



智慧图书·职教书系

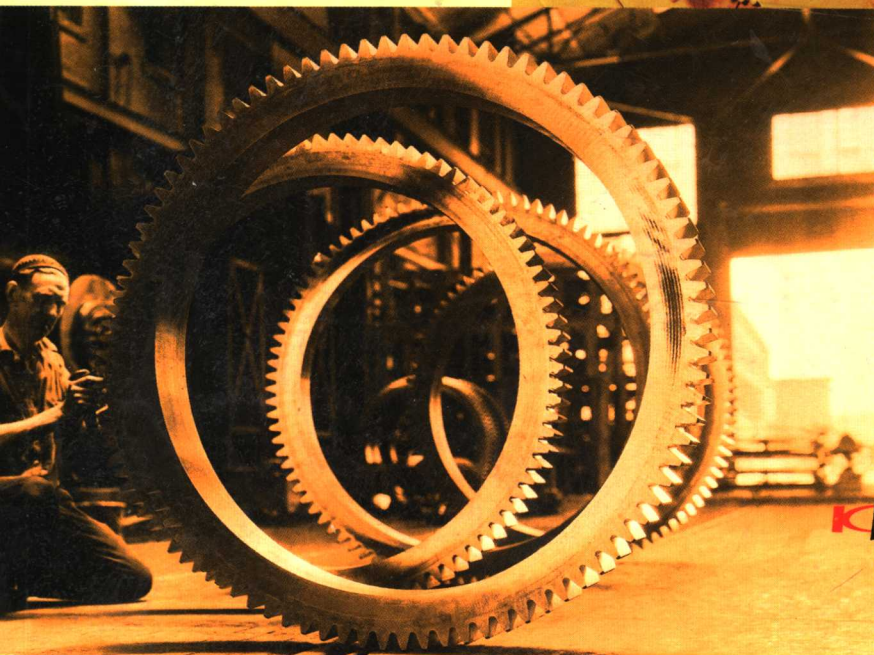
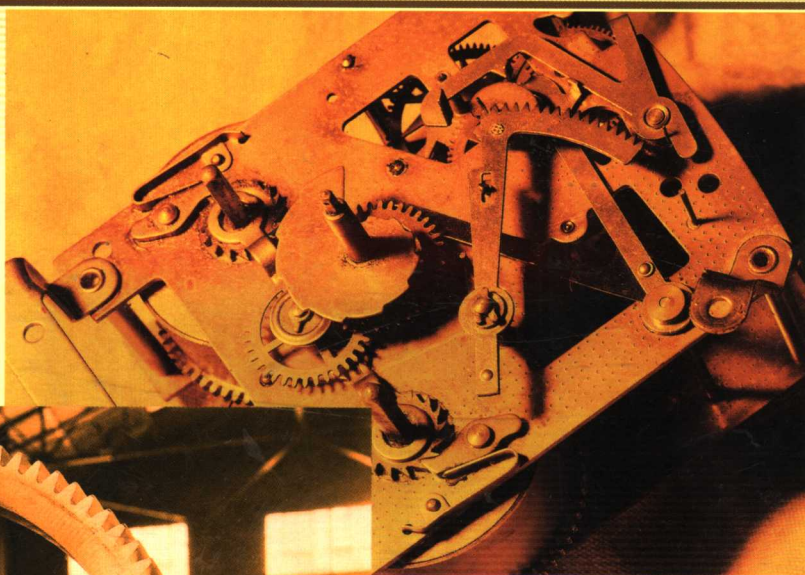
21世纪全国职业教育系列教材

21 SHIJI QUANGUO ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

金属工艺学

JINSHU GONGYIXUE

杨巧宁 主编



科学普及出版社



智慧图书·职教书系

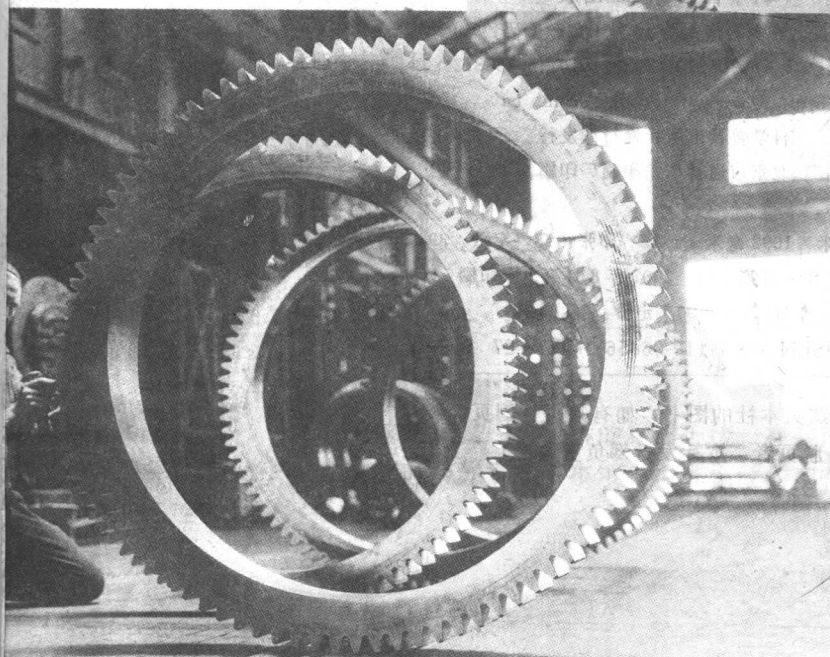
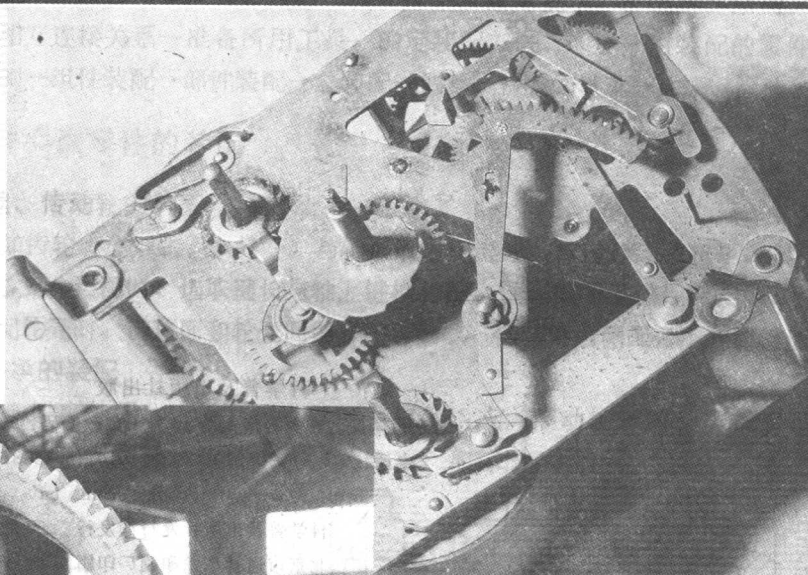
21世纪全国职业教育系列教材

21 SHIJI QUANGUO ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

金属工艺学

JINSHU GONGYIXUE

杨巧宁 主编



科学普及出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属工艺学/杨巧宁主编. —北京: 科学普及出版社, 2007. 8
(21 世纪全国职业教育系列教材)
ISBN 978-7-110-06656-0

I. 金... II. 杨... III. 金属加工—工艺学—职业教育—教材 IV. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122035 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京市通县华龙印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 18 字数: 396 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1-4000 定价: 24.80 元

ISBN 978-7-110-06656-0/TG·27

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

前 言

本书是根据职业技术教学的要求而编写的,以培养技术应用人才为目标。职业教育的培养目标是德、智、体、美全面发展,培养具有综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中高级专门人才。

本书将理论与实践紧密结合,注重联系生产实际和强化应用,为培养高素质的职业技术人才奠定必要的机械制造工艺方面的基础,在培养学生的工程意识、创新思维、运用规范的工程语言、技术信息与解决工程实际问题的能力方面,具有重要作用。

本书共分四大模块,第一模块为金属材料及热处理;第二模块为金属热加工;第三模块为金属切削加工及加工机床知识;第四模块为综合实训,共十一章。本书系统地阐述了金属材料的力学性能、金属的晶体结构与结晶、铁碳合金、金属材料的热处理、金属材料的分类、非金属材料、金属热加工、锻压、焊接、金属切削加工、金属切削机床及车、刨、铣、磨削加工等方面的基本原理和基础知识,每章都有复习思考题。本书所用名词、单位、符号等贯彻了最新国家标准。各章既相对独立,又紧密联系、互相渗透,融为一体,并将机械制造过程中相关基础知识有机串联起来,又吸纳了现代制造体系中的“特种加工技术”和“先进制造技术”的相关内容,形成了新的教学内容体系。

本书内容丰富、涉及面广、适用性强,不同学校、不同专业使用本书时,可按具体教学需要进行调整或取舍。本书可供高职高专机械类或机电类各专业使用,也可作为相关工程技术人员的参考读物。

本书有如下特点:

全面涵盖 梯次科学

编写内容全面,力求少而精,紧扣纲要。既注重了必要的基本理论知识,又突出了实用性。在介绍机械制造方法的基础上,适量增加

了常用的机械制造先进技术的内容,如超塑性成型、特殊铸造、焊接新工艺及焊接方法、压力加工方法及新技术新工艺等。

扎实基础 拓展视野

重视基础,提高技能。不仅注重学生获取知识和分析问题能力的培养,而且力求体现对学生工程素质和创新思维能力的培养。通过综合实训,铸、锻、车、焊、刨、铣、磨等技能实训,以便学生加强基础训练,学会基本技能,达到中高级技术水平。

各章附有思考与练习题,体现了教学基本要求,教师可根据具体情况选择布置,以便帮助学生明确实习要求和掌握重点内容。名词术语和计量单位,尤其是各种材料分类、牌号以及名词解释等均采用最新国家标准和行业标准。

本书重点突出、叙述简练、图文并茂、实用性强、方便自学和操作性较强;注意到与教学实习内容的分工和配合,并尽量减少与金属学课程内容的重复;在内容的组合和系统等方面,也尽量考虑到便于教学。书中的插图,大部分进行了更新。但是,由于编者教学经验的局限性,各校教学实习的条件亦不尽相同,因此采用本书作为教材时,可按具体情况,斟酌本书内容,进行调整和增删。

复习思考题是本教材的重要组成部分,但并非所有问题都能从书中找到答案,希望任课教师引导学生思考其中的某些问题,或者进行讨论,这将有助于培养学生的独立能力,并巩固其所学的基础知识。

本书较好地体现了它的科学性、先进性、系统性和效用性,体现了职业教育的特色,能满足生产第一线对高素质劳动者和中高级专门人才的培养需求,符合我国职业教育的现状和今后发展需要。

由于编者的水平有限,疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

编 委 会

主 编	编 者	杨巧宁			
		杨巧宁	刘 慧	庞铁岭	
		刘怀清	任 清		

责任编辑 杜筱进

封面设计 

责任校对 林 华

责任印制 安利平

目 录

绪 论	(1)
-----------	-----

第一模块 金属材料及热处理

第一章 金属材料的力学性能	(7)
第一节 强度与塑性	(8)
第二节 硬 度	(11)
第三节 韧 性	(15)
第四节 疲劳强度	(18)
第五节 金属的物理性能和化学性能	(21)
第六节 金属的工艺性能	(23)
第二章 金属的晶体结构与结晶	(27)
第一节 金属的晶体结构	(27)
第二节 常见金属的晶格类型	(29)
第三节 金属的结晶	(31)
第四节 合金的结构与二元合金状态图	(35)
第三章 铁碳合金	(40)
第一节 铁碳合金的相	(40)
第二节 铁碳合金相图	(42)
第三节 铁碳合金的分类及结晶过程分析	(45)
第四节 铁碳合金的成分、组织和性能关系	(49)
第五节 铁碳相图的应用	(50)
第四章 金属材料的热处理	(52)
第一节 热处理的基本知识	(52)
第二节 金属热处理的工艺	(53)

第三节	钢的热处理原理	(55)
第四节	钢的退火与正火	(59)
第五节	钢的淬火	(63)
第六节	钢的回火	(67)
第五章	金属材料的分类	(70)
第一节	钢的分类	(70)
第二节	有色金属	(74)
第三节	典型零件的选材及热处理	(77)
第六章	非金属材料	(83)
第一节	工程塑料	(83)
第二节	橡胶*	(85)
第三节	陶瓷*	(87)
 第二模块 金属热加工 		
第七章	铸 造	(93)
第一节	合金铸造性能	(93)
第二节	常用的铸造合金及其生产	(97)
第三节	砂型铸造及铸造工艺规程设计	(108)
第四节	特殊铸造	(114)
第八章	锻 压	(120)
第一节	金属的塑性变形	(120)
第二节	自由锻造	(124)
第三节	模型锻造	(128)
第四节	板料冲压	(133)
第五节	其他压力加工方法及新技术新工艺	(137)
第九章	焊 接	(140)
第一节	电弧焊质量分析	(140)
第二节	电弧焊常用方法	(144)
第三节	其他常用焊接方法及焊接新工艺	(153)
第四节	常用金属材料的焊接	(157)
第五节	焊接结构工艺设计	(160)

第三模块 金属切削加工及加工机床知识

第十章 金属切削加工	(165)
第一节 金属切削加工概述	(165)
第二节 金属切削刀具	(169)
第三节 车刀的组成及主要角度	(173)
第四节 金属切削过程及其物理现象	(178)
第五节 金属材料的可切削性	(186)
第十一章 金属切削机床及车、刨、铣、磨削加工	(189)
第一节 机床的类型	(189)
第二节 车削加工	(191)
第三节 刨削加工	(206)
第四节 铣削加工	(212)
第五节 齿形加工	(218)
第六节 磨削加工	(221)
第七节 数控加工简介 *	(227)
第八节 快速成型技术简介 *	(231)

第四模块 综合实训

实训一 铸工技能训练	(239)
实训二 锻压技能训练	(243)
实训三 焊接技能训练	(247)
实训四 车工技能训练	(253)
实训五 铣工技能训练	(260)
实训六 刨工技能训练	(262)
实训七 磨工技能训练 *	(265)
实训八 钳工技能训练	(267)
实训九 综合练习件 *	(275)

绪 论

金属材料是国民经济、国防军工和科学技术发展必不可少的基础材料。随着社会的发展和我国现代化水平的提高,金属材料越来越占有重要地位。对机械制造业来说,了解金属材料及其生产过程具有极其重要的意义。

一、金属材料的分类

金属是指具有良好导电、导热性能,有一定的强度和塑性,并具有特殊金属光泽的物质。金属材料是由金属或以金属材料为主,其他金属或非金属元素为辅构成的,并具有金属特性的工程材料。它包括纯金属和合金。

我们知道,金属材料的种类是非常多的。金属材料按其组成成分分为纯金属和合金两大类:

纯金属(又称简单金属):指由一种金属元素组成的物质。目前已知纯金属约有八十多种,但工业上采用的甚少。

合金(又称复杂金属):指由一种金属元素(为主的)与另外一种(或几种)金属元素(或非金属元素)组成的物质。它的种类甚多,如工业上常用的生铁和钢就是铁碳合金,黄铜就是铜锌合金。由于合金的各项性能一般较优于纯金属,因此在工业上合金的应用比纯金属广泛。在工业上还采用铬、锰、钼、钨、钒、钴等,作为改善金属性能用的合金元素,其中钨、钴多用于生产刀具用的硬质合金等。

金属材料按照其最高价氧化物的颜色分黑色金属和有色金属两大类:

(一) 黑色金属材料

黑色金属材料通常是指铁、铬、镍、锰及其合金。比如生铁、铁合金、钢和钢材等。

1. 生铁

指含碳量大于2.11%的铁碳合金,根据其用途的不同,又分为炼钢生铁和铸造生铁。其中炼钢生铁含硅量较低,碳以渗碳体的形式存在,性质硬而脆,断面呈银白色(又称白口铁),主要为钢材提供原料。铸造生铁含硅量比较高,碳以石墨的形式存在,断面呈灰色(又称灰口铁),加工性能好,可用于生产各种铸铁件。

2. 钢和钢材

钢是含碳量小于2.11%的铁碳合金,除小部分用于生产铸钢件外,绝大部分经压力加工制成钢材。

黑色金属主要是做房屋、桥梁等的结构材料,只有钢材的不锈钢用做装饰材料。

（二）有色金属材料

黑色金属以外的金属及其合金都是有色金属材料，如铜、铝、铅以及他们的合金，硬质合金等。有色纯金属约有八十多种，其合金就更多了，在实际的工作中通常把有色金属分为普通有色金属和稀有有色金属两大类。普通有色金属包括铜、铝、锌、锡、锑、镍、镁等；稀有有色金属包括钛、钨、稀土等。

有色金属广泛地用于建筑装饰装修中。以各种金属作为建筑装饰材料，有着源远流长的历史，至今还留下许多痕迹，如颐和园中的铜亭，泰山顶上的铜殿，昆明的金殿，西藏的布达拉宫金碧辉煌的装饰，等等，都是古人留下的典范。

（三）新型金属材料——纳米金属材料简介

纳米（nm）是一个长度单位，1nm为1m的1/100000，相当于10个氢原子挨个排起来的长度。50nm相当于一根头发丝的1/1000。人们将晶体区域或其他特征长度在纳米量级范围（小于100nm，纳诺）的材料广义定义为“纳米材料”或“纳米结构材料”。

纳米材料的出现是20世纪材料科学对人类进步的卓越贡献。20世纪80年代末我国成功地研制了纳米金属材料。随着科学技术的不断发展，金属纳米粒子，以及由其制备成的复合材料已在冶金、机械、化工、轻工、电子、国防、核技术、航空航天等研究领域呈现出极其重要的应用价值。

金属纳米粉体材料自诞生以来对各个领域的影响令人瞩目，这主要是因为它们具有优异的性能，以及与其他材料复合时表现出来的独特性能，从而可广泛的使用于电池、陶瓷电容器、大规模集成电路、催化剂、磁流变液体、隐身吸波材料、润滑材料、高性能磁记录材料、高性能抛光材料以及各种纳米复合材料添加剂等方面。Ni和Cu-Zn化合物的纳米颗粒对某些有机化合物的氢化反应是极好的催化剂，可替代昂贵的Pt和Pd催化剂；纳米Fe、Co粉体在高性能磁流变液体中具有重要应用前景，可广泛应用于旋转轴的动态密封、新型润滑剂、阻尼、比重分离、增强家用电器扬声器功率和改善音质等领域；用纳米铜、镍粉替代贵金属粉末制备性能优越的电子浆料，可大大降低成本；向火箭固体燃料中加入0.5%纳米铝粉或镍粉，可使燃烧效率提高10%~25%，燃烧速度加快数十倍，在化纤制品中加入金属纳米粒子可以解决其静电问题，提高安全性；含金属纳米粉的润滑添加剂具有更宽的适用范围，等等。总之，纳米材料的出现大大拓展了科学的想象空间，并有可能孕育一场新的技术革命。权威专家预测，纳米技术和信息技术及生物技术将成为21世纪社会经济发展的三大支柱。

二、课程开设的目的、性质和任务

金属工艺学是一门研究金属材料性能、机械构造生产全过程、金属零件的毛坯成形和机械加工以及整机关配的综合性技术科学。是中等及高等院校机械类专业所开设的一门必修技术基础课。

开设本课程的目的是使学生懂得有关金属材料和其他工程材料的基本知识，了解常用金属材料的成分、组织、性能及热处理工艺之间的关系。了解热加工（铸造、

锻压、焊接)、切削加工的工艺基础知识,为学习好其他课程和从事生产技术工作打好必要的基础。

本课程的主要任务是:

(1) 学习热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工等金属机件制造工艺方法的基本原理。

(2) 培养学生合理选用金属材料的能力。

(3) 培养学生选择毛坯和零件加工方法的初步能力。

(4) 培养学生具有零件毛坯加工方法的工艺知识和零件的结构工艺知识。

(5) 培养学生严谨的科学态度,实践动手能力,以及分析问题的能力。

教师在本课程的教学活动中,应注意理论与实际相结合,注重培养学生分析问题和解决问题的能力,注意本课程与有关专业课之间的联系。在课堂教学时要充分运用挂图、模型实物等教具,利用多媒体课件,以提高教学效果。

第一模块 金属 材料及热处理

第一章 金属材料的力学性能

任何机械零件或工具，在使用过程中，往往要受到各种形式外力的作用。如起重机上的钢索，受到悬吊物拉力的作用；柴油机上的连杆，在传递动力时，不仅受到拉力的作用，而且还受到冲击力的作用；轴类零件要受到弯矩、扭力的作用，等等。这就要求金属材料必须具有一种承受机械载荷而不超过许可变形或不破坏的能力。这种能力就是金属材料的力学性能。金属表现出来的弹性、强度、硬度、塑性和韧性等特征就是金属材料在外力作用下表现出的力学性能指标。金属材料的力学性能的优劣就是用这些指标的具体数字来衡量的。

金属材料的力学性能包括强度、硬度、塑性、韧性、耐磨性等。它决定于材料的化学成分、组织结构、冶金质量、残余应力及表面和内部缺陷等内在因素，但外在因素如载荷性质、应力状态、温度、环境介质等对金属的力学性能也有很大的影响。

根据载荷的作用性质不同，可分为静载荷、冲击载荷和交变载荷三种。

静载荷是指载荷的大小和方向不变或变动极缓慢的载荷。

冲击载荷是指突然增加的载荷。

交变载荷是指载荷的方向和大小随时间而发生周期性变化的动载荷，也称循环载荷。

根据载荷的作用方式的不同，它又分为拉伸载荷、压缩载荷、弯曲载荷和扭转载荷等。

金属材料受到载荷作用时，发生几何尺寸和形状的变化称变形。它是受到载荷作用的必然表现，变形一般分为弹性变形和塑性变形。所谓弹性变形是指金属受到载荷作用时产生变形，当外力去除后，变形随即消失。塑性变形是指不可消失的变形，也称永久变形。

金属在受到外力作用时，在材料内部会产生与外力相对抗的力，这种力称内力。单位面积上的内力大小称为应力。金属在受到拉伸载荷或压缩载荷作用时，其横截面积上的应力（ σ ）按下面公式计算：

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

式中 F ——外力（N）

S ——横截面积（ m^2 ）

σ ——应力（Pa）

与截面垂直的应力称为正应力或法向应力，与截面相切的应力称为剪应力或切应力。应力会随着外力的增加而增长，对于某一种材料，应力的增长是有限度的，超过这一限度，材料就要破坏。对某种材料来说，应力可能达到的这个限度称为该种材料的极限应力。极限应力值要通过材料的力学试验来测定。将测定的极限应力做适当降低，规定出材