

沈国治 郭志勇 林秀亭 编



中小高炉炼铁 生产及管理

冶金工业出版社

• 362



中、小高炉炼铁 生产及管理

冶金工业出版社

96
F407.562
2
2

中小高炉炼铁生产及管理

张瑞菡 韩志进 林秀亭 编

2014/11/14

冶金工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中小高炉炼铁生产及管理/张瑞菡等编. -北京: 冶金工业出版社, 1995. 10

ISBN 7-5024-1781-8

I. 中… II. 张… III. ①高炉炼铁-生产管理②小高炉炼铁-生产管理 IV. TF5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 17063 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

北京万兴印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1995 年 9 月第 1 版, 1995 年 9 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 10.125 印张; 1 插页; 264 千字; 313 页; 1-6050 册

15 元

序

在我国钢铁生产中，中小高炉炼铁生产仍占有重要的地位，特别是近几年来一些乡镇企业建起了一批小高炉，增加了小高炉在炼铁生产中的比重。但由于一些生产者没有经过专门培训和系统地学习有关炼铁生产的知识，又没有高炉生产的和管理和操作经验，生产指标很低，不但高炉利用系数低，焦比高，而且环境污染严重。安全管理很差，既使在已生产多年的一些中小高炉中，生产指标也参差不齐，问题不少。各厂之间很有必要相互学习，交流经验，取长补短，提高效益。

我国现有中、小高炉中多数在操作和管理上还是好的或比较好的。唐钢一炼铁厂的4座容积为 100m^3 的小型高炉，在技术经济指标、生产技术工作和企业管理诸方面，都是国内同类高炉中的佼佼者。长期以来，他们的高炉利用系数、炼铁焦比、生铁质量、热风温度等主要指标都居全国同类高炉的前列，这是因为他们除了贯彻精料、大风、高温、顺行等一系列正确的生产技术方针以外，还针对 100m^3 高炉的特点和自身条件，摸索、积累了符合唐钢一炼铁厂实际情况的特殊规律和一整套的操作和管理经验，他们结合中、小高炉生产特点创造的“8341”管理方法，曾荣获唐山市现代化管理方法创新一等奖和冶金部现代化管理方法创新二等奖，并列入《中国企业管理方法大全》一书。把他们的经验整理起来，无疑对国内同类型高炉生产和广大炼铁工作者是十分有益的。

现在，唐钢一炼铁厂根据他们的经验，结合炼铁技术的基础理论和一般规律，写成这本《中、小高炉炼铁生产及管理》，内容

很丰富，既介绍了高炉冶炼的基本理论、冶炼技术知识，又系统地介绍了该厂的实践经验，很适合中、小炼铁企业的技术人员、管理人员和技术工人阅读和参考。对于初参加炼铁工作的同志更是一本很好的教材。

李东治

前 言

在我国钢铁生产中,中、小高炉炼铁仍占有重要地位。特别是近些年,一些地方企业利用本地优势建起了一批小高炉,增加了小高炉产量的比重。但是,无论设备装配水平、技术操作水平、还是管理水平,中小高炉不如大高炉,生产指标自然也较差。而且,中小高炉之间生产水平也相差很大。因此,中小高炉,尤其是小高炉急需提高生产水平,以能够增加产量、降低消耗、提高效益。然而,在高炉生产及管理上各厂有各厂的长处和经验,相互交流经验,取长补短,有利于炼铁水平的提高。

唐钢一炼铁厂有4座100m³级高炉,已积累了几十年的操作与管理经验。高炉利用系数等指标居全国同类型高炉之首,作者在编写本书时借鉴了他们的经验。有些观点不一定完全适合其它厂的情况,只起参考作用。

本书共十五章。第一章简要介绍了有关炼铁的一般知识;第二章介绍了中小高炉炼铁生产中经常遇到的一些计算方法;第三至八章介绍了高炉生产及操作中的一些方法和措施;第九章展望了中小高炉的发展前景;第十至十五章叙述了炼铁生产的管理。第一、三章由韩志进编写;第二、九章由段国绵编写;第四章由裴印业、孟宪君编写;第五章由孟宪君编写;第六章由段国绵、刘浩编写;第七、八章由刘浩编写;第十至十五章由林秀亭编写。全书由教授级高工张瑞菡主编。

本书完稿后,由唐山工程技术学院张仁贵教授和张福墀教授分别对有关章节进行了阅校,提出了宝贵意见。本书的出版得到原冶金部生产司司长、教授级高工刘琦同志的支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者经验与水平有限,书中不足在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

Ⅲ

目 录

第一篇 中小高炉炼铁生产

1. 高炉炼铁生产基本常识	3
1.1 高炉炼铁生产概述	3
1.2 高炉用料	8
1.3 高炉冶炼基本原理	11
1.4 高炉炼铁主要设备及附属设施介绍	29
2. 中小高炉有关计算	39
2.1 开炉配料计算	39
2.2 全焦冶炼鼓风动能及风口风速计算	44
2.3 冶炼周期计算	47
2.4 高炉安全容铁量计算	48
2.5 高炉现场操作计算	48
2.6 炉底侵蚀深度及残铁量计算	64
2.7 空料线停炉炉顶打水最大耗水量计算	67
2.8 铁的直接还原度、间接还原度计算及一氧化碳和氢的利用率 计算	68
2.9 高炉炼铁综合计算	73
3. 高炉强化冶炼	101
3.1 中小高炉强化冶炼的优势	101
3.2 冶炼强度与焦比的关系	103
3.3 高炉强化冶炼措施	105
4. 高炉炉况判断与失常炉况的处理	126
4.1 炉况判断	126
4.2 失常炉况的处理	133
5. 炉前操作	156
5.1 放渣	158
5.2 出铁	164

5.3 砂口	171
5.4 炉前事故	172
5.5 高炉冷却系统操作	176
6. 中小高炉长寿措施	178
6.1 高炉耐火材料的改进	178
6.2 含钛物料护炉技术	182
6.3 精心操作维护炉衬	184
7. 影响高炉顺行和生铁质量的因素分析	188
7.1 高炉顺行的影响因素分析	188
7.2 生铁质量的影响因素分析	198
8. 高炉开炉、停炉、封炉操作	206
8.1 高炉开炉	206
8.2 高炉停炉	225
8.3 封炉	234
9. 中小高炉发展方向	238
9.1 中小高炉的地位和作用	238
9.2 中小高炉的发展潜力和发展方向	238

第二篇 中小高炉的生产管理

10. 炼铁生产管理	245
10.1 炼铁生产管理	245
10.2 高炉炼铁的生产特点	245
10.3 加强生产管理对中小高炉生产的意义	245
10.4 炼铁生产管理的基本内容	246
11. 炼铁工艺管理	247
11.1 炼铁工艺	247
11.2 炼铁工艺管理	247
11.3 炼铁工艺管理机构的设置	247
11.4 加强工艺管理对中小高炉生产的特殊意义	247
11.5 炼铁工艺管理的主要内容	248
11.6 铁前工艺管理	253

11.7 中小高炉的技术改造	255
12. 中小高炉的设备管理	258
12.1 炼铁设备管理的主要意义	258
12.2 炼铁设备管理的主要内容	258
12.3 炼铁设备管理的主要任务	259
12.4 炼铁设备的日常管理	259
12.5 炼铁设备的检修	264
12.6 备品备件的管理	266
12.7 炼铁设备的事故管理	266
13. 劳动人事管理	268
13.1 劳动人事管理的性质	268
13.2 人的管理对炼铁生产的特殊意义	268
13.3 炼铁企业对人实施管理的主要方法	269
14. 炼铁生产的计划与控制	282
14.1 计划管理	282
14.2 炼铁生产的调度指挥	285
14.3 炼铁生产的信息管理	288
15. 中小高炉的安全生产和环境保护	294
15.1 安全生产管理	294
15.2 安全生产的管理机构及管理原则	295
15.3 安全工作的管理制度	296
15.4 应用现代化管理方法对生产事故进行控制	299
15.5 中小高炉的环保工作	300
附件, “8341” 管理方法	304
参考文献	312

第一篇 中小高炉炼铁生产

1. 高炉炼铁生产基本常识

1.1 高炉炼铁生产概述

1.1.1 高炉炼铁生产基本流程

用于炼钢和机械制造等行业的生铁绝大多数是由高炉生产出来的。高炉是炼铁生产中的主体设备。高炉炼铁生产主要由以下几个部分组成：上料系统、渣铁处理系统、送风系统、煤气除尘设施、喷吹系统及高炉本体。

高炉炼铁所用的原料是经过处理符合化学成分及粒度要求后，由上料系统装入高炉的；经冶炼生产出来的主产品——生铁，可直接送炼钢厂（车间）炼钢或铸成铁块；炉渣可制成水渣用于水泥工业；高炉煤气除去灰尘后可用作燃料；高炉用鼓风机鼓风，鼓风机鼓出的风经热风炉加热后送入高炉。高炉冶炼工艺流程如图 1-1 所示。

高炉内型为一个符合炼铁需要的圆筒型，它竖立着、且中间粗两头细。按部位分为五段（图 1-2），即，炉喉、炉身、炉腰、炉腹、炉缸。高炉内型由耐火材料砌成，其外壳为钢板制成，从炉身下部到炉底有冷却设备保护炉墙和炉壳。高炉炉顶为封闭式的，铁口中心线至大料钟下降时下沿的距离称高炉的有效高度（ H_e ），对应此高度的高炉容积称有效容积（ V_e ）。

炉料经炉顶设备装入高炉后受到上升煤气流的加热，煤气中的 CO 、 H_2 等成分与矿石中的铁氧化物等不断发生化学反应。由于固体焦炭在风口前燃烧变成气体等原因，使炉料不断下降，越向下温度越高。炉料中水分首先被蒸发，随后挥发分挥发，石灰石等含有的碳酸盐在炉身下部开始分解放出 CO_2 ，矿石中铁逐渐被还原出来，并渗碳成为生铁，铁水积存在炉缸底部。矿石中的脉石等与石灰石中的 CaO 等逐步形成炉渣，熔化后积存在铁水上面。定期打开渣铁口分别放渣出铁。焦炭在到达风口前始终是块

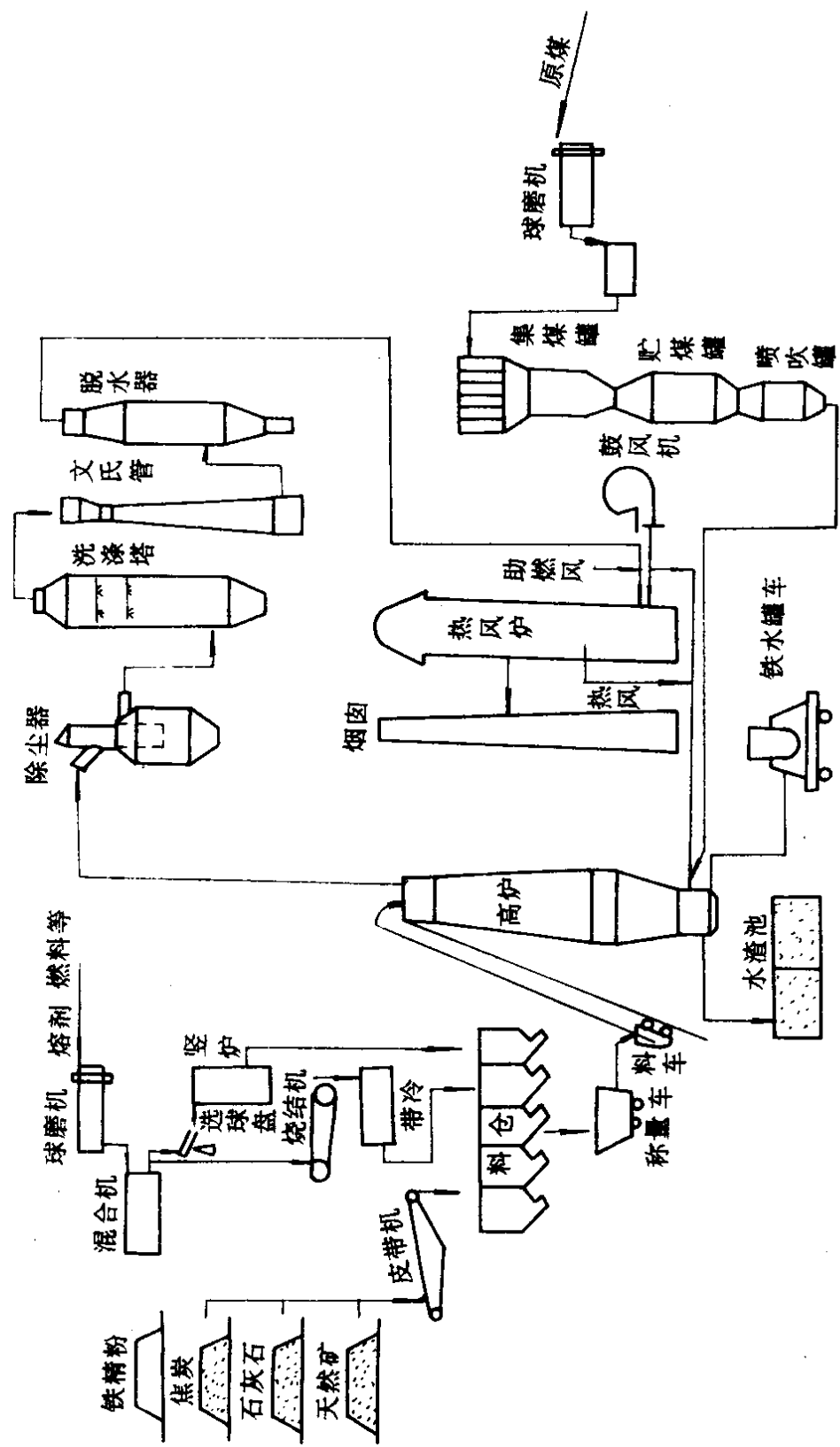


图 1-1 高炉炼铁生产工艺流程示意图

状的，直至遇到风口中进入的氧才被迅速燃烧气化，残余灰分进入炉渣。焦炭燃烧提供热量和 CO 气体，作为高炉炼铁的能源和还原剂。高炉从风口喷入的燃料可取代部分焦炭作还原剂和发热剂。

高炉炼铁过程是连续不断进行的，高炉上部不断装入炉料和有煤气被导出，下部不断鼓入空气（有时富氧）和定期放出渣铁。入炉料主要有含铁物料、焦炭和熔剂等。

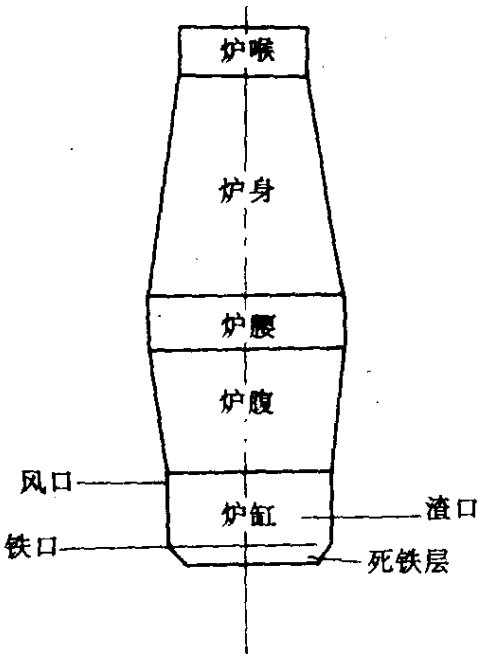


图 1-2 高炉内型

1.1.2 高炉冶炼产品及用途

高炉生产的产品是生铁，副产品有炉渣和煤气。煤气带出的炉尘可用于烧结生产。

表 1-1 炼钢用生铁铁号及化学成分

铁种			炼钢用生铁		
铁号	牌号		炼 04	炼 08	炼 10
	代号		L04	L08	L10
化 学 成 分 %	硅		≤0.45	>0.45~0.85	>0.85~1.25
	锰	一组	≤0.30		
		二组	>0.30~0.50		
		三组	>0.50		
	磷	一级	≤0.15		
		二级	>0.15~0.25		
		三级	>0.25~0.40		
	硫	特类	≤0.02		
		一类	>0.02~0.03		
		二类	>0.03~0.05		
		三类	>0.05~0.07		

1.1.2.1 生铁

生铁按化学成分和用途可分为三种。

(1) 炼钢生铁。它是炼钢的主要原料。表 1-1 列出了炼钢生铁标准^①。一般情况下炼钢生铁主要是控制硅、硫含量。

(2) 铸造生铁。用于铸造生铁铸件，主要用于机械行业。要求含硅高含硫低，以便工件硬度低易于加工，又要含一定量的锰，以利于铸造，且固态有一定韧性。表 1-2 是铸造生铁标准^②。

表 1-2 铸造用生铁铁号及化学成分

铁 种			铸造用生铁					
铁号	牌号		铸 34	铸 30	铸 26	铸 22	铸 18	铸 14
	代号		Z34	Z30	Z26	Z22	Z18	Z14
化 学 成 分 %	碳		>3.3					
	硅		>3.20 ~3.60	>2.80 ~3.20	>2.40 ~2.80	>2.00 ~2.40	>1.60 ~2.00	>1.25 ~1.60
	锰	一组	≤0.50					
		二组	>0.50~0.90					
		三组	>0.90~1.30					
	磷	一级	≤0.06					
		二级	>0.06~0.10					
		三级	>0.10~0.20					
		四级	>0.20~0.40					
		五级	>0.40~0.90					
	硫	一类	≤0.03				≤0.04	
		二类	≤0.04				≤0.05	
		三类	≤0.05				≤0.06	

(3) 铁合金。高炉可生产品位较低的硅铁、锰铁等。用于炼钢脱氧和合金化或其它特殊用途。

根据含碳量不同铁碳合金可分为熟铁、钢和生铁。一般含碳 <0.2% 为熟铁，含碳 0.2~1.7% 为钢，含碳 >1.7% 为生铁。高

① 本标准为 GB717-82。

② 本标准为 GB718-82。

炉所产生铁一般含碳在 4% 以上。

1.1.2.2 高炉渣

高炉炉渣中含 CaO 、 SiO_2 、 MgO 、 Al_2O_3 等。一般将其冲制成水渣，作水泥原料。如制成渣棉可作隔音，保温材料。

1.1.2.3 高炉煤气

中小高炉煤气中可燃成分（以 CO 为主）约在 22%~30%，是良好的气体燃料，经除尘后可用于烧热风炉等。

1.1.3 主要经济技术指标

高炉冶炼的主要经济技术指标有以下几个：

(1) 高炉利用系数 (η_v)。它是每昼夜生铁产量 (P) 与高炉有效容积 (V_v) 之比，即每立方米有效炉容的昼夜产铁量。

$$\eta_v = \frac{P}{V_v} (\text{t/m}^3 \cdot \text{d})$$

(2) 焦比 (K)。焦比是生产每吨生铁消耗的焦炭量。

$$K = \frac{Q_k}{P} (\text{kg/t})$$

式中 Q_k ——高炉每昼夜消耗的干焦量。

(3) 综合焦比。生产每吨生铁消耗的各种燃料总量（有些燃料需要折合）与生铁产量之比称为综合焦比。

(4) 冶炼强度 (I_v)，高炉焦炭冶炼强度表示高炉每昼夜入炉焦炭量与有效容积之比，亦即每立方米有效炉容每昼夜燃烧的焦炭量。

$$I_v = \frac{Q_k}{V_v} (\text{t/m}^3 \cdot \text{d})$$

当高炉还消耗其它燃料时，还有综合冶炼强度指标。其为高炉每昼夜入炉各种燃料总量与生铁产量之比。

高炉利用系数，焦比和冶炼强度三者之间存有以下关系：

$$\eta_v = \frac{I_v}{K}$$

(5) 生铁合格率。在化学成分上符合国家规定标准的生铁量占总生铁产量的百分比。