DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.12.010

75-12 新型组合高锰钢辙叉锰叉心铸造工艺研究

谭红刚
(中铁宝桥集团有限公司,陕西 宝鸡 721006)

摘　要:根据新产品开发需求,并结合公司现有设备和技术,提出了 75-12 新型组合高锰钢辙叉锰叉心浇冒系统工艺、造型、冶炼、浇注、热处理等工艺措施;针对工艺实施后的效果和产生的质量问题进行了分析,并提出了优化改进措施。结果表明,优化前的质量问题得到了有效解决,同时铸件的各项检测满足该产品的相关技术标准要求。

关键词:高锰钢辙叉;铸造工艺;优化改进

中图分类号:TG269　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)12-1044-03

Research on Casting Process of New Combined 75-12 High Manganese Steel Frog

TAN Honggang
(China Railway Baoqiao Group Co., Ltd., Baoji 721006, China)

Abstract: According to the requirement of new product development of the new combination 75-12 high manganese steel frog, and based on the existing equipment and technology, the production process including molding, gating and risering system, melting, pouring and heat treatment for the steel frog were put forward. after putting production, the quality problems of the steel frog were studied, and the production process was improved and optimized. Results show that all the test results of the new product met the requirements of the related technical standard.

Key words: high manganese steel frog; casting process; improvement and optimization

长期以来,铁路一直是人们出行或货物运输主要的交通方式之一。高锰钢辙叉作为改变列车运行轨迹的关键零部件,高锰钢冲击硬化后具有优异的抗冲击、抗磨损性能,一直是制造铁路辙叉的首选材料。75-12 新型组合高锰钢辙叉是一种可与线路钢轨实现无缝连接的组合式辙叉,如图 1 所示,由高锰钢叉心、翼轨、叉跟轨组成,并通过间隔铁与高强螺栓副联结为一个整体。该辙叉可实现高锰钢叉心在线互换,服役过程养护维修成本低。

高锰钢叉心中部与同型号整铸高锰钢辙叉结构相似,两端与嵌入式辙叉结构相似,材质为 ZGMn13,铸件重 1 270 kg。锰叉心单铸试件力学性能要求:抗拉强度≥800 MPa,伸长率≥40%,屈服强度≥400 MPa;显微组织要求其组织为奥氏体或奥氏体+少量碳化物,且析出、未熔碳化物不大于 3 级,过热碳化物不大于 2 级;非金属夹杂物小于 3 级;内部质量要求如表 1 所示。

收稿日期:2021-10-25

作者简介:谭红刚(1986—),陕西宝鸡人,工学学士,高级工程师.主要从事铸造工艺开发和铸件质量管控方面的工作.电话:09176262838,
Email:402807339@qq.com

表1　辙叉内部质量检测区域与等级
Tab.1 Lnterior quality testing area and grade of frog

序号	检测部位	接受等级
1	咽喉前 450 mm 范围内的翼轨顶面以下 15 mm 范围内	A2、B2、C2
2	心轨跟端 330 mm 范围内轨顶面以下 15 mm 范围内	A2、B2、C2
3	理论尖端前 200 mm 至心轨宽 50 mm 断面范围内轨顶面 15 mm 以下	A2、B2、C2
4	跟端间隔铁 160 mm,趾端间隔铁 120 mm 范围内	A3、B3、C3
5	跟端间隔铁 160~330 mm,趾端 120~290 mm 内	A4、B4、C4

1　铸造工艺

1.1　铸造工艺设计

辙叉轮廓尺寸为 5 261 mm×440 mm×192 mm,其结构复杂、热节多,铸造工艺设计时必须根据铸件内部质量要求的同时也要考虑分型面、缩尺、浇注方式和浇注系统等。75-12 新型组合高锰钢辙叉铸造工艺方案见图 1。

1.2　造型工艺

(1)采用 VRH 水玻璃砂造型工艺,原砂采用镁橄榄石砂。

(2)辙叉轨顶面均布冷铁,能够使轨顶行车表面

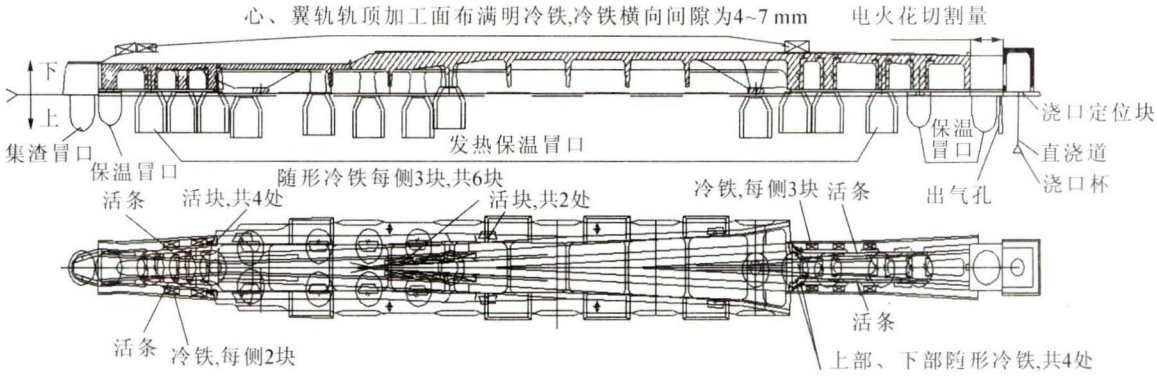

图 1 175-12 新型组合高锰钢辙叉铸造工艺示意图

Fig.1 Schematic casting process of new combined 75-12 high manganese steel frog

钢液迅速冷却,从而形成一定厚度的细晶粒致密层组织,可有效提高辙叉的使用寿命。

(3)辙叉探伤轨顶面 2 级区域等关键部位应用发热冒口,调整上型横筋位置,确保发热冒口间距不大于 300 mm,可充分提高冒口的补缩效率和有效补缩距离。非浇口端增加集渣冒口,可有效减少钢液充型时冲刷产生的夹渣等缺陷。

(4)铸型表面全部喷涂镁砂快干涂料,干燥后采用砂纸手工打磨,确保铸件非加工表面具有较低的粗糙度,同时避免涂料堆积造成局部气孔缺陷的产生。

(5)采用热风烘干机对下铸型进行烘烤,提高铸型干燥程度,从而减少气孔缺陷产生可能,同时减少铸型与钢液的温差,提高铸型的充型速度和减缓钢液的凝固时间,避免产生冷隔缺陷。

1.3 冶炼工艺

(1)严格控制炉料配比,采用洁净的炉料进行熔炼,钢液还原期造白渣,增加还原气氛,出钢后进行 LF 炉外吹氩脱氧精炼,降低钢液中的气体含量。严格控制冶炼参数,保证冶炼质量。

(2)严格控制钢液温度于最佳范围内,采用热电偶加强测温的准确性,起包温度为 1 445～1 460 ℃。

1.4 浇注工艺

采用正倾斜浇注工艺, 倾斜高度 450～500 mm。有利于型腔内、钢液中气体和夹杂物的上浮,有利于减少铸件内部的气体和夹渣缺陷。钢液充满铸型后及时且充分的点浇、补浇,充分减少缩孔、缩松缺陷的产生,从而提高铸件内部质量。

1.5 热处理工艺

高锰钢材料特性为导热性差,加热时很容易因为受热不均匀而产生裂纹缺陷,故低温升温速度不宜过快。必须控制辙叉的淬火入水时间小于 60 s,再通过大水量、高流速、低水温、铸件间大间距、长时间搅拌等工艺措施, 将水韧处理过程中可能产生的碳化物数量降到最低, 确保材料具有良好的力学性能。水韧处理工艺见图 2。

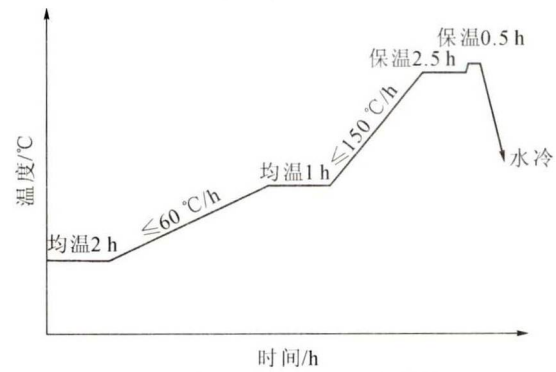

图 2 辙叉水韧处理工艺示意图

Fig.2 Schematic diagram of process curve of water toughening treatment

2 辙叉铸件质量

首件试制完成后,经检验化学成分、力学性能、显微组织及夹杂物都满足设计要求。经对辙叉的表面质量和内部质量检测,存在以下 2 个质量问题:

问题 1: 浇口端第一个横筋部位处下斜面部位与轨墙部位存在裂纹缺陷。

问题 2: 非浇口端第二个横筋芯部存在超标准的缩孔、缩松缺陷, 标准要求等级为 A3、B3、C3,X 射线检测实际为 A1、B1、C4。

3 原因分析及铸造工艺改进

3.1 原因分析

浇口端第一个横筋热节的宽度大于横筋热节长度, 铸件凝固收缩过程中横筋长度方向受到的收缩应力比横筋厚度方向受到的收缩应力大, 因此造成在冒口根部位的下斜面和轨墙部位产生了热裂纹。

3.2 改进措施

将浇口端第一个横筋的宽度尺寸减小, 将热节结构由原来的长方体结构改为近似于正方体结构,使得凝固收缩时热节四周受力均匀。

3.3 原因分析

为保证内部质量，在铸造工艺设计时，在非浇口端的增加了1处横筋，导致使用冒口的外径尺寸大于横筋的中心距离，故又在原第二个横筋靠浇口端方向厚度为25 mm的冒口半圆补贴，虽然解决了冒口之间的干涉问题，但同样增大了横筋处的热节厚度，且使得冒口径中心未能直接与横筋宽度中心对齐，故在浇注和凝固过程中，冒口未能有效的对横筋进行补缩，从而造成横筋芯部产生缩孔、缩松超标缺陷。

3.4 改进措施

减小非浇口端原第二个横筋靠浇口端增加的半圆冒口补贴的厚度，由原来的25 mm变为15 mm，从而减小该横筋部位的热节大小，提高补缩效率。

3.5 改进效果

辙叉铸造工艺改进后再次试制2根，经表面质量检测，2根辙叉质量完好，无裂纹缺陷产生；同时经过X射线检验，2根新制辙叉内部质量全部达到标准要求。

4 结论

(1)造型、冶炼、浇注、热处理采用的工艺措施对该结构的高锰钢辙叉锰叉心可行。

(2)经铸造工艺方案的优化，高锰钢锰叉心表面质量、内部质量问题得到了有效解决。

(3)高锰钢锰叉心化学成分、力学性能、金相组织及夹杂物满足标准要求。

参考文献：

[1] 陈国桢，肖柯则，姜不居. 铸件缺陷和对策手册[M]. 北京：机械工业出版社，1996.

[2] 张敏. 高锰钢铁路辙叉内部铸造缺陷对使用性能的影响 [J]. 铸造技术，2015(11)：2795-2796.

[3] 胡汉起. 金属凝固[M]. 北京：冶金工业出版社，1985.

[4] 曹文龙. 铸造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，1989.

[5] 李魁盛. 铸造工艺及原理[M]. 北京：机械工业出版社，1989.

《铸造技术》杂志优秀企业、先进人物专访通告

《铸造技术》杂志开展专访活动，旨在通过专访这一内涵深邃、读者喜闻乐见、欣赏韵味独特的交流方式，深度挖掘铸造界人文财富，倾心打造行业精深资讯，进而从独有的精神与文化之角度施力，推动中国铸造业的科学振兴和健康发展。

《铸造技术》基于“榜样的力量是无穷的”以及“益言可以兴邦”的基本理念和初衷，《铸造技术》杂志社记者与业界企业家、专家学者、工程技术人员等先进人物近距离接触、多层面无障碍恳谈，从而接地气地见识与领略中国铸造业界深邃浩瀚的人文资源、鲜活生动的真人与实事，在第一时间得到启迪与感悟，进而把这发自心灵的收获通过专访报道奉献给读者朋友。

《铸造技术》专访笃信“唯有真情可以感人”。能感动人的专访报道，必然是被访者真实生活的经历、体验和独特感受，高尚人格的彰显。专访报道中的所有感人之处，无不源于被访者独有的生活经历加上独到的见解。不可复制的人生阅历之润养、对生活的挚爱、对事业的全身心投入，是每一位被访者能够超越现实与自我而永葆充沛生命力的秘诀。从自己挚爱的事业那里领悟人生的真谛，激发爱与美相交融的情感。被这真实的情感所感染，使人情不自禁地用看似清淡的笔墨，仰仗倾情产出令人心颤的专访报道。

《铸造技术》专访对“说理”情有独钟。信奉“唯有讲理可以服人”。因“至”即无限趋近高端，故“至理”系高度符合科学规律的道理。“科学”乃说理的学问，科学是迄今全人类生产及社会实践的顶级智慧结晶，科学是全人类的共同财富，科学是人类从必然王国走向自由王国的桥梁。唯科学之理能使人们正确认识世间万物、尤其包括认识者自己。《铸造技术》专访已延续多年，读者不难发现，所有被访者的感人之处无不根源于其自觉或不自觉地遵循了科学的思维与行为的准绳。

《铸造技术》专访所追求的是，以优秀传统文化底蕴为基石，以高尚道德操守与精神境界为标杆，倾力打造铸造专访的精到内涵和独特风格，倾心为读者朋友打造理性思考的空间，竭力实现被访者—读者的理性与情感的惊人共鸣。