


中等职业教育国家规划教材配套教学用书

工程材料及热处理

主 编 王英杰



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

工程材料及热处理

主 编 王英杰

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部颁发的《中等职业学校金属工艺学教学大纲(试行)》,以及中等教育培养目标的要求而编写的。

全书共12章,主要包括工程材料与机械制造过程简介、金属的性能、金属的晶体结构与结晶、铁碳合金状态图、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、粉末冶金、非金属材料、新材料简介等。

本书吸取了现有相关教材的优点,选取的内容以必需为准、够用为度、实用为先,充实了新知识、新工艺、新技术,全面贯彻了最新国家标准,突出了职业教育特色,强调在理论基础知识、素质、能力、职业技能等方面对学生进行全面培养。本书每章配备各类复习思考题,方便教学,有助于教学质量的提高。

本书可作为中等职业学校工程技术类及其相关专业的专业基础课程教材,也可作为有关人员和技工工人的培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料及热处理 / 王英杰主编. — 北京: 高等教育出版社, 2007. 6

ISBN 978 - 7 - 04 - 021038 - 5

I. 王… II. 王… III. ① 工程材料 - 专业学校 - 教材 ② 热处理 - 专业学校 - 教材 IV. TB3 TG15

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 049100 号

策划编辑 王瑞丽 责任编辑 贺玲 封面设计 于涛 责任绘图 吴文信
版式设计 张岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司

印 刷 北京机工印刷厂

购书热线 010 - 58581118

免费咨询 800 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landraco.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 10

字 数 240 000

版 次 2007 年 6 月第 1 版

印 次 2007 年 6 月第 1 次印刷

定 价 13.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21038 - 00

前 言

本书是根据教育部颁发的《中等职业学校金属工艺学教学大纲(试行)》以及中等职业教育培养目标的要求而编写的。为了贯彻落实教育部课程教材改革的要求,适应素质教育、创新教育和创业教育的需要,以及国务院要求大力发展中等职业教育的精神,在认真查阅了大量的参考资料,进行了多次专题交流与研讨,并汲取了各种现有教材精华的基础上,组织编写了本书。

知识经济时代迫切需要具有良好的综合素质、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,切实转向以培养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,随着市场经济的不断深入和发展,社会也内在要求人们必须崇尚能力,并追求个人能力的充分实现。因此,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,进行能力教育时必须以人的素质与能力为基础和核心,强调重视学习和掌握知识,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,对于技术与职业教育要加强基础的认知学习,使学生有更大的柔性。“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的机会和能力,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:

(1) 比较系统地介绍金属材料和非金属材料的分类、性能和应用,培养和造就素质较高的应用型人才;

(2) 强化实践教学环节,提高学生的动手能力和实践技能;

(3) 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,初步使学生具有一定的解决实际问题的感性经验,做到触类旁通,融会贯通;

(4) 造就良好学习环境,培养学生团结合作,相互交流,相互学习,勇于探讨问题的学风,适应终身学习的需要;

(5) 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;

(6) 突出信息素养的培养,适应信息社会发展的需要,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,了解更多的相关知识。

本书在内容上尽量做到丰富、新颖;在内容组织上注重布局合理,突出逻辑性与系统性,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;在插图方面做到形象生动;在时代性上尽量反映机械制造方面的新技术、新材料和新工艺,使教师和学生的认识在一定层次上能跟上现代工程材料加工制造技术的发展步伐,适应中等职业技术教育的新要求和新思路。

本书每章设有各种类型的思考题,供学生自学时自我检查是否掌握和理解所学基础知识。

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的教材。
本教材建议课时(总课时46学时)分配如下表:

章	建议学时	章	建议学时	章	建议学时
绪论、第一章	2	第六章	6	第十一章	4
第二章	4	第七章	4	第十二章	2
第三章	4	第八章	2	实验	6
第四章	4	第九章	4		
第五章	2	第十章	2		
小计	16		18		12
总计	46(包括实验6学时)				

本书由王英杰担任主编,李云峰担任副主编。绪论、第一、二、三、四章由太原铁路机械学校王英杰和王美玉编写,第五章由浙江师范大学交通学院金升编写,第六、七章由华东交通大学高等职业技术学院涂嘉编写,第八、九、十、十一、十二章由山西交通职业技术学院李云峰编写。

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。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。

作者
2006.12

目 录

绪论	1	第一节 杂质元素对钢性能的 影响	45
第一章 工程材料与机械制造过程		第二节 非合金钢的分类	46
简介	4	第三节 非合金钢的牌号及 用途	48
第一节 金属材料的分类	4	思考题	53
第二节 钢铁材料生产过程 简介	5	第六章 钢的热处理	55
第三节 机械制造过程简介	8	第一节 钢在加热时的组织 转变	55
思考题	9	第二节 钢在冷却时的组织 转变	57
第二章 金属的性能	11	第三节 退火与正火	58
第一节 金属的力学性能	11	第四节 淬火	60
第二节 金属的物理性能和化 学性能	21	第五节 回火	63
第三节 金属的工艺性能	23	第六节 表面热处理与化学热 处理	65
思考题	24	思考题	68
第三章 金属的晶体结构与结晶	26	第七章 低合金钢和合金钢	71
第一节 金属的结构	26	第一节 合金元素在钢中的 作用	71
第二节 纯金属的结晶	29	第二节 低合金钢和合金钢的 分类与牌号	73
第三节 金属的同素异构 转变	31	第三节 低合金钢	75
第四节 合金的晶体结构	31	第四节 合金钢	77
第五节 合金的结晶	33	思考题	87
第六节 金属铸锭的组织 结构	34	第八章 铸铁	89
思考题	35	第一节 铸铁概述	89
第四章 铁碳合金状态图	37	第二节 常用铸铁	90
第一节 铁碳合金的基本 组织	37	第三节 合金铸铁	97
第二节 铁碳合金状态图及其 应用	39	思考题	99
思考题	44	第九章 非铁金属及其合金	100
第五章 非合金钢	45		

第一节	铝及铝合金	100	第三节	复合材料	136
第二节	铜及铜合金	104	思考题	.....	139
第三节	钛及钛合金	110	第十二章	新材料简介	141
第四节	滑动轴承合金	111	第一节	新型高温材料	141
思考题	.....	114	第二节	形状记忆材料	142
第十章	粉末冶金	116	第三节	非晶态材料	146
第一节	粉末冶金概述	116	第四节	超导材料	147
第二节	硬质合金	118	第五节	纳米材料	148
思考题	.....	121	第六节	其他新材料	150
第十一章	非金属材料	122	思考题	.....	152
第一节	高分子材料	122	参考文献 .....	.....	153
第二节	陶瓷材料	133			

绪 论

在生活、生产和科技各个领域,用于制造结构件、机器、工具和功能器件的各类材料统称为工程材料。工程材料按其性能特点和用途分为结构材料和功能材料两类。结构材料以力学性能为主要使用性能,用于制造工程结构件和机械零件;功能材料以物理性能、化学性能或生物功能等为主要使用性能,用于制造具有特殊功能的元器件。工程材料包括金属材料、高分子材料、陶瓷材料和复合材料四大类。其中,金属材料是最主要的工程材料,尤其以钢铁材料使用最广,约占80%。虽然目前高分子材料、陶瓷材料和复合材料在工程结构件和机器零件中的应用较少,但其应用发展迅速,未来将成为21世纪重要的工程材料。

材料是人类社会发展的重要物质基础,人类利用材料制作了生产和生活用的工具、设备及设施,不断改善着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,因此材料同人类社会的发展密切相关。同时,历史学家为了科学划分人类各个社会发展阶段的文明程度,也以材料的生产和使用作为人类文明进步的尺度。以材料为标志,人类社会已经历了石器时代、陶器时代、青铜器时代、铁器时代。现代工业的发展,同样离不开材料。能源、信息和材料已成为现代工业的三大支柱,而能源和信息的发展又是以材料为基础的。目前,人类正进入人工合成材料时代,材料的品种、数量不断丰富,质量也不断提高。

金属材料的使用及其加工方法的不断改进是人类社会发展的第一个重要里程碑,它象征着人类在征服自然、发展社会生产力方面迈出了具有深远历史意义的一步,促进了整个社会生产力的快速发展。尤其是进入铁器时代,特别是大规模生产钢铁工艺的出现,金属材料在人类生活中占据了重要地位,人类社会的经济活动和科学技术发生了显著变化。

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,那将是不堪设想的。

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,寻找它的代用品。目前,世界各国都在积极采取措施,研究和开发新的工程材料(如复合材料、功能材料等),并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以及利用替代材料——非金属等材料,达到减轻汽车自重、节约金属材料和省油目的。

20世纪中叶,随着人类社会科学技术的发展、社会环保意识的加强以及清洁生产的需求,涌现出了许多新型的非金属材料。非金属材料的使用,不仅满足了机械制造的特殊需求,而且还大大简化了机械制造的工艺过程,降低了成本,同时也提高了机械产品的使用性能。其中,比较突

出的非金属材料有塑料、胶粘剂、橡胶、陶瓷、复合材料、纳米材料等,目前它们的特殊性能和功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。

同时,随着科学技术的发展,机械零件的加工工艺也出现了日新月异的发展,如激光技术与计算机技术在机械零件加工过程中的应用,使得机械零件加工设备不断创新,零件的加工质量和效率不断提高,如计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和生产管理信息系统(MIS)的综合应用,突破了传统的机械零件加工方法,产生了巨大的变革。因此,作为一名技术人员或管理人员,了解金属材料和非金属材料的性能、应用、加工工艺过程以及先进的加工技术是非常重要的。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、环保意识、创新意识,做到机械生产过程高质、高效、清洁和安全,并合理地降低生产成本。同时,对于从事现代机械制造行业的人员来讲,学习本课程的有关知识对于提高自身素质、更好地适应现代化生产和知识经济社会也具有很好的指导意义和必要性。

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4 000余年。大量出土的青铜器表明,在商代(公元前1600—公元前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875 kg,属商殷祭器。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,在当时的条件下要浇注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1 900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1 600多年。直到明朝之前的2 000多年间,我国在钢铁生产技术方面一直遥遥领先于世界。

1965年在湖北省出土的越王勾践青铜剑,虽然在地下深埋了2 400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,说明当时不仅已掌握了金属冶炼、锻造、热处理技术,而且还掌握了金属材料的防腐技术和加工技术。

在唐朝(约公元7世纪)时期,我国已应用锡焊和银焊技术,而此项技术欧洲直到公元17世纪才出现。

根据文字记载,公元1668年我国已使用直径6.6 m的镶片铣刀,该铣刀由牲畜带动旋转,用来加工天文仪上的铜环。

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加工方法几乎一致,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与非金属材料的加工工艺方面取得了辉煌的成就,为人类文明做出了巨大的贡献。只是到了近代,由于封建制度的日益腐败和外国的侵略,才严重阻碍和束缚了金属材料加工技术的发展。

新中国成立后,我国在金属材料与非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4亿吨,成为国际钢铁市场上举足轻重的“第一力量”,有力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、载人飞船、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,金属材料与非金属材料加工工艺技术水平的高低,在某种程度上代表着一个国家机械制造的水平,与国民经济的快速发展有着密切的关系。只有工程材料的生产和机械制造工艺水平不断提高,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和科学技术的不断进步,加快国民经济的发展步伐;才会很好地保护好环境,达到清洁生产;会在知识经济 and 世界经济一体化进程中保持发展优势。但是,目前我国在工程材料方面的发展水平还比较落后,与工业先进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与非金属材料及其加工工艺理论,不断地学习新技术、新工艺、新设备和新材料,为国家的现代化建设做贡献。

工程材料及热处理比较系统地介绍常用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,同时,本课程是融汇多种专业基础知识为一体的专业技术基础课程,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,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。

工程材料及热处理课程具有内容广、实践性和综合性突出的特点。在内容编写方面体现通俗易懂;在教学方式上注重对学生积极进行启发和引导,培养其探索精神和学习归纳能力。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) 了解常用工程材料的分类、牌号、性能和用途。
- (2) 了解常用热处理工艺的原理、特点及其应用。
- (3) 了解与工程材料及热处理有关的新技术、新工艺、新设备、新材料的发展概况。
- (4) 在学习中要培养信息素养,善于利用图书馆和 Internet 提供的信息资源,拓展知识面。

第一章

工程材料与机械制造过程简介

金属材料是现代工农业生产中使用最广的工程材料。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、性能及其应用具有重要的意义。

第一节 金属材料的分类

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、铝和铜等。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。

金属材料在国民经济的各个领域里都发挥着重要的作用,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需要。

金属(或金属材料)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。

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

(2) 非铁金属。除黑色金属以外的其他金属材料都称为非铁金属(或称有色金属),如铜、铝、镁、钛、锌等。

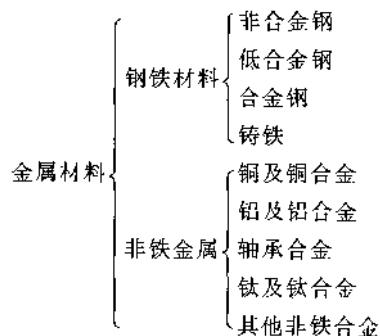


图1-1 金属材料分类

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。

▶ 第二节 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_c (含碳量) 进行分类, 包括工业纯铁 ($w_c < 0.0218\%$)、钢 ($w_c = 0.0218\% \sim 2.11\%$) 和生铁 ($w_c > 2.11\%$)。

生铁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。图 1-2 为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。含铁比较多并且具有冶炼价值的矿物, 如赤铁矿、磁铁矿、菱铁矿、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, 这些杂物称为脉石。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)。

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分转变成密度小、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, 其中熔有碳、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, 其中硅的质量分数较高, 主要用于机械制造厂生产成形铸件。

(2) 炼钢生铁。这类生铁断口呈亮白色, 其中硅的质量分数较低 ($w_{\text{Si}} < 1.5\%$), 主要用来在炼钢炉中进行炼钢。

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。

二、炼钢

炼钢以生铁(铁液和生铁锭)和废钢为主要原料。此外, 还有熔剂(石灰石、萤石)、氧化剂 (O_2 、铁矿石)和脱氧剂(铝、硅铁、锰铁)等。炼钢的主要任务是把生铁熔化成液体, 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,

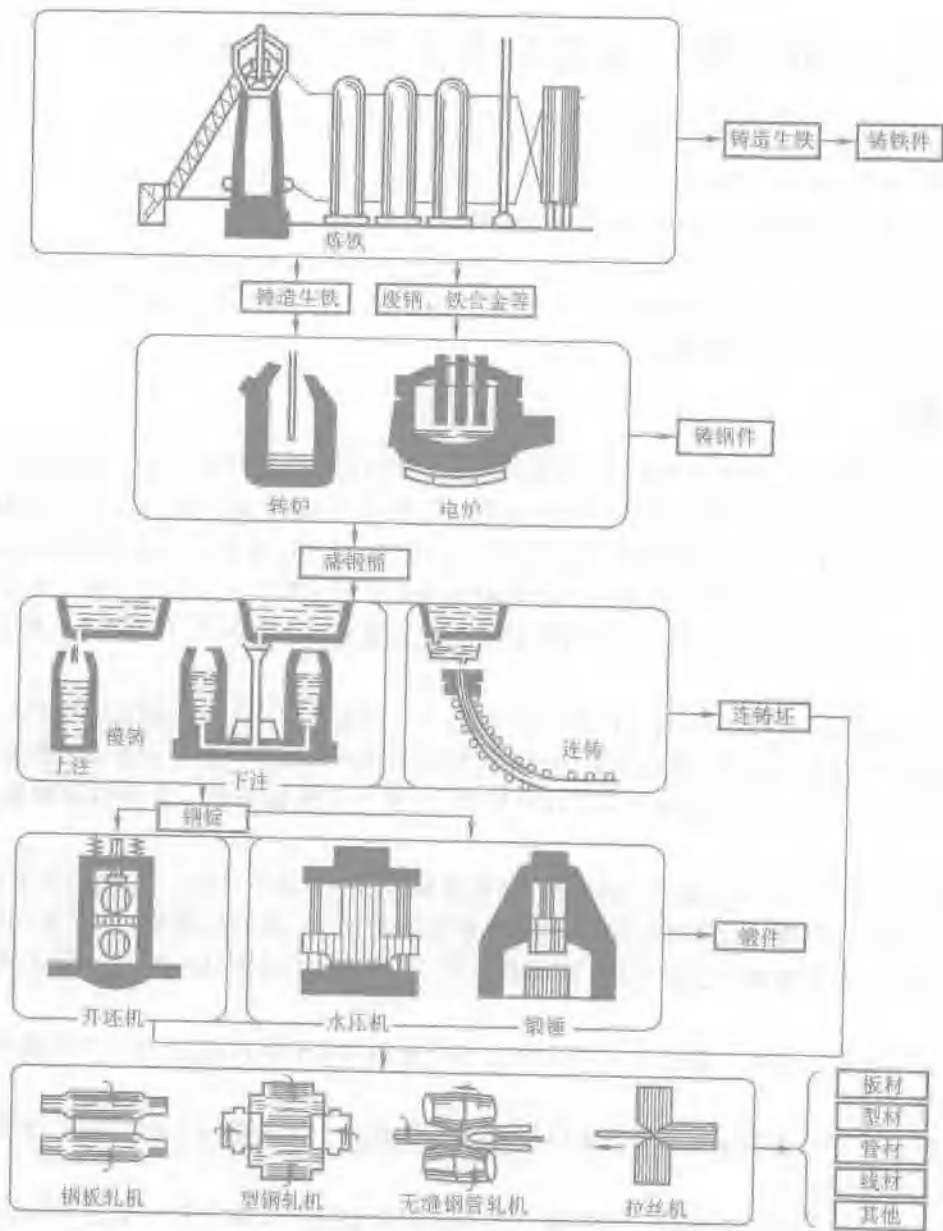


图 1-2 钢铁材料生产过程示意图

得到需要的钢种。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转炉炼钢法和电弧炉炼钢法。各种炼钢方法的热源及特点比较列于表 1-1。

表 1-1 两种炼钢方法的比较

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. 钢的脱氧

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影响,因此必须在浇注前对钢液进行脱氧。按钢液脱氧程度的不同,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 与碳相互作用,脱氧过程仍在进行($\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO} \uparrow$),生成的 CO 气体使钢液产生沸腾现象。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(图 1-3b)。

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,能够满足特殊需要。

3. 钢的浇注

钢液经脱氧后,除少数用来浇注成铸钢件外,其余都浇注成钢锭或连铸坯。钢锭用于轧钢或锻造大型锻件。连铸法由于生产率高,钢坯质量好,节约能源,生产成本低,因此日前得到广泛应用。

4. 炼钢的最终产品

钢锭经过轧制后,可以形成板材、管材、型材、线材及其他类型钢材。

(1) 板材。板材一般分为厚板和薄板。厚度在 4~60 mm 的板材为厚板,常用于造船、锅炉

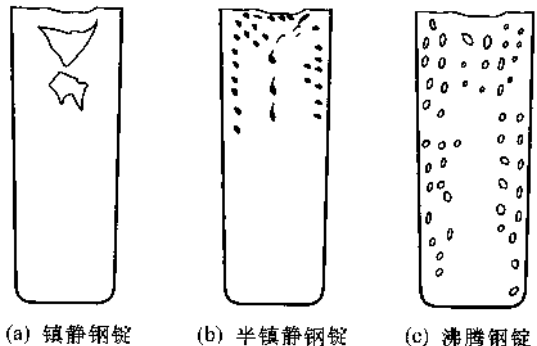


图 1-3 镇静钢锭、半镇静钢锭和沸腾钢锭剖面示意图

和压力容器;板材厚度在 4 mm 以下为薄板,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;有缝钢管用带钢焊接制成,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) 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) 其他类型材料。其他类型钢材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。

▶ 第三节 机械制造过程简介 ◀

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 1-4 所示。

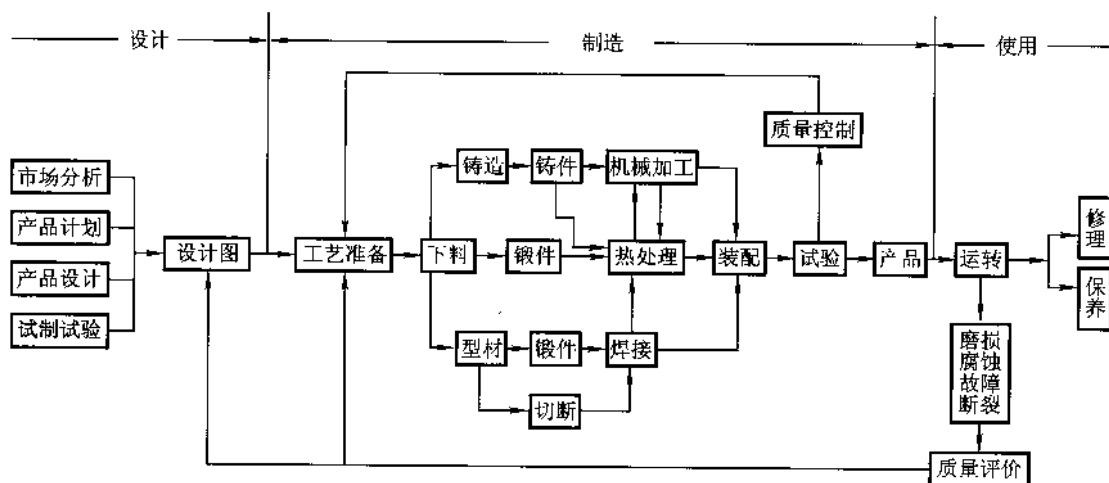


图 1-4 机械产品制造过程的三个阶段

一、设计阶段

在设计阶段首先要从市场需求、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,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,选择合理的工程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,以及使用舒适性、燃料消耗少、噪声小等要求。在满足产品性能和成本要求的前提下,由工艺部门编制工艺规程或工艺图,并交付生产。

企业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制作材料

和加工方法。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。

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工艺图,再按工艺图进行加工。这是由于设计图绘制出的是零件加工完成的最终状态图,而工艺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,在加工时需要根据工艺图准备合适的坯料,并进行预定的加工。准备好工程材料后,视零件的不同,可以采用铸造、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,如空载与负荷试验、性能与寿命试验以及其他单项试验等。整机验收合格后,则可进行涂装、包装和装箱,最后投入市场。

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。一个好的机械技术人员除了应注重产品的设计功能、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的失效资料,并反馈给制造部门和设计部门,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份额。



一、名词解释

1. 金属 2. 合金 3. 钢铁材料 4. 非铁金属 5. 钢铁

二、填空题

- 金属材料一般可分为_____材料和_____材料两类。
- 钢铁材料是由_____、_____及 Si、Mn、S、P 等杂质元素组成的金属材料。
- 生铁是由铁矿石原料经_____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_____。
- 根据钢液的脱氧程度不同,钢可分为_____钢、_____钢、_____钢和_____钢。
- 机械产品的制造过程一般分为_____、_____和_____三个阶段。
- 钢锭经过轧制后,可以形成_____、_____、_____及_____钢材。

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

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

利用互联网了解一下地球上常见金属的使用年限,你有什么好建议,能够更好地发挥地球上的有限金属资源?