

# 机械制造工艺基础

董雪峰 吴喆 主编

南开大学出版社



# 机械制造工艺基础

董雪峰 吴 喆 主 编

许国强 张 丽 副主编

南开大学出版社

天 津

**图书在版编目(CIP)数据**

机械制造工艺基础 / 董雪峰, 吴喆主编. —天津: 南开大学出版社, 2014. 5

ISBN 978-7-310-04492-4

I. ①机… II. ①董… ②吴… III. ①机械制造工艺—中等专业学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 098966 号

**版权所有 侵权必究**

**南开大学出版社出版发行**

**出版人: 孙克强**

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022)23508339 23500755

营销部传真: (022)23508542 邮购部电话: (022)23502200

\*

北京楠海印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

\*

2014 年 5 月第 1 版 2014 年 5 月第 1 次印刷

240×170 毫米 16 开本 11.625 印张 203 千字

**定价: 24.00 元**

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022)23507125

# 序 言

在我国进行社会主义经济体制改革和实现现代化建设战略目标的关键时期，中等职业教育如何适应新时期的发展需要？如何更好地培养数以亿计的、能在各行各业进行技术传播和技术应用的、具有创新精神和创业能力的高素质劳动者和中、高级专门人才？这是我们所有职教人必须面对的共同命题。

我校六十年的教学改革实践证明，课程改革是教育教学改革的核心，是改变中等职业教育理念、改革中等职业教育人才培养模式、提高中等职业教育教学质量、全面推进素质教育的突破口，而教材建设正是课程改革的关键点。那么，如何推进中等职业学校的教材建设？这不单是教育行政部门、研究部门的工作，更应是广大中职学校、教师的使命。

因此，我们必须认真研究中职学校的课程教材现状，探究专业诉求和发展前景，设置有中职特色的课程标准和新课程体系，开展有中职特色的教材编写。

本系列教材是我校在开展国家示范校建设的大背景下，结合自身教育教学改革实际，开创性编写的适用于学校发展特点的一套丛书。它紧跟时代发展，紧贴企业需求，对接行业职业标准和职业岗位能力，符合五个重点专业的教学建设要求，突出工学结合培养模式，强调教、学、做一体化内容，更加符合学生的认知规律，整体上突显了技工院校的办学特色。

与传统教材相比，本系列丛书更强调新知识、新技术、新工艺、新方法的运用。在编写形式上，打破了以文字表述为主的枯燥形式，添加了生动形象的图片资料，教材更显立体化、数字化、多样化。

看到这套丛书的付梓出版，我很激动。因为这项科学的课程改革工作，凝结了我校教育工作者的辛勤汗水，浸润着全体教师的拳拳赤子之情。在此，我谨向本系列丛书的编者表示诚挚的谢意，感谢你们对学校的发展做出的突出贡献！

最后，衷心道一声：你们辛苦了！

吴兴民  
2013年12月

# 前言

从我国制造业的发展来看,我国历来十分重视设计技术,尤其在仿真技术和数字化设计技术出现后更为突出,实事求是地说,重视设计技术是实现制造现代化所必须的。创新思维的体现,首先在于设计。但使我们忧虑的是,我国长期忽视了制造工艺技术,忽略工艺技术在制造业中的重要性,忽略了工艺技术对实现我国从制造大国向制造强国转化中的关键作用,我国的高校削弱了工艺课程和工艺研究,职业技术学校削弱了工艺实践,企业削弱了工艺教育和工艺培训,这使企业有相当数量的先进工艺装备不仅没有发挥出应有的潜力,有的连基本功能都难以尽其所用,而由此产生的设备功能性浪费是十分惊人的。作为机械维修方面的技术人员来讲,应掌握机械常见的几种加工工艺。

为了更好地适应中等职业技术学校机械维修专业的教学要求,本书参考了机械维修相关的职业资格标准或行业职业技能鉴定标准编写的。本次校本教材编写重点主要体现在以下几个方面:

1. 坚持以能力为本位,重视理论与实际一体化教学的培养,突出职业技术教育的特色。根据机械维修专业毕业生所从事职业的实际需要,较合理的确定了学生应具备的能力结构与知识结构,对教材内容的深度、难度做了较大的变化。

2. 根据科学技术发展,合理更新教材内容,尽可能多地在教材中充实新知识、新技术等方面的内容,力求使教材符合一体化教学,在编写的过程中严格按照任务描述、任务分析、任务实施、任务评价四步的要求。

3. 在教材的编写模式上,尽可能使用图片、实物图片或表格形式将各个知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。同时,针对相关知识点,设计了互动性训练,意在拓展学生的思维方式,引导学生自主学习。

本书叙述力求全面、简洁和实用,使读者对机械加工有所认知。全书共分10单元,从最常见的机械加工车削开始介绍,以任务引领为导向加强理论实践一体化教学。

由于时间紧迫,资源也不是很充足,又是第一次编写,经验不足等,读本中难免会出现一些不足之处,教师要在教学时给予

正面说明和引导；同时由于学生的阅读能力有限，教师还需要进一步查阅资料补充说明，培养学生阅读兴趣。

本书由董雪峰、吴喆担任主编，许国强、张丽任副主编，吕权、孙宏巍、杨朔敏、翟育红、王占红参编，由武天弓、郝晶卉审稿。

编 者

2013 年 12 月

# 目 录

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 单元1 认识机械加工工艺 .....    | 1   |
| 单元2 铸造 .....          | 4   |
| 项目1 认识砂型铸造 .....      | 4   |
| 项目2 特种铸造 .....        | 21  |
| 单元3 锻压 .....          | 27  |
| 项目1 锻压基础知识 .....      | 27  |
| 项目2 认识锻压 .....        | 30  |
| 单元4 车削 .....          | 39  |
| 项目1 认识车床 .....        | 39  |
| 项目2 车床的加工工艺基础知识 ..... | 53  |
| 单元5 刨削、插削及拉削 .....    | 72  |
| 项目1 刨削 .....          | 72  |
| 项目2 插削 .....          | 78  |
| 项目3 拉削 .....          | 80  |
| 单元6 镗削 .....          | 83  |
| 项目1 认识镗床和镗刀 .....     | 83  |
| 项目2 床的加工工艺基础知识 .....  | 89  |
| 单元7 铣削 .....          | 92  |
| 项目1 铣床、铣刀的认识 .....    | 92  |
| 项目2 铣床的加工工艺基础 .....   | 104 |
| 单元8 磨削 .....          | 117 |
| 项目1 认识磨床和磨具 .....     | 117 |
| 项目2 磨削工艺基础知识 .....    | 124 |
| 单元9 齿面加工 .....        | 131 |
| 项目1 认识齿轮 .....        | 131 |
| 项目2 滚齿 .....          | 137 |
| 项目3 插齿 .....          | 139 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>单元 10 机械加工工艺过程.....</b> | <b>143</b> |
| 项目 1 机械加工工艺过程基础知识.....     | 143        |
| 项目 2 机械加工工艺规程设计步骤.....     | 169        |



## 单元 1

# 认识机械加工工艺

### 学习导入

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总称，是一门研究机械制造的工艺方法和工艺过程的学科。通过本课程的学习，使学生获得机械制造的常用工艺方法和零件加工工艺过程的基础知识，对机械制造工艺过程形成一个完整的认识。

### 【学习目标】

了解生产过程内容、工艺规程的概念及意义。



### 任务目标

了解生产过程内容、工艺规程的概念及意义。



### 任务知识

## 1.机械制造工艺的概念

机械制造工艺是各种机械的制造方法和过程的总称，是一门研究机械制造工艺方法和工艺过程的学科，涉及将原材料转变为成品的各种劳动，主要有：生产和技术准备、毛坯制造、零件加工、装配和试验以及产品检验等。

## 2.课程的性质和任务

机械制造工艺基础是机械类专业的基础课程，涉及传统机械制造工艺的基础知识，通过本课程的学习，掌握机械制造的常用工艺方法和零件加工工艺过程的基础知识，对机械制造工艺过程形成一个完整的认识。

### 3. 生产过程、工艺规程概述

#### 1) 生产过程与工艺过程

将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。它包括原材料的运输保管、把原材料做成毛坯、把毛坯做成机器零件、把机器零件装配成机器、检验、试车、油漆、包装等。

在生产过程中凡属直接改变生产对象的尺寸、形状、物理化学性能以及相对位置关系的过程，统称为工艺过程。它包括毛坯制造、零件加工、热处理，以及产品的装配和试验等。

生产过程与工艺过程的关系如图 1-1 所示。

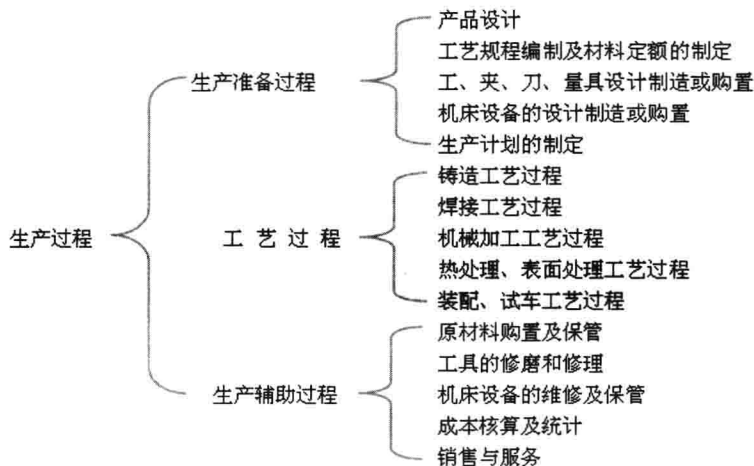


图 1-1 生产过程与工艺过程的关系



大师点睛

切削加工是指利用切削工具从工件上切除多余材料的加工方法，是目前加工机械零件的主要方法。常见的切削加工有车削、铣削、刨削、磨削、镗削、插削、拉削等。切削加工工艺过程传统习惯称为机械加工工艺过程，是最主要的工艺过程。

#### 2) 工艺规程

一个同样要求的零件，可以采用几种不同的工艺过程来加工，但其中总有一种工艺过程在给定的条件下是最合理的，人们把工艺过程的有关内容用文件的形式固定下来，用以指导生产，这个文件称为工艺规程。

工艺规程的重要性：

(1) 指导、计划和组织生产，保持和稳定正常生产秩序，作为各项生

产组织和管理工作的基本依据。

(2) 保证产品质量和获得高的生产率及好的经济效益。

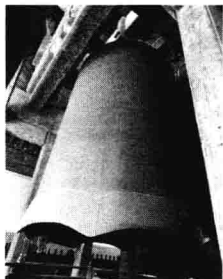
(3) 发挥和提高设备的利用率。

(4) 作为新建或扩建工厂、生产线的主要基础资料。

在正常条件下，必须按照规定的工艺过程组织生产，建立保持正常的生产秩序。在生产过程中，工艺规程是全体有关生产人员都必须认真贯彻和严格执行的纪律文件。

## 单元 2

### 铸造



#### 学习导入

我国有辉煌的传统冶铸历史，在殷商时期就有灿烂的青铜器铸造技术，如：北京大钟寺明朝永乐青铜大钟，重达 46.5t，钟高 6.75m，钟唇厚 22cm，外径 3.3m，钟体内遍铸经文 22.7 万字，击钟时尾音长达 2min 以上，传距 20km。外形和内腔如此复杂、重量如此巨大、质量要求如此高的青铜大钟，正说明我国早已掌握冶炼和铸造技术。

#### 【学习目标】

1. 会编制简单的砂型铸造工艺。
2. 能够识别铸件常见的缺陷。
3. 了解铸造的分类及特点。
4. 掌握砂型制作、浇注、落砂和清理的内容及铸件常见的缺陷。
5. 了解特种铸造的特点和应用。

### 项目 1 认识砂型铸造



#### 任务目标

1. 会编制简单的砂型铸造工艺。
2. 能够识别铸件常见的缺陷。
3. 了解铸造的分类及特点。
4. 掌握砂型制作、浇注、落砂和清理的内容及铸件常见的缺陷。

## 任务知识

### 1. 铸造工艺基础

将熔融金属浇注、压射或吸入铸型型腔中，待其凝固后而得到一定形状和性能铸件的方法称为铸造，如图 2-1 所示。铸造所得到的金属工件或毛坯称为铸件，如图 2-2 所示。



图 2-1 铸造

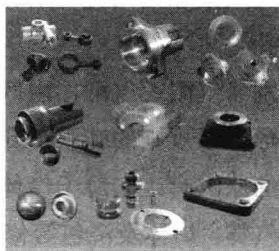


图 2-2 铸件

铸造的工艺特点总结如下：

(1) 工艺复杂可制成形状复杂、特别是具有复杂内腔的毛坯，如箱体、床身、气缸体等。

(2) 适应范围广。工业上常用的金属材料几乎都可铸造，铸件大小不限（铸件外形尺寸可从几毫米到十几米，壁厚可从 1mm 到 1m）；生产的批量不限，既适用于单件小批生产，又适用于大批量生产。

(3) 成本低。可直接利用成本低廉的废机件和切屑，设备费用较低。在金属切削机床中，铸件占机床总重量 75% 以上，而生产成本仅占 15%~30%。组织疏松、晶粒粗大，常伴有各种铸造缺陷，力学性能较低。

### 2. 铸造成形原理

将液态金属浇注到与零件形状、尺寸相适应的铸型型腔中，待其冷却凝固后，获得一定形状的毛坯或零件的方法。铸造是生产机器零件毛坯的主要方法之一，其实质是液态金属逐步冷却凝固成形，如图 2-3 铸造成形原理。



(a) 成形原理

(b) 铸件举例

图 2-3 铸造成形原理

### 1) 缺陷的分类

铸件常见缺陷分为孔眼、裂纹、表面缺陷、形状及尺寸和重量不合格、成份及组织和性能不合格五大类。(注：主要介绍铸钢件容易造成裂纹的缺陷)。

#### (1) 孔眼类缺陷

孔眼类缺陷包括气孔、缩孔、缩松、渣眼、砂眼、铁豆。

##### ①气孔

气孔别名气眼、气泡，由气体原因造成的孔洞。铸件气孔的特征有：一般是圆形或不规则的孔眼，孔眼内表面光滑，颜色为白色或带一层旧暗色。产生的原因有：来源于气体，炉料潮湿或绣蚀、表面不干净、炉气中水蒸气等气体，炉体及浇包等修后未烘干、型腔内的气体，浇注系统不当，浇铸时卷入气体，铸型或泥芯透气性差等如图 2-4 所示。



图 2-4 气孔

##### ②缩孔

缩孔别名缩眼，由收缩造成的孔洞。缩孔的特征有：形状不规则、孔内粗糙不平、晶粒粗大。产生的原因有：金属在液体及凝固期间产生收缩引起的，主要有以下几点：铸件结构设计不合理，浇铸系统不适当，冷铁的大小、数量、位置不符实际，铁水化学成份不符合要求（如含磷过高等）。浇注温度过高、浇注速度过快等。如图 2-5 所示。

##### ③渣眼

渣眼别名夹渣、包渣、脏眼，由于铁水温度不高、浇注挡渣不当造成。渣眼的特征是：孔眼形状不规则、不光滑，里面全部或局部充塞着渣。产生的原因有：铁水纯净度差、除渣不净、浇注时挡渣不好、浇注系统挡渣作用差、浇注时浇口未充满或断流，如图 2-6 所示。

##### ④砂眼

砂眼是夹着砂子的砂眼。砂眼的特征是：孔眼不规则，孔眼内充塞着型砂或芯砂。产生的原因有：合箱时型砂损坏脱落、型腔内的散砂或砂块

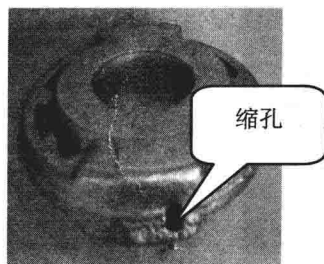


图 2-5 缩孔

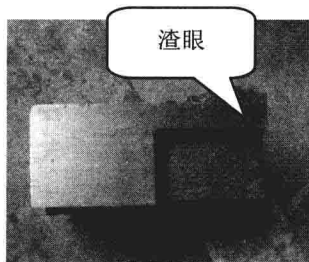


图 2-6 渣眼

未清除干净、型砂紧实度差、浇注时冲坏型芯、浇注系统设计不当、型芯表面涂料不好等。

#### ⑤铁豆

铁豆是夹着铁珠的孔眼，别名铁珠、豆眼、铁豆砂眼等。铁豆的特征有：孔眼比较规则、孔眼内包含着金属小珠、常发生在铸铁件上。

### (2) 裂纹类缺陷

裂纹类缺陷包括：热裂、温裂、冷裂。

#### ①热裂

热裂是在较高温度下产生的，常发生在凝固温度附近。热裂的特征有：铸件上有穿透或不穿透的裂纹，呈弯曲形，开裂处表面氧化，产生的原因有：铁中含硫量过高或杂质过多，砂型的退让性能差，浇注温度控制不当，铸件壁厚转接处过渡剧烈，浇口、冷铁、收缩筋、排气孔的尺寸和位置不当等，如图 2-7 所示。

#### ②温裂

温裂又称热处理裂纹，由切割、焊接或热处理不当引起。温裂的特征有：铸件上有穿透或不穿透的裂纹，开裂处金属表面氧化。

#### ③冷裂

冷裂是铸件在较低温度下产生的裂纹。冷裂的特征有：铸件上有穿透

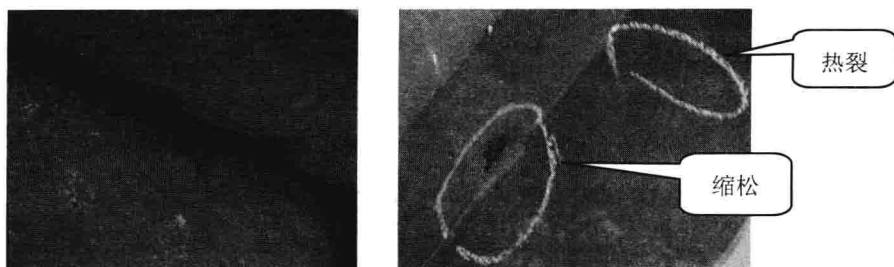


图 2-7 热裂

或不穿透的裂纹，呈直线形，开裂处表面未氧化。产生的原因有：铸件结构不合理，厚薄不均，砂型或泥芯退让性能差、铸件各部分冷却不一致，合金自身应力倾向大。

### (3) 表面类缺陷

表面类缺陷包括黏砂、结疤、夹砂、冷隔。我们主要针对会造成铸件裂的冷隔作一介绍。

冷隔又称对火、接火等。

冷隔的特征有：在铸件表面有不规则的明显下陷线形纹路（有穿透的和不穿透的两种），形状细小而狭长，在外力作用下有发展趋势。从冷隔的特征看，它容易造成母体裂的危害。冷隔造成的裂纹，不会马上出现，它是在运用时，在承载受冲击作用下产生疲劳裂。产生的原因有：多浇包多点同时浇注，使两股金属流对接，但未完全熔合而又无夹杂存在其间，两层金属结合极弱，浇注温度太低、浇注速度过慢、浇注时间太长合金性能流动性差，碳、硅太低，硫量较高；或多浇包顺序浇注，前后两包断流时间太长，铸件截面薄而长，铁水流不利浇铸断流、砂型跑火；一次性浇注铁水不足，而补浇又不及时等。如图 2-8 所示。



图 2-8 冷隔

### (4) 尺寸形状和重量不合格类缺陷



尺寸形状和重量不合格类缺陷包括：多肉、浇不足、落砂、抬箱、偏芯、变形、错箱、损伤、形状、尺寸和重量不符等。

#### (5) 成分组织及性能不合格类缺陷

成分组织及性能不合格类缺陷包括化学成份不合格、金相不合格、偏析、过硬、物理力学性能不合格。

### 2) 缺陷的处理

铸件缺陷处理较为关键，尤其在处理裂纹时，处理过程中任何一个环节不注意都会引发新的裂纹。因此必须关注细节，严格执行工艺，确保质量。

#### (1) 铸钢件缺陷修补的原则

缺陷的修补必须在不影响产品质量的前提下进行，修补依据应按相关标准有关技术规定执行。如所存在缺陷是否允许修补，修补的相关技术要求等。

#### (2) 铸钢件裂纹的处理方法

焊补是铸钢件的基本生产工序之一，铸钢件上的铸造缺陷几乎都可以用焊补法修复，电弧焊被广泛采用。

##### ① 铸钢的焊接性

铸钢的含碳量对焊接性影响极大，合金元素的影响亦相当复杂。碳钢或低合金钢的焊接性通常用碳当量 CE 估计，近似计算公式颇多，大同小异。

##### ② 焊补要点

为了保证焊补品质（质量），应认真清理缺陷处的黏砂、氧化皮、夹杂物等，开出坡口，并根据钢的焊接性做好焊前预热和焊后热处理。

## 3. 砂型铸造

砂型铸造生产过程如图 2-9 所示。

绘制零件铸造工艺图→制造模样和芯盒→造型和造芯→下芯、合箱→浇注→落砂→清理→质量检验→获得合格铸件

### 1) 造型材料

制造铸型或型芯用的材料，称为造型材料，包括型砂、芯砂及涂料等。造型材料应具备良好的可塑性，以便于造型；足够的强度，以保证在修整、