

# 表面堆焊技术在夹送辊上的应用

邯钢集团公司设备制造安装分公司 (056015)

张洞明

中国船舶重工集团第七一八研究所 (邯郸市 056015)

王洁冰

**摘要** 针对表面堆焊技术在夹送辊上的应用进行了研究分析,确定了堆焊工艺和焊丝(剂)成分,成功地利用堆焊技术对报废夹送辊进行了修复,可节省大量贵重金属材料、提高产品力学性能,降低制造成本,缩短生产周期。满足了生产使用要求,替代了进口产品。

**关键词:** 夹送辊 堆焊 焊丝 探伤

## APPLICATION OF SURFACING TECHNIQUE TO DELIVERY ROLLERS

Equipment Manufacturing and Fixing Company Handan Iron and Steel Group  
The 718 Research Institute of China Ship Scientific Research Center

Zhang Dongming  
Wang Jiebing

**Abstract** The application of surfacing technique to delivery rollers was studied. The surfacing technology, the ingredient of welding flux and the composition of welding wire were defined. By applying the surfacing technique to repair the waste delivery rollers, a lot of noble metals were saved; the mechanical properties of the products were improved; the manufacture cost was reduced and the cycle of the production was shortened. The repaired delivery rollers could satisfy the production needs, replacing the imported ones.

**Key words:** delivery roller, surfacing, welding wire, inspection

### 0 前言

邯钢薄板坯连铸连轧生产线于 1999 年 12 月 10 日投产使用,是国家引进德国西马克公司研究开发的 20 世纪 90 年代世界钢铁工业高新技术 CSP (Compact Strip Production 即紧凑式板带生产) 生产线之一,是国家“九五”重点工程之一。夹送辊系统作为 CSP 生产线中重要的一环,其设备运行是否正常与平稳直接影响到整条 CSP 生产线的稳定、均衡生产。为了更好的保证生产、降低成本,许多关键件急需国产化改造,夹送辊就是其中重要的一项。

### 1 夹送辊的技术要求

- (1) 耐高温 夹送辊承受的温度约为 550 ~ 650 ;要求夹送辊辊面具有耐高温、耐冷热交变的性能。
- (2) 抗压力 夹送辊压力设定值最大为 40 kN 左右;要求在线生产时夹送辊辊面承受最大压力设定值运行不低于 10 个周期 (6 万吨 / 周期)。

(3) 耐冲击 带钢咬入夹送辊辊缝时瞬间冲击力非常大,要求夹送辊辊面承受 500 ~ 600 kN 瞬时冲击而不受损伤。

(4) 耐磨损 要求夹送辊过钢量达到 60 万 t 后,辊面直径方向磨损量 35 mm。

(5) 耐腐蚀 要求夹送辊辊面耐高碱度循环水反复冲蚀冷却。

(6) 做动平衡试验 夹送辊制造完成后必须做动平衡试验,平衡精度等级要求为 G6,提交动平衡试验报告。

### 2 修复工艺方案的确定

#### 2.1 夹送辊的构造及失效机理

夹送辊是 CSP 生产线后部卷取机械的重要组成部分之一,其作用为在开始卷取时咬入带钢,使带钢头部向下弯曲并沿导板方向顺利地进入卷桶,并建立卷取操作所需的张力。上夹送辊为空心辊焊接结构,下辊为实心;上、下夹送辊均为硬质耐磨表面,冷却方式均

为外水冷却方式。

热连轧夹送辊承受 400 以上钢带高速冲撞和甩尾打击,而且辊子与钢带之间相对速度差时有发生,因此夹送辊损坏失效行为主要为磨损、粘钢和局部小块剥落。其中粘钢是由于相对速度差引起的粘着磨损。

## 2.2 堆焊修复工艺方法比较及选择

选择科学的堆焊方法极其重要,主要考虑几个方面的因素:夹送辊的质量要求、基体金属的冶金性能、耐磨堆焊合金层的形成、工艺操作技巧及修复成本。

(1) 选用耐磨合金焊条,手工堆焊,生产时间较长,保温不好,易出现气孔、夹渣,随着堆焊厚度的增加,焊条头较多,浪费大,成本增高。

(2) 选用明弧焊堆焊,不仅成本高,而且明弧焊丝在焊后一般硬度及耐磨度均偏低,难以确保夹送辊的使用寿命。

(3) 采用管状药芯焊丝埋弧堆焊,焊丝药芯成分可根据辊面技术要求调整,埋弧堆焊焊道成形好,夹渣较少,成本较低,但易出现气孔。

根据以上分析,最终使用管状药芯焊丝,采用埋弧堆焊的工艺方法。

## 2.3 堆焊修复材料的比较及选择

夹送辊堆焊材料应选择具有较高的硬度和较好的塑性,抗磨料磨损性能好,辊面易生成较致密且附着性好的氧化物薄膜,在国外,此类堆焊材料大多为 Cr-Mo 型低合金钢和 Cr13 型马氏体-铁素体型不锈钢,堆焊层硬度一般控制在 53HRC+2HRC。

研究对比国内外堆焊辊的相关资料如下:若选择日本神户制钢所或美国麦凯公司生产的夹送辊专用焊丝,焊剂价格高昂,而且相对配套的各种设备要求高,工艺方法要求严格,若选择与国内知名焊材生产厂家共同研发药芯焊丝,不仅价格便宜,而且适应目前国内现有的设备来操作,工艺方法简单易行,为此根据选择焊材思路及国外焊材主体成分资料与上海焊材厂家一起反复研究,经多次试验最终确定了焊丝焊剂成分及合理配比,见表 1。

## 2.4 确定修复工艺路线

根据焊接材料及工艺方法的最终确定工艺路线为:夹送辊粗加工→超声波探伤→预热→管状焊丝堆焊→焊后热处理→精加工→堆焊金属表面硬度检验→超声波探伤→动平衡实验→装机使用。

表 1 三种焊丝成分 (%)

堆焊层	C	Cr	Si	Mn	Mo	Fe	S	P	Ni	V	焊剂	HRC
打底层	0.01	0.20	0.07	0.8~1.1		余量	0.03	0.03			431	
过渡层	0.15~0.27	0.8~1.1	0.15~0.35	0.40~0.70	0.15~0.25	余量	0.025		0.3		431	20
硬面层	0.35~0.50	4.5~5.5	0~0.5	3~4	3~4	余量			3~4	0.8~1.2	206	50

## 3 堆焊修复过程

### 3.1 辊子表面的准备处理

辊子表面所有氧化物和疲劳金属层(边缘上的冷变形),都必须用适当方法去除,以保证有较好的表面进行堆焊,如准备不当,会引起气孔,稀释率高,涂层与基体的结合强度差。采用机械切削的方法去除辊子在使用过程中形成的疲劳层及缺陷,根据现场磨损状况调整加工要求,直到去掉所有的疲劳层及局部缺陷。

### 3.2 探 伤

对辊子进行全面的着色和超声波探伤,根据检测报告采取相应措施。

(1) 在辊子焊前、机加工前对辊颈、辊身进行超声波和探伤,以判别辊子的修复价值。

(2) 对车削后辊面进行探伤检测,检查疲劳层、裂纹等缺陷是否已彻底清除,(此工序可能反复进行),直到辊子的修复前状态符合探伤的相关标准

(3) 对堆焊层是否存在裂纹、夹渣和气孔等缺陷进行探伤检测;对辊颈重新检测,检查在辊面堆焊加工过程中对辊颈部位是否产生影响,并出具报告,随产品一起交付用户单位。

### 3.3 热处理

针对夹送辊在堆焊过程中的预热、中间及最终热处理的需要,热处理炉在保证炉膛容积、热处理功率及温度控制等方面应达到大型辊类热处理工序使用要求,温度曲线见图 1。

(1) 预热 辊子预热对保护金属不引起开裂和变形是一个十分重要的因素,恰当的预热可使辊子堆焊

前充分地膨胀,这样在焊接结束后,焊层与基体的变形、应力为最小,设计预热温度为 400 ,保温 2 h。

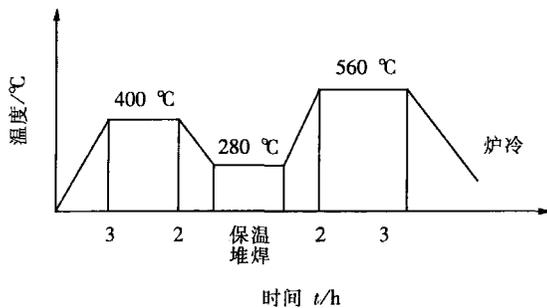


图 1 热处理曲线

(2)层间温度控制 在堆焊过程中,用氧乙炔火焰或电加热板对辊子进行加热保温,层间温度控制在 280 ~ 300 范围内。

(3)焊后回火 辊身堆焊后加热到 560 ,保温一段时间后随炉冷却至室温。回火处理后,消除焊接产生的内应力。

(4)埋弧堆焊 为恢复辊身尺寸及相应的力学性能,堆焊是整个夹送辊修复工艺中最直接影响辊子材质、尺寸、形状、内在质量的关键工序,通过使用两台 MZ-1000埋弧焊机和大型焊接转胎实施焊接,连续焊接长达 7~8天(每天 24 h),节约 2~2.5 t堆焊材料。

堆焊过程中,加强现场检测工作,通过量具、仪器、仪表的使用,时刻掌握影响焊接质量的各类因素,如温度、电压、电流、送丝速度及辊子旋转速度等等。

通过有效的控制,严格执行工艺参数,使同时使用的两台埋弧焊机处于几乎相同的工作参数条件下,确保焊层的统一性能。还通过精确计算材料用量,在同

一根辊子上使用某厂家同一批号的焊丝,保证材质均匀性,取得较好的焊接效果。

### 3.4 焊接参数

电压: 28 ~ 34 V; 电流: 500 ~ 600 A; 焊丝伸出长度: 28 ~ 31 mm; 辊子线速度: 500 ~ 700 mm/min; 导前距: 50 mm 层间温度: 280 ~ 300 ; 送丝速度: 0.2 r/s; 辊道搭界率: 50%。

## 4 质量检验

(1)对辊身分六点进行辊身直径尺寸检测,符合图纸尺寸。

(2)对辊面按 A, B, C, D 四条母线进行硬度检测,相邻母线间剖面夹角为 90°; 每条母线上测 10 点硬度值,硬度值均为大于 51HRC,小于 54HRC。

(3)经过由资质探伤检测单位对辊身按标准进行探伤,确认辊面堆焊层中没有超标缺陷及裂纹性缺陷。

(4)按图纸要求请专业厂家对夹送辊做减重法动平衡试验,达到 G16 级。

## 5 使用效果

大幅度降低了辊耗,提高了轧机产量、作业率及产品质量,达到了进口辊使用前标准,实现了夹送辊修复前的预期目的,2004年~2005年公司共修复 4套夹送辊,累计过钢量 260万 t。

## 6 经济效益分析

随着堆焊技术的推广使用,各生产企业为降低成本,将原单纯的更换配件倾向于修复配件,夹送辊的整体堆焊修复在备件效能优势凸现,修复的价格一般在新产品价格的 25% ~ 35%,夹送辊的直接经济效益见表 2。

表 2 效益计算表

名称	吨位 /t	修复数 /年	堆焊费用 /万元	加工费用 /万元	运费 /万元	总费用 /万元
中国二重	6.5	4	78.3	1	1.04	80.34
邯钢设备制造分公司	6.5	4	30	0.8	0.05	30.85

## 7 结 论

采用表面堆焊技术修复夹送辊,经实践证明:

(1)堆焊夹送辊所选用的工艺,配定的硬面层堆焊材料是可行且可靠的。

(2)经修复的夹送辊使用寿命大大提高,满足连轧厂生产需求。

(3)节约了大量企业制造费用、运输费用、外部资金,效益显著。

(收稿日期 2006 06 05)

作者简介: 张洞明,1975年出生,工学学士,在职研究生,车间副主任,工程师。