

热轧支承辊剥落问题根本原因分析及使用建议

■ 王维宁, 赵学文

我公司为客户热轧生产线提供的一只支承辊, 辊身直径1461.02mm, 客户反馈在某次轧钢时有异响, 拉出后该辊的辊身发现有剥落。通过现场勘察、支撑辊使用情况调查, 对支承辊剥落问题进行根本原因分析, 并根据分析结果为客户提供现场使用建议。

1. 现场勘察情况

根据现场仔细勘察、测量, 剥落处位于辊身中部至非字端(传动侧)辊身边部(见图1), 范围约900mm(轴向)×800mm(周向), 剥落断面中部有两个平滑的带状裂纹通道区域, 均约100mm宽。①通道距辊身端部约500mm, ②通道距辊身端部约300mm。两条通道区域两侧有一个分界线, 分界线及外侧较为粗糙, 距辊面深度在25~30mm, 条带上可以看到部分不太明显的疲劳扩展条纹, 分布着比较经典的一圈一圈的“贝状纹(海滩样)”疲劳扩展条纹, 这是每一阶段裂纹前沿轮廓留下的痕迹, 贝状纹指示的两条裂纹通道的扩展方向均朝上, 与支承辊在机旋转方向相反。②通道色泽相对发灰、发黑, 表面有一薄层

氧化腐蚀产物。

在剥落断面同侧的未剥落辊面上发现A、B两处表面裂纹区域, 如图2、图3所示。A区域位于剥落断面对面, 距辊身端面385mm, 范围100mm(轴向)×185mm(轴向), 该区域内上方三处较小表面裂纹呈现“^”形, “^”形指向方向与裂纹通道扩展方向一致, 下方有一条较长半弧形与轴向的竖直状组成的复合开口裂纹, 根据裂纹交汇特点, 竖直形裂纹为首先形成的主裂纹, 该裂纹应为轧制事故造成的挤压裂纹。B区域位于剥落断面上沿约400mm处, 范围100mm(轴向)×185mm(轴向), 距辊身端面100mm。B区域有多

处轴向小裂纹, 裂纹密集处成带状, 局部呈网状, 此种裂纹为典型的热冲击裂纹。根据着色显像, B区域下方较长的显像条带疑似为擦伤(硌痕), 同时B区域下方有一小硌坑。

经超声波检测确定: 外露①裂纹通道沿辊面下未剥离的裂纹通道与A区域相连, 可确定A区域为①裂纹通道的起源, 外露②裂纹通道沿辊面下未剥落暴露的裂纹通道与B区域相连, B区域为②裂纹通道的起源。①、②裂纹通道的起源与客户方面自己检测的结果一致。辊面下未剥离暴露的裂纹通道距辊面最深处约30mm。根据无损检测结果可以判定①裂纹通道先沿斜面向

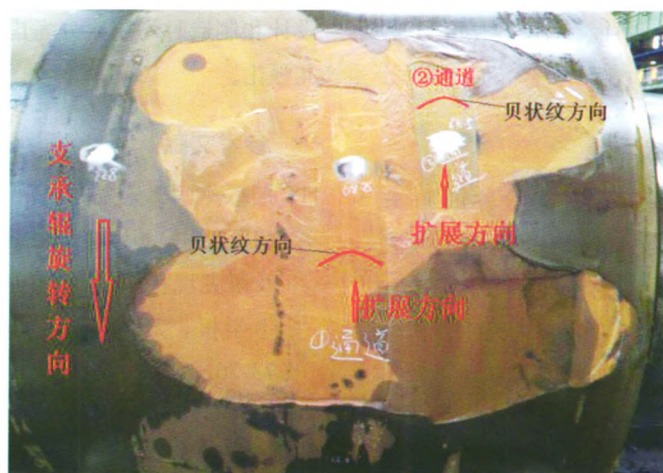


图1 剥落断面形貌

承受交变的接触应力以及其他应力作用，如果此时震颤、滑动等造成局部接触应力或剪切应力过载，那么会使第1阶段产生的微裂纹进一步扩展。

更不能忽视的是，异常故障使支承辊上产生摩擦热造成支承辊表面温度升高，如果温度升高太快，有可能超过支承辊材料的奥氏体化温度。又由于冷却水不断流到支承辊上，部分支承辊材料受到加热和突然冷却，造成回火裂纹，这种裂纹的危害性较大，未及时检出清理，裂纹就会扩展成为剥落源裂纹。

第2阶段：裂纹向支承辊淬硬层内部扩展。如图5所示，支承辊受到接触应力（ F_c ）与切应力（ F_t ）作用，裂纹有一定扩展，裂纹的取向与接触应力、摩擦力甚至残余应力的合力趋向达成某种角度范围。

第3阶段：淬硬层内部疲劳扩展。随着扩展的进行，裂纹径向深度达到一定程度，此时的接触应力作用大为减弱，故而裂纹基本不向径向扩展，由于支承辊淬硬层较深，加之淬硬层韧性较差，故而疲劳裂纹主要在淬硬层内部沿周向扩展；或在淬硬层和非淬硬层之间的过渡区域扩展，这是由于过渡区域的应力较为复杂。

第4阶段：疲劳扩展轨迹边缘迅速扩展。第3阶段疲劳扩展时，带状疲劳扩展痕迹边缘存在应力集中，直至扩展到支承辊表面发生剥落为止。这类迅速的开裂可能瞬时发生，也可能在支承辊所转几周之内迅速发生。

第5阶段：大剥落掉块产生。

另外，在裂纹扩展过程中，空气、水等逐步渗入裂纹内部，断裂表面上产生表面氧化，使得剥落通道近源区部分色泽出现发灰、发黑现象。由于暴露的②裂纹通道位置相对暴露的①裂纹通道离表面裂纹源近，才显示出色泽发灰、发黑。条带状疲劳裂纹通道扩展的深度变化与不同的使用工况有着极大关系，图6为某钢厂2250热轧支承辊剥落崩块，崩块上两条同向扩展的裂纹通道距辊面深度不同。

4. 分析结论及使用建议

客户方面无法及时发现并清除表面裂纹，致使表面裂纹扩展为严重的条带状疲劳裂纹（裂纹通道），最终导致强度不够而产生大面积剥落。根据现场勘查和根本原因分析，我方建议客户方面加强支承辊维护并合理使用，从源头上减少疲劳裂纹的萌生。为了避免以后类似事故发生，作为制造方，我公司将继续加强支承辊质量监管、技术研发与售后跟踪服务，增强支承辊的抗疲劳能力。

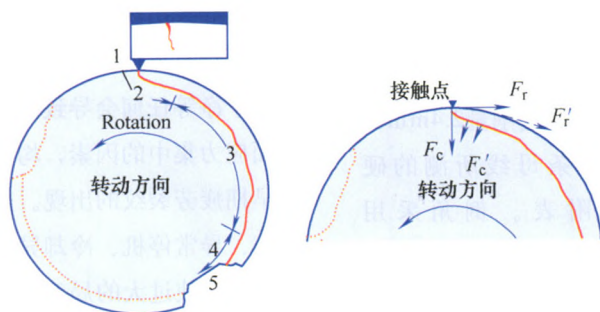


图5 支承辊剥落及接触点受力示意

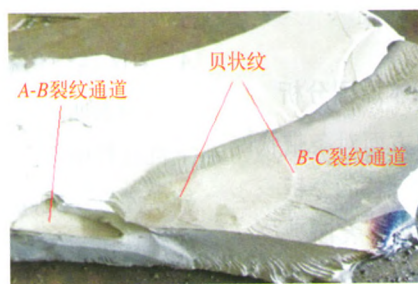


图6 某钢厂2250热轧支承辊剥落崩块

作者简介：王维宁，齐齐哈尔理工职业学院。赵学文，中国一重铸锻钢事业部工艺技术部。

MW 20170412