

耐热钢排气歧管铁型覆砂铸造工艺

李可丹¹, 刘松奇¹, 王瑞金², 余嗣瑞¹, 彭德楼¹

(1. 西峡县飞龙铸造技术中心, 河南西峡 474500; 2. 西峡县西泵特种铸造有限公司, 河南西峡 474500)

摘要: 小型薄壁耐热钢件生产中, 钢液粘度大, 流动性差, 易出现冷隔缺陷。介绍了铁型覆砂工艺生产壁薄耐热钢排气歧管的可行性, 以及砂箱、浇注系统、排气系统的设计, 涂料的选用。

关键词: 耐热钢; 薄壁排气歧管; 铁型覆砂; 砂箱; 浇注系统; 排气系统; 涂料

随着汽车国六排放的实施, 发动机排放温度不断提高, 一般耐温950℃的镍奥氏体球铁排气歧管已不能满足使用要求, 要求耐热钢耐温达1050℃, 热疲劳性、抗蠕变性好。耐热钢排气歧管、涡轮增压器应用在汽车发动机上, 热效率更高, 大大降低汽车尾气排放。

目前, 为满足汽车轻量化耐减排放要求, 国外主机厂将排气歧管材质改为耐热钢, 铸件设计壁厚由4.5~4.0 mm减小到3.6~3.2 mm, 带来铸件充型过程钢液流动性差, 型壁阻力增大, 采用普通砂型铸造工艺很难保证管壁成形等工艺问题。我公司采取大流量快速充型的浇注系统设计及铁型覆砂工艺等技术措施成功生产出合格的耐热钢排气歧管铸件, 解决了铸件成品率较低的问题。

1 铸件技术条件

根据铸件技术条件要求, 选用合理熔炼工艺, 确保铸件质量在顾客要求范围。铸件化学成分、金相组织及力学性能见表1-3。

铸件孔隙率及缺陷标准如下: ①不允许有冷隔、裂纹或者残留砂。②加工区域孔眼最大 Φ 1.0 mm, 最多3个, 深度最大0.5 mm, 缺陷之间的间距最少2.0 mm。③非加工区域孔眼最大 Φ 3.0 mm, 最多3个, 深度最大1.0 mm, 缺陷之间的间距20 mm。④内部缺陷: 单个缩孔小于0.5 mm, 与其他缺陷或者缩孔之间相距小于0.5 mm, 视为一个缺陷。大于或等于0.5 mm的单个缩孔, 或者连续小于0.5 mm的缩孔组成的缺陷, 并与其他缩孔之间的距离小于0.5 mm, 必须满足以下条件: 表面和缺陷之间的距离最少0.2 mm; 如果有连续缺陷, 允许与表面之间的距离2.0 mm, 位于两倍或者高于最小厚度的较厚区域; 单个0.5 mm或者更大缩孔缺陷的截面最大是10 mm², 对于连续缺陷的则最大100 mm², 缺陷之间的距离最少80 mm。对于上述表面和内部的表面缺陷, 连续缺陷视为一个缺陷, 具体参见图1。

2 铁型覆砂工艺

铁型砂箱在手工线湿型砂生产, 材质为RuT300。砂箱尺寸根据我公司自动化铁型覆砂线确定, 以便于通用化生产。生产线上砂箱外廓尺寸755 mm × 600 mm × 170 mm, 一般可根据铸件尺寸在一箱内布置四缸排气歧管和涡壳排气歧管同时铸造成形(图2)。

自动化生产, 砂箱覆砂层厚度要兼顾生产效率, 一般5~8 mm, 浇注系统浇冒口区域可达10~15 mm。覆膜砂固化温度一般控制到200℃ ± 10℃, 防止覆砂层过烧。

作者简介:

李可丹(1987-), 男, 工程师, 主要从事铸造工艺设计及CAE分析工作。
E-mail: likedan@flacc.com

中图分类号: TG24

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2020)09-0948-04

收稿日期:

2019-12-03 收到初稿,
2020-05-20 收到修订稿。

表1 铸件化学成分
Table 1 Chemical composition of castings

										$w_B/\%$
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Nb	N	
0.4~0.5	0.8~1.25	0.75~1.1	≤0.04	0.11~0.15	24~27	≤0.5	12~15	1.7~2.1	0.08~0.4	

按环保及节能减排要求,砂箱加热系统设计电加热,生产循环辅助预热,防止砂箱冷却过快,一般砂箱温度控制到 $150\text{ }^\circ\text{C} \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ 。

3 铸造工艺设计

3.1 浇注系统设计

铸件的工艺简图见图3。根据铸造手册给出的方法,对于小型铸钢件转包浇注工艺,选择半封闭式浇注系统,各单元截面比采用 $F_{直}:F_{阻}:F_{横}:F_{内}=1:0.7:0.8:0.9$,浇注时间4~6 s,确保大流量快速充型。

耐热钢熔铸过程氧化夹渣严重,半封闭式浇注系

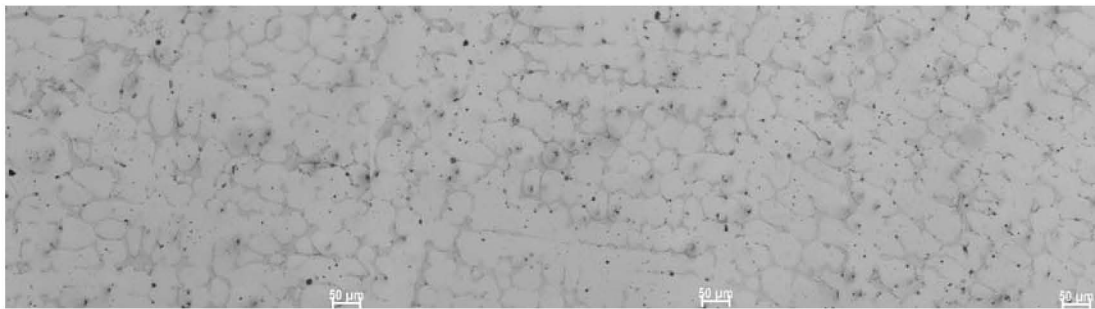
统可以阻挡一部分夹渣,但是,细小的氧化夹渣仍会进入铸件型腔,严重影响铸件质量,生产中采用耐高温氧化锆陶瓷过滤器除渣,如图4所示。

表2 铸件金相组织
Table 2 Metallographic structure of castings

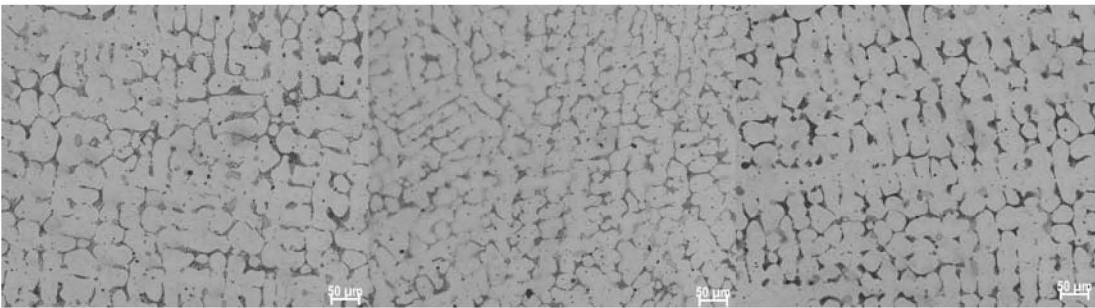
奥氏体+碳化物/%	σ 相/%
≤20	≤2.5

表3 铸件力学性能
Table 3 Mechanical properties of castings

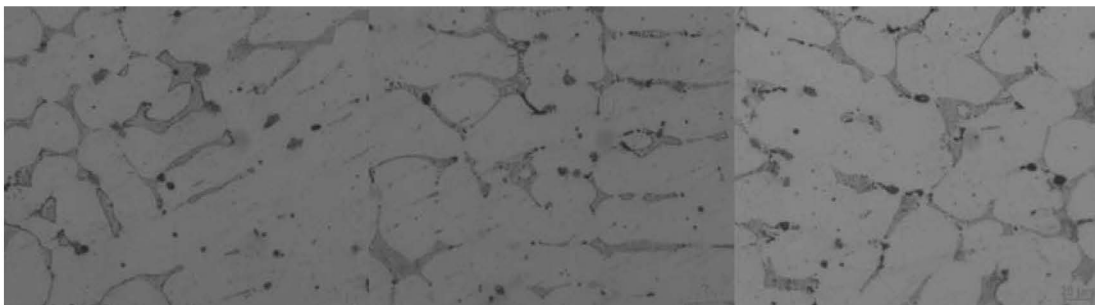
抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%	布氏硬度HBW
≥515	≥240	≥7	187~248



(a) 腐蚀前



(b) 腐蚀后



(c) 西格玛相

图1 铸件金相质量要求

Fig. 1 Quality requirements for metallographic structure of castings

浇口杯采用通用尺寸, 根据造型线上相关工装尺寸确定浇口杯高度, 浇口杯直径由铸件浇注重量决定, 一般有 $\Phi 40$ mm、 $\Phi 50$ mm两种规格的覆膜砂浇口杯, 如图5所示。

3.2 补缩系统设计

根据模数法设计铸件冒口。耐热钢合金元素含量高, 体收缩大, 补缩所需金属液多。生产中使用发热保温冒口套可将冒口补缩效率从普通砂型冒口的6%~8%提高到发热冒口的30%以上。在相同模数条件下, 采用发热保温冒口套, 可减小冒口体积, 提高冒口补缩效率和铸件工艺出品率。

铸件热节模数采用 $M_{热节} = V_{热节} / A_{热节}$ ($V_{热节}$: 简化模型的体积; $A_{热节}$: 简化模型的散热表面积) 确定; 冒口模数采用 $M_{冒口} = KM \times M_{热节}$ 得到, 其中, KM 为铸件浇注因数, 取1.2~1.4; 通过 $V_{冒口} \geq \text{合金收缩因数} \times V_{热节}$ 校核冒口体积, 其中, 合金收缩因数取0.4。根据冒口尺寸设计结果选用发热冒口套规格^[1-4]。

3.3 排气系统设计

耐热钢铸件浇注过程中, 型芯及覆膜砂外壳发气量大, 铸件表面易出现侵入性气孔。为避免此类缺陷, 在模具分型面设计排气片, 在芯头位置设计排气孔, 便于型腔内气体排出。

3.4 涂料选用

耐热钢铸件浇注温度一般控制在1 600 ℃左右, 普通覆膜砂很难承受如此高温, 型/芯表面需要浸涂耐高温锆英粉涂料, 保证型/芯砂强度。

4 工艺实施结果

采用所设计的铁型覆砂工艺生产排气歧管类铸

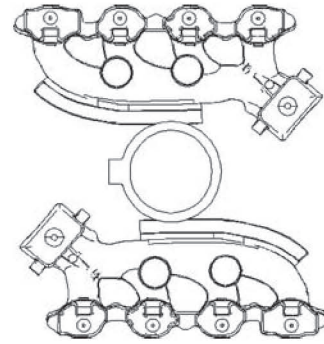


图3 工艺简图

Fig. 3 Schematic diagram of casting process

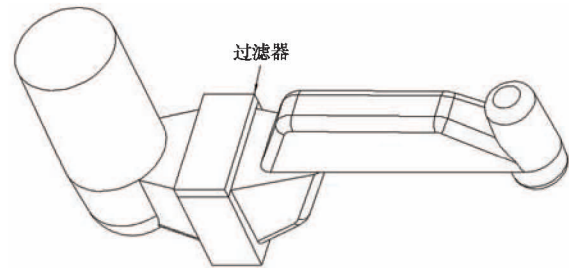


图4 过滤器

Fig. 4 Filter



图5 浇口杯

Fig. 5 Pouring cup

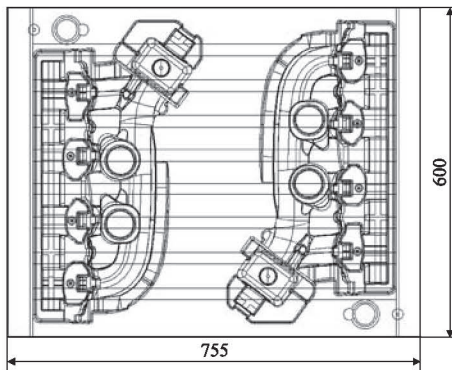


图2 铁型砂箱

Fig. 2 Molding box of metal mold

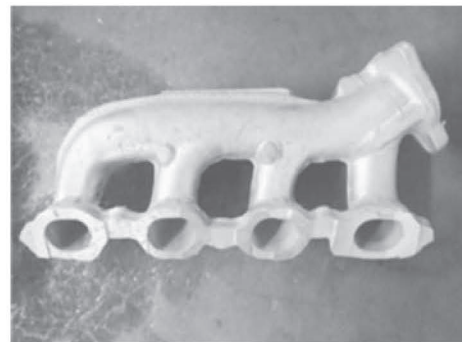


图6 合格铸件

Fig. 6 Qualified casting

件,铸件内外质量和各项性能指标满足铸件技术条件要求,铸件成品率达95%以上,解决了采用覆膜砂壳型工艺造成的铸件质量不稳定、成品率低的问题,合格铸件见图6。

5 结束语

通过精细设计砂箱、浇注系统、排气系统,合理选用涂料辅材,严格过程控制,实现了铁型覆砂工艺生产壁薄耐热钢排气歧管,解决了薄壁耐热钢小件成形难题。

参考文献:

- [1] 李可丹,刘松奇,王瑞金.铸钢涡轮增压器壳体的铸造工艺[J].铸造,2016,65(12):1241-1244.
- [2] 李可丹.利用数值模拟开发涡轮增压器壳体铸件[J].现代铸铁,2014(3):81-85.
- [3] 李可丹.溢流冒口在排气歧管铸造中的应用[J].现代铸铁,2017(4):83-86.
- [4] 金永锡,范仲嘉.高镍奥氏体球墨铸铁涡轮增压器壳体材质及工艺研究[J].铸造,2005(5):494-500.

Sand-Lined Metal Mold Casting Process of Heat Resistant Steel Exhaust Manifold

LI Ke-dan¹, LIU Song-qi¹, WANG Rui-jin², YU Si-rui¹, PENG De-lou¹

(1. Xixia County Feilong Casting Technology Center, Xixia 474500, Henan, China; 2. Xixia County Xibeng Special Foundry Co., Ltd., Xixia 474500, Henan, China)

Abstract:

In the production of small-sized thin-walled heat resistant steel parts, the liquid steel has high viscosity, poor fluidity, and is prone to occur cold lap defects. In the present paper, the feasibility of producing thin-walled heat resistant steel exhaust manifold with sand-lined metal mold process, as well as the design of molding box, gating system, exhaust system and the selection of coating were introduced.

Key words:

heat resistant steel; thin-walled exhaust manifold; sand-lined metal mold; molding box; gating system; exhaust system; coating