



狄瑞坤 潘晓弘 樊晓燕等编著

# 机械制造工程

浙江大学出版社

# 机械制造工程

狄瑞坤 潘晓弘 樊晓燕等编著

浙江大学出版社

## 内 容 简 介

本教材是为适应机械工程及自动化专业改革的改革而编著的。主要内容包括机械制造业的现状与发展趋势、金属切削原理、金属切削机床、机械制造工艺及夹具设计原理方面的基础知识、基本理论及其应用。本书可作为机械工程及自动化专业的教材,也可作为相近专业的技术基础课教材,并可供从事机械制造工程的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械制造工程 / 狄瑞坤等编著. —杭州:浙江大学出版社, 2001. 1

ISBN 7-308-02634-5

I. 机... II. 狄... III. 机械工程学 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 87327 号

**出版发行** 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(http://www. zjupress. com)

**责任编辑** 徐宝澍

**排 版** 浙江大学出版社电脑排版中心

**印 刷** 浙江省煤田地质局制图印刷厂

**经 销** 浙江省新华书店

**开 本** 787mm×1092mm 1/16

**印 张** 22.75

**字 数** 582 千字

**版 印 次** 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

**印 数** 0001—2000

**书 号** ISBN 7-308-02634-5/TH·056

**定 价** 28.00 元

# 前 言

本书是根据浙江大学机械工程及自动化专业教学改革的需要而编写的一本教材。

随着科学技术的飞速发展,电子技术、计算机技术和控制在机械工程领域中的应用越来越广泛深入,机械制造领域发生了根本性的变化。这就要求对传统的课程体系进行广泛深入的改革,一方面要增设许多新课程,另一方面必须对传统的课程体系进行精简和重组。

机械制造专业原来的《金属切削机床设计》、《金属切削机床概论》、《机械制造工艺学》、《金属切削原理与刀具》等课程,内容多而且各自成体系,在进行了课程改革后,要想像以前那样讲授已不可能。这是由于一方面时间不允许,另一方面它们的内容有的重复,有的适合放到实践环节中去解决,有些内容可删去。基于这种思想,我们编写了本书。书中对以上课程的内容进行了重组和删节,着重阐述机械制造过程的基本理论和基本技术,注意反映机械制造过程共性的基础,注意理论联系实际,使读者能在较少的时间内学到必要的基本理论和基本技能。

本书的内容包括四部分:第一部分(第一章至第三章)主要阐述了机械制造业的现状与发展趋势,以及机械制造系统的基本原理和切削加工过程理论;第二部分(第四章至第八章)主要对机械加工设备和工艺装备进行了较为简明的叙述,对金属切削机床及机床夹具设计的主要问题作了较为系统的讨论;第三部分(第九章至第十章)对机械加工工艺过程设计及其尺寸的计算进行了较为深入的阐述;第四部分(第十一章和第十二章)对机械加工质量方面的问题进行了阐述。

本书由狄瑞坤、潘晓弘、樊晓燕等编写。王正肖编写第一章,潘晓弘编写第二、三章,樊晓燕编写第四、五、六、七章,狄瑞坤编写第八、九、十、十一、十二章。高等工程院校的专业课程教学改革是一项长期而艰苦的工作,现在仍在不断地进行中,由于我们的理论水平有限,编写时间又较紧张,书中一定存在不少的错误和不足之处,敬请读者批评指正,以便再版时修改。

编者特别感谢浙大教材出版编审委员会,他们对本教材的出版给予了很大的支持。

编 者  
1999. 1. 12

EAA57/07

# 目 录

<b>第一章 绪论</b> .....	( 1 )
1.1 机械制造业的地位及我国的现状 .....	( 1 )
1.1.1 机械制造业的地位 .....	( 1 )
1.1.2 我国机械制造业的现状 .....	( 1 )
1.2 机械制造过程及机械制造系统 .....	( 2 )
1.2.1 机械制造过程 .....	( 2 )
1.2.2 机械制造工艺与流程 .....	( 2 )
1.2.3 机械制造系统 .....	( 4 )
1.3 机械制造工艺方法及选择 .....	( 5 )
1.3.1 机械制造工艺方法分类 .....	( 5 )
1.3.2 各种机械加工方法的特点与选择 .....	( 6 )
1.4 机械制造领域的发展 .....	( 8 )
1.4.1 先进机械制造技术的形成与特点 .....	( 8 )
1.4.2 机械制造工艺的技术进展和发展趋势 .....	( 8 )
1.4.3 机床技术的进展与发展趋势 .....	( 10 )
1.4.4 切削加工技术的发展趋势 .....	( 11 )
1.5 机械制造科学技术前沿 .....	( 12 )
1.5.1 计算机集成制造 .....	( 12 )
1.5.2 智能制造 .....	( 12 )
1.5.3 并行工程 .....	( 13 )
1.5.4 精益生产 .....	( 14 )
1.5.5 快速原型制造 .....	( 14 )
1.5.6 超高速切削和磨削 .....	( 14 )
1.5.7 微米/纳米技术 .....	( 14 )
1.5.8 智能机器人 .....	( 14 )
<b>第二章 机械制造基本概念</b> .....	( 16 )
2.1 生产过程、生产类型和生产纲领 .....	( 16 )
2.1.1 生产过程 .....	( 16 )
2.1.2 生产纲领和生产类型 .....	( 16 )
2.2 机械加工工艺过程 .....	( 17 )
2.3 金属切削机床及金属切削过程的概念 .....	( 19 )
2.3.1 金属切削机床的分类 .....	( 19 )
2.3.2 金属切削机床的型号 .....	( 20 )

2.3.3	机床的主要技术参数	(22)
2.3.4	表面成形运动分析	(22)
2.3.5	金属切削过程的基本定义	(24)
2.3.6	机床的运动	(27)
2.3.7	机床的传动原理	(28)
2.4	刀具	(31)
2.4.1	刀具的类型	(31)
2.4.2	刀具切削部分的基本定义	(40)
2.4.3	刀具角度的换算	(43)
2.4.4	刀具的工作角度	(44)
2.4.5	刀具材料	(46)
2.5	机床夹具	(50)
2.5.1	工件的装夹和机床夹具	(50)
2.5.2	夹具的分类	(51)
2.5.3	夹具的组成	(52)
<b>第三章</b>	<b>金属切削的基本规律及应用</b>	<b>(54)</b>
3.1	金属切削过程	(54)
3.1.1	切削变形	(54)
3.1.2	第二变形区的变形	(56)
3.1.3	积屑瘤的形成及其对切削过程的影响	(58)
3.1.4	切屑变形的变化规律	(60)
3.1.5	切屑的类型及其变化	(60)
3.1.6	已加工表面的形成过程	(61)
3.2	切削力	(62)
3.2.1	切削力的来源、合力、分解	(62)
3.2.2	切削力的理论公式	(63)
3.2.3	切削力的实验公式	(64)
3.2.4	切削功率	(65)
3.2.5	影响切削力的因素	(65)
3.3	切削热和切削温度	(71)
3.3.1	切削热的产生和传出	(71)
3.3.2	影响切削温度的主要因素	(71)
3.3.3	切削温度的理论计算	(73)
3.3.4	切削温度对工件、刀具和切削过程的影响	(74)
3.4	刀具磨损与耐用度	(75)
3.4.1	刀具磨损的形式	(75)
3.4.2	刀具磨损的原因	(75)
3.4.3	刀具磨损过程及磨钝标准	(76)
3.4.4	刀具耐用度及其与切削用量的关系	(77)
3.5	刀具合理几何参数的选择	(78)

3.5.1	前角及前刀面形状的选择	(79)
3.5.2	后角和副后角的选择	(81)
3.5.3	主偏角、副偏角及刀尖形状的选择	(82)
3.5.4	刃倾角的选择	(83)
3.6	切削用量的选择	(85)
3.6.1	选择切削用量的原则	(85)
3.6.2	$a_p$ 、 $f$ 、 $v$ 的确定	(86)
<b>第四章</b>	<b>机床主要部件设计理论</b>	<b>(88)</b>
4.1	机床的主轴组件	(88)
4.1.1	主轴组件的基本要求	(88)
4.1.2	主轴组件的布局	(90)
4.1.3	主轴轴承的选择和布置形式	(93)
4.1.4	滚动轴承间隙的调整和预紧	(96)
4.2	机床的支承件及导轨	(98)
4.2.1	支承件的基本要求	(98)
4.2.2	导轨的基本要求	(99)
4.2.3	滑动导轨的设计	(100)
4.2.4	滚动导轨简介	(108)
<b>第五章</b>	<b>车床</b>	<b>(111)</b>
5.1	概述	(111)
5.2	CA6140 型普通车床	(111)
5.2.1	机床的布局	(111)
5.2.2	机床的主传动系统	(112)
5.2.3	进给运动传动系统	(117)
5.2.4	车床的主要结构	(124)
5.3	MJ-50 数控车床	(135)
5.3.1	MJ-50 数控车床的布局	(136)
5.3.2	MJ-50 数控车床的传动系统	(138)
5.3.3	MJ-50 数控车床的自动回转刀架和自动控制尾架结构	(139)
<b>第六章</b>	<b>齿轮加工机床</b>	<b>(140)</b>
6.1	概述	(140)
6.1.1	定义及分类	(140)
6.1.2	齿轮轮齿的加工方法	(140)
6.2	滚齿加工与滚齿机	(141)
6.2.1	滚齿原理	(141)
6.2.2	滚切直齿圆柱齿轮的运动分析	(141)
6.2.3	滚切斜齿圆柱齿轮的运动分析	(143)
6.3	Y3150E 型滚齿机	(145)
6.3.1	机床的用途及布局	(145)
6.3.2	机床的传动系统分析	(146)

6.3.3	Y3150E 型滚齿机的合成机构 .....	(150)
6.4	插齿加工与插齿机 .....	(152)
6.4.1	插齿原理 .....	(152)
6.4.2	Y5132 型插齿机 .....	(152)
6.5	磨齿加工和磨齿机 .....	(155)
6.5.1	磨齿加工原理 .....	(155)
6.5.2	Y7132A 型磨齿机 .....	(156)
<b>第七章</b>	<b>数控镗铣加工中心</b> .....	<b>(161)</b>
7.1	概述 .....	(161)
7.2	加工中心的特性分析 .....	(161)
7.2.1	主传动系统 .....	(161)
7.2.2	进给系统 .....	(163)
7.3	加工中心的自动换刀系统 .....	(163)
7.3.1	自动换刀系统的结构 .....	(163)
7.3.2	刀库的结构 .....	(165)
7.3.3	刀库的容量及选刀方式 .....	(165)
7.4	JCS-018A 立式加工中心 .....	(166)
7.4.1	机床的用途及特点 .....	(166)
7.4.2	机床的传动系统 .....	(167)
7.4.3	机床的主要结构 .....	(169)
<b>第八章</b>	<b>机床夹具设计基础</b> .....	<b>(175)</b>
8.1	工件的定位和定位元件 .....	(175)
8.1.1	工件定位的基本原理 .....	(175)
8.1.2	常用定位方法的定位元件 .....	(178)
8.2	定位误差的分析与计算 .....	(184)
8.2.1	定位误差及其产生的原因 .....	(184)
8.2.2	定位误差的计算 .....	(185)
8.2.3	定位装置设计示例 .....	(192)
8.3	工件夹紧 .....	(193)
8.3.1	夹紧力的确定 .....	(194)
8.3.2	常用三种基本夹紧机构 .....	(198)
8.4	几种常用典型夹具 .....	(208)
8.4.1	联动夹紧机构 .....	(208)
8.4.2	对中与定心夹紧机构 .....	(209)
<b>第九章</b>	<b>机械加工工艺规程的制订</b> .....	<b>(211)</b>
9.1	机械加工工艺规程的形式、作用及制订步骤 .....	(211)
9.1.1	机械加工工艺规程的类型、型式和格式 .....	(211)
9.1.2	机械加工工艺规程的作用 .....	(214)
9.1.3	机械加工工艺规程制订的步骤 .....	(214)
9.2	零件工艺分析和毛坯的选择 .....	(215)



9.2.1	零件的技术要求分析 .....	(215)
9.2.2	零件的结构工艺性分析 .....	(216)
9.2.3	毛坯的选择 .....	(217)
9.3	定位基准及其选择 .....	(219)
9.3.1	基准的概念及其分类 .....	(219)
9.3.2	定位基准的选择 .....	(221)
9.4	机械加工工艺路线的拟订 .....	(224)
9.4.1	表面加工方法的选择 .....	(224)
9.4.2	加工顺序的安排 .....	(228)
9.4.3	工序集中与工序分散 .....	(230)
9.4.4	机床和工艺装备的选择 .....	(231)
9.5	加工余量和工序尺寸的确定 .....	(231)
9.5.1	加工余量及其影响因素 .....	(231)
9.5.2	确定加工余量的方法 .....	(234)
9.5.3	工序尺寸及其公差确定 .....	(234)
9.6	计算机辅助工艺规程设计 .....	(235)
9.6.1	CAPP 的基本结构 .....	(235)
9.6.2	CAPP 的类型 .....	(236)
9.7	机械加工的生产率和技术经济性分析 .....	(238)
9.7.1	机械加工时间定额 .....	(238)
9.7.2	提高机械加工中生产率的工艺途径 .....	(239)
9.7.3	机械加工的技术经济性分析 .....	(242)
9.8	机械加工工艺规程制订实例 .....	(244)
9.8.1	零件的结构和技术要求分析 .....	(244)
9.8.2	零件的加工工艺过程 .....	(245)
9.8.3	基准选择分析 .....	(246)
9.8.4	主要加工工序分析 .....	(247)
<b>第十章</b>	<b>机械制造中的尺寸链</b> .....	<b>(249)</b>
10.1	尺寸链的基本概念 .....	(249)
10.1.1	尺寸链的组成 .....	(249)
10.1.2	尺寸链的特性和形式 .....	(250)
10.2	尺寸链计算的基本公式 .....	(251)
10.2.1	直线及角度尺寸链的计算公式 .....	(251)
10.2.2	平面尺寸链的计算方法 .....	(257)
10.3	工艺尺寸链的解算 .....	(259)
10.3.1	定位基准与设计基准不重合时的尺寸换算 .....	(259)
10.3.2	测量基准与设计基准不一致时的工艺尺寸链的计算 .....	(259)
10.3.3	加工中需同时保证多尺寸的尺寸换算 .....	(261)
10.3.4	需多次加工时设计基准标注尺寸时,工序尺寸的换算 .....	(262)
10.3.5	需保证表面处理层的深度时工序尺寸的换算 .....	(263)

10.3.6	用跟踪图解法解算工艺尺寸链	(264)
10.4	装配尺寸链的计算方法	(268)
10.4.1	装配精度	(268)
10.4.2	装配精度与零件精度的关系	(269)
10.4.3	装配尺寸链的建立	(270)
10.4.4	装配方法及其选择	(274)
<b>第十一章</b>	<b>机械加工精度</b>	(287)
11.1	概述	(287)
11.1.1	机械加工精度的概念	(287)
11.1.2	影响机械加工精度的因素	(287)
11.2	工艺系统的几何误差	(288)
11.2.1	原理误差	(288)
11.2.2	机床的几何误差	(288)
11.2.3	装夹误差和夹具误差	(293)
11.2.4	刀具误差	(293)
11.2.5	调整误差	(293)
11.3	工艺系统的受力变形	(294)
11.3.1	基本概念	(295)
11.3.2	工艺系统刚度的特点及影响因素	(296)
11.3.3	工艺系统受力变形对加工精度的影响	(300)
11.3.4	减小工艺系统受力变形的途径	(306)
11.4	工艺系统的热变形	(309)
11.4.1	概述	(310)
11.4.2	机床热变形对加工精度的影响	(310)
11.4.3	刀具热变形对加工精度的影响	(311)
11.4.4	工件热变形对加工精度的影响	(312)
11.4.5	减小工艺系统热变形的途径	(314)
11.5	工件残余应力	(316)
11.5.1	残余应力引起的变形	(317)
11.5.2	减少残余应力及其所引起变形的措施	(318)
11.6	加工误差的统计分析	(319)
11.6.1	加工误差的性质和分类	(319)
11.6.2	加工误差的综合	(319)
11.6.3	加工误差的统计分析法	(320)
<b>第十二章</b>	<b>机械加工表面质量</b>	(332)
12.1	概述	(332)
12.1.1	机械加工表面质量的概念	(332)
12.1.2	机械加工表面质量对零件使用性能的影响	(332)
12.2	影响加工表面质量的工艺因素	(334)
12.2.1	切削加工时的影响因素	(334)

12.2.2	磨削加工时的影响因素·····	(337)
12.3	提高机械加工表面质量的工艺方法·····	(340)
12.3.1	研磨·····	(340)
12.3.2	珩磨·····	(343)
12.3.3	超精加工·····	(346)
12.3.4	滚压加工和喷丸强化·····	(348)

# 1 绪 论

## 1.1 机械制造业的地位及我国的现状

### 1.1.1 机械制造业的地位

在国民经济的各条战线上广泛使用着大量的机床、机器、仪器及工具等,这些工艺装备都是由机械制造业提供的。机械制造业的主要任务就是围绕各种工程材料的加工技术,研究其工艺并设计和制造各种工艺装备。机械制造业是国民经济各部门的装备部,它不仅为传统产业的改造提供现代化的装备,同时也为新兴的产业提供前所未有的技术装备。机械制造业的发展直接影响和制约着工业、农业、交通、科研和国防各部门的生产技术和整体水平,进而影响着一个国家的综合生产实力及国家的强盛。美国在 20 世纪 80 年代末明确提出:“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”,“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”。可见,机械制造业是国民经济赖以发展的基础,是国家经济实力和水平的综合体现。21 世纪是科学技术、综合国力竞争的年代,必须大力发展机械制造业及机械制造技术。

### 1.1.2 我国机械制造业的现状

我国的机械制造业起步较晚,但经过 40 多年的努力,我国的机械工业已有了长足的进步,主要表现在机械产品品种的增加、关键设备的研制能力的提高、机械工业自身装备水平的上升、设计理论和方法的革新,等等。但是,总的来说,我国机械工业科技水平的提高主要是依靠引进技术的格局尚未发生根本性的变革,自身应变能力和国际竞争能力尚未明显增强。主要表现在:

1) 我国生产的机床与国外生产的同类产品相比,性能差,功能范围窄;机床的自动化水平低,机床数控率低;机床的动态精度和稳定性不高,加工精度较低。

2) 在刀具方面,超硬刀具及相应刀具材料的应用尚处于开始阶段;新结构刀具和精密刀具占刀具总量的比例小。

3) 在加工工艺方面,超精加工水平较低;自动化加工、管理均处于研究阶段。

4) 我国在机械制造基本理论及应用技术的研究方面明显落后,人员技术素质也跟不上现代机械制造业飞速发展的需要。

5) 设计开发能力低,技术落后,基础数据不完整,引进技术的消化吸收工作尚停留在测绘、仿制、实现国产化和批量生产的低层次上,还未能充分掌握设计技术。

6) 生产制造技术落后,仍处在机械化生产为主的阶段,与国外工业发达国家开始发展以计

算机控制的柔性化、智能化、集成化为特征的自动化生产相比,在生产技术上存在着阶段性差距。

7)基础件、专用集成芯片和关键专用材料的发展不能满足先进的整机发展的需要。

8)预先研究开展不够,在新技术原理、新测试方法、新工艺、新材料等方面缺乏必要的技术储备,影响机械工业发展的后劲。

因此,我国的机械制造业面临着光荣而艰巨的任务,必须努力学习和工作,培养高水平的人才和提高现有人员的素质,学习和掌握当代最先进的科学技术,以缩小我国机械工业科技水平与国外先进水平之间的差距,使我国的机械制造业赶上世界先进水平。

## 1.2 机械制造过程及机械制造系统

### 1.2.1 机械制造过程

在现代化的制造工业中,机械产品的生产过程是一个大的系统工程。该过程根据内容的不同可分为三个阶段:第一阶段是产品的决策阶段;第二阶段是产品的设计和研究阶段;第三阶段是产品的制造阶段,如图 1-1 所示。

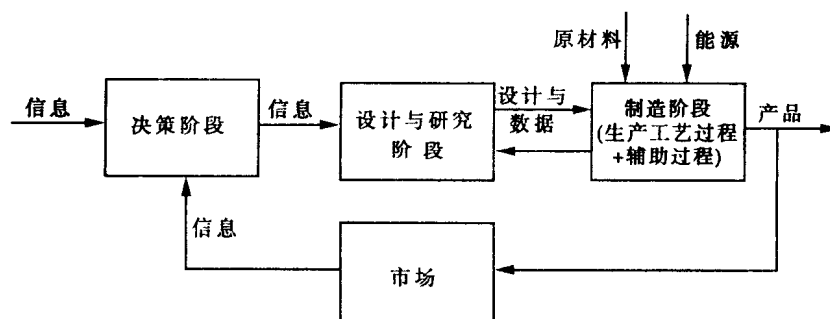


图 1-1 机械产品生产过程

产品的制造阶段即是把原材料转变为成品的过程,这一过程包括原材料的运输和保管、生产准备、毛坯准备、机械加工、装配与调试、质量检验、成品包装等不同的工作。在这一过程中,运输、保管、准备、包装、检验等称为辅助过程,而毛坯制造、机械加工、热处理、装配等直接改变毛坯或零件的形状尺寸、材料性能的过程称为生产工艺过程或工艺过程。

生产工艺过程中的机械加工、装配调试等称为机械制造工艺过程。这一过程的工作是把已通过铸造、焊接、锻造等方法得到的毛坯进行机械切削等加工,并装配成机器。

### 1.2.2 机械制造工艺与流程

机械制造工艺与流程(图 1-2)由以下环节组成:

#### (1)原材料和能源供应

机械工业生产的原材料主要包括钢铁为主的金属结构材料(如棒、板、管、线材、型材等);金属原材料(生铁、废钢、铝锭等);各种特种合金、金属粉末、工程塑料、复合材料等。机械工业应用的能源主要有电力、焦炭、可燃气体、重油、蒸汽、压缩空气等。

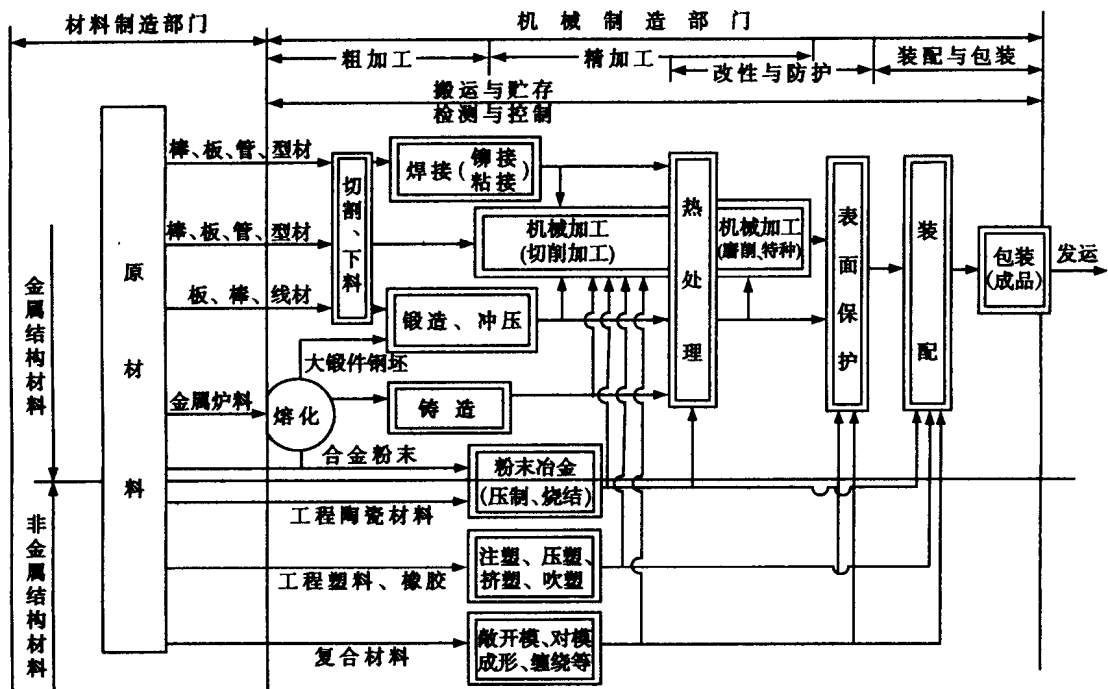


图 1-2 机械制造工艺与流程图

### (2) 毛坯和零件成形

金属毛坯和零件的成形方法一般有铸造、压力加工、焊接等。其他材料(粉末材料、工程材料、复合材料、工程陶瓷等)另有各自的特种成形方法。随着复合工艺的出现,采用两种以上方法制造毛坯的铸—锻、铸—焊、冲—焊、铸—锻—焊结构零件也不断出现。

### (3) 零件机械加工

零件机械加工是指采用切削、磨削、特种加工等加工方法,逐步改变毛坯的形态(形状、尺寸及表面质量),使其成为合格零件的过程。

### (4) 材料改性与处理

材料改性与处理通常指热处理以及电镀、转化膜、涂装、热喷涂等表面保护工艺,用以改变零件的整体、局部或表面的金相组织及物理力学性能,使其具有复合要求的强韧性、耐磨性、耐腐蚀性及其他特种性能。材料改性与处理根据需要可在机械加工的不同阶段进行。

### (5) 装配与包装

装配是把零件按一定的关系和要求连接或组合成部件和整台机械产品的工艺过程,它包括零件的固定、连接、检验和试验等工作。

### (6) 搬运与储存

搬运与储存统称物流,是合理安排生产过程中各种物料(原材料、工件、成品、工具、辅助材料、废品废料等)的流动与中间储存技术,它贯穿于从原材料进厂到产品出厂的全过程。

### (7) 检测与质量监控

检测与质量监控是保证工艺过程的正确实施和产品质量所使用的一切质量保证控制措施,也贯穿于整个机械制造工艺过程。

### 1.2.3 机械制造系统

在产品的机械制造过程中,大部分工作是机械加工。机械加工主要是指通过金属切削的方法改变毛坯的形状、尺寸的过程。虽然随着加工技术的发展,电火花加工、激光加工、电解加工及快速成形法等新的特种加工方法开始被用来进行金属的加工,但目前仍然主要是应用金属切削刀具来进行切削加工。图 1-3 是一个典型的金属切削的示例。由图可知,机床通过夹具装夹工件,同时也夹持切削刀具。加工时,机床根据选好的切削参数提供工件与刀具的相对运动,即产生切削加工。

这里,机床(夹具)—刀具—工件组成了机械加工工艺系统。

随着机械制造技术、计算机技术、信息科学的发展,以及为了能更有效地对机械制造过程进行控制,大幅度提高加工质量和加工效率,人们在机械加工工艺系统的基础上提出了机械制造系统的概念。机械制造系统由各种机床、刀具、自动装夹搬运装置及制造的工艺方案等组成。输入系统的是一定的材料毛坯及信息等,而输出则为加工后的零件、部件或机械产品。图 1-4 为单台机床组成的机械制造系统。其中机床用来向制造过程提供刀具与工件之间的相对位置和相对运动,为改变工件形状、质量提供能力。机床可看成是由三个子系统组成:定位子系统用来建立刀具与工件的相对位置(可通过夹具);运动子系统为加工提供切削速度和进给量;能量子系统为加工提供能量。刀具则与定位子系统相连,并通过运动子系统与工件产生相对运动。输出的零件信息可反馈给控制装置,以便使加工不断地进行。

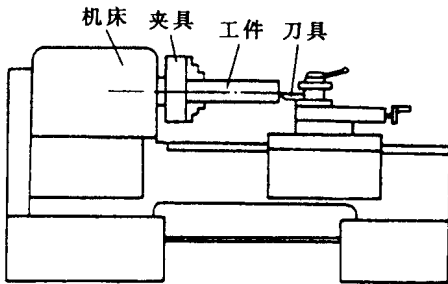


图 1-3 机械加工工艺系统的组成

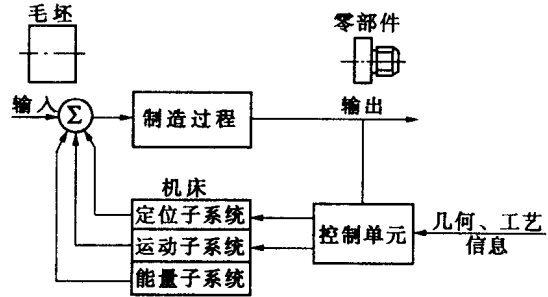


图 1-4 单台机床的机械制造系统

随着机械工业和科学技术的迅速发展,机械制造的概念由狭义到广义,由局部到整体,由断续零散到成套系统,使现代的制造概念进一步演变成以整个制造过程为服务对象,以提高质量、效率、效益、竞争力为目标的系统,即机械制造系统是直接输入原材料和毛坯,通过各种加工、检验、装配、储运等基本活动,最后输出成品的系统,如图 1-5 所示。机械制造系统也可看成是由物料流和信息流两部分组成的系统,物料流是指原材料转变、储存、运输的过程;信息流是指围绕制造过程所用到的各种知识、信息和数据的处理、传递、转换和利用。从图 1-5 中可知,它基本上包含了技术和生产管理两个方面。首先从产品图纸上获得的信息和数据是整个制造过程的依据,是制造活动的初始信息源。为了进行产品的制造,系统还必须通过工艺设计,确定用什么方法和手段,对制造过程进行技术组织和管理,编制工艺规程,设计夹具量具,确定工时和工序费用,并应能给出机床的数控数据。与此同时,为了使制造过程有条不紊地进行,还必须建立生产计划与控制系统,根据下达的生产任务与系统资源的利用情况,对生产作业作出合理安排。

为了提高机械制造系统的自动化加工程度,采用计算机对加工过程进行控制,并配有质量

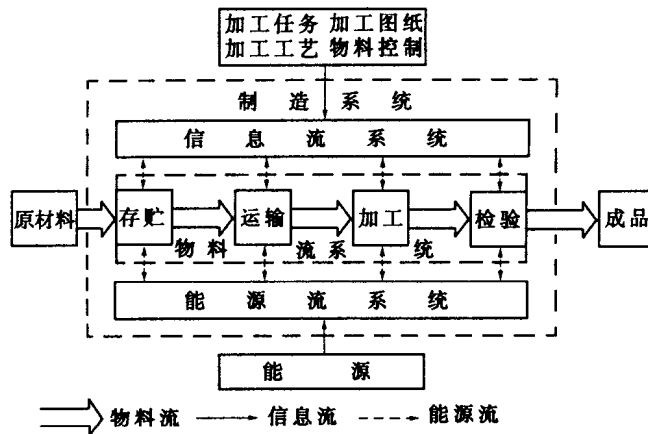


图 1-5 机械制造系统的组成

监测等手段,同时对加工过程进行先进的、科学的管理。目前,常见的机械制造系统有:加工中心单级制造系统、多台机床组成的多级计算机集成制造系统。随着制造技术的进一步发展,机械制造系统的概念将扩展为更先进的无人车间或无人工厂。

## 1.3 机械制造工艺方法及选择

### 1.3.1 机械制造工艺方法分类

机械制造工艺方法很多,可以按多种特征进行分类。根据我国现行的行业标准(JB. T5992-92),可分为下列类别:

#### (1) 铸造

- 1) 砂型铸造:湿型铸造,干型铸造,表面干铸造,自硬型铸造。
- 2) 特种铸造:金属型铸造,压力铸造,离心铸造,熔模铸造,壳型铸造,连续铸造。

#### (2) 压力加工

- 1) 锻造:自由锻,胎模锻,模锻,平锻,墩锻。
- 2) 轧制:冷轧,热轧。
- 3) 冲压:冲裁,弯曲,成形,精整。
- 4) 挤压:冷挤压,温挤压,热挤压。
- 5) 旋压:普通旋压,变薄旋压。
- 6) 拉拔:冷拔,热拉拔。

#### (3) 焊接

- 1) 电弧焊:无气体保护焊,埋弧焊,熔化极气体保护电弧焊,非熔化极气体保护电弧焊,等离子电弧焊。
- 2) 电阻焊:点焊,缝焊,凸焊,电阻对焊。
- 3) 气焊:氧—燃气焊,空气燃气焊,氧—乙炔喷焊,气割。
- 4) 压焊:超声波焊,摩擦焊,锻焊,高机械能焊,扩散焊,气压焊,冷压焊。
- 5) 特种焊接:铝热焊,电渣焊,气电立焊,感应焊,光束焊,电子束焊,储能焊。



6) 钎焊: 硬钎焊, 软钎焊, 钎接焊。

(4) 切削加工

1) 刀具切削: 车削, 铣削, 刨削, 插削, 钻削, 镗削, 拉削, 刮削。

2) 磨削: 砂轮磨削, 砂带磨削, 珩磨, 研磨, 超精加工。

3) 钳加工: 划线, 手工锯削, 锉削, 手工刮削, 手工打磨, 手工研磨, 平衡。

(5) 特种加工

1) 电物理加工: 电火花加工, 电子束加工, 离子束加工, 等离子加工, 激光加工, 超声加工。

2) 电化学加工: 电解加工, 电铸。

3) 化学加工。

4) 复合加工: 电解磨削, 加热机械切削, 振动切削, 超声研磨, 超声电火花加工。

5) 特种加工: 高压水切削, 爆炸索切割。

(6) 热处理

1) 整体热处理: 退火, 正火, 淬火, 淬火与回火, 调质, 稳定化处理, 固溶处理, 时效。

2) 表面热处理: 表面淬火, 物理气相沉积, 等离子体化学气相沉积。

3) 化学热处理: 渗碳, 碳氮共渗, 渗氮, 氮碳共渗, 渗其他金属, 渗其他非金属, 多元共渗, 熔渗。

(7) 覆盖层

1) 电镀: 镀单金属, 镀合金, 镀复合材料层。

2) 化学镀: 无电流镀, 接触镀。

3) 真空沉积: 化学气相沉积, 物理气相沉积, 离子溅射, 离子注入。

4) 热浸镀。

5) 转化膜: 化学转化, 电化学转化。

6) 热喷涂: 熔体热喷涂, 燃气热喷涂, 电弧喷涂, 等离子喷涂, 电热喷涂, 激光喷涂, 喷焊。

7) 涂装: 手工涂, 喷涂, 浸涂, 淋涂, 机械辊涂, 电泳。

8) 其他: 包覆, 衬里, 搪瓷, 机械镀。

(8) 装配与包装

1) 装配: 部件装配, 总装。

2) 试验与检验: 试验, 检验。

3) 包装: 内包装, 外包装。

(9) 其他

1) 粉末冶金: 轴向压实, 等静压压实, 挤压与轧制。

2) 冷作: 弯形, 扩张, 收缩, 整形。

3) 非金属材料成形: 聚合材料成形, 橡胶材料成形, 玻璃成形, 复合材料成形。

### 1.3.2 各种机械加工方法的特点与选择

在机械制造工艺流程中机械加工(切削加工)占有主要的地位,不同的机械加工方法决定了机床、刀具及其他工艺装备的选择。由毛坯加工成零件,通常也有多种机械加工方法可供选择。为了合理选择机械加工方法,主要应考虑如下因素:

(1) 零件的表面形状和尺寸

零件的表面形状和尺寸决定了可能采用的加工方法种类和加工机床。任何零件均由若干