DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.03.008

铸铁缸体水套芯撑熔合不良问题分析及研究

张廷雷[1],鲁志远[1],白　奎[1],赵乃博[1],袁　爽[1],沈　源[1],王瑞平[1,2]
(1. 宁波吉利罗佑发动机零部件有限公司,浙江 宁波 315336;2. 浙江吉利动力总成有限公司,浙江 宁波 315800)

摘　要:针对某发动机铸铁缸体水套外壁芯撑熔合不良导致缸体漏水问题,分析了芯撑熔合不良的原因,提出了改善芯撑熔合效果的优化方案,经过试验验证,芯撑熔合效果与芯撑窝座的结构大小、浇注时的铁液温度和浇注时间有直接关系。通过控制浇注温度和时间,优化芯撑窝座的结构,保证了缸体水套芯撑和铁液的充分熔合,彻底解决了某发动机缸体水套因芯撑熔合不良导致的漏水问题,提高了发动机的可靠性及品质。

关键词:缸体漏水;芯撑;熔合不良;芯撑窝座

中图分类号:TG251　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)03-0193-03

Analysis and Study on the Poor Fusion of Water Jacket Core Chaplet in Cast Iron Cylinder Block

ZHANG Tinglei[1], LU Zhiyuan[1], Bai Kui[1], ZHAO Naibo[1], YUAN Shuang[1], SHEN Yuan[1], WANG Ruiping[1,2]
(1. Ningbo Geely Royal Engine Components Co., Ltd., Ningbo 315336, China; 2. Zhejiang Geely Powertrain Co., Ltd., Ningbo 315800, China)

Abstract: Aimed at the problem of water leakage caused by the improper fusion of core support on the outer wall of the water jacket of an engine cast iron cylinder block, the causes of the improper fusion of core support were analyzed, and an optimization scheme to improve the fusion effect of core support was put forward. The results show that the melting effect of the core brace is directly related to the structure size, casting temperature and casting time of the core brace socket. By controlling the pouring temperature and time, the structure of the core support socket seat is optimized to ensure the full fusion of the cylinder water jacket core support and liquid iron, which completely solves the leakage problem of the engine water jacket caused by the bad fusion of the core support, and improves the reliability and quality of the engine.

Key words: cylinder leakage; chaplet; poor fusion; chaplet pit

目前国内铸铁缸体发动机由于铸造工艺的复杂性普遍存在缸体漏水的问题,虽然铸铁缸体在生产过程中增加了试漏程序,通过气体或水对缸体进行气密性检测,但一些因铸造问题导致的缸体内部缺陷在试漏过程中很难被发现,发动机经客户使用数月才发生冷却液渗漏问题,严重影响发动机产品的可靠性及品牌形象。导致缸体漏水的铸造缺陷有很多,如缸体砂眼、气孔、气渣孔、芯撑熔合不良等,解决缸体漏水问题已成为汽车生产企业及铸造行业面对的重要课题[1]。本文作者针对某发动机铸铁缸体出现的因芯撑熔合不良导致的缸体漏水问题,分析了芯撑熔合不良的原因,提出了改善芯撑熔合的具体方案,并进行相应的试验验证,试验结果表明缸体铁液的浇注温度、浇注时间以及芯撑窝座的结构大小对芯撑熔合效果有明显的影响,通过控制合理的浇注时间和温度,优化设计芯撑窝座的结构,有效地避免了芯撑熔合不良问题,从而彻底解决了缸体水套外壁漏水问题。

1　某缸体铸造工艺介绍

某发动机气缸体为 3 mm 薄壁铸件,缸体材料为 HT250,根据缸体的结构特征及可靠性要求,采用卧浇工艺铸造,其砂芯由主体芯、水套芯、油道芯及前后端芯头组装而成。由于缸体设计考虑到降本需求,水套外壁无出砂孔结构以避免碗形塞的使用,对应的水套砂芯外壁与型砂之间无支撑点。考虑到浇注过程中的水套芯受高温铁液的冲击变形,在水套砂芯外壁采用 8 个工艺芯撑来支撑水套砂芯(图 1),进气侧和排气侧各 4 个,同时在进、排气外模设置凸起平台,通过 HWS 造型线造型后的型砂对应处形成芯撑窝座,见图 2。

2　问题说明及原因分析

根据市场反馈,某铸铁缸体发动机陆续出现多

收稿日期:2021-01-06

作者简介:张廷雷(1990—),河南信阳人,硕士,中级工程师.主要从事发动机缸体系统开发工作.
电话:18357466935,Email:zhangtinglei@geely.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图 1 芯撑安装位置
Fig.1 Position of core chaplet

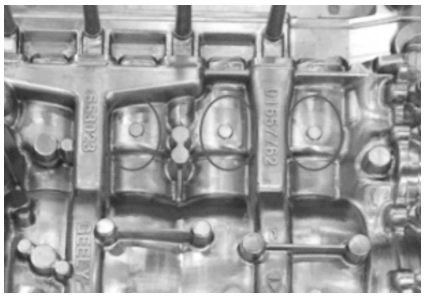

图 2 模板上用于在铸型中形成凹坑以定位芯撑的凸台
Fig.2 Small bosses on the pattern plate to form pits in mold to position chaplet

起漏水问题,漏水位置均为水套外壁芯撑处,见图3。通过对缸体芯撑处解剖发现芯撑周围存在熔合不良的情况,见图4。

图 3 漏水位置
Fig.3 Location of water leaking

图 4 芯撑熔合不良情况
Fig.4 Poor chaplet fusion

针对芯撑熔合不良问题,更换“王”字结构的防漏芯撑进行熔合效果验证[2],断面熔合不良问题依然存在,初步分析熔合不良可能与铁液到达芯撑处的温度不足有关。

该缸体浇注采用卧浇底注工艺,铁液从主浇道流到芯撑处时温度会影响芯撑的熔合效果[3],同时芯撑窝座结构起到铁液驻留保温的作用,窝座的大小也直接影响着铁液与芯撑的熔合。该缸体浇注工艺要求浇注温度为 1 410~1 420 ℃,浇注时间要求12~14 s,由于生产过程浇注温度和时间的监控不足,实际浇注过程中可能会存在浇注温度存在低于工艺要求温度,浇注时间超过工艺要求时间的情况,浇注温度和时间的变化对铁液与芯撑的熔合也存在一定的影响,从而导致部分铸件出现熔合不良的情况。

3 试验及效果验证

为研究温度、时间及芯撑窝座结构对芯撑熔合的影响,需对浇注温度、浇注时间及芯撑窝座的结构的变化进行对比试验验证。

为验证浇注温度对芯撑熔合的影响,试验选取8组不同的浇注温度在工艺规定的浇注时间(12~14 s)下进行浇注验证,每组温度条件浇注 10 件缸体,完成后检查芯撑熔合情况,试验表明当温度低于1 390 ℃时芯撑开始出现熔合不良的情况,随着温度降低熔合效果变差,试验结果见图 5。

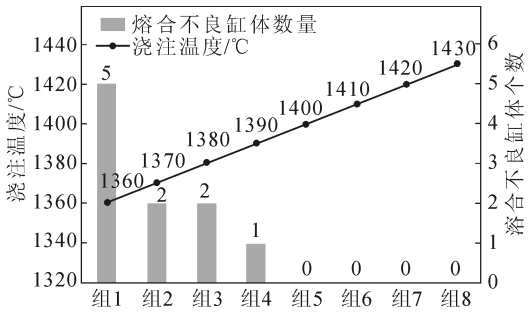

图 5 正常浇注时间下不同浇注温度与熔合效果
Fig.5 Fusion effect of chaplet at different pouring temperature under normal pouring time

为验证浇注时间对芯撑熔合的影响,试验进一步选取 5 组不同的浇注时间在工艺规定的浇注温度(1 410~1 420 ℃)下进行浇注验证,试验表明当浇注时间超过 20 s 时芯撑开始出现熔合不良的情况,随着浇注时间延长,熔合效果变差,试验结果见图6。

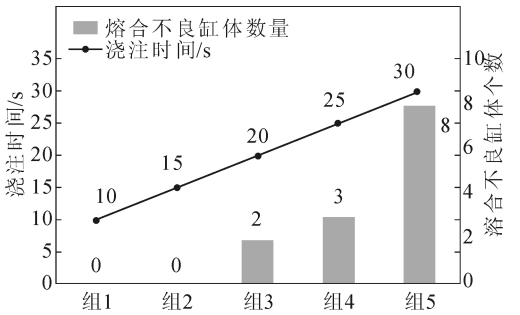

图 6 正常浇注时间下不同浇注温度与熔合效果
Fig.6 Fusion effect of chaplet at different pouring temperature under normal pouring time

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

为验证芯撑窝座结构对芯撑熔合的影响，对芯撑窝座进行设计优化，将窝座深度由 1 mm 改为 2 mm，同时将窝座的面积加大，并进行熔合效果验证，解剖后熔合效果良好，优化前后结构见图 7。

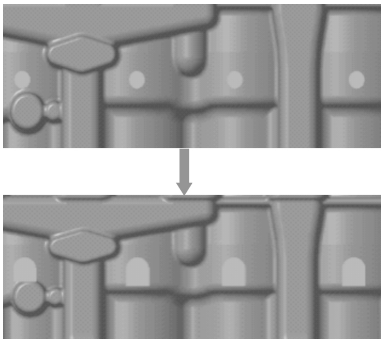

图 7 芯撑窝座结构加大前后结构示意

Fig.7 Previous and enlarged fixing positions (small pits) for chaplets on the pattern plate

为进一步验证芯撑窝座结构优化后在不同浇注温度和浇注时间变化下芯撑熔合效果是否改善，在芯撑窝座加大后重新进行如下条件验证。

芯撑窝座加大后重新选取 8 组不同的浇注温度在相同的浇注时间(12~14 s)下进行浇注验证，每种温度条件浇注 10 件缸体，检查芯撑熔合情况，试验表明芯撑窝座加大后当浇注温度低于 1 370 ℃时芯撑才开始出现熔合不良的情况，试验结果见图 8。

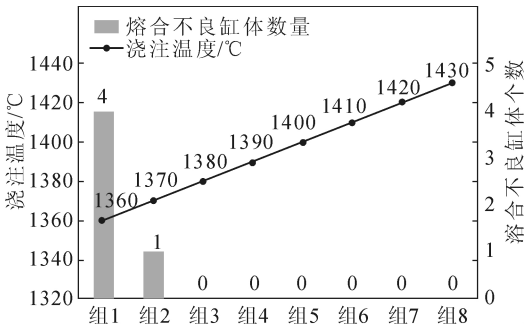

图 8 芯撑窝座加大后不同浇注温度与熔合效果

Fig.8 The fusion effect of different casting temperature and normal casting time with enlarged core socket

芯撑窝座加大后重新选取 5 组不同的浇注时间在相同的浇注温度(1 410~1 420 ℃)下进行浇注验证，检查芯撑熔合情况，试验表明芯撑窝座加大后当浇注时间超过 25 s 后芯撑开始才出现熔合不良的情况，试验结果见图 9。

以上试验表明缸体水套外壁芯撑熔合效果与铁液的温度和浇注时间相关，当浇注温度过低或浇注时间过长时会发生熔合不良问题，而芯撑窝座加大能有效改善芯撑的熔合效果，降低了熔合不良发生的浇注温度，延长了浇注时间。

控制浇注时间和温度，加大芯撑窝座后该缸体

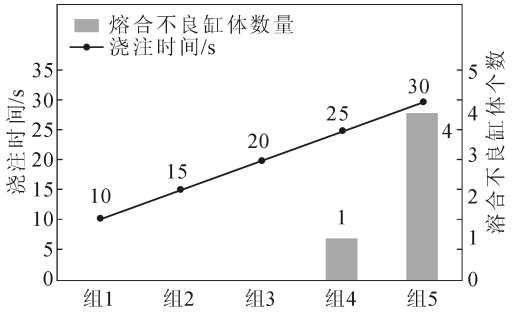

图 9 芯撑窝座加大后不同浇注时间与熔合效果

Fig.9 The fusion effect of different casting time and normal casting temperature with enlarged core socket

因芯撑熔合不良导致的漏水问题从而得到彻底解决。

4 结语

针对某发动机铸铁缸体水套芯撑熔合不良导致漏水问题，分析了芯撑熔合不良的原因，研究了浇注时间、温度及芯撑窝座结构对芯撑熔合的影响，并通过交叉试验，验证了优化芯撑窝座的结构大小对芯撑熔合有明显的改善作用，通过调整芯撑窝座的结构，有效地解决了芯撑漏水熔合不良导致的缸体漏水问题，对铸铁件芯撑熔合问题分析提供了一定的指导依据。

参考文献：

[1] 厉运杰，吕咪咪，孙志扬，等. 高速发动机气缸体渗漏缺陷分析及控制[J]. 铸造工程，2018，42(3):47-50.

[2] 张代军，张延. 芯撑结构不合理会导致液压类铸件渗漏[J]. 黑龙江科技信息，2013(23):6-6.

[3] 王洪涛. 关于铸造用防漏芯撑承载及熔合的物理解析及应用[J]. 铸造技术，2017，38(10):2536-2540.

杭州文特机电有限公司

热处理炉、加热炉、工业自动化工程、环保节能工程、机电设备的设计、制造、加工、安装、技术开发、技术咨询、技术服务。工业自动化设备、仪器仪表、工业炉窑配件、计算机等的生产、批发、零售。

地址：杭州市西湖区万塘路 262 号 6 号楼 5-65 室
厂址：长兴县林城镇午山岗开发区
联系人：丁为兵
电话：15088362822
传真：0572-6087688
邮箱：dwb150@163.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net