

高等学校教材

# 机械制造工艺设计指导

主 编 马正元  
副主编 吴玉厚 杨春发 王 凡

东北大学出版社

## (辽) 新登字第 8 号

### 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺设计指导/马正元 主编. —沈阳:  
东北大学出版社, 1995. 2  
ISBN 7-81006-759-1

I. 机… I. 马… III. 机械制造工艺-机械设计  
IV. TH162

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 01740 号

### 内 容 提 要

本书是《机械制造工艺学》系列教材之一。内容包括：机械制造工艺设计概述、机械加工工艺规程设计、专用夹具设计、机械加工余量、切削加工的经济精度和表面粗糙度、切削用量、常用工艺方法基本时间计算、金属切削机床、刀具与量具、机床夹具设计常用资料、机械制造工艺设计实例、机械制造工艺设计题目选编等 4 篇 10 章。与本书配套使用的另外两本书是《机械制造工艺学》和《机械制造工艺学学习指导、习题及解题分析》。

本书可供高等工科院校机械制造工艺与设备专业及相近专业的师生进行课程设计与毕业设计使用。也可供工程技术人员参考。

©东北大学出版社出版

(沈阳·南湖 110006)

沈阳市宏业印刷厂印刷

东北大学出版社发行

1995 年 2 月第 1 版

1995 年 2 月第 1 次印刷

开本：787×1092 1/16

印张：14.75

字数：368 千字

印数：1~5000 册

定价：12.80 元

## 序

为了适应教学改革深入发展的需要,编出不同特点、符合教学要求的教学用书,沈阳地区工科院校根据国家教委机械制造工艺及设备专业课程教学指导委员会制订的《机械制造工艺学》课程基本要求,组织编写了《机械制造工艺学》系列教材,包括:《机械制造工艺学》、《机械制造工艺学学习指导、习题及解题分析》、《机械制造工艺设计指导》等三种书。

本系列教材的主要特点:

1. 系统总结了各院校多年来《机械制造工艺学》课程的教学经验和教学法,教材内容取舍合理、适度,特别注意了便于教师教学和学生学习;

2. 本系列教材在体系上作了科学分工,内容既充分体现了传统的教学内容,同时又适当地反映了机械制造技术的新发展;

3. 本系列教材使《机械制造工艺学》课程教学的各阶段从教学用书上能紧密配合、互相呼应,且符号及计算公式统一,系统性好。

本系列教材是在《机械制造工艺学》系列教材编委会组织下编写的。期望本系列教材能使全面、系统地了解及掌握本学科的基本内容、基本理论、基本方法及基本技能,对提高教学质量有所推动。

教材中有不妥之处,请批评指正。

《机械制造工艺学》系列教材编委会

1994. 6.

### 《机械制造工艺学》系列教材编委会

主任委员: 郑焕文

副主任委员: 王生力 经以广

委 员: 郑焕文 王生力 经以广 蔡光起

马正元 孙凤臣 朱银寿 吴玉厚

原所先 杨春发 蔡宝义 王 凡

## 前 言

《机械制造工艺设计指导》是《机械制造工艺学》系列教材之一。本书是按机械制造工艺及设备专业教学指导委员会制订的教学大纲要求，结合多年教学实践经验，为适应学生进行机械制造工艺设计的需要而编写的一本机械制造工艺设计指导手册。

本书按机械制造工艺设计的实际设计程序，逐步阐述设计过程、设计内容和设计要求，循序渐进。对设计中涉及到的必要知识，结合主教材给予适当的扩展和深入的讲解；对设计过程中常出现的应注意问题给予了必要的说明。全书在资料选择上注重结合教学上的实际需要，精选工艺设计必需的内容。在资料处理上尽量删繁就简、详略结合，既照顾到内容的完整性，又不使篇幅过大；既能使学生受到全面的基本训练，又避免了不必要的重复。书中对于有关表格给出了查表说明和查表指导，有关章节后给出了计算实例。书中给出了完整的工艺设计实例，编入了设计题目选编，增强了本书的易读性和实用性。建议在工艺设计之前由教师宣讲第1篇或由学生先行阅读。

书中的名词术语符合国家标准 GB4863—85《机械制造工艺基本术语》，并附英文对照。与主教材相一致，全书采用符合标准的统一符号，采用法定计量单位国际单位制。有关资料均选用了最新标准、计算公式和数据。

本书由沈阳地区高等工科院校联合编写。马正元任主编，吴玉厚、杨春发、王凡任副主编。各篇章的作者是：沈阳工业大学马正元（第1篇第1、2章、第2篇第4、5章、第6章的6.1~6.7、第四篇），沈阳建筑工程学院吴玉厚、蔡宝义（第1篇第3章、第2篇第6章的6.8~6.10、第7和10章），东北大学胡明（第2篇第4和5章），沈阳工业学院朱银寿、王凡（第6章的6.1~6.7），沈阳工业大学杜昌民（第2篇第8和9章），沈阳工业大学杨春发（第3篇）。

本书供高等工科院校机械制造工艺及设备专业以及相近专业的师生在机械制造工艺学课程设计和毕业设计中使用，也可供工程技术人员进行工艺规程设计与夹具设计时参考。

对于本书不足之处，恳请读者批评指正。

编者

1994.10

# 目 录

## 序 前 言

### 第 1 篇 机械制造工艺设计

#### 第 1 章 机械制造工艺设计概述..... (1)

- 1.1 机械制造工艺设计的目的 ..... (1)
- 1.2 机械制造工艺设计的选题 ..... (1)
- 1.3 机械制造工艺设计的内容与步骤 ..... (2)
- 1.4 机械制造工艺设计的工作量 ..... (3)

#### 第 2 章 机械加工工艺流程设计..... (4)

- 2.1 《机械加工工艺流程综合卡片》的设计内容和要求 ..... (4)
- 2.2 生产类型的确定 ..... (6)
- 2.3 零件的工艺性分析 ..... (8)
- 2.4 毛坯的选择..... (10)
- 2.5 定位基准的选择..... (10)
- 2.6 工艺路线的拟定..... (16)
- 2.7 机床与工艺装备的选择..... (19)
- 2.8 机械加工余量及工序尺寸与公差确定..... (20)
- 2.9 切削用量的确定..... (21)
- 2.10 时间定额 ..... (22)
- 2.11 工艺过程的技术经济分析..... (22)

#### 第 3 章 专用夹具设计 ..... (23)

- 3.1 专用夹具设计的基本要求..... (23)
- 3.2 专用夹具的设计步骤..... (23)

### 第 2 篇 机械制造工艺设计的常用资料

#### 第 4 章 机械加工余量 ..... (31)

- 4.1 基本概念..... (31)

|            |                          |              |
|------------|--------------------------|--------------|
| 4.2        | 毛坯机械加工余量                 | (31)         |
| 4.3        | 工序间机械加工余量                | (44)         |
| <b>第5章</b> | <b>切削加工的加工经济精度和表面粗糙度</b> | <b>(55)</b>  |
| 5.1        | 切削加工能够达到的尺寸经济精度          | (55)         |
| 5.2        | 切削加工能够达到的形状经济精度          | (58)         |
| 5.3        | 切削加工能够达到的相互位置经济精度        | (58)         |
| 5.4        | 切削加工能够达到的表面粗糙度           | (61)         |
| <b>第6章</b> | <b>切削用量</b>              | <b>(64)</b>  |
| 6.1        | 车削与镗削                    | (64)         |
| 6.2        | 铣削                       | (74)         |
| 6.3        | 刨削与插削                    | (81)         |
| 6.4        | 钻削与铰削                    | (88)         |
| 6.5        | 磨削                       | (96)         |
| 6.6        | 拉削                       | (112)        |
| 6.7        | 螺纹加工                     | (114)        |
| 6.8        | 齿轮、花键加工                  | (118)        |
| 6.9        | 光整加工                     | (126)        |
| 6.10       | 组合机床切削用量                 | (127)        |
| <b>第7章</b> | <b>常用工艺方法基本时间计算</b>      | <b>(131)</b> |
| 7.1        | 车削基本时间计算                 | (131)        |
| 7.2        | 铣削基本时间计算                 | (132)        |
| 7.3        | 钻削与铰削基本时间计算              | (134)        |
| 7.4        | 刨削与插削基本时间计算              | (135)        |
| 7.5        | 磨削基本时间计算                 | (136)        |
| 7.6        | 螺纹加工基本时间计算               | (138)        |
| 7.7        | 齿轮加工基本时间计算               | (139)        |
| 7.8        | 拉削基本时间计算                 | (139)        |
| <b>第8章</b> | <b>金属切削机床</b>            | <b>(141)</b> |
| 8.1        | 通用机床型号                   | (141)        |
| 8.2        | 金属切削机床的主要技术参数            | (141)        |
| <b>第9章</b> | <b>刀具与量具</b>             | <b>(157)</b> |
| 9.1        | 金属切削刀具                   | (157)        |
| 9.2        | 常用测量工具                   | (167)        |

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| <b>第 10 章 机床夹具设计常用资料</b> ..... | (170) |
| 10.1 定位元件 .....                | (170) |
| 10.2 导向元件 .....                | (174) |
| 10.3 夹紧元件 .....                | (179) |
| 10.4 对刀元件 .....                | (183) |
| 10.5 定向键 .....                 | (186) |

**第 3 篇 机械制造工艺设计实例**

**第 4 篇 机械制造工艺设计题目选编**

# 第 1 篇 机械制造工艺设计

## 第 1 章 机械制造工艺设计概述

### 1.1 机械制造工艺设计的目的

机械制造工艺 [Machine—building technology] 设计是实践性教学环节。教学安排上是在完成生产实习,学完机械制造工艺学和其它专业课之后进行。学生通过机械制造工艺设计使所学理论与生产实践相结合,受到机械工程师的初步基本训练。

机械制造工艺设计分为课程设计和毕业设计。二者的教学时数和难易程度不同,但训练的目的基本相同,学校可以根据自己的教学安排使学生至少完成一项设计。

机械制造工艺设计的教学目的如下:

(1) 具有制定工艺规程 [Procedure] 的初步能力。能综合运用机械制造工艺学和其它课程的基本理论和方法,正确地制定一个零件的机械加工工艺规程。

(2) 具有设计专用工艺装备 [Tooling] 的初步能力。能够按指定要求,正确地设计专用工艺装备 (通常是专用夹具),提高结构设计能力。

(3) 结合工艺设计 [Process design、process planning] 内容,能够熟练应用工艺计算的方法,正确地进行工艺计算,如工艺参数、切削力、切削功率、切削速度、夹紧力、定位误差等。

(4) 学会熟练地使用设计手册、参考资料和参考书。

(5) 通过工艺设计的全过程,使学生学会进行工艺设计的程序和方法,培养独立思考和独立工作的能力。

### 1.2 机械制造工艺设计的选题

机械制造工艺设计题目决定设计内容。工艺设计内容应根据专业的培养目标,使学生受到必要的基本训练。在选题时应充分考虑实现综合训练,题目具有一定的先进性,最好结合生产实际。工艺设计题目一般有以下三种类型:

#### 1. 传统的机械制造工艺设计

这类题目是按照指定零件制定其机械加工工艺规程,设计指定工序的专用机床夹具。零件最好是工厂正在改进生产的产品,以便易于实现实习。为了调节设计工作量,可以通过限定生产类型来影响工艺规程和夹具的复杂程度,也可以增加专用刀具或专用量具的设计。生产类型一般定为中批生产规模以上。这类题目使学生在机械制造工艺方面能受到较全面的基



本训练，是宜于选为课程设计和毕业设计的题目。

2. 专用工艺设备设计

这类题目是设计零件指定工序的工艺设备 [Manufacturing equipment]，一般是设计专用机床或组合机床及其非通过部件。专用工艺设备需在零件的工艺方案确定之后才能设计，因此在内容上是工艺设计和结构设计并重的题目。这类题目的工作量往往偏大，可以几人一题，共同制定方案，分头设计，使学生受到综合训练，常选为毕业设计的题目。

3. 科学研究设计

结合教师的科学研究课题，从中选出适宜的部分作为学生的设计题目。这类题目往往难度较大、参考资料较少、方向性较强，因此不利于综合训练，只适于给少数优秀学生做。在选题时应注意题目的可行性，使学生在规定的时间内经过努力能够完成。

1.3 机械制造工艺设计的内容与步骤

机械制造工艺设计的内容与步骤如下：

(1) 分析研究零件图和产品装配图。绘制零件图。零件图应按《机械制图》国家标准认真绘制，零件图标题栏的尺寸规格见图 1-1。

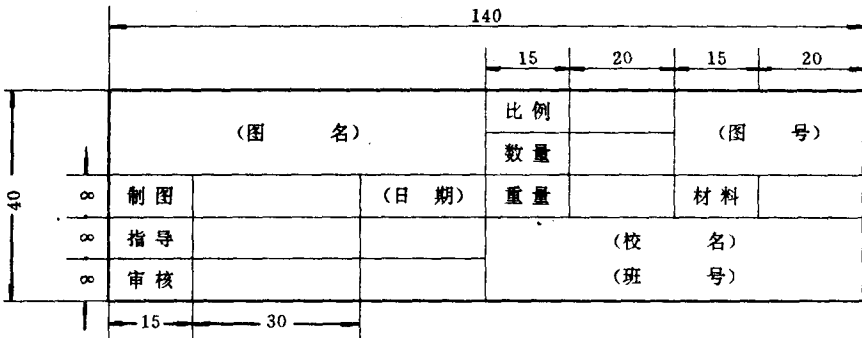


图 1-1 零件图标题栏

(2) 确定毛坯的种类、制造方法和精度，绘制毛坯图（见第 2 章 2.4.2 节，2.8 节）。

(3) 编制机械加工工艺规程。

1) 选择定位基准。

2) 拟定工艺路线。

3) 选择机床及夹具、刀具、量具（见第 8 章，第 9 章）。

4) 确定各加工表面的总余量、工序余量、工序尺寸与公差（见第 2 章 2.8 节，第 4 章）。

5) 确定切削用量（见第 2 章 2.9 节，第 6 章）。

6) 确定时间定额（见第 2 章 2.10 节，第 7 章）。

7) 技术经济分析。

8) 填写《机械加工工艺过程综合卡片》。《机械加工工艺过程综合卡片》的尺寸规格见图 1-3。

(4) 机床夹具设计（详见第 3 章，第 10 章）。夹具装配图标题栏、明细栏的尺寸见图 1-2。



## 第2章 机械加工工艺规程设计

### 2.1 《机械加工艺过程综合卡片》的设计内容和要求

图 1-3 所示的《机械加工艺过程综合卡片》是教学用卡片,与工厂实际应用的工艺规程文件在格式上有较大的区别。但其在内容设置上基本与《机械加工工序卡片》相同,能够达到编制工艺规程基本训练的目的。

#### 2.1.1 《综合卡片》的基本内容

(1) 按图 1-3 所示尺寸以 A1 幅面为单位将《综合卡片》的格式并列画在 A0 幅面图纸上。

(2) 按《综合卡片》表头所列内容逐项填写清楚。

(3) 《工序》[Operation] 列。填写工序号。按确定的工艺路线顺序用自然数编工序号或“5”、“10”的整数倍编工序号。

(4) 《安装(工位)》[Setup (Position)] 列。在同一工序中如工件需二次安装,在该列中填写安装顺序编号;如为多工位加工,则此列中按顺序填写工位编号。

(5) 《工步》[Step, Manufacturing step] 列。填写同一工序中的各工步编号。如在同一工序中有二次安装,则第二次安装后的工步重新起始编号。

(6) 《工序简图》右边的各列按本章各节所确定的内容填写。

#### 2.1.2 《工序说明》的内容和要求

《工序说明》列详细填写各工序加工所必须的工艺资料。先填写工序名称,再按工步顺序填写工步说明。如某工件第 5 工序在立式钻床 Z535 上加工  $\phi 32\text{H}7$  孔,工件材料为铸铁,无预铸孔。其《工序说明》填写内容如下:

| 工序 | 安装<br>(工位) | 工步 | 工 序 说 明                                   |
|----|------------|----|---|
| 5  | 1          |    | 钻、扩、铰 $\phi 32^{+0.025}$ 孔                |
|    |            | 1  | 钻孔至 $\phi 30^{+0.25}$ , $\sqrt{12.5}$     |
|    |            | 2  | 扩孔至 $\phi 31.75^{+0.10}$ , $\sqrt{6.3}$   |
|    |            | 3  | 粗铰孔至 $\phi 31.93^{+0.039}$ , $\sqrt{1.6}$ |
|    |            | 4  | 精铰孔至 $\phi 32^{+0.025}$ , $\sqrt{0.8}$    |
|    |            | 5  | 倒角 $2 \times 45^\circ$                    |

有时在同一工序中加工表面较多,或相近尺寸同形状的表面较多,为便于识别,在工序说明中应加入限定性说明。例如:

以工件加工表面所在的方位限定:钻左端孔至  $\phi 30^{+0.21}$ ,钻右端孔至  $\phi 32^{+0.25}$ ;

| (校名、班号) |              | 40   |    | 60    |    | 40   |      | 60    |      | 40  |      | 60   |      | 40       |      |    |      |     |
|---------|--------------|------|----|-------|----|------|------|-------|------|-----|------|------|------|----------|------|----|------|-----|
|         |              | 零件号  |    | 材料    |    | 毛坯重量 |      | 切削深度  |      | 进给量 |      | 切削速度 |      | 时间定额 (s) |      |    |      |     |
| 工序      | 工序说明         | 工序简图 | 机床 | 夹具或工具 | 刀具 | 量具   | 工作行程 | 工作行程量 | 切削深度 | 进给量 | 主轴转速 | 切削速度 | 基本时间 |          | 辅助时间 |    | 作业时间 |     |
|         |              |      |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      | mm   |          | mm/r |    |      | m/s |
| 10      |              |      |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      |      |          |      |    |      |     |
| 12      |              |      |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      |      |          |      |    |      |     |
| 24      | 机械加工工艺过程综合卡片 | 12   |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      |      |          |      |    |      |     |
| 15      | 工序           | 15   | 90 | 179   | 20 | 20   | 20   | 20    | 20   | 20  | 20   | 20   | 20   | 20       | 20   | 20 | 20   | 20  |
| 15      | 安装 (工位)      | 15   |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      |      |          |      |    |      |     |
| 15      | 工序           | 15   |    |       |    |      |      |       |      |     |      |      |      |          |      |    |      |     |

注：卡片可根据需要延长或缩短

图 1-3 《机械加工工艺过程综合卡片》的规格尺寸

以工件的形状限定：钻小端孔至  $\phi 30^{+0.21}$ ，钻大端孔至  $\phi 32^{+0.25}$ ；

以工件加工表面的尺寸为名限定：钻  $\phi 32^{+0.025}$  孔至  $\phi 30^{+0.21}$ ，钻  $\phi 30^{+0.021}$  孔至  $\phi 28^{+0.21}$ ，钻 M8 底孔  $\phi 6.7$ ；

以在工件加工表面上标记字母符号限定；粗铣 *D* 面和 *E* 面、保证尺寸……，精铣 *C* 面至……。

如此等等，限定的程度和方式以便于识别、不至混淆为限。

### 2.1.3 《工序简图》的绘制内容和要求

《工序简图》列与《工序说明》列一一对应表示相同的工艺内容，更为清楚直观。其绘制内容和要求有以下几点：

(1) 工序简图表示本工序加工时工件的位置、装夹（定位和夹紧）、加工表面、加工尺寸和表面粗糙度等工艺内容。工序简图一般以缩小的比例画出，视图数量能清楚表达出上述内容即可。

(2) 工序简图主视图投影方向应尽量与工件的加工位置一致，即与工件在机床上的装夹位置一致。

(3) 工件的结构、形状、尺寸要与本工序加工后的情况一致，后续工序形成的结构、形状、尺寸不能出现在本工序简图上。

(4) 工序简图用细实线绘制，其中本工序加工表面用粗实线表示。视图中与本工序无关的次要结构和线条可以略去不画。

(5) 工序简图上应标注本工序工序尺寸及上下偏差、加工表面粗糙度、必要的形位公差、主要定位尺寸和外形尺寸。

(6) 工序简图中应标注表 2-4 所示的定位、夹紧符号表示工件的定位及夹紧情况。夹紧符号的标注方向应与夹紧力的实际方向一致。当用符号表示不明确时，可用文字补充说明。

## 2.2 生产类型的确定

### 2.2.1 生产纲领

在制定机械加工工艺规程时，必须知道产品的生产纲领 [Production program]。

生产纲领：包括备品和废品在内的该产品（或零件）的年产量。

零件的生产纲领通常按下式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha\%)(1 + \beta\%)$$

式中  $N$ ——零件的生产纲领（件/年）；

$Q$ ——产品的年产量（台/年）；

$n$ ——每台产品中该零件的数量（件/台）；

$\alpha\%$ ——备品的百分率；

$\beta\%$ ——废品的百分率。

在大量生产中，为了保证均衡生产，还应该根据生产纲领和年时基数计算连续生产产品之间的时间间隔，即生产节拍 [Tact]。节拍时间用下式表示：

$$t = \frac{T}{N} \quad (\text{min})$$

式中  $t$ ——节拍时间 (min);

$T$ ——年时基数。一班生产  $T=2160\text{h}$ , 二班生产  $T=3900\text{h}$ ;

$N$ ——生产纲领。

在制定机械加工工艺规程时不必每个工序都计算生产节拍, 而只需计算主要工序或有代表性的工序即可。考虑到各种因素的影响, 实际允许的节拍时间应按计算节拍时间的 75%~90% 选取。复杂的设备应取小值。

生产纲领由指导教师给出。从教学角度看, 为了使学生能运用较多的知识或平衡教学工作量, 有意将生产纲领取得较大是可以理解的。但如不受任何实际条件限制则易编制出脱离实际的工艺规程, 所以指导教师应按教学要求和生产实际的可能性综合考虑生产纲领。

不同的生产纲领和生产工厂, 其备品率和废品率也不相同。这两项数值最好能让学生到工厂去调查研究后确定, 也可以由指导教师按  $\alpha\% = 4\% \sim 6\%$ ,  $\beta\% = 1.0\% \sim 2.5\%$  给出。

### 2.2.2 生产类型的确定

根据生产纲领的大小和产品的复杂程度, 机械制造业的生产分成三种生产类型: [Types of production]: 单件生产、成批生产和大量生产。成批生产又可分为: 小批生产、中批生产和大批生产。表 2-1 所列生产类型与生产纲领的关系可供确定生产类型时参考。

表 2-1 不同产品生产类型的划分

| 生产类型 | 同种零件生产纲领 (件/年)        |                         |                       |
|------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
|      | 轻型机械产品<br>零件重小于 100kg | 中型机械产品<br>零件重 100~200kg | 重型机械产品<br>零件重大于 200kg |
| 单件生产 | 100 以下                | 20 以下                   | 5 以下                  |
| 小批生产 | 100~500               | 20~200                  | 5~100                 |
| 中批生产 | 500~5 000             | 200~500                 | 100~300               |
| 大批生产 | 5 000~50 000          | 500~5 000               | 300~1 000             |
| 大量生产 | 50 000 以上             | 5 000 以上                | 1 000 以上              |

生产类型不同, 则产品制造的工艺方法、所用的工艺装备以及生产组织形式均不相同, 在工艺规程设计中必须深入细致地考虑。各种生产类型的工艺特征见表 2-2。此处应防止不考虑生产类型, 不考虑实际的必要性和经济性, 不考虑设备的利用率, 任意采用先进高效率设备和专用夹具, 以至自动线方案。学生在制定工艺规程时应该有经济性的观点, 其工艺规程应该与生产类型相适应。在保证产品质量, 满足生产纲领的前提下, 经济性好的方案才是好的工艺规程。

表 2-2

各种生产类型的工艺特征

| 特 征         | 类 型                             |                                 |  |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
|             | 单 件 生 产                         | 成 批 生 产                         | 大 量 生 产  |
| 零件生产型式      | 事先不决定是否重复生产                     | 周期地成批生产                         | 长时间连续生产  |
| 毛坯制造方法及加工余量 | 铸件用木模手工造型, 锻件用自由锻。毛坯精度低, 加工余量大  | 部分铸件用金属模, 部分锻件用模锻, 加工余量中等       | 铸件广泛采用金属模机器造型, 锻件广泛采用模锻, 以及其它高生产率的毛坯制造方法, 毛坯精度高, 加工余量小 |
| 工件的互换性      | 一般是配对制造, 没有互换性, 广泛用钳工试配         | 普遍应用互换性, 少量采用钳工试配               | 全部有互换性, 某些精度较高的配合用配磨、配研、选择装配保证                         |
| 机床设备及布置     | 采用通用机床, 按机群式布置                  | 采用部分通用机床及部分高生产率专用机床, 按零件类别分工段安排 | 广泛采用高生产率专用机床及自动机床, 按流水线排列或采用自动线                        |
| 夹具          | 多用通用夹具, 很少用专用夹具, 靠划线和试切法来保证尺寸精度 | 用专用夹具, 部分靠划线和试切法来保证加工精度         | 广泛采用高生产率夹具, 靠夹具及调整法来保证加工精度                             |
| 刀具及量具       | 采用通用刀具万能量具                      | 较多采用专用刀具万能量具                    | 广泛采用高效专用刀具及量具  |
| 对工人技术要求     | 熟练                              | 中等熟练                            | 对操作工人要求一般, 对调整工人技术要求高                                  |
| 工艺文件        | 只编制简单的工艺过程卡片                    | 编制成较详细的工艺卡片                     | 编制工艺卡片或工序卡片, 有详细的工艺文件                                  |
| 发展趋势        | 箱体类复杂零件采用加工中心加工                 | 采用成组技术, 由数控机床或柔性制造系统等进行加工       | 在计算机控制的自动化制造系统中加工, 并可能实现在线故障诊断、自动报警和加工误差自动补偿           |

### 2.3 零件的工艺性分析

零件图是制定机械加工工艺规程最主要的原始资料, 在制定工艺规程之前必须首先加以认真分析研究, 深刻理解零件结构上的特征和主要技术要求, 以便制定出能保证质量、经济合理、满足生产率要求的工艺规程。零件的工艺性分析主要有以下几方面。

### 2.3.1 零件的图纸审查

审查图纸是否完整及是否符合机械制图国家标准，包括以下三方面：

- (1) 零件图的视图是否完整，表达是否清楚。
- (2) 零件图的尺寸、形位公差、表面粗糙度及技术条件是否标注齐全。
- (3) 零件图的绘制是否符合机械制图国家标准。

在教学中，工艺规程设计的零件图都是由指导教师提供的。这些图有的是从工厂选来的，有的传统题目用图则是本校历届学生画的。图中可能有错误或遗漏，学生不应不管其正确与否照抄，以至自己都不明白。学生应该在图纸审查的基础上，确定无误后再画零件图，如发现零件图上有错误、遗漏或不符合国家标准之处，应及时向指导教师提出，经指导教师确认后，对图纸进行必要地修改或补充。

### 2.3.2 零件结构工艺性分析

各种零件的表面都是由一些基本表面及成形表面构成。表面的形状是确定机械加工工艺方法的重要因素。各种表面的不同组合则形成了零件结构上的特点，而这一结构上的特点则对零件的机械加工过程有重大影响。零件结构工艺性 [Technological efficiency of design of part] 是指所设计的零件在能满足使用要求的前提下，制造的可行性和经济性。

在教学上，由于工艺规程设计是在已确定零件图的前提下进行，所以零件结构工艺性分析的目的在于保证质量的前提下，选择合理的工艺方法，经济的、有效率的将其加工出来。应该指出，零件结构工艺性好还是不好，不是绝对的概念。除有些零件结构工艺性明显地属于设计上的幼稚外，保证零件设计的关键是确定正确的、合理的工艺方法和工艺路线。因此，应综合考虑生产类型、毛坯制造、工艺设备、热处理和装配等条件确定之。

### 2.3.3 零件的技术要求分析

零件的技术要求包括下列五方面：

- (1) 各加工表面的尺寸精度；
- (2) 主要加工表面的形状精度；
- (3) 主要加工表面之间的相互位置精度；
- (4) 各加工表面的粗糙度及表面质量方面的其它要求；
- (5) 热处理要求及其它表面处理要求。

根据零件的结构特点，在认真地分析了零件的上述技术要求之后，即可初步确定各表面的加工顺序和机械加工工艺方法，进而初步确定零件的机械加工过程。过高的技术要求会使工艺过程复杂，加工困难，加工成本增加。由于编制工艺规程的零件图是由指导教师指定的，因此学生对零件图上的技术要求不得随意改动，而应该综合运用所学知识，选择可行的工艺方法保证其实现。学生通过对零件技术要求分析和工艺方法的选择，应该初步懂得精度与生产成本的关系，增强对经济性的认识。



## 2.4 毛坯的选择

### 2.4.1 毛坯的选择原则

毛坯 [Blank] 的选择主要是指选择毛坯的种类 (即毛坯的材料和制造方法) 和制造精度。零件的材料是在零件设计时按对其使用的物理机械性能要求确定的, 实际上在零件设计过程中即应对毛坯的种类有充分的考虑。

在制定工艺规程时, 正确地选择毛坯有着重大的技术经济意义。毛坯的种类及其质量对毛坯的制造工艺和成本, 机械加工工艺过程, 工件的加工质量、材料利用率、劳动生产率和工艺成本都有较大的影响。从机械加工角度考虑, 希望尽可能提高毛坯质量, 减少机械加工劳动量, 提高材料利用率, 降低工艺成本。但是这样就势必使毛坯的制造难度增大、成本提高。因此, 在选择毛坯时应综合考虑生产类型、工件材料、工件形状、工艺方法等因素, 兼顾冷、热加工两方面的可能性确定毛坯种类。

在教学上, 主要是选择铸造毛坯和锻造毛坯。表 2-3 列出了毛坯的制造方法及其工艺特点, 可供学生确定毛坯种类时参考。

通过选择毛坯使学生对从毛坯到零件有一个完整清晰的概念, 掌握毛坯的种类、精度和加工总余量与机械加工工艺过程的关系。并可据此设计毛坯和画毛坯图。

### 2.4.2 绘制毛坯图 (零件与加工余量综合图)

按本章 2.8 节确定总余量之后, 便可绘制毛坯图 [Blank drawing]。毛坯图的表示方法和标注要求如下:

(1) 毛坯的轮廓线用粗实线绘制, 零件的实际轮廓用双点划线绘制, 毛坯余量用网状线表示。

(2) 零件的实际轮廓可以只表示总体外形和主要加工面。次要表面和结构要素 (如退刀槽、倒角、实体上加工的孔等) 可以不画, 也不必画余量和标注余量。

(3) 毛坯图上只标注毛坯尺寸及其公差, 余量尺寸 (只标注基本尺寸)。

(4) 毛坯图上要注有必要的技术条件, 通常包括: 材料牌号、毛坯机械加工余量等级和尺寸公差等级、热处理和硬度要求、铸锻件的拔模斜度和圆角半径、毛坯制造的分模面、表面质量要求 (如是否允许气孔、夹砂等) 以及不加工表面涂防锈层等。

## 2.5 定位基准的选择

机械加工工艺规程的制定与定位基准的选择密切相关。在制定零件的机械加工工艺规程时, 一般先考虑选择怎样的精基准定位把各个表面加工出来, 然后考虑选择怎样的粗基准定位把精基准加工出来。因此要求多设想几种定位方案, 周密地考虑定位方案与工艺过程的关系, 尤其对加工精度的影响, 比较它们的优缺点, 择优选择。