

● 生产技术 Production Technology ●

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.08.011

新型环保造型材料在减速器壳体铸造中的应用

韩挨成¹,李希石¹,李庆松¹,李晓飞²

(1. 山东旭光得瑞高新材料股份有限公司,山东 德州 251500;2. 西安理工大学 材料科学与工程学院,陕西 西安 710048)

摘要:减速器壳体铸件在粘土砂铸造过程中,表面粘砂和缩松(孔)缺陷十分常见。将新型环保造型材料与均衡凝固有限补缩技术相结合,获得了良好的铸造工艺性和质量效果,达到了批量稳定生产。

关键词:减速器壳体;缩松;粘砂;夹砂;潮模砂

中图分类号:TG255

文献标志码:A

文章编号:1000-8365(2021)08-0696-03

Application of a New Type of Environment-friendly Molding Material in Casting of Reducer Housing

HAN Aicheng¹, LI Xishi¹, LI Qingsong¹, LI Xiaofei²

(1. Shandong Xuguang Derui High-tech Materials Co., Ltd., Dezhou 251500, China; 2. School of Materials Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: In the process of clay sand casting, the defects of surface burning-on sand and shrinkage porosity (hole) are very common. In this paper, the combination of the new environmental-friendly molding materials and the equilibrium solidification limited feeding technology has obtained good casting technology and quality effect, and achieved the batch stable production.

Key words: reducer housing; dispersed shrinkage; burning-on; scab; green sand

缩松、缩孔是铸造生产中常见的铸造缺陷。缩孔(松)是铸件在冷凝过程中收缩,得不到金属熔液的补充而产生的孔洞,形状不规则,孔壁粗糙,一般位于铸件的热节处^[1]。减速器壳体具有一个环形热节和多个分散热节,连接热节部位的结构壁厚较薄,易形成缩孔、缩松缺陷。同时减速器壳体结构比较复杂,对粘土砂的性能要求非常严格,否则易形成粘砂、结疤、砂眼等缺陷,用新型环保造型材料谓之“铸元素”混制的粘土砂透气性好,紧实度均匀,成型性好,抗粘砂、结疤能力强,使用过程型砂性能稳定;而且不添加煤粉,绿色环保无污染,是一种性能优良的潮模砂造型材料。为了获得表面成型质量高,内部致密健全的减速器壳体铸件,本文将“铸元素”新型材料与均衡凝固有限补缩原理^[1]相结合,达到了理想的技术质量效果。

1 铸造工艺及补缩设计

减速器壳体具有回转体结构,上下两个大法兰,法兰厚度约 40 mm,外侧设置 6 个较厚的加强筋,几

何热节较多,内部为阶梯式变径空腔,属于结构复杂中小件。为方便机器造型,浇注位置选择大法兰朝上,以大法兰上平面为分型面。为实现大流量快速对称充型,采用封闭式浇注系统和“T”型随形环形浇注系统。采用两个离心式集渣冒口和中心侧冒口对铸件进行补缩,依据均衡凝固 3f 法设计冒口尺寸,设计方案详见文献[1],同时遵循冒口离开热节又靠近热节的补缩原则,将冒口颈设置在两筋之间。一箱 1 件,铸件结构和铸造工艺如图 1。



图1 铸造工艺方案

Fig. 1 Casting technology scheme

铸件材质为 QT450-10。铁液浇注质量约为 40 kg,浇注时间约 10 s,上箱高度为 30 cm。按大孔

收稿日期:2021-06-23

作者简介:韩挨成(1968—),内蒙古呼和浩特人,助工。主要从事钢铁生产技术方面的工作。电话:13465332779, Email:55068177@qq.com

出流理论设计浇注系统各单元面积和尺寸。具体计算过程如下:

(1) 直浇道压头 $H = 30$ cm。

(2) 浇注系统截面比为 $\Sigma A_{直} : \Sigma A_{横} : \Sigma A_{内} = 1.2 : 1.1 : 1.0$ 。

(3) 四单元浇注系统 $\mu_1 = 0.50 \sim 0.65, \mu_2 = 0.50 \sim 0.65; \mu_3 = 0.45 \sim 0.60$, 本文选取 $\mu_1 = \mu_2 = 0.50; \mu_3 = 0.45$, 求得:

$$k_1 = \frac{\mu_1 \cdot A_1}{\mu_2 \cdot A_2} = 1.09 \quad (1)$$

$$k_2 = \frac{\mu_1 \cdot A_1}{\mu_3 \cdot A_3} = 1.33 \quad (2)$$

式中, k_1 为直浇道与横浇道有效截面比; k_2 为直浇道与内浇道有效截面比。

(4) 计算内浇道实际出流压头 H 及平均压头 h_p 。通过测量可以得到, $c = 15.5$ cm, 代入可得:

$$h_p = \frac{k_2^2}{1 + k_1^2 + k_2^2} (H - \frac{c}{8}) = 8.42 \text{ (cm)} \quad (3)$$

式中, c 为型腔总高度, cm。

(5) 计算浇注时间 τ 。

浇注时间 τ 为 $8 \sim 13$ s, 本文选择 10 s。

(6) 计算内浇道截面积 A_3 。

$$\Sigma A_{内} = \frac{G}{\rho \mu_3 \tau \sqrt{2g \cdot h_p}} = 9.88 \text{ (cm}^2) \quad (4)$$

$$A_3 = \frac{1}{2} \Sigma A_{内} = \frac{1}{2} \times 9.88 = 4.94 \text{ (cm}^2) \quad (5)$$

式中, G 为铸件浇注总重量, kg; ρ 为金属液密度, kg/cm³; g 为重力加速度, 9.81 m/s²;

内浇道界面形状为 $37/39$ mm \times 13 mm 梯形。

(7) 分别计算直浇道和横浇道截面积 A_1, A_2 。

由 $\Sigma A_{直} : \Sigma A_{横} : \Sigma A_{内} = 1.2 : 1.1 : 1.0, \Sigma A_3 = 9.88 \text{ (cm}^2)$ 可知,

横浇道截面积:

$$A_2 = \frac{1}{2} \times \Sigma A_{横} = \frac{1.1}{2} \times \Sigma A_{内} = 5.44 \text{ (cm}^2)$$

取横浇道截面形状为 $24/30$ mm \times 20 mm 梯形。

直浇道截面积:

$$A_1 = \Sigma A_{直} = 1.2 \times \Sigma A_{内} = 11.86 \text{ (cm}^2)$$

直浇道为 $\phi 39$ mm 圆柱形。

2 新型环保造型材料“铸元素”的性能特点

“铸元素”材料(ZYS)是由多种有机和无机物组分相互关联的复合物,通过各组元间的合理优化、组合,使“铸元素”型砂具有优异的使用性能^[2]。潮模砂主要技术指标列入表1。砂型在试验过程中烧损少,回用性好,利用天然植物材料,取代煤粉,不但降低了废气排放量,还能吸附各种烟气和粉尘,无毒、无烟、无味,彻底优化和解决了铸造车间环境差的老大难问题。主要性能特点^[3]:①加入量比普通的粘土砂减少30%以上;②型砂韧性好,起模性能优良;③流动性好,便于充型紧实;④保水性好,防风干失去强度;⑤由于加入量少,相应含水低,可防止气孔产生;⑥旧砂含泥量减少,新砂加入量减少,含芯砂1%以上的旧砂就可完全实现芯砂代新砂(不加新砂);⑦有效解决了大量使用覆膜砂,三乙胺冷芯砂给砂型造成的脆性;⑧抗粘砂,结疤能力强;⑨型砂高温性能稳定;⑩不含有害元素硫,球铁铸件表面不产生畸变石墨,明显减少片层石墨;⑪复用性好,可长时间保持低加入量;⑫减少粉尘和浇注时烟气的污染;⑬浇注后型砂落砂性能明显改善。这些性能特点为高质量球墨铸铁减速器壳体件的生产提供了有力的物质保障。

表1 铸元素潮模砂主要技术指标

Tab.1 Main technical indexes of ZYS green sand

技术指标	数值	技术指标	数值	技术指标	数值
湿压强度/kPa	110~160(1次/2h)	紧实率(%)	32~36(1次/2h)	透气性(%)	100~140(1次/2h)
劈裂强度/kPa	30~40(1次/2h)	水分(%)	3.0~3.6(1次/2h)	有效黏土含量/%	6~8(1次/周)
酌减量(%)	3~4(1次/周)	发气量/mL	11~22(1次/周)	旧砂温度/℃	≤40℃(2次/班)
含泥量(%)	11~13(1次/周)	旧砂水分(%)	1.5~2(2次/班)	型砂粒度 AFS(%)	58~64(1次/周)

3 减速器壳体铸件成型质量综合分析

使用新型绿色环保造型材料“铸元素”生产的减速器壳体液压铸件,落砂后表面粗糙度低,铸件多处拐角无粘砂现象,抛丸后的铸件外观状态如图2所示。可以看出,铸件成型质量较高,表面轮廓清晰

完整,拐角及冒口颈根部均无粘砂缺陷,这主要与型砂发气量适中,蓄热系数较大,抗粘砂能力强有关。粘土砂型砂中用“铸元素”代替普通的膨润土和煤粉可以使粘土砂具有良好的均匀性、韧性、流动性、高温稳定性和均匀的紧实度及循环使用性能稳定性等优异的综合性能,这在保证粘土砂铸件拐角处理

砂抗拉强度和密度的同时,还有助于避免铸件在该处产生粘砂、冲砂和结疤缺陷。

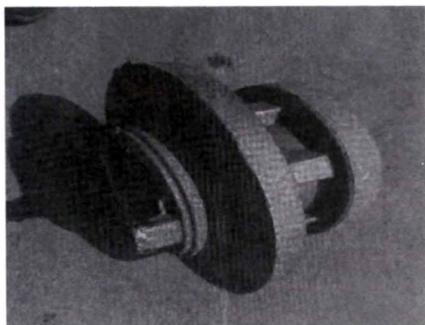


图2 铸件抛丸后的表面形貌

Fig. 2 Surface morphology of casting after shot blasting

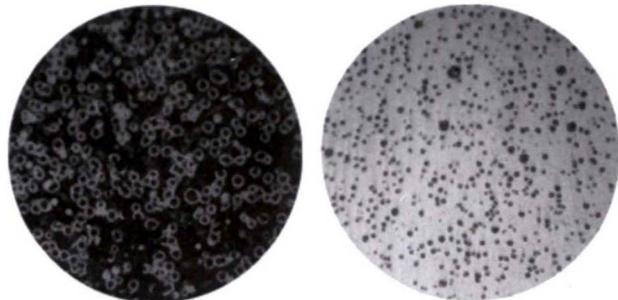
铸件经抛丸清理后,在冒口颈根部未发现缩孔缩松缺陷。另外,对缺陷敏感部位进行解剖,也未在热节部位发现缩孔缩松缺陷。在工艺试验期间,共生产60件,抽检18件,合格率达到100%。工艺出品率约达64%。正式投产后,成品率达到98.6%,现已达到批量生产。

使用铸元素生产的中小铸件外观质量好,不仅消除了铸件粘砂、冲砂、结疤缺陷,而且绿色环保,节能减排,综合成本下降5%~10%,选择“铸元素”新型环保粘土砂造型材料是铸造企业保质增效的首选铸造材料,值得推广使用。

图3为球墨铸铁的微观组织。可以看出,使用铸元素的粘土砂型生产的减速器壳体铸件,球化级别2级,石墨大小7级,石墨球细小,分布均匀,珠光体数量12.1%,碳化物数量1.7%,抗拉强度为465 MPa,经过加工试验铸件无任何铸造缺陷,各项技术指标均达到客户的技术要求,已经开始批量稳定生产。

另外,在铸件表面,没有发现表层畸变石墨的出现,这主要是铸元素型砂不含有害元素硫有关。使用“铸元素”的粘土砂型,铁液在浇注过程中,没有煤粉的燃烧而带来的空气污染,也没有煤粉中的S与Mg结合而产生的MgS。对于球墨铸铁而言,镁

的化合物减少了,对改善球墨铸铁表层衰退石墨起到了关键的作用。



(a) 微观组织

(b) 石墨形态

图3 球墨铸铁中的微观组织和石墨形态

Fig. 3 Microstructure and graphite morphology in the nodular iron castings

4 结论

(1)采用均衡凝固有限补缩设计方法和原则及大孔出流设计理论,可以有效的消除壳体件缩孔缩松缺陷,达到批量稳定生产。

(2)使用“铸元素”新型环保造型材料的粘土砂紧实度均匀,成型性好,生产的减速器壳体铸件落砂性好,拐角及凹面处无粘砂,具有良好的表面成型质量和较低清理成本。

(3)使用铸元素生产的中小铸件外观质量好,不仅消除了铸件粘砂、冲砂、结疤缺陷,而且绿色环保,节能减排,综合成本下降5%~10%,选择“铸元素”新型环保粘土砂造型材料是铸造企业保质增效的首选铸造材料,值得推广使用。

参考文献:

- [1] 魏兵,袁森,张卫华. 均衡凝固理论技术及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [2] 王文中,李庆松,王义东. 新型环保造型材料“铸元素”特性分析[J]. 铸造技术,2021,42(4): 287-290.
- [3] 相士强,孙清州. 铸元素在含大量覆膜砂芯砂在黏土砂中使用[J]. 铸造设备与工艺,2017(1): 58-60.

《铸件均衡凝固技术及应用实例》

《铸件均衡凝固技术及应用实例》由西安理工大学魏兵教授编著。共8章:1 铸铁件均衡凝固与有限补缩;2 铸铁件冒口补缩设计及应用;3 压边浇冒口系统;4 浇注系统大孔出流理论与设计;5 铸件均衡凝固工艺;6 铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺;7 浇注系统当冒口补缩设计方法;8 铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书320页,特快专递邮购价280元。

邮购咨询:李巧凤 029-83222071,技术咨询:13609155628