

高渗透改性环氧涂料在地铁防腐、防渗工程中的应用研究

许 森

杭州国电大坝安全工程有限公司 浙江 杭州 310014

摘 要: 地铁隧道管片的抗渗性能显著影响地铁结构的耐久性, 将高抗渗改性环氧涂料应用于盾构管片外弧面及端面以提高盾构管片的抗渗性, 应用结果显示高抗渗改性环氧涂料能显著提高地铁隧道盾构管片的抗渗性, 从而提升铁结构的耐久性。

关键词: 高渗透环氧改性涂料、盾构管片、抗渗、耐久性

1 引言

随着我国城市化进程的不断推进, 为解决城市交通问题, 地铁工程建设蓬勃发展。在地铁的建造过程中, 线路遭遇各种地层、穿江过海面对各种水文地质条件不可避免, 做为盾构隧道结构衬砌的钢筋混凝土管片就可能处于地下水、甚至海水包围的环境中, 盾构隧洞后期维修难度大、费用高, 更换更是极为困难。长期处于各种水质环境中的混凝土结构抗渗能力直接影响结构运行安全, 因此对管片抗渗要求更高, 提升钢筋混凝土管片抗渗能力对结构耐久性和运行安全就显得尤为重要^[1]。

提升钢筋混凝土抗渗能力有多种方法, 优化混凝土配合比、各种混凝土添加等提升混凝土性能的方法为一类, 表面涂层对混凝土结构进行保护提升混凝土性能的方法为另一类。本应用研究基于对地铁盾构的管片进行抗渗防护预处理, 选用合适的涂层材料在盾构管片混凝土表面形成一个致密抗渗涂层, 实现混凝土结构长期防渗、防腐、抗酸、抗碱等能力, 提升耐久性, 从而延长结构生命周期。”

2 材料比选

2.1 材料基本要求

用于地铁隧道混凝土的防护涂层应能与混凝土表面紧密结合, 而且还能有效隔绝外界介质侵入混凝土中, 从而起到防腐、防渗的防护作用, 同时不改变隧道盾构管片的原设计结构。要求材料涂层稳定可靠, 防渗效果长期, 因此, 选用的材料应具有以下特性:

2.1.1 具有良好的渗透性能

主要指防护材料具有渗透性, 可渗入混凝土体一定深度, 从而增加防护体系和混凝土之间的结合力, 增加防渗层厚度的同时防止保护层从混凝土上剥离。

2.1.2 具有良好的抗渗性能

管片混凝土长期处于地下水环境中, 防护材料应具有良好的抗渗性能, 阻止水、水蒸气、 CO_2 、 O_2 、 Cl^- 、 $(\text{SO}_4)^{2-}$ 等的分子或离子侵入混凝土中, 防止混凝土劣化。有效防止侵蚀介质对混凝土内钢筋的腐蚀作用。

2.1.3 具有良好的耐酸、耐碱性、耐盐性

由于混凝土所处环境复杂, 可能存在含酸性、碱性、盐性的地下水, 因此涂层材料必须具有耐酸、耐碱、耐盐的能力, 阻止腐蚀, 满足混凝土在各种环境下的防腐、防渗需求^[2]。

2.1.4 与混凝土有良好的粘结力

除了材料本身具有的良好性能, 材料还必须与需要保护的混凝土具有良好的粘结能力, 这样才能保证材料在混凝土表面成膜后不会脱落, 形成对混凝土的长期保护。

2.1.5 便于施工

隧道管片在拼装前体积较大, 而且暴露在户外, 因此必须对施工条件具有相当的宽容性, 如常温固化、对环境温度和湿度的变化不敏感等。

2.1.6 涂层具有耐久性

隧道盾构管片施工后就长期在水环境下运行, 没有任何的二次修复机会, 因此处理后要求时效性长, 耐久性长, 能够长期满足防渗、防腐、抗酸、抗碱、抗盐的混凝土保护效果, 要求涂层性能稳定可靠。

2.2 材料筛选

目前常用的混凝土表面防护材料有聚脲材料、水泥基材料和聚合物类水泥砂浆、环氧类涂料等。相比之下, 聚脲材料抗冲磨性能优异, 较其他防护材料具有一次成膜厚、施工便捷等特点, 但聚脲在潮湿环境下易发泡, 对基面处理、施工工艺要求高, 且涂层易发生整体脱落, 施工成本较高, 并且材料价格本身比较高; 聚合物水泥砂浆材料, 虽然成本较低, 但是施工厚度有要

求, 渗透性差, 相对与混凝土粘结强度较低, 不太适合本次工况的要求; 环氧类材料渗透性强, 与基底粘接强度高, 固结体力学强度高, 涂层较薄, 施工比较简单, 施工成本和材料成本较低, 固化环氧本身就是一种非常稳定的材料, 耐久性比较好; 相对而言, 高渗透低粘度的环氧涂料, 是比较符合水下环境运行的盾构管片混凝土防护的需求的。

2.3 高渗透环氧改性涂料

高渗透环氧改性涂料粘度低, 浆液的初始粘度在30厘泊以下, 对混凝土表面的毛细孔具有良好的渗透性, 涂刷或喷涂环氧浆材并固结后, 能够在混凝土表面形成致密保护膜, 并且封闭毛细孔, 涂层具有良好的抗渗性能, 阻止水、水蒸气、 CO_2 、 O_2 、 Cl^- 、 $(\text{SO}_4)^{-2}$ 等的

分子或离子侵入混凝土中, 防止混凝土劣化, 有效防止侵蚀介质对混凝土内钢筋的腐蚀作用; 同时, 高渗透环氧改性涂料形成涂层后, 材料稳定, 涂层具有耐酸、耐碱、耐盐的能力, 阻止腐蚀, 满足盾构管片混凝土在各种环境下的防腐、防渗需求; 其次, 高渗透环氧改性涂料涂层本体强度高(本体固结体抗压强度达到60MPa以上), 与混凝土基面粘结强度高(与混凝土粘结强度 $\geq 3.0\text{MPa}$), 附着力好, 形成的涂膜能对混凝土起到长期保护的作用; 最后, 高渗透环氧改性涂料为双组份材料, 配置简单, 施工的时候只需在基面清理后, 采用喷涂、刷涂或滚涂都可以, 施工相对简单方便。综上所述, 高渗透环氧改性涂料作为水环境运行下盾构管片表面防护涂层, 是符合需求的。

表1 高渗透环氧改性涂料主要性能指标(参照JC/T 2217-2014)

序号	项目		指标
1	初始粘度/mPas, \leq		30
2	柔韧性		涂层无开裂
3	粘结强度/Mpa	干基面, \geq	2.5
		潮湿基面, \geq	2.5
		浸水处理, \geq	2.5
		热处理, \geq	2.5
4	涂层抗渗压力/Mpa, \geq		1.0
5	抗冻性		涂层无开裂、起皮、剥落
6	耐化学介质	耐酸性 涂层无开裂、起皮、剥落	涂层无开裂、起皮、剥落
		耐碱性 涂层无开裂、起皮、剥落	涂层无开裂、起皮、剥落
		耐盐性 涂层无开裂、起皮、剥落	涂层无开裂、起皮、剥落
7	本体抗压强度Mpa, \geq		60

3 施工方法及应用

施工前准备→打磨清理盾构管片基面→配置高渗透环氧改性涂料→刷涂第一道高渗透环氧改性涂料→刷涂第二道高渗透环氧改性涂料^[1]。

3.1 施工工艺

3.1.1 基面清理

用磨光机或高压水射流设备, 清理盾构管片外表面, 除去混凝土表面浮尘, 保持基面干燥;

3.1.2 配置涂料

根据说明书, 配置高渗透环氧改性涂料;

3.1.3 涂刷涂料

用滚筒或者毛刷, 对混凝土表面进行高渗透环氧改性涂料涂刷, 第一道表干后进行第二道涂刷, 要求二道成十字交叉方向涂刷。

3.1.4 养护

待第二道涂刷的高渗透环氧改性涂料实干后进行后续施工。

4 工程实例

4.1 深圳市城市轨道交通12号线盾构管片外弧面及端面涂刷高渗透改性环氧涂料

深圳市城市轨道交通12号线位于深圳市南山区、宝安区, 线路全长40.560km(本次工程范围长36.82km), 线路起自南山区左炮台站, 自南向北穿越深圳市南山中心区、宝安中心区、福永片区、大空港及会展片区, 终至宝安区海上田园东站。是支撑深圳市西部发展轴带建设, 提升前海(蛇口)自贸区、空港新城地区城市发展品质的交通骨干线, 全线采用地下敷设方式。全线共设车站33座(本次工程土建施工范围27座, 安装装修施工范围29座), 其中换乘站18座(本次工程土建施工范围13座, 安装装修施工范围15座), 最大站间距1.93km(科技馆至海上田园东), 最小站间距0.75km(工业六路至四海, 平均站间距约1.24km; 正线区间32个, 出入场线、出入段线区间各1个、12号线与5号线联络线区间1个, 全线设一场一段(机场东车辆段、赤湾停车

场),新建创业路、灵芝主变电所2座^[4]。

按照设计要求,深圳地铁12号线所有盾构管片外弧面及端面必须涂刷高渗透改性环氧涂料,部分标段选用了HK-G-2高渗透改性环氧涂料对管片外弧面进行防腐、防渗的防护处理。施工要求涂膜2道,涂膜厚度不低于 $0.4\text{Kg}/\text{m}^2$ 。实际施工工期从2020年7月至2021年12月,共计涂刷16000余环管片,共计使用涂料240余吨。施工满足设计要求,保证各工区盾构的顺利推进。

4.2 杭州地铁2号线钱江世纪城站~钱江路站区间下穿钱塘江段隧道盾构管片端面涂刷高渗透改性环氧涂料

杭州地铁2号线于2011年下半年启动,起于萧山市新南路与通惠路交叉口的朝阳村站,经萧山、江干、下城、拱墅、西湖五个行政区至文二西路与丰潭路交叉口的丰潭路站,分别与规划线网中的1、3、4、5、6、7六条线路形成换乘,沿线经过大量已经形成的大型客流集散点和杭州市规划的大型商务、行政、金融中心,是杭州地铁骨干线网的重要组成部分,也是连接钱江两岸的主要客流通道之一^[5]。

杭州地铁2号线钱江世纪城站~钱江路站区间下穿钱塘江段隧道是关系2号线钱塘江两岸连接的主要隧道。按照设计要求,对所有穿江隧道盾构管片外弧面及端面涂刷高渗透改性环氧涂料进行封闭防腐、防渗处理,选用了HK-G-2高渗透改性环氧涂料进行施工。涂膜施工2道,

涂膜厚度控制不能低于 $0.4\text{Kg}/\text{m}^2$ 。实际施工工期从2012年1月份开始,直至2012年6月份,涂刷防护的隧道盾构管片环数为2800多环,共计约 67000m^2 。施工至今,效果良好,保证了工程的顺利实施和运行。

5 结语

针对以上所述的,采用高渗透环氧改性涂料对深圳地铁12号线、杭州地铁2号线钱江世纪城站~钱江路站区间下穿钱塘江段隧道的盾构管片外弧面及端面进行涂刷的防腐、防渗防护处理,材料性能达到了设计的要求,施工简便可靠,表明在地铁建设中,采用高渗透环氧改性涂料对盾构管片外弧面的防腐、防渗的防护处理是可行的。

参考文献

- [1]陆春凯.钢筋混凝土梁抗火性能与防火涂料的应用探讨[J].精品,2020(3):242.
- [2]王永刚.工作探索钢结构建筑的防火涂料在设计及施工中应注意的问题[J].建材发展导向,2019(7):107.
- [3]田晖.公路隧道防火涂料的应用及施工质量验收探讨[J].公路交通科技:应用技术版,2019(9):208-211.
- [4]王兆超.钢结构建筑的防火保护和防火涂料的消防监督探析[J].今日消防,2020,5(6):40-41.
- [5]刘明震.关于钢结构防腐防火涂料工程施工技术及其应用研究[J].建筑工程与管理,2020,2(6):34.