



高等职业教育“十一五”规划教材
以任务(项目)驱动为导向的工学结合系列教材

液压与气动技术

高等职业教育机电类专业教学研究会/组编

主 编: 孙 涛
副主编: 汪哲能 柳 青



YEYA
YUQIDONGJISHU

中南大学出版社
www.csupress.com.cn



高等职业教育“十一五”规划教材

以任务(项目)驱动为导向的工学结合系列教材

机械制图(第三版)

机械制图习题集(第三版)

AutoCAD2008中文版案例教程

机械设计基础

机械设计基础课程设计指导与简明手册

机械制造基础 I

(公差 配合 材料 热加工分册)

机械制造基础 II

(机床 刀具 工艺 夹具分册)

液压与气动技术

金工实训

极限配合与技术测量

数控编程与加工技术

数控机床

数控中级工认证强化实训教程

CAD/CAM应用——Pro/E应用实训教程

CAD/CAM应用——UG应用实训教程

冷冲压工艺及模具设计(第二版)(配电子教案光盘)

塑料成型工艺与模具设计(配电子教案光盘)

冷冲模设计指导教程与简明手册(课程设计、毕业设计)

模具制造工艺学(第二版)

模具设计与制造基础

模具专业实训指导教程

策划编辑:谭 平 装帧设计:谢颖设计工作室

ISBN 978-7-5487-0085-2



9 787548 700852 >

定价: 30.00元



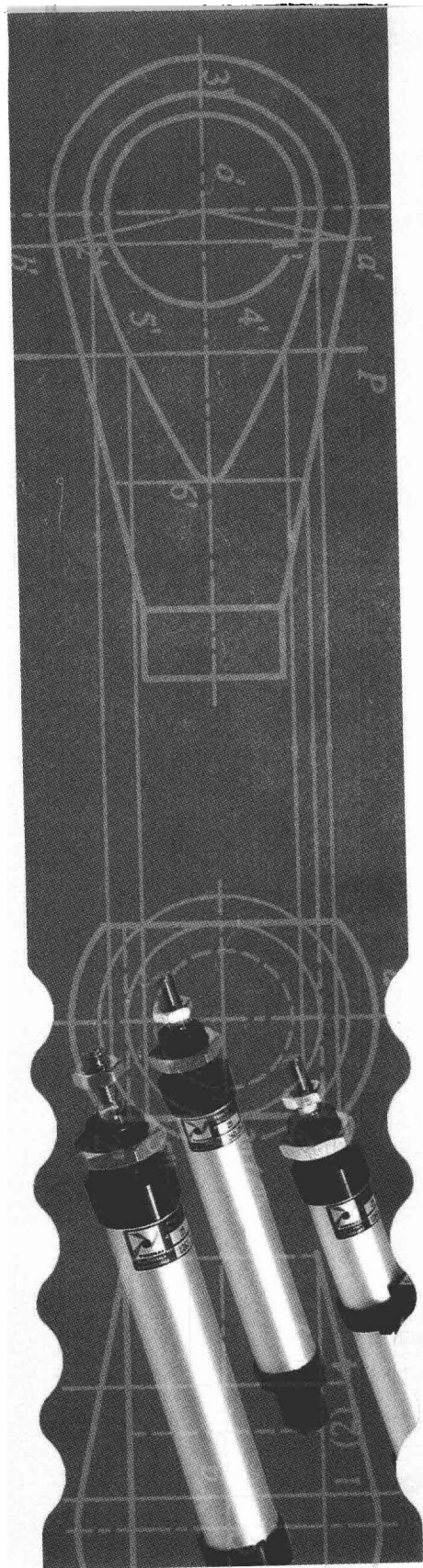
高等职业教育“十一五”规划教材
以任务(项目)驱动为导向的工学结合系列教材

液压与气动技术

高等职业教育机电类专业教学研究会/组编

主 编: 孙 涛

副主编: 汪哲能 柳 青



YEYA
YUQIDONGJISHU

中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动技术/孙涛主编. —长沙:中南大学出版社,2010.8

ISBN 978-7-5487-0085-2

I. 液... II. 孙... III. ①液压传动②气压传动

IV. ①TH137②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 156314 号

液压与气动技术

主 编 孙 涛

☐责任编辑 谭 平

☐责任印制 周 颖

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙利群漾印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 14.75 ☐字数 365 千字

☐版 次 2010 年 8 月第 1 版 ☐2010 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0085-2

☐定 价 30.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换



高等职业教育机电类专业规划教材
国家技能型紧缺人才培养教材
编写委员会

主 任：金潇明

副主任：（以姓氏笔画为序）

李建跃 肖智清 钟振龙 梁 勇 曾宪章

委 员：（以姓氏笔画为序）

王志泉 王定祥 王凌云 皮智谋 许文全

刘茂福 肖正祥 汤光华 汤忠义 李绪业

张导成 欧阳中和 张秀玲 张若峰 胡智清

晏初宏 徐政坤 郭紫贵 黄红辉 梁旭坤

董建国 曾霞文 管文华 谭海林 樊小年



总 序

加入世贸组织后,我国机械制造业迎来了空前的发展机遇,我国正逐步变成“世界制造中心”。为了增强竞争能力,中国制造业开始广泛使用先进的数控技术、模具技术,21世纪机械制造业的竞争,其实是数控技术的竞争。随着数控技术、模具技术的迅速发展及数控机床的急剧增长,我国机械企业急需大批数控机床编辑、操作、维修技术人才及模具设计与制造技术人才,而目前劳动力市场这种技术应用型人才严重短缺。为此,教育部会同劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合启动了“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,明确了高等职业教育的根本任务就是要从劳动力市场的实际需要出发,坚持以就业为导向,以全面素质为基础,以能力为本位,努力造就数以千万计的制造业和现代服务业一线迫切需要的高素质技能型人才。并在全中国选择确定了90所高职院校、96所中职院校作为数控技术技能型紧缺人才培养培训工程示范院校,推荐403个企事业单位作为校企合作数控培养培训基地。计划短期内年向社会输送数控专业毕业生数十万人,提供短期培训数十万人次,以缓解劳动力市场数控技能型人才紧缺的现状。

大量培养技能型人才中的一个重要问题就是教材。在机电类专业高等职业教育迅速发展的同时,具有高职特色的机电类专业教材极其匮乏,不能满足技能型人才培养的需要。为了适应机电类高职教育迅速发展的形势,在湖南省教育厅职成处,湖南省教育科学研究院的支持、指导和帮助下,湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会和中南大学出版社进行了广泛的调研,探索出版符合高职教育教学模式、教学方式、教学改革的新教材的路子。他们组织全国30多所高职院校的院系领导及骨干教师召开了多次教材建设研讨会,充分交流了教学改革、课程设置、教材建设的经验,把教学研究与教材建设结合起来。并对机电类专业高职教材的编写指导思想、教材定位、特色、名称、内容、篇幅进行了充分的论证,统一了思想,明确了思路。在此基础上,由湖南省高等职业教育机电类专业教学研究会牵头,成立了“湖南省机电类专业规划教材编委会”,组织编写出版了高等职业教育机电类专业系列教材,这套教材包括机电类所有专业的公共专业基础课教材及数控、模具专业的核心专业课教材。教材的编委会由业内权威教授、专家、高级工程技术人员组成,作者都是具有丰富教学经验、较高学术水平和实践经验的教授、专家及骨干教师、双师型教师。编委会通过推荐、招标、遴选确定了每本书的主编,并对每本书的编写大纲、内容进行了认真的审定,还聘请了中南大学、湖南大学等高校的教授、专家担任教材主审,确保了教材的高质量及权威性和专业性。

根据高职教育应用型人才培养目标,这套教材既具有高等教育的知识内涵,又具有职业教育的职业能力内涵,主要体现了以下特点。

(1) 以综合素质为基础,以能力为本位。

本套教材把提高学生能力放在突出的位置,符合教育部机电类专业教学基本要求和人才

培养目标,注重创新能力和综合素质培养。尽量做到理论与实践的零距离,教材的编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节,力求把学生培养成为机电行业一线迫切需要的应用型人才。

(2) 以社会需求为基本依据,以就业为导向。

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提,也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以机电企业的工作需求为依据,探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制,明确职业岗位对核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。教材选用了技术先进、占市场份额最大的 FANUC(法那科)、SEMENS(西门子)和华中典型数控系统,既具针对性,又兼适应性,使学生具有较强的就业岗位适应能力。

(3) 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

本套教材充分反映了机电行业内最新发展趋势和最新研究成果,体现了数控、模具领域的新知识、新技术、新工艺、新方法,克服了以往专业教材中存在的內容陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的数控系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

(4) 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行捆绑,设计了与数控(车、铣)等工种技能考证基本相同的教材体系和标准板块,安排了相应的考证训练题及考证模拟题,使学生在获得学分的同时,也能较容易获得职业资格证书。

(5) 教材内容精练。

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标,理论以“必需、够用”为度,对传统教材內容进行了精选、整合、优化和压缩,能更好地适应高职教改的需要。由于作了统一规划,相关教材之间內容安排合理,基础课与专业课有机衔接,全套教材具有系统性、科学性。

(6) 教材体系立体化。

为了方便老师教学和学生學習,本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量,而提高质量是永恒的主题。希望教材的编委会及出版社能做到与时俱进,根据高职教育改革的形势及机电类专业技术发展的趋势,不断对教材进行修订、改进、完善,精益求精,使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要,也希望他们能够一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,不断开拓,出版更多的精品教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

王键

(序作者为湖南省教育厅副厅长,教授、博士生导师)



前言

本书是为了适应高等职业技术教育发展的需要,并针对高职机电一体化、数控技术等专业教学对象的实际情况而编写的。

在编写过程中,我们从应用角度出发,整体编写模块化,并以课题、案例为主线进行编写,其内容包括液压传动与气压传动两大部分。全书共分八个模块,主要介绍液压传动的基本知识、液压能源装置、液压执行元件、液压控制元件、液压基本回路、液压传动应用实例,以及气源系统和气源处理装置、气动执行元件、气动基本控制回路、气压传动应用实例。本书针对高职高专教育的特点,以培养技能型人才为目的,在内容结构上进行了较大的改革,突出基本知识的掌握和基本技能的培养,力求贴近工程实际。本书具有如下特点:

(1)本书在编写模式上采用分级模块化编写,并以实际案例为切入点,根据课题需要合理安排理论知识,注重技能培养,体现了“教、学、做合一”的职业教育特色。

(2)本书贯彻少而精和理论联系实际的原则,减少理论分析和理论推导,注重结构原理内容,突出实际应用知识。

(3)考虑到液压传动与气压传动之间有较多的共性,将液压部分与气压部分结合在一起编写,精简了内容,压缩了学时,同时又考虑到两个内容的独立性与完整性。

本书由孙涛主编,参加本书编写的有:湖南衡阳财经工业职业技术学院副教授汪哲能(绪论、模块五),湖南工业职业技术学院副教授柳青(模块一),湖南铁路科技职业技术学院带副教授张若锋(模块二),长沙航空职业技术学院讲师熊轶娜(模块三),湖南机电职业技术学院讲师周李洪(模块四),长沙航空职业技术学院副教授孙涛(模块六),长沙航空职业技术学院副教授李红章(模块七、模块八)。

本书在编写过程中得到了有关院校的领导和同行的大力支持,书中引用了兄弟院校有关编著的珍贵资料,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2010年8月



目 录

绪 论	(1)
一、课题引入	(1)
二、课题分析	(1)
三、相关知识	(1)
(一) 液压与气压传动的定义及工作原理	(1)
(二) 液压与气压传动系统的组成和表示方法	(3)
(三) 液压与气压传动的优缺点	(5)
(四) 液压与气压传动的主要应用	(7)
小 结	(8)
练习与思考	(8)
模块一 流体力学基础	(9)
课题一 工作介质	(9)
一、课题引入	(9)
二、课题分析	(9)
三、相关知识	(9)
(一) 液压油的物理性质	(9)
(二) 对液压油的要求与选择	(12)
(三) 气压传动介质	(13)
课题二 流体的力学基本规律	(13)
一、课题引入	(14)
二、课题分析	(14)
三、相关知识	(14)
(一) 液体静力学基本知识	(14)
(二) 流体动力学基本知识	(17)
(三) 气体的基本性质和状态变化	(19)
课题三 流体的压力损失	(22)
一、课题引入	(22)
二、课题分析	(22)
三、相关知识	(22)
(一) 液体流动时的压力损失	(22)

(二) 气体在管路中的流动特性	(24)
课题四 液压冲击和气穴现象	(25)
一、课题引入	(25)
二、课题分析	(25)
三、相关知识	(25)
(一) 液压冲击	(25)
(二) 气穴(空穴)	(26)
小 结	(27)
练习与思考	(27)
模块二 能源装置	(29)
课题一 液压泵概述	(29)
(一) 液压泵的基本工作原理	(29)
(二) 液压泵正常工作的三个基本条件	(30)
(三) 液压泵的分类	(30)
(四) 液压泵的性能参数	(30)
课题二 齿轮液压泵	(32)
一、课题分析	(32)
二、相关内容	(33)
(一) 外啮合齿轮泵	(33)
(二) 内啮合齿轮泵	(36)
课题三 叶片液压泵	(37)
一、课题分析	(37)
二、相关知识	(37)
(一) 单作用式叶片泵	(37)
(二) 双作用式叶片泵	(40)
课题四 柱塞液压泵	(42)
一、课题分析	(43)
二、相关知识	(43)
(一) 斜盘式轴向柱塞泵	(43)
(二) 径向柱塞泵	(46)
课题五 气源装置	(46)
一、课题分析	(47)
二、相关知识	(47)
(一) 气源装置的组成和布置	(47)
(二) 空气压缩机	(48)
(三) 储气罐	(49)
(四) 后冷却器	(50)
课题六 气源处理装置	(51)

一、课题分析	(51)
二、相关知识	(52)
(一) 污染对气动系统的危害	(52)
(二) 油水分离器	(52)
(三) 气动三联件	(53)
小 结	(55)
练习与思考	(55)
模块三 执行元件	(57)
课题一 液压缸	(57)
一、课题引入	(57)
二、课题分析	(57)
三、相关知识	(57)
(一) 液压缸的类型及特点	(57)
(二) 液压缸结构设计	(62)
(三) 液压缸的设计和计算	(66)
课题二 液压马达	(69)
一、课题引入	(70)
二、课题分析	(70)
三、相关知识	(70)
(一) 液压马达的特点及分类	(70)
(二) 高速小转矩液压马达的工作原理	(70)
(三) 低速大转矩液压马达	(72)
课题三 气 缸	(73)
一、课题引入	(73)
二、相关知识	(73)
(一) 气缸的分类及工作原理	(74)
(二) 气缸的输出力与耗气量计算	(76)
(三) 气缸的选用	(77)
小 结	(77)
练习与思考	(78)
模块四 控制元件	(80)
课题一 液压方向控制阀	(80)
一、课题引入	(80)
二、课题分析	(80)
三、相关知识	(81)
(一) 单向阀	(81)
(二) 换向阀	(83)

课题二 液压压力控制阀	(88)
一、课题引入	(89)
二、课题分析	(89)
三、相关知识	(89)
(一) 溢流阀	(90)
(二) 减压阀	(91)
(三) 顺序阀	(93)
(四) 压力继电器	(95)
(五) 溢流阀、减压阀、顺序阀的性能比较和使用	(97)
课题三 液压流量控制阀	(97)
一、课题引入	(98)
二、课题分析	(99)
三、相关知识	(99)
(一) 节流阀	(99)
(二) 调速阀	(100)
课题四 其他液压控制阀(选)	(102)
一、课题引入	(102)
二、课题分析	(102)
三、相关知识	(103)
(一) 比例阀	(103)
(二) 二通插装阀	(105)
课题五 常用气动控制阀	(107)
一、课题引入	(108)
二、课题分析	(108)
三、相关知识	(108)
(一) 方向控制阀	(108)
(二) 压力控制阀	(112)
(三) 流量控制阀	(115)
课题六 气动逻辑元件	(117)
一、课题引入	(117)
二、课题分析	(117)
三、相关知识	(117)
(一) 逻辑代数	(118)
(二) 逻辑功能	(118)
练习与思考	(121)
模块五 辅助元件	(124)
课题一 液压辅件	(124)
一、课题引入	(124)

二、课题分析·····	(124)
三、相关知识·····	(124)
(一) 蓄能器 ·····	(124)
(二) 过滤器 ·····	(129)
(三) 油箱 ·····	(133)
(四) 密封装置 ·····	(135)
(五) 压力计和压力计开关 ·····	(138)
(六) 油管及管接头 ·····	(138)
课题二 气压辅件 ·····	(141)
一、课题引入·····	(141)
二、课题分析·····	(141)
三、相关知识·····	(142)
(一) 空气过滤器和空气干燥器 ·····	(142)
(二) 消声器 ·····	(144)
(三) 管件及管路系统 ·····	(146)
小 结 ·····	(148)
练习与思考 ·····	(148)

模块六 基本回路 ····· (149)

课题一 液压方向控制回路 ·····	(149)
一、课题引入·····	(149)
二、相关知识·····	(149)
(一) 换向回路 ·····	(149)
(二) 锁紧回路 ·····	(150)
课题二 液压压力控制回路 ·····	(151)
一、课题引入·····	(151)
二、课题分析·····	(151)
三、相关知识·····	(151)
(一) 调压回路 ·····	(152)
(二) 减压回路 ·····	(153)
(三) 增压回路 ·····	(153)
(四) 卸荷回路 ·····	(154)
(五) 释压(卸压)回路 ·····	(155)
(六) 保压回路 ·····	(156)
(七) 平衡回路 ·····	(156)
课题三 液压速度控制回路 ·····	(158)
一、课题引入·····	(158)
二、课题分析·····	(158)
三、相关知识·····	(159)

(一) 调速回路	(159)
(二) 快速运动回路	(164)
(三) 速度换接回路	(165)
课题四 多缸工作控制回路	(166)
一、课题引入	(167)
二、课题分析	(167)
三、相关知识	(167)
(一) 顺序动作回路	(167)
(二) 同步回路	(169)
(三) 多缸快慢速互不干扰回路	(169)
(四) 液压基本回路故障分析	(171)
课题五 气动基本回路	(173)
一、课题引入	(173)
二、课题分析	(174)
三、相关知识	(174)
(一) 方向控制回路	(174)
(二) 压力控制回路	(174)
(三) 速度控制回路	(175)
(四) 往复运动回路	(177)
小 结	(177)
练习与思考	(178)
模块七 系统的应用与分析	(180)
课题一 组合机床动力滑台液压系统	(180)
一、课题引入	(180)
二、课题分析	(180)
三、相关知识	(181)
(一) 概述	(181)
(二) YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理	(182)
(三) YT4543 型动力滑台液压系统的特点	(183)
课题二 汽车起重机液压系统	(183)
一、课题引入	(183)
二、课题分析	(184)
三、相关知识	(184)
(一) 概述	(184)
(二) 液压系统的工作原理	(184)
(三) 液压系统的主要特点	(186)
课题三 塑料注射成型机液压系统	(187)
一、课题引入	(187)

二、课题分析·····	(187)
三、相关知识·····	(187)
(一) 概述·····	(187)
(二) XS-ZY-250A 型注塑机液压系统的工作原理·····	(188)
(三) 液压系统的主要特点·····	(189)
课题四 工业机械手液压系统·····	(190)
一、课题引入·····	(190)
二、课题分析·····	(190)
三、相关知识·····	(190)
(一) 概述·····	(190)
(二) 机械手液压系统·····	(190)
(三) JS-1 型机械手液压系统的主要特点·····	(193)
课题五 数控机床液压系统·····	(193)
一、课题引入·····	(194)
二、课题分析·····	(194)
三、相关知识·····	(194)
(一) 概述·····	(194)
(二) 系统的工作原理·····	(195)
课题六 工件夹紧气动控制系统·····	(196)
一、课题引入·····	(196)
二、课题分析·····	(196)
三、相关知识·····	(196)
(一) 工件夹紧气动系统工作原理·····	(196)
(二) 气动系统特点·····	(197)
练习与思考·····	(197)
模块八 液压系统的设计与计算·····	(200)
课题一 液压系统的设计步骤及内容·····	(200)
一、课题引入·····	(200)
二、课题分析·····	(200)
三、相关知识·····	(200)
(一) 明确设计要求·····	(200)
(二) 确立执行元件·····	(201)
(三) 执行元件工况分析·····	(201)
(四) 执行元件主要参数的确定·····	(203)
(五) 液压系统原理图的拟定·····	(204)
(六) 液压元件的计算和选择·····	(205)
(七) 液压系统技术性能验算·····	(207)
(八) 绘制正式工作图和编制技术文件·····	(207)

课题二 液压系统的设计计算举例	(208)
一、课题引入	(208)
二、课题分析	(208)
三、课题要求的液压系统设计	(208)
(一) 分析液压系统工况	(208)
(二) 确定液压缸的主要参数	(209)
(三) 拟定液压系统原理图	(210)
(四) 选择液压元件	(211)
(五) 液压系统性能的验算	(213)
小 结	(213)
练习与思考	(213)
附录 液压及气动图形符号(GB/T 786.1—93 摘录)	(214)
参考文献	(220)