



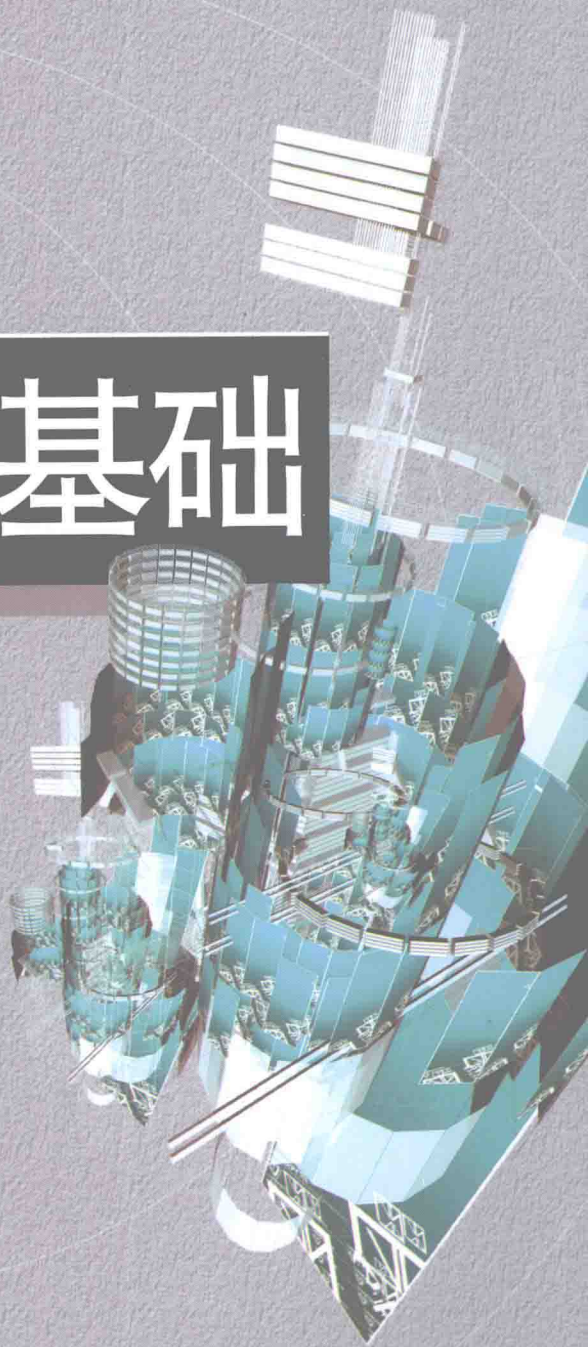
21世纪高职高专机械设计与制造系列规划教材

——· 教学改革与创新优秀成果教材 ·——



模具设计基础

马新生 王保华 主编
金长虹 主审



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高职高专机械设计与制造系列规划教材
教学改革与创新优秀成果教材

模具设计基础

主 编 马新生 王保华
副主编 刘敬平 李 威 唐 健
主 审 金长虹



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书注重应用性、易懂性及先进性,重点介绍了应用广、设计复杂的塑料注射模和金属冲压模的原理与设计,并附大量的模具结构简图,内容完整,与工程实际联系紧密。

本书采用模块化教学模式,除绪论外共分三篇十二个模块:第一篇为塑料模具设计基础(模块一至模块五),主要介绍塑料的组成与工艺特性、注射成型原理及特点、注射模各组成部分的设计、其他塑料成型方法等;第二篇为冲压模具设计基础(模块六至模块十),主要介绍冲压成形基本原理、冲压工艺参数的确定、常用冲压模具结构设计、其他冲压工艺等;第三篇为模具设计实例分析(模块十一和模块十二),主要介绍注射模设计实例分析和冲压模设计实例分析。

本书适合高职高专和应用型本科院校模具专业及机械类专业使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计基础/马新生,王保华主编. —北京:

北京邮电大学出版社,2012.5

ISBN 978-7-5635-3002-1

I. ①模… II. ①马… ②王… III. ①模具—设计—

高等职业教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 074944 号

书 名: 模具设计基础

主 编: 马新生 王保华

责任编辑: 欧阳文森 王晓磊

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京振兴源印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 20.25

字 数: 493 千字

版 次: 2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-3002-1

定 价: 38.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

21 世纪高职高专机械系列规划教材

编审委员会

主任：程 周 教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会委员

副主任：郑晓峰 教育部高职高专机电设备技术类专业教学指导委员会委员

委员：(以姓氏笔画为序)

万文龙 常州机电职业技术学院	张本升 浙江工贸职业技术学院
王宏颖 河南工业职业技术学院	张建忠 黄河水利职业技术学院
王金斗 石家庄职业技术学院	邵娟琴 常州工程职业技术学院
冯 丰 天津电子信息职业技术学院	武永鑫 阜阳职业技术学院
吕 波 沈阳职业技术学院	荀维杰 北京电子科技职业学院
刘良瑞 黄冈职业技术学院	罗友兰 湖南铁道职业技术学院
刘继光 辽宁省交通高等专科学校	罗正斌 娄底职业技术学院
江建刚 安庆职业技术学院	姜连军 青岛港湾职业技术学院
杨圣春 安徽电气工程职业技术学院	袁清萍 铜陵职业技术学院
杨秋合 杭州职业技术学院	贾 芸 安徽水利水电职业技术学院
李 伟 河南职业技术学院	夏长富 中国一重技师学院
李 庆 安徽机电职业技术学院	高永强 天津石油职业技术学院
李言武 安徽工贸职业技术学院	郭 辉 北京农业职业学院
李河水 江西现代职业技术学院	曹选平 成都纺织高等专科学校
李治国 安徽职业技术学院	龚运新 无锡科技职业学院
李新广 许昌职业技术学院	蒋 玲 芜湖职业技术学院
李新德 商丘职业技术学院	韩文成 天津轻工职业技术学院
吴志强 常州轻工职业技术学院	韩玉勇 枣庄科技职业学院
吴春玉 天津电子信息职业技术学院	程启森 安徽工业职业技术学院
何光好 池州职业技术学院	鲁昌国 辽宁石化职业技术学院
宋 新 黄河水利职业技术学院	廖友军 湖南铁路科技职业技术学院

出版说明

高等职业教育以培养生产、建设、管理、服务第一线的高素质技能型专门人才为根本任务,在建设人力资源强国和高等教育强国的伟大进程中发挥着不可替代的作用。

近年来,我国高职高专教育蓬勃发展,积极推进校企合作、工学结合人才培养模式改革,办学水平不断提高,为现代化建设培养了一批高素质技能型专门人才,对高等教育大众化作出了重要贡献。尽管如此,我国高职高专教育的质量、结构、规模还不能很好地适应当前经济社会发展的需要,部分高职高专院校毕业生还不能很好地满足社会工作岗位对相关技术和能力的需求。

要加快高职高专教育改革的步伐、全面提高人才培养质量,就必须对课程体系等问题进行深入探索。教育部在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中指出,“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”,“建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量”,这为高职高专教育课程体系建设指明了方向。在课程体系建设过程中,教材无疑起着至关重要的作用,高质量的教材是培养高素质人才的重要保证。

目前,我国高等职业教育教学改革正在深入进行,高职教材建设取得了显著的成效。但从整体上看,教材建设仍不能很好地适应高职高专教育的发展需要,主要表现在:缺乏科学理论的支持,缺乏行业支持,缺少对生产实际的调查研究和深入了解,缺乏对职业岗位所需的专业知识和专项能力的科学分析,出现体系不明、内容交叉或重复、脱离实际、针对性不强等问题;与专业课程相配套的实践性教材严重不足;同类教材建设缺乏统一标准,相关课程的教材内容自成体系,缺乏沟通衔接;版本偏老或内容陈旧,不能及时将新法规、新知识、新技术、新工艺、新装备、新案例反映到教材中来;与劳动部门颁发的职业资格证书或技能鉴定标准缺乏有效衔接。教材的相对落后成为制约高职高专教育发展的瓶颈之一。

在此背景下,为了更好地贯彻《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》相关精神,更好地推进高职高专教育的发展,我们组织了一批具有丰富理论知识和实践经验的专家、一线教师,成立了21世纪高职高专规划教材编审委员会,着力规划出版一批符合高职高专教育特点和需求的优质教材。

依据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》,我们调研了数百所具有代表性的高等职业技术学院和高等专科学校,广泛而深入地了解了高职高专教育的专业和课程设置,系统地研究了课程的体系结构;同时充分汲取各院校在探索培养应用型人才方面取得的成功经验,并在教材出版的各个环节设置专业的审定人员进行严格审查,从而确保了整套教材“突出行业需求,突出职业的核心能力”的特色。



本系列教材除了满足内容充实、完整,结构、体例合理,语言得体、流畅等基本要求外,还力求克服以往高职高专教材的缺陷和不足,在以下方面打造自己的优势和特色:

(1)本系列教材的定位更加强调“以就业为导向”。紧密依托行业或企业优势,建立产、学、研密切结合的运行机制,是高职高专教育健康发展的关键。我们通过对生产实际的调查研究和深入了解,对职业岗位(群)所需专业知识和专项能力的科学分析,以科学的课程理论为支持,力求使本系列教材定位与就业市场相结合,充分体现出“以就业为导向,以能力为本位,以学生为中心”的风格,从而更具实用性和前瞻性。

(2)本系列教材打破传统的教材编写模式,力求在编写风格和表达形式方面有所突破,充分体现“项目导向、任务驱动”的教学理念,通过构建具体的工作任务作为学生学习的切入点,这就促使学生能够主动学习,从而达到“教中做、做中学、学中练”的目的,全面提升学生解决问题的实战经验和能力。

(3)本系列教材编写思路清晰,体系结构安排合理,注重知识体系的有序衔接,力避知识的断层和重复。同时,教材也遵循教育部对高职高专教育提出的“以应用为目的,以必需、够用为度”原则,从实际应用的需要出发,减少枯燥、实用性不强的理论灌输。

(4)本系列教材的编写及时跟进社会及行业的最新发展动态,将最新、最权威、最具代表性的成果运用于教材当中,从而避免所讲知识与社会脱节。

为保证教材的总体质量和前瞻性,我们着重加强与示范性高等职业院校的合作,在全国范围遴选了具有丰富教学经验和实践经验、具有较高专业水平的双师型教师参加编写。

为支持“立体化”教学,我们为本系列教材精心策划了精品教学资源包和教学资源网,向教师用户提供教学课件、教学案例、教学参考、教学检测、教学资源推荐、课后习题答案等教学资源,以支持网络化及多媒体等现代化教学方式,有效提升教学质量。

希望各高职院校在使用本系列教材的过程中提出宝贵的意见和建议,我们将认真听取,不断完善。

21 世纪高职高专规划教材编审委员会

模具工业是国民经济的基础工业,是国际上公认的关键工业。模具生产技术水平的高低是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。振兴和发展我国的模具工业,正日益受到人们的关注。因此,社会对模具方面的人才需求更大,要求也更高。

本书是根据高职高专人才培养的要求编写的,适应培养技术应用性人才的需要,理论知识以“必需、够用”为度,重视素质教育,加强能力培养。本书注重应用性、易懂性及先进性,重点介绍了应用广、设计复杂的塑料注射模和金属冲压模的原理与设计,并附大量的模具结构简图,内容完整,与工程实际联系紧密。本书采用模块化教学模式,除绪论外共分三篇十二个模块:第一篇为塑料模具设计基础(模块一至模块五),主要介绍塑料的组成与工艺特性、注射成型原理及特点、注射模各组成部分的设计、其他塑料成型方法等;第二篇为冲压模具设计基础(模块六至模块十),主要介绍冲压成形基本原理、冲压工艺参数的确定、常用冲压模具结构设计、其他冲压工艺等;第三篇为模具设计实例分析(模块十一和模块十二),主要介绍注射模设计实例分析和冲压模设计实例分析。

本书由焦作三岛输送机械有限公司马新生、焦作大学王保华任主编,焦作大学刘敬平、中国铝业中州分公司李威、怀化职业技术学院唐健任副主编,全书由马新生、王保华统稿。具体编写分工如下:绪论、模块八由马新生编写;模块一、模块五由王保华编写;模块二、模块三由李威编写;模块四、模块十一由杨波编写;模块六、模块十二由张运真编写;模块七由刘敬平编写;模块九由贾孟立编写;模块十由唐健编写。本书由郑州电力高等专科学校金长虹教授主审,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。此外,在本书的编写过程中,参考了众多专家学者的著作,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在不足和疏漏之处,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

Contents

目 录

绪论 1

- 一、模具工业在国民经济中的重要地位 1
- 二、我国模具工业的现状 2
- 三、模具技术的发展趋势 3
- 四、模具的类型及应用 4

第一篇 塑料模具设计基础

模块一 注射模设计概述 9

- 任务描述 10
- 任务分析 10
- 任务引导 10
- 知识准备 10
- 学习情境一 塑料及其应用 10
 - 一、塑料的组成与分类 10
 - 二、热塑性塑料的工艺性能 13
 - 三、塑料特点和常用塑料 15
- 学习情境二 注射成型原理与工艺过程 20
 - 一、注射成型原理与特点 20
 - 二、注射成型工艺 21
- 学习情境三 注射模的典型结构 24
 - 一、注射模的分类与组成 24
 - 二、典型注射模结构简介 26
- 学习情境四 注射成型机简介 31

- 一、注射成型机的组成 31
- 二、注射成型机的分类 32
- 三、注射成型机的工艺参数 34
- 四、注射成型机型号规格表示方法 35

课后作业 36

模块二 分型面选择与浇注系统设计 38

- 任务描述 38
- 任务分析 39
- 任务引导 39
- 知识准备 39
- 学习情境一 分型面的选择 39
 - 一、型腔的数目和布置 39
 - 二、分型面 41
 - 三、分型面选择的原则 41
- 学习情境二 普通浇注系统设计 43
 - 一、浇注系统的组成与设计原则 43
 - 二、浇注系统各组成部分的设计 45
- 学习情境三 排气与引气系统设计 54
 - 一、排气系统的设计 54
 - 二、引气系统的设计 55
- 学习情境四 热流道浇注系统 56
 - 一、绝热流道注射模 56
 - 二、加热流道注射模 57
- 课后作业 60

**模块三 注射模成型及运动零部件设计**

62

任务描述	62
任务分析	63
任务引导	63
知识准备	63
学习情境一 成型零部件设计	63
一、成型零部件结构	63
二、成型零部件工作尺寸的计算	68
学习情境二 结构零部件设计	71
一、注射模的模架	71
二、支承部件设计	72
学习情境三 导向机构与推出机构设计	74
一、合模导向机构设计	74
二、推出机构设计	76
学习情境四 侧抽芯机构设计	88
一、侧抽芯机构的类型	88
二、抽芯力与抽芯距的确定	89
三、斜导柱侧抽芯机构	90
四、斜滑块侧抽芯机构	99
课后作业	100

模块四 注射模温度调节系统

102

任务描述	102
任务分析	103
任务引导	103
知识准备	103
学习情境一 温度调节系统概述	103
一、温度调节系统对塑件的影响	103
二、注射模冷却系统设计原则	104
学习情境二 常见冷却系统的结构	104
一、冷却水道的形式	104
二、型腔的冷却	105
三、型芯的冷却	107

四、小型芯的冷却	108
----------	-----

学习情境三 冷却系统的计算	109
一、冷却时间	110
二、熔融塑料带入的热量	110
三、冷却液带走的热量	110
四、冷却液的消耗量	110
五、管路的截面积	110
六、管路直径或矩形管路的边长	111
七、管路长度	112
学习情境四 模具的加热系统	112
一、模具加热的必要性	112
二、加热装置的设计	112
课后作业	114

模块五 其他塑料成型方法

115

任务描述	116
任务分析	116
任务引导	116
知识准备	116
学习情境一 压缩成型原理与模具	116
一、压缩模工作原理与结构	116
二、压缩模分类及应用	118
三、压缩模设计	121
学习情境二 压注成型原理与模具	123
一、压注模工作原理与结构	123
二、压注成型特点	124
三、压注模的类型	125
学习情境三 挤出成型原理与模具	128
一、挤出成型原理与工艺	128
二、挤出成型机头结构	129
学习情境四 中空吹塑成型原理与模具	131
一、挤出吹塑成型	131
二、注射吹塑成型	132
三、注射拉伸吹塑成型	133
四、片材吹塑成型	133
课后作业	134



第二篇 冲压模具设计基础

模块六 冲压模设计概述 137

任务描述 137

任务分析 138

任务引导 138

知识准备 138

学习情境一 冲压常用材料 138

一、冲压工艺对材料的要求 138

二、常用冲压金属材料的特点和

用途 139

学习情境二 冲压加工的类型及

特点 141

一、冲压加工的类型 141

二、冲压加工的特点及应用 143

学习情境三 常用冲压设备 144

一、常用冷冲压设备 144

二、冲压设备的选用 148

课后作业 149

模块七 冲裁模设计 150

任务描述 150

任务分析 151

任务引导 151

知识准备 151

学习情境一 冲裁变形分析 151

一、冲裁时板料变形区受力情况

分析 151

二、冲裁时的板料变形过程 152

三、冲裁件质量及其影响

因素 153

学习情境二 冲裁工艺分析 153

一、冲裁件的工艺性分析 154

二、冲裁件的精度和断面粗

糙度 154

三、冲裁加工的经济性分析 155

四、冲裁工艺方案的确定 155

学习情境三 冲裁主要工艺参数

设计 157

一、冲裁间隙 157

二、凸、凹模刃口尺寸的确定 160

三、冲裁工艺力的计算 162

四、排样设计 164

学习情境四 冲裁模零部件设计 168

一、冲裁模的典型结构分析 168

二、冲裁模工作零件设计 174

课后作业 187

模块八 弯曲模设计 190

任务描述 190

任务分析 191

任务引导 191

知识准备 191

学习情境一 弯曲变形分析 191

一、弯曲变形过程 191

二、弯曲件主要质量问题 193

学习情境二 弯曲工艺分析 200

一、弯曲件的结构工艺性 200

二、弯曲件的工序安排 202

学习情境三 弯曲主要工艺参数

设计 204

一、弯曲件弯曲力计算 204

二、弯曲件毛坯尺寸的计算 205

学习情境四 弯曲模零部件设计 207

一、弯曲模典型结构 207

二、弯曲模工作部分尺寸的

设计 215

课后作业 218

模块九 拉深模设计 220

任务描述 220

任务分析 221

任务引导 221

知识准备 221



学习情境一 拉深变形分析	221
一、拉深变形的过程	221
二、拉深过程中板料各部分的应力应变状态	223
三、拉深件质量分析	224
学习情境二 拉深工艺分析	227
一、拉深件的工艺性	227
二、拉深工艺的辅助工序	229
学习情境三 圆筒形件拉深主要工艺参数设计	230
一、旋转体毛坯尺寸的计算	230
二、拉深系数	232
三、拉深次数的确定	235
四、拉深工艺力的计算	236
学习情境四 拉深模零部件设计	239
一、拉深模典型结构	239
二、拉深模工作零件的设计	244
课后作业	248

模块十 其他冲压工艺 251

任务描述	251
任务分析	251
任务引导	252
知识准备	252
学习情境一 翻边	252
一、内孔翻边	252
二、外缘翻边	254
学习情境二 胀形	255
一、平板的胀形	255
二、空心毛坯的胀形	256
学习情境三 缩口	260
一、缩口的变形特点	260
二、缩口系数	260
三、缩口模	261
课后作业	263

第三篇 模具设计实例分析

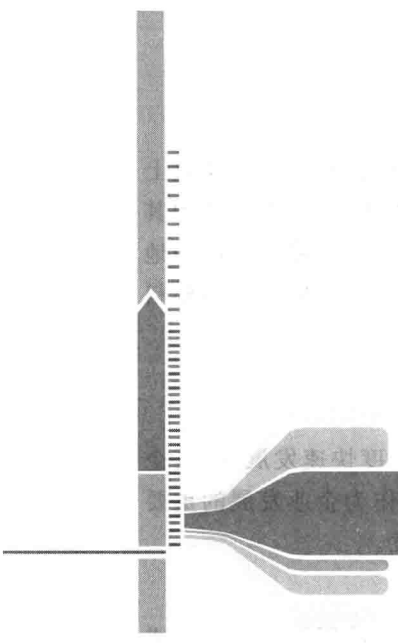
模块十一 注射模设计实例分析 267

任务描述	267
任务分析	268
任务引导	268
知识准备	268
学习情境一 注射模设计步骤	268
一、塑件成型工艺分析	268
二、模具主要结构设计	269
三、绘制模具装配图和零件图	270
四、试模	270
学习情境二 注射模设计实例	271
一、端盖单分型面注射模设计	271
二、端盖双分型面注射模设计	275
课后作业	281

模块十二 冲压模设计实例分析 285

任务描述	285
任务分析	286
任务引导	286
知识准备	286
学习情境一 单工序模设计实例	286
一、冲裁模设计	286
二、弯曲模设计	291
三、拉深模设计	295
学习情境二 复合模设计实例	298
学习情境三 级进模设计实例	301
课后作业	307

参考文献 310



绪 论

一、模具工业在国民经济中的重要地位

模具工业是国民经济的重要基础工业之一。模具是工业生产中的基础工艺装备,是一种高附加值的精密型产品,也是高新技术产业的重要领域,其技术水平的高低已经成为衡量一个国家制造业水平的重要标志。

从以下四个方面,可以看出模具工业在国民经济中的重要地位与作用。

(1)模具工业是高新技术产业的一个重要组成部分。例如,高新技术领域集成电路的设计与制造,不能没有精密级进冲压模和精密集成电路塑封模;计算机的机壳和部分元器件,也必须用精密塑料模具和精密冲压模具制造。除了电子产品,航空航天领域也离不开模具工业。例如,形状误差小于 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 的空对空导弹红外线接收器的非球面反射镜,就必须用高精度的塑料模具成型。因此,许多高精度模具本身就是高新技术产业的一部分,有些生产高精度模具的企业,已被命名为“高新技术企业”。

(2)模具工业是高新技术产业化重要领域。用信息技术带动和提升模具工业的技术水平,是推动模具工业技术进步的关键。CAD/CAE/CAM 技术在模具工业中的应用,快速制造技术的应用,使模具的设计制造发生了重大变革。模具开发和制造水平的提高,还依赖于数控精密高效加工设备的应用。逆向工程、并行工程、敏捷制造、虚拟制造等先进制造技术在模具工业中的应用,也要与电子信息等高新技术嫁接,才能实现高新技术产业化。

(3)模具工业是装备工业的一个组成部分。将机械工业作为装备工业,把它同一般的加工工业区别开来,是对机械工业在国民经济中的地位与作用的重新定位。模具作为基础工艺装备,在装备工业中自然有重要的地位。国民经济各个生产部门需要的装备,其零部件有很大一部分是用模具制造出来的。

(4)模具工业的重要性,还体现在国民经济的五大支柱产业——机械、电子、汽车、石化、建筑,都要求模具工业的发展与之相适应。机械、电子、汽车工业需要大量的模具,特别是汽



车的大型覆盖件模具、电子产品的精密塑料模具和冲压模具,目前这些模具在数量与质量上都远不能满足其产业发展的需求。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,很大一部分需要采用塑料模具成型,才能用于生产和生活;生产建筑业用的地砖、墙砖和卫生洁具等,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。

二、我国模具工业的现状

近年来,我国的模具工业发展十分迅速,一直以 15% 左右的增长速度快速发展,模具企业更加重视技术的发展,加大了用于技术进步的投入力度,将技术进步作为企业发展的重要动力。此外,许多研究机构和大专院校也在进行模具技术的研究与开发。

1. 模具工业产品结构的现状

按照中国模具工业协会的划分,我国的模具基本分为 10 大类,其中,冲压模具和塑料成型模具是主要的两大类。目前我国模具工业的总产值中,冲压模具约占 50%,塑料模具约占 33%,压铸模具约占 6%,其他各类模具约占 11%,而世界上其他工业发达国家和地区的塑料模具产值一般占全部模具总产值的 40% 以上。

我国的冲压模具大多为简单模、单工序模和复合模等,精冲模、精密多工位级进模的数量还很少,模具的最高寿命 1 亿次、平均寿命不足 100 万次,与国际上模具的最高寿命 6 亿次、平均寿命 5 000 万次相比,还有不小的差距。

我国的塑料模具起步较晚,整体水平较低。目前单型腔、简单型腔的模具占塑料模具总数的 70% 以上。一模多腔精密复杂的塑料注射模,多色塑料注射模已经能进行设计和制造。塑料模具的最高寿命已突破 2 000 万次,平均寿命约为 80 万次,型腔数量已超过 100 腔,注射模精度已达到 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上。目前我国的塑料模具与国际先进水平的主要差距是模具零件变形大、溢边毛刺大、表面质量差、模具型腔的冲蚀和腐蚀严重、模具排气不畅和型腔易损等。

2. 模具工业技术结构现状

目前我国的模具工业技术水平参差不齐,总体上来讲,与工业发达国家及地区的先进水平相比,还有较大的差距。

在采用 CAD/CAM/CAE/CAPP 等技术设计与制造模具方面,无论是技术水平还是应用的广泛性都与工业发达国家存在明显的差距。虽然近年来我国也引进了不少先进的模具加工设备,但由于其过于分散或不配套,利用率一般只有 25% 左右,设备的一些先进功能也未能得到充分发挥。

我国缺乏技术水平较高的模具设计、制造工艺方面的技术人员和技术工人,尤其缺乏知识面宽、知识结构层次高的复合型人才。我国模具行业中的技术人员,只占全部从业人员的 8%~12%,且技术人员和技术工人的总体技术水平也较低。

3. 模具工业配套材料、标准件的现状

模具专用系列钢、模具专用硬质合金及其他模具加工的专用工具、辅助材料等有所推广,但材料的质量不够稳定,缺乏必要的试验条件和试验数据,规格品种较少,大型模具和特种模具所需的钢材种类及规格还有缺口。



模具加工的辅助材料和专用技术近年来虽然有所推广应用,但尚未形成成熟的生产技术,大多仍处于试验摸索阶段,如模具表面涂层技术、模具表面热处理技术、模具导向副润滑技术、模具型腔传感技术及润滑技术、模具去应力技术、模具抗疲劳及防腐技术等尚未完全形成生产力。目前,一些关键、重要的技术还缺少知识产权的保护。

我国的模具标准件生产,80年代初才形成小规模,模具标准化程度及标准件的使用覆盖面约占模具总数的20%,从市场上能配到的标准件也只有约30个品种,且仅限于中小规格。

三、模具技术的发展趋势

随着电子、信息等高新技术的不断发展,模具技术的发展呈现以下趋势。

1. 模具 CAD/CAE/CAM 向集成化、三维化、智能化和网络化方向发展

模具 CAD/CAE/CAM 技术是模具设计、制造技术的发展方向,模具和工件检测的数字化,模具软件功能的集成化,模具设计、分析及制造的三维化,模具产业的逆向工程以及模具软件应用的网络化是主趋势。

新一代的模具软件以立体、直观的视角来设计模具,所采用的三维数字化模型能方便地用于产品结构分析、模具可制造性评价、成型过程模拟、数控加工及信息的管理与共享。新一代的模具数字化将是一个集工程师的智慧和经验、计算机的硬件和软件、数值模拟和数控技术、工艺及工程管理为一体的模具开发、设计和认证的系统工程。

2. 模具制造向精密、高效、复合和多功能方向发展

精密数控电火花加工机床在加工效率、精度和复合加工上不断地取得突破,国外已经将电火花铣削用于模具加工。加工精度误差小于 $1\text{ }\mu\text{m}$ 的超精加工技术和集电、化学、超声波、激光等技术的复合加工将得到极大的发展。

模具抛光的自动化、智能化也是发展趋势之一。日本已经研制了数控研磨机,可实现三维曲面模具的自动化研磨抛光。其他方面,如氮气弹簧压边、快速换模技术、冲压单元组合技术、刃口堆焊技术及实型铸造冲压模刃口镶块技术等也得到了广泛的应用。

3. 快速制模技术的应用

快速制模主要从以下四方面加快制模速度:一是提高加工速度(如高速铣削);二是采用基于快速原型(rapid prototype, RP)的快速制模技术;三是选择易切削的模具材料(如铝合金)来加快制模速度;四是采用复合加工、多轴加工等提高加工效率。

快速原型制造(rapid prototype manufacturing, RPM)技术被公认为是继数控技术之后的又一次技术革命,基于快速原型的快速制模技术是未来的发展趋势。此外,表面成型制模技术、浇铸成型制模技术、冷挤压及超塑性成型制模技术、无模多点成型技术和新型钢带冲裁落料制模技术也在蓬勃发展。

4. 特种加工技术的发展

电火花加工向着精密化、微细化的方向发展。其他特种加工(如电子束加工、电火花磨削、激光加工、等离子束加工等)已经进入实际应用阶段,在各自的特殊加工领域发挥着重要作用。



5. 模具自动加工系统的研制和发展

随着各种新技术的迅速发展,国外已出现了模具自动加工系统。这也是我国的长远发展目标。模具自动加工系统具有如下特征:多台机床合理组合;配有随行定位夹具或定位盘;有完整的夹具、刀具数据库;有完整的数控系统;有质量监测控制系统。

6. 模具材料及表面处理技术的发展

在模具材料方面,一大批专门用于不同成型工艺的模具材料相继问世并投入使用。在模具表面处理方面,其主要趋势是:由渗入单一元素向多元素共渗、复合渗发展;由一般扩散向化学气相沉积(chemical vapor deposition, CVD)、物理气相沉积(physical vapor deposition, PVD)、离子渗入、离子注入等方向发展;同时热处理手段由大气热处理向真空热处理发展。另外,目前激光强化、辉光离子氮化及电镀防腐强化等技术也日益受到重视。

7. 模具工业的新工艺、新理念和新模式逐步得到认同

由于车辆和电机等产品向轻量化发展,许多轻型材料和轻型结构用于汽车工业,如以铝代钢,高分子材料、复合材料、工程陶瓷、超硬材料等。新型材料的采用使得生产成型和加工工艺发生了根本变革,相应地出现了液态(半固态)挤压模具及粉末锻模、冲压模具功能复合化、超塑性成型、塑性精密成型技术、塑料模气体辅助注射技术、热流道技术及高压注射成型技术等。

另一方面,随着先进制造技术的不断发展和模具行业整体技术水平的提高,模具行业出现了一些新的设计、生产、管理理念与模式,主要有:适应模具单件生产特点的柔性制造技术;创造最佳管理和效益的精益生产;提高快速应变能力的并行工程、虚拟制造及敏捷制造、网络制造等新的生产模式;模具标准件的广泛应用(模具标准化及模具标准件的应用将极大地影响模具制造周期,并且还能提高模具的质量和降低模具制造成本);适应可持续发展和环保要求的绿色设计与制造等。

目前我国模具工业的发展步伐日益加快,但模具的整体设计制造水平和标准化程度,与德国、美国、日本等发达国家相比还存在相当大的差距。而且在现代制造业中,无论哪一行业的工程装备,都越来越多地采用由模具工业提供的产品。为了满足用户对模具制造的高精度、短交货期、低成本的迫切要求,模具工业应广泛采用现代先进制造技术来加速模具工业的技术进步,满足各行各业对模具这一基础工艺装备的迫切需求,以实现我国模具工业的跨越式发展。

四、模具的类型及应用

科学地对模具进行分类,对有计划地发展模具工业、系统地研究和开发模具生产技术、研究和制定模具技术标准、实现专业化生产,都具有重要的意义。

模具分类方法很多,按模具结构形式分类,可分为单工序模具、复合模具等;按使用对象分类,可分为汽车覆盖件模具、电机模具等;按被加工材料的性质分类,可分为金属制品模具、非金属制品模具等。

在这些分类方法中,有些不能全面地反映各种模具的结构和成型加工工艺的特点,为此,采用模具成型加工的工艺性质和使用对象为主的综合分类方法,将模具分为10大类,即冲压模具、塑料模具、压铸模具、锻造模具、粉末冶金模具、橡胶模具、拉丝模具、无机材料成

型模具、模具标准件和其他模具。

其中冲压模具、塑料模具的应用非常广泛。冲压模具的成形特点及应用见表 0-1。塑料模具的成型特点及应用见表 0-2。

表 0-1 冲压模具的成形特点及应用

冲压模具名称	成形特点及应用
冲裁模	沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离,如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等
弯曲模	使板料毛坯或其他坯料沿着直线产生弯曲变形,从而获得一定角度和形状的工件
拉深模	把板料毛坯制成开口空心件,或使空心件进一步改变形状和尺寸
成形模	将毛坯或半成品按凸、凹模的形状直接复制成形,而材料本身仅产生局部塑性变形,如胀形模、缩口模、翻边模、整形模等

表 0-2 塑料模具的成型特点及应用

塑料模具名称	成型特点及应用
注射模	成型复杂形状的塑件,成型周期短,效率极高,易于进行自动控制,适用于成型热塑性和热固性塑件
压缩模	制作各种用途的塑件,尤其有嵌件的塑件。塑件的收缩率较低,变形小,各向性能比较均匀,几乎没有材料损耗,操作简单,但是成型周期较长,适用于成型热固性塑件
压注模	成型效率较高,成型制品质量较高,制品收缩率较大,而且成型收缩率具有方向性,适用于成型有嵌件的制品
挤出模	具有效率高、成本低、连续生产等优点,在塑料制品中挤塑成型已占到很大比例,广泛应用于管材、板材、薄膜、线材、异型材、棒材、网膜以及各种电缆的包层等生产领域
中空吹塑模	塑料的中空成型是利用压缩空气吹制中空容器,主要用于制造薄壁塑料瓶、桶以及玩具类塑件

