

锌锭模的消失模铸造工艺生产实践

陈向东 冯永兵 李阜璋 李 敬 王 瑞
(白银恒诚机械制造有限公司, 白银 730900)

摘要 通过深入分析锌锭模的材质结构和消失模铸造工艺原理,设计了浇注系统,并对整个生产流程进行研究以探究利用消失模工艺生产锌锭模的可行性。实践结果显示,该工艺切实可行,一次成品率超过75%。经检测,消失模铸造的锌锭模平均表面硬度(HB)达174,平均抗拉强度达到374 MPa,且使用寿命相比传统工艺延长了15%。

关键词 锌锭模;消失模铸造;生产实践

中图分类号 TG249.6 文献标志码 A DOI:10.15980/j.tzzz.T20240116

Production Practice of Lost Foam Casting Process for Zinc Ingot Mold

CHEN Xiangdong, FENG Yongbing, LI Fuzhang, LI Jing, WANG Rui
(Baiyin Hengcheng Machinery Manufacturing Co., Ltd., Baiyin 730900)

Abstract: By deeply analyzing the structure of zinc ingot molds and the principle of the lost foam casting process, a casting system was designed and the entire production process was investigated to explore the feasibility of producing zinc ingot molds by lost foam casting. Practical results indicate that the process is feasible with a one-time yield rate exceeding 75%. After inspection, the average surface hardness and tensile strength of zinc ingot molds cast by lost foam casting reach 174 HB and 374 MPa, respectively, and the service life is prolonged by 15% compared with that by traditional processes.

Key Words: Zinc Ingot Mold, Lost Foam Casting, Production Practice

锌锭模作为金属锌液冷却成形的模具,是圆盘浇注机的消耗件,在使用过程中不仅受到机械冲击和碰撞,还受锌液的激冷激热作用。锌锭模的质量直接影响锌锭的质量和产量。使用树脂砂铸造的锌锭模存在生产的锌锭表面粗糙,吊耳容易变形,耐久性较差等问题,同时锌锭模表面的气孔会粘连锌锭,造成脱模困难。而消失模铸造工艺具有尺寸精度高、表面品质好、成本低、生产周期短的特点,理论上适合生产锌锭模。同时消失模铸造技术生产效率高、生产成本低、适合生产大批量铸件^[1-4]。本研究采用消失模铸造工艺生产锌锭模,以期为该工艺的推广应用提供借鉴。

加线收缩率,避免热裂。铸件要求内腔光滑平整,不允许有气泡、砂眼、裂纹、凹凸不平等现象,腔内字体清晰,并且需要进行热处理。

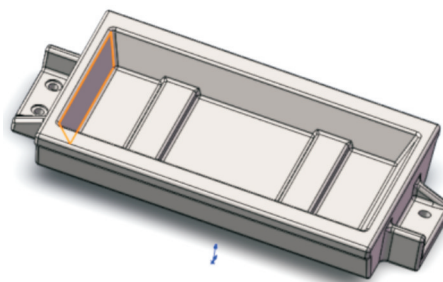


图1 锌锭模零件图

Fig.1 Schematic diagram of zinc ingot mold parts

1 锌锭模技术要求

锌锭模产品结构简单,为水池形状,见图1。该铸件轮廓尺寸为630 mm×305 mm,最大壁厚为46 mm,最小壁厚为22 mm,质量为55 kg。采用RuT300材质能够改善表面粗糙度,减少氧化形成的皱皮和气孔,增

2 铸造工艺过程

2.1 浇注系统设计

锌锭模铁水凝固顺序宜为同步凝固。同时锌锭模最小壁厚为22 mm,壁厚较薄,长度为630 mm(超过

收稿日期:2024-03-22;修订日期:2024-05-13

第一作者简介:陈向东,男,1985年出生,工程师,E-mail:1135710047@qq.com

通信作者:冯永兵,男,1996年出生,助理工程师,E-mail:3490666150@qq.com

引用格式:陈向东,冯永兵,李阜璋,等. 锌锭模的消失模铸造工艺生产实践[J]. 特种铸造及有色合金, 2025, 45(5): 798-800.

CHEN X D, FENG Y B, LI F Z, et al. Production practice of lost foam casting process for zinc ingot mold[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2025, 45(5): 798-800.

400 mm),故宜采用立式埋箱,内浇道从侧面引入,一个锭模宜设置两个内浇道。内浇道设计成顶面为25 mm×40 mm,底面为40 mm×40 mm,高为60 mm的棱台。两个锌锭模为一组,横浇道设计为40 mm×40 mm,长为100 mm,直浇道截面尺寸为40 mm×40 mm,长为500 mm,以保证足够的静压头,锌锭模及浇注系统见图2。

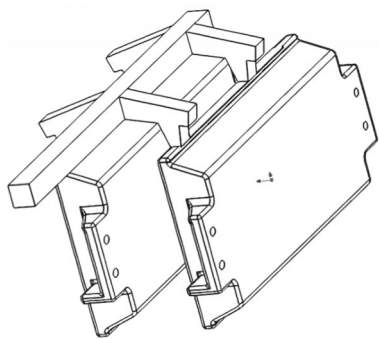


图2 锌锭模及浇注系统三维图

Fig.2 3D diagram of zinc ingot mold and gating system

2.2 泡沫模型组模及埋箱

根据铸件尺寸定制泡沫模型,采用EPS聚苯乙烯泡沫,铸造收缩率为1.0%,泡沫密度为16~20 g/cm³,含水率不低于5.0%。泡沫模型无凹坑、突起、缺失以及变形等问题,并对小缺陷的泡沫进行打磨填补处理。

使用消失模粘接剂提前粘接模型和内浇道、直浇道以及横浇道。在粘接过程中提前定位粘接位置,以保证正确结接。同时注意黏结剂的使用量,防止胶液滴滴及过量,形成胶瘤。粘接完成进入刷涂流程。

采购消失模用铸铁涂料,按照涂料使用规范进行操作,严格保证涂料的搅拌时长和使用有效期。刷涂时涂料涂刷次数为3次,要求涂料波美度在60~70之间,保证最终涂料层厚度在2.0~2.5 mm之间,重点在第1遍涂刷时,及时清除泡沫模型表面附着的涂料气泡及大块的固体颗粒,保证涂层均匀不露白。涂料涂层干燥度小于5.0%时才可进入埋箱流程,涂层厚度均匀无大块的滴瘤。

依据铸造工艺图对浇注系统进行组装粘结,随后需要采用半干燥涂料对浇注系统接口进行填充修补,组模完成实体模样。

整个埋箱流程需振实4次,每次不小于3 min。第1次,砂箱打底后振实;第2次,石英砂覆盖模型到达锭模2/3处后进行振实;第3次,石英砂填充至冒口高度,再次进行振实;最后,装箱完毕再进行振实操作。埋箱结束在砂箱上面覆盖塑料薄膜。

2.3 熔炼浇注与清理

熔炼铁水时,严格按照既定配料比例进行,所加原

材料必须确保化学成分合格(生铁为专用生铁,废钢为型材边角料)。出炉前,铁水包中加入孕育剂40 kg/t,提前称量,并进行预热。铁水出炉温度控制在1 520~1 530 ℃,浇注温度控制在1 450~1 460 ℃。浇注前,提前10 min开启真空泵,检查砂箱负压控制在0.60~0.70 MPa,浇注时负压保持在0.40~0.60 MPa,浇注时间为10~15 s。浇注完毕,静置12 min左右,间隔12 h后进行落砂打箱,并在铸件冷却后进行喷丸处理。在清理打磨浇冒口根部后,按照热处理工艺进行热处理。

3 试验结果与分析

3.1 白区工序

对定制的泡沫模型进行称重,计算白模密度,并控制在16~20 g/cm³。白模要求完整无凹坑突起、无缺失变形,尺寸符合铸造工艺要求。对缺失或者突起部分进行填补和修平。模样的平整程度严重影响着铸件的表面品质,如果不平整会引起铸瘤、凹坑和麻点等铸造缺陷。修整后的模样见图3。



图3 修整完成的白模模样

Fig.3 White mold pattern after repair

3.2 涂料工序

涂料层应该干透,厚度为2.0~2.5 mm,使用SK-100型水分仪测量干燥度,要求干燥度不低于5.0%,敲击声音清脆,保证涂料层间强度,防止塌箱,同时未干透的涂层在浇注时会产生气体,铸件表面形成侵入性气孔。涂料层表面无裂纹,每一遍刷涂前对有裂纹的地方进行补刷,裂纹会在铸件表面形成蚯蚓状突起。刷涂完成的模样见图4。



图4 刷涂完成的锌锭模模样

Fig.4 Zinc ingot mold pattern after brushing

3.3 化学成分

使用DF-100E直读光谱仪对铸件的化学成分进行检验,结果见表1。

表1 抽检锌锭模化学成分

Tab.1 Chemical composition of sampling zinc ingot mold %							
试样	w_B						
	C	Si	Mn	Cr	P	S	Fe
标准含量	3.4~3.6	2.4~3.0	0.4~0.6	2.2~2.5	≤ 0.07	≤ 0.06	余量
1	3.487	2.624	0.520	2.245	0.062	0.033	余量
2	3.456	2.780	0.601	2.321	0.061	0.048	余量
3	3.542	2.750	0.450	2.325	0.055	0.035	余量
4	3.454	2.645	0.550	2.254	0.065	0.032	余量
5	3.565	2.884	0.545	2.487	0.068	0.031	余量

3.4 热处理

锌锭模热处理工艺为,将其加热到900℃,保温2 h,水淬,后加热到360℃,保温4 h,炉冷回火处理。热处理后的锌锭模见图5,抛丸处理后的锌锭模见图6,可见外观、尺寸等均满足要求。



图5 热处理后的锌锭模

Fig.5 Zinc ingot mold after heat treatment



图6 抛丸处理后的锌锭模

Fig.6 Zinc ingot mold after shot blasting treatment

3.5 力学性能测试

对树脂砂铸造工艺和消失模铸造工艺生产的锌锭模的性能进行检验,根据GB/T 15056-2017测量锌锭模表面粗糙度,根据GB/T 228.1-2021检测其力学性能,根据GB/T 231.1-2018测量锌锭模硬度,结果见表2。

表2 两种工艺生产锌锭模的平均试验数据结果

Tab.2 Average experimental data results of zinc ingot mold produced by both processes				
检验项目	抗拉强度/ MPa	伸长率/%	硬度(HB)	表面粗糙度/ μm
消失模铸造	374	3.85	174	3.2
树脂砂铸造	192	2.00	134	6.3

3.6 金相组织

根据GB/T 26656-2023对消失模铸造工艺生产的锌锭模进行金相检验分析,结果见图7。

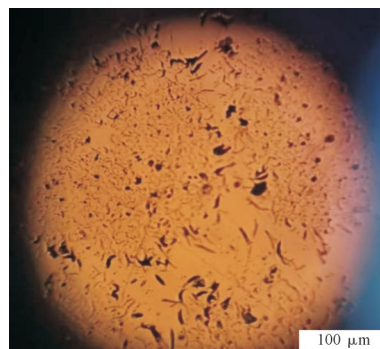


图7 铸态锌锭模的金相组织

Fig.7 Metallographic structure of as-cast zinc ingot mold

经分析,铸态锌锭模金相组织为金属基体+蠕虫状石墨+球状石墨,蠕化级别为蠕65。一次合格率达75%以上,经打磨清整后合格率在80%以上。

经客户反馈,消失模生产的锌锭模使用寿命在8个月左右,较原工艺其使用寿命延长了15%。这可能是由于消失模铸造工艺相比树脂砂铸造工艺生产的铸件在浇注过程中EPS白模燃烧气化分解生成碳化物,附着在涂料壳内表面,形成表面渗碳层,使表面硬度增高,表面抗磨性能增加,因此使用寿命延长。

4 结 论

(1)采用消失模铸造工艺生产锌锭模,经过工艺试验是可行的。

(2)消失模铸造工艺生产的锌锭模,表面粗糙度 R_a 为3.2 μm ,表面硬度(HB)为174,抗拉强度为374 MPa,一次合格率达75%以上,经打磨清整后合格率在80%以上。

参 考 文 献

- [1] LI F J, ZHAO H, REN F Z, et al. Simulations and experiments of mould filling in lost foam casting[J]. International Journal of Cast Metals Research, 2020, 33(4/5): 194-200.
- [2] 陈忠士, 邹泽昌, 邱智泉, 等. 消失模铸造灰铸铁的组织与力学性能[J]. 特种铸造及有色合金, 2020, 40(9): 996-999.
- [3] 张效溥, 王振兴, 于延龙, 等. TiC 粒度对消失模铸造高铬铸铁力学性能的影响[J]. 热加工工艺, 2022, 51(18): 68-71.
- [4] 田淋禾, 李立新, 张超. 基于 ProCAST 的铝合金减速机支架消失模铸造工艺的模拟及优化[J]. 铸造工程, 2019, 43(5): 19-24.

(编辑: 栗万仲)