DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.08.012

消除新东线刹车盘缩松缺陷工艺改进措施

邢　程[1],谷建利[1],张英超[2]
(1.烟台胜地汽车零部件制造有限公司,山东 烟台 264000;2.山东潍坊生建机械有限责任公司,山东 潍坊 261011)

摘　要:分析了灰铸铁刹车盘小端根部挖槽缩松缺陷位置、外观特征,对该缺陷进行 X 射线探伤和扫描电镜表征。结合缺陷产生的原因分析,生产现状、工作经验对比,通过改变内浇道引入方式,有效地消除了刹车盘小端根部挖槽的缩松缺陷。

关键词:刹车盘;缩松;内浇道引入方式
中图分类号:TG243　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)08-0810-03

Technological Improvement of Shrinkage Defect of Brake Disc in SINTO Line

XING Cheng[1], GU Jianli[1], ZHANG Yingchao[2]
(1. Yantai Shengdi Auto-Part Manufacturing Co., Ltd., Yantai 264000, China; 2. Shandong Weifang Shengjian Machinery Co., Ltd., Weifang 261011, China)

Abstract: The location and appearance characteristics of the grooving shrinkage defect at the root of small end of gray cast iron brake disc were analyzed. The defect was characterized by XRD and SEM. Combined with the cause analysis of defects, production status and work experience comparison, by changing the way of introducing the inner gate, the brake disc small end root groove shrinkage defects are effectively eliminated.

Key words: brake disc; shrinkage porosity; inlet gate introduction mode

笔者公司生产的某种型号刹车盘,在机加工后出现缩松缺陷,致使该批次半成品报废。

1　生产工艺

该型号刹车盘材质为 HT250,采用应达电炉熔炼,新东水平造型线 FCMX 造型,一箱两件浇注工艺,浇注温度为 1 360~1 460 ℃,浇注速度 3.2 kg/s。

2　缺陷分析

2.1　缺陷分布特点

该批次工件加工后出现缩松缺陷为 100%,均在安装面根部,如图 1 所示。

缩松是指铸件最后凝固区域没有得到液态金属补缩形成的分散、细小的孔洞通过宏观特征,初步判断该件的缺陷为缩松。

2.2　缩松判定方式

X 光探伤检测;SEM 下看到明显树枝晶存在;

对缺陷件取样分析, 将缺陷部位放到 FEI 扫描电镜下观察,100 倍下,在缺陷部位即可观察到树枝晶组织,进一步放大至 500 倍,树枝状结晶组织更加明显,如图 2、图 3。

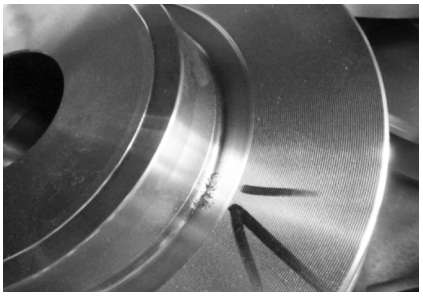


图 1　刹车盘安装面根部缩松
Fig.1　Shrinkage porosity of brake disc surface

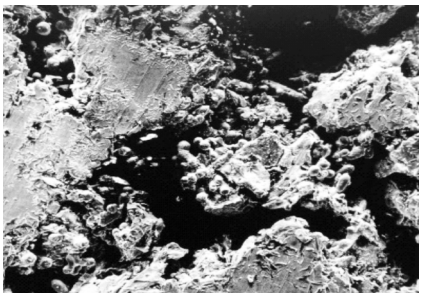


图 2　缺陷位置扫描组织　×100
Fig.2　SEM image of defects

2.3　缺陷判定

宏观、微观综合认定:此种缺陷为缩松。

收稿日期:2019-03-23
作者简介:邢　程(1983-),辽宁朝阳人,助理工程师.主要从事铸造质量管理方面的工作.电话:15165775386,E-mail:xingcheng777@163.com

图 3 缺陷位置扫描组织　×500
Fig.3 SEM image of defects

3 新东线刹车盘缩松缺陷原因分析

经分析刹车盘缩松缺陷原因为：①碳当量低，石墨膨胀量小；②孕育衰退严重，石墨颗粒减少；③浇注温度高，导致液态收缩量大；④壁厚不均匀，导致铁液凝固不均衡。

对缺陷铸件进行追溯，铁液成分如表 1。

表 1 铁液成分 w(%)
Tab.1 Constituent of iron liquid

元素	C	Si	Mn	P	S
工艺要求	3.22~3.38	1.99~2.15	0.65~0.85	<0.07	0.05~0.10
实际值	3.30	2.07	0.80	0.03	0.07

各元素均满足工艺要求，追溯同批次生产的其他型号并未出现缩松缺陷，排除原因①、②。

因半成品无法对缩松位置准确判定，决定将 YH12033 保持原有工艺不变，小批试制 20 件，低温浇注（1 375 ℃），验证缩松是否存在一致性。

毛坯精车到成品尺寸，全部缩松，位置固定：均出现在小端根部，与浇口位置对应且排除原因③。

灰铸铁收缩与补缩特点：

铸件冷却、凝固至均衡点 P 之前，必须靠外部补缩，用冒口或浇注系统补充铸件本身自补不足的差额，到达均衡点 P 时刻，在宏观上，型腔中的铁液不再产生体积亏损，不管冒口和铸件是否畅通，铸件都不会再向冒口抽吸铁液，冒口的补缩作用也就中止了。均衡点 P 之后，铸件进入内部自补缩的阶段，只要不再发生单位时间收缩大于膨胀的情况，铸件就不会产生缩松缺陷[1]，如图 4。

对此型号产品结构进行分析：

该型号最小壁厚 10.6 mm，最大壁厚 16.5 mm，壁厚差不是很大，缩松位置全部出现在小端根部热节处，这也是新东线一箱两件单片盘常见的缩松位置。

对比半成品与成品结构，发现成品在小端根部挖了一个宽 20 mm、深 1.5 mm 的槽，而铸件和半成品没有这个挖槽。这个位置不仅是 YH12033 最大壁厚处，也是热节区域，如图 5。此区域凝固缓慢，在还没有完全凝固时，内浇道已经提前凝固，冒口起不到补缩的作用。

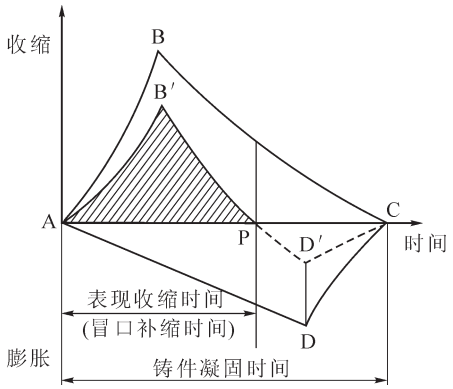


图 4 均衡点 P
Fig.4 Equantequation P

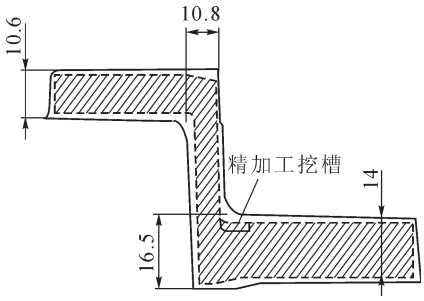


图 5 挖槽位置
Fig.5 Chamfer position

4 工艺改进试验

试验方案 1：在冒口座上增加两个宽 40 mm、高 4 mm 的“翅膀”，位置与内浇口重合，减缓内浇道冷却，提升冒口的补缩能力，如图 6。

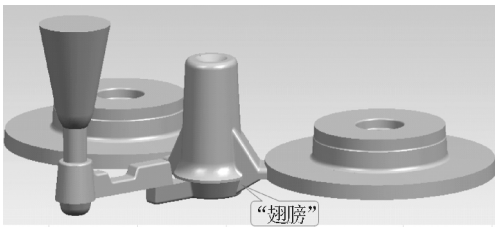


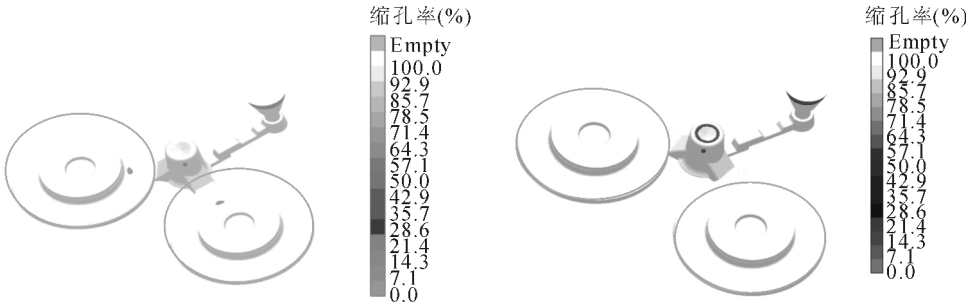
图 6 试验方案 1
Fig.6 Testing program 1

试制 20 件，X 光探伤显示缩松等级为 Ⅰ 级，但精加工至成品尺寸，缩松仍然可见。

试验结论：冒口座增加翅膀，缩松有减小的趋势，但仍无法彻底解决。

原因分析：内浇道径向流入型腔，直冲小端根部，该区域热量集中形成流动热节，温度远高于其他区域，凝固后期无法得到有效补缩。

试验方案 2：冒口座翅膀保留，将内浇道与模型



(a)改进前(铁液直冲同一位置)　　(b)改进后(铁液切向流入型腔)

图 7 试验方案 2
Fig.7 Testing program 2

中心呈 30°切向进入，避免几何热节与流动热节重合。

为了验证试验的正确性，利用 MAGMA 软件，对改进前后的两种工艺进行 模拟对比分析。

模拟显示：铁液径向流入，小端根部存在缩松；铁液切向流入，小端根部无缩松。

工艺改进后，累计生产 1 868 片，无缩松。

5 结语

缩松缺陷是刹车盘行业常见问题，工艺设计不合理、补缩能力不足，是导致刹车盘出现缩松的主要原因之一，通过理论分析、实验验证，选取合适、有效的浇注工艺，可以有效解决刹车鼓缩松问题。

参考文献：

[1] 魏兵，袁森，张卫华. 铸件均衡凝固技术及其应用[M]. 北京：化学工业出版社，1997.

2019年《铸造技术》杂志征订启事

《铸造技术》杂志，月刊，1979年创刊，中国铸造协会会刊，国内外公开发行，国内邮发代号：52-64，国外发行号：M855，中国标准刊号：ISSN1000-8365/CN61-1134/TG。

报道范围：报道国内外铸造领域的先进科技成果、应用技术、生产管理经验及信息和铸造设备，覆盖铸铁、铸钢和有色合金等铸造领域，包括砂型铸造以及熔模铸造、金属型铸造、消失模铸造和压铸等特种铸造技术。

主要栏目：试验研究、工艺技术、生产技术、特种铸造、装备技术、实用成型技术、材料改性、材料开发、材料保护及表面工程、材料失效分析、应力控制与理化测试技术、今日铸造等。

发行对象：国内外铸造企业，科研院所，高等学校，铸造原辅材料厂商，设备、仪器厂商，铸件采购商等。

广告范围：刊登铸造原辅材料、铸造设备、熔炼设备、热处理设备、环保设备、检测仪器以及铸件生产、科研成果转让、企业形象宣传等相关广告。

订阅方式及价格：

请从当地邮局订阅，也可以直接从铸造技术杂志社订阅。全年12期，每期定价18元，平寄全年216元（含邮费），挂号全年252元，快递全年336元。中国香港、澳门：每期定价36HKD，全年432HKD。

海外：每期定价18美元，全年216美元。

银行汇款：

户　名：陕西铸造技术杂志社有限责任公司
账　号：3700 0235 0920 0091 309
开户行：中国工商银行西安市互助路支行

邮购地址：西安市金花南路5号西安理工大学608信箱（710048）
联系人：李巧凤　　电话/传真：029-83222071
网址：www.zhuzaojishu.net　　E-mail：zzjsyz@vip.163.com

微信扫一扫 信息快知道