



普通高等教育“九五”国家教委重点教材

高等学校工程专科教材

机械制造概论

· 非机械类专业适用 ·

周大恂 张继世 主编

高等教育出版社



高等学校工程专科教材

机械制造概论

·非机械类专业适用·

周大恂 张继世 主编

高等教育出版社

(京) 112 号

内 容 简 介

本书是根据 1996 年国家教委颁布的“高等工程专科金属工艺学课程教学基本要求(非机械类专业适用)”编写的,已经高等学校工程专科金工课程组审稿通过,推荐作为高等工程专科和本科院校非机械类专业的教材。

本书共五章,即:金属材料基本知识、机械工程材料、热加工方法、金属切削加工和机械产品。

每章附有适量的复习题。本书主要供要求有一定机械制造基本知识的非机械类专业学生使用,如管理类、土建类、化工类等。本书亦可作为电大、夜大、函大、职大、高职和自学考试教材,以及供工业企业和经贸部门的工作人员参阅。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造概论/周大恂,张继世主编;傅群等编. —北京:高等教育出版社,1999
高等学校工程专科教学用书 非机械类专业适用
ISBN 7-04-006692-0

I. 机… II. ①周… ②张… ③傅… III. 机械制造-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 28832 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

中国青年出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 11.5 字数 350 000

1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印数 0 001—3 188

定价 17.50 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

责任编辑	杨宪玲
封面设计	张楠
责任绘图	李维平
版式设计	马静如
责任校对	朱惠芳
责任印制	韩刚

TH16
7749

前 言

本书是根据 1996 年国家教委颁布的“高等工程专科金属工艺学课程教学基本要求(非机械类专业适用)”,结合管理、经贸类专业的实际需求,由高工专机械基础课程委员会金工课程组组织编写的。

本书编写时在以下几个方面作了努力:

1. 从经济管理的角度阐明机械制造中主要生产过程的规律。教材内容以应用为目的,介绍金属材料、加工方法、工艺方案、生产过程、常见机械设备及技术经济分析等方面的基本知识。
2. 每一章均有介绍技术经济分析的内容,目的是与管理、经贸类专业的培养目标紧密配合。
3. 介绍与经营业务有关的机械工业新进展、新材料、新工艺、新技术和新设备。
4. 全书贯彻国家有关的新标准和法定计量单位,基本术语和图形符号符合标准化、规范化的要求。
5. 理论联系实际,内容丰富,深浅适宜,便于自学。

本书由洛阳工业高等专科学校周大恂副教授和华北航天工业学院张继世教授任主编,傅群副教授任副主编,成都大学王孝达副教授任主审。本书编写人员:周大恂、张继世、傅群、李平、宋文智、翟鸿雁、庞国星、常家东、曹学民、李灿。

本书在由高工专机械基础课程委员会金工课程组组织的教材审稿会上通过,并推荐为高等工程专科和本科院校非机械类专业的教材。

本书可供要求有一定机械制造基本知识的非机械类专业使用,也可作为电大、夜大、函大、高职和自学考试教材,以及工业企业和经贸部门的工作人员参阅。

本书在编写过程中得到许多同志的帮助,在此表示谢意。由于编者水平所限,难免有疏漏、不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

1998 年 2 月

FAc86/1

目 录

绪论	1
第一章 金属材料基本知识	6
§ 1.1 钢铁的冶炼	6
§ 1.2 常用钢材	12
§ 1.3 金属材料的主要性能	19
§ 1.4 金属与合金的晶体结构及结晶	28
§ 1.5 铁碳合金相图	34
§ 1.6 碳素钢热处理	41
复习思考题	52
第二章 机械工程材料	53
§ 2.1 钢	53
§ 2.2 铸铁	66
§ 2.3 非铁及合金和粉末冶金材料	71
§ 2.4 非金属材料及其他工程材料	79
§ 2.5 材料的选用及技术经济分析	87
复习思考题	93
第三章 热加工方法	94
§ 3.1 铸造生产	94
§ 3.2 锻压生产	107
§ 3.3 焊接生产	121
§ 3.4 毛坯选择及经济性分析	135
复习思考题	139
第四章 金属切削加工	140
§ 4.1 金属切削加工的基础知识	140
§ 4.2 金属切削加工方法和设备	150
§ 4.3 机械加工工艺及技术经济分析	169
§ 4.4 产品装配	187
复习思考题	193

第五章 机械产品	194
§ 5.1 机械产品的分类与产品目录	194
§ 5.2 机械产品的标准化	196
§ 5.3 常用标准零件	199
§ 5.4 液压元件	211
§ 5.5 通用设备	216
复习思考题	222
参考文献	223

绪 论

一、机械制造业及其在经济建设中的作用

在人们的生产、生活和社会活动中无处不见机械产品,从简单的自行车、洗衣机到高、精、尖的仪器、设备,从普通的汽车、轮船、火车、飞机到遨游太空的航天器,都与机械制造业有关。总的来说,机械制造业为经济建设服务主要反映在以下 5 个方面:

1. 制造用以生产各种产品的机械,例如应用于第一产业的农、林、牧、渔业机械,以及建筑工程机械;应用于第二产业的重工业、轻工业机械,如挖掘机、轧钢机、机床、纺织机等。
2. 制造能量转换的机械,例如将热能、原子能、电能转换成机械能的各种动力机械,以及将机械能转换成其他能量的转换机械,如电动机、发电机等。
3. 制造从事服务的机械,例如交通运输机械、办公机械、医疗机械以及除尘设备等,如汽车、复印机、磁疗机、除尘器等。
4. 制造人们生活中应用的机械,例如洗衣机、电冰箱、照相机、钟表、运动器械等。
5. 制造国防上需要的武器,例如火炮、坦克、导弹等。

在机械制造的历史上,我们的祖先有过辉煌的成就,为人类文明作出了巨大的贡献。远在公元前 1562 年~公元前 1066 年的商代,就出现了高水平的冶铸青铜技术,制造了造型精美、花纹精巧、重达 875 kg 的青铜祭器司母戊鼎,令人折服。春秋时期,我国发明冶铁技术,用铸铁制作农具,比欧洲早 1800 多年。明朝科学家宋应星所著《天工开物》一书,载有冶铁、铸造、锻造、淬火等各种金属加工方法,它是世界上有关金属加工工艺最早的科学著作之一。这些都充分反映了我国劳动人民的聪明才智和高超技艺。

近几十年来,我国工业生产迅速发展,为社会主义现代化建设奠定了坚实的基础。由于机械制造业为其他工业部门,例如冶金、矿山、能源、交通、化工、电子、航空航天,以及农业、商业、科研等各行各业提供了大量先进、适用的技术装备,因而成为国民经济建设的重要支柱。尤其是现在,机电结合、性能优良、质量可靠的机电产品更加受到人们的欢迎。在我国的出口商品中,1994 年出口的工业制品比重达 83.7%,其中机电产品出口 320 亿美元,占出口总额的 26.4%,由此可见机械制造业在经济建设中的重要作用。

但是,我国主要工业产品的人均占有水平还不高,生产能力的利用率较低,发展潜力很大。机械制造业作为一个重要的行业,为改善人们的工作条件、提高生产效率、保证产品质量、减轻劳动强度提供了各式各样的机械产品,仍然是我国整个经济建设的主要带动力,在工农业生产的发展过程中担负着十分艰巨的任务。在“以经济建设为中心”方针的指引下,机械制造业将依靠科技进步、强化企业管理、积极开拓市场,走出一条重质量、重效率的经济发展之路。

二、机械及机械制造过程

(一) 机械及其特征

机械是机器与机构的统称。

机器的种类很多。图 0.1 所示为单缸内燃机,工作时燃气推动活塞在汽缸中作直线移动,通过连杆使曲轴转动,从而将燃气的热能转换为机械能带动其他机械。

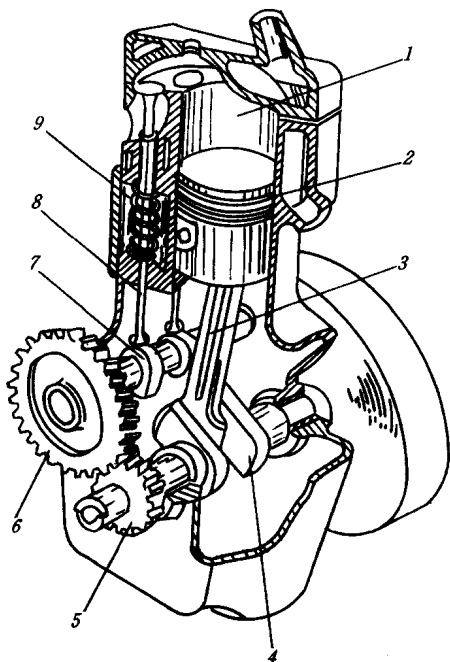


图 0.1 单缸内燃机

1—汽缸体;2—活塞;3—连杆;4—曲轴;
5、6—齿轮;7—凸轮;8—推杆;9—弹簧

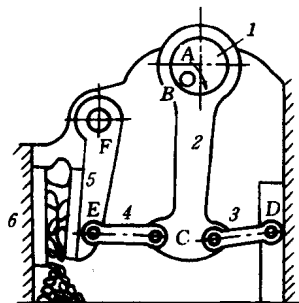


图 0.2 颚式破碎机及其机构运动简图

1—偏心轴;2—连杆;3,4—肘板;
5—动颚板;6—机架

图 0.2 所示为颚式破碎机简图,工作时通过动颚板的左右摆动将石块压碎而作机械功。

从以上两部机器可以看出,尽管它们的结构形式、功用和性能不同,但都具有以下特征:

- (1) 它们是为人的实体组合;
- (2) 各部分之间具有确定的相对运动;
- (3) 在工作时进行能量转换(如内燃机)或作机械功(如颚式破碎机)。

凡具有上述三个特征的机械称为机器。只具有前两个特征的机械就称为机构,如组成内燃机的曲柄滑块机构、齿轮机构、凸轮机构等。

组成机械的制造单元称为机械零件,例如内燃机的齿轮、活塞等。

机械与机械零件统称为机械产品。

(二) 机械制造的一般过程

机械产品千变万化,种类繁多,但其制造过程都有一个共同的规律,即从原材料选择到毛坯制造,再经过各种机械加工和热处理,最后调试装配成符合设计要求的产品。所以,机械制造过程涉及材料、铸造、锻压、焊接、切削加工及热处理等多方面的加工内容。

机械产品中钢铁材料制品占绝大多数,图 0.3 就是钢铁产品的机械制造过程示意图。

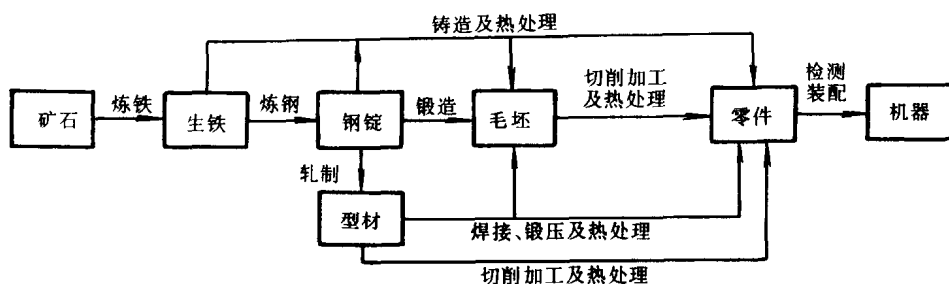


图 0.3 钢铁产品机械制造过程示意图

三、机械制造业面向21 世纪的展望

当今世界,科学技术发展迅猛,在机械制造行业,二十多年前少见的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)等技术现在已大量采用。机械产品(例如工业机器人,图 0.4)涉及到许多新的领域,不少领域都属于交叉学科知识的应用。今后,随着科技的进步,新材料、新工艺、新技术的采用,必将使 21 世纪的机械制造业跨入一个崭新的时代。

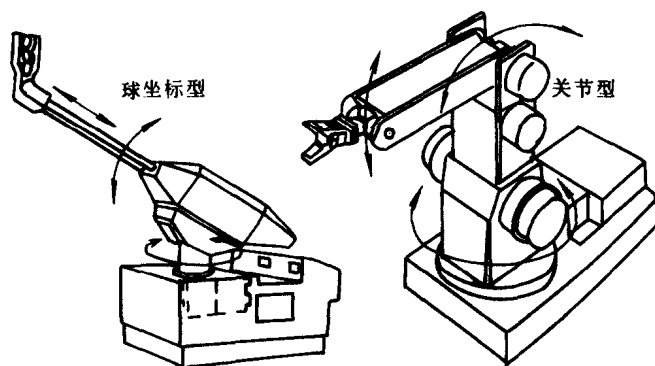


图 0.4 工业机器人示意图

现在,有的企业从老的大量生产方式转变过来,提出“精益生产”(Lean Production,简称 LP)这样一种新的生产方式。其基本原理是:调动人的积极因素,简化一切不必要的工作内容。它以并行工程(Concurrent Engineering)作为基础,依靠即时制(Just Time)、成组技术(Group Technology)和全面质量控制(Total Quality Control)作为支柱进行运作。实施 LP 的工厂已收到好的效果,例如采用大量生产方式的通用汽车公司总装厂与实行 LP 方式的丰田汽车厂比较,每车总装工时前者为 40 h,后者为 18 h,平均零件库存时间前者为 2 周,后者仅为 2 h。显然,“精益生产”既有新的机械制造技术,又有新的管理方式。更重要的还有一种不限于制造与管理,以市场效益为核心的设计、开发、制造、经营这样一种全局的系统创新思想。

面向 21 世纪的、新的现代机械制造,以提高企业竞争力为目标,把先进技术与经济效果紧密结合起来,将不再是传统意义上的机械制造。新的现代机械制造企业是一个系统,它包含自动化

技术、计算机控制与辅助技术、设计与工艺技术、材料技术,以及财会金融与工商管理,它涉及企业经营、研究开发、加工制作、生产管理、质量保证和售后服务等诸多过程。

新的现代机械制造企业内部有物料、信息和能量的流动,下面以机械加工系统为例作一简要介绍(图 0.5):

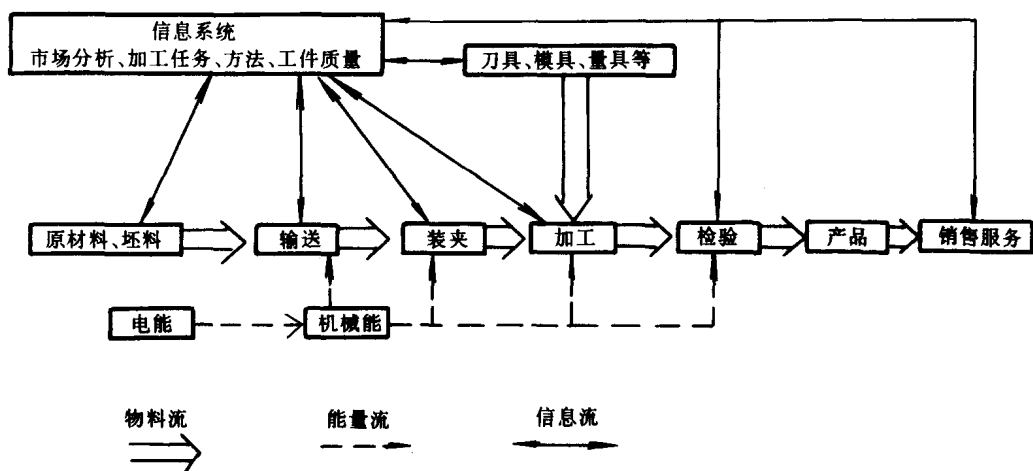


图 0.5 机械加工系统的“三流”运动示意图

1. 物料流 机械加工系统输入的是原料或坯料(有时也包括半成品)及相应的刀具、量具、夹具、润滑油和其他辅助物料等,经过运输、装夹、加工和检验等过程,最后输出产品,直至产品推向市场。整个加工过程是物料的输入和输出的动态过程。这种物料在机械加工系统中的运动称为物料流。

2. 信息流 为保证机械加工的正常进行,必须集中各方面的信息,主要包括市场分析、加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、质量指标、切削参数等。这些信息又分为静态信息(如工件尺寸要求、公差大小等)和动态信息(如刀具磨损程度、机床故障状态等)。所有这些信息构成了机械加工过程的信息系统,对加工过程进行有效的控制,保证加工的效率 and 成品质量。这种信息在机械加工系统中的作用过程称为信息流。

3. 能量流 能量是一切物质运动的基础。机械加工系统是一个动态系统,系统中的所有运动,特别是物料运动,均需要能量来维持。来自系统外部的能量(一般是电能),多数转变成机械能。一部分机械能直接用于维持系统中的各种运动,其余部分则通过能量的传递和损耗,完成机械加工过程。这种在机械加工中的能量运动称为能量流。

此外,在整个机械制造过程中还伴随有劳务和资金的流动。

在社会主义市场经济的环境中,面向 21 世纪的机械制造企业将采用先进的生产模式,依靠科技进步、人的创造能力、良好的经营管理,以获取最大增值和利润,来实现预期的目标。市场与用户、机制企业、研究与开发、生产模式、先进技术 5 个环节的关系如图 0.6 所示。

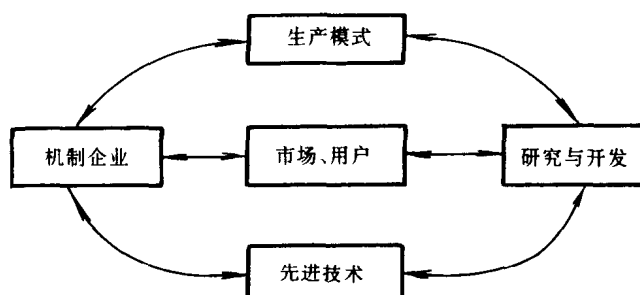


图 0.6 5 环节关系图

四、本课程的目的、任务和学习方法

1. 目的和任务

本课程是企业管理、经济贸易等非机械类专业的一门技术基础课。

本课程的目的是,为使学生成为具有机械工程背景的管理或经济贸易人才,要求学生获得机械制造生产中常用金属材料、非金属材料加工工艺及技术经济分析的基本知识,为学习其他专业课程奠定必要的生产技术基础,并为将来从事生产管理、经济贸易等有关工作的需要服务。

本课程的任务是,以应用为目的,研究从原材料到制成机械产品的过程中生产及管理规律。就机械产品而言,尽管种类繁多、式样翻新,但都有一个共同的生产规律:原材料选择→毛坯制造→机械加工→装配。此过程中,涉及到不同生产类型、不同的工艺方法和技术经济问题。学生从企业管理、经济贸易工作的角度学习机械制造方面的基本知识,熟悉常用机械工程材料的性能和用途,了解机械制造过程中毛坯制造和零件加工的主要方法。一方面要掌握生产技术问题的一般规律,另一方面还要学会如何根据不同的生产条件选择不同的工艺方法,以获取更大的技术经济效益。

2. 学习方法

本课程涉及的知识面较广,并与生产实际紧密联系,而学生往往缺乏有关机械制造生产的感性知识。因此,本课程应安排2周金工实习,或者安排适当的参观性实习。

本课程叙述性的内容较多,以课堂教学为主,同时辅以电教片、多媒体 CAI、展示实物和模型、课堂讨论等多种教学手段和方法,以增强感性认识,加深对教学内容的理解。学生应注意观察和了解平时接触到的机械和机器零件,应按要求完成一定量的复习思考题及作业,培养思考和分析问题的能力,运用所学知识尝试解决有关问题,提高教学效果。

复习思考题

1. 学习本课程的目的和基本要求是什么?
2. 机械制造的一般过程包括了哪些主要内容?
3. 试述自行车车轴、钢圈、齿轮、链条的生产过程。

第一章 金属材料基本知识

材料是人类社会发展和经济建设的物质基础。金属材料是机械制造生产中常见的材料。金属材料分成二类：一类是铁及其合金，通常指钢铁材料，应用广泛，大约占整个机械结构与零件材料、工具材料 90% 左右；另一类是非铁合金，包括铝及铝合金、铜及铜合金、钛及钛合金、镁及镁合金等，一般称为有色金属。

§ 1.1 钢铁的冶炼

钢铁的生产包括采矿、选矿、烧结、冶炼(炼铁、炼钢)、铸锭和轧钢等过程。钢铁的冶炼是整个生产过程中的主要环节之一。

一、生铁的冶炼

生铁可供炼钢和铸造用，它由铁矿石等原料通过高炉冶炼得到。

(一) 高炉生产原料及冶炼原理

(1) 生产所用原料：铁矿石(磁铁矿、赤铁矿和褐铁矿等)、焦炭、熔剂(石灰石等)。

(2) 冶炼原理：

炼铁原料按一定配比和上料程序分批装入高炉，冷风经热风炉预热到 $900 \sim 1\,300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后吹入炉内，与焦炭发生激烈的燃烧反应。焦炭燃烧生成的高温还原性气体($1\,800 \sim 1\,900\text{ }^{\circ}\text{C}$) 在上升过程中把热量传递给炉料，同时与炉料进行一系列的物理化学反应。

焦炭和矿石中的吸附水受热变成的水蒸气 H_2O 与 C 作用生成 CO 和 H_2 。高炉冶炼的目的就是通过 CO 、 H_2 (气体) 和 C (固体) 在高温状态下夺取矿石中氧化铁的氧，把铁还原出来。

(二) 高炉结构

高炉是一个近似圆筒形的竖式炉子。炉壳用钢板焊成，内衬用耐火砖砌成，炉内一般分为五段：炉喉、炉身、炉腰、炉腹和炉缸。如图 1.1 所示。炉缸部分设有出铁口、出渣口和进风口。生产时，炉料从上面装入，热风从进风口进入炉内，铁水和渣液分别从下部流出。

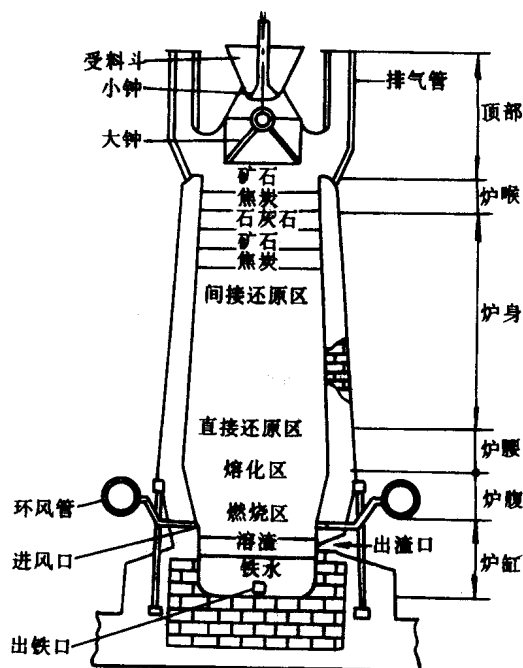


图 1.1 高炉示意图

高炉冶炼生铁的生产设备除高炉本体外,还有上料、炉顶装料、热风炉、送风、煤气除尘、渣铁处理等等一套系统。

(三) 生铁分类及用途

高炉冶炼出来的生铁除 Fe 元素外,还含有少量的 C、Mn、Si 元素,以及 P 和 S 有害杂质。

生铁按成分和用途不同可分为二类:炼钢用生铁;铸造用生铁。

(四) 炼铁的生产成本

单位生产成本由原料、燃料、动力消耗费及车间经费等项组成,它是从经济方面衡量高炉炼铁作业的指标,具体有:

- (1) 原料、燃料消耗费,包括铁矿石、焦炭、石灰石、白云石、硅锰渣、重油、煤粉、损失废铁等;
- (2) 动力费,包括循环水、电、风、煤气;
- (3) 车间经费,包括辅助材料(日用消耗材料、耐火材料、大型工具、备品材料等)、设备折旧费、工资、奖金、管理费等;
- (4) 其他杂费。

二、钢的冶炼

各类钢材和合金材料的质量主要取决于炼钢设备及其工艺过程,因此炼钢是十分关键的环节。

(一) 炼钢的原理与物料

1. 炼钢原理

炼钢的主要原料是生铁,炼钢的原理基本上是氧化作用,将生铁中多余的 C、Si、Mn 和有害的 S、P 等元素氧化去除(其中碳的氧化物成为气体逸出,其他氧化物则进入炉渣),获得化学成分和温度符合要求的钢液,并浇注成钢锭。

2. 炼钢物料

炼钢需要加入的物料有:

- (1) 金属炉料(炼钢生铁、废钢、铁合金等);
- (2) 氧化剂(铁矿石、烧结矿等);
- (3) 造渣材料(石灰或石灰石、铁矾土、萤石、废火砖块等)。

(二) 炼钢方法

从底吹酸性转炉炼钢法问世以来,近代炼钢方法已有一百多年的历史。这中间,出现了底吹碱性转炉炼钢法、平炉炼钢法、电弧炉炼钢法。20 世纪 50 年代以后,氧气转炉的出现和快速发展,使炼钢工业发生很大的变革。近年来,现代氧气转炉已形成取代平炉的趋势。下面介绍几种炼钢方法:

1. 氧气转炉炼钢

氧气转炉主要包括氧气顶吹转炉和氧气底吹转炉。

(1) 氧气顶吹转炉炼钢法

氧气顶吹转炉炼钢法具有原材料适应性强、生产率高、成本低、可炼品种多、钢的质量好、投资省、建厂速度快等特点,所以得到迅速发展,成为近代主要炼钢方法之一。

转炉炼钢的热源:一是铁液本身的物理热,二是铁液所含 C、Si、Mn、P 等元素氧化时产生的

化学热,因此不需外加热源。生产时,在转炉内装入比例为 15% ~ 30% 的废钢和兑进铁液(高炉或化铁炉供给),氧枪由上而下插入炉内喷氧吹炼,然后控制供氧、造渣、加入合金材料等,获得符合要求的钢液,并浇注成钢锭。由于炉内具有良好的脱碳条件,所以吹炼低碳钢比较理想。

(2) 氧气底吹转炉炼钢法

底吹转炉与顶吹转炉的炉体结构相似,主要差别在于底吹转炉装有带喷嘴的活动炉底,氧气从炉底由下向上分成几股较均匀地直接吹入炉内,其结构如图 1.2 所示。生产操作过程与顶吹法相差不多,但因供氧方式不同,炉内反应和状况有所不同,其特点是:

- 1) 温度较均匀、面积较大的反应区在炉底附近;
- 2) 反应产物穿过金属液后才能进入渣层或炉气中;
- 3) 熔池搅拌作用更剧烈;
- 4) 上部渣层在炉内反应中的作用不大。

实践表明,由于上述特点,其吹炼效果比顶吹更好。金属收得率可提高到 90% ~ 93%。

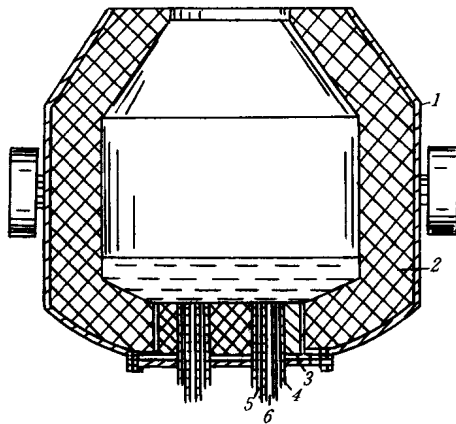


图 1.2 大型氧气底吹转炉示意图
1—炉壳;2—炉衬;3—炉底;
4—喷嘴;5—保护介质;6—氧气

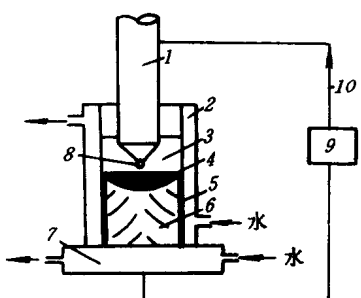


图 1.3 电渣重熔过程示意图

1—自熔电极;2—水冷结晶器;3—渣池;
4—金属熔池;5—渣壳;6—钢锭;
7—底水箱;8—熔滴;9—变压器;
10—短网导线

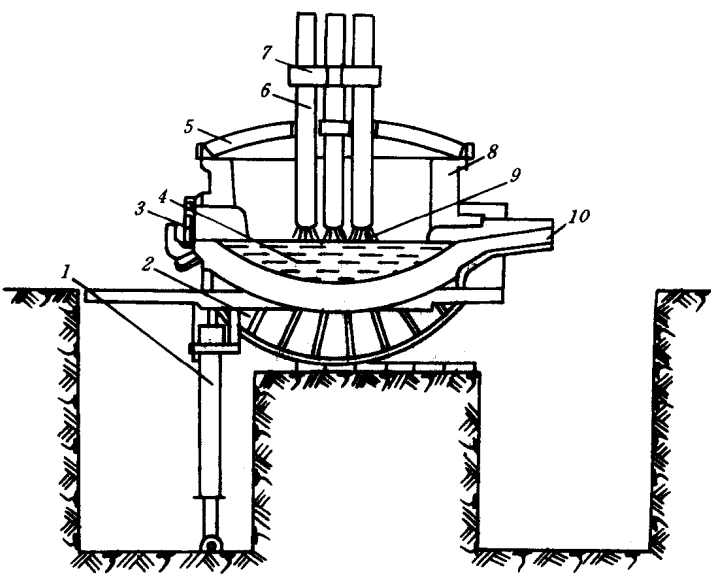


图 1.4 电弧炉示意图

1—倾炉用液压缸;2—倾炉摇架;3—炉门;4—熔池;5—炉盖;6—电极;
7—电极夹持器(连接升降装置);8—炉衬;9—电弧;10—出钢槽

2. 电炉炼钢

电炉炼钢随电力工业的进步在近几十年得到较快发展,成为现代冶炼高级优质钢及合金钢的主要方法。目前,就电炉炼钢的设备和工艺而言,按电加热方式不同,可分为几大类:

(1) 电阻加热法 在自熔电极和渣池间通电,产生大量热量,使自熔电极顶部和渣池熔化,从而使金属熔化并精炼,此工艺称为电渣重熔(图 1.3)。

(2) 电弧加热法 热能主要由电弧产生,通常称为电弧炉,金属炉料受电弧的加热熔化。工业生产上有代表性的是三相炼钢电弧炉(图 1.4)和单相真空自耗电弧炉。

电弧炉炼钢是近代主要的炼钢方法之一。它具有以下两大特点:一是热效率高,电弧区温度高达 3 000 ℃ 以上,可快速熔化金属,并提高钢液温度,易于调整和控制,可满足各个钢种的不同要求。二是电弧炉内不仅能形成氧化气氛、也能造成还原气氛,这点比转炉和平炉强。因此,电弧炉是比较理想的精炼设备。高合金工具钢、部分特殊钢及其它合金钢,大都是用电弧炉冶炼。

(3) 感应加热法 导体内由于电磁感应作用产生感应电流,感应电流使导体产生热能熔化金属的设备称为感应炉。炼钢常用的是无芯感应炉(图 1.5)。

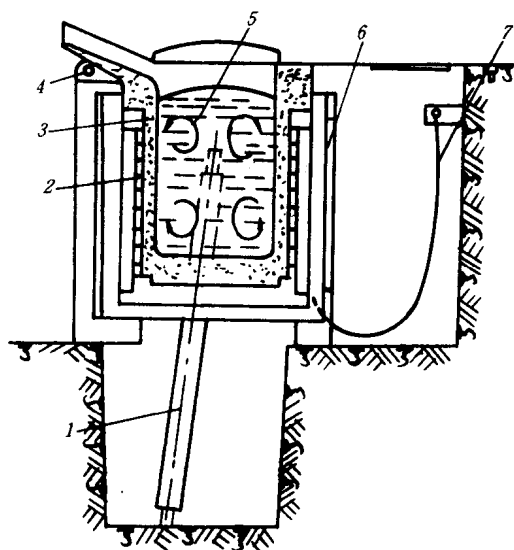


图 1.5 无芯感应炉示意图

1—倾炉液压缸;2—感应器;3—坩埚;4—转动轴;
5—电磁搅拌方向;6—炉架;7—软母线

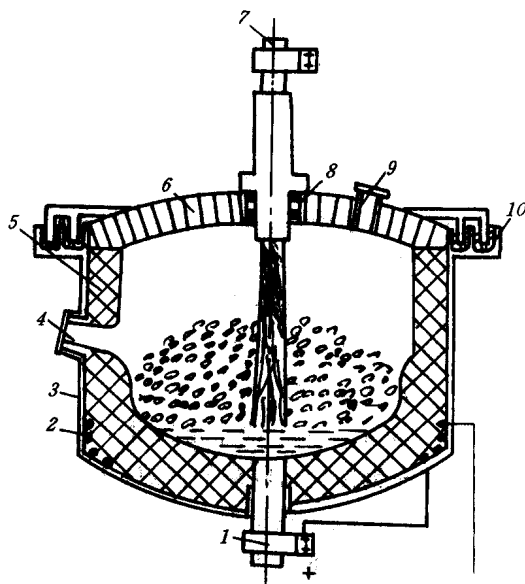


图 1.6 等离子炉示意图

1—炉底电极;2—搅拌线圈;3—炉体;4—出钢口;5—炉衬;
6—炉盖;7—等离子枪;8—密封圈;9—窥孔;10—砂封

(4) 等离子加热法 电能由等离子弧转变成热能的热电加热法,其熔炼设备称为等离子炉(图 1.6)。

(5) 电子束加热法 由电子束撞击炉料产生热能的热电加热法,其熔炼设备称为电子束炉。

现在,由于世界经济的迅猛发展,工业技术的不断进步,尤其是随着航天、能源、信息、海洋开发而出现的高新技术,对金属材料的性能提出了越来越高的要求。因此,采用新的冶炼技术,提高钢的质量已成为当代钢铁工业的重要任务。

3. 平炉炼钢

平炉实质上是一座反射炉,应用蓄热原理获得高温,利用煤气或重油燃烧的火焰加热炉料,达到炼钢目的。平炉的容量(吨位)可达 50~500 t 或更大。平炉炉体庞大,散热面积大,热损失相当大,须外加热源。因此平炉炼钢法正逐步被淘汰。

三、铸锭及缺陷

(一) 铸锭方法和设备

1. 浇注方法

冶炼合格的钢液后需要浇注成钢锭(图 1.7)。钢锭是用于轧钢和锻造大型锻件的毛坯,每锭重 100 kg 至 300 t 以上。铸锭方法分为上注法和下注法两类。上注法适用于浇注大钢锭;下注法一般适用于中、小型钢锭。

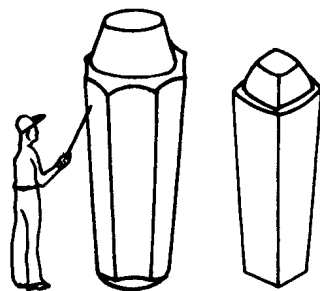


图 1.7 钢锭

2. 铸锭主要设备

(1) 盛钢桶 它是盛放钢液进行浇注的主要设备,又称钢包。其容量大小主要取决于熔炼炉的每炉钢液产量,一般能装下全炉钢液和部分渣液(约为钢液的 3%),并有 10% 的余量,以适应钢液量的波动。

(2) 钢锭模 它是钢液凝固成锭的模型,其断面形状和尺寸,对钢锭质量及下一步的锻轧质量很有关系。例如正方形锭适于轧制,采用比较多;多边形锭不易开裂,常用于锻造;圆形锭易产生裂纹,常用于浇注粘度较大而不易开裂的高合金钢。钢锭高度 H 与其平均宽度 D 的比例(H/D)对钢锭质量的影响很大。降低此比值,可减小中心疏松区,并有利于非金属夹杂物和气体的上浮排除,但偏析较严重。若增大此比值,将加深钢锭的缩孔,同时使气体排出较困难。一般轧制钢锭 H/D 为 2.8~3.2;锻造钢锭 H/D 为 1.5~2.5;沸腾钢钢锭 H/D 为 3~5。

(3) 保温帽 由生铁外壳和耐火材料内衬(保温帽)构成。保温帽的作用是使钢液处于高温状态,可填充钢锭凝固收缩的空隙,从而保证获得致密的内部组织。保温帽所容纳的钢液约占钢锭的 12%~20%,小钢锭取上限,大钢锭取下限。

(二) 镇静钢、沸腾钢及其钢锭

炼钢时,为把多余的 C、Si、Mn 和有害杂质氧化去除,向铁水中通氧,使钢中的含氧量偏高,这会对钢的性能产生不良影响。因此,必须在炼钢后期加入脱氧剂(例如铝铁、硅铁、锰铁等)进行脱氧。按脱氧程度不同,钢种可分为镇静钢,沸腾钢和半镇静钢(图 1.8)。

1. 镇静钢

镇静钢冶炼时脱氧较完全,故又称全脱氧钢,其钢锭组织致密,无分散气泡,内部质量优于沸腾钢,但会在钢锭的顶部形成较深的缩孔,使用时必须切除,因此浪费较大。由于镇静钢轧成的钢材力学性能优良,因此,优质碳素钢和合金钢以及部分低碳钢都炼成镇静钢。

2. 沸腾钢

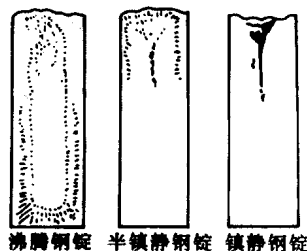


图 1.8 镇静钢锭和沸腾钢锭