



离心复合铸造轧辊生产质量控制及预防措施

■ 刘红才，蒲远忠，孟效轲

摘要：我厂为国内钢厂2150轧线提供的改进型无限冷硬工作辊在铸造生产期间，发生轧辊打箱辊身开裂的质量问题，成形毛坏在粗加工时发现密集缺陷，造成批量性废品，大大提高了生产成本。针对报废轧辊进行分析，研究其开裂及造成密集缺陷的原因，制订相关工艺措施，以提高轧辊离心复合铸造时的成品率，以期对轧辊制造过程中质量控制和管理提出改进意见，规范操作规程，避免类似事故再次发生。

关键词：轧辊；工作辊；开裂；失效分析；预防措施

1. 概述

目前国内钢铁产能严重过剩，钢铁行业已进入寒冬，企业减产、停产、重组是大势所趋，钢铁行业萎靡直接波及轧辊行业，降低成本，磨辊间承包和零库存是各钢厂对轧辊供货商的新要求，也是轧辊行业发展新趋势。在轧辊材质方面，粗轧采用高铬钢仍是主流，少数厂家已开发采用半高速钢产品，精轧前段新一代改进型高铬铸铁已被广泛采用，管理成熟的大型钢厂如宝钢、鞍钢等，精轧前段采用高速钢产品，且后段有采用石墨型高速钢的趋势，国内钢厂精轧后段仍以无限冷硬铸铁产品为主，鞍钢轧辊厂新开发高镍铝无限冷硬轧辊，以好的耐磨性及高的毫米轧制量很受钢厂好评。中板仍以采用无限冷硬铸铁为主，以南钢为代表的部分钢厂已采用高铬铸铁代替无限冷硬铸铁轧辊。

就目前我国钢铁行业及轧辊行

业发展趋势，工作辊供货商如何降低成本，提升质量管理水平，提高的产品成品率，为钢厂用户提供性价比最高产品，减少废品及三包损失成为轧辊供货商现阶段保生存、保盈利的主要任务。

2014年，我厂与国内东北某钢厂2150线签订的改进型无限冷硬离心复合铸造轧辊供货合同，合同订货4支，生产批次卡号R111，轧辊参数见表1。

2. 生产情况

截止2014年9月，卡号R111改进型工作辊先后共生产7支，毛坯成品4支，整改前生产5支，其中R111.1、R111.2辊身无损检测存超标缺陷，R111.3因浇注外层后，桥式起重机故障未浇注芯部造成报废，R111.4因打箱后

辊身开裂报废，后补制的R111.5也因打箱后辊身开裂报废。因批量性报废，分厂停产整顿，分析废品原因，采取有效措施，提高轧辊成品率。整改后补制的R111.6、R111.7铸造毛坯未发现缺陷，后续加工无损检测合格。

3. 质量问题

(1) 无损检测缺陷 R111.1、R111.2在后续粗加工无损检测时发现超标缺陷，检测设备选用国产HS511型数字式超声波检测仪，采用2MHz直探头，探头直径为24mm，耦合剂采用全损耗系统用油，按照GB/T1504—2008标准进行无损检测。

由无损检测记录可知，在冒口端，深度68~76mm局部区域存在 $\phi 7 \sim \phi 8$ mm密集缺陷，该区域位

表1 某钢厂2150线热连轧工作辊参数

辊身直径 /mm	轴肩直径 /mm	辊身长度 /mm	轴肩长度 /mm	报废直径 /mm	轧辊总长 /mm	轧辊净重 /kg
700	605	2550	180	630	5880	11458

于结合层，检测结果不合格。

(2) 辊身打箱开裂 卡号 R111.4、卡号 R111.5 在毛坯打箱后辊身开裂，造成报废，其裂纹如图1所示。

(3) 未充芯报废 R111.3 在浇注外层后，因桥式起重机故障未浇注心部造成报废。

4. 质量问题分析

(1) 无损检测缺陷分析 针对 R111.1、R111.2 出现无损检测缺陷质量问题，对报废轧辊 R111.1 进行解剖，对夹杂物进行 X 荧光分析，其化学成分见表2。

由表2可知：无损检测密集缺陷主要以 Si、Al、Mn 元素的氧化物为主，确认是外来夹渣，其来源主要为涂料和端盖砂。对来源进行因素分析，重点控制外来夹杂物进入环节，外层浇注夹杂物来源有以下几个方面：①离心浇注时，涂料脱落。②端盖砂脱落，未清理干净或端盖砂舂砂不够紧实，在浇注外层时脱落形成夹渣。③浇注管涂料脱落形成夹渣。④外层过滤网失效，外层夹渣进入浇注型腔。⑤浇注系统未清理干净，夹杂物随铁液进入型腔。⑥心部铁液夹渣进入浇注型腔，未及时上浮形成过渡区夹渣。

(2) 辊身开裂分析 对 R111.4、R111.5 轧辊，在辊身开裂处进行局部打磨，进行硬度检测，其硬度结果如图2所示。

由硬度检测结果可知：开裂处补丁硬度在 41~43HSD，辊身硬度在 71.6~77HSD，由此判定补丁材料为心部球墨铸铁，辊身开裂时机在浇注心部材料前，外层在离心浇注凝固过程中形成裂

纹，浇注心部球墨铸铁时，球墨铸铁从裂纹处溢出，遇辊身模具激冷后凝固。在毛坯检查时，发现 R111.4 外观颜色异常，其辊身表面状态如图3所示。

在离心浇注外层材料前，需对辊身模具内表面进行喷涂，涂料厚度 1~4mm，以保护辊身模具，降低辊身模具温度，延长使

用寿命，避免辊身模具对外层材料进行激冷，保证凝固温度场稳定。由图3可知，轧辊辊身表面并非正常白色涂料，伴有棕色氧化物，对涂料原料进行检查，发现涂料原料有异常氧化铁粉末。对辊身模具进行检查，发现辊身模具内表面异常，如图4所示。

正常辊身模具内表面有加工



(a) R111.4 辊身开裂

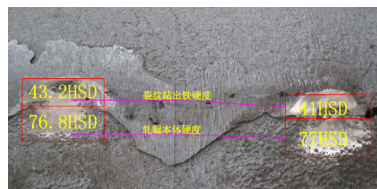


(b) R111.5 辊身开裂

图1 毛坯打箱后辊身开裂



(a) R111.4 辊身开裂处硬度检测

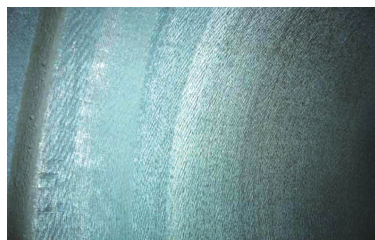


(b) R111.5 辊身开裂处硬度检测

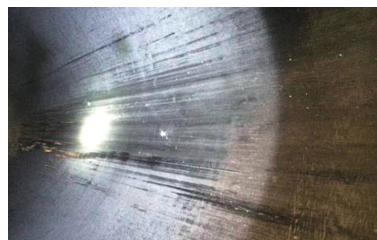
图2 辊身毛坯裂纹处打磨后硬度检测



图3 R111.4 轧辊辊身毛坯颜色



(a) 正常有加工纹理的辊身模具内表面



(b) 异常的辊身模具内表面

图4 辊身模具内表面对比

表2 R111.1 报废轧辊X荧光光谱化学成分分析 (质量分数) (%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	ZrO ₂	HfO ₂
25.49	22.85	0.45	0.28	15.98	1.00	0.11	0.25	12.09	4.00	0.12

纹理,以增强涂料附着强度,避免在浇注外层铁液时涂料脱落,而生产R111批次轧辊辊身模具因常年使用频繁,模具内表面加工纹理已被磨光,造成涂料附着强度不足,浇注外层铁液时,涂料极易被冲起。

辊身开裂原因分析:辊身涂料含有异常夹渣物,辊身模具内表面加工纹理常年使用被磨光,造成辊身涂料附着强度降低,浇注外层铁液时涂料被冲起,涂料因密度小,在离心铸造时分布在外层铁液内表面,涂料被冲起处,外层铁液直接和辊身模具接触,外层铁液激冷,冷却条件被改变,该部位冷速快,在外层铁液整体凝固时已形成裂纹,导致辊身开裂,在浇注心部铁液时,心部球墨铸铁材料从裂纹处溢出,遇辊身模具后凝固,造成打箱时轧辊毛坯开裂处有补丁异常现象。

(3) 未充心 由于该缺陷原因为设备故障造成,在此不做赘述。

5. 预控措施

该批轧辊质量事故发生后,事业部、分厂高度重视,从影响质量因素人、机、料、法、环等方面全面整改,采取有效的预控措施,提高质量管理水平,在后期生产过程中效果明显,未有类似质量问题,其预控措施如下。

人:对在岗职工进行培训,提高业务能力,实行持证上岗。

机:作业生产前,对所涉及的设备如冶炼炉、离心机、桥式起重机、辊身模具、浇注系统等进行全面检查,避免因机械设备故障和附具不满足技术要求造成产品报废。

料:对各工序所涉及用到的原料进行全面检查,如生铁、废钢、合金、硅砂及涂料等,检查是否满足标准要求,避免因原料不合格造成废品。

环:离心浇注时,停止震砂机作业,关闭南北两侧大门,为生产提供良好作业环境,避免因离心铸造时因高频振动和凝固温度场不均造成辊身开裂报废。

工艺措施:工艺必须严格执行六级审批制,在生产作业前进行全面工艺交底,形成记录,对易造成产品缺陷的重要工序、关键重点进行交底补充。

(1) 辊身模具需清理干净,喷涂前清理浮砂,检查辊身模具内表面是否满足生产要求,涂料配比及工艺流程符合工艺要求,保证涂料附着力及强度。

(2) 端盖砂在撞砂过程中严控放砂量,保证春砂紧实度,涂料喷涂后,若端盖砂有缺陷需及时修补。

(3) 浇注前清理浇注系统,保证浇注系统无异物。

(4) 心部起包前彻底扒渣,保证无黑渣进入浇注型腔。

(5) 不得进行工艺规定以外影响产品质量的操作行为,工艺执行中严格按专用工艺和通用

规范进行。

参考文献

- [1] 刘以宽,汪光然.轧辊失效分析[J].轧钢,1993(1):30-34.
- [2] 渠彬,朱世根,顾伟生.轧辊失效方式及其原因分析[J].山东冶金,2005(1):31-33.
- [3] 王蕊,马玥.侯红娟.轧辊失效原因分析及预防措施[J].太原科技大学学报,2006(27):85-86.
- [4] 马占福.热轧轧辊失效分析及预防措施[J].新疆钢铁,2010(7):8-10.
- [5] 陈竹立.离心复合轧辊的应用及轧辊失效分析[J].钢管,2014:43(5):71-74.
- [6] 李玉华.离心复合铸造轧辊的质量控制[J].特种铸造及有色合金,2012,32(9).
- [7] 顾祖希.大型离心复合铸铁轧辊结合层的质量控制[J].特种铸造及有色合金,1993(6):25-28.

作者简介:刘红才、蒲远忠、孟效轲,天津重型装备工程研究有限公司。

MW 20160420

铸造征稿启事

《金属加工(热加工)》长期面向广大铸造工作者征集优秀稿件,凡涉及铸造工艺、设备、材料、熔炼、检测技术、缺陷分析,以及铸造节能环保技术和生产管理文章均可向我刊投稿。

稿件一经录用,稿费从优(不收版面费)。《金属加工(热加工)》为国家级期刊,发表论文可用于技术职称评定。

投稿路径:1. 登录<http://tougao.mw1950.cn> 网上投稿系统
2. 邮箱:rb1950@126.com

《金属加工》编辑部