



中等专业学校  
电子信息类 规划教材

# 机械制造工艺与夹具

主编 周世学

编者 冯 丰 王建锋

北京理工大学出版社

# 机械制造工艺与夹具

主编 周世学

编者 冯 丰 王建锋

北京理工大学出版社

## 内 容 简 介

本书内容分机械加工基本理论、机械加工工艺分析和夹具设计等部分。本书主要阐述机械加工工艺规程制订；机械加工精度及表面质量分析；装配工艺的基本理论；典型零件加工工艺的特点；夹具设计。

本书具有一定的先进性、综合性、适用性，将传统的加工技术与现代加工技术融为一体，删除了不必要的理论分析和公式推导，强调了对综合职业能力的培养。

本书可作为中等专业学校、高等职业技术学校教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺与夹具/周世学主编. —北京：北京理工大学出版社，1999.8

ISBN 7-81045-582-6

I. 机… II. 周… III. ① 机械制造工艺 ② 夹具-设计 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 14617 号

责任印制：刘京凤 责任校对：郑兴玉

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

邮政编码 100081 电话 (010) 68912824

各地新华书店经售

北京国马印刷厂印刷

\*

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.75 印张 344 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册 定价：21.00 元

---

※图书印装有误，可随时与我社退换※

## 前 言

本教材按原电子工业部的《1996~2000年全国电子信息类专业教材编审出版规划》，由中专电子机械教学指导委员会编审、推荐出版。本教材由天津无线电机械学校周世学任主编，主审莫凯生，责任编委梁国元。

本教材的参考学时数 100 学时，其主要内容为机械制造工艺原理、典型零件加工和夹具等三部分。工艺原理部分主要讲述机械加工工艺规程与装配工艺规程编制的原则和方法，机械加工精度及表面质量，机械加工的生产率与经济性分析；典型零件加工部分主要讲述轴、套、凸轮、箱体、齿轮等典型零件的工艺分析与加工方法；夹具部分主要讲述工件的定位、夹紧、分度装置及夹具体，专用夹具设计步骤和方法。本书对成组技术、计算机辅助工艺规程设计等现代制造技术也作了简要介绍。

本教材由周世学编写绪论、第一章、第二章、第七章；王建锋编写第三章、第四章、第五章、第六章；冯丰编写第八章、第九章、第十章、第十一章、第十二章。北京理工大学樊红亮同志对本书的编写工作给予热情的帮助，在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

## 出版说明

为做好全国电子信息类专业“九五”教材的规划和出版工作，根据国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革的意见》和《普通高等教育“九五”国家级重点教材立项、管理办法》，我们组织各有关高等学校、中等专业学校、出版社，各专业教学指导委员会，在总结前四轮规划教材编审、出版工作的基础上，根据当代电子信息科学技术的发展和面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的要求，编制了《1996~2000 年全国电子信息类专业教材编审出版规划》。

本轮规划教材是由个人申报，经各学校、出版社推荐，由各专业教学指导委员会评选，并由我部教材办与各专指委、出版社协商后，审核确定的。本轮规划教材的编制，注意了将教学改革力度较大、有创新精神、特色风格的教材和质量较高、教学适用性较好、需要修订的教材以及教学急需，尚无正式教材的选题优先列入规划。在重点规划本科、专科和中专教材的同时，选择了一批对学科发展具有重要意义，反映学科前沿的选修课、研究生课教材列入规划，以适应高层次专门人才培养的需要。

限于我们的水平和经验，这批教材的编审、出版工作还可能存在不少缺点和不足，希望使用教材的学校、教师、同学和广大读者积极提出批评和建议，以不断提高教材的编写、出版质量，共同为电子信息类专业教材建设服务。

电子工业部教材办公室

# 目 录

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 绪论 .....                  | (1)   |
| 第一章 机械加工工艺规程的制定 .....     | (2)   |
| 第一节 基本概念 .....            | (2)   |
| 第二节 工艺规程制定的原则和步骤 .....    | (5)   |
| 第三节 零件的工艺性分析 .....        | (7)   |
| 第四节 毛坯选择 .....            | (8)   |
| 第五节 定位基准的选择 .....         | (11)  |
| 第六节 工艺路线的拟定 .....         | (20)  |
| 第七节 加工余量的确定 .....         | (26)  |
| 第八节 工序尺寸及公差确定 .....       | (28)  |
| 第九节 工艺过程的生产率及经济性分析 .....  | (34)  |
| 第十节 机床、工艺装备及其它参数的选择 ..... | (39)  |
| 第二章 机械加工精度与表面质量 .....     | (40)  |
| 第一节 概述 .....              | (40)  |
| 第二节 影响加工精度的因素 .....       | (40)  |
| 第三节 加工误差的综合分析 .....       | (57)  |
| 第四节 保证和提高加工精度的途径 .....    | (66)  |
| 第五节 机械加工的表面质量 .....       | (70)  |
| 第三章 轴类零件加工工艺 .....        | (81)  |
| 第一节 概述 .....              | (81)  |
| 第二节 轴类零件的外圆表面加工 .....     | (84)  |
| 第三节 轴类零件的花键与螺纹加工 .....    | (88)  |
| 第四节 轴类零件加工工艺拟定实例 .....    | (93)  |
| 第四章 套类零件及凸轮加工工艺 .....     | (97)  |
| 第一节 概述 .....              | (97)  |
| 第二节 内孔的加工方法 .....         | (98)  |
| 第三节 套类零件的加工工艺分析 .....     | (100) |
| 第四节 凸轮加工工艺 .....          | (104) |
| 第五章 箱体类零件加工工艺 .....       | (108) |
| 第一节 概述 .....              | (108) |
| 第二节 箱体类零件的平面和孔系加工 .....   | (110) |
| 第三节 箱体类零件加工工艺过程分析 .....   | (116) |
| 第六章 齿轮零件加工工艺 .....        | (121) |
| 第一节 概述 .....              | (121) |
| 第二节 圆柱齿轮的加工 .....         | (123) |
| 第三节 圆柱齿轮加工工艺过程分析 .....    | (133) |
| 第七章 机械装配工艺基础 .....        | (137) |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 第一节 概述 .....                  | (137)        |
| 第二节 装配尺寸链分析 .....             | (142)        |
| 第三节 保证装配精度的方法 .....           | (144)        |
| <b>第八章 机械加工先进工艺技术简介 .....</b> | <b>(157)</b> |
| 第一节 成组技术 .....                | (157)        |
| 第二节 计算机辅助工艺规程设计 .....         | (162)        |
| 第三节 特种加工方法简介 .....            | (164)        |
| <b>第九章 工件的定位装置 .....</b>      | <b>(167)</b> |
| 第一节 定位方法和定位元件的选择 .....        | (167)        |
| 第二节 定位误差的分析与计算 .....          | (173)        |
| <b>第十章 工件的夹紧装置 .....</b>      | <b>(183)</b> |
| 第一节 夹紧装置的组成和要求 .....          | (183)        |
| 第二节 夹紧力的确定 .....              | (184)        |
| 第三节 基本夹紧机构 .....              | (187)        |
| 第四节 其它常用夹紧机构 .....            | (194)        |
| <b>第十一章 分度装置及夹具体 .....</b>    | <b>(200)</b> |
| 第一节 分度装置的类型及其组成 .....         | (200)        |
| 第二节 分度对定机构 .....              | (202)        |
| 第三节 夹具体 .....                 | (203)        |
| <b>第十二章 机床夹具设计步骤和方法 .....</b> | <b>(207)</b> |
| 第一节 设计步骤和方法 .....             | (207)        |
| 第二节 典型实例分析 .....              | (217)        |
| <b>参考文献 .....</b>             | <b>(228)</b> |

# 绪 论

## 一、机械制造工艺与夹具在机械制造业中的作用

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总和。在生产过程中的任何工序,用来迅速、方便、安全地安装工件的装置,称为夹具。将设计图纸转化成产品,离不开机械制造工艺与夹具。它是机械制造业的基础,是生产高科技产品的保障。离开了它就不能开发出先进的产品和保证产品质量,提高生产率,降低成本和缩短生产周期。

## 二、机械制造工艺技术的现状和发展

机械制造工艺技术是在人类生产实践中产生并不断发展的。目前机械制造工艺技术向着高精度、高效率、高自动化发展。精密加工精度已经达到亚微米级,而超精密加工已经进入 $0.01\mu\text{m}$ 级。现代机械产品的特点是多种多样、批量小、更新快,生产周期短。这就要求整个加工系统及机械制造工艺技术向着柔性、高效、自动化方向发展。由于成组技术理论的出现和计算机技术的发展,使计算机辅助设计(CAD),计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助制造(CAM)、数控机床等在机械制造业中广泛应用,大大地缩短了机电产品的生产周期,提高效率,保证了产品的高精度、高质量。

## 三、机械制造工艺与夹具研究的内容、任务及学习方法

机械制造工艺与夹具是以机械制造中的加工问题为研究对象的一门技术学科。它包含的内容主要有热加工问题和冷加工问题。机械制造工艺与夹具一般以冷加工和装配两方面为主。机械制造工艺与夹具研究的宗旨是:保证和提高产品质量;提高劳动生产率;提高经济效益。而管理水平的提高,是解决这三类问题的重要保证。

机械制造工艺与夹具是机电技术应用专业的主要专业课之一。本课的主要内容包括:机械加工工艺规程制定;机械加工精度与表面质量、典型零件加工工艺分析、装配工艺基础、工件的定位与夹紧等。

学习本课程要注意以下几点:

①本课程涉及面广、内容丰富、综合性强。它与《金属工艺学》、《机械加工基础》、《公差配合与技术测量》、《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床》、《计算机应用技术》、《企业管理》等课程都有联系,学习时要注意综合运用。

②实践性强。在学习过程中应该注意掌握基本概念及其在实际中的应用,不要侧重于计算公式的推导,应着重培养提高解决问题的能力。

③灵活性大。工艺理论与工艺方法具有很大的灵活性。对于不同问题,有不同的解决方法,对于同一个问题,也可有多种方法,必须根据具体情况进行分析,运用辩证的方法,选取最佳方案。

由于本课程具有综合性、实践性和灵活性强的特点,仅仅靠课堂学习是不够的,尤其是要抓住实验、实习、实训各环节,培养自己分析和解决生产中一般工艺加工性问题的能力。

# 第一章 机械加工工艺规程的制定

## 第一节 基本概念

### 一、生产过程与工艺过程

#### 1. 生产过程

生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。对机械制造而言,生产过程包括:

- ① 生产技术准备;    ② 毛坯制造;    ③ 零件的各种加工;
- ④ 产品的装配;    ⑤ 测试检验;    ⑥ 生产服务。

在生产过程中,有直接把原材料变为零件,再把零件装配成机器的均称为直接生产过程。也有如运输、保管、工装制造、设备维修、质量检验和统计报表等,不使加工对象产生直接的变化称为辅助生产过程。

#### 2. 工艺过程

在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使其成为成品或半成品的过程,称为工艺过程。如毛坯制造、机械加工、热处理、装配等过程,均为工艺过程。工艺过程是生产过程的重要组成部分。

直接变原材料为零件的过程与产品装配的过程,称为机械制造工艺过程。

在机械制造工艺过程中,改变原材料形状、尺寸使之成为毛坯的毛坯制造工艺过程;直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量,使之成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程;有改变原材料和零件机械性能的热处理工艺过程;有把零件装配成机器达到装配要求的装配工艺过程。

### 二、工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列工序组成的。每个工序又分为安装、工位、工步和进给。

#### 1. 工序

一个或一组工人,在一个工作地对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程,称为工序。划分工序的主要依据是工人、机床(或工作地点)和对工件的连续加工三个要素是否变化。例如图 1-1 所示的阶梯轴,当单件小批生产时,其加工工艺及工序划分如表 1-1 所示。当中批生产时,其工序划分如表 1-2 所示。

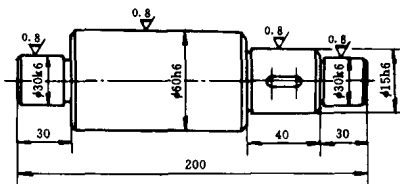


图 1-1 阶梯轴简图

#### 2. 安装

安装是工序的一部分,是指工件在机床(或夹具)上装卸一次所完成的那一部分工艺过程。

表 1-1 阶梯轴加工工艺过程(单件小批生产)

| 工序号 | 工 序 内 容              | 设 备  |
|-----|----------------------|------|
| 1   | 车端面、钻中心孔、车全部外圆、车槽与倒角 | 车 床  |
| 2   | 铣键槽、去毛刺              | 铣 床  |
| 3   | 磨外圆                  | 外圆磨床 |

表 1-2 阶梯轴加工工艺过程(中批生产)

| 工序号 | 工序内容      | 设 备       | 工序号 | 工序内容 | 设 备  |
|-----|-----------|-----------|-----|------|------|
| 1   | 铣端面、钻中心孔  | 铣端面钻中心孔机床 | 4   | 去毛刺  | 钳工台  |
| 2   | 车外圆、车槽与倒角 | 车床        | 5   | 磨外圆  | 外圆磨床 |
| 3   | 铣键槽       | 铣床        |     |      |      |

工件在加工中,应尽量减少装夹次数,因为多一次装夹,就会增加装夹的时间,还会增加装夹误差。

### 3. 工位

生产中,为了减少由于多次装夹而带来的误差及时间损失,常采用回转工作台、回转夹具或移动夹具,使工件在一次装夹中,先后处于几个不同的位置进行加工。工件在机床上每变一个位置所完成的那部分工艺过程,称为工位。

图 1-2 所示为一种用回转工作台在一次安装中顺序完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔多个工位加工的实例。采用多工位加工,可以减少安装次数,提高生产效率。

### 4. 工步

在加工表面、切削刀具以及切削用量中的转速和进给量不变的情况下,所连续完成的那一部分工序称为工步。其中只要有一个因素变动,则成为另一工步。

如果几个加工表面完全相同,所用刀具及切削用量亦不变,则可以把它看作一个工步,如图 1-3 中,在工件上钻 4 个  $\phi 15$  mm 的孔,用一个钻头顺次进行加工,则可算作一个工步:钻 4- $\phi 15$  mm 孔。

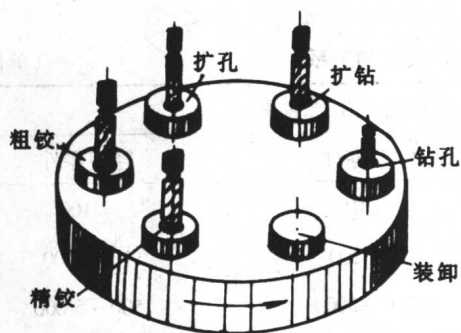


图 1-2 多工位加工

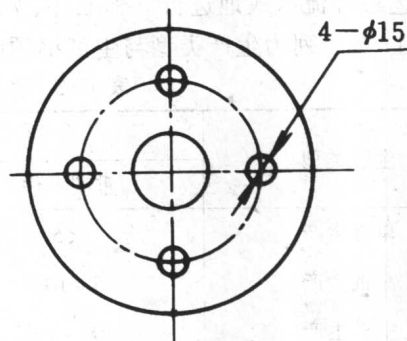


图 1-3 包括四个相同加工表面的工步

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个表面的工步,称为复合工步。在工艺规程上把复合工步看作一个工步(图 1-4)。

## 5. 进给

当被加工表面余量较大,或为了获得较高的精度等原因,常需要对某一表面进行多次切削。在一个工步中每切去一层金属,称为一次进给。

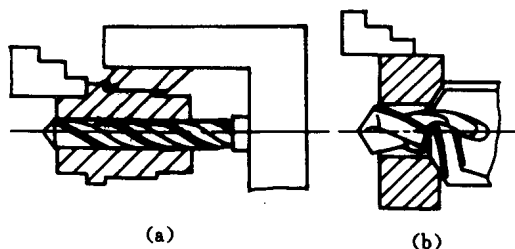


图 1-4 复合工步

## 三、生产类型及其工艺特征

### 1. 生产纲领

企业在计划期内应当生产的产品数量和进度计划称为生产纲领。零件的年生产纲领可按下式计算:

$$N = Q n (1 + \alpha\% + \beta\%)$$

式中  $N$ —零件的生产纲领;

$Q$ ——产品的生产纲领;

$n$ ——每台产品中该零件的数量;

$\alpha\%$ ——备品的百分率;

$\beta\%$ ——废品的百分率。

生产纲领的大小对生产组织和零件加工工艺过程起着重要作用,决定各工序所需专业化和自动化的程度、工艺方法和机床设备。

### 2. 生产类型

企业生产专业化程度的分类称为生产类型。一般分为大批大量生产、中批生产和单件小批生产。

(1) 单件生产 产品的年产量小,每年生产极少重复,甚至完全不重复。例如,新产品试制,专用设备制造等。

(2) 成批生产 产品周期地成批生产。例如,机床、机器每批投产的数量称为批量。根据批量的大小,成批生产又分为小批生产、中批生产和大批量生产。

(3) 大量生产 产量大、品种少,在大多数工作地点长期不断地重复同一道工序的加工,整个工艺过程流水式地进行。标准件、汽车和轴承等的制造属于这类生产。

表 1-3 所列为生产类型与生产纲领的关系可供确定生产类型时参考。

表 1-3 生产纲领与生产类型的关系

(单位:件)

| 生产类型 | 零件的年生产纲领    |             |              |
|------|-------------|-------------|--------------|
|      | 重型零件        | 中型零件        | 轻型零件         |
| 单件生产 | < 5         | < 10        | < 100        |
| 小批生产 | 5 ~ 100     | 10 ~ 200    | 100 ~ 500    |
| 中批生产 | 100 ~ 300   | 200 ~ 500   | 500 ~ 5 000  |
| 大批生产 | 300 ~ 1 000 | 500 ~ 5 000 | 500 ~ 50 000 |
| 大量生产 | > 1 000     | > 5 000     | > 50 000     |

### 3. 工艺特征

生产类型不同,产品和零件的制造工艺不同。各种生产类型的工艺特征可归纳成

表 1-4。

表 1-4 各种生产类型的工艺特征

| 工艺特征         | 生 产 类 型                               |                                            |                                        |
|--------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
|              | 单件小批                                  | 中 批                                        | 大批大量                                   |
| 零件的互换性       | 用修配法,钳工修配,缺乏互换性                       | 大部分具有互换性。装配精度要求高时,灵活应用分组装配法和调整法,同时还保留某些修配法 | 具有广泛的互换性。少数装配精度较高处,采用分组装配法和调整法         |
| 毛坯的制造方法与加工余量 | 木模手工造型或自由锻造。毛坯精度低、加工余量大               | 部分采用金属模铸造或模锻。毛坯精度和加工余量中等                   | 广泛采用金属模机器造型、模锻或其它高效方法。毛坯精度高,加工余量小      |
| 机床设备及其布置形式   | 通用机床。按机床类别采用机群式布置                     | 部分通用机床和高效机床。按工件类别分工段排列设备                   | 广泛采用高效专用机床及自动机床。按流水线和自动线排列设备           |
| 工艺装备         | 大多采用通用夹具、标准附件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切法达到精度要求 | 广泛采用夹具,部分靠找正装夹,达到精度要求。较多采用专用刀具和量具          | 广泛采用专用高效夹具、复合刀具、专用量具或自动检验装置。靠调整法达到精度要求 |
| 对工人技术要求      | 需技术水平较高的工人                            | 需一定技术水平的工人                                 | 对调整工的技术水平要求高,对操作工的技术水平要求较低             |
| 工艺文件         | 有工艺过程卡,关键工序要工序卡                       | 有工艺过程卡,关键零件要工序卡                            | 有工艺过程卡和工序卡,关键工序要调整卡和检验卡                |
| 成本           | 较高                                    | 中等                                         | 较低                                     |

不同的生产类型,对毛坯、机床、工具、加工方法和生产组织形式等要求都不相同。因此,编制工艺规程时,必须了解生产纲领,明确生产类型,充分考虑到不同生产类型的工艺特点。

## 第二节 工艺规程制定的原则和步骤

### 一、工艺规程的概念

将合理的工艺过程 and 操作方法,按一定的格式写成文件,用来指导生产的文件称为工艺规

程。一般应包括下述内容,工件加工的工艺路线、各工序的具体加工内容、工件的检验项目及检验方法、切削用量、时间定额及所用的机床和工艺装备等。因此它起着以下重要作用。

### 1. 工艺规程是指导生产的主要技术文件

一切生产人员必须严格地执行工艺规程进行生产,不得违反和改变它的内容,以保证产品质量,并具有良好的经济性和较高的生产率。

但是工艺规程不是一成不变的,它可以根据生产实际情况进行修改和完善,经过调查和工艺试验,按一定的手续进行修改。

### 2. 工艺规程是生产组织和管理工作的依据

在生产管理中,原材料及毛坯的供应,通用工艺装备的准备、机床负荷的调整、专用工艺装备的设计和制造、生产计划的制定、劳动力的组织以及生产成本的核算等,都是以工艺规程为依据的。

### 3. 工艺规程是新建、扩建工厂或车间的基本依据

有产品的工艺规程和生产纲领后,才能正确地决定设备的种类、型号和数量、车间的面积和布置,对各类人员的要求和数量以及投资金额等等。

工艺规程制定的原则是,保证质量、提高效率、降低成本。三者之间的关系是,在保证质量的前提下,最大限度地提高生产率,满足生产量要求;尽可能地节约耗费、减少投资、降低制造成本。因此,制订工艺规程是一项复杂的工作,它要求在给定的生产条件下,制订出最合理的工艺规程。

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。常用的有:机械加工工艺过程卡片、机械加工工艺卡片、机械加工工序卡片。

## 二、编制工艺规程的原始资料

在编制工艺规程之前,必须掌握和研究以下原始资料:

(1) 产品的全套装配图和零件工作图

(2) 产品验收的质量标准

(3) 产品的生产纲领

(4) 有关零件毛坯或型材的资料 毛坯资料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。

(5) 现场生产条件 为了使制订的工艺规程切实可行,一定要考虑现场的生产条件。如了解毛坯的生产能力及技术水平、加工设备和工艺装备的规格及性能、工人技术水平以及专用设备与工艺装备的制造能力等。

(6) 国内外工艺技术发展的情况 要了解国内外先进工艺技术,不断提高工艺水平,做到优质、高产、低成本。

## 三、编制工艺规程的步骤

编制零件机械加工工艺规程的主要步骤如下:

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。

③ 确定毛坯的种类和制造方法。

④ 拟定零件加工工艺路线,它包括定位基准和零件各表面加工方法的选择,加工顺序的安排,工序的划分等内容。

⑤ 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及公差。

⑥ 确定各工序所用的设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

⑦ 确定切削用量及时间定额。

⑧ 确定各主要工序的技术要求及检验方法

⑨ 填写工艺文件。

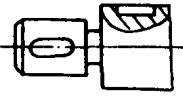
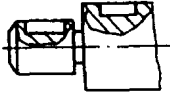
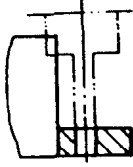
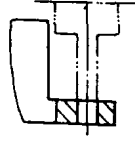
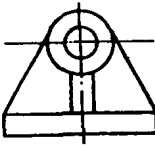
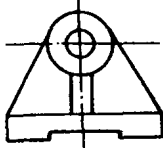
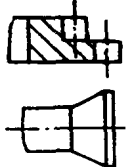
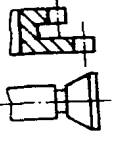
### 第三节 零件的工艺性分析

#### 一、分析零件的结构

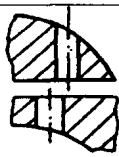
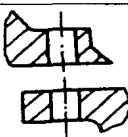
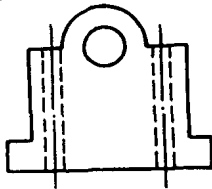
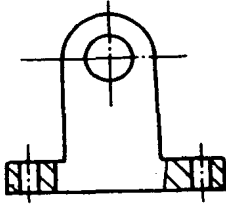
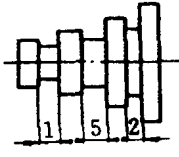
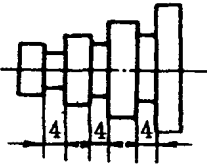
分析零件的结构,要从它的主要表面、表面的尺寸和各表面的组合方式去认识它们的结构特点。只有把握住了零件的结构特点,才能恰当地选择加工方法,编制工艺规程。

零件结构对工艺过程的影响很大。使用性能相同而结构不同的零件,它们的加工方法和制造成本可能有很大差别。所谓结构工艺性好是指这种结构在相同生产条件下,能用较经济的方法保质保量地加工出来。结构工艺性的问题比较复杂,它涉及毛坯制造、机械加工、热处理和装配工作。表 1-5 是常见的零件结构机械加工工艺性实例对比。

表 1-5 零件机构加工工艺性实例

| 序号 | (A) 工艺性不好的结构                                                                        | (B) 工艺性好的结构                                                                         | 说 明                               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1  |  |  | 键槽的尺寸、方位相同,则可在一次装夹中加工出全部键槽,以提高生产率 |
| 2  |  |  | 结构 A 的加工不便引进刀具                    |
| 3  |  |  | 结构 B 的底面接触面积小,加工量小,稳定性好           |
| 4  |  |  | 结构 B 有退刀槽保证了加工的可能性,减少刀具(砂轮)的磨损    |

续表

| 序号 | (A) 工艺性不好的结构                                                                      | (B) 工艺性好的结构                                                                       | 说 明                          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 5  |  |  | 加工结构 A 上的孔钻头容易引偏             |
| 6  |  |  | 结构 B 避免了深孔加工, 节约了零件材料        |
| 7  |  |  | 结构 B 凹槽尺寸相同, 可减少刀具种类, 减少换刀时间 |

## 二、分析零件的技术要求

零件的技术要求分析,是制订工艺规程的重要环节。它包括:加工表面的尺寸精度;加工表面的形状精度;各表面之间的位置精度;表面粗糙度;热处理和其它要求。

分析零件的技术要求,应根据各表面的精度高低及其作用,分清哪些是零件的主要表面哪些是次要表面。达到主要表面的技术要求是拟定零件工艺规程的核心。

分析零件的技术要求时,还要结合零件在产品中的作用,审查技术要求规定得是否合理,有无遗漏和错误,发现不妥之处,应与设计人员协商解决。

## 第四节 毛坯选择

毛坯选择的好坏,对零件的质量,加工方法、材料利用率,机械加工劳动量和制造成本等都有很大影响。

### 一、毛坯的种类和制造方法

常用毛坯的种类有铸件、锻件、型材、冲压件和焊接件等。同类毛坯又有不同的制造方法。

#### 1. 铸件

铸件适于做复杂形状零件的毛坯。其制造方法常见的有:砂型铸造、金属型铸造、压力铸造、低压铸造、熔模铸造、离心浇铸等。各种铸造方法及工艺特点见表 1-6。

表 1-6 各种毛坯制造方法的工艺特点

| 毛坯制造方法 | 最大重量<br>/kg | 最小壁厚<br>/mm         | 形状的<br>复杂性 | 材料               | 生产方式      | 精度等级<br>IT | 尺寸公差<br>/mm | 粗糙度<br>等级            | 其他                                                                       |
|--------|-------------|---------------------|------------|------------------|-----------|------------|-------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 手工砂型铸造 | 不限制         | 3~5                 | 最复杂        | 铁碳合金<br>有色金属及其合金 | 单件生产及小批生产 | 14~16      | 1~8         | ✓                    | 余量大,一般为1~10mm;由砂眼和气泡造成的废品率高;表面有结砂硬皮,且结构颗粒大;适于铸造大件;生产率很低                  |
| 机械砂型铸造 | 至250        | 3~5                 | 最复杂        |                  | 大批生产及大量生产 | 14左右       | 1~3         | ✓                    | 生产率比手制砂型高数倍至数十倍;设备复杂;但要求工人的技术低;适于制造中小型铸件                                 |
| 永久型铸造  | 至100        | 1.5                 | 简单或平常      |                  |           | 11~12      | 0.1~0.5     | 12.5/▽               | 生产率高。因免去每次制型;单边余量一般为1~3mm;结构细密,能承受较大压力;占用的生产面积小                          |
| 离心铸造   | 通常200       | 3~5                 | 主要是旋转体     |                  |           | 15~16      | 1~8         | 12.5/▽               | 生产率高,每件只需2~5min;力学性能好且少砂眼;壁厚均匀;不需泥芯和浇注系统                                 |
| 压铸     | 10~16       | 0.5(锌)<br>1.0(其它合金) | 由模子制造难易而定  |                  |           | 11~12      | 0.05~0.15   | 6.3/▽                | 生产率最高。每小时可制50~500件;设备昂贵;可直接制取零件或仅需少许加工                                   |
| 熔模铸造   | 小型零件        | 0.8                 | 非常复杂       | 适于切削困难的材料        | 单件生产及成批生产 |            | 0.05~0.2    | 25/▽                 | 占用的生产面积小,每套设备约需30~40m <sup>2</sup> ;铸件机械性能好;便于组织流水线生产;铸造延续时间长,铸件可不经加工    |
| 壳模铸造   | 至200        | 1.5                 | 复杂         | 铸铁和有色金属          | 小批至大量     | 12~14      |             | 12.5/▽<br>~<br>6.3/▽ | 生产率高,一个制砂工班产为0.5~1.7t;外表面余量为0.25~0.5mm;孔余量最小为0.08~0.25mm;便于机械化与自动化;铸件无硬皮 |

续表

| 毛坯制造方法            | 最大重量<br>/kg  | 最小壁厚<br>/mm | 形状的<br>复杂性        | 材 料                 | 生 产<br>方 式        | 精度等级<br>IT | 尺寸公差<br>/mm      | 粗糙度<br>等级                   | 其 他                                                        |
|-------------------|--------------|-------------|-------------------|---------------------|-------------------|------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| 自由<br>锻 造         | 不限制          | 不限制         | 简 单               | 碳 素<br>钢、合<br>金 钢   | 单件及<br>小 批<br>生 产 | 14 ~ 16    | 1.5<br>~<br>2.5  | ✓                           | 生产率低且需高级技工;<br>余量大,为 3 ~ 30 mm;适<br>用于机械修理厂和重型<br>机械厂的锻造车间 |
| 模 锻<br>(利用<br>锻锤) | 通 常<br>至 100 | 2.5         | 由锻模<br>制造难<br>易而定 | 碳素钢、<br>合金钢、<br>及合金 | 成批及<br>大 量<br>生 产 | 12 ~ 14    | 0.4<br>~<br>2.5  | 12.5/<br>▽                  | 生产率高且不需高级技<br>工;材料消耗少;锻件力<br>学性能好,强度增高                     |
| 精 密<br>模 锻        | 通 常<br>100   | 1.5         | 由锻模<br>制造难<br>易而定 | 碳素钢、<br>合金钢、<br>及合金 | 成批及<br>大 量<br>生 产 | 11 ~ 12    | 0.05<br>~<br>0.1 | 6.3/<br>▽<br>~<br>3.2/<br>▽ | 光压后的锻件可不经机<br>械加工或直接进行精加<br>工                              |

## 2. 锻件

锻造可使金属的晶粒细化,获得致密的纤维组织,从而提高了零件的强度,适用于对强度有一定要求,形状比较简单的零件。锻件有自由锻件、模锻件和胎模锻造。其制造方法及工艺特点见表 1-6。

## 3. 型材

常用型材截面形状有圆形、方形、六角形和特殊截面形状等,它们由各种钢和有色金属制成。型材有热轧和冷拉两种。热轧型材尺寸范围大,精度较低,用于一般机器零件。冷拉型材尺寸范围较小,精度较高,多用于制造毛坯精度要求较高的中小零件。在自动车床、半自动车床和六角车床上多采用冷拉型材。

## 4. 焊接件

用焊接的方法而得到的结合件。焊接方法简单方便,生产周期短,节省材料,减轻重量。焊接件焊后变形大,机械加工前应进行时效处理,消除残余应力,改善切削性能。

## 5. 其它毛坯

其它毛坯类型包括冲压、粉末冶金、冷挤、塑料压制等毛坯。

# 二、毛坯的选择原则

在选择毛坯种类及制造方法时,应考虑以下几点:

## 1. 零件材料和对材料性能的要求

零件材料和对材料性能的要求决定了毛坯的种类。例如材料为铸铁和青铜的零件应选择铸件毛坯;钢质零件当形状不复杂,力学性能要求不太高时可选型材;重要的钢质零件,为保证其力学性能,应选择锻件毛坯。

## 2. 零件的结构形状与外形尺寸

零件形状和尺寸在很大程度上决定了毛坯的制造方法。例如形状复杂、壁薄的毛坯往往