

钢渣综合利用的高效预处理研究

陈 帮, 夏晓鸥, 罗秀建, 刘方明, 王 旭
(北京矿冶研究总院机械研究设计所, 北京 100044)

摘要:钢渣是炼钢工业的副产品,对其进行综合利用有重要的社会和经济意义。由于预处理水平低下的阻碍,我国钢渣综合利用水平一直不高。本文简介了国内外钢渣利用状况,分析了钢渣预处理的难题,研究和介绍了高效预处理钢渣的方法,并展望了综合利用的前景。

关键词:钢渣;综合利用;高效预处理;惯性圆锥破碎机

中图分类号:TF254,TD451 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2009)05-0037-04

钢渣是炼钢工业的废渣,世界各国钢铁公司每生产1t粗钢都会排放约0.12t钢渣和0.3t含铁粉渣及其他废料,钢渣产量为粗钢产量的15%~20%^[1]。按照粗钢的产量换算,2008年全世界排放钢渣量约1.34~2.1亿t。我国2008年排放钢渣约6357万t,而且还有积存钢渣近1亿t。常规的钢渣处理方法造成了钢渣的大量堆积和弃置,不仅占用土地,而且还污染环境。

1 国内外钢渣利用的状况

为了适应钢铁工业发展的需要,国外工业发达国家20世纪初期就开始研究钢渣的利用方法,注重寻求简易可行、利用量大的钢渣利用途径,并已取得显著成果,达到了不同程度消除渣害的目的。这期间,钢渣的主要用途是填海和筑路,旨在解决钢渣堆积问题,而没有试图去发现钢渣的价值。经过多年

钢渣处理技术的发展,越来越多的国家意识到,钢渣不再是单纯的副产品,而是宝贵的资源。特别是20世纪70年代后,工业发达国家面临严重的资源不足和能源缺乏的困境,间接使钢渣的处理和综合利用技术得到了进一步发展,其综合利用率得到迅速提高^[2]。根据国际权威部门对美、俄、日、英、德、法等二十多个国家最近几年钢渣利用情况的调查和统计结果表明,钢渣利用率最少的为45%,最多的达到100%,但其中十几个国家的钢渣50%用于填海和筑路,而应用在水泥、冶金配料、农业化肥等生产中,仅为31%~50%^[2~3]。

我国钢渣处理和综合利用发展较晚。20世纪后期,我国对钢渣的综合利用研究的积极性有所提高,但总的利用率相对国外水平还很低。钢渣在烧结、农业化肥、炼铁和水泥生产中的利用量仅为100多万t,钢渣的有效利用率仅为10%,而且大部分钢

Abstract: For better comprehensive utilization of mineral resources, the occurrence of the silver minerals in Lingqiu silver ore was studied. The chemical composition of the ore was analyzed. The kinds of main silver-bearing minerals in the ore, their dissemination forms and technological characteristics have been identified, and the ways to increase silver recovery from the ore were proposed. This research work provided important fundamental data for the research of mineral processing technology.

Key words: Silver mineral; Process mineralogy; Occurrence

收稿日期:2009-02-25

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAB11B06)

作者简介:陈帮(1979-),男,硕士,主要从事矿山机械开发和应用研究。

渣用于填海、工程回填料、筑路、油田建设等,资源流失比例很大。随着我国矿产资源的需求急增和国家对于“资源综合利用”的日益重视,提高钢渣综合利用水平势在必行,且刻不容缓。

2 钢渣预处理的难题

随着钢渣综合利用技术的发展,人们越来越重视有效利用钢渣中的有益成分,不再停留在最开始的填海和筑路等用途上,也不再仅仅以回收铁为目标,而是在回收铁的基础上,将尾渣在水泥生产、冶金配料、农业化肥、炼铁、水处理、建筑涂料等不同途径应用。

在主要将钢渣作为填海和筑路用的年代,钢渣的预处理比较简单。钢渣出厂后,用落锤将之破碎成大颗粒,然后使用颚式破碎机将大颗粒钢渣粗碎,回收其中的渣铁,粒度为几十毫米的尾渣即可用作填海和筑路的原料。这种处理方法虽然消除了堆置的钢渣,回收了钢渣中部分渣铁,但尾渣中铁的含量还有 15%~20%,这部分渣铁被浪费了,特别是尾渣完全没有实现真正意义上的有效利用。

当钢渣综合利用发展到欲将尾渣在烧结、农业化肥、炼铁、水泥生产和混凝土等不同途径应用时,钢渣的预处理就成为了难题。因为钢渣比较致密、硬度高,结构特殊,是铁和渣的结合体,有的颗粒是渣包铁,有的颗粒是铁包渣,甚至有粒度比较大的铁块,弹簧、液压等圆锥破碎机不能完成它的细碎。而水泥、冶金配料等应用需要的最大粒度在 10mm 以下,颚式破碎机预处理钢渣流程只能将它破碎到 40~60mm,倘若这种粒度的尾渣为了后续利用而直接进入球磨机加工,必然效率很低,而且浪费很多能源,从而大大增加生产成本,甚至超过钢渣利用所带来的附加值^[3-4]。因此,钢渣的预处理技术缺陷成为了制约钢渣综合利用发展的瓶颈,而预处理的难题就是它的细碎问题。

3 钢渣的高效预处理研究

应用于工业生产的钢渣高效预处理,是使用颚式破碎机完成粗碎,使用惯性圆锥破碎机完成细碎,将钢渣破碎到 -5mm,磁选出 3 种渣铁产品,产生 95% 以上 -5mm 的尾渣供水泥、冶金配料、高速公路骨料等使用。

3.1 惯性圆锥破碎机简介

惯性圆锥破碎机是由俄罗斯米哈诺布尔科技股份有限公司(即原全苏联矿冶工程科学院)经过四十多年努力研究,通过不断的试验和完善而研制成功的。因其拥有先进的破碎理论、独特的设计思路、合理的机械结构和优良的性能,代表着当前世界细碎圆锥破碎机最高水平,在金属及非金属磨矿行业享有盛名。

惯性圆锥破碎机的结构如图 1 所示。惯性圆锥破碎机机体通过隔振元件坐落在底架上,工作机构由定锥和动锥组成,锥体上均附有耐磨衬板,衬板之间的空间形成破碎腔。动锥轴插入激振器轴套中,电动机的旋转运动通过柔性传动机构传给固定在轴套上的激振器,激振器旋转时产生惯性力,迫使动锥绕球面瓦的球心做旋摆运动。在一个垂直平面内,动锥靠近定锥时,物料受到冲击和挤压被破碎,动锥离开定锥时,破碎产品因自重由排料口排出^[5]。

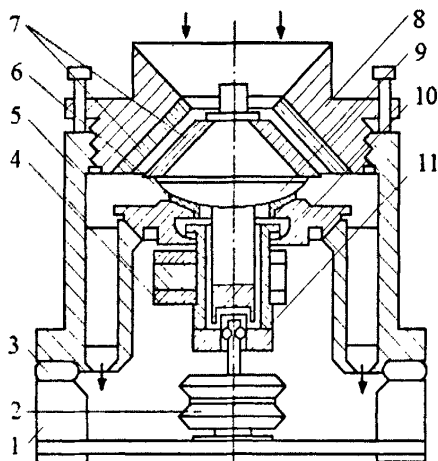


图 1 惯性圆锥破碎机结构图

1. 底架, 2. 皮带传动装置, 3. 隔振元件, 4. 激振器, 5. 外壳, 6. 球面瓦, 7. 衬板, 8. 定锥, 9. 动锥, 10. 动锥支座, 11. 激振器轴套

惯性圆锥破碎机具有很大的破碎力和较大的破碎比,能破碎任何硬度脆性物料,破碎产品粒度小、过粉碎少、粒形好,操作安装方便和节能高效^[6]。它能无极变速,能够比较容易地调整破碎力,并具有良好的“过铁”性能,当大块不可破碎物进入破碎区,动锥卡住并停止工作,激振器继续旋转,不会损坏设备零部件,而且停机处理容易、便捷、快速。正因惯性圆锥破碎机具有这些优点,因此它非常适用于钢渣的细碎工作,以至于短时间内能够在我国河

北、山东、辽宁等省得到推广和应用。

3.2 钢渣高效预处理工艺流程

理论上将钢渣破碎得越细，铁的回收率就越高，而且水泥等应用途径要求尾渣粒度尽量在 10mm 以下，因此 GYP-600、GYP-900、GYP-1200 等三种型号的惯性圆锥破碎机最为适合完成钢渣细碎任务，其技术参数见表 1，以 GYP-600 惯性圆锥破碎机工业应用为例的钢渣预处理工艺流程见图 2。

表 1 惯性圆锥破碎机的技术参数

型 号	600	900	1200
处理量/t · h ⁻¹	15 ~ 20	30 ~ 50	65 ~ 80
给料粒度/mm	50	70	80
产品粒度/mm	6.0	8.0	10.0
主机功率/kW	55	110	185
主机质量/t	9	20	34
主机长度/mm	2470	3210	3580
主机宽度/mm	1475	1890	2500
主机高度/mm	2070	2210	3060

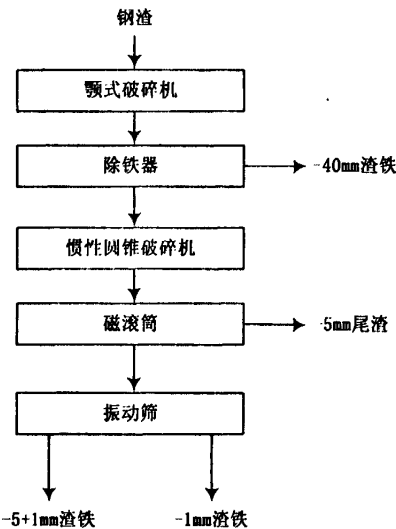


图 2 钢渣高效预处理工艺流程

该高效预处理流程磁选出了 3 种渣铁产品，相当于比原有处理流程多选出近 1 倍的渣铁，多选出部分渣铁能创造较为可观的收益。并且该处理流程能将尾渣中的含铁量控制在 4% 以下，尾渣粒度控制在 -5mm95% 以上，故可直接当熟料用于水泥生

产，或直接筛分作高等级高速公路沥青层骨料，也可用作冶金行业原料等。为钢渣真正意义上的“零排放”和“百分之百综合利用”提供了条件。

4 钢渣综合利用前景展望

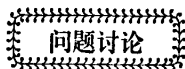
钢渣综合利用具有良好的社会经济效益，已被人们普遍认识。充分利用钢渣，不仅解决了堆积占地问题，而且能解决环境污染，改善废钢供应局面。科研机构有必要继续认真贯彻我国关于开展综合利用的方政策和跟踪国家指导的发展方向，在技术上做到将钢渣处理流程进一步优化，研究更多种利用钢渣的途径，实现物尽其用，为企业和社会提供技术服务。

我国钢渣处理工作起步较晚，虽然近些年来在钢渣综合利用方面进行了大量试验研究工作，但还需要在认识上加以重视和提高、在经济上加大支持和投入，将“全身都是宝”的钢渣作为宝贵的第二资源来认真对待，创造出更好的社会效益和经济效益。以前，影响我国钢渣利用技术的关键是缺乏成熟的钢渣预处理流程，缺乏产、销渠道的通道以及国家的支持。进入 21 世纪后，国家更加提倡环境保护和资源综合利用，“十一五”国家科技支撑计划就有四个与钢渣处理有关的指导性方向，很多省市还将钢渣处理类的企业列为环保企业，施行“减税、免税”等优惠政策。因此，随着钢渣高效预处理工艺的大面积推广和应用，钢渣综合利用的前景将更加美好。

参考文献：

[1]王雄. 钢渣的回收与利用[J]. 武钢技术, 2006, 44(5): 51.
[2]金强, 徐锦引, 高卫波. 宝钢新型钢渣处理工艺及其资源化利用技术[J]. 宝钢技术, 2005(3): 12.
[3]陈美祝, 周明凯, 伦云霞, 等. 钢渣高附加值利用模式分析[J]. 中国矿业, 2006, 15(2): 79.
[4]李灿华, 钟风万. 钢渣治理与利用技术的进展[J]. 武钢技术, 2006, 44(1): 50.
[5]陈帮, 夏晓鸥. 惯性圆锥破碎机的非线性振动分析[J]. 稀有金属, 2006(30): 107.
[6]夏晓鸥, 蔡美峰. 惯性圆锥破碎机的动力学特性分析[J]. 湖南科技大学学报(自然科学版), 2008, 23(2): 28.

Research on High - efficiency Pretreatment
Process for Comprehensive Utilization of Steel Slag
CHEN Bang, XIA Xiao-ou, LUO Xiu-jian, LIU Fang-ming, WANG Xu



含硅铝酸钠溶液深度脱硅动力学及脱硅机理的研究

王雅静¹, 陈同军¹, 翟玉春²

(1. 沈阳化工学院应用化学学院, 辽宁 沈阳 110142;

2. 东北大学材料与冶金学院, 辽宁 沈阳 110004)

摘要:对含硅铝酸钠溶液添加氧化钙-硫酸钙复合脱硅剂深度脱硅进行了研究。实验表明:脱硅后溶液中 SiO_2 的含量受脱硅时间和脱硅温度的影响很大,随着脱硅温度升高和脱硅时间的增长, SiO_2 的含量逐渐减小。并由 SiO_2 的含量与脱硅时间和脱硅温度的关系,推导出了该脱硅过程中的动力学方程: $-dC/dt = 42.95 \exp(-2.10 \times 10^4/RT) \times C^{1.04}$,在313~371K,脱硅速度随反应温度提高而加快,此过程的表现活化能为 $2.10 \times 10^4 \text{ J/mol}$ 。通过渣相的X衍射测试分析,探讨了氧化钙-硫酸钙复合体系的脱硅机理。

关键词:硅铝酸钠溶液;深度脱硅;动力学;脱硅机理

中图分类号:TF801 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2009)05-0040-04

1 前言

铝酸钠溶液中含有以硅酸根或硅铝酸根形式存在的含硅化合物^[1]。硅可引起氧化钠和氧化铝的损失,又可以在分解过程中析出,造成氧化铝产品质量的下降,不能达到生产高品质氧化铝的要求。铝酸钠溶液的硅量指数越高,碳分时得到符合质量要求的氢氧化铝才能越多。整个生产流程中的物料流量和机械损失才越低。铝酸钠溶液中的 SiO_2 含量降低后还可以减轻蒸发时的结垢现象。为了保证成

品质量,必须在一次脱硅(硅量指数达到350左右)的基础上进行二次脱硅,二次脱硅又称深度脱硅,铝酸钠溶液深度脱硅对于提高产品质量有着十分重要的作用^[2~5]。

迄今为止,众多学者对脱硅动力学进行过大量研究,但是,由于铝酸钠溶液本身结构的复杂性,很难从分子反应角度来研究该过程的动力学,因而得到的都是宏观动力学方程。另一方面由于各学者的假设条件不同,溶液具体条件有差异,因而也很难得出一个统一的动力学方程式^[6]。此外,目前所研究

(Beijing General Research Institute of Mining and Metallurgy, Beijing, China)

Abstract: Steel slag is a by-product of steel-making industry and its comprehensive utilization has important social and economic significance. However, the comprehensive utilization level of steel slag has always been low due mainly to the hinder caused by low level of pretreatment process in our country. The comprehensive utilization situation of steel slag both at home and abroad is briefly introduced in this paper. Some difficult problems encountered in the pretreatment process of steel slag are analyzed and some methods that can be used for effective pretreating steel slag are discussed. The prospects of comprehensive utilization of steel slag are also given in the end.

Key words: Steel slag; Comprehensive utilization; High-efficiency pretreatment; Inertia cone crusher

收稿日期:2009-01-15

基金项目:国家科技部973项目(G199904690-4);辽宁省教育厅项目(05L339)

作者简介:王雅静(1963-),女,教授,博士,主要从事物理化学方面的研究。