

球化剂品质对活塞座圈铸件缩松的影响

聂富荣¹, 崔国锋², 张小青³

(1. 南京铸峰国际贸易有限公司, 江苏南京 210009; 2. 山西国丰铸造科贸有限公司, 山西太原 030006;
3. 山西明汇精密铸造有限公司, 山西交城 030500)

摘要: 活塞座圈是结构复杂铸件, 生产中易产生缩松缺陷。在本试验中, 通过降低球化剂MgO含量, 提高铁液的纯净度, 提升铸件凝固过程中铁液的补缩能力以及石墨化膨胀能力, 从而减少或消除活塞座圈铸件缩松的发生。

关键词: 缩松; 球化剂; 氧化镁; 石墨化膨胀

活塞座圈是液压制动器上重要的零部件, 结构复杂, 沟槽结构多, 需进行水压渗漏试验, 对铸件的致密性要求较高, 铸件不允许有缩松缺陷出现。某公司生产的液压制动器活塞座圈重量200 kg, 铸件壁厚50 mm, 材质QT450-10, 800 kN/cm²水压渗漏试验。生产过程中, 缩松废品率高达70%, 见图1所示。

缩松是球墨铸铁件最常见的铸造缺陷, 铸造工艺、化学成分、浇注温度、孕育方法、铸件残留Mg含量及铁液质量等因素对球铁铸件缩松均有不同程度的影响。该公司虽然在工艺等方面采取了优化措施, 但受铸件结构复杂和热节部位不方便设置补缩冒口所限, 一直未能彻底解决缩松缺陷。笔者所在公司对所用球化剂成分分析后认为, 可以通过降低球化剂MgO含量的方法来弥补工艺上难于实现的措施, 达到减少或消除活塞座圈缩松的目的。

1 试验方法及材料

1.1 试验方法

中频电炉熔炼, 冲入法球化处理, 煤粉砂湿型铸造, 选用该司原用DT-1牌号球化剂及笔者所在公司采用“加压、全金属型”模具生产的四组不同MgO含量ZFBA-6牌号球化剂, 同一种牌号的CBSALLOY硅钡长效复合孕育剂做分组试验, 一共五组, 每组生产液压制动器活塞座圈铸件20件, 跟踪铸件石墨形态及水压渗漏试验结果。冲入法球化处理, 铁液处理量500 kg, 球化处理温度1 480 °C, 球化加入量1.2%, CBSALLOY孕育剂加入量0.5%。

1.2 试验材料

试验所用球化剂主要成分, 试验用硅钡孕育剂化学成分见表1、表2, Si的分析方法为氟硅酸钾容量法, 其他采用ICP分析, 原铁液主要化学成分, 见表3。

2 试验结果与分析

2.1 试验结果

每组铸件主要化学成分平均值见表4。选取每组铸件中球化率和球化等级最好的一张金相(50 mm附铸试块中心部位)图片做对比, 见图2, 其对应使用的是1-5组的球化剂, 每组金相对应铸件的主要化学成分见表5。铸件的水压渗漏试验结果见表6。试验介质水、试验压力800 kN/cm²、保压时间2 min。

作者简介:

聂富荣(1965-), 男, 工程师, 主要从事球化剂、孕育剂等产品的研发及技术服务工作。E-mail: niefurong@china-zfa.com

中图分类号: TG143.5
文献标识码: B
文章编号: 1001-4977(2021)03-0378-04

收稿日期:

2020-09-20 收到初稿,
2020-12-16 收到修订稿。

2.2 分析

常用的球化剂为稀土镁硅铁合金，大部分是采用中频电炉熔配法生产，其氧化镁主要来源于原材料和熔炼、成形中的多次氧化，氧化镁含量越高，球化剂中的 SiO_2 、 MnO 、 Al_2O_3 等氧化物含量也自然会高，这些氧化物进入铁液后，降低铁液的流动性，在凝固过

程中，也容易偏析在初晶的晶界上，与其他相组成二元或多元共晶或复合体，伴随着液相中的对流运动，易集中分布在铸件最后凝固的部位^[1]，降低铸件的气密性，致使铸件在高压下渗漏，反之，降低球化剂中氧化物的含量有利于提高铸件的气密性、降低铸件渗漏率。

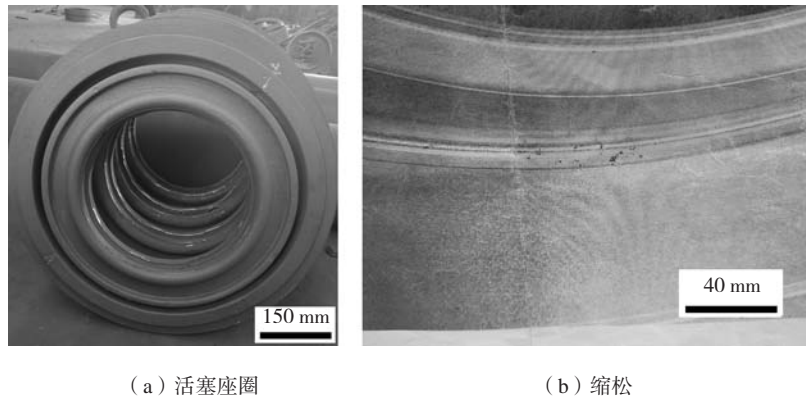


图1 活塞座圈及其缩松

Fig. 1 Piston seat ring and its dispersed shrinkage

表1 试验用球化剂化学成分
Table 1 Chemical composition of nodulizer for test

组分	Mg	RE	Ca	Si	Al	MgO	MgO/Mg	$w_B/\%$
1 (DT-1)	5.85	1.86	2.23	44.61	0.78	0.61	0.10	
2 (ZFBA-6a)	5.92	2.01	2.56	44.84	0.72	0.59	0.10	
3 (ZFBA-6b)	5.90	2.04	2.47	44.82	0.71	0.53	0.09	
4 (ZFBA-6c)	6.08	1.96	2.49	44.86	0.68	0.48	0.08	
5 (ZFBA-6d)	5.96	2.02	2.52	44.81	0.69	0.42	0.07	

表2 试验用CBSALLOY孕育剂化学成分
Table 2 Chemical composition of inoculants for test

Si	Ba	Ca	Al	Fe	$w_B/\%$
72.12	1.46	1.56	1.67	余量	

表3 原铁液主要化学成分
Table 3 Chemical composition of cast iron

C	Si	Mn	P	S	$w_B/\%$
3.4~3.6	2.0~2.2	< 0.45	< 0.05	0.015~0.025	

表4 每组铸件主要化学成分平均值
Table 4 Average value of main chemical composition of each group of castings

组分	C	Si	Mn	P	S	Mg	La	Ce	$w_B/\%$
1	3.44	2.93	0.43	0.027	0.012	0.034	0.008	0.013	
2	3.31	2.90	0.44	0.028	0.013	0.036	0.006	0.009	
3	3.45	2.90	0.43	0.027	0.015	0.038	0.008	0.013	
4	3.41	2.91	0.42	0.030	0.014	0.039	0.007	0.012	
5	3.48	2.86	0.43	0.026	0.012	0.042	0.008	0.013	

球化剂中氧化镁含量越高，其球化能力越低^[2]，球化处理中，残留Mg值在0.02%~0.05%的范围内，提高残留Mg值可增加石墨球数量，球化剂中氧化镁含量低，带入铁液中的氧化物少，能减缓残留Mg衰减速度，促进石墨球圆整，可有效提高铸件凝固过程中的石墨化膨胀能力^[3]，有利于提高铸件的致密性。

影响球铁石墨球数量的因素比较多，本试验在工艺过程、铸件主要成分（C、Si）等其他影响因素相对

稳定的条件下，通过使用5组不同氧化镁含量的球化剂来生产50包次100件铸件，根据铸件的金属相及渗漏情况来了解球化剂中氧化镁含量对活塞座圈铸件石墨球数量及缩松的影响。从图2金相和表4、表5数据来看，随着球化剂中氧化镁量降低，铸件残留Mg值升高，铸件石墨球数量增多，圆整度提升。其中1、2组对应的图2a、b两铸件的石墨球数量较少且偏大，除了因使用的球化剂氧化镁含量高外，与该包次CE值偏低、远离共

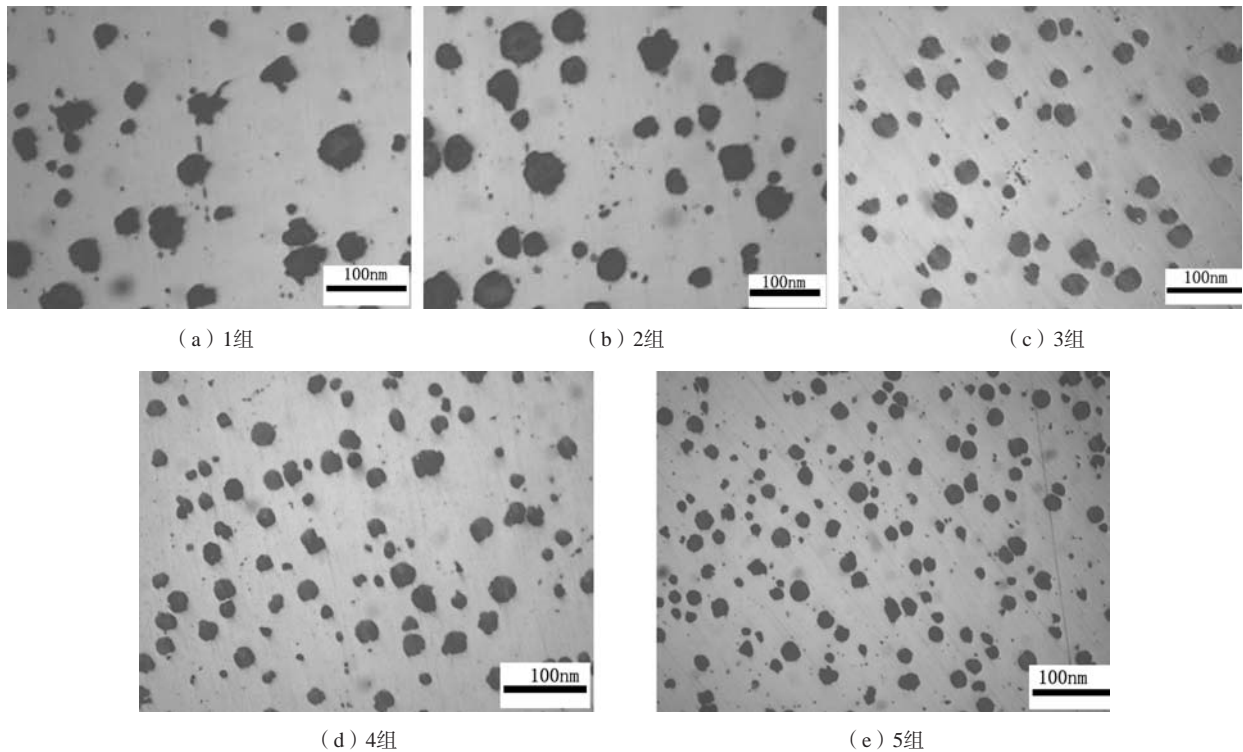


图2 每组铸件的显微金相

Fig. 2 Metallographic picture of each cast iron group

表5 所用金相对应试块主要化学成分

Table 5 Main chemical composition of test block corresponding to metallography used

组分	C	Si	Mn	P	S	Mg	La	Ce	$w_B / \%$
1	3.38	2.90	0.44	0.026	0.011	0.035	0.009	0.013	
2	3.37	2.91	0.43	0.028	0.013	0.036	0.008	0.012	
3	3.41	2.92	0.43	0.027	0.013	0.038	0.008	0.013	
4	3.45	2.91	0.42	0.030	0.015	0.040	0.007	0.010	
5	3.47	2.87	0.43	0.026	0.012	0.041	0.008	0.013	

表6 水压渗漏试验结果

Table 6 Test result of leakage under water pressure

组分	试压数量/件	不合格数量/件	渗漏率/%
1	18	6	33.3
2	19	4	21.1
3	19	2	10.5
4	20	0	0
5	20	0	0

晶成分点也有一定关系。表6水压渗漏试验结果表明,随着球化剂中氧化镁含量的降低,铸件的渗漏率逐步降低,当球化剂中氧化镁含量降低到球化剂镁含量的8%时,铸件的渗漏率为0,这说明,除了对工艺措施、工艺过程、铸件成分等因素进行优化之外,还可以通过降低球化剂氧化镁含量来进一步改善和消除活塞座圈铸件的缩松缺陷。

3 结束语

降低球化剂中氧化镁含量有利于减少带入铁液中的氧化物数量,提高铁液质量,提高流动性,改善铁液的补缩能力;降低球化剂中氧化镁含量有利于提高石墨化能力,增加石墨球数量和石墨圆度,提高铸件凝固过程中的石墨化膨胀及自补缩能力。对于工艺措施难于实现的结构复杂铸件或热节部位缩松具有一定的改善作用。

参考文献:

- [1] 李庆春. 铸件形成理论基础 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1982: 241.
- [2] 董若璟. 冶金原理 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1981: 177.
- [3] 沈宁福, 汤亚力, 关少康, 等. 凝固理论进展与快速凝固 [J]. 金属学报, 1996, 32 (7): 673-684.

Effect of Nodulizer Quality on Dispersed Shrinkage of Piston Seat Ring Castings

NIE Fu-rong¹, CUI Guo-feng², ZHANG Xiao-qing³

(1. Nanjing Zhufeng International Trade Co., Ltd., Nanjing 210009, Jiangsu, China; 2. Shanxi Guofeng Foundry Technology and Trade Co., Ltd., Taiyuan 030006, Shanxi, China; 3. Shanxi Minghui Precision Casting Co., Ltd., Jiaocheng 030500, Shanxi, China)

Abstract:

Piston seat ring castings with complex structure are easy to produce shrinkage defects in production. In this work, by reducing the content of MgO in nodulizer and improving the purity of molten iron, the feeding capacity and graphitization expansion capacity of molten iron in the solidification process of casting were improved. Therefore, the dispersed shrinkage defects of the piston seat ring castings were reduced or eliminated.

Key words:

dispersed shrinkage; nodulizer; magnesium oxide; graphitization expansion