

高职高专机电类
工学结合模式教材

模具制造技术

宁同海 主编
苏玉珍 杨锋 副主编

清华大学出版社

高职高专机电类
工学结合模式教材

模具制造技术

宁同海 主 编
苏玉珍 杨 锋 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据模具制造全过程各环节所需依序而编写,包括模具制造任务的接受、模具图样的读审、模具零件材料的选用、模具零件毛坯的制作、模具零件的切削加工、模具零件的电加工、模具其他加工技术、模具零件钳工的加工、模具的装配、模具的调试与验收,共十大环节,形成十个项目。

本书既可作为高职高专模具设计与制造专业教材,也可作为有关技术人员的参考资料和模具工职业技能培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/宁同海主编.--北京:清华大学出版社,2014

高职高专机电类工学结合模式教材

ISBN 978-7-302-32648-9

I. ①模… II. ①宁… III. ①模具—制造—高等职业教育—教材 IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 122392 号

责任编辑:贺志洪 刘翰鹏

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁 芳

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:24.25

字 数:556 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版

印 次:2014 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00 元

产品编号:041921-01



高等职业技术教育是一种技术性、应用性很强的教育模式,它以为企业培养“面向生产、建设、管理、服务第一线需要的上得去、留得住、用得上,实践能力强,具有良好职业道德的高技能人才”的目标为教学宗旨。本书作为高职教育教材,力求顺应上述特点,同企业合作,以培养学生对知识的综合应用能力和解决问题的能力为编写宗旨。

本书以模具制作过程为导向,突出任务驱动,紧扣核心培养,形成的主要特色是:贯穿一条主线、注重两个结合、协调三个统一、理顺四个关系、突出五个重点。

(1) 贯穿一条主线

以模具制作生产过程为主线,教学内容的安排顺序与一副模具实际加工过程相吻合,内容选取与模具制作所需技能实现“知识对接”。

(2) 注重两个结合

为了专业知识的连贯和系统,教学内容安排一是注重模具设计与制作的结合,例如首先增加了模具图样读图和审核;二是注重制作与使用的结合,突出增加了调模试模和验收的内容。

(3) 协调三个统一

协调三个统一即协调教、学、做三统一,使之形成一体化的教学体系,在各项目、任务中,既有系统的基础知识,又有必做的具体任务,还有课外学习的详细要求。

(4) 理顺四个关系

- ① 毛坯的制作与材料、热处理的关系。
- ② 标准件与二次加工的关系。
- ③ 普通加工与数控加工、电加工的关系。
- ④ 模具装配与调模试模的关系。

(5) 突出五个重点

根据模具加工的关键工序,全书突出了五个重点内容,即模具图样读审、零件加工工艺的制订、数控加工、电加工、模具装配与试模。

本书参考学时为180学时,主要内容有模具制造任务的接受、模具图样的读审、模具零件材料的选用、模具零件毛坯的制作、模具零件的切削加工、模具零件的电加工、模具其他加工技术、模具零件钳工的加工以及模具的装配、模具的调试与验收等。本书可作为高职高专模具类专业教材,也可作为中、高级模具工的培训教材。

本书是省级精品课的配套教材,由河北机电职业技术学院模具教研室与有关企业合作编写。全书由宁同海教授主编并统稿。项目1和项目10由宁同海编写;项目3和项目4由苏玉珍编写;项目5由张小丽、于国英编写;项目6和项目7由杨锋编写;项目8由张勇编写;项目9由王涛编写;项目2由任立军编写。全书由河北长征汽车有限公司苏新义、黄骅北方模具有限公司姜志强等企业人士主审。

本书在编写过程中参阅了国内外同行的教材、资料与文献,在此谨致谢意!由于编者的水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评、指正。

编 者

2014年2月



项目 1 模具制造任务的接受	1
任务 1.1 了解模具制造任务的形成过程	1
任务 1.2 接受模具制造任务	3
1.2.1 模具制造任务书项目实例	3
1.2.2 工作任务 模具工对模具制造任务 要充分理解和接受	3
课外实践任务及思考	5
项目 2 模具图样的读审	6
任务 2.1 审图	6
2.1.1 了解审图目标	6
2.1.2 审图者的资历及责任	6
2.1.3 审图的重点、方法与步骤	7
2.1.4 审图任务分析	9
任务 2.2 读图	13
2.2.1 读图的步骤、方法及要求	14
2.2.2 典型塑料注塑模具图识读任务	16
课外实践任务及思考	21
项目 3 模具零件材料的选用	22
任务 3.1 金属材料的选用	22
3.1.1 金属材料的机械性能及工艺性能	22
3.1.2 碳素钢	24
3.1.3 合金钢	29
3.1.4 铸铁	36
任务 3.2 了解钢的改性处理工艺	40
3.2.1 解读 Fe-C 相图	40
3.2.2 常规热处理工艺	44
3.2.3 表面处理	48
3.2.4 化学热处理	51
3.2.5 表面涂覆	51

3.2.6 先进表面处理技术	52
任务 3.3 冷作模具零件的选材	54
3.3.1 冷作模具零件的选材要求	54
3.3.2 典型冷作模具材料的选用	54
3.3.3 冷作模具材料选择的方法与步骤	55
任务 3.4 塑料模具的选材	56
3.4.1 塑料模具零件的选材要求	56
3.4.2 典型塑料模具选材任务	57
3.4.3 国内常见塑料模具材料	59
3.4.4 塑料模具材料选择的方法与步骤	61
任务 3.5 金属压铸模具的选材	64
3.5.1 金属压铸模具零件的选材要求	65
3.5.2 压铸模具常用热作模具钢	65
3.5.3 国内常见热作模具材料	65
3.5.4 压铸模具材料选择的方法与步骤	66
课外实践任务及思考	68
项目 4 模具零件毛坯的制作	69
任务 4.1 棒料及板材下料	70
4.1.1 棒料、板材标准介绍	70
4.1.2 下料方法	70
4.1.3 下料毛坯尺寸确定	71
任务 4.2 铸造毛坯	72
4.2.1 模具零件铸造特点及金属铸造性能	72
4.2.2 常用的铸造方法	75
4.2.3 铸造工艺性分析	79
4.2.4 铸造毛坯图	82
4.2.5 铸造缺陷分析	83
任务 4.3 锻造毛坯	84
4.3.1 锻造工艺特点及分类	84
4.3.2 锻造工艺过程	85
4.3.3 自由锻及毛坯计算	89
4.3.4 模锻介绍	92
课外实践任务及思考	94
项目 5 模具零件的切削加工	95
任务 5.1 了解金属切削加工的基本概念	95
5.1.1 生产工艺过程	95

5.1.2 生产纲领及生产类型	97
5.1.3 切削用量	97
5.1.4 基准及其分类	98
5.1.5 加工阶段的划分	99
课外实践任务及思考	100
任务 5.2 分析切削加工的质量问题	100
5.2.1 模具零件加工质量要求	100
5.2.2 影响加工质量的因素	102
5.2.3 提高加工质量的措施	104
课外实践任务及思考	105
任务 5.3 模具零件普通车床的车削加工	105
5.3.1 车削工艺	106
5.3.2 车刀的选用	108
5.3.3 车削工艺参数的确定	111
5.3.4 导柱车削加工分析	113
课外实践任务及思考	114
任务 5.4 模具零件普通铣床的铣削加工	115
5.4.1 普通铣削工艺	115
5.4.2 铣刀	117
5.4.3 铣削工艺方案的确定	120
5.4.4 工艺参数的选定	123
课外实践任务及思考	124
任务 5.5 模具零件磨削加工	124
5.5.1 磨削的基本知识	125
5.5.2 成型面磨削加工	131
课外实践任务及思考	132
任务 5.6 了解数控加工技术	133
5.6.1 数控加工特点	133
5.6.2 数控机床简介	134
5.6.3 数控加工工艺设计	135
5.6.4 数控编程基础	135
课外实践任务及思考	142
任务 5.7 模具轴类零件数控车削加工	142
5.7.1 数控车削加工工艺基础	142
5.7.2 数控车削编程基础	152
5.7.3 螺纹型芯加工实例	170
课外实践任务及思考	173
任务 5.8 模具型腔零件数控铣削加工	174

5.8.1 数控铣工艺基础	174
5.8.2 数控铣床编程指令	183
5.8.3 数控铣削加工实例	192
课外实践任务及思考	197
任务 5.9 模具板类零件面及孔系加工	199
5.9.1 孔系加工及程序	199
5.9.2 模板面及孔系加工项目实施	211
课外实践任务及思考	215
任务 5.10 零件切削加工的方案制订	217
5.10.1 零件工艺性分析	217
5.10.2 加工方法及加工方案的选择	219
5.10.3 工件的装夹	221
5.10.4 工序参数的确定	230
课外实践任务及思考	237
任务 5.11 零件加工后的质量检验	238
5.11.1 技术测量内容	238
5.11.2 尺寸的检验	240
5.11.3 角度的检验	242
5.11.4 形位的检验	244
5.11.5 表面质量的检验	245
课外实践任务及思考	248
项目 6 模具零件的电加工	249
任务 6.1 电火花加工技术概述	249
6.1.1 电火花加工基本原理	249
6.1.2 电火花加工特点	251
任务 6.2 型腔电火花成型加工	251
6.2.1 电火花成型加工设备	252
6.2.2 电火花成型加工工艺	254
6.2.3 电规准的选用	256
任务 6.3 电火花成型电极的设计与制作	256
6.3.1 电极材料	256
6.3.2 电极的结构	257
6.3.3 电极的截面尺寸设计	259
6.3.4 电极制造	261
任务 6.4 模具电火花线切割加工与编程	262
6.4.1 线切割特点及加工对象	262
6.4.2 线切割设备	263

6.4.3 线切割加工工艺	264
6.4.4 线切割编程	267
课外实践任务及思考	273
项目 7 模具其他加工技术	274
任务 7.1 电化学及化学加工	274
任务 7.2 激光加工	275
任务 7.3 超声加工	276
任务 7.4 快速成型技术	277
课外实践任务及思考	278
项目 8 模具零件钳工的加工	279
任务 8.1 塑料模具模板的划线	279
8.1.1 划线分析	279
8.1.2 划线工具	280
8.1.3 划线方法及步骤	284
8.1.4 划线后的检验	288
任务 8.2 模具型腔的光整加工	288
8.2.1 型腔的抛光	288
8.2.2 型腔的研磨	291
任务 8.3 模板孔的钻、扩、铰、攻丝加工	293
8.3.1 钳工钻、扩孔	293
8.3.2 手动铰孔	295
8.3.3 钳工攻螺纹	296
课外实践任务及思考	299
项目 9 模具的装配	300
任务 9.1 了解模具装配的工艺特点	300
9.1.1 模具装配组织形式及精度	300
9.1.2 装配尺寸链和装配工艺方法	301
9.1.3 模具零件的固定方法	304
任务 9.2 冲压模具的装配基础	306
9.2.1 冲压模具装配技术要求	306
9.2.2 冲压模具的装配工艺规程	307
9.2.3 冲压模装配要点	308
9.2.4 模柄的装配	309
9.2.5 导柱和导套的装配	310
9.2.6 凸、凹模的装配	311

任务 9.3 冲压模具的装配实例	315
9.3.1 准备工作	316
9.3.2 装配工作	318
9.3.3 检验	318
任务 9.4 塑料模具的装配基础	318
9.4.1 塑料模具装配技术要求	318
9.4.2 塑料模具装配工艺流程	320
9.4.3 塑料成型模具零、部件的组装	322
任务 9.5 注塑模具的装配实例	335
9.5.1 准备工作	335
9.5.2 装配工作	336
9.5.3 检验	337
课外实践任务及思考	337
项目 10 模具的调试与验收	341
任务 10.1 了解模具调试与验收工作步骤	341
任务 10.2 冲压模具试模与调整	342
10.2.1 冲模试冲与调整的目的及内容	342
10.2.2 试模前的准备工作	343
10.2.3 挡圈复合模具的安装及调试	348
10.2.4 其他冲压模具调试要点	352
任务 10.3 塑料模具试模与调整	356
10.3.1 注塑模试模目的及内容	356
10.3.2 试模前准备	357
10.3.3 模具的安装	358
10.3.4 试模工艺条件的选择	361
10.3.5 塑件质量问题分析	364
10.3.6 试模后模具的调修	365
任务 10.4 模具的验收	367
10.4.1 模具验收的目的及内容	367
10.4.2 验收的程序	367
10.4.3 塑料模具的验收	368
10.4.4 冲压模具的验收	370
10.4.5 模具的交付	371
课外实践任务及思考	371
附录 A 国内外常用钢钢号对照表	372
附录 B 国内模具企业常用进口模具钢与国内标准模具钢牌号的比较	374
参考文献	376

模具制造任务的接受

本课程的任务是研究模具制造的工艺过程和加工技术。什么是模具？模具是制造业中不可或缺的特殊基础装备，主要用于高效大批量生产工业产品中的有关零部件的制造，是装备制造业的重要组成部分。模具与其他机械产品相比加工技术有何特点？模具的制造任务包含哪些内容？模具的市场交易是如何进行的？是我们首先要了解的内容。作为一名模具制作工，要全面了解模具制作任务及完成任务的工作过程。

任务 1.1 了解模具制造任务的形成过程

1. 模具在工业生产中的地位

模具生产过程集精密制造、计算机技术、智能控制和绿色制造为一体，既是高新技术载体，又是高新技术产品。由于使用模具批量生产制件具有高生产效率、高一致性、低能耗耗材，以及有较高的精度和复杂程度，因此已越来越被国民经济各工业生产部门所重视，被广泛应用于机械、电子、汽车、信息、航空、航天、轻工、军工、交通、建材、医疗、生物、能源等制造领域，在为我国经济发展、国防现代化和高端技术服务中起到了十分重要的支撑作用，也为我国经济运行中的节能降耗作出了重要贡献。模具工业是重要的基础工业。工业要发展，模具须先行。没有高水平的模具就没有高水平的工业产品。模具又是一个国家的工业产品保持国际竞争力的重要保证之一。

2. 模具在市场交易过程的特殊性

模具作为重要的装备制造业的基础，已由附属主机厂的部门走向市场，发展成为独立的工业体系，参与市场交易。由于模具的复杂性和多样性、不重复性，使其不同于其他大多数商品的批量生产，市场销售的形式完全采取“面对面交易”，订单订货、单件生产。

(1) 模具作为产品的市场交易过程

① 用户根据产品制件的图样特点，寻找合适的模具制造商。

② 用户与模具制造厂家进行商业谈判即签订双方认可的订单合同。

③ 模具生产制作。

④ 模具验收与交货。

⑤ 模具在规定期间的使用验证及付清余款。

在这样一个完整的交易过程中,签订合同和模具验收是用户必经的两个关键环节。而模具的生产制作则是模具制造厂家的主要环节。

(2) 交易的特殊性

模具的交易过程是“一对一”的,模具和客户是“对号入座”的,因而模具与其他大多数工业产品的区别如下:

① 生产的模具是“有主的”。

② 所做模具要满足“合同条款”的各项要求。

3. 模具制造协议

定做合同是模具交易过程的纲领性文件,只要符合中华人民共和国合同法,就会受到法律的保护。

(1) 模具定做合同的主要内容

① 订货、制作、验收模具的依据。

② 模具的价格及付款的形式。

③ 模具的生产周期及交货日期和地点。

④ 模具的寿命要求及生产使用效率。

⑤ 模具的精度、操作方便性及安全性等方面的要求。

合同的一个重要附加文件就是制件图样,一个表达清晰、尺寸及要求完整、双方认可的制件图样,既是制作模具的依据,又是模具验收的重要文件。

(2) 合同双方重点关注的问题

① 制品的复杂程度和模具解决的结构方案。

② 模具的价格及工期。

③ 模具的制造手段及加工难度。

4. 模具制造流程

接受模具订单后,制造企业要完成模具制造任务,主要经过以下4个环节。

① 设计。要根据制件特点和合同要求,设计出结构合理的模具图样。

② 零件加工。按时完成模具零件的加工任务。

③ 钳工装配及调整。

④ 试模及验收交付使用。

模具的设计是整个模具制造的第一关,由模具设计相关课程完成教学任务,本课程主要完成模具制造相关内容的教学,依据模具制作的工作过程,将制模过程细分为模具图样读审、材料选用及备料、毛坯制作、零件加工、模具装配、试模验收6个阶段。

在整个制造过程中,要坚持“保证质量,降低成本,提高效率,把握工期”。

总之,模具制造过程是一个系统工程,各个环节都至关重要,必须坚持细微入手,层层

把关,力争出好模,造好产品。

任务 1.2 接受模具制造任务

1.2.1 模具制造任务书项目实例

黄骅××模具公司与客户商谈轴盖制件模具制作业务时达成如下协议。

制模委托协议书

甲方：南皮××空调配件厂

乙方：黄骅××模具公司

1. 甲方委托乙方制作轴盖成型模具一套,轴盖制件图见附件。

2. 经乙方技术人员核算提出模具方案,甲方同意采用一副三复合模具完成制件的成型加工。

3. 经甲乙双方商定,甲方付乙方合同款××××元,付款形式为现金结算,分三次付款,首付40%,模具验收合格后提货时付50%,货到甲方后一个月付清余款。

4. 制模工期为10个工作日,乙方收到甲方首付款日开始计算;除经甲方认可的特殊情况外,制模工期每延迟一天,甲方则扣除合同款的3%。若合同期满后30天内乙方仍无法交付合格模具,则乙方向甲方赔偿五倍合同款。

5. 模具寿命要求为10万件。

6. 本模具使用设备为甲方的J23-100压力机,模具设计需要的该机参数由乙方提供。

7. 模具验收的标准

(1) 用该模具冲压的样件符合甲方提供的制件图;

(2) 整模按《冲压模具标准》验收,工作零件材质及硬度按相应标准验收。

8. 未尽事宜双方协商解决。

甲方： (签字)

乙方： (签字)

2010年7月28日

附件 制件图(见图1-1)

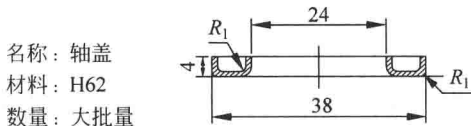


图 1-1 制件图

1.2.2 工作任务 模具工对模具制造任务要充分理解和接受

模具设计完成后,要交由项目主管或模具制作工实施加工制作。要求模具工对制作任务要充分理解,要做到心中有数,有条不紊。

(1) 任务分析

只有正确理解完成该模具的限定条件才能较好地完成制模任务。由甲乙双方达成的协议可获得如下信息。

- ① 由零件图分析可知,该模具工作零件形状比较简单。
- ② 该模具属于小型冲压模具。
- ③ 模具工期为 10 个工作日,要注意留试模时间。
- ④ 模具寿命为大批量。
- ⑤ 模具验收标准属正常要求。

(2) 任务实施步骤

- ① 认真阅读制件图,分析制件的材质、料厚、精度、难点及关键。
- ② 查阅资料——H62 的强度和塑性指标。
- ③ 查阅《冷冲模验收标准》,对照标准,提出制模注意事项。
- ④ 核对企业设备能力及现有生产任务(车间的设备数量、种类、精度、现有生产任务、工人状况等)。

(3) 任务结论

通过上述分析和工作,应明确给出以下问题的结论。

- ① 本企业设备能力和工人能力是否足够?
- ② 该模具的精度和寿命能否保证?
- ③ 经过调配,工期能否保证?

(4) 模具制造任务的接受

在企业,上述任务主要由生产主管或项目主管来完成和回答。他们应对本企业的设备、人员和生产状况了如指掌,只有得到他们的认可,协议规定的模具制造任务才可能达到真正意义的接受。

通过本课程的全面学习和经过一定的实践锻炼,学员就能顺利完成本任务,具备生产主管或项目主管的业务素质。

(5) 模具制造的流程

模具的制造流程一般如下所述。

- ① 通读模具设计图样,掌握模具结构特点及作用原理。
- ② 准备坯料。根据材料明细,计算出各零件所需材料重量。依据本厂实际来选用材料和备料,并进行锻造、退火处理或领取已制备的标准坯件。同时,根据图样要求,领取模具所需的标准零件,如螺钉、销钉、弹簧及卸料橡皮。
- ③ 零件的粗加工。根据图样要求,将备好的坯件按工艺图样所制定的工艺路线,送机械加工车间粗加工,进行刨、车、铣、钻、镗、磨加工。对于工作成型零件,其六面均应进行磨削,相邻各面要互为直角。
- ④ 钳工划线。对磨削平面后的坯件,钳工应按图样进行划线,并点好样冲孔以便于加工。
- ⑤ 精加工成型。按工艺图样及工艺顺序,进行精加工成型。通常采用数控加工、电加工等现代加工技术。

⑥ 装配。经精加工成型的模具零件,应按图样逐件进行检查,合格后,装配钳工按总装配图进行部件装配和总装配,使其符合图样要求。

⑦ 试模与调整。装配后的模具,应进行试模和调整,直到制出合乎图样及样品的零件并达到能批量生产的目的为止。

⑧ 验收、打刻、入库。经试模合格的模具,按编号进行打刻,经外观检查无误后,填写合格证书并随试制出的合格零件(6~10件)及图样交库、备存、使用。

本课程的教学内容,就是沿着模具制造的上述流程,逐项展开的。将流程中的每一步提炼成项目教学内容,再通过若干任务,将基本知识和基本实践技能有机地连在一起,形成模具制造的完整知识体系。

课外实践任务及思考

1. 试制订模具制造协议书范本。
2. 试制订模具制造任务书范本。
3. 思考:
 - (1) 模具制造协议对甲乙双方的约束有哪些?
 - (2) 确定模具制造周期时应考虑哪些因素?
4. 到校外实训基地了解有关模具制造协议。



2 项 目

模具图样的读审

模具制作协议签订后,第一阶段工作就是模具设计,模具的设计质量是做好模具的基础。技术人员完成模具设计图样后,有关人员就要对图样进行仔细审核,模具工要认真读图,读懂图,理解设计者的设计思想和意图,研究透图样,才有可能继续落实制模任务。

任务 2.1 审 图

审图的意义在于保证模具设计质量,避免由于设计的错误,造成模具不可修正或报废的重大损失。模具图样的审核重点在制件的成型工艺、模具的工作原理、结构合理性以及对零件尺寸的核对。虽然借助模具数字化技术 CAD/CAM/CAE,能较好完成模具设计任务,但由于目前大多数企业仍存在二维图、三维图混合使用现状,对模具图的设计方案审核仍是不可或缺的。

2.1.1 了解审图目标

图 2-1 所示为挡圈落、冲、翻复合模具装配图。挡圈是某机器一个零件,用在机器的轴承密封毡圈固定中,其作用是挡住轴承密封件,防止毡圈轴向窜动,属于大批量生产的一个典型零件。挡圈的材质是 08 钢。根据供需双方达成的协议,该模具采用复合模,即制件的内孔和外形在一副模具内一次冲压即可完成,选用设备 JB23-63。

2.1.2 审图者的资历及责任

在企业,负责审图的技术人员应具有以下基本素质。

- (1) 具有认真、细致、严谨、负责的工作作风。
- (2) 具有扎实丰富的模具设计与制造专业素质和深厚的实践功底。
- (3) 具备一定的技术权威。

根据上述要求,一般企业负责审图的人员是技术总监(或总设计师)、