的工作介质。

(2) 液压传动经过两次能量转换, 先把机械能转换为便于输送的液体压力能, 然后把液体压力能转换为机械能对外做功。

(3) 液压传动是依靠密封容器(或密封系统)内容积的变化来传递能量的。

工程机械的起重机、推土机、汽车起重机、注塑机, 机床行业的组合机床的滑台, 数控车床工件的夹紧, 加工中心主轴的松刀和拉刀等都应用了液压系统传动的工作原理。

2. 液压传动系统的组成及符号

以如图 1.2 所示的组合机床工作台液压传动系统为例来说明其组成。

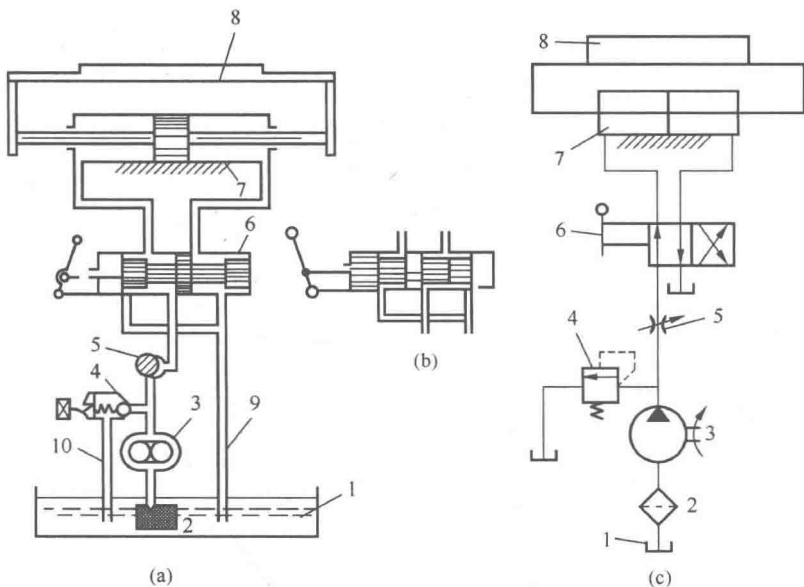


图 1.2 典型液压系统的结构原理及图形符号

(a) 典型液压系统原理的结构示意图; (b) 换向阀 6 阀芯位置的改变; (c) 典型液压系统原理的图形符号

1—油箱; 2—过滤器; 3—液压泵; 4—溢流阀; 5—流量控制阀;

6—换向阀; 7—液压缸; 8—工作台; 9、10—管道

液压泵 3 由电动机驱动旋转, 从油箱 1 中吸油, 经过滤器 2 后被液压泵吸入并输出给系统。当换向阀 6 的阀芯处于图 1.2(a)所示位置时, 压力油经流量控制阀 5、换向阀 6 和管道进入液压缸 7 的左腔, 推动活塞向右运动。液压缸右腔的油液经管道、换向阀 6、管道 9 流回油箱。改变换向阀 6 的阀芯工作位置, 使之处于左端位置时, 如图 1.2(b)所示, 液压缸活塞将反向运动。

工作台的移动速度是通过流量控制阀来调节的。阀口开大时, 进入缸的流量较大, 工作台的速度较快; 反之, 工作台的速度较慢。为适应克服大小不同阻力的需要, 泵输出油液的压力应当能够调整。工作台低速移动时, 流量控制阀开口小, 泵输出多余的油液经溢流阀 4 和管道 10 流回油箱, 调节溢流阀弹簧的预压力, 就能调节泵输出口的油液压力。

从上面的例子可以看出, 液压传动系统主要由以下 5 个部分组成。

(1) 动力元件。将机械能转换成流体压力能的装置。常见的是液压泵, 为系统提供压力油液, 如图 1.1 中的小液压缸 1。

(2) 执行元件。将流体的压力能转换成机械能输出的装置。它可以是作直线运动的液压缸, 也可以是作回转运动的液压马达、摆动缸, 如图 1.1 中的大液压缸 6 和图 1.2 中的液压缸 7。

(3) 控制元件。对系统中流体的压力、流量及流动方向进行控制和调节的装置, 以及进行信号转换、逻辑运算和放大等功能的信号控制元件, 如图 1.2 中的溢流阀 4、流量控制阀 5 和换向阀 6。

(4) 辅助元件。保证系统正常工作所需的上述 3 种以外的装置, 如图 1.2 中的过滤器



2、油箱 1 和管道 9、10。

(5) 工作介质。用它进行能量和信号的传递。液压系统以液压油液作为工作介质。

图 1.2(a)和图 1.2(b)中的各个元件是半结构式图形画出来的,直观性强,易理解,但难以绘制,元件多时更是如此。在工程实际中,除某些特殊情况外,一般都用简单的图形符号绘制,如图 1.2(c)所示。图形符号只表示元件的功能,不表示具体结构和参数。我国制定的《液压气动图形符号》(GB/T 786.1—2009)标准见附录。以后每介绍一类元件,都会介绍其图形符号,要求熟记。

【任务实施】

操作液压千斤顶,观察液压千斤顶的工作过程和组成;操作组合机床工作台液压传动系统,观察组合机床工作台液压传动系统的工作过程和组成;比较液压千斤顶和组合机床工作台液压传动系统的工作过程和组成,并做出总结;对液压传动系统的图形符号标准有一个初步认识。

任务二 液压系统元件总体布局

【任务目标】

了解液压系统元件的总体布局情况;初步了解液压系统元件连接的两种形式,即集中式(液压站)和分散式。

【任务描述】

通过观察了解液压系统元件的总体布局情况和液压系统元件连接的两种形式。

【知识与技能】

液压系统元件的总体布局分为 4 个部分:执行元件、液压油箱、液压泵装置及液压控制装置。液压油箱装有空气滤清器、滤油器、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、驱动电机及它们之间的联轴器等。液压控制装置是指组成液压系统的各阀类元件及其连接体。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. 集中式液压系统(液压站)

这种形式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 1.3 所示。这种结构的优点是安装维修方便,液压装置的振动、发热都与主设备隔开;缺点是液压站增加了占地面积。如组合机床、冷轧机、锻压机、电弧炉等一般都采用集中式。

2. 分散式

这种形式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。例如,机床液压系统床身或底座作为液压油箱存放液压油。要把控制调节装置放在便于操作的地方。这

种结构的优点是结构紧凑，泄漏油易回收，节省占地面积；但安装维修不方便，同时供油装置的振动、液压油的发热都将对机床的工作精度产生不良影响，如部分数控机床、起重机、推土机等可以移动式设备一般都采用分散式。

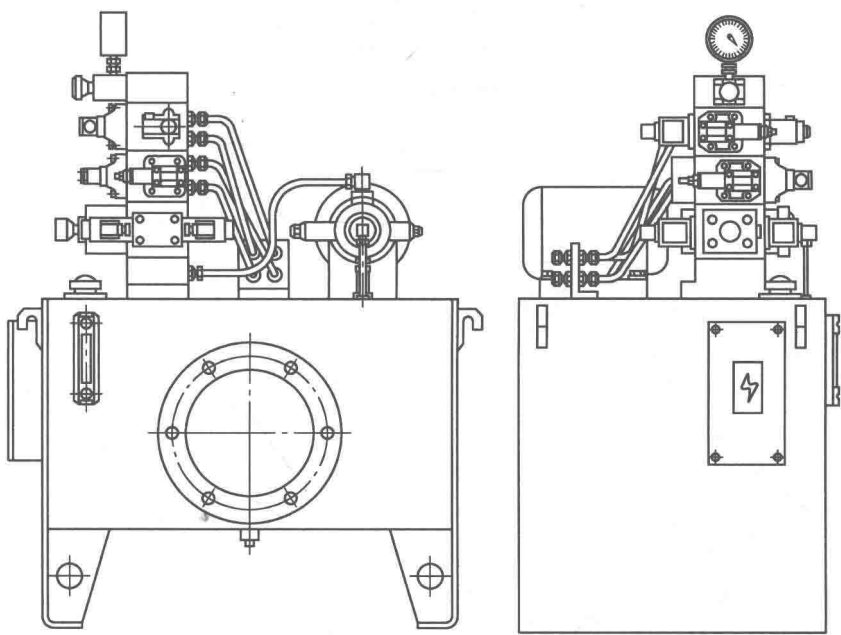


图 1.3 集中式液压系统(液压站)

【任务实施】

观察集中式(液压站)和分散式液压系统了解液压系统元件连接的两种形式，同时进行认识和了解液压系统的组成。

任务三 液压传动的优、缺点及应用发展

【任务目标】

了解液压系统的优、缺点；了解液压系统的应用和发展。

【任务描述】

结合机械传动和电力拖动系统进一步了解液压传动系统；结合实际情况来了解液压传动系统的应用和发展情况。

【知识与技能】

1. 液压传动的优、缺点

1) 液压传动的优点

与机械传动和电力拖动系统相比，液压传动具有以下优点。

(1) 液压元件的布置不受严格的空間位置限制,系统中各部分用管道连接,布局安装有很大的灵活性,能构成用其他方法难以组成的复杂系统。

(2) 可以在运行过程中实现大范围的无级调速,调速范围可达 2000:1。

(3) 液压传动和液气联动传递运动均匀平稳,易于实现快速启动、制动以及频繁的换向。

(4) 操作控制方便、省力,易于实现自动控制、中远程距离控制以及过载保护。与电气控制、电子控制相结合,易于实现自动工作循环和自动过载保护。

(5) 液压元件属机械工业基础件,标准化、系列化和通用化程度较高,有利于缩短机器的设计、制造周期和降低制造成本。

此外,液压传动突出的优点还有单位质量输出功率大。因为液压传动的动力元件可采用很高的压力(一般可达 32MPa,个别场合更高),因此,在同等输出功率下具有体积小、质量小、运动惯性小、动态性能好的特点。

2) 液压传动的缺点

液压传动的缺点如下。

(1) 在传动过程中,能量需经两次转换,传动效率偏低。

(2) 由于传动介质的可压缩性和泄漏等因素的影响,不能严格保证定比传动。

(3) 液压传动性能对温度比较敏感,不能在高温下工作,采用石油基液压油作传动介质时还需注意防火问题。

(4) 液压元件制造精度高,系统工作过程中发生故障不易诊断。

总的来说,液压传动的优点是主要的,其缺点将随着科学技术的发展会不断得到克服。例如,将液压传动与气压传动、电力传动、机械传动合理地联合使用,构成气液、电液(气)、机液(气)等联合传动,以进一步发挥各自的优点,相互补充,弥补某些不足之处。

2. 液压传动技术的应用与发展

液压传动相对于机械传动来说是一门新技术,从 1650 年帕斯卡提出静液压传递原理,1850 年英国开始将帕斯卡原理先后应用于液压起重机、压力机等算起,也有二三百年的历史了。

早期液压传动是以水作为传动介质,最早成功实践用油作为传动介质的液压传动装置是 1906 年应用于舰艇上的炮塔转位器,其后才出现了液压磨床和车床,由于缺乏成熟的液压元件,一些通用机床到 20 世纪 30 年代才用上了液压传动,而且还因为各搞一套标准而无法进行经验交流,因此限制了液压传动的发展与应用。第二次世界大战期间,一些兵器上使用了功率大、反应快、动作准的液压传动与控制装置,大大提高了兵器的性能,同时也大大促进了液压技术的发展。战后,随着各种标准的不断制定和完善,各类元件的标准化和规格化,使得液压传动在机械制造业中真正推广开来。

20 世纪 60 年代后,随着计算机技术、自动控制技术、自动化技术的发展,使液压技术发展成为包括传动、控制、检测在内的一门完善的自动化技术,使它在国民经济的各个方面都得到了应用。在工程机械、冶金、军工、农机、汽车、轻纺、船舶、石油、航空和机床行业中,液压技术得到了普遍应用。如今液压传动在某些领域内发挥着不可替代的作