

# 水电站管路安装工程关键技术与实践研究

邓虎

华电金沙江上游水电开发有限公司巴塘分公司

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6415

**[摘要]** 管路安装是水电站施工中不可或缺的一部分,其安装质量直接影响整个水电站的安全性、稳定性和使用寿命。本文首先分析了管路安装工程的特点和要求,目的是详细探讨管路安装过程中的关键技术,包括管路选择、管路布局、连接方法、焊接技术、防腐处理等。最后基于金沙江上游某水电站管路安装工程施工为实际案例,对管路安装工程的实际操作进行了深入分析,以期对相关项目提供参考和借鉴。

**[关键词]** 管路安装; 水电站; 建筑工程; 关键技术; 实践操作

中图分类号: TV74 文献标识码: A

Research on key technology and practice of pipeline installation project in hydropower station

Hu Deng

Huadian Jinsha River Upstream Hydropower Development Co., Ltd.

**[Abstract]** Pipeline installation is an indispensable part of hydropower station construction, and its installation quality directly affects the safety, stability and service life of the whole hydropower station. Firstly, this paper analyzes the characteristics and requirements of pipeline installation project, aiming at discussing the key technologies in the pipeline installation process in detail, including pipeline selection, pipeline layout, connection method, welding technology, anti-corrosion treatment and so on. Finally, based on the construction of pipeline installation project of a hydropower station in the upper reaches of Jinsha River as an actual case, the actual operation of pipeline installation project is deeply analyzed in order to provide reference for related projects.

**[Key words]** pipeline installation; Hydropower station; Construction engineering; Key technologies; Operating Practice

## 引言

管路安装工程是水电站的重要组成部分,它包括供排水系统、透平油绝缘油系统、中低压气系统、消防系统(机电消防、建筑消防)、暖通系统等多个方面。管路安装的质量直接关系到水电站的使用功能和安全性能。因此,掌握管路安装的关键技术,并在实践中严格执行相关设计图纸要求及标准技术规范,对于确保水电站施工及建筑工程施工质量具有重要意义。

### 1 水电站管路安装工程的特点和要求

水电站管路安装工程具有以下特点:

(1) 涉及面广,包括多种材质和规格的管路。(2) 技术要求高,需要精确的测量、切割、连接和安装。(3) 安全要求严格,必须确保管路系统的密封性和耐压性;因此,管路安装工程要求施工人员具备专业的技术知识和丰富的实践经验。

### 2 水电站管路安装工程的关键技术

#### 2.1 管材选择

管材选择是水电站管路安装的首要环节,其质量与性能直接决定了整个管路系统的使用寿命和运行效果。在给排水系统中,PVC-U管凭借耐腐蚀性强、化学稳定性高、重量轻且安装便捷的特性,成为输送生活用水和排放污水的常用管材,尤其适用于室内外给排水工程。消防系统因对管材强度和耐高温性要求严苛,多选用钢管,确保火灾时消防水稳定输送。选择管材需综合考量环境条件,如输送介质、压力、流量、耐腐蚀性、湿度、温度、酸碱度等,以及工程预算。湿度大、腐蚀性强的环境中,不锈钢管虽成本高但耐腐蚀性佳;普通民用建筑给排水工程,塑料管性价比更高。同时,还要依据系统工作压力选择合适承压能力的管材,防止因强度不足引发泄漏。

#### 2.2 管路布局

合理的管路布局是保障水电站管路系统高效运行、便于维护检修的基础。设计时遵循短距离原则,能有效减少流体流动阻力,降低能耗,缩短工期并节约材料成本。最少弯头原则可避免

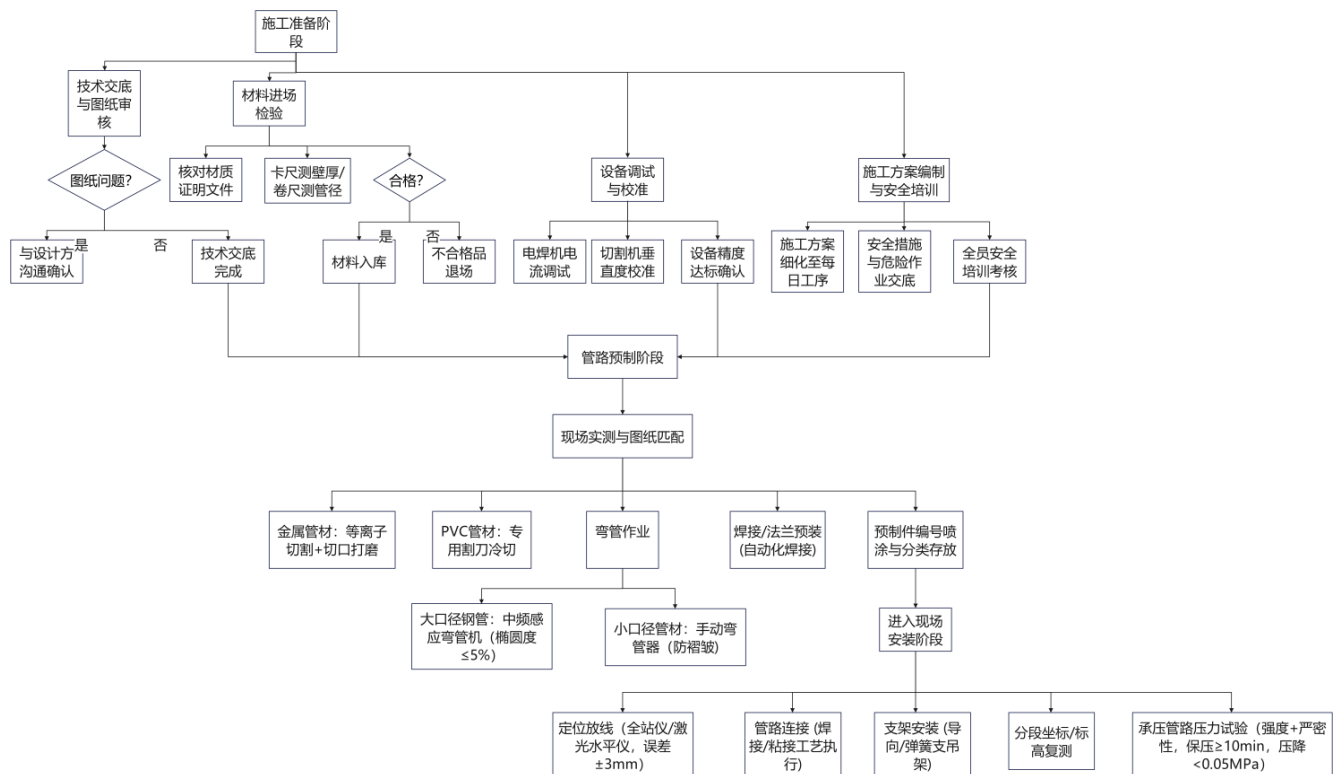


图1 管路安装工程实践操作流程

局部阻力增大,提升流体输送效率。在水电站建筑物内部,要结合梁、柱、墙体位置规划管路走向,防止与建筑结构冲突。高层建筑中,垂直管路集中布置在管道井内,节省空间且便于维护。此外,还需考虑建筑物使用功能,工业厂房则依据工艺流程安排管路,确保物料输送顺畅,同时预留足够检修空间和通道。

### 2.3 连接方式

管路连接方式的正确选择与规范操作,是保障水电站管路系统密封性和强度的关键。螺纹连接常用于管径较小、压力较低的金属管路和部分塑料管路,通过螺纹紧密配合实现连接,安装拆卸方便,但需注意螺纹加工精度和密封填料使用,防止泄漏。焊接连接在钢管安装中广泛应用,能使连接部位形成牢固整体,适用于高压、大管径管路系统,焊接时要严格控制参数保证焊缝质量。法兰连接通过螺栓紧固法兰盘,中间加密封垫片,便于拆卸检修,常用于需经常拆卸或与设备连接部位。粘接用于PVC等塑料管材,利用专用胶水结合,操作简单,但粘接前需清洁管材管件表面,保证粘接效果,施工时应根据管材材质、管径、压力和环境选择合适方式。

### 2.4 焊接技术

焊接作为水电站金属管路安装的核心连接技术,其质量直接关乎管路系统的安全稳定运行。焊接作业前,需分析管材材质、壁厚,选择合适焊接方法与材料,如碳钢常用手工电弧焊、二氧化碳气体保护焊,不锈钢多采用氩弧焊防氧化腐蚀。焊接过程中,焊工要严格遵循工艺标准,精准控制焊接电流、电压、速度

等参数,确保焊缝均匀饱满,无气孔、夹渣、裂纹等缺陷。同时注意焊接环境,潮湿、有风环境下采取防护措施。焊接完成后,对焊缝进行外观检查 and 无损检测,如超声波、射线检测,保证焊接接头质量达标。此外,焊工需持证上岗,定期培训考核,提升焊接技能水平。

### 2.5 防腐处理

防腐处理是延长水电站管路使用寿命、保障系统稳定运行的重要举措。在金沙江上游某水电站工程中,埋地敷设的钢管采用三层PE防腐结构,底层环氧粉末提供良好的附着力,中间层胶粘剂增强粘结力,外层聚乙烯层提供机械保护和耐化学腐蚀性能,同时配合阴极保护系统,有效降低土壤腐蚀风险。对于室内明装的金属管路,在工业厂房等腐蚀性较强的环境中,采用热浸镀锌工艺,并在表面涂刷防腐涂料,形成双重防护;在民用建筑中,普通金属管路通过涂刷防锈漆、银粉漆等进行防腐。此外,建立定期巡检制度,对防腐层进行外观检查,发现破损及时修补,对阴极保护系统的电位进行监测,确保防腐措施持续有效,避免因腐蚀导致管路泄漏、砂眼等问题。

## 3 管路安装工程的实践操作

### 3.1 施工准备

施工准备是保障水电站管路安装顺利开展的基础。施工团队需组织安全技术交底会,由技术负责人带领成员深入解读施工图纸,标注关键节点、特殊工艺要求,针对图纸矛盾处及时与设计方沟通确认。管材及配件进场后,按批次抽检,核对材质证

明文件,采用卡尺测量壁厚、卷尺复核管径,杜绝不合格品入场。依据施工工艺,调试电焊机电流稳定性、校准切割机垂直度,确保设备精度达标。编制的施工方案细化到每日工序,安全措施明确危险作业防护标准,通过全员安全技术培训与交底,确保施工人员熟悉流程、掌握规范。

### 3.2 管路预制

水电站管路预制通过工厂化、标准化加工提升安装效率。依据现场实测数据与图纸,使用等离子切割机精准裁切金属管材,切口打磨平整至无毛刺;PVC 管材采用专用割刀冷切,避免热变形。弯管作业中,大口径钢管借助中频感应弯管机,控制加热温度与推进速度,确保弯曲处椭圆度 $\leq 5\%$ ;小口径管材用手动弯管器成型,避免褶皱产生。预制时提前完成焊接、法兰预装等工序,利用自动化焊接设备保证焊缝质量,对预制件喷涂编号、标注安装位置,分类存放于防滑垫上,减少现场二次加工量与安装误差。

### 3.3 现场安装

现场安装需严格把控施工精度与质量。以全站仪、激光水平仪定位放线,误差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内,按设计坡度安装排水管路,避免积水。连接操作严格遵循工艺标准,如钢管焊接执行多层多道焊,PVC管粘接控制胶水涂抹厚度与固化时间。垂直管路采用导向支架限制径向位移,水平管路按规范设置间距,重型管道使用弹簧支吊架吸收振动。每完成一段管路,立即进行坐标、标高复测,对承压管路按照设计要求开展相应的试验,确保系统稳定运行。

### 3.4 工艺要求

3.4.1 管材的切割、打磨。(1)DN100以下管材采用型材切割机下料,DN100以上不锈钢管采用等离子切割机下料,普通碳钢管型管材也可采用氧气、乙炔火焰切割下料。(2)使用型材切割机下料时,在对管材下料前要对使用设备进行校核,使用角尺对型材切割机的夹具角度进行测量,应保证夹具与砂轮片间的角度为 $90^\circ$ 。下料后应注意清理管路内、外壁的毛刺和铁屑。(3)不锈钢管材使用等离子切割机下料时,应清理干净管路内、外壁的熔渣、飞溅物及氧化物。(4)碳钢管材使用氧气、乙炔火焰下料时,应清理干净管路内、外壁的熔渣、飞溅物及氧化物。(5)切口表面应平整、无裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等。切口端面倾斜偏差不应大于管子外径的 $1\%$ 且不能超过 $2\text{mm}$ 。(6)管材在进行切割时,无论采用何种切割方式在进行切割前都要使用直口样板进行划线定位。(7)管路接头处应根据管壁厚度选择适当的坡口型式和尺寸,一般壁厚不大于 $4\text{mm}$ 时,选用I型坡口;壁厚大于 $4\text{mm}$ 时,采用 $70^\circ$ 角的V型坡口,钝边为 $0\text{mm}\sim 2\text{mm}$ 。坡口打磨应光滑,无缺陷。

3.4.2 弯管的制作。(1)管路的弯曲半径,热弯管时一般不小于管径的 $3.5$ 倍;冷弯管时一般不小于管径的 $4$ 倍;采用弯管机热弯时,一般不小于管径的 $1.5$ 倍。(2)热弯管时,加热应均匀,升温应缓慢,加温次数一般不超过 $3$ 次。(3)弯制有缝管时,其纵缝位置应避免受压与受拉区,布置在中性线两侧处,且不超过中性线外侧 $15^\circ$ 。(4)管路弯制后的质量应符合下列要求:

①无裂纹、分层和过烧等缺陷;②管子截面的最大与最小的径差,一般不超过管径的 $8\%$ ;③弯曲角度应与样板相符;④弯管内侧波纹褶皱高度一般不大于管径的 $3\%$ ,波距不小于 $4$ 倍波纹高度;⑤环形管弯制后,应进行预装,其半径偏差一般不大于设计值的 $2\%$ ;管子应在同一平面上,其偏差不大于 $40\text{mm}$ 。

3.4.3 管路的配置。(1)管路在配置前,应对管材和管件进行外观质量检查,发现缺陷应及时处理或者更换。应注意法兰密封面是否存在影响密封性能的缺欠。(2)认真核对设计图纸,严格按照设计图纸的尺寸进行施工。(3)在施工现场确定准备对接的预埋管路,按照图纸核对预埋管路出口位置,应符合设计及规范要求,一般误差不大于 $10\text{mm}$ 。(4)管路配置时进行实地测量放线,按管路尽量靠近墙面、天花板和梁柱的原则实测各管节长度并编号下料。安装时彻底清洗管路内污物、泥浆和一切杂物,确保所有管路内部清洁。(5)焊接定位焊缝时应采用与根部焊道相同的焊接材料和焊接工艺,并应由合格焊工施焊。定位焊缝的长度、厚度和间距应能保证焊缝在正式焊接过程中不致开裂。(6)管路进行配置时应按照以下标准进行施工:

①管路安装位置(坐标及标高)的偏差一般室外不大于 $10\text{mm}$ ,室内不大于 $5\text{mm}$ 。②水平管弯曲和水平偏差,一般不超过 $0.1\%$ ,且不超过 $15\text{mm}$ ;立管垂直度偏差,一般不超过 $0.1\%$ ,且不超过 $8\text{mm}$ 。③排管安装应在同一平面上。偏差不大于 $3\text{mm}$ ,管间间距偏差应在 $0\sim 3\text{mm}$ 范围内。④自排排水管和排油管坡度应与液流方向一致,坡度一般在 $0.2\sim 0.3\%$ 。⑤管路对口错边应不超过壁厚的 $10\%$ ,且最大不超过 $1\text{mm}$ 。⑥管路对口检查平直度,在距接口中心 $200\text{mm}$ 处测量允许偏差 $1\text{mm}$ ;全长允许偏差不得超过 $6\text{mm}$ 。

### 3.5 系统调试与验收

水电站管路安装完成后,必须进行系统调试和验收。系统调试主要是检查管路系统的压力、流量、密封性、耐压性和运行状况。验收则应根据设计图纸及相关标准规范进行,确保管路安装工程达到设计要求和质量标准。

## 4 结论

管路安装工程是水电站及建筑工程的重要组成部分,其质量直接关系到建筑物的安全性和使用功能。通过掌握管路安装的关键技术,并在实践中严格执行相关标准和规范,可以有效保证管路安装工程的质量,为水电站及建筑物的长期稳定运行提供保障。

### [参考文献]

- [1]张德军.建筑给排水工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2022.
- [2]王杰.陆波.管路安装技术与实践[J].建筑技术,2020,51(2):234-236.
- [3]吴玲.管路焊接技术研究[D].北京:北京工业大学,2019.
- [4]GB/T8564-2023《水轮发电机组安装技术规范》S.

### 作者简介:

邓虎(1991—),男,汉族,贵州人,本科,工程师,研究方向:水电站机电设备安装,毕业院校:哈尔滨理工大学。