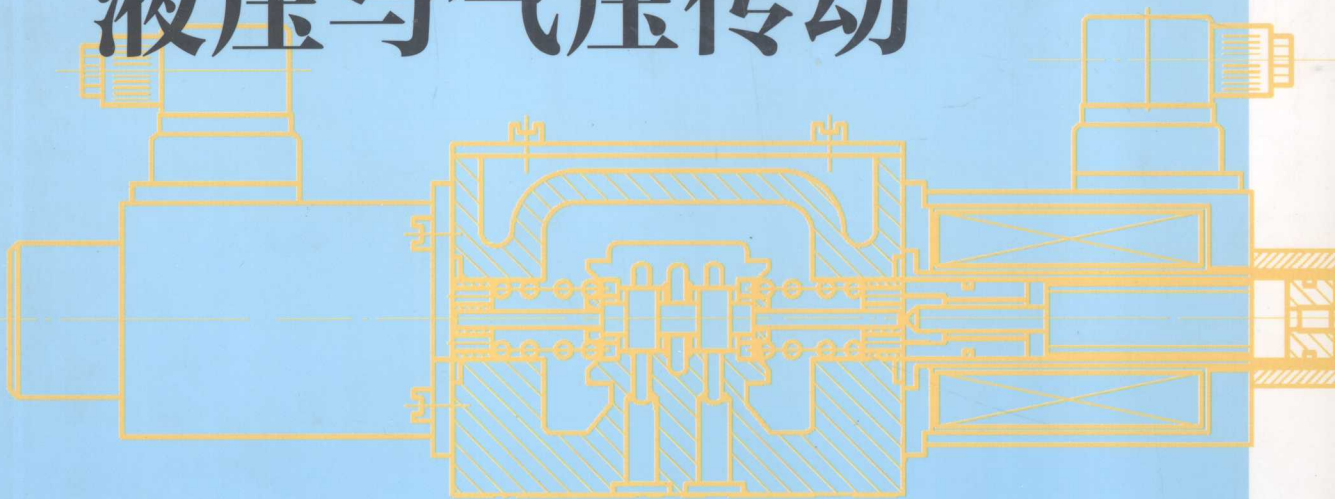




普通高等教育机械类专业“十二五”规划教材

HYDRAULIC AND
PNEUMATIC TRANSMISSION

液压与气压传动



张丽春 吴晓强 主编

中国林业出版社

TH137
141

普通高等教育机械类专业“十二五”规划教材

液压与气压传动

张丽春 吴晓强 主 编
迟 媛 谢 莉 副主编

中国林业出版社

内容简介

《液压与气压传动》是普通高等教育机械类专业“十二五”规划教材,配有多媒体课件。本教材分为液压传动和气压传动2篇,共17章。第1篇为液压传动,包括第1~10章。主要讲述液压传动基础理论、液压元件、液压基本回路、典型液压系统实例、液压系统的设计计算;第2篇为气压传动,包括第11~17章。主要讲述气压传动基础知识、气源装置与气动元件、气动回路、气动逻辑系统设计和气压传动系统实例。

本教材在章节的编排上,内容力求少而精,言简意赅,并配备大量图表。教学内容坚持以学生为本,教学服务的原则;注意总结教学经验,体现循序渐进的原则。为便于加深理解和巩固所学内容,每章开始有内容提要,说明本章的主要内容、重点、难点、教学目的和要求;每章结束都有小结并附有习题,配有标准答案。在教材内容选取上充分体现了“加强针对性,注重实际应用,拓宽知识面”,理论知识以“实用、够用”为度的特点,突出对学生动手能力和综合素质的培养。本教材在注重基本概念与工作原理阐述的同时,突出其应用,旨在培养学生的工程应用与实践能力。本教材为教师配备了具有大量动画的多媒体课件,既方便教师授课又利于学生的学习和理解。

本教材适合作为普通高等院校机械类、机电类和相关类专业的教材,也可作为成人教育机电类专业教材,以及供自学者和相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/张丽春,吴晓强主编. —北京:中国林业出版社,2012.8

普通高等教育机械类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5038-6710-1

I. ①液… II. ①张… ②吴… III. ①液压传动—高等学校—教材②气压传动—高等学校—教材
IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第190235号

中国林业出版社·教材出版中心

策划编辑:杜娟

责任编辑:许玮 杜娟

电话:83280473 83282720 传真:83280473

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail:jiaocaipublic@163.com 电话:(010)83224477

http://lycb.forestry.gov.cn

经	销	新华书店
印	刷	北京昌平百善印刷厂
版	次	2012年8月第1版
印	次	2012年8月第1次印刷
开	本	787mm×1092mm 1/16
印	张	23
字	数	532千字
定	价	38.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

《液压与气压传动》编写人员名单

主 编 张丽春 吴晓强

副主编 迟 媛 谢 莉

编写人员 (以姓氏笔画为序)

史立新 (南京农业大学)

张丽春 (内蒙古农业大学)

吴晓强 (四川农业大学)

迟 媛 (东北农业大学)

杨红艳 (内蒙古工业大学)

何瑞银 (南京农业大学)

陈云富 (南京农业大学)

赵雪松 (内蒙古农业大学)

谢 莉 (内蒙古大学交通学院)

赖庆辉 (东北农业大学)

前言

本教材是普通高等教育机械类专业“十二五”规划教材。本教材是根据教育部高等院校工科专业教学计划调整后的“液压与气压传动”课程教学大纲,在多年教学和科研工作的基础上,结合多年省级精品课程的教学经验,吸收国外同类教材和国内现有教材的优点,结合本专业的特点精心组织编写的。

教材共分 2 篇 17 章。第 1 篇为液压传动, 包括第 1 ~ 10 章, 主要讲述液压传动基础理论、液压元件、液压基本回路、典型液压系统实例、液压系统的设计计算; 第 2 篇为气压传动, 包括第 11 ~ 17 章, 主要讲述气压传动基础知识、气源装置与气动元件、气动回路、气动逻辑系统设计和气压传动系统实例。

本教材的特点：一是以初学者为对象，内容坚持以学生为本，注意总结教学经验，体现循序渐进的原则；二是在章节的编排上，内容力求少而精，着重讲解基本原理和基本方法，并配备大量图表，而不拘泥于具体烦琐的结构；三是内容选取上充分体现“加强针对性，注重实际应用，拓宽知识面”，理论知识以“实用、够用”为度，突出对学生动手能力和综合素质的培养；四是在注重基本概念与工作原理阐述的同时，突出应用，培养学生的工程应用与实践能力，解决工程实际问题；五是每章开始有提要，说明本章的主要内容、重点、难点、教学目的和要求，每章结束有小结并附有习题，书后配有参考答案；六是推进液压集成块及其集成回路的教学和应用；七是为配合教学，利用 Flash，pro/E 等软件将复杂的液压元件的结构、工作原理及液压系统的工作过程制成动画，通过 Authorware 软件制作成文字与动画为一体的多媒体课件，可为选用本教材的教师提供参考。

本教材适用于普通高等院校机械类、机电类及相关类专业的教材,也可以作为成人教育机电类专业教材,同时可供自学者和相关技术人员参考。

本教材由从事液压与气压传动教学方面二十多年经验的教师张丽春、吴晓强主编。本教材编写分工如下：张丽春（第1、4章，附录），迟媛（第2章），赖庆辉（第3章），谢莉（第5章），赵雪松（第6、8章），杨红艳（第7、15章）；何瑞银（第9

章), 史立新 (第 10 章), 陈云富 (第 11 章), 吴晓强 (第 12~17 章)。

全书由张丽春教授修改审订。在组织和编写过程中, 得到内蒙古农业大学机电工程学院、各参编兄弟院校和中国林业出版社杜娟的大力支持, 同时也得到内蒙古农业大学机电工程学院郝惠灵、苏佳佳、张向东等研究生的大力帮助, 在此一并表示衷心的感谢!

由于水平所限, 教材中难免存在不足之处, 欢迎广大读者批评指正。

编 者

2012 年 5 月

目 录

前 言

第 1 篇 液压传动

第 1 章 绪 论	3
1.1 液压传动技术发展概况	4
1.2 液压传动工作原理和系统组成	5
1.2.1 液压传动工作原理	5
1.2.2 液压传动系统的组成、图形符号及特点	8
1.3 液压油的主要性能及选用	9
1.3.1 液压油的主要物理性质	9
1.3.2 液压传动所用油液的要求和选择	12
第 2 章 液压传动流体力学基础	17
2.1 液体静力学基础	18
2.1.1 液体静压力及特性	18
2.1.2 静止液体的平衡微分方程	18
2.1.3 重力作用下静止液体的压力分布	19
2.1.4 压力的表示方法和单位	20
2.1.5 液体作用在固体壁面上的作用力	21
2.2 液体动力学基础	21
2.2.1 几个基本概念	22
2.2.2 液体的连续性方程	23
2.2.3 伯努利方程	24
2.2.4 动量方程	26
2.3 管路中液体的压力损失	28
2.3.1 液体的流动状态	28
2.3.2 液体在管中流动的压力损失	29
2.4 液体流经孔口及缝隙的特性	31
2.4.1 孔口流量特性	32
2.4.2 液体流经缝隙的流量	33
2.5 液压冲击和空穴现象	36
2.5.1 液压冲击	36
2.5.2 空穴现象	36

第3章 液压动力元件	40
3.1 概述	41
3.1.1 液压泵的工作原理和分类	41
3.1.2 液压泵主要技术参数	42
3.2 齿轮泵	44
3.2.1 外啮合齿轮泵	44
3.2.2 螺杆泵和内啮合齿轮泵	47
3.3 叶片泵	48
3.3.1 单作用叶片泵	49
3.3.2 双作用叶片泵	50
3.3.3 限压式变量叶片泵	53
3.4 柱塞泵	54
3.4.1 斜盘式轴向柱塞泵	55
3.4.2 斜轴式轴向柱塞泵	57
3.4.3 径向柱塞泵	58
3.5 各类液压泵的性能比较及应用	59
第4章 液压执行元件	61
4.1 液压马达	62
4.1.1 液压马达的工作原理	62
4.1.2 液压马达的主要性能参数	63
4.1.3 液压马达的类型	64
4.1.4 典型液压马达的结构和工作原理	64
4.2 液压缸	66
4.2.1 液压缸的类型及其特点	66
4.2.2 液压缸的结构	71
4.2.3 液压缸的设计计算	74
第5章 液压控制阀	80
5.1 概述	81
5.1.1 液压控制阀的作用	81
5.1.2 液压控制阀的分类	81
5.2 方向控制阀	82
5.2.1 单向阀	82
5.2.2 换向阀	84
5.3 压力控制阀	95
5.3.1 溢流阀	95
5.3.2 减压阀	102
5.3.3 顺序阀	104
5.3.4 压力继电器	106

5.4	流量控制阀	108
5.4.1	流量控制原理	108
5.4.2	普通节流阀	111
5.4.3	调速阀	111
5.4.4	旁通式调速阀	114
第6章	液压辅助元件	120
6.1	油箱	121
6.1.1	油箱的结构	121
6.1.2	油箱的设计	122
6.2	蓄能器	124
6.2.1	蓄能器的作用	124
6.2.2	蓄能器的类型	125
6.2.3	蓄能器的容量计算	126
6.3	过滤器	128
6.3.1	液压油的污染度等级和污染度等级的测定	128
6.3.2	过滤器的作用和过滤精度	129
6.3.3	过滤器的典型结构	130
6.3.4	过滤器的选用和安装	132
6.4	管道和管接头	134
6.4.1	油管的种类和选用	134
6.4.2	管接头的种类和选用	135
6.4.3	密封件	138
6.5	热交换器	141
6.5.1	液压系统的发热和散热	141
6.5.2	冷却器的结构与选用	142
6.5.3	加热器的结构和选用	143
第7章	液压基本回路	145
7.1	概述	146
7.2	方向控制回路	146
7.2.1	换向回路	146
7.2.2	锁紧回路	148
7.3	压力控制回路	148
7.3.1	调压回路	148
7.3.2	减压回路	149
7.3.3	卸荷回路	150
7.3.4	保压回路	151
7.3.5	增压回路	152
7.3.6	平衡回路	153

4 液压与气压传动

7.4	速度控制回路	154
7.4.1	调速回路概述	154
7.4.2	节流调速回路	155
7.4.3	容积调速回路	160
7.4.4	容积节流调速回路	164
7.4.5	快速运动和速度换接回路	166
7.5	多执行元件控制回路	168
7.5.1	顺序动作回路	168
7.5.2	同步回路	170
7.5.3	多缸快慢速互不干扰回路	171
第8章	插装阀、比例阀和数字阀	174
8.1	插装阀	175
8.1.1	结构及工作原理	175
8.1.2	插装阀用作方向控制阀	176
8.1.3	插装阀用作压力控制阀	176
8.1.4	插装式流量控制阀	177
8.1.5	插装阀集成块	177
8.2	电液比例阀	177
8.2.1	比例电磁铁	178
8.2.2	比例压力阀	178
8.2.3	比例流量阀	180
8.2.4	比例方向流量阀	181
8.2.5	电液比例阀的性能	183
8.3	电液数字阀	184
8.3.1	增量式数字阀	184
8.3.2	脉宽调制式数字阀——快速开关型数字阀	187
第9章	典型液压系统	191
9.1	组合机床动力滑台液压系统	192
9.1.1	概述	192
9.1.2	YT4543型动力滑台的液压系统工作原理	192
9.1.3	YT4543型动力滑台液压系统的特点	195
9.2	压力机液压系统	195
9.2.1	概述	195
9.2.2	工况特点及对液压系统的要求	195
9.2.3	YA32-315型四柱式万能液压机的液压系统工作原理	196
9.2.4	液压机液压系统的主要特点	198
9.3	汽车起重机液压系统	198
9.3.1	概述	198

9.3.2	Q2-8 型汽车起重机的液压系统工作原理	199
9.3.3	汽车起重机液压系统的特点	202
9.4	拖拉机液压悬挂系统	202
9.4.1	概述	202
9.4.2	东方红-802 拖拉机液压系统工作原理	202
9.4.3	东方红-802 拖拉机液压系统的主要特点	204
9.5	联合收割机液压系统	204
9.5.1	概述	204
9.5.2	Ce-1 型洋马联合收割机液压系统工作原理	204
9.5.3	液压系统的特点	207
9.6	液压挖掘机液压系统	208
9.6.1	概述	208
9.6.2	单斗液压挖掘机液压系统的工作原理	208
9.6.3	液压系统的特点	210
第 10 章	液压传动系统设计计算	212
10.1	明确要求, 分析工况	213
10.1.1	明确液压系统的设计要求	213
10.1.2	液压系统的工况分析	213
10.1.3	执行元件主要参数的确定	215
10.1.4	绘制液压工况图	217
10.2	拟定液压系统原理图	217
10.2.1	概述	217
10.2.2	拟定液压系统原理图时应注意的问题	218
10.3	计算和选择液压元件	219
10.3.1	液压泵的选择	219
10.3.2	液压控制阀的选择	220
10.3.3	液压辅助元件的选择与设计	220
10.4	液压装置结构形式的选择	222
10.4.1	液压装置的结构形式	222
10.4.2	液压阀的配置形式	223
10.4.3	集成块设计	224
10.5	液压系统性能验算	225
10.5.1	系统压力损失验算	225
10.5.2	液压系统发热温升验算	226
10.5.3	液压冲击估算	227
10.6	绘制工作图, 编写技术文件	227
10.7	液压系统设计计算举例	227

第2篇 气压传动

第11章 气体流体力学基础	235
11.1 气体静力学基础	236
11.1.1 理想气体状态方程	236
11.1.2 热力学第一定律	237
11.1.3 静止气体状态变化	238
11.2 气体动力学基础	239
11.2.1 气体流动的基本概念	239
11.2.2 气体流动的基本方程	239
11.2.3 音速和气体在管道中流动特性	240
11.2.4 气体管道的阻力计算	241
11.2.5 气体的通流能力	241
11.2.6 充放气参数的计算	242
第12章 气源及辅助装置	246
12.1 气源系统的组成和作用	247
12.2 空气压缩机	247
12.2.1 空气压缩机的类型	247
12.2.2 空气压缩机工作原理	248
12.2.3 空压机组容量的计算及空压机的选用	249
12.3 压缩空气的净化处理及贮存装置	250
12.3.1 气源净化处理的必要性	250
12.3.2 后冷却器	251
12.3.3 油水分离器	252
12.3.4 贮气罐	253
12.3.5 空气干燥器	254
12.3.6 空气过滤器	256
12.4 其他辅助装置	258
12.4.1 油雾器	258
12.4.2 消声器	260
12.5 管路系统布置	261
12.5.1 选择管路供气系统的供气方式	261
12.5.2 多种管网供气系统的选择	262
12.5.3 管路布置和安装	263
第13章 气动执行元件	265
13.1 气缸的工作原理及分类	266
13.1.1 气缸的分类	266
13.1.2 几种特殊气缸的工作原理	267

13.2	普通气缸的设计和选用	270
13.2.1	普通气缸基本性能参数的计算	271
13.2.2	普通气缸的主要结构尺寸参数的设计计算	273
13.3	气动马达	277
13.3.1	气动马达的优缺点	277
13.3.2	气动马达的类型和工作原理	278
13.3.3	各种气动马达的特点和应用范围	279
第14章	气动控制元件	281
14.1	压力控制阀	282
14.1.1	减压阀(调压阀)	282
14.1.2	顺序阀	284
14.1.3	安全阀	285
14.2	流量控制阀	285
14.2.1	节流阀及节流阀的基本工作原理	285
14.2.2	单向节流阀	286
14.2.3	排气节流阀	286
14.2.4	柔性节流阀	286
14.3	方向控制阀	287
14.3.1	方向控制阀的分类	287
14.3.2	单向型控制阀	287
14.3.3	换向型控制阀	288
14.4	气动逻辑元件	291
14.4.1	气动逻辑元件的分类及特点	292
14.4.2	高压截止式逻辑元件	292
14.4.3	高压膜片式逻辑元件	294
14.4.4	逻辑元件的选用	295
第15章	气动基本回路	297
15.1	压力与力控制回路	298
15.1.1	压力控制回路	298
15.1.2	力控制回路	299
15.2	速度控制回路	300
15.2.1	气缸节流控制的简单分析	301
15.2.2	单作用气缸速度控制回路	301
15.2.3	双作用气缸速度控制回路	301
15.2.4	气液联动速度控制回路	303
15.3	换向回路	304
15.3.1	单作用气缸换向回路	304
15.3.2	双作用气缸换向回路	304
15.4	其他回路	305

15.4.1	位置控制回路	305
15.4.2	同步控制回路	307
15.4.3	往复运动控制回路	308
15.4.4	气动逻辑回路	309
第16章	气动行程程序控制回路及其设计	314
16.1	概述	315
16.1.1	程序控制的基本概念	315
16.1.2	行程程序控制回路的设计方法	316
16.2	多缸单往复行程程序控制回路的设计	316
16.2.1	行程程序的表示方法	316
16.2.2	障碍信号的概念	318
16.2.3	障碍信号的判断(X-D线图法)	319
16.2.4	I型障碍信号的排除	320
16.2.5	绘制逻辑原理图	324
16.2.6	绘制气动程序控制回路图	325
16.2.7	X-D线图法设计行程程序回路的主要步骤	326
16.3	多缸多往复行程程序回路设计	327
16.3.1	画X-D线图	327
16.3.2	判断和排除障碍	327
16.3.3	绘制逻辑原理图	329
16.3.4	绘制气动控制回路图	329
第17章	典型气动系统应用	332
17.1	气动夹紧系统	333
17.2	气动机械手	333
17.2.1	列出工作程序图	334
17.2.2	画X-D线图	334
17.2.3	逻辑原理图	335
17.2.4	气动回路原理图	335
17.3	气动张力控制系统	336
17.3.1	张力控制系统的工作原理	336
17.3.2	气动系统特点	338
17.4	震压造型机气动系统	338
17.4.1	造型机的工作过程	338
17.4.2	气动系统的工作原理	339
17.4.3	气动系统的特点	339
附 录		341
附录1	常用液压与气动元件图形符号	341
附录2	部分习题参考答案	348
参考文献		352

第 1 篇 液压传动

- 第 1 章 绪 论
- 第 2 章 液压传动流体力学基础
- 第 3 章 液压动力元件
- 第 4 章 液压执行元件
- 第 5 章 液压控制阀
- 第 6 章 液压辅助元件
- 第 7 章 液压基本回路
- 第 8 章 插装阀、比例阀和数字阀
- 第 9 章 典型液压系统
- 第 10 章 液压传动系统设计计算

第1章

绪论

[本章提要]

本章内容包含两部分：液压传动的基本原理和液压传动所采用工作介质的主要性能。通过本章学习，要求深入掌握液压传动工作原理、液压传动系统组成及图形符号；掌握液压传动系统的工作特征；熟悉液压传动的优缺点；了解液压传动的技术特点、应用以及发展概况。对于液压传动中所采用工作介质性能方面，着重要求理解液体的黏性，掌握动力黏度的物理意义及影响黏度的主要因素等。

1.1 液压传动技术发展概况

1.2 液压传动工作原理和系统组成

1.3 液压油的主要性能及选用