



工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业教育机电类“十二五”规划教材

机械加工工艺与设备 (第2版)

吴世友 吴荔铭 主编

陈根琴 周平风 副主编

- ☐ 削减烦琐的理论推导计算
- ☐ 注重知识的实用性和拓展性
- ☐ 以常见零件表面的加工为主线
- ☐ 融合传统课程体系中的相关知识点



YZL10890169786



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业教育机电类“十二五”规划教材

机械加工工艺与设备

(第2版)

吴世友 吴荔铭 主编
陈根琴 周平风 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺与设备 / 吴世友, 吴荔铭主编. -- 2
版. -- 北京: 人民邮电出版社, 2013. 1
职业教育机电类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-29453-1

I. ①机… II. ①吴… ②吴… III. ①金属切削—职
业教育—教材②机械设备—职业教育—教材 IV. ①TG5

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第231641号

内 容 提 要

本书以常见零件表面的加工为主线, 融合了金属切削原理与刀具基本知识、金属切削机床基本知识、常见零件切削加工工艺及夹具等知识点。重点介绍了平面、内外圆面、螺纹和齿轮的加工方法和工艺等内容。学生通过学习, 不仅可以掌握金属加工的基本理论知识, 而且初步具备了机床操作能力、机床调整能力、常见零件表面的加工工艺及工装设计能力, 为今后的学习、工作打下良好的基础。

本书适合高职高专、高级技校、技师学院的机械类和近机类专业教学使用, 也可作为相关工程技术人员的参考书。

工业和信息化高职高专“十二五”规划教材立项项目

职业教育机电类“十二五”规划教材

机械加工工艺与设备(第2版)

-
- ◆ 主 编 吴世友 吴荔铭
副 主 编 陈根琴 周平风
责任编辑 李育民
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16.75 2013年1月第2版
字数: 419千字 2013年1月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-29453-1

定价: 33.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

本书是根据高等职业教育机电类专业教学改革的需要,本着精简理论课时,知识够用为度的原则,将传统课程体系中的“金属切削原理与刀具”、“金属切削机床”和“机械制造工艺学”3门课程,选取其中适合高职高专培养目标需要的实用型知识点,进行有机组合后编写而成的。为了更好地满足广大高职高专院校学生对机械加工知识学习的需要,我们结合近几年的教学改革实践和广大读者的反馈意见,在保留《金属切削加工方法与设备》教材特色的基础上,对教材进行了全面的修订,这次修订的主要内容如下。

- 对原教材中部分章节所存在的一些问题进行了校正和修改。
- 增加机械制造工艺编制基础知识、机床夹具设计基础知识等内容。还对部分章节的内容进行了调整和完善,使全书的知识体系架构更合理。例如,在介绍齿轮加工原理和方法的基础上,增加齿轮加工工艺的相关内容;在绪论中增加机械制造工艺基础的有关知识。
- 优化各章内容的细节,增加了各章中教学重点和难点的提示。补充了相关章节的思考题。

在修订过程中,始终以能力培养为出发点,注重知识的实用性和拓展性,贯彻以常见零件表面的加工为主线,削减烦琐的理论推导计算,融合金属切削原理与刀具基本知识、金属切削机床基本知识、切削加工工艺等知识点的编写思路。修订后的教材,内容更加翔实充分,叙述更加准确,更有利于高职高专、高级技校、技师学院的机械类和近机类专业教学使用,以及作为相关工程技术人员参考用书。

全书按84~98学时编写,其中理论教学为68~82学时,实验和实践教学为16学时。教师在组织教学时,可结合本校的教学计划进行适当增减。各章的学时分配见下表。

章	名 称	理 论	实验和实践	合 计
第1章	绪论	14		14
第2章	金属切削过程的基本知识	8~12	2	10~14
第3章	机床夹具基础	10~14	2	12~16
第4章	外圆表面加工及设备	8~12	4	12~16
第5章	内圆表面加工及设备	6~8	2	8~10
第6章	螺纹的加工	4	2	6
第7章	平面及沟槽加工	6	2	8
第8章	齿轮的齿形加工	10	2	12
第9章	先进制造技术	2		2
合计		68~82	16	84~98

本书由江西机电职业技术学院吴世友、吴荔铭任主编,陈根琴、周平风任副主编,其中吴世友编写了第3章、第8章,吴荔铭编写了第4章、第6章、第7章,陈根琴编写了第1章、第9章,周平风编写了第2章、第5章。在修订过程中参考了兄弟院校老师编写的相关教材及其他资料,同时也得到了有关同行的大力支持和帮助,在此向他们致以衷心谢意!

由于水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者
2012年10月

素材列表

表 1

素 材 类 型	功 能 描 述
PPT 课件	供老师上课用
题库系统	可以自动生成试卷和试卷答案，老师可随意修改或添加试题
虚拟实验——车刀选用系统	根据具体的加工环境和加工条件从备选刀具组中选择恰当的车刀。主要训练学生明确车刀的多样性，并能正确选配刀具。

表 2

素材类型	名 称	素材类型	名 称	素材类型	名 称
动画	认识机械制造	动画	孔加工工艺路线的确定	动画	镗削加工原理
	认识现代先进制造技术		平面加工工艺路线的确定		刨削加工原理
	认识切削速度		螺纹加工方法介绍		磨削加工原理
	认识背吃刀量		螺纹的种类及其应用		磨削的种类及其应用
	认识进给量		螺纹的主要参数		无心磨削的原理
	车刀的结构及主要刀具角度		零件的结构工艺性分析	视频	插齿机的工作原理
	刀具前角的功用及选择		六点定位原理		车刀及其刃磨
	刀具后角的功用及选择		基准的种类及应用		齿轮的铣削加工
	认识刀具主偏角和副偏角		粗基准的选择原则及案例		典型零件加工工艺过程
	刀具主偏角的功用		精基准的选择原则及案例		普通车床的结构
	刀具刃倾角的功用及选择		认识定位和夹紧		认识常用夹具
	刀具角度对加工的影响		常用定位元件的种类及应用		认识车削加工
	刀具主偏角的选择原则		螺纹的测量方法		认识机械装配
	刀具副偏角的功用		滚齿加工原理		认识基本工艺概念
	积屑瘤的形成及其影响		插齿加工原理		认识磨削加工
	刀具磨损的过程和主要形式		铣齿加工原理		认识刨削加工
	切屑收缩的形成过程		电火花加工原理		认识其他刀具
	切削力的来源与分解		超声波加工原理		认识其他加工方法
	认识切削热		激光加工原理		认识热处理
	常用刀具材料简介		认识超精密加工		认识铣刀
	金属热处理工艺介绍		车削加工的应用		认识铣削加工
	毛坯的选择原则		周铣与端铣介绍		认识钻削加工
	外圆面加工工艺路线的确定		顺铣与逆铣介绍		

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械产品生产过程简介	1
1.1.1 产品设计	1
1.1.2 工艺设计	2
1.1.3 零件加工	2
1.1.4 检验	2
1.1.5 装配调试	2
1.1.6 入库	3
1.2 机械制造工艺基础	3
1.2.1 概述	3
1.2.2 机械加工工种分类	4
1.2.3 机械加工工艺规程及其应用	5
1.2.4 制定工艺规程	8
1.2.5 零件的工艺分析	11
1.2.6 定位基准的选择	14
1.2.7 工艺路线的拟定	17
1.2.8 确定毛坯	23
1.2.9 确定加工余量	25
1.3 金属切削机床的基本知识	28
1.3.1 机床的类型	28
1.3.2 机床型号的编制方法	29
思考题	32
第 2 章 金属切削过程的基本知识	33
2.1 金属切削运动和切削要素	33
2.1.1 切削运动	33
2.1.2 切削用量	35
2.1.3 切削层参数	35
2.2 金属切削刀具几何角度	36
2.2.1 刀具切削部分的组成	37
2.2.2 刀具的标注角度	37
2.3 刀具材料	41

2.3.1 刀具材料应具备的性能	41
2.3.2 常用刀具材料	42
2.4 刀具磨损与刀具耐用度	44
2.4.1 刀具磨损的形态	44
2.4.2 刀具磨损的主要原因	45
2.4.3 刀具的磨损过程及磨钝标准	46
2.4.4 刀具的耐用度和刀具寿命	47
2.5 切削液	48
2.5.1 切削液的种类	48
2.5.2 切削液的作用	49
2.5.3 切削液的合理选用	49
2.6 金属切削过程物理现象	50
2.6.1 切屑的形成与切削变形	51
2.6.2 积屑瘤	52
2.6.3 切削力	53
2.6.4 切削热与切削温度	56
2.7 刀具几何参数与切削用量选择及实例	57
2.7.1 刀具几何参数的选择	57
2.7.2 切削用量的选择	62
思考题	64
第 3 章 机床夹具基础	65
3.1 机床夹具概述	65
3.1.1 机床夹具在机械加工中的作用	65
3.1.2 机床夹具的分类与组成	66
3.2 工件定位基本原理	67
3.2.1 六点定位规则	67
3.2.2 常用定位方式及定位元件	69

3.2.3 定位误差分析与计算·····	76	5.4 内圆表面的磨削加工·····	171
3.3 工件在夹具中的夹紧·····	78	5.4.1 内圆磨削具有的特点·····	171
3.3.1 夹紧装置的组成及基本要求·····	78	5.4.2 砂轮的选择·····	172
3.3.2 夹紧力的确定·····	79	5.4.3 工件的安装·····	173
3.3.3 基本夹紧机构·····	82	5.4.4 内圆的一般磨削方法·····	174
3.4 专用夹具·····	86	5.5 内圆表面的拉削加工及设备·····	175
3.4.1 车床夹具·····	87	5.5.1 卧式内拉床·····	175
3.4.2 铣床夹具·····	91	5.5.2 拉刀·····	176
3.4.3 钻床夹具·····	94	5.5.3 拉孔的工艺特点·····	177
3.4.4 镗床夹具·····	97	5.6 内圆表面的精整、光整加工·····	177
3.4.5 通用可调夹具·····	101	5.6.1 珩磨加工·····	177
3.4.6 数控机床夹具·····	105	5.6.2 孔的挤光和滚压·····	178
思考题·····	106	思考题·····	180
第4章 外圆表面加工及设备·····	109	第6章 螺纹的加工·····	181
4.1 外圆表面的加工方法·····	109	6.1 螺纹加工方法·····	181
4.2 外圆表面车削加工及设备·····	110	6.1.1 螺纹的车削加工·····	181
4.2.1 车床——CA6140 卧式车床简介·····	111	6.1.2 用丝锥和板牙切削螺纹·····	184
4.2.2 车刀·····	128	6.2 螺纹加工刀具·····	185
4.2.3 车外圆·····	131	6.2.1 丝锥·····	185
4.3 外圆表面的磨削加工及设备·····	133	6.2.2 板牙·····	186
4.3.1 磨床·····	133	6.2.3 常用螺纹车刀·····	186
4.3.2 砂轮·····	137	6.3 螺纹的测量·····	187
4.3.3 外圆磨削加工方法·····	141	6.3.1 单项测量法·····	187
4.4 外圆表面的精整、光整加工·····	143	6.3.2 综合测量法·····	189
4.5 外圆表面加工案例·····	144	6.4 螺纹加工案例·····	190
思考题·····	149	思考题·····	193
第5章 内圆表面加工及设备·····	151	第7章 平面及沟槽加工·····	194
5.1 内圆表面的加工方法·····	151	7.1 平面加工方法·····	194
5.2 内圆表面的钻削加工及设备·····	153	7.2 平面的铣削加工及设备·····	195
5.2.1 钻床·····	153	7.2.1 铣床·····	195
5.2.2 麻花钻、深孔钻、扩孔钻、铰刀和孔加工复合刀具·····	155	7.2.2 铣刀·····	202
5.2.3 内圆表面的钻削加工方法·····	161	7.3 平面的刨削加工及设备·····	209
5.3 内圆表面的镗削加工及设备·····	163	7.3.1 刨床·····	209
5.3.1 TP619 型卧式铣镗床·····	163	7.3.2 刨刀·····	210
5.3.2 镗刀·····	166	7.3.3 平面的刨削加工方法·····	211
5.3.3 内圆表面的镗削加工方法·····	167	7.4 平面的磨削加工及设备·····	213
		7.4.1 平面磨床·····	213
		7.4.2 磨平行面·····	214
		思考题·····	218

第 8 章 齿轮的齿形加工	219
8.1 齿轮齿形加工方法	219
8.2 齿轮加工工艺	220
8.2.1 圆柱齿轮加工概述	220
8.2.2 圆柱齿轮零件加工工艺	221
8.2.3 圆柱齿轮加工工艺案例	223
8.3 齿轮加工设备	224
8.3.1 齿轮加工机床的类型及 应用	224
8.3.2 Y3150E 型滚齿机	225
8.3.3 插齿机	232
8.4 齿形的铣削加工	232
8.4.1 圆柱直齿轮的铣削	232
8.4.2 斜齿圆柱齿轮的铣削	235
8.5 齿形的滚齿加工	236
8.5.1 滚切直齿圆柱齿轮	236
8.5.2 滚齿误差产生原因及消除 方法	239
8.6 齿形精加工	240
8.6.1 剃齿	240
8.6.2 珩齿	242
8.6.3 磨齿	243
8.7 齿轮的测量	244

8.7.1 公法线长度的测量	244
8.7.2 齿厚的测量	245
思考题	246
第 9 章 先进制造技术	247
9.1 电火花成型加工技术	247
9.1.1 电火花成型加工的基本 原理	248
9.1.2 电火花成型加工的特点	249
9.2 激光加工技术	249
9.2.1 激光的特性	250
9.2.2 激光加工的工作原理	250
9.2.3 激光加工	250
9.3 超声波加工技术	251
9.3.1 超声波加工的工作原理	251
9.3.2 超声波加工	252
9.4 高速与超高速切削技术	253
9.4.1 高速切削的概念与高速切削 技术	253
9.4.2 高速与超高速切削	254
9.4.3 高速切削加工的关键技术	256
思考题	259
参考文献	260

第1章

绪论

【教学重点】

1. 机械制造工艺的基本概念、工艺过程的组成，工艺规程的合理制定和工艺文件的正确填写。
2. 金属切削机床的分类和金属切削机床的型号编制方法。

【教学难点】

1. 零件的工艺分析。
2. 基准的选择。
3. 零件机械加工工艺路线的拟定。
4. 机床的合理选用。

1.1

机械产品生产过程简介

机械产品的生产过程是指把原材料变为成品的全过程。

1.1.1 产品设计

产品设计是企业产品开发的核心，产品设计必须保证功能上的优越性、技术上的先进性与经济上的合理性等，使产品便于制造，生产成本低，从而增强产品的市场竞争力。

产品的设计一般有3种形式，即创新设计、改进设计和变形设计。创新设计（开发性设计）是指按用户的使用要求进行的全新设计；改进设计（适应性设计）是指根据用户的使用要求，对企业原有产品进行改进或改型的设计，即只对部分结构或零件进行重新设计；变形设计（参数设计）仅改进产品的部分结构尺寸，以形成系列产品的设计。

产品设计的基本内容包括编制设计任务书、方案设计、技术设计和图样设计。

1.1.2 工艺设计

工艺设计的基本任务是在规定的产量规模条件下,采用经济的加工方法,制造出符合设计要求的产品,这就要求制定优质、高产、低耗的产品制造工艺规程,制定出产品的试制和正式生产所需要的全部工艺文件。

工艺设计的内容包括对产品图纸的工艺分析和审核、拟定加工方案、编制工艺规程及工艺装备的设计和制造等。

1.1.3 零件加工

零件的加工是指通过适当的加工方法使毛坯成为合格零件的工艺过程。零件加工包括毛坯的准备、对毛坯进行各种机械加工、特种加工和热处理等,极少数零件加工采用精密铸造或精密锻造等无屑加工方法。

通常毛坯的生产有铸造、锻造和焊接等。常用的机械加工方法有钳工加工、车削加工、钻削加工、刨削加工、铣削加工、镗削加工、磨削加工、数控机床加工、拉削加工、研磨加工以及珩磨加工等;常用的热处理方法有正火、退火、回火、时效、调质和淬火等;特种加工有电火花成型加工、电火花线切割加工、电解加工、激光加工和超声波加工等。

只有根据零件的材料、形状、尺寸和使用性能等选用恰当的加工方法,才能保证产品的质量,生产出合格的零件。

1.1.4 检验

检验是指采用测量器具对原材料、毛坯、零件、成品等进行尺寸精度、形状精度、位置精度的检测,以及通过目视检验、无损探伤、力学性能试验及金相检验等方法对产品质量进行的鉴定。测量器具包括量具和量仪。

常用的量具有钢直尺、卷尺、游标卡尺、卡规、塞规、千分尺、角度尺以及百分表等,用以检测零件的长度、厚度、角度、外圆直径以及孔径等。另外,螺纹的测量可用螺纹千分尺、螺纹样板、螺纹环规和螺纹塞规等进行。

常用量仪有浮标式气动量仪、电子式量仪、电动式量仪、光学量仪以及三坐标测量仪等,除可用以检测零件的长度、厚度、外圆直径、孔径等尺寸外,还可对零件的形状误差和位置误差等进行测量。

特殊检验主要是指检测零件内部及外表的缺陷。其中无损探伤是在不损害被检验对象的前提下,检测零件内部及外表缺陷的现代检验技术。无损检验方法有直接肉眼检验、射线探伤、超声波探伤和磁力探伤等,使用时应根据无损检测的目的和被检验对象的材质,选择合适的方法和检测规范。

1.1.5 装配调试

任何机械产品都是由若干个零件、组件和部件组成的。根据规定的技术要求,将零件和部

件进行必要的配合及连接,使之成为半成品或成品的工艺过程称为装配。

装配质量对产品质量影响极大。装配不当,即使所有零件加工合格,也不一定能够获得合格的高质量产品;反之,零件制造质量不好,只要装配中采用适当的工艺方案,也能使产品达到规定的要求。

将零件、组件装配成部件的过程称为部件装配;将零件、组件和部件装配成最终产品的过程称为总装配。

装配是机械制造过程中的最后一个生产阶段,常见的装配工作内容包括清洗、连接、校正与配作、平衡、检验和试验。除上述工作外,还包括油漆和包装等工作。

1.1.6 入库

企业生产的成品、半成品及各种物料为防止遗失或损坏,放入仓库进行保管,称为入库。

入库时应进行入库检验,填好检验记录及有关原始记录;在储存时注意做好防锈,防潮处理,保证货物的安全;对量具、仪器及各种工具做好保养、保管工作;对有关技术标准、图纸、档案等资料要妥善保管;保持工作场地整洁、通风,注意防火、防湿,做好防盗安全工作。

1.2

机械制造工艺基础

1.2.1 概述

机械制造业是国民经济最重要的组成部分之一,是一个国家经济实力和科学技术发展水平的重要标志,因而世界各国均把发展机械制造业作为振兴和发展国民经济的战略重点之一。

在我国,机械制造业特别是装备制造业处于制造业中心地位,是国民经济持续发展的基础,是工业化、现代化建设的发动机和动力源,是参与国际竞争取胜的法宝,是技术进步的主要舞台,是提高人均收入的财源,是国家安全的保障,是发展现代文明的物质基础。

随着科学技术的发展,现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求,同时也推动了机械制造技术不断向前发展。机械制造技术向智能化、柔性化、网络化、精密化、绿色化和全球化方向发展已成为趋势。

当前,机械制造业面临激烈的市场竞争。要增强企业的竞争力,企业制造的产品,一要设计和制造周期短、产品更新快,二要产品的质量高、价格廉,三要交货及时、售后服务良好。为此,21世纪的机械制造技术发展的总趋势如下。

(1) 柔性化。柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)是一种自动化程度很高的制造系统。

(2) 精密化。在科学技术飞速发展的今天,对产品精度要求越来越高,精密加工和超精密加工已成必然。加工设备采用的是高精度的通用可调的数控专用机床,夹具是高精度的可调的组合夹具,还采用高精度的刀具、量具。

(3) 高速化。高速度切削可极大地提高加工效率,降低能源消耗,从而降低生产成本。但高速度切削对加工设备、刀具材料、刀具涂层和刀具结构等方面技术的进步提出要求。

(4) 绿色化。减少机械加工对环境的污染是国民经济可持续发展的需要,也是机械制造业面临的课题。目前,在数控机床上装有安全防护装置,可防止冷却液和切屑飞溅,并具有回收冷却液和排屑的装置。在一些先进的数控机床上,采用了新型冷却技术(如低温空气、负压抽吸等),通过对废液、废气、废油等的再回收利用,减少对环境的影响。

目前,我国机械制造业还远远落后于世界工业发达国家。我国制造业的工业增加值仅为美国的 22.14%、日本的 35.34%。科技含量仍处于较低水平,附加值高和技术含量大的产品生产能力不足,需大量进口,缺乏能够支持结构调整和产业升级的技术能力。传统的机械制造技术与国际先进水平相比,差距在 15 年左右。因此,从事机械制造的技术人员应该不断地进行知识更新、拓宽技能和掌握高新技术,勇于实践,为我国机械制造业的发展奠定基础。

1.2.2 机械加工工种分类

机械加工工种一般分为冷加工、热加工和其他工种 3 大类。

1. 冷加工(机械加工)工种

(1) 钳工。钳工的工作范围很广,如有些零件在加工前通过钳工来进行划线;有些零件的加工,采用机械设备加工不太适宜或不能解决,要通过钳工工作来完成;零件的组装、部件的装配和总装配也要通过钳工按各项技术要求进行。总之,钳工是机械制造企业中不可缺少的一个工种。

钳工工种按专业工作的主要对象不同可分为普通钳工、装配钳工、模具钳工、修理钳工和工具钳工等。不管是那一种钳工,首先要掌握好钳工的各项基本操作技术。主要包括划线、錾削、锯割、锉削、钻孔、扩孔、铰孔、铰孔、铰孔、攻螺纹和套螺纹、刮削、研磨和铆接等。

(2) 车工。车工是指操作车床,对工件旋转表面进行切削加工的工种。车床的种类很多,按结构及其功用可分为普通车床、落地车床、立式车床、数控车床及六角车床等。

车削加工是金属切削加工中最基本的加工方法。车削加工的主要工艺内容为车削内外圆柱面、圆锥表面、车端面、切沟槽、切断、车螺纹、钻孔、铰孔、滚花和车成形面等。

(3) 铣工。铣工是指操作各种铣床设备,对工件进行铣削加工的工种。铣床按结构及其功用可分为升降台式铣床、无升降台铣床、工具铣床、龙门铣床和数控铣床等。

铣削加工是利用多刃刀具对工件进行各种平面及沟槽加工。铣削加工的主要工艺内容为铣削平面、台阶面、沟槽(键槽、T形槽、燕尾槽、螺旋槽)及成形面等。

(4) 刨工。刨工是指操作各种刨床设备,对工件进行刨削加工的工种。常用的刨削机床有普通牛头刨床、液压刨床、龙门刨床和插床等。

刨削加工是利用刨刀(或工件)的直线往复运动对工件进行平面或沟槽的加工。刨削加工的主要工艺内容为刨削平面、垂直面、台阶面、斜面、沟槽(V形槽、燕尾槽、T形槽等)以及成形面等。

(5) 磨工。磨工是指操作各种磨床设备,对工件进行磨削加工的工种。常用的磨床有普通平面磨床、外圆磨床、内圆磨床、万能磨床、工具磨床、无心磨床及数控磨床等。

磨削加工是利用磨料磨具(如砂轮、砂带、油石、研磨剂等)对工件进行精加工。磨削加工的主要工艺内容为磨削平面、外圆、内孔、圆锥、槽、斜面、花键、螺纹和特种成形面等。

(6) 加工中心操作工。加工中心操作工是指编制数控加工程序并操作加工中心机床进行零件多工序组合切削加工的工种。

除上述工种外, 常见的冷加工工种还有钣金工、镗工和冲压工等。

2. 热加工工种

(1) 铸造工。铸造工是指操作铸造设备, 进行铸造加工的工种。铸造是指熔炼金属、制造铸型, 并将熔融金属浇入铸型, 凝固后获得一定形状尺寸和性能的金属铸件的工作。

常见的铸造种类有砂型铸造、失蜡铸造、失模铸造、金属砂型铸造、压力铸造及离心铸造等。

(2) 锻造工。锻造工是指操作锻造机械设备及辅助工具, 进行金属工件的毛坯剁料、镦粗、冲孔、成形等锻造加工的工种。锻造是利用锻造方法使金属材料产生塑性变形, 从而获得具有一定形状、尺寸和力学性能的毛坯或零件的加工方法。

锻造可分为自由锻和模锻两大类。

(3) 热处理工。热处理工是指操作热处理设备, 对金属材料进行热处理加工的工种。金属材料可通过热处理改变其内部组织, 从而改善材料的工艺性能和使用性能, 所以热处理在机械制造业中占有很重要的地位。

根据不同的热处理工艺, 一般可将热处理分成整体热处理、表面热处理、化学热处理和其他热处理 4 类。

3. 其他工种

(1) 机械设备维修工。从事设备安装维护和修理的工种。

(2) 维修电工。从事工厂设备的电气系统安装、调试与维护、修理的工种。

(3) 电焊工。电焊工是指操作焊接和气割设备, 对金属工件进行焊接或切割成形的工种。

(4) 电加工设备操作工。在机械制造中, 为了加工各种难加工的材料和各种复杂的表面, 常直接利用电能、化学能、热能、光能、声能等进行零件加工, 这种加工方法一般称为特种加工。其中, 操作电加工设备进行零件加工的工种称为电加工设备操作工。常用的加工方法有电火花加工、电解加工等。

1.2.3 机械加工工艺规程及其应用

工艺是指使各种原材料、半成品成为成品的方法和过程。工艺过程是指在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性能等, 使其成为半成品或成品的过程。机械产品的工艺过程可分为铸造、锻造、冲压、焊接、铆接、机械加工、热处理、电镀、涂装、装配等。工艺过程是生产过程中的主要组成部分, 工艺过程根据其作用不同可分为零件机械加工过程和部件或成品装配工艺过程。

机械加工工艺过程是指利用切削加工、磨削加工、电加工、超声波加工、电子束及离子束加工等机械和电的加工方法, 直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性能等, 使其转变为合格零件的过程。把零件装配成部件或成品并达到装配要求的过程称为装配工艺过程。机械加工工艺过程直接决定零件和产品的质量, 对产品的成本和生产周期都有较大的影响, 是机械产品整个工艺过程的主要组成部分。

机械加工工艺规程是规定零件机械加工工艺过程 and 操作方法等的工艺文件之一, 它是在具

体的生产条件下,将合理的工艺过程和操作方法,按照规定的形式书写成工艺文件,经审批后用来指导生产。机械加工工艺规程一般包括零件加工的工艺路线、各工序的具体内容及所用的设备和工艺装备、零件的检验项目及检验方法、切削用量、时间定额等。

1. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺次排列的工序组成。每一个工序可分为一个或若干个工步、走刀、安装和工位等。

(1) 工序。工序是指一个或一组操作者,在一个工作地点或一台机床上,对同一个或同时对几个零件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程。判断一系列的加工内容是否属于同一个工序,关键在于这些加工内容是否在同一工作地点对同一个工件连续地被完成。只要操作者、工作地点或机床、加工对象三者之一变动或者加工不是连续完成,就不是一道工序。同一零件、同样的加工内容也可以安排在不同的工序中完成。

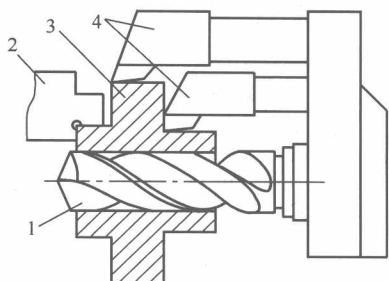
工序是机械加工工艺过程的基本组成部分,也是确定工时定额、配备工人、安排作业计划和进行质量检验等的基本单元。

(2) 工步。工步是指在同一个工序中,当加工表面不变、切削工具不变、切削用量中的进给量和切削速度不变的情况下所完成的那部分工艺过程。当构成工步的任一因素改变后,即成为新的工步。一个工序可以只包括一个工步,也可以包括几个工步。在机械加工中,有时会出现用几把不同的刀具同时加工一个零件的几个表面的工步,称为复合工步,如图 1-1 所示。例如,为提高生产效率,在铣床用组合铣刀铣平面的情况,就可视为一个复合工步。

(3) 走刀。走刀是指切削工具在加工表面上每切削一次所完成的那一部分工步。加工表面由于被切去的金属层较厚,需要分几次切削,每切去一层材料称为一次走刀。一个工步可包括一次或几次走刀。

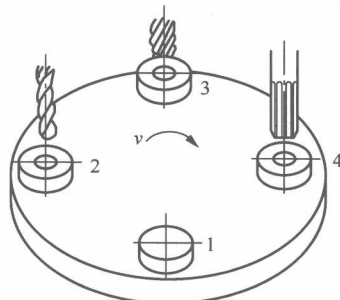
(4) 安装。零件在加工之前,将其正确地安装在机床上。在一个工序中,零件可能安装一次,也可能需要安装几次。但是应尽量减少安装次数,以免产生不必要的误差和增加装卸零件的辅助时间。

(5) 工位。为了减少安装次数,常采用转位(移位)夹具、回转工作台,使零件在一次安装中先后处于几个不同的位置进行加工。零件在机床上所占据的每一个待加工位置称为工位。图 1-2 所示为回转工作台上一次安装完成零件的装卸、钻孔、扩孔和铰孔 4 个工位的加工实例。采用这种多工位加工方法,可以提高加工精度和生产率。



1—钻头; 2—夹具; 3—零件; 4—刀具

图 1-1 复合工步实例



1—装卸; 2—钻孔; 3—扩孔; 4—铰孔

图 1-2 多工位加工

2. 生产纲领

企业在计划期内应当生产的成品产量和进度计划称为该产品的生产纲领。企业的计划期常定为一年,因此,生产纲领常被理解为企业一年内生产的产品数量,即年产量。机械产品中某零件的年生产纲领 N 的计算式为

$$N=Qn(1+\alpha)(1+\beta) \quad (1-1)$$

式中 N ——某零件的年生产纲领,件/年;

Q ——某产品的年生产纲领,台/年;

n ——每台产品中该零件的数量,件/台;

α ——备品率,以百分数计;

β ——废品率,以百分数计。

3. 生产类型

根据零件的生产纲领或生产批量可以划分出不同的生产类型,它反映了企业生产专业化的程度,一般分为单件小批量生产、成批生产、大量生产 3 种不同的生产类型。

(1) 单件生产。单件生产是指生产的产品品种繁多,同一种产品的产量很小,各个工作地点的加工对象经常改变,很少重复生产。

(2) 成批生产。成批生产是指一年中分批轮流生产几种不同的产品,每种产品均有一定的数量,生产呈周期性重复。每次投入或产出的同一产品的数量称为批量。按照批量的大小,成批生产可分为小批、中批、大批生产 3 种。小批量生产的工艺特征接近单件生产,常将两者合称为单件小批量生产。大批量生产的工艺特征接近于大量生产,常合称为大批大量生产。

(3) 大量生产。大量生产是指同一产品的生产数量很大,通常是一个工作地点长期进行同一种零件的某一道工序的加工。

按年生产纲领划分生产类型见表 1-1。

表 1-1 不同产品生产类型的划分

生产类型	工作地点每月 担负的工序数	产品年产量(台、件、种)		
		重型(单个零件质 量大于 2 000kg)	中型(单个零件质量在 100~2 000kg)	小型(单个零件质 量小于 100kg)
单件生产	不作规定	<5	<20	<100
小批生产	>20~40	5~100	20~200	100~500
中批生产	>10~20	100~300	200~500	500~5 000
大批生产	>1~10	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产	1	>1 000	>5 000	>50 000

为了获得最佳的经济效益,对于不同的生产类型,其生产组织、生产管理、车间管理、毛坯选择、设备工装、加工方法和操作者的技术等级要求均有所不同,具有不同的工艺特点,各种生产类型的主要工艺特点见表 1-2。

表 1-2 各种生产类型的主要工艺特点

项 目	单 件 生 产	成批量生产	大 量 生 产
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
工艺规程	简单的工艺路线卡	有比较详细的工艺规程	有详细的工艺规程

续表

项 目	单 件 生 产	成批量生产	大 量 生 产
毛坯的制造方法 及加工余量	木模手工造型或自由锻， 毛坯精度低，加工余量大	金属模造型或模锻，毛坯 精度与余量中等	广泛采用模锻或金属模机 器造型，毛坯精度高、余量少
机床设备	采用通用机床，部分采用 数控机床。按机床种类及大 小采用“机群式”排列	通用机床及部分高生产率 机床。按加工零件类别分工 段排列	专用机床、自动机床及自 动线，按流水线形式排列
夹具	多用标准附件，极少采用 夹具，靠划线及试切法达到 精度要求	广泛采用夹具和组合夹具， 部分靠加工中心一次安装	采用高效率专用夹具，靠 夹具及调整法达到精度要求
刀具与量具	通用刀具和万能量具	较多采用专用刀具及专用 量具	采用高生产刀具和量具， 自动测量
对工人的要求	技术熟练的工人	一定熟练程度的工人	对操作工人的技术要求较 低，对调整工人技术要求较高
零件的互换性	一般是配对生产，无互换 性，主要靠钳工修配	多数互换，少数用钳工修配	全部具互换性，对装配要 求较高的配合件采用分组选 择装配
成本	高	中	低
生产率	低	中	高

4. 工艺规程的应用

(1) 工艺规程是指导生产的重要技术文件。

机械加工车间生产的计划、调度，工人的操作，零件的加工质量检验，加工成本的核算，都是以工艺规程为依据的。处理生产中的问题，也常以工艺规程作为共同依据。

(2) 工艺规程是生产组织和生产准备工作的依据。

生产计划的制定，产品投产前原材料和毛坯的供应、工艺装备的设计、制造与采购、机床负荷的调整、作业计划的编排、劳动力的组织、工时定额的制定以及成本的核算等，都是以工艺规程作为基本依据的。

(3) 工艺规程是新建和扩建工厂（车间）的技术依据。

在新建和扩建工厂（车间）时，生产所需要的机床和其他设备的种类、数量和规格，车间的面积、机床的布置、生产工人的工种、技术等级及数量、辅助部门的安排等都是以工艺规程为基础，根据生产类型来确定。

(4) 先进的工艺规程也起着推广和交流先进经验的作用，典型工艺规程可指导同类产品的生产。

1.2.4 制定工艺规程

1. 工艺规程制定的原则

工艺规程制定的原则是优质、高产和低成本，即在保证产品质量的前提下，争取最好的经济效益。

(1) 编制工艺规程应以保证零件加工质量，达到设计图纸规定的各项技术要求为前提。确保加工质量是制定工艺规程的首要原则。

(2) 在保证加工质量的基础上, 应使工艺过程有较高的生产效率和较低的成本。在一定的生产条件下, 可能会出现几种能够保证零件技术要求的工艺方案。此时应通过成本核算或相互对比, 选择经济上最合理的方案, 使产品生产成本最低。

(3) 应充分考虑和利用现有生产条件, 尽可能做到均衡生产。

(4) 尽量减轻工人劳动强度, 保证安全生产, 创造良好、文明的劳动条件。在工艺方案上要尽量采取机械化或自动化措施, 以减轻工人繁重的体力劳动。

(5) 了解国内外本行业工艺技术的发展, 通过必要的工艺试验, 尽可能采用先进适用的工艺和工艺装备。

2. 制定工艺规程的原始资料

(1) 产品全套装配图和零件图。

(2) 产品验收的质量标准。

(3) 产品的生产纲领和生产类型。

(4) 毛坯资料。主要包括各种毛坯制造方法的技术经济特征; 各种型材的品种和规格、毛坯图等; 在无毛坯图的情况下, 需要实际了解毛坯的形状、尺寸及力学性能等。

(5) 现场的生产条件。主要包括毛坯的生产能力、技术水平或协作关系, 现有加工设备及工艺装备的规格、性能、新旧程度及现有精度等级, 操作工人的技术水平, 辅助车间制造专用设备、专用工艺装备及改造设备的能力等。

(6) 各种有关手册、图册、标准等技术资料。

(7) 国内外新技术、工艺的应用与发展情况。

3. 制定工艺规程的步骤

(1) 计算年生产纲领, 确定生产类型。

(2) 分析零件图及产品装配图, 对零件进行工艺分析, 形成拟定工艺规程的总体思路。

(3) 确定毛坯的制造方法。

(4) 拟定工艺路线, 选择定位基准, 划定加工阶段。

(5) 确定各工序所用的设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

(6) 确定各工序的加工余量, 计算工序尺寸及公差。

(7) 确定各工序切削用量及工时定额。

(8) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。

(9) 编制工艺文件。

4. 工艺文件的格式

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片, 即成为生产准备和施工依据的工艺文件。常用的工艺文件格式有下列几种。

(1) 机械加工工艺过程卡片。机械加工工艺过程卡片以工序为单位, 简要列出整个零件加工所经过的工艺路线(包括毛坯制造、机械加工和热处理等)。它是制定其他工艺文件的基础, 也是生产准备、编排作业计划和组织生产的依据。在这种卡片中, 由于工序的说明不够具体, 所以一般不直接指导工人操作, 而作为生产管理方面使用。但在单件小批量生产中, 由于通常