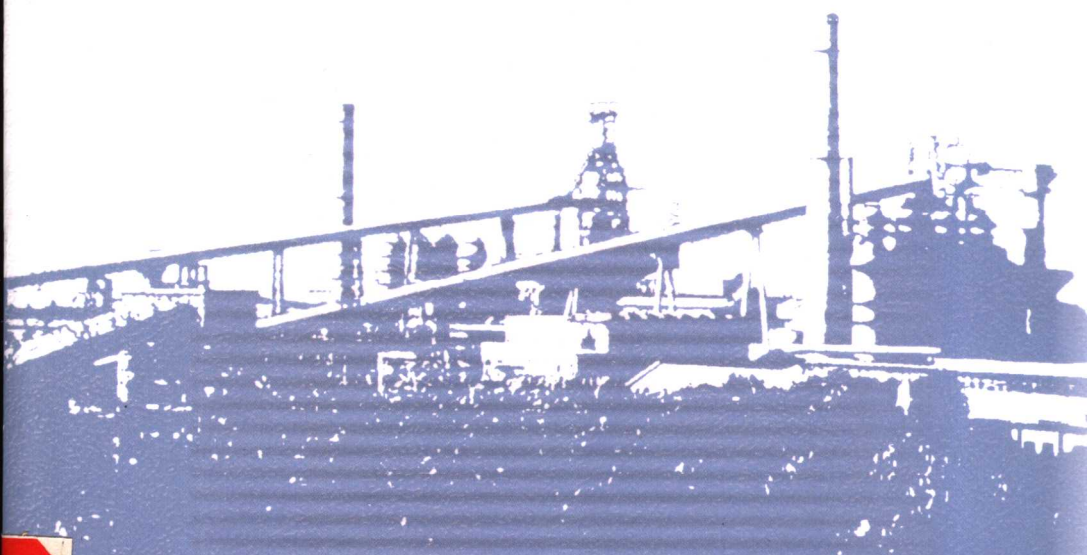


炼铁计算

LIANTIE JISUAN

那树人 著



冶金工业出版社

炼 铁 计 算

那树人 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2005
9

内 容 提 要

本书介绍了包括高炉冶炼的配料计算、物料平衡计算、热平衡计算及焦比计算在内的炼铁工艺常规计算的意义、方法和算式,并配有计算例题予以说明,配有计算框图供编程参考。书中还介绍了作者提出的烧结配料简便算法及烧结配料计算的数学模型,描述炉缸热状态某些参数的计算,以及非高炉炼铁中的一些有关计算。

本书还围绕炼铁工艺中常见的问题,如理论燃烧温度、鼓风动能、富氧鼓风及其对高炉生产的影响、渣铁热容和焓的计算、煤气燃烧计算与空气过剩系数的计算、高炉区域热平衡计算及其“内热”问题、高炉焦比与直接还原度的联合计算等,进行了理论阐述和算式推导。结合作者长期教学实践的心得和科研工作的成果,修正了炼铁学课程中某些不够正确的概念和算式,介绍了作者提出的一些比较先进实用的计算方法与原则。

作者力求系统和完善炼铁工艺计算,使之原理正确、方法新颖、计算简捷、方便实用。本书可作为钢铁冶金专业炼铁学课程的辅助教材,也可供从事炼铁设计、高炉生产操作的工程技术人员和科学研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

炼铁计算/那树人编著. —北京:冶金工业出版社,
2005.3

ISBN 7-5024-3674-X

I. 炼… II. 那… III. 炼铁—计算 IV. TF512

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 127068 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 宋 良 美术编辑 李 心

责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 李玉山

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2005 年 3 月第 1 版, 2005 年 3 月第 1 次印刷

148mm × 210mm; 12.625 印张; 399 千字; 388 页; 1—6000 册

38.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

写在前面

经过两年多时间的整理、编撰，辛苦劳作，《炼铁计算》一书终于完稿了。它是我多年来致力于钢铁冶金专业教学工作的心血结晶，是我长期执著于炼铁学科的设计、生产和研究的理论与实践相结合的成果。值此本书出版之际，能以此书献给从事炼铁工作的人们，献给祖国的钢铁事业，颇感欣慰。

I

此前，我曾编著《炼铁工艺计算》一书（冶金工业出版社1999年出版），那是长期从事炼铁学课程教学，指导学生结业设计的总结。成书的目的主要是指导教学工作。该书出版后受到学校、生产厂矿的欢迎，但也有缺憾：该书在内容的广泛性、理论的深度上以及实用性上，都还有所不足。经友人指点，经过思索，便想在这一方面做深入研讨探索。在重新整合《炼铁工艺计算》一书内容的基础上，结合长期教学实践的点滴心得与多年来的科研成果，编写了本书。《炼铁计算》可以说是《炼铁工艺计算》一书的修订、扩充和发展，增添了以下内容：烧结配料计算数学模型（第1章）；炼铁工艺常用参数计算的归纳总结（第8章）；关于高炉炉缸热状态与铁水含硅量控制等问题的研究、探讨（第9章）；关于炼铁学课程中某些理论、公式的研讨、修正的教学笔记（第10章）等。编写此书的目的，是企求涉猎更多的炼铁计算的知识，通过自己的工作使之更为完整、系统和实用，努力把一整套炼铁计算的理论及方法介绍给需要它的人们对于从事钢铁冶金专业教学、炼铁厂矿生产、设计和炼铁理论研究的人们，不无益处。

II

尽管高炉炼铁的历史已很悠久，炼铁技术日臻成熟，炼铁计算

也日趋完善，但是也还有很多值得研究的地方。笔者长期从事钢铁冶金专业的教学工作，教学中对有关炼铁计算方面的内容十分注意，亦很感兴趣。对炼铁计算的完善、改进，对炼铁计算的研究、创新，是笔者长期以来关注的工作，多年来在有关刊物上发表的三十余篇论文，以及编写的讲义、教材，就多是作者围绕这一方面所做工作的成果。

《炼铁计算》一书意想涵盖炼铁领域常用的工艺计算，使之成为进行炼铁计算的有力工具。本书中具有作者的特色和创新的内容是：

(1) 包括炼铁配料计算、物料平衡计算、热平衡计算在内的常规工艺计算，作者注重规范其计算程式，指正其常犯毛病，揭示其内涵与本质，这些计算该繁则繁，宜简则简。

(2) 烧结配料的简便算法，体现烧结配料计算实质，是实现烧结配料自动化及烧结过程控制的基本模型。

(3) 矿石氧化度与还原度的关系及计算，鼓风含氧量及富氧率的算式，碳素燃烧率及燃烧率系数的计算，理论燃烧温度的三种算法，物质平均热容及焓的正确算式，煤气燃烧计算的完善，空气过剩系数的简明算式等等，力求这些概念清晰准确，计算简捷正确。

(4) 炉渣三元系相图的直角坐标表达，由此可准确计算炉渣矿物组成及其数量，有利于炉渣性能的判断与高炉行程的掌握。

(5) 高炉高温区热平衡的计算方法，高炉区域热平衡计算中的“内热”问题，用鼓风焓代替煤气焓进行热平衡计算，体现了高炉高温区热交换的本质。

(6) 用“分解法”计算焦比，用“分解法”计算烧结燃料配比，把一项受多种因素影响制约的繁杂计算，理出头绪，明确关系，使计算变得简单明了与可行。

(7) 由高炉高温区热平衡及浮士体间接还原的化学平衡列出联立方程，进行焦比与直接还原度的联合求解；采用煤气相对利用率的概念，计算高炉实际焦比，揭示了实际焦比与理论焦比的关系。

(8) 体现高炉冶炼基本原理，实用简便的铁水含硅量预报与控制模型，是进行炉缸热状态控制的基本模型。

III

炼铁工艺计算虽多属初等计算，但其计算内容多，用到的公式多，计算工作量大，计算过程复杂繁琐，因此在以往的计算中，常常由于疏忽大意或概念不够清楚，而产生这样那样的错误。在教学与科研中，作者注意对给出的公（算）式“刨根问底”，自己也喜欢推导演算，以加深理解和运用。也因而发现了一些问题，有的还是比较严重的问题。本书第10章的内容就多属这方面的问题，其他章也有这方面的内容。这些文字多为作者有感而发、有感所写的。尽管炼铁工艺的计算比较浅显，许多计算只是作为生产的参考，计算的结果可以不那么准确，即使是有错误的计算或是有计算的错误也并非那么可怕，这可能“归功”于我们的高炉具有巨大的“包容性”。但是，科学是老老实实的，来不得半点虚伪和骄傲，培养人们严谨的治学态度，树立良好的学风是非常重要的。笔者编写此书的目的之一，也是想修正那些我所接触到的错误概念、错误算式，系统总结和完善的炼铁工艺计算，把原理正确无误、概念清晰准确、方法简捷实用的炼铁计算方法与数据介绍给读者。

IV

高炉冶炼是一个高温的还原熔炼过程，工艺计算离不开热量的计算。以前的专业书籍、资料以及一些国外的书籍，多是以卡（cal）或千卡（kcal）作单位。这种单位的优点是属性专一，具有直观可比性（通常1kg水温度升高1℃需要的热量是1kcal），是其优点。尽管现时以焦（J）或千焦（kJ）为法定单位，但人们也还习惯于以卡来表示热量。为了照顾人们的习惯，也便于与过去的资料相比较，本书在热量的计算上保留了用千卡的计算，最后按4.18系数相乘将其转换成千焦。类似的问题还有像鼓风动能的计算（作者按传统方法及应予推广规范的方法分别计算）、密度与重度的使用和计算等。

V

炼铁工艺有着悠久的历史，某些计算亦是成熟的计算，对于一

些经典的计算公式（如还原度、鼓风动能、物质的热容和焓、冶炼周期等等），一些资料介绍时常有失误的地方。在编著本书时，作者注意到它们的来龙去脉，并能尽力正确地介绍与运用，也很想把公（算）式最早的出处找到（因而有些参考文献时间是较早的）。由于作者阅历的限制，所接触到资料的限制，还不能真正做到“寻根问源”。作者认为，站在前辈的肩膀上向上攀登，后人能够坚实脚根，不忘历史，继往开来，是可取的。

《炼铁工艺计算》一书出版时曾请东北大学杜鹤桂教授审阅，杜先生提出许多宝贵意见，并为该书写了序言。编写本书时，又得到杜教授的指点，甚是荣幸，在此再表深深的谢意。

在编写本书的过程中，得到了学校领导的关注和许多老师的帮助；它的正式出版，也得到了一些厂矿领导和同行的大力支持，这里一并表示衷心的感谢。

笔者相信，《炼铁计算》一书的正式出版，对炼铁界会有裨益。由于作者学识水平所限，书中还会有不足或错误之处，诚望读者指正。

那树人

2004. 8. 10

于内蒙古科技大学

冶金工业出版社部分图书推荐

书 名	作 者	定价(元)
高炉炼铁生产技术手册	周传典 主编	118.00
钢铁冶金原理(第3版)	黄希祜 编	40.00
冶金物理化学研究方法(第3版)	王常珍 主编	48.00
冶金物理化学	张家芸 主编	39.00
冶金工程实验技术	陈伟庆 主编	39.00
合金相与相变(第2版)	肖纪美 主编	37.00
金属学原理	余永宁 编	57.00
金属学原理习题解答	余永宁 编著	20.00
冶金工艺工程设计	袁熙志 编	20.00
相图原理与冶金相图	陈国发 等编	20.00
电子枪与离子束技术	张以忱 编著	29.00
现代流体力学的冶金应用(英文)	李宝宽 著	25.00
烧结管理概论	孙文东 主编	25.00
烧结生产技能知识问答	薛俊虎 主编	48.00
燃料及燃烧(第2版)	韩昭沧 主编	29.50
钢铁冶金学(炼铁部分)(第2版)	王筱留 主编	29.00
冶炼基础知识(职技学校教材)	马 青 主编	36.00
炼钢原理与工艺(职技学校教材)	刘根来 主编	26.00
连续铸钢实训(职技学校教材)	冯 捷 等编	28.00
转炉炼钢实训(职技学校教材)	冯 捷 等编	35.00
冶金过程检测与控制(职技学校教材)	郭爱民 主编	20.00
铁合金生产(职技学校教材)	刘 卫 主编	
高炉炼铁基础知识(工人培训教材)	贾 艳 等编	32.00
高炉喷煤技术(工人培训教材)	金艳娟 主编	19.00
连续铸钢生产(工人培训教材)	冯 捷 等编	45.00
热工仪表及其维护(工人培训教材)	张惠荣 等编	26.00

目 录

1 烧结配料计算数学模型	(1)
1.1 关于烧结配料计算方法	(1)
1.1.1 烧结配料的理论算法	(1)
1.1.2 现场采用的经验配料算法	(3)
1.2 烧结配料的简便算法	(4)
1.2.1 组合配料算法	(4)
1.2.2 配料计算的高低铁差法	(7)
1.2.3 烧结配料的图解法	(8)
1.2.4 烧成率对烧结矿品位的影响	(10)
1.2.5 算例	(12)
1.2.6 结语	(16)
1.3 多种矿石的烧结配料计算	(17)
1.3.1 关于矿石单烧配加率的概念	(18)
1.3.2 多种矿石的烧结配料计算	(20)
1.4 烧结燃料配比的计算	(24)
1.4.1 计算的准备	(24)
1.4.2 燃料配比的计算	(25)
1.4.3 烧结过程中碳素氧化 CO_2/CO 值的 测定与计算	(30)
1.4.4 烧结机上空气过剩系数的近似计算	(34)
1.5 烧结配料的数学模型	(37)
1.5.1 关于烧结配料的两项基本计算	(37)
1.5.2 应用计算机进行配料计算	(38)
1.5.3 关于烧结过程自动控制的初步构想	(40)
参考文献	(41)

2 矿石氧化度、还原度及铁的直接还原度计算	(42)
2.1 原料成分的整理计算	(42)
2.1.1 元素存在的形态	(42)
2.1.2 矿石成分的补齐和平衡计算	(44)
2.1.3 计算程序设计	(46)
2.2 矿石氧化度与矿石含氧量	(49)
2.2.1 矿石氧化度的概念及计算	(49)
2.2.2 关于氧化度的讨论	(50)
2.2.3 矿石含氧量的计算	(51)
2.2.4 矿石含氧量与氧化度的关系	(51)
2.3 矿石还原度	(52)
2.3.1 还原度的概念与测试	(52)
2.3.2 还原度的几种算式	(52)
2.3.3 铁的直接还原度	(54)
2.3.4 还原度与氧化度之间的关系	(55)
2.3.5 算例	(56)
2.3.6 关于金属化率	(57)
2.4 直接还原度的计算	(59)
2.4.1 碳素平衡图	(59)
2.4.2 直接还原度 r_d 的概念	(61)
2.4.3 直接还原度 r_d 的计算	(62)
2.4.4 氢的还原度 $r_{i(H_2)}$ 的计算	(65)
2.4.5 关于煤气利用率的计算	(66)
2.4.6 算例	(68)
参考文献	(72)
3 高炉配料计算与变料计算	(73)
3.1 炉渣碱度的确定	(73)
3.2 元素在生铁、炉渣与煤气中的分配	(74)
3.3 配料计算方法	(75)
3.3.1 使用熔剂时的配料计算	(76)

3.3.2	不使用熔剂时的配料计算	(80)
3.3.3	配料计算的其他内容	(82)
3.4	配料计算程序设计	(85)
3.4.1	使用熔剂时配料计算程序的编制	(85)
3.4.2	不使用熔剂时配料计算程序的编制	(85)
3.5	配料计算的几个有关公式	(88)
3.5.1	关于生铁含碳量公式	(88)
3.5.2	矿石允许含磷量计算公式	(89)
3.5.3	矿石允许 MgO 含量计算公式	(90)
3.6	现场采用的几项计算	(90)
3.6.1	理论出铁量的计算	(91)
3.6.2	关于渣量的计算	(91)
3.7	高炉冶炼的变料计算	(94)
3.7.1	矿石成分变化时的变料计算	(94)
3.7.2	焦炭成分变化时焦炭量的调整	(96)
3.7.3	冶炼铁种改变时的变料计算	(99)
	参考文献	(101)
4	物料平衡及相关计算	(102)
4.1	物料平衡计算	(102)
4.1.1	物料平衡计算的准备	(102)
4.1.2	物料平衡计算内容与方法	(103)
4.1.3	生产高炉风量、煤气量及煤气成分调整的计算	(109)
4.1.4	列物料平衡表, 计算物料平衡误差	(113)
4.1.5	物料平衡计算程序的编制	(114)
4.2	鼓风湿度的计算	(115)
4.2.1	鼓风湿度的概念与意义	(115)
4.2.2	两种湿度之间的换算	(116)
4.2.3	有湿分存在时鼓风密度的简化计算	(117)
4.2.4	由气象条件计算鼓风湿度	(117)
4.3	高炉富氧鼓风的有关计算	(118)
4.3.1	富氧鼓风的意义	(118)

4.3.2 富氧率的计算	(119)
4.3.3 富氧鼓风对高炉冶炼影响的有关计算	(123)
参考文献	(126)
5 高炉热平衡计算	(128)
5.1 第一种全炉热平衡计算	(128)
5.1.1 热量收入的计算	(129)
5.1.2 热量支出的计算	(131)
5.2 第二种全炉热平衡计算	(136)
5.2.1 风口前碳素燃烧热的计算	(137)
5.2.2 铁及合金元素还原耗热的计算	(137)
5.2.3 其他不同耗热项的计算	(140)
5.2.4 两种热平衡计算方法对比表	(142)
5.3 热平衡指标的计算	(144)
5.3.1 高炉有效热量利用系数 K_T	(144)
5.3.2 高炉碳素热能利用系数 K_C	(144)
5.3.3 关于高炉热效率的计算	(145)
5.4 高温区热平衡计算	(146)
5.4.1 高炉高温区的确定	(146)
5.4.2 高温区物理热的计算原则	(148)
5.4.3 高温区热平衡计算项目	(149)
5.4.4 高温区热平衡计算的几点说明	(151)
5.4.5 讨论	(152)
5.5 热平衡计算程序的编制	(154)
5.6 关于高炉热平衡的测定工作	(155)
5.6.1 关于物质比焓的计算	(155)
5.6.2 关于测试基准温度的选定	(157)
5.6.3 关于渣量的计算	(158)
5.6.4 几个应予更正的算式	(158)
5.6.5 关于理论风量的校验公式	(159)
5.6.6 关于直接还原度 r_d 的计算	(161)
5.6.7 关于热平衡指标的计算	(162)

5.6.8 关于炉壳散热及炉尘带走热量项的处理	(162)
5.7 高炉区域热平衡计算中的“内热”问题	(163)
5.7.1 含有内热因素的区域热平衡算式	(164)
5.7.2 区域热平衡计算的简化	(167)
5.7.3 结语	(170)
参考文献	(171)
6 炼铁焦比计算	(172)
6.1 炼铁焦比同直接还原度 r_d 的关系	(172)
6.1.1 焦比算式的导出	(173)
6.1.2 讨论	(178)
6.2 炼铁焦比的计算方法	(182)
6.2.1 焦比的工程算法	(182)
6.2.2 A. H. 拉姆联合算法	(186)
6.2.3 赖斯特 (Rist) 算法	(191)
6.3 高炉焦比、直接还原度及炉顶温度的联合计算	(195)
6.3.1 计算条件及某些规定	(196)
6.3.2 计算的准备	(197)
6.3.3 焦比、直接还原度的联合计算	(199)
6.3.4 关于高炉冶炼的实际焦比	(204)
6.3.5 算例	(205)
6.3.6 讨论	(215)
6.4 关于炼铁设计的工艺计算程序	(216)
6.4.1 常规计算程序的不足之处	(216)
6.4.2 含有合适焦比计算的工艺计算方法	(217)
6.4.3 采用联合算法进行炼铁设计的工艺计算	(221)
参考文献	(221)
7 炼铁工艺计算例题	(223)
7.1 炼铁设计的工艺计算例题	(223)
7.1.1 配料计算	(224)
7.1.2 物料平衡计算	(226)

7.1.3 热平衡计算	(230)
7.1.4 理论焦比计算	(243)
7.2 某厂一号高炉热平衡测定的有关计算	(245)
7.2.1 原始数据	(245)
7.2.2 物料平衡计算	(247)
7.2.3 热平衡计算	(250)
7.2.4 关于高炉冶炼的理论焦比计算	(257)
参考文献	(257)
8 炼铁工艺中几项常用参数的计算	(258)
8.1 关于物质平均热容及比焓的计算	(258)
8.1.1 物质平均热容及比焓的概念与计算	(258)
8.1.2 常用气体热容及比焓的计算	(262)
8.1.3 铁水比焓的计算	(262)
8.1.4 炉渣比焓与成渣热的计算	(268)
8.1.5 关于化学反应的热效应	(276)
8.2 理论燃烧温度的计算	(276)
8.2.1 理论燃烧温度的算式	(277)
8.2.2 理论燃烧温度的算例	(280)
8.2.3 关于理论燃烧温度的讨论	(285)
8.3 碳素燃烧率的计算	(287)
8.3.1 碳素燃烧率 C_n 的概念	(287)
8.3.2 碳素燃烧率 C_n 算式的导出	(288)
8.3.3 由理论燃烧温度及碳素燃烧率系数计算 高炉喷煤量	(289)
8.4 鼓风动能的计算	(290)
8.4.1 鼓风质量与风速的计算	(291)
8.4.2 鼓风动能的几个算式	(292)
8.4.3 鼓风动能与炉容的关系	(294)
8.5 关于冶炼周期的计算	(295)
8.6 关于煤气的燃烧计算及空气过剩系数计算	(297)
8.6.1 关于煤气的燃烧计算	(297)

8.6.2 关于空气过剩系数的计算	(307)
参考文献	(311)
9 有关的科学研究论文	(313)
9.1 关于炉热指数 W_0 的计算	(313)
9.1.1 炉热指数 W_0 的算式及导出条件	(313)
9.1.2 W_0 算式中有关计算的推导	(314)
9.1.3 结语	(320)
9.2 对炉热指数 T_c 的理解与计算	(320)
9.2.1 关于风口区的热平衡方程	(321)
9.2.2 关于直接还原带的热平衡方程	(326)
9.2.3 炉热指数 T_c 的简化	(327)
9.2.4 结语	(329)
9.3 铁水含硅量预报的一个基本模型	(330)
9.3.1 铁水含硅量预报的一个基本算式	(330)
9.3.2 实施铁水含硅量预报与控制模型的构想	(332)
9.3.3 结语	(334)
9.4 高炉喷吹不同煤粉的效益比较	(334)
9.4.1 计算原则	(335)
9.4.2 更换煤粉时煤粉费用的比较计算	(336)
9.4.3 更换煤粉时高炉冶炼效益的比较计算	(336)
9.4.4 更换煤粉时高炉综合效益的比较计算	(339)
9.4.5 讨论	(340)
9.5 大型高炉采用煤气干法除尘工艺的探讨	(341)
9.5.1 干法除尘可以大量节约高炉用水, 有利于 保护水资源	(341)
9.5.2 湿法除尘贫化煤气质量, 降低了煤气燃烧效果	(342)
9.5.3 在大型高炉上推行布袋除尘工艺的技术对策	(347)
9.5.4 结语	(348)
参考文献	(348)

10 教学研究探讨	(350)
10.1 高炉炉渣脱硫反应的几个问题	(350)
10.1.1 关于生铁含硫量的算式	(350)
10.1.2 关于硫的分配系数的算式	(351)
10.1.3 关于炉缸中脱硫的耦合反应	(353)
10.1.4 关于炉渣脱硫反应的动力学模型	(357)
10.2 高炉上下部热交换区有关温度的计算	(358)
10.2.1 高炉上部区煤气温度 t_g 与炉顶温度 $t_{g顶}$ 的算式	(359)
10.2.2 高炉下部区炉料温度 t_s 与炉缸温度 $t_{s缸}$ 的算式	(360)
10.2.3 由传热速率方程推导炉料温度 t_s 和煤气温度 t_g 的关系式	(361)
10.2.4 高炉上部热交换区 (或竖炉预热带) 高度的计算	(365)
10.3 风温提高对焦比节约效果的计算	(367)
10.4 关于散料层中空隙度的算式	(369)
10.5 铁矿石直接还原法中的有关计算	(372)
10.5.1 气基还原法中还原剂气体需要量的计算	(372)
10.5.2 流态化方法中气流速度的确定	(375)
10.5.3 对《非高炉炼铁 (直接还原与熔融还原)》一书的一点希望	(379)
参考文献	(380)
附 录	(381)
附表1 空气中饱和水蒸气含量 (标准状态, 气压 760mmHg)	(381)
附表2 各种气体的比焓	(382)
附表3 化学反应热效应对照	(384)
索 引	(386)

1 烧结配料计算数学模型

1.1 关于烧结配料计算方法

烧结配料的计算与操作是烧结矿生产中一个主要环节,对保证烧结矿的质量指标,实现烧结生产自动化有着十分重要的作用。烧结配料的计算方法很多,究其实质,都是按照对烧结矿的不同要求,依据烧结理论列解方程的问题。这里先介绍两种常用的方法,其后介绍作者提出的烧结配料简便算法。

1.1.1 烧结配料的理论算法

烧结生产中的“理论配料算法”^[1,2],是以生产 100kg 烧结矿为计算基准,用到原料的全分析成分,最后算出烧结矿的全成分,因而也称这种方法为“全配料算法”。这里假设使用两种含铁原料,并按最简情况(仅用煤粉和石灰石)考虑,进行烧结配料计算。因为要解决铁矿粉和熔剂石灰石等三种原料的配量,则需列出三个方程:

(1) 铁分(铁平衡)方程

当规定烧结矿的品位($TFe, \%$)时,可以求解两种矿粉的配量。如果多余两种,则其他矿粉的配量应预先给定;如果仅有一种矿粉,则铁分方程失效。列出的铁分方程是

$$X_1 \times Fe_{(1)}/100 + X_2 \times Fe_{(2)}/100 + Fe.t = TFe \quad (1-1)$$

式中 X_1, X_2 ——烧结料中第一、第二种矿粉配量, kg;

$Fe_{(1)}, Fe_{(2)}$ ——第一、第二种矿粉的含铁量, %;

$Fe.t$ ——烧结料中其他原料带入的铁量, kg。

通常情况下熔剂、煤粉含铁很少, $Fe.t$ 可不考虑。

(2) 碱度方程

规定的烧结矿碱度为 R (CaO/SiO_2), 列出的方程是

$$\frac{X_1 \times CaO_{(1)} + X_2 \times CaO_{(2)} + X_3 \times CaO_{(3)} + M \times CaO_{(4)}}{X_1 \times SiO_{2.1} + X_2 \times SiO_{2.2} + X_3 \times SiO_{2.3} + M \times SiO_{2.4}} = R$$