



中等职业教育“十一五”规划教材

金属材料及热处理

王英杰 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育“十一五”规划教材

金属材料及热处理

主 编 王英杰

副主编 安宏宇 金 升

参 编 同金叶

主 审 杜 力

江苏工业学院图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书共分十个单元,主要阐述了金属材料与机械产品制造过程、金属材料的性能、金属材料的晶体结构与结晶、铁碳合金相图、非合金钢、钢材热处理、低合金钢与合金钢、铸铁、非铁金属及其合金、金属材料选择与分析等。

本书具有以下特点:第一,注重在理论知识、素质、能力、技能等方面对学生进行全面的培养;第二,注重吸取现有相关教材的优点,充实新知识、新工艺、新技术等内容,简化过多的理论介绍,并采用最新标准;第三,突出中等职业教育特色,做到图解直观形象,尽量联系现场实际;第四,通过教学活动培养学生的工程意识、经济意识和环保意识;第五,注重文字叙述精炼,通俗易懂,并配有小知识等内容;第六,每个单元都配备了各类综合训练题、交流与研讨题、课外调研活动等,引导学生积极思考,形成师生相互交流与研讨的气氛,培养学生应用理论知识的能力。

本书主要面向中等职业学校的学生,还可作为职工培训及技工学校的教材。

图书在版编目(CIP)数据

金属材料及热处理/王英杰主编. —北京:机械工业出版社,2007.8
中等职业教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-111-21594-3

I. 金... II. 王... III. ①金属材料—专业学校—教材②热处理—
专业学校—教材 IV. TG1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第081091号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:崔占军 责任编辑:张祖凤 齐志刚 版式设计:张世琴
责任校对:李秋荣 封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)
2007年8月第1版第1次印刷
184mm×260mm·9.75印张·236千字
0 001—4 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-21594-3
定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294
购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010)88379182
封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据中等教育培养目标的要求而编写的，是工科中等职业技术教育的通用教材。为了贯彻落实教育部课程教材改革要面向 21 世纪，适应素质教育需要，以及国务院要求大力发展中等职业教育的精神，针对目前中等职业技术教育缺少合适的“金属材料及热处理”教材的状况，我们查阅了大量的参考资料，进行了多次专题交流与研讨，组织编写了本书。

本书的教学目标是：

- 1) 比较系统地介绍金属材料的生产、性能、牌号及应用方面的知识。
- 2) 培养综合应用能力，引导学生学会应用所学的理论知识解决一些实际问题，使学生积累一定的解决实际问题的感性经验，做到触类旁通，融会贯通。
- 3) 造就研究型学习环境，培养学生团结合作、相互交流、勇于探讨问题的学风，适应终身学习型社会的需要。
- 4) 实行开放式教学方式，引导学生深入社会，了解现代企业的状况。
- 5) 培养学生的信息素养，引导学生善于利用现代信息技术拓宽知识面。

本书在编写内容上尽量做到合理、丰富、新颖；在内容组织上注重逻辑性与系统性，并注重理论与实际相结合；在语言文字方面做到精炼、准确、通俗易懂；在时代性上尽量反映新知识，使教师和学生的知识跟上时代发展步伐；在版式上尽量做到新颖、活泼。

本书每个单元都设有较全面的各种类型的思考题，供学生自我检查是否掌握和理解了所学的基础知识。本书除供中等职业教育学校使用外，还可作为中级技术工人培训及技工学校用教材。本书建议课时（总课时 42 学时）分配见表 0-1。

表 0-1 课时分配

单元	建议学时	单元	建议学时	单元	建议学时
绪论、第一单元	2	第五单元	2	第九单元	4
第二单元	4	第六单元	6	第十单元	2
第三单元	6	第七单元	4	综合训练	6
第四单元	4	第八单元	2		
小计	16		14		12
总计		42（包括实验 6 学时）			

本书主编为王英杰，副主编为安宏宇、金升。全书由王英杰制定编写提纲和统稿。绪论、第一单元、第二单元、第三单元由太原铁路机械学校王英杰编写；第四单元由太原铁路机械学校同金叶编写；第五单元由浙江师范大学交通学院金升编写；第六单元、第七单元、第八单元、第九单元和第十单元由张家口职业技术学院安宏宇编写。

由于编写时间及编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。本书在编写过程中参考了大量的文献资料，在此向文献资料的作者致以诚挚的谢意。

编 者

目 录

前言	第四单元 铁碳合金相图	45
绪论	综合知识模块一 铁碳合金的基本组织	45
第一单元 金属材料与机械产品制造过程简介	综合知识模块二 铁碳合金相图	48
综合知识模块一 金属材料的分类	综合训练	54
综合知识模块二 钢铁材料生产过程简介	第五单元 非合金钢	56
综合知识模块三 机械产品制造过程简介	综合知识模块一 杂质元素对钢材性能的影响	56
综合知识模块四 机械产品加工工艺简介	综合知识模块二 非合金钢的分类	58
综合训练	综合知识模块三 非合金钢的牌号及用途	59
第二单元 金属材料的性能	综合训练	65
综合知识模块一 金属材料的力学性能	第六单元 钢材热处理	67
综合知识模块二 金属材料的物理性能和化学性能	综合知识模块一 热处理概念	67
综合知识模块三 金属材料的工艺性能	综合知识模块二 钢材在加热时的组织转变	68
综合训练	综合知识模块三 钢材在冷却时的组织转变	70
第三单元 金属材料的晶体结构与结晶	综合知识模块四 退火与正火	72
综合知识模块一 金属材料的晶体结构	综合知识模块五 淬火	73
综合知识模块二 纯金属的结晶	综合知识模块六 回火	77
综合知识模块三 金属材料的同素异构转变	综合知识模块七 表面热处理与化学热处理	79
综合知识模块四 合金的相结构	综合知识模块八 热处理新技术简介	82
综合知识模块五 合金的结晶	综合训练	83
综合知识模块六 金属材料铸锭组织特征	第七单元 低合金钢与合金钢	86
综合知识模块七 金属材料塑性变形与再结晶	综合知识模块一 合金元素在钢材中的作用	86
综合知识模块八 金属材料焊接接头组织	综合知识模块二 低合金钢和合金钢的分类与牌号	88
综合训练	综合知识模块三 低合金钢	92
	综合知识模块四 合金钢	93
	综合训练	103
	第八单元 铸铁	106
	综合知识模块一 铸铁概述	106
	综合知识模块二 常用铸铁	107
	综合知识模块三 合金铸铁	114

综合训练	116	分析	139
第九单元 非铁金属及其合金	118	综合知识模块一 金属材料的选用原则与 程序	139
综合知识模块一 铝及铝合金	118	综合知识模块二 金属材料的合理 使用	142
综合知识模块二 铜及铜合金	123	综合知识模块三 典型零件金属材料选择 实例	144
综合知识模块三 钛及钛合金	129	综合训练	146
综合知识模块四 滑动轴承合金	131	参考文献	147
综合知识模块五 硬质合金	134		
综合训练	137		
第十单元 金属材料的选择与			

绪 论

金属材料是人类社会发展的重要物质基础，人类利用金属材料制作了生产和生活用的工具、设备及设施，不断改善了自身的生存环境与空间，创造了丰富的物质文明和精神文明。因此，金属材料同人类社会的发展密切相关。

在近代，材料专家把金属材料比做现代工业的骨架，并且随着金属材料大规模生产及其消耗量的急剧上升，极大地促进了人类社会经济和科学技术的飞速发展。今天，如果没有耐高温、高强度、高性能的钛合金等金属材料，就不可能有现代宇航工业的发展。因此，当今社会人类科学技术的发展与进步以及整个社会的生活与生产活动，如果离开金属材料，那是不能进行的。

同时，随着金属材料的广泛使用，地球上现有的金属矿产资源也越来越少。据估计，铁、铝、铜、锌、银等几种主要金属的储量，只能再开采 100 年到 300 年。怎么办呢？一是向地壳的深部要金属；二是向海洋要金属；三是节约金属材料，寻找它们的代用品。目前，世界各国都在积极采取措施，不断改进现有金属材料的加工工艺，提高其性能，充分发挥其潜力，从而达到节约金属材料的目的，如轻体汽车的设计，就是利用高强度钢材，达到减轻汽车自重、节约金属材料和省油的目的。

作为一名技术工人或管理人员，了解金属材料的性能、应用及加工工艺过程是非常重要的。掌握这方面的知识不仅可以使机械工程设计更合理、更具有先进性，而且还会培养质量意识、经济意识和环保意识，做到机械生产过程优质、高效、清洁和安全，并合理地降低生产成本。

回顾金属材料的发展历史，我国曾是世界上使用金属材料最早的国家之一。我国使用铜的历史约有 4000 多年，大量出土的青铜器，说明在商代（公元前 1600 ~ 1046 年）就有了高度发达的青铜加工技术。例如，河南安阳出土的司母戊大方鼎，体积庞大，花纹精巧，造型精美，重达 875kg，属殷商祭器。要制造这么庞大的精美青铜器，需要经过雕塑、制造模样与铸型、冶炼、浇注等工序，可以说司母戊大方鼎是雕塑艺术与金属冶炼技术的完美结合。在当时的条件下要浇铸这样庞大的金属器物，如果没有大规模的劳动分工组织、精湛的雕塑艺术及铸造技术，是不可能完美地制造成功的。

早在公元前 6 世纪即春秋末期，我国就已出现了人工冶炼的铁器，比欧洲出现生铁早 1900 多年，如 1953 年在河北兴隆县发掘出的用来铸造农具的铁模样，说明铁制农具已大量地应用于农业生产中。同时，我国古代还创造了三种炼钢方法：第一种是从矿石中直接炼出的自然钢，用这种钢制作的刀剑在东方各国享有盛誉，后来在东汉时期传入欧洲；第二种是西汉期间经过“百次”冶炼锻打的百炼钢；第三种是南北朝时期的灌钢，即先炼铁、后炼钢的两步炼钢技术，这种炼钢技术我国比其他国家早 1600 多年，直到明朝之前的 2000 多年间，我国在钢铁生产技术方面一直是遥遥领先于世界其他国家。

1965 年在湖北省出土的越王勾践青铜剑，虽然在地下深埋了 2400 多年，但是这把剑在出土时却没有一点锈斑，完好如初，而且刃口磨制得非常精细，说明当时已掌握了金属冶



炼、锻造、热处理及防腐蚀技术。

在唐朝（约公元7世纪）时期，我国已应用锡钎焊和银钎焊技术，而此项技术在欧洲直到公元17世纪才出现。

明朝宋应星所著《天工开物》一书中详细记载了古代冶铁、炼钢、铸钟、锻铁、淬火等多种金属材料的加工方法。书中介绍的锉刀、针等工具的制造过程与现代几乎一致，可以说《天工开物》一书是世界上有关金属材料加工工艺最早的科学著作之一。

历史充分说明，我国古代劳动人民在金属材料及加工工艺方面取得了辉煌的成就，为人类文明作出了巨大的贡献。新中国成立后，我国在金属材料及其加工工艺理论研究方面有了突飞猛进的发展。2006年钢铁产量突破4亿t，成为国际钢铁市场上举足轻重的“第一力量”，有利地推动了我国机械制造、矿山冶金、交通运输、石油化工、电子仪表、航天航空等现代化工业的发展。同时，原子弹、氢弹、导弹、人造地球卫星、载人火箭、超导材料、纳米材料等重大项目的研究与试验成功，都标志着我国在金属材料及其加工工艺方面达到了新的水平，相信在不远的将来我国在机械制造方面定能进入世界先进行列。

可以这样说，金属材料及加工工艺水平的高低，在某种程度上代表着一个国家机械制造的水平。只有金属材料的生产水平不断提高，并保持先进水平，才会有力地促进现代工业、农业、航天事业等飞速发展，才会在知识经济和世界经济一体化进程中保持发展优势。但是，目前我国金属材料的整体加工工艺水平还比较落后，与发达国家相比还有明显的差距，非常需要我们深入地研究有关金属材料及其加工工艺理论，不断地学习和掌握新技术、新工艺、新设备和新材料，为国家的现代化建设作贡献。

“金属材料及热处理”教材比较系统地介绍了常用金属材料的种类、性能和应用方面的基础知识，是融合多种专业基础知识为一体的专业技术基础课，是培养从事机械制造行业应用型、管理型、操作型与复合型人才的一必修课程，同时对于培养学生的综合工程素质、技术应用能力、经济意识、环保意识和创新能力也是非常有益的。

“金属材料及热处理”教材具有内容广、实践性和综合性突出的特点。在教学方式上注重对学生积极启发和引导，培养学习归纳能力。在学习时，要多联系自己在金属材料方面的感性知识和生活经验，要多讨论、多交流、多分析和多研究，特别是在实习中要多观察、勤实践，做到理论联系实际，这样才能全面地学好教材中的基础知识。

学习本课程的基本要求：

- 1) 了解金属材料的晶体结构、化学成分、组织及性能之间的密切关系。
- 2) 了解金属材料的分类、牌号、性能、用途之间的相互关系，熟悉常用金属材料的选用原则，做到灵活应用。
- 3) 了解常用金属材料热处理工艺的原理、特点及其应用。

第一单元 金属材料与机械产品制造过程简介

【学习目标】

本单元主要介绍金属材料的分类、钢铁生产过程和机械产品制造过程等内容，重点是金属材料的基本概念与分类、钢铁生产过程、炼铁与炼钢的实质及其产品。在学习过程中，第一，要注意观察生活中钢与铁的区别和应用场合；第二，要了解有关机械产品制造的基本过程，为学习后续课程奠定基本知识。另外，如果有机会可以到有关企业进行参观，如钢铁公司、机械制造厂等，感性地了解金属材料和机械产品制造方面的生产过程。

金属材料由于具有比其他材料优越的性能，如物理性能、化学性能、力学性能及工艺性能等，能够适应生产和科学技术发展的需要，广泛应用于机械制造、工程建设、交通、石油化工、农业、国防等领域，因此，了解金属材料的分类、性能以及加工过程等具有重要意义。

综合知识模块一 金属材料的分类

能力知识点一

金属材料的基本概念

金属材料是由金属元素或以金属元素为主要材料构成的并具有金属特性的工程材料。它包括纯金属和合金两类。

纯金属在工业生产中虽然具有一定的用途，但是，由于它的强度、硬度一般都较低，而且冶炼技术复杂，价格较高，因此，在使用上受到很大的限制。目前在工农业生产、建筑、国防建设中广泛使用的是合金状态的金属材料。

合金是指两种或两种以上的金属元素或金属与非金属元素组成的金属材料，如普通黄铜是由铜和锌两种金属元素组成的合金，碳素钢是由铁和碳组成的合金。与组成合金材料的纯金属相比，合金除具有较好的力学性能外，还可以通过调整组成元素之间的比例，获得一系列性能各不相同的合金，从而满足工农业生产、建筑及国防建设上不同的性能要求。



想一想 纯金的纯度是99.99%，用24K表示；12K金的含金量是49.99%，那么，18K金的含金量是多少呢？12K金和18K金是合金吗？它们主要含有什么元素？



能力知识点二

金属材料的分类

金属材料通常分为钢铁材料（或黑色金属）和非铁金属（或有色金属）两大类，如图 1-1 所示。

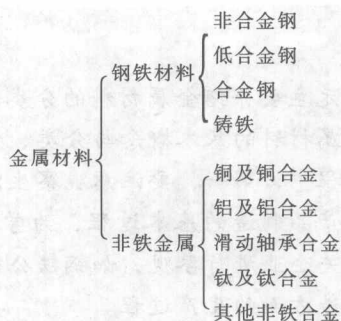


图 1-1 金属材料分类

(1) 钢铁材料 以铁或以它为主形成的金属材料，称为钢铁材料（或称黑色金属），如钢和生铁。

(2) 非铁金属 除钢铁材料以外的其他金属，都称为非铁金属（或称有色金属），如铜、铝、镁、钛、锌、锡、铅等。

除此之外，在国民经济建设中，还出现了许多新型的高性能金属材料，如高温合金、粉末冶金材料、非晶态金属材料、纳米金属材料、单晶合金以及新型的金属功能材料（永磁合金、形状记忆合金、超细金属隐身材料）等。

综合知识模块二 钢铁材料生产过程简介

能力知识点一

钢铁材料生产过程简介

钢铁是铁和碳的合金。钢铁材料按碳的质量分数 $w(\text{C})$ (含碳量) 进行分类, 包括工业纯铁 ($w(\text{C}) < 0.0218\%$), 钢 ($w(\text{C}) = 0.0218\% \sim 2.11\%$) 和生铁 ($w(\text{C}) > 2.11\%$)。

生铁由铁矿石经高炉冶炼而得, 它是炼钢和铸造的主要原材料。

钢材生产是以生铁为主要原料, 将生铁装入高温的炼钢炉里, 通过氧化作用降低生铁中碳和杂质的质量分数炼成钢液, 然后将钢液铸成钢锭, 再经过热轧或冷轧后, 制成各种类型的钢材。图 1-2 为钢铁材料生产过程示意图。

能力知识点二

炼 铁

铁的化学性质活泼, 自然界中的铁, 绝大多数是以含铁的化合物形式存在的。炼铁用的原料多数是铁的氧化物。含铁比较多并且具有冶炼价值的矿物, 如赤铁矿、磁铁矿、菱铁

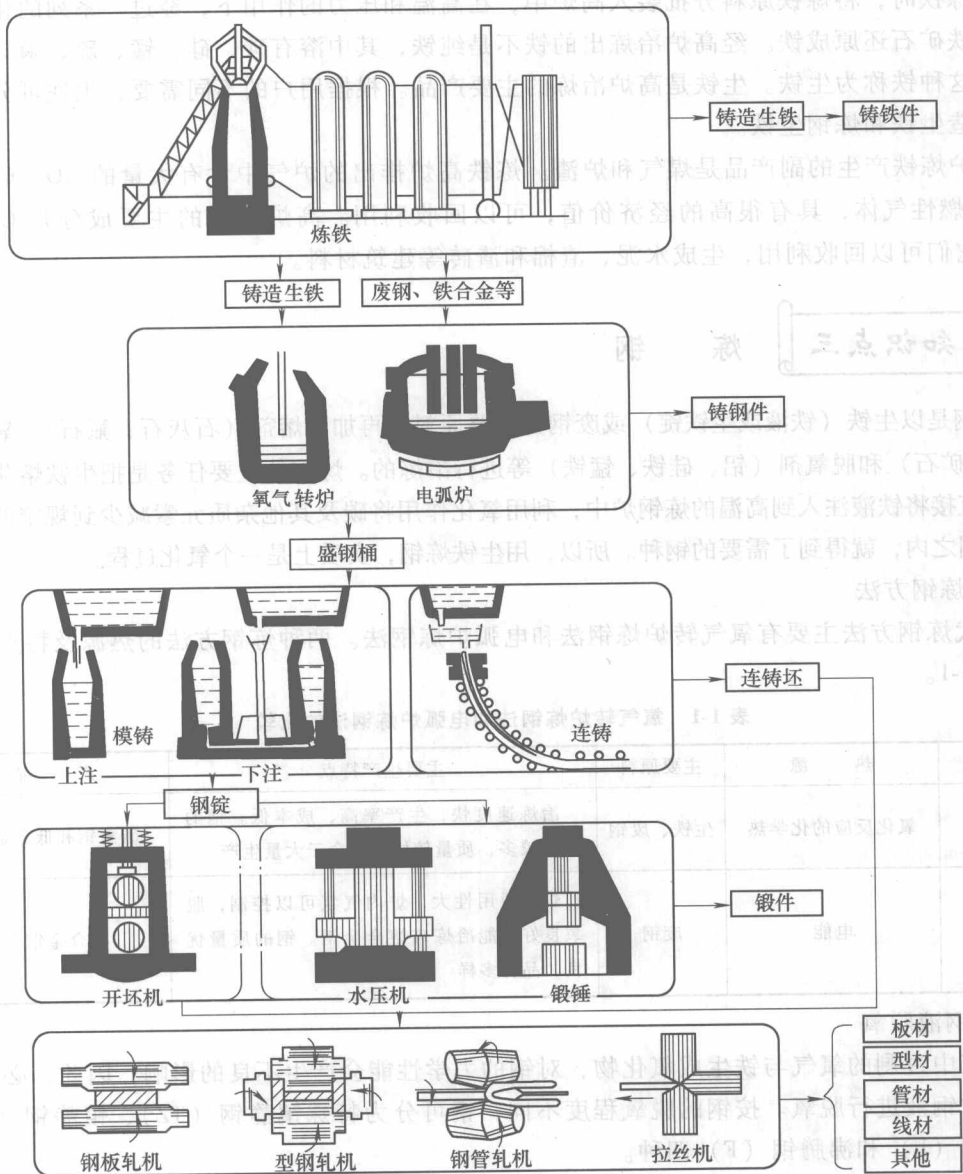


图 1-2 钢铁材料生产过程示意图

矿、褐铁矿等称为铁矿石。铁矿石中除了含有铁的氧化物以外，还含有硅、锰、硫、磷等元素的氧化物杂质，这些杂质称为脉石。炼铁的实质就是从铁矿石中提取铁及其有用元素形成生铁的过程。现代钢铁工业炼铁的主要方法是高炉炼铁。高炉炼铁的炉料主要是铁矿石（ Fe_3O_4 ）、燃料（焦炭）和熔剂（石灰石）。

焦炭作为炼铁的燃料，一方面为炼铁提供热量，另一方面焦炭在不完全燃烧时所产生的CO，又作为使氧化铁和其他金属元素还原的还原剂。熔剂的作用是使铁矿石中的脉石和焦炭燃烧后的灰粉转变成密度小、熔点低和流动性好的炉渣，并使之与铁液分离，常用的熔剂是石灰石（ $CaCO_3$ ）。



在炼铁时，将炼铁原料分批装入高炉中，在高温和压力的作用下，经过一系列的化学反应，将铁矿石还原成铁。经高炉冶炼出的铁不是纯铁，其中溶有碳、硅、锰、硫、磷等杂质元素，这种铁称为生铁。生铁是高炉冶炼的主要产品。根据用户的不同需要，生铁可分为两类：铸造生铁和炼钢生铁。

高炉炼铁产生的副产品是煤气和炉渣。炼铁高炉排出的炉气中含有大量的 CO 、 CH_4 和 H_2 等可燃性气体，具有很高的经济价值，可以回收利用。高炉炉渣的主要成分是 CaO 和 SiO_2 ，它们可以回收利用，生成水泥、渣棉和渣砖等建筑材料。

能力知识点三 炼 钢

炼钢是以生铁（铁液或生铁锭）或废钢为主要原料，再加入熔剂（石灰石、氟石）、氧化剂（ O_2 、铁矿石）和脱氧剂（铝、硅铁、锰铁）等进行冶炼的。炼钢的主要任务是生铁熔化成液体，或直接将铁液注入到高温的炼钢炉中，利用氧化作用将碳及其他杂质元素减少到规定的化学成分范围之内，就得到了需要的钢种。所以，用生铁炼钢，实质上是一个氧化过程。

1. 炼钢方法

现代炼钢方法主要有氧气转炉炼钢法和电弧炉炼钢法。两种炼钢方法的热源及特点比较列于表 1-1。

表 1-1 氧气转炉炼钢法和电弧炉炼钢法的比较

炼钢方法	热 源	主要原料	主要生产特点	产 品
氧气转炉	氧化反应的化学热	生铁、废钢	冶炼速度快，生产率高，成本低。钢的品种较多，质量较好，适合于大量生产	碳素钢和低合金钢
电弧炉	电能	废钢	炉料通用性大，炉内气氛可以控制，脱氧良好，能冶炼难熔合金钢。钢的质量优良，品种多样	合金钢

2. 钢液脱氧

钢液中过剩的氧气与铁生成氧化物，对钢的力学性能会产生不良的影响，因此，必须在浇注前对钢液进行脱氧。按钢的脱氧程度不同，钢可分为特殊镇静钢（TZ）、镇静钢（Z）、半镇静钢（b）和沸腾钢（F）四种。

镇静钢是脱氧完全的钢。钢液冶炼后期用锰铁、硅铁和铝块进行充分脱氧，钢液在钢锭模内平静地凝固。这类钢锭化学成分均匀，内部组织致密，质量较高。但由于钢锭头部形成相当深的缩孔，轧制时被切除，钢材浪费较大，如图 1-3a 所示。

沸腾钢是指脱氧不完全的钢。钢液在冶炼后期仅用锰铁进行不充分的脱氧。钢液浇入钢锭模后，钢液中的 FeO 和碳相互作用，脱氧过程仍在进行（ $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO} \uparrow$ ），生成的 CO 气体引起钢液产生沸腾现象。凝固时大部分气体逸出，少量气体被封闭在钢锭内部，形成许多小气泡，如图 1-3c 所示。这类钢锭不产生缩孔，切头浪费小。但是，钢的化学成分不均匀，组织不够致密，质量较差。

半镇静钢的脱氧程度和性能状况介于镇静钢和沸腾钢之间。

特殊镇静钢脱氧质量优于镇静钢，其内部材质均匀，非金属夹杂物含量少，可以满足特

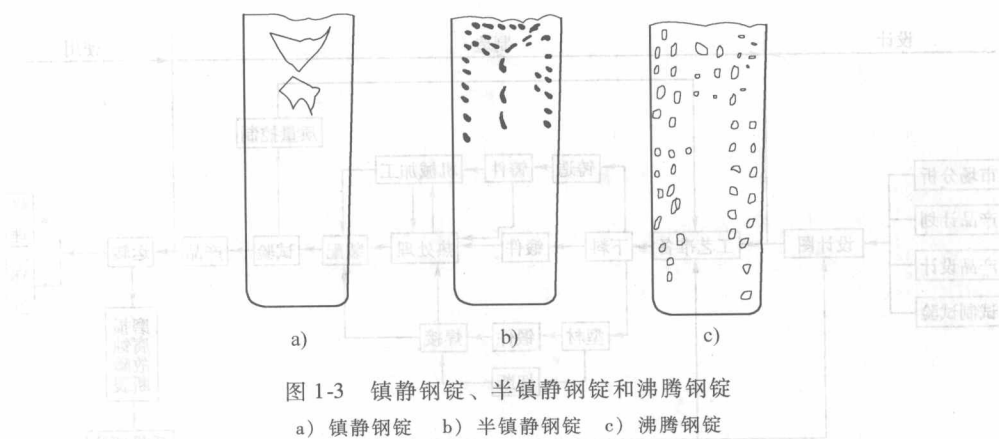


图 1-3 镇静钢锭、半镇静钢锭和沸腾钢锭

a) 镇静钢锭 b) 半镇静钢锭 c) 沸腾钢锭

殊需要。

3. 钢液浇注

钢液经脱氧后，除少数用来浇铸成铸钢件外，其余都浇铸成钢锭或连铸坯。钢锭用于轧钢或锻造大型锻件。连铸坯是采用连铸法生产的，连铸法由于生产率高、钢坯质量好、节约能源、生产成本低等优点，目前得到广泛采用。

4. 炼钢的最终产品

钢锭经过轧制最终形成板材、管材、型材、线材及其他类型的材料。

(1) 板材 板材一般分为厚板和薄板。4~60mm 为厚板，常用于造船、锅炉和压力容器；板材厚度在 4 mm 以下的为薄板，分为冷轧钢板和热轧钢板。薄板轧制后可直接交货或经过酸洗镀锌或镀锡后交货使用。

(2) 管材 管材分为无缝钢管和有缝钢管两种。无缝钢管用于石油、锅炉等行业；有缝钢管是采用带钢焊接制成，用于制作煤气及自来水管道等。焊接的钢管生产率较高、成本低，但质量和性能与无缝钢管相比稍差些。

(3) 型材 常用的型材有方钢、圆钢、扁钢、角钢、工字钢、槽钢、钢轨等。

(4) 线材 线材是用圆钢或方钢经过冷拔制成的。其中的高碳钢丝用于制作弹簧丝或钢丝绳，低碳钢丝用于捆绑或编织等。

(5) 其他材料 其他材料主要是指要求具有特种形状与尺寸的异形钢材，如车轮轮箍、齿轮坯等。

综合知识模块三 机械产品制造过程简介

机械产品的制造过程一般分为机械产品设计、机械产品制造与机械产品使用三个阶段，如图 1-4 所示。

1. 机械产品设计阶段

在产品的设计阶段，企业首先要从市场需求、产品性能、生产数量等方面出发，制定产品的开发规划。设计时先进行总体设计，然后再进行部件设计，画出装配图和零件图。然后根据机械零件的使用条件、场合、性能及环境保护要求等，选择合理的材料以及合理的加工方法。不同的机械产品有不同的性能要求，如汽车产品必须满足动力性能、控制性能、操纵

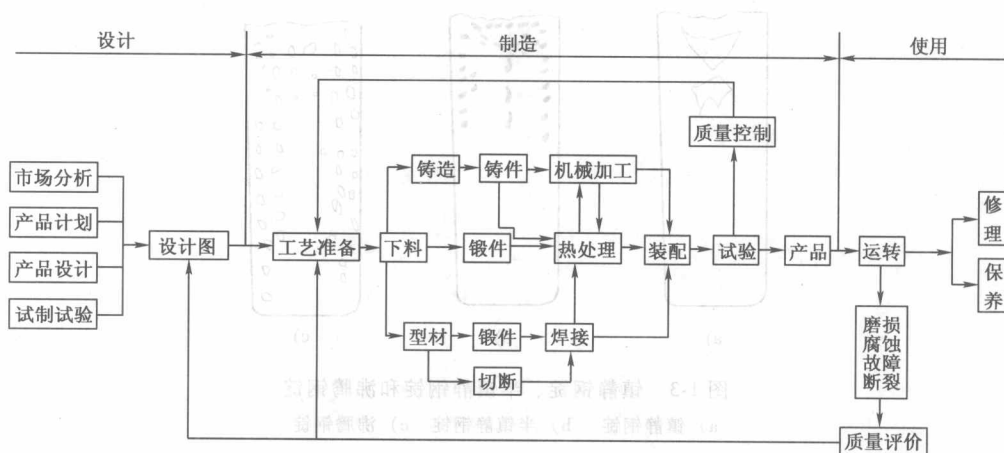


图 1-4 机械产品制造过程的三个阶段

性能、安全性能、涂装性能以及使用起来舒适、燃料消耗率低、噪声小等要求。在满足了产品性能和成本要求的前提下，工艺部门编制工艺规程或工艺图，并交付生产。

设计人员在设计零件时，应根据机械产品的使用场合、工作条件等选择制作零件的材料和加工方法。例如，在高温氧化性气体环境中工作的受力零件，应选择耐热性高的耐热钢；如果零件的形状复杂，则应选择铸造生产。同时，在设计过程中还要特别重视零件的使用性能、使用条件、材质以及加工方法的统一。

2. 机械产品制造阶段

生产部门根据工艺规程与机械零件图进行制造，然后进行装配。通常不能根据设计图直接进行加工，而应根据设计图绘制出制造图，再按制造图进行加工。这是由于设计图绘制出的是零件加工完成的最终状态图，而制造图则是表示在制造过程中某一工序完成时工件的状态，两者是有差异的。因此，在加工时需要根据制造图准备合适的坯料，并进行预定的加工。准备好材料后，可以根据零件结构特点，采用铸造、锻造、机械加工、热处理等不同的加工方法，然后分别在各类车间进行加工。零件加工完成后再装配成部件或整机。机械产品装配完后，要按设计要求进行各种试验。诸如，空载与负荷试验、力学性能与使用寿命试验以及其他单项试验等。整机验收合格后，则可进行涂装、包装和装箱，最后投入市场。

3. 机械产品使用阶段

出厂的机械产品一经投入使用，其磨损、腐蚀、故障及断裂等就会接踵而来，并暴露出设计和制造过程中存在的质量问题。一个好的机械产品除了应注重设计功能、外观特征和制造工艺外，还应该经常注意收集与积累使用过程中零件失效的资料，并反馈给制造、设计部门，以进一步提高机械产品的质量。这样做不仅能使机械产品获得良好的可靠性，而且还能赢得良好的信誉和市场。

综合知识模块四 机械产品加工工艺简介

绝大多数的机械产品或零件是由原材料经过某些工艺方法的加工获得的。目前常用



的机械产品加工工艺方法主要有铸造、压力加工、焊接、粉末冶金、切削加工、特种加工等。

铸造是指熔炼金属，制造铸型，并将熔融金属浇入铸型，凝固后获得一定形状和性能金属零件毛坯的成形方法。用铸造方法得到的金属毛坯称为铸件。铸件一般作为毛坯用，多数铸件需经切削加工后才能成为零件。铸造生产有砂型铸造和特种铸造。

压力加工是利用压力使金属产生塑性变形，使其改变形状、尺寸和改善性能，获得型材、棒材、板材、线材和锻压件的加工方法。它包括锻造、冲压、挤压、轧制、拉拔等加工方法。

焊接是指通过加热、加压或同时加热加压，并且用或不用填充材料使工件达到结合的一种工艺方法。焊接方法的种类很多，通常分为三大类：熔焊、压焊和钎焊。

(1) 熔焊 它是将待焊处的母材金属熔化以形成焊缝的焊接方法，如气焊、电弧焊（焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊）、电渣焊、等离子弧焊、电子束焊、激光焊等。

(2) 压焊 焊接过程中，必须对焊件施加压力（加热或不加热）以完成焊接的焊接方法称为压焊，如高频焊、爆炸焊、冷压焊、摩擦焊、电阻焊（点焊、缝焊、对焊）、超声波焊、扩散焊、锻焊等。

(3) 钎焊 采用比母材熔点低的金属材料作钎料，将焊件和钎料加热到高于钎料熔点，低于母材熔化温度，利用液态钎料润湿母材，填充接头间隙并与母材相互扩散实现连接焊件的工艺方法称为钎焊。钎焊分为硬钎焊和软钎焊。

粉末冶金是用金属粉末（或金属粉末与非金属粉末的混合物）作原料，经过压制成形、烧结等工序，制成各种金属制品或金属材料的一种冶金方法。粉末冶金法与陶瓷生产有相似的地方，故也称为金属陶瓷法。粉末冶金的产品有含油轴承、制动片、硬质合金等。

切削加工是指从工件表面切除一层多余的金属，从而形成已加工表面的过程，如钻削加工、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工等。

特种加工是将电能、磁能、化学能、光能、声能、热能等或其组合施加在工件的被加工部位上，从而使材料去除、变形、改变性能或被镀盖的非传统的加工方法，如电解加工、超声波加工、电火花加工、激光加工、电子束加工、等离子弧加工等。特种加工方法是现代科学技术与切削加工相结合的新型加工方法。



想一想 人民币的硬币是用什么材料制作的？采用何种工艺加工的呢？



小知识 德国的史瓦巴哈镇有一家金箔公司，可以将 100g 的黄金打制出 700 万片金箔，这些金箔铺开可铺满 6 个足球场。

【综合训练】

一、名词解释

1. 金属材料 2. 合金 3. 钢铁材料 4. 非铁金属 5. 钢铁

二、填空题

1. 金属材料一般可分为_____金属和_____金属两类。





2. 钢铁材料是由 铁、碳 及 Si、Mn、S、P 等杂质元素组成的金属材料。
3. 生铁是由铁矿石原料经 高炉 而获得的。高炉生铁一般分为 普通生铁 和 铸造生铁 两种。
4. 现代炼钢方法主要有 转炉 和 电炉。
5. 根据钢液的脱氧程度不同，钢可分为 镇静钢、沸腾钢、半镇静钢 和 特殊镇静钢。
6. 机械产品的制造过程一般分为 毛坯制造、机械加工 和 热处理 三个阶段。
7. 钢锭经过轧制最终会形成 热轧钢、冷轧钢 和 冷拔钢 等产品。

三、判断题

1. 钢和生铁都是以铁碳为主的合金。()
2. 高炉炼铁的过程是使氧化铁还原，获得纯生铁的过程。()
3. 用锰铁、硅铁和铝粉进行充分脱氧后，可获得镇静钢。()
4. 电炉主要用于冶炼高质量的合金钢。()

四、简答题

1. 炼铁的主要原料有哪些？
2. 镇静钢和沸腾钢之间有何差异？

五、观察与调研

生活中你见过哪些金属材料？有何应用？

生活中你见过哪些金属材料？有何应用？

生活中你见过哪些金属材料？有何应用？

生活中你见过哪些金属材料？有何应用？

生活中你见过哪些金属材料？有何应用？



【知识总结】

金属材料

金属材料

金属材料

金属材料



第二单元 金属材料的性能

二点知识模块

【学习目标】 本单元主要介绍金属材料的各种性能指标、使用范围等内容。学习时，第一，要准确理解有关定义；第二，要学会利用掌握的知识对日常生活中的现象进行分析和思考，试一试能否用学到的理论知识对遇到的实际问题或现象进行科学地解释；第三，因为本课程涉及的知识面广，因此，为了巩固所学的知识，要学会对所学的知识进行分类、归纳和整理，提高学习效率。整理的方法很多，如列表法、层次罗列法等；第四，要牢固掌握重点内容，本单元的重点是金属材料的力学性能部分；第五，注意学习方法，在学习时要尽量将自己的感性认识与教学内容相联系，帮助理解和认识。

通常把金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料为保证机械零件或工具正常工作应具备的性能，即在使用过程中所表现出的特性，它包括力学性能、物理性能和化学性能等。工艺性能是指金属材料在制造机械零件或工具的过程中，适应各种冷、热加工的性能，也就是金属材料采用某种加工方法制成成品的难易程度，它包括铸造性能、压力加工性能、焊接性能、热处理性能及切削加工性能等。例如，某种金属材料采用焊接方法容易得到合格的焊件，就说明该金属材料的焊接工艺性能好。

在机械制造过程中，为了设计制造具有较强竞争力的产品，必须了解和掌握材料的各种性能，以便使产品在设计、选材和制造等方面体现出最优化。

综合知识模块一 金属材料的力学性能

能力知识点一

金属材料力学性能的基本概念

金属材料的力学性能是指金属在力的作用下所显示出的与弹性和非弹性反应相关或涉及应力-应变关系的性能，如弹性、强度、硬度、塑性、韧性等。弹性是指物体在外力作用下改变其形状和尺寸，当外力卸除后物体又恢复到其原始形状和尺寸的特性。物体受外力作用后导致物体内部之间相互作用的力称为内力；单位面积上的内力则为应力 σ (MPa)。应变 ϵ (%)是指由外力所引起的物体原始尺寸或形状的相对变化。

金属材料的力学性能是评定金属材料质量的主要判据，也是金属构件设计时选材和进行强度计算的主要依据。金属材料力学性能指标有强度、刚度、塑性、硬度、韧性和