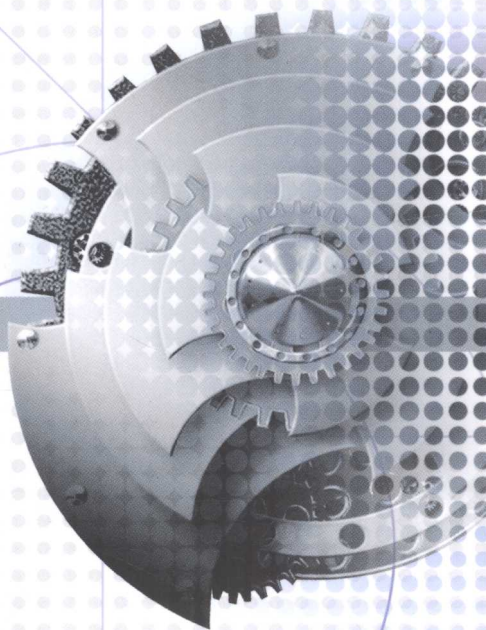




中等职业教育“十一五”规划教材
中职中专机电类教材系列



模具加工工艺

陈	琛	主	编
李志江	许	剑	副主编
滕	跃	主	审



科学出版社
www.sciencep.com

● 中等职业教育“十一五”规划教材

中职中专机电类教材系列

模具加工工艺

陈	琛	主	编
李志江	许	剑	副主编
滕	跃	主	审

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是依据《国家职业标准》对模具制造高级工的知识和技能要求,本着“实用性、发展性”的原则,针对职业学校模具设计与制造、数控加工技术和机电一体化等专业课程改革的思路与要求,注重精讲多练,以培养学生自主学习、自主探究和团队合作的精神来编写的,在内容的深度和广度上加以把握,突出基本概念、基本原理、基本方法和基本训练。本书主要内容包括:模具制造工艺规程的编制;冲压模和塑料模零件的加工;模具零件的检测以及模具的安装、调试、使用与维护。所涵盖的知识点和技能点通过综合课题的方式来完成,考试形式以过程考核和结果检验的方式进行。

本书可用作技校、中职以及各种相关培训班的教学用书,也可供培训部门、职业技能鉴定机构、再就业和农村劳动力转移培训机构用作相关教材。

图书在版编目(CIP)数据

模具加工工艺/陈琛主编. —北京:科学出版社,2009
(中等职业教育“十一五”规划教材·中职中专机电类教材系列)
ISBN 978-7-03-025171-8

I. 模… II. 陈… III. 模具-机械加工-专业学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 135199 号

责任编辑:彭明兰 / 责任校对:耿 耘
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

盛 主 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 8 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 8 月第一次印刷 印张:16 1/2

印数:1—3 000 字数:391 000

定价:25.00

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62132124(ST03)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

随着社会的发展和科学技术的进步,塑料、五金制品的应用几乎遍布各个领域。而所有这些领域所应用到的产品,大多是要通过塑料、五金等模具来生产的。模具是相关产业社会化大生产中最为重要的一个环节之一,也得到了长足的发展和进步。我国的制造业在全世界占据着举足轻重的地位,产生了对模具产业人才的大量需求,同时也对模具产业人才的水平提出了更高的要求。模具生产的工艺水平及科技含量的高低,已成为衡量一个国家科技与产品制造水平的重要标志之一,在很大程度上决定着产品的质量、效益、新产品的开发能力,决定着一个国家制造业的国际竞争力。加入世贸组织后,中国正在逐步变成“世界制造中心”,为了增强竞争力,制造企业已开始广泛使用先进的数控技术来制造模具,模具制造已成为先进制造技术的一个重要组成部分。

为了顺应形势的需要,满足广大模具制造技术人员和管理人员的需求,我们编写了本教材,希望能对模具加工行业人员技术水平的提高有所帮助。本书根据本课程的教学目标,以培养学生的实际操作能力为主线,以项目任务为形式,按照项目教学法进行设计,力图使每个项目都与学生将来所从事的工作密切相关,同时注重新知识、新技术、新工艺、新方法的介绍和训练,从而进一步的提高学生的综合素质。

本书共分四个项目,第一个项目介绍模具制造工艺规程的编制方法,包括毛坯的选择、工艺路线的确定、加工余量的确定等;第二个项目介绍模具零件的加工,包括通用件的选择方法、工作零件的加工、各种加工方法的原理特点以及常用的模具特种加工方法等;第三个项目介绍模具零件加工质量的检测,包括模具零件的尺寸精度、表面质量及内部组织结构等;第四个项目介绍模具的安装、调试,包括模具装配的各种方法、典型冲模和塑模的装配实例以及模具的调试使用与维护等。

全书编写分工如下:项目1由江苏省徐州技师学院陈琛、昆明高等技工学校吉映霞编写;项目2由陈琛编写;项目3由硅湖职业技术学院吴建峰、徐州罗特艾德回转支承有限公司吴大勇和江苏省徐州技师学院李志江编写;项目4由江苏省徐州技师学院许剑编写。

本书在编写过程中,得到江苏省徐州技师学院和兄弟院校的大力支持和热情帮助,特别是南京工程学院杨清林和徐州机电高等职业技术学校任国兴提出宝贵意见,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

目 录

前言

项目 1 模具制造工艺规程的编制	1
任务 1 模具常用零件的工艺分析	2
任务 2 毛坯的选择	4
任务 3 工艺路线的选择	6
任务 4 加工余量的确定	9
任务 5 编制工艺文件	17
项目 2 模具零件的加工	26
任务 1 模架组成零件的加工以及标准模架的选用	27
任务 2 冲裁凸模、凹模型孔	52
任务 3 型腔的加工	69
任务 4 特种加工及其他常见的模具零件加工方法	83
项目 3 模具零件加工质量检测与分析	124
任务 1 机械加工精度	125
任务 2 机械加工表面质量	150
项目 4 模具的装配与调试	166
任务 1 单工序冲裁模装配	167
任务 2 复合式冲裁模装配	196
任务 3 多工位级进模装配	204
任务 4 热塑性塑料注射模装配	211
任务 5 热固性塑料注射模装配	229
任务 6 冲模的安装与调试	246
任务 7 塑料模的安装与调试	252
主要参考文献	257

项目 1

模具制造工艺规程的编制



教学目标

1. 能够对模具上常用零部件进行技术和结构两方面的分析
2. 能够合理的选择模具零部件的毛坯
3. 能够合理的安排模具零部件的加工工艺路线
4. 具备编制模具制造工艺规程的能力

安全规范



1. 在编制模具加工工艺规程中渗透进加工安全意识
2. 从安全操作、规范管理角度编写工艺卡片

技能要求



1. 能够独立分析模具常用零件技术和结构分析, 合理选择零部件毛坯及其加工路线
2. 能编制模具制造工艺规程

本项目要求能完成模柄（如图 1.1 所示）的机械加工工艺过程卡片的编写。

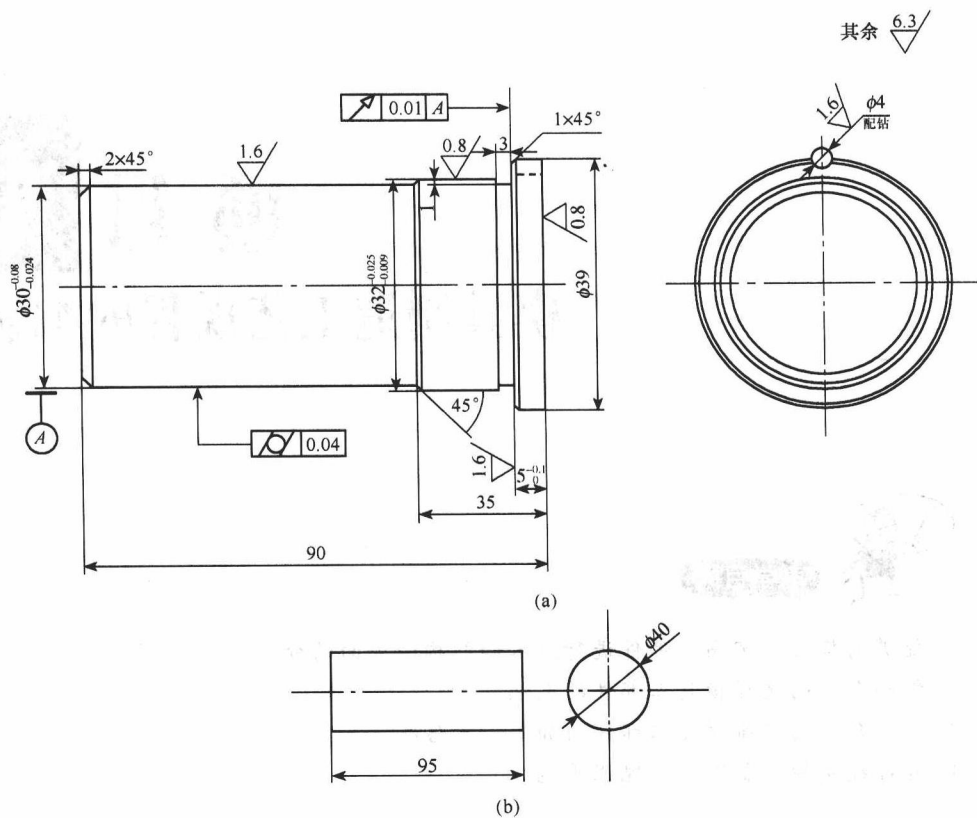


图 1.1 模柄

任务1

模具常用零件的工艺分析

场景描述

1) 工艺分析对象：机械零件（图 1.2）。

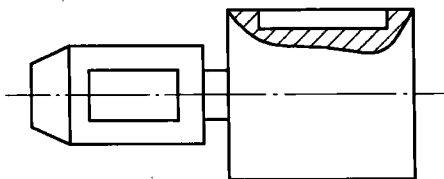


图 1.2 零件图

2) 场地：模具试验室。



相关知识和技能点

1. 零件结构的工艺分析

(1) 零件形状构成

- 1) 基本表面：内、外圆柱表面，圆锥面和平面。
- 2) 特殊表面：螺旋面、渐开线齿轮表面、其他成型表面。

(2) 零件的分类

各种零件大致分为五大类，即轴类零件、套类零件、盘环类零件、叉架类零件以及箱体。

2. 零件技术要求分析

1) 零件的技术要求，包括尺寸精度、几何形状精度、各表面的相互位置精度、表面质量、零件材料、热处理及其他要求。

2) 通过分析，判断其可行性和合理性，合理选择零件的各种加工方法和工艺路线。

3. 冲模上的标准零件

冲模上的标准零件一般包含工作零件（凸模、凹模、凸凹模）；定位零件（导料销、导料板、侧压装置、挡料销、侧刃、导正销、定位板和定位销）。此外还有压料、卸料和出料零件、导向零件、支承零件、紧固零件等。例如：固定卸料板、弹压卸料装置、废料切刀、刚性推件装置、弹性推件装置、顶件装置、模柄、固定板、垫板、螺钉与销钉。



实践操作

1. 对图 1.1 (a) 进行各方面技术要求分析。

模柄的加工工艺过程如表 1.1 所示。

表 1.1 模柄的加工内容

序号	工序名称	加工内容/mm
1	备料	$\phi 40 \times 95$ 的圆钢
2	车工	①车端面；②车外圆 $\phi 39$ ；③加工 $32^{+0.025}_0$ ；④加工 $\phi 30^{+0.024}_0$ ；⑤倒角；⑥调头车另一端面保证总长 90；⑦加工 18×3 退刀槽及 $1 \times 45^\circ$ 倒角
3	钳工	将模柄压入上模座，送磨床配磨尺寸 $5^{+0.1}_0$ 后钻止转销孔

2. 指出图 1.2 中不合理的地方并提出修改方案。

在图 1.2 中键槽的方位不在同一面上，这样加工是需要两次装夹的，会造成效率下降，并难以保证精度。所以在保证使用的前提下应该改为两个键槽在同一个平面。

思考与练习



零件技术要求分析包括哪些方面？

任务2

毛坯的选择

场景描述

- 1) 场地：模具试验室。
- 2) 对象：用于加工模柄的 $\phi 42$ 的圆钢。

相关知识和技能点



1. 毛坯的种类和选择

(1) 种类

毛坯的种类有锻件、铸件、焊接件、各种型材及板料等。

- 1) 铸件适用于形状较复杂的零件毛坯。
- 2) 锻件适用于强度要求高、形状比较简单的零件毛坯。
- 3) 型材有槽钢、角钢、工字钢、圆钢、方钢、六角钢等类型。
- 4) 焊接件是将型材或钢板等焊接成所需的零件结构。

(2) 选择原则

1) 零件材料的工艺性及组织和力学性能要求。模具材料的选用，不仅关系到模具的使用寿命，而且也直接影响到模具的制造成本，因此是模具设计中的一项重要工作。在冲压过程中，模具承受冲击负荷且连续工作，使凸、凹模受到强大压力和剧烈摩擦，工作条件极其恶劣。因此选择模具材料应遵循如下原则：

- ① 根据模具种类及其工作条件，选用材料要满足使用要求，应具有较高的强度、硬度、耐磨性、耐冲击、耐疲劳性等。
- ② 根据冲压材料和冲压件生产批量选用材料。
- ③ 满足加工要求，应具有良好的加工工艺性能，便于切削加工，淬透性好、热处

理变形小。

④ 满足经济要求。

2) 零件的结构形状和尺寸。这是影响毛坯选择的重要因素。对于回转体零件,如台阶轴,若台阶直径相差不太大,可采用型材圆棒料;若直径相差较大,则宜采用锻件。又如,形状复杂和薄壁的铸件毛坯,不宜采用砂型铸造;尺寸较大的毛坯,不宜采用压铸、模锻。

3) 生产类型。生产类型在很大的程度上决定了采用某种毛坯制造方法的经济性。生产规模大,则应采用高精度、高效率的毛坯制造方法,以提高生产率、降低成本。

4) 工厂生产条件。它包括工厂设备情况、工艺水平、工人技术水平等。

2. 毛坯形状与尺寸的确定

(1) 毛坯余量(加工总余量)

毛坯余量是毛坯尺寸与零件的设计尺寸之差。

(2) 毛坯公差

毛坯公差是毛坯尺寸的制造公差。

(3) 毛坯长度

毛坯长度如图 1.3 所示,并按下式计算,即

$$L = 20n + (n - 1)B$$

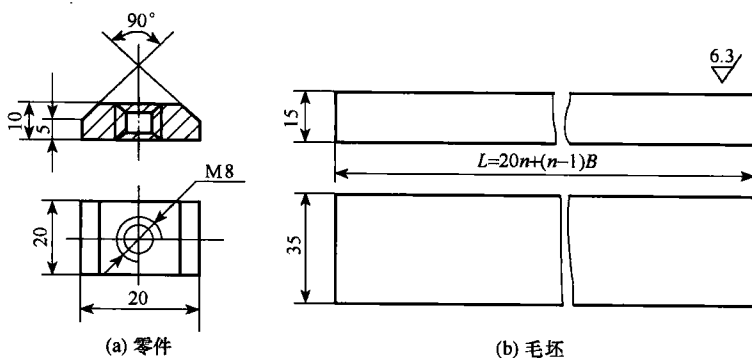


图 1.3 一坯多件的毛坯

实践操作



根据毛坯选择的原则对图 1.1 进行毛坯的选择。

图 1.1 是模柄,模柄的作用是使上模在压力机上有一个比较准确的位置(精度要求高时还需要导柱导套),并且压力机的滑块在上升时,也需要模柄来传递上模向上运动的动力。由于模柄在工作时承受一定的载荷作用,所以要求模柄不能有过大的变形。另外模柄

的结构一般不甚复杂，故我们选用锻件来做模柄的材料。毛坯的尺寸见图 1.1 (b)。

思考与练习



选择毛坯应考虑哪些方面的因素？

任务3

工艺路线的选择

场景描述

- 1) 对象：冲模标准导柱。
- 2) 场地：模具试验室。

相关知识和技能点



工艺路线是工艺设计的总体布局，只有科学、合理的制定零件的加工工艺路线才能够生产出合格的制品。可见工艺路线的制定在模具零件加工中的重要性。

1. 表面加工方法的选择

选择加工方法时要根据各种工艺方法所能达到的加工精度和表面粗糙度等因素来选定它的最后加工方法。

零件表面加工方法选择原则如下：

- 1) 被加工表面的精度和零件的结构形状一般所采用加工方法的经济精度，应保证零件所要求的加工精度和表面质量。
- 2) 零件材料的性质及热处理要求。
- 3) 生产率 and 经济性要求。
- 4) 现有生产条件。

2. 工艺阶段的划分

- 1) 粗加工阶段，切除加工表面上的大部分余量。

2) 半精加工阶段, 为主要表面的精加工作好必要的精度和余量准备, 并完成一些次要表面的加工。

3) 精加工阶段, 使要求高的表面达到规定要求。

4) 光整加工阶段, 提高被加工表面的尺寸精度和减少表面粗糙度, 一般不能纠正形状和位置误差。

工艺阶段划分的作用主要有以下几方面:

- 1) 保证产品质量。
- 2) 合理使用设备。
- 3) 便于热处理工序的安排, 使热处理与切削加工工序配合更合理。
- 4) 便于及时发现毛坯缺陷和保护已加工表面。

3. 工序的划分

工序可分为工序集中和工序分散两种, 其特点分别如下:

(1) 工序集中特点

1) 工件在一次装夹后, 可以加工多个表面, 能较好地保证表面之间的相互位置精度; 可以减少装夹工件的次数和辅助时间; 减少工件在机床之间的搬运次数, 有利于缩短生产周期。

2) 可减少机床数量、操作工人, 节省车间生产面积, 简化生产计划和生产组织工作。

3) 采用的设备和工装结构复杂、投资大, 调节和维修的难度大, 对工人的技术水平要求高。

4) 单件小批生产采用工序集中。

(2) 工序分散特点

1) 机床设备及工装比较简单, 调整方便, 生产工人易于掌握。

2) 可以采用最合理的切削用量, 减少机动时间。

3) 设备数量多, 操作工人多, 生产面积大。

4) 大批、大量生产采用工序集中和分散。

4. 加工顺序的安排

加工顺序安排得是否合理直接影响到是否可以加工出合格的产品, 还影响到生产效率的高低, 所以, 加工顺序是工艺学中的重点, 一般来说, 加工顺序的安排包括以下三个方面:

(1) 切削加工工序的安排

1) 零件分段加工时, 应遵循“先粗后精”的加工顺序。

2) 先加工基准表面, 后加工其他表面。

3) 先加工主要表面, 后加工次要表面。

4) 先加工平面, 后加工内孔。

(2) 热处理工序的安排

1) 为改善金属组织和加工性能的热处理工序退火、正火和调质等, 一般安排在粗

加工之前。

2) 为提高零件硬度和耐磨性的热处理工序, 淬火、渗碳淬火等, 一般安排在半精加工之后, 精加工、光整加工之前。

3) 时效处理工序, 减小或消除工件的内应力。

(3) 辅助工序安排

辅助工序安排有检验、去毛刺、清洗、涂防锈油等。

实践操作



制定图 1.4 所示工件的加工工艺路线, 此工件为纸带打孔机上的打孔针。

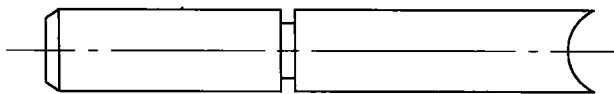


图 1.4 打孔针

操作步骤如下:

(1) 工艺分析

从该工件的工作环境分析, 应具有精度高、硬度大、耐磨性好、需求量多的特点。这说明安排该工件的加工工艺路线时, 既要有精加工来保证尺寸精度, 又要有热处理工序来保证硬度和耐磨性, 另外还要求生产效率高。

(2) 工艺方案

根据工艺分析的结果, 设计有以下几种工艺路线。

1) 车削—热处理(淬火)—磨削。

2) 粗车—精车—热处理(淬火)。

3) 粗车—精车—热处理(表面渗碳)。

分析以上三种工艺路线, 第一种工艺路线可以保证精度、硬度和耐磨性, 但是由于需要磨削, 使得加工速度降低, 生产效率下降; 第二种工艺路线可以保证硬度和耐磨性, 另外没有磨削工序, 生产效率提高, 但是由于最后一步为热处理, 在淬火后工件尺寸由于热胀冷缩发生变形, 难以保证其尺寸精度; 第三种工艺路线既没有磨削, 提高了生产效率, 又因为热处理工序为表面渗碳, 基本不会引起工件尺寸的变形, 同时表面渗碳工艺可以满足打孔针工作时需要的硬度和耐磨性, 所以第三种工艺路线最佳。

思考与练习



1. 零件表面的加工要考虑哪些方面?

2. 切削加工和热处理加工的顺序安排一般应遵循哪些原则?

任务4

加工余量的确定

场景描述

- 1) 场地：模具试验室。
- 2) 对象：冲模标准导柱。
- 3) 工具：计算器、模具手册。

 相关知识和技能点


1. 加工余量

加工余量的确定是机械加工中重要的问题之一，是模具加工的关键，正确的确定加工余量具有重大的经济意义。余量过大，不但浪费材料，而且增加机械加工的工作量，从而降低劳动生产率，增加产品的成本。在某些情况下，还会影响产品质量的提高。余量过小，会提高毛坯的制造精度，使得毛坯制造困难，另一方面还会造成表面加工困难，甚至因为毛坯表面缺陷未能完全切除即达到尺寸要求，从而造成工件报废。

(1) 工序余量和加工总余量

1) 工序余量。工序余量是指相邻两工序的工序尺寸之差，是被加工表面在一道工序切除的金属层厚度，如图 1.5 所示。

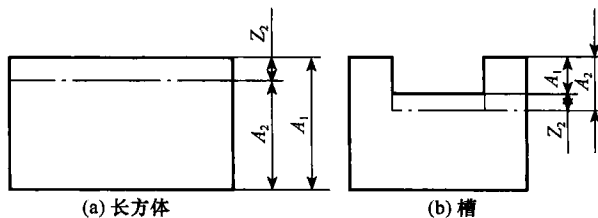


图 1.5 单边加工余量

$$Z_i = A_1 - A_2 \quad Z_i = A_1 - A_2$$

式中： Z_i ——基本加工余量；

A_1 ——上道工序的工序余量；

A_2 ——本道工序的工序余量。

对于对称表面或回转体表面，其加工余量是对称分布的，是双边余量，如图 1.6 所示。

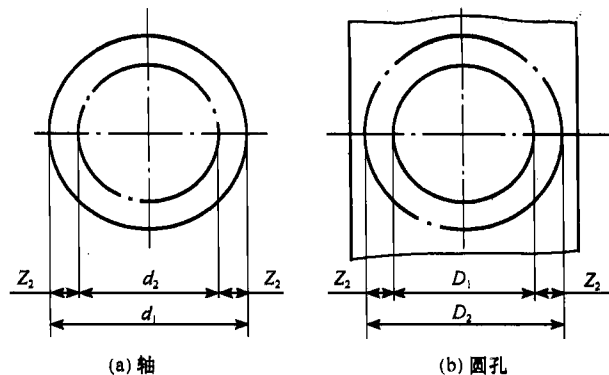


图 1.6 双边加工余量

对于轴： $2Z_i = d_1 - d_2$ ；对于孔： $2Z_i = D_2 - D_1$ 。

式中： d_1 (D_1) ——上道工序的工序余量；

d_2 (D_2) ——本道工序的工序余量。

2) 加工总余量。加工总余量是指毛坯尺寸与零件图的设计尺寸之差，也称毛坯余量。图 1.7 是轴和孔的毛坯余量的分布情况。

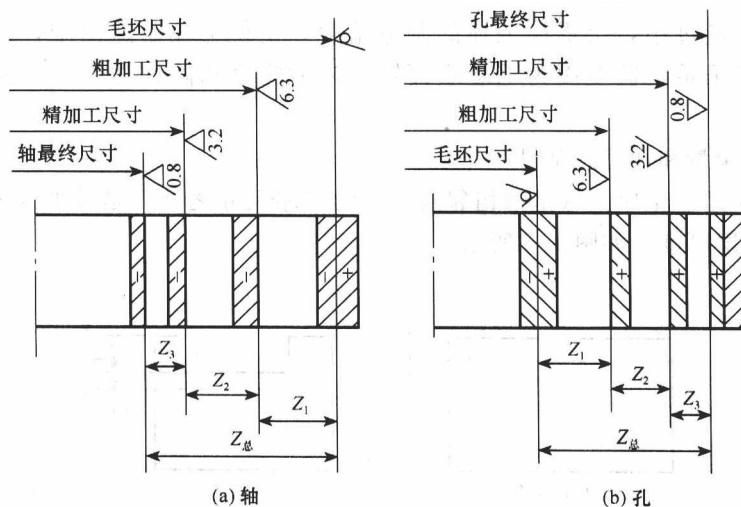


图 1.7 工序余量和毛坯余量

(2) 基本余量 Z_i 、最大余量 $Z_{i\max}$ 、最小余量 $Z_{i\min}$ (如图 1.8 所示)

基本余量、最大余量、最小余量的计算公式分别为

$$Z_i = A_{i-1} - A_i$$

$$Z_{i\max} = A_{(i-1)\max} - A_{i\min} = Z_i + T_i$$

$$Z_{i\min} = A_{(i-1)\min} - A_{i\max} = Z_i - T_{i-1}$$

式中: $A_{i\max}$, $A_{i\min}$, $A_{(i-1)\max}$, $A_{(i-1)\min}$ ——分别指本工序最大、最小余量, 前工序最大、最小余量;

T_i ——后工序的工序公差;

T_{i-1} ——前工序的工序公差。

当 A_i , A_{i-1} 均为基本尺寸时, 基本余量 (Z_i) 为

$$Z_i = A_{i-1} - A_i$$

式中: A_{i-1} ——前工序的工序尺寸;

A_i ——本工序的工序尺寸。

余量公差 (T_{zi}) 的计量公式为

$$T_{zi} = Z_{i\max} - Z_{i\min} = (Z_i + T_i) - (Z_i - T_{i-1}) = T_i + T_{i-1}$$

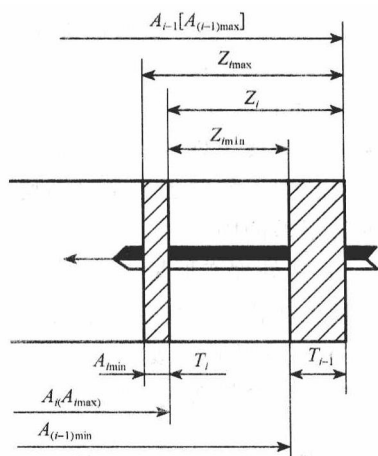


图 1.8 基本余量、最大余量、最小余量

2. 影响加工余量的因素

现以图 1.9 所示圆柱孔为例说明影响加工余量的因素。

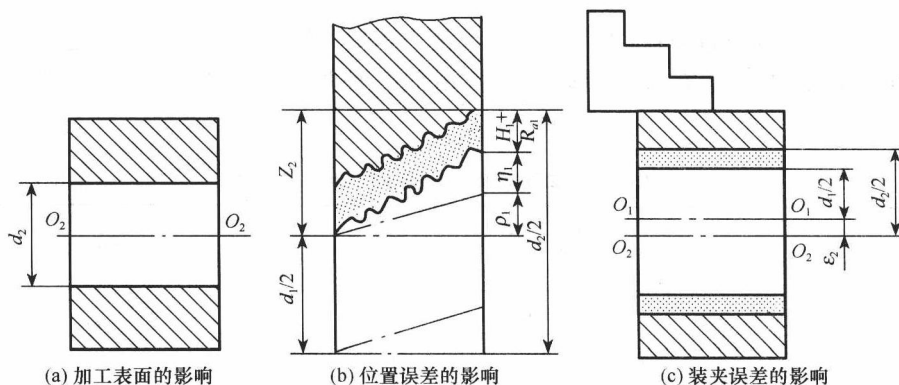


图 1.9 影响加工余量的因素

在加工过程中加工余量往往受很多因素的影响, 出现偏差, 通常有以下影响因素:

1) 被加工表面上由前道工序 (或毛坯) 生产的微观不平度 R_{a1} 和表面缺陷层深度 H_1 。

对于毛坯表面, 有铸铁的冷硬层、气孔、夹渣、锻件和热处理的氧化层、脱碳层和表面裂纹等。对于切削后的表面, 由表面粗糙度和因为切削而产生的塑性变形层 (包括残余应力和冷作硬化层) 等。

2) 被加工表面上由前道工序生产的尺寸误差和几何形状误差。前工序加工后, 表面存在尺寸误差和形状误差, 这些误差的总和一般不超过前工序的尺寸公差。在成批加工工件时, 为了纠正这些误差, 确定本工序余量时应计入前工序的尺寸公差。

3) 前道工序引起的被加工表面的位置误差 ρ_1 。前工序加工后的某些相互位置误差,并不包括在尺寸公差范围内,因此在确定余量时应计入这部分误差。

4) 本道工序的装夹误差 ϵ_2 。该误差包括工件的定位误差、夹紧误差和夹具的制造与调整误差或工件的找正误差等。这些误差直接影响到工件被加工表面与切削刀具之间的相对位置,使得加工余量不均匀,甚至造成余量不够,因此,在确定工序余量时应考虑安装误差的因素。

5) 热处理变形量。工件热处理过程中会产生变形,使工件热处理前获得的尺寸和形状发生变化,因此在确定工序余量时应考虑热处理变形量。

6) 工序的特殊要求。如非淬硬表面在渗碳后需要切除的渗碳层,不允许保留的中心孔需要切除等造成的误差。

3. 确定加工余量的方法

(1) 经验估计法

采用类比法估计确定加工余量的大小。该方法多用于单件小批量生产。

(2) 分析计算法

以一定的经验资料和计算公式为依据,对影响加工余量的诸因素进行逐项的分析计算以确定加工余量的大小。该方法仅在贵重材料及某些大批生产和大量生产中采用。

(3) 查表修正法

以有关工艺手册和资料所推荐的加工余量为基础,结合实际加工情况进行修正以确定加工余量的大小。该方法应用较广。常用的各种加工方法的加工余量见表 1.2~表 1.10。

表 1.2 粗车及半精车外圆加工余量及公差 (单位: mm)

零件基本尺寸	直径余量				直径公差
	粗车		半精车		
	长度				粗车
	≤200	>200~400	≤200	>200~400	
≤10	1.5	1.7	0.8	1.0	IT12~13
>10~18	1.5	1.7	1.0	1.3	
>18~30	2.0	2.2	1.3	1.3	
>30~50	2.0	2.2	1.4	1.5	
>50~80	2.3	2.5	1.5	1.8	
>80~120	2.5	2.8	1.5	1.8	
>120~180	2.5	2.8	1.8	2.0	
>180~250	2.8	3.0	2.0	2.3	
>250~315	3.0	3.3	2.0	2.3	