

# 水利工程混凝土镀锌钢板止水带 安装施工技术研究

蔡卫露

(安徽圣合建设工程有限公司, 安徽 合肥 231622)

**摘 要** 水利工程作为我国重要的基础设施, 其混凝土结构的抗渗止水性能对工程质量以及使用寿命具有直接影响。镀锌钢板止水带具备耐腐蚀、强度高、寿命长的特点, 在大坝、输水隧洞、水闸等止水部位得到广泛应用。然而, 在实际施工的过程中, 受焊接工艺、节点处理不当、安装工艺不规范等因素的影响, 容易导致止水带失效, 降低水利工程防渗性能。本文主要结合具体的工程案例, 阐述了水利工程混凝土镀锌钢板止水带的安装施工优势, 分析了水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工技术, 并探究了水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工质量管控策略, 以期为止水带安装施工提供有价值的参考。

**关键词** 水利工程; 混凝土; 镀锌钢板止水带; 安装施工

中图分类号: TV547

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.04.019

## 0 引言

现阶段, 我国水利工程朝着大型化、复杂化方向发展, 对混凝土结构防渗止水性能提出更高的要求。以往所采取的橡胶止水带、塑料止水带, 长期受到高水压的水流冲刷以及环境腐蚀, 极易出现材料老化、变形的情况, 难以满足水利工程长期稳定运行需求。为了有效改变这一现象, 提倡采取镀锌钢板止水带的金属材料, 将其作为水利工程止水系统的核心构件, 提高水利工程的止水效果。由此可见, 对水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工技术进行探究具有重要的现实意义。

## 1 工程概况

本工程通过水库间的水资源调配与补充, 可以优化供水保障体系, 满足当地生态用水需求。工程年需水量 10 220 万  $m^3$ , 日最大调水规模 40 万  $m^3$ , 最大调水流量 4.63  $m^3/s$ , 泵站采用双吸离心泵。该地区地势平坦、地形辽阔, 地面高程在 18.5 ~ 26.0 m。依据工程施工要求, 将混凝土结构标高设计为 300 mm, 纵向设置施工缝, 并安装 3 mm 厚的镀锌钢板止水带, 止水带沿着混凝土结构全断面布置, 嵌入混凝土深度 > 150 mm。

## 2 水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工优势

### 2.1 有利于提高工程抗渗性能

镀锌钢板止水带在工程施工现场进行焊接处理, 接头处的焊缝相对较为紧密, 可以有效抵抗水利工程

高水压渗透作用, 避免传统橡胶止水带在搭接时出现老化、脱落的风险, 整体焊接接头的抗渗稳定性更佳。此外, 钢板本身具有一定的强度, 将其安装在水利工程的施工缝位置处, 不会因振捣压力、结构沉降等出现位移、变形的情况, 使止水带与混凝土紧密贴合, 保证止水效果, 避免止水失效。

### 2.2 有利于增强抗腐蚀性能

镀锌钢板止水带表面经过热浸镀锌工艺处理, 可以形成一层均匀性、致密性的锌层保护膜, 其可以有效隔绝水、氧气、土壤中的盐碱土、化学物质等腐蚀介质。同时, 镀锌钢板止水带中具备牺牲阳极的阴极保护作用, 在锌层因外力破损后, 锌会提前发生氧化反应, 延缓钢板的腐蚀进程<sup>[1]</sup>。

### 2.3 有利于适配水利复杂环境

镀锌钢板止水带可以依据工程需求对镀锌钢板进行裁剪、弯曲、拼接等, 轻松适配不同宽度、深度的伸缩缝与沉降缝, 尤其是在不规则缝体的止水施工中, 镀锌钢板止水带的灵活度远超预制橡胶止水带。镀锌钢板止水带在施工时, 经钢筋支架、螺栓固定等进行精准定位与安装, 不易移位, 浇筑时的钢板与混凝土进行有效黏结, 可以形成整体受力结构, 避免渗漏的情况出现。

### 2.4 有利于强化结构稳定性

镀锌钢板止水带与钢筋、混凝土形成整体受力体系, 不仅具有止水作用, 同时还可以避免结构变形导

作者简介: 蔡卫露 (1992-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程。

致裂缝扩展。同时,水利工程水流速度快、镀锌钢板表面坚硬,可以有效抵抗水流冲刷、泥沙磨损。此外,镀锌钢板止水带因其结构稳定,减少止水带的更换周期,降低后期维护成本<sup>[2]</sup>。

### 2.5 有利于满足绿色施工要求

镀锌钢板属于金属材料,不会像胶止水带一样释放有害物质,尤其使用在对水质要求高的水利工程中,与绿色施工环保标准相符。同时,镀锌钢板材料本身具有较高的回收利用率,在工程报废后,针对拆除的止水带,可以用专业回收渠道对钢板进行重新熔炼加工,减少建筑垃圾的产生,符合水利工程低碳环保的发展理念。

## 3 水利工程混凝土镀锌钢板止水带施工技术

### 3.1 钢板制作技术

该工程使用的镀锌钢板止水带为Q235薄钢板,在钢板表面用细砂纸进行打磨处理,然后将钢板放在无水乙醇、丙醇(浓度:50%)溶液中,借助超声波将表面的油渍清洗干净。清洗干燥后,依照设计图纸,将冷轧板作为木材,使用等离子切割机,对钢板进行切割处理,在钢板表面精准标记止水带的长度、宽度及弯折角度,每段钢板的尺寸误差 $< 1\text{ mm}$ 。在止水带的弯折位置处,采取液压弯折机来逐步成型,避免单次大角度的弯折使镀锌钢板出现开裂的情况<sup>[3]</sup>。针对已经成型的镀锌钢板需要进行平整度检测,在使用靠尺测量的过程中,钢筋表面与靠尺的缝隙 $< 0.5\text{ mm}$ ,针对局部凸起的位置,用橡胶锤敲打矫正,在敲击的过程中,应注意动作的轻柔性,避免破坏镀锌层。最后,钢板制作完成后,抽取了一定量的钢板进行检测,确保制作钢板后的性能符合实际施工需求。

### 3.2 镀层处理技术

镀锌钢板止水带在施工的过程中,若采取纯镀锌施工工艺,在钢板受损后,整体修复难度较大。针对这一情况,在处理镀层的过程中,向其中添加纳米进行改进,对微观结构进行调控,使镀层更具有致密性、均匀性,降低孔隙与裂缝风险。本工程在利用纳米对镀层进行改性时,向2% HCH中放入制作钢板,进行5分钟左右的浸泡,将表面氧化物去除干净,形成盐膜,防止镀锌前出现氧化反应。之后,将纳米氧化锌颗粒加入至镀液中,借助超声波装置,对功率进行调控,使其维持在谐波状态,完成纳米改性镀锌工作。在纳米改性镀锌工艺完成后,用扫描电镜观察其中的微观结构,可发现在锌晶粒之间,纳米氧化锌颗粒呈均匀分布状态,可有效填充镀层孔隙,降低腐蚀介质的渗透路径。

### 3.3 防腐检验技术

钢板镀锌处理后,该工程对其防腐效果进行检验,具体将其放置在 $0.5\text{ mol/L}$ 的硫酸镁溶液中,模拟水

利工程的硫酸盐腐蚀环境,之后施加 $5\text{ mV}$ 的正弦扰动电压幅值,在这一过程中,需要对频率以及试验温度进行管控,其中频率值在 $100\text{ kHz} \sim 0.01\text{ Hz}$ ,温度值在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,获取不同镀层电化学阻抗谱。对阻抗谱进行分析,发现经纳米改性的镀锌钢板相较于纯锌镀层钢板,电荷 $R_t$ 传递电阻值以及腐蚀反应阻力得到显著增加,可在一定程度上延缓镀层腐蚀速度,提高镀层的耐腐蚀性。通过这一技术的检验,有效验证该工程使用镀层处理技术的可靠性,为后续止水带安装后的长期抗腐蚀性提供有效支撑<sup>[4]</sup>。

### 3.4 预埋定位控制技术

该工程在安装镀锌钢板止水带的过程中,考虑到以往由工作人员依靠经验定位存在误差,所以为了保证定位的精准性,每隔2米在止水带的U型槽中放置MEMS传感器,通过无线传输模块实时监控定位情况,同步更新数据频率与现场施工管理系统,自动生成止水带的三维坐标曲线。在检测到止水带水平出现偏移、垂直度偏差,立即触发声光报警。同时,在止水带上部开展螺栓固定、衬板定位处理,以免在浇筑混凝土的过程中出现移位的情况。

### 3.5 止水带安装

首先,该工程在进行止水带安装的过程中,要先在安装前对基面进行清理,除掉缝内一定深度的衬垫板,并用高压水枪在混凝土施工缝、沉降缝的基面予以反复冲洗,清除缝内残留的砂石、水泥、油污,确保缝内混凝土表面的干净、整洁。之后,用钢丝刷在基面处进行拉毛处理,使基面粗糙系数 $\geq 0.5$ ,强化止水带与混凝土粘结力<sup>[5]</sup>。针对基面存在蜂窝、麻面缺陷等问题,借助聚合物水泥砂浆进行修复,保证基面平整度。

其次,基面处理完成后,施工人员依照预埋定位的坐标,将镀锌钢板止水带吊运至相对应的安装位置。在正常安装的过程中,将U型槽开口朝向迎水面,保证止水带的垂直度。将规格为 $350\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 的闭口钢筋向止水带中添加,并将止水带底部与基面预设定位钢筋进行点焊,点焊间距在 $300\text{ mm}$ ,焊点直径 $\leq 5\text{ mm}$ ,在焊接的过程中不可损坏镀锌层。止水带搭接处采取双面焊接工艺,焊接电流、焊接速度分别为 $80 \sim 100\text{ A}$ 、 $10 \sim 15\text{ cm/min}$ ,保证焊缝饱满无夹渣、气孔。焊接完成后,利用角磨机对焊缝表面进行打磨,确保其平整度。在止水带绕过柱子时,应避免止水带与柱箍筋交错,可以直接将柱箍筋剪断,对止水带闭口钢筋与柱箍筋进行焊接。异型结构安装的过程中,依据施工图纸、结构尺寸,借助角磨机与激光切割技术进行异型加工,确保切口光滑无毛刺。之后,再利用数控折

弯机对镀锌钢板进行分步弯折,弯折时为了保证稳定性,该工程用两根钢筋在焊接两端进行加固处理,直至全部钢板加固定型。弯折后用样本对比弧度偏差,保证偏差值 $< 1\text{ mm}$ 。

再次,在止水带与混凝土模板的衔接过程中,将橡胶密封胶条嵌入止水带与模板缝隙中,密封条的压缩量控制在 $30\% \sim 40\%$ ,以免混凝土在浇注的过程中出现浆液渗漏的情况。同时,在止水带两侧设置定位钢筋支架,定位钢筋支架用镀锌钢丝进行绑扎,避免生锈污染止水带。

最后,在浇筑混凝土之前,施工人员全面检查了止水带的安装质量,用全站仪复核止水带的中心线偏差,保证偏差值 $\leq 5\text{ mm}$ ,用 $2\text{ m}$ 靠尺检测止水带的垂直度。焊缝处也进行了渗透检测,在检查合格后开展混凝土浇筑作业。整个作业过程中,振捣棒与止水带距离 $> 300\text{ mm}$ ,避免振捣棒直接接触止水带而出现移位或变形的情况,发挥最佳的止水效果。

### 3.6 混凝土浇筑配合技术

该工程在镀锌钢板止水带安装后,对混凝土进行浇筑处理。选择的混凝土材料为低水化热的硅酸盐水泥,初凝时间在 $45\text{ min}$ 以上,砂石含泥量不足 $3\%$ ,云母不足 $2\%$ ,卵石与碎石粒径不足 $0.5\text{ mm}$ 。依照相应配比混合原料后进行分层浇筑,首层浇筑的混凝土应覆盖钢板高度的一半,采取连续浇筑的方法,必须中断的情况下,应缩短中断的间隔时长,在前层混凝土未初凝的情况下对次层混凝土进行浇筑。新老混凝土接合位置处,进行二次振捣,振捣棒远离止水带,通过充分振捣,使钢板与混凝土紧密结合,无空隙产生。

## 4 水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工质量控制措施

### 4.1 做好前期准备工作

在前期准备工作中,需要对工程材料进行检验,确保止水钢板的材质符合标准,具体应该对屈服强度、抗拉强度、延伸率、碳含量控制等进行检查,同时,还要检查焊接材料中焊条出厂合格证以及性能,在质量达标后才可投入工程施工中。此外,还可以开展技术准备,施工需要完成三级交底工作,项目总工向施工人员开展方案交底、工艺交底、操作交底等,并绘制详细节点大样图,于止水钢板处标注穿墙管、变形缝等部位构造处理技巧。前期准备工作还需确认作业条件,施工缝表面进行凿毛处理,将浮浆、杂物清理干净,露出新鲜的混凝土面,止水钢板安装应清除油污、锈蚀。

### 4.2 强化施工流程的监控

在监控施工流程的过程中,需要构建“分段跟踪+实时反馈”动态管控机制,在钢板制作的过程中,安

排质检员对等离子切割的钢板尺寸进行复核,借助数显卡尺测量钢板厚度、宽度、弯折角度。同时,还要搭建远程监控系统,施工的过程中,在焊接作业区、预埋定位区、混凝土浇筑区等关键工位处安装高清摄像头,实时将监测到的施工画面传输至监控中心,管理人员通过后台系统远程监控焊接电流稳定性、定位钢筋绑扎间距等细节。针对镀层处理环节,可以在镀锌钢板表面粘贴传感器探头,自动读取不同区域的锌层厚度值,若监测到局部厚度不符合设计要求,应该触发预警并标记异常位置,以便进行后期工艺参数的调整。

### 4.3 完善后期质量验收

在验收的过程中应依照验收标准对止水带安装质量进行多维度检测,采用全站仪逐段测量止水带中心线与设计轴线的偏差值。借助超声波检测仪在焊缝区域处进行扫描,检验其是否存在未焊透、气孔、夹渣等缺陷,保障焊接的合格率。同时,还要抽检钢板规格、材质是否符合设计要求,确保抽检合格率达到 $100\%$ 。在对偏差值进行检验时,应保证位置偏差 $\leq 5\text{ mm}$ ,垂直度偏差值 $\leq 1\text{ mm/m}$ 。在后期质量检验的过程中可以采取目测与工具检查相结合方法,通过多种方法联合检测,提高检验质量。在验收合格后,对止水带以及周边混凝土进行养护处理,通过养护来延长使用寿命。

## 5 结束语

水利工程混凝土镀锌钢板止水带不仅有利于提高工程抗渗性能以及抗腐蚀性能,同时可以适配水利工程复杂环境,强化结构稳定性,满足绿色施工需求。为了充分发挥水利工程混凝土镀锌钢板止水带的应用价值,应明确钢板制作、镀锌处理、防腐检验、预埋定位控制、止水带安装、混凝土浇筑配合技术等,并采取做好前期准备工作、强化施工流程的监控、完善后期质量验收等策略,提高水利工程混凝土镀锌钢板止水带安装施工水平。

## 参考文献:

- [1] 张耀华.型钢混凝土柱节点处止水方式改进施工技术应用[J].工程质量,2025,43(08):107-110.
- [2] 张锡乾.液体止水带在桥梁伸缩缝养护中的应用[J].山西建筑,2025,51(15):162-165.
- [3] 汪凯.隧道止水带性能退化规律及寿命预测研究[J].施工技术(中英文),2025,54(13):120-124.
- [4] 陈一尤,王彦东,高衡.钢壳沉管隧道受限空间 OMEGA 止水带施工技术研究及应用[J].中国港湾建设,2024,44(07):82-86.
- [5] 项海玲,周丽.混凝土橡胶止水带紧固式安装施工技术及应用[J].水利建设与管理,2021,41(06):69-74.