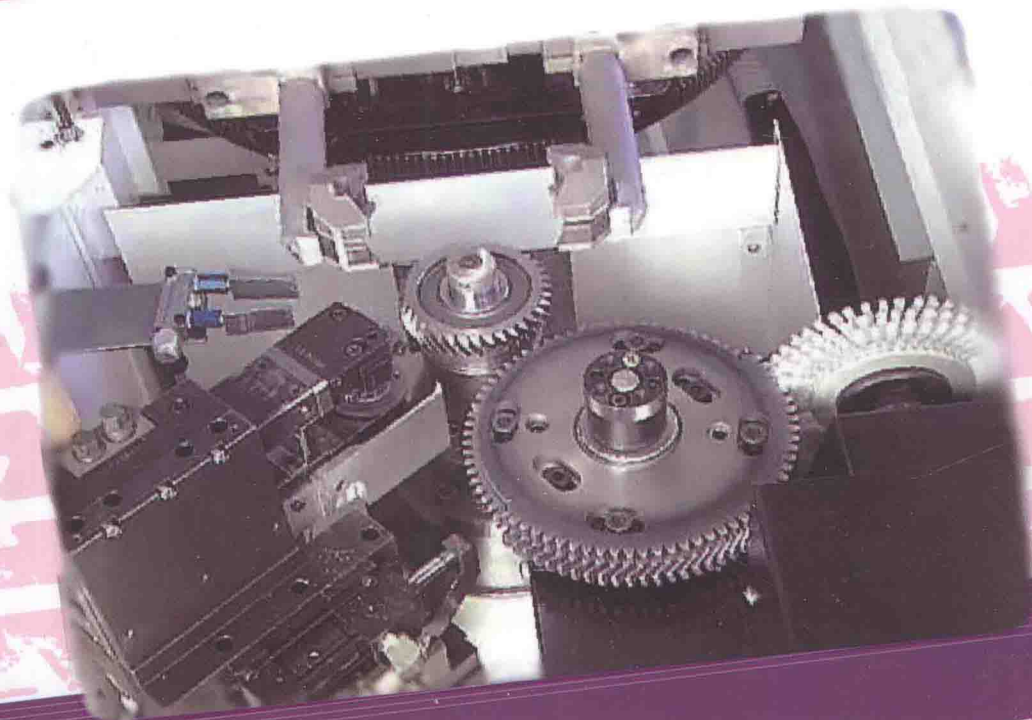


21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



机械制造综合设计及实训

- 工学结合：实训项目载体引用大量企业真实零件，增强实训真实感
- “教学做思”一体化：项目设计实训和制造实训一体化，便于自学和实训
- 针对性强：实训项目按零件类别分类实训覆盖范围全面

主 编 裘俊彦
副主编 蒋 晔 杨 波
田 锋 高文伟
主 审 周燕飞



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

机械制造综合设计及实训

主 编 袁俊彦
副主编 蒋 晔 杨 波
田 锋 高文伟
主 审 周燕飞



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是为了适应高职高专“工学结合”教学体系改革的需要,以“工学结合、过程导向、‘教学做思’一体化”为原则编写的。经过企业调研,并广泛征求专家意见,本书所选取的内容是以培养机电类专业学生应具有的工艺、工装、量具的综合设计能力为目标,依据机械加工工艺员、工艺装备设计员以及各类技工(如车、钳、铣、镗、磨)国家职业资格考核所需的理论与实践的要求设计的。

本书共包括8个项目,分别为:项目1机械制造工艺规程的编制;项目2机床专用夹具的设计;项目3机床专用量规的设计;项目4典型零件的加工;项目5典型零件的专用夹具加工;项目6典型零件的专用量规加工;项目7机械制造综合设计及实训课程实例;项目8综合设计及实训题目选编。

本书可供高等职业院校和高等专科学校机电类专业使用,可作为毕业设计指导教材,也可供普通高等工科院校师生及有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造综合设计及实训/裘俊彦主编. —北京:北京大学出版社, 2013.4

(21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19848-3

I. ①机… II. ①裘… III. ①机械制造工艺—高等职业教育—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第057555号

书 名: 机械制造综合设计及实训

著作责任者: 裘俊彦 主编

策 划 编 辑: 张永见

责 任 编 辑: 张永见

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-19848-3/TH·0341

出 版 发 行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 邮编: 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 北京世知印务有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 19.75印张 457千字

2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷

定 价: 37.00元

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

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

序

受本书主编的邀请,本人作为主审稿人认真审阅了《机械制造综合设计及实训》一书的全部书稿,对该书的总体评价如下:

(1) 理论联系实际紧密,符合高职高专技能型人才培养要求和教材编写基本原则。该书在正确地阐述了机械制造工艺编制、工艺夹具设计与制造的基本理论和概念的基础上,以典型轴类零件、典型套筒类零件、典型齿轮类零件、典型拨叉类零件等作为载体,以典型零件的零件加工工艺分析、零件工艺规程的制定、专用夹具的设计、专用量具的设计、典型零件的加工、专用夹具的加工、专用量具的加工为主要内容,突出了机械制造工艺设计训练和加工操作技能训练。内容定位正确。

(2) 取材合适,篇幅恰当,内容的阐述逻辑性强,循序渐进,富有启发性,项目设计实训和制造实训一体化,便于自学和实训,使学生能够掌握基本理论、基本知识和基本技能,利于培养学生的机械制造综合实践能力。

(3) 文字准确、流畅,符合规范化要求;插图正确,文图配合适当,图形、符号、单位符合国家标准。

该书的主要特点是:

(1) 书中实训项目载体大量引入了真实零件。所有用于实练的零件均来自企业真实零件,有利于增强学生实训的真实感。

(2) 书中实训项目覆盖范围全面。按零件类别分类实训,范围全面,且具有很强的针对性。

(3) 书中实训项目都有相应的实练效果评价考核表。书中每个实训项目都有相应的评价指标体系,这个评价考核体系既体现了知识、能力方面的要求,也体现了情感态度方面的要求。

综上所述,该书理论叙述系统,实训项目零件真实,范围全面、考核体系综合可操作,有利于教学的组织和学生对机械制造综合设计能力以及相关职业技能的掌握,有利于机电类专业的高职学生综合能力的培养,是高职高专院校机电类专业实践教学方面的好教材。

另外,审稿中发现的个别概念和表述上的瑕疵,以及内容编辑中的问题,均和编者进行了交流探讨。

南京航空航天大学



2013年1月

前 言

“机械制造综合设计及实训”是高职院校机械制造与自动化专业学生必修的一门实践性的专业课。本课程强调以工程实践为主，以实训项目为载体，学生独立进行设计和独立操作，在工程实践中强调将先修课程中所学基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺实践结合起来并加以应用，同时也强调学生的实践操作技能提高。

在学习“机械制造综合设计及实训”的过程中，学生通过观察和实际操作训练，熟悉机械制造的生产过程和工艺过程，基本掌握机械零件冷、热加工的工艺方法，工艺装备、工艺特点、工艺路线的制定及各工种的加工范围，掌握铸工、锻工、焊工、热处理、钳工，以及车工、铣工、刨工、滚齿、数控和特种加工等工种的基本操作技能与安全技术规程，能正确使用上述各工种的一般常用设备，常用附件，常用工具、刀具、夹具、模具和量具。

通过学习“机械制造综合设计及实训”，培养正确执行工艺规程、安全操作加工规程的自觉性，培养理论联系实际的科学作风，以及遵守纪律、遵守安全技术操作、热爱劳动、爱护公物、团结协作的良好品质。

21 世纪现代制造技术飞速发展，新技术、新工艺、新装备在不断涌现，数控技术、特种加工等技术丰富了金工实习的内容。把传统制造技术和现代新技术有机地结合起来，使金工实习变得更加丰富多彩。学生应该认真地完成“机械制造综合设计及实训”这个重要的实践教学环节，在工程实践的基础上逐步启迪创新思维，拓宽思路，激发创新潜力。

本书结合制造技术综合实训的实际过程而编写的综合性作业。它可以帮助学生更好地理解各种工艺方法的实质，从而有意识地通过实际操作培养实践能力。在综合实训过程中，学生可对机械制造整个生产过程和制造技术实习进行一次全面总结，更好地巩固自己在实习中获得的工程实践知识，为今后的实际工作奠定基础。

本书的编写采用了“项目驱动、任务导入”的模式，既有理论知识的学习，更突出了应用能力的培养，在内容安排上引入大量的实际应用和工程实例。

本书以来自企业生产一线的典型轴类零件、套筒类零件、齿轮类零件、拨叉类零件等作为实例，经过教学化处理，以体现学生学习内容的工学结合特征，满足提高学生综合设计与制造能力，适应工作岗位的需求。

本书由常州纺织服装职业技术学院裘俊彦任主编，常州纺织服装职业技术学院蒋晔、杨波、田锋、高文伟任副主编，南京航空航天大学周燕飞教授主审。项目 1、2、3 由裘俊彦编写；项目 4 由裘俊彦、蒋晔共同编写；项目 5 由裘俊彦、蒋晔、杨波共同编写；项目 6 由田锋、高文伟共同编写；项目 7 由裘俊彦、蒋晔、杨波、田锋共同编写；项目 8 由裘俊彦、蒋晔、高文伟共同编写。

本书在编写过程中得到了常州纺织服装职业技术学院邓凯教授及学院有关部门的热情

支持,得到了常州纺织服装职业技术学院陈建新、董必辉副教授,以及戴雄伟、田彬衫、洪符林等实习指导老师的热情支持和帮助,特别要感谢陆旭明副教授在教材编写前、编写过程中给予的无私帮助。同时,得到了北京大学出版社的大力支持与帮助。本书有些地方还引用了部分高等学校的教材、专著及有关文献的内容,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,希望广大读者批评指正。

编 者
2013 年 1 月



目 录

概述	1
第 1 篇 机械制造综合设计	21
项目 1 机械制造工艺规程的编制	23
任务 1.1 认识机械加工工艺规程	23
1.1.1 机械加工工艺过程	23
1.1.2 机械加工工艺规程概述	23
任务 1.2 准备机械加工工艺设计资料	27
1.2.1 典型表面的加工路线	27
1.2.2 典型表面的加工方法与经济加工精度	28
1.2.3 各种加工方法所能达到的表面粗糙度	31
1.2.4 加工余量及尺寸偏差	33
1.2.5 切削用量的选择	50
1.2.6 机械零件常用钢材及其热处理在工艺路线中的安排	62
项目 2 机床专用夹具的设计	66
任务 2.1 认识机械加工定位、夹紧符号	66
2.1.1 机械加工定位符号、夹紧符号概述	66
2.1.2 各类定位符号、夹紧符号的综合标注示例	69
任务 2.2 专用夹具设计计算	73
2.2.1 切削力的计算	73
2.2.2 夹紧力的计算	80
任务 2.3 制定机床夹具公差和技术要求	80
2.3.1 掌握制定夹具公差和技术要求的基本原则	80
2.3.2 掌握夹具总装图应标注的尺寸、公差和技术要求	81
2.3.3 制定夹具各组成元件间的相互位置精度和相关尺寸公差	83
2.3.4 夹具公差与配合的选择	86
2.3.5 各类机床夹具公差和技术要求的制定	89
2.3.6 夹具零件的公差和技术要求	95
2.3.7 夹具制造和使用说明	100
2.3.8 夹具设计图纸中应注意的制图及其他问题	100
项目 3 机床专用量规的设计	103
任务 3.1 认识专用量规	103
任务 3.2 准备专用量规设计资料	104
3.2.1 专用量规设计原则	104

3.2.2 专用量规设计中的极限尺寸判断原则(泰勒原则)	105
3.2.3 专用量规常用材料	105
任务 3.3 制定专用量规公差和技术要求	107
3.3.1 量规公差带设计	107
3.3.2 量规结构	109
3.3.3 量规制造的通用技术要求	111
3.3.4 量规其他技术要求	112
第 2 篇 机械制造综合实训	115
项目 4 典型零件的加工	117
零件加工实训概述	117
任务 4.1 典型轴类零件的加工	118
4.1.1 轴类零件概述	118
4.1.2 轴类零件加工工艺分析	119
4.1.3 典型轴类零件的加工实例	122
任务 4.2 典型套筒类零件的加工	134
4.2.1 套筒类零件概述	134
4.2.2 套筒类零件加工工艺分析	136
4.2.3 典型套筒类零件的加工实例	138
任务 4.3 典型圆柱齿轮类零件的加工	144
4.3.1 圆柱齿轮类零件概述	144
4.3.2 圆柱齿轮类零件加工工艺分析	145
4.3.3 圆柱齿轮的齿形加工方法	147
4.3.4 典型齿轮类零件的加工实例	153
任务 4.4 典型拨叉类零件的加工	158
4.4.1 拨叉类零件概述	158
4.4.2 拨叉类零件加工工艺分析	160
4.4.3 典型拨叉类零件的加工实例	161
项目 5 典型零件的专用夹具加工	167
专用夹具加工实训概述	167
任务 5.1 典型轴类零件的专用夹具加工	169
5.1.1 专用夹具设计主旨	169
5.1.2 选择定位基准	170
5.1.3 确定夹紧方案	171
5.1.4 夹具类型的确定与夹具总体结构设计	172
5.1.5 切削力及夹紧力计算	173
5.1.6 定位误差分析	174
5.1.7 夹具设计、加工及操作的简要说明	175
5.1.8 专用夹具的加工操作技能训练	179



任务 5.2 典型套筒类零件的专用夹具加工	181
5.2.1 专用夹具设计主旨	181
5.2.2 选择定位基准	182
5.2.3 确定夹紧方案	183
5.2.4 夹具类型的确定与夹具总体结构设计	183
5.2.5 切削力及夹紧力计算	184
5.2.6 定位误差分析	185
5.2.7 夹具设计、加工及操作的简要说明	185
5.2.8 专用夹具的加工操作技能训练	188
任务 5.3 典型齿轮类零件的专用夹具加工	192
5.3.1 专用夹具设计主旨	192
5.3.2 选择定位基准	192
5.3.3 确定夹紧方案	193
5.3.4 夹具类型的确定与夹具总体结构设计	194
5.3.5 切削力及夹紧力计算	194
5.3.6 定位误差分析	194
5.3.7 夹具设计、加工及操作的简要说明	195
5.3.8 专用夹具的加工操作技能训练	198
任务 5.4 典型拨叉类零件的专用夹具加工	200
5.4.1 专用夹具设计主旨	200
5.4.2 选择定位基准	201
5.4.3 确定夹紧方案	202
5.4.4 夹具类型的确定与夹具总体结构设计	202
5.4.5 切削力及夹紧力计算	203
5.4.6 定位误差分析	203
5.4.7 夹具设计、加工及操作的简要说明	204
5.4.8 专用夹具的加工操作技能训练	207
项目 6 典型零件的专用量规加工	211
专用量规加工实训概述	211
任务 6.1 典型零件的专用量规的加工概述	212
6.1.1 量规工作尺寸计算步骤	212
6.1.2 典型零件的工作量规的工作尺寸计算	212
6.1.3 典型零件的工作量规的加工	214
第 3 篇 综合设计及实训课程实例	217
项目 7 机械制造综合设计及实训课程实例	219
7.1 封面	220
7.2 目录	221
7.3 综合设计及实训任务书	223



7.4 机械制造综合设计及实训说明书正文	224
第4篇 机械制造综合设计及实训题目选编	285
项目8 综合设计及实训题目选编	287
参考文献	302



概述

0.1 机械制造综合设计及实训的教学目的和要求

一、综合设计及实训的目的

机械制造综合设计及实训是“机械设计基础”、“机械制造基础”、“金属切削机床与刀具”、“机械制造工艺与夹具”等课程之后一个重要的实践性教学环节,也是学生全面地综合运用本课程及其有关先修课程的理论与实践知识进行工艺编制及夹具结构设计的重要实践性课程。本课程既有培养学生机械制造综合设计能力、工程意识和创新意识的要求,又有为今后从事相关方面的工作奠定实践基础的要求,在实现学生总体培养目标中占有重要地位。

综合设计及实训的目的如下。

(1) 通过综合训练培养学生综合运用机械制造工艺以及相关专业课程(机械制造基础、公差配合与测量技术、金属切削机床与刀具等)的相关理论知识,结合金工实习、生产实习中学到的实践知识,独立地分析和解决机械加工工艺问题,初步具备设计一般及中等复杂程度零件的工艺规程的能力。

(2) 能根据被加工零件的技术要求,运用夹具设计的基本原理和方法,学会拟订夹具设计方案,完成夹具结构设计,初步具备设计出能保证加工质量的高效、省力、经济合理的机床专用夹具的能力。

(3) 培养学生熟悉和应用工艺设计手册、夹具设计手册、切削手册以及相关标准、图表等技术资料的能力,指导学生分析零件加工的技术要求和企业具备的加工条件,掌握从事工艺设计的方法和步骤。

(4) 进一步培养学生进行机械制图、设计计算、结构设计和编写技术文件等的基本能力。

(5) 培养学生耐心细致、科学分析、周密思考、吃苦耐劳的良好习惯。

(6) 培养学生解决工艺问题的能力,为学生今后进行毕业设计和去企业从事工艺编制、夹具设计等工作打下良好的基础。

(7) 通过工程训练以及科学的思想作风和工作作风的培养,使学生具有工程质量的观念,初步具备机械制造综合设计能力。

二、综合设计及实训的要求

本课程要求学生针对一般及中等复杂程度的零件编制其机械加工工艺规程,并按教师指定的某道工序设计并加工一副机床专用夹具或者专用量具。学生以小组为单位,完成该专用夹具的各非标零件的设计,编制各非标零件的机械加工工艺规程,实际完成各非标零件的加工制作,以小组为单位完成专用夹具的装配、调试,并撰写相关的设计说明书;学生应在教师的指导下认真地、有计划地、独立按时地完成设计任务;学生对待自己的设计任务必须如同在企业接受工作任务一样,对于自己所做的技术方案、数据选择和计算结果必须高度负责,注意理论与实践相结合,以期使整个设计在技术上是先进的、在经济上是合理的、在生产中是可行的。设计要求示例如图 0.1 所示。

设计题目: (通常由老师指定)××零件的机械加工工艺规程的编制及××工序专用夹具的设计与制作

生产纲领: 3000~10000 件。

生产类型: 批量生产。

具体要求:

1. 零件图(企业典型产品)(A2# ~A4#图纸)	1 张
2. 典型产品的毛坯图	1 张
3. 典型产品的机械加工工艺过程卡片	1 套
4. 典型产品的机械加工程序卡片	1 套
5. 指定工序的机床专用夹具总装图(A0#或 A1#图纸)	1 张
6. 组成专用夹具的某一非标零件的零件图(A2#~A4#图纸)	1 张
7. 专用夹具非标零件的机械加工工艺过程卡片	1 套
8. 专用夹具(项目产品)装配体	1 套
9. 撰写课程设计说明书 (4000~6000 字,包括综合设计及实训总结)	1 份

图 0.1 设计要求示例

0.2 机械制造综合设计及实训的内容和步骤

一、综合设计及实训的内容

本课程主要有以下内容。

- (1) 绘制产品零件图(来自企业典型产品的零件),了解零件的结构特点及技术要求。
- (2) 根据生产类型和所在企业的生产条件,对零件进行结构分析及工艺分析。若有必要,可以对原结构设计提出修改意见。
- (3) 确定毛坯的类型及毛坯制造方法。
- (4) 拟定零件的机械加工工艺过程,选择各工序的加工设备和工艺装备(刀具、夹具、量具、模具、辅具等),确定各工序的加工余量及工序尺寸,计算各工序的切削用量及工时定额。
- (5) 编制机械加工工艺过程卡片、机械加工程序卡片(可根据课程设计时间的长短和工

作量的大小,由指导教师确定只填写部分主要加工工序的工序卡片)等工艺文件。

(6) 设计指定工序的机床专用夹具(项目产品),绘制夹具装配总图及夹具的非标准件类的(简称“非标”)零件图。

(7) 编制夹具非标零件的机械加工工艺过程卡片。

(8) 根据工艺过程卡,进行用以加工夹具非标零件所需的各工种的操作训练,完成夹具非标零件的加工任务。

(9) 以小组为单位,对专用夹具(项目产品)进行装配、调试。

(10) 撰写课程设计说明书。

二、综合设计及实训的步骤

1. 制订机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是指导生产的重要技术文件,是一切有关的生产人员应严格执行、认真贯彻的法规性文件。制订机械加工工艺规程须满足以下基本要求。

(1) 保证零件的加工质量,可靠地达到产品图纸所提出的全部技术条件,并尽量提高生产率和降低消耗。

(2) 尽量降低操作人员的劳动强度,使其有良好的工作条件。

(3) 在充分利用现有生产条件的基础上,采用国内外先进的工艺技术、制造技术。

(4) 工艺规程应合理、完整、统一、清晰。

(5) 工艺规程应符合规范的要求,其幅面、格式、填写方法以及所用的术语、符号、代号等应符合相应标准的规定。

(6) 工艺规程中的计量单位应全部使用法定计量单位。

为了保证工艺规程编制质量,在制订机械加工工艺规程时,应具备下列原始资料。

(1) 零件所属产品(部件或整机)的整套装配图及相关零件图。

(2) 零件所属产品的验收质量标准。

(3) 产品的生产纲领。

(4) 企业现有的生产条件与设计条件。

(5) 有关工艺标准、加工设备、工艺装备等资料。

(6) 国内外同类产品的生产技术发展状况。

零件图、生产纲领和企业的生产条件是课程设计的主要原始资料,根据这些资料确定了生产类型和生产组织形式之后,即可开始按以下步骤进行工艺编制,拟定工艺规程。

1) 分析、研究零件图(或实物),进行结构工艺性审查

(1) 熟悉零件图,了解零件性能、功用、工作条件及所在部件(或整机)中的作用。

(2) 了解零件材料及其热处理的要求,合理选择毛坯的类型及毛坯制造方法。

(3) 分析零件的形状与结构特点,分析零件图上各项技术要求制订的依据,找出关键的技术问题。

(4) 确定主要加工表面和次要加工表面,确定零件各表面的加工方法和切削用量。

(5) 分析零件的结构工艺性。从选材是否得当,尺寸标注和技术要求是否合理,零件的结构是否便于安装和加工,零件的结构能否适应生产类型和具体的生产条件,是否便于采用先进的、高效率的工艺方法等方面进行结构分析,对不合理之处可提出修改意见。

所谓具有良好的结构工艺性,指在不同生产类型的具体生产条件下,对零件毛坯的制造、零件的加工和产品的装配都能采用较经济的方法进行的结构。使用性能完全相同的零件,因结构稍有不同,其制造成本会有很大的差别。

绘制零件图的过程也是一个分析和认识零件的过程。零件图应按机械制图国家标准认真绘制。除特殊情况经指导教师同意外,通常均按 1:1 比例绘出。

2) 依据生产纲领及生产类型,确定工艺的基本特征

零件的生产纲领和生产类型若不相同,其制造工艺、所选设备、工艺装备、对操作者的技术要求、采取的技术措施、生产效率以及工艺过程的经济性都会不同。

3) 确定毛坯的类型和制造方法,绘制毛坯图(综合设计及实训时间若只安排两周,可不进行毛坯图的绘制)

(1) 了解毛坯的类型及其特点。机械零件常用的毛坯类型如下。

① 型材:含各种冷拔、热轧的板材、棒料(圆的、六角的、特形的)、丝材。

② 铸件:含砂型铸件(包括木模手工造型、金属模机械造型)、金属型铸件、离心浇注铸件、压力铸件或熔模精密铸造等铸件。

③ 锻件:自由锻锻件、模锻锻件、精密锻造锻件等。

④ 焊接件。

⑤ 压制件。

⑥ 冲压件。

(2) 选择毛坯的制造方式,确定毛坯的精度。选择毛坯的制造方式,确定毛坯的精度时都应综合考虑生产类型和零件的结构、形状、尺寸、材料等因素。此时,若零件毛坯选用型材,则应确定其名称、规格;若零件毛坯选为铸件,则应确定其分型面、浇冒口系统的位置;若零件毛坯选为锻件,则应确定锻造方式及分模面等。

(3) 确定余量。可查阅有关的机械加工工艺手册,用查表法确定各表面的总余量及余量公差,也可用计算法确定余量。

(4) 绘制毛坯图。(综合设计及实训时间只安排两周的可不进行。)确定总余量之后即可绘制毛坯图。其步骤如下。

① 用双点划线画出经简化了次要细节的零件图的主要视图,将已确定的加工余量叠加在各相应的被加工表面上,即得到毛坯轮廓。

② 用粗实线绘出毛坯形状,比例为 1:1。

③ 标注毛坯的主要尺寸及公差,标出加工余量的名义尺寸。

④ 标明毛坯的技术要求,如毛坯精度、热处理及硬度、圆角尺寸、拔模斜度、表面质量要求(气孔、缩孔、夹砂)等。

⑤ 和绘制一般的零件图一样,为清楚表达毛坯的某些内部结构,可画出必要的剖视、剖面图。

⑥ 注明一些特殊的余块,如热处理工艺所需的夹头(余块),或者是机械试验和金相试验用试棒、机械加工用的工艺夹头等,将余块的位置反映在毛坯图上。

4) 拟定工艺路线、编制并填写机械加工工艺过程卡片

零件的机械加工工艺过程是工艺规程设计的核心问题。对于复杂零件,设计时通常应以“优质、高产、低消耗”为宗旨,拟出 2~3 个方案,经全面分析对比,从中选择一个

较为合理的方案。

(1) 选择定位基准。正确地选择定位基准是设计工艺过程的一项重要内容,也是保证零件加工精度的关键,而且对确定工序内容、工序总数、夹具结构等都有重要影响。设计时,应根据零件的结构特点、技术要求及毛坯类型,按照粗、精基准的选择原则来确定各工序合理的定位基准。当定位基准与设计基准不重合时,需要对它的工序尺寸和定位误差进行必要的分析与计算。零件上的定位基准、夹紧部位和加工面三者要全面考虑、协调处理。

(2) 确定各表面的加工方法,划分加工阶段。各表面的加工方法主要依据其技术要求,综合考虑生产类型、零件的结构形状和尺寸、企业的生产条件、被加工零件的材料和毛坯类型来确定。根据各表面的加工要求,先选定最终的加工方法,再由此向前确定各前道工序的加工方法。确定表面加工方法时,还应对照每种加工方法所能达到的经济加工精度,先考虑主要加工表面、后考虑次要加工表面,再根据零件的工艺分析、毛坯状态和选定的加工方法确定工序间应采用的热处理方式,同时考虑是否需要划分成粗加工、半精加工、精加工等加工阶段。

(3) 确定工序的集中与分散。各表面加工方法确定之后,应考虑哪些表面的加工适合在一道工序中完成,哪些则应分散在不同工序完成,从而初步确定零件加工工艺过程中的工序总数及工序内容。一般情况下,单件小批量生产常采取工序集中,而大批量生产则既可以工序集中,也可以工序分散,从提高生产效率的角度来看,应采用工序集中的原则来组织生产。

(4) 初拟加工工艺路线。加工顺序的安排一般应按“先粗后精、先面后孔、先主后次、基准先行”的原则进行,热处理工序应分段穿插进行,检验工序则按需要来安排。通常应对该零件初拟 2~3 个较为完整的、合理的加工工艺路线,经过技术经济分析后取其最佳方案来进行工艺实施。

(5) 选择工艺装备。选择工艺装备的总原则是根据生产类型与加工要求,使之既能保证加工质量,又经济合理。工艺装备的选择应与工序精度要求相匹配、与生产纲领相匹配、与现有设备条件相匹配。批量生产条件下,通常采用通用机床加专用工具、专用夹具等;大量生产条件下,多采用高效专用机床、组合机床流水线、自动线与随行夹具。选择工艺装备时,应认真查阅有关手册,尽量进行实地调查,应将所选机床或工艺装备的相关参数(如机床型号、规格、工作台宽、T 型槽尺寸;刀具形式、规格、与机床的连接关系;夹具、专用刀具的设计要求、与机床的连接方式等)记录下来,为后面编制机械加工工艺卡做好准备。

(6) 编制并填写机械加工工艺过程卡片。工艺装备选定后,看是否需要先前初拟的工艺路线进行调整、修改。工艺路线确认后,即可编制、填写机械加工工艺过程卡片,机械加工工艺过程卡片应按照《工艺规程格式》JB/T 9165.2—1998 中规定的格式及要求填写。

5) 制订机械加工程序内容(综合设计及实训时间只安排两周的可不进行安排)

(1) 确定加工余量。毛坯余量已在毛坯图绘制时确定,这里主要是确定各工序的加工余量。加工余量的确定对零件的加工质量和整个工艺过程的经济性都有很大影响。余量若过大,将造成材料和工时的浪费,增加机床和刀具的损耗;余量若过小,则无法去除前道工序存在的误差及缺陷,影响产品质量,造成废品。因此,应在保证产品质量的前提下尽量减少加工余量。

确定工序余量的方法通常有 3 种:计算法、经验估算法和查表法。本课程设计可参阅

有关机械加工工艺手册,用查表法按工艺路线的安排逐道工序、逐个表面地加以确定,必要时可根据使用时的具体条件对手册中查出的数据进行修正。

(2) 确定工序尺寸及公差。计算工序尺寸和标注公差是制订工艺规程的主要工作之一。工序尺寸公差通常查阅加工工艺手册,按经济加工精度确定。而工序尺寸的确定分两种情况进行计算。

① 当定位基准(或工序基准)与设计基准重合时,可将余量一层层叠加到被加工表面上,可以清楚地看出每道工序的工序尺寸,再按每种加工方法的经济加工精度公差按“入体方式”标注在对应的工序尺寸上。

② 当定位基准(或工序基准)与设计基准不重合时,即加工基准多次变换时,应按尺寸链原理来计算确定工序尺寸与公差,并校核余量层是否满足加工要求。

(3) 确定各工序的切削用量。合理的切削用量是科学管理、获得较高经济性的重要前提之一。切削用量选择不当会使工序加工时间增多,设备利用率下降,工具消耗增加,从而增加产品成本。切削用量包括:切削速度 v 、进给量 f 、背吃刀量 a_p 。

确定切削用量时,应在机床、刀具、加工余量等确定之后,综合考虑加工工序的具体内容、加工精度、生产率、刀具寿命等影响因素。选择切削用量的一般原则是在保证加工质量的前提下,在规定的刀具耐用度条件下使机动时间尽可能减少,以提高生产率。为此,应合理地选择刀具材料及刀具的几何参数。

在选择切削用量时,通常首先确定背吃刀量(粗加工时尽可能等于工序余量),然后根据工序所要求的零件表面粗糙度选择较大的进给量,最后根据切削速度与刀具耐用度或机床功率之间的关系,用算法或查表法求出相应的切削速度。(精加工主要依据表面质量的要求确定切削速度。)本课程设计采用查表法,参阅有关机械加工工艺手册来确定切削用量。

下面介绍常见加工方式中切削用量的确定方法。

① 车削加工切削用量的确定。

背吃刀量。粗加工时,应尽可能一次切去全部加工余量,即选择背吃刀量值等于余量值。当余量太大时,应考虑工艺系统的刚度和机床的有效功率,尽可能选取较大的背吃刀量值和最少的工作行程数。半精加工时,若单边余量 $h > 2\text{mm}$,则应分在两次行程中切除:第一次 $a_{p1} = (2/3 \sim 3/4)h$,第二次 $a_{p2} = (1/3 \sim 1/4)h$;若单边余量 $h \leq 2\text{mm}$,则可一次切除。精加工时,应在一次行程中切除精加工的工序余量。

进给量。背吃刀量选定后,进给量直接决定了切削面积,从而决定了切削力的大小,因此,允许选用的最大进给量受下列因素限制:机床的有效功率和转矩、机床进给机构传动链的强度、被加工零件的刚度、刀具的强度与刚度、图样规定的加工表面粗糙度。生产实际中大多依靠经验法,本课程设计可利用金属切削用量手册,采用查表法确定合理的进给量。

切削速度。在背吃刀量和进给量选定后,切削速度的选定是否合理对切削效率和加工成本影响很大。一般方法是根据合理的刀具寿命通过算法或查表法选定 v 值。精加工时,应选取尽可能高的切削速度,以保证加工精度和表面质量,同时满足生产率的要求。粗加工时,切削速度的选择应考虑以下几点:硬质合金车刀切削热轧中碳钢的平均切削速度为 1.67m/s ,切削灰铸铁的平均切削速度为 1.17m/s ,两者平均刀具寿命为 $3600 \sim 5400\text{s}$;切削合金钢比切削中碳钢的切削速度要低 $20\% \sim 30\%$;切削调质状态的钢件或切削正火、退火



状态钢料的切削速度要低 20%~30%；切削有色金属比切削中碳钢的切削速度高 100%~300%。

② 铣削加工切削用量的确定。

背吃刀量。根据加工余量来确定铣削背吃刀量。粗铣时，为提高铣削效率，一般选铣削背吃刀量等于加工余量，一个工作行程铣削完毕。而半精铣及精铣时，加工要求较高，通常分两次铣削，半精铣时背吃刀量一般为 0.5~2mm；精铣时，铣削背吃刀量一般为 0.1~1mm 或更小。

每齿进给量。可在切削用量手册中查出，其中推荐值均有一个范围，精铣或铣刀直径较小、铣削背吃刀量较大时，选用范围中的较小值。此外，加工钢件时选用范围中的较小值，粗铣加工时，选用范围中的较大值，加工铸铁件时，选用范围中的较大值。

铣削速度。在铣削背吃刀量和每齿进给量确定后，可适当选择较高的铣削速度以提高生产率。确定铣削速度时，可以采用公式计算法或查阅切削用量手册的方法；对于大平面的铣削加工也可参照国内外的先进经验，采用密齿铣刀、选择大的进给量以及高速铣削，以提高生产效率及加工质量。

③ 刨削加工切削用量的确定。

背吃刀量。刨削背吃刀量的确定方法和车削加工基本相同。

进给量。刨削进给量可按有关手册中车削进给量推荐值选用。粗刨平面时，根据背吃刀量和刀杆截面尺寸按粗车外圆选其较大值；精加工时，刨削进给量按手册中半精车、精车外圆选取；刨槽和切断时，刨削进给量按手册中车槽和切断进给量选取。

刨削速度。在实际刨削加工中，通常是根据实践经验选定刨削速度。若选择不当，不仅生产效率低，还会造成人力和机床动力的浪费。刨削速度也可按车削速度公式计算，只不过除了如同车削时要考虑的诸项因素外，还应考虑冲击载荷，刨削速度的计算需要引入修正系数 $k_{\text{冲}}$ (可参阅有关手册)。

④ 钻削加工切削用量的确定。

进行钻削加工，首先要选择钻头，确定钻头直径，然后根据钻头直径，选取相应切削参数。钻头直径 D 根据工序尺寸的要求确定，应尽可能在一次工步中钻出所要求的孔。当机床性能不能满足一次钻削时，才采取先钻孔、后扩孔的加工工艺，这时先钻孔的钻头直径选取被加工尺寸的 0.5~0.7 倍，扩孔钻的钻头直径为被加工尺寸。麻花钻的直径可参阅《攻丝前钻孔用麻花钻直径》GB/T 20330—2006 选取。

钻削用量的选择包括：背吃刀量 a_p 、进给量 f 和切削速度 v (或主轴转速 n)。应尽可能选取大直径钻头，选取大的进给量，再根据钻头的寿命选取合适的钻削速度，以获得高的钻削效率。

背吃刀量。背吃刀量 a_p 为被加工零件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离。对普通钻削而言，钻头直径的一半就是钻削时的背吃刀量，当采用先钻孔、后扩孔的加工工艺时，按照钻孔、扩孔时已加工表面和待加工表面间的垂直距离进行计算。

进给量。进给量 f 主要受到钻削背吃刀量与机床进给机构和动力的限制，也受工艺系统刚度的限制。标准麻花钻的进给量可在切削用量手册中查表选取。当采用先进的钻头时，能有效地减小轴向力，使进给量成倍提高，因此，钻削进给量须根据实践经验和在分析具体加工条件后确定。

