

热轧辊堆焊用药芯焊丝的研制 及堆焊工艺研究

天津大桥金属焊丝有限公司 (300381) 杨敬雷 杨新禄 杨 钢

【摘要】 根据钢厂热轧辊的技术要求、工作条件及磨损状况,开发了一种与其母材相匹配的堆焊药芯焊丝,对堆焊工艺进行研究,并采用丝极埋弧焊对热轧辊进行表面堆焊。该焊丝与其堆焊工艺已成功应用于钢厂热轧辊的堆焊。

热轧辊是轧钢生产中的重要部件,在轧制生产中,轧辊与所轧金属直接接触,使金属产生塑性变形,是轧机的主要变形工具。轧辊是轧机大型消耗性部件,因其工作条件十分恶劣,在整个生产过程中轧辊因磨损而消耗的部分约占轧辊总重量的 10%~20%。若磨损后轧辊直接报废,将造成很大的浪费,无形中提高了轧钢的生产成本。

为了充分利用资源,避免浪费,我们开发了优质焊材,采用埋弧堆焊技术,配以适当堆焊工艺对热轧辊进行修复。不但提高了辊子的使用寿命,提高过钢量,而且减少了辊子更换次数,减少停机工时,提高了钢厂的生产效率。

1. 埋弧药芯焊丝的开发与试验

根据热轧辊的工况条件,采用 Cr-Mo-W-V 合金系统,一定的 Cr 含量提高抗氧化性和抗腐蚀性能,Mo-W-V 提高合金的耐磨性、耐疲劳性能,并且具有一定的高温硬度。该埋弧堆焊药芯焊丝牌号为 THY-MD401—5。

根据合金系统的主要元素,设定的堆焊合金成分见表 1。堆焊层金属硬度为 48~52HRC。

表 1 堆焊合金成分 (质量分数) (%)

C	Mn	Si	Cr	Mo	W	V
0.16~0.30	0.9~1.6	≤1.0	3.0~7.0	0.6~1.2	0.80~1.7	≤0.8

根据合金系统各元素成分含量和堆焊金属的硬度要求,设计埋弧堆焊药芯焊丝主要配方见表 2。焊剂选用 HJ107。

表 2 埋弧堆焊药芯焊丝配方 (质量分数) (%)

高碳铬	金属铬	中碳锰	高硅铁	金属钨	钒铁	钼铁
10~25	8~18	6~12	3~15	6~10	6~10	6~10

采用 SPCC 钢带作为埋弧堆焊药芯焊丝的外皮,主要合金元素如表 2 所示合金粉,提供过渡到堆焊金属中。按照配方的要求,在专用机械上制造出埋弧堆焊药芯焊丝。

采用埋弧焊,将制造的匹配 HJ107 焊剂的 THY-MD401—5 埋弧堆焊药芯焊丝在 Q345 (A3) 钢板上堆焊,并做成分和性能分析。为减少 Q345 (A3) 钢板对焊丝合金成分的稀释作用,堆焊层厚度要求 ≥20mm。化学分析出合金成分在表 1 所示成分范围之内,焊态硬度试验值如表 3 所示。

表 3 焊态硬度值 (HRB)

产品牌号	洛氏硬度
THY-MD401—5	50 50 52 51 51
	52 51 51 52 50
平均值	51.0

2. 热轧辊的堆焊

(1) 堆焊前的准备工作 待堆焊的轧辊堆焊前应将其表面的疲劳层和宏观缺陷清除干净,用磁粉探伤表面是否有疲劳裂纹等缺陷,若有须将其车尽才能进行下一步的堆焊作业。

(2) 堆焊工艺的确定 热轧辊材质多为高碳低合金类材质,如 70Mn2,化学成分见表 4。

表4 热轧辊材质化学成分 (质量分数) (%)

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0.67 ~ 0.75	1.40 ~ 1.80	0.17 ~ 0.37	≤0.30	≤0.25	≤0.035	≤0.035

根据国际焊接学会 (IIW) 碳当量计算公式 $C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$, 计算出该钢的碳当量约为 1.07, 属于焊接性较差的钢材, 材料的塑性较差, 因此对热轧辊堆焊必须进行预热。预热的主要目的是降低堆焊过程中堆焊金属及热影响区的冷却速度, 降低淬硬倾向, 减少焊接应力, 防止母材和堆焊金属在堆焊过程中因冷速太快产生裂纹。预热温度的确定需依据母材及堆焊材料的碳含量和合金含量而定。

堆焊过程中要控制预热温度及层间温度, 使其高于堆焊材料 M_s 点, 避免堆焊层局部提前发生马氏体转变而导致开裂。由连续冷却曲线知堆焊材料的 M_s 点为 300℃ 左右, 因此设定预热温度为 400℃, 层间温度为 350℃ 左右, ≥300℃。热轧辊的辊径一般较大, 预热时要控制升温速度, 缓慢升温, 避免因升温速度太快导致整个热轧辊受热不均在其内部产生热应力。堆焊过程一定要采用保温措施, 防止堆焊层温度低于层间温度。堆焊一旦开始, 中间不能停顿, 停止时必须将堆焊辊放置电炉内 400℃ 保温。

采用埋弧堆焊工艺, 匹配 HJ107 焊剂进行施焊。堆焊参数是保证堆焊质量的重要环节, 不同规格的焊丝其焊接参数也不相同。参数过大, 合金元素易严重烧损, 降低焊丝性能。参数过小, 堆焊层熔合不好, 易产生成形不良、夹渣等缺陷。根据试验反复多次选择, 最终选定堆焊参数 (见表 5)。

表5 焊接参数

极性	焊丝规格 /mm	焊接电流 /A	电压 /V	焊接速度 /mm · min ⁻¹	干伸长 /mm
直流反接	3.2	300 ~ 360	29 ~ 32	300 ~ 400	25 ~ 35

(3) 焊后热处理 主要目的是为消除焊接应力和改善焊后组织, 提高堆焊层硬度的均匀性。同时使碳化物能够在基体组织中弥散析出, 从而形成二次硬化, 充分发挥各种合金的作用, 进一步提高轧辊堆焊层的硬度和耐磨性。堆焊轧辊的焊后热处理应在专用的热处理电炉中进行, 要求炉内温度均匀性好, 温度测定准确, 升温

过程控制精确, 且升温过程要缓慢, 一般采用 30 ~ 50℃/h。

热处理温度的高低对于堆焊层的性能也至关重要。温度太低, 应力不能完全释放, 使用过程中与轧制应力叠加易出现开裂或爆辊; 温度太高, 热处理完后易造成硬度大幅下降, 造成不可恢复的后果, 导致堆焊失败。因此, 堆焊完后, 将轧辊放入热处理炉内, 炉温提前升至大于堆焊层的层间温度 20 ~ 30℃。然后缓慢升温至 (550 ± 10)℃, 保温 6 ~ 10h (视轧辊的大小而定), 随后炉冷 80℃ 出炉空冷。

3. 试验结果

(1) 外观检测 整个堆焊结束, 焊缝成形美观, 脱渣容易, 未发现裂纹、表面气孔夹渣等焊接缺陷。

(2) 堆焊硬度和成分分析 采用洛氏硬度仪对加工完后的轧辊 (回火后) 测试硬度, 硬度值均 > 55HRC, 且硬度均匀性较好, 堆焊表面层成分见表 6。

表6 堆焊层成分 (质量分数) (%)

C	Mn	Si	Cr	Mo	W	V
0.28	1.50	0.90	6.50	1.20	1.60	0.80

4. 结语

(1) 研制出的 Cr-Mo-W-V 系热轧辊埋弧堆焊药芯焊丝 THY-MD401—5, 堆焊金属的焊态硬度为 HRC51, 550℃ 回火后硬度能达 HRC55。堆焊层金属具有良好的耐磨性、抗氧化性和耐热疲劳性。堆焊后的热轧辊能够满足使用要求, 使用寿命是原辊的两倍以上。

(2) 通过试验制定了一条可行的热轧辊堆焊工艺与焊接参数。采用此修复工艺降低了钢厂的辊耗、更换轧辊工时、轧钢成本, 不失为一项轧辊绿色的再生技术。

MW (20101025)

湖北职工焊协五周年纪念会在武汉隆重召开

2010 年 12 月 16 日, 湖北省职工焊接技术协会二届二次理事会暨焊协成立五周年纪念会在武汉隆重召开。此次会议由张远温秘书长主持, 武汉建工钢结构公司总经理马才旺教授级高工首先致欢迎词, 理事长胡德芳研究员级高工作了题为“夯实基础, 扎实工作, 再创湖北焊协新佳绩”工作报告; 张远温副理事长做了焊协年度会费与财务情况说明; 陈长江副理事长宣读了表彰决定并颁奖。