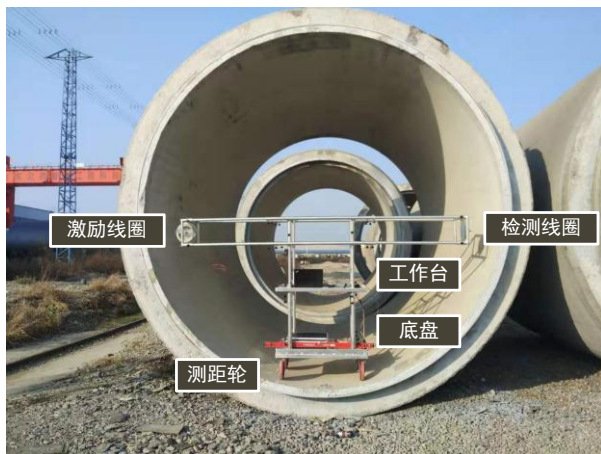


1. PCCP 管放空断丝检测技术及装备

该技术基于国家计划项目，已获得发明专利“基于现场检测与数值仿真相结合的 PCCP 管道断丝的检测方法”（ZL201811121348.0）和“内衬型 PCCP 管道断丝位置检测系统、方法及电子设备”（ZL201910274366.0）。

◆ 技术原理

该技术及装备用于埋地 PCCP 管放空断丝检测。由于采用现场检测与数值仿真相结合的方法，检测装备采用特殊的线圈布置方式，双层缠丝管道检测精度高于国外同类技术。通过定期开展断丝检测，可以为已建 PCCP 管输水工程的安全评估和维修加固决策提供基础数据，保障工程安全运行。



■ 测装置工作原理图

◆ 技术特点

（1）中国水利水电科学研究院通过自主研发，以远

场涡流检测理论为基础，结合电磁场有限元仿真技术，形成了具有自主知识产权的断丝检测装备（包括硬件、软件）和诊断方法（分析模型）。

（2）与国内外同类技术不同，该技术方法基于电磁场数值仿真计算和现场实测相结合的方法。激励线圈和检测线圈的方位、激励信号的幅值和频率应根据管壁结构参数和电磁场有限元仿真计算结果加以确定。

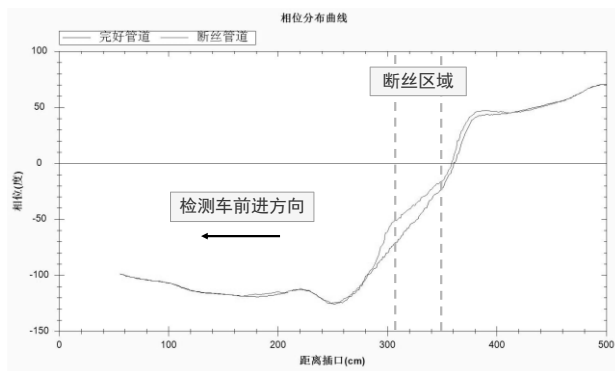
（3）检测时，检测装置在人力推动下沿管道轴线方向匀速移动，同步采集激励信号、检测线圈信号和测距轮信号，实时计算激励信号和检测信号之间的相位差，电磁场有限元仿真计算结果，根据相位差的分布曲线来诊断管道断丝情况。本技术方法及装备尤其适用于双层缠丝管道的断丝检测。



■ 检测装置在人力推动下沿管道轴线方向匀速移动

◆ 技术指标

运用该技术及装备对埋地 PCCP 管进行放空检测，管身断丝检测精度 ± 10 根，断丝区域定位精度 $\pm 10 \sim 20\text{cm}$ 。管道完全排空后无其他施工进场干扰，单台设备检测效率 $2\text{km}/\text{日}$ 。



■ 用于断丝诊断的典型数据曲线图

◆ 应用范围及前景

适用于各种类型埋地 PCCP 管放空断丝检测，尤其适用于双层缠丝管道。



■ 典型管节开挖验证现场

典型案例：南水北调中线干线北京段 PCCP 管工程检测示范应用。南水北调中线干线北京段 PCCP 管道工程上接惠南庄泵站，下接大宁调压池，是南水北调中线北京段总干渠线路最长的大型输水工程，总长约 56.4km，占北

京段总干渠全长的 70%。工程所采用的 4m 直径 PCCP 管道 20%为单层缠丝管道，80%为双层缠丝管道。管道工作压力分别为 0.4 MPa、0.6 MPa 和 0.8MPa。PCCP 管道于 2004 年 3 月开始安装，2005 年 8 月安装完成。工程自 2008 年开始输水，2008 年 9 月至 2014 年底，小流量输水 16.08 亿 m^3 。2014 年 12 月，南水北调中线干线工程开始正式运行，2015 年 7 月，管道全线实现加压供水。PCCP 管道最大输水流量 43 m^3/s ，2019 年 12 月试验运行了设计流量 50 m^3/s ，未发生渗漏和爆管事故。经水利部南水北调规划设计管理局与北京市南水北调干线工程管理处协调部署，中国水利水电科学研究院于 2019 年 12 月 27 日至 31 日和 2020 年 1 月 14 日至 15 日两次进入北京段 PCCP 管进行放空断丝检测的示范应用。根据北京市南水北调干线工程管理处的要求，检测示范应用管段包括管道右线 19#井附近 19-01~19-40、右线 95#井附近 95-80~ 95-100、左线 39#井附近 39-02~39-50、左线 95#井附近 95-80~95-100。共计检测 130 节管道，其中双层缠丝管道占 36%。对左线 39-9、左线 39-16、右线 19-05、右线 95-91 进行了开挖验证，断丝诊断结果与实际开挖验证结果吻合较好。

技术名称：PCCP 管放空断丝检测技术及装备

持有单位：中国水利水电科学研究院

水利部南水北调规划设计管理局

联系人：商峰

电话：010-68781695、13810348981

2. 预制射流板桩水力沉板技术

◆ 技术原理

利用高压水力切土造槽和重力导向定位，将预制的具有凹凸榫槽企口结构的钢筋混凝土预制板（混凝土企口板）送入预定位置，形成连续板桩墙的产品和技术方案。水力切割（内冲外排）、导向定位和整体联结。即在钢筋混凝土企口板内预埋导向定位滑槽、滑板和（横）喷射管，施工时带压力的水流从混凝土企口板底部射出切开地层，混凝土企口板沿被水切成的空槽在自重作用下自然下沉达到预定深度。

◆ 技术特点

（1）该技术应用的板桩内预埋了不同直径的水管，按照一主多支的布置方式将水泵输送来的水流均匀地引导分散至板桩的楔形头，水流直接作用于槽底，克服了水泵射流枪边壁射流时冲槽宽度大、沉降不匀的问题，提高了沉桩入位的准确率和沉桩质量。

（2）该技术应用的板桩两侧面均预设有半圆形隔水道，两板间通过工字型滑板与带缝的方型管滑槽承插连接（凹凸对称的企口），增加了板间引导入槽能力，板间的钢结构导槽通过填塞特制的橡胶止水材料实现止水效果，与传统沉桩平面对接和浅企口（不预埋企口构件）对接配合平止水相比，引导入槽能力得到强化，止水效果更好。

（3）经过多项工程的实际检验，该技术工程适用性更强，施工速度更快，连桩成墙的质量更稳定。混凝土构件标准化、预制化、功能化、生态化已经成为发展趋势，

该产品和技术针源于工程实际需求，与国际主流混凝土构件产品和技术的发展趋势相一致。

◆ 技术指标

经检测，混凝土产品抗压强度等级为 C30，抗冻等级为 F300，抗折强度为 4.0Mpa。

◆ 应用范围及前景

适用于江河湖库护岸护坡工程、堤防和基坑防渗截渗工程。

该技术产品在河道防护工程、渠首水毁修复工程、堤防防渗截渗工程中累计推广应用 2 万余米，在某界湖护岸工程、延寿县朝阳灌区水毁修复工程、松花江哈尔滨新民段护岸工程、某界河堤防堤后截水墙等 15 项工程中得到应用。

技术名称：预制射流板桩水力沉板技术

持有单位：黑龙江省水利科学研究院

大庆中油恩普工程技术有限公司

联系人：王宇

电话：0451-86689251、13804583986

3. HF 高强耐磨粉煤灰混凝土(HF 混凝土)

成套技术

◆ 技术原理

HF 混凝土由 HF 外加剂和符合要求的砂石骨料、水泥、掺和料（粉煤灰、磨细矿渣、硅粉、火山灰微粉或多元粉体）等组成。HF 混凝土技术中包含的 50 多个技术文件就是成套解决抗冲、耐磨和防空蚀问题的具体技术细节和方法。

◆ 技术特点

该（HF 混凝土）成套技术包含：护面无缺陷混凝土的抗冲技术；使护面混凝土更持久的抗磨技术防磨结构；保证使护面达到设计要求的流线型和平整度要求的工艺方法和防空蚀技术；防止混凝土再生不平整度引起空蚀破坏技术；混凝土的裂缝控制和防裂技术；护面结构的设计方法；原材料选择及配合比试验方法；HF 外加剂技术；HF 混凝土施工质量“六度”控制技术；各种体型和浇筑方式对应的施工工法；推移质磨损条件下的混凝土抗磨技术；各种混凝土缺陷和破坏的修复技术等。

◆ 技术指标

（1）HF 混凝土的设计强度为 C30~C50HF，但须符合 HF 混凝土强度设计标准的要求；抗冻指标按 HF 混凝土技术的抗冻标号确定。

（2）混凝土强度标准差较优良评级值小 20%。

（3）按照 HF 混凝土的无裂缝、无缺陷控制技术，

要求浇筑的 HF 混凝土不出现宽度超过 0.3mm 裂缝。

（4）要求混凝土表面平整度达到设计要求的平整度：
3m 长高差小于 3mm；流线型：不出现鼓肚子和凹陷 $\pm 3\text{mm}$ 。

（5）水下钢球法耐磨强度或工程实际使用耐磨耐久性较同标号普通混凝土提高 1 倍以上。

◆ 应用范围及前景

适用于水工泄水、排沙和消能建筑物的护面，用以抵抗高速水流动水压力和脉动压力，保持局部混凝土或整体结构稳定不被冲刷破坏，抵抗水流含沙磨损。

该技术已在国内 300 多个工程推广应用，效果良好。1993 年应用于刘家峡水电站泄水排沙道，流速 38.6m/s；1999 年 C50HF 砼在坝高 130m、流速 41.6m/s 的金盆水库泄洪洞、溢洪洞使用，工程获得鲁班奖；2014 年应用在有压段、上平段和龙落尾段采用 HF 混凝土的锦屏一级水电站泄洪洞，流速达到 50m/s；2016 年应用在大藤峡水利枢纽，应用部位分别有泄洪坝段溢流面、消力池、和船闸充水廊道，使用效果和易性好、施工方便、抗裂性好，无裂缝发生；2019 年应用在双港航电枢纽、八字嘴杭电枢纽、旁海电站等。

技术名称：HF 高强耐磨粉煤灰混凝土（HF 混凝土）成套技术

持有单位：甘肃巨才电力技术有限责任公司

联系人：支拴喜

电话：18609310308

4. 新型聚氨酯生态碎石护坡应用技术

该技术已获得发明专利“由石头和塑料材料生产复合材料的方法”（ZL200680021118.6）。

◆ 技术原理

新型聚氨酯生态碎石护坡是利用聚氨酯优良的物理力学及粘结性能，将普通碎石块强化整合为一个坚固、稳定、开放的整体结构。聚氨酯生态碎石护坡是一种开放多孔的结构，孔隙率 40%~50%，远高于常规的多孔结构。

◆ 技术特点

（1）消能、抗冲击性强。受到波浪冲击时，部分能量会在多孔结构中通过摩擦被护岸吸收、消散，15cm 厚的聚氨酯生态碎石护坡可抵御 5.2m 波高的波浪冲击，相较栅栏板护坡，最多可减少 15%的波浪爬高，用于消力池的消能效率达到 60%。

（2）耐候性强，具有良好的抗冻性，在经历多个冻融循环后，聚氨酯结构也不会出现冻融剥蚀现象。

（3）有助于生态环境的改善。其高孔隙率特性使得植被根系能够在护坡上迅速扎根生长，并能给底栖生物提供栖息地，水流流过聚氨酯生态碎石护坡的孔隙时，增加了水中的空气流动（文丘里效应），从而提高水中溶解氧含量。

（4）经济性较高。施工便捷，缩短工期，成型快，养护时间短，易修复。

◆ 技术指标

抗压强度 >3.4MPa；抗拉强度 >0.5MPa；抗折强

度 $>3.3\text{MPa}$ ；孔隙率达到 40%~50%；寿命长达 40 年。



■ 机械及人工摊铺聚氨酯碎石面层

◆ 应用范围及前景

适用于海堤、河堤、水库等护岸工程，特别是对抗冲刷、抗侵蚀、抗低温及生态环保等有较高要求的结构工程，以及已建护岸结构的修复。

自 2017 年开始推广应用以来，在全国各地已推广多个工程实例。目前该技术已在江苏、湖北、天津、海南等地多项工程中推广应用，包含护坡建设工程和护坡修复工程，涉及航道、海岸、河流等多种工况。

技术名称：新型聚氨酯生态碎石护坡应用技术

持有单位：南京瑞迪建设科技有限公司

上海铭欧实业发展有限公司

联系人：吴月龙

电话：025-85828789、13952037626

5. 五丰生态砌块

该技术成果已获得发明专利“一种生态砌块”（ZL200910099902.4）和“一种河道挡墙”（ZL201410219476.4）。

◆ 技术原理

（1）锚固孔和阻滑埂设计技术原理：在锚固孔内插筋灌浆，使上下砌块连成整体；产品阻滑埂防止砌块水平位移；配合土工格栅的使用，使挡墙形成整体结构。该技术解决了预制块护坡容易滑移、变形的工程难题。

（2）生态结构设计技术原理：产品生物腔为生物栖息繁衍提供生存空间，改善水域生态环境，美化景观。该技术解决了硬质不透水挡墙护岸破坏岸边动植物栖息生态环境的难题，有效消纳吸收部分短历时暴雨带来的面源污染。



■ 上海崇明岛湿地生态挡墙工程

◆ 技术特点

（1）五丰生态砌块在起到传统的护岸护坡挡土基本功能的同时，还能为水生动植物提供良好的生存繁衍环境，挡墙水下部分能为水生动物提供觅食、栖息、繁衍和逃生避难的场所和水生植物生长的空间。

（2）挡墙水上部分为护岸护坡植物提供了生长环境，能够使护岸护坡工程整体形成良好的水生态环境。



■ 海盐百步镇超同村河道整治工程

◆ 技术指标

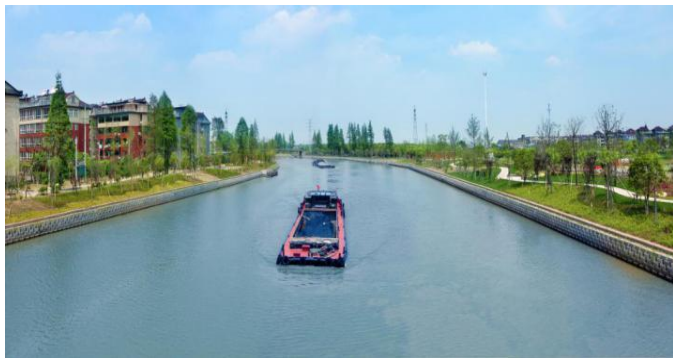
该技术采用 T/ZZB 0775-2018《挡墙护坡用混凝土生态砌块》标准：

- （1）长、宽、高尺寸允许偏差 $\leq \pm 4\text{mm}$ ；
- （2）强度 $\geq \text{C}25$ ；
- （3）抗冻融 $\geq \text{F}50$ （北方地区 $\text{F}100/\text{F}150$ ）；
- （4）吸水率 $\leq 5\%$ ；
- （5）生态空间率 25%~60%；
- （6）可持土体积率 5%~25%。

◆ 应用范围及前景

适用于水利（河湖、渠道、围垦）、交通（内河航道、道路）和城建等各类工程护岸挡墙建设。

五丰生态砌块自 2011 年推广应用以来，已广泛应用于长三角骨干河道、高等级航道、河湖生态修复、水土流失防治等水利、交通、城建各个领域的护岸护坡工程建设。推广应用工程实例 525 个，累计推广应用约 2000 公里，其中，扩大杭嘉湖南排工程（浙江省太湖流域水环境综合治理重点水利项目五大工程之一）推广应用约 150 公里。典型案例包括杭州湾新区华强河整治工程、杭州湾经济开发第十二围区围垦工程、中小河流整治安吉县城东片区一标段、湖州长兴县合溪新港治理工程、安吉县西苕溪浒溪段治理工程二标段、舟山市普陀区虾峙镇大涂面河道综合整治工程、浙江省农业综合开发 2014 玉环县龙溪高标准农田示范工程、湖州市南浔区练市塘林家都港段治理工程、嘉善塘南湖片区流域综合治理罗汉塘片区工程、东太湖综合整治后续工程（横泾街道）入湖河道综合整治工程、常熟市耿泾塘（耿泾塘-罗卜泾段）整治工程等。



■ 扩大杭嘉湖南排工程

对不同建设时期的三处生态多样性护岸工程进行较为全面的环境、生态系统调查表明：五丰生态护岸区生物多样性明显高于传统直立护岸区，浮游植物香农-维纳指数平均提升 40%以上；设有五丰生态护岸的河段水质相比传统直立护岸所在河段水质有明显改善，其中氨氮、正磷酸盐、总氮总磷等指标值分别降低 15%、15%、18%和 21%，Chl.a、COD 等指标也都有所降低；五丰生态护岸的砌块内护坡植物生长较好，能有效消纳吸收部分因短历时暴雨的面源污染；同时五丰生态护岸为其他本地植被的恢复提供了稳定生境，对土壤保护作用强于传统直立护岸。

技术名称：五丰生态砌块

持有单位：嘉兴五丰生态环境科技有限公司

联系人：梁玲玲

电话：0573-86788888、18957320018