

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 数控技术应用专业



模具设计 与制造基础

黄志辉 主 编
魏正平 杨关全 副主编
李乃夫 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业

模具设计与制造基础

黄志辉 主 编

魏正平 副主编
杨关全

李乃夫 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分十章, 主要包括模具设计和模具制造两个部分的基础知识。模具设计部分主要由冷冲模设计和注塑模设计组成。其中第1章至第6章是冷冲模设计部分, 内容包括冲裁、弯曲、引伸、成型、复合模和多工位级进模等。第7章和第8章介绍的是注塑模设计的内容。考虑到模具制造过程中, 电加工设备被广泛使用的客观现状, 作为模具制造方面的内容, 本书在第9章着重介绍了慢走丝线切割机床和电火花机床的应用。书的第10章简要介绍了由机械装配精度进而到模具装配的一些常识。全书举例较多, 目的是便于读者参考学习。因此, 本书既可作为高职院校模具设计和制造方面的专业基础教材, 也可作为相关专业的学习参考材料。

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。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造基础/黄志辉主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.3
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·数控技术应用专业
ISBN 978-7-121-03826-6

I. 模… II. 黄… III. ①模具—设计—高等学校: 技术学校—教材 ②模具—制造—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 027472 号

责任编辑: 陈晓明 特约编辑: 李双庆

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 18.5 字数: 474 千字

印 次: 2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



作者简介：

黄志辉，江苏省苏州市人。东南大学毕业，副教授和高级工程师职称。具有10多年国营重工业企业机械制造技术工作经历。1998年初，开始从事职业教育工作，先后在新加坡南洋理工学院和荷兰飞利浦总部学习其职教模式。参与筹建了一所高等职业技术学院。负责了“精密工程”、“模具设计与制造”等专业的建设。主编了《数控加工编程与操作》、《模具设计与制造基础》等规划教材，主持了“高职院校数控紧缺人才培养模式的研究”等江苏省高教学会课题。在《电加工与模具》、《职业与教育》等核心期刊上发表论文若干。现为中国高教学会产学研合作教育分会理事，江苏省高校知识产权研究会理事。



1993



新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材（第 2 版）

出版说明

2002 年 10 月，电子工业出版社组织 90 余所高职院校的优秀教师编写了“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”4 个专业的高职教材，从 2003 年 7 月第 1 本教材问世截至 2004 年 10 月，已经出版了 70 余种。时至今已有 2 年多的教材使用时间，这批教材的大部分得到使用者的好评。随着教育的不断深入及社会用人单位对高职毕业生的更高要求，为使教材更好地适应高职毕业生的就业、使教材有益于培养高职毕业生的生产实践技能，2005 年 7 月，我们在杭州组织召开了教材研讨会，针对上述 4 个专业的大部分教材的内容修订听取了到会老师的意见，明确了修订教材的编写思路和编写原则，确定了修订版教材的编写人员，计划在 2006 年底~2007 年上半年基本出版齐全修订版教材。为便于读者区分，这批修订版教材均标明“（第 2 版）”。教材的丛书名仍沿用“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”。

第 2 版教材的主要特点如下：

1. 内容更加突出“实用性、技能性、应用性”。
2. 实训内容的选择以技能为要素。
3. 适当拓展了教材的广度，其目的是为方便不同学校、不同专业的学生选用。
4. 专业课以目前企业主要设备为主线进行讲解。
5. 习题尽量避免问答式、叙述式，而多为技能型、解决问题型。
6. 配备电子教案，以便于老师教学和学术交流。

我们的初衷是希望第 2 版教材的问世能够弥补第 1 版教材的不足，使其内容更加贴近企业用人的需求，更加有利于学生就业，让学生能够真正掌握一些实际的生产技能。同时，我们亦深知：高等职业教育的改革不能一蹴而就，编写出适合高职教育的教材也是一个渐进的过程。我们期待和全国高职院校的老师们一同努力，不断改进创新，为出版真正适合高职教育的好教材尽力。

在组织高职电子信息类教材的编写全过程近 4 年的时间内，我们结交了全国的许多优秀教师，他们的人品德行、人格魅力、学识水平均达到很高的水准。与他们的交往让我们受益匪浅，并且给我们以启迪：学校确是藏龙卧虎之地。我们愿意继续结交新的朋友，目的只有一个，那就是共同为高等职业教育的发展贡献我们大家的力量，在这个目标下达到学校、老师、出版社多赢。

我们亦衷心欢迎各高职院校有意愿、有能力的老师参加我们的教材编写。具体专业范围如下：

机电一体化技术，电气自动化技术，数控技术，模具技术，应用电子技术，通信技术

电子工业出版社高等职业教育教材事业部

2006 年 3 月

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院

江西信息应用职业技术学院

江西蓝天职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

杭州中策职业学校

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

福建工程学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆工业高等专科学校

济宁职业技术学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

连云港职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆职业技术学院

重庆工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北职业技术学院

江西工业工程职业技术学院

四川工程职业技术学院

广东轻工职业技术学院

西安理工大学

辽宁大学高职学院

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

包头职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

郑州工业高等专科学校

泉州黎明职业大学

浙江财经学院信息学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院
安徽电子信息职业技术学院
浙江经贸职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院

前 言

本教材是为配合教育部启动的“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”的规划教材，主要面向高职高专模具专业的学生，以培养学生从事实际工作的基本能力和基本技能为目的，也可以作为相关学生和技术人员的参考用书。

本教材主要内容包括冷冲模设计、注塑模设计、电加工设备应用及模具装配。各章节在介绍相关知识的同时，均安排了一些应用实例，以便于学生对教材所述内容的理解、消化和吸收，同时也便于自学。

另外值得一提的是教材在电加工设备应用这一部分，重点对使用最普遍的慢走丝线切割机床和电火花机床的应用，做了较为详细的介绍。这些设备是目前被广泛使用的先进的电加工设备。对于从事模具制造工作的从业人员而言，具有较好的参考价值。教材还就模具装配过程中的一些常见技术问题作了重点阐述，内容通俗易懂。

本教材共分十章，绪论及第1、4、5、6、9、10章，由苏州工业园区职业技术学院的黄志辉、李国勇、於星老师编写。第2、3章由九江职业技术学院的魏正平老师编写。第7、8章由襄樊机电工程学院的杨关全、张地明老师编写。全书由黄志辉统稿并担任主编。广州轻工高级技工学校李乃夫校长主审了全书。苏州工业园区职业技术学院的陆云江、李目佳、张惠民、周锋等教师为本书的编写提供了帮助，在此表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，对于书中的不足之处，恳请读者批评指正。

编 者
2006年5月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 冲裁	(5)
1.1 冲裁变形过程	(5)
1.2 冲裁件的工艺性	(7)
1.2.1 冲裁件的结构与尺寸	(7)
1.2.2 冲裁件的精度与断面粗糙度	(9)
1.3 冲裁间隙	(10)
1.3.1 冲裁间隙的选择依据	(10)
1.3.2 实用间隙值的选择	(11)
1.4 冲裁模刃口尺寸计算	(13)
1.4.1 尺寸计算的原则	(13)
1.4.2 凸模和凹模分别加工时的尺寸计算	(13)
1.4.3 凸模和凹模配合加工时的尺寸计算	(15)
1.5 冲裁力和压力中心	(16)
1.5.1 冲裁力	(16)
1.5.2 卸料力、推件力及顶件力的计算	(18)
1.5.3 压力中心	(19)
1.6 排样和搭边	(21)
1.6.1 材料的合理利用	(21)
1.6.2 排样方法	(22)
1.6.3 搭边与条料宽度的确定	(24)
1.7 主要零件设计	(25)
1.7.1 凸模组件设计	(25)
1.7.2 凹模设计	(28)
1.7.3 定位零件	(30)
1.7.4 卸料与推件零件	(32)
1.8 典型结构	(36)
1.8.1 落料模	(36)
1.8.2 冲孔模	(37)
1.9 设计实例	(40)
1.9.1 冲压件的工艺分析	(40)
1.9.2 排样	(40)
1.9.3 有关计算	(41)
1.9.4 模具总体设计及主要零部件设计	(43)
1.9.5 冲压设备的选择	(44)

本章小结	(45)
习题 1	(45)
第 2 章 弯曲	(46)
2.1 弯曲过程及弯曲件的工艺性	(46)
2.1.1 弯曲过程及应力应变	(46)
2.1.2 弯曲件的工艺性	(47)
2.2 弯曲件的回弹及预防	(52)
2.2.1 影响弯曲件回弹的因素	(53)
2.2.2 回弹值的初步确定	(54)
2.2.3 减少回弹的措施	(55)
2.3 弯曲工序的有关计算	(56)
2.3.1 弯曲力的计算	(56)
2.3.2 弯曲件毛坯尺寸的计算	(57)
2.4 弯曲工序与弯曲模	(59)
2.4.1 弯曲件的工序安排	(59)
2.4.2 弯曲模结构的合理性	(61)
2.4.3 弯曲模	(61)
2.5 弯曲模工作部分尺寸的设计	(67)
2.5.1 V 形件校正弯曲模	(67)
2.5.2 U 形件校正弯曲模	(68)
本章小结	(71)
习题 2	(71)
第 3 章 引伸	(73)
3.1 引伸过程及引伸件的结构工艺性	(73)
3.1.1 引伸过程	(73)
3.1.2 圆筒形件引伸变形过程中的毛坯应力、应变状态	(74)
3.1.3 矩形盒状零件的引伸简介	(76)
3.1.4 引伸体的结构工艺性	(78)
3.2 引伸系数	(79)
3.2.1 引伸系数的概念	(79)
3.2.2 影响极限引伸系数的因素	(80)
3.2.3 极限引伸系数的确定	(81)
3.3 旋转体引伸件的毛坯计算	(82)
3.3.1 修边余量	(82)
3.3.2 等面积法	(83)
3.4 圆筒形件的引伸次数及工序件尺寸的确定	(85)
3.4.1 无凸缘圆筒形件的引伸次数及工序件尺寸的确定	(85)
3.4.2 有凸缘圆筒形件的引伸工序尺寸计算	(87)
3.5 引伸模工作部分设计	(92)

3.5.1	凸、凹模间隙	(92)
3.5.2	凸、凹模圆角半径	(93)
3.5.3	引伸凸、凹模工作部分尺寸	(93)
3.6	引伸力计算、压边力计算及压力机选用	(95)
3.6.1	引伸力计算	(95)
3.6.2	压边力计算	(97)
3.6.3	压力机选择	(97)
3.7	引伸模具结构	(98)
3.7.1	引伸模的分类	(98)
3.7.2	引伸模的结构	(98)
3.8	引伸件的润滑及工序间坏件的处理	(100)
3.8.1	润滑	(100)
3.8.2	工序间坏件的处理	(101)
3.8.3	酸洗	(102)
本章小结		(102)
习题 3		(102)
第 4 章	成型	(104)
4.1	翻边	(104)
4.1.1	孔的翻边	(104)
4.1.2	变薄翻边	(107)
4.1.3	外缘翻边	(108)
4.2	校形	(110)
4.2.1	校平	(110)
4.2.2	整形	(111)
4.3	起伏成型	(112)
4.3.1	极限变形程度	(113)
4.3.2	起伏成型的冲压力计算	(113)
4.4	设计实例	(114)
本章小结		(115)
习题 4		(115)
第 5 章	复合模	(117)
5.1	复合模特点	(117)
5.2	复合冲裁模	(117)
5.2.1	凸凹模最小壁厚	(117)
5.2.2	正装和倒装复合模	(118)
5.3	复合模出料机构	(119)
5.4	典型结构	(121)
5.4.1	落料、冲孔、翻边模	(121)
5.4.2	落料、冲孔、弯曲复合模	(121)

5.5 设计实例	(124)
5.5.1 冲压工件的工艺分析	(124)
5.5.2 主要工艺参数计算	(124)
5.5.3 主要工作部分尺寸计算	(126)
5.5.4 模具的主要零件及结构	(127)
本章小结	(128)
习题 5	(128)
第 6 章 多工位级进模	(129)
6.1 多工位级进模的特点和分类	(129)
6.1.1 多工位级进模的特点	(129)
6.1.2 多工位级进模的类型	(129)
6.2 排样设计	(130)
6.2.1 排样设计的原则及考虑的因素	(131)
6.2.2 侧刃与导正销	(132)
6.3 典型结构	(133)
6.3.1 冲孔、落料连续模具	(133)
6.3.2 侧刃定距连续冲裁模具	(134)
6.3.3 连续弯曲模具	(134)
6.3.4 带自动挡料销的冲孔落料连续模具	(135)
6.4 设计实例	(136)
6.4.1 工艺分析	(137)
6.4.2 排样图	(137)
6.4.3 模具结构	(138)
6.4.4 主要计算	(139)
6.4.5 主要零部件设计	(140)
本章小结	(142)
习题 6	(143)
第 7 章 塑料模塑成型工艺及注射模模具零件设计	(144)
7.1 塑料及分类	(144)
7.1.1 工程塑料	(144)
7.1.2 塑料分类	(144)
7.2 塑料的主要模塑成型分类	(150)
7.2.1 压塑成型	(150)
7.2.2 挤塑成型	(151)
7.2.3 注射成型	(152)
7.3 塑件设计的工艺性	(152)
7.3.1 塑料制品的收缩率	(152)
7.3.2 脱模斜度	(155)
7.3.3 制品壁厚	(156)

7.3.4	加强筋	(158)
7.3.5	支承面	(158)
7.3.6	圆角	(158)
7.3.7	孔	(159)
7.3.8	螺纹	(159)
7.3.9	嵌件	(161)
7.3.10	凸台	(161)
7.3.11	标记、符号及花纹	(162)
7.4	塑料模的成型零件设计	(162)
7.4.1	成型零件的结构设计	(162)
7.4.2	成型零件的工作尺寸	(164)
7.4.3	螺纹型芯及型环尺寸计算	(166)
7.4.4	模具型腔侧壁和底板厚度计算	(168)
7.5	塑料模结构零件	(169)
7.5.1	导向部件	(169)
7.5.2	支承零部件	(171)
7.5.3	推出脱模机构	(172)
7.6	塑料模具材料	(172)
7.6.1	塑料模零件的失效形式	(172)
7.6.2	塑料模具对模具材料的要求	(173)
7.6.3	塑料模零件的常用材料及热处理	(173)
本章小结		(175)
习题 7		(176)
第 8 章 塑料注射模设计		(177)
8.1	注射模概述	(177)
8.1.1	注射模的特点	(177)
8.1.2	注射模设计的基本原则	(178)
8.2	注射模具与注射机的关系	(178)
8.2.1	注射机的分类	(178)
8.2.2	注射机组成	(180)
8.2.3	注射机技术规范	(180)
8.2.4	注射机有关参数的校核	(182)
8.3	塑料注射模总体结构设计	(186)
8.3.1	塑料注射模的分类	(186)
8.3.2	塑料注射模的典型结构	(189)
8.4	塑料注射模分型面的选择	(192)
8.4.1	分型面与型腔的相对位置	(192)
8.4.2	分型面的形状	(192)
8.4.3	分型面选择的一般原则	(192)

8.5	塑料注射模浇注系统的设计	(195)
8.5.1	浇注系统的组成	(195)
8.5.2	浇注系统设计的原则	(196)
8.5.3	主流道设计	(198)
8.5.4	分流道设计	(199)
8.5.5	浇口设计	(201)
8.5.6	冷料穴和拉料杆	(208)
8.6	塑料注射模推出机构的设计	(210)
8.6.1	推杆推出机构	(211)
8.6.2	推管推出机构	(214)
8.6.3	脱件板推出机构	(215)
8.6.4	推块推出机构	(216)
8.7	塑料注射模侧向分型与抽芯机构简介	(217)
8.7.1	斜导柱分型与抽芯机构	(217)
8.7.2	斜滑块分型抽芯机构	(219)
	本章小结	(220)
	习题 8	(221)
第 9 章	电加工机床应用	(222)
9.1	慢走丝线切割机床	(222)
9.1.1	线切割原理	(222)
9.1.2	慢走丝线切割机床组成	(224)
9.1.3	线切割编程	(228)
9.1.4	切割前准备	(230)
9.1.5	凹模多次切割工艺	(237)
9.1.6	凸模多次切割工艺	(240)
9.1.7	参数设置及其他功能	(245)
9.1.8	提高切割速度的方法	(247)
9.2	电火花加工技术	(249)
9.2.1	电火花加工的基本原理	(249)
9.2.2	极性效应	(250)
9.2.3	电火花加工特点	(251)
9.2.4	Form 20 电火花机床	(251)
9.2.5	Form 20 电火花机床操作过程	(256)
9.2.6	Form 20 电火花机床选择加工规范	(258)
	本章小结	(262)
	习题 9	(262)
第 10 章	模具装配技术	(264)
10.1	装配及装配精度	(264)
10.1.1	互换法	(264)

10.1.2 分组选配法	(265)
10.1.3 修配法	(266)
10.1.4 调整法	(268)
10.2 模具装配.....	(269)
10.2.1 钳工配作孔加工	(269)
10.2.2 模具装配中零件的几种固定方法	(270)
10.2.3 凸、凹间隙控制法	(274)
10.2.4 冷冲模装配	(275)
10.2.5 塑料模装配	(276)
本章小结	(281)
习题 10	(281)
参考文献	(282)

绪 论

模具是工业产品生产应用的重要工艺装备,按成型的对象和方式来分,模具大致可以分为三类:金属板料成型模具(如冷冲压模);金属体积成型模具(如锻造模、粉末冶金模、压铸模等);非金属材料成型模具(如塑料模、玻璃模、陶瓷模等)。其中使用量最大的是冲压模和塑料模,约占模具总量的80%左右。

模具技术现已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一。模具技术能促进工业产品的发展和质量的提高,并能获得极大的经济效益,可以说,模具是“效益放大器”,用模具生产的产品的价值往往是模具价值的几十倍、上百倍。美国工业界认为“模具工业是美国工业的基石”,日本则把模具誉为“进入富裕社会的原动力”。

模具工业在我国也已经成为国民经济发展的一个重要基础工业之一。国民经济的支柱产业如机械、电子、汽车、石油化工和建筑业等都要求模具工业的发展与之相适应,都需要大量模具,特别是汽车、电机、电器、家电和通信等产品中60%~80%的零部件都要依靠模具成型。我国石化工业一年生产500多万吨聚乙烯、聚丙烯和其他合成树脂,很大一部分需要塑料模具成型,做成制品,用于生产和生活的消费。生产建筑业用的地砖、墙砖和卫生洁具,需要大量的陶瓷模具;生产塑料管件和塑钢门窗,也需要大量的塑料模具成型。

正因为如此,我国非常重视模具工业的发展,重视模具技术的提高。早在1984年就成立了全国模具工业协会。1989年在国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,模具被列为机械工业技术改造序列的首位。1997年以来,又相继把模具及其加工技术和设备列入《当前国家重点鼓励发展的产业、产品和技术目录》和《鼓励外商投资产业目录》中。所有这些政策的制定和贯彻,极大地推动了我国模具工业的发展。

经过多年的建设与努力,我国的模具工业已初具规模,取得了相当的成就。到目前为止,我国已制定了模具技术国家标准50多项、近300多个标准号。许多研究机构和大专院校都已经开始进行模具技术的研究和开发,目前从事模具技术研究的机构和院校已达30余家,从事模具技术教育和培训的院校已超过50家,为我国的经济建设输送了大批人才,并同时取得了一大批科研成果。其中获得国家重点资助建设的有华中科技大学模具技术国家重点实验室、上海交通大学模具CAD国家工程研究中心、北京机电研究所精冲技术国家工程研究中心和郑州大学橡塑模具国家工程研究中心等,在模具CAD/CAM/CAE技术、模具的电加工和数控加工技术、快速成型与快速制模技术、新型模具材料等方面取得了显著进步,在提高模具质量和缩短模具设计制造周期等方面做出了贡献。

目前,国内已可制造具有自动冲切、叠压、铆合、计数、分组和安全保护等功能的铁芯精密自动叠片多功能模具,生产的电机定转子双回转叠片硬质合金级进模的步距精度可达 $2\mu\text{m}$,寿命达到1亿次以上;电视机、空调、洗衣机等家用电器所需的塑料模具基本上可立足于国内生产,重量达10~20吨的汽车保险杠和整体仪表板等塑料模具和多达600腔的塑封模具已可自行生产。在精度方面,塑件的尺寸精度可达IT6、IT7级,型面的表面粗糙度达