

文章编号:1002-025X(2009)10-0021-02

水轮发电机顶盖不锈钢带极宽带埋弧堆焊

李 华

(东芝水电设备(杭州)有限公司, 浙江 杭州 311504)

摘要: 采用 H134 焊带和 SJ315 烧结焊剂对 ZG20SiMn 材料水轮发电机组顶盖进行了带极宽带埋弧堆焊。结果表明: 采用 H134 焊带和 SJ315 烧结焊剂, 预热温度为 100 ℃、道间温度控制在 100 ℃内的工艺堆焊水轮发电机组顶盖, 可获得熔合良好、无缺陷的堆焊层; 堆焊层的硬度为 HRC45, 堆焊层的组织为板条状马氏体组织, 保证了耐磨蚀和耐腐蚀的要求。

关键词: 带极堆焊; 焊接工艺; 堆焊层组织

中图分类号: TG457 **文献标志码:** B

在水轮发电机组中, 由于顶盖特殊的要求, 需在顶盖表面堆焊不锈钢用于耐磨蚀、耐腐蚀等, 对于大面积堆焊而言, 焊条电弧焊和 CO₂ 气体保护焊不但焊接效率低、堆焊层内部和表面质量差, 而且在堆焊层和基层母材结合处往往易产生缺陷, 除了由于所用焊接工艺参数不当造成的熔透不足、烧穿、成形不良外, 通常情况下, 焊接接头可能产生 2 种类型裂纹, 即结晶裂纹和氢致裂纹。因此带极自动堆焊技术应运而生, 被广泛地应用于大面积堆焊中, 带极自动堆焊具有效率高、堆焊层内部质量均匀、堆焊表面平整光滑等特点, 而且由于稀释率较低, 堆焊金属与基体母材之间的结合面处不易产生焊接缺陷和发生质量问题。笔者拟通过焊接材料的选择、焊接工艺的制定, 并对堆焊层的金相组织及熔合情况进行分析, 以确保水轮发电机组顶盖表面堆焊层的质量。

1 焊接材料的选择

顶盖的材料为 ZG20SiMn 钢, 需在其上表面堆焊不锈钢保证堆焊层焊缝具有良好的耐磨蚀、耐腐蚀性, 而 C, Ni, Mo 等强化元素能提高堆焊层耐高温、耐磨、耐腐蚀和抗疲劳裂纹等性能, 综合考虑选用了哈尔滨焊接研究所研制的 H134 型焊带。由于焊接材料 H134 中 Cr, Ni, Mo 等合金含量高, 故应选择弱碱性渣系比较合适, 其氧化性弱, 对焊带中合金元素烧损少, 同时又能保证获得良好的焊接工艺性, 即选

用了一种配套烧结焊剂 SJ315, 焊带和焊剂的化学成分分别见表 1, 2。

表 1 H134 焊带的化学成分 (质量分数) (%)

| | C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni | Mo |
|-----|-------|-------|---------|-------|--------|-----------|---------|---------|
| 标准值 | ≤0.15 | ≤0.50 | 1.0~2.0 | ≤0.02 | ≤0.030 | 12.5~14.0 | 3.0~5.0 | 0.5~2.0 |
| 实测值 | 0.044 | 0.45 | 1.52 | 0.010 | 0.020 | 12.60 | 4.11 | 1.05 |

表 2 焊剂 SJ315 的化学成分 (质量分数) (%)

| | SiO ₂ +TiO ₂ | CaF ₂ +CaO+MgO | Al ₂ O ₃ +MnO | S | P | 其它 |
|-----|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|--------|--------|----|
| 标准值 | 30~40 | 40~50 | 10~20 | ≤0.035 | ≤0.040 | ≤5 |
| 实测值 | 35 | 50 | 10 | 0.021 | 0.025 | 4 |

2 带极宽带埋弧堆焊工艺

2.1 带极堆焊参数的选择

带极堆焊选择较大的堆焊电流、电弧电压, 以保证堆焊的厚度, 同时快速焊能提高效率。随着电流、电压的增大, 稀释率也随之增大; 提高焊接速度, 稀释率也增大。当带极较宽, 焊接电流较大时, 在感应磁场作用下焊道极易产生咬边, 大大降低了焊接质量及焊道外观质量。为保证堆焊具有较小的稀释率, 同时具有良好的焊道成形, 焊接工艺参数不宜选择太大, 笔者选择的带极堆焊参数见表 3。

表 3 带极堆焊工艺参数

| 焊带+焊剂 | 带极规格/mm | 电源极性 | 堆焊电流/A | 电弧电压/V | 堆焊速度/(cm·min ⁻¹) | 带极外伸长/mm | 焊道搭接量/mm |
|------------|---------|------|---------|--------|------------------------------|----------|----------|
| H134+SJ315 | 0.4×50 | 直流反接 | 800~850 | 25~30 | 19~22 | 35 | 5~9 |

2.2 预热温度及道间温度

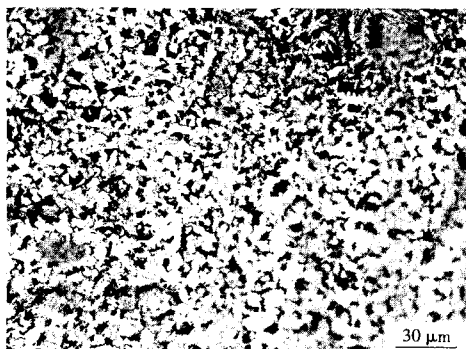
在堆焊时, 预热温度可减少温差应力及焊缝中的淬硬组织, 并可防止焊缝产生裂纹, 但预热温度过高

会使熔深增加,从而增大熔合比。对于 ZG20SiMn 钢,预热温度选 100℃为宜。在堆焊覆层时,预热会使热影响区在危险温度区停留时间增加,从而增大腐蚀倾向,因此堆焊覆层前不预热,而且严格控制道间温度,一般不超过 100℃。

3 试板堆焊试验

对 40 mm×300 mm×150 mm 的 ZG20SiMn 钢的试块采用表 3 的焊接工艺参数进行堆焊,堆焊 3 层,厚度约 10 mm,试板表面成形良好,对堆焊层 UT 检测按 JB 4730—1994 I 级执行,发现堆焊层内部有少量几处点状夹渣缺陷。堆焊层 PT 检查同样按 JB 4730—1994 I 级执行,未发现缺陷。

堆焊接头的显微组织如图 1 所示。图 1a 为基体金属 ZG20SiMn,组织为铁素体+珠光体,晶粒细小、分布较均匀。图 1b 为堆焊金属与基体的熔合区,组织为奥氏体+少量铁素体;熔合区下方为基体热影响区,其组织为珠光体+铁素体;熔合区上方为堆焊金属,其组织为白色残余奥氏体+板条状的马氏体,还有少量碳化物析出。图 1c 为堆焊层焊缝金属,组织主要是板条状马氏体组织,保证了耐磨蚀和耐腐蚀。



(a) ZG20SiMn 母材



(b) 熔合区



(c) 堆焊层

图 1 堆焊接头显微组织

4 顶盖带极宽带埋弧堆焊

为留加工余量在顶盖堆焊面堆焊 3 层,厚度控制在 8~10 mm,具体堆焊工艺措施如下:

- (1) 顶盖堆焊面用立式车床进行机加工,100% MT,按 JB 4730—1994 I 级执行。
- (2) 焊剂 SJ315 在使用前需进行 300~350℃烘干,并恒温 2 h。堆焊前,顶盖堆焊面要预热至 100℃。
- (3) 道间温度控制在 100℃以下,每层堆焊完后,表面需进行 100%PT,按 JB 4730—1994 I 级合格。
- (4) 为防止顶盖变形,除内圆加“米”字支撑外,应使焊接应力与变形趋于均匀。堆焊时应从外圆向内圆堆焊,堆焊完 1 圈后反向堆焊另 1 圈,交替堆焊。
- (5) 粗车堆焊层后,需进行 100%UT 检测,按 JB 4730—1994 I 级执行。随后要退火处理,退火温度为 $(620 \pm 15)^\circ\text{C}$,保温 6 h。最后按图样精车各尺寸,并用 UT 检测厚度,保证顶盖堆焊不小于 5 mm。
- (6) 堆焊后,对堆焊层进行力学性能试验可知,堆焊层硬度为 HRC45,符合工艺要求。

5 结论

(1) 采用 H134 宽焊带和 SJ315 烧结焊剂,预热温度为 100℃、道间温度控制在 100℃内的工艺堆焊水轮发电机组顶盖,可获得熔合良好、无缺陷的堆焊层。

(2) 堆焊层组织为板条状马氏体组织,保证了其耐磨蚀和耐腐蚀,堆焊层内部质量均匀、堆焊表面平整光滑,无缺陷。

(3) 堆焊层硬度为 HRC45,符合水轮发电机组顶盖的使用要求。