

水工钢结构热喷涂金属阶梯涂层防腐技术及应用

陈永臻¹, 陈 斌¹, 龚来存², 包宝华²

(1. 江苏省三河闸管理处, 江苏 洪泽 223126; 2. 南京水文水资源勘测局, 江苏 南京 210008)

摘要:介绍一种较为先进的水工钢结构防腐技术——热喷涂金属阶梯涂层的工艺流程及其在国家重点工程淮河入海水道防腐工程中的应用情况, 实际应用表明, 该技术比喷锌、喷不锈钢两种防腐工艺防腐效果好, 保护周期长, 经济效益更为明显。

关键词:水工钢结构; 金属防腐; 热喷涂金属阶梯涂层

中图分类号:TV34

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2004)01-0060-02

金属热喷涂是利用某种形式的热源将金属喷涂材料加热, 使之形成熔融状态的微粒, 这些微粒在动力的作用下, 以一定的速度冲击并沉附在基体表面上, 形成具有一定特性的金属涂层的方法。水工钢结构等基体材料的表面, 经过热喷涂技术处理, 得到了耐腐蚀、耐磨蚀的金属保护层, 从而使水工钢结构构件达到防腐、耐磨的作用。

金属喷涂材料较多, 如锌、不锈钢等。其中不锈钢涂层具有耐磨损及保护周期长的特点; 锌涂层不仅具有覆盖、耐腐蚀作用, 更重要的是具有阴极保护功能(原电池原理)。它们是水工钢结构防腐喷涂的重要材料, 因此得到广泛应用。

随着国家南水北调工程的实施, 水利工程迅猛增加, 水工钢结构也迅速增加, 研究开发新型的水工钢结构防腐技术, 对降低工程造价、延长工程寿命十分重要。为此, 笔者将上述两种金属涂层各自的优势互补, 在同一工件基体上叠加喷涂, 先用锌涂层作为底层, 再用不锈钢涂层作为面层, 最终形成阶梯涂层, 运用到水工钢结构构件中, 经过大量研究与试验, 获得了既经济又满意的防腐效果。

1 热喷涂金属阶梯涂层工艺流程

a. 钢结构表面处理。热喷涂金属阶梯涂层防腐工艺的除锈打糙和喷锌、喷不锈钢一样, 首先由空压机提供喷砂动力, 在压缩空气的作用下, 将经过筛选的带有棱角的石英砂, 经过砂桶、胶管砂气混合后, 高速冲击工件表面, 不但除去了基体表面的锈等氧化物, 而且达到了使基体表面凹凸不平的目的。

b. 热喷涂锌。主要设备有压缩空气系统, 氧气、

乙炔系统, 金属气喷枪及胶管等。其原理是: 喷枪中的压缩空气为原动力, 在使动装置推动下, 锌丝通过喷嘴, 在氧-乙炔焰的加热下, 成为熔融体, 借压缩空气使之雾化成微粒并喷射到工件上, 形成热喷涂锌保护层。由于喷砂后的基体表面凹凸不平, 散热收缩后的金属涂层能牢固地附在工件表面。

c. 喷涂不锈钢。主要设备同喷锌, 但金属气喷枪应选用中速枪, 一般在高速枪基础上改进, 更换部分零配件即可使用。工作原理同上, 只是锌、不锈钢二者熔点不同, 故应调整好氧-乙炔焰的用量。

d. 涂装环氧云铁封闭底漆、涂装 AC-5 氯化橡胶铝粉面漆。涂装方法, 采用手工刷涂结合空气喷涂方法。要求无刷痕、无起泡、无流挂、无漏喷, 外观呈银灰色, 整洁、匀称一致。整个流程见图 1。



图1 热喷涂金属阶梯涂层工艺流程

2 应用实例

2002年4月, 江苏省三河闸钢结构防腐公司在淮河入海水道滨海枢纽立交地涵水工钢结构防腐中应用了热喷涂金属阶梯涂层工艺。

2.1 选材

a. 锌丝。根据设计要求, 使用的是上海生产的 $\varnothing 3$ mm 锌丝, 纯度 99.99%, 熔点 420℃(由机械工业材料性能测试技术中心检测)。外观色鲜亮、圆度匀、表面无毛刺、划痕, 无氧化皮。塑料纸、布条双层外包

装物完好。

b. 不锈钢丝. 根据设计要求, 使用的是上海生产的 $\varnothing 2\text{ mm}$ 的铁素体不锈钢丝. 其中铬(Cr)含量18%, 镍(Ni)含量9.0%, 锰(Mn)含量1.25%, 熔点 $12000\text{ }^{\circ}\text{C}$ (由中科院上海冶金研究院上海金属防腐蚀与防护技术有限公司检测). 外观无划痕、毛刺, 无氧化皮, 外包装物完好。

2.2 主要技术控制

a. 金属气喷枪. 喷锌选用高速枪, 喷枪嘴为 $\varnothing 3.2\text{ mm}$, 空气帽为 $\varnothing 6.5\text{ mm}$; 喷不锈钢时选用中速枪, 喷嘴为 $\varnothing 2.2\text{ mm}$, 空气帽为 $\varnothing 6.0\text{ mm}$; 相应更换蜗轮蜗杆。

b. 氧气压力和乙炔压力. 因锌与不锈钢的熔点不同, 喷涂时氧-乙炔用量应作相应调整. 喷锌时氧气压力 $5\sim 6\text{ kg/cm}^2$, 乙炔压力 $0.8\sim 1.2\text{ kg/cm}^2$, 火焰调整为中性或偏碳化, 使锌丝在喷枪口被火焰熔融形成一锥形雾束, 喷射到钢闸门上; 喷不锈钢时氧气压力 $6\sim 8\text{ kg/cm}^2$, 乙炔压力 $1.4\sim 1.5\text{ kg/cm}^2$, 使不锈钢丝在喷枪口被氧-乙炔火焰熔化后, 形成一锥形微粒束, 喷射在钢闸门上。

c. 进丝速度. 由于锌丝熔点较低, 使用了高速喷枪, 因此进丝速度调整为 $3\sim 4\text{ m/min}$; 不锈钢丝熔点较高, 使用了中速喷枪, 进丝速度调整为 $2\sim 3\text{ m/min}$ 。

d. 喷射距离与角度. 这两个参数直接影响喷涂的紧密度, 经过对比, 喷锌距离取 $15\sim 20\text{ cm}$, 喷不锈钢距离取 $20\sim 30\text{ cm}$; 喷锌在平面部位角度取 $10^{\circ}\sim 30^{\circ}$, 在一些困难的地方也可以放到 40° . 喷不锈钢取 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$, 避免因角度过大而导致喷涂层结构松散, 易发生脱落的现象。

2.3 喷涂效果

阶梯涂层的底层——锌层颗粒较细, 涂层均匀, 孔隙小, 密实性好, 锌层厚度达到设计要求, 由于锌层的厚度仅为原来的一半, 附着力强, 不锈钢涂层覆盖其上, 呈灰黑色, 颗粒较粗, 孔隙大, 但坚硬、耐磨, 因叠加喷涂厚度仅是原来的一半, 故附着力也好, 对锌层有很好的保护作用, 再采用环氧云铁涂料封闭, 用氯化橡胶铝粉漆作面漆涂装防水、防渗性能好. 经水利部上海勘测设计院和江苏省质量检测中心对各道工序分别检测, 热喷涂金属阶梯涂层质量优良, 完全满足设计要求。

3 常用喷涂技术的对比及试验

3.1 质量对比

a. 喷锌. 几十年成功的施工经验证明, 水工钢结构喷锌防腐工艺的保护周期为15年左右, 其优点是防腐性能可靠稳定、效果良好, 特点是锌层防渗透强, 缺点是表面硬度较差、耐磨性不足、抗破坏性弱。

b. 喷涂不锈钢. 根据国内外有关资料报道和应

用, 不锈钢的喷涂层保护周期为45年左右, 其优点是硬度高、耐磨性好、强度大, 特点是抗破坏性良好. 相对喷锌防腐, 其缺点是防腐效果较差、易锈蚀、无阴极保护功能, 表面粗糙、渗水性强, 覆盖密实性差, 易剥落。

c. 热喷涂金属阶梯涂层. 该工艺是逐步发展起来的防腐新技术, 在水下水工钢结构防腐中尚未被广泛应用. 为验证这种新技术的防腐效果, 我们做了一个试验: 将采用喷锌(A)板、喷不锈钢(B)板和金属阶梯涂层防腐的(C)板3块钢结构试板(A板喷锌厚度 $160\text{ }\mu\text{m}$, B板喷不锈钢厚度 $160\text{ }\mu\text{m}$, C板喷锌厚度 $80\text{ }\mu\text{m}$ 、喷不锈钢厚度亦 $80\text{ }\mu\text{m}$)同时浸入水中, 数天后取出. A板表面基本无变化, 用小锤轻轻击打, 锌层受撞击、摩擦变形、移位, 表面受击部位裸露; B板表面基本锈蚀, 锈水从不锈钢表层的粗糙裂缝中渗出(在水工钢结构防腐中不可能磨光, 否则不但施工困难且造价将数倍上涨), 用小锤轻轻击打不锈钢表层, 受击部分锈斑剥落, 可见该工艺由于涂层孔隙大、透水性强, 钢结构表面仍与水接触而锈蚀, 无法满足水工钢结构水下防腐的需要; C板表面完好如初, 无锈蚀, 用小锤轻轻击打不锈钢表层无磨损、剥落, 不变形. 由此可见, 热喷涂金属阶梯涂层工艺防腐效果最好。

3.2 经济效益对比

3种防腐工艺单位面积效益比较见表1。

表1 3种防腐工艺单位面积效益比较

分 类	涂层厚 / μm	单位面积总造价 /(元 $\cdot\text{m}^{-2}$)	45年周期单位总 造价/(元 $\cdot\text{m}^{-2}$)
不锈钢涂层	160	167.8	167.8
锌涂层	160	132.7	398.1
阶梯涂层	80+80	150.3	150.3

从表1可知, 热喷涂金属阶梯涂层防腐工艺45年周期单位总造价最低。

4 结 论

a. 单独选用喷涂不锈钢工艺防腐, 初始投资成本较之选用喷锌高, 其不锈钢涂层坚硬、耐磨擦, 保护周期可达45年之久, 但对水工钢结构水下工程防腐并不适用。

b. 单独选用喷锌工艺防腐, 虽然初始投资较之比选用不锈钢和热喷涂金属阶梯涂层防腐工艺低, 但锌层耐磨性能差, 保护周期仅15年, 特别是闸门水线附近等一些经常受摩擦、冲刷部位的锌层保护周期将缩短, 45年需重复喷涂3次以上, 工程寿命周期成本高。

c. 热喷涂金属阶梯涂层防腐技术能实现工程造价低, 涂层耐磨损, 外观整洁、覆盖均匀、密实, 保护周期长, 防腐性能好, 抗破坏性强, 不需组织二次施工等, 显著降低了工程寿命周期成本, 是首选的水工钢结构防腐技术, 应大力推广使用。

(收稿日期: 2003-04-10 编辑: 傅伟群)