

TF4

中等专业学校教学用书

钢铁冶金概论

林产工业设计院



图书资料

冶金工业出版社

ZHONGDENG ZHUANYE

XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU

中等专业学校教学用书

钢铁冶金概论

江苏省冶金经济管理学校 何泽民 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

中等专业学校教学用书

钢铁冶金概论

江苏省冶金经济管理学校 何泽民 主编

*

冶金工业出版社出版发行

(北京北河沿大街周钢院北巷39号)

新华书店总店科技发行所经销

香河县第二印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张15 3/4 字数365千字

1989年5月第一版 1992年4月第三次印刷

印数7501~17,500册

ISBN 7-5024-0481-3

TF·104 (课) 定价3.75元

前 言

《钢铁冶金概论》是根据1987年冶金部制订的中专冶金经济类专业教学计划和1988年~1990年冶金部中专教材出版规划编写的。它是《矿冶工艺学》课程的组成部分之一，另一组成部分是《采选概论》。

本教材主要目标是：使冶金经济类专业学生对钢铁冶金生产过程有一个全面的了解；懂得钢铁冶金的基本原理、生产工艺技术和主要生产设备；正确认识钢铁生产技术和钢铁冶金企业管理之间相辅相成、缺一不可的关系；使学生在今后工作中能够适应我国钢铁工业现代化管理发展的需要。

本书按70学时编写，由绪论（2学时）、炼铁生产（20学时，含炼焦、烧结与球团），炼钢生产（26学时，含耐火材料），轧钢生产（22学时，含其它压力加工方法与钢的热处理）三篇组成。以介绍生产工艺技术为主，对主要生产设备作简要介绍。

为了便于学生学习，每章后面留有复习思考题。教学中可组织学生到附近钢铁厂认识实习或有计划地安排学生观看有关钢铁生产的科教电视录像片，以增加感性知识。

标有*的内容可作少于70学时者自学之用。本教材可用于教学，还可供钢铁冶金企业经济工作者，冶金经济管理干部训练班和有关人员学习钢铁冶金生产技术之用。

本教材由江苏冶金经济管理学校何泽民主编，王路明参加编写。何泽民执笔绪论，第二篇炼钢生产和第三篇轧钢生产，王路明执笔第一篇炼铁生产。

重庆钢铁专科学校易周才同志，河南冶金工业学校张继成同志、巫国望同志和河北冶金工业学校于秉芳同志审阅了本书初稿，提出了很多宝贵意见，在此表示衷心的感谢。

由于编写水平有限，经验不足，书中缺点与错误在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1988年元月

目 录

绪 论	1
第一篇 炼铁生产	
第一章 矿石和熔剂	7
第一节 铁矿石及其分类	7
第二节 高炉冶炼对铁矿石的要求	7
第三节 天然富矿的准备处理	9
第四节 熔剂	10
第二章 高炉用燃料	11
*第一节 炼焦生产	11
第二节 高炉冶炼对燃料的要求	15
第三章 铁矿粉造块	18
第一节 烧结生产	18
*第二节 球团生产	25
第四章 高炉冶炼原理	31
第一节 高炉风口前碳素的燃烧	31
第二节 炉料和煤气的运动	31
第三节 炉料的加热分解和水分蒸发	34
第四节 高炉内的还原反应	35
第五节 生铁的形成	38
第六节 高炉造渣和脱硫过程	38
第五章 高炉构造和附属设备	42
第一节 高炉内型	42
第二节 高炉本体结构	43
第三节 高炉附属设备	48
第六章 高炉操作	57
第一节 高炉炉况的综合分析和调剂	57
*第二节 炉内操作的计算机控制	60
第七章 铁水预处理技术	63
第一节 铁水预脱硅技术	63
第二节 铁水预脱磷技术	63
第三节 铁水预脱硫技术	64
第四节 铁水预处理的效果	64
第八章 高炉冶炼产品及主要技术经济指标	66
第一节 高炉冶炼产品	66
第二节 高炉生产主要技术经济指标	68
第九章 炼铁技术的发展	71
第一节 高炉炼铁技术的发展	71
*第二节 非高炉炼铁	74
第二篇 炼钢生产	
第十章 炼钢概述	75

第一节	钢和生铁的主要区别	75
第二节	炼钢的基本任务	75
第三节	现代炼钢方法及其发展趋势	76
第四节	钢的分类和钢号表示法	76
第五节	常见元素对钢性能的影响	79
第十一章 炼钢的基本原理		80
第一节	炉渣的基本知识	80
第二节	铁、硅、锰的氧化	82
第三节	碳的氧化	83
第四节	去磷	86
第五节	去硫	86
第六节	脱氧	87
第七节	钢中的气体	89
第八节	钢中的非金属夹杂物	89
第十二章 炼钢原料		91
第一节	金属料	91
第二节	非金属料	93
第十三章 氧气转炉炼钢法		94
第一节	氧气顶吹转炉炼钢法	94
第二节	氧气底吹转炉炼钢法	100
第三节	顶底复合吹炼氧气转炉炼钢法	103
第四节	氧气侧吹转炉炼钢法	104
第五节	顶底侧三向复吹氧气转炉炼钢法	105
第六节	氧气转炉炼钢的主要技术经济指标	106
*第七节	EOF (最佳节能型炼钢炉) 炼钢法	107
*第十四章 平炉炼钢法		109
第一节	平炉的构造	109
第二节	碱性平炉炼钢工艺	110
第三节	平炉炼钢的主要技术经济指标	110
第四节	平炉的强化、改进和改造	111
第十五章 碱性电弧炉炼钢法		113
第一节	碱性电弧炉炼钢法的优缺点	113
第二节	碱性电弧炉的主要设备	113
第三节	碱性电弧炉双渣氧化法熔炼	117
第四节	碱性电弧炉单渣氧化法熔炼	119
第五节	碱性电弧炉不氧化法熔炼	120
第六节	电弧炉炼钢的技术发展趋势	120
第七节	电弧炉炼钢的主要技术经济指标	123
第十六章 钢液炉外精炼法		125
第一节	钢液真空处理	125
第二节	钢包吹氩	128
第三节	电弧加热钢包精炼法	128

第四节	炉外精炼不锈钢	130
第五节	钢包喷粉精炼法	131
第十七章	特种电炉熔炼法	133
第一节	无芯感应电炉熔炼法	133
第二节	真空感应电炉熔炼法	134
第三节	电渣重熔法	134
第四节	自耗电极真空电弧炉重熔法	135
第五节	电子束炉熔炼法	135
第六节	等离子弧炉熔炼法	136
第十八章	钢锭模铸锭	138
第一节	模铸法的几种方式	138
第二节	模铸法的主要设备	139
第三节	浇注工艺	141
第四节	钢锭的结构	142
第五节	钢锭常见的缺陷	143
*第六节	钢锭的冷却和退火	144
*第七节	钢锭的检查及精整	145
第十九章	连续铸钢	146
第一节	连铸法的优点	146
第二节	连铸机的类型	146
第三节	弧形连铸机的结构	148
第四节	弧形连铸工艺	150
*第五节	水平连续铸钢	151
第六节	连铸技术的发展趋势	152
*第二十章	直接炼钢、连续炼钢和连铸连轧	155
第一节	直接炼钢	155
第二节	连续炼钢	155
第三节	连铸连轧	156
*第二十一章	耐火材料	158
第一节	耐火材料的种类和主要性能	158
第二节	耐火材料的主要原料	159
第三节	耐火材料生产过程	160
第四节	耐火材料的应用	162
第五节	我国耐火材料生产存在的主要问题	162

第三篇 轧钢生产

第二十二章	轧钢概述	164
第一节	钢材的品种和用途	164
第二节	轧钢生产系统	167
第二十三章	轧钢的基本原理	169
第一节	轧钢、热轧和冷轧的概念	169
第二节	钢锭轧制成材的三个轧制阶段	170

第三节	金属塑性变形的力学条件	170
第四节	塑性变形的体积不变定律	171
第五节	塑性变形的最小阻力定律	171
第六节	轧制过程中轧件的变形	172
第七节	轧辊咬入轧件的条件	173
第八节	建立连轧的基本原则	175
第二十四章	轧钢的主要设备	176
第一节	轧钢车间类型和机械设备概况	176
第二节	轧钢机的分类	177
第三节	轧钢机的构造	182
第四节	轧钢辅助设备	186
第二十五章	轧钢生产的基本工序	188
第一节	轧钢原料的准备及表面清理	188
第二节	钢料轧制前的加热	188
第三节	钢的轧制	189
第四节	钢材的轧后冷却与精整	191
第五节	钢材质量检查	191
第六节	轧钢生产路线	192
第二十六章	钢坯生产	193
第一节	钢坯的种类	193
第二节	常用的钢坯轧机	193
第三节	钢坯轧制工艺过程	194
第二十七章	型钢生产及钢丝生产	195
第一节	型钢的生产方式	195
第二节	型钢轧机	196
第三节	型钢生产的一般工艺过程	197
第四节	重轨轧制工艺过程	197
第五节	经济断面型钢和高精度型材	198
第六节	线材的轧制	199
第七节	钢丝生产	200
第二十八章	板带钢生产	202
第一节	中厚板生产	202
第二节	热轧薄板带钢生产	203
第三节	冷轧薄板带钢生产	206
第四节	冷轧箔材生产	207
第二十九章	钢管生产	209
第一节	焊管生产	209
第二节	热轧无缝钢管生产	209
第三节	冷加工钢管生产	214
第三十章	轧钢的主要技术经济指标	218
第一节	主要综合技术经济指标	218
第二节	主要消耗指标	218

*第三十一章 其它压力加工方法	221
第一节 拉 拔	221
第二节 挤 压	221
第三节 锻 造	221
第四节 冲 压	222
*第三十二章 钢的热处理	223
第一节 热处理的基本原理	223
第二节 热处理工艺	232
参考文献	239

绪 论

一、钢铁冶金工业的基本任务

工业上习惯把铁、锰、铬及其合金称为铁金属或黑色金属，除此以外的金属称为非铁金属或有色金属。钢材和铸铁是最常用的铁金属，两者的产量比约为9比1。钢和铝是最常用的非铁金属。据统计，世界金属产量中铁金属和非铁金属之比约为100比5。由此可见，铁金属是用量最多的金属材料。

钢铁冶金工业是为国民经济各部门，从矿石或其它原料中，优质、高产、低耗、多品种地生产提供铁金属材料的部门。这里，必须强调工业生产的技术经济效果：优质、高产、低耗和多品种。

钢铁工业生产包括采矿、选矿、矿粉造块、炼铁、炼钢、轧钢以及焦化、耐火材料、热处理等生产环节。

二、钢铁工业在国民经济中的地位

钢铁工业同能源、交通运输、机械制造部门一样，是国民经济重点发展的部门。重点发展部门是指那些能够带动整个工业生产和国民经济发展，能够促进技术进步和较快提高宏观经济效益的部门。

发展钢铁工业是客观形势的需要。据统计，我国“五五计划”期间，每亿元工农业总产值的钢材消费量为4487吨，统配煤矿每生产一万吨煤消耗钢材26吨，陆地石油钻井每米进尺消耗钢材50公斤，一个海上石油钻井平台需要钢材2万多吨，一套五万千瓦的汽轮发电机组需要钢材105吨，一公里铁路的钢轨需要钢材120吨，造一艘万吨轮船需要钢材六千吨，造一台解放牌汽车或东方红—54型拖拉机需要钢材三吨，城镇建房平均每平方米建筑面积需要钢材15公斤。国防所需的坦克、军舰、枪炮等更是离不开钢材。钢铁材料的用量占全部金属材料95%以上。

因此，各个国家历来都把钢铁的产量、质量和品种作为衡量国家工业水平与国力的重要标志之一。

三、我国钢铁工业概况

出土文物证明，我国、埃及和印度是世界上最早使用铁器的国家。我国在2500年前，即春秋战国时代已经掌握了钢铁冶金技术，制作出了非常坚韧、锋利、闻名于世的干将、莫邪、龙泉等宝剑。我国冶铸技术比欧洲早1700~1900年。

但是，几千年封建制度的统治，尤其是近百年来封建主义、帝国主义和官僚资本主义的剥削压迫，严重地阻碍了我国钢铁工业的发展。

1890年，清朝湖广总督张之洞在湖北开办了我国第一个现代钢铁厂汉阳铁厂，以后改组为汉冶萍煤矿有限公司，后因负债累累于1925年倒闭。

从1890年到1949年新中国成立，前后59年间全国共生产出760万吨钢（包括东北的日本伪满产量）。1949年全国年产钢仅15.8万吨。

1987年我国年产钢量达5600万吨，居世界第四位。这表明，建国以后我国钢铁工业发展很快，形势十分喜人。

我国、苏联、日本、美国和世界钢产量对比如下：

中国	5600万吨 (1987年)	人均约	50公斤
苏联	16140万吨 (1986年)	人均约	600公斤
日本	9850万吨 (1986年)	人均约	830公斤
美国	8100万吨 (1986年)	人均约	350公斤
世界	73470万吨 (1986年)	人均约	160公斤

我国人均数大约只有世界人均数的三分之一。

长期以来,我国自产钢材供不应求,大量进口。据统计,1949~1983年我国进口钢材8600万吨,占消耗量的18%,共花外汇255亿美元,几乎等于我国钢铁工业同期的总投资。1984年和1985年进口钢材分别为1300万吨和1980万吨,进口量又有显著增加。

以上情况说明,同经济发达国家相比和从供求关系来看,我国钢铁工业还相当落后。形势非常逼人。

四、从技术经济角度看发达国家钢铁工业现代化的主要特点及我国的差距

经济发达国家钢铁工业现代化的主要特点大致有以下六个方面。

(一) 设备和企业规模大型化

从五十年代起,发达国家钢铁工业设备开始向大型发展。大型设备形成的单位生产能力需要的投资较少,劳动生产率较高以及生产成本较低。

目前,2000m³以上高炉全世界约有130座。日、苏、美和西欧共同体分别有39座、30座、5座和8座,其中4000m³以上高炉22座(日本有15座),5000m³以上高炉计4座。最大的是苏联1986年4月投产的5580m³高炉。日苏高炉平均容积分别为2770m³和1324m³。我国2000~2600m³高炉4座,4063m³高炉一座(宝钢)。我国高炉平均容积不到300m³。

发达国家氧气炼钢转炉多是200吨以上的,最大的是苏联和西德的400吨转炉。1985年末,我国有氧气转炉125座,总公称吨位4058.5吨,平均公称吨位32.4t/座,目前最大的是宝钢300吨转炉。发达国家炼钢电弧炉多是100吨以上的超高功率电弧炉,最大的是美国西北钢线公司000吨超高功率电弧炉。我国最大的是舞阳钢厂的75吨电弧炉,至今尚无超高功率电弧炉。我国电弧炉平均公称吨位不到三吨。

发达国家一套初轧机年产量达600万吨,一套带钢热连轧机年产量达500万吨。我国最大初轧机设计年产量为344万吨,最大带钢热连轧机设计年产量为300万吨。

在设备大型化基础上,钢铁企业规模也向大型发展。1985年国外年产量在1000万吨以上的大公司有11个,最大的是新日本钢铁公司,年产量为2856万吨,该公司氧气转炉炼钢能力达4580万吨。我国最大的是鞍钢,年产量800万吨。

(二) 生产高速化

生产高速化是冶金技术发展的重要特点之一。生产高速化能大大地提高劳动生产率和降低成本。

平炉采用吹氧强化之前,炼一炉钢需要10~12小时,采用吹氧强化后,冶炼时间减半。氧气转炉炼一炉钢只需半小时左右。热带钢轧机的轧制速度已从过去10米/秒,提高到25米/秒以上,冷带钢轧机轧制速度从17米/秒,提高到76米/秒以上,高速无扭线材轧机轧制速度可达115米/秒以上。我国轧机套数很多,但技术装备水平很落后。目前国内最先进的高速线材轧机是1987年5月投入热试轧的马钢高速线材轧机,轧制速度为75~100米/秒。

(三) 工艺连续化

钢铁工业向工艺连续化发展最典型的例子是连续铸钢的应用。连铸比,1987年世界平

均为51.8%，日本93.3%，西德84.6%，英国60.5%，美国58.8%，苏联14.9%，我国12.93%（88年一季度为15.1%）。现代化的热轧板带，镀锡板，镀锌板作业线都是连续式。用连续轧管机生产钢管的比例在扩大。有些钢厂还实现了连铸机与热连轧机同期同步轧制，即一台连铸机与一套热连轧机相匹配，炼钢车间和轧钢车间合而为一。

（四）操作、控制自动化

炼铁、炼钢、轧钢均已广泛采用计算机控制，主要工序已普遍采用自动计量、检测和监控。炼铁、炼钢过程已采用计算机进行静态控制和动态控制。计算机控制水平最高，应用最普遍的是轧钢。它除了实现单个设备和工序的自动控制外，有的车间实现了从坯料入炉，轧制控制到成品入库的全部过程的自动控制。有的公司还通过过程控制计算机与生产经营管理计算机之间进行直接数字自动传送，建立起一个从接受订货到成品出厂整个过程进行综合控制的计算机系统。我国钢铁工业计算机控制技术，除武钢1.7米轧机系统和宝钢较高外，水平普遍较低，应用也不深广。

（五）企业管理科学化

现代管理学认为：任何一个单位（包括企业、机关、学校等）的总能力是由技术能力与管理能力两个方面构成的。技术能力包括人员文化技术水平和使用的设备水平。管理能力包括人员管理经验成熟程度与采用的管理理论及方法的科学程度。在某种意义上讲，管理能力在总能力中往往起主导作用。一般地说，管理能力强能更好地发挥技术能力的作用。反之，则会限制技术能力的发挥。

发达国家管理科学的发展大致经历了以下几个阶段。

1. 传统管理 又称经验管理或放任管理。系二十世纪以前的企业管理方式。

2. 科学管理 开始于1881年，形成于1911年。美国工程师泰罗（F.W.Taylor）研究生产过程中工人操作的时间和动作构成，制定出标准的操作方法和时间定额，并实行差别计件工资制与劳动定额。这样，不仅提高了作业效率，又降低了成本。这种泰罗管理原则和泰罗制的出现促使工厂管理从只凭经验管理走上了科学管理的道路。对此，列宁曾经指出“一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段，另一方面是一系列的最丰富的科学成就。”

3. 现代管理 产生在泰罗之后，并形成了以下几个学派。

（1）行为学派 形成于三十年代。其特点是研究人的行为规律，重视调动人的积极性这个重要因素。它对管理的影响可归结为四个方面：由原来的以“事”为中心，发展到以“人”为中心；由原来对“纪律”的研究，发展到对“行为”的研究；由原来的“监督”管理，发展到“人性激发”的管理；由原来的“独裁式”管理，发展到吸收职工参与决策的“民主”管理。企图以此的手段，缓和劳资矛盾，刺激职工的“积极性”，提高劳动生产率，为资产阶级获取更大的利润服务。

（2）数理学派 形成于四十年代。其特点是用数理方法对经济关系进行定量分析，对研究的问题作出尽可能准确的、可靠的结论。这就为人类提出了使用最少的人力、物力、财力生产更多更好的产品的科学管理方法。

（3）决策学派 形成于五十年代。其观点是“管理就是决策”，决策方法就是对经营管理中的问题，根据当时条件及对未来发展情况的预测，为达到一定的目标，用科学的方法从可以选择的许多方案中，选取比较合理的方案，以保证得到最佳的技术经济效果。

（4）系统学派 形成于七十年代。它是把系统科学方法运用于企业管理。系统科学

是从系统的思想出发,对事物进行系统分析和处理的学科。它包括三门分支学科:系统工程,系统分析和系统管理。系统工程是一门工程技术,它把对象作为系统去研究、开发、设计、制作,使对象运行经济、合理和高效率。系统分析是对一个系统内的基本问题,运用逻辑思维推理和科学分析计算方法,在确定或不确定的条件下,找出可行方案,进行定性和定量的分析比较,以达到选出最优方案的目的的一种决策工具。系统管理是在方案择优及实施过程中所采取的一整套科学的组织、指挥、监督和协调等工作,它是保证系统工程及系统分析的实现的重要条件。

发达国家由于十分重视并强化管理,不断把管理科学推向前进,使管理更加科学化、准确化、高效化和经济化。这样,既促进了科学技术的不断发展,又保证了生产力的不断提高。

我国目前的管理水平还很落后,大致处于传统管理向科学管理过渡的阶段。从这个意义上讲,我国当前经济体制的全面改革确实是大势所趋,势在必行。

(六) 生产上实现最佳的技术经济效果——高产、优质、低耗和多品种。

用户对钢铁产品的要求越来越高,如要求提高材料的强度、韧性,在各种环境中的耐蚀、耐高温、耐低温、耐辐射性能和改善加工性能等。

为了保证和提高产品质量,发达国家的钢铁产品都按照国际标准和国外先进标准组织生产。国际标准是指国际标准化组织ISO标准,它已成为世界大多数国家公认的通用标准。国外先进标准是指欧、美、日等钢铁工业发达国家及有名气的一些团体、组织的钢铁产品标准,如美国试验与材料协会的ASTM标准,美国石油学会的API标准,英国劳埃特标准,西德的DIN标准,日本的JIS标准等。

我国现行的钢铁产品标准,总的来说,比国际标准落后,比国外先进标准更加落后。我国只有20~30%的标准相当于国际标准水平,70~80%低于国际标准,仍停留在50~60年代水平。目前正在逐步采用和靠拢国际标准与国外先进标准。1987年我国按国际标准组织生产的钢材为800万吨,仅占钢材总产量的18.2%。

我国钢材质量同发达国家相比还比较低,主要表现在钢材材质不好,表面质量差,尺寸公差大,使用寿命短。

发达国家的钢铁产品单位消耗和成本都比较低。例如,1983年我国吨钢能耗比日本高60~70%,比美国和苏联高20~30%。主要生产工序单位产品能耗:炼焦、烧结、炼铁等工序,我国比日本高出20~25%;平炉、电炉工序比国外高出60%,转炉工序高出1~2倍,初轧和轧钢工序高出一倍左右。因而,发达国家钢材市场价格比我国市场价格低得多。

1981年,钢产量中合金钢比重日本为16.7%,美国为16%,西德为17.4%,我国仅4.2%;钢材中板管材比重日本为63.4%,美国为68.4%,西德为63.3%,我国仅34.5%。

由于前面所述的原因,发达国家钢铁工业的劳动生产率也大大提高。1983年日本钢的全员劳动生产率在380吨以上。我国还不到15吨。日本大约是我国的25倍。

我国是发展中国家,国民经济大致处于接近起飞阶段。发达国家钢铁工业现代化的上述六个方面的特点,对于研究和实行我国钢铁工业现代化不无值得借鉴之处。

五、我国钢铁工业的发展目标和主要方向

按照党的十二大决议,我国钢铁工业到2000年的发展目标是钢产量达到8000万吨,并逐步实现现代化。

最近国务院提出：1990年我国钢产量要超过6000万吨，1995年前后要达到8000万吨，提前实现本世纪末计划指标。

另据有关方面对2000年我国钢材需求量预测分析，需要钢1~1.15亿吨。

为了实现以上目标，我国钢铁工业发展的主要方向大致是：

大力降低能耗，从节能中求增产 1984年我国吨钢综合能耗为1.78吨标准煤，1990年要求降到1.65吨标准煤，2000年要求降到1.4吨标准煤（1吨标准煤=29307MJ=7×10⁶千卡）；

发展连续铸钢，提高连铸比 连续铸钢的成坯率比模铸法可提高12%以上，并可节能40公斤标准煤/吨钢坯。连铸比，1990年要求超过25%，2000年要求超过50%；

努力扩大再生产 并以内涵扩大再生产为主，外延扩大再生产为辅；

充分利用国外资源，进口铁矿石、废钢、生铁和钢坯生产钢材 据计算，同进口钢材相比较，这种办法每生产一吨钢材减少的费用为：进口铁矿石为234元，进口废钢为64元，进口生铁为62元，进口钢坯为18元；

采用租借方式，就地利用国外闲置的现代化钢铁厂就地生产钢铁 产品运回国内满足国内的需要；

积极引进国外先进的专利技术和国内不能制造的大型关键设备，改造旧企业 以提高工艺技术装备水平，提高钢材质量和产量（我国钢铁工业技术装备，属于七十年代水平的约占15%，属于五、六十年代的约占70%，属于三、四十年代的约占15%）；

调整钢材品种结构，扩大短线品种，提高板管比例 发达国家板管比大于60%，1983年我国仅30%左右，提高板管比就能大大减少板管材的进口数量；

发展高效钢材 如发展低合金高强度钢、经济断面型钢和高精度型材等，用其代替普碳钢和普通型钢，可节约钢材10~80%；

实行科学化和现代化管理 不断提高生产力。

六、冶金经济人员要懂技术会管理

关于工业企业经济管理工作必须掌握生产技术知识问题，马克思、恩格斯、列宁都有精辟的论述。六十年代初期，毛泽东同志曾经指出：“不学会技术，长期当外行，管理也搞不好。以其昏昏，使人昭昭，是不行的。”

工业企业管理包括生产管理和经营管理两大部分。前者是基础，它以生产活动为对象；后者是主导，它以经营活动为对象。这就需要生产技术知识和经济管理知识，两者相辅相成，缺一不可。以财会人员为例，要使财会工作者在工业企业管理中充分发挥作用，就不能仅仅停留在记帐、算帐和报帐上，还要学会筹措、分配和使用资金，更要学会从事工业企业技术经济活动的监督、预测、分析和决策。不懂得生产技术知识，要做好这些工作是不可能的。因此，只有既掌握经济管理知识，又掌握本部门工业生产技术知识，才是一个全面的、合格的工业企业经济管理工作，才能适应钢铁工业现代化管理发展的要求。

《钢铁冶金概论》是一门研究钢铁冶金生产过程的理论和实践的课程，是冶金经济类专业必修的技术基础课，应当认真学习好。

复习思考题

1. 我国钢铁工业的发展目标和主要方向是什么？
2. 钢铁冶金工业经济工作者为什么要学好钢铁冶金生产技术知识？

第一篇 炼铁生产

炼铁生产主要有两种方法。一种是高炉法；另一种是只用少量焦炭或不用焦炭的非高炉炼铁法。用高炉法生产的生铁产量目前在世界铁产量中仍占主要地位。高炉上部为固态还原，下部为熔融还原。

高炉法炼铁的大致冶炼过程是：铁矿石、焦炭和熔剂从高炉炉顶装入，热风从高炉下部风口鼓入，随着风口前焦炭的燃烧，炽热的煤气流高速上升。下降的炉料受到上升煤气流的加热作用，首先蒸发吸附水，然后被缓慢加热至 $800\sim 1000^{\circ}\text{C}$ 。铁矿石被炉内煤气 CO 还原，直至进入 1000°C 以上的高温区，转变成半熔的粘稠状态，在 $1200\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 的高温下进一步还原，得到金属铁。金属铁吸收焦炭中的碳，进行部分渗碳之后，熔化成铁水。铁水中除含有 4% 左右的碳，还含有少量的 Si 、 Mn 、 P 、 S 等元素。铁矿石中的脉石也逐步熔化成炉渣。铁水和炉渣穿过高温区焦炭之间的间隙滴下，积存于炉缸，再分别由铁口和渣口排出炉外。

在高炉各区域进行的上述各种物理化学变化，总称为高炉冶炼过程。这个过程是在高炉这一封闭体系中同时不断地进行着的。因此，高炉是固相、液相、气相三相共存的反应装置。

高炉是一个竖立的炉体。其本体结构包括炉基、炉壳、炉衬、冷却设备及金属结构。高炉设备除本体外，还有以下附属设备：上料设备、装料设备、送风设备、煤气除尘设备、喷吹设备和环境集尘设备。图1-1为高炉生产设备流程简图。

高炉炼铁的原料主要有铁矿石（包括人造富矿）、熔剂和燃料。一般冶炼一吨生铁需要 $1.5\sim 2.0$ 吨铁矿石， $0.4\sim 0.6$ 吨焦炭， $0.2\sim 0.4$ 吨熔剂。为了实现高炉的高产、优质、长寿和低消耗，应向高炉提供品位高、强度好、粒度适宜、有害杂质少、性能稳定和数量足够的原料。原料是保证高炉正常有效生产的物质基础。

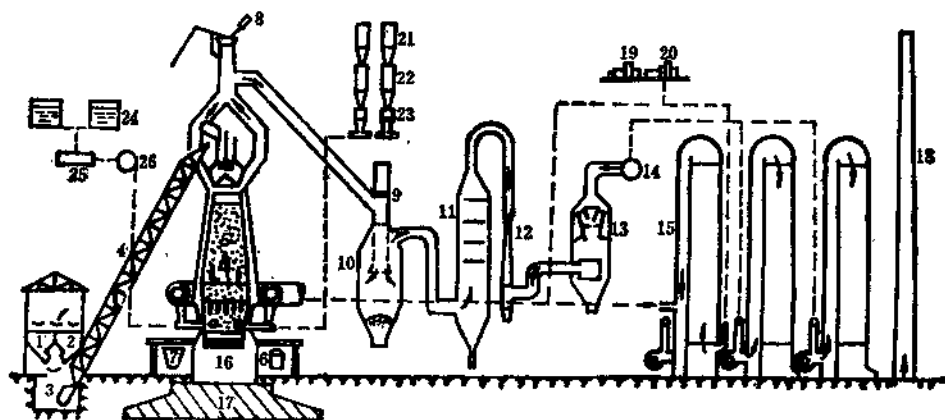


图 1-1 高炉生产设备流程简图

- 1—贮矿槽；2—焦仓；3—料车；4—斜桥；5—高炉本体；6—铁水罐；7—液罐；
8—放散阀；9—切断阀；10—除尘器；11—洗涤塔；12—文氏管；13—脱水器；
14—净煤气总管；15—热风炉（三座）；16—炉基基墩；17—基座；18—烟囱；
19—蒸气透平；20—鼓风机；21—煤粉收集罐；22—储煤罐；23—喷吹罐；24—
储油罐；25—过滤器；26—油加压机

第一章 矿石和熔剂

第一节 铁矿石及其分类

地壳中天然产出的天然元素或天然化合物称为矿物。而在现有经济技术条件下能从中提取金属、金属化合物的矿物则称为矿石。能够用来炼铁的含铁矿物即为铁矿石。

铁元素在地壳中约有5%的含量,并广泛地、程度不同地分布在岩石和土壤中。目前用来炼铁的铁矿石主要有五种:磁铁矿、钛磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿。

一、磁铁矿

磁铁矿化学式为 Fe_3O_4 ,结构致密,晶粒细小,黑色条痕。具有强磁性,含S、P较高,还原性差,是我国当前主要的矿种。磁铁矿主要产于鞍山、本溪、冀东等地。理论含铁量为72.4%。

二、钛磁铁矿

钛磁铁矿化学式为 FeTiO_3 ,除含铁外,还含有轻金属钛。理论上钛磁铁矿的含铁量为36.8%,含钛31.6%。有磁性。主要产地攀枝花地区是我国巨型矿山,储量丰富,前景极佳。

三、赤铁矿

赤铁矿化学式为 Fe_2O_3 ,颜色、条痕均为樱红色,具有弱磁性。含S、P一般较低,还原性好。我国鞍山、宣化等地有相当的储量。理论含铁量为70%。

四、褐铁矿

褐铁矿是含结晶水的三氧化二铁,由其他矿石风化后生成。化学式为 $n\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ ($n=1\sim 3, m=1\sim 4$)。褐铁矿中绝大部分含铁矿物是以 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 的形式存在的。褐色条痕,还原性好,磁性微弱。主要产于平定、云浮等地。理论含铁量为48~63%。

五、菱铁矿

菱铁矿是铁的碳酸盐,化学式为 FeCO_3 。菱铁矿经过焙烧,分解出 CO_2 气体,含铁量即提高,所以是一种很容易富集的矿种。颜色为灰色带黄褐色。我国威远、新化等地有少量生产,储量不多。理论含铁量为48.2%。

第二节 高炉冶炼对铁矿石的要求

铁矿石(包括人造块矿)是高炉炼铁的主要原料。它直接影响着高炉冶炼过程和技术经济指标。决定铁矿石质量的因素主要有化学成分、物理性质及其冶金性能。适合于高炉冶炼的铁矿石必须含铁量要高、脉石少、有害杂质少、成分稳定、还原性好、软化温度高、强度高、粒度均匀。

一、矿石含铁量

矿石含铁量亦称矿石品位,是衡量铁矿石质量的主要指标。炼铁要求用含铁高的矿石。含铁量高,有利于降低焦比和提高产量。从矿山开采出来的铁矿石品位一般在30~60%。品位高的(达到理论含铁量的70%以上)称为富矿。富矿若含S、P杂质较低,并

且不需要回收共生元素的话，一般只需要经过破碎、筛分至一定粒度，混匀后就能直接入炉冶炼。含铁量低的，称为贫矿。我国铁矿储量的95%均为贫矿。因此，必须经过破碎、选矿、富化造块后才能作为高炉原料。

二、脉石成分

铁矿石中除了铁氧化物以外的物质称为脉石。脉石的化学成分对矿石的冶炼价值影响很大。脉石成分中多数为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 CaO 、 MgO ，其中又以酸性的 SiO_2 为主。在现代高炉冶炼条件下，为了得到一定碱度的炉渣，就必须在炉料中配入一定数量的碱性熔剂（如石灰石等）。铁矿石中 SiO_2 愈多，需加入的石灰石量也愈多，同时，生成的渣量也愈大。这样将使焦比升高、产量下降。因此，要求矿石中的 SiO_2 愈低愈好。脉石中含碱性氧化物（ CaO 、 MgO ）较多的矿石，具有较高的冶炼价值。

三、有害杂质和有益元素的含量

铁矿石中除含铁物质和脉石之外，通常含有少量伴生元素。其中有害杂质主要指硫、磷、碱金属及铅、锌、砷等；有益元素是指对金属质量有改善作用或可提取的元素，如锰、铜、铬、钛、钒等。

硫是钢材的主要有害杂质。含硫熔体在凝固过程中，硫在液体中逐渐浓聚，最后以 Fe-FeS 或 FeO-FeS 的共晶形式凝固在晶粒的边界上。破坏了金属的完整性，降低钢的塑性。在热加工过程中，晶粒边界先熔化，使金属产生热脆现象。此外，在铸造时，硫会降低生铁的流动性，并阻止碳化铁分解，使铸件产生气孔和难于车削。因此，钢铁冶炼的各个阶段都力求最大限度地去除金属中的硫。国家标准规定，生铁中硫的含量不大于0.07%，铁矿石允许含硫量 $\leq 0.3\%$ 。

磷也是钢材的有害成分。以 Fe_2P 或 Fe_3P 形态溶于生铁。磷化物聚集于晶界周围，减弱晶粒间的结合力，使钢低温时发生很大的脆性，从而造成钢的冷脆现象。由于磷在选矿和烧结过程中不易除去，在炼铁过程中磷又几乎全部还原进入生铁。所以控制生铁含磷的唯一途径就是控制原料的含磷量。

原料中的碱金属在高炉冶炼过程中会循环积累，使烧结矿软化温度降低，在炉内过早地形成液相，并使焦炭体积膨胀、强度变差，影响料柱的透气性。碱金属在高炉内的循环积累是导致高炉结瘤的因素之一。目前操作中一般采用适当降低炉渣碱度和降低炉温等措施进行排碱。

铅和锌在高炉内都属于易还原元素。铅比铁水重，沉积于炉底铁水层以下，渗入砖缝，破坏炉底。锌蒸气在炉内大量挥发上升，以 ZnO 形态沉积于炉身砖缝，破坏炉衬和炉壳。

砷在高炉内全部还原进入生铁。钢中含砷会降低其焊接性能，所以应控制矿石中砷含量。一般要求矿石中含砷量不超过0.07%。

铁矿石中均含有少量的锰元素。由于锰与硫的亲合力大于铁与硫的亲合力，并且生成的 MnS 不易溶于金属，因此，锰可以起脱硫作用。钢中含有一定量的锰，能增加其硬度。锰并且是炼钢时的脱氧剂。

钢在高炉冶炼时，全部还原到生铁中。钢在钢中含量 $\leq 0.3\%$ 时，能提高钢的耐腐蚀性能。但当含铜量超过0.3%时，则影响钢的焊接性能，并使钢产生热脆现象。

铬可以增加钢的强度和耐腐蚀能力。钢中加入铬和镍可制成不锈钢。