

文章编号: 0451—0712(2005)11—0055—04

中图分类号: U445. 7

文献标识码: B

汕头海湾大桥 T 梁防腐涂装

杨 雯, 黄桂顺

(广东汕头海湾大桥有限公司 汕头市 515041)

摘 要: 介绍了汕头海湾大桥北引桥 T 梁及墩柱混凝土表面防腐涂装方案、施工工艺及施工质量控制体系。

关键词: 防腐; 涂层体系; 耐盐雾性; 耐酸性; 漆膜附着力

1 防腐的重要性及目的

汕头海湾大桥横跨汕头港的出入口,处于南海海洋腐蚀环境,这里气温高、湿度大、季候风强,潮差约为 1.5 m。据汕头市水文站的资料和现场取样试验结果表明,海水中盐份含量高,年平均为10 742 mg/L,最高达 13 629 mg/L。对汕头市部分码头的调查发现,建成 5~8 年后,码头混凝土的保护层开裂,钢筋锈蚀。对海湾大桥主塔承台和塔柱浇注 1 年半后,混凝土内氯离子含量测试结果表明,在海洋环境的自然作用下,渗入混凝土的氯化物已有一定的深度和含量,其中位于飞溅区的承台混凝土,距表面 2.5 cm 范围内的氯离子含量已超过 0.2% 的容许值。氯离子对混凝土中钢筋腐蚀的影响最大,因为氯离子对钢筋表面钝化膜的穿透性最强,容易引起钢筋点蚀发生,进而锈蚀膨胀,最终导致混凝土的开裂破坏。因此,为保护混凝土免受腐蚀,延长桥梁使用寿命,对混凝土表面采取涂装防腐措施很有必要。另外海湾大桥作为汕头市出入的门户,一个城市的景点,大桥外观的美化也显得特别重要,通过对混凝土表面的涂装,修补原施工遗留的表面错台、坑洞、麻面等缺陷,不仅延长了桥梁的使用寿命,也增添了大桥的观赏性。

本次涂装工程范围为北引桥 11 跨(跨径为 35 m) T 梁及桥墩柱,共计防腐面积为 35 983 m²。涂装保质期要求是 15 年。

2 防腐涂装方案选定

本次工程实行带案招标,即在满足业主提出的防腐涂装要求下,各投标单位提出涂装方案并报价。由海湾大桥管理公司聘请防腐方面专家组成评标小

组。评标小组在选择承包商时,除选择面漆类型外,更重要的是选择它的涂层体系和工艺。最后确定采用某研究院提出的涂层体系方案对海湾大桥北引桥 T 梁进行防腐涂装,其涂装技术方案见表 1。

表 1 涂层体系技术方案

881X 环氧富锌底漆	1 道	80 μm	仅用于露筋及预埋件
环氧防锈砂浆			仅用于露筋及预埋件封堵
881 环氧封闭漆	1 道	20 μm	
881Z01 环氧云铁中间漆	2 道	120 μm	
环氧腻子	1 道		填补蜂窝麻面
881Y01 聚氨酯面漆	2 道	80 μm	
涂层总厚度		220 μm	

3 涂层体系介绍

对钢筋混凝土构件来说,涂层体系包括混凝土表面的封闭涂层,以及缺陷的填补层、中间涂层和表面涂层。

3.1 封闭涂层

不论钢筋混凝土构件质量多好,微孔总是存在的,这些微孔就是腐蚀介质入侵的通道,封闭涂层的作用之一就是封闭孔隙,切断腐蚀介质入侵的通道。本方案采用的 881 环氧封闭漆以环氧树脂作为涂料基料,改性胺为固化剂,同时加入藕联剂、渗透剂等配合助剂,为双组分涂料。经实验分析,环氧树脂具有结构致密、耐酸、耐碱、耐水以及与混凝土间附着力好的特点,0.4 mm 的环氧涂层对氯离子的隔离能力就相当于 1 340 mm 的水泥砂浆,这是其他涂层所不能比拟的。因此选环氧树脂作为封闭漆的主要成膜物质。881 环氧封闭漆主要技术性能见表 2。

表 2 881 环氧封闭漆主要技术性能

项 目		技术性能	试验方法
干燥时间	表干/h	2	GB6753. 2 GB1728
	实干/h	24	
	固化/d	7	
胶带附着力		合格	GB9279
柔韧性/mm		1	GB1731
冲击强度/(kg·cm)		50	GB1732
耐湿热性(7 d,(47±1)℃,R. H. 95%)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀	GB1740
耐水性(室温,3 d)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀	GB1733—79
耐盐水性(室温,3 d)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀	GB1736—79
耐热性(120℃,8 h)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀	—
耐高低温交变性(10 次循环,—55℃下 8 h,25℃下 8 h,120℃下 8 h)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀	—
人工加速老化(1 000 h)		涂膜不起泡,不起皱,不脱落,不锈蚀,表面失光	GB1865—80

3. 2 填补层

填补层的作用是填补表面缺陷和构件轮廓线,提高表面平整度。本方案采用的环氧腻子具有良好

的刮涂性、抗收缩性和抗流挂性能,与 881 环氧封闭漆和 881Z01 环氧云铁中间漆有良好的附着力。

3. 3 中间层

中间层位于封闭层(含填补层)和表面层之间,起承上启下的作用,增加面层与封闭层的附着力,增加涂层体系的漆膜总厚度。技术上要求中间层与封闭层、面层漆膜应有良好的匹配性,特别是附着力。本方案采用的 881Z01 环氧云铁中间漆是由环氧树脂、聚酰胺固化剂、云母氧化铁防锈颜料、复合缓蚀剂、填料、溶剂、助剂等组成,具有优异的耐盐雾、耐湿热、耐碱、耐水和耐油性能。其中的云母氧化铁呈细小的鳞片状,可以大大延长外界介质进入涂层内部的距离和时间,是重防腐涂层体系优先选择的填料。产品试验结果见表 3。

3. 4 表面层

表面层是涂层体系最外层,也是涂层体系中最重要的一层,决定涂层体系的抗老化性能和防腐性能。本方案采用的 881Y01 聚氨酯面漆是由羟基丙烯酸树脂、脂肪族异氰酸酯固化剂、颜料、填料、助剂和溶剂组成,不仅具有极佳的耐紫外线老化、耐黄变和保色性能,而且与环氧树脂中间漆之间的结合力很好,同时具有极佳的外观装饰性、耐湿热性能、耐

表 3 881Z01 环氧云铁中间漆和 881Y01 聚氨酯面漆试验结果

试验项目	试 验 方 法	试验结果	
		881Z01	881Y01
盐雾加速试验	温度:(40±2)℃ 喷雾浓度:3. 5%NaCl 溶液 喷雾时间:喷雾 15 min,停喷 45 min,连续运转试验 试验观察周期:200 h,400 h,600 h,800 h,1 000 h	600 h 漆膜无变化	2 500 h 漆膜无变化
耐酸性试验	在室温条件下,将试板的1/3 斜浸入3%H ₂ SO ₄ (体积)+3%Na ₂ SO ₄ (质量)的溶液中,半封闭连续浸泡,定期观察涂料的变化,有无起皮、剥落、锈蚀等,以判断其耐酸性	30 d 漆膜无变化	30 d 漆膜无变化
人工老化试验	在老化试验机内距试板表面12 cm 安装4 只1 kW 紫外灯管,试板正面连续喷自来水,温度保持在60~80℃之间,连续试验。每200 h 相当于在大气中自然老化1 年	1 000 h 漆膜不起泡、不脱落、不锈蚀、表面失光	6 000 h ≤2 级
漆膜附着力试验	采用铁道部科学研究院的“漆膜附着力定量测定”方法。即在干燥后试板的涂料上粘贴金属圆柱体,然后进行拉拔,测试其附着力是否达到规定指标	5 MPa	5 MPa
弯曲试验	将涂料试板(用0. 2~0. 3 mm 厚薄铁板)实干48 h 后,在20~25℃温度下,使漆膜向上,以2~3 s 的时间将试板均匀地围绕在弯曲试验器的轴棒上(直径有1 mm 及2 mm 两种)成180°,然后用4 倍放大镜检查,如漆膜无裂纹即为合格	1 mm	1 mm
冲击试验	以1 kg 的钢制锥体落在涂料试板上而不引起漆膜破坏(用4 倍放大镜检查)的最大高度来表示,单位为N·m	50	50
干燥时间	略	表干≤4 h 实干≤24 h	表干≤2 h 实干≤12 h
粘度	略		≥25 s
细度	略	≤90 μm	≤35 μm

盐雾性能和耐水性能。产品试验结果见表 3。

3.5 防护涂层体系检测

本工程采用的 881—混凝土结构防护涂层体系,通过将高分子材料渗入混凝土表面的微孔,同时通过中间漆的涂覆,将外界腐蚀性的介质与混凝土结构隔离开来。通过选用高质量的面漆,提高耐光、热、氧等的能力,兼具装饰功能,进一步隔离了外界的腐蚀性介质。通过对涂层体系的人工加速老化试验和涂层与混凝土的相容性实验研究,可以预计防护寿命可达 15 年以上,满足大桥管理公司招标文件要求。检测结果见表 4。

表 4 881—混凝土结构防护涂层体系检测结果		
项 目	指标	实测值
附着力(混凝土表面)/MPa	≥3(拉开法)	≥3.5
人工加速老化/h	5 000	5 000
与混凝土相溶性试验/h	4 000	4 000
抗渗透性能	S10	≥S15
透气性能(与未涂装相比)	降低 50 倍	降低 110 倍以上

4 涂装工艺

4.1 混凝土基层检查及清理

- (1)检查混凝土基层,必须坚固、密实、平整。较大的蜂窝孔洞用环氧砂浆修补;
- (2)将基层表面的浮灰、水泥渣及疏松部位用油灰刀将其清理干净;
- (3)局部受油污污染的混凝土表面,用溶剂擦洗,以保证涂层的附着性;
- (4)有渗水的地方,先堵漏,断绝水源。

4.2 基层特殊部位的处理

4.2.1 露筋的处理

- (1)沿露筋周围用金刚切片将混凝土切除,形成喇叭口状,露筋位于其中,深度大于 2 cm 以上;
- (2)用砂轮切片机将露筋沿最低处齐根切除;
- (3)涂 881X 环氧富锌底漆,厚度 80 μm,待干;
- (4)用填补型环氧砂浆将该处填平,并磨平。

4.2.2 预埋件的处理

- (1)沿预埋件四周将其周围的混凝土切除,成斜面,深度大于 2 cm 以上;
- (2)将突出混凝土表面的预埋件沿根切除;
- (3)对该预埋件表面进行除锈处理,达 St3 级,并涂上 1 道 881X 环氧富锌底漆,厚度大于 80 μm,待干;
- (4)用填补型环氧砂浆对该部位填平,并磨平。

4.2.3 露箍筋的处理

- (1)将露箍筋周围松散的混凝土,用铁钎凿除,直至密实面;
- (2)对箍筋表面,用砂纸打磨至表面光亮,达到 St3 级除锈等级;
- (3)涂环氧富锌底漆,厚度大于 80 μm,待干;
- (4)用填补型环氧砂浆对该部位重新填平,并磨平;
- (5)对于锈断的箍筋,在甲方的认可下,用同样型号的钢筋焊接,并用上面工艺进行处理。

4.2.4 裂缝的处理

- (1)对小于 0.1 mm 的裂缝,用涂层封闭即可;
- (2)对大于 0.1 mm 而小于 0.3 mm 的裂缝,经甲方确认后,将裂缝凿成 V 形槽,深度大于 2 cm,再用环氧腻子嵌缝填补;
- (3)对大于 0.3 mm 的裂缝,上报甲方,经认可后,进行灌浆处理。

4.2.5 对较大蜂窝及孔洞的修整

按其全部深度凿开薄弱的混凝土层和个别突出的骨料颗粒,尽量剔成喇叭口,外边大些,然后用钢丝刷仔细清理表面,待干燥后,再用腻子填平并磨平。

4.2.6 缺棱掉角的修补

将不实的混凝土及突出的骨料颗粒凿除,用钢丝刷清理干净,然后再用环氧腻子进行修补。

4.2.7 锈蚀点的修补

如果露筋锈蚀,则按露筋工艺,有个别混凝土横面钢筋锈蚀且外层水泥已剥落,对于该部位,应凿去与钢筋衔接部位混凝土,清除的混凝土深度应至少超过钢筋 20 mm,使修补材料能很好地包围钢筋和原有的混凝土,腐蚀的钢筋应彻底清除铁锈,对于钢筋腐蚀严重的,应增焊相应面积钢筋以补强,处理完后,刷涂防锈漆再用环氧水泥砂浆将该处填平。对于只见锈蚀,未见露筋的点,应将该点扩大,按除锈,涂底漆,填环氧砂浆的工艺进行修复。

4.3 全面打磨

- (1)用钢钎剔凿模板接头处偏差较大的位置,处理至平顺。
- (2)用电动砂轮片打磨机,将模板接头打磨平顺(包括已剔凿的接头)至无突出棱角。
- (3)用电动砂轮片或钢丝轮打磨混凝土表面,除去混凝土表面的残浆、模板痕迹和脱模剂等污染物。
- (4)因本桥的保护层较薄,因此对模板接缝尽量用环氧腻子顺滑过渡。

4.4 涂封闭漆(滚涂)

(1)涂装前,进行湿度测定,混凝土基层含水率合格后,方可涂装。

(2)涂装环境条件及涂料配制,按涂料产品说明书要求进行。

(3)封闭漆涂装,注意裂缝、蜂窝麻面、孔洞、砂眼、凹坑处不要漏漆。

(4)为防止漏涂并易于检查,可以在封闭漆中加入少许显眼的染料。

4.5 刮腻子(选用刮涂型环氧腻子)

(1)刮腻子在封闭漆完工 8 h 后施工。

(2)环氧腻子为双组分涂料加粉料而成,稠度较大,为保证质量,腻子要用搅拌机进行充分搅拌。

(3)搅拌后的腻子要尽快使用,由于其触变性,稠度会很快增大。

(4)用腻子将处理过的钢筋头、预埋件、露筋处、裂缝 V 形槽剔除杂物后留下的凹坑填平。

(5)用腻子将蜂窝麻面、孔洞、砂眼填平。用于填平的腻子 1 次不能太厚,应分 2~3 次填平,每次间隔时间大于 4 h。

(6)将模板接头较低的一边用腻子刮平。

(7)腻子施工 8 h 后,尽快用砂布机打磨平整,若固化时间过长,将增加打磨的难度。若用手工打磨,砂布应垫在平木块或发泡硬塑上。

4.6 涂装中间漆(滚涂)

(1)中间漆涂装后,用肉眼即能较容易发现混凝土的表面缺陷。对需要打磨的部位进行打磨,补涂中间漆,并对低凹部位补刮腻子后打磨。该工作应尽量在第一道中间漆以后进行。漆膜厚度大于 $120\ \mu\text{m}$ 。

(2)两道中间漆间隔时间应在 4 h 以上,8 h 以后可进行面漆涂装。

4.7 面漆涂装(滚涂)

(1)由于丙烯酸聚氨酯面漆对湿气较为敏感,应选择晴朗天气施工。

(2)两道漆间隔时间 4 h 以上,厚度大于 $80\ \mu\text{m}$ 。

4.8 补涂

对需要补涂的位置,应按原涂层要求顺序进行补涂。

5 施工质量控制体系

防腐涂装为特殊过程,业主单位通过对原材料、工艺过程、质量检验等方面的控制,因此保证了涂装质量。

5.1 基层预处理

(1)基层表面必须洁净,防腐施工前,应将基层表面的浮灰、水泥渣及疏松部位清理干净。

(2)基面涂装前用塑料薄膜覆盖法检查,含水率必须合格。塑料薄膜覆盖法,是将尺寸为 $45\ \text{cm} \times 45\ \text{cm}$ 的透明聚乙烯薄膜周边用胶带纸牢固地粘贴密封在基层表面上,避免阳光照射或损坏薄膜。在 16 h 后,观察塑料薄膜,无水珠或湿气存在,即为合格。

(3)要求钢筋头周围混凝土凿除深度大于 2 cm。

5.2 涂层质量检查

5.2.1 原材料检查

查出合格证,必要时进行复验。

5.2.2 外观检查

检查环氧腻子表面是否平整,是否存在裂缝、蜂窝等缺陷,如有,应及时进行修补。

每层涂装时,应对前一涂层进行外观检查,如发现漏涂、流挂、皱纹等缺陷,应及时进行处理。涂装结束后,进行涂膜外观检查,表面应均匀一致,无流挂、皱纹、鼓泡、针孔、裂纹等缺陷。在 1.5 m 距离内,正斜视涂料表面不显接茬,面漆与色卡一致。

5.2.3 检查施工记录

业主人员到工地现场抽查涂料配合比,配制方法必须符合相关材料的技术要求,方能用于本桥涂装。

5.2.4 附着力检查(拉拔法)

在已涂装且完全固化了的涂覆面上,用拉拔仪进行现场测量并记录测试值,本桥涂装要求附着力大于 3 MPa,否则视为不合格。

5.2.5 涂层厚度检查(湿膜厚度法)

由于本次是在混凝土表面进行防腐涂装,因此采用湿膜厚度法测试漆膜厚度。在施工现场刚涂刷的漆料表面上用湿膜测厚仪进行测试,根据测厚仪的湿膜读数经换算成涂料干膜厚度,要求每层漆膜厚度达到设计值,否则视为不合格。

6 结语

汕头海湾大桥北引桥 T 梁混凝土防腐涂装,通过方案的比选、施工工艺规程的制定,原材料的入场检验,基层检查以及涂装施工过程的控制,科学、有效地控制了干膜厚度及漆膜粘结力,确保了大桥涂装工程达到优良。涂装后的 T 梁轮廓清晰,混凝土表面平整,模板错台处理平顺,涂层颜色均匀一致,达到了装饰效果。本工程涂层体系方案,既节约了大量的维修经费,又延长了桥梁的使用寿命。