

# 厚大断面球墨铸铁生产质量控制技术

徐德安

(广州市志利机械科技有限公司, 广东 广州 510800)

**摘要:**近几年,厚大断面球墨铸铁件得到了十分快速的发展,被广泛用于大型船用柴油机机体、风电轮毂及大型注塑装备锁模板等领域。厚大断面球铁件之所以大面积应用,主要是因其具有优良的性能和低廉的成本。本文通过分析生产厚大断面球墨铸铁件面临的主要问题,提出了防止球化和孕育衰退及石墨畸变的解决方法,即在厚大部位和热节部位用冷铁强制冷却,铸件金相组织和性能得到了有效控制。

**关键词:**厚大断面;球墨铸铁;冷铁;热节;石墨畸变

**中图分类号:** TG255

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2021)31-0176-02

厚大断面球铁长时间处于液态和共晶状态的混合相中,易出现球化和孕育衰退现象,并且会伴随风电轮毂及石墨畸变和石墨漂浮等现象出现。尤其是部分强度较高并且韧性和断裂韧性较高的大型球铁铸件,在生产厚大断面球铁时,为了克服以上问题,通常会采用各种方式来解决,例如对化学成分的严格控制、对球化、孕育处理方法的改进等,在铸件厚壁部位采用强制冷却的方法,通过对冷却速度的提升,来对顺序凝固或同时凝固创造条件,采用此类工艺措施能够为铸件质量提供保证。

## 1 生产厚大断面球墨铸铁件面临的主要问题

### 1.1 厚大断面球墨铸铁件优势

通常来说,类似于大型柴油机机体大型注压机机板等球墨铸件中超过 100mm 厚的铸件,就是所谓的厚大断面球墨铸铁件。因此,在厚大断面球墨铸铁件生产的过程中,需要对铸件的健全性、致密性以及尺寸等进行考虑。还要对局部厚大部位加以考虑,大部分铁素体必须具有与标准数据相符或更高的基体,部分还需要具有抗低温冲击性能,一般超声波和渗透探伤是铸件最为主要的检测方式<sup>[1]</sup>。

### 1.2 生产厚大断面球墨铸铁件面临的问题

在铸造厚大断面球墨铸铁件时,由于铁水凝固时间长,铸造型腔中铁水热容量相对很大,无法实现快速凝固,因此极易出现球化和孕育衰退降低球化和孕育效果,进而改变铸件组织和铸件基体。此类问题在铸件中最为严重,导致石墨球的尺寸变大、数量变少甚至出现畸变等。由于溶质元素在凝固阶段进行再分配时,元素偏析现象较为严重,并且会出现大量晶间碳化物等,因此,会导致球墨铸铁无法保持良好的力学性能,特别是会大幅降低其延伸性和塑性,对其推广造成一定的制约。制造业在经过不断发展后,从内外质量和技术条件等方面,对大断面球铁件提出了更高的要求<sup>[2]</sup>。

## 2 生产铸造厚大断面球墨铸铁件的工艺

### 2.1 6个设置冷铁的原则

(1)如果铸件中的冒口在铸件中热节的分布难度较大,并且十分分散,就可以通过设置冷铁,来避免缩孔、缩松等问题。

(2)如果铸件局部存在着厚度较大的壁,那么就需要通过对局部厚壁部位冷却速度的提升,以实现与其他部分同时凝固,将冷铁安放于铸件厚壁部位或铸件薄壁的连接拐弯处,以此来使其避免缩孔、缩松、裂纹或变形等缺陷。

(3)如果铸件的冒口需要设置于热节部位,为了使其能力和冒口体积能够得到提升,就需要高效利用铁液,通常来说,需要在对应冒口的部位安放冷铁,切勿在冒口周边设置,以此来避免冒口补缩<sup>[3]</sup>。

(4)想要使部分铸件部位的金相组织能得到改善,或者需要提升其表面硬度,可以在该处通过冷铁的安放来提升其耐磨性。在对冷铁进行添加时,需要适时考虑是否会导致冷层深度的产生,在加工时通过对其的去除,能够获取良好性能的金相组织。

(5)通常来说,在铸件下部或铸件侧面安放外冷铁,如果在铸件上部安放大型冷铁,会导致型腔无法正常排气。

(6)在生产球铁时所添加的冷铁与灰铁具有不同的使用特点,由于对冷铁和铸件壁具有一定的厚度要求,一般冷铁与铸件壁厚比控制在 0.4-0.6 为宜。过厚的冷铁会加大渗碳体组织,这主要是由于相比球铁来说,灰铸铁碳和硅的厚度更低。

### 2.2 冷铁在球墨铸铁中的使用特点

(1)对厚断面进行快速冷却和改变,特别需要改善球化在中心部位的效果,以此来使球化衰退和石墨的畸变能够得到避免。由于无法在大断面球铁中心进行快速冷却,因此石墨经常无法保持圆整,情况严重的还会导致碎块状石墨的出现,其力学性能会大幅下降,尤其是抗冲击能力和伸长能力<sup>[4]</sup>。

(2)对收缩问题的克服。由于收缩现象极易在球铁中出现,因此在大铸件和铸件壁的表面和厚薄过渡区,经常会看到缩瘪的表面,在加工完热节部位后,会导致黑点的出现,也就是无法集中缩松。这主要是由于大件球铁和厚壁处存在一定的缺陷。在添加冷铁后会导致温度产生梯度差,可以采用人工的方式来改变凝固方式,使其能够按照一定的方向进行逐层凝固,将液态补缩添加到凝固优先发生的部位,以此来避免其缩松现象的出现。此外,由于经过冷铁激冷后的铸件壁所具有的固体外壳十分坚实,因此,通过利用膨胀的石墨球,能够使液态收缩和凝固收缩的补缩得以实现,通过对冒口量的减少,能够使工艺出品率得到提升。

(3)对石墨片漂浮问题的抑制:由于快速冷却能够提升结晶速度,也就是铸件断面较薄,因此能够避免石墨出现漂浮的现象<sup>9</sup>。

(4)有冷铁周边的金相组织以及石墨球和铁素体基体具有细小和圆整的特征,因此,在选择外冷铁厚度时,考虑到结晶特点较为特殊,不仅会加大渗碳体的形成难度,还会出现更多圆形石墨和铁素体,因此,片状石墨铸铁不会对其和铸件薄壁造成影响。根据实践得知,0.6~1.2是冷铁和铸件最合适的厚度比。

### 2.3 冷铁的使用注意事项

(1)由于冷铁需要具有光滑平整的表面,其表面不得出现孔洞、裂纹等问题,还要做好防锈工作,因此,为了避免锈斑,通常会将锡或锌熔入内冷铁中,想要使铸件能够免于出现气孔等问题,就需要对外冷铁进行涂料操作。

(2)为了使铸型内的外冷铁能够免于出现脱落,可以将钉子、钩子等设置于大型冷铁或厚壁冷铁背面。

(3)通常来说,板型外冷铁的所有侧面需要保持45°斜角,目的是缩小交界处的冷铁和型砂的冷却速度差,以此来避免裂纹的产生。

(4)用于干型铸件的冷铁的放入需要在烘干后,用于湿型铸件的冷铁的放入通常需要在合箱时,并且需要在放入前做好干燥工作。

### 2.4 用于厚大断面球铁的外冷铁

(1)石墨和挂砂这两种冷铁是大型厚薄球墨铸件生产阶段最好的外冷却材料,其具有良好的吸热性和导电性,同时,它还能够使铸件表面免于出现铁豆和皱皮等现象。

(2)在厚大断面球铁的厚壁中添加外冷铁时,需要按照K这一比值,在一侧使用0.7~0.8K值的冷铁,在双侧采用0.8~1.2K值的冷铁,如果比这一范围更大,那么就会导致冷铁厚度增大,在快速凝固时会无法产生激冷效果。由于石墨的导热性较高,比普通铁高出3倍,但是其蓄热能力较低,在强制冷却作用下,是最适宜的铸型材料。冷铁在系统中能够增加风冷和水冷,是特大型厚壁球墨铸铁最佳的生产工艺,在进行此类操作时,必须要保持安全。

### 3 厚大断面球铁石墨畸变预防策略

针对厚大断面球铁来说,最大的一项缺陷就是石墨畸变,会导致其力学性能出现严重的恶化。石墨最为常见的三种畸变形式就是:石墨漂浮以及开花状和碎块状的石墨。

大断面球墨铸件中经常会发生的一个问题就是石墨漂浮。石墨漂浮指的就是大量石墨聚集在了铸件表面,且具有黑斑状

均匀分布的宏观断面。采用宏观的形式进行观察,能够发现其类似于夹渣,断面和金属断口的分界十分清晰,采用显微镜进行观察能够发现,该区具有的石墨为普通断面的3~7倍,且具有各种各样的形貌,并且具有较大的体积。在石墨密集漂浮的区域,大部分石墨在受到严重破坏后,由球状转变为了开花状,并且会夹杂一些Mg和Mg化合物。经过普通化学分析得知,其含有过量的C、Mg以及S等元素。

漂浮的石墨会从力学性能方面,给铸件带来严重的影响,导致其强度以及伸长率等出现大幅降低,从耐磨性以及耐压性方面,给铸件带来严重的影响。使铸件表面出现恶化,也极易导致CO/CO<sub>2</sub>气孔在铸件表面或铸件砂芯拐角处的出现,进而破坏大量球状石墨的形态,使其变为开花状,甚至会堵塞过滤器。

大的CE是导致石墨漂浮的主要因素。根据实践得知,石墨漂浮带的碳数量与其深度成正比关系,与铸件壁厚和浇注温度也成正比关系。漂浮的石墨厚度主要影响因素就是浇注温度,越高的温度下浇注就会产生越严重的石墨漂浮。通过对CE的合理选用,能够使此类缺陷得到最佳的预防。偶尔也可以通过冷铁等的使用,来进行快速冷却<sup>10</sup>。

### 4 结语

由于大断面球铁具有优良的性能和低廉的成本,是大型重要零件的重要制造材料。因此,大面积应用到了球铁中。

(1)由于在铸造厚大断面球墨铸铁件时,会产生大量的热,并且无法快速凝固,因此极易降低球化和孕育效果,进而改变铸件组织和铸件基体,此类问题在铸件中心最为严重。

(2)冷铁在球墨铸铁中进行使用时,需要通过对冷铁的设置、对冷却速度的提升、在对应冒口的部位安放冷铁、对其表面硬度的提升等,来对其进行提升。

(3)在使用冷铁时需要做好对厚断面的快速冷却来改变对收缩问题的克服和对石墨漂浮问题的抑制。

### 参考文献

- [1] 徐明君.厚大断面球墨铸铁件的质量影响因素及控制措施[J].机械工业标准化与质量,2015(8):44-47.
- [2] 章安静.厚大断面球墨铸铁的生产技术[J].铸造技术,2011,32(5):732-733.
- [3] 魏永强,杨智明,解戈奇.大断面球墨铸铁的熔炼质量控制[C]//2009中国铸造活动周论文集,2009:6.
- [4] 吴启军,程存平,魏志.厚大断面球墨铸铁件生产实践[C]//第四届安徽省铸造技术大会论文集,2009:67-68.
- [5] 柯志敏,陈永成.提高厚大断面球墨铸铁模板硬度的工艺试验[J].中国铸造装备与技术,2012(4):18-20.
- [6] 胡合松,柴知章.浅谈厚大断面球墨铸铁件的生产[C]//第11届21省(自治区)、4市暨山西省第22届铸造会议论文集,2010:186-189.

收稿日期:2021-07-01

作者简介:徐德安(1968—),男,汉族,四川自贡人,本科,工程师,主要从事铸造工艺工装和熔炼工艺设计、铸造厂生产运营管理工作。