

水电站大直径压力钢管洞内整体防腐工艺探讨

王 辉 姜亚锋

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 目前国内、外大型水电站压力钢管防腐施工一般在钢管安装前进行,钢管安装完成后仅对焊缝部位进行补漆处理,但有时受工期及外部环境的影响,该种施工工序不能实现。本文以金沙江上游苏洼龙水电站压力钢管防腐工程施工为背景,通过整个压力钢管防腐施工过程,详细的阐述了压力钢管安装完成后洞内整体防腐的施工工艺、相关要求,值得采用该工艺的同行业借鉴。

关键词: 水电站; 压力钢管; 洞内防腐; 施工工艺

一、工程概况

苏洼龙水电站位于金沙江上游河段四川巴塘县和西藏芒康县的界河上,为金沙江上游水电规划13个梯级电站的第10级,其上游为巴塘梯级,下游与昌波梯级衔接。水电站水库正常蓄水位2475m,库容6.38亿m³,多年平均径流量938m³/s,电站额定水头84m,设置4台水轮发电机组,总装机容量1200MW,为一等大(1)型工程,引水系统布置在左岸,采用一管一机供水方式,4条引水隧洞平行布置,间距31m,引水隧洞上平段、斜井段、下平段均采用圆形断面,引水压力钢管段布置在下平段,直径10.0m,苏洼龙水电站引水隧洞压力钢管设计防腐质量标准如下:

- (1) 喷砂除锈等级 Sa2.5;
- (2) 表面粗糙度 100-150 μm;
- (3) 底漆:环氧沥青防锈底漆;表干膜厚度 250 μm;
- (4) 中间漆、面漆:厚浆型环氧沥青面漆;表干膜厚度 250 μm。

二、防腐方案确定

原合同要求,压力钢管瓦片和加劲环在夹江水工机械有限公司进行制造和防腐,再运输至苏洼龙施工现场,进行洞内组圆和安装。而业主最新工期要求苏洼龙水电站首台机组发电时间为2021年6月26日,比原首台机组发电时间2021年7月31日提前36天,根据现场施工进度压力钢管制造安装必须在2020年4月30日前全部完工。压力钢管瓦片运输经G318国道,途径4座高海拔山脉。4季度甘孜州处于雨季,G318国道泥石流、塌方频发;11月份甘孜州进入冬季,道路容易出现冰凌、大雪封山的情况;根据以往经验,每年11月初雅安、甘孜州对G318国道实行冬季交通管制,禁止5轴以上车辆(含5轴)及挂车、铰接列车通行;严重影响瓦片的运输,因此瓦片瓦片运输工作需在2020年9月底全部完成,若在制造厂完成防腐后运输,无法保证我瓦片运输工作在9月底全部完成。

为了保证压力钢管安装顺利完成,确保首台机组发电时间,经与业主方进行多次磋商,以及参考国内外施工经验,

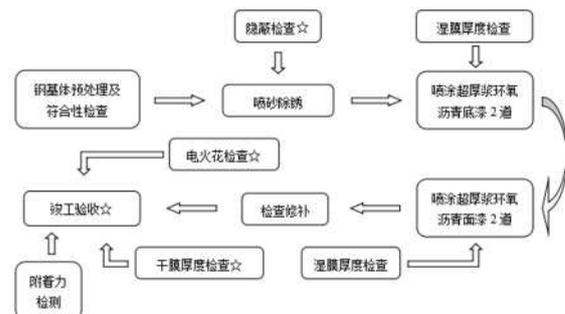
优化施工方案,最终决定压力钢管内壁防腐施工安排在洞内完成。

三、施工工艺

1. 施工顺序

根据压力钢管布置型式,在整条钢管安装、焊接完成后进行防腐施工,以1条洞钢管为一个工作面,两条压力钢管防腐同时施工,压力钢管洞内防腐施工工序见图1。

图1 压力钢管洞内防腐施工工序图



2. 主要施工设备、材料

由于是在洞内进行大面积防腐工作,为保证施工质量,必须保证洞内空气干燥、湿度、露点符合防腐规程要求,防腐施工安排在冬季,为保证施工面温度、湿度等要求,洞内必须布置工业除湿机、工业暖风机等,喷砂除锈、油漆喷涂都会造成洞内飞尘大,为保证洞内空气流畅,大功率的轴流风机、炮雾机等均不可缺少^[2]。主要设备配置见表1。

表1 主要设备配置表

序号	名称	规格、型号	单位	数量	备注
1	防暴离心通风机	4-72	台	12	
2	空压机	13 m ³	台	2	
3	炮雾机	WQ-30	台	4	

4	喷砂机	ACR-32	台	4	
5	储气罐	1 m ³	个	2	
6	工业除湿机	IDEAS	台	8	
7	工业暖风机	BG-C9/3-13	台	4	
8	电动涂料搅拌机		台	4	
9	高压无气喷涂机		台	4	
10	防腐专用台车		套	4	

3. 防腐施工措施

为满足防腐施工质量及安全环保等要求，结合现场情况，合理的设备布置是必不可少的，引水压力钢管洞内防腐施工设备平面布置见图2。

由于钢管内径为10m，所有操作人员无法直接完成钢管上2/3位置的除锈、喷涂工作，必须借助台车来完成，台车的移动借助卷扬机进行牵引，在工作时将台车进行锁定。为了防止台车来回移动破坏油漆，因此先进行钢管上部2/3部位的施工，再进行下部1/3部位的施工^[3]。

为了防止除锈产生的灰尘污染已喷涂未干干的油漆受到污染，单条钢管内设置两套移动台车，喷砂和喷涂施工分别进行，除锈在前，喷涂在后，两台台车保持20m间距，除锈质量的好坏直接影响整个防腐施工的质量。根据现场实际情况及钢管内直径相关参数，设计如图3所示防腐专用台车4套。

(1) 表面处理

除锈采用喷射工艺，主要设备有空气压缩机（13m³/min）、储气罐（1m³）、沙罐、沙枪等，材料为金刚砂，粒径0.5-1.5mm，新旧磨料搭配混合使用，分筛处理后可重复使用，除锈等级为Sa2.5级，利用标准图片进行对比检测，粗糙度为100-150 μm，用粗糙度仪进行检测。

(2) 防腐层施工

除锈层验收合格后进行防腐层施工，本工程采用喷涂工艺，每次喷涂层干膜厚度为80~100 μm为宜，喷涂完成后，

先检查油漆表面质量，表面应无龟裂、无流现象，然后检查，涂层厚度及附着力。分层喷涂时，在每次喷涂前，都应将上层油漆表面用干净的压缩空气进行清理，并将流挂及表面其他粘接物清理干净^[4]。

(3) 防腐涂层的保护

为避免对管壁内已涂装完成涂层的破坏，所有工器具及材料在运输时严禁在管内拖拉，进入管内施工人员需穿软底鞋，施工完毕后检查有无损坏，如有损坏需进行专门修补。

(4) 防腐涂层检验

喷漆过程中采用EPK湿涂层测厚仪，测量涂层的湿膜厚度，而且确保附近有干净的毛织物来擦拭刚使用过的湿膜卡，湿膜厚度在施工过程中应及时检测，湿膜厚度的检测可反映油漆用量，同时也有助于控制干膜厚度。涂层的湿膜厚度每一道：150 μm。漆膜固化后进行外观检验，漆膜表面应均匀一致、无流挂、皱纹、鼓包、针孔裂纹等缺陷，同时进行干膜厚度测量，85%以上的局部厚度应达到设计厚度，没有达到设计厚度的部位，其最小局部厚度不应低于设计厚度的85%，同时还应对漆膜附着力进行检查。

四、防腐安全措施

由于是洞内大面积防腐施工会产生有毒气体，因此在钢管内洞内布置大功率轴流风机确保钢管内空气流通，同时设置有有毒气体检测仪监测有毒气体含量。喷砂除锈时会产生大量飞尘，为满足环保要求，在钢管端头设置炮雾机减低飞尘。

除锈、喷涂施工都属于高空作业，所有施工人员操作时必须佩戴安全帽、安全带等保险措施。

喷砂清理所用储沙罐应符合压力容器相关标准，喷射作业时，操作人员应穿戴防护用品等。

五、结论

压力钢管洞内防腐施工是在压力钢管制安等工序全部完成后进行的最后一道工序，独立与其他施工工序，避免了各施工工序之间的相互影响，同时可以保证钢管表面的油漆不受到后续施工作业的破坏，因此压力钢管洞内防腐施工工艺在某种特定的环境下值得推广。

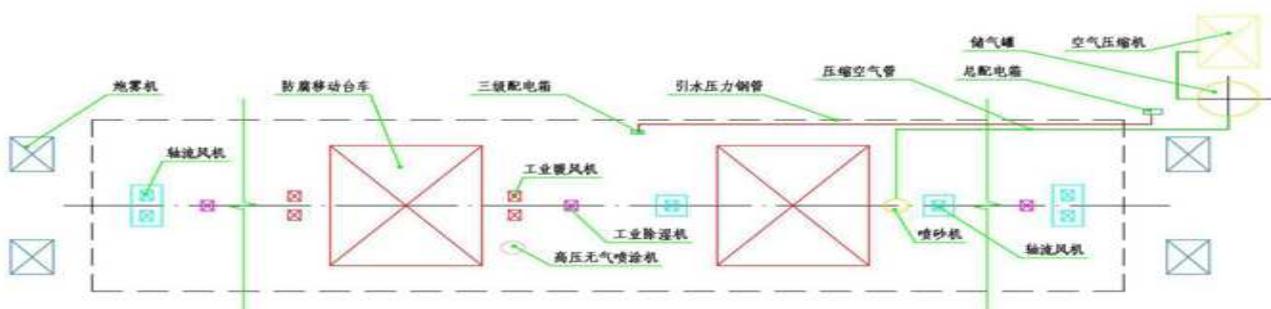


图2 引水压力钢管洞内防腐施工设备平面布置图

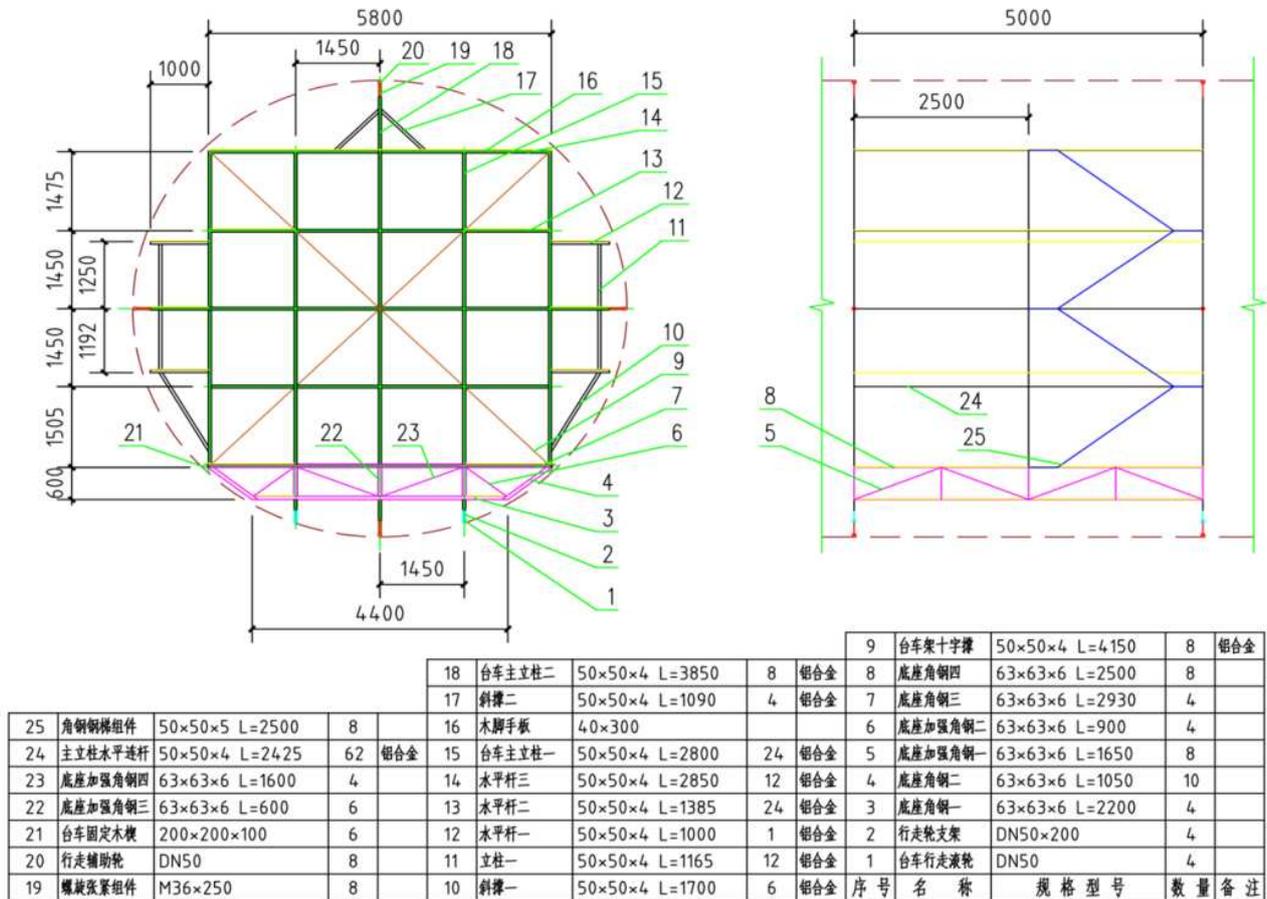


图3 防腐专用台车

参考文献:

- [1] 《水利水电工程压力钢管制作安装及验收规范》 GB50766-2012
- [2] 赵贵, 乐丰. 三峡三期工程压力钢管的防腐技术 [J]. 中国三峡建设, 2004, {6} (25): 22-33
- [3] 陆建. 水电站压力钢管洞内整体防腐实例探讨 [J]. 科技资讯, 2013-({1}): 3, 118-119
- [4] 周兵胡艳玲臧海燕. 压力钢管的防腐蚀 [J]. 东北水利水电, 2004, {11}, 25: 28-30

作者介绍:

- 王辉, 男, 汉族, 1993年6月, 籍贯: 陕西兴平, 学历: 本科, 职称: 工程师, 毕业院校: 陕西科技大学, 职务: 主任, 研究方向: 水利水电施工, 邮箱: 752505485@qq.com
- 姜亚锋, 男, 汉族, 1985年9月, 籍贯: 陕西西安, 学历: 本科, 职称: 工程师, 毕业院校: 陕西理工学院, 职务: 项目副经理, 研究方向: 水利水电施工, 邮箱: 870354903@qq.com