

球墨铸铁熔炼的质量控制

西安市庆安集团有限公司锻铸厂 (陕西 710077) 聂小武

球墨铸铁因其具有较高的强度和韧性,良好的耐磨性,在汽车、农机、船舶、冶金、化工和机械等行业得到广泛应用。在球墨铸铁生产中,熔制优质的铁液和进行有效的球化及孕育处理是生产的关键。

1. 化学成分

(1) C 和 Si 碳和硅是对球墨铸铁性能影响很大的两种元素,但碳含量的影响不像灰铸铁那样强烈削弱基体,损害铸铁性能,所以只要不产生石墨漂浮,高的含碳量反而有利。石墨结晶多,石墨化膨胀大,使铸件致密,减少缩松,使球墨铸铁更接近共晶成分(碳当量为 4.6% ~ 4.7%)提高流动性。但碳含量过高时,易出现石墨漂浮,球墨铸铁一般控制在 $w_C = 3.6\% \sim 3.9\%$,大断面铸件控制在 $w_C = 3.4\% \sim 3.6\%$ 。

硅含量较高时,加强了石墨化能力,有利于消除渗碳

平方向的有效补缩范围,轮类铸件水平方向的补缩距离一般为 $L = (4 \sim 6)D$ 。生产实践中,冒口一般放在轮辐与轮缘交接的热节处。对于直径较大的铸件,当补缩距离不足时,可以采用外冷铁激冷的方法来提高冒口的补缩效果;对于直径较小的铸件,补缩距离过剩,可以采用隔肋放置冒口的方法,在无冒口的热节处再采用内冷铁激冷,以防止缩松的产生。

(4) 冒口验算 工艺出品率过高,铸件容易产生缩孔、缩松,过低说明冒口中钢液过剩,造成浪费。通过对铸件工艺出品率的验算,可以对冒口高度进行合理的调整。齿轮铸钢件工艺出品率一般取 67% ~ 70%。

3. 浇注系统的设计

齿轮类铸件的浇注系统一般采用切向内浇道,对于高度大于 200mm 的铸件一般采用底返切入。采用切入浇道可以使铸件各个部位热量分布均匀,不致于局部过热而引起裂纹及缩松。采用切向浇道,其切入方向一般设计成反向切入(见图 3);最好不要采用顺向切入(见图 4),否则会使钢液流速过快,易产生紊流,充型不平稳,对铸件的内在质量影响较大。内浇道的数量选取以能确保开放式浇注即可。

体,也有利于石墨的析出,增加石墨化膨胀,减少铸件的缩松,提高塑性、韧性。但也不能过高,否则会使球墨铸铁产生“硅脆性”,使塑性、韧性下降。球墨铸铁含硅量应根据铸件壁厚大小和基体组织要求而定,珠光体球墨铸铁一般为 $w_{Si} = 2.0\% \sim 2.6\%$,铁素体球墨铸铁 $w_{Si} = 2.6\% \sim 3.1\%$,厚大件含硅量低一些,薄小件偏高。

(2) Mn 锰在球墨铸铁中有严重的偏析倾向,在晶界处形成硫化物。锰含量高时还会增加铸件缩松化倾向,增大线收缩率,降低球墨铸铁的塑性和韧性,一般铁素体球墨铸铁控制在 $w_{Mn} = 0.3\% \sim 0.5\%$,珠光体球墨铸铁控制在 $w_{Mn} = 0.5\% \sim 0.8\%$ 为宜。另外,用铜来稳定珠光体比锰的效果要好。

(3) P 磷在铸铁中易形成硬而脆的磷共晶,存在

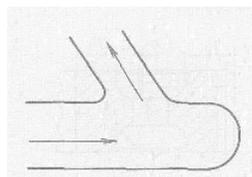


图 3

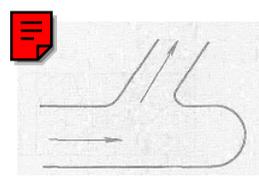


图 4

4. 齿轮生产中常见裂纹缺陷及原因

(1) 辐板与轮缘交接处裂纹 产生原因:①辐板结构不合理。②热处理升温过快。

(2) 冒口中心处裂纹 产生原因:①铸件出现缩孔、缩松。②切割工艺不合理(合金钢、高碳钢冒口直径大于 300mm 时应采取热切割工艺)。

(3) 内浇道根部裂纹 产生原因:①内浇道入口处热量过于集中。②内浇道比例不合适。

(4) 热处理时出现裂纹 产生原因:①钢液不纯净,夹杂物较多。②铸件组织不均匀,有缩松存在。

5. 结语

采用系列化设计,简化了设计程序,确保了工艺的连续性、继承性,稳定了铸件质量,并可减少设计周期。

(20041128)

于晶界上,使球墨铸铁的塑性、韧性和强度降低,而且还使疏松增大,易引起冷裂,所以磷是球墨铸铁中的有害元素,应严格控制在 $w_p < 0.06\%$ 。

(4)S 硫与球化剂中的球化元素有很强的化合能力,生成硫化物或硫氧化物,不仅消耗球化剂,造成球化不良和球化早期衰退现象,而且脱硫所生成的夹杂物增多,易使铸件产生夹渣、皮下气孔等缺陷。所以原材料的含硫量越低越好,一般控制在 $w_s < 0.05\%$ 。

2. 熔炼高质量的铁液

(1)熔制球墨铸铁原铁液,对原材料生铁必须选用高碳、低硅、低锰、低磷和含有尽量少的反石墨球化元素的生铁。最好采用球墨铸铁专用生铁如Q10等。

(2)废钢主要用来调整碳、硅含量,废合金钢中含有各种干扰球化元素,易造成球化不良,产生碳化物,使球墨铸铁性能大大降低,所以必须仔细挑选后才能使用。

(3)由于球化孕育处理过程中要加入大量的处理剂,会使铁液温度降低很多,所以球墨铸铁原铁液应有较高的出炉温度,最好控制在 $1500 \sim 1550^\circ\text{C}$ 。温度太低易造成球化不良、浇不足、夹渣和气孔等缺陷,温度过高,球化剂会氧化烧损,同样会造成球化不良。

3. 球化处理

(1)在大部分企业的生产中,球化剂一般用稀土镁合金,采用冲入法处理,球化剂的化学成分一定要稳定,用量应严格控制,根据铁液含硫量、基体组织要求及铸件壁厚等情况,一般控制在 $1.3\% \sim 1.8\%$ (质量分数)。球化剂过多易产生大量的渗碳体,影响性能,而加入量不足时则易产生球化不良。

(2)球化处理所用的浇包高度一般是直径的 $1.5 \sim 2$ 倍,这样可以加大镁蒸汽沸腾时穿透铁液的路程,提高镁的吸收率。一般采用堤坝式,在包底筑一堤坝围成占包底 40% 左右的凹穴,浇包必须烘干、烘透,使用时最好将浇包用铁液烫一下再用,以避免铁液降温过多。

(3)球化剂堆置的松紧程度直接关系到与铁液的反应速度。太松时铁液易钻入间隙,使球化剂上浮烧损,造成球化失败,过紧易烧结成块,降低反应程度,球化效果也不好,应松紧合适,球化剂上面用 $1/3$ 孕育剂或铁屑、铁板等覆盖。

(4)出炉时,浇包放球化剂的一侧应背对铁液流,以防直接冲到球化剂上,如将其冲散漂浮,会造成球化效果

降低。应先出 $2/3$ 的铁液,待其反应结束后,再将剩余的 $1/3$ 铁液连同孕育剂一起倒出。

4. 孕育处理

(1)孕育的目的主要是消除白口,促进石墨球化,提高石墨的圆整度,减少晶间偏析,提高塑性和韧性。

(2)孕育处理的方法是将铁液先出 $2/3$,待球化反应结束后,再将剩余的 $1/3$ 铁液倒出时将孕育剂随铁液流均匀地撒入,并充分搅拌,使孕育剂熔解到铁液中。

(3)孕育剂的用量一般根据球墨铸铁的基体组织和铸件的厚薄来确定:珠光体球墨铸铁用量为 $1.0\% \sim 1.3\%$ (质量分数),铁素体球墨铸铁用量为 $1.3\% \sim 1.5\%$,厚件取下限,薄小件取上限。

(4)孕育剂的粒度不能太大。粒度太大则吸收熔解不好,粒度太小则容易氧化烧损,孕育效果也不好。使用前最好经 200°C 左右充分预热,以避免铁液温度下降太多,粒度一般控制在 $1 \sim 3\text{mm}$ 为宜。

(5)孕育后,应充分搅拌使之均匀,然后进行扒渣、覆盖,并浇注三角试块来判断球化效果。球化孕育处理时应尽快浇注完毕,最好控制在 10min 以内,以防球化孕育衰退,如有必要可进行两次或多次孕育,效果会更好。孕育剂最好用高效孕育剂如硅-钡、钙、铝等,效果比单独使用 75SiFe 要好。

5. 球墨铸铁的炉前检验

通过炉前检验,可迅速了解球化处理和铁液的质量,以便及时采取措施进行适当处理,常用方法如下:

(1)三角试块法 球化良好的试块断口晶粒很细,具有银白色的金属光泽,中间有缩松,试块两端有一定凹陷,否则即为球化不良。另外,球化良好的试块敲击的声音如钢声清脆,若声音哑沉则球化不好,球化良好的试块激水后敲断有较浓的臭电石味,味淡或消失很快则球化不良。

(2)火苗判断法 球化良好的铁液经扒渣,转包中会冒出亮白色的火苗,火苗长而多,相反若火苗短而无力或无火苗时则球化不良或没球化,这要凭经验判断。

(3)炉前快速金相检验 这种方法准确可靠。

6. 结语

实践证明,只要认真做好对原材料化学成分、炉温、球化处理、孕育处理和炉前检验等环节的控制,就一定能熔制出符合各项理化性能的球墨铸铁。

(20041010)