● 生产技术 Production Technology ●

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.11.007

球墨铸铁缸盖黑斑产生的原因与消除

高 博[1],严江波[2],王 斌[2],曹 刚[2],马玉亮[2],贺英姿[2],杨军军[2]

(1.海军驻兴平地区军事代表室,陕西 兴平 713105;2.陕西柴油机重工有限公司,陕西 兴平 713105)

摘 要:某型柴油机球墨铸铁缸盖材质为QT500-7,精加工后上表面局部出现"麻点"现象,尤其缸盖上面靠近铸型、砂芯边缘部位较多,造成缸盖批量报废。通过对缺陷部位进行金相分析和电镜扫描分析,找出了缺陷产生的原因,编制了合适的熔炼工艺。结果表明,控制铁液碳硅当量,降低球化剂、孕育剂加入量,提高浇注温度,可以消除了表面"麻点"缺陷。

关键词:缸盖;麻点缺陷;碳当量

中图分类号:TG255; TG245 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2021)11-0958-03

Causes and Elimination of Black Spots Defects on the Surface of Nodular Cast Iron Cylinder Head

GAO Bo[1], YAN Jiangbo[2], WANG Bin[2], CAO Gang[2], MA Yuliang[2], HE Yingzi[2], YANG Junjun[2]

(1.The Navy Military Representative Office in Xingping Region, Xingping 713105, China; 2. Shaanxi Diesel Engine Heavy Industry Co., Ltd., Xingping 713105, China)

Abstract: The nodular cast iron cylinder head of a diesel engine was made of QT500-7. After finish machining, "black spots" appear on the upper machined surface, especially on the cylinder head, there were many parts near the edge of casting and sand core, resulting in the batch scrapping of the cylinder head. Through metallographic analysis and scanning electron microscope analysis, the causes of defects were found out and the proper smelting process was worked out. The results show that the surface pitting defects can be eliminated by controlling the carbon silicon equivalent of liquid iron, reducing the amount of spheroidizing agent and inoculating agent, and increasing the pouring temperature.

Key words: cylinder head; black sports; carbon equivalent

某型柴油机缸盖材质为QT500-7,毛重为240 kg,缸盖轮廓尺寸为628 mm×428 mm×291 mm,内部布置冷却水腔、进气道、排气道、安全阀、启动阀、挺杆孔和贯穿螺孔等。上平面厚度45 mm,燃烧面厚度29 mm,进、排气道周围壁厚9~10 mm,铸件壁厚相差比较大,形成的热节比较多,铸件容易产生缩松缺陷。燃烧面要进行20 MPa液压试验,水腔进行1 MPa液压试验,气道壁厚全部进行超声波测厚,加工表面全部进行着色检查。缸盖的形状见图1。



图1 某型缸盖铸件

Fig.1 A cylinder head casting

1 铸造工艺简介及生产情况

1.1 工艺简介

该缸盖1箱1件,浇注系统采用两层浇道,为半封闭式浇注系统,燃烧面设计有成形冷铁,上面设计1个专用保温冒口,工艺见图2。

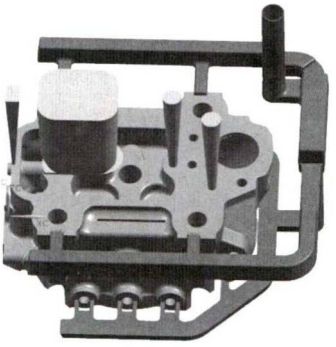


图2 某型柴油机缸盖铸造工艺示意图

Fig.2 Schematic gating and risering system for the diesel engine cylinder head

收稿日期:2021-06-30

作者简介:高 博(1981—),陕西西安人,工程师.主要从事装备质量监督方面的工作.

1.2　熔炼工艺

配料:生铁 70%,废钢 10%,回炉料 20%。缸盖工艺改进前炉前化学成分控制如表 1。

1.3　缸盖存在的问题

按此工艺浇注了一批缸盖,精加工后发现缸盖上加工面存在黑色“麻点”,又称为黑斑,缺陷尺寸从 ϕ0.5 mm 到 ϕ2 mm 不等,个别部位还有氧化夹杂缺陷,铸件轮廓边缘和砂芯边缘尤为严重,个别炉次存在石墨漂浮现象,造成缸盖批量报废。缺陷见图 3。

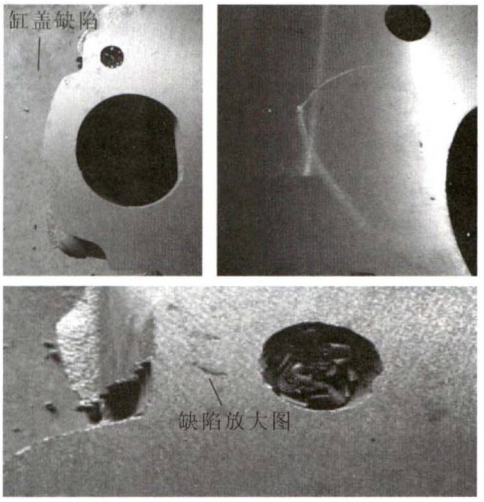


图 3 缸盖加工面的黑斑缺陷

Fig.3 Black spot defects on the machined surface of cylinder head

2　缸盖产生缺陷的原因分析

2.1　金相分析

缸盖缺陷部位金相组织见图 4。

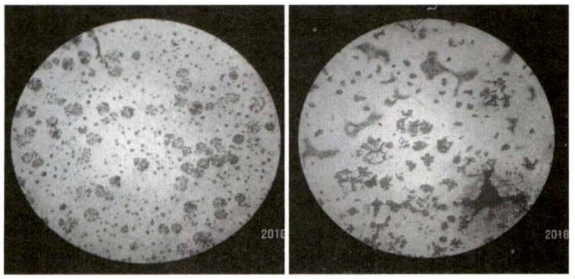


图 4 缸盖缺陷部位金相照片　×200

Fig.4 Metallographic structure of defective location of cylinder head

2.2　电镜扫描分析

缸盖缺陷部位电镜能谱分析结果见图 5。

谱图标签	C	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Fe	总量
谱图 1	32.92	23.50	2.27	0.72	2.40	0.17	0.26	37.76	100.00
谱图 2	35.65	28.32	4.22	1.37	2.75	0.14	0.26	27.28	100.00

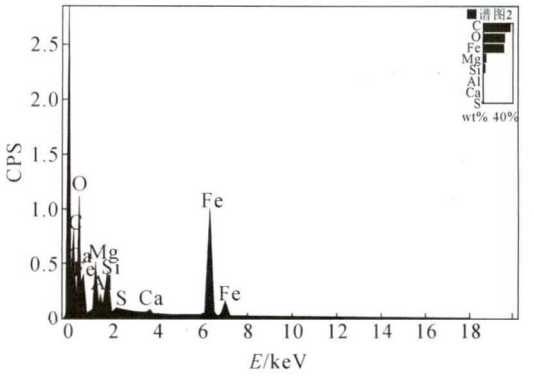


图 5 缸盖缺陷部位能谱分析结果

Fig.5 SEM images of defective parts of cylinder head

通过对缺陷部位金相组织分析可以看出,该部位石墨形态为爆炸型石墨,而产生爆炸型石墨的主要原因就是碳当量偏高[1]。进一步通过扫描电镜对缺陷部位进行能谱分析发现 C,O 和 Si 含量,数值较高,说明爆炸型石墨的产生和碳当量的偏高是关联的。另外,球化包内覆盖的 0.1%的增碳剂也存在争议,虽然增碳剂能增加石墨核心,有利于石墨形态的改善及球化率的提高[2-4]。但在球化包内使用,也可能因温度低熔化不充分带来弊端[5]。结合其它成熟球墨铸铁件工艺设计,我们认为缸盖产生“麻点”缺陷的原因有两方面,一是碳当量偏高,球化剂和孕育剂加入量偏大;二是增碳剂加入在浇包内不易充分熔化。

3　采取措施

(1)去掉球化包内加入的 0.1%增碳剂。

(2)碳当量由原来的 4.7 降低到 4.5,球化剂由原来的 1.5%降低到 1.4%,孕育剂由原来的 1.4%降低到 0.8%。改进前后的原铁液化学成分及球化孕育处理控制见表 1 和表 2。

表 1 缸盖工艺改进前原铁液化学成分及球化孕育处理控制 w(%)

Tab.1 Base iron composition and nodulization and inoculation control before cylinder head process improvement

C	Si	Mn	P	S	球化剂	冲入孕育剂	包内覆盖孕育剂	增碳剂
3.75～3.85	1.10～1.20	0.30～0.35	≤0.06	≤0.03	1.50	0.70	0.70	0.10

表2 缸盖工艺改进后原铁液化学成分及球化孕育处理控制 w(%)

Tab.2 Base iron composition and nodulization and inoculation control after cylinder head process improvement

C	Si	Mn	P	S	球化剂	孕育剂	覆盖孕育剂
3.7～3.8	1.4～1.5	0.30～0.35	≤0.06	≤0.025	1.40	0.40	0.40

4　生产验证

工艺改进后在浇注温度不变的情况下连续投产了140件缸盖，表面夹渣、夹杂产生的“麻点”彻底消除，缸盖水压试验全部合格。

5　结论

(1)通过降低碳当量，以及减少球化剂和孕育剂加入量，可以有效改善球墨铸铁缸盖精加工后上表面存在的黑色“麻点”缺陷。

(2)增碳剂在球化包内使用时，增碳剂的粒度非常重要，并要慎重考虑其带来的弊端。

参考文献：

[1] 李玉田，张国华. 试论球墨铸铁的含碳量和碳当量[J]. 机械工人：热加工，2002(2): 42-43.

[2] 胡波，余宁，李德江，等. 球墨铸铁曲轴铸造缺陷预测与验证[J]. 铸造技术，2019，40(10): 60-64.

[3] 白明雪，朱协彬，陈志浩，等. 大型球墨铸铁件表面缺陷产生原因及防止措施[J]. 铸造技术，2018，29(3): 569-572.

[4] 郭新光，徐国强，张守全，等. 球墨铸铁件表面缺陷的形成机理及预防措施[J]. 铸造设备与工艺，2015(5): 47-50.

[5] 魏胜辉，张帆，卢景秀，等. 球墨铸铁轴封体铸造工艺设计及数值模拟[J]. 铸造技术，2017，38(6): 1493-1496.

海纳百川终破浪，厚积薄发在此时

——福建省中德顺机械集团有限公司招募令

福建省中德顺机械集团有限公司（简称ZDS），是一家以机械、铸件制造、配件生产、机械钢结构件产品生产、进出口贸易等多种产业链经营发展的集团股份公司，年产铸件10万吨，拥有30余人的专业技术团队。公司位于福建四大名镇之一的晋江市安海镇，2000年元月成立。占地200多亩，厂房6万m^2，总投资约两亿人民币，员工300多人。

福建省中德顺机械集团有限公司目前拥有晋江市中德顺机械有限公司、福建中德顺机械铸造有限公司、晋江市中德顺钢结构件工程发展有限公司、晋江市中德顺机械销售中心有限责任公司、三明市中德顺机械有限公司5家全资子公司。集团公司重视企业发展和产品质量，2003年获得ISO9001:2008质量体系证书和ISO14001:2004环境管理体系认证证书。自成立以来“中德顺”商标被认定为“福建省著名商标及泉州市知名商标”，被福建省工商管理局、泉州市人民政府、晋江市人民政府授予“守合同 重信用”单位等荣誉称号。二十余年的创新发展，使福建省中德顺机械集团有限公司取得了巨大的进步和飞跃。中德顺集团的自动化造型线系统为企业节约了生产成本，提高效率并缩短了制造周期，使国际上一些知名企业纷纷主动与我公司合作。每一份荣誉都是一种认可，每前进一步都凝聚着中德顺人的汗水和责任，收获这一份份的荣誉和进步，中德顺人唯有秉持好品质，以提高客户的满意度为己任，才能创造更辉煌的未来。

海纳百川，唯才是举，给人才更多机会，给梦想更大舞台。中德顺集团现招聘以下岗位：

一、机械设计：1名

要求：1、大专以上学历，1年以上相关工作经验。2、精通CAD、solidworks等设计软件的应用。3、具有较高的知识层次，勇于创新。4、具备扎实的机械设计及工艺知识。5、具有团队荣誉感，敬业，有责任心。6、英语四级以上，听、说、写能力强。

二、专业铸造管理人员和机加工管理人员：数名

要求：有相关工作经验优先录用。

三、铸件清理打磨：数名

要求：有相关工作经验优先录用。

四、福利待遇：

1. 员工发展：公司十分重视人才的培养，并为有潜力的员工提供广阔的晋升发展空间。

2. 订单常年稳定，没有淡季，员工收入稳定，工资日100%准时发放，绝不拖欠。

3. 宿舍楼在厂区里，环境优美、宽敞明亮、方便。独立洗手间、阳台、热水器等。

4. 公司配有夫妻房，配备食堂，伙食水平较高。

5. 春节享受返厂交通费、工龄奖、保险等福利。

6. 各种带薪假期：法定节假日、婚假、产假、丧假、带薪休假。

7. 子女入学：与市相关部门协调解决员工子女入学难问题，解除员工后顾之忧。

中德顺集团的飞速发展，期待您的加入！有意者请致电公司咨询并预约面试时间。

联系人：杨先生

联系电话：15377981267

2021年4月1日