

文章编号:1002-025X(2006)04-0069-03

热轧 VSB 立辊的堆焊修复

王银军¹, 李云刚^{1,2}, 董汉君¹, 王开圣³

(1.梅山钢铁公司 技术中心, 江苏 南京 210039; 2.梅山科技公司, 江苏 南京 210039; 3.南京航空航天大学 八院, 江苏 南京 210016)

摘要: 介绍了热轧VSB立辊的堆焊修复工艺及在梅山公司的应用。在一个轧制计划周期内, 堆焊的VSB立辊的过钢量达20~25万t, 使用寿命提高了33%~66%。

关键词: VSB立辊; 堆焊修复; 堆焊装置

中图分类号: TG455 **文献标识码:** B

VSB立辊是热轧板生产线上粗轧工段的关键部件, 质量约5 t, 其辊面呈中间凹的槽形, 辊槽的底部尺寸与板厚相匹配, 主要用于初生氧化铁皮的破鳞、定板宽、板坯边部的轧制、控制板形等, 其结构及工作原理如图1所示。热轧生产中, 一般VSB立辊的更换周期为15万t的过钢量, 更换后的VSB立辊表面有热疲劳龟裂、局部剥落, 需车削加工后再装机使用。随着生产节奏的加快, 对VSB立辊的更换周期有了更高的要求。国内外广泛应用堆焊技术提高热轧支撑辊、热轧粗轧工作辊等平面轧辊(即辊面展开的形状为平面)的辊面性能, 充分发挥旧辊的“绿色”再利用潜力, 而堆焊修复VSB立辊这种深槽形、短辊面的大型轧辊, 无论对堆焊工艺、堆焊工装还是设备, 都将有新的要求。

收稿日期: 2006-01-05

止产生气孔、未熔合、夹渣等缺陷, 表面咬边必须修补并磨平; 盖面焊缝必须圆滑过渡, 边角不圆整时, 应用锉刀打磨处理。施焊方向如图2所示。

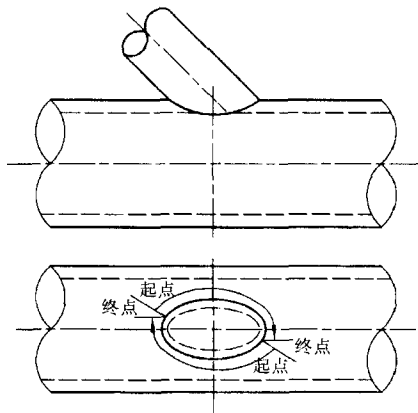


图2 焊接顺序

3 焊缝检验

外观检查: 焊后对所有焊缝进行100%外观检查, 焊缝尺寸必须符合图样设计要求, 焊缝表面不允许出现裂纹、未熔

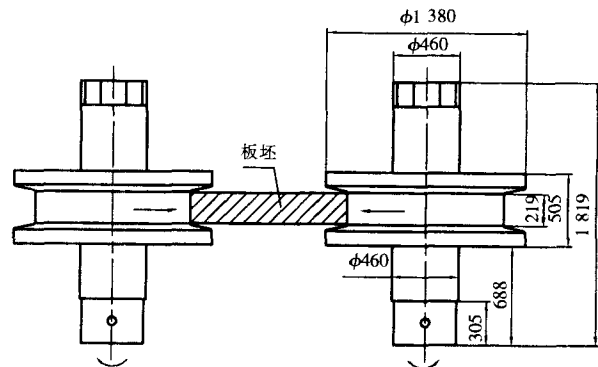


图1 VSB立辊结构及工作原理

1 VSB立辊的工况及材质分析

当炙热的板坯自加热炉出来, 进入粗轧前的VSB工段时, 合、气孔、夹渣、焊瘤等缺陷, 焊缝余高控制在1.5 mm以内, 超出部分和过渡不圆滑处需打磨修理。

对焊接接头按JB/T 6061—2005和JB/T 6061—2005进行100%着色+磁粉检验, 达到I级即为合格。

4 结论

采用上述焊接工艺共更换起重臂杆4根, 经检验全部合格。在600 MW火力发电厂的锅炉钢架吊装中, 起重机臂杆修复部分未出现异常, 说明焊接工艺合理, 焊接质量可靠, 达到了厂商的技术要求。

参考文献:

- [1] 中国机械工程学会焊接学会. 焊选手册(第2卷 材料的焊接)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [2] 中国机械工程学会焊接学会. 焊选手册(第3卷 焊接结构)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.

作者简介: 张春梅(1968—), 女, 讲师, 现主要从事机械专业、焊接专业理论教学及研究工作。

一对VSB立辊从板坯宽度方向的两侧,垂直、相向挤压轧制,使板坯的板形对中,板宽定尺寸,板坯表面氧化铁皮破裂并被高压水流清除。VSB立辊轧制速度慢,温度约1 200 ℃的板坯与VSB立辊的槽形辊面接触时间长,轧制压力大,同时又存在激冷的高压除鳞水的冲刷和高温水汽腐蚀,因此,VSB立辊工况条件极其恶劣,其失效形式主要是热疲劳龟裂、高温氧化腐蚀、磨损、冲击、表面小块剥落等。

生产现场使用的VSB立辊材质为低合金高碳钢,成分见表1。实测VSB立辊母材成分中,C含量较高,Cr,Ni,Mo含量则较低,由于合金含量低,这种材质并不适合其恶劣的工况条件,所以有必要对其辊面材质进行堆焊改进。

表1 非堆焊的VSB立辊材质成分(质量分数)(%)

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
实测值	0.78	0.50	0.86	0.019	0.01	0.13	0.23	0.20
质保书	0.6/0.8	0.5/1.0	0.5/1.0	<0.03	<0.03	0.8/1.2	—	0.2/0.5

2 VSB立辊的槽形辊面的堆焊层材质选择

VSB立辊的工况与连铸机扇形段的连铸辊很相似,因此,应用连铸辊表面堆焊焊材来堆焊修复、强化VSB立辊的槽形辊面,可改善VSB立辊的使用性能。选择Cr13基的马氏体热强钢型的合金堆焊工作层,该类合金加入Ni,Mo,Mn,提高了淬透性,能促进马氏体的转变,从而提高强度、耐磨、耐蚀、抗热疲劳等综合性能。由于VSB立辊母材为低合金高碳钢,淬裂倾向大,为避免堆焊时开裂,在合金堆焊工作层与母材之间,需堆焊低碳、低合金的打底过渡层。2种典型焊材熔敷金属成分组合见表2。

表2 堆焊层熔敷金属成分(质量分数)(%)

	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P
HW0过渡层	0.1	0.8	2.0	1.0	—	—	<0.013	<0.029
HW1工作层	0.06	0.57	0.78	13.59	3.88	0.56	<0.013	<0.029

说明:表中“HW0”,“HW1”为焊材生产厂家的产品代号,下同,不再赘述。

3 主要堆焊装备

埋弧堆焊电源的型号为ZXG-1000R。自动焊剂烘箱为NZHG6-500内热式鼓风型,最高工作温度400 ℃,最大焊剂容量500 kg。堆焊装置采用自行设计并多次改进的、适合大型辊体堆焊的特种设备,该装置具有预热、堆焊、层间保温、热处理等多种功能,主要由动力转动装置、滚轮架、炉体、炉顶工作平台等部分组成,结构紧凑。大型辊体安装与轴颈匹配的保护托圈工装后,搁置在滚轮架上,通过动力装置使其转动,辊身置于炉膛内,部分辊颈和与之配合的保护托圈置于炉外,预热、堆焊和热处理过程中,辊体始终转动。炉体主要由前上部、前下部、后上部、后下部、炉盖和两端开孔的圆柱形炉膛等组成,能自由拆分。炉膛内均匀布置LCD履带式远红外加热板,并分隔成多个独立的智能控温加热区,且通过电源变频改变加热功率输出,可控性好。炉顶工作平台

上有狭长的活动炉顶,移开炉顶,形成堆焊槽,堆焊机头可伸入堆焊槽内对辊体表面堆焊。该装置的主要技术参数为:炉顶平台尺寸:前平台4 200 mm×2 000 mm,后平台4 200 mm×3 000 mm;炉膛尺寸:φ1 700 mm×2 700 mm;炉衬材料及厚度:B型高铝硅酸铝耐火纤维,厚度160~200 mm;额定温度/电压/功率:700 ℃/380 V/300 kW(功率可调);电热元件连接:10个三相星形连接;加热区分布:炉膛前上部、后上部各3个,炉膛前下部、后下部各2个。

由于堆焊槽部位温度高,堆焊平台与辊体表面距离较大,故对焊接机头作了结构改进(图2),保证了焊接稳定性和可操作性。

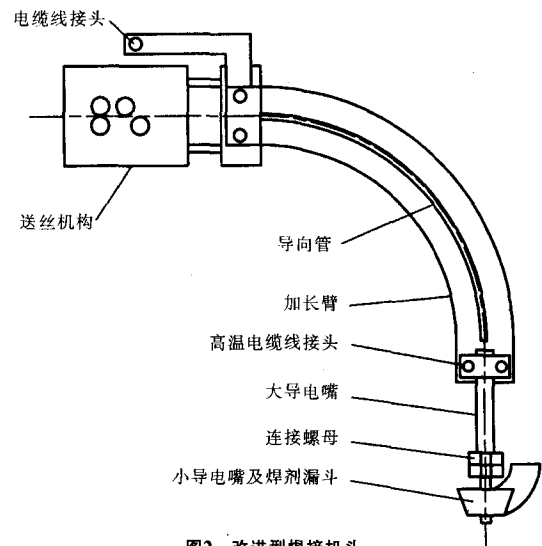


图2 改进型焊接机头

4 堆焊VSB立辊的工艺流程及工艺措施

众所周知,大型轧钢厂都有配套的磨辊装配车间,用于车削、磨削、装配、更换轧辊,利用磨辊装配车间的起重、装配、车削等设备,在车间内安装紧凑型的多功能堆焊装置,将轧辊的堆焊修复过程安排在轧钢厂的磨辊装配车间,可缩短堆焊工艺流程,轧辊从进厂服役,然后多次堆焊修复循环利用,直到最终报废,全部过程都在轧钢厂,很容易实现对轧辊的终身跟踪管理。

堆焊VSB立辊的工艺流程:堆焊前原始记录→清除热疲劳层→焊接材料准备→应用多功能辊体堆焊装置先后对VSB立辊预热→堆焊打底层→堆焊合金工作层→中间去应力热处理→再堆焊合金工作层→最终去应力热处理→缓冷后出炉→初检→车削加工→终检→待安装使用。

具体工艺措施如下:

(1) 堆焊前准备

堆焊前,对VSB立辊进行原始尺寸、表面形貌记录,主要目的是用于堆焊前后的对比,并使堆焊有针对性;车削清除热疲劳层,探伤检测确保疲劳龟裂彻底除净,并在此基础上再车削下切5 mm左右,进一步清除微观的疲劳损伤层,并对

车削后的槽形辊面进行尺寸记录, 确定堆焊层厚度、材料消耗、后续堆焊工艺流程。因VSB立辊总长度为1 819 mm, 而所使用的多功能辊体堆焊装置的圆柱形炉膛尺寸为 $\phi 1\ 700\text{ mm} \times 2\ 700\text{ mm}$, 故需在VSB立辊两端轴颈安装加长的轴颈保护托圈工装, 使托圈工装承载立辊全部质量, 并搁置在堆焊装置的圆柱形炉膛外的滚轮架上, VSB立辊全部位于堆焊装置炉膛内, 非堆焊部位如轴颈、托圈工装的局部, 都刷涂抗高温氧化涂料, 保持辊体和托圈工装连续转动。堆焊装置炉膛内的LCD履带式远红外加热板通电, 对辊体预热, 使辊体温度以低于 $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ 的速度缓慢升温至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$, 保温8 h。焊剂HJ260在烘箱预热至 $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, 保温2 h以上, 待用。

(2) 堆焊

辊体预热充分后, 将堆焊装置的下部炉体和活动炉顶移开, 改进的焊接机头伸入堆焊槽, 对槽形辊面堆焊, 堆焊层的结构分槽底打底过渡层(A)、槽底合金工作层(B)、槽形两侧合金工作层(C和D), 如图3所示。堆焊时采用环焊缝螺旋堆焊法, 主要堆焊工艺参数见表3。

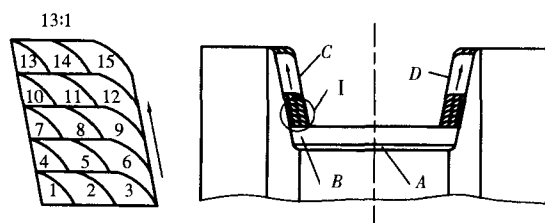


图3 VSB立辊槽形辊面堆焊层结构

表3 VSB立辊槽形辊面的主要堆焊工艺参数

焊接位置	药芯焊丝		焊剂	电弧电压/V	焊接电流/A	焊接速度/(m·min ⁻¹)	环焊缝搭接率(%)
	代号	直径/mm					
槽底过渡层	HW0	4	HJ260	30~36	380~450	0.4~0.45	40~50
槽侧工作层	HW1	4	HJ260	30~36	450~500	0.4~0.45	40~50
槽侧工作层	HW1	4	HJ260	29~32	380~450	0.4~0.65	40~50

槽底打底过渡层至少焊3层, 总厚度一般不小于8 mm, 当槽底直径较小时, 打底过渡层的总厚度可提高, 既降低了堆焊成本, 又减少了过厚合金工作层的应力以避免开裂危险。

槽形两侧全部堆焊合金工作层, 这主要是由于该部位堆焊层厚度基本变化不大, 单一材料的堆焊层更利于焊接操作。槽形两侧合金堆焊层由若干环状堆焊焊缝先水平、后向上爬坡堆焊叠加而成, 每层堆焊层靠近槽形侧的环状堆焊焊缝为角焊缝, 如图3中I处的1, 4, 7, 10, 13等, 其余为平焊缝。槽形侧的合金堆焊层厚度一般约50 mm, 爬坡堆焊的难度高, 坡形尺寸控制难, 焊缝易挂瘤, 埋弧焊剂易流失、漏弧, 故爬坡堆焊时, 应适当提高辊体的转速、降低焊接电流; 焊剂漏斗制成与VSB立辊槽形侧面相贯配合, 同时加大焊剂流量, 使爬坡堆焊时焊剂能覆盖熔池; 坡形堆焊层的加工余量都控制稍多些, 这虽然增加了焊材消耗, 但保证了尺寸, 同时也易进行爬坡焊。堆焊过程中, 对局部焊瘤、凹陷、漏弧斑等缺陷应及时清除, 这在多功能辊体堆焊装置上很容

易实现。

(3) 去应力热处理

根据车削情况, VSB立辊的槽形辊面的单边堆焊厚度约50~125 mm不等, 堆焊层厚度一般较大, 为减少堆焊应力, 防止堆焊层开裂, 应注意保温并进行去应力热处理。去应力热处理分中间去应力热处理和最终去应力热处理2个过程。

堆焊时, 多功能堆焊装置的炉膛内, 上部炉体的LCD履带式远红外加热板始终带电加热, 保证层间温度, 每堆焊约30 mm的堆焊层, 需进行一次中间去应力热处理。中间去应力热处理时, 移开焊接机头, 将多功能堆焊装置组合成封闭的圆柱形炉膛, 炉膛内的所有LCD履带式远红外加热板通电, 对辊体加热, 使辊体温度以低于 $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ 的速度缓慢升温至 $520\text{ }^{\circ}\text{C}$, 保温5 h, 然后炉冷至 $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右, 继续堆焊。在堆焊尺寸达到预期要求时, 堆焊全部结束, 立即进行最终去应力热处理, 操作方法与上述中间去应力热处理时相同, 退火温度 $550\text{ }^{\circ}\text{C}$, 保温8 h, 然后随炉冷却, 通过智能温控系统使降温速度低于 $40\text{ }^{\circ}\text{C/h}$, 冷至低于 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后, 自然冷却。最终去应力热处理后, 初检堆焊层的表面硬度为HRC33.5~36。记录堆焊后的槽形辊面尺寸和表面形貌, 拆除轴颈保护托圈工装, 不损坏轴颈表面的前提下, 清除抗高温氧化涂料, 将堆焊后的VSB立辊车削加工至尺寸要求和表面粗糙度要求。

5 VSB立辊的堆焊实绩

多年来, 应用紧凑型辊体堆焊装置, 采取严格、合适的堆焊工艺措施, 承接了梅山公司每年的VSB立辊堆焊修复, 从未出现焊层或母材开裂的异常情况, 堆焊后并进行去应力热处理的VSB立辊辊面硬度为HRC33.5~36, 堆焊合金层具有优良的抗热疲劳龟裂、耐高温氧化腐蚀、耐磨、抗冲击等性能, 在过钢量达15万t时, VSB立辊表面堆焊层也未见明显疲劳龟裂和剥落, 减少了下线后的切削加工量, 降低了损耗。生产统计表明, 在一个轧制计划周期内, VSB立辊堆焊后的过钢量可达20~25万t, 比非堆焊VSB立辊15万t的过钢量提高了33%~66%, 使用情况令人满意。

参考文献:

- [1] 许冷千, 陆明, 张海峰. 二辊堆焊修复材料及工艺[J]. 焊接技术, 2002, 31(6): 23-25.
- [2] 林剑东, 何藩, 李强. 热轧支撑辊堆焊技术研究[J]. 焊接技术, 2003, 32(5): 23-24.
- [3] 王银军, 汤宁, 钱金华. 大型轧辊堆焊、热处理一体化加热炉的设计及应用[J]. 冶金设备, 2003, 25(6): 40-42.
- [4] 王开圣. 轧辊堆焊用全纤维电热处理炉[J]. 焊接, 2003, 47(10): 33-35.

作者简介: 王银军(1972—), 男, IIW焊接工程师, 从事焊接、涂镀工艺及装备技术工作。