

纯回用覆膜砂在合金钢铸件生产中的应用

李莹, 符晓, 王姗姗

西峡县内燃机进气管有限责任公司 河南西峡 474500

摘要: 探讨了覆膜砂性能对合金钢铸件外观质量的影响。使用一种新型纯回用覆膜砂制作外壳芯, 解决了合金钢涡轮增压器壳体铸件外观质量差的铸造缺陷, 提高了涡轮产品的铸造成品率, 保证铸件的交付, 同时降低了生产成本, 保证铸件批量生产的稳定性, 取得了良好的效果。

关键词: 涡轮增压器壳体; 外观质量; 覆膜砂; 生产成本

Application of pure reclaimed coated sand in the production of alloy steel castings

LI Ying, FU Xiao, WANG Shanshan

Xixia Internal Combustion Engine Intake Pipe Co., Ltd., Xixia 474500, Henan, China

Abstract: The influence of the properties of reclaimed coated sand on the surface quality of alloy steel castings was discussed. By using a new type of pure coated sand to make outer shell cores, the casting defect of poor surface quality of alloy steel turbocharger housing castings was solved, which increased the casting yield of turbocharger housing products, ensured the delivery of the castings, while reducing the production cost and ensuring the stability of batch production of the castings, achieving good.

Keywords: turbine housing; appearance quality; coated sand; production cost

1 序言

涡轮增压器壳体(以下简称涡轮壳)是汽车发动机上的重要零部件, 结构复杂, 壁厚较薄, 工作环境恶劣, 生产难度较大。特别是随着发动机排放的升级, 对涡轮的耐温性能提出了更高的要求, 使材质牌号随之不断升级, 升级后涡轮的主要材质为高镍合金铸钢。材质升级后, 在铸造生产过程中, 对造型材料也提出了更高的要求。

2 铸件结构及工艺设计

近期, 我公司开发一家国外客户的涡轮壳产品, 结构如图1所示。该涡轮壳外形尺寸为195mm×137mm×115mm, 主要壁厚为4.5mm。从

图1可看出, 此产品结构复杂, 细小夹角位置较多。加之材质为GX40CrNiSi25-20合金铸钢, 化学成分见表1。因为该材质的铸造工艺性差、浇注温度高, 所以此产品对铸造条件要求较高, 另外由于此产品

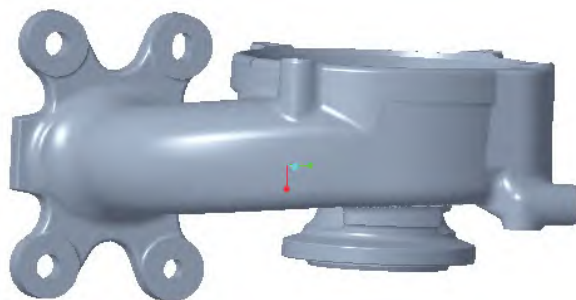


图1 涡轮壳结构

表1 GX40CrNiSi25-20合金铸钢化学成分（质量分数）（%）

C	Si	Mn	P	S	Mo	Ni	Cr
0.3~0.5	1.0~2.5	≤2.0	≤0.04	≤0.03	≤0.5	19~22	24~27

在国外是批量生产的成熟产品，我公司作为第二供应商没有更改产品结构的可能，给生产带来很大困难。

3 铸造试制及缺陷分析

在前期工艺评审时，项目组技术人员就意识到生产此产品成败的关键是如何保证铸件表面粗糙度符合要求（ $Ra=20\mu\text{m}$ ），因为合金铸钢浇注温度在1630~1650℃，对造型材料的要求特别高，若使用湿型砂铸造，则不能满足要求，因此决定使用覆膜砂外壳芯成形，通过组芯后放入湿型砂型中的工艺来生产。外壳砂芯（见图2）使用高强度覆膜砂（以下简称1号砂，性能见表2），试制10箱（见图3），浇注温度1642℃，符合工艺要求，浇注清理抛丸后，发现在铸件侧面出现结疤缺陷（见图4），表面粗糙度达到 $Ra=75\sim100\mu\text{m}$ ，不能返修，铸件只能做报废处理。

第一次试制失败后，项目组经过认真分析，认

为产生外观结疤缺陷的原因是由于覆膜砂外壳芯的强度偏低，在浇注过程中，壳芯不足以支撑高温钢液的灼烧，出现烧结及局部溃散，造成铸件结疤缺陷，因此提高砂芯强度是工艺改善的重点。另外，还有一个问题是这次使用的1号砂，由于添加了陶粒砂和铬铁矿砂，成本很高，达到了每吨2100元，生产成本压力很大，这也是后续工艺改善的一个顶点。



图2 外壳砂芯

表2 1号砂性能数据

70/140目三筛集中度（%）	原砂（质量分数，%）	热态抗拉强度 /MPa	常温抗拉强度 /MPa	热态抗弯强度 /MPa	常温抗弯强度 /MPa	发气量 /（mL/g）	灼烧减量（%）
≥85	硅砂：67；陶粒砂：25； 铬铁矿砂：8	≥1.8	≥4.3	≥3.6	≥8.0	≤15	≤3.0



图3 造型



图4 结疤缺陷

4 铸造工艺优化

针对以上问题，对覆膜砂性能进行了调整，新研发的2号纯回用覆膜砂（以下简称2号砂）要求满

足两个条件：一是强度要高；二是成本要低。2号砂将抗拉强度提高到5.5MPa以上，提高原砂平均细度，以改善壳芯的表面粗糙度。另外，在覆膜砂中

加入铁粉 (Fe_3O_4)，以提高覆膜砂的耐火性能，这样同时具有高强度和高耐火性的覆膜砂，在浇注过程中就会降低铸件产生结疤缺陷的概率。

2号砂中无陶粒砂和铬铁矿砂加入，达到了降低成本的目的，同时对硅砂的来源进行调整，由原来使用新硅砂，更改为使用纯回用硅砂。将工厂生产中产生的废旧硅砂，收集后经过高温焙烧，焙烧温度为620℃，保温4h后冷却到室温，旧砂经过焙烧和过筛后，与新砂性能几乎相同。

生产工艺：将回用硅砂放在加热器中加热，加热到150℃后放出砂子，并快速加入酚醛树脂 (6%~6.5%)，并搅拌均匀，再降温至110℃，倒入乌洛托品水溶液，然后放入硬脂酸钙粉，加入铁粉 (6%~8%)，在混砂机快速搅拌的冲击作用下，混合料团块被逐步击碎分散，形成松散的、表面包覆了树脂膜的覆膜砂，经降温、振动筛分，生产出纯回用的覆膜砂^[1-3]，其性能见表3。

表3 2号砂性能数据

70/140目三筛集中度 (%)	回用硅砂 SiO_2 含量 (质量分数, %)	热态抗拉强度 /MPa	常温抗拉强度 /MPa	热态抗弯强度 /MPa	常温抗弯强度 /MPa	平均细度	发气量 / (mL/g)	灼烧减量 (%)
≥85	≥90	≥2.2	≥5.5	≥5.0	≥9.0	80~85	≤15.5	≤3.0

5 生产验证

使用2号砂制作砂芯 (见图5)，其余的铸造工艺不变，生产10箱 (见图6)，清理抛丸后检验外观，没有出现结疤等缺陷 (见图7)，铸造阶段的成品率达到95%以上，保证了产品按时交付客户。



图5 外壳砂芯



图6 造型



图7 外观质量合格

6 结束语

合金铸钢涡壳造型、制芯是铸造生产中的主要工艺环节，成败的关键是使用一种合适的外壳芯覆膜砂，通过我公司研制试验，开发的纯回用覆膜砂，已经在合金铸钢生产中大批量使用，保证了铸件的外形尺寸及表面质量，同时降低了生产成本，可将生产成本控制在每吨1200元，取得了很好的效果。

参考文献：

- [1] 黄天佑. 造型材料[M]. 北京：中国水利水电出版社，2006.
- [2] 李远才. 覆膜砂及制型 (芯) 技术[M]. 北京：机械工业出版社，2008.
- [3] 杨梦丽，李海林，李静文. 铸造用再生覆膜砂性能研究与应用[J]. 铸造工程，2023 (5)：65-67.

MW 20241028