

# 水利压力钢管防腐施工工艺与监理验收控制策略

冯玉梅

新疆昆仑工程咨询管理集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:**水利压力钢管作为水利枢纽核心构件,其防腐性能关乎工程寿命、输水安全与运维成本。新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)处干旱荒漠区,昼夜温差大、风沙多,钢管易锈蚀。本文结合工程实际,阐述表面处理、防腐涂层施工等核心工艺要点,分析质量隐患及成因,研究从施工准备、过程管控到竣工验收的监理验收控制策略,提出管控措施。研究表明,规范工艺与严格验收可提升防腐性能,为同类工程提供参考。

**关键词:**水利压力钢管;防腐施工工艺;监理验收;质量控制

引言:水利工程中,压力钢管是连接挡水、输水建筑物的核心构件,承担高压输水功能。但长期暴露易受侵蚀,发生锈蚀、剥落等破坏,影响工程运行、增加维修成本,甚至威胁周边安全。结合实际研究防腐施工工艺与监理验收控制策略,解决质量难题意义重大。本文以该工程为例,探讨相关要点,为同类工程提供借鉴。

## 1 水利压力钢管防腐施工核心工艺

### 1.1 施工准备工作

水利压力钢管防腐施工前,需做好充分的准备工作,为后续施工质量管控奠定基础。首先,进行施工技术交底,结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)的气候、水文地质条件,明确防腐施工工艺要求、质量标准及安全注意事项,确保施工人员熟练掌握技术要点。其次,完成材料进场检验,防腐施工所用的涂料、稀释剂、固化剂及辅助材料,需符合设计规范要求,具有产品合格证、检测报告,进场后抽样送检,不合格材料严禁使用。同时,准备施工机械设备,包括表面处理设备(喷砂设备、打磨机)、喷涂设备(喷枪、空压机)、检测设备(涂层测厚仪、附着力测试仪)等,设备进场后调试运行,确保性能稳定。另外,清理施工场地,划分施工区域,做好防风、防尘、防潮措施,避免风沙、水汽对施工质量造成影响,结合工程区域风沙频繁的特点,搭建临时防护棚,保障施工环境符合要求<sup>[1]</sup>。

### 1.2 表面处理工艺

表面处理是水利压力钢管防腐施工的关键环节,直接影响涂层的附着力和防腐效果,核心要求是清除钢管表面的铁锈、氧化皮、油污、灰尘等杂质,形成均匀、粗糙的表面,为涂层附着提供良好条件。结合本工程实际,采用喷砂除锈工艺,该工艺除锈效率高、效果好,能满足干旱地区防腐施工的质量要求。喷砂除锈前,先对钢管表面进行预处理,清除表面明显的油污和杂物,采用

碱性清洗剂浸泡后冲洗晾干;随后调试喷砂设备,选用石英砂作为磨料,磨料需干燥、洁净,粒径控制在0.5-2.0mm,喷砂压力调节为0.4-0.6MPa,喷砂距离控制在100-200mm,喷射角度为45°-60°。喷砂过程中,施工人员匀速移动喷枪,确保钢管表面除锈均匀,无漏喷、返锈现象,除锈等级需达到Sa2.5级,即钢管表面无可见的铁锈、氧化皮和油污,表面呈均匀的金属光泽;喷砂完成后,及时清理钢管表面的砂尘和杂物,采用压缩空气吹扫,吹扫后4小时内完成第一道涂层施工,避免钢管表面再次氧化生锈,结合工程昼夜温差大的特点,合理安排施工时间,避开高温、低温时段,确保表面处理质量。

### 1.3 防腐涂层施工工艺

结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)的运行环境,压力钢管防腐涂层采用“底漆+面漆”的双层结构,底漆选用环氧富锌底漆,具有良好的防锈性能和附着力,面漆选用聚氨酯面漆,具有优异的耐候性、耐久性和抗风沙能力,能适应干旱荒漠地区的气候条件。涂层施工采用喷涂工艺,施工前,将涂料按规定比例混合均匀,加入适量稀释剂,调节涂料粘度,确保喷涂顺畅,混合后的涂料需在规定时间内使用完毕,避免过期失效。底漆施工时,喷枪与钢管表面距离控制在200-300mm,喷涂压力为0.3-0.5MPa,匀速移动喷枪,确保底漆涂层均匀,厚度控制在80-100 $\mu$ m,底漆施工完成后,自然干燥24小时以上,达到表干状态后,方可进行面漆施工。面漆施工工艺与底漆基本一致,喷涂时需保证涂层均匀、平整,无流挂、针孔、气泡等缺陷,面漆厚度控制在60-80 $\mu$ m,双层涂层总厚度达到140-180 $\mu$ m,符合设计要求。涂层施工过程中,做好施工环境控制,环境温度控制在5-35 $^{\circ}$ C,相对湿度不大于85%,避免在风沙、雨天、雾天施工,施工完成后,及时做好涂层养护,养护时间不少于7天,养护期间避免碰撞、划伤涂层。

#### 1.4 特殊部位防腐处理

水利压力钢管的接口、焊缝、法兰、阀门等特殊部位,是防腐施工的薄弱环节,易发生锈蚀破坏,需重点处理。结合本工程施工4标的实际情况,针对不同特殊部位制定针对性的处理工艺。焊缝部位,先采用角磨机打磨平整,清除焊缝表面的焊渣、飞溅物和毛刺,打磨后进行喷砂除锈,达到Sa2.5级标准,随后在焊缝部位涂刷一道环氧富锌底漆,增强附着力,再进行整体涂层施工,涂层厚度比普通部位增加20-30 $\mu\text{m}$ 。接口和法兰部位,施工前清理表面杂物和油污,喷砂除锈后,在接口处缠绕防腐胶带,胶带缠绕紧密、平整,无褶皱、空鼓,缠绕宽度重叠1/2,随后涂刷面漆,确保接口部位密封严密<sup>[2]</sup>。阀门部位,采用涂刷工艺,确保阀门表面涂层均匀,阀门与钢管连接部位,做好密封处理,避免水汽渗入,防止锈蚀,确保特殊部位防腐性能与整体钢管一致,满足工程长期运行要求。

### 2 水利压力钢管防腐施工常见质量隐患及成因

#### 2.1 常见质量隐患

结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)防腐施工实践,总结水利压力钢管防腐施工中常见的质量隐患主要有以下几类:一是表面处理不达标,钢管表面除锈等级未达到设计要求,存在漏喷、返锈现象,表面残留油污、砂尘等杂质,导致涂层附着力不足,易发生剥落;二是涂层施工质量缺陷,涂层存在流挂、针孔、气泡、开裂等问题,涂层厚度不均匀,未达到设计标准,影响防腐效果;三是特殊部位处理不到位,焊缝、接口等部位涂层不连续、不严密,存在空鼓、褶皱现象,易发生锈蚀;四是涂层养护不当,养护时间不足,养护环境不符合要求,导致涂层干燥不充分,硬度和附着力下降,易受风沙侵蚀损坏。

#### 2.2 隐患成因分析

针对上述质量隐患,结合工程实际分析成因:一是施工人员专业素质不足,部分施工人员未熟练掌握防腐施工工艺要点,操作不规范,尤其是喷砂除锈和喷涂施工环节,操作手法不当,导致施工质量不达标;二是施工机械设备性能不佳,喷砂设备、喷涂设备调试不到位,磨料质量不合格,检测设备未定期校准,无法准确检测施工质量,导致质量隐患遗漏;三是施工环境控制不当,工程区域风沙频繁、昼夜温差大,施工过程中未采取有效的防风、防尘、防潮措施,风沙、水汽影响表面处理和涂层施工质量,温差过大导致涂层开裂;四是施工管理不严格,施工前技术交底不充分,施工过程中未加强质量巡检,对施工缺陷未及时整改,施工后未严格执行养

护要求;五是材料质量管控不严,部分辅助材料未经过抽样送检,存在质量问题,涂料混合比例不当、过期使用,影响涂层性能<sup>[3]</sup>。

### 3 水利压力钢管防腐施工监理验收控制策略

#### 3.1 施工准备阶段监理控制

施工准备阶段的监理控制是确保防腐施工质量的前提,监理单位需结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)的实际情况,重点做好以下工作:一是审核施工单位提交的施工组织设计和专项施工方案,重点审核施工工艺、施工流程、质量控制措施、安全保障措施,结合工程区域气候特点,审核防风、防尘、防潮措施的合理性,确保方案科学可行,不符合要求的责令修改完善后重新审核;二是严格执行材料进场检验制度,对进场的涂料、磨料、稀释剂等材料,核查产品合格证、检测报告,抽样送检,不合格材料严禁进场使用,建立材料进场台账,跟踪材料使用情况;三是检查施工机械设备的性能和调试情况,核查设备合格证、检测报告,对喷砂设备、喷涂设备、检测设备进行现场查验,确保设备性能稳定,检测设备精度符合要求,定期校准;四是审核施工人员的专业资质,检查施工人员的培训记录和技术交底记录,确保施工人员熟练掌握施工工艺要点,具备相应的施工能力;五是检查施工场地准备情况,核查防护设施、施工区域划分情况,确保施工环境符合防腐施工要求。

#### 3.2 施工过程阶段监理控制

施工过程阶段是防腐施工质量控制的核心环节,监理单位需加强现场巡检,实行全过程旁站监理,重点控制各施工环节的质量,结合本工程实际制定针对性的监理措施。表面处理环节,监理人员全程旁站,检查喷砂除锈的施工参数、磨料质量,采用专业检测工具检测除锈等级,目测检查钢管表面质量,确保除锈等级达到Sa2.5级,表面无油污、砂尘、返锈现象,对不达标部位责令施工单位整改,重新进行表面处理,验收合格后方可进入下一工序。涂层施工环节,监理人员重点检查涂料混合比例、粘度,喷涂设备运行参数,施工人员操作规范性,采用涂层测厚仪实时检测涂层厚度,确保涂层厚度均匀,符合设计要求,目测检查涂层表面质量,及时发现流挂、针孔、气泡等缺陷,责令施工单位及时整改,整改后重新验收。特殊部位施工环节,监理人员重点旁站监督,检查焊缝、接口等部位的处理工艺,确保表面处理达标、涂层施工连续严密,无空鼓、褶皱现象,对特殊部位涂层厚度进行重点检测,确保符合设计要求。同时,加强施工环境控制监理,检查防风、防尘、防潮措

施的落实情况,结合工程区域风沙频繁的特点,督促施工单位及时关闭防护棚,避免风沙影响施工质量,禁止在高温、低温、雨天、雾天施工,确保施工环境符合要求;加强施工进度和养护监理,督促施工单位合理安排施工进度,严格执行涂层养护要求,确保养护时间充足、养护措施到位,养护期间禁止碰撞、划伤涂层,定期检查养护效果。

### 3.3 竣工验收阶段监理控制

竣工验收阶段的监理控制是确保防腐施工质量合格的最后一道防线,监理单位需严格按照设计规范和验收标准,结合新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)的验收要求,做好竣工验收工作。首先,审核施工单位提交的竣工验收资料,包括施工记录、材料检测报告、施工质量检验记录、整改报告等,确保资料完整、规范、真实,符合验收要求,资料不全、不合格的责令施工单位补充完善;其次,开展现场验收检测,组织监理人员、施工单位、建设单位等相关人员,对压力钢管防腐涂层进行全面检测,采用涂层测厚仪检测涂层总厚度,确保均匀达标;采用附着力测试仪检测涂层附着力,附着力需达到设计要求,无剥落现象;目测检查涂层表面质量,确保无流挂、针孔、气泡、开裂、返锈等缺陷,特殊部位涂层连续严密,无质量隐患<sup>[4]</sup>。同时,对施工过程中发现的质量缺陷整改情况进行复查,确保所有缺陷全部整改到位,验收合格;最后,组织召开竣工验收会议,汇总验收检测结果,对防腐施工质量进行综合评定,明确验收意见,验收合格的,签署竣工验收报告;验收不合格的,责令施工单位限期整改,整改完成后重新组织验收,直至验收合格,确保压力钢管防腐施工质量符合设计要求和标准,为工程长期稳定运行提供保障。

## 4 新疆和田玉龙喀什水利枢纽工程压力钢管防腐施工实践效果剖析

新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(施工4标)压力钢管防腐施工过程中,严格采用本文所述的

防腐施工工艺,落实相应的监理验收控制策略,加强各环节质量管控,有效解决了施工中的质量隐患,提升了防腐施工质量。工程完工后,经过现场检测和试运行,压力钢管防腐涂层表面平整、均匀,无流挂、针孔、返锈等缺陷,涂层厚度和附着力均符合设计要求,特殊部位防腐处理到位,密封严密。结合工程区域干旱、风沙频繁的气候特点,经过一段时间的运行观察,压力钢管防腐涂层未出现剥落、开裂、锈蚀等现象,防腐性能良好,有效抵御了风沙、水汽和盐碱物质的侵蚀,确保压力钢管的正常运行,保障工程的输水安全和灌溉功能。实践表明,科学规范的防腐施工工艺与严格的监理验收控制策略,能有效提升水利压力钢管防腐施工质量,延长工程使用寿命,降低运维成本,该施工工艺和监理控制策略具有良好的实用性和可操作性,可为同类干旱地区水利压力钢管防腐施工提供实践参考。

### 结束语

水利压力钢管防腐施工质量关乎水利工程寿命、输水安全与运维成本,新疆和田玉龙喀什水利枢纽兵团配套水利工程(干旱荒漠地区)的复杂气候和水文地质条件,对其防腐施工要求更高。本文结合该工程施工4标实际,阐述核心工艺,分析质量隐患及成因,提出施工准备、过程管控、竣工验收三阶段的监理验收控制策略。工程实践表明,严格落实工艺、加强控制可提升防腐性能,后续可结合不同工程优化策略,推动水利建设发展。

### 参考文献

- [1]艾冰涛.水利水电工程压力钢管防腐涂层施工技术研究[J].科海故事博览,2025(32):55-57.
- [2]孙伟.基于水利工程的闸门防腐施工安装验收要点探讨[J].粘接,2026,53(1):254-257.
- [3]牛耕.水利闸门金属结构防腐处理技术研究[J].水上安全,2025(11):1-3.
- [4]马开彬.水利工程环氧树脂防腐涂层研究进展[J].合成材料老化与应用,2025,54(4):70-72,49.