



中等职业学校电子信息类教材 机电技术专业

模具制造技术

张 铮 主编
朱 正 殷 敏 编著
宋福生 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等职业学校电子信息类教材(机电技术专业)

模具制造技术

张 铮 主编
朱 正 殷 敏 编著
宋福生 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照教育部颁布的中等职业学校模具设计与制造专业《模具制造技术》教学大纲进行编写,主要供模具设计与制造专业使用。全书共分6章,分别是模具制造工艺规程、模体组合零件的加工、成型零件的机械加工、成型零件的电蚀加工、成型零件的特种加工及模具装配工艺。附录部分是4个实训项目:单电极平动法加工型腔实训、数控线切割加工实训、模具拆装实训(周)及模具零件成型磨削实训。

按照教学大纲规定:成型零件的特种加工(第5章)是专为4年制学生编写的教学选用模块;附录是3年制和4年制学生通用的实践教学模块;其余则是通用的教学基本模块。

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

模具制造技术/张铮主编. —北京:电子工业出版社,2002.1

中等职业学校电子信息类教材·机电技术专业

ISBN 7-5053-6712-9

I 模… II 张… III. 模具—制造—专业学校—教材 IV .TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 080592 号

责任编辑:李 影 特约编辑:高连江

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:15 字数:384 千字

版 次:2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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

出版说明

职业教育的教育质量和办学效益,直接关系到我国 21 世纪劳动者和专门人才的素质,关系到经济发展的进程。要培养具备综合职业能力和全面素质,直接在生产、服务、技术和管理第一线工作的跨世纪应用型人才,必须进一步推动职业教育教学改革,确立以能力为本位的教学指导思想。在课程开发和教材建设上,以社会和经济需求为导向,从劳动力市场和职业岗位分析入手,努力提高教育质量。

电子工业出版社受国家教育部的委托,负责规划、组织并出版全国中等职业学校计算机技术、实用电子技术和通信技术三个专业的教材。电子工业出版社以电子信息产业为背景,以本行业的科技力量为依托,与教研、教学第一线的教研人员和教师相结合,已组织编写、出版计算机技术、实用电子技术及通信技术专业的教材 100 余种,受到了广大职业学校师生的好评,为促进职业教育做出了积极的努力。

随着科学技术水平日新月异,计算机、电子、通信技术的发展更是突飞猛进,而职业教育直接面向社会、面向市场,这就要求教材内容必须密切联系实际,反映新知识、新技术、新工艺和新方法。好的教材应该既要让学生学到专业知识,又能让学生掌握实际操作技能,而重点放在学生的操作和技能训练方面。在这一思想指导下,电子工业出版社根据《职业教育法》及劳动部颁发的《职业技能鉴定规范》,在教育部等相关部门的领导下,会同电子信息行业的专家、教育教研部门研究人员以及广大中等职业学校的领导和教师,在深入调查研究的基础上,制定了三个专业的指导性教学计划。该计划强调技能培养,充分考虑各学校课程设置、师资力量、教学条件的差异,突出了“宽基础多模块、大菜单小模块”灵活办学的宗旨。

新版教材具有以下突出的特点:

1. 发挥产业优势,以本行业的科技力量为依托,充分适应中等职业学校推行的学业证书和职业资格证书的双证制度,突出教材的实用性、先进性、科学性和趣味性。
2. 教材密切反映电子信息技术的发展,不断推陈出新。实用电子技术专业教材突出数字化、集成化技术;计算机技术专业教材内容涉及多种流行软件及实用技术;通信技术专业教材反映通信领域的先进技术。
3. 教材与中等职业学校开设的专业课程相配套,注意贯穿能力和技能培养于始终,精心安排例题、习题,在把握难易、深广度时,以易懂、广度优先,理论原理为操作技能服务,够用即可。
4. 教材的编写一改过去又深又厚的模式,突出“小模块”的特点,为不同学校依据自己的师资力量和办学条件灵活选择不同专业模块组合提供方便。

另外,为满足广大中等职业学校教师的教学需要,我们还将根据每种教材的具体情况推出配套的教师辅助参考书以及供学生使用的上机操作/练习指导书。

随着教育体制改革的进一步深化,加之科学技术的迅猛发展,编写中等职业学校教材始终是一个新课题。希望全国各地中等职业学校的广大师生多提宝贵意见,帮助我们紧跟职业教育和科学技术的发展,不断提高教材的编写质量,以便更好地为广大师生服务。

全国中等职业学校电子信息类教材工作领导小组

2000 年 5 月

全国中等职业学校电子信息类教材工作领导小组

组长：

姚志清(原电子工业部人事教育司副司长)

副组长：

牛梦成(教育部职成教司教材处处长)

蔡继顺(北京市教委职教处副处长)

李 群(黑龙江省教委职教处处长)

王兆明(江苏省教委职教办主任)

陈观诚(福建省职业技术教育学会副秘书长)

王 森(解放军军械工程学院计算机应用研究所教授)

吴金生(电子工业出版社副社长)

成员：

褚家蒙(四川省教委职教处副处长)

尚志平(山东省教学研究室副主任)

赵丽华(天津市教育局职教处处长)

潘效愚(安徽省教委职教处处长)

郭菊生(上海市教委职教处)

翟汝直(河南省教委研究室主任)

李洪勋(河北省教委职教处副处长)

梁玉萍(江西省教委职教处处长)

吴永发(吉林省教育学院职教分院副院长)

王家诒(上海现代职业技术学校副校长)

郭秀峰(山西省教委职教处副处长)

彭先卫(新疆教委职教处)

李启源(广西教委职教处副处长)

彭世华(湖南省职教研究中心主任)

许淑英(北京市教委职教处副处级调研员)

姜昭慧(湖北省职教研究中心副主任)

张雪冬(辽宁省教委中职处副处长)

王志伟(甘肃省教委职教处助理调研员)

李慕瑾(黑龙江教委职教教材站副编审)

何雪涛(浙江省教科院)

杜锡强(广东省教育厅职业与成人教育处副处长)

王润拽(内蒙古自治区教育厅职成处处长)

秘书长：

林 培(电子工业出版社)

全国中等职业学校电子信息类教材编审委员会

名誉主任委员：

杨玉民(原北京市教育局副局长)

主任委员：

马叔平(北京市教委副主任)

副主任委员：

邢 晖(北京市教科院职教所副所长)

王家诒(上海现代职业技术学校副校长)

王 森(解放军军械工程学院计算机应用研究所教授)

韩广兴(天津广播电视大学高级工程师)

[实用电子技术编审组]

组长：

刘志平(北京市职教所教研部副主任)

副组长：

陈其纯(苏州市高级工业学校特级教师)

杜德昌(山东省教学研究室教研员)

白春章(辽宁教育学院职教部副主任)

张大彪(河北师大职业技术学院电子系副主任)

王连生(黑龙江省教育学院职教部副教授)

组员：

李蕴强(天津市教育教研室教研员)

孙介福(四川省教科所职教室主任)

沈大林(北京市回民学校教师)

朱文科(甘肃省兰州职业中专)

郭子雄(长沙市电子工业学院高级教师)

金国砥(杭州中策职业高级中学教研组长)

李佩禹(山东省家电行业协会副秘书长)

邓 弘(江西省教委职教处助理调研员)

刘 杰(内蒙古呼和浩特市第一职业中专教师)

高宪宏(黑龙江省佳木斯市职教中心)

朱广乃(河南省郑州市教委职教室副主任)

黄亲民(上海现代职业技术学校)

[计算机技术编审组]

组长：

吴清萍(北京市财经学校副校长)

副组长：

史建军(青岛市科协计算机普及教育中心副主任)

钟 葆(上海现代职业技术学校教研组长)

周察金(四川省成都市新华职业中学教研组长)

组员：

刘逢勤(郑州市第三职业中专教研组长)

戚文正(武汉市第一职教中心教务主任)

肖金立(天津市电子计算机职业中专教师)

严振国(无锡市电子职业中学教务副主任)

魏茂林(青岛市教委职教室教研员)

陈民宇(太原市实验职业中学教研组长)

徐少军(兰州市职业技术学校教师)

白德淳(吉林省冶金工业学校高级教师)

陈文华(温州市职业技术学校教研组长)

邢玉华(齐齐哈尔市职教中心学校主任)

谭枢伟(牡丹江市职教中心学校)

谭玉平(石家庄第二职教中心副校长)

要志东(广东省教育厅职业教育研究室教研员)

王英武(呼和浩特市第二职业中专教导主任)

[通信技术编审组]

组长：

徐治乐(广州市电子职业高级中学副校长)

副组长：

陶宏伟(北京市西城电子电器职高主任)

陈振源(厦门教育学院职业教育教研室高级教师)

组员：

赖晖煜(福建省厦门电子职业中专学校主任)

许林平(石家庄市职业技术教育中心主任)

邱宝盛(山东省邮电学校副校长)

邹开跃(重庆龙门浩职业中学主任)

前 言

本书按照教育部颁布的中等职业学校模具设计与制造专业《模具制造技术》教学大纲编写。

本书的编者认真学习了教育部颁布的中等职业学校模具设计与制造专业《模具制造技术》教学大纲,专门邀请中国华晶集团公司高级工程师诸嘉华等一批企业专家进行了研讨。根据研讨形成的模具制造技术岗位的技能要求及知识要求 DACUM 表,编者又专门对模具制造技术岗位上的新技术、新工艺的应用情况进行了调研,结合目前中职学校学生的学习现状及近几年在本课程教学过程中出现的一些新情况、新特点,最终确定了全书编写的框架体系。

本课程的教学时数为 60~80 学时,全书内容共由 6 章及附录组成。前 3 章是模具零件的机械加工,由模体组合零件的加工、成型零件的机械加工及编制模具工艺规程基础知识等内容组成;第 4 章是成型零件的电蚀加工,由电火花加工和数控电火花线切割加工组成;第 5 章是成型零件的特种加工,由挤压成型加工、浇注成型加工、电化学及化学加工以及超声波加工工艺等组成;第 6 章是模具装配工艺,由冷冲模装配工艺和塑料模装配工艺组成。前 4 章及第 6 章是教学大纲中规定的基本模块的内容;第 5 章是选用模块内容,专供 4 年制课程教学时选用;附录是 4 个实训项目:单电极平动法加工型腔实训、数控线切割加工实训、模具拆装实训(周)及模具零件成型磨削实训,是实践教学模块内容。编写时的具体分工是:无锡无线电工业学校高级讲师张铮编写了绪论、第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 6 章及 4 个附录;无锡市第二纺织机械厂工程师朱正编写了第 3 章;无锡无线电工业学校讲师兼实验师殷敏编写了第 4 章,全书由张铮统稿,南京无线电工业学校高级讲师宋福生担任主审。

中等职业学校模具设计与制造专业的毕业生即将走向企业模具制造技术岗位,该岗位上的新技术、新工艺的发展日新月异。目前,既能适合模具制造技术发展要求,又能符合当前中等职业学校学生的学习认知特点的教材还较缺乏,相信本书的出版能弥补这方面的缺憾。限于编者水平,书中恐有误讹疏漏之处,殷切希望广大师生批评指正。

编者

2001 年 8 月

目 录

绪论	(1)
第 1 章 模具制造工艺规程	(3)
1.1 基本概念	(3)
1.1.1 生产过程和工艺过程	(3)
1.1.2 模具的机械加工工艺过程	(3)
1.1.3 生产纲领与生产类型	(5)
1.2 模具零件的工艺分析	(6)
1.2.1 零件图纸的完整性与正确性检查	(6)
1.2.2 零件材料加工性能审查	(6)
1.2.3 零件结构工艺性审查	(7)
1.2.4 零件技术要求检查	(7)
1.3 定位基准的选择	(7)
1.3.1 基准的概念	(7)
1.3.2 工件的安装方式	(8)
1.3.3 定位基准的选择原则	(8)
1.4 工艺路线的拟定	(10)
1.4.1 表面加工方法的选择	(11)
1.4.2 加工阶段的划分	(12)
1.4.3 工序的集中与分散	(13)
1.4.4 加工顺序的安排	(13)
1.5 加工余量及下料尺寸的确定	(15)
1.5.1 加工余量的基本概念	(15)
1.5.2 加工余量及下料尺寸的确定	(17)
1.6 工艺尺寸链及其解算	(19)
1.6.1 工艺尺寸链的基本概念	(19)
1.6.2 工艺尺寸链的计算方法	(20)
1.7 模具零件工艺规程的制定	(23)
1.7.1 模具零件工艺规程的基本要求	(23)
1.7.2 制定模具工艺规程的步骤	(24)
1.7.3 工艺文件的常用格式	(24)
思考题	(25)
第 2 章 模体组合零件的加工	(26)
2.1 导柱的加工	(26)
2.1.1 导柱各表面的加工路线	(26)
2.1.2 导柱的加工方法	(27)

2.1.3 导柱制造实例	(32)
2.2 导套的加工	(34)
2.2.1 导套的加工路线	(34)
2.2.2 导套孔的加工方法	(34)
2.2.3 导套制造实例	(37)
2.3 模板的加工	(40)
2.3.1 模板上孔的加工	(40)
2.3.2 模板孔系的找正加工	(42)
2.3.3 用坐标镗床加工孔系	(44)
2.3.4 模板平面的加工	(48)
2.3.5 模板加工实例	(52)
思考题	(54)
第3章 成型零件的机械加工	(55)
3.1 成型零件的车削与立铣	(55)
3.1.1 回转型成型零件的车削	(55)
3.1.2 成型零件的立铣加工	(58)
3.1.3 成型零件的数控立铣	(61)
3.2 成型零件的仿形铣削	(62)
3.2.1 仿形铣削的基本原理	(62)
3.2.2 仿形铣削的方法	(63)
3.2.3 仿形铣削用具	(65)
3.3 成型零件的磨削	(67)
3.3.1 成型砂轮磨削法	(68)
3.3.2 夹具辅助磨削法	(71)
3.3.3 工具曲线磨床磨削法	(74)
3.3.4 光学曲线磨床磨削法	(78)
3.3.5 坐标磨床磨削法	(81)
3.4 成型零件的研抛加工	(84)
3.4.1 成型零件的研磨	(84)
3.4.2 成型零件的抛光	(86)
3.4.3 自动化研抛工具	(87)
思考题	(89)
第4章 成型零件的电蚀加工	(90)
4.1 电火花加工	(90)
4.1.1 电火花加工的原理与特点	(90)
4.1.2 电火花加工的基本规律	(93)
4.1.3 电火花加工机床及附件	(97)
4.1.4 电火花加工方法	(101)
4.1.5 电极设计与制造	(103)
4.1.6 电火花加工的基本操作	(107)

4.2 数控电火花线切割加工	(109)
4.2.1 线切割加工原理与特点	(109)
4.2.2 线切割加工机床	(110)
4.2.3 影响线切割工艺指标的因素	(113)
4.2.4 线切割加工工艺	(117)
4.3 数控线切割的插补原理与编程	(120)
4.3.1 数控线切割的插补原理	(120)
4.3.2 线切割 3B 程序的编制	(124)
4.3.3 线切割 4B 程序的编制	(131)
4.3.4 线切割 ISO 程序的编制	(135)
思考题	(138)
第 5 章 成型零件的特种加工	(139)
5.1 挤压成型加工	(139)
5.1.1 冷挤压原理与挤压凸模	(139)
5.1.2 冷挤压坯料与模套	(140)
5.1.3 冷挤压工艺方法	(142)
5.1.4 超塑等温挤压	(144)
5.2 浇注成型加工	(149)
5.2.1 熔箱浇铸成型	(149)
5.2.2 模框浇注成型	(152)
5.2.3 砂型浇铸成型	(154)
5.2.4 陶瓷型浇铸成型	(155)
5.3 电化学及化学加工	(158)
5.3.1 电解成型加工	(159)
5.3.2 电解抛光加工	(162)
5.3.3 电铸成型加工	(164)
5.3.4 电解磨削加工	(166)
5.3.5 化学腐蚀加工	(169)
5.4 超声波加工	(171)
5.4.1 超声波加工工艺	(171)
5.4.2 超声波抛光工艺	(173)
思考题	(174)
第 6 章 模具装配工艺	(176)
6.1 模具装配方法	(176)
6.1.1 互换装配法	(176)
6.1.2 非互换装配法	(178)
6.2 冷冲模装配工艺	(179)
6.2.1 冷冲模零件的固定装配	(179)
6.2.2 模架的装配过程	(183)
6.2.3 冷冲模间隙的控制	(185)

6.2.4 冷冲模装配示例	(186)
6.2.5 模具研配压力机	(196)
6.3 塑料模装配工艺	(197)
6.3.1 型芯凸模的装配	(198)
6.3.2 型腔凹模的装配	(201)
6.3.3 滑块抽芯机构的装配	(203)
6.3.4 其他零件的装配	(206)
6.3.5 塑料模装配示例	(210)
思考题	(214)
附录	(215)
实训 1 单电极平动法加工型腔实训	(215)
实训 2 数控线切割加工实训	(217)
实训 3 模具拆装实训(周)	(219)
实训 4 模具零件成型磨削实训	(222)
参考文献	(225)

绪 论

模具是规模生产的产物。模具制造技术是汽车、仪器仪表、家用电器、石油化工、轻工日用品、电子器件以及兵器制造等国民经济部门实施规模生产的关键性技术。这些经济部门中的许多企业利用模具这种特殊的工艺装备进行高质量、高效率、低成本及大规模生产。通过规模生产获得良好的规模效益,最终使企业在激烈的市场竞争中占据一席之地,这已成为这些企业生产经营的重要策略之一。目前世界模具市场供不应求,近几年,世界模具市场总量一直保持着600~650亿美元的经济规模。我国模具工业在国家产业政策和与之配套的一系列国家经济政策的支持和引导下,近几年以年均13%的增速发展。至2000年,我国模具总产值预计为人民币260~270亿元。

1. 模具制造岗位的特点与要求

目前,模具制造技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志,对于促进国民经济的发展具有特别重要的意义。我国模具工业有着巨大的发展潜力,这给中等职业学校的学生创造了很多的就业机会。即使国民经济发展处于相对低潮时期,模具制造技术岗位仍以其稳定性和高收益获得从业人员的青睐。模具制造技术人才也是发达地区企业重点争聘的对象,许多企业往往用高薪来吸引高素质的模具制造技术人才,以此提高企业的市场竞争能力。利用模具生产的工业产品均具有大批量、高效率及低成本的特点,而模具制造本身却是单件生产,且具有高技术含量,因此模具制造技术岗位对从业者的素质要求也就很高,创新、钻研、敬业及勇于竞争等成了模具制造技术人才必备的职业精神。

本课程是中等职业学校模具设计与制造专业的专业主干课程。中等职业学校的学生即将奔赴企业模具制造的各类专业技术岗位,贯穿未来职业生涯的核心问题就是要学会用最科学、最为经济的技术方案加工出合格的模具零件以及将模具零件装配成完全达到质量要求的模具。制造一个合格的模具零件可能有多个加工方案、多种加工办法;同时,装配一副模具使之达到规定的质量要求也可能有多个装配方案、多种装配办法。究竟哪个方案或办法最为科学、最为经济、同时又最切合企业实际,是模具制造技术岗位上的从业者不容回避的问题。能否进行正确的抉择,能否得到模具制造实践的肯定,是鉴定每个从业者职业技能高低的试金石。模具制造技术课程的任务就是要使每个即将奔赴企业模具制造技术岗位的学生获得必需的模具制造技术的基本知识和技能,获得初步处理模具制造中一般工艺技术问题的能力,从而使学生成为模具制造的专门人才和高素质的劳动者。

模具制造技术岗位是技术高度密集、知识高度密集和资金高度密集的地方,各种先进的制造技术往往率先在这里得到应用。目前机械制造的许多主流技术,如数控加工技术、电加工技术、CAD/CAM技术等均率先应用于模具制造,然后又迅速普及至其他机械制造岗位。因此,本课程的另一重要任务是使学生获得继续学习和继续提高的基本能力,以适应模具制造技术的发展。

2. 本课程的知识与能力目标

本课程的知识目标包括:①模具零件机械加工的基本知识;②模具零件电蚀加工的基本知识;③模具零件特种加工的基本知识;④模具装配技术方面的基本知识。特别要指出的是在学

习和研究上述内容时,始终要围绕两个中心问题:第一,如何保证加工或装配的质量要求;第二,如何提高劳动生产率。

本课程的能力目标包括:①根据模具零件正确选择加工方法、工艺装备并制定其工艺规程的基本能力;②掌握数控电火花线切割机床的程序编制方法,操作技能达到初、中级水平;③具备模具装配技能,即装配中等复杂程度的冷冲模及塑料模的能力,模具装配的操作技能达到初级水平;④运用所学基本知识,处理生产实践中一般工艺技术问题的能力。

3. 本课程的学习与教学要求

模具制造技术课程与其他专业课程之间有着密切的联系。学生在学习本课程时必须联系其他课程中已学过的知识,和本课程的相关技术内容结合起来,相互印证,融会贯通。如学习用数控机床加工模具零件的内容时,就应参照《数控加工与编程》课程中所学内容来印证、理解、巩固提高;又如,在选择合适的加工方法确保模具零件特殊部位的加工质量要求时,更应结合《模具技术基础》中所学知识,从模具零件特殊部位的特殊功用出发,来理解、分析其必要性与重要性,以便做出正确的技术选择。

模具制造技术更是一门与生产实践密切相关的课程,提高运用所学知识解决生产实际问题的能力尤显重要。所以,学生在学习本课程的同时,应特别重视实践环节,认真参加各相关工种(如模具钳工)操作技能初、中级考证和相关的综合技能(如模具制作)实训等,以切实提高自身的岗位职业技能,最终获得毕业后全面适岗的能力与素质。

为了弥补学生生产实践知识的相对不足,在组织教学过程中应多采用实物、模型、教具和电化教学等手段,适当采用现场教学:如本课程开设前组织学生去模具制造现场参观学习;在课程开设后期再配套开设编制工艺规程实训周,选择数量适度、具有代表性的模具零件供学生练习编制模具制造的工艺规程。评定学习成绩除考试外,还要考虑学生作业、平时测验、实验实训情况等,予以综合评定。

第 1 章 模具制造工艺规程

1.1 基本概念

1.1.1 生产过程和工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。一般模具产品的生产过程包括原材料的运输和保管,生产的技术准备,毛坯的制造,模具零件的各种加工,模具的装配、检验以及模具产品的包装和发送等。

在现代模具制造中,为了便于组织专业化生产和提高劳动生产率,一副模具的生产往往由许多工厂联合完成。如模具零件毛坯由专业化的毛坯生产企业来承担,模具上的导柱、导套、顶杆等零件由专业化的模具标准件厂来完成。这样一个工厂的模具生产过程往往是整个模具产品生产过程的一部分。

一个工厂的生产过程又可划分为各个车间的生产过程。如铸锻车间的成品铸件就是机加工车间的毛坯,而机加工车间的成品又是模具装配车间的原材料。

2. 工艺过程

工艺过程是指直接改变加工对象的形状、尺寸、相对位置和性能,使之成为成品的过程。工艺过程是生产过程中的主要过程,其余如生产的技术准备、检验、运输及保管等则是生产过程中的辅助过程。

1.1.2 模具的机械加工工艺过程

用机械加工方法直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使之成为模具零件的工艺过程,称为模具的机械加工工艺过程。而将模具零件装配成一副模具的生产过程就称为模具的装配工艺过程。

模具的机械加工工艺由若干个顺序排列的工序组成,毛坯依次通过这些工序而变为成品。

1. 工序

一个或一组工人,在一个工作地点,对一个或同时对几个工件加工所完成的工艺过程称为工序。图 1-1 所示的限位导柱,加工数量较少时,有 5 道工序,两端面在装配时磨平,见表 1-1;加工数量较大时,就需要 9 道工序,见表 1-2。

划分工序的主要依据是:①加工零件的工人不变;②加工的地点不变;③加工的零件不变;④加工须连续进行,共 4 个要素。表 1-2 中第 5,6 和 7 号工序虽都是磨削工序,但加工地点各不相同,应划分为 3 道工序。第 2,3 号工序虽加工地点可采用同一台车床来完成,但由于零件加工的数量大,应先将一批零件的两端面、双顶尖孔在一台

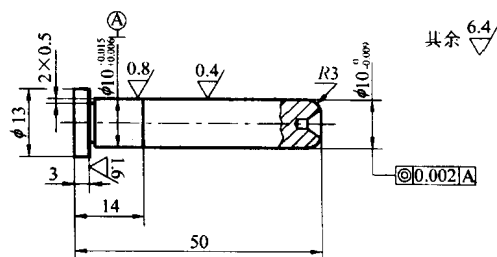


图 1-1 限位导柱简图

车床上全部加工完毕,重新对刀后再车外圆、切槽、倒角,其间的加工不是连续的,因此属于两道工序。

表 1-1 限位导柱的加工工艺过程(少件生产)

工 序 号	工 序 名 称	工 序 内 容	工 作 地 点
1	备料		
2	车	①车两端面,车钻双顶尖孔;②双顶尖装夹,车全部外圆, $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 处留余量 0.15;③切槽,倒角,样板刀车 R3	车床
3	热处理	淬火回火 HRC50-55	
4	磨	①研双顶尖孔;②双顶尖装夹,磨 $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 至尺寸	外圆磨床
5	检验		

表 1-2 限位导柱的加工工艺过程(成批生产)

工 序 号	工 序 名 称	工 序 内 容	工 作 地 点
1	备料		
2	车	①车两端面;②车钻双顶尖孔	车床
3	车	①双顶尖装夹,车全部外圆, $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 处留余量 0.15;②切槽,倒角并用样板刀车出 R3	车床
4	热处理	淬火回火 HRC50-55	
5	磨	①研双顶尖孔;②双顶尖装夹,磨 $\phi 10^{+0.015}_{+0.006}$ 及 $\phi 10^{0}_{-0.009}$ 至尺寸	外圆磨床
6	磨	砂轮机上装碗形砂轮,割去吊装段顶尖孔	砂轮机
7	磨	专用夹具安装,多件集中磨平两端面,保证 50	平面磨床
8	钳	研光 R3 面	
9	检验		

2. 工步

在一个工序内,往往需要采用不同的刀具和切削用量,对不同的表面进行加工,为便于分析和描述工序的内容,工序还可进一步划分为工步。当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均不变时,所完成的这部分工序称为工步。如表 1-1 中的工序 1 内有 3 个工步,而其余工序内均只有 1 个工步。

3. 安装与工位

为了在工件的某一部位上加工出符合规定技术要求的表面,须在机械加工前让工件在机床或夹具中占据一个正确的位置,这个过程称为工件的定位。工件定位后,由于在加工中受到切削力、重力等的作用,还应采用一定的机构将工件夹紧,使工件先前确定的位置保持不变,工件从定位到夹紧的整个过程统称为安装。在一个工序内,工件的加工可能只需安装一次,也可能需要安装几次。工件在加工过程中应尽量减少安装次数,因为多一次安装就多一个误差,而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件的安装次数,常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具,使工件安装后可在几个不同位置进行加工。此时工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。图 1-2 所示为利用回转台在一次安装中顺次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔 4 个工位的加工实例。

4. 工步的合并

构成工步的任一因素(加工表面、刀具或切削用量)改变后,一般即变为另一个工步,但为简化工序内容的叙述,有时须将一些工步加以合并。

(1) 对于性质相同、尺寸相差不大的表面,可合并为一个工步。如表 1-2 的工序 1 中,两个端面的车削(车两端面)和工序 2 中的两个不同尺寸的外圆表面的车削(车全部外圆),习惯上均算作一个工步。

(2) 对于那些在一次安装中连续进行的多个(数量不限)相同的加工表面,可合并为一个工步,图 1-3 所示的模具垫板零件上有 6 个 $\phi 10\text{mm}$ 的孔需分别钻削,由于这 6 个加工表面完全相同,所以合并为一个工步:钻 6 个 $\phi 10\text{mm}$ 孔。

(3) 为了提高生产率而将几个表面用几把刀具同时进行加工,或用复合刀具同时加工工件的几个表面,也算作一个工步,称为复合工步。图 1-4 所示为用一个钻头和两把车刀同时加工导套内孔和外圆的复合工步,须合并为一个工步。

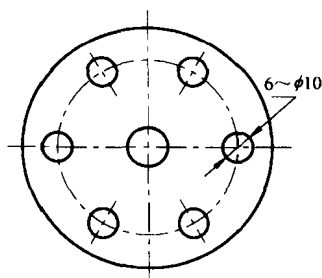


图 1-3 模具垫板零件

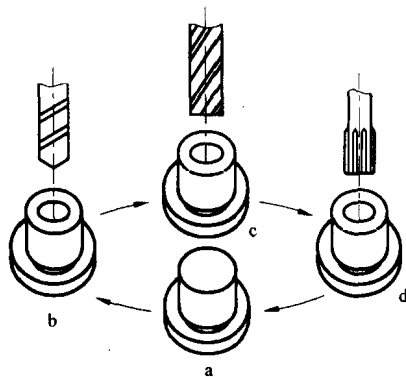


图 1-2 多工位加工实例

a—装卸工件；b—钻孔；c—扩孔；d—铰孔

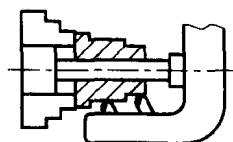


图 1-4 导套零件加工示例

5. 走刀

在一个工步内,由于被加工表面需切除的金属层较厚,需要分几次切削,则每一次切削就是一次走刀。走刀是工步的一部分,一个工步包括一次或几次走刀。

1.1.3 生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

每年需要制造的产品数量称为生产纲领,也称为年生产量。零件的生产纲领 $N_{\text{零}}$ 可按下式计算

$$N_{\text{零}} = N_{\text{产}} \cdot n(1 + \alpha)(1 + \beta)$$

式中, $N_{\text{产}}$ ——产品的生产纲领(台/年);

n ——每台产品上的零件数量(件/台);

α ——零件的备品率(用百分数);

β ——零件的平均废品率(用百分数)。

零件的年生产纲领确定后,就要根据车间的具体情况按一定期限分批投产,每批投入的零件数量称为批量。模具制造业的生产类型主要可分为两种:少件生产和批量生产(大批量生产