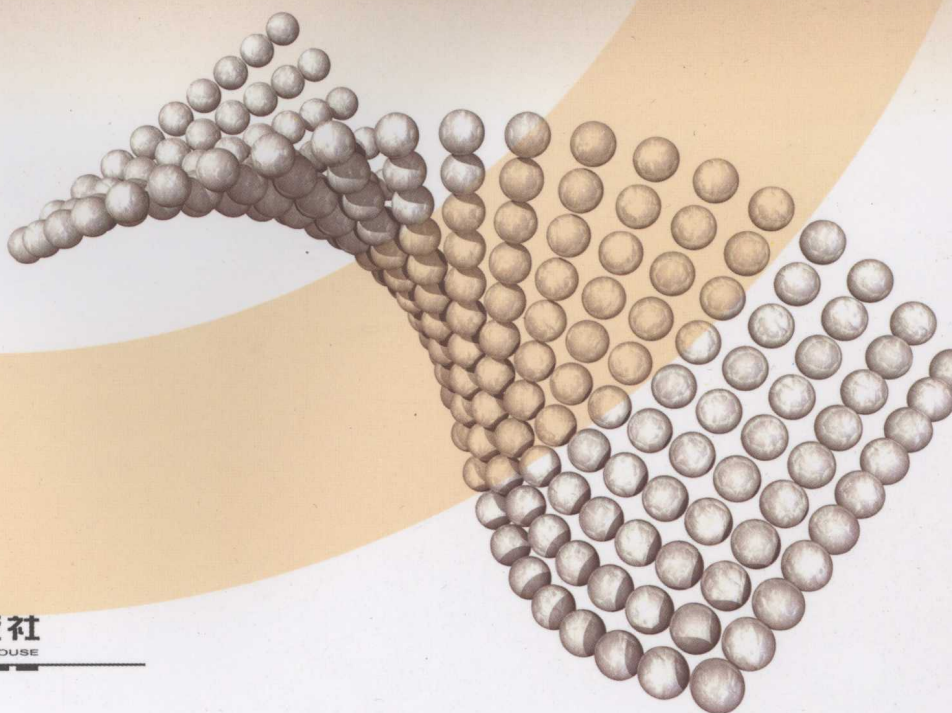


高等职业学校规划教材

金属材料及热处理

王英杰 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等职业学校规划教材

金属材料及热处理

王英杰 主编

中国铁道出版社

北京

内 容 简 介

本书共12章,包括金属材料与机械产品制造过程概述、金属的性能、金属晶体结构与结晶、铁碳合金相图、非合金钢、钢的热处理、低合金钢与合金钢、铸铁、非铁金属及其合金、非金属材料及其应用、金属腐蚀及防护方法、材料表面处理技术简介。

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,突出高等职业教育特色,做到图解直观形象,理论联系实际;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,注重语言文字叙述精炼,通俗易懂;第六,每章配备了思考题,巩固所学知识。

本书主要面向高等职业教育的学生。此外,还可作为职工培训、中等职业及技工学校的教材。

图书在版编目(CIP)数据

金属材料及热处理/王英杰主编. —北京:中国铁道出版社,
2007.8

高等职业学校规划教材

ISBN 978-7-113-08005-1

I. 金… II. 王… III. ①金属材料-高等学校:技术学校-
教材②热处理-高等学校:技术学校-教材 IV. TG1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第092880号

书 名:金属材料及热处理

作 者:王英杰 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:李丽娟

封面设计:冯龙彬

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:9.5 字数:228千

版 本:2007年7月第1版 2007年7月第1次印刷

印 数:1~4000册

书 号:ISBN 978-7-113-08005-1/TH·122

定 价:17.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话:(010)51873124 编辑部电话:(010)51873135

前言

FOREWORD

本书是根据《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的若干意见》等文件,以及根据高职高专教育人才培养目标的要求而编写的,是工科高等职业技术教育的通用教材。为了贯彻落实教育部要求课程教材改革要面向 21 世纪,适应素质教育、创新教育和创业教育的需要,建立具有中国特色的现代化基础教育课程体系的精神,针对目前高等职业技术教育缺少合适的《金属材料及热处理》教材状况,我们进行了专题交流与研讨,组织编写了《金属材料及热处理》教材。

知识经济时代迫切需要具有综合素质、实践能力和创新能力的人才,这就需要我们从根本上改变传统的应试教育模式,切实走向以培养人的综合素质为基础的能力教育模式。可以说,素质教育的本质就是能力教育,就是要充分开发学生的潜能。同时市场经济的深入发展也内在的要求人们必须崇尚能力,并追求能力的充分实现。

能力教育与素质教育实际上是同一个问题的两个不同侧面和不同表述。素质本质上是能力的基础,能力则是素质的外在表现,素质诉诸实践就表现为能力,离开素质,能力就成了无本之木;离开能力,素质也无法表现、观察、确证和把握。

另外,能力教育必须以人的素质与能力为基础和核心,强调重视掌握知识,引导学生掌握获取知识的方法,学会运用知识进行创造性思考,学会把知识有效地转化为素质和能力。同时,使学生具有更大的柔性。“柔性”就是给予每个在校学生更大的发展空间和深层的受教育机会和能力,使其更好地适应今后工作中的需求和岗位变换。

本教材的教学目标是:①系统地介绍金属材料和非金属材料的性能和应用,强化学生的工程意识、质量意识、效益意识和环境保护意识,培养和造就素质高、知识面宽的应用型人才;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,初步使学生建立一定的解决实际问题的感性经验,做到触类旁通;③造就研究型学习环境,培养学生团结合作,相互交流,相互学习,勇于探讨问题的学习风气;④实行开放型教学方式,引导学生深入社会,了解现代企业的现状,培养不断创新精神;⑤突出信息素养培养,适应信息社会发展需要,引导学生善于利用现代信息技术拓宽知识面,了解更多的相关知识。

本书在内容上尽量做到布局合理、丰富、新颖;在内容组织上注意逻辑性、系统性和层次性;在文字介绍方面做到精炼、准确、通俗易懂和插图形象生动;在时代性上尽量反映机械制造方面的新技术、新材料、新工艺和新设备,使教师和学生的认识在一定层次上能紧跟现代科技发展与高等职业技术教育的新要求。

本书附有较全面的思考题,供学生自学时自我检查是否掌握和理解了所学的基础知识。本书除供高等职业技术教育学校使用外,还可作为职工培训、中等职业及技工学校教学用书。本教材建议课时分配如下表:

| 章 | 建议课时 | 章 | 建议课时 | 章 | 建议课时 |
|--------|-------------|-----|------|------|------|
| 绪论、第一章 | 2 | 第六章 | 6 | 第十一章 | 2 |
| 第二章 | 6 | 第七章 | 6 | 第十二章 | 2 |
| 第三章 | 4 | 第八章 | 4 | 实 验 | 6 |
| 第四章 | 4 | 第九章 | 4 | | |
| 第五章 | 2 | 第十章 | 4 | | |
| 小 计 | 18 | | 24 | | 10 |
| 总 计 | 52(包括实验6学时) | | | | |

本书由王英杰担任主编,王文丽担任副主编。全书由王英杰统稿。具体编写分工如下:绪论、第一章、第二章由山西大学职业技术学院王英杰编写;第三章由山西大学职业技术学院王忠才编写;第四章至第八章由山西农业大学平遥机电学院王文丽编写;第九章由山西大学职业技术学院王美玉编写;第十章由华东交通大学高等职业技术学院涂嘉编写;第十一章由兰州交通大学张芙丽编写;第十二章由山西大学职业技术学院杜力编写。

本书由高级工程师郭晓平审稿。最后由《金属材料及热处理》教材编委会审定通过。

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。同时,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。

《金属材料及热处理》教材编委会

2007年4月

目 录

CONTENTS

| | |
|-------------------|----|
| 绪 论 | 1 |
| 第一章 金属材料与机械制造过程概述 | 3 |
| 第一节 金属材料分类 | 3 |
| 第二节 钢铁材料生产过程概述 | 4 |
| 第三节 机械制造过程概述 | 6 |
| 思考题 | 8 |
| 第二章 金属的性能 | 9 |
| 第一节 金属的力学性能 | 9 |
| 第二节 金属物理性能与化学性能 | 18 |
| 第三节 金属工艺性能 | 20 |
| 思考题 | 21 |
| 第三章 金属晶体结构与结晶 | 23 |
| 第一节 金属晶体结构 | 23 |
| 第二节 纯金属的结晶 | 25 |
| 第三节 金属的同素异构转变 | 27 |
| 第四节 合金的晶体结构 | 27 |
| 第五节 合金的结晶 | 29 |
| 第六节 金属材料铸锭组织结构 | 30 |
| 思考题 | 32 |
| 第四章 铁碳合金相图 | 34 |
| 第一节 铁碳合金的基本组织 | 34 |
| 第二节 铁碳合金相图 | 36 |
| 思考题 | 40 |
| 第五章 非合金钢 | 42 |
| 第一节 杂质元素对钢性能的影响 | 42 |
| 第二节 非合金钢的分类 | 43 |
| 第三节 非合金钢的牌号及用途 | 44 |
| 思考题 | 49 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第六章 钢的热处理 | 51 |
| 第一节 钢在加热时的组织转变 | 51 |
| 第二节 钢在冷却时的组织转变 | 53 |
| 第三节 退火与正火 | 54 |
| 第四节 淬 火 | 56 |
| 第五节 回 火 | 58 |
| 第六节 表面热处理与化学热处理 | 60 |
| 第七节 热处理新技术简介 | 63 |
| 思考题 | 64 |
| 第七章 低合金钢与合金钢 | 67 |
| 第一节 合金元素在钢中的作用 | 67 |
| 第二节 低合金钢和合金钢的分类与牌号 | 68 |
| 第三节 低合金钢 | 71 |
| 第四节 合 金 钢 | 72 |
| 思考题 | 81 |
| 第八章 铸 铁 | 84 |
| 第一节 铸铁概述 | 84 |
| 第二节 常用铸铁 | 85 |
| 第三节 合金铸铁 | 91 |
| 思考题 | 92 |
| 第九章 非铁金属及其合金 | 94 |
| 第一节 铝及铝合金 | 94 |
| 第二节 铜及铜合金 | 98 |
| 第三节 钛及钛合金 | 103 |
| 第四节 滑动轴承合金 | 104 |
| 第五节 粉末冶金材料简介 | 106 |
| 思考题 | 109 |
| 第十章 非金属材料及其应用 | 112 |
| 第一节 高分子材料 | 112 |
| 第二节 陶瓷材料 | 121 |
| 第三节 复合材料 | 124 |
| 思考题 | 128 |
| 第十一章 金属腐蚀及防护方法 | 130 |
| 第一节 金属腐蚀原理 | 130 |

| | |
|----------------------|-----|
| 第二节 防止金属腐蚀的方法..... | 133 |
| 思考题..... | 134 |
| 第十二章 材料表面处理技术简介..... | 136 |
| 第一节 材料表面处理技术基础..... | 136 |
| 第二节 材料表面处理工艺简介..... | 137 |
| 思考题..... | 142 |
| 参考文献..... | 142 |

绪 论

金属材料和非金属材料的使用是人类社会发展的重要里程碑。历史上的所谓石器时代、青铜时代和铁器时代就是以材料作为时代标志的,它象征着人类社会科学技术进步的程度。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。所以,早在20世纪70年代初,国内外的材料专家就已把金属材料比做现代工业的骨架了。因此,当今社会科学技术的发展与进步,以及整个社会的生活与生产,如果离开金属材料,那是不堪设想的。

人类社会从石器时代进入青铜时代以后,金属材料在人类生活中占据了十分重要的地位。特别是大规模生产钢铁工艺的出现,使金属材料的生产和消耗量急剧上升,促进了科学技术和社会经济的飞速发展,同时也使地球上现有的金属资源越来越少。据估计,铁、铝、铜、锌、银、锡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,寻找它的代用品。目前,世界各国都在积极采取措施,研究和开发新材料,不断改进现有金属材料的性能,充分发挥其潜力,从而达到节约金属材料的目的。例如,轻体汽车的设计,就是利用高强度钢材与非金属等材料,减轻汽车自重,达到节约金属材料 and 省油目的。

从20世纪中叶开始,随着科学技术的发展、社会环保意识的加强以及生产的需求,涌现出了许多的非金属材料。非金属材料的使用,不仅满足了机械制造工程中的特殊需求,而且还大大简化了机械制造的工艺过程,降低了制造成本,提高了产品的使用性能。其中比较突出的就是塑料、陶瓷和复合材料的广泛应用。目前它们的特殊性能正在不断地得到广大工程技术人员认可,而且其应用范围正不断地扩大。

回顾历史,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余年,大量出土的青铜器,说明在商代(公元前1562~公元前1066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,属商殷祭器。其带耳高1.37 m,长1.1 m,宽0.77 m,重达875 kg。要制造这么精美的青铜器,需要经过雕塑、制造模样与铸型、冶炼等工序,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。同时,在当时的条件下制造这样庞大的金属器物,如果没有大规模的劳动分工和精湛的雕塑艺术与铸造技术,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年在河北兴隆地区发掘出的用来铸造农具的铁模子,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。

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,说明当时已掌握了金属冶炼、锻造、热处理及金属防腐技术。

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、淬火等多种金属的加工方法。书中介绍的锉刀、针等工具的制造过程与现代制造过程几乎一致,可以说《天工开物》一书是世界上有关金属加工工艺最早的科学著作之一。

目前,我国在金属材料与非金属材料研究方面有了突飞猛进的发展,推动了机械制造、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。原子弹、氢弹、导弹、人造地球卫星、无人航天飞机、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与非金属材料及其加工工艺方面达到了先进水平。

《金属材料及热处理》教材比较系统地介绍了金属材料与非金属材料的种类、性能和应用方面的基础知识,是融会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、操作型复合型人才的必修课程,同时学习该课程对于培养学生的综合工程素质、技术应用能力、经济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。同学们在学习本课程时,要多联系自己在金属材料和非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,这样才能更好地学好教材中的知识,做到全面发展。

学习本课程的基本要求:

1. 了解常用材料的牌号、性能、用途,做到灵活应用。
2. 理解常用热处理工艺的原理、特点及其应用。
3. 了解有关新技术、新工艺、新设备、新材料的发展概况。
4. 树立知识经济意识,善于利用图书馆和 INTERNET 提供的信息资源,拓展知识面。

第一章 金属材料与机械制造过程概述

金属材料是现代工农业生产中使用最广的机械工程材料。对于从事机械制造、工程建设等方面的人员来说,了解金属材料的分类、性能以及加工过程等具有非常重要的意义。

第一节 金属材料分类

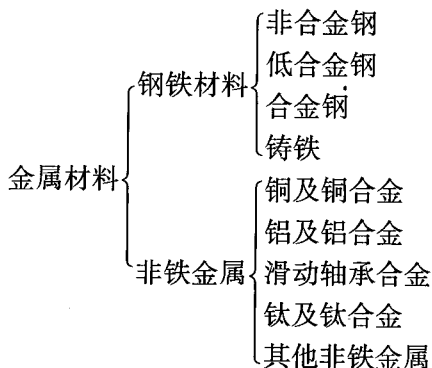
金属是指具有良好的导电性和导热性,有一定的强度和塑性,并具有光泽的物质,如铁、铝、铜、金、银等。金属材料是由金属元素或以金属元素为主要材料,并具有金属特性的工程材料。它包括纯金属和合金两类。

纯金属在工业生产中虽然具有一定的用途,但是,由于纯金属的强度、硬度一般都较低,而且冶炼困难,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。例如,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。与组成合金的纯金属相比,合金除具有突出的力学性能外,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不同的性能要求。

金属材料,尤其是钢铁材料在国民经济及其他方面都有重要作用,这是由于它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,能够满足生产和科学技术发展的要求。

金属材料还可分为钢铁材料(黑色金属)和非铁金属(有色金属)两大类。



(1) 钢铁材料。以铁或以它为主而形成的物质,称为钢铁材料,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,如金、银、铜、铝和镁等。

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,如非晶态金属材料、纳米金属材料、单晶合金以及新型金属功能材料(永磁合金、形状记忆合金、超细金属隐身材料)等。

第二节 钢铁材料生产过程概述

钢铁材料是铁和碳的合金。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 [$w(\text{C}) > 2.11\%$]。

生铁是由铁矿石经高炉冶炼而得, 它是炼钢和铸造的原材料。

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, 满足社会需要。图 1-1 为钢铁材料生产过程示意图。

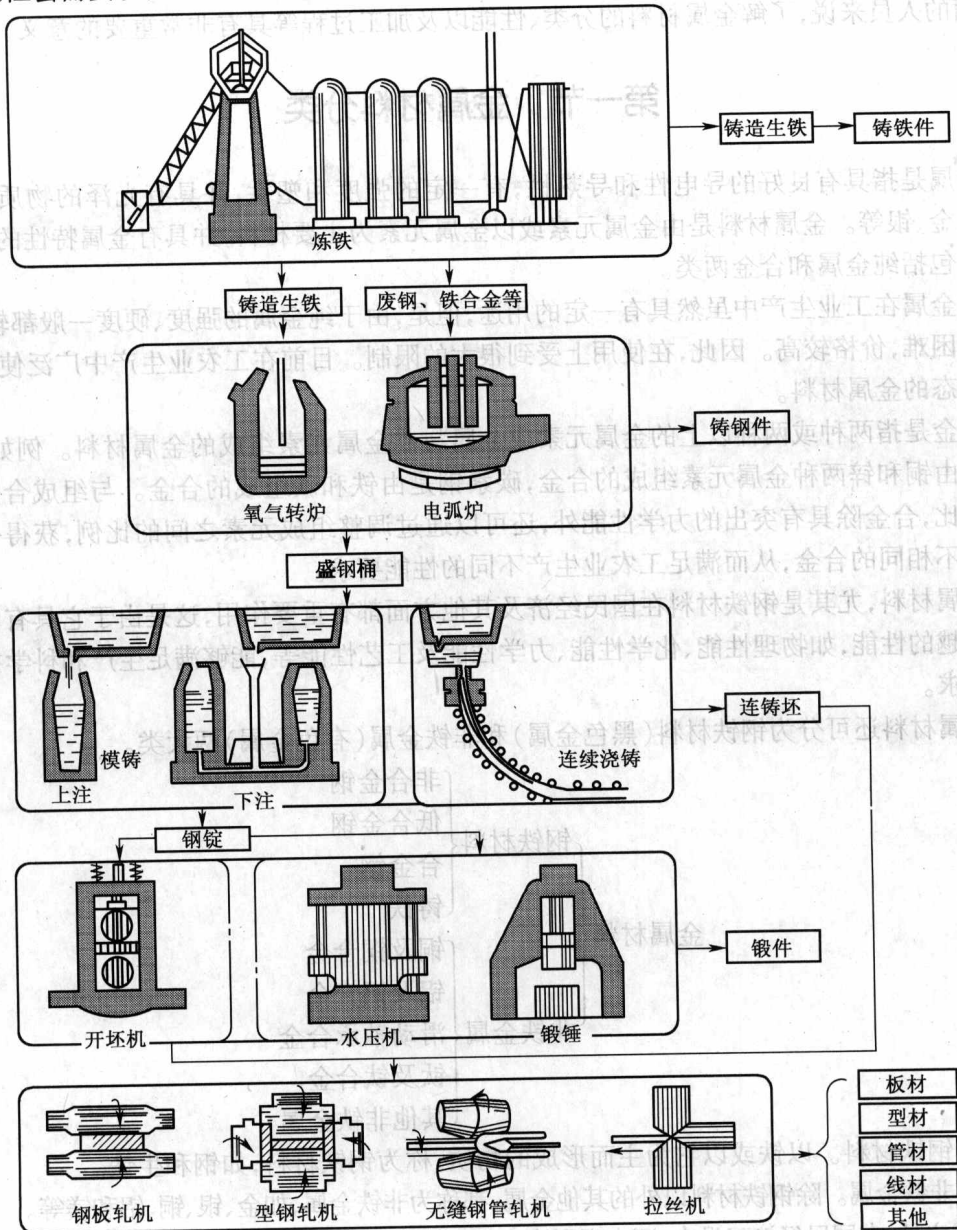


图 1-1 钢铁材料生产过程示意图

一、炼 铁

铁的化学性质活泼。自然界中的铁,绝大多数是以含铁化合物形式存在的。炼铁用的原料多数是铁的氧化物,含铁较多并且具有冶炼价值的矿物称为铁矿石。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。现代钢铁工业生产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)。

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。高炉冶炼出的铁不是纯铁,铁中溶有碳、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。

(1)铸造生铁。这类生铁的断口呈暗灰色。硅的质量分数较高,用于机械制造企业生产各种形状的铸件。

(2)炼钢生铁。这类生铁断口呈亮白色。硅的质量分数较低[$w(\text{Si}) < 1.5\%$],用来在炼钢炉中炼钢。

高炉炼铁产生的副产品是煤气和炉渣。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。高炉炉渣主要成分是 CaO 和 SiO_2 ,可用来制造水泥、渣棉和渣砖等建筑材料。

二、炼 钢

炼钢是以生铁为主要原料,把生铁熔化成液体,或直接将铁液注入高温的炼钢炉中,利用氧化作用将碳及其他元素控制在规定范围之内,就得到了钢材。

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特点比较

| 炼钢方法 | 热 源 | 主要原料 | 主要特点 | 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。钢材品种较多,质量较好,适合于大量生产 | 非合金钢和低合金钢 |
| 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. 钢的脱氧

钢液中的过剩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。按钢液的脱氧程度不同,钢材可分为特殊镇静钢(TZ)、镇静钢(Z),半镇静钢(b)和沸腾钢(F)。

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。但由于钢锭头部易形成相当深的缩孔,轧制时被切除,钢材浪费较大,如图1-2(a)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1-2(c)所示。这类钢锭不产生缩孔,切头浪费小。但是,钢的成分不均匀,组织不够致密,质量较差。

半镇静钢是脱氧程度和性能状况介于镇静钢和沸腾钢之间的钢。

特殊镇静钢是脱氧质量优于镇静钢,要求内部材质均匀,非金属夹杂物含量少,满足特殊需要的钢。

3. 钢液的浇注

钢液经脱氧后,除少数用来浇铸成铸钢件外,其余都浇铸成铸锭或连铸坯。铸锭用于轧钢或锻造大型锻件的毛坯。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,因此,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、丝材、其他材料。

(1) 板材。板材一般分为厚板和薄板。4~60 mm 为厚板,常用于造船、锅炉和压力容器;4 mm 以下为薄板,分冷轧和热轧钢板。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;有缝钢管用带钢焊成,用于制作煤气及自来水管等。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) 丝材。线材是用圆钢或方钢经过冷拔而成的。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、齿轮轮坯等。

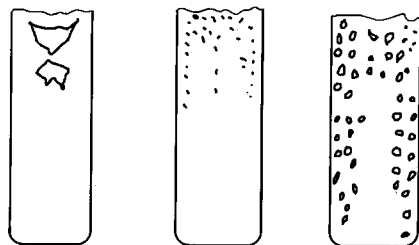


图1-2 镇静钢锭、半镇静钢锭和沸腾钢锭剖面分析示意图

图1-2 镇静钢锭、半镇静钢锭和沸腾钢锭剖面分析示意图

第三节 机械制造过程概述

机械产品的制造过程一般分为设计、制造与使用三个阶段,如图1-3所示。

一、设计阶段

在设计阶段首先要从市场调查、产品性能、生产数量等方面出发,制定出产品的开发规划。在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,如汽车必须满足动力性能、控制性能、操纵性、安全性,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,则由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、工作条件等选择零件的材料和决定加工方法。例如,在高温氧化性气氛环境中工作的受力零件,应选择耐热性能高的耐热钢;如果零件的形状复杂,则应选择铸造成形。同时,在设计过程中要特别重视零件的使用性能、使

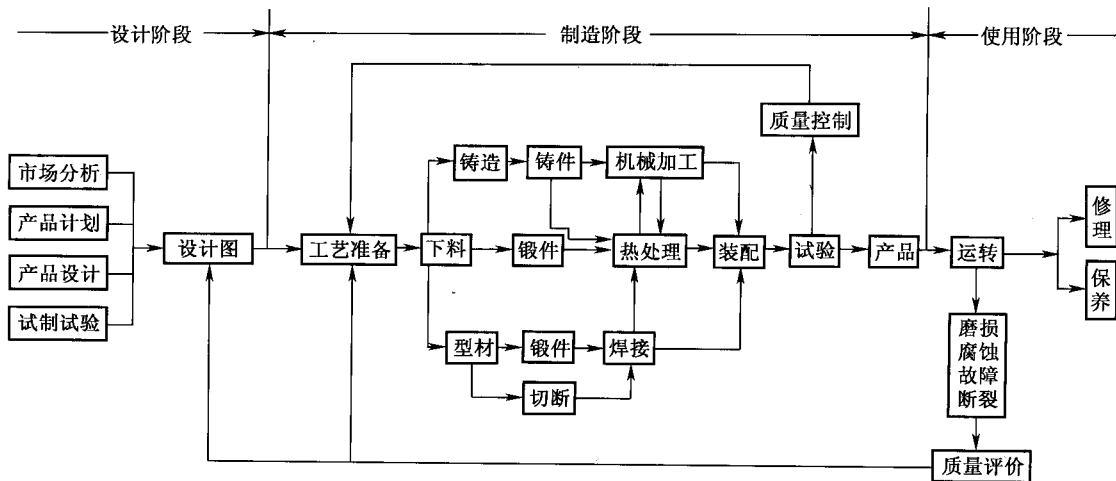


图 1-3 机械产品的制造过程

用条件、材质以及加工方法的统一。

二、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零件的状态。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,视零件的不同,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。零件完成加工后再装配成部件或整机。机械产品装配完后,按设计要求进行各种试验,如空载与负荷试验、性能与寿命试验以及其他单项试验等。整机验收质量合格后,则可进行涂装、包装和装箱,最后,准备投入市场。

三、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,还应经常注意收集与积累使用过程中零件失效的资料,据此反馈给制造、设计部门,以进一步提高或改进机械产品的质量。这样做不仅能使机械产品获得良好的可靠性,而且还能在信誉方面赢得市场。

【小 结】

本章主要介绍了金属材料的分类、钢铁生产过程和机械制造过程等内容,重点是钢铁生产过程、实质及其产品。同学们在学习之后,第一,要注意观察生活中钢与铁的区别和应用场合。第二,要在头脑中初步建立起有关机械制造的基本过程,为以后学习后续章节奠定基本知识。另外,同学们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制造方面的生产过程。

思考题

一、名词解释

1. 金属 2. 合金 3. 非铁金属 4. 钢铁材料 5. 钢铁

二、填空题

- 金属材料一般可分为_____和_____两类。
- 钢铁材料是由_____、_____及 Si、Mn、S、P 等杂质元素组成的金属材料。
- 生铁是由原料经_____而获得的。高炉生铁一般分为_____生铁和_____生铁两种。
- 现代炼钢方法主要有_____和_____。
- 根据钢液脱氧程度不同,可分为_____钢、_____钢、_____钢和_____钢。
- 机械产品的制造过程一般分为_____、_____与_____三个阶段。
- 钢锭经过轧制最终会形成_____、_____、_____和_____等产品。

三、判断题

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

四、简答题

- 炼铁的主要原料有哪些?
- 镇静钢和沸腾钢之间的特点有何不同?

五、课外调研

了解地球上常见金属的使用年限,如何使地球上的有限资源利用好?你有什么好建议?

【答 小】

第二章 金属的性能

金属材料由于具有特有的性能特点而被广泛应用。在机械制造业中,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,以便使机械产品在设计、选材和制造等方面体现出最优化。通常把金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。其中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。金属使用性能包括力学性能、物理性能和化学性能等。了解金属的性能,才能正确、经济、合理地选用金属材料。金属使用性能的优劣,直接与我们的日常生活密切相关。

第一节 金属的力学性能

金属的力学性能是指金属在力作用下所显示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回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,而单位面积上的内力则称为应力(N/mm^2 或 MPa)。应变是指由外力所引起的物体原始尺寸或形状的相对变化(%)。

金属力学性能的高低表征金属抵抗各种损害作用的能力大小,它是评定金属材料质量的主要判据,也是金属制件设计时选材和进行强度计算的主要依据。金属力学性能主要有:强度、塑性、硬度、韧性和疲劳强度等。

一、强度与塑性

强度是指金属抵抗永久变形和断裂的能力。塑性是指金属在断裂前发生不可逆永久变形的能力。永久变形或塑性变形是指物体在力的作用下产生的形状、尺寸的改变,外力去除后,变形不能恢复到原来的形状和尺寸。金属材料的强度和塑性指标可以通过拉伸试验测得。

(一) 拉伸试验

拉伸试验是指用静拉伸力对试样进行轴向拉伸,测量拉伸力和相应的伸长,并测取其力学性能的试验。拉伸时一般将拉伸试样拉至断裂。

1. 拉伸试样

拉伸试验通常采用圆柱形拉伸试样,试样尺寸按国家标准中金属拉伸试验试样中的有关规定进行制作。试样分为短试样和长试样两种,一般采用短试样。拉伸试样如图 2-1 所示,图中 2-1(a) 为标准试样,图 2-1(b) 为拉断后的试样。 d_0 为标准试样的原始直径, d_1 为试样断口处的直径。 L_0 为标准试样的原始标距, L_1 为拉断试样对接后测出的标距长度。长试样 $L_0 = 10d_0$; 短试样 $L_0 = 5d_0$ 。

2. 试验方法

拉伸试验在拉伸试验机上进行。图 2-2 为拉伸试验机示意图。将拉伸试样装在试验机