

高等学校教学用书



现代炼铁学

上册

东北工学院炼铁教研室 編著

冶金工业出版社

76.21
316
1:5

高等学校教学用书

现代炼铁学

上册

北京工学院炼铁教研室 编著

310530 / 27

冶金工业出版社



76.21
316
2:7

高等学校教学用书

现代炼铁学

下 册

东北工学院炼铁教研室 編著

2/KS30/27



冶金工业出版社

本書分上、下兩冊出版。全書共分十篇，上冊包括：原料、貧矿石处理、高爐冶煉原理、強化高爐的理論和實踐等四篇；下冊包括：特种生鐵和特殊矿石冶煉、煉鐵計算、高爐構造、高爐車間附屬設備、高爐操作、其他煉鐵方法等六篇。

本書可做为高等冶金院校煉鐵專業的教學用書。此外，亦可供生产厂矿、科学研究机关、設計單位以及中等專業學校煉鐵專業師生參考之用。

本書系由东北工学院煉鐵教研室靳树梁、張清漣、杜鶴桂、李殷泰、范显玉、楊兆祥、李永鎮、陆暘、張鎮揚、虞蒸霞、許允元、史占彪、張家駒、吳鴻斌、張秀珍、張佑民編著。

現代煉鐵学 上 冊

东北工学院煉鐵教研室 編著

冶金工業出版社出版(北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

北京市印刷一厂印 新华書店發行

— * —

1959年9月第一版

1959年9月北京第一次印刷

印数 3,500 冊

开本 787×1092·1/16·500,000 字·印張 26 $\frac{1}{8}$

— * —

統一書号 15062·1837 定价 2.50 元

本書分上、下兩冊出版。全書共分十篇，上冊包括：原料、貧礦石處理、高爐冶煉原理、強化高爐的理論和實踐等四篇；下冊包括：特種生鐵和特殊礦石冶煉、煉鐵計算、高爐構造、高爐車間附屬設備、高爐操作、其他煉鐵方法等六篇。

本書可做為高等冶金院校煉鐵專業的教學用書。此外，亦可供生產廠礦、科學研究機關、設計單位以及中等專業學校煉鐵專業師生參考之用。

本書系由東北工學院煉鐵教研室靳樹梁、張清澍、杜鶴桂、李殷泰、范顯玉、楊兆祥、李永鎮、陸暘、張鎮揚、虞蒸霞、許允元、史占彪、張家駒、吳鴻斌、張秀珍、張佑民編著。

現代煉鐵學 下 冊

東北工學院煉鐵教研室 編著

冶金工業出版社出版(北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

北京市印刷一廠印 新華書店發行

1959年9月第一版

1959年9月北京第一次印刷

印數3,520冊

開本787×1092·1/16·450,000字·印張20⁸/₁₆·插頁4

— * —

統一書號15062·1961 定價2.00元

編 者 言

十年来，我国高爐冶煉技术有了很大發展。在發展过程中，學習苏联先进經驗起着極大作用。令人振奋的是躍進的步伐并不曾停止在學習先进經驗上，而是又前进了一大步，創造了世界水平的高爐利用系数。新的理論正在探討之中，新的實驗数据还未經系統整理，而實踐成績有必要先予肯定下来。真实反映这方面的技术成就并初步总结这方面的科学研究成果就是本書的主旨，同时也为实施教育革命后的大專学校煉鉄專業学生提供現代的結合中国实际的教材。

本書篇章編次，采取了新的形式。强化高爐冶煉过程專立一篇，而强化的新观点則貫串在全書每章之內。小高爐强化有專章討論。一般原理也着重叙述。燒結和团球，是高爐工作者必有的知識，佔了一定的篇幅。特殊鉄矿石的冶煉在我国格外重要，叙述較詳。另一方面，凡屬通过現場教学容易掌握的技术知識，例如爐前操作及一部分設備構造，則尽量从簡。

本書可以作教材用，也可以供工程技术人員閱讀和参考用。

本書开始編写至交付出版前后仅四个多月，虽然原稿部分章节，經送生产單位、研究机关及兄弟学校的高爐工作者审阅并提出意見后，作了修改；但是究屬急就之章，难免重复脫漏，希望讀者多提意見，俾再版时能更臻完善。

本書是在鋼鉄專業党支部直接领导下，由东北工学院煉鉄教研室十六位教师集体編著，此外，还有許多院內外的同志参加了本書的編写和审阅工作，謹此致謝。

参加执笔的有：鞍鋼中央試驗室庄鎮惡，鞍鋼煉鉄厂張魯、王至剛，中国科学院金屬研究所万曉景，第一机械工業部重型机械研究所糜克勤，鞍山鋼鉄学院霍庆貴，天津大学王璞臣，东北工学院冶金爐教研室陆鍾武、闕斌生，东北工学院物理化学教研室陈肇友。

参加审阅原稿的有：本溪鋼鉄公司中心試驗室章光安，本溪鋼鉄公司第一鋼鉄厂左鳳仪、皮敏，本溪鋼鉄公司第二鋼鉄厂張省己、曾令元，鞍鋼中央試驗室庄鎮惡，鞍鋼煉鉄厂李在园，鞍鋼化工总厂何麟生，鞍鋼燒結总厂郎恩荣、刘玉林、白宗冀，黑色金屬矿山設計院張鳳翔、俞大偉、哈良，中国科学院上海冶金研究所煉鉄研究室，冶金工業部鋼鉄司孙其文，冶金工業部鋼鉄研究院楊振古，中南矿冶学院制团教研組，重庆大学煉鉄教研組，北京鋼鉄工業学院楊永宜。此外，本院煉鉄專業61年級部分学生参加了收集資料、編写、校对等工作；部分鋼鉄專業学生参加了抄写、描圖等工作。鞍山市交运运输局高其昌先生將多年收藏的文物汉冶萍鋼鉄厂照片供給本書，并此致謝。

最后，冶金工業出版社对本書編著的敦促和以后的审校等工作的帮助甚大，也一併感謝。

目 录

(上 册)

編者言

緒論	1
§ 1 鋼鐵工業在社会主义革命中的意义	1
§ 2 古代煉鉄	2
§ 3 近代煉鉄开始	5
§ 4 建国十年的偉大成就	8
§ 5 我国煉鉄事業發展远景	10
§ 6 高爐冶煉产品	11
参考文献	13

第一篇 原 料

第一章 高爐冶煉用燃料	14
§ 1 我国煤炭資源概貌	14
§ 2 煤的分类和我国煤的性質	14
§ 3 焦炭生产	17
§ 4 焦炭的質量評价	21
§ 5 我国主要冶金焦炭的性質	26
§ 6 非結焦煤及弱質結焦煤的利用	27
§ 7 木炭	29
§ 8 無烟煤的利用	31
§ 9 鉄焦	33
§ 10 其他种类燃料	35
第二章 鉄矿石	37
§ 11 鉄矿石及其特性	37
§ 12 鉄矿石的評价	38
§ 13 我国鉄矿資源	43
§ 14 国外主要鉄矿	48
第三章 錳矿石	50
§ 15 錳矿石及其对黑色冶金工業的意义	50
§ 16 錳矿石的評价	51
§ 17 我国錳矿資源	52
§ 18 国外錳矿的主要产地	53

第四章 熔 剂	53
§ 19 熔剂的作用	53
§ 20 熔剂的评价	54
参考文献	55

第二篇 贫矿石的处理

第一章 焙烧和选矿	57
§ 1 焙烧	57
§ 2 选矿	61
第二章 烧结理论	73
§ 3 烧结的特性及烧结方法	73
§ 4 抽风法烧结理论	74
§ 5 烧结过程中各种烧结制度的变化	75
✓ § 6 烧结过程中的物理化学变化	79
§ 7 有害杂质的去除	84
第三章 影响烧结过程的因素	88
§ 8 影响烧结生产的主要因素	88
§ 9 原料粒度和矿物性质对烧结过程的影响	89
§ 10 熔剂在烧结过程中的作用	91
§ 11 燃料对烧结过程的影响	96
§ 12 混合料中适宜的水份	98
§ 13 返矿的作用	99
§ 14 真空度与料层厚度的决定	100
§ 15 熔剂性烧结矿生产的特点	101
§ 16 强化烧结的有效途径	106
§ 17 烧结矿计算	109
第四章 烧结工艺及设备	115
§ 18 烧结厂的合理工艺流程	115
§ 19 烧结厂的主要设备	117
§ 20 烧结料的准备和操作	123
§ 21 烧结矿质量的检验	125
§ 22 其他烧结方法	129
第五章 团 矿	136
§ 23 团矿生产的特点及方法	136
§ 24 方团矿	137
§ 25 球团矿的特性	139
§ 26 球团矿生产的发展过程	140

§ 27 球团矿的成型及影响因素	141
§ 28 球团矿的焙烧及影响因素	144
§ 29 球团矿生球和产品质量的检验	148
§ 30 球团矿生产的工艺流程	149
§ 31 我国球团矿研究工作的成就	154
§ 32 我国球团矿工业生产的现状	155
§ 33 球团矿的技术经济指标及其在我国高炉上的应用	158
第六章 综合性的造块方法	160
§ 34 造块方法的新发展	160
§ 35 综合性团矿	161
§ 36 综合性球团矿	163
§ 37 自熔性还原球团矿	164
参考文献	165

第三篇 高炉冶炼原理

第一章 高炉内的煤气运动	167
§ 1 散料层内气流的压力降	168
§ 2 散料层内的气体运动	172
§ 3 高炉内的煤气流速	177
§ 4 煤气压力的变化	180
§ 5 煤气分佈	183
§ 6 煤气运动的管道行程	185
第二章 爐料运动	186
§ 7 爐料下降的条件及其力学分析	186
§ 8 爐料运动的速度及冶炼週期	192
§ 9 爐料运动过程	196
第三章 爐料的分解和揮發	199
§ 10 水分的揮發与水化物的分解	199
§ 11 焦炭中揮發物的揮發	200
§ 12 碳酸鹽的分解	200
§ 13 其他物質的揮發	202
第四章 还原反应	202
§ 14 还原反应的理論	202
§ 15 直接还原和間接还原	211
§ 16 影响铁矿石还原的因素	220
§ 17 高炉内铁矿石的还原过程	236
§ 18 矿石还原的研究方法	240

§ 19 其它元素的还原	241
第五章 烟碳的沉积及生铁的渗碳	243
§ 20 CO的分解反应	243
§ 21 生铁的渗碳	244
第六章 造 渣	245
§ 22 造渣概論	245
✓ § 23 爐渣的物理性能	246
§ 24 爐渣性能的理论分析	265
§ 25 造渣过程	268
§ 26 不同鉄种的爐渣性質	272
第七章 高爐內的脫硫	276
§ 27 硫在高爐內的活動	276
§ 28 硫的揮發	278
§ 29 爐渣脫硫的理论	280
§ 30 影响爐渣脫硫能力的因素	283
§ 31 爐渣脫硫能力的研究	288
第八章 燃燒与再氧化	289
§ 32 燃燒帶	290
§ 33 影响燃燒帶大小的因素	295
§ 34 燃燒帶对高爐行程的影响	303
§ 35 还原元素的再氧化	304
第九章 热交換及煤气成份的变化	306
§ 36 热交換	306
§ 37 热交換的基本規律	307
§ 38 高爐內的热交換过程	310
§ 39 上升煤气成份的变化	312
参考文献	313

第四篇 强化高爐的理论和实践

第一章 改善料柱透氣性及原料的質量	317
§ 1 改善原料的粒度組成及其均匀性	317
§ 2 改善焦炭質量	320
§ 3 爐頂佈料	324
§ 4 熔剂性燒結矿对高爐冶煉的影响	333
第二章 改变送風方法	339
§ 5 高風量	339
§ 6 高風溫	348

§ 7 加湿鼓風	358
§ 8 高压操作	367
§ 9 富氧鼓風	376
§ 10 煤气鼓風	386
§ 11 吹粉鼓風	389
第三章 酸性渣操作与爐外脫硫	391
§ 12 酸性渣操作与爐外脫硫	391
第四章 我国高爐强化的成就	395
§ 13 我国高爐的强化过程	395
§ 14 强化高爐的主要关键	397
§ 15 提高冶炼强度	398
§ 16 降低焦比	402
第五章 小高爐的强化	403
§ 17 小高爐生产的特点	404
§ 18 小高爐的送風	405
§ 19 小高爐用原料的准备	408
§ 20 小高爐的装料	410
§ 21 小高爐的造渣	411
参考文献	412

目 录

(下 册)

第五篇 特种生铁和特殊矿石的冶炼

第一章 锰的还原及锰铁冶炼	415
§ 1 锰还原的理论	415
§ 2 锰在高炉中的还原过程	416
§ 3 锰铁冶炼	418
第二章 硅的还原及硅铁冶炼	426
§ 4 硅的还原理论及其在高炉中的还原过程	426
§ 5 硅铁冶炼及含硅量	428
第三章 含氟矿石的冶炼	431
§ 6 氟在高炉内的变化及其在冶炼产品中的分配	432
§ 7 氟渣的性质	433
§ 8 含氟煤气和炉渣对炉衬及金属结构的侵蚀	434
§ 9 冶炼含氟矿石的劳动保护	435
第四章 钛磁铁矿的冶炼及综合利用	435
§ 10 钛磁铁矿中金属的还原	435
§ 11 含 TiO_2 炉渣的特性	437
§ 12 高炉冶炼钛磁铁矿的操作特点	441
§ 13 钒、钛的提取	443
第五章 铜铁共生矿的综合利用	444
§ 14 选择性硫酸化焙烧	445
§ 15 氯化焙烧	446
参考文献	446

第六篇 炼铁计算

第一章 炼铁配料计算	448
§ 1 MA 巴甫洛夫配料计算	448
§ 2 简易配料计算法	448
§ 3 炼铁配料计算例题	451
第二章 物料平衡	458
§ 4 风量、煤气量及煤气成分的计算	459

04645

§ 5 物料平衡表的制訂	463
第三章 热平衡	464
§ 6 高爐总热平衡的計算	464
§ 7 高爐区域热平衡的計算	477
第四章 炼鉄焦比的計算	479
§ 8 A. H. 拉姆焦比計算法	479
§ 9 A. П. 柳邦焦比決定法	481
第五章 拉姆联合配料計算法	482
§ 10 拉姆联合配料計算法	482
第六章 現場作業計算	487
§ 11 根据爐頂煤气成份計算鉄的直接还原度(r_d)	487
§ 12 其它簡易計算	489
参考文献	489

第七篇 高爐構造

第一章 高爐爐型	491
§ 1 高爐爐型的發展	491
§ 2 合理爐型	493
§ 3 小高爐爐型的特点	500
§ 4 爐型計算	501
第二章 高爐基础	504
§ 5 高爐基础要求的地質条件	505
§ 6 基础的設計原則	506
§ 7 基础的几种結構	507
第三章 高爐爐襯	512
§ 8 爐襯概述	512
§ 9 爐底	518
§ 10 爐缸	521
§ 11 爐腹	522
§ 12 爐身	522
§ 13 爐喉	525
第四章 高爐冷却	527
§ 14 主要冷却設備	528
§ 15 小型高爐的冷却問題	538
§ 16 高爐的冷却介質	538
§ 17 高爐冷却設備的水力学制度	539
第五章 鉄口、渣口、風口	541

§ 18 鉄口	541
§ 19 渣口	542
§ 20 風口	544
第六章 高爐金屬結構	549
§ 21 爐壳	550
§ 22 爐腰支圈	551
§ 23 支柱	552
第七章 爐頂佈料裝置及佈料器	554
§ 24 料車式裝料裝置	554
§ 25 旋轉佈料器	559
§ 26 料罐式爐頂裝料裝置	562
第八章 高压操作設備特点	564
§ 27 調压裝置	564
§ 28 高压操作的裝料裝置	565
§ 29 高压操作的爐体結構	569
§ 30 高压高爐的煤气系統	570
§ 31 高压送風系統的特点	572
参考文献	572

第八篇 高爐車間附屬設備

第一章 原料供应	574
§ 1 原料供应	574
§ 2 貯矿場	578
§ 3 貯矿槽	579
§ 4 貯矿槽的設備	580
§ 5 料車坑	584
§ 6 自动化称料	586
§ 7 上料机	588
第二章 送風和風的加热	593
§ 8 离心式鼓風机	593
§ 9 小高爐用鼓風机	596
§ 10 換热式热風爐	597
§ 11 換热式热風爐溫度分佈及其强化經驗	601
§ 12 蓄热式热風爐發展	603
§ 13 蓄热式热風爐構造	605
§ 14 蓄热式热風爐設備	607
§ 15 蓄热式热風爐傳热的基本規律	611

§ 16 格子磚	614
§ 17 我国蓄热式热风爐强化經驗	618
§ 18 送風系統管道	619
第三章 高爐除塵及其設備	622
§ 19 粗除塵	623
§ 20 半精除塵—洗滌塔	624
§ 21 精除塵	626
§ 22 高压操作的煤气除塵	631
第四章 渣鉄处理設備	631
§ 23 生鉄处理	631
§ 24 爐渣处理	635
§ 25 渣鉄处理设备計算	636
第五章 高爐車間設計	639
§ 26 設計主要程序	639
§ 27 鋼鉄厂生产規模	640
§ 28 厂址选择	641
§ 29 爐座规划	642
第六章 高爐車間平面佈置	645
§ 30 对平面佈置的要求	645
§ 31 并列式車間平面佈置	645
§ 32 島式車間平面佈置	647
参考文献	648

第九篇 高 爐 操 作

第一章 开爐与停爐	650
§ 1 开爐前准备工作	650
§ 2 开爐	754
§ 3 高爐的檢修与休風	659
§ 4 停爐	662
第二章 高爐的正常操作	665
§ 5 操作制度	665
§ 6 判断爐况	672
§ 7 調节爐况	683
§ 8 热风爐操作	690
§ 9 高压操作的运用	690
§ 10 高爐行程自动調节	693
第三章 高爐的故障与事故	694

§ 11 高爐行程故障	694
§ 12 高爐事故	701
参考文献	709

第十篇 其他煉鉄方法

第一章 矮高爐	710
§ 1 国外矮高爐的構造及操作概況	710
§ 2 国内矮高爐介紹	713
§ 3 矮高爐与普通高爐比較	715
第二章 电爐煉鉄	716
§ 4 高爐身电高爐煉鉄	716
§ 5 低爐身电高爐煉鉄	718
§ 6 电阻电爐煉鉄	719
§ 7 迴轉爐——电爐联合使用煉鉄	720
第三章 海棉鉄	722
§ 8 坩堝爐煉海棉鉄	722
§ 9 豎爐煉海棉鉄	723
第四章 粒鉄	725
§ 10 迴轉爐煉粒鉄	725
第五章 流态化技术在黑色冶金中的应用	728
§ 11 旋鋼	729
§ 12 H—鉄	729
§ 13 还原焙燒	729
参考文献	732

緒 論

“一个粮食，一个钢铁，

有了这两个东西就什么都好办了。”

——毛泽东——

§ 1. 钢铁工业在社会主义革命中的意义

自1956年我国在经济战线上的（主要是在生产资料所有制方面）社会主义革命取得基本胜利后，社会主义制度在我国已经基本上建立起来了。目前，我们正处在向建成完全巩固的、高度发展的社会主义社会的过渡时期。中共八届六中全会在关于人民公社若干问题的决议中指出，我国人民当前的任务是：“经过人民公社这种组织形式，根据党所指出的社会主义建设总路线，高速度的发展社会生产力，促使国家工业化，公社工业化，农业机械化和电气化，逐步地使社会主义集体所有制过渡到社会主义的全民所有制，从而使我国的社会主义经济全面的实现全民所有制，逐步地把我国建成为一个具有高度发展的现代工业、现代农业和现代科学文化的伟大的社会主义国家。在这一过渡中，共产主义因素必将逐步增长，这就将在物质条件方面为社会主义过渡到共产主义奠定基础”。从这里可以看到，社会主义工业化是我国当前的社会主义革命的基本任务之一，它在准备向共产主义社会过渡条件中也起着重要的作用。

工业化的基础是钢铁冶金工业。钢铁冶金工业的发展依靠机械制造业供给设备，而机械制造业的发展又需要钢铁工业提供原料。一般地说，在钢铁工业基础薄弱的条件下，不仅机械工业高速度发展不可能，而钢铁工业自身高速度发展也受到限制。党提出了“以钢为纲、全面跃进”的方针之后，就打破了这种消极的平衡论，而建立了积极的平衡论。又由于采取了中央企业和地方企业同时并举、大型企业和中小型企业同时并举、土法冶炼和现代化冶炼同时并举的方针，就在没有增加或者很少增加机械设备的条件下，钢铁产量以惊人的速度增长。在获得充分的原料条件后，机械工业也跃进了，反过来，也促进了钢铁工业更大的跃进。其它煤、电工业以及交通运输业也都有相应的跃进。纲举目张，效果显著。

钢系由铁再炼而得，要多产钢就必须多产铁。

可见，钢铁是现代生产工具的主要原料，这就是为什么我们现在所处的时代叫做钢铁时代，这个时代可以上溯到2000年以前。