

用后镁碳砖回收料加入量和粒度对镁碳砖性能的影响

满斯林¹⁾ 张国栋¹⁾ 刘海啸²⁾ 罗旭东¹⁾ 吕楠²⁾

1) 辽宁科技大学 高温材料与镁资源工程学院 辽宁鞍山 114051

2) 辽宁科技大学 材料与冶金学院 辽宁鞍山 114051

摘要 对钢包用后镁碳砖进行拣选、除杂、破碎、颗粒分离处理,制成回收料,研究回收料加入量和粒度对镁碳砖性能的影响。结果发现:(1)引入回收料均不同程度降低了镁碳砖的致密度、常温耐压强度、高温抗折强度和抗渣侵蚀性,以引入 ≤ 0.074 mm回收料对其各项性能降低程度影响最大。(2)引入5~3 mm回收料对镁碳砖致密度影响最小,平均引入1%质量分数的5~3 mm回收料,其体积密度降低 $0.0039 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,显气孔率增加0.108 7%。(3)引入3~1 mm回收料对镁碳砖常温耐压强度和高温抗折强度影响最小,平均引入1%质量分数的3~1 mm回收料,其常温耐压强度降低1.66 MPa,高温抗折强度降低0.11 MPa。

关键词 镁碳砖,回收料,抗渣性能,高温抗折强度

随着钢铁工业的快速发展,耐火材料的需求量也越来越大。目前,我国年用后耐火材料约400万吨,80%以上被当作垃圾废弃,占用土地,污染环境,造成了资源的极大浪费^[1-2]。我国用后耐火材料的再生利用率不足20%,与国外60%以上的再利用率相比有着相当大的差距^[3]。因此,废弃耐火材料的资源化研究受到越来越多人的关注。在本工作中,主要以用后钢包镁碳砖为主要原料,研究废砖加入量、废砖粒度对镁碳砖性能的影响。

1 试验

1.1 原料

对钢包用后镁碳砖进行拣选分类、除铁、除渣、去除变质层后,采用颚式破碎机将废料破碎成50~15 mm的粒度,再用干碾机对粗破的废料进行碾压,碾压后物料经筛分机筛分为 ≥ 5 、5~3、3~1、1~0.074、 ≤ 0.074 mm粒度级别,并分别对各级别物料进行产出量分析和假性颗粒分析。分析发现,3~1 mm物料假性颗粒较多,因此采用二次碾压的方式去除假性颗粒后再进行筛分。碳化铝杂质主要出现在1~0.074 mm物料中。碳化铝遇水容易发生水化反应,不计生成气体的体积,仅此反应生成的固体体积就增大了1.65倍。这么大的体积膨胀,会导致镁碳砖的粉化和开裂,因此不宜采用 ≤ 1 mm的物料。将 ≤ 1 mm物料采用球磨方式磨成粒度 ≤ 0.074 mm的物料,对其

进行水化处理,处理加水量应不小于物料质量的8%。用后镁碳砖回收料的性能见表1。

表1 镁碳砖回收料的性能
Table 1 Properties of recycled MgO-C material

粒度	5~3 mm	3~1 mm	≤ 0.074 mm
体积密度/ $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	3.33	3.29	1.73
$w(\text{假颗粒})/\%$	2	9	≥ 50
$w(\text{残碳})/\%$	1	4.8	25

制备镁碳砖的原料有: $w(\text{MgO}) = 79.67\%$ 、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1.35\%$ 、 $w(\text{SiO}_2) = 1.23\%$ 、 $w(\text{CaO}) = 2.15\%$ 、 $w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1.64\%$ 和 $w(\text{C}) = 10.78\%$ 的用后镁碳砖回收料, $w(\text{MgO}) = 97.28\%$ 的镁砂, $w(\text{C}) = 96.50\%$ 的196石墨,以 $w(\text{Al}) = 98.50\%$ 的铝粉(≤ 0.045 mm)为抗氧化剂,热固性酚醛树脂5320(黏度为 $17500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$)为结合剂。

1.2 试样制备

按表2试样配比称取原料,用小型湿碾机混练40 min。用液压机在200 MPa压力下压制成 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 130 \text{ mm}$ 的试样,再在220 °C保温5 h热处理。

1.3 性能检测

根据GB/T 2998—1982、GB/T 2997—1985、GB/T 5072—1985和GB/T 13243—91分别测定试样的显气孔率、体积密度、常温耐压强度和高温抗折强度。

* 满斯林,女,1985年,硕士研究生。

E-mail: mansilin@126.com

收稿日期:2010-10-19

编辑:张子英

表2 试样配比(w)
Table 2 Formulations of specimens %

试样编号	0 [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]
用后镁	5~3 mm	0	7	15	23	0	0	0	0	0
碳砖回	3~1 mm	0	0	0	0	10	21	32	0	0
收料	≤0.074 mm	0	0	0	0	0	0	0	8	16
	5~3 mm	23	16	8	0	23	23	23	23	23
	3~1 mm	32	32	32	22	11	0	32	32	32
镁砂	1~0.074 mm	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	≤0.074 mm	18	18	18	18	18	18	12	6	0
Al粉		2	2	2	2	2	2	2	2	2
石墨		10	10	10	10	10	10	8	6	4
酚醛树脂(外加)		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5

采取静态坩埚法进行抗渣试验。试验用渣为钢包渣,其化学组成(w)为:CaO 47.56%,SiO₂ 22.09%,FeO 16.16%,MgO 7.10%,MnO 3.27%,Al₂O₃ 1.17%。将镁碳砖切成40 mm×40 mm×40 mm的立方体试样,并在其中间钻出尺寸为φ25 mm×25 mm的盲孔,经过110℃保温12 h烘干后,将10 g钢包渣装入镁碳砖的渣孔内,盖好渣孔,将试样装入匣钵并用石墨将其完全覆盖以防止镁碳砖的氧化。然后放入电炉中,在还原气氛下进行1500℃保温2 h热处理,自然冷却后,将试样从炉中取出,观察炉渣对试样的损毁情况,再将烧后试样沿坩埚孔轴线切开,分析其抗渣侵蚀性。

表3 研制镁碳砖的物理性能
Table 3 Physical properties of magnesia carbon bricks

试样编号	0 [#]	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]	8 [#]	9 [#]
体积密度/(g·cm ⁻³)	3.12	3.08	3.06	3.03	3.07	3.04	2.98	3.08	3.06	3.01
显气孔率/%	1.5	2.3	3.3	4.0	3.3	3.7	5.6	3.3	3.4	5.2
常温耐压强度/MPa	67.1	22.3	23.1	18.6	19.6	20.8	15.8	18.1	16.3	15.9
高温抗折强度/MPa(1400℃)	14.0	13.3	12.7	12.5	12.9	13.2	11.3	11.9	10.4	10.5

从表3还可以看出,随着不同粒度回收料引入量的增多,镁碳砖的常温耐压强度和高温抗折强度均有不同程度降低。分析认为,假颗粒及颗粒表面残碳对再生镁碳砖常温及高温力学性能影响较大。同样发现,引入不同粒度回收料对试样常温及高温力学性能影响程度不同:对比试样0[#]和3[#],引入23%的5~3 mm回收料后试样的常温耐压强度降低了49 MPa,高温抗折强度降低3.5 MPa,也就是说,平均引入1%的5~3 mm回收料后,常温耐压强度降低2.3 MPa,高温抗折强度降低0.15 MPa;对比试样0[#]和6[#],平均引入1%的3~1 mm回收料后,常温耐压强度降低1.66 MPa,高温抗折强度降低0.11 MPa;对比试样0[#]和9[#],平均引入1%的≤0.074 mm回收料后,常温耐压强度降低2.14 MPa,高温抗折强度降低0.23 MPa。可见,引入3~1 mm回收料对镁碳砖常温耐压强度和高温抗折强度影响最小,而引入≤0.074 mm回收料对再

2 结果与分析

2.1 试样的物理性能

研制镁碳砖的物理性能见表3。由表3可看出,随着不同粒度回收料引入量的增多,镁碳砖的体积密度逐渐降低,显气孔率逐渐增加。这是因为随着回收料引入量的增多,假颗粒含量增加,回收料的致密度低于镁砂的致密度,使得试样的体积密度降低,显气孔率增大。同时发现,由于引入回收料粒度的不同,回收料中假颗粒含量不同,对镁碳砖体积密度、显气孔率的影响程度不同:对比试样0[#]和3[#],引入23% (质量分数,下同)的5~3 mm回收料后,试样的体积密度降低了0.09 g·cm⁻³,即平均引入1%的5~3 mm回收料,试样的体积密度降低0.003 9 g·cm⁻³,而显气孔率增加0.108 7%;对比试样0[#]和6[#],平均引入1%的3~1 mm回收料,体积密度降低0.004 4 g·cm⁻³,显气孔率增加0.128 1%;对比试样0[#]和9[#],平均引入1%的≤0.074 mm回收料,体积密度降低0.004 6 g·cm⁻³,显气孔率增加0.154 1%。可见,引入5~3 mm回收料对镁碳砖体积密度和显气孔率影响最小,而引入≤0.074 mm回收料对其体积密度和显气孔率影响最大。

生砖常温耐压强度和高温抗折强度影响最大。原因可能是≤0.074 mm的回收料中碳化铝含量较多,且在备料过程中碳化铝的水化不完全,还有少量碳化铝残留在≤0.074 mm的回收料中,这导致了砖坯内部气孔增多,强度降低。

2.2 抗渣侵蚀性

图1为抗渣试验后试样剖面照片。对比试样1[#]与3[#]、4[#]与6[#]、7[#]与9[#]可看出,随着回收料引入量的增加,镁碳砖抗渣侵蚀性降低。这是因为回收料引入量增加,则假颗粒和残碳量较多,试样的致密度和耐压强度降低,所以抗渣侵蚀性减弱。由图1还可看出,引入不同粒度再生料均对镁碳砖的抗渣侵蚀性有负面影响。其中以引入≤0.074 mm回收料的9[#]试样抗渣侵蚀性最差。这是因为≤0.074 mm回收料的假颗粒最多,残碳量最大,使得镁碳砖的结合程度较差,而且由于渣中SiO₂(s)在高温状态下容易与砖中的碳反

应形成 $\text{SiO}(\text{g})$ 和 $\text{CO}(\text{g})$ 气体,加剧了结构的疏松程度,进一步降低了镁碳砖的抗渣侵蚀性。

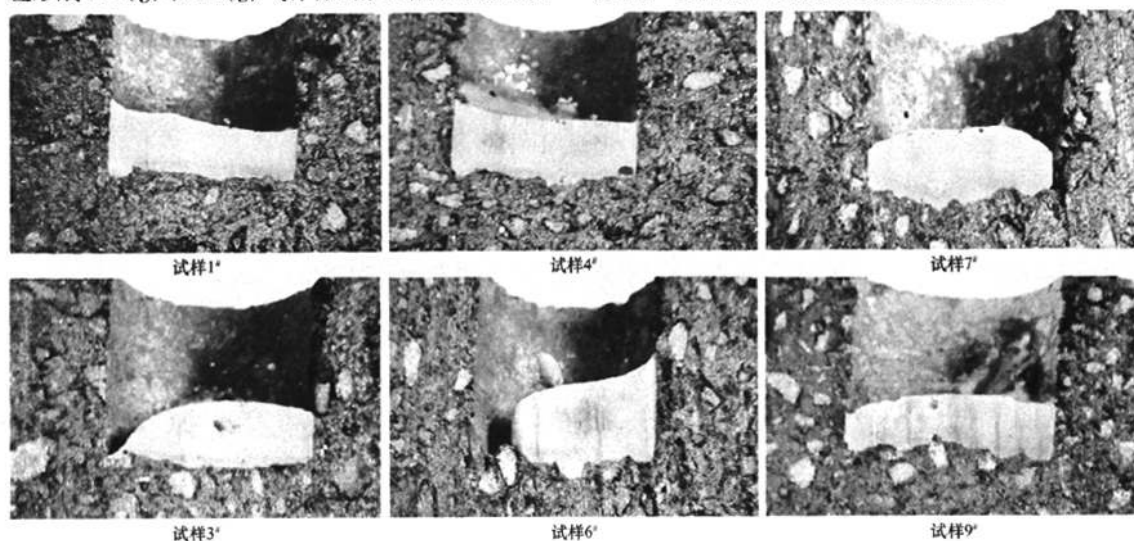


图1 各试样遭侵蚀后剖面照片
Fig. 1 Profile photos of specimens corroded by slag

3 结论

(1) 回收料的引入均不同程度降低镁碳砖的致密度、常温耐压强度、高温抗折强度和抗渣侵蚀性,引入 $\leq 0.074 \text{ mm}$ 回收料对其各项性能的降低程度影响最大。

(2) 引入 $5 \sim 3 \text{ mm}$ 回收料对镁碳砖致密度影响最小,平均引入 1% 质量分数的 $5 \sim 3 \text{ mm}$ 回收料,镁碳砖的体积密度降低 $0.0039 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,显气孔率增加 0.1087% 。

(3) 引入 $3 \sim 1 \text{ mm}$ 回收料对镁碳镁碳砖常温耐

压强度和高温抗折强度影响最小,平均引入 1% 质量分数的 $3 \sim 1 \text{ mm}$ 回收料,镁碳砖的常温耐压强度降低 1.66 MPa ,高温抗折强度降低 0.11 MPa 。

参考文献

- [1] 田守信. 用后耐火材料的再生利用[J]. 耐火材料, 2002, 36(6): 339-341.
- [2] 田守信, 姚金甫. 用后镁碳砖的再生研究[J]. 耐火材料, 2005, 39(4): 253-255.
- [3] Eschner D A. ECO—Management of refractory in Europe [C]// Proc of UNITECR'03, Osaka, Japan, 2003: 5-12.

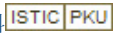
Effect of additions and particle size of recycled magnesia carbon brick on properties of magnesia carbon brick/Man Silin, Zhang Guodong, Liu Haixiao, et al//Naihuo Cailiao. -2011, 45(2): 115

The used magnesia carbon brick for ladle was sorted, trash separated, crushed, and treated by separating particles to prepare recycled material. The effects of addition and particle size of recycled material on property of magnesia carbon brick were studied. The results show that: (1) the introduction of the recycled material can reduce the density, cold crushing strength, hot modulus of rupture, and slag resistance to different extents; and the introduction of recycled material with particle size $\leq 0.074 \text{ mm}$ has the greatest influence; (2) introducing recycled material with particle size of $5 \sim 3 \text{ mm}$ has the smallest influence on density of the magnesia carbon brick; when introducing 1%, the bulk density reduces by $0.0039 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ and the apparent porosity increases by 0.1087% ; (3) the recycled material with particle size of $3 \sim 1 \text{ mm}$ has the smallest effect on cold crushing strength and hot modulus of rupture; when introducing 1%, the cold crushing strength reduces by 1.66 MPa and hot modulus of rupture reduces by 0.11 MPa .

Key words: Magnesia carbon brick, Recycled materials, Slag resistance, Hot modulus of rupture

Author's address: School of High Temperature Materials and Magnesium Resources engineering, University of Science & Technology Liaoning, Anshan 114044, Liaoning, China

用后镁碳砖回收料加入量和粒度对镁碳砖性能的影响

作者: 满斯林, 张国栋, 刘海啸, 罗旭东, 吕楠
作者单位: 满斯林, 张国栋, 罗旭东(辽宁科技大学高温材料与镁资源工程学院, 辽宁鞍山, 114051), 刘海啸, 吕楠(辽宁科技大学材料与冶金学院, 辽宁鞍山, 114051)
刊名: 耐火材料 
英文刊名: REFRACTORIES
年, 卷(期): 2011, 45(2)

参考文献(3条)

1. 田守信 用后耐火材料的再生利用[期刊论文]-耐火材料 2002(06)
2. 田守信;姚金甫 用后镁碳砖的再生研究[期刊论文]-耐火材料 2005(04)
3. Eschner D A ECO-Manangement of refeactory in Europe 2003

本文读者也读过(10条)

1. 毕万利. 张玲. 田琳. 魏宇希 改性石墨对镁碳砖性能的影响[期刊论文]-耐火材料2011, 45(3)
2. 王义龙. 卜景龙. 王榕林. 王志发. WANG Yi-long. BU Jing-long. WANG Rong-lin. WANG Zhi-fa 役后铝镁碳砖再生料应用于Al₂O₃-SiC-C质浇注料[期刊论文]-河北理工大学学报(自然科学版) 2010, 32(4)
3. 魏卓明 转炉炉帽镁碳砖损毁的原因及对策[期刊论文]-炼钢2004, 20(4)
4. 呼伟. 尹洪峰. 史绪波. 刘小团. HU Wei. YIN Hong-feng. SHI Xu-bo. LIU Xiao-tuan 不同基质结合镁碳砖对炉渣的抗侵蚀性研究[期刊论文]-硅酸盐通报2011, 30(1)
5. 张国栋. 游杰刚. 陈树江. 刘海啸. 杨强. 代小明. 陈晓林 钢包渣线用后镁碳砖的回收再利用研究[期刊论文]-耐火材料2010, 44(6)
6. 黄良钊. 张安平 刚玉系抗弹陶瓷的显微结构与性能研究[期刊论文]-功能材料2003, 34(3)
7. 安存国 微纳米石墨球的制备及其表征[学位论文]2011
8. 王玉林. 赵晓华. WANG Yulin. ZHAO Xiaohua 纳米碳黑水泥基复合材料力学性能及微观结构分析[期刊论文]-材料导报2008, 22(z1)
9. 王玉林. 赵晓华. 杜建华. 兰四清. WANG Yulin. ZHAO Xiaohua. DU Jianhua. LAN Siqing 纳米碳黑改善水泥基复合材料力学性能及其压敏性研究[期刊论文]-新型建筑材料2008, 35(12)
10. 敖进清. 李楠. 韩兵强. Ao Jinqing. Li Nan. Han Bingqiang 含钒钢渣对镁碳砖的侵蚀[期刊论文]-耐火材料 2006, 40(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_nhc1201102011.aspx