DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.11.007

立式搅拌磨螺旋耐磨衬板铸造工艺研究

岳卫国,沈　闯,岳建国,刁晓刚,王廷勇,张磊磊,魏　伟

(中信重工机械股份有限公司,河南 洛阳 471039)

摘　要:立式搅拌磨是一种高效、节能的超细磨设备。作为立式搅拌磨的重要组成部分,螺旋衬板的使用性能和寿命直接影响立式搅拌磨的磨矿效率和能耗。通过合理选材、细化生产工艺,获得了质量优异的螺旋衬板铸件。

关键词:螺旋衬板;高铬铸铁;仿真模拟;铸造工艺;热处理

中图分类号:TG251.2　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)11-1034-03

Study on Casting Process of Vertical Agitated Mill Screw Wear Liner

YUE Weiguo, SHEN Chuang, YUE Jianguo, DIAO Xiaogang, WANG Tingyong, ZHANG Leilei, WEI Wei

(CITIC Heavy Industries Co., Ltd., Luoyang 471039, China)

Abstract: Vertical mixing mill was a kind of high efficiency and energy-saving super-fine grinding equipment. As an important part of vertical agitating mill, the service performance and life of spiral lining directly affect the grinding efficiency and energy consumption of vertical agitating mill. The spiral liner castings with excellent quality are obtained through reasonable materials selection and refined production technology.

Key words: spiral liners; high chromium cast iron; simulation; casting process; heat treatment

立式搅拌磨是一种用于有色贵金属矿物精矿再磨的超细磨设备。与传统卧式磨机相比,立式搅拌磨具有高效、节能和低噪的优点;同时,由于采用竖直安装,可以节省安装空间,非常适用于原有磨矿设备和工艺流程改造。

立式搅拌磨主要由传动部分、筒体和螺旋搅拌器组成,其中螺旋衬板是螺旋搅拌器的重要部件,其结构如图1。螺旋衬板随轴旋转,使矿石和磨球沿螺旋面向上运动,通过矿石与磨球、矿石与矿石之间的相互摩擦达到磨碎矿石的目的。因此,螺旋衬板的使用性能和寿命直接影响立式搅拌磨的磨矿效率和能耗。



图1 搅拌器结构示意图

Fig.1 Schematic diagram of stirrer structure

1　选材与成分设计

目前,广泛应用的衬板材料主要有高锰钢、中低合金耐磨钢、高铬铸铁等3大类[2]。高锰钢初始硬度低,在低冲击使用环境中不能很好地发挥加工硬化效果,并且由于其良好的延展性导致衬板拆卸困难。中低合金钢需要通过调质处理才能达到较高的硬度,工艺复杂,且调质过程容易出现衬板裂纹及断裂。高铬铸铁组织中有高硬度的碳化物相,在凿削磨损和高应力磨粒磨损过程中均表现出优异的性能,因此被广泛应用于水泥、矿山等行业;然而,高铬铸铁韧性低,在较大冲击工况下使用极易出现断裂失效。

立式搅拌磨进料粒度较细,一般小于ϕ10 mm,研磨介质多为ϕ30 mm以下的钢球,螺旋衬板受到的冲击力很小,主要承受研磨介质和物料的磨粒磨损。参考国外立式搅拌磨螺旋衬板材料选择,螺旋衬板材质一般选用高铬铸铁,牌号为美国标准ASTM A532,目标化学成分见表1。

收稿日期:2020-05-25

作者简介:岳卫国(1987-),河南洛阳人,学士,工程师.主要从事耐磨材料方面的工作.E-mail:yuewg@citic-hic.com.cn

通讯作者:沈　闯(1983-),河南南阳人,硕士,高级工程师.主要从事耐磨材料铸造工艺研究.

E-mail:shenchuang07@163.com

表1 螺旋衬板的目标成分 w(%)

Tab.1 Target chemical composition of spiral liners

C	Mn	Si	Cr	Mo	Cu	Ni	P	S
2.6～3.0	0.6～1.2	0.4～1.0	17~24	1.8~2.3	0.6～1.1	0.1～0.4	≤0.04	≤0.04

2 生产工艺

由于螺旋衬板外形为螺旋状，零件通常以去掉浇冒系统后的铸件或经热处理后直接装配使用，不再进行机加工，因此对螺栓孔位置精度和衬板形位公差要求高。高铬铸铁硬度高，铸造和热处理过程中易产生裂纹和变形，成品率低。铸造工艺在满足铸件力学性能的同时，应尽可能减小铸件因造型和凝固过程而产生的变形以及热处理变形。

2.1 铸造工艺

该螺旋衬板为某型号立式搅拌磨的重要部件，外圆直径 ϕ3 302 mm，单块旋衬板重量 2 528 kg。通过对不同铸造工艺方案分析，确定采用实样+假箱铸造工艺。假箱采用木模制备，并直接固定在型板上，这样可以有效避免砂型假箱在使用过程中因损坏而造成模具的变形。

铸件实样模型放平造型，尽量使其主要结构处于同一水平位置。采用单层横浇道，置于模型外侧；内浇口垂直于螺旋衬板外圆端部，中间引入。采用保温冒口，放置于模型顶部。在铸件厚大区域摆放冷铁。螺旋衬板铸造工艺方案见图 2 所示。

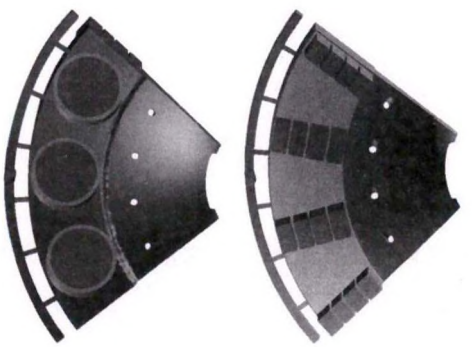


图 2 螺旋衬板铸造工艺方案

Fig.2 The casting process scheme of screw liner

运用 ProCAST 对铸造方案进行仿真模拟。由图 3 模拟结果可以看出，铸件本体无缺陷，该铸造工艺可以满足技术要求。

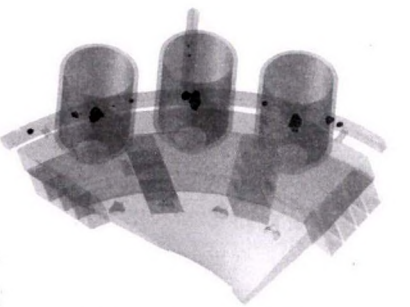


图 3 螺旋衬板凝固模拟结果

Fig.3 Solidification simulation result of the screw liner

2.2 熔炼与浇注工艺

熔炼前按照生产需求准备足量的原辅材料。先加废钢，然后依次加入其它铁合金。由于增碳剂加入量较大，应随炉料分批均量加入。炉料熔化后，微调成分；成分合格后，温度调整至 1 440～1 490 ℃，静置不低于 15 min；出铁液前预先在浇包底部加入 0.1%～0.4%稀土硅铁合金进行变质处理；出铁的同时开始吹氩，吹氩时间 10～15 min；浇注温度 1 320~ 1 370 ℃；浇注过程中，当铁水上升至冒口颈后降低浇注速度，并适时加入冒口覆盖剂。

2.3 热处理工艺

热处理中铸件容易变形。由于螺旋衬板特殊的螺旋状结构，铸件平放后需支垫，常因支垫位置和间距不合适容易导致较大变形；另外，由于铸件表面不规则，难以实现多层放置，生产效率低下。因此，必须制作螺旋衬板热处理专用料盘，以确保螺旋衬板外圆向下立放。为了避免铸件热处理过程中，因壁厚差较大而导致局部受热不均出现的变形和开裂，螺旋衬板铸件的薄壁区域必须采用石棉进行合理而有效

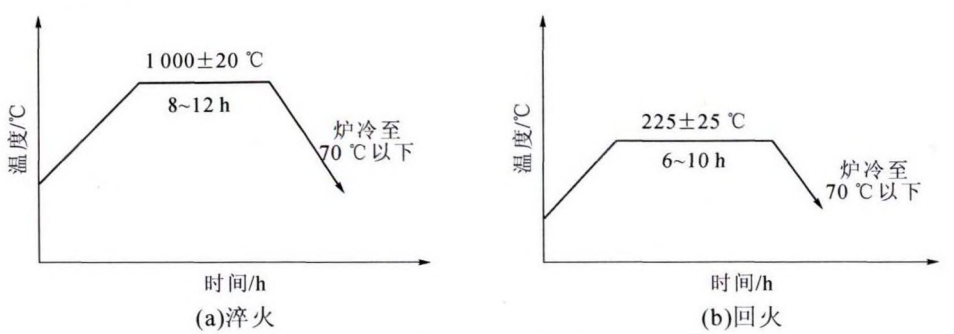


图 4 热处理工艺曲线

Fig.4 The curve of heat treatment process

的包裹。

螺旋衬板热处理工艺为淬火+回火。结合高铬铸铁材料特点和实际生产经验，热处理规范如图4所示。

将热处理后的铸件进行表面处理，表面硬度全部达到560 HB以上。铸件质量完全满足用户的技术要求。装机使用验证，其使用寿命超出了设计使用周期。

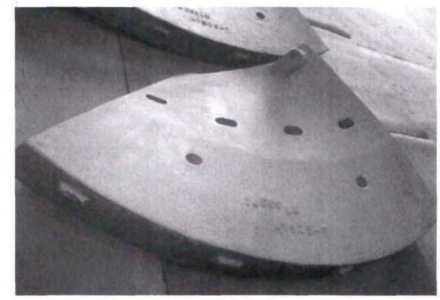


图5 螺旋衬板成品铸件

Fig.5 Finished casting of screw liner

3 结语

通过多工艺参数的调整和优化，成功开发了多种尺寸的系列立式搅拌磨用螺旋衬板。螺旋衬板铸件力学性能均满足设计要求，其整体质量达到了国内外同类产品的先进水平。

参考文献：

[1] 孙军锋. 衬板机构对球磨机磨矿效率的影响研究[D]. 云南：昆明理工大学，2010.

[2] 朱军，杨军. 大型球磨机衬板材料的研究和应用[J]. 铸造技术，2005，26(12)：1119-1121.

招贤纳士

襄阳聚力新材料科技有限公司

一、招聘销售工程师

任职要求：

1. 本科及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟悉二维、三维绘图软件者优先考虑。
2. 2年以上铸造行业耐火材料销售或铸造涂料销售经验者。
3. 2年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 2年以上铸造行业铁合金生产或销售经验者。
5. 2年以上耐火材料技术研发或产品应用经验者。
6. 2年以上铸造涂料技术研发或产品应用经验者。
7. 2年以上有在铸造厂工作经验，对中频炉熔炼或造型工艺熟悉者。
8. 在压铸厂或铝厂工作2年以上，对有色金属铜铝熔炼工艺流程熟悉者。

二、招聘销售经理

任职要求：

1. 大专及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟练掌握办公软件，懂产品市场宣传，营销策划者优先考虑。
2. 5年以上铸造行业耐火材料销售、铸造涂料或类似工业品销售经验者。
3. 5年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
5. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
6. 善于多部门或多层次沟通协调。

三、销售助理

任职要求：

1. 男性，30岁以下，本科学历，身体健康，适合经常出差。
2. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
3. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
4. 善于多部门或多层次沟通协调。

有意向者请将简历发送至邮箱 wuhaiyan@xyjllc.com