

高速钢轨表面轧疤形成原因及控制技术

郭运锋¹ 赵利永¹ 陈晓亚²

(1. 河钢邯钢大型轧钢厂 河北 邯郸 056000;

2. 河钢邯钢品质部 河北 邯郸 056000)

[摘要] 高速钢轨轧疤的出现不但降低了高速钢轨表面的平整度, 并且严重影响了高速钢轨的力学性能, 尤其是在重载列车高速运转的动态性载荷的作用下, 疤痕缺陷位置很容易产生应力问题, 造成高速钢轨裂痕乃至断裂, 严重威胁安全驾驶安全性。所以, 应加强高速钢轨生产制造阶段对疤痕问题的检验, 研究缺陷的原因, 采取相应的预防对策, 消除疤痕缺陷。

[关键词] 快速高速钢轨; 表层质量; 轧疤; 缘故; 控制系统

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.11.1709

高速钢轨是铁路运输的基础, 在高速钢轨机动车辆的运用中起着支撑和引导的双向作用, 直接影响到高速钢轨机动车辆的稳定度和安全系数。高速钢轨生产制造要通过各种错综复杂的生产工艺流程, 也很容易产生一些缺陷问题, 其中高速钢轨表面质量缺陷比较普遍。高速钢轨轧疤的出现不但减少了高速钢轨表层的平整度, 并且严重影响了高速钢轨的力学性能, 尤其是在重载列车高速运转的动态性载荷作用下, 高速钢轨轧疤缺点部分非常容易产生应力问题, 造成高速钢轨缝隙乃至破裂, 严重威胁安全驾驶安全性。所以, 应加强对高速钢轨生产制造缺陷的检验, 消除高速钢轨的合理控制措施。

1. 轧疤缺陷的宏观特点及金相检查

轧疤缺陷不但可以直接危害高速钢轨表面质量, 并且与高速钢轨裂痕有相应的联系, 造成裂痕簇的造成, 减少高速钢轨的物理性能, 尤其是当轧疤缺点拓宽到高速钢轨底端的深部位置时, 高速钢轨在调查过程中很容易造成高速钢轨底部裂痕。轧疤问题的影响水平主要与疤总面积、深度和变化水平相关。依据其外形和遍布特性, 轧疤缺点可分成锯齿疤痕、块疤痕、点夹疤痕、疤痕等不同种类。

1.1 缺陷宏观特点

轧疤主要分散在间距高速钢轨顶端4m的部位, 最多不超过10m, 外形不一样, 绝大多数黏附在导轨表层, 与基材不连接。一些轧疤在高速钢轨调查后, 高速钢轨形状不会再与高速钢轨密切黏附, 所以脱落, 原来缺陷位置产生凹痕。

1.2 轧疤缺陷遍布规律

根据对轧疤缺点高速钢轨的遍布统计分析, 发现轧疤问题的数目与炼铁浇频次有相应的关联; 轧疤缺点关键聚集在左右腹腔, 上腹腔缺陷率高过下腹腔。所以, 除开下腹腔金属材料异物因自身重量而脱落外, 除鳞实际效果也对其有较大危害。

1.3 金相检查

根据对缺陷位置的金相检查, 发现缺陷位置有显著的脱碳状况, 金相组织出现异常粗大, 缺陷与基材间有很多不同方式的金属氧化物。进一步查验可明确金属氧化物为化合物, 组织种类是铁素体组织的混杂物。查验疤痕脱落后的凹痕, 发现凹痕与脱落金属氧化物的外形尺寸基本一致, 渗碳层深度与正常的基材位置的渗碳深层一致; 凹痕表层光洁, 无显著折叠、裂痕等缺陷。这也判断了凹痕是由外界金

属材料化学物质压入掉下来产生的。

2. 分析钢轨轧疤缺陷的原因

2.1 铸坯两边残余流渣较多

端头金属材料残余物主要形成于坯料的激光切割阶段。假如有缺陷的钢材加温到炉中, 或钢材激光切割规格控制欠佳, 激光切割端部残余物清除不干净, 两边残余渣可进到轧制阶段, 黏附在钢材或热轧带钢表层, 导致环境污染。轧制时, 这种依附在钢材和辊表层的金属材料残余物在巨大的轧制作用下被压进钢材中, 产生高速钢轨表层的轧疤。

2.2 轧制端部弯折或扩孔钻设计方案安装欠佳

在轧制全过程中, 轧制端弯折和扩孔钻设计方案安装缺陷是造成高速钢轨轧疤缺陷的几个主要因素。假如轧制构件弯折、扭曲或扩孔钻设计方案安装欠佳, 无法发挥该有的稳固支撑点和导向作用, 则轧制构件的头部在被热轧带钢破坏的历程中非常容易碰撞热轧带钢表层或辊台。在导致轧构件形变和破坏的同时, 从碰撞位置爆出的金属材料残片也会附着在轧制表层, 进而在该位置造成黏性肉。黏性肉使热轧带钢表层不会再光洁。这种黏附的金属材料残片将在热轧带钢转动到下一个周期时间后压进轧下颚, 造成高速钢轨表层的疤痕缺陷。

2.3 除鳞实际效果不佳

铸坯在升温操作过程中难以避免会与外部氧气产生反应, 并在外表产生很多的锌灰。在坯料进到轧制阶段以前, 需要用超高压水除去鳞片来清理这种锌灰, 不然在轧制全过程中, 这种锌灰会被热轧带钢压进坯料中, 随后在坯料表层产生轧疤。

热连轧除鳞设备主要具有除去高速钢轨表层金属材料脱落物或粘合力小的金属材料杂质的作用。所以, 发电机组除鳞实际效果也是危害高速钢轨轧疤缺陷的关键。

3. 高速轨道交通生产制造中轧疤缺陷操纵的技术措施

3.1 严控铸坯品质, 消除残余流渣。

首先, 在进入热处理炉和轧制全过程前, 应查验铸坯表层, 并根据清理和精细化管理对策防止出现产品质量问题的铸坯进到轧制过程。与此同时, 应精确操纵坯料的分割规格, 清除激光切割端沉渣, 防止激光切割伤和金属材料沉渣。

根据对生产制造工作经验的总结, 认为轧制高速钢轨铸坯应符合下列技术标准: ①铸坯表层不可有深度超过1.5mm的

刮痕、压印、凹痕、突起、出气孔；不可有肉眼看得见的裂痕、混合、疤、脱落等；②铸坯截面不可有裂痕、皮下组织起泡、收拢孔等危害应用的缺陷。二是加强铸坯表层和两边残余残留残余物的消除。火焰清理法可用来保证表层不能有薄厚超过2mm的残余物。在持续铸造生产制造层面，应严控和提升技术主要参数，降低铸坯凹痕、腹鼓、刮痕等表层缺陷。最高是加强对铸坯的检测和工程验收，提升检测频率，对不达标的铸坯开展退料解决，不可将有品质缺陷的铸坯注入下一道工艺流程。

3.2 保证铸坯端部的平整度

针对轧端弯折和冲击性造成的疤缺陷，在确保轧规格一致的前提下，可调节热连轧头、低压量、通用性热连轧轧线相对高度、横着部位等对策，使轧线维持平行线，轧线在同一水准。

3.3 依据扩孔钻有效设计方案

扩孔钻的设计方案和相对高度调节应以保证铸坯的精确导进孔为规范。根据调节通用性热连轧的出入口和通道卫生板，将铸坯的位置正确引导到恰当的位置，尽量避免铸坯顶端冲击性孔的概率，保证铸坯对中咬合。

3.4 改进生产流水线除鳞效果

通用性热连轧发电机组选用超高压水和高压风融合的除鳞方式，生产流水线有4个除鳞点。首先，应观察高速钢轨轧疤的缺陷。假如缺陷位置压进很多锌灰，则表明生产流水线除鳞效果不佳。应改善除鳞设备，以提升除鳞效果。

观察每一个除鳞点的除鳞效果，查验除鳞点上下喷头位置是不是两端对齐，下表层喷头是不是在孔轴线上，不然调节喷头部位和视角，清除鳞盲点，彻底遮盖喷头喷射范畴。除此之外，可适度提升除鳞风水压力，提升除鳞效果，除去粘合力强的锌灰。

4. 设计了高速钢轨表面轧疤缺陷控制措施

4.1 研究高速钢轨表面缺陷

为了更好地完成对高速钢轨表面缺陷的有效控制，首先必须确立高速钢轨表面缺陷的类别，并按照不同的缺陷引进更适用的控制措施。根据研究近些年钢铁企业生产过程中的具体情况，融合高速钢轨表层缺陷的产生体制，现阶段高速钢轨表面的缺陷主要包含混合、翻转疤和翻转印痕，一共有三种典型性的缺陷类别。除此之外，它还包含一种相近缺陷但不属于缺陷类别的伪缺陷。第一个缺陷问题的因素是高速钢轨表面有大批量的非金属材料混合物和渣，这一部分残渣在冷轧钢环节开裂。这类缺陷类别通常体现为尺寸和样子不规则的特性，纹路构造繁琐，绝大多数呈灰白或棕红色。第二个缺陷问题的根本原因是在炉渣生产过程中没有比较严重损坏。这类缺陷类别通常体现为样子轮廓不规律的特性，在其中绝大多数为凹型，主要分散在高速钢轨侧边。第三个缺陷问题的因素是高速钢轨辊破损明显或白铁皮粘连。它通常出现于平行线或弧形管沟构造中，其深层不一样，比以上其他两个表层缺陷问题长。伪缺陷类别通常是由化合物构造在清理高速钢轨时掉下来造成的。缺陷总面积大，长度长，缺陷内纹路匀称。这类缺陷并不会危害高速钢轨的表面质

量，但通常被觉得是高速钢轨的表面缺陷。

4.2 提升扩孔钻构造及安装

扩孔钻是控制高速钢轨表面质量的关键部件，传统式高速钢轨两小卫板和大卫地板选用轴连接固定，但这类固定在实际运用中会造成二者之间产生比较大的空隙，当钢轨时，因为内应力位置在缝隙周边，非常容易产生扩孔钻安全事故，造成高速钢轨表层缺陷。常见的轧疤和轧疤缺陷主要是因为扩孔钻构造不科学或安装偏差导致的。

所以，对于这一问题，本文提升了扩孔钻构造，并完成了其有效地安装。在调节扩孔钻的设计方案和安装高度时，应保证热连轧可以精确调节板孔。在扩孔钻设计方案中，辊与扩孔钻之间的触碰构造同样关键。进口扩孔钻总体设计时，槽底与扩孔钻上表层间的间距应在5.0mm~10.0mm范畴内，扩孔钻上表层与扩孔钻顶尖之间的距离应在6.0mm~12.00mm范畴内。根据调节热连轧出入口和通道扩孔钻的边角，尽量避免热连轧顶端对板孔的危害，保证热连轧能咬入。除此之外，假如在具体运用中，扩孔钻构造和组装有效，仍存有表面缺陷，则可能是扩孔钻自身品质问题引起的，扩孔钻表层可能存有毛刺太多的问题。所以，针对这类类别的安全防护板，在应用前必须应用研磨抛光机完成打磨抛光，以保证其表层光洁。同时，依据施工现场具体情况，在过渡扩孔钻之间提升翻转导向性设备，可进一步防止铸坯、后盖板构造与扩孔钻直接接触，降低厚钢板表层缺陷的概率。

更新改造后的预弯管清除了两边和上端边角，打磨抛光了全部平面；在预弯全过程中，预弯管自身从线触碰到高速钢轨底部的表层触碰，基本上解决了预弯管导致的刮伤，尤其是在弧预弯段。

结束语

轧疤是高速钢轨常见的表面质量缺陷，其产生机制也主要与金属材料杂质的压力相关。依据轧疤缺陷的原因，从清除残余渣、避免顶端冲击性、改进鳞片等层面，可合理处理轧疤缺陷，为铁路运输给予高品质的高速钢轨产品。

参考文献

- [1] 李钧正, 杨正宗. 钢轨轧疤缺陷产生原因分析, 《河南冶金》, 2017, 25 (1) .
- [2] 张雪荣, 陈燕才, 段文, 周意平, 高速重轨轧疤缺陷原因分析及改进措施, 《装备维修技术》, 2014 (3) .
- [3] 陶丹丹. 基于背景建模的钢轨表面缺陷像素级检测方法[J]. 铁道科学与工程学报, 2021, 18 (02) : 343-350.
- [4] 曹义亲, 刘龙标. 基于缺陷比例限制的背景差分钢轨表面缺陷检测方法[J]. 计算机应用, 2020, 40 (10) : 3066-3074.
- [5] 罗晖, 徐广隆. 基于图像增强与深度学习的钢轨表面缺陷检测[J]. 铁道科学与工程学报, 2021, 18 (03) : 623-629.
- [6] 张润华, 贾银亮, 王平. 一种抑制钢轨表面缺陷漏磁检测提高干扰的方法[J]. 电子测量技术, 2020, 43 (19) : 148-153.