

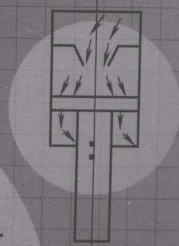
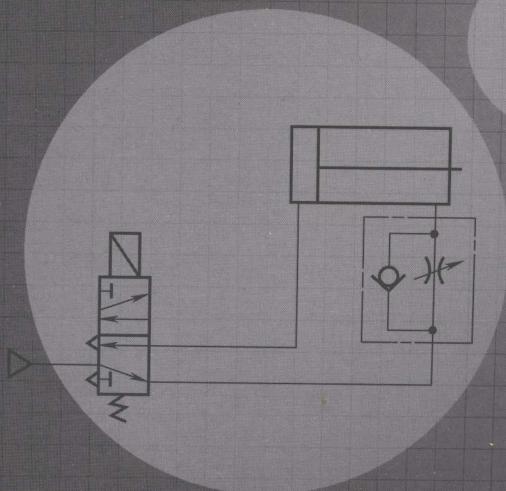
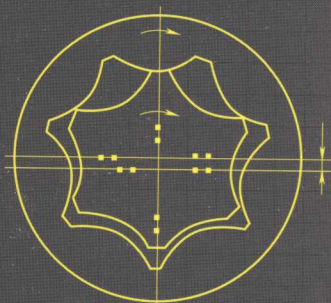
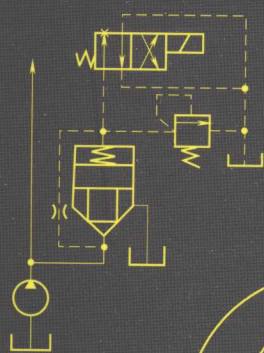
全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

液压气动 技术及应用

金英姬 主 编

凌桂琴 李 欣 副主编

YEYA QIDONG JISHU JI YINGYONG



化学工业出版社

全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

液压气动 技术及应用

金英姬 主编

凌桂琴 李 欣 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

液压气动技术及应用/金英姬主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 7

全国高职高专工作过程导向规划教材

ISBN 978-7-122-05692-4

I. 液… II. 金… III. ①液压传动-高等学校: 技术学院-教材②气压传动-高等学校: 技术学院-教材 IV. TH137
TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 079281 号

责任编辑: 周 红

文字编辑: 项 澈

责任校对: 王素芹

装帧设计: 尹琳琳

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: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 16¼ 字数 394 千字 2009 年 8 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: 29.00 元

版权所有 违者必究

随着市场经济体制的完善、科学技术的进步、产业结构的调整及劳动力市场的变化,职业教育面临着“以服务社会主义现代化建设为宗旨、培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才”的新任务。高等职业教育是全面推进素质教育,提高国民素质,增强综合国力的重要力量。2005年颁布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》中国家进一步推行以就业为导向、继续实行多形式的人才培养工程和推进职业教育的体制改革与创新,提出“职业院校要根据市场和社会需要,不断更新教学内容,合力调整专业结构”。在《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)文件中,教育部明确指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容。”

新时期下我国经济体制转轨变型也带来对人才需求和人才观的新变化。大量新技术、新工艺、新材料和新方法的不断涌现使得社会对新型技能人才的需求更加迫切,而以传统学科式职业教学体系培养出来的人才无论从数量、结构和质量都不能很好满足经济建设和社会发展的需要,而满足社会的需要才是职业教育的最终目的。在新形势下,进行职业教育课程体系的教学改革是职业教育生存和发展的唯一出路。改革现行的培养体系、课程模式、教学内容、教材教法,培养造就技术素质优秀的劳动者,已成为高等职业学校教育改革的当务之急。

针对上述情况,高职院校应大力进行课程改革和建设,培养学生的综合职业能力和职业素养。课程设计以职业能力培养为重点,与企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计,充分体现职业性、实践性和开放性的要求,重视学生在校学习与实际工作的一致性,有针对性地采取工学交替、任务驱动、项目导向、课堂与实习地点一体化等行动导向的教学模式。课程的教学内容来自于企业生产、经营、管理、服务的实际工作过程,并以实际应用的经验和策略等过程性知识为主。以具体化的工作项目(任务)或服务为载体,每个项目或任务都包括实践知识、理论知识、职业态度和情感等内容,是相对完整的一个系统。在课程的“项目”或“任务”设置上,充分考虑学生的个性发展,保留学生的自主选择空间,兼顾学生的职业发展。

为此,化学工业出版社在全国范围内组织了二十所职业院校机械、电气、汽车三个专业的百余位老师编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,为推动我国高等职业院校教学改革做了有益的尝试。

在教材的编写思路,我们积极配合新的课程教学模式、教学内容、教学方法的改革,结合学校和企业工业现场的设备,打破学科体系界限和传统教材以知识体系编写教材的思路,以知识的应用为目的,以工作过程为主线,融合了最新的技术和工艺知识,强调知识、能力、素质结构整体优化,强化设备安装调试、程序设计指导、现场设备维修、工程应用能

力训练和技术综合一体化能力培养。

在内容的选择上，突出了课程内容的职业指向性，淡化课程内容的宽泛性；突出了课程内容的实践性，淡化课程内容的纯理论性；突出了课程内容的实用性，淡化课程内容的形式性；突出了课程内容的时代性和前瞻性，淡化课程内容的陈旧性。

在编写力量上，我们组织了一批高等职业院校一线的教学名师，他们大都在自己的教学岗位上积极探索和应用着新的教学理念和教学方法，其中一部分教师曾被派到德国进行双元制教学的学习，再把国外的教学模式与我国职业教育的现实进行有机结合，并把取得的经验和成果毫无保留地体现在教材编写中。

同时，我们还邀请企业人员参与教材编写，并与相关职业资格标准、行业规范相结合，充分体现了校企合作和工学结合，突出了创新性、先进性和实用性。

本套教材从编写内容和编写模式方面，都充分体现了全国高职院校教学改革成果，符合学生的认知规律，适应科技发展的需要，必将为职业院校培养高素质人才提供强有力的保证。

编委会

课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。为贯彻教育部教学改革的重要精神,同时为配合职业院校教学改革和教材建设,更好地为职业院校深化改革服务,化学工业出版社组织二十所职业院校的老师共同编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,该套教材涉及机械、电气、汽车专业领域,其中机械专业包括:《机械图样识读与测绘》、《机械图样识读与测绘》(化工专业适用)、《工程力学》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《电气控制技术》、《液压气动技术及应用》、《机械制造工艺与装备》、《机电设备故障诊断与维修》、《数控加工手工编程》、《数控加工自动编程》、《数控机床维护与故障诊断》、《冷冲压模具设计》、《塑料成型模具设计》、《金属压铸模具设计》、《模具制造技术》、《模具试模与维修》、《电工电子技术》(非电类专业适用)共18种教材。

《液压气动技术及应用》是在高职高专机电一体化专业和机械制造专业人才培养模式的基础上,通过学生就业岗位需求和针对职业典型工作任务的分析,侧重培养学生基本技能,按工作过程系统化和课程的基本知识点确定学习情境,任务的选取围绕实际的案例从简到繁、由浅入深地展开,以提高学生动手能力为主线,注重基本操作和实际应用的训练,充分体现了职业教育的特点。

全书共有7个学习情境(26个任务)。学习情境1和学习情境5为液压与气压元件的认知部分,内容包括元件的功能、性能参数和结构工作原理;学习情境2和学习情境6为液压与气动系统的认知部分,内容包括液压与气压系统的组成、工作原理、图形符号和有关知识;学习情境3和学习情境7为在工程中常见的典型液压与气动系统案例的分析,内容包括识读液压与气动回路图、液压与气动系统的控制和维护等内容。学习情境4为液压系统的安装调试、常见故障的诊断和排除等内容。本教材以工作任务为导向,以项目为载体,可采用四步教学法、引导提示法、案例分析法、模拟教学法、演示教学法等多种方法进行教学与实践。每个学习情境设有【学习目标】、【学习小结】、【自我评估】、【评价标准】等部分;每个学习情境设有若干任务,每个任务设有【任务描述】、【任务分析】、【知识准备】、【任务实施】和【知识拓展】。任务的选取从简单到复杂、由单一到全面,基本知识由浅入深贯穿全书。每个任务基于完整的工作过程,具有可操作性和可行性,内容安排合理。在教学过程中,建议不同院校根据本学校不同专业的设置和教学学时数的情况,可以选择适当的任务进行教学。

本书主要由金英姬、凌桂琴、李欣、党华编写。其中,北京工业职业技术学院金英姬编写学习情境1、2、3、6;天津渤海职业技术学院凌桂琴编写学习情境4;北京电子科技职业学院李欣编写学习情境5;内蒙古机电职业技术学院党华编写学习情境7。其他参编人员有北京电子科技职业学院刘京华、北京工业职业技术学院周凤颖。全书由金英姬主编;凌桂琴、李欣副主编。

本书在编写前进行了广泛的调研,在制定编写提纲的过程中广泛听取了有关兄弟院校专业教师 and 学生的建议,在编写过程中得到了相关学校教师的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

本教材的练习题答案请到 <http://www.cipedu.com.cn> 下载!

目录

学习情境 1 液压元件识别与选用

学习目标	1	2. 压力控制阀	27
任务 1.1 液压泵的识别与选用	2	3. 流量控制阀	28
【任务描述】	2	【任务实施】	29
【任务分析】	2	1. 场地及设备	29
【知识准备】	2	2. 方向控制阀的识别	29
1. 液压泵的工作原理	2	3. 压力控制阀的识别	34
2. 液压泵的性能参数	3	4. 流量控制阀的识别	38
【任务实施】	5	5. 液压控制阀的选用	40
1. 场地及设备	5	【知识拓展】	42
2. 液压泵的识别	5	插装阀	42
3. 液压泵的选用	10	任务 1.4 液压辅助元件识别与选用	43
【知识拓展】	11	【任务描述】	43
1. 液压冲击	11	【任务分析】	44
2. 气穴现象	12	【知识准备】	44
任务 1.2 液压马达和液压缸识别与选用	12	1. 油管	44
【任务描述】	12	2. 管接头	45
【任务分析】	12	3. 密封件	46
【知识准备】	13	4. 油箱及其附件	46
1. 液压马达的工作原理	13	5. 滤油器	47
2. 液压马达的性能参数	14	6. 蓄能器	49
3. 液压缸的工作原理	15	【任务实施】	49
4. 液压缸的性能参数	16	1. 场地及设备	49
【任务实施】	18	2. 液压辅助元件的识别	49
1. 场地及设备	18	3. 液压辅助元件的选用	52
2. 液压马达的识别	18	【知识拓展】	53
3. 液压缸的识别	19	常用橡胶密封圈结构特点	53
4. 液压马达和液压缸的选用	21	任务 1.5 液压油识别与选用	55
【知识拓展】	23	【任务描述】	55
其他液压缸	23	【任务分析】	55
任务 1.3 液压控制阀的识别与选用	24	【知识准备】	55
【任务描述】	24	1. 液压油主要性质	55
【任务分析】	24	2. 矿油型液压油	57
【知识准备】	24	【任务实施】	57
1. 方向控制阀	25	1. 场地及设备	57
		2. 液压油的识别	57

3. 液压油的选用	58
【知识拓展】	59
液压油污染的控制	59
学习小结	60

自我评估	60
评价标准	63

学习情境 2 液压系统建立和规划

学习目标	65
任务 2.1 机床工作台往返运动 液压系统构建	66
【任务描述】	66
【任务分析】	66
【知识准备】	66
1. 压力的概念	66
2. 液压传动原理	67
3. 液压传动系统组成	68
【任务实施】	69
1. 场地及设备	69
2. 液压滑台液压传动系统构建	69
3. 液压传动系统组装与运行	69
【知识拓展】	70
1. 液压传动系统的优缺点	70
2. 液压传动系统应用和发展概况	71
任务 2.2 数控车床液压系统 构建与实施	72
【任务描述】	72
【任务分析】	72
【知识准备】	72
1. 液压系统的基本形式	72
2. 液压系统基本回路简介	73
3. 任务相关液压基本回路	74

【任务实施】	77
1. 场地及设备	77
2. MJ-50 型数控车床控制	77
3. 液压系统组装与运行	79
【知识拓展】	80
如何识读液压系统图	80
任务 2.3 组合机床动力滑台 快进和工进的控制	80
【任务描述】	80
【任务分析】	80
【知识准备】	81
1. 任务相关液压元件	81
2. 任务相关液压基本回路	83
【任务实施】	85
1. 场地及设备	85
2. 液压系统分析与控制	85
3. 液压系统组装与运行	87
【知识拓展】	89
速度转换回路	89
学习小结	90
自我评估	91
评价标准	92

学习情境 3 液压系统控制和操作

学习目标	94
任务 3.1 液压伺服系统控制	95
【任务描述】	95
【任务分析】	95
【知识准备】	96
1. 液压伺服系统	96
2. 液压伺服阀分类及工作原理	97
3. 液压伺服系统的特点	99
【任务实施】	99
1. 场地及设备	99
2. 汽车转向液压助力器的控制	99

3. 车床液压仿形刀架伺服控制	100
【知识拓展】	101
1. 电液比例控制阀	101
2. 电液数字阀控制系统	102
任务 3.2 液压压力机的液压系 统的控制与操作	104
【任务描述】	104
【任务分析】	104
【知识准备】	105
任务相关液压基本回路	105
【任务实施】	107

1. 场地及设备·····	107
2. 压力机液压系统控制·····	108
3. 压力机液压系统的特点·····	109
4. 压力机液压系统组装与运行·····	110

任务 3.3 组合机床动力滑台

电气控制与调试·····	110
--------------	-----

【任务描述】·····	110
【任务分析】·····	111
【知识准备】·····	111
1. 液压系统电气控制的分类·····	111
2. PLC 常用指令的功能与图形符号·····	113

【任务实施】·····	113
1. 场地及设备·····	113
2. 动力滑台液压系统继电器接触式控制·····	114
3. 动力滑台液压系统 PLC 控制·····	115

【知识拓展】·····	115
1. 平衡回路·····	115
2. 多缸顺序动作回路·····	116

学习小结·····	118
-----------	-----

自我评估·····	119
-----------	-----

评价标准·····	121
-----------	-----

学习情境 4 液压系统的安装调试及常见故障诊断

学习目标·····	122
-----------	-----

任务 4.1 工具与仪器的选择 和使用

【任务描述】·····	123
【任务分析】·····	123
【知识准备】·····	123
常用工具与仪器的选择和应用·····	123
【任务实施】·····	127
1. 场地及设备·····	127
2. 常规仪器的选型·····	128
【知识拓展】·····	128
压力表的选型与应用·····	128

任务 4.2 液压元件的拆装及常 见故障诊断和排除

【任务描述】·····	129
【任务分析】·····	129
【知识准备】·····	129
1. 液压泵的拆装及常见故障诊断与排除·····	129
2. 液压马达和液压缸的拆装及 常见故障诊断与排除·····	134
3. 液压阀的拆装及常见故障诊断 与排除·····	137
4. 液压辅助元件的拆装及常见故障 诊断与排除·····	139
【任务实施】·····	143
1. 场地及设备·····	143
2. 液压泵的故障分析·····	143
【知识拓展】·····	144
1. 液压传动系统故障诊断步骤·····	144
2. 液压传动系统故障诊断的方法·····	145
任务 4.3 识读液压系统安装图·····	146

【任务描述】·····	146
-------------	-----

【任务分析】·····	146
-------------	-----

【知识准备】·····	146
-------------	-----

1. 工作性能要求及装配系统图·····	146
2. 识读 1HY-40 型动力滑台液压系统图·····	146
3. 识读 1HY-40 型动力滑台工作循环图·····	146

【任务实施】·····	148
-------------	-----

识读液压系统安装图的一般步骤·····	148
---------------------	-----

【知识拓展】·····	149
-------------	-----

液压系统的安装·····	149
--------------	-----

任务 4.4 数控车床液压系统的安 装调试、常见故障诊断及 排除

【任务描述】·····	150
-------------	-----

【任务分析】·····	151
-------------	-----

【知识准备】·····	151
-------------	-----

1. 数控车床液压系统的安装·····	151
2. 数控车床液压系统的调试·····	151
3. 液压系统使用与维护·····	153

【任务实施】·····	153
-------------	-----

1. 场地及设备·····	153
2. 数控车床液压系统常见故障 诊断及排除·····	153

【知识拓展】·····	154
-------------	-----

液压传动系统常见故障分析及排除 方法·····	154
----------------------------	-----

学习小结·····	156
-----------	-----

自我评估·····	156
-----------	-----

评价标准·····	157
-----------	-----

学习情境 5 气压元件识别与选用

学习目标 159

任务 5.1 气源装置识别与选用 160

【任务描述】 160

【任务分析】 160

【知识准备】 160

1. 气源装置的工作原理 160

2. 气源净化装置的工作原理 161

【任务实施】 163

1. 场地及设备 163

2. 气源装置的识别 163

3. 气源及气源净化装置的选用 164

【知识拓展】 166

1. 空气传送管道系统的设计 166

2. 空气传送管道系统确定的原则 166

任务 5.2 气马达和汽缸的识别与选用 167

【任务描述】 167

【任务分析】 167

【知识准备】 168

1. 气马达的工作原理 168

2. 汽缸的工作原理 169

【任务实施】 170

1. 场地及设备 170

2. 气马达和汽缸的识别 171

3. 气马达和汽缸的选用 171

【知识拓展】 172

其他常用汽缸 172

任务 5.3 气动控制阀识别与选用 174

【任务描述】 174

【任务分析】 174

【知识准备】 175

1. 方向控制阀的工作原理 175

2. 压力控制阀的工作原理 180

3. 流量控制阀的工作原理 184

4. 气动逻辑控制阀的工作原理 185

【任务实施】 187

1. 场地及设备 187

2. 气动控制阀的识别 187

3. 气动控制阀的选用 189

【知识拓展】 189

1. 气动比例阀的分类及功用 189

2. 气动伺服阀的分类及功用 190

任务 5.4 气动辅助元件识别与选用 190

【任务描述】 190

【任务分析】 190

【知识准备】 190

1. 过滤器的工作原理 190

2. 油雾器的工作原理 191

3. 气动三联件的工作原理 191

4. 消声器的工作原理 192

【任务实施】 193

1. 场地及设备 193

2. 气动辅助元件的识别 193

3. 气动辅助元件的选用 193

【知识拓展】 194

1. 管道 194

2. 管接头 194

3. 使用注意事项 195

学习小结 195

自我评估 196

评价标准 197

学习情境 6 气动系统建立和规划

学习目标 199

任务 6.1 气动系统构建与实施 200

【任务描述】 200

【任务分析】 200

【知识准备】 201

1. 气压传动系统组成 201

2. 气动系统基本回路简介 201

3. 压力控制回路 202

【任务实施】 203

1. 场地及设备 203

2. 构建气动剪切机气动系统 203

3. 气压传动系统组装与运行 203

【知识拓展】 203

1. 气压传动系统优缺点 203

2. 气压传动系统应用和发展概况 204

任务 6.2 机床工件夹紧气动系统操作 205

【任务描述】 205

【任务分析】	205
【知识准备】	205
1. 换向回路	205
2. 速度控制回路	206
【任务实施】	208
1. 场地及设备	208
2. 工件夹紧气动系统控制	208
3. 气压传动系统组装与运行	209
【知识拓展】	209
1. 位置控制回路	209
2. 多缸控制回路	209
任务 6.3 数控加工中心气动换刀系统控制与实施	210
【任务描述】	210
【任务分析】	211
【知识准备】	212
1. 任务相关液压元件	212
2. 任务相关液压基本回路	212
【任务实施】	213
1. 场地及设备	213
2. 气动换刀系统分析与控制	214

3. 气压系统组装与运行	215
【知识拓展】	215
安全保护操作回路	215
任务 6.4 气-液动力滑台快进和工进气动系统操作	216
【任务描述】	216
【任务分析】	216
【知识准备】	216
气液联动回路	216
【任务实施】	217
1. 场地及设备	217
2. 气-液动力滑台气动系统控制	217
3. 气压系统组装与运行	218
【知识拓展】	218
1. 逻辑控制阀换向回路	218
2. 计数回路	219
学习小结	220
自我评估	220
评价标准	222

学习情境 7 气动程序系统设计与控制

学习目标	224
任务 7.1 气动控制机械手程序系统设计与控制	225
【任务描述】	225
【任务分析】	225
【知识准备】	225
1. 行程程序控制系统设计步骤	225
2. 气动机械手气动回路设计	226
【任务实施】	227
1. 场地及设备	227
2. 气动机械手操作与控制	228
【知识拓展】	228
1. 行程程序控制系统的组成及优点	228
2. 信号-动作 (X-D) 状态图中符号的规定	229
3. 信号-动作 (X-D) 状态图画法	229
4. 障碍信号的判别	230
任务 7.2 气动钻床程序系统设计与控制	230
【任务描述】	230
【任务分析】	231
【知识准备】	231

气动钻床气动回路设计	231
【任务实施】	232
1. 场地及设备	232
2. 气动钻床气动操作与控制	232
【知识拓展】	233
障碍信号的排除方法	233
任务 7.3 自动化生产线气动系统 PLC 控制与调试	233
【任务描述】	233
【任务分析】	233
【知识准备】	234
可编程控制器及其控制系统设计	234
【任务实施】	235
1. 场地及设备	235
2. 自动生产线气动系统操作与控制	235
【知识拓展】	236
PLC 编程元件	236
学习小结	236
自我评估	237
评价标准	238

附录

附录 A	常用液压与气动元件图形符号 (摘自 GB/T 786.1—1993)	240	参考文献	245
附录 B	常用单位换算表	243		

学习情境1

液压元件识别与选用^①



学习目标

能力目标：

能识别常用液压元件，如：液压泵、液压马达、液压缸、液压控制阀、液压辅助元件及常用液压油，能正确选用液压元件及液压油。

知识要求：

- ① 了解液压元件在工程中的应用，识读液压元件图形符号、铭牌参数的含义。
- ② 掌握液压元件分类、工作原理、性能参数及特点。
- ③ 了解液压元件结构、工作原理及结构特性，掌握液压元件及液压油的选择方法。

技能要求：

- ① 能够识别常用液压元件，熟知其工业用途。
- ② 能够查阅相关技术资料，正确选用液压元件。

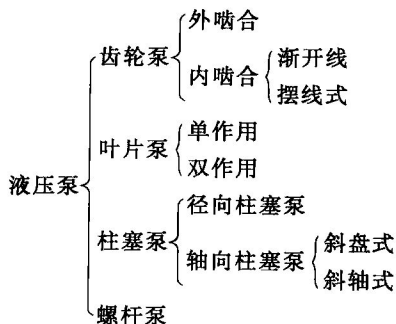
任务 1.1 液压泵的识别与选用

【任务描述】

液压泵是液压传动系统中的主要动力元件，它将原动机（通常是电动机）输出的机械能转化为工作液体的压力能，给系统提供具有一定压力和流量的工作液体，是一种能量转换装置。因此，液压系统是不可缺少的核心元件，合理地选择液压泵对于降低液压系统的能耗、提高系统的效率、降低噪声、改善工作性能和保证系统工作的可靠性都十分重要。

【任务分析】

液压泵的类型很多，根据液压泵的结构和工作原理不同，液压泵通常可分为齿轮泵、叶片泵、柱塞泵、螺杆泵等。液压泵的分类情况如下。



不同类型的液压泵其所具有的特性和使用场合也不同。本任务主要通过液压泵的拆装实训和液压泵的识别，了解其结构特点，掌握液压泵的工作原理、性能参数及特性，正确选用液压泵。

【知识准备】

1. 液压泵的工作原理

液压传动系统中使用的液压泵都是容积式液压泵。图 1-1 所示为容积式液压泵的工作原理。

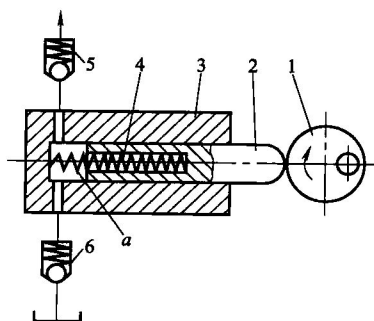


图 1-1 容积式液压泵工作原理

1—偏心轮；2—柱塞；3—缸体；4—弹簧；5、6—单向阀

液压泵主要由偏心轮、柱塞、缸体、弹簧和单向阀等组成。图中柱塞 2 装在缸体 3 中，形成一个密封容积 a ，柱塞在弹簧 4 的作用下始终压紧在偏心轮 1 上。原动机驱动偏心轮 1 旋转，柱塞 2 就在缸孔中做往复运动，从而使密封容积 a 的大小发生周期性的交替变化。当 a 由小变大时就形成部分真空，使油箱中油液在大气压作用下，经吸油管顶开单向阀 6 进入油腔 a 而实现吸油；反之，当 a 由大变小时， a 腔中吸满的油液将顶开单向阀

5 流入系统而实现压油。

以上可知,当原动机驱动偏心轮不断旋转,液压泵就不断地吸油和压油,将原动机输入的机械能转换成液体的压力能。

通常液压传动系统中使用的液压泵都是容积式液压泵,它是借助配流装置,依靠密闭容积的周期性变化来工作的。根据上述工作过程,液压泵工作时必须具备的基本条件归纳如下:

① 结构上必须具有一个或多个密封且又可以周期性变化的工作空间。密封容积增大时形成真空,完成吸油,密封容积减小时挤压油液,完成排油。液压泵的输出流量与此空间的容积变化量和单位时间内的变化次数成正比,与其他因素无关。

② 必须具有相应的配流装置。通过配流装置将吸液腔和排液腔隔开,保证液压泵有规律地连续吸排液体。液压泵的结构原理不同,其配流机构也不相同。图 1-1 所示的单柱塞泵的配流装置是单向阀 5 和 6。

③ 油箱内液体的绝对压力必须恒等于或大于大气压力。这是容积式液压泵能够吸入油液的外部条件。因此,为保证液压泵正常吸油,油箱必须与大气相通,或采用密闭的充压油箱。

2. 液压泵的性能参数

液压泵的主要性能参数有压力、排量、流量、功率和效率等。

(1) 压力

① 工作压力 p 。液压泵工作时输出油液的实际压力称为工作压力。工作压力取决于外负载的大小和排油管路上的压力损失,而与液压泵的流量无关,用 p 表示,常用单位:MPa。

② 额定压力 p_n 。液压泵在正常工作条件下,按试验标准规定连续运转的最高压力称为液压泵的额定压力,用 p_n 表示,常用单位:MPa。

③ 最高允许压力 $p_{\max}$ 。一般在超过额定压力的条件下,根据试验标准规定,允许液压泵短暂运行的最高压力值,称为液压泵的最高允许压力,用 $p_{\max}$ 表示,常用单位:MPa。

(2) 排量和流量

① 排量 V 。液压泵每转一周所排出液体的体积,即每转工作容积的变化量称为液压泵的排量,用 V 表示,常用单位:L/r。

排量可以调节的液压泵称为变量泵,排量不可调节的液压泵则称为定量泵。

② 理论流量 q_t 。在不考虑液压泵泄漏流量的条件下,在单位时间内所排出的液体体积,用 q_t 表示,常用单位:L/min。如果液压泵的主轴转速为 n ,则该液压泵的理论流量为

$$q_t = Vn \quad (1-1)$$

式中 q_t ——理论流量, L/min;

V ——液压泵的排量, L/r;

n ——主轴转速, r/min。

③ 实际流量 q 。液压泵在某一具体工况下,单位时间内所排出液体的体积称为实际流量,用 q 表示,常用单位:L/min。

计算实际流量必须考虑泵的泄漏量。如果泵的理论流量为 q_t ,泄漏量为 Δq ,则实际流量为

$$q = q_t - \Delta q \quad (1-2)$$

式中 Δq ——泵泄漏量, L/min。

④ 额定流量 q_n 。液压泵在正常工作条件下, 按试验标准规定 (如在额定压力和额定转速下) 必须保证的流量, 用 q_n 表示, 常用单位: L/min。

(3) 功率

① 输入功率 p_i 。液压泵的输入功率是指作用在液压泵主轴上的机械功率, 用 p_i 表示, 常用单位: kW。一般表达式为

$$p_i = T_i \omega = 2\pi T_i n \quad (1-3)$$

式中 p_i ——输入功率, kW;

T_i ——泵主轴上的输入转矩, kN·m;

ω ——泵主轴的角速度, r/s;

n ——主轴转速, r/min。

② 理论输出功率 P_t 。当不考虑液压泵的容积损失时, 其输出液体所具有的液压功率, 称为液压泵的理论输出功率, 用 P_t 表示, 常用单位: kW。一般表达式为

$$P_t = \frac{\Delta p q_t}{60} \quad (1-4)$$

式中 P_t ——理论输出功率, kW;

Δp ——泵吸、排油口间的压差, MPa;

q_t ——理论流量, L/min。

③ 实际输出功率 P 。当考虑液压泵的容积损失时, 液压泵实际输出的液压功率, 用 P 表示, 常用单位: kW。如果液压泵在工作过程中吸、排油口间的压差为 Δp 、实际输出流量为 q , 则实际输出功率 P 为它们的乘积, 一般表达式为

$$P = \frac{\Delta p q}{60} \quad (1-5)$$

式中 P ——实际输出功率, kW;

Δp ——泵吸、排油口间的压差, MPa;

q ——泵输出的实际流量, L/min。

在实际的计算中, 若油箱通大气, 液压泵吸、排油口的压力差 Δp 往往用液压泵的出口压力 p 代入, 即

$$P = \frac{p q}{60} \quad (1-6)$$

(4) 效率 液压泵存在三种能量损失, 即容积损失、摩擦损失和压力损失, 分别用容积效率、机械效率和液压效率表示。其中压力损失很小, 通常忽略不计, 液压效率一般都在 0.99 以上, 可取为 1。

① 容积效率 η_v 。液压泵容积损失的性能参数, 用 η_v 表示。它等于泵的实际输出功率与理论输出功率之比, 也等于泵的实际流量与理论流量之比, 即

$$\eta_v = \frac{P}{P_t} \quad (1-7)$$

$$\text{或} \quad \eta_v = \frac{q}{q_t} = 1 - \frac{\Delta q}{q_t} \quad (1-8)$$

式中 Δq ——液压泵的泄漏量, L/min。

液压泵的容积损失是由于液压泵内部高压腔的泄漏、油液的压缩以及在吸油过程中因吸

油阻力太大、油液黏度大以及液压泵转速高等原因而导致油液不能全部充满密封工作腔而产生的。

由于液压泵的泄漏量 Δq 随压力 p 的增大而增大, 导致泵的实际流量 q 随 p 的增大而减小。因此, 液压泵的容积效率随 p 的增大而减小, 且随泵的结构类型不同而异。

② 机械效率 η_m 。机械效率是指液压泵在工作过程中摩擦损失的性能参数, 用 η_m 表示。它等于泵的理论输出功率与输入功率之比, 也等于液压泵的理论转矩与实际输入转矩之比, 即

$$\eta_m = \frac{P_t}{P_i} = \frac{T_t \omega}{T_i \omega} = \frac{T_t}{T_i} \quad (1-9)$$

摩擦损失主要是液压泵在工作中存在机械损耗和液体的黏性而引起的。

③ 总效率 η 。液压泵的实际输出功率与其输入功率的比值称为总效率, 用 η 表示, 即

$$\eta = \frac{P}{P_i} = \frac{\eta_v}{\eta_m} \quad (1-10)$$

【任务实施】

1. 场地及设备

(1) 场地 液压实训室、实训基地。

(2) 设备 齿轮泵、叶片泵、柱塞泵等各类液压泵实物, 每种 3~4 台, 总数不少于 15 台。

2. 液压泵的识别

各种类型液压泵外形如图 1-2 所示。

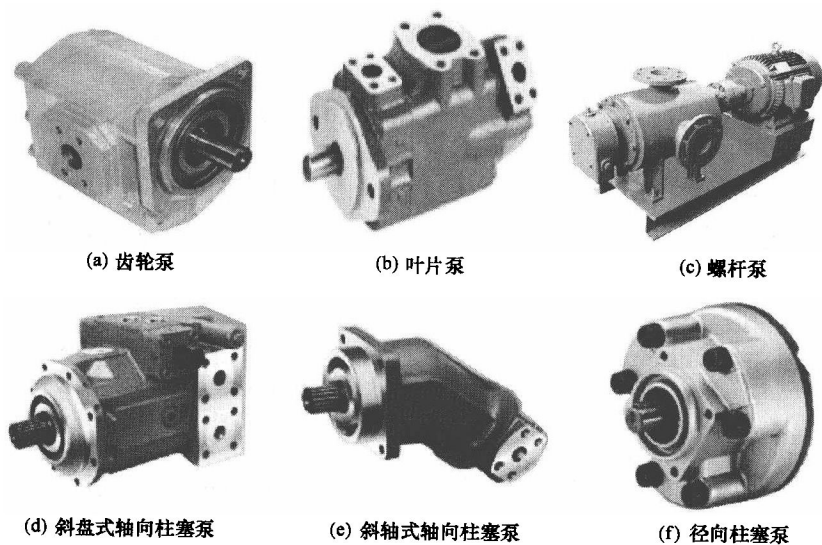


图 1-2 液压泵外形

(1) 齿轮泵 齿轮泵是利用齿轮啮合原理工作的, 按照齿轮啮合形式, 齿轮泵可分为外啮合齿轮泵和内啮合齿轮泵两大类。

齿轮泵的主要优点是: 结构简单、工作可靠、自吸能力强、对油液的污染不敏感。其缺点是: 流量和压力的脉动大、噪声大和排量不可变。

根据工作压力不同, 齿轮泵又分为: 低压齿轮泵, 其额定压力为 2.5MPa; 中高压齿轮