



铸态球墨铸铁轴瓦的生产

■ 李健

摘要: 从化学成分的确、原材料的控制要求、生产工艺等方面介绍了利用中频感应电炉生产铸态球墨铸铁铁道车辆轴瓦的生产过程,在实际生产过程中,确保生产原材料的质量符合规定的要求,化学成分确定合理,工艺过程控制的稳定是生产铸态球墨铸铁轴瓦的关键。

关键词: 球墨铸铁;轴瓦;球化孕育处理

轴瓦是新造KF60自翻车上保护润滑油轴的关键零件,其结构尺寸为270mm×181mm×70mm,材质为QT450-10,其结构如附图所示,轴瓦属于壁厚均匀的薄壁件,主要壁厚尺寸为28mm,所有表面均需加工,铸件弧形内表面是其主要工作表面,要求必须光滑平整,不允许有肉眼可见的缩松、气孔、夹砂、砂眼等缺陷存在。

为降低生产成本,缩短生产周期,决定采用铸态球墨铸铁生产工艺进行铸造。为此,笔者对其化学成分的确、生产原材料的质量控制、球化及孕育处理等方面进行了研究,在生产过程中实施后,生产出的铸态球墨铸铁轴瓦,经检测完全符合规定的技术要求,满足了新造KF60自翻车的需求。

1. 化学成分的确

碳: 碳元素促进石墨化,减少白口倾向,增加铁素体,改善可加工性。能促进镁的吸收,改

善球化效果,提高石墨球的圆整度,可以提高铁液的流动性,确定铁液的 $w_C=3.5\%\sim 3.9\%$ 。

硅: 硅可以明显促进石墨化,对于铸态球墨铸铁,增加含硅量可以增加铁素体量,改善球墨铸铁的塑性,但是含硅量过高,球墨铸铁脆性明显增加,因此确定 $w_{Si}=2.6\%\sim 2.9\%$ 。

锰: 稳定珠光体,锰量过高易产生渗碳体,提高脆性转变温度,降低冲击韧度,因此控制 $w_{Mn}<0.3\%$ 。

磷: 在球墨铸铁中溶解度很低,当超过某一含量时,易偏析于共晶团边界形成磷共晶体,严重恶化铸件力学性能,降低铸件的塑性、韧性和强度,并且使铸件产生冷裂,控制 $w_P<0.05\%$ 。

硫: 硫与镁、稀土亲和力很强,消耗铁液中的球化元素,降低球化率,此外硫还促进夹渣、皮下气孔等缺陷的形成,为提高球墨铸铁件的质量,原铁液含硫量越低越好。

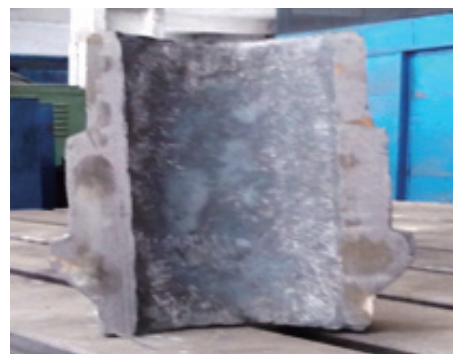
镁和稀土: 在保证球化合格

的条件下应尽量降低镁和稀土的添加量和残留量,依照轴瓦的主要壁厚值,控制 $w_{Mg}=0.030\%\sim 0.045\%$, $w_{RE}=0.02\%\sim 0.03\%$ 。

2. 原材料的控制

(1) 炉料 生产球墨铸铁必须严格控制干扰球化的元素和白口元素,生产球墨铸铁轴瓦的炉料主要是Z18生铁、废钢、硅铁,这些炉料应是低锰、磷的纯净炉料。

生铁中干扰球化的元素如Ti、Sn、Zn、Cr、V、Sb、Pb等,这些有害微量元素的总和要控制在 $<0.1\%$ 。



轴瓦结构

我公司选用某厂的Z18生铁，其化学成分： $w_C > 3.3\%$ ， $w_{Si} = 1.40\% \sim 1.80\%$ ， $w_P < 0.06\%$ ， $w_S < 0.04\%$ 。使用的废钢应洁净，以防止球墨铸铁件成分波动较大。

回炉料，用铸件本体回炉料或同一牌号的其他产品回炉料。

(2) 球化剂 采用中频感应电炉作为熔炼设备，根据出铁温度及铁液含硫量，我公司采用的是稀土镁硅铁球化剂。采用这种球化剂处理时，由于合金中含硅量较高，可显著降低镁处理时反应的剧烈程度，同时也能因增硅而有些孕育作用。所用球化剂的规格为FeSiMg6RE4，其化学成分为 $w_{RE} = 3.0\% \sim 5.0\%$ ， $w_{Mg} = 5.0\% \sim 7.0\%$ ， $w_{Si} = 44\%$ ，球化剂的粒度一般控制在5~15mm。

(3) 孕育剂 孕育处理是球墨铸铁生产过程中的一个重要环节，它不仅消除球化元素所造成的白口倾向，而且同时细化石墨球，从而提高球墨铸铁的力学性能。孕育剂采用FeSi75，块度控制在1.5~6mm，孕育剂应保持干净、干燥。

3. 生产工艺

(1) 浇注位置的确定 铸件的浇注位置是指浇注时铸件在铸型中所处的位置，是制订生产工艺方案首先要考虑的问题。正确的浇注位置应能保证获得健全的铸件，并使造型、合箱和清理方便。浇注位置的选择是在浇注时将铸件重要面放在底部或侧面，这样能够保证重要面的质量要求，这是因为气孔、非金属夹杂物容易出现在上表面，铸件向下的表面比较光洁，出现缺陷的可

能性小，能防止这些面产生砂眼、气孔、夹渣等铸造缺陷。由于轴瓦的圆弧内表面是其最重要的工作表面，所以轴瓦浇注位置的选择是在浇注时将其圆弧内表面朝下放置。

(2) 分型面、工艺参数的确定 分型面是指铸型组元间的结合面，轴瓦分型面的确定是将形成铸件的铸型全部、直浇道、横浇道、内浇道放在上箱内，这样能防止因错型造成的尺寸偏差，且与浇注位置一致，方便操作。根据生产经验，铸件收缩率取1%。

(3) 浇冒口的设计 由于轴瓦是薄壁类小型铸件，内浇口开设一道从铸件一端引入，由于铸件壁薄，可利用浇口进行补缩，不需要设置冒口，在铸型最高位置处扎若干个出气孔。

4. 冶炼

使用1t/h中频感应电炉进行熔炼，为加快熔化速度和减少损耗，先加入熔点低的Z18生铁，即可用低电压进行送电预热，然后再改用高电压送电，以使炉料自下而上缓慢加热和熔化，待生铁熔化后，即可加入熔点高的废钢，然后再加入硅铁。

进行炉前质量控制，炉料熔清后达到规定的铁液温度1460~1520℃，取样分析化学成分，确认成分合格后出铁。

浇包搪好后，一定要进行烘干。若没有烘透，在注入铁液后，就会吸收部分热量而降低铁液温度，因此，修好的浇包一定要充分烘干，浇注前还要预热，使浇包的温度为600~800℃。

采用冲入法球化，将浇包修成堤坝式，我公司浇包容量为1000kg，用耐火砖将底部一分为二，后部为球化室，深度与内径之比为1.5。

原铁液 $w_S < 0.04\%$ 是保证正常球化的前提条件。当铁液含硫量超标时应采取措施脱硫。使用小苏打($NaHCO_3$)做脱硫剂，将脱硫剂放入浇包内，冲入铁液，加入量为铁液重量的0.3%~0.5%，生产试验表明，脱硫可达30%~50%。由于小苏打吸湿性强，脱硫处理会使铁液温度降低50~60℃。所以用小苏打脱硫前，应将其烘干。另外使用小苏打脱硫处理后会产回硫反应，所以脱硫处理时应及时将熔渣扒掉，以免FeS重新进入铁液，出现回硫现象。

球化剂加入量为1.3%~1.8%，放在堤坝内并铺平。上面放一次孕育剂75SiFe，按0.6%~0.8%加入，铺平、捣实。最上层盖上无锈钢屑、小苏打、集渣剂，冲入铁液向未放置球化剂的一侧，冲入2/3铁液，冲入后反应沸腾时间控制在60s以上，沸腾将要结束时，再冲入其余铁液。球化处理完毕，在浇包的铁液表面加保温集渣覆盖剂，扒尽熔渣。这个操作要迅速，以免时间过长，使铁液温度降低太多。

球化情况判断，铁液冲入一定高度(200~250mm)后开始起爆，均匀持续沸腾足够时间(>1min)，表示反应正常。反应过猛喷出铁液表示烧损过大。反应时间过短、过长均属不正常现象。补加铁液时液面逸出镁光及白黄光焰表示正常。处理后铁

液表面易形成氧化膜表示正常。

炉前检验孕育、球化效果好坏,采用三角试块。将铁液搅拌后深入液面下取样浇注三角试块,冷至暗红色,淬水冷却,砸断后观察断口。断口银白色,断口尖角白口清晰,中心有缩松,上表面及两侧面凹缩,遇水有硫化氢气味,敲击声和钢相似,则球化良好,否则球化不良。

5. 浇注

浇注温度的高低,对铸件的质量影响很大,温度越低则流动性越差,容易产生冷隔和浇不足,但温度过高,会使铸件表面粘砂,缩孔增大,晶粒变粗。根据轴瓦的牌号及壁厚尺寸,确定浇注温度为1340~1380℃。

浇注速度对铸件质量的影响也是很大的,较高的浇注速度可使铁液更好地充满铸型,减少金属的氧化,对要求均匀冷却的铸件有利,能使铸件各部分温差减小。但浇注速度过高,对铸件的冲刷力大,容易产生冲砂等缺陷。较低浇注速度,能使铸件各部分的温差较大,便于对铸件进行补缩。但浇注速度过低,型砂因过热时间较长,易使型砂脱

落,使铸件产生皱纹、冷隔、夹渣、砂眼等缺陷。因此,要结合轴瓦的结构特点及现场生产实际情况来确定浇注时间。

浇注开始时缓慢以细流铁液注入,防止铁液飞溅,随后快速充满浇口,不可断流,最后细流注入,以防铁液溢出,铸型充满后,稍停一下再补浇热铁液。

另外,浇注的同时在出气孔和分型面附近点火引气,以利于型腔和砂型中因受热而产生的气体迅速排出,不使型中气体燃烧,而且也使这些气体氧化燃烧,不至于恶化空气环境。

6. 质量检测

按选定的化学成分及生产工艺,共生产了1000余件轴瓦,经检测轴瓦的结构尺寸完全符合规定,力学性能合格,铸件表面光滑平整,不存在任何铸造缺陷,符合轴瓦的技术要求。一次性通过了检测验收,在KF60自翻车上安装使用效果良好。

7. 结语

为保证获得合格的铸态球墨铸铁轴瓦产品,要求铁液化学成分符合规定要求,在生产过程

中要求原材料的质量符合规定要求。

按适当比例加入球化剂和孕育剂,球化、孕育良好,是生产铸态球墨铸铁轴瓦的重要工艺控制过程。

参考文献

- [1] 中国机械工程学会铸造学会.铸造手册:第1卷 铸铁[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [2] 中国机械工程学会铸造学会.铸造手册:第5卷 铸造工艺[M].北京:机械工业出版社,2002.
- [3] 李魁盛,等.典型铸件工艺设计实例[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 于尔元,等.铸铁件生产指南[M].北京:化学工业出版社,2008.
- [5] 陈琦,等.铸件配料手册[M].北京:机械工业出版社,2000.

作者简介:李健,鞍钢集团铁路运输设备制造公司。

MW 20160316

(上接第22页)

3. 试验结果与分析

通过对校直工序多个批次跟踪,得到大量数据,整理成图5所示。

从图5可以看出,改善后产品的总体轴向圆跳动值呈明显下降趋势,一次合格即轴向圆跳动值在0.05mm以下占到绝大部分,轴向圆跳动值在0.15mm以上数量只占到很小的比例,校直情况大幅改善,生产效率得到了极大提高,达到了预期的目标。

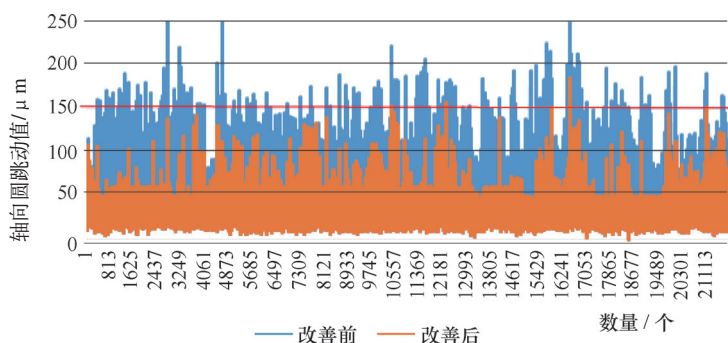


图5 热后变形情况统计

MW 20160219