



俞海明 王 强 编著

钢渣处理 与 综合利用

Steel Slag: Treatment and Resource Utilization



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

“十二五”国家重点图书

钢渣处理与综合利用

Steel Slag: Treatment and Resource Utilization

俞海明 王 强 编著

北 京

冶金工业出版社

2015

内 容 提 要

本书结合宝钢、鞍钢、唐钢、武钢、首钢等先进钢铁企业及相关大专院校、科研院所、设计单位等关于钢渣处理与综合利用方面的研究成果和生产实践,系统阐述了炼钢过程中产生的钢渣、精炼渣、废旧耐火材料等处理工艺和应用实例,涵盖了基本原理、工艺操作和安全技术等内容,并且对钢渣处理的关键岗位提出了详细的安全操作规程。其中,钢渣重构改质和炼钢除尘灰的处理与综合利用等新理念、新技术代表了该领域的前沿水平。

本书可供钢渣处理与综合利用领域相关工程技术人员、设计人员、管理人员和教学人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

钢渣处理与综合利用/俞海明,王强编著. —北京:冶金工业出版社, 2015. 11

“十二五”国家重点图书

ISBN 978-7-5024-7086-9

I. ①钢… II. ①俞… ②王… III. ①钢渣处理 ②钢渣—综合利用 IV. ①TF341.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015) 第 259845 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 刘小峰等 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7086-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷
2015 年 11 月第 1 版, 2015 年 11 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 40.75 印张; 795 千字; 629 页

166.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

钢铁行业作为国民经济的支柱型产业，在我国的经济的发展过程中起着举足轻重的作用，为国民经济的发展做出了巨大的贡献。国内钢厂众多，钢产量大，我国钢产量自 1996 年过亿吨以后，仍在逐年增加。随着钢铁业产能的发展，我国的炼钢工艺得到了长足进步。与此同时，不断发展和扩张的钢铁业，带来的环境污染和生态破坏日益加剧。但是受历史原因影响和钢铁企业关注的焦点限制，我国的钢渣处理工艺发展缓慢，该领域的技术交流存在壁垒，系统化研究投入较少，一些企业和科研院所研发的新技术没有得到推广应用。据统计，目前我国钢渣的产生量已经累计超过 10 亿吨，对于环境和社会生活产生的影响与日俱增。时至今日，我国钢企对于钢渣的利用率不超过 30%。大部分钢企在钢渣产生后，只将大块的钢渣进行简单磁选，剩余的向社会上出售，甚至是免费转让处理。而钢渣处理企业将钢渣分选后，选出渣钢和磁选粉再卖给钢铁厂，剩余的尾渣除了少部分卖给水泥厂以外，大部分被无组织堆弃，造成环境污染、土地占用和资源浪费，这与工信部发布的《大宗工业固体废物综合利用“十二五”规划》要求达到的 75% 的指标仍有很大差距，与发达国家综合利用率接近 100% 的水平更是相差甚远。因此，钢渣的处理与综合利用已经成为影响中国钢铁业发展的关键性因素。

笔者从 2008 年开始从事渣处理的技术管理工作，那时钢渣的利用率很低，冷弃堆放的渣山造成的环境污染，使笔者所在炼钢厂——宝钢集团八钢公司第二炼钢厂的职工常年生活在灰尘的笼罩之中。正因如此，笔者有了研究和学习钢渣处理技术的动力，也有一种责任感和

使命感将钢渣的知识进行普及。

2009年起,笔者从基础开始重点学习钢渣的相关知识,不断地阅读大量的公开文献和书籍,在领导和同事的帮助下,逐渐对钢渣有了系统性的认识,并将文献中先进的理念、成果和技术汇集提炼,与自己的炼钢和钢渣处理实践经验相结合,归纳总结成初稿。普及钢渣知识,减少对该领域认识的误区,是笔者编写本书的初衷。2011年,唐山嘉恒公司程敬伟先生来到八钢第二炼钢厂介绍嘉恒渣处理工艺,此次的交流更加坚定了笔者写好本书的决心。

书中介绍的一些技术方法和应用实例,是笔者在工作中应用的成熟工艺以及发表的16项国家发明专利中的先进技术。例如在渣罐管理方面,笔者负责的八钢第二炼钢厂的渣罐寿命最高达上万次,还有脱硫渣的阻断剂是零成本的以废治废的典型工艺。在本书中,笔者对这些技术做了毫无保留的介绍。

本书分为七篇。第一篇主要介绍钢渣的基础知识,目的是使从业人员了解钢渣处理工艺、钢渣的改质深加工利用工序的基础知识。第二篇介绍不同的钢渣处理工艺特点,并对这些工艺进行了横向比较,目的是为现场操作人员和技术人员普及知识。第三篇介绍精炼渣和脱硫渣的特点、处理工艺及综合利用方式,重点分析了脱硫渣的去毒化机理,以减少处理过程中的认识误区和处理成本。第四篇介绍钢渣处理过程中的安全问题,将很多浅显易懂但容易忽略的问题做了整理,以便于读者系统地了解渣处理过程中的危险因素,减少事故。第五篇介绍钢渣的破碎、细磨与选铁工艺及其相关装备,便于各个相关行业进行了解。第六篇重点介绍钢渣的改质和稳定化处理技术,这是本书的重点章节之一。目前困扰钢渣利用的主要难题是如何控制钢渣的活性和钢渣中的不稳定因素,希望通过本章节涉及的一些方法的成功应用实例,能够使渣处理工艺发挥更大的作用,造福社会。第七篇介绍钢渣的综合利用途径,目的是挖掘出钢渣更多的潜在价值,推广钢渣

资源使其得到合理利用。

本书的写作历经多年，笔者不敢言辛苦，希望本书的出版可以为我国钢铁行业、环保事业及相关领域尽绵薄之力。

本书的合作者王强高工对冶金环保领域具有很高的领悟力和敏锐的洞察力，他广泛的知识面和对钢渣的深刻理解，使得本书内容更加丰富、完整、准确且更具实用性。

在本书的编写过程中，得到了宝钢集团八钢公司领导和支持帮助，在此深表感谢。冶金工业出版社对本书的编写提出了许多建设性的意见和建议，并对本书内容进行了梳理，使本书更有条理，冶金工业出版社的专业水平令笔者敬佩，此外还推荐本书入选“十二五”国家重点图书。冶金工业出版社给予笔者极大的关心和支持，并为本书的出版付出了诸多辛劳，在此深表感谢。书中引用了不少专家学者的文献资料，在此一并表示感谢。

由于笔者水平所限，书中不足之处在所难免，希望读者不吝赐教，提出宝贵意见和建议。

俞海明

2015年5月

目 录

综述	1
----------	---

第一篇 钢渣的基础知识

1 钢渣的性质	5
1.1 钢渣的物理性质	5
1.1.1 钢渣的密度	5
1.1.2 钢渣的熔点	6
1.1.3 钢渣的黏度	8
1.1.4 钢渣的焓	9
1.1.5 钢渣的导热性	10
1.1.6 钢渣的导电性	10
1.1.7 钢渣的透气性	12
1.1.8 钢渣的表面张力	12
1.1.9 钢渣的显微硬度	14
1.1.10 液态钢渣的温度	14
1.2 钢渣的化学性质	16
1.2.1 钢渣的碱度	16
1.2.2 熔渣的氧化能力	18
1.2.3 钢渣的硫容量与磷容量	22
1.2.4 氢、氮在熔渣中的溶解	24
1.2.5 钢渣的结构特点	24
1.3 精炼渣（白渣）的性质	29
1.3.1 白渣的概念	29
1.3.2 精炼渣的颜色和成分的关系	30
1.3.3 硅镇静钢渣系和铝镇静钢渣系的差别比较	31
1.4 按照性质对钢渣分类	31
1.4.1 酸性渣和碱性渣的划分	31
1.4.2 按照钢渣的功能划分	32
1.4.3 按照钢渣的矿物组织划分	32

2 钢渣的生成与主要组分的存在形式	34
2.1 炼钢过程中的成渣反应	35
2.2 转炉冶炼过程中钢渣成分的变化和矿物组织的形成	38
2.3 氧化钙和氧化镁在钢渣中的存在形式	45
2.3.1 氧化钙在钢渣中的赋存状态及嵌布特征	45
2.3.2 氧化镁在钢渣中的作用和存在方式	46
2.3.3 游离氧化钙和游离氧化镁	48
2.4 铁在钢渣中的存在形式	49
2.4.1 钢渣中金属铁的来源	49
2.4.2 钢渣中含铁物质的矿物组织与存在形式	51
2.5 磷在钢渣中的存在形式	57
2.5.1 炼钢过程中磷参与的成渣反应	57
2.5.2 凝固钢渣中富磷相的形成与选择	58
2.5.3 含磷矿物组织的成分组成	59
3 钢渣凝固后的矿物组成与显微结构	61
3.1 转炉钢渣凝固后的矿物组成	62
3.1.1 典型钢渣矿物组成	62
3.1.2 凝固速度对矿物组成的影响	64
3.1.3 渣铁分层	67
3.1.4 钢渣中矿相组成分析	68
3.1.5 钢渣中的其他矿物组织	76
3.2 电炉钢渣凝固后的矿物组成	76
3.3 精炼渣的凝固与结晶	77
3.3.1 硅酸盐的凝固与结晶	77
3.3.2 方镁石的结晶凝固与析出	79
3.3.3 铝酸盐的结晶与析出	79
3.3.4 精炼渣中的硫与游离氧化钙	82
3.4 不同渣处理工艺的钢渣矿物组成	84
3.4.1 干波渣的矿物组成	84
3.4.2 热波渣的矿物组成	86
3.4.3 滚筒渣的矿物组成	87
3.4.4 风淬渣的矿物组成	88
3.4.5 热闷渣的矿物组成	89

参考文献	90
------------	----

第二篇 钢渣处理工艺与操作

4 钢渣处理工艺概述	93
4.1 常用钢渣处理工艺简介	95
4.1.1 热泼渣工艺	97
4.1.2 浅盘渣工艺	98
4.1.3 热闷渣工艺	99
4.1.4 风淬渣工艺	99
4.1.5 滚筒渣工艺	100
4.1.6 嘉恒渣处理工艺	100
4.1.7 钢渣余热自解热闷工艺	100
4.2 钢渣处理工艺的评价方法——钢渣的生命周期	101
4.3 不同钢渣处理工艺的比较	105
4.3.1 不同渣处理工艺流程的特点	105
4.3.2 大型钢厂渣处理工艺的选择原则	105
4.3.3 对不同钢渣处理工艺的综合评价	106
5 热泼法钢渣处理工艺	108
5.1 热泼渣处理工艺原理	108
5.2 热泼渣打水控制	109
5.2.1 前期的打水控制	109
5.2.2 中期的打水控制	109
5.2.3 后期的打水控制	109
5.3 热泼渣的安全作业	110
5.3.1 热泼渣作业过程中常见的危险因素	110
5.3.2 热泼渣作业过程中爆炸产生的原因	110
5.3.3 热泼渣作业过程中控制爆炸事故的措施	111
5.4 热泼渣的改进工艺	112
5.4.1 热泼渣渣厢轮流作业	112
5.4.2 渣罐预处理的热泼工艺	112
5.5 电炉钢渣的热泼工艺	113
5.5.1 渣罐受渣后的渣场热泼处理工艺	114

5.5.2 电炉炉下渣坑直接热泼渣处理工艺	114
5.5.3 两种处理工艺的综合比较	118
5.6 铸余白渣的热泼工艺	119
5.7 热泼钢渣的显微结构	120
5.8 热泼钢渣的深加工	121
6 风淬法钢渣处理工艺	124
6.1 风淬法渣处理工艺原理	127
6.2 粒化器工艺机理	128
6.2.1 超音速喷嘴	129
6.2.2 喷嘴工艺参数的经验公式	130
6.3 钢渣粒化过程的特点	131
6.4 风淬粒化的工艺流程和操作控制	136
6.4.1 风淬粒化工艺流程	136
6.4.2 风淬粒化操作控制	136
6.4.3 异常情况的处理	137
6.5 风淬渣的通风方式	138
6.6 风淬钢渣工艺的总体特点	138
6.7 浅闷钢渣的工艺	140
6.8 风淬渣的物理性质及风淬渣的用途	141
7 滚筒法钢渣处理工艺	144
7.1 滚筒渣处理的工艺原理与工艺特点	145
7.1.1 滚筒渣处理工艺原理	145
7.1.2 滚筒渣处理工艺特点	145
7.2 滚筒渣处理的技术进展	147
7.2.1 BSSF-A 型钢渣处理装置	147
7.2.2 BSSF-B 型钢渣处理装置	148
7.2.3 BSSF-RC 型钢渣处理装置	148
7.2.4 BSSF-D 型钢渣处理装置	149
7.3 滚筒渣处理技术的设备组成	150
7.3.1 滚筒装置	150
7.3.2 输送装置	151
7.3.3 配套系统	151
7.4 滚筒渣处理系统的操作流程和控制	152

7.4.1	滚筒渣处理工艺操作流程	152
7.4.2	滚筒渣处理的异常情况	155
7.4.3	扒渣机的使用	157
7.4.4	提高滚筒渣处理率和设备完好率的措施	158
7.5	滚筒渣的磁选铁工艺	159
7.5.1	磁选分取流程与设备	159
7.5.2	磁选分取作业操作步骤	160
7.6	滚筒渣作业过程中的安全操作	162
7.6.1	滚筒渣作业过程中的安全控制	162
7.6.2	滚筒渣作业常见的危险源点和案例分析	164
7.7	滚筒渣的应用	167
7.7.1	滚筒渣的产品特点	167
7.7.2	滚筒渣的应用途径	169
8	嘉恒法(粒化轮法)钢渣处理工艺	175
8.1	嘉恒法渣处理工艺流程与特点	176
8.1.1	嘉恒法渣处理工艺流程	176
8.1.2	嘉恒法渣处理工艺特点	177
8.2	嘉恒法渣处理工艺设备与基本操作	179
8.2.1	嘉恒法渣处理工艺装置概述	179
8.2.2	粒化装置	180
8.2.3	嘉恒法渣处理工艺基本操作	180
9	热闷法钢渣处理工艺	182
9.1	热闷法渣处理工艺流程和技术特点	184
9.1.1	热闷法渣处理工艺流程	184
9.1.2	热闷法渣处理技术特点	184
9.2	热闷法渣处理工艺原理	186
9.3	热闷法渣处理工程设计需要关注的问题	187
9.3.1	厂房的设计要求	188
9.3.2	热闷坑的设计要求	189
9.3.3	闷渣盖(罩)的设计	193
9.3.4	排气装置的设计	193
9.3.5	移动罩车的设计	194
9.3.6	水路系统的设计	195

9.3.7 热闷渣的磁选破碎设计	198
9.4 热闷法渣处理作业	201
9.4.1 热闷渣的通用作业程序	201
9.4.2 不同类型钢渣的处理	204
9.4.3 热闷时间、水渣比、封盖温度对粉化率的影响	206
9.5 热闷渣作业过程中的安全操作	207
9.5.1 爆炸的原因与防爆控制	208
9.5.2 防止爆喷的措施	211
9.5.3 弱化热闷工艺爆炸影响的炼钢操作	211
9.5.4 防止蒸汽和粉尘伤害的措施	212
10 浅盘法钢渣处理工艺	213
10.1 浅盘法渣处理工艺的特点	213
10.2 浅盘法渣处理的作业流程	213
10.3 渣盘裂纹的产生与预防措施	215
10.4 浅盘法处理后钢渣的应用	216
10.4.1 浅盘法渣处理对炉渣性质的影响	216
10.4.2 浅盘法处理后钢渣综合利用的原则	217
参考文献	218

第三篇 精炼渣与脱硫渣的处理与综合利用途径

11 精炼渣的处理与综合利用途径	223
11.1 精炼渣的处理工艺和安全控制措施	225
11.1.1 精炼渣热剥处理流程和安全管理	225
11.1.2 精炼渣的热波处理工艺	228
11.1.3 精炼渣的冷却破碎处理	229
11.1.4 精炼渣的格栅一体化技术	229
11.1.5 铸余钢水的分层处理工艺	230
11.1.6 铸余渣罐打水冷却过程中 H_2S 的析出和控制	233
11.2 精炼渣的防粘罐技术与粘罐后的处理	233
11.2.1 精炼渣的防粘罐技术	233
11.2.2 渣罐砌筑耐火材料和倒渣控制以防粘罐	237
11.2.3 精炼渣粘罐后的处理	237

11.3	精炼渣的热态循环利用	238
11.3.1	热态白渣循环利用的条件	239
11.3.2	直上钢种的液态白渣改质	240
11.3.3	液态白渣直接应用于铁水脱硫	242
11.3.4	液态白渣直接应用于转炉出钢过程中的渣洗脱硫	242
11.3.5	精炼渣应用于转炉炼钢工艺	242
11.3.6	精炼渣在电炉流程的厂内回用	244
11.4	固体白渣的循环利用	244
11.4.1	精炼渣用于烧结生产	245
11.4.2	精炼渣作为含有 Al_2O_3 的资源加以利用	245
11.4.3	精炼渣用于制作特种水泥的原料	245
11.4.4	精炼渣作为转炉钢渣的改质剂和压渣剂使用	245
11.4.5	精炼渣作为炼钢工艺的脱硫剂和脱氧剂应用	246
11.5	精炼渣粉化污染控制与拉运过程的管控	247
11.5.1	降低精炼渣粉化污染的措施	247
11.5.2	控制精炼炉白渣粉化的一些实用技术	248
11.5.3	精炼渣拉运过程的管控	249
12	铁水脱硫渣的处理与综合利用途径	251
12.1	脱硫剂和脱硫反应	254
12.1.1	铁水脱硫的主流工艺与脱硫剂	254
12.1.2	脱硫反应和脱硫渣	256
12.2	铁水脱硫后的扒渣与捞渣	257
12.2.1	扒渣	257
12.2.2	捞渣	258
12.2.3	一种提高扒渣板寿命的工艺方法	259
12.3	喷吹法脱硫渣的处理	259
12.3.1	喷吹法脱硫渣的组成与特点	259
12.3.2	脱硫渣聚渣剂的使用	262
12.3.3	脱硫渣阻断剂的使用	263
12.3.4	喷吹法脱硫渣处理	266
12.3.5	喷吹法脱硫渣的安全控制	267
12.4	KR 法脱硫渣的处理	268
12.4.1	KR 法脱硫渣的组成与特点	268
12.4.2	KR 法脱硫渣的去毒化工艺和防粘罐工艺	272

12.4.3 KR 法脱硫渣改质处理工艺	273
12.4.4 KR 法脱硫渣的利用	279
12.5 脱硫渣铁的利用	280
12.5.1 脱硫渣铁的处理与利用	280
12.5.2 脱硫渣铁使用的技术条件	282
参考文献	283

第四篇 钢渣处理过程中的安全操作

13 渣罐的安全使用	285
13.1 渣罐的制作与主要技术条件	286
13.1.1 渣罐的铸造	286
13.1.2 渣罐的材质	289
13.1.3 渣罐的主要技术条件要求	290
13.1.4 渣罐的重量	290
13.2 渣罐检测和管理标准	290
13.2.1 渣罐的铸造技术标准	290
13.2.2 入厂渣罐的质量验收标准	291
13.2.3 渣罐的日常使用和管理标准	291
13.2.4 渣罐的检查标准	293
13.2.5 渣罐的报废标准	293
13.3 渣罐安全使用的基本要求	293
13.4 渣罐防粘渣剂的使用	296
13.4.1 影响渣罐寿命的机理	296
13.4.2 防粘渣剂	297
13.5 一种防止渣罐开裂的措施	299
13.6 防止渣罐穿罐的措施	302
13.6.1 铺垫中间包废弃涂料	302
13.6.2 转炉出渣过程中的倒渣操作	303
13.6.3 防止转炉补炉倒渣穿罐的工艺	303
14 钢渣处理过程中的安全控制	305
14.1 化学物质的危害及其典型案例	305
14.1.1 钢渣处理过程中 CO 的产生机理与中毒表现	305
14.1.2 钢渣处理过程中 SO ₂ 的产生机理与中毒表现	308

14.1.3	钢渣处理过程中硫化氢的产生机理与中毒表现	309
14.1.4	钢渣处理过程中磷化氢的产生机理与中毒表现	311
14.1.5	钢渣处理过程中乙炔气的产生机理与中毒表现	311
14.1.6	氢氧化钙的危害和产生机理及其防护	312
14.1.7	化学物质危害的典型案例和防范措施	312
14.2	粉尘的危害及防护措施	313
14.2.1	粉尘及其危害	313
14.2.2	可吸入颗粒物及其危害	314
14.2.3	粉尘作业工作场的职业卫生要求与个人防护措施	316
14.2.4	钢渣处理过程中粉尘的产生机理与分类	317
14.2.5	钢渣处理过程中的粉尘治理	319
14.3	爆炸、烫伤等危险及其典型案例	323
14.3.1	钢渣处理过程中危险性因素分析	323
14.3.2	钢渣处理过程中引起爆炸的机理	323
14.3.3	防止钢渣处理过程中发生爆炸的措施	326
14.3.4	钢渣产生的高温氢氧化钙的危险和热伤害	326
14.3.5	液态钢渣处置不当引起的典型事故	327
14.4	转炉钢渣拉运的作业流程和安全规定	328
14.4.1	罐车拉运转炉钢渣的安全技术条件	328
14.4.2	人工打水干预安全标准	329
14.4.3	拉运转炉 KR 脱硫渣的作业流程和安全控制措施	331
14.4.4	精炼渣铸余罐的安全拉运	331
	参考文献	332

第五篇 钢渣的破碎、细磨与逐级选铁

15	钢渣的逐级选铁与含铁渣钢的利用途径	333
15.1	钢渣磁选的前提	334
15.2	钢渣粒度对磁选效果的影响	335
15.2.1	含铁物质的磁性特点	335
15.2.2	钢渣中含铁原料的组成和磁性特点	336
15.2.3	钢渣中含铁物相的组成分析	337
15.3	钢渣的逐级选铁工艺	338
15.3.1	钢渣逐级破碎、磨细磁选对选铁的影响	339
15.3.2	钢渣中金属铁的分布率和磨矿细度的关系	340

15.3.3	湿式弱磁选和湿式强磁选的对比	341
15.3.4	湿式弱磁选磁场强度对磁选产品的影响试验	342
15.3.5	湿式强磁选回收钢渣中氧化铁的试验	342
15.3.6	湿式强磁选再磨细度对磁选的影响	343
15.3.7	热泼渣选铁工艺	344
15.3.8	冷弃钢渣的选铁工艺	347
15.3.9	滚筒渣与风淬渣、嘉恒法的选铁工艺	354
15.3.10	热闷渣选铁工艺	354
15.4	磁选渣钢铁品位的影响因素	355
15.4.1	影响大块渣钢和中块渣钢铁品位的因素	355
15.4.2	影响粒钢(豆钢)铁品位的因素	356
15.4.3	影响钢渣精粉铁品位的因素	356
15.5	磁选渣钢提纯工艺	357
15.5.1	国内的钢渣提纯工艺简介	358
15.5.2	独联体极细颗粒的钢渣选铁工艺介绍	359
15.6	渣钢的利用	360
15.6.1	大块渣钢	360
15.6.2	中块渣钢	362
15.6.3	粒钢	363
15.6.4	钢渣精粉	363
16	钢渣的破碎处理	366
16.1	传统破碎设备	366
16.1.1	重锤式破碎机	366
16.1.2	颚式破碎机	367
16.1.3	圆锥破碎机	368
16.1.4	立式冲击破碎机	368
16.1.5	反击式破碎机	370
16.2	高效钢渣破碎和细碎设备	370
16.2.1	高效振动颚式破碎机	370
16.2.2	惯性圆锥破碎机	372
17	钢渣的粉磨处理	376
17.1	钢渣中的耐磨相和钢渣的易磨性	376
17.1.1	钢渣中的耐磨相	376

17.1.2 钢渣的易磨性	379
17.1.3 改善钢渣耐磨相的处理工艺	382
17.1.4 钢渣微粉的预除铁工艺	384
17.2 钢渣磨粉设备	386
17.2.1 球磨机	387
17.2.2 棒磨机	387
17.2.3 辊式磨	388
17.3 钢渣粉磨工艺	394
17.3.1 钢渣磨粉过程的特点	394
17.3.2 钢渣粉磨工艺的发展和应用实例	395
17.3.3 传统钢渣磨粉的预处理工艺	399
17.3.4 钢渣磨粉的高效预处理工艺	399
17.3.5 超细粉制备工艺流程	400
17.3.6 助磨剂	401
参考文献	402

第六篇 提高钢渣活性与稳定性的途径

18 钢渣的活性	405
18.1 钢渣的活性特点	407
18.2 钢渣中的活性物质	409
18.3 钢渣的胶凝活性评价与表征方法	410
18.3.1 碱度系数法	410
18.3.2 矿物相微观测试法	410
18.3.3 比强度法	410
18.4 激发和提高钢渣活性的措施	411
18.4.1 机械力化学激发钢渣活性	411
18.4.2 化学激发钢渣活性	412
18.4.3 热力激发钢渣活性	415
18.4.4 改变钢渣的化学组成与矿相激发钢渣的活性	416
18.4.5 提高钢渣活性的途径	416
19 钢渣的稳定性	419
19.1 钢渣中不稳定因素的分类和分析	420
19.1.1 游离氧化钙和游离氧化镁及其对钢渣稳定性的影响	420