

珠江三角洲水资源配置工程深埋有压输水预应力混凝土隧洞表面防护研究及应用

Research and Application of Surface Protection of Prestressed Concrete Tunnel for Deep Buried Pressure Water Conveyance in the Pearl River Delta Water Resources Allocation Project

周春永

Chunyong Zhou

中国水利水电第七工程局成都水电建设工程有限公司 中国·四川 成都 611130

Chengdu Hydropower Construction Engineering Co., Ltd. Sinohydro Bureau 7, Chengdu, Sichuan, 611130, China

摘要: 针对深埋有压输水预应力混凝土隧洞表面防护进行了理论研究, 基于隧洞混凝土防腐涂料的选用及涂装施工, 要求涂料满足现场设计要求并确保水质不受影响。通过使用不同品牌对混凝土表面进行不同处理方法, 验证防护工艺的适用性, 对比各种防护方法的施工工效, 选择最优施工方法。加强对防护工艺性试验的管理, 规范预应力内衬防护施工过程中的工艺和工序流程, 并对试验结果进行了研究和总结分析, 得出了对其他工程同类混凝土表面防护施工起到示范、指导作用的成果和结论。

Abstract: A theoretical research is conducted on the surface protection of prestressed concrete tunnel with deep buried pressure water transmission. Based on the selection and coating construction of tunnel concrete anticorrosive coating, the coating is required to meet the site design requirements and ensure that the water quality is not affected. By using different brands of concrete surface for different treatment methods, verify the applicability of the protection process, compare the construction effect of various protection methods, and select the optimal construction method. Strengthen the management of the protection process test, standardize the process and process flow in the construction process of the prestressed lining protection, and study and summarize the test results, and draw the results and conclusions of the demonstration and guiding role for the similar concrete surface protection construction in other projects.

关键词: 深埋有压输水隧洞; 表面防护; 聚合物水泥防水砂浆; 无溶剂环氧; 附着力

Keywords: deep buried pressure water tunnel; surface protection; polymer cement waterproof mortar; solvent-free epoxy; adhesion

DOI: 10.12346/etr.v5i11.8743

1 引言

深埋有压输水预应力混凝土隧洞表面防护施工指导方法, 本次选择阿克苏诺贝尔、卡宝拉因、宣伟、立邦这四种品牌的防腐涂料进行了试验对比。试验混凝土表面根据要求选取原始基面、混凝土基底处理后的基面(高压水冲洗或砂轮打磨)、蜂窝孔洞修补后的基面、环氧砂浆修补、环氧面漆涂层五种进行验收。施工过程中严格按照表面防护工艺进行试验, 对实验全过程进行观察、记录、评判并形成工艺试验结论。

2 工程概况

珠江三角洲水资源配置工程 B4 标起点为东莞市沙田镇的 GS08#(DG23#)工作井(本标段不含该工作井), 线路输水方向自西向东至 GS 临 01#(DG25-1#)工作井。本标段线路共计 3 段隧洞预应力混凝土内衬, 施工长度 8416.7m。内衬采用 C50W12F50 预应力混凝土, 厚度 0.55m, 每段左右交错布置 23 个锚具槽, 锚具槽回填混凝土采用 C50W12F50, 预应力环锚间距 0.5m, 每束 8 根钢绞线, 双层双圈布置。

【作者简介】周春永(1988-), 男, 中国河南商丘人, 本科, 工程师, 从事水利水电工程和市政工程技术管理研究。

本研究项目基于应用于隧洞预应力混凝土防腐涉水范围混凝土外防腐的涂料及涂装施工,要求涂料满足现场使用条件并确保水质不受影响。根据本项目图纸设计要求,为提高混凝土结构的抗渗性能、达到耐蚀防腐效果,对预应力内衬表面进行防护施工,喷涂无溶剂环氧液体涂料,具体为腰线以下区域采用聚合物水泥防水砂浆 500um+ 无溶剂环氧面漆 400um,腰线以上区域采用无溶剂环氧面漆 400um 防护^[1]。

本次试验研究选择阿克苏诺贝尔、卡宝拉因、宣伟、立邦这四种品牌的防腐涂料进行了试验对比。采用厂方提供的施工方法和施工工艺,在满足涂层厚度的设计要求及充分养护的条件下,开展面漆附着力强度以及功效分析试验研究。

3 防护涂装要求

①混凝土涂装前应进行表面预处理,应清洁干净,无油污、灰尘和松散颗粒,采用电动钢丝刷或高压水枪清除浮浆层、疏松混凝土和泥浆等附着物,预处理后暴露的蜂窝、孔洞用与涂层涂料相容的填充料修补,填充料与混凝土基体应有好的粘结强度,不影响涂层附着力。

②涂装工艺确定应考虑涂装程序、涂料调配方法、涂层厚度、干燥时间、质量检测等。应严格按照涂装工艺要求进行施工,涂装过程中应做好记录,涂装完成后应做好质量检查和验收。

③混凝土涂装施工前:基层处理需在 24 小时内完成,混凝土表面必须完全固化和干燥;构件的表面温度应高于露点温度 3℃,基层表面含水率应满足产品说明书要求。

④涂料施工时:温度不低于 5℃,相对湿度不高于 85%;为了达到最好的效果,每一涂层应为一个完整的、厚度均匀的、无气孔的膜,任何突出的斑点和凹陷的区域都要重新涂装。

⑤涂装完成后:应保持环境通风,使涂料在室温下干燥固化,干燥时间通常为 24 小时。

⑥涂装方法宜采用高压无气喷涂,当条件不允许时,可采用刷涂或辊涂法^[2]。

4 预应力内衬表面防护施工流程及注意要点

4.1 基面处理

混凝土表面的处理直接影响到涂膜的附着力和耐久性,需要对表面进行充分的清理、处理和修补。

采用角磨机人工打磨清除砼基面的浮浆层、灰尘及其他杂质,然后用水枪将砼表面冲洗干净,并用抹布擦干或者自然晾干。

缺陷处理:较小的孔洞和其他表面缺陷建议在表面处理后涂封闭漆,刮涂无溶剂型环氧树脂涂料;较大的蜂窝、孔洞和模板错位处,可采用刮涂无溶剂液体环氧修补剂;对于混凝土表面存在的裂缝根据裂缝的宽度可选用化学灌浆或树脂胶泥等适宜的方法修补^[3]。

4.2 基础面施工

基础面不同品牌方施工方法不同,其中阿克苏诺贝尔、卡宝拉因基础面处理分为原始基础面、打磨面、打磨后冲洗、点状修补面、全刮环氧砂浆面、刮环氧砂浆另加喷涂环氧砂浆面;立邦品牌基础面处理分为原基础面、打磨面、点状修补面、打磨后涂环氧保护漆面、打磨后环氧砂浆修补面;宣伟品牌基础面处理分为原始基础面、打磨冲洗面、点状修补面、全刮环氧底漆面、喷涂环氧砂浆面。

4.3 其他流程施工

涂装施工需要掌握涂料的用量、涂布厚度、涂布面积、涂装时间和施工温度等关键参数,以确保涂膜的质量和耐久性。此外涂布时还应注意涂料的流动性和涂布均匀性,以避免出现漏刷、流挂等现象。

①确定每种涂料涂装的区域,依次分仓段进行阿克苏诺贝尔牌涂料、卡宝拉因牌涂料、宣伟牌涂料、立邦牌涂料喷涂。

②预涂施工。正式涂装前必须用新的或清洁干净的刷子进行预涂。所有边、角、缝隙等不宜喷涂的区域和其他漆膜低的地方,都要在喷涂下道漆前预涂好。预涂必须使用刷子使涂料能渗透进表面并防止空气的截留。

涂装施工:喷涂方法采用高压无气喷涂,使用喷涂枪喷涂,人工喷涂两道,每道厚度约为 200~250um,确保喷涂厚度满足设计厚度(400um)要求,做到不漏喷、少喷,确保外观质量^[4]。

喷涂操作要求:

- 压缩空气应干燥无油、压力不低于 0.4MPa;
- 喷枪与工件被涂表面间距,应控制在 300~400mm;
- 喷枪与被涂表面应保持垂直,两端则以 45° 为限;
- 喷枪移动速度为 0.3~1.5m/s;
- 各喷涂带上应有 1/3 的宽度是重叠的;
- 从喷涂泵到喷枪之间的连接管长度不宜超过 50m。

③检验并修复:干燥后检验中间漆施工情况,对流挂、针孔、漏喷、膜厚不足等涂装缺陷处进行修补。

对涂层损伤处,按原工艺重新施工;损伤未及基体的部位,对损伤处手工打磨成斜坡后,按原工序施工,每层新老涂层搭接不少于 30mm。局部小面积损伤者用手工打磨进行修补。

④养护及检测:涂装完成后应对涂膜认真维护。每次喷涂完毕,应及时清洁喷枪、管路、喷涂机泵、容器和施工场地。养护时间达到要求后组织专人使用专用检测仪器参照材料说明书中的检测时间对外观和干膜厚度进行质量检测,并进行对比总结。在干燥固化过程中,还需要避免外界污染和物理损伤,以保持涂膜的完整性。

检测要求:

- 外观:表现应均匀一致,无严重流挂、脱落、皱纹、无气泡、针孔、裂纹漏涂等缺陷。

B.厚度:涂层自然干燥后,用无损磁性测厚仪检测厚度,按照国家相关标准 GB/T6463—1986《金属和其他无机覆盖层厚度测量方法评述》规定的厚度检测方法检验并采用磁性测厚仪进行测量,钢结构表面漆膜厚度所测点的值必须有 90% 达到或超过规定漆膜厚度值^[5]。

5 试验检测结论分析

试验结束后,分别对不同品牌不同施工工艺涂层进行了厚度和附着力进行了检测,检测成果如表 1 所示。

根据以上统计表可以看出,各个品牌经过对每个工况下,喷涂附着力进行检测,均可以满足设计要求。

表 1 混凝土表面防护附着力检测统计表

品牌	工况	检测项目	技术标准 (MPa)	检测点数 (个)	最大附着力 (MPa)	最小附着力 (MPa)	平均附着力 (MPa)	备注
阿克苏诺贝尔	打磨后喷面漆	附着力	1.5	2	5.8	2.1	3.9	
	打磨+全刮砂浆+喷砂浆+面漆	附着力	1.5	6	3.1	2.1	2.6	
卡宝拉因	打磨+全刮砂浆+喷砂浆+面漆	附着力	1.5	6	2.6	1.2	1.8	
威士伯宣伟	打磨后喷面漆	附着力	1.5	2	6.1	5.2	5.7	
	打磨+喷砂浆+面漆	附着力	1.5	6	7.2	2.4	4.8	
立邦	打磨+底漆+面漆	附着力	1.5	3	3.9	3.6	3.7	
	打磨+底漆+面漆+DPS	附着力	1.5	3	3.7	1	2.1	

6 结语

6.1 施工过程中发现以下需改进优化

①混凝土表面人工打磨效率非常低且造成隧道灰尘较大,且打磨后效果和高压水冲洗效果基本一样。建议混凝土表面不进行打磨处理,采用高压水冲洗处理基面,冲洗表面浮尘及浆皮。

②使用普通水泥砂浆对混凝土基础面进行修补,附着力和强度无法满足要求。

③混凝土基础面因各种原因导致出现气孔、蜂窝等缺陷,若不进行表面处理,涂面漆后,无法使用面漆填充气孔等缺陷导致表面不平整、外观质量差。建议增加喷涂抗渗补强砂浆封闭后,再喷涂环氧面漆。

④不对混凝土表面进行底漆处理,仅进行环氧砂浆处理,能满足附着力和强度要求。

⑤基础面处理人工刮涂环氧砂浆工效较喷涂环氧砂浆慢很多。

⑥根据四个品牌现场试验质量、进度综合考虑拟采用上述四个品牌作为后期大面积施工品牌商。

6.2 不同品牌涂料工艺区别

四个品牌的涂料工艺流程如下:①卡宝拉因和阿克苏诺

贝尔品牌工艺流程为基础面处理(打磨、高压水冲洗)→消缺(点状修补、全刮环氧砂浆、喷环氧砂浆)→喷涂面漆;②宣伟品牌工艺流程为基础面处理(打磨、高压水冲洗)→消缺(点状修补、喷环氧底漆)→喷涂面漆;③立邦品牌工艺流程为基础面处理(打磨、高压水冲洗)→消缺(点状修补、涂环氧底漆、刮环氧砂浆)→喷涂面漆(加 DPS 混凝土保护剂)。

参考文献

- [1] 谢小帅.珠江三角洲水资源配置工程深埋引水隧洞衬砌外水压力分析[J].广东水利水电,2023(4):17-20+47.
- [2] 严振瑞.珠江三角洲水资源配置工程关键技术问题思考[J].水利规划与设计,2015(11):48-51.
- [3] 阳晃林,姜燕,李志云,等.广东省水资源配置工程隧洞施工风险及对策研究[J].广东水利水电,2021(12):89-93.
- [4] 何志辉,黄志毅.珠江三角洲水资源配置工程盾构隧洞防排水设计与施工[J].隧道与轨道交通,2019(S1):56-62.
- [5] 冷发光,戎君明,丁威,等.《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T50082—2009简介[J].施工技术,2010,39(2):6-9.