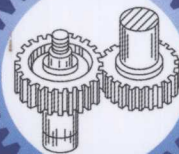
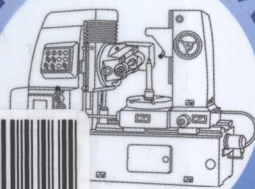
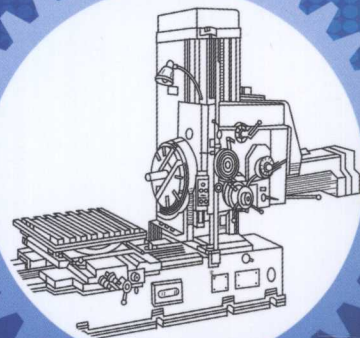




高职高专“十二五”规划教材

机械制造与工艺编制

主编 汤建鑫



航空工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

机械制造与工艺编制

主 编 汤建鑫



YZLI0890172968

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本教材“以项目教学”和“任务驱动”的形式组织内容,采用“教、学、做”理实一体化的教学模式进行教学。本教材在内容安排上以典型机械零件加工为载体,以编制零件的工艺规程为主线,在工作任务中完成相关专业知识教学。

本教材由八个项目组成:典型零件机械加工工艺规程编制、阶梯轴零件加工、套类零件加工、盘类零件加工、键槽零件加工、齿轮零件加工、箱体零件加工和减速器装配。每个项目由若干个工作任务组成。内容编排依据机械加工的工作流程进行,即识读零件图、工艺分析、编制零件的工艺规程、零件加工、零件检测以及零件制造质量分析等。每个项目结束后均附有一定数量的习题,便于学生巩固和拓展相关的专业知识。

本教材适用于高等职业院校机电一体化技术专业、数控技术专业、模具技术机械制造及自动化专业等相关专业的教学,也可作为相关专业及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造与工艺编制 / 汤建鑫主编. -- 北京: 航空工业出版社, 2012.7

ISBN 978-7-80243-946-7

I. ①机… II. ①汤… III. ①机械制造工艺 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第059932号

机械制造与工艺编制
Jixie Zhizao yu Gongyi Bianzhi

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话: 010-64815615 010-64978486

北京市科星印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经售

2012年7月第1版

2012年7月第1次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 17.5

字数: 437千字

印数: 1-3000

定价: 38.00元



《机械制造与工艺编制》是一门实践性很强的课程。本教材根据高等职业教育机电专业人才培养要求,结合近年工学结合的教学改革成果,以“项目教学”和“任务驱动”的形式组织内容,采用“教、学、做”理论和实践一体化的教学模式进行教学。在内容安排上以典型零件加工为载体,以编制零件的工艺流程为主线,在工作任务中完成相关专业知识的教学。

本教材内容由典型零件机械加工工艺流程编制、阶梯轴零件加工、套类零件加工、盘类零件加工、键槽零件加工、齿轮零件加工、箱体零件加工和减速器装配八个项目组成,具有以下特点:

(1) 以来自企业的典型零件的加工为载体组织教学内容,案例具有代表性。在完成具体项目的过程中突出对学生职业能力的训练,理论知识的讲解紧紧围绕完成工作任务的需要展开,以够用实用为原则。

(2) 每个项目由若干个任务组成。任务设置目标明确,重点培养学生的工艺编制能力、普通机床的加工能力、零件检测能力和质量分析能力。

(3) 按照学生的认知规律和职业成长规律合理编排教材内容。从阶梯轴、套、盘、齿轮、箱体等典型零件的加工与工艺编制,到减速器组件与产品总装配加工和装配工艺流程的编制,符合从简单到复杂,从单一到综合,由浅入深,循序渐进的原则。

(4) 每个项目后附有一定数量的习题,有利于学生及时总结和巩固学习内容。

本教材由嘉兴职业技术学院汤建鑫任主编,周志宏、白洪金任副主编。汤建鑫编写项目一、二、五、六、七、八,周志宏编写项目四,白洪金编写项目三。在本书的编写过程中得到了嘉兴吉成机器技术有限公司高级工程师兼总工程师苏静洪、嘉兴汽车标准件总厂高级工程师周文富、加西贝拉压缩机有限公司工程师丁笑林等的大力支持,他们对本教材提出了大量的建设性建议,在此表示衷心的感谢!在本教材在编写过程中参考和引用了许多其他教材和论著资料等,谨向所有参考文献的作者们表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者不吝赐教。

编者
2012年6月

目 录

项目一 典型零件机械加工工艺规程编制	1
任务一 零件图分析	1
【任务导入】	1
【相关知识】	2
一、零件图分析的一般方法	2
二、获得零件加工精度的方法	2
三、机械零件结构工艺性分析	5
【任务实施】	7
一、实施环境	7
二、实施步骤	7
任务二 选择毛坯	7
【任务导入】	7
【相关知识】	8
一、毛坯种类	8
二、毛坯的选择方法	8
三、毛坯形状与尺寸的确定	9
【任务实施】	10
一、实施环境	10
二、实施步骤	10
任务三 机械加工工艺过程卡识读	10
【任务导入】	10
【相关知识】	10
一、机械加工工艺规程	10
二、机械加工生产过程与机械加工工艺过程	12
三、生产纲领与生产类型	14
四、定位基准的选择	15
【任务实施】	21
一、实施环境	21
二、实施步骤	21
任务四 拟定机械加工工艺路线	21
【任务导入】	21
【相关知识】	21
一、零件各表面加工方案的确定	21
二、加工阶段的划分	22



三、工序的集中与分散	23
四、加工顺序的确定	24
【任务实施】	25
一、实施环境	25
二、实施步骤	25
任务五 机械加工工序设计	25
【任务导入】	26
【相关知识】	26
一、工序余量的确定	26
二、工序尺寸与公差确定	27
三、机床及工艺装备的选择	28
四、切削用量的选择	28
五、工时定额的确定	29
【任务实施】	30
一、实施环境	30
二、实施步骤	30
【项目小结】	31
【习题】	31
项目二 阶梯轴零件加工	36
任务一 编制阶梯轴零件加工工艺过程卡	36
【任务导入】	36
【相关知识】	37
一、阶梯轴零件图分析	37
二、加工设备选择	37
三、车削运动	43
四、车刀选用	44
五、加工方法选择	54
【任务实施】	59
一、实施环境	59
二、实施步骤	59
任务二 阶梯轴零件加工	60
【任务导入】	61
【相关知识】	61
一、车刀的装夹	61
二、车刀的刃磨	61
三、工件的装夹	63
四、切削液的使用	65
五、零件的加工方法	66
【任务实施】	69



69	一、实施环境	69
69	二、实施步骤	69
69	任务三 阶梯轴零件检测	69
69	【任务导入】	70
69	【相关知识】	70
69	一、车削时常用量具	70
69	【任务实施】	74
69	一、实施环境	74
69	二、实施方法	74
69	任务四 阶梯轴零件质量分析	74
69	【任务导入】	75
69	【相关知识】	75
69	一、影响切削力因素分析	75
69	二、影响切削温度因素分析	76
69	【任务实施】	78
69	一、实施环境	78
69	二、实施步骤	78
69	【项目小结】	79
69	【习题】	79
69	项目三 套类零件加工	84
69	任务一 编制轴承套零件工艺过程卡	84
69	【任务导入】	84
69	【相关知识】	84
69	一、套类零件结构特点分析	84
69	二、钻床	85
69	三、孔加工刀具	86
69	四、内孔表面加工工艺分析	91
69	【任务实施】	93
69	一、实施环境	93
69	二、实施步骤	93
69	任务二 编制轴承套零件工序卡	94
69	【任务导入】	95
69	【相关知识】	95
69	一、工艺尺寸链	95
69	二、切削用量的确定	97
69	【任务实施】	98
69	一、实施环境	98
69	二、实施步骤	98



90	任务三 套类零件加工	99
96	【任务导入】	99
99	【相关知识】	99
99	一、刀具的装夹	99
100	二、工件的装夹	101
101	三、切削液的选用	101
101	四、套类零件加工步骤	101
103	【任务实施】	103
103	一、实施环境	103
104	二、实施步骤	104
104	任务四 套类零件检测	104
105	【任务导入】	105
105	【相关知识】	105
105	一、套类零件检测用量具	105
105	【任务实施】	105
105	一、实施环境	105
106	二、实施步骤	106
108	任务五 套类零件质量分析	108
108	【任务导入】	108
108	【相关知识】	108
108	一、影响机械加工精度的主要因素	108
110	二、工艺系统受力变形对加工精度的影响	110
111	三、套类零件加工的主要工艺	111
113	【任务实施】	113
113	一、实施环境	113
113	二、实施步骤	113
113	【项目小结】	113
114	【习题】	114
117	项目四 盘类零件加工	117
117	任务一 编制法兰盘零件工艺过程卡	117
117	【任务导入】	117
118	【相关知识】	118
118	一、法兰盘零件分析	118
118	二、法兰盘零件技术要求分析	118
118	三、磨床	118
120	四、砂轮	120
122	五、外圆磨削工艺方法	122
124	六、夹紧装置的使用	124
126	【任务实施】	126



一、实施环境	126
二、实施步骤	126
任务二 编制法兰盘零件工序卡	128
【任务导入】	128
【相关知识】	128
一、工序尺寸的确定	128
二、磨削用量确定	129
【任务实施】	130
一、实施环境	130
二、实施步骤	130
任务三 法兰盘零件加工	131
【任务导入】	131
【相关知识】	131
一、砂轮的安装	131
二、工件的装夹	134
三、切削液的选用	135
四、磨内孔(通孔)的加工方法	135
【任务实施】	135
一、实施环境	135
二、实施步骤	136
任务四 盘类零件检测	136
【任务导入】	136
【相关知识】	136
一、盘类零件检测用量具	136
二、盘类零件形状和位置精度的测量方法	137
【任务实施】	139
一、实施环境	139
二、实施步骤	139
任务五 盘类零件质量分析	140
【任务导入】	140
【相关知识】	140
一、工艺系统受热变形对加工误差的影响	140
【任务实施】	141
一、实施环境	141
二、实施步骤	141
【项目小结】	142
【习题】	142



项目五 键槽零件加工	146
任务一 编制键槽零件工艺过程卡	146
【任务导入】	146
【相关知识】	146
一、键槽零件分析	146
二、X5032 铣床	147
三、铣削运动	148
四、铣削方式的确定	151
五、铣刀的选用	153
六、平面加工工艺方法选择	156
【任务实施】	157
一、实施环境	157
二、实施步骤	157
任务二 键槽零件铣削加工	159
【任务导入】	159
【相关知识】	160
一、铣刀的装夹	160
二、工件的装夹方法	161
三、铣床夹具使用	163
【任务实施】	165
一、实施环境	165
二、实施步骤	165
任务三 键槽零件检测	167
【任务导入】	167
【相关知识】	168
一、槽宽的测量	168
二、键槽槽深和长度的测量	168
三、键槽对称度的测量	168
四、键槽表面粗糙度的测量	169
【任务实施】	169
一、实施环境	169
二、实施步骤	169
任务四 键槽零件质量分析	170
【任务导入】	170
【相关知识】	170
一、影响加工表面质量的工艺因素	170
二、影响加工表面物理力学性能的因素	172
三、提高机械加工表面质量的工艺方法	173
【任务实施】	174



201	一、实施环境	174
201	二、实施步骤	174
201	【项目小结】	174
201	【习题】	175
项目六 齿轮零件加工		178
202	任务一 编制直齿圆柱齿轮加工工艺过程卡	178
202	【任务导入】	178
202	【相关知识】	179
202	一、齿轮零件结构分析	179
202	二、零件技术要求分析	179
202	三、齿轮加工设备	180
202	四、齿形加工方案	184
202	【任务实施】	187
202	一、实施环境	187
202	二、实施步骤	187
202	任务二 直齿圆柱齿轮铣削加工	189
202	【任务导入】	189
202	【相关知识】	189
202	一、万能分度头的使用	189
202	二、齿轮的基本参数计算	190
202	三、直齿圆柱齿轮零件铣齿加工工序卡的确定	191
202	【任务实施】	192
202	一、实施环境	192
202	二、实施步骤	192
202	任务三 齿轮零件检测	194
202	【任务导入】	194
202	【相关知识】	195
202	一、公法线长度测量	195
202	二、齿厚游标尺的使用	195
202	【任务实施】	196
202	一、实施环境	196
202	二、实施步骤	196
202	任务四 齿轮零件质量分析	197
202	【任务导入】	197
202	【相关知识】	197
202	一、提高劳动生产率的途径与方法	197
202	二、工艺过程的技术经济分析	198
202	【任务实施】	198
202	一、实施环境	198



171 二、实施步骤	198
172 【项目小结】	199
173 【习题】	199
项目七 箱体零件加工	202
174 任务一 编制减速器箱体加工工艺过程卡	202
175 【任务导入】	202
176 【相关知识】	202
177 一、箱体零件结构特点分析	202
178 二、箱体技术要求分析	206
179 三、镗床	206
180 四、镗刀	207
181 【任务实施】	208
182 一、实施环境	208
183 二、实施步骤	208
184 任务二 减速器箱体零件加工	217
185 【任务导入】	217
186 【相关知识】	217
187 一、箱体零件的平面加工方法(平面加工方法)	217
188 二、箱体零件孔系加工方法	220
189 【任务实施】	224
190 一、实施环境	224
191 二、实施步骤	224
192 任务三 箱体零件检测	225
193 【任务导入】	225
194 【相关知识】	225
195 一、箱体零件主要检验项目	225
196 二、对应检测方法	226
197 【任务实施】	226
198 一、实施环境	226
199 二、实施步骤	226
200 任务四 箱体零件质量分析	228
201 【任务导入】	228
202 【相关知识】	229
203 一、减速器箱体加工质量分析	229
204 二、箱体的内应力与热变形对加工精度的影响	229
205 【任务实施】	230
206 一、实施环境	230
207 二、实施步骤	230



【项目小结】	231
【习题】	231
项目八 减速器装配	234
任务一 编制减速器锥齿轮组件装配工艺规程	234
【任务导入】	234
【相关知识】	235
一、装配单元的划分	235
二、装配工作的基本内容	235
三、装配组织形式的选择	236
四、减速器锥齿轮组件装配系统图的绘制	236
【任务实施】	239
一、实施环境	239
二、实施步骤	239
任务二 编制减速器总装配工艺过程卡	240
【任务导入】	240
【相关知识】	240
一、减速器装配结构分析	240
二、减速器装配技术要求分析	240
三、装配尺寸链	240
四、装配工艺规程的制订	243
【任务实施】	244
一、实施环境	244
二、实施步骤	244
任务三 减速器总装配加工	246
【任务导入】	246
【相关知识】	247
一、前期准备工作	247
二、可拆连接的装配	247
三、不可拆连接的装配	247
四、圆柱齿轮传动装置的装配	248
【任务实施】	250
一、实施环境	250
二、实施步骤	251
任务四 装配质量控制	253
【任务导入】	253
【相关知识】	253
一、装配精度	253
二、保证装配精度的方法	254
【任务实施】	259

项目一 典型零件机械加工 工艺规程编制

任务一 零件图分析

【知识目标】

- ◇ 理解零件加工技术要求的内涵
- ◇ 了解获得加工精度的方法

【能力目标】

- ◇ 会分析零件图样
- ◇ 会分析零件的结构工艺性

【任务导入】

要编制图 1-1 所示轴承套零件的工艺流程等机械加工工艺文件，首先要看懂零件图，然后对零件进行技术分析和工艺分析。

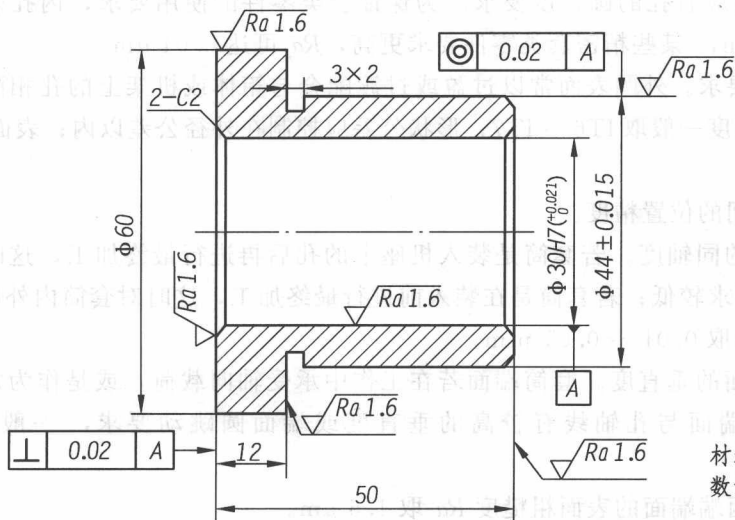


图 1-1 轴承套零件图

零件图是制订工艺流程最主要的原始资料。在制订工艺流程时，首先必须对零件图进行认真分析，其次为了深刻理解零件结构特征和技术要求，还需要研究产品总装图、部件装配图以及产品验收标准，从而了解零件的功用和相关零件配合及主要技术要求。



【相关知识】

一、零件图分析的一般方法

编制零件的机械加工工艺规程需要仔细阅读设计图样，明确各项技术要求。包括对零件的材料、生产批量、结构特点及加工面的尺寸精度、表面粗糙度、形位公差等因素的分析。

图 1-1 所示为轴承套零件设计图，材料为 HT200，小批量生产。

对其图样分析的具体步骤为：

(1) 审查设计图样的完整性和正确性

审查内容包括设计图样的视图是否符合国家标准，尺寸、公差、表面粗糙度、表面几何形状和位置公差标注是否齐全、合理等。如图样上有错误或遗漏，则应提出修改意见。

(2) 审查图样技术要求的合理性

在不影响产品使用性能的前提下，产品设计应当满足经济性的要求，尽可能地降低产品的制造精度。工艺人员有责任审查零件的技术要求是否合理及在现有生产条件下能否达到设计要求，并与设计人员一起共同研究探讨改进设计以降低生产成本。零件的技术要求主要有尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度和热处理等。

① 内孔的技术要求。内孔是套类零件起支承或导向作用最主要的表面，通常与运动着的轴或活塞等相配合。内孔直径尺寸精度一般取 IT7，精密套筒精度取 IT6；形状公差一般控制在孔径公差以内，较精密的套筒控制在孔径公差的 $1/3 \sim 1/2$ ，甚至更小。对长套筒除了有圆度要求外，还应有孔的圆柱度要求。为保证套类零件的使用要求，内孔表面粗糙度 R_a 取 $2.5 \sim 0.16 \mu\text{m}$ ，某些精密套类零件要求更高， R_a 可达 $0.04 \mu\text{m}$ 。

② 外圆的技术要求。外圆表面常以过盈或过渡配合与箱体或机架上的孔相配合起支承作用，其直径尺寸精度一般取 IT6 ~ IT7；形状公差应控制在外径公差以内；表面粗糙度 R_a 取 $5 \sim 0.08 \mu\text{m}$ 。

③ 各主要表面间的位置精度。

◎ 内外圆之间的同轴度。若套筒是装入机座上的孔后再进行最终加工，这时对套筒内外圆之间的同轴度要求较低；若套筒是在装入前进行最终加工，这时对套筒内外圆之间的同轴度要求较高，一般取 $0.01 \sim 0.05 \text{ mm}$ 。

◎ 孔轴线与端面的垂直度。套筒端面若在工作中承受轴向载荷，或是作为定位基准和装配基准用，这时端面与孔轴线有较高的垂直度或端面圆跳动要求，一般取 $0.02 \sim 0.05 \text{ mm}$ 。

④ 其他要求。两端端面的表面粗糙度 R_a 取 $1.6 \mu\text{m}$ 。

(3) 审查零件材料的合理性

材料选择主要取决于零件的功能要求、结构特点及使用时的工作条件，一般可从钢、铸铁、青铜、黄铜等材料中去选择。图 1-1 所示轴承套零件材料选择灰口铸铁符合工况要求。

二、获得零件加工精度的方法

1. 获得尺寸精度的方法

(1) 试切法 指加工时根据测得的尺寸与要求尺寸的差值，通过进给机构调整刀具与工件的相对位置，然后进行试切、测量、调整、再试切，直至达到尺寸精度要求的工艺方法。

此法加工效率低，加工精度取决于操作人员的技术水平，常用于单件、小批量生产。

(2) 调整法 指先调整好刀具与工件的相对位置，并在一批零件的加工过程中保持这种相对位置不变来获得所要求的零件尺寸的方法。此法生产率较高、精度较稳定，适用于批量或大量生产。

(3) 定尺寸刀具法 指通过刀具尺寸来保证被加工表面尺寸精度的方法。如采用钻头、铰刀、拉刀加工均属于这种方法，其特点是操作简便，生产率高，加工精度较稳定。

(4) 自动控制法 是通过自动测量和数字控制装置，当工件达到要求的尺寸精度时，机床自动退刀，停止加工的一种尺寸控制方法。此方法加工质量稳定，生产效率高。

2. 获得形状精度的方法

(1) 成形刀具法 指利用成形刀具对工件进行加工以获得形状精度的方法。例如，铣齿和拉齿加工均属于成形刀具法加工，其加工精度主要取决于刀刃的形状精度。如图 1-2 所示，在铣床上用指状铣刀铣削齿形就是成形刀具法的运用实例。

(2) 轨迹法 是通过刀尖的运动轨迹来获得形状精度的方法，其加工精度与机床的精度有关。例如，车削圆柱类零件时，其圆度、圆柱度等形状精度主要决定于主轴的回转精度、导轨的导向精度，以及主轴回转轴心线与导轨之间的相互位置精度。

(3) 展成法 指利用刀具和工件作展成运动形成包络面获得形状精度的工艺方法。常用于各种齿轮加工，其形状精度与刀具精度以及机床传动精度有关。

图 1-3 所示滚齿加工就属于展成法加工。

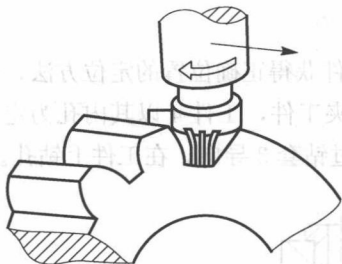


图 1-2 用指状铣刀铣削

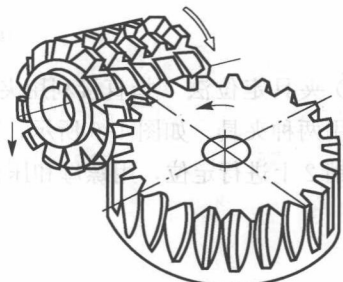


图 1-3 滚齿加工

3. 获得位置精度的方法

(1) 直接找正法 指利用百分表、划针或目测等方法在机床上直接找正工件加工面的设计基准，使其获得正确位置的方法，被找正的表面就是工件的定位基准。如图 1-4 所示，加工时先用四爪卡盘使套筒定位，用划针或百分表找正内孔表面，使其轴线与机床回转中心同轴，然后夹紧工件，这样就能保证磨削内孔时加工余量均匀。其中，工件内孔是定位基准。

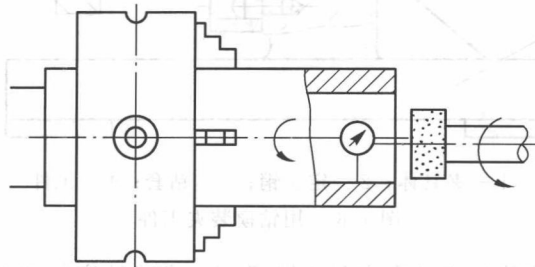


图 1-4 直接找正法加工套筒零件