



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

地址：上海市市北高新技术服务业园区江场三路88号6层
电话：+86 21 61172030 61172031
传真：+86 21 61172035
邮编：200436
网址：www.fahe-qs.com



法赫移动端



法赫订阅号



桥隧预防性养护

www.fahe-qs.com

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

桥梁隧道预防性养护

——桥梁预防性养护工程是法赫在国内第一个提出的，针对数量占80%以上的中小跨径桥梁，在病害还没有完全发生之前，我们进行定期的、科学的、强制性地检测和保养，主动对病害进行局部修复、对桥梁整体进行全方位养护，即建立“局部修复、整体养护”的思路。

桥隧预防性养护现场演示会	P9-14
桥隧预防性养护工程案例	P15-24
桥隧预防性养护的作用	P25-32
桥隧预防性养护施工工艺	P33-50
桥隧维修加固技术	P51-64
历年科研及合作项目	P65
培训班及各类展会	P66



- 1) FH-GH1007数显回弹仪
- 2) FH-GH1283非金属超声波检测仪
- 3) 深度尺
- 4) 钢板尺
- 5) 卷尺
- 6) FH-GH1016混凝土碳化深度测试仪
- 7) FH-JG1086手持式激光测距仪(增强型)
- 8) FH-GC1228桥隧远距离多功能红外像仪

- 1) 混凝土强度
- 2) 混凝土空洞
- 3) 混凝土蜂窝麻面
- 4) 混凝土剥落掉块
- 5) 混凝土碳化深度
- 6) 远距离 观察
- 7) 远距离测距、测角、测方位
- 8) 混凝土表面缺陷图片采集
- 9) 混凝土内部缺陷图片采集
- 10) 混凝土保护层厚度

- 1) FH-GH1026裂缝自动成像测宽仪
- 2) 钢板尺(卷尺)
- 3) FH-GH1028裂缝深度测试仪

- 1) 裂缝宽度
- 2) 裂缝长度
- 3) 裂缝深度
- 4) 裂缝位移、走向

- 1) FH-GH1002手持式钢筋定位仪
- 2) FH-GH1004电位法钢筋锈蚀检测仪

- 1) 钢筋直径估测
- 2) 钢筋锈蚀程度判定

- 1) 钢板尺(卷尺)
- 2) FH-GC1229远距离多功能桥隧检测仪
- 3) FH-GH1124渗漏巡检仪

- 1) 渗水区域面积

- 1) FH-B8001桥隧多功能养护机
- 2) FH-J8134角磨机
- 3) FH-I8112手持式风动除锈除漆机
- 4) 伸缩缝无损破除机器人

- 1) 打落松动混凝土
- 2) 钢筋除锈
- 3) 大面积清洗
- 4) 伸缩缝无损破除及薄层修补

- 1) FH-B2500桥隧专业维修车
- 2) FH-E8030新旧砼界面凿毛器(单头)
- 3) FH-E8031新旧砼界面凿毛器(三头)
- 4) FH-E8037混凝土翻修凿破机(电动)

- 1) 快速高效地拆除混凝土
- 2) 不伤害原有结构物
- 3) 大面积均匀凿毛

- 1) FH-F8041/8042/8043手持式混凝土盘形/环形/链形切割器(内燃)
- 2) FH-F8044/8045隧道排水开槽机(内燃/电动)

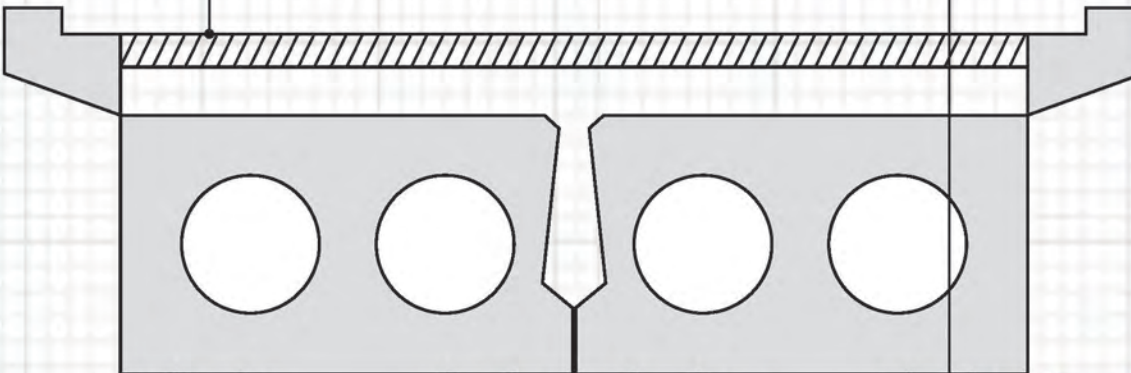
- 1) 快速切割钢筋混凝土
- 2) 隧道排水开槽

- 1) FH-B8007电控多功能灰浆机
- 2) FH-H8101电控强力砂浆机
- 3) FH-D8022桥隧界面喷涂机(内燃)

- 1) 混凝土修补、压浆、喷射
- 2) 喷涂、远距离疏松等一系列问题

伸缩缝无损破除及薄层修补

支座更换及垫石灌浆修补



混凝土检测

裂缝检测

钢筋检测

渗水检测

表面处理系统

无损凿除系统

切割开凿系统

修补系统

防渗防漏整治

钢筋防腐系统

裂缝修补系统

混凝土修补系统

混凝土防腐系统

混凝土防水系统

结构加固系统

装饰性涂装系统

锥坡整体修补系统

- 1) 排水管周边渗水
- 2) 桥台台帽及盖梁渗水
- 3) 梁板底部裂缝渗水
- 4) 梁板间铰缝渗水

- 1) FH-JTR1 混凝土防腐防渗封闭材料
- 2) FH-PV300聚氨酯密封胶
- 3) FH-JC20铰缝专用卷材

- 1) 钢筋外露除锈
- 2) 电化学防腐

- 1) FH-CX永久性锈转化剂
- 2) FH-FerroGard903渗透性钢筋阻锈剂
- 3) FH-Galvashield/Galvanode牺牲阳极保护系统
- 4) FH-Ebnex 外加电流保护系统
- 5) FH-Norcure 电化学处理系统

- 1) $\leq 0.15\text{mm}$ 时封缝处理
- 2) $\geq 0.15\text{mm}$ 时无渗水裂缝补强
- 3) $\geq 0.15\text{mm}$ 时渗水性裂缝修补
- 4) 大面积微裂纹修补

- 1) FH-EM 裂缝封胶(进口)
- 2) FH-DD/DC 裂缝补强胶
- 3) FH-CTR1/2 混凝土防水防腐保护系统
- 4) FH-Baricote(K-315) 混凝土和砖用防水膜

- 1) 结构缺陷修补
- 2) 薄层修补
- 3) 提高密实度
- 4) 支座灌浆
- 5) 桥台锥坡整体混凝土浇筑

- 1) FH-CR 无机聚合物砂浆
- 2) FH-CR(III) 无机聚合物砂浆
- 3) FH-CR4 快干型混凝土修补砂浆
- 4) FH-Baricote(K-315)混凝土和砖用防水膜
- 5) FH-GR6447早强型(支座)快硬灌浆料
- 6) FH-CR3123 薄层地面修补料

- 1) 防水防盐
- 2) 防止碱骨料反应
- 3) 防止碳化
- 4) 提高混凝土耐久性

- 1) FH-CRG 混凝土无机防水防盐保护剂
- 2) FH-CTR1/2 混凝土防水防腐保护系统

- 1) 桥面防水
- 2) 梁体防水

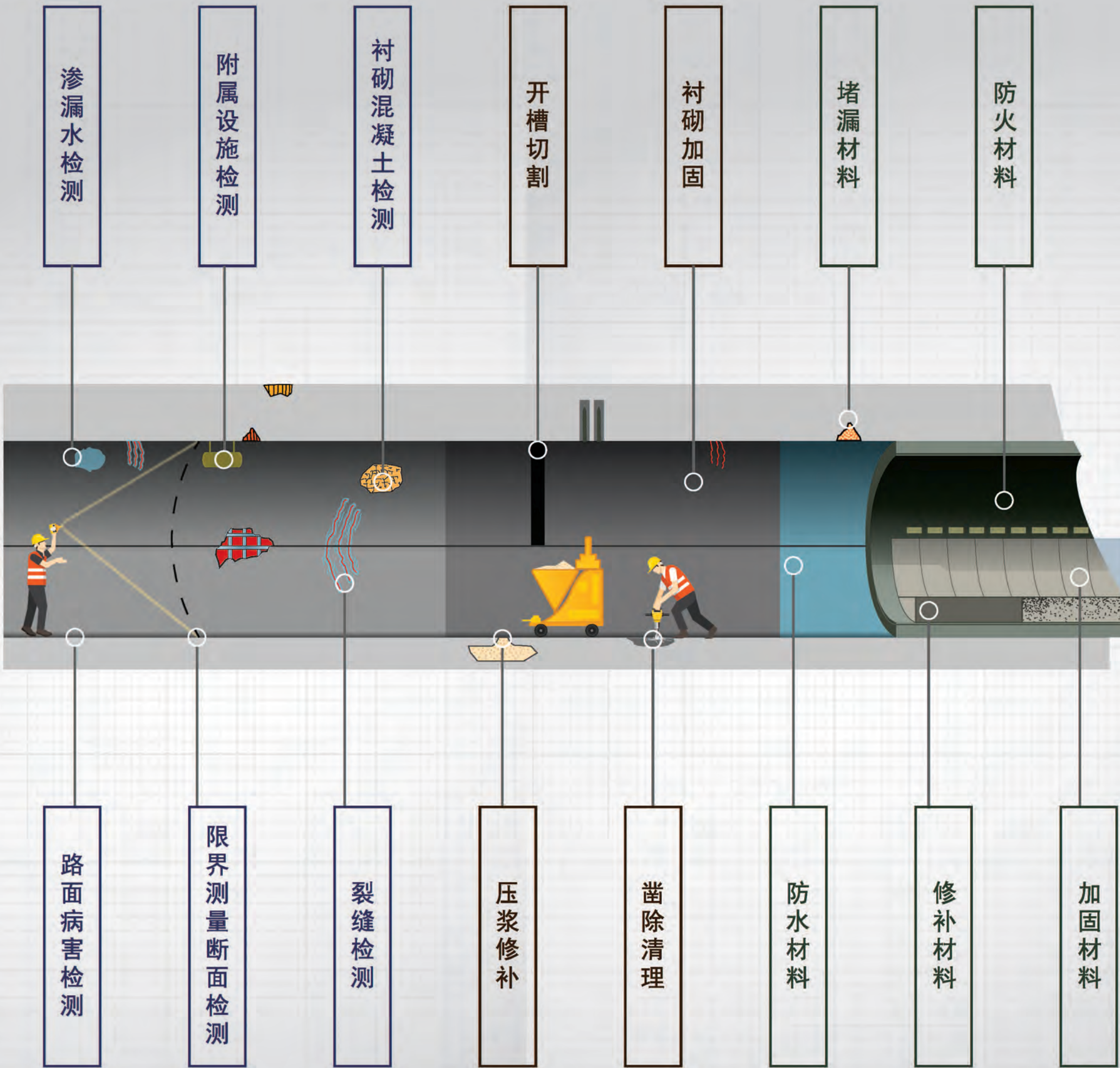
- 1) FH-CTR1 混凝土防腐保护剂
- 2) FH-KIM 混凝土防水外加剂
- 3) FH-JTR1 混凝土防腐防渗封闭材料
- 4) FH-DTR1 混凝土防水材料
- 5) FH-DTR1(III)混凝土防水材料

- 1) 碳纤维布
- 2) 非预应力碳纤维板
- 3) 预应力碳纤维板
- 4) 呼吸式碳纤维

- 1) FH-SST C Sheet 碳纤维布
- 2) FH-SST L (II)aminates CFK 1 非预应力碳纤维板
- 3) FH-CFP 预应力碳纤维板加固系统
- 4) FH-SST C/G/A-sheet 呼吸式复合纤维布加固系统

- 1) 防水防盐害
- 2) 防水自清洁
- 3) 符合市政桥涵外观要求

- 1) FH-CRG 混凝土无机防水防盐保护剂
- 2) FH-DTR2 防水密封胶
- 3) FH-CLN 纳米弹性防水涂料



桥梁隧道预防性养护

1	土压力盒
2	位移监测
3	锚杆
4	应变计
5	沉降监测
6	孔隙水压计
7	钢筋计
8	初衬
9	激光测距仪



桥梁预防性养护
公路系统演示会现场

甘肃省演示会



湖北省演示会



陕西省演示会



桥梁预防性养护
公路系统演示会现场

新疆演示会



辽宁省演示会



福建省演示会



桥梁预防性养护
铁路系统演示会现场

西安铁路局演示会



武汉铁路局演示会



济南铁路局演示会



桥梁预防性养护
市政系统演示会现场

上海演示会



辽宁省演示会



浙江省演示会





- 01-K36+904、K65+233预防性养护工程
- 02-G3015线K1348+304-K1795+341段16座桥
- 03-乌鲁木齐铁路局兰新线预防性养护工程
- 04-G30高速桥梁、S303预防性养护工程
- 05-G30线K1998+180九坝河中桥预防性养护工程
- 06-G6线(北京-拉萨)呼和浩特特大桥K421+772
试验工程
- 07-河北033国道预防性养护工程
- 08-沈阳铁路局哈大线预防性养护工程
- 09-盘锦中桥40#预防性养护工程
- 10-辽宁K124+154预防性养护工程
- 11-葫芦岛市丹绥线(S327)东沙河大桥位于
K1231+306
- 12-上海铁路局京沪线预防性养护工程
- 13-杭州湾跨海大桥
- 14-G104线浙江台州横山头通道桥K1749+685
- 15-S206线厦门K287+736后坂三桥
- 16-湖北潜江天门汉江大桥预防性养护工程
- 17-西安铁路局侯西线K139预防性养护工程
- 18-库尔勒S321线K5+700-K50+864段5座桥
- 19-阿克苏G3012线吐和高速公路里程为
K529+490-K741+659段, 总共27座桥
- 20-喀什地区(G3012线K1316-K1466)
- 21-阿克苏国道G217线K1010+385-K1071+119段
6座桥梁
- 22-和田地区(G315线K2528-K2625)
- 23-G218线K421+072-K929+510段10座桥
- 24-G3012线K221+880-K332+356段16座桥
- 25-海南G98海南环岛高速公路K538+099至
K588+000段白莲、大丰、美台3座立交桥
- 26-G312线“祁家大山隧道”K1897+335
~K1898+195
- 27-甘肃省G316线“柏树子隧道”
- 28-甘肃省G316线“袁家湾隧道”
- 29-天峻高速-天水5座桥
- 30-天水G310线-龙凤1#、2#桥
- 31-京藏高速G6线-刘寨柯至白银段, 33座桥



桥梁远景施工前后对比照片

施工前



施工后



桥面施工前后对比照片

施工前



施工后



防撞墙施工前后对比照片

施工前



施工后



伸缩缝施工前后对比照片

施工前



施工后



桥梁隧道预防性养护 工程案例



桥梁隧道预防性养护 工程案例



梁侧及排水管、泄水孔施工前后对比照片

施工前



施工后



支座施工前后对比照片

施工前



施工后



梁底施工前后对比照片

施工前



施工后



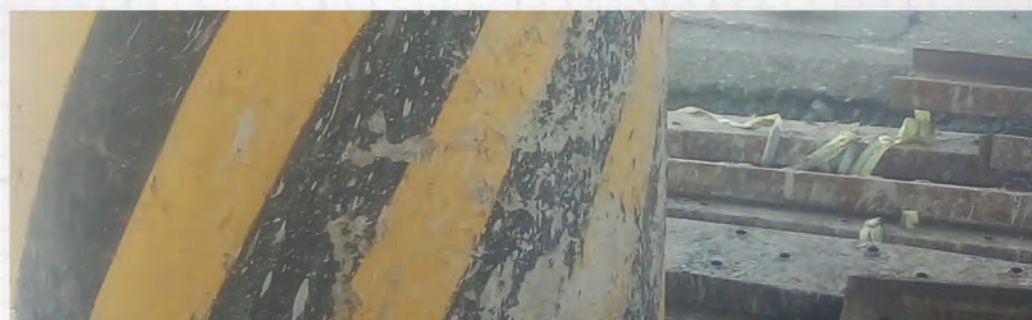
桥梁隧道预防性养护
工程案例



桥梁隧道预防性养护
工程案例

墩柱、墩台、台帽施工前后对比照片

施工前



施工后

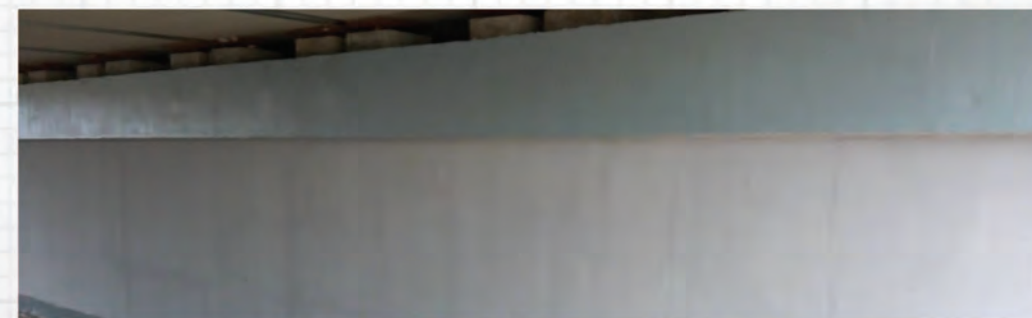


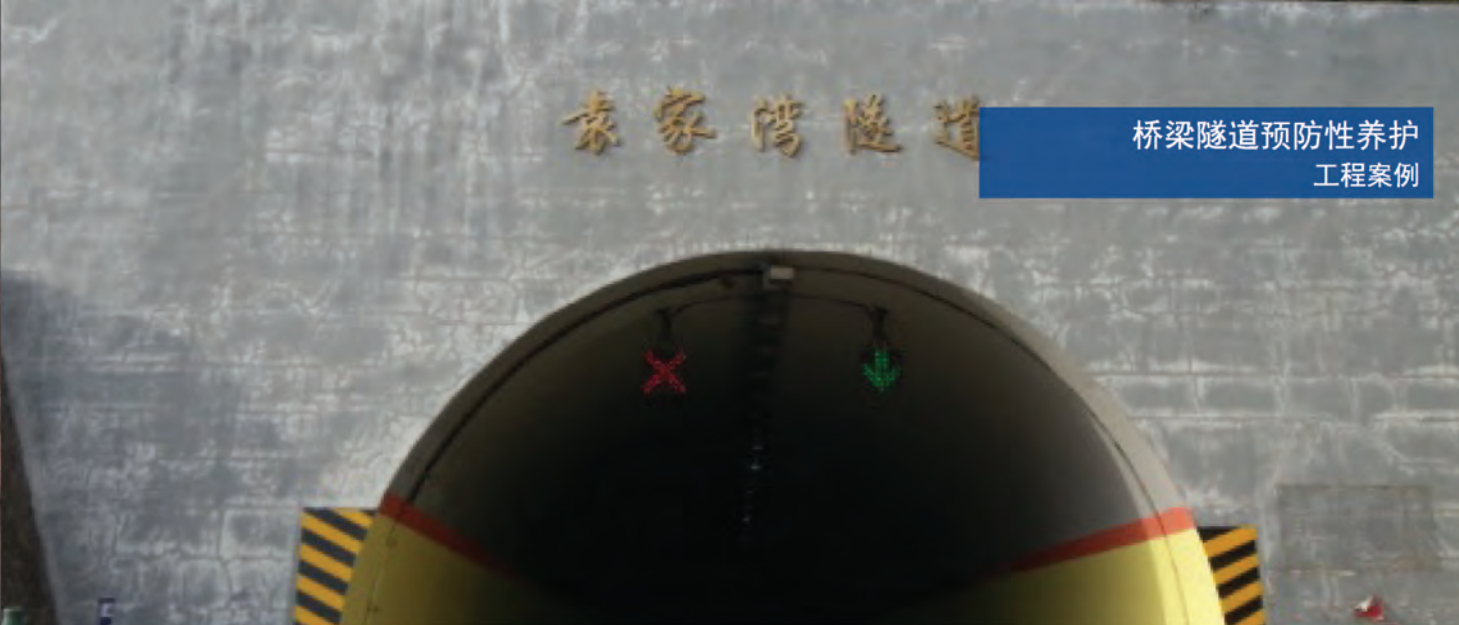
墩柱、墩台、台帽施工前后对比照片

施工前



施工后





甘肃省（柏垭子隧道、袁家湾隧道）

病害照片：



隧道纵向及环向裂缝



隧道网状裂缝



隧道纵向裂缝



隧道路面破损，开裂



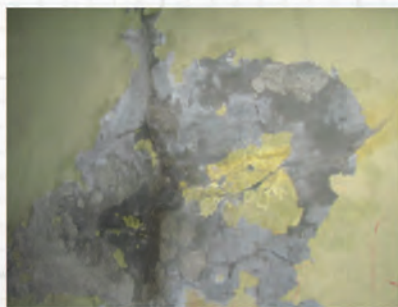
路面开裂及破损



隧道衬砌渗水腐蚀



隧道衬砌渗水腐蚀



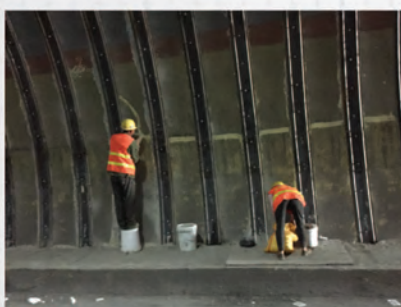
隧道衬砌渗水腐蚀



隧道路面横向裂缝

甘肃省（柏垭子隧道、袁家湾隧道）

施工照片：



完工照片：



病害成因简单分析

- 1) 衬砌厚度不足，衬砌厚度不均匀，局部段落存在空洞，导致衬砌承载力不足、受力不均，产生开裂。
- 2) 原隧道仰拱填充不密实，结构厚度不足，并且雨季雨水浸泡导致周边岩土体侧压力及基底反力增大，最终导致路面开裂破损。
- 3) 隧道排水系统不完善，地下水不易排出，且结构开裂，故存在渗漏水现象。

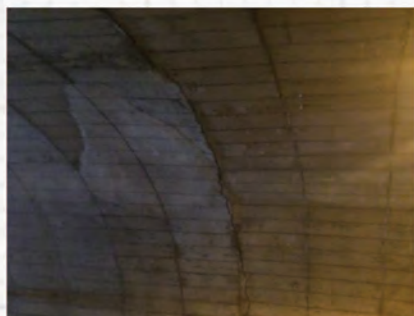
整治思路：

- 1、针对对衬砌开裂进行环氧树脂胶灌注封闭加固。
- 2、针对路面开裂及破损位置，进行凿除路面板，重新浇筑路面结构。
- 3、隧道洞身渗漏水，采用凿槽埋管法引排周围地下水，对衬砌渗水严重段落在拱脚处增设引水沟，并疏通隧道原有排水系统。
- 4、衬砌厚度不足、局部位置背后脱空段落，采用粘贴W型钢带加固处治；对局部位置背后脱空进行注浆处治。



G312线（静宁隧道）

病害照片：



项目情况简介

祁家大山隧道位于G312线，起讫桩号：K1897+335~K1898+195，全长860m。隧道自运营到本次加固前，期间已出现不同程度的病害，针对这些病害已进行了2次处治维修，两次处治维修并未彻底解决病害。本次维修加固方案：洞身采用重新施做40cm厚套衬砼、重新施做仰拱及路面，仰拱及套衬内设置H175型钢及钢筋，重新施做隧道的排水系统，套衬加铺防水板，仰拱下设置中心排水沟及纵向排水沟。

此次加固方案的实施，彻底解决隧道病害，使隧道的使用性能和安全系数大大提高。

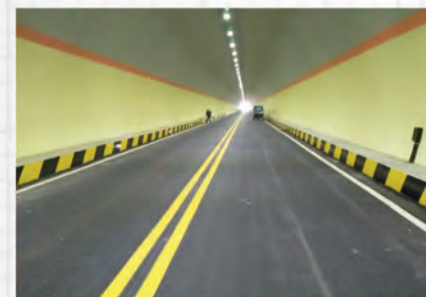


G312线（静宁隧道）

施工照片：



完工照片：



祁家大山隧道加固施工主要工艺介绍

祁家大山隧道加固主要分为以下几部分：仰拱施工、套衬施工、路面施工、隧道装饰。

套衬施工

- 1) 原二衬裂缝处理
- 2) 原衬砌背后孔洞注浆
- 3) 隧道渗漏水处治
- 4) 拱脚打设锁脚锚管
- 5) 防水板施工
- 6) 套衬拱架及钢筋施工
- 7) 套衬砼浇筑施工

仰拱施工

- 1) 原路面及以下开挖
- 2) 中心排水沟及检查井施工
- 3) 仰拱拱架加钢架安装
- 4) 仰拱砼浇筑施工
- 5) 仰拱填充砼浇筑施工

路面施工

本隧道加固路面设计为复合式路面（26cm混凝土路面+9cm沥青面层）。

隧道装饰施工

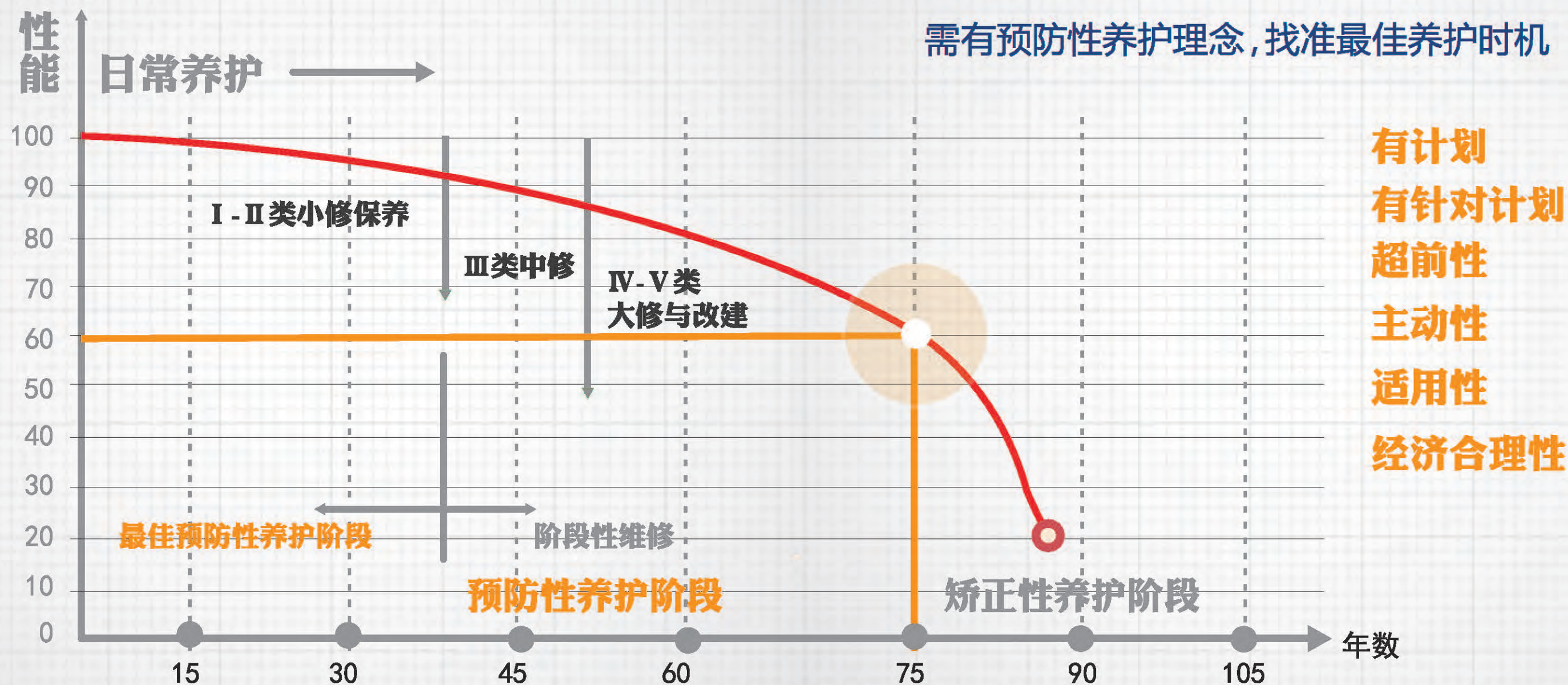
隧道装饰主要分为隧道内涂装及隧道两侧洞口涂装。洞内外涂装主要为防火涂料涂刷以及部分警示漆的涂刷。

国外研究证明：一质量合格的道路桥梁，在使用寿命75%的时间内，性能下降40%（这一阶段称之为预防性养护阶段），如不能及时养护，在随后12%的使用寿命时间内，性能再次下降40%，从而造成养护成本大幅度的增加（这一阶段称为矫正性养护阶段）。

在建桥梁越来越多，在役桥梁服役年限越来越长，通行车辆荷载越来越重，单车轴重越来越重，桥梁运行结构安全不容乐观。

据交通部调查统计，截止2014年，我国公路桥梁达75.71万座，其中危桥1.17万座。全国公路隧道为1.01万处、4257.89万米。

需有预防性养护理念，找准最佳养护时机





传统工艺？



管理角度

出现裂缝问题——修补裂缝？
出现混凝土剥落问题——修补混凝土？
出现渗水问题——堵漏修补？
今年修第一跨，明年修第二跨？
病害统计难以量化



经济角度

修完再修，不断走回头路；
反复进场、搭建脚手架；
日常检测费用不足？
成本增高，人工增多；



安全角度

局部修复具有安全隐患，存在弊端；
容易引发二次、三次病害；
不系统带来的诸多问题；



技术角度

专注小型病害、多处病害、常见病害；
“重”路面、“轻”桥梁；



施工质量

由于病害反复，施工管理缺乏整体规划性；施工设备、材料等都临时采购；
施工队伍缺乏经验积累；
施工质量层次不齐；
施工工期较难管控；

预防性养护工艺！

病害整体统计，利用工艺一次性消除整桥病害；
简化预算提报；
局部修复、整体养护；即建立整体性修复的思路，一次性全部养护；
从关注病害到关注整桥的转变；
每年选取约 30%的桥梁进行预防性养护；
全面提高管理水平，做好样板工程

减少人工、减少重复工作、与更换方案相比，预防性养护能节省 75-80%的成本；
涵盖日常检测工作；
按桥梁的投影面积计算单价，涵盖人工、材料、设备；
坚持做好预防性养护，节省“结构性”检查工作；

修旧如新，提升安全感；
提高安全性、耐久性；
提高桥隧的使用寿命；

彻底解决病害反复问题；
桥下养护与桥面路面同时进行

施工管理整体规划；
固定的先进仪器、设备、材料；
具有固定的、有丰富经验的、兼具管理水平的施工队伍；统一的、标准化的先进工艺；
大大缩短工期，保障施工质量；

桥梁隧道预防性养护

桥梁预防性养护能同时解决的6大类、20种病害！

渗漏水

混凝土裂缝

混凝土腐蚀

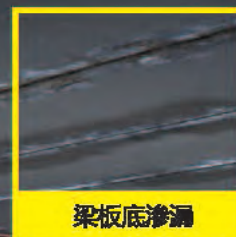
混凝土剥落

锈蚀

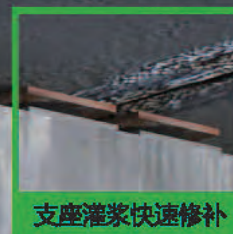
桥面结构层破损



排水管周边渗漏



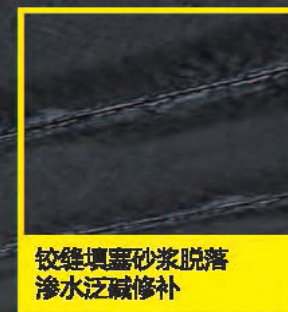
梁板底渗漏



支座灌浆快速修补



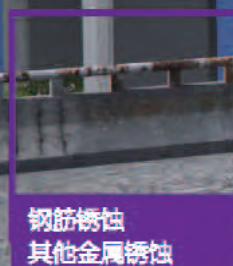
渗水性腐蚀
碱骨料腐蚀
碳化



铰缝填塞砂浆脱落
渗水泛碱修补



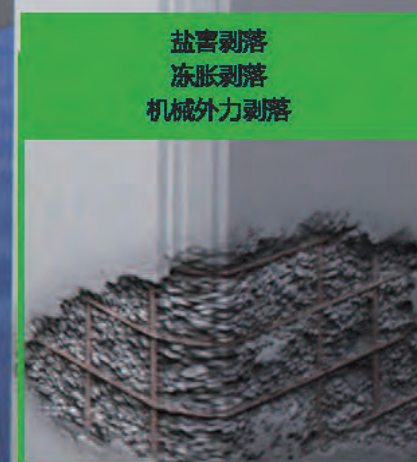
台帽、盖梁渗漏



钢筋锈蚀
其他金属锈蚀



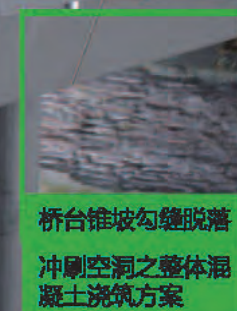
防水混凝土破损
防水层(柔性)破损
铺装层破损
伸缩缝破除机器人及薄层修补



盐害剥落
冻胀剥落
机械外力剥落



$\leq 0.15\text{mm}$ 裂缝
 $\geq 0.15\text{mm}$ 裂缝
非贯通裂缝 (以中性轴为界)
贯通裂缝 (以中性轴为界)



桥台锥坡勾缝脱落
冲刷空洞之整体混
凝土浇筑方案



水浸入

水能自然渗透钢筋混凝土的毛细孔隙结构。在混凝土碳化区域，或在钢筋表面氯化物含量较高的区域，易发生钢筋锈蚀、混凝土开裂或剥落。



动态和静态载荷

交通荷载增加、不当的设计、结构破坏、疲劳破坏、地震影响或其他机械冲击（如车辆冲击）等因素会造成超载，或使结构的荷载能力降低。



较大的温度变化

桥梁本身的性质和位置决定了其在昼夜、冬夏之间或结构的不同表面之间承受的温差较大。上述温度循环会形成混凝土结构内部的热应力和热运动，导致桥梁开裂。



二氧化碳

二氧化碳与混凝土结构水泥孔隙中的氢氧化钙发生反应，生成碳酸钙沉淀。这一过程称为碳化过程，会降低混凝土对钢筋的保护。



氯化物入侵

氯化物来自冬季使用的除冰盐或海工环境中的盐水。氯化物可渗透钢筋混凝土结构，破坏钢筋表面钝化膜并快速锈蚀钢筋。



冻融反应

冷冻环境下毛细孔隙的游离水膨胀，冻融过程会造成混凝土中产生应力，导致质量低劣的混凝土表面剥落。水中存在的氯化物也会大大加速此过程。



表面侵蚀/磨损

混凝土构件（如桥墩或桥柱）浸在水中，其表面会不断受到侵蚀和磨损。快速的水流、水中的沙粒或其他固体物质都会对其造成损坏。



火灾损害

由交通事故等引起的火灾会导致混凝土构件（包括桥柱、桥面或预制构件等）的结构完整性受到破坏。



桥隧预防性养护工艺流程



01 表面处理

为保证后续砂浆修复层、防腐涂装层与原基面的粘接可靠，需使用FH-B8001道桥多功能一体机对原基面进行高压水射流处理，清除表面松动混凝土、浮尘、油污、钢筋铁锈。



处理前



处理后

处理后效果：混凝土基面无剥落松动粒、无浮浆、露出坚实的基层；钢筋表面无浮锈及污垢，露出钢筋原色。

FH-B8002 道桥多功能一体机

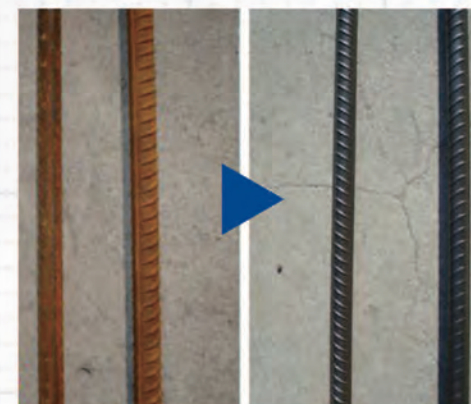
发动机功率	22.8千瓦
无铅汽油燃料消耗量	约5.0升/小时
泵效率	1240升/小时
供水水泵最高温度	40 °C
最低耗水量	工作时在1320升/小时
建议供水压力	1.5 bar



02 钢筋锈转化防锈处理

为防止钢筋再次锈蚀，在基面修复前对钢筋涂刷FH-CX锈转化剂，进行除锈、防锈。

处理前



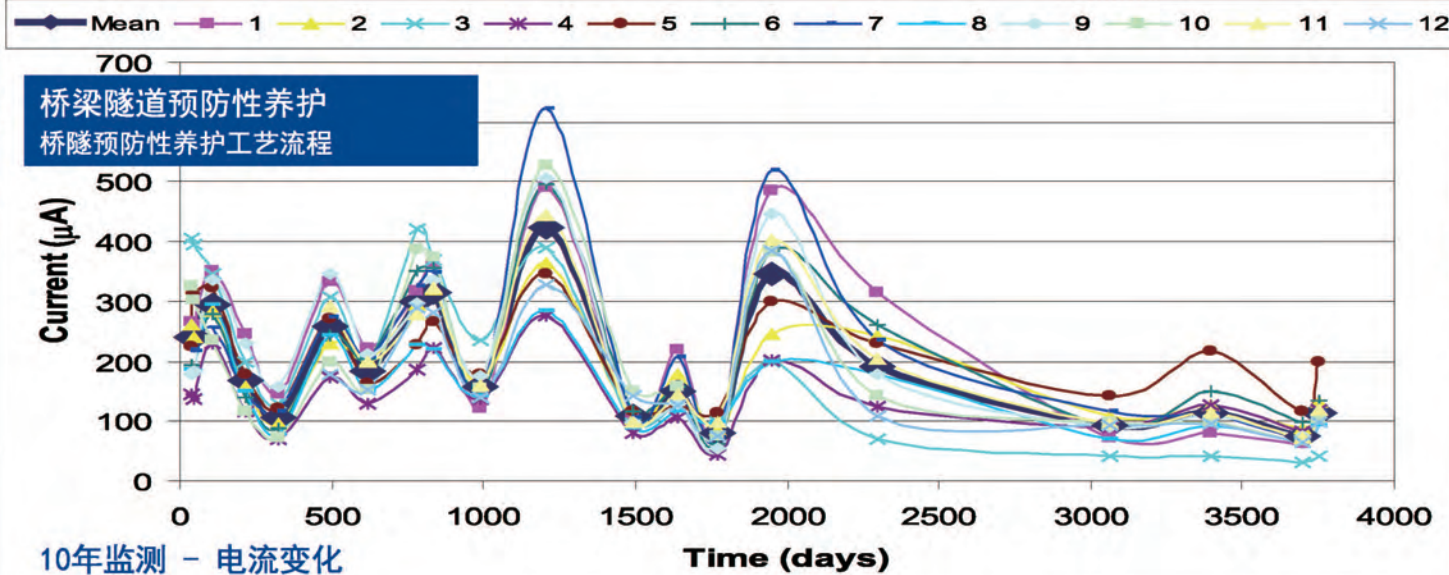
处理后

处理后效果：涂抹FH-CX除锈底漆。可除锈、防锈皮膜生成，一次完成二合一工作。因底漆膜层具有高附着力，从而彻底解决除锈。

用毛刷、滚刷、喷枪等工具，将FH-CX锈转化剂涂覆在带锈蚀的钢筋表面，1分钟左右就会生成黑色的化合物，15-20分钟就会表干形成保护膜，5-8小时后即可进行后续涂装工序。

FH-CX 锈转化剂





03 电化学防腐处理

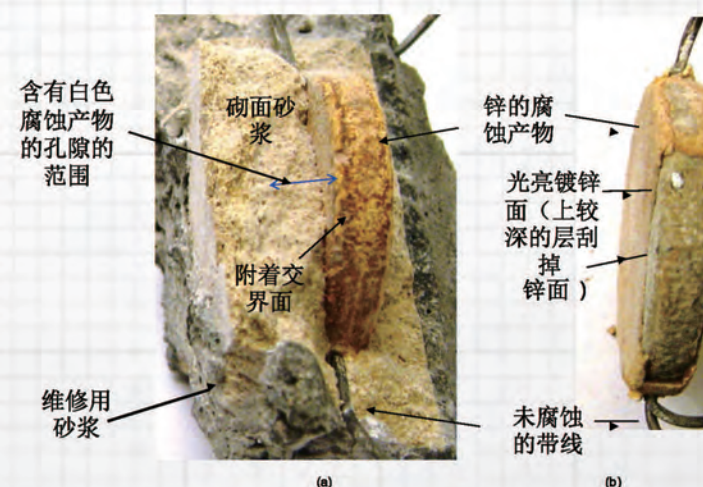
由于受氯离子腐蚀的混凝土和新修补的砂浆之间，会受“环阳极”的加速钢筋锈蚀，即修补缺损处会带来加速腐蚀。所以需要安装阳极保护钢筋。尤其在薄弱区如新旧面结合处、桥面板接缝处、梁端、湿接缝、施工缝、浪溅区等进行电化学防腐处理，防止二次腐蚀。



- 1、牺牲阳极绑扎前，需要将钢筋表层铁锈清除干净；
- 2、将FH-Galvashield N与钢筋绑扎，绑扎要紧密，保证牺牲阳极与钢筋形成通电连接；
- 3、砂浆修复，修复基面前要使用万用表进行验证牺牲阳极与钢筋形成通路；若导线两端通路，则使用混凝土或砂浆进行凹槽修复。若为断路，则重新检查导线连接，直至通路。



10年后的取证分析



04 裂缝处理

若裂缝宽度在0.15mm以下，则直接使用裂缝封缝胶FH-EM对其进行封闭处理

- 1、粘结强度高，达4Mpa以上-完全体现了树脂类材料的优异性能；
- 2、固化时间短。



若裂缝宽度在0.15mm以上，则采用注胶处理

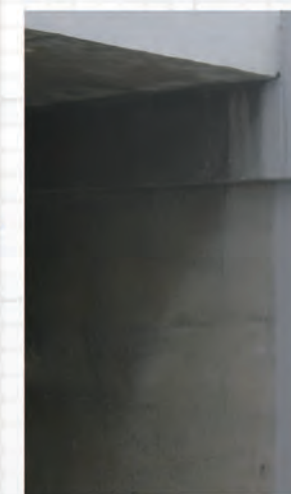
FH-B8001桥隧养护机高压水射流裂缝处理→检查裂缝宽度及走向→粘接注胶嘴→封缝(封缝胶FH-EM)→依次压力注胶(裂缝胶FH-DD)→清除注胶嘴



处理前



处理中



处理后

05 桥台台帽及盖梁渗水腐蚀处理

- 1) 检查台帽面是否平整，若有坑凹不平，先使用FH-CR砂浆修复平整。
- 2) 在台帽外沿采用砂浆修条平台，高于原平面2cm。
- 3) 在台帽、盖梁顶部渗水部位埋设PVC管（引流排水），埋设的PVC管内部一端保证低于台帽平面，以便排水，PVC管外露长度10cm，或可根据现场延长。
- 4) 台帽整体涂刷聚脲（FH-JTR1底涂、面涂）；盖梁顶部15cm范围内、盖梁两侧端部及往里1m范围内涂刷聚脲（FH-JTR1底涂、面涂），其余部位涂刷防水防盐害保护剂（FH-CRG）。



06 梁底板渗漏水处理



梁板底部裂缝一般渗水处理：

- 1) 在梁板底部渗水部位处打孔→粘PVC管排水（引流排水）。
- 2) FH-B8001桥隧养护机高压水射流基面处理→对裸露钢筋除锈→涂刷FH-CX锈转化剂进行防锈处理→出现剥落松散区域混凝土涂刷FH-CTR1防腐材料→涂抹FH-CR无机聚合物砂浆进行保护层修复→板底整体涂刷混凝土防水涂料（FH-DTR1）。

梁板底部裂缝严重渗水处理：

- 1) 在梁板底部渗水部位处打孔→粘PVC管排水（引流排水）。
- 2) FH-B8001桥隧养护机高压水射流基面处理→对裸露钢筋除锈→涂刷FH-CX锈转化剂进行防锈处理→出现剥落松散区域混凝土涂刷FH-CTR1防腐材料→涂抹FH-CR无机聚合物砂浆进行保护层修复→粘贴碳纤维布→碳纤维布表面防护处理。

07 梁板间铰缝腐蚀脱落处理

- 1) FH-B8001桥隧养护机高压水射流铰缝基面处理，清除铰缝内的残余混凝土。
- 2) 在铰缝内填塞保温材料，再进行FH-PU300聚氨酯密封胶密封并平整。
- 3) 沿铰缝两侧梁板下缘各10cm，涂刷混凝土防腐防渗封闭材料FH-JTR1（底涂）和涂刷混凝土防腐防渗封闭材料FH-JTR1（面涂）。



FH-JTR1 混凝土防腐防渗封闭材料

应用简介：

混凝土防腐防渗封闭材料（底涂）的作用主要有两点：一是封闭底材表面的空气和水份，稳固残留的尘粒补强基础，避免面涂层出现空鼓；二是提高面涂层与底材的粘结强度。

混凝土防腐防渗封闭材料（面涂）具有优异的防腐、防水、耐磨、耐温、耐老化、耐化学药品性能。相对于传统的防腐防水产品，混凝土防腐防渗封闭材料（面涂）拥有更好的防护效果，更高的性价比。



FH-JC20铰缝专用卷材粘贴工艺

一、应用简介：

- 1) FH-JC20铰缝专用卷材粘贴于桥梁梁底铰缝，预防铰缝填塞砂浆脱落、渗水泛碱。
- 2) FH-JC20铰缝专用卷材具有自粘性，配合配套底涂使用

二、工艺流程

1、铰缝粘贴基面处理

对铰缝两侧约20cm范围内基面进行基面打磨。



II、涂刷底涂

为保证卷材与混凝土基面的粘结，基面打磨清理干净后涂刷一层配套底涂。



III、FH-JC20铰缝专用卷材粘贴

撕掉FH-JC20铰缝专用卷材粘结面的覆盖薄膜，从铰缝一端开始顺直粘贴，粘贴过程中用橡胶锤砸击卷材，使之与混凝土粘结密实。

铰缝渗水位置标记，并在卷材中间开孔，埋设PVC引水管。



三、施工后效果

粘贴后要求线性笔直，粘贴密实。

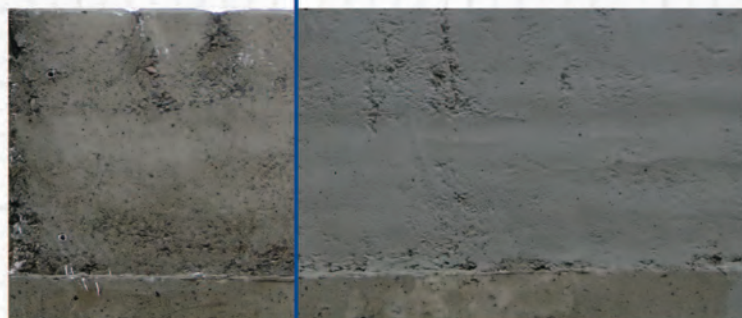


四、注意事项

- 1) 基面处理要平整、无浮尘；
- 2) 粘贴卷材要线形美观。



08 混凝土防水防腐材料基面处理



处理前 | 处理后

FH-CTR1 混凝土防腐材料

应用范围:

具有防腐、抗氯离子渗透、耐老化和耐蚀性能,适用于海洋、水闸、港口工程、桥梁工程、与民用建筑等结构。还能耐稀酸、尿素、苯等化学介质的腐蚀;

产品特点:

与传统的砂浆相比, FH-CTR1混凝土防腐材料 (液料型) 更显示其优越性、不仅成本低,而且施工方便。可人工涂刷、也可机械喷涂,并适合潮湿面粘结,无毒,与基础混凝土温度适应性好,耐大气老化,使用寿命优于普通水泥砂浆3-5倍,克服了普通砂浆耐蚀性能差,长期遇海水浸泡及氯碱性介质分解开裂、脱落的缺点。

使用:

可人工涂刷、也可机械喷涂

技术参数:

检测项目	标准值	实测值
PH值	7.5-9.0	8.5
固体含量 (%)	47.0-49.0	47.6
粘度 (mpa.s)	2500- 5000	2660



09 砂浆涂抹处理



FH-CR 混凝土无机聚合物砂浆

应用简介:

钢筋混凝土受环境的侵蚀,材料老化,或受到外力破坏,经常出现混凝土构件的剥落、露筋、结构破损等现象。为修复混凝土并延长其寿命,可以选择快干型混凝土修补砂浆,快速修复混凝土缺陷。

产品特点:

- 一、修补砂浆操作简便,施工时只需在材料中加水搅拌即可,实现快速修补;
- 二、材料经过高分子聚合物改性,对混凝土构件的结合力极强,镬抹时不垂落,可用于构件的平面、立面及顶面;
- 三、硬化后不收缩、不开裂、强度高;
- 四、能恢复结构强度,防止外界因素对钢筋的侵蚀。



10 排水管周边渗水处理

排水管周边渗水处理

- 1) 若排水管内杂物, 则必须先清除干净。
- 2) 若排水管外露长度不足5cm, 则将排水管接长 (根据实际情况进行接长)。
- 3) 将排水管进水口周边凿除→凿槽清洗干净→涂刷FH-CTR1→填塞FH-CR无机聚合物砂浆进行保护层修复→涂刷混凝土防腐防渗材料FH-JTR1 (底涂)→涂刷混凝土防腐防渗材料FH-JTR1 (面涂)。
- 4) 清洗排水管外侧渗水处→涂刷混凝土防腐防渗材料FH-JTR1 (底涂)→涂刷混凝土防腐防渗材料FH-JTR1 (面涂)。
- 5) 梁板外侧其它非渗水部位: 涂刷FH-CRG防水防盐保护剂。



处理前



处理中



处理后

11 表面防水防盐害处理



FH-CRG 混凝土无机防水防盐保护剂

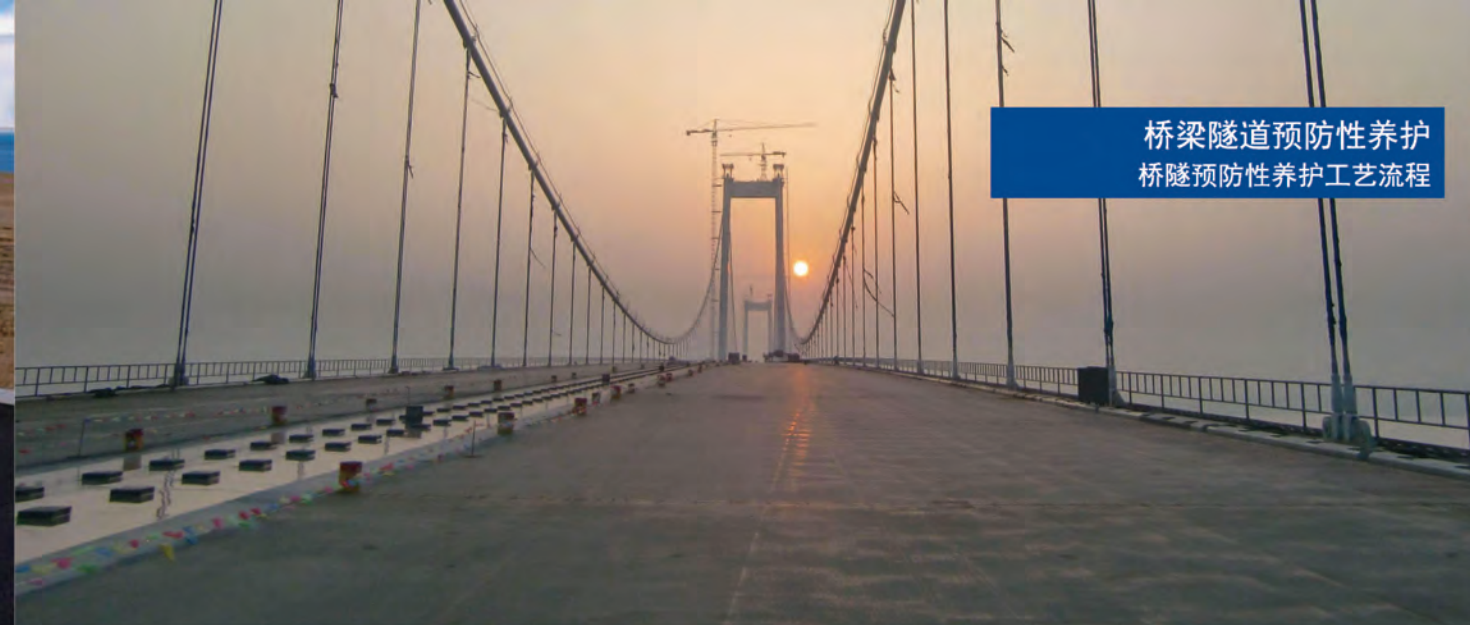
应用简介:

FH-CRG是防止中性化及盐害的表面渗透型强化剂, 抗老化、延长混凝土寿命和提高结构物的稳定性。

产品特点:

- 一、因为是液体, 所以易施工。
- 二、使用无公害物质, 环保。
- 三、混凝土表面强化同时渗透, 增加耐磨损性, 寿命长。
- 四、良好的分散作用维持均匀的强度、不发生龟裂。
- 五、跟混凝土强度相似, 有特殊的附着力不会脱落。
- 六、使用软质树脂因振动、温度变化引起的收缩膨胀没有脱落。
- 七、由于形成密度高的细致组织体, 耐久性很优秀; 由于优秀的渗透力渗透了混凝土的孔隙, 防水性很优秀。
- 八、不会渗漏。
- 九、中性化抵抗性5倍于一般混凝土。





12 路面养护剂施工

高级路面养护剂是在石油沥青的基础上加入多种改性剂、添加剂，在特定的工艺条件下复合而成的油剂型雾封层专用材料。

该产品用于新建路面，可以解决沥青路面由于混合料离析或压实度不足引起的空隙率大造成的渗水问题，用于旧路面，可封闭路面微小裂缝，改善原路面由于沥青老化引起的干涩贫油现象，增大路面集料间的粘结力，延长道路的使用寿命。



具体使用方法：

- 1、沥青混凝土路面清扫，要求基面干燥无尘。
- 2、施工方式：小面积人工涂布，大面积雾封层专用设备喷洒施工。
本工程采用人工刷涂的方式。
洒布量：推荐范围0.25-0.35kg/m²。
表干时间：气温25℃条件下，4-8小时。
- 3、若急于通车，可在养护剂表面扬撒粗砂，表干后即可放行。

13 桥面微表处

针对桥下渗漏水严重的桥梁，可在桥面进行微表处。微表处是用具有一定级配的石屑或砂、填料（水泥、石灰、粉煤灰、石粉等）与聚合物改性乳化沥青、外掺剂和水，按一定比例拌制成流动型混合料，再均匀洒布于路面上的封层。（公路沥青路面设计规范 JTG D50-2006）

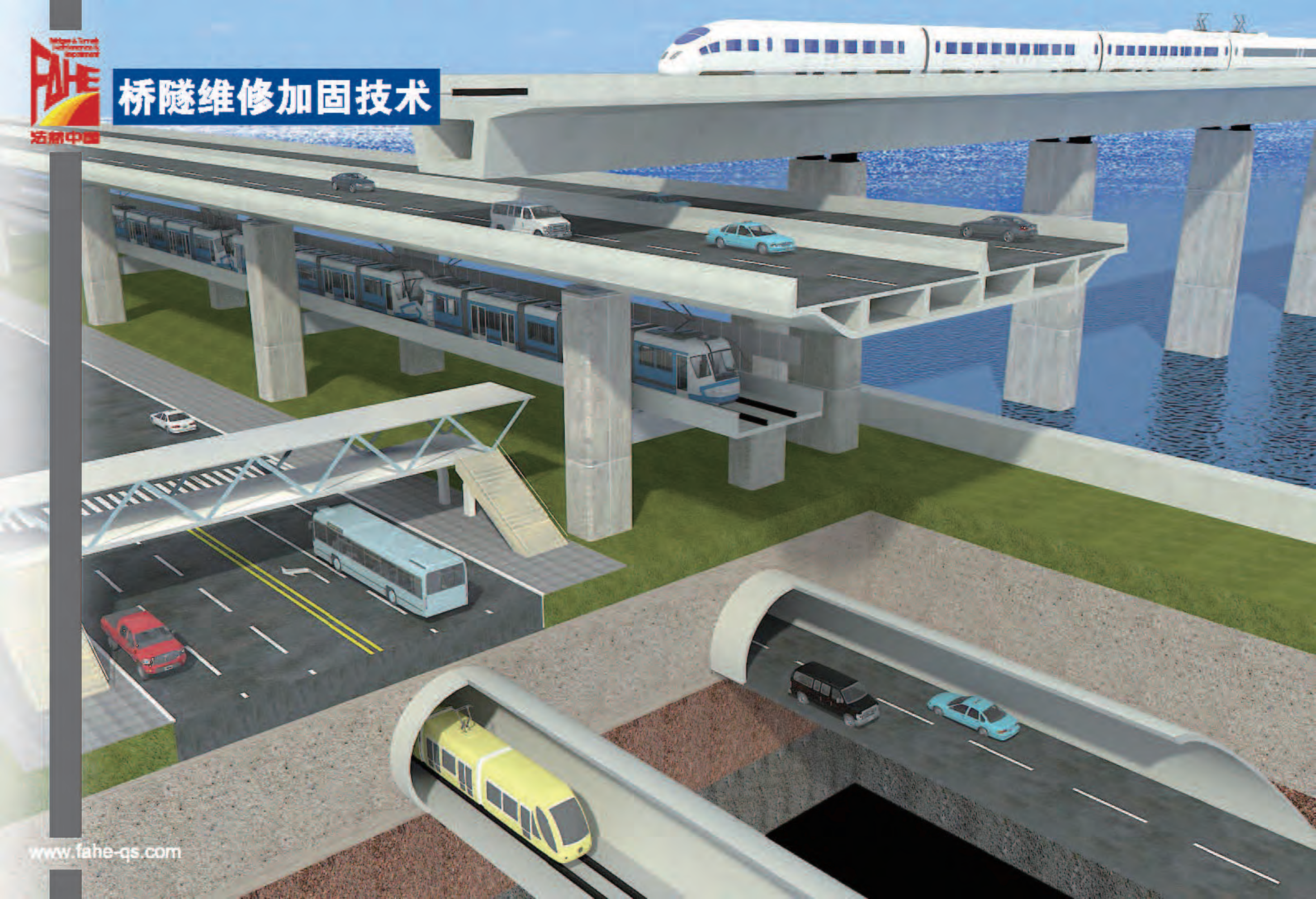
其性能优势有：

- 1、防水：整个路面摊铺，增加防水面，阻止水分下渗；
- 2、耐磨：增加一个磨耗层；
- 3、提高防滑性能：新路面增加摩擦；
- 4、提高路面平整度、美观度





桥隧维修加固技术



01 桥梁维修加固碳纤维复合材料

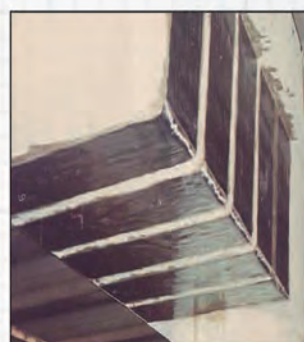
施工步骤:



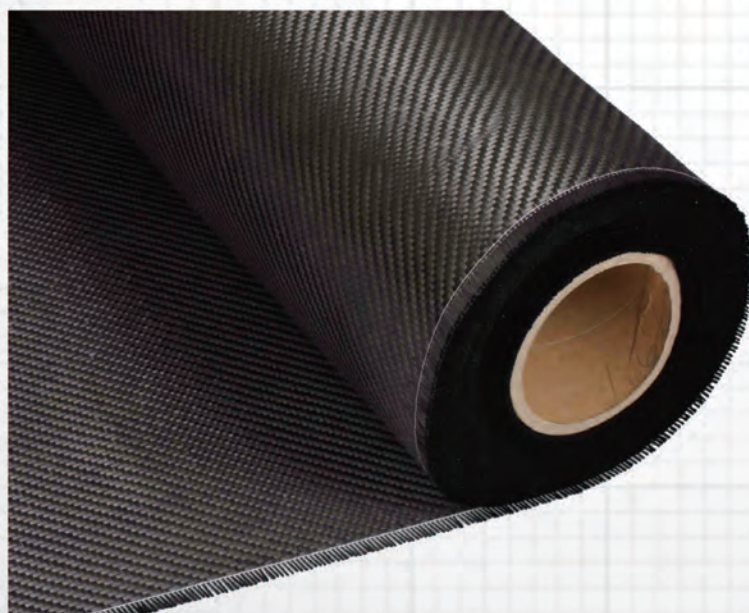
根据脱落部位及缺陷程度, 进行不同批次的修复。



找平处理
涂刷底胶
配制浸渍胶
粘贴碳纤维布



先对整个混凝土表面进行清洗, 清洗顺序从防撞墙, 再到梁板外侧, 盖梁



施工说明:

FH-B8001多功能养护机能够彻底清理表面剥落, 疏松, 蜂窝, 腐蚀等各种缺陷, 同时清除浮沉浮渣, 为梁体修复施工提供良好基面。

梁体得到完美的修复, 同时新的聚合物砂浆与原有混凝土很好的结合在一起。

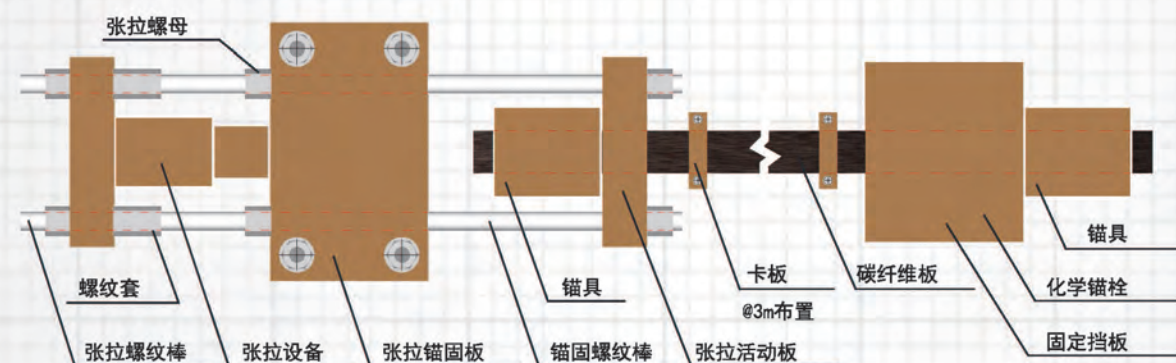
梁板采用粘贴300g I 级碳纤维布加固, 增大梁底抗拉力。碳纤维布自重轻, 施工方便快捷, 不增加结构荷载, 强度高, 能灵活地用于抗弯、封闭箱和抗剪加固, 耐久性好, 抗化学腐蚀和恶劣环境气候变化的能力强, 不增加结构恒载及断面尺寸, 对原结构不会产生新的损伤。

对整个梁体涂刷FH-CRG保护剂, 使梁体得到很好的封闭, 使其具备防水、防盐等各种抗腐蚀性能, 从而提高混凝土的耐久性能。

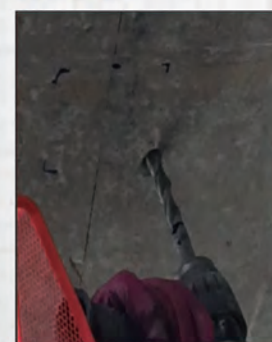
02 预应力碳纤维板加固技术

碳纤维材料弹性模量与钢筋相近, 但抗拉强度是普通钢筋的10倍。要发挥碳纤维材料抗拉强度需要 1.7%的拉伸应变, 而钢筋屈服时拉伸应变仅为 0.15%; 当碳纤维板材与构件内部钢筋 共同工作时, 不考虑钢筋原有的初始应变, 钢筋屈服、混凝土结构就已经发生破坏 (钢筋拉断, 混凝土压坏) 时碳纤维板材所能发挥的强度也仅为抗拉强度的10%左右。因此, 传统不加预应力的碳纤维加固混凝土结构技术, 无法发挥纤维增强复合材料的高强度特性, 造成资源的浪费。

而预应力碳纤维板锚固体系, 通过对碳纤维增强复合材料施加预应力来克服上述缺陷。对碳纤维施加了预应力后, 避免了碳纤维片材应变滞后的现象, 使碳纤维板强度有效发挥, 提升结构承载力, 同时提高受弯构件的抗弯刚度, 减小原构件的挠度, 抑制构件变形和裂缝扩展, 解决了碳纤维强度和弹性模量比值过高的矛盾, 对碳纤维强度的利用远远超出未施加预应力的情况, 具有非常良好的经济效益和社会效益。



施工步骤:





03 伸缩缝无损破除机器人

施工步骤:



施工说明:

- 1.使用伸缩缝无损破除机器人，快速高效地去除伸缩缝混凝土！自动工作的机械臂，高效强大，无损破除，不伤钢筋、不伤梁底板，不需要切缝，快速通车！
- 2.工效:苗除长2m、宽30cm、深度15cm的伸缩缝混凝土，速度仅为22分钟。



04 薄层地面修补料

FH-CR3123 薄层地面修补料

FH-CR3123 薄层地面修补料是一种以快硬水泥为胶结材、配以复合外加剂、聚丙烯纤维和特制骨料的快速修补材料。现场加水搅拌后即使用。

- ◆ 大坍落度—确保复杂结构的有效填充，施工便捷。
- ◆ 早强—最快1小时抗压强度可达30Mpa以上。
- ◆ 体积稳定—材料无收缩。
- ◆ 与基材良好的粘结性。

产品应用

FH-CR3123 薄层地面修补料用于型钢伸缩缝铺装



产品应用

FH-CR3123 薄层地面修补料用于麻面处理



施工工艺养护

抹平压光后对其表面洒水进行养护并加盖塑料薄膜或草袋保持湿润



05 桥梁支座的维修与更换顶升方案

施工步骤:



根据原桥梁设计结构
特点确定起顶点



试顶作业



调试作业



正式起顶作业



更换支座



恢复公(铁)路运行

FH-GR6447 早强型(支座)快硬灌浆料

是一种以水泥为胶结材、配以复合外加剂和特制骨料,现场加水搅拌后即可使用专用建筑物结构加固、修补材料。

- ◆ 大流态—确保复杂结构的有效填充,施工便捷。
- ◆ 早强—3天抗压强度可达30Mpa-50Mpa。
- ◆ 体积稳定—材料无收缩。
- ◆ 良好的渗透性及耐久性。



06 钢结构防腐方案

施工步骤A:



高压水射流表面除锈处理
对防护栏杆杆进行表面处理。



待钢筋表面水干后，对钢筋表面涂
刷第一道FH-CX锈转化剂有漏涂的部位
，涂刷第二道锈转化剂
完全彻底转化铁锈成膜，无残锈存
在。分子级的重排成膜紧密覆盖钢铁表面，
涂膜封闭性好，完全阻隔空气及水份。
水性单剂型，不需溶剂即可施工。



待FH-CX成膜后，进行底涂施工（厚约
50μm）
待底涂涂表干后，进行第一道面涂施工
（厚约100μm）
进行第二道面涂施工（厚约100μm）

FH-CX 锈转化剂



07 防隧道混凝土剥落

施工步骤:



根据脱落部位及缺陷程度，进行不同批
次的修复。



张贴芳纶纤维布纤维布

施工说明:

1. FH-B8001多功能养护机能够彻底清理表面剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等各种缺陷，同时清除浮沉浮渣，为梁体修复施工提供良好基面。
2. CR4有优秀的附着力和防水性，3小时以内即可发挥实用强度、按照季节温度变化抵抗力很强，因此其收缩膨胀不会发生脱落。
3. 底胶使得接合面得到固化，保证复合纤维布的附着面强度。找平胶使得粘帖碳纤维布处的局部不平整得到修复，增加复合纤维布的有效受力。



08 隧道快速止水堵漏解决方案

施工步骤A:



仰拱或
侧边墙渗水

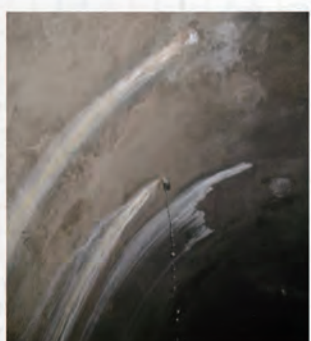


渗水处基面（裂缝、施工缝）进行表面处理

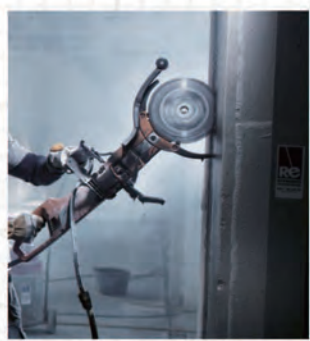


- 1.使用FH-CTR4进行了快速堵漏，止住渗水
- 2.使用FH-CTR1第一道防水层
- 3.使用FH-Baricote(K-315)作防水膜
- 4.涂刷第二道FH-CTR1保护层

施工步骤B:



仰拱漏水



漏水处及裂缝表面处理
开槽排水、引流



- 1.使用FH-Baricote(K-315)作防水膜
- 2.涂刷第二道FH-CTR1保护层，扩大防水面积

09 箱梁改造梁面无损铺装凿毛

施工步骤A:



大面积无损凿毛
FH-B2500桥隧养护车是最先进的高压水射流设备,根据要求调节水流转速,对混凝土表面进行不同深度的无损拉毛,凿毛速度快、效果均匀。



梁侧凿毛
FH-E8030/8031手持式凿毛器解决桥梁的立面等局部狭小环境下的凿毛作业,机身轻巧,使用方便,凿毛效果均匀,效率高,有利于工程抢工期。其刀头采用特殊合金材料制成,耐磨损



施工完毕

10 铁路桥梁步行板加固改造方案

施工步骤:



表面缺陷处理



钻孔和清孔
快速植入
敲击式化学锚栓



桥梁人行道U型
螺栓断裂改造



桥梁人行道增设



11 铁路二型枕轨改造方案

施工步骤A:



快速钻孔和清孔
FH-G8073 轨枕钻孔机(电动) 专用的二型轨枕垂直定位钻孔机可以快速对位、快速钻孔、快速下道



注 胶
FH-E131 快干型化学植筋胶 两分钟初凝；无需调和；使用快捷方便。



安装锚栓



移入护轨



扣 板

12 铁路桥梁横隔板加固方案

施工步骤:



表面缺陷处理
FH-B8001 多功能养护机能彻底清理表面剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等各种缺陷，同时清除浮沉浮渣，为梁体修复施工提供良好基面。



结合处凿毛
基面的凿毛处理要求均匀、轻巧的手持式风动混凝土凿毛器完全适用于立面及顶面的狭小空间凿毛要求。



钻孔
FH-G8073 电机可以快速钻孔。钻孔应当清理干净，保持干燥，不得有油污。



钢筋种植
高承载力，适用于各种载荷；耐高温性能好；其固化时间短，方便施工及测试；适用于小间距，小边距及空间狭小处。



桥梁加固
解决桥梁隧道修补加固中压浆、修补、喷涂、远距离输送等一系列问题，使用时只需额外配一台发电机。



1. 辽宁省高速公路既有混凝土桥的钢筋防腐技术的性能指标 及施工工艺的研究报告
2. 辽宁省高速公路既有混凝土桥梁预防性养护施工工艺规程指南
3. 内高路呼分公司与上海法赫战略合作规划(意向书)
4. 普通国省干线公路桥梁预防性养护技术规程 征求意见稿
5. 山西地标 (普通国省干线公路桥梁预防性养护技术规程)
6. 山西省桥梁预防性养护实施方案指南
7. 同济大学科研课题-桥梁结构预防性养护技术对策研究
8. 铁道科学研究院铁道建筑研究所委托函
9. 新疆果子沟大桥养护专案



国际交通基础设施和材料会议(ICTIM)



中欧功能路面研讨会(CEW)



国际桥梁与结构工程协会(IABSE)



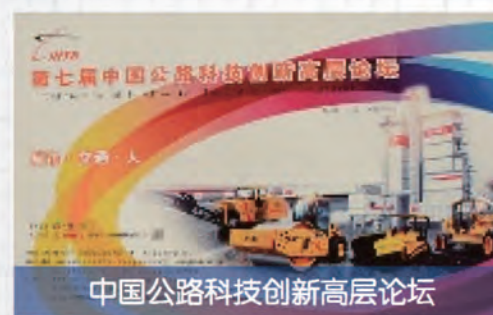
国际华人基础设施工作者协会(IACIP)



国际桥梁养护与管理技术研讨会



工程机械宝马展(bauma China)



中国公路科技创新高层论坛



亚太智能交通论坛



桥隧防治培训班



桥隧防治培训会议