维普资讯 http://www.cqvip.com

第24卷第4期 2003年4月 | 腐蚀与防护 CORROSION & PROTECTION | Vol. 24 No. 4 April 2003

混凝土基础设施的耐久性问题及环氧玻璃钢防护

李建国[1]，殷松康[2]，王宗昌[2]

（1. 新疆克拉玛依安泰公司，克拉玛依 834003；2. 新疆时代石油工程有限公司，克拉玛依 834000）

摘　要：钢筋混凝土基础的耐久性取决于对钢筋的保护。大量的基础设施不能同建筑物同寿命。通过对建筑工程全寿命分析法的应用，简单介绍环氧玻璃钢防护衬里的设计及施工工艺。

关键词：混凝土基础设施；全寿命分析法；防腐蚀；耐久性；玻璃钢衬里

中图分类号：TU761.1　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1005-748X(2003)04-0175-03

TECHNOLOGICAL MEASURES FOR CORROSION PREVENTION OF CONCRETE BASE FACILITIES

LI Jian-guo[1], YIN Song-kang[2], WANG Zong-chang[2]

(1. Xinjiang Karamay An Tai Corporation, Karamay 834003, China;
2. Xinjiang Times Petroleum Engineering Corporation, Karamay 834000, China)

Abstract: The duration of reinforced concrete base depends on the protection of the steel bar. The service life of large quantity of base facilities is not longer than that of the buildings. This article is a brief introduction to the application of full service life analysis method of construction projects, and to design and execution of epoxy glass reinforced plastic lining.

Key words: Concrete base facility; Full srevice life analysis method; Corrosin prevention; Duration; Glass reinforced plastic lining

基础设施建设中的腐蚀与耐久问题所造成的损失是巨大的。实施基础工程设施的腐蚀防护，实质上是贯彻实施基础设施工程的“全寿命责任制”，特别是混凝土中钢筋的腐蚀是影响耐久性的关键因素之一。为保证规定工程使用期的实现，应采用经济合理的防腐蚀措施。

1　钢筋混凝土腐蚀和耐久性问题

钢筋混凝土（也称砼结构）的耐久性是一个涉及面较广的复杂问题，影响因素多。主要有，原材料的质量、设计考虑、施工全过程控制，使用、管理、维护的及时程度，从投用开始所处环境的腐蚀、污染、冻融影响，以及材料的碱集骨料反应等。其中环境对结构耐久性的影响作用占有重要的位置。环境的影响是多方面的，其中腐蚀在目前被认为是最关键的。大量事实证明氯盐（Cl^-）是混凝土腐蚀的祸首。我国存在广大的氯盐环境，海洋环境、盐湖、道路除冰盐使用等，新疆还有大片的盐渍土等。这些地区近年来正是基础设施建设的重点。

从现阶段来看，基础设施的腐蚀破坏以沿海和西北地区最为明显，如沿海的码头、桥梁使用几年后就要修复。在西部，不少建筑物的下部、砼框架、基础出地面部分、砼电杆等因腐蚀常发生至露筋，不得不修复加固处理。值得重视的是目前这些地区的基础设施建设正在高速进行，而相应的规范中却没有防盐措施的具体规定，存在的潜在危害是极其巨大的。

美国腐蚀防护工程师学会（NACE）曾指出：“为什么基础设施遭到如此严重破坏和造成麻烦？主要原因之一是在整个基础设施项目过程中，没有重视腐蚀防护并作为工程的组成部分。”我们要吸取国外的有益教训，把加强基础的腐蚀防护作为经济措施来对待。我国颁布的关于基础设施终身保修的规定，扭转过去如工程验收投用后就完事的作法，使设计和承建企业必须关心耐久性问题，同时涉及到必须增加防护费用、对技术经济进行评价。即要求在基础设施建设方面逐渐提高技术水平和管理能力，实现与国际接轨。

收稿日期：2002-12-31；修订日期：2003-02-10

维普资讯 http://www.cqvip.com

2 全寿命经济分析

全寿命经济分析(LCCA)的概念,既是政府法令又是工程投资的评估计算方法。作为法令是一定要执行的,同时又是一个可以具体操作的方法,是重要的投资评估和经济分析方法。执行 LCCA 法要求一个工程立项时首先对其投入资金合理性进行评估。全投资金包括初始投资和进一步投资两部分;初始投资是指建设时的设计、施工等费用;进一步投资是保证达到寿命期所需费用,两项费用分配必须适当。

采用 LCCA 法对所建项目评估的目的,是在保证工程寿命期的前提下,综合费用少、技术可靠、经济合理。作为工程项目投资决策必须有效防止短期行为,使投资者、设计者、承包方和使用管理部门从一开始就立足于"全寿命"的各尽其职,提出技术可靠、经济合理的方案,并多方比较选出最佳方案。

国内颁布的关于基础设施终生保修的规定,也是立足于全寿命的考虑。目的是扭转以往把工程交验后再不过问的作法,促使设计者和承包者必须考虑耐久性问题。这种要求必然涉及到增加防护费用、对技术经济进行分析评价。

3 全寿命法的应用

考虑到氯盐环境是影响砼结构耐久性的主要因素,首先要以所处环境进行分析。采用全寿命法是要输入多项基础数据,如各种材料、配合比、环境因素影响等,由于不同的工程设计及条件的不同,最终的评定结果会有差异,但其基本方法是可行的,对处理基础设施项目中短期效益与长期效益的关系是有现实意义的。

表 1 是多年来砼结构在氯盐环境中常用防护措施的选择,经氯盐环境中基础设施建设的实践表明,是正确有效的。

3.1 传统的防护措施

多年来对基础设施的防护曾经采取过多种措施,但由于材料性能的耐久性问题、施工工艺、工序、措施方法的不配套,防护只是短期行为,例如应用时间较长、最广泛的沥青,煤焦油和近年开发的聚氨脂防护材料等,多用于地下和潮湿的基础环境。工程施工回填后很难检查其耐久性质量。这几种常用材料的基本性能很难达到同建筑物的同寿命(一般建筑物为 50 年)。需要在提高钢筋混凝土强度的同时采用耐久性更好的防护材料以满足工程长期使用的需要。

表 1 在氯盐环境中钢筋混凝土的常用防护措施

防护种类	措施内容
钢筋材质与钢筋涂层	环氧涂层钢筋,镀锌钢筋,耐蚀合金钢,不锈钢
混凝土外加剂、掺合料	钢筋阻锈剂、硅灰、高性能混凝土
混凝土表面封闭、涂层	硅酮类涂料,聚合物水泥浆,其他防水层
电化学方法	阴极保护,电化学除盐
设计	选材,结构设计,水灰比,混凝土保护层厚度,排水系统,防护方案选择
施工	固化与养护,温度与裂缝控制,严格规范施工
维护	裂缝修补,清洗排水,控制防冰盐用量
综合措施	以上两项或多项措施联合使用

3.2 玻璃钢衬里防护

玻璃钢衬里已广泛应用在砼结构耐腐蚀工程中,如酸、碱池及循环水塔(成分复杂水质)的衬里。现结合循环水塔工程对玻璃钢衬里的设计及施工工艺简要介绍。

(1) *玻璃钢衬里方案设计* 循环水塔为钢筋砼结构,可选择玻璃钢作防护衬里。在设计时应考虑材料的耐蚀性、与水泥基体的粘结力、衬里的结构形式及层数等。衬布的层数,并不是多了就好,重要的是必须控制树脂与玻璃纤维的比例和施工质量因素。否则极容易出现渗漏,形成分层、剥脱和阴阳角处的损坏。因此要对玻璃钢衬里防护的结构、施工选材和合理层数进行设计。

① 树脂及纤维布的确定。对于塔内部因水流冲刷量大小不均匀,但气体浸蚀基本相同的特征,可采用 E-44 型环氧树脂为粘结剂,增强材料采用玻璃纤维布和玻璃纤维表面毡;面层增强材料也可采用涤纶毡或涤纶布等。

② 衬里层数及结构。从影响玻璃钢抗渗透性分析,玻璃钢中纤维含量的高低是影响玻璃钢质量的主要因素,因而减少玻璃钢中纤维的含量,增加树脂含量可以改善抗渗性。根据树脂的使用需要,防护采用复合结构形式(见图 1)。表面毡的使用可提高玻璃钢含胶量,对提高抗渗和耐腐蚀性及与基体的粘结力效果更好。

(2) *原材料及选择* 用于防腐施工用的各种原材料,必须符合工业设备、管道防腐蚀工程施工及验

维普资讯 http://www.cqvip.com

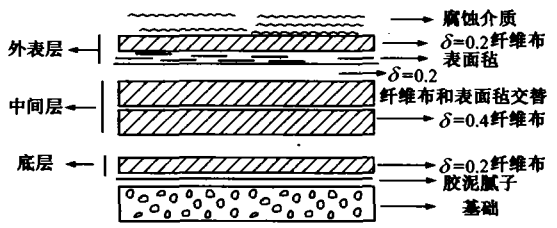


图1 玻璃钢衬里结构示意图

收规范(HGJ229—91)和建筑防腐蚀工程施工及验收规范(GB50212—2002)的要求。对进场材料必须有出厂合格证、试验报告,并要抽样复试合格后才准许使用。在监理工程师的认可下,施工全过程要严格按监理程序的要求进行。

3.3 施工工艺及质量控制

为确保设计的目标,施工采取的连续加间断的衬里工艺;其工艺过程见图2。

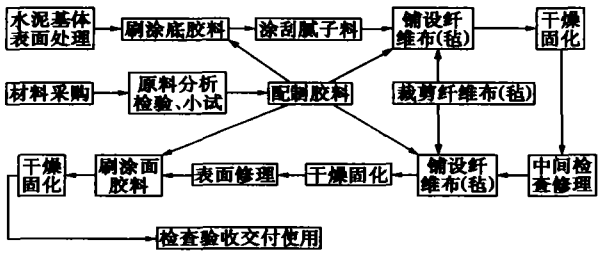


图2 玻璃钢衬里施工工艺

(1) *表面处理必须规范* 对需要进行衬里的结构表面,必须进行验收。要求表面坚固、密实、平整,不得有起砂、剥离、裂缝、蜂窝及麻面等;阴阳角应抹成斜面或圆弧;表面应干燥,含水率小于6%;表面应干净,有油渍、脱模剂等污染的基层必须预处理;凡会穿越衬里的管道、预留孔、预埋件及套管处应预先留置或留设;

(2) *基层刮腻子* 表面处理符合要求后,应刷涂底胶料1～2道,厚度0.2mm,自然固化24h以上。固化后刮腻子胶料找凸凹不平处,胶料刮平1～2遍,固化后用砂磨平;因砼表面孔隙疏松有微纹,此道工序对衬里的质量极有效。

(3) *准备纤维布(毡)* 首先根据衬里需要选择玻璃纤维等材料,认真检查表面不受污染和受潮;根据实际施工面裁剪,并留好搭接余量,宽度不小于50mm;对余料要妥善保管,防止再用时受到污染或受潮。

3.4 胶液配备

配备胶液的容器、工具应洁净干燥、无油污且耐腐蚀。胶料配合比见表2。

表2 E-44环氧玻璃钢胶料重量配合比(%)

序号	材料名称	配制比例			
		底胶料	腻子料	衬布胶料	面胶料
1	E—44环氧树脂	100	100	100	100
2	T—31固化剂或810固化剂	25～35	25～35	25～35	25～35
3	丙酮或无水乙醇	25～35	0～10	15～25	25～35
4	邻苯二甲酸二丁酯	5～10	10	10	5～10
5	石英粉或重晶石粉	10～20	150～200	5～10	0～10

3.5 铺贴纤维布(毡)

搭接应按水流方向铺设,端点搭接长度大于200mm;设备转角处、人孔及法兰、介质冲刷受力部位要增铺1～2层布,对翻边处要剪开贴牢;第一层贴完合格后再贴上层,采用鱼鳞形式铺设;应逐层压紧赶走空气,不允许多层铺设后再压赶空气;铺贴的一般规律是先立面后平面、先上后下、先里后外、先壁后底;对设计4层以上的衬里层应分两次以上铺贴施工,一次铺贴完后要干燥固化和表面修整,检查验收后再进行上层铺设。采用连续成型和间断分层铺贴,以确保施工质量。

3.6 表面处理

表面处理包括固化干燥、修整、刷涂面胶料。纤维布(毡)铺设完成后,在常温下干燥固化必须大于24h后,及时对表面上的疵点彻底清理,并认真修补达到合格。经检验合格后整体刷涂面胶料1～2遍,自然环境下干燥7天后交付使用。

3.7 质量要求

玻璃钢的施工和验收严格按工业设备管道防腐蚀施工及验收规范、建筑防腐蚀工程施工及验收规范要求进行。

(1) 玻璃钢衬里的施工过程要进行中间质量检查,发现质量缺陷及时整改,隐蔽分项必须经过检查认可后再进行下一道工序;

(2) 衬里的部位及厚度要按设计的要求施工,每层厚度要均匀,表面平整、光滑,不得有缺陷及不平整现象,表面全检符合要求;

(3) 玻璃钢整体性完好,不得有明显的修整痕迹。外边缘不得有布条显露,无分层,拐角过渡要圆;

(4) 衬里要达到优良的化学稳定性、耐腐蚀性和不渗透性;耐温范围不超过50℃,在强酸介质下不溶解。

(下转第184页)

维普资讯 http://www.cqvip.com

成分中颜料形状和含量对船用钢防蚀作用的影响 C. A. Giudice, et al. Application of EIS and SEM to evaluate the influence of pigment shape and content in ZRP formulations on the corrosion prevention of navy steel. Corrosion Scinece. 2002, 44 (1): 1287～1309(英文)

利用附有开路电位测量法的电化学阻抗谱和 SEM 显微图像分析法研究富锌漆(海水中船用钢防蚀涂料)成分中采用的颜料容积浓度和锌颗粒形态学的效应,各种不同的富锌漆试件在人造海水中试验 70 天。在阻抗转换函数模型中测定船用钢/ZRP 涂层/海水系统的特性,此模型涉及金属/ZRP 和 ZRP/溶液界面上发生的反应,和通过活性 ZRP 涂层的扩散过程,按照常规的 ASTM 标准评价钢基体生锈程度和 ZRP 涂层的耐起泡性。

2003-04-06 有抗菌性能的含银粉不锈钢 T. Yokota, et al. Silver dispersed stainless steel with antibacterial property. Kawasaki steel Tech. Rep. 2002, 46: 37～41(英文)

Kawasaki 钢铁公司生产一种有抗菌性能的含银粉不锈钢。它可抑制细菌生长,符合近代卫生和清洁要求。含银粉不锈钢与 O-157、MRSA、Salmonella 等相比,前者有抗菌活性,在循环腐蚀试验中,它与无银不锈钢具有同样的耐蚀性,含银粉不锈钢有良好的抗菌性和耐蚀性。

2003-04-07 混凝土中钢去钝化氯化物阈值和非稳定扩散函数值的快速测定 C. Alonso, et al. Accelerated determination of the chloride depassivation threshold and of the non-stationary diffusion coefficient values. Corrosion Science. 2002, 44 (11): 2409～2424(英文)

混凝土中钢去钝化的氯化物阈值已有很多研究。大多数研究是以氯化物自然渗透为基础,这类方法的主要缺点是要取得可靠数据必须花很多时间。其它方法如恒电位测试法,按施加电位也要花很多时间,本文介绍一种快速测定钢的腐蚀阈值的方法,试件是嵌有钢筋条的水泥砂浆件。试验过程是利用迁移机理,使氯化物渗入试件中,但是要关断外电压,测定在准自然状态下的阈值。尽管是快速测定,但是测出的阈值(总值、自由 Cl^- 和 Cl^-/OH^- 比值)与自然条件下双试件测出的阈值相符合,该方法还可测定非稳定氯化物的扩散系数。

2003-04-07 软钢在多孔介质中的腐蚀 C. P. Gardiner, et al. Corrosion of mild steel in porous media. Corrosion Science. 2002, 44(11): 2459～2478(英文)

本工作研究软钢在大颗粒多孔介质中的腐蚀过程,特别是在散装船上的腐蚀。大颗粒多孔介质包括煤和铁矿原料,其颗粒尺寸为 50mm 左右。在腐蚀过程中与大颗粒共存的细颗粒占主要地位。开发了一种腐蚀过程数学模型用于估算腐蚀率。估算结果与实验结果相符合。分析表明,为了减少腐蚀,应将与软钢接触的多孔介质的含水量小于介质中最大含水量的 50%,或大于 80%。 **邵本速译**

(上接第 177 页)

4 结 语

(1) 混凝土中钢筋的腐蚀是影响耐久性的主要因素之一,而基础设施的质量和使用寿命是与腐蚀密切相关的。我国政府用法令的形式颁布关于基础设施终生保修的规定,具有长远的意义。

(2) 采用全寿命分析法(即 LCCA 法)是法令又是具体评定的方法,对抑制建筑的短期行为是有效的。必须重视前期防护。把设计使用年限和应采取的相应措施放在首位,走可持续发展的道路。

(3) 考虑到耐久性,对介质腐蚀严重的混凝土结构,采取玻璃钢衬里的作法,其防护效果和耐久性有较好的保证,且施工方便、方法简单,在腐蚀工程中应用效果较好。

参考文献:

[1] 王宗昌. 建筑工程施工操作技术[M]. 北京: 中国建材工业出版社. 2001. 201～226.

[2] 吴 瑾,吴胜兴. 锈蚀钢筋砼保护层破坏模式[J]. 混凝土, 2002, (8): 19～20.