



钢渣铁矿物分选技术现状及发展趋势

史长亮¹, 尤培海¹, 孙小鹏¹, 张义顺¹, 李沙²

(1. 河南理工大学 材料科学与工程学院, 河南 焦作 454000;

2. 河南济源钢铁有限公司, 河南 济源 454650)

摘要:本文综述了钢渣含铁矿物分选技术发展概况并进行了对比分析, 笔者认为应加强磁选技术发展, 尤其是细粒钢渣磁选装备、磁选工艺的完善。同时, 提出以颗粒物质力学体系为核心研究磁选过程颗粒微观特性, 可有效指导磁选实践。

关键词:钢渣铁矿物; 分选技术; 磁选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.05.001

中图分类号:TD989 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)05-0001-05

钢渣是工业炼钢产生的固体废弃物, 其排放量约占粗钢产量的15%~20%, 是冶金工业头号废渣^[1]。钢渣中赋含30%~60%的铁, 如全部回收, 则有益于钢铁企业的经济运营。钢渣中主要含铁矿物在冷却成渣时多与其他矿物伴生或嵌布; 同时, 各成分含量因炼钢炉型、钢种以及每炉钢冶炼阶段的不同, 有较大差异^[2]。因此, 实现含铁矿物的资源回收并非易事。国内外众多研究者采用机械破碎法、粗碎-磁选法回收钢渣铁, 因粗块铁精矿中伴生矿物因粒度大、未充分解离, 导致品位过低, 无法满足生产再利用要求。同时发现: 随着粒级的减小, 铁的回收率明显升高, 但破碎高成本及细粒钢渣磁选应用的技术瓶颈, 使其无法开展^[3]。那么, 一种针对细粒钢渣回收含铁矿物技术工艺、装备与基础理论的革新已迫在眉睫, 以实现钢渣减量化、无害化、资源化和高价值综合利用。

1 国内外钢渣含铁矿物分选技术现状

1.1 重力分选技术

近年, 攀钢集团钢城企业总公司^[4]采用球磨-重选工艺, 对筛分-磁选大块钢渣铁剩余的废渣进行二次深加工, 平均由2.12 t粉铁可加工出1 t还原铁粉, 实现了含铁矿物回收。昆明理工大学童雄、叶

国华等^[5]在对攀钢、承钢等企业产出的含钒钢渣提钒工艺研究的基础上, 采用重选预处理工艺对轻质钙、部分有害杂质和含铁矿物成分进行脱除, 有利于后序钒的萃取、富集。济南鲍德炉料有限公司赵爱新等^[6]对钢渣微粉除铁技术的研究中克服以水为介质的螺旋溜槽、摇床等传统重力分选工艺, 首次采用风力重选工艺对金属铁与废渣实现分离, 实现粗粉富铁、细粉金属铁含量<2%, 为解决钢渣微粉含铁矿物中单质铁的回收提供全新思路。

20世纪70年代, 国外钢渣累积量剧增, 有必要采用选矿技术对其含铁矿物进行分选。随着重选设备的出现及不断更新, 重选回收钢渣铁矿物成为首选工艺。1997年, Mashavare和Guest首先采用风力跳汰机回收铁^[7], 但只能针对较粗粒级矿物(-25+6 mm); 随后, 巴塔克跳汰机^[8]被应用于矿物分选, 处理粒度可控制在-6+1 mm; Sriprya等^[9]处理废渣富集铁矿品位在49.21%, 尾渣含铁量<9%; 美国空气研究所的Rehmat、Mensingeer等^[10]利用空气重介流化床分选回收含铁矿物, 精矿回收率仅为20%~30%; 2011年, 印度Bamniral地区FAP厂及印度塔塔钢铁公司通过磨矿-重力跳汰(粗颗粒)-细粒台浮-尾矿再处理技术可得铁精矿品位58%左右^[11]。

重选回收钢渣含铁矿物技术, 因重选设备的早

收稿日期:2015-09-10

作者简介:史长亮(1984-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为矿产资源综合利用。

起兴起而被推广应用,但从处理结果看分选精度不稳定、解决细粒级物料耗材、耗时而应用受限、并未大范围推广。

1.2 浮游分选技术

我国马鞍山钢铁股份有限公司惠志刚等^[12]将转炉钢渣磁选过后的尾渣进行浮选试验研究,证实硅酸盐含铁矿物在碱性条件下用 MD 系列捕收剂可取得较好的浮选效果,实现钢渣的“分步分离”资源化利用。赵国、陆雷等^[13]通过改性方法激活钢渣可浮性实现矿物分离。中南大学开发的“磨矿-反浮选-精矿脱水”工艺^[14]回收宁乡式鲕状高磷赤铁矿流程,对于性质相似的钢渣有异曲同工之妙,并被任建伟、陈荃、张一敏等人进行类似浮选选铁试验研究,其反浮选精矿品位在 70% 左右^[15]。

国外早在 1962 年, Montes-Sotomayor S., Houot R 等^[16]已有关于钢渣、贫铁矿等分选技术的报道,但仅局限于硅酸盐类矿物的分选。美国 Humboldt、Republic、Merrill and Pennington 矿于 20 世纪 70~80 年代开始浮选铁矿的工业应用,但钢渣回收铁技术并未研究^[17]。将浮选技术拓宽于钢渣等固废回收铁处理技术始于克利夫兰钢铁公司,近期相继被其他技术团队推广,经历了三个阶段历程^[18]:(1)阴离子浮选活性二氧化硅;(2)阳离子浮选活性二氧化硅;(3)选择性絮凝除铁技术;但各阶段研究结果显示:浮选精矿品位距工业用 $\text{Fe}>66\%$ 、 $\text{SiO}_2<2\%$ 有一定差距。B. Das、S. Prakash 等人浮选钢渣试验结果表明,随着药剂浓度的增加,铁品位在浮选精矿品位 60% 和浮选尾矿品位 7% 间对等分布。

浮选回收钢渣含铁矿物虽精矿品位较重选提高 8 个百分点左右,但因药剂成本高、磨矿控制粒度功耗大、无法满足大颗粒铁矿的分选等技术缺陷,目前并无真正的工业推广实例,仅限于实验室研究。

1.3 磁力分选技术

国内,95% 以上钢企都采用磁选工艺回收钢渣含铁矿物。宝钢自主研发 BSSF 滚筒渣处理技术,即钢渣热焖-磁选-废渣替代水泥^[19]。鞍钢本部钢轧热焖车间采用热泼钢渣处理-磁选工艺^[20]。武钢、本钢、包钢采用机械破碎/水淬法-磁选工艺回收钢渣含铁矿物,钢铁渣年处理量达 450 万 t,回收铁 80 万 t 以上^[21]。唐钢提出以“单选单磨单破”为核心的钢渣回收铁处理工艺^[22]。

总结各大钢企对钢渣处理通常采用简易焖渣或热泼法,工艺路线采用简易焖渣或热泼-喷水冷却-

破碎/筛分-磁选,虽工艺简单,但因铁的高含量赋存而易结块、后序处理工作难度较大;同时,其环境污染严重、占地面积大、劳动条件差,且运行成本较高。为了高效回收钢渣铁,不少科研所及高校学者都开始磁选技术攻关。

西安建筑科技大学张朝晖等^[23]以临钢转炉钢渣为原料,对钢渣工艺矿物学研究的基础上,提出可直接回收的金属矿物主要有金属铁、磁铁矿、赤、褐铁矿;河南理工大学张义顺等^[24]提出在利用钢渣做双液注浆材料性能研究前,对钢渣干式磁选回收含铁矿物,其最佳粒度控制在 0.3 mm 左右。西安建筑科技大学李兆锋^[25]以龙门钢铁公司排出的水焖钢渣进行了含铁物质研究,确定了未经磨矿不同粒级钢渣的磁选试验及在最佳磨矿细度条件下钢渣磁选试验方案,结果显示:当铁品位、回收率达到 50% 以上时,所对应的细度范围为 60%~80%。

东北大学李星、冯海东等^[26]对转炉钢渣进行磨矿磁选实验,探讨了磨矿粒度与时间关系,在给定磨矿粒度下分别进行了弱磁/强磁选实验。研究结果表明:转炉钢渣硬度大、难磨,弱磁选得到铁精矿品位与原渣铁相比大幅度提高,转炉原渣磁选后的铁精矿品位为 54.05%;2011 年,采用磁选提铁的方法^[27]探讨了钢渣中含铁物相的分离特征以及转炉原渣物的物相组成,对比了分离出的精矿、尾矿微观结构和成分的变化规律、磁选分离矿物的组成特征。

贵州大学李世恒、吴复忠等^[28]研究了钢渣可磨性、磁选除铁及两者的交互性影响。研究表明:在细磨时间 >3 h,钢渣粒度分布的峰值在 100~120 μm ,铁含量越小,钢渣可磨性越好。钢渣的细磨次数愈多,磁选提铁越彻底;经过 3 次磨碎以后,可得到含铁量为 45% 以上的样品,钢渣中的铁含量下降 8.89%。

安徽工业大学曾晶、李辽沙、苏世怀等^[29]试验分析了试验用磁铁的磁场强度分布对滚筒渣的磁选效果。洛阳大华重型机械有限公司的宋喜民^[30]对湿法、干法条件下钢渣高效综合回收利用工艺及成套设备进行了研究。华南科技大学 Tongsheng Zhang, Qijun Yu^[31]对不同粒度下矿物特性进行研究,改变传统钢厂处理工艺,其精矿品位、回收率较现有工艺提高 5~10 个百分点。

中国京冶工程技术有限公司范永平、王申等^[32]对钢渣中磁性矿物的赋存特性对磁选效果的影响研究表明:钢渣在干式磁选过程中,包裹有微细粒的金

属铁或与金属铁连生的浮氏体以及具有一定磁性的铁酸盐容易进入磁性分离物中,这些物质自身铁品位较低,从而造成了磁性分离物中铁品位的降低。

北京科技大学的 Huifen Yang 等^[33]提出采用褐煤还原焙烧钢渣以实现弱磁性矿物转变为强磁性矿物并通过弱磁选方式高效回收,在还原温度 1200℃、焙烧时间 1 h、粒径 98% < 30 μm,全铁回收率达 83.88%。

国外有关磁选技术回收钢渣含铁矿物也有大量报道。中东科技大学 Y. Topkaya, N. Sevinç 等^[34]提出高炉配套磁选技术处理 -10 mm 磁性单元颗粒方法。H. Alanyall, M. Çöl 等^[35]利用筒式磁选机从滚筒转速、滚筒半径、厚度及磁场强度分别研究钢渣湿式磁选效果,结果显示存在较佳分选参数以及较佳分选粒度。Yong-Soo Jeong, Shen, Forsberg, H. Alan-yall 等^[36]对钢渣赋含的磷、铁、锰的脱除进行研究,其中对铁采用湿式弱磁选技术。

Huang, Wang^[37]于 2001 年提出采用粒度分级-匹配电磁选工艺回收钢渣铁。Schmelzer^[38]报道的磁选回收废渣铁技术流程,回收磁性物含量占 33.5%,磁性铁占 50%~55%,经进一步的磨矿、筛分,其铁占有量可达 80%;Roy Choudhury 采用磁选-重选-浮选联合流程,结果显示磁选后其磁性铁回收率为 58.21%、经后序处理其精矿回收率达 78%。

可以看出,针对铁的高效回收,各高校及研究所开展的磁选技术主要包括大块干式磁选技术、湿法阶段磨矿-湿法阶段磁选技术、湿法全粒级磁选技术、细粒级浮选技术、重力分选技术等。湿法、电磁分选耗电、耗水,干式永磁磁选技术因工艺简单、无需干燥、节能等优势备受青睐,但因现行磁选设备的限制导致矿物分选精度不高、回收率低,同时对于钢渣铁回收多为大块磁选,细粒级分选存在困难。日本东京大学有关学者提出磁选细粒钢渣选铁技术将成为今后发展趋势,包括:重视磁选回收铁行为及基础理论研究、改进和探讨新的处理工艺和技术装备。因此,对细粒钢渣中 Fe 资源的高效再回收利用技术的研究势在必行。

1.4 钢渣磁选颗粒物质力学理论

颗粒物质力学中的球形颗粒接触力学有一套完整的力学体系,对于钢渣磁选过程中颗粒群的受力状态及运动轨迹的解析起到有意效果!做出贡献的突出学者包括国内的徐泳、孙其诚、赵亚溥等^[39-41],国外的 Yan S、Kafui D、Chou S. S、Ting T 及 S.

Lee^[42-46]等。综合他们的研究成果,其理论体系大致可分为无黏连球形颗粒接触力和黏连球形颗粒接触力。考虑求解过程的复杂,对球形颗粒接触模型又有了更为简化的分类,即:硬球模型和软球模型。Kawagi K、J. E. Andrade、Bodrova A 等^[47-49]对软球模型理论不断完善,对高效数值方法不断改进,并给出了颗粒接触力理论。

在模型简化理论发展的同时,基于力链的颗粒体系接触物质力学也逐渐被广大学者青睐。颗粒群中力链的形成方式迥异,基于严格颗粒接触理论的离散元方法能够分析三维颗粒物质中接触力和力链的分析,得到内部详细信息,在颗粒物质力学的研究中具有举足轻重的地位。

孙其诚等人基于前人研究成果提出多颗粒系统多尺度力学研究框架^[50],即:微尺度的颗粒单体、细观尺度的力链和宏观尺度的颗粒体系。微观尺度主要取决于颗粒材料内禀性能参数,细观尺度则基于微观尺度的接触力构成力链,并在宏观尺度控制参数下演变;细观力链抵抗外荷载而动态演化决定了宏观尺度的摩擦响应和流变关系等宏观物理规律。白以龙等^[51]提出,对于力链网络,如何提出一个合理的标度参数来量化力链网络形态及其演化规律是一个很难的问题,要取得突破,需要解决两个关联:(1)颗粒与力链的关联;包括力链形态判据、力链稳定性与颗粒力学参数的关系等具体问题;(2)络与颗粒体系本构关系的关联;包括力链形态描述、网络演变规律量化等具体问题。

2 发展趋势分析

(1)解决钢渣堆积、回收含铁矿物技术多为湿式分选技术,造成分选工艺繁琐、处理成本增加,并未形成破碎-磨矿-分选全干分选工艺,与缺水地区及现场处理状况并不协调。

(2)现有干式磁选技术仅局限于大块钢渣分选,对于细粒钢渣并未进一步系统地深入研究。目前对于细粒钢渣处理应用较为广泛的是反浮选技术,但因成本及操作等限制因素并未大范围推广;磁选大块后的剩余钢渣铁多被丢弃。

(3)现有钢渣干式磁选设备大多为顺重力、单一分选,无法满足钢渣中不同磁性矿物成分的同台分选,分选矿物品位、回收率较低。

(4)关于干式磁选中强磁性矿物颗粒群动力学特性的计算分析、数值模拟理论欠缺。

鉴于钢渣堆积带来的危害以及磁选除铁-废渣再利用形势的迫切要求,结合现有钢渣处理工艺特点,人们意识到:传统干法磁选技术已不能满足细粒钢渣分选过程的“高效益、低能耗”的目标,为了实现钢渣中含铁矿物的高效分选,必须革新干式磁选技术,包括新型干式磁选设备的研发并探索适合细粒钢渣分选的新工艺;同时,应用现代科学理论以及多学科交叉的集成攻关来提高和发展传统理论和技术,突破矿物磁选理论瓶颈以提高细粒钢渣资源利用率,扩大我国铁矿石资源储备量。

3 结 论

本文综述了国内外钢渣重选、浮选、磁选分选技术发展概况,提出:

(1)干式磁选技术在处理钢渣分选过程中较其他技术优势明显,但后期应着重开发细粒钢渣磁选工艺及技术装备,以解决细粒夹杂为目的。

(2)磁选技术实施过程中,微观力学特性的分析可有效指导工业实践。针对钢渣物性特点,以多尺度力学理论为核心框架体系,借鉴土木工程等领域颗粒压实分析手段,有望在钢渣理论分析领域注入新鲜血液。

参考文献:

- [1] 申桂秋. 钢渣综合利用现状及发展动向[J]. 冶金环境保护, 2007(5): 25-27.
- [2] 程从密, 何娟, 唐兵, 等. 电炉钢渣活性激发研究[J]. 广州大学学报: 自然科学版, 2012(1): 53-57.
- [3] Motz H, Geiseler J. Products of steel slags an opportunity to save natural resources. Waste Manage, 2001(21): 285-293.
- [4] 钱强, 攀钢. 钢渣、铁渣中金属铁资源的回收[J]. 矿产保护与利用, 2007(4): 52-54.
- [5] 叶国华, 童雄, 路璐. 含钒钢渣的选矿预处理及其对后续浸出的影响[J]. 中国有色金属学报, 2010, 20(11): 2233-2238.
- [6] 赵爱新. 钢渣微粉除铁技术的研究与应用[J]. 21 世纪建筑材料, 2010, 2(6): 20-21.
- [7] R. Sripriya, Ch. V. G. K. Murty. Recovery of metal from slag/mixed metal generated in ferroalloy plants—a case study [J]. International Journal of Mineral Processing, 2005(75): 123-134.
- [8] 马玉聪. 罗姆跳汰机和巴塔克跳汰机在选别发电站用的印度原煤中的[J]. 国外选矿快报, 1994(23): 6-11.
- [9] R. Sripriya, P. V. T. Rao, J. P. Bapat, N. P. Singh, Partho Das. Development of an alternative to magnetite for use as heavy media in coal washeries [J]. International Journal of Mineral Processing, 2003(71): 55-71.
- [10] Rehmat A, Mensinger M C. Recovery of direct reduced iron from blast furnace dust [C]. Second International Symposium on Extraction and Processing for the Treatment and Minimization of Wastes 1996. 1996: 763-770.
- [11] 毛艳丽, 吴美庆, 周文涛. 印度塔塔钢铁公司的技术进步[J]. 冶金丛刊, 2007(2): 47-50.
- [12] 惠志刚. 转炉尾渣浮选分离研究[J]. 安徽工业大学学报: 自然科学版, 2010, 27(2): 112-116.
- [13] 赵国, 陆雷, 姚强. 钢渣的改性研究及进展[J]. 材料导报, 2004, 18(z1): 301-303, 308.
- [14] 肖骁, 张国旺, 李玉刚, 等. 包钢选厂反浮尾矿搅拌磨细磨强化分选试验研究[J]. 矿冶工程, 2011, 31(2): 32-34.
- [15] 任建伟. 阴阳离子捕收剂反浮选褐铁矿试验研究[J]. 矿产保护与利用, 2004(4): 33-35.
- [16] Montes-Sotomayor S, Houot R, Kongolo M. Flotation of silicated gangue iron ores: mechanism and effect of starch [J]. Minerals Engineering, 1998, 11(1): 71-76.
- [17] Houot R. Beneficiation of iron ore by flotation—review of industrial and potential applications [J]. International Journal of Mineral Processing, 1983, 10(3): 183-204.
- [18] Д. ЛА, 李正忻. 国外提高浮选作业效率的主要方向 [J]. 矿产保护与利用, 1990(2): 41-44.
- [19] 肖永力, 李永谦, 刘茵. 宝钢 BSSF 渣处理工艺技术的研究与工业应用[J]. 宝钢技术, 2009(z1): 90-94.
- [20] 朱桂林, 孙树杉, 郝以党. 开创钢铁工业固体废物高价值综合利用新局面[J]. 钢铁, 2003, 38(z1): 39-43.
- [21] 邬斌. 转炉钢渣资源化利用研究[D]. 长沙: 中南大学硕士学位论文, 2009.
- [22] 李葆生. 唐钢钢渣资源化利用工程设计[J]. 炼钢, 2005, 21(3): 54-57.
- [23] 张朝晖, 鲁慧慧, 巨建涛, 等. 钢渣回收铁的试验研究[J]. 中国矿业, 2010, 19(6): 70-72.
- [24] 张义顺, 吴杰, 郭乾坤. 钢渣双液注浆材料的研究[J]. 河南理工大学学报: 自然科学版, 2011, 30(3): 104-107.
- [25] 魏莹. 转炉钢渣中含铁物质分选的试验研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2008.
- [26] 李星, 冯海东, 徐磊, 等. 转炉钢渣磁选提铁研究[J]. 工业加热, 2011, 40(6): 40-42.
- [27] 官晨琛, 余其俊, 韦江雄. 电炉还原渣对转炉钢渣的重构机理[J]. 硅酸盐学报, 2010, 38(11): 2193-2198.
- [28] 李世恒, 吴复忠, 金会心. 钢渣可磨性与磁选提铁交互性影响的实验研究[J]. 贵州科学, 2011(3): 72-74.
- [29] 曾晶, 李辽沙, 苏世怀, 等. 转炉钢渣的弱磁选研究[J]. 中国资源综合利用, 2006(9): 33-36.

- [30] 宋喜民,李永福,张爱军. 可逆反击锤式破碎机在伊泰集团煤制油项目中的应用[J]. 矿山机械,2012,40(9): 130-131.
- [31] Li J, Yu Q, Wei J, et al. Structural characteristics and hydration kinetics of modified steel slag[J]. Cement and Concrete Research, 2011, 41(3): 324-329.
- [32] 范永平,王申,王延兵. 钢渣中磁性矿物的赋存特性对分选效果的影响研究[J]. 环境工程,2012,30(2): 82-84.
- [33] 杨慧芬,王静静,景丽丽,等. 焙烧温度对高铁提钒尾渣煤基直接还原效果的影响[J]. 北京科技大学学报, 2010, 32(10): 1258-1263.
- [34] Alanyallı H, Çöl M, Yılmaz M, et al. Application of magnetic separation to steelmaking slags for reclamation[J]. Waste Management, 2006, 26(10): 1133-1139.
- [35] Jeong Y S, Matsubae-Yokoyama K, Kubo H, et al. Substance flow analysis of phosphorus and manganese correlated with South Korean steel industry[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2009, 53(9): 479-489.
- [36] Xing-wu S H U. Steel Slag Characteristics and Comprehensive Utilization Technology[J]. Nonferrous Metals Engineering & Research, 2007, 28(5): 31-34.
- [37] Shen H, Forssberg E. An overview of recovery of metals from slags[J]. Waste Management, 2003, 23(10): 933-949.
- [38] Coulomb C A, Stockman D R. Chaotic equilibria in models with backward dynamics[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2008, 32(3): 939-955.
- [39] 赵亚涛,宋凡. 非线性力学国家重点实验室近期研究进展简介[J]. 力学进展, 2001, 31(2): 309-312.
- [40] 孙其诚,王光谦. 模拟风沙运动的离散颗粒动力学模型[J]. 泥沙研究, 2001(4): 12-18.
- [41] 李艳洁,吴腾,林剑辉,等. 基于离散元法的贯入圆锥对沙土颗粒运动特性分析[J]. 农业工程学报, 2012(24): 3969.
- [42] Yan S, He L. Adhesive force between a spherical rigid particle and an incompressible elastic substrate[J]. Mechanics of Materials, 2012, 7, 49(2): 66-71.
- [43] Kafui D, Johnson S, Thornton C, et al. Parallelization of a Lagrangian - Eulerian DEM/CFD code for application to fluidized beds[J]. Powder Technology, 2011, 207(1-3): 270-278.
- [44] S. H. Chou, S. S. Hsiau. Experimental analysis of the dynamic properties of wet granular matter in a rotating drum[J]. Powder Technology, 2011(114): 491-499.
- [45] Ting T. A unified formalism for elastostatics or steady state motion of compressible or incompressible anisotropic elastic materials[J]. International Journal of Solids and Structures, 2002, 39(21-22): 5427-5445.
- [46] S. Lee, Dan B. Marghitu. Multiple impacts of a planar kinematic chain with a granular matter[J]. International Journal of Mechanical Sciences, 2009, 51(11-12): 881-887.
- [47] Kawagi K. Scaling up minimum enclosing ball with total soft margin for training on large datasets[J]. Neural Networks, 2012, 36(6): 120-128.
- [48] J. E. Andrade, C. F. Avila, S. A. Hall. Multiscale modeling and characterization of granular matter: From grain kinematics to continuum mechanics[J]. Journal of the Mechanics and Physics of Solids, 2011, 59(2): 237-250.
- [49] Bodrova A, Brilliantov N. Granular gas of viscoelastic particles in a homogeneous cooling state[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2009, 388(17): 3315-3324.
- [50] 毕忠伟,孙其诚,刘建国,等. 点载荷作用下密集颗粒物质的传力特性分析[J]. 力学与实践, 2011, 33(1): 10-16.
- [51] 白以龙,杨卫. 国际理论和应用力学联合会全体会(IUTAM General Assembly)会议简介[J]. 力学进展, 2003, 33(2): 283-284.

Status and Analysis of Separation Technology for Steel Slag Iron Minerals

Shi Changliang¹, You Peihai¹, Sun Xiaopeng¹, Zhang Yishun¹, Li Sha²

(1. School of Materials Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo, Henan, China;

2. Henan Jiyuan Iron & Steel Co., Ltd., Jiyuan, Henan, China)

Abstract: This paper summarizes the development situation of the separation technology for steel slag iron minerals and gives contrastive analysis simultaneously. The development of magnetic separation technology should be strengthened, especially the magnetic separators and processes to improve the effect of small particle size slag. Meanwhile, the particulate matter mechanical system was proposed as the main studies to analyze microscopic properties for steel slag in the magnetic process, which can effectively guide the magnetic practice.

Keywords: Steel slag iron minerals; Processing technology; Magnetic separation