



电弧炉炼钢

上海第五钢铁厂编

上海人民出版社

电 弧 炉 炼 钢

上海第五钢铁厂

上海人民出版社

电 弧 炉 炼 钢

上海第五钢铁厂

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 20.75 插页 2 字数 510,000

1977年9月第1版 1977年9月第1次印刷

统一书号: 15171·293 定价: 1.70 元

毛主席语录

一个粮食，一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，
勤俭建国

备战、备荒、为人民。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

内 容 提 要

本书是上海第五钢铁厂组织有关工人和技术人员根据长期来从事碱性电弧炉炼钢的实践经验集体编写的。

内容包括：1. 钢铁生产的基本概念；2. 电弧炉炼钢设备；3. 电弧炉炼钢原材料与耐火材料；4. 电弧炉炉衬；5. 电弧炉冶炼工艺；6. 钢的浇注；7. 合金钢的冶炼与浇注；8. 钢的质量检验与分析；9. 电弧炉炼钢车间的技术革新；10. 电弧炉炼钢的发展概况等。

本书可供电弧炉炼钢工人和技术人员参考；且可作为青工培训教材；大专院校有关专业师生亦可参考。

前 言

我厂是在1958年大跃进年代诞生的，广大工人、干部和技术人员，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，长期来，尤其是无产阶级文化大革命以来，认真贯彻“鞍钢宪法”的精神，开展“工业学大庆”的群众运动，通过实践、认识、再实践、再认识，在电弧炉炼钢生产技术方面积累了一些经验。遵循伟大领袖和导师毛主席关于“需要把我们工作中的主要经验，包括成功的经验和错误的经验，加以总结”的教导，我们组织了有工人、干部和技术人员参加的三结合编写组，在总结我厂电炉车间点滴经验的基础上，又吸收了北京钢厂、抚顺钢厂、本溪钢厂和上海重型机器厂等兄弟单位的先进经验，以介绍生产技术为主，结合理论进行阐述，编写了这本《电弧炉炼钢》。

我们编写这本书的过程，也是一个学习提高的过程。“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结”，电弧炉炼钢的新工艺、新技术正在蓬勃发展，有待于广泛地交流。限于我们的实践经验和认识水平，书中难免存在着缺点和错误，恳切希望同志们提出批评指正。

去年10月，英明领袖华主席和以华主席为首的党中央，继承毛主席的遗志，一举粉碎了万恶的“四人帮”，为我国伟大的社会主义建设事业开辟了更加广阔的前程，我们决心和全国兄弟单位的同志们一起，认真学习《毛泽东选集》第五卷，贯彻落实华主席的抓纲治国战略决策：深入揭发批判“四人帮”阴谋篡党夺权以及破坏工业学大庆的反革命罪行，批判他们推行的反革命的修正主义路

线的极右实质，多炼钢，炼好钢，为实现周总理在四届人大遵照毛主席指示提出的光荣任务，在本世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，把我国建成伟大的社会主义强国而努力奋斗！

上海第五钢铁厂

1977年4月

江
月

目 录

前 言

第一章 钢铁生产的基本概念	1
第一节 钢铁生产的发展过程	1
一、钢铁工业在国民经济中的重要地位	1
二、我国钢铁工业的发展简况	1
三、各种炼钢方法简介	1
第二节 我国钢的编号方法和分类	15
一、化学元素符号和钢的代号	15
二、钢的分类	15
三、钢的命名方法	18
第三节 电炉炼钢技术经济指标	21
一、产量和质量	21
二、作业率	21
三、材料消耗	22
第二章 电弧炉炼钢设备	23
第一节 电弧炉的机械设备	23
一、炉体	23
二、电极升降机构	29
三、倾动设备	31
四、进料机构及形式	34
第二节 电弧炉主要尺寸设计参数	37
第三节 电弧炉的电气设备	39
一、电弧炉变压器	39

二、电抗器	42
三、电极升降调节器	43
四、其他	48
第三章 电弧炉炼钢原材料与耐火材料	56
第一节 金属材料	56
一、废钢	56
二、合金返回钢	58
三、生铁	58
四、铁合金	59
第二节 辅助材料	60
一、石灰	61
二、萤石	61
三、硅石	63
四、粘土砖块	63
五、返回渣料	63
六、石墨粉	63
七、苏打和小苏打	64
八、硝酸钠	64
九、木框	64
十、氩气	64
第三节 氧化剂	64
一、矿石	64
二、氧化铁皮	64
三、氧气	65
第四节 还原剂和增碳剂	65
一、焦炭粉	65
二、电石	65
三、碎电极块	66
四、各类金属脱氧粉料	66
第五节 耐火材料	66
一、常用耐火材料的理化指标	66

二、电弧炉炼钢对耐火材料性能的要求	68
三、耐火材料的分类	68
四、各种耐火材料的性能	69
五、绝热材料和粘结剂	70
第四章 电弧炉炉衬	74
第一节 炉墙、炉底和出钢槽	74
一、炉墙、炉底和出钢槽的工作条件	74
二、熔炼室各部位尺寸的确定	74
三、修砌	77
四、提高炉墙和炉底寿命的途径	82
第二节 炉盖	85
一、炉盖的工作条件	85
二、炉盖各部位尺寸的确定	86
三、炉盖的砌筑	87
四、提高炉盖寿命的途径	90
第五章 电弧炉冶炼工艺	93
第一节 冶炼方法的选择	93
一、氧化法	93
二、不氧化法	94
三、返回吹氧法	95
第二节 配料和装料	95
一、配料	96
二、装料	99
第三节 开炉和补炉	101
一、烘炉炼钢	101
二、不烘炉炼钢	104
三、补炉	105
第四节 进料	107
一、设备检查	107
二、进料过程	107

第五节 熔化期(氧化法)	108
一、熔化期的任务	108
二、熔化期的过程和供电原则	108
三、熔化期炉料内各元素及气体含量的变化	112
四、熔化期的操作	116
五、脱磷	118
六、电弧炉熔化期的能量平衡及缩短熔化期的途径	125
第六节 氧化期(氧化法)	135
一、氧化期的任务	135
二、氧化期的操作	136
三、脱碳	143
四、脱磷	159
五、锰的氧化和去硫	160
第七节 还原期	160
一、脱氧	161
二、脱硫	179
三、调整钢的化学成分	185
四、调整钢液的温度	197
五、出钢	203
六、还原期操作工艺流程	208
七、缩短还原期的措施	210
第八节 事故的处理和预防	214
一、设备方面	215
二、冶炼工艺方面	219
第九节 钢的化学成分脱格的主要原因	224
第六章 钢的浇注	231
第一节 浇注工艺总流程	231
第二节 钢锭的结晶理论	232
一、钢锭的结晶过程	233
二、镇静钢锭的组织	234
第三节 浇钢设备	245

一、盛钢桶	245
二、平板和中注管铁壳的结构和尺寸	254
三、钢锭模	257
四、保温帽	265
第四节 浇注方法	275
一、坑注、车注、连注的特点	275
二、上注和下注的对比	278
第五节 浇注工艺	280
一、浇注前的准备工作	280
二、浇注	288
三、钢锭的冷却制度	303
第六节 钢锭的退火	305
一、钢锭的退火种类	305
二、钢锭的退火操作	308
第七节 钢锭的表面缺陷和精整	309
一、钢锭的表面缺陷	309
二、钢锭的精整	315
第八节 注钢事故处理	316
一、漏盛钢桶(即漏包)	316
二、盛钢桶失灵	317
三、断陶塞杆	318
四、“穿”盛钢桶	318
五、陶塞杆关勿严	319
六、漏中浇口	319
七、漏帽口	320
八、漏平板	320
九、空锭(即瞎子锭)	321
十、低温短锭(即矮锭)	322
第七章 合金钢的冶炼与浇注	323
第一节 合金结构钢	323
一、合金结构钢的分类与性能要求	323

二、合金结构钢中主要合金元素的作用	326
三、合金结构钢的冶炼、浇注工艺及质量问题	332
第二节 滚珠轴承钢	365
一、滚珠轴承钢的用途、性能及其质量要求	365
二、滚珠轴承钢中主要合金元素的作用	371
三、滚珠轴承钢的冶炼与浇注工艺	373
四、滚珠轴承钢的常见缺陷及改进途径	379
五、新轴承钢简介	399
第三节 高速工具钢	401
一、高速工具钢的用途、种类、性能及质量要求	401
二、高速工具钢中主要合金元素的作用	406
三、高速工具钢的冶炼与浇注工艺	409
四、高速工具钢的常见缺陷及其改进途径	422
第四节 不锈钢	433
一、不锈钢的分类和用途	433
二、不锈钢中主要合金元素的作用	435
三、不锈钢的物理性能和质量要求	448
四、不锈钢的冶炼与浇注工艺	449
五、不锈钢的常见缺陷及其改进途径	468
六、节镍和无镍不锈钢	477
七、超低碳不锈钢简介	483
第八章 钢的质量检验与分析	489
第一节 钢的化学成分检验	490
一、控制钢的化学成分的意义	490
二、化学分析用的试样取样要求	491
三、分析方法简介	492
第二节 钢锭表面质量检验	494
一、钢锭表面质量对钢坯表面质量的影响	494
二、钢锭表面质量检验标准	497
第三节 钢的机械性能检验	498
一、常温机械性能的基本概念	498

二、常温机械性能试样的取样部位及其尺寸	505
三、影响钢的机械性能的因素	507
第四节 不锈钢的晶间腐蚀检验	516
一、金属腐蚀的一般概念	517
二、测定金属耐腐蚀性能的方法	518
三、不锈耐酸钢产生晶间腐蚀的原因	519
四、提高奥氏体、奥氏体-铁素体不锈钢耐晶间腐蚀性能 的主要方法	522
五、奥氏体、奥氏体-铁素体不锈钢的晶间腐蚀试验方法	524
第五节 钢的工艺性能检验	527
一、淬硬性、淬透性的基本概念	528
二、淬透性试验方法	529
第六节 钢的宏观检验	535
一、酸浸低倍检验	535
二、断口检验	560
三、塔形车削发纹检验	568
四、硫印检验	572
五、水浸法超声波探伤简介	573
第七节 钢的微观检验	576
一、金相试样的选择和制备	577
二、钢中晶粒度的测定	578
三、奥氏体、奥氏体-铁素体不锈钢中 α 相的测定	584
四、高速钢碳化物不均匀性的检验	590
五、钢中非金属夹杂物的检验	594
第九章 电弧炉炼钢车间的技术革新	614
第一节 旋转式补炉机	614
第二节 炉顶振动输送机加料系统	617
第三节 遥控浇注	619
一、工作原理	620
二、设备情况	622
三、操作过程	627

第四节	风动送样设备	628
一、	风动送样设备的基本结构和操作原理	629
二、	风动送样设备的特点	631
第十章	电弧炉炼钢的发展概况	632
第一节	电弧炉炼钢的产生和成长	632
第二节	发展电炉钢的一些主要措施	634
一、	设备方面的改革	634
二、	工艺革新	638

第一章 钢铁生产的基本概念

第一节 钢铁生产的发展过程

一、钢铁工业在国民经济中的重要地位

钢铁工业是一切工业的基础，与其他工业有着相互联系、相互促进的作用。钢铁工业对发展国民经济具有重要的意义。伟大领袖毛主席教导我们：“一个粮食，一个钢铁，有了这两个东西就什么都好办了。”在社会主义制度下，为了巩固和加强无产阶级专政，落实“备战、备荒、为人民”的伟大战略方针，发展国民经济，支援世界革命，必须坚持以阶级斗争为纲，抓革命，促生产，有计划地、迅速地发展钢铁工业。

二、我国钢铁工业的发展简况

我国是世界上熔炼和使用钢铁最早的国家之一。远在战国时代，我国劳动人民就用它创制出许多锋利的剑和其他生产工具，取得了极其辉煌的成就。但在近一、二百年来，我国钢铁生产却极为落后。解放前五十年间，全国除东北外，钢的生产一直只有几万吨；加上东北，全国的最高年产量也不过是九十多万吨。在一九四九年，全国钢产量只有十几万吨。

解放以后，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国钢铁工业得到了迅速的发展，已经基本上建成了一个比较完整的体系；大、中、小型钢铁企业遍地开花；国民经济所需的各种钢材，已经基本自给。

三、各种炼钢方法简介

伟大领袖毛主席教导我们说：“在生产斗争和科学实验范围

内、人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”

工业性的炼钢生产，从十九世纪中期开始到现在，已有一百多年的历史，近几十年来，世界上的钢铁生产发展迅速，产量、质量大大提高，设备和工艺都在不断改进。目前主要的炼钢方法大致有转炉炼钢法、平炉炼钢法和电炉炼钢法等几种，分别介绍于后。

(一) 转炉炼钢法

转炉炼钢生产周期短，产量高，原料为铁水。通过向铁水吹入空气(或氧气)，使铁水中的碳(C)、锰(Mn)、磷(P)、硅(Si)等元素氧化，从而放出大量的热，导致温度上升到 1600°C 左右。

采用转炉生产的钢种，主要为低碳结构钢和少量的合金钢。

转炉炼钢根据炉衬性质和吹入空气(或氧气)方式的不同，又可分为：

1. 酸性底吹转炉炼钢法：

空气由炉底吹入炉内，炉衬用酸性耐火材料(主要含 SiO_2)砌筑而成。因为炉衬的性质关系，不宜向炉内加入石灰造渣，铁水中的硫(S)、磷等杂质难以脱除，所以要求铁水中的硫、磷含量低，主要靠硅、锰氧化放出热量来升温。该炼钢法由于对原材料的要求比较严格，因而限制了它的大量推广，目前只在某些小型的铸造业中应用。

2. 碱性底吹转炉炼钢法：

空气或氧气由炉底吹入炉内。炉衬用碱性耐火材料(主要为镁砂)砌筑而成。由于它可以加入石灰造渣，能去除钢中部分的硫、磷，它的发热元素主要是磷。因为它对原料的限制不象酸性转炉那样严格，所以发展较快。

底吹转炉吹炼示意图见图 1-1。

3. 酸性侧吹转炉炼钢法：

空气由炉壁吹入炉内，吹炼角度能灵活掌握，炉子的热效率