



上海法赫铁道技术设备有限公司
FAHE RAILWAY TECHNOLOGY & EQUIPMENT CO.,LTD
上海法赫桥梁隧道养护工程技术有限公司
FAHE BRIDGE & TUNNEL MAINTENANCE PROJECT TECHNOLOGY CO.,LTD

上海总公司
地址：上海市市北高新技术园区江场三路88号6层
邮编：200436
电话：86-021-61172030 18001691835
传真：86-021-61172035
网址：www.fahe-qs.com



小程序



微信公众号

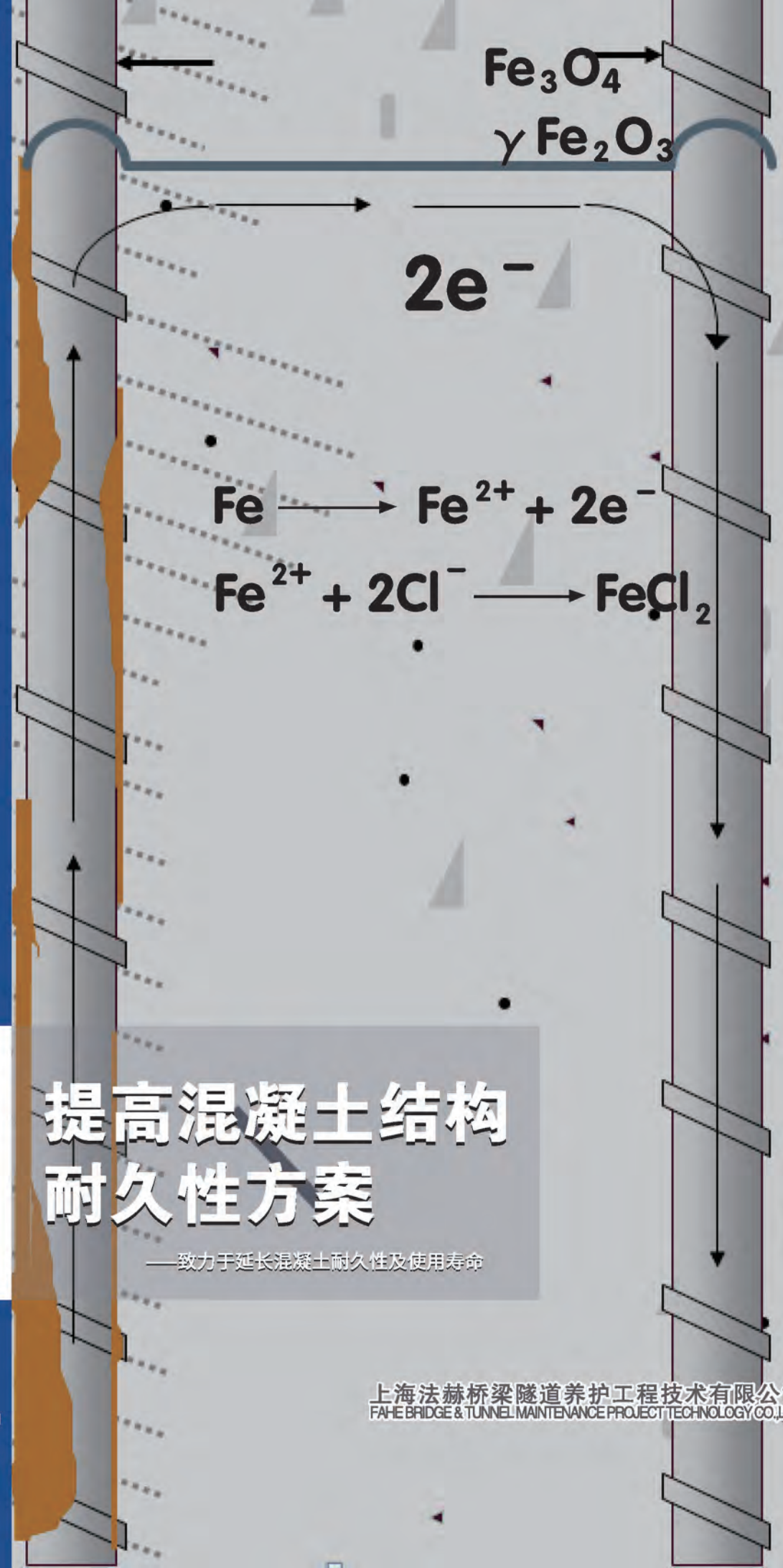
FAHE BRIDGE & TUNNEL MAINTENANCE PROJECT TECHNOLOGY CO., LTD



www.fahe-qs.com

提高混凝土结构 耐久性方案

—致力于延长混凝土耐久性及使用寿命



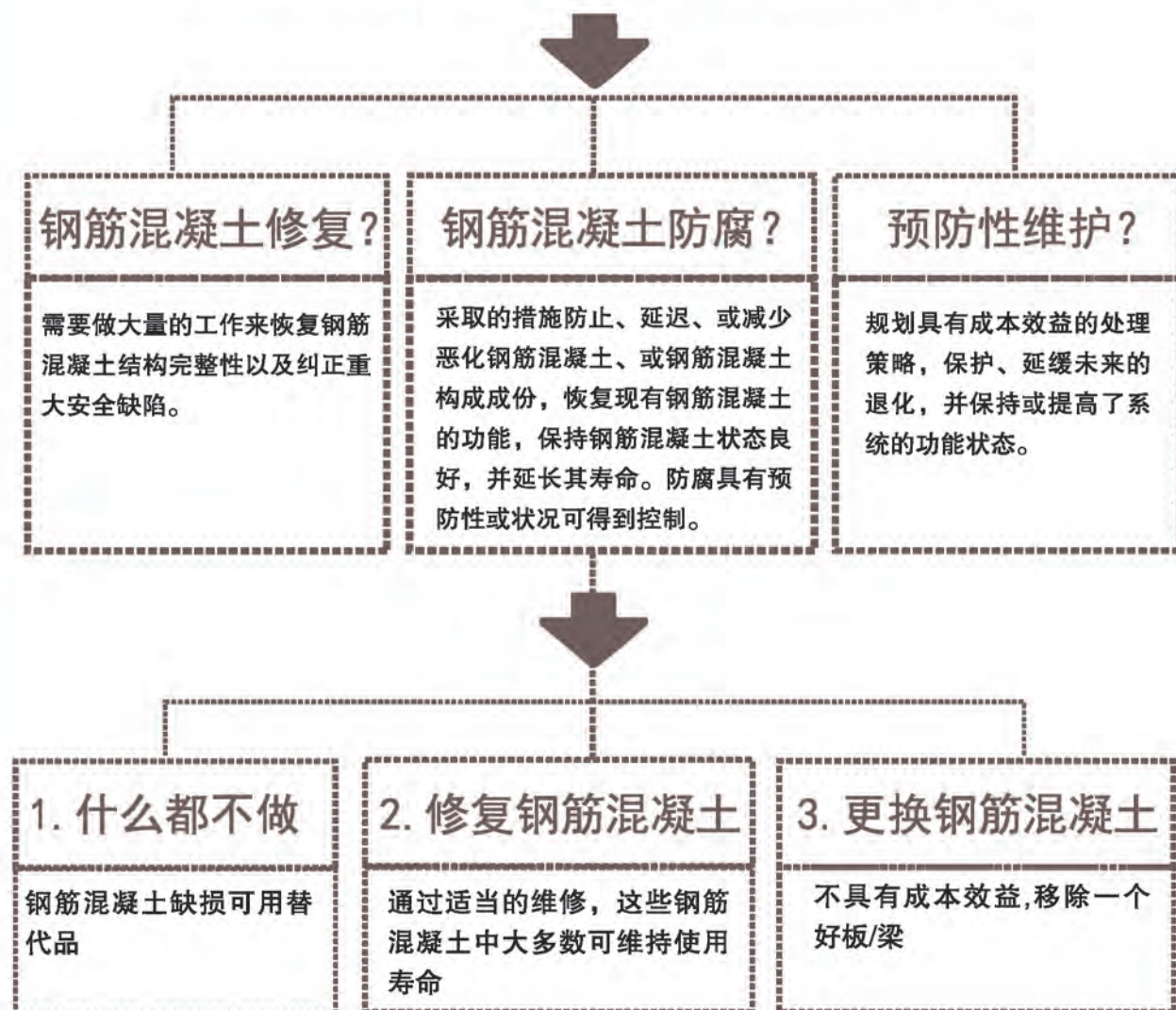
上海法赫桥梁隧道养护工程技术有限公司
FAHE BRIDGE & TUNNEL MAINTENANCE PROJECT TECHNOLOGY CO.,LTD

钢筋混凝土结构现状

所有钢筋混凝土结构中的**25%**结构性缺陷或功能过时
30%的钢筋混凝土结构对象已经超过50年的设计寿命
 需要维修，修复或更换

开发采用并实施系统处理来进行**防腐**是有必要的

各行业规范设计中都包涵了系统的预防性养护



使用抗腐蚀电块的重要性

随着我国近年来基础设施建设的飞速发展，特大桥梁、特长隧道这些结构物也相伴而生。钢筋混凝土的腐蚀也成了结构养护的重点。根据国内相关调研，我国桥隧等结构大都无法满足其设计使用寿命，一般20~30年就必须进行大修加固，而结构的修复需要花费大量的代价来恢复其完整性及纠正重大安全缺陷。

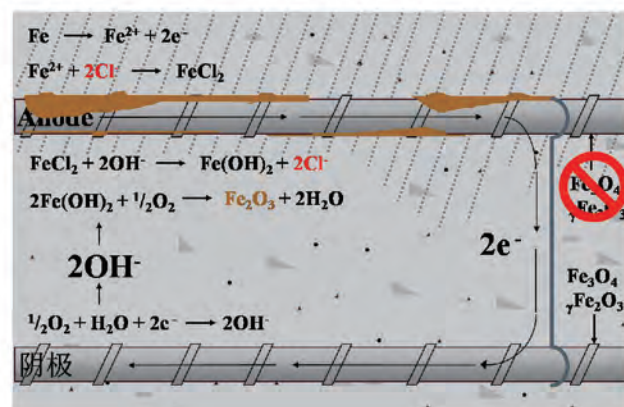
结构所处环境条件和防护措施是影响其耐久性的外因，外界环境对钢筋混凝土的破坏是物理化学作用的综合结果。暴露在野外环境的桥隧等混凝土结构，受到风沙、水侵、冻融、汽车尾气、融雪盐等侵蚀因素，结构寿命很难达到设计理论值。

在影响钢筋混凝土结构耐久性的诸多因素中，钢筋的腐蚀危害最大，根据2014年中科院海洋研究所的研究表明，我国的腐蚀总成本约占当年GDP的3.34%，总额超过了21000亿人民币。当钢筋腐蚀后其有效截面会不断减小，并且降低了混凝土对钢筋的握裹力，使得结构的承载能力迅速下降，并不可恢复。

通过多年的工程实践，经过科学的数据统计及分析，使用抗腐蚀电块可以有效地延长结构10-20年的使用寿命。极大地节约了工程维修或重建的人力、物力和财力。

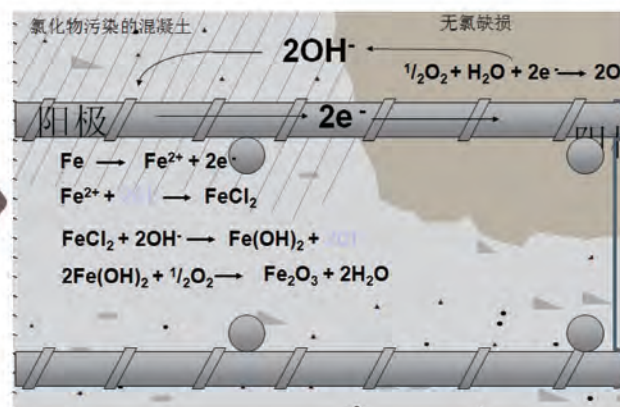
在原有钢筋混凝土结构中的腐蚀过程

随着混凝土的逐渐碳化, 氯离子等的侵蚀, 钢筋周围原有的钝化保护膜被破坏, 已被污染腐蚀处的钢筋变为阳极, 未腐蚀处的钢筋变为阴极。Fe逐渐被Cl⁻置换成Fe²⁺



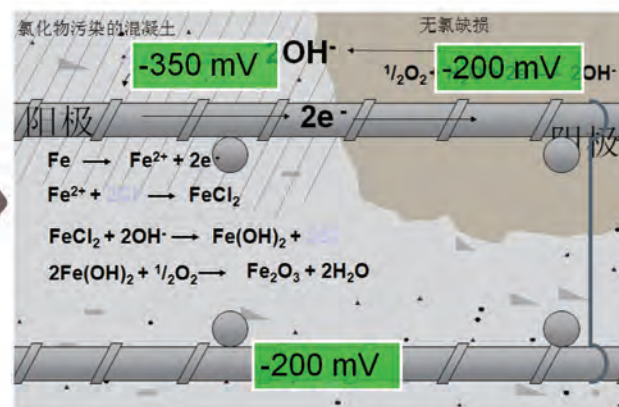
修补后的钢筋混凝土结构

经过修补后的钢筋混凝土结构, 原有的混凝土含有氯化物, 缺损处的修补不含有氯化物, 即原有混凝土里的钢筋变成阳极, 修补处的钢筋变为阴极



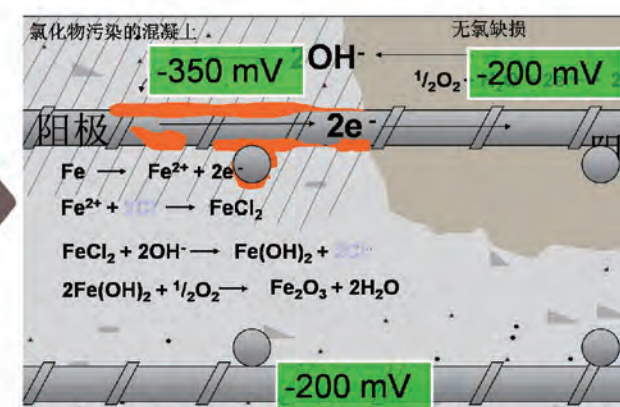
修补缺损处带来的加速腐蚀!

在受氯离子腐蚀的混凝土和新修补的砂浆之间, 由于“环阳极”的存在会加速钢筋的锈蚀!

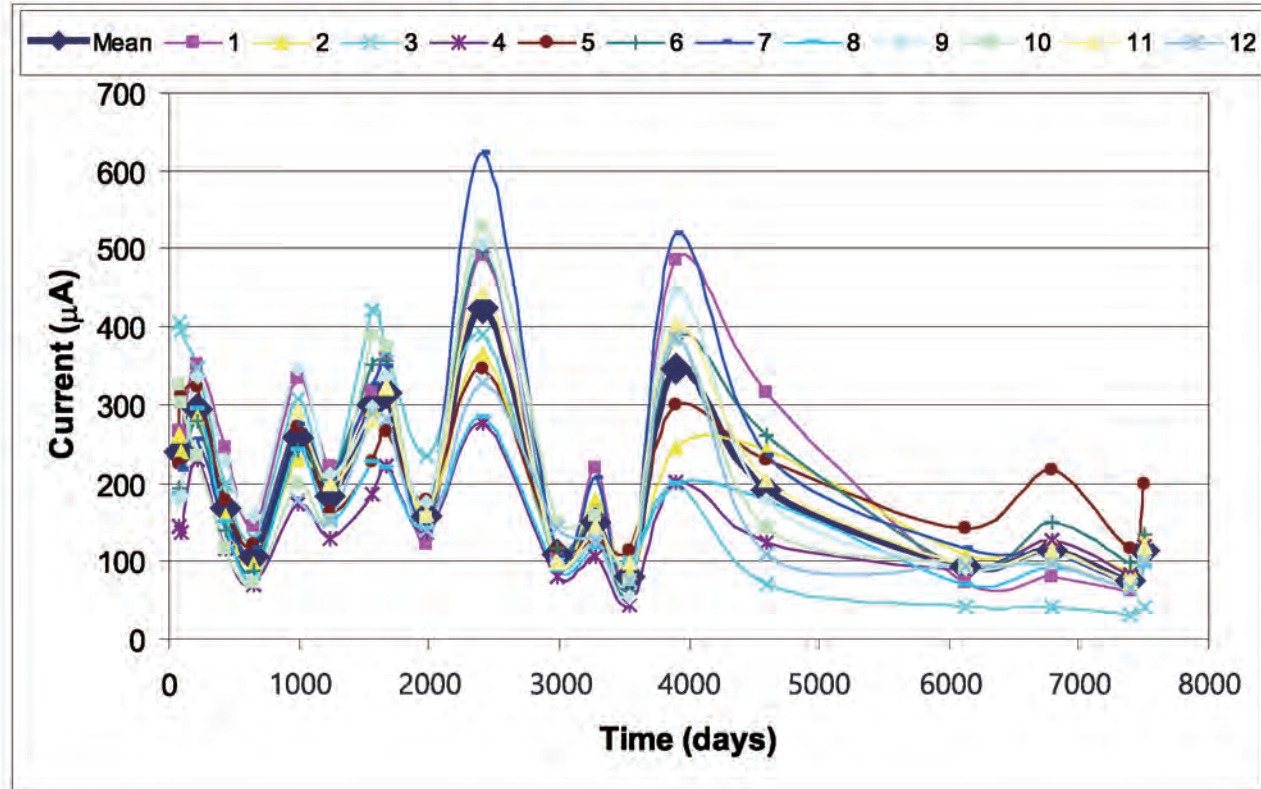


关键问题——再次腐蚀!

由于电势差的存在, 缺损处的修补反而给结构带来更严重的结构腐蚀!



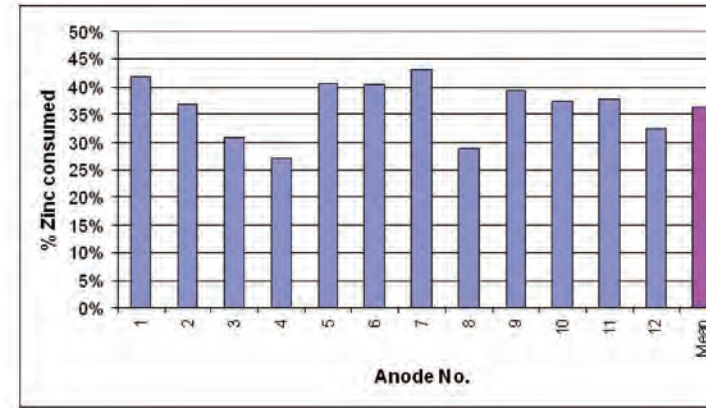
20年监测 — 电流变化



极性测量

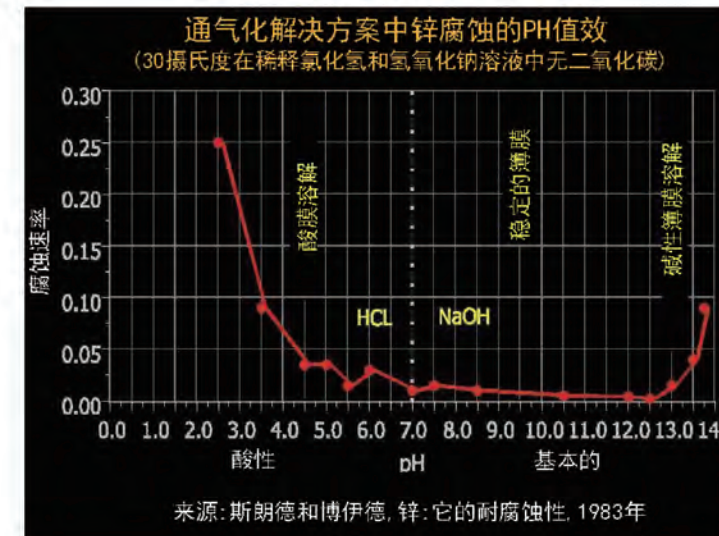
接入天数的号码	修复范围湿的梁拱腹, 阳极的中间值 (MV)	从维修端过来, 在被显示距离上的梁西垂直面 (毫伏)	
		50mm	300mm
21	56	58	56
41	27	47	31
50	22	55	28
112	24	48	11
3400	95	184	未确定

锌消耗量



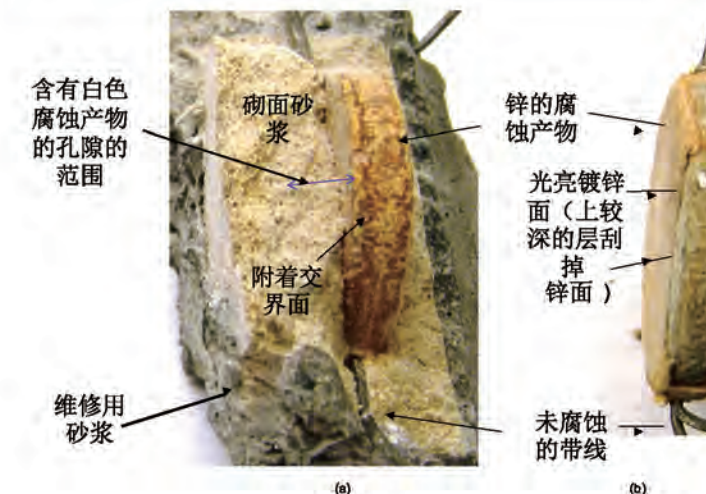
● 根据电流输出和85%的利用率来计算

碱激活



- 高pH值对锌具有腐蚀性, 但对钢没有腐蚀性
- 允许锌阳极对被加固钢筋混凝土提供超时保护

20年后的取证分析

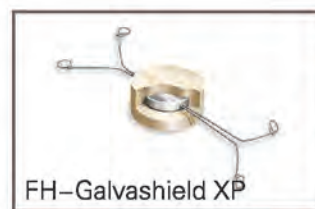


- 白色氧化物在砌面砂浆孔隙内, 不影响维修砂浆
- 取证之后, 内部锌块还有一半左右的重量

电化学防腐材料——耐久性保护系统

FH-XP 基本型抗腐蚀电块

说明：圆盘型独立的阳极、碱性的活性锌、2 G™技术。
应用：用于接缝处，对要修补的部位和接缝处进行预防性防腐处理
技术参数：预防性防腐间距：（175——750mm）



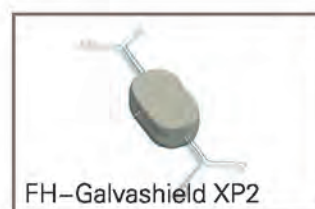
FH-XPT 窄型抗腐蚀电块

说明：棒状型独立的阳极、碱性的活性锌、2 G™技术。
应用：如桥面铺装，新建或改建都适用。对要修补的部位和接缝处的周围进行预防性防腐处理低面混凝土保护层，拥挤的钢筋间距。
参数：预防性防腐间距：（175——750mm）



FH-XP2 增强型抗腐蚀电块

说明：椭圆形独立的阳极、碱性的活性锌、2 G™技术。
将阳极安置在稳定位子运用BarFit™技术开槽
应用：锌块质量是GXP的2倍，预防性防腐或者控制要修补部分和接缝处的腐蚀
参数：预防性防腐间距：（300——750mm）
腐蚀控制间距：（200——600mm）



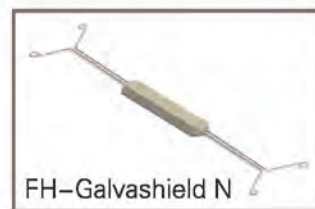
FH-XP4 专业型抗腐蚀电块

说明：椭圆形独立的阳极、碱性的活性锌、2 G™技术。
将阳极安置在稳定位子运用BarFit™技术开槽
应用：锌块质量是GXP的4倍，预防性防腐或者控制要修补部分和接缝处的腐蚀高氯离子含量或者高密度的钢结构
参数：腐蚀控制间距：（150——750mm）



FH-N 薄型保护层抗腐蚀电块

说明：棒状型独立的阳极、特别长绷紧的电线、碱性的活性锌、2 G™技术。
应用：运用在新建筑物上的预防性防腐处理、整体防护预防性养护混凝土接缝处的周围和其他有问题的区域
参数：预防性防腐间距：（不大于750mm）



简要阳极安装步骤



电化学防腐材料——耐久性保护系统

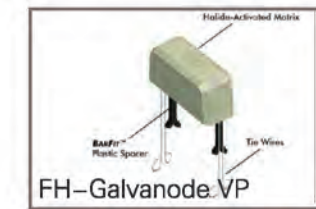
FH-CC 预防性抗腐蚀电块

说明：圆柱形独立的阳极、碱性的活性锌、2 G™技术。
应用：打孔埋入，可以预防性控制混凝土腐蚀
参数：腐蚀控制间距：（325——700mm）



FH-VP 预埋式结构抗腐蚀电块

说明：棒状独立的阳极、活性的氯化锌、BarFit™塑料垫片
应用：对要修补的部位和接缝处进行预防性防腐处理
参数：预防性防腐间距：（175——750mm）



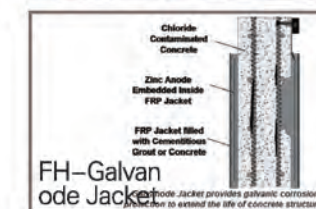
FH-DAS 结构加固新旧钢筋连接处抗腐蚀电块

说明：嵌入式阳极可以分散保护、碱性的活性锌
应用：电化学包装、包壳、镶边
参数：依据于使用寿命和保护的需求



FH-Jacket 夹克型水下桩柱结构加固抗腐蚀电块

说明：安装在固定地方的电化学阳极模板、分布式碱性阳极或者网状的锌阳极、散装的锌阳极
应用：电化学包装、包壳、镶边
适用于海洋和非海洋环境
参数：阳极的选择和间距依据设计的需求



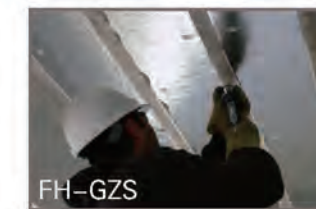
FH-ASZ+ 海洋环境下混凝土抗腐蚀电块

说明：金属化锌的阳极应用于混凝土、湿润的活化剂
应用：大区域的保护例如桥梁和海洋建筑物
参数：阳极厚度：（250——500 μm）
湿润活化剂用量：0.1L/㎡



FH-ZincSheet 混凝土表面安装活性阳极锌片得抗腐蚀电块

说明：表面安装锌阳极应用于混凝土、导热的胶黏剂
应用：整体保护或者预防性控制防腐
参数：阳极厚度：（250 μm）
通常阳极覆盖混凝土表面的50%——100%



一、非监测点的安装

- 1 去除钢筋与抗腐蚀电块捆绑部位表面的阻锈漆（钢筋表面涂了一层阻锈漆，该防护层绝缘性强，会影响抗腐蚀电块的防护作用）



打磨钢筋，去除阻锈漆

- 2 将抗腐蚀电块两端的金属丝捆绑在打磨好的部位，绑紧使之与钢筋充分接触；



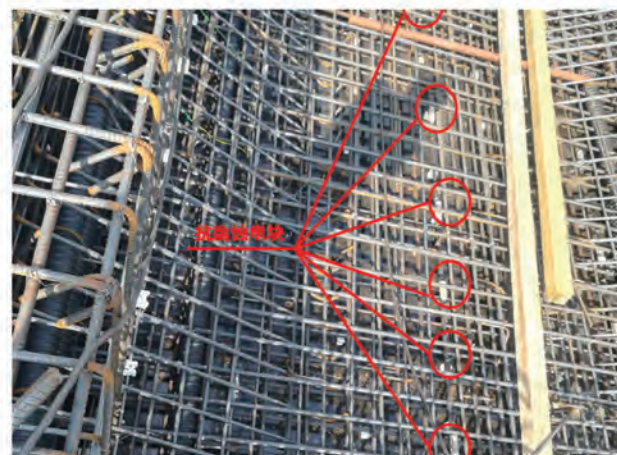
抗腐蚀电块捆绑图

- 3 使用扎丝将抗腐蚀电块固定钢筋上（使抗腐蚀电块不会发生位移）；



抗腐蚀电块固定图

- 4 按照图纸指定位置，进行安装。



抗腐蚀电块安装图

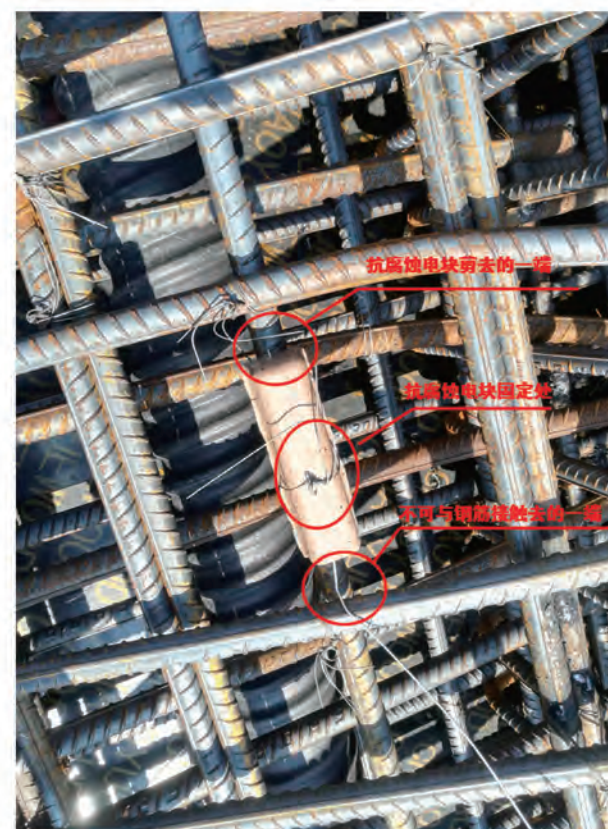
二、化学电位监测点抗腐蚀电块安装

- 1 根据“一”的①-③进行安装
- 2 取一根铜线，将一段去除外皮，将裸露出来的铜线与抗腐蚀电块的金属丝或者钢筋打磨好的部位进行捆绑，捆绑结实后将铜线引出至外部。



三、保护电流监测点抗腐蚀电块的安装

- 1 将抗腐蚀电块两端的金属丝剪去一端；然后放置钢筋固定好，且使另一端金属丝不可与钢筋接触（下图为指导安装演示图，施工安装为最底下一层）

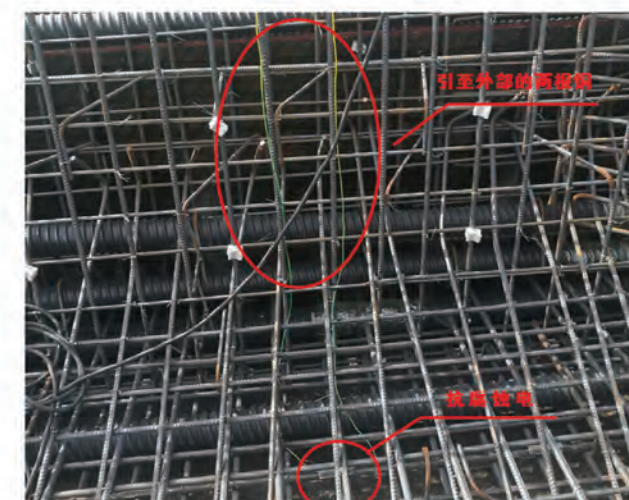


保护电流处监测点处抗腐蚀电块前处理图

- 2 取两根铜线，一根与抗腐蚀电块的剩余的一端金属丝捆绑牢固，另一个铜线与抗腐蚀电块附近打磨过的钢筋进行捆绑牢固（下图为指导安装演示图，施工安装为最底下一层）



- 3 将两根铜线引出至外部。

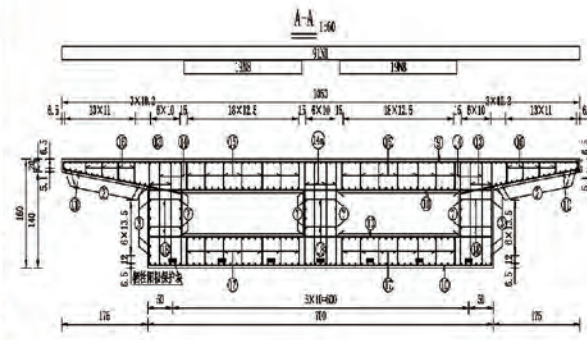


珠海某跨海大桥案例

本项目依托于珠海市鹤洲至高栏港高速公路一期工程，在白藤河大桥A、B匝道桥梁现浇梁结构及海水中墩柱结构进行抗腐蚀电块安装。主要手段为施工阶段在钢筋上绑扎抗腐蚀电块以此来达到电化学防腐的目的，提高桥梁结构的使用寿命。



白藤河大桥

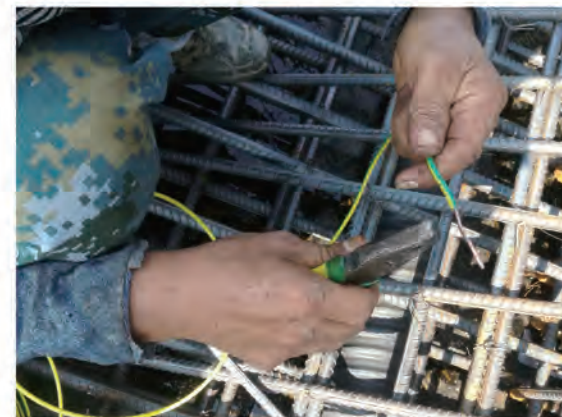


施工图纸

(1) 现场安装流程



1. 根据图纸安装抗腐蚀电块



2. 引出测量铜线



3. 检测电流



4. 接入监测盒

(2) 抗腐蚀电块数据测量

2020年1月，已在白藤河大桥A匝、B匝道桥梁现浇梁结构安装牺牲阳极。B匝已经安装完成一年，A匝安装完成半年，经与甲方讨论商定，A匝、B匝的化学电位监测点各设置20个点；保护电流监测点各设置10个。现A匝进行第一次测量，B匝进行第二次测量，测定保护电压数据如下：

A匝保护电压

编号	数据 1	数据 2	编号	数据 1	数据 2
1	0.794	0.796	11	0.689	0.657
2	0.503	0.512	12	0.773	0.870
3	0.635	0.643	13	0.665	0.684
4	0.530	0.536	14	0.791	0.795
5	0.762	0.773	15	1.060	1.031
6	0.684	0.673	16	0.970	0.953
7	0.779	0.831	17	0.684	0.691
8	0.854	0.861	18	0.785	0.749
9	0.762	0.689	19	0.955	0.897
10	0.900	0.924	20	0.865	0.837

B匝保护电压

编号	数据 1	数据 2	编号	第一次 (V)	第二次 (V)
1	0.753	0.746	11	0.665	0.732
2	0.655	0.659	12	0.537	0.554
3	0.772	0.698	13	0.992	0.935
4	0.535	0.557	14	0.499	0.534
5	0.871	0.769	15	0.578	0.621
6	0.931	0.889	16	0.832	0.796
7	0.766	0.857	17	0.878	0.799
8	0.854	0.837	18	0.649	0.703
9	0.624	0.724	19	0.810	0.834
10	0.712	0.736	20	0.603	0.652

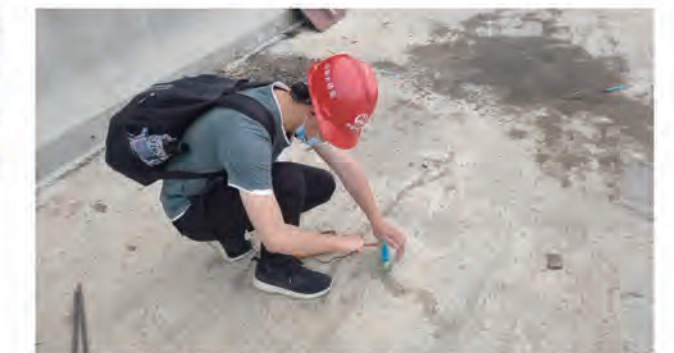
A匝保护电流

编号	1	2	3	4	5
保护电流 (mA)	1.215	0.968	0.879	1.012	1.133
编号	6	7	8	9	10
保护电流 (mA)	0.839	1.142	0.931	0.965	1.245

B匝保护电流

编号	1	2	3	4	5
保护电流 (mA)	1.210	0.997	1.012	1.121	0.979
编号	6	7	8	9	10
保护电流 (mA)	1.127	0.782	1.210	1.101	1.089

由于现场所在地天气炎热干燥，监测点较干，故保护电压偏低，但此时的保护电压仍较高，表明牺牲阳极的活性物质的电位低于所处环境，故牺牲阳极处于正常工作状态。根据要求，预防腐蚀的电流要求为0.2-2mA，故所测得的电流符合要求，表明此时的钢筋与牺牲阳极间存在电流，即钢筋不会遭受腐蚀。



保护电压现场测试图

总结：

抗腐蚀电块可保护桥梁长达10—20年，目前通过监测一年的数据，所测保护电压数据表明，抗腐蚀电块正处于正常工作状态，保护电流表明，钢筋正处于受保护状态，即钢筋不会遭受腐蚀。故牺牲阳极有效，但后期仍需长期进行跟踪监测。

南京长江大桥电化学防腐修复工程案例

今年是南京长江大桥通车51周年，自2016年开始两年多的封闭维修后，南京长江大桥已全新回归。南京长江大桥始建于1958年，是我国第一座自行设计与施工、自主研制材料建造的特大型公铁两用跨江大桥。大桥建成运行48年，部分桥跨经有关专业单位检测

评估为危桥，钢纵梁局部疲劳开裂，结构劣化，双曲拱桥拱肋开裂、锈蚀露筋、混凝土剥落、拱波开裂渗水等现象普遍。法赫中国所负责的电化学防腐修复工作，主要针对桥孔边拱肋及中拱肋混凝土剥落、拱肋钢筋锈蚀现象。



南京长江大桥引桥双曲拱桥拱肋混凝土剥落



引桥双曲拱桥拱肋钢筋锈蚀、露筋

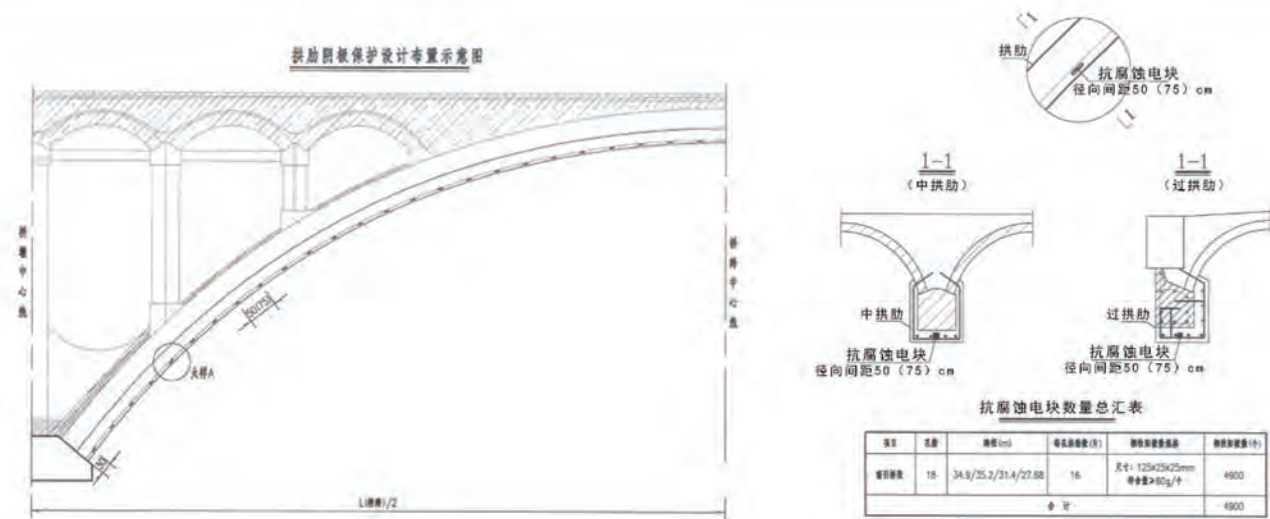
传统的修补技术是对缺损的混凝土进行修补，并对原有外露钢筋进行除锈，但该技术并未根本消除未凿除的混凝土中存在的氯离子、氧和湿气；采用局部修补后，会形成新的腐蚀电池，老混凝土中的钢筋成为腐蚀电池的阳极，修补混凝土中的钢筋成为腐蚀电池的阴极，从而加速老混凝土中钢筋的腐蚀，这种现象称为“环阳极腐蚀”或“光环效应”。

钢筋混凝土电化学修复技术主要有阴极保护、电化学除盐和电化学再碱化。阴极保护又可以分为强制电流阴极保护辅助阳极系统和牺牲阳极系统，而法赫引进的埋入式抗腐蚀电块是混凝土局部修补技术的突破，该系统施工简便，使用效果好，在国外使用广泛。根据病害检测结果，由于直接受风雨侵蚀及长期桥面

填料下渗水的影响，绝大部分混凝土边拱肋及部分中拱肋有混凝土剥落、拱肋钢筋锈蚀现象，考虑到修补后的混凝土强度比原结构要高，新旧混凝土之间存在电位差及边拱肋恶劣的环境影响，拱肋原钢筋及修补后的钢筋随着时间推移有进一步锈蚀的可能，故在拱肋局部增设阴极保护。

拱肋阴极保护设置原则：

- (1) 所有桥孔边拱肋进行全面阴极保护，间距75cm。
- (2) 所有中拱肋根据实际检测情况进行局部阴极保护，原则上钢筋自然腐蚀电位负移300~500mv时设置抗腐蚀电块，间距75cm。



南京长江大桥修复工作采取的加固修缮技术已尽可能减少对文物本体的破坏或干扰，最大限度保留历史原物的建筑风貌和建筑特色。作为修复中的关键一环——拱肋的电化学防腐修复工作，也让法赫得到了意想不到的收

获。法赫中国向来不畏艰苦，勇于创新，敢于挑战，才能担此重任。感谢南京长江大桥，这是我们一生中值得珍藏的记忆！



如今的南京长江大桥

电化学防腐工程项目信息表

为了给您提供更好的钢筋混凝土结构养护——“电化学防腐”方案，项目所涉及的完整信息是提供方案的必要因素。我们会根据您所提供的信息来制定方案与报价。

1 项目信息：

项目名称：_____ 地址：_____

单位名称：_____ 电话：_____

联系人：_____ 手机：_____

邮箱：_____ 日期：_____

2 基本信息表：

序号	混凝土结构名称	总面积 (m ²)

3 病害统计表：

裂缝(m)		钢筋锈蚀 (m ²)	剥落掉块 (m ²)	混凝土 保护层厚度 (mm)	混凝土腐蚀(m ²)	
裂缝 ≥ 0.15mm	裂缝 < 0.15mm				渗水腐蚀 (m ²)	其它腐蚀 (m ²)
环境描述：						
主要病害描述：						

请将完整的信息填入表内，可通过以下方式反馈于上海法赫桥梁隧道养护工程技术有限公司：
 地址：上海市北高新技术服务园区江场三路88号6层
 电话：021-61172030/31
 传真：021-61172035
 网址：www.fahe-qs.com

