

Φ1550mm支承辊的堆焊修复与强化

黄 诚¹, 公茂秀¹, 何绪友², 贺 兵², 陈龙芬²

(1 山东省冶金科学研究院, 山东 济南 250014; 2 济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

摘 要: 分析了济钢中板厂Φ1550mm支承辊的工况条件及失效情况, 选用低裂纹倾向的焊丝, 制定埋弧堆焊和特殊热处理工艺对该支承辊进行修复强化。修复后的支承辊比新辊的使用寿命提高了2.54倍。

关键词: 支承辊; 修复强化; 埋弧堆焊; 热处理工艺

中图分类号: TG445 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2003)03-0020-02

Welding Restoration and Strengthening of Φ1550mm Backup Roll

HUANG Cheng¹, GONG Mao-xiu¹, HE Xu-you², HE Bing², CHEN Long-fen²

(1 Shandong Metallurgical Research Institute, Jinan 250014;

2 Jinan Iron and Steel Group, Jinan 250101, China)

Abstract: Analyzes the working condition and failure condition of Φ1550mm backup roll at the Medium Plate Plant of Jigang, chooses electrode wire with low crack susceptibility, and establishes processes of submerged-arc welding and special heat treatment to restore and strengthen the backup roll, then the service life of the restored roll is 2.54 longer than that of new one.

Key words: backup roll; restoration and strengthening; submerged-arc welding; heat treatment process

济南钢铁集团总公司中板厂(简称济钢中板厂)四辊轧机Φ1550mm支承辊是一种较大型的合金铸(锻)钢轧辊, 重约50余吨, 造价高, 消耗量大, 每年购置新辊需大量资金。与一般轧辊相比, 支承辊直径大, 修复量大, 报废尺寸为Φ1480mm, 单边修复量厚度50mm。因其体积大, 散热快, 只能采取堆焊工艺进行修复强化。

1 支承辊的工况条件及失效分析

为使修复强化后的支承辊满足使用要求, 首先对已下线的废旧支承辊进行失效分析。正常工作时支承辊与工作辊上下排列。受载前, 两辊面为线接触; 加载后, 由于支承辊和工作辊产生弹性变形, 接触处由线接触变为面接触。其应力分布见图1。

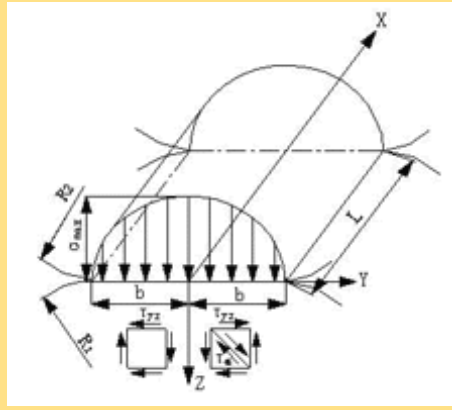


图1 支承辊与工作辊接触表面的应力分布

根据弹性力学理论，接触面上的法向力 δ_z 沿Y轴方向呈半椭圆分布：

$$\delta_z = \delta_{\max} \sqrt{1 - \frac{y^2}{b^2}} \quad (1)$$

式中 δ_{\max} ——接触面处的最大正应力， λ 取0.3时， $\delta_{\max} = 0.418 \sqrt{\frac{PE}{L} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)}$ ；

b ——接触面宽为 $2b$ ， λ 取0.3时， $b = 1.52 \sqrt{\frac{P}{EL} \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)}$ ；

E ——综合弹性模量， $E = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}$ ；

P ——支承辊面和工作辊面的垂直作用力；

L ——支承辊面和工作辊面长度；

R_1 ——工作辊半径；

R_2 ——支承辊半径；

E_1 ——工作辊弹性模量；

E_2 ——支承辊弹性模量。

以上为接触面上作用正应力的情况。当两辊转动时，还受到切应力作用，即主切应力 τ_{45} （当Y、Z轴成 45° ）和正交切应力 τ_{YZ} 。 τ_{45} 最大值 $\tau_{45\max}$ 位于Y为0、Z为 $0.786b$ 处，其值为 $0.3\delta_{\max}$ ； $\tau_{YZ\max}$ 值为 $0.256\delta_{\max}$ ，位于Y为 $\pm\sqrt{3}b/2$ 、距表面Z为 $0.5b$ 处。

由以上分析可知，两辊表面处受正应力最大，靠近中心处逐渐变小，而对辊面疲劳失效影响最大的是 τ_{45} 和 τ_{YZ} 两切应力，它们分别在 $0.786b$ 处和 $0.5b$ 处最大。裂纹就是在这里由切应力作用产生塑性变形引起的。在板材轧制过程中，轧辊表面受滚动脉动应力的反复作用，裂纹逐渐沿不同的方向扩展，最后形成一个个剥落麻点。在支承辊的两个端部发生的严重龟裂和掉块现象，主要是由于基体存在缺陷，在轧制时，弯辊操作使辊面局部受到过大的接触应力（包括主应力和切应力）造成的。

鉴于支承辊面受到接触疲劳破坏，要求支承辊具有较高的硬度，但支承辊本身必须具有减缓工作辊冲击的作用，其硬度不能过高。因此，支承辊在堆焊修复强化时，应选用低裂纹倾向的焊丝进行堆焊修复与强化。

2 $\Phi 1550\text{mm}$ 支承辊修复强化的实施

2.1 焊前准备

2.1.1 工装的准备 济钢中板厂废旧支承辊报废尺寸为 $\Phi 1450\text{mm}$ ，重量约52t，要在这样大的轧辊上施焊必须制作相应的工装。

(1) 设计了由调速电机控制的大型焊接操作平台，使支承辊以一定转数在工作台上匀速转动。多台焊机机头可以在辊面上沿轨道平行移动，这样可使多台焊机同时进行，缩短堆焊周期，减少热消耗。

(2) 自行设计大功率电炉，用以预热和回火热处理。支承辊的热处理是整个修复强化的难点之一。热处理炉的设计要充分保证支承辊受热均匀。

(3) 设计了火焰喷枪和陶瓷加热板，以满足堆焊时层间温度的控制要求。

2.1.2 修复前预处理 支承辊的报废尺寸为 $\Phi 1450\text{mm}$ ，由于支承辊工况比较恶劣，表面有一层疲劳层，所以首先要进行车削加工，去除疲劳层。为确保基体完好，不给修复强化带来隐患，车削加工后进行探伤，直至无裂纹等缺陷为止。

堆焊前对工件进行预热处理，是工件修复中必须的工艺过程。支承辊的材质为50CrNiMo，含C量高，合金含量高，轴径大，刚性强，而堆焊材料也是合金材质，淬硬倾向严重，堆焊时极易产生裂纹。因此，为避免热影响区淬硬组织的出现，以及堆焊层产生裂纹，焊前必须进行合理的预热处理。

2.2 堆焊工艺的确定与实施

2.2.1 堆焊工艺参数的确定 埋弧堆焊生产率高，堆焊质量稳定，适用于大面积堆焊。确定焊接参数见表1。

表1 埋弧堆焊工艺参数

层间温度/ $^{\circ}\text{C}$	焊接电流/A	焊接电压/V	电源极性	焊丝伸长度/mm	堆焊速度/ $\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$	送丝速度/ $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$	焊道塔接率/%	导前距/mm	引弧距离/mm
310~360	540	29~32	反接	26~28	600	0.5	50	50	8

2.2.2 堆焊工艺的实施 根据确定的工艺路线，堆焊修复工艺分三个阶段进行：第一阶段为过渡层的堆焊，第二阶段为非工作层的堆焊，第三阶段为工作层的堆焊，如图2所示。

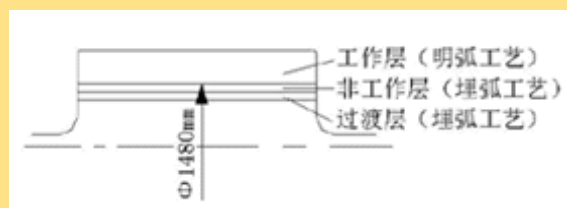


图2 支承辊堆焊修复层

3 效果分析

采用堆焊工艺修复强化的废旧支承辊经厂方验收证明，无裂纹、气孔、夹渣等焊接缺陷，表面硬度稳定，能够满足使用要求。两支经过修复强化的支承辊上机使用5个周期后，下线检查无掉皮、掉肉、裂纹、压痕等不良缺陷，硬度分别为HS63和HS64，毫米过钢量分别为40193t和55774t。从测试的数据看，支承辊的整体使用性能优于新辊，统计证明堆焊修复强化辊的使用寿命是新辊使用寿命的2.54倍。从经济效益上分析，两支支承辊可以节省100多万元的新辊购置费，则济钢中板厂仅支承辊一项，每年就可节省近500万元的资金。

