

# 环氧厚浆玻璃鳞片漆在沿海水利工程 混凝土防碳化中的应用

王 俊, 张德友, 顾伊娜

(江苏省通榆河蔷薇河送清水工程管理处, 江苏 淮安 223005)

**摘要:**沿海的善后新闻常年处于海水盐化、海风侵蚀等环境中,混凝土碳化较为严重和普遍。普通的环氧厚浆防碳化效果并不明显,管理单位通过使用环氧厚浆玻璃鳞片漆及配套的涂料取得明显效果,在海边恶劣环境中混凝土防碳化取得一定成效。

**关键词:**环氧;玻璃鳞片;防碳化;防盐化

中图分类号:TV4

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)12-0059-03

## Application of epoxy thick – slurry glass flake paint in concrete anti – carbonization of coastal water conservancy projects

WANG Jun, ZHANG Deyou, GU Yina

(Tongyu River and Qiangwei River Water Supply Project Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223005, China)

**Abstract:** The new Shanhou Sluice along the coast had been exposed to seawater salinization and sea breeze erosion all year round, and concrete carbonization was more serious and common. The ordinary epoxy thick build – up anti – carbonization effect was not obvious. The management unit had achieved obvious effects through the use of epoxy thick – slurry glass flake paint in concrete anti – carbonization and matching coatings, and achieved certain results in anti – carbonization of concrete in the harsh environment of the sea.

**Key words:** epoxy; glass flake; anti – carbonization; salt prevention

善后新闻建成于1958年6月,位于江苏省连云港市东坝山西南麓,主要作用为排涝、挡潮,同时兼有蓄水灌溉等功能,总宽120 m,共分10孔,每孔净宽10 m。设计流量为 $1\,050\text{ m}^3/\text{s}$ ,为大(2)型水闸,设计标准100年一遇。该闸距离海岸线约15 km,受潮汐影响较大。

2015年,管理单位根据水利工程管理要求对善后新闻开展了安全鉴定工作,被鉴定为二类水闸。在现场安全检测中,发现该闸混凝土普遍出现碳化情况,碳化深度分部不均匀,位于中间的6号孔右闸墩及4号孔右排架碳化深度达到40 mm,其他部位在5~10 mm,无其他病害。经现场检测,混凝土

保护层厚度基本大于最大碳化深度和最小保护层厚度。强度是影响碳化深度的重要因素,保护层厚度则对延长建筑物的寿命至关重要<sup>[1]</sup>,因此决定对混凝土结构表面进行防碳化处理。

## 1 混凝土碳化原理及危害

### 1.1 原理

混凝土碳化是指外界环境中的二氧化碳及水通过混凝土表层的空隙和毛细孔,与混凝土中的氢氧化钙生成碳酸钙,从而使混凝土的碱度降低的过程。混凝土碳化减弱了混凝土的保护层对钢筋的保护作用,使钢筋因表面的钝化膜被破坏而开始生

收稿日期:2021-05-12

作者简介:王俊(1979—),男,高级工程师,本科,主要从事水利工程运行管理工作。E-mail:zdyou2009@163.com

锈,同时由于产生了混凝土收缩,使混凝土表面碳化层产生拉应力,从而产生微细裂缝,导致混凝土的抗折强度降低。最终钢筋的锈蚀以及混凝土的收缩开裂破坏了混凝土结构的耐久性。

## 1.2 危害

混凝土碳化后强度、硬度有所提高,但由于碳化一般均在结构表面,深度不大,故对整体结构强度影响不大。但是混凝土碳化后会产生体积收缩,当收缩应力超过混凝土表面抗拉强度时,会在表面产生裂缝。潮湿空气进入裂缝使裂缝处的混凝土碳化收缩,继而使裂缝向混凝土内部发展。当裂缝穿透混凝土保护层到达钢筋时,由于混凝土碱性降低,湿气锈蚀钢筋,锈蚀严重时会胀裂保护层,加速锈蚀进程,最终有可能影响结构安全。

# 2 混凝土防碳化处理原理及方法

## 2.1 处理原则

混凝土防碳化处理的原则就是通过表面封闭等方式阻止或尽可能减缓外界有害气体进入混凝土内侵蚀,使得混凝土内部和钢筋始终处于高碱性环境。关键是如何阻止不良因素进入或尽可能延缓其进入的速度。

在确定混凝土防碳化处理方案前,应首先对结构混凝土碳化程度、表面强度等进行检测,分析判断混凝土的碳化对结构稳定性影响<sup>[2]</sup>。

## 2.2 处理方法

涂刷防护涂料可提高混凝土的耐久性能,水性环氧涂料效果明显好于防水涂料<sup>[3]</sup>。当前我国对于混凝土表面防碳化处理的措施主要是涂刷环氧厚浆或 SK 柔性防碳化等涂料以及硅粉、丙乳、SBR 等砂浆等。

由于善后新闸距离海边较近,对混凝土预防盐化侵蚀要求较高,普通的环氧厚浆等防碳化涂料虽然可以对混凝土有较高的渗透性使得渗透区域强度升高,能有效减缓不良因素进入,但在高盐度海边环境中还不能起到较好封闭防护效果,因此耐侵蚀、抗渗透性好的环氧厚浆玻璃鳞片漆成为混凝土防碳化处理首选涂料。

### 2.2.1 玻璃鳞片的应用发展

玻璃鳞片涂料由美国首先开发出来,主要适用于船壳、化学品储罐的衬里材料。1967 年,日本研发的玻璃鳞片被应用于市场。1974 年,大规模研发和应用玻璃鳞片涂料,使得产品进一步扩大应用范围。20 世纪 80 年代初,我国在贵溪冶炼厂开始应

用玻璃鳞片。经过多年的自主开发,目前我国在玻璃鳞片的质量及表里能力已达到国际先进水平。

### 2.2.2 玻璃鳞片应用

玻璃鳞片漆按照其黏结力度划分,可以分为环氧玻璃鳞片漆、玻璃鳞片胶泥、玻璃鳞片涂料。

根据混凝土结构表面的特点,本文主要分析环氧玻璃鳞片漆的应用。

### 2.2.3 环氧厚浆玻璃鳞片漆的主要组成

环氧厚浆玻璃鳞片漆主要由环氧树脂、玻璃鳞片、颜料、固化剂、助剂、稀释剂等组成。其中玻璃鳞片是一种  $2 \sim 5 \mu\text{m}$  厚的玻璃碎片,它是由  $1200^\circ\text{C}$  以上的熔融中碱玻璃,经吹泡、冷却、粉碎、筛选及研磨等工艺步骤制成。一般环氧厚浆玻璃鳞片漆的干膜厚度达到  $200 \sim 400 \mu\text{m}$ ,且能保证涂层中数十层至上百层的鳞片排列,形成复杂曲折的防渗透扩散路径。

### 2.2.4 环氧厚浆玻璃鳞片漆的主要性能

(1) 抗侵蚀性好。玻璃鳞片在环氧树脂内互相连结,能够有效阻止水蒸气和化学溶剂对混凝土的侵蚀,具有耐酸、耐碱、耐盐、耐油等特点。有关试验表明:0.5 mm 厚的鳞片抗渗透性超过 2.0 mm 的玻璃钢。

(2) 伸展性好。固化时收缩小,具有较强的黏性和柔韧性,并能提供热稳定层,使得衬层涂层不易产生龟裂、分层或剥离。

(3) 表面抗磨损性、抗冲击性好。加入玻璃鳞片的涂层比不加的涂层硬度大得多,可以承受 500 g 钢球从 50 cm 高处落下的冲击,无裂纹,无剥落。

(4) 施工方便,易于修补。

### 2.2.5 混凝土防碳化处理施工工艺

(1) 表面清理。用高压水枪对混凝土表面浮尘进行清理,使用钢丝刷、砂纸去除表面异物,主要是风化的混凝土渣、青苔、污渍等;若混凝土表面不平整,需凿除混凝土表面凹凸不平部分,用磨光机打磨至表面平整。

(2) 破损修补。使用环氧砂浆配料对局部破损部位进行修补,如蜂窝麻面、表面裂纹、缺边断角等,达到表面平整,边角横平竖直,同时对修补料及时养护。

(3) 涂装涂料。当混凝土表面干燥、平整、无杂物后进行厚浆刷涂。一般先进行 N50-1 环氧封闭底漆,然后进行 N50-1 环氧中间漆,中间层施工厚浆环氧玻璃鳞片漆,最后是面漆层 908 脂肪族丙烯酸聚氨酯面漆。

2.2.6 涂料各面层主要作用

- (1)底漆: 主要为其他面层涂料提供具有抗渗性、易清理和良好附着的面,同时可以增加对基材的封闭性和附着强度。
- (2)中间漆: 主要起承上启下的作用,可以让底漆和面漆更好融合,并且起到一定封闭效果,保护底漆,提高效果。
- (3)玻璃鳞片漆: 起到关键作用,具有较强的抗侵蚀性、柔韧性、抗磨损性和抗冲击性。
- (4)面漆: 黏性较好,耐腐蚀,有很好的机械性能,抗污性、自洁性、柔韧性都很好,而且耐刮擦。

涂料各面层示意图见图 1,涂料主要技术指标见表 1。

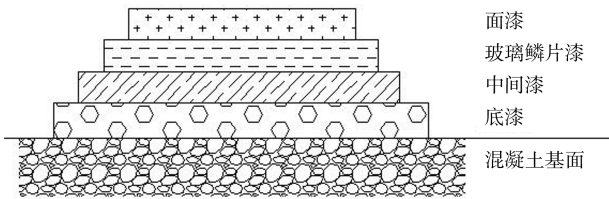


图 1

表 1 涂料主要技术指标

涂层名称	表干时间/h	实干时间/h	附着力(划格)试验结果/级	细度/ $\mu\text{m}$	黏度/s
底漆	$\leq 8$	$\leq 24$	$\leq 2$	$\leq 20$	$\geq 50$
中间漆	$\leq 8$	$\leq 24$	$\leq 2$	$\leq 20$	$\geq 50$
玻璃鳞片漆	$\leq 8$	$\leq 24$	$\leq 2$		$\geq 50$
面漆	$\leq 2$	$\leq 24$	$\leq 2$	$\leq 20$	$\geq 60$

2.3 质量要求

2.3.1 使用温湿度及干燥时间

适宜涂装温度 5℃ 以上,而 15 ~ 25℃ 最适宜。作业现场相对湿度不能超过 85%,一般冬雨季不适合涂装。

已配好固化剂的涂料应在 2 ~ 6 h 内用完,否则会发生胶化。各面层涂刷间隔应在 24 h 以上,这样涂层不易产生气泡。全部涂装完成后,还需养护 48 h 以上。

2.3.2 基层处理

基层处理的好坏将直接影响到环氧厚浆涂装的质量。

(1)碳化基层处理

混凝土碳化由于碳化深度的不同,处理的方式也不尽相同。若碳化深度远大于钢筋保护层厚度

并且钢筋锈蚀明显,那么该构件已危及结构安全,应拆除重建;若碳化深度小于钢筋保护层厚度,对基层表面进行人工处理后用专用涂料封闭;若碳化深度大于等于钢筋保护层厚度,同时碳化层疏松的,应凿除疏松的碳化层,再用高强环氧砂浆或混凝土修补;钢筋锈蚀严重的,应采取除锈或补钢筋措施,然后再用专用涂料封闭。特别是环氧砂浆修补部位,不能急于进行下一步涂装,应待环氧砂浆完全凝固,打磨后经检查无空鼓松动后再进行下一步操作。

(2)涂层处理

涂料涂装完成后在干燥期间,可以通过目测去发现是否存在气泡、开裂、固化缺陷等问题,如果存在,应铲除原问题涂层,铲至基层,分析原因,及时处置,打磨后按步骤涂装涂料,并加强养护。

3 应用效果

针对环氧厚浆玻璃鳞片漆的涂装,现场试验了 3 种方式,即刷涂、滚涂和喷涂。

刷涂和滚涂的优缺点很相似。优点是对基层附着力较强,边角和隐蔽部位都可以刷涂到,作业简单;缺点是工作效率低、有刷痕、厚度不均。

喷涂优点是厚度均匀、平整,工作效率高,适合大面积施工;缺点是需要专门的设备和技术,同时损耗较大。

善后新闻靠近海边,风较大,不适合喷涂,而滚涂的效率明显高于刷涂,最终的施工工艺以滚涂为主,局部使用刷涂。

善后新闻混凝土防碳化处理在 2017 年进行施工,目前整体情况较好,未出现处理部位表面开裂、剥落等现象。原碳化严重的闸墩和排架部位表面环氧厚浆情况良好,施工质量和效果达到预期。

(下转第 65 页)

此,一方面强势推动截污纳管后的区域销号制度,逐个对排污口进行溯源治理,逐段河道封堵岸上污染源,以河道为边界的每个区域内所有工厂、社区、企事业单位全部规范排污,真正还一城清水于民。另一方面,让所有的河道两侧都能够通起来、环起来、游起来,让所有的老百姓都能够快速亲水,充分感受水文化景观魅力,充分体会作为水城居民的独特幸福感。

一方面,突破传统水工思维,转变用纯生态系统修复理念,实现治水方式的转型升级,让越来越多的河道能够呈现优美景观。另一方面,持续加强智慧水利的投入,实现以建筑物为物联网节点,水系为脉络的智能水网,运用5G和人工智能技术继续放大“一张图”的基础支撑作用,实现海陵水利的高质量管理。

## 4 结 语

本文以泰州市海陵区河网治理为例,对其“十三五”水利现代化建设基本情况进行了总结与回顾,阐述分析了“谋、建、管、用”四大业务体系和

“人、财”两大保障体系在提升海陵水利治理现代化水平中的重要性。根据水利现代化建设中的实践与经验,分析了河网治理现状和存在的主要问题,在此基础上明确了海陵区“十四五”水利现代化建设推进思路:以幸福河湖建设为中心,将“街河并行”作为特色路径,从而统筹河道系统生态治理和管理保护。相关治水思路与实践经验可为类似的河网水域治理提供借鉴参考。

## 参考文献:

- [1] 张剑,刘芸辰,李根,等. 海陵区科学治水的实践与探索[J]. 中国水利, 2019(12):29-31.
- [2] 王连民. 泰州建设清水畅流生态水城[J]. 江苏水利, 2015(5):58.
- [3] 张剑. 如何彰显海陵街河并行的水城水乡特色初探[J]. 江苏水利, 2015(2):31-35.
- [4] 王胜艳,唐隽,王为攀,等. 泰州市水环境安全评价及其指标体系研究[J]. 江苏水利, 2018(4):42-47.
- [5] 鞠茂森,吴宸晖. 河(湖)长制助推生态文明建设的思考[J]. 江苏水利, 2021(增刊1):54-59.

(上接第61页)

## 4 经验总结

混凝土防碳化处理是水利工程中混凝土病害重要处理方式之一,处理方案的选择与水利工程所处环境、碳化部位和程度、病害范围等都密切相关。环境温度、混凝土强度和保护层厚度对于混凝土碳化都具有一定程度的影响<sup>[4]</sup>。沿海的水利工程应侧重于混凝土防盐化、防侵蚀,抗侵蚀性强的环氧厚浆玻璃鳞片漆是较好的选择,对于内陆水利工程,封闭性能好的普通环氧厚浆漆是性价比较高的选择。

## 参考文献:

- [1] 沈义勤. 人民胜利堰节制闸除险加固工程混凝土防碳化处理方案的选择[J]. 江苏水利, 2018(2):25-29.
- [2] 陈宝华,张世儒. 水闸[M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [3] 王生炫. 混凝土表面防护对其耐久性的影响分析[J]. 四川水泥, 2020(12):11-12.
- [4] 张旭辉,刘博文,杨玲,等. 不同温度和强度影响下混凝土碳化性能试验研究[J]. 建筑结构, 2020, 50(24):110-115.