

天津市科学技术奖提名项目公示内容

一、 **项目名称：**滨海环境桥梁低碳建造与性能提升关键技术及应用

二、 **提名奖项和等级：**天津市科学技术进步奖，一等奖

三、 **主要完成单位：**

天津大学、东南大学，天津城建集团控股有限公司，天津城建设计院有限公司，中国建筑第六工程局有限公司，中国铁建大桥工程局集团有限公司，中国电建市政建设集团有限公司

四、 **主要完成人：**

朱劲松、王文炜、韩振勇、樊立龙、胡志坚、黄克起、汤洪雁、傅中秋、孙斌、丁婧楠、张凯、王彦磊

五、 **提名者：**天津大学

六、 **项目简介：**

伴随海洋强国、交通强国、“一带一路”倡议及“双碳”等重大战略推进，滨海强腐蚀与软土环境新桥低碳建造与存量桥梁性能提升成为重大国家需求。长期以来传统建桥材料、结构体系及建造方式的低耐久与高碳排放，严重制约了滨海桥梁建造运维与“双碳”目标实现。在多项国家自然科学基金、省科技支撑计划及 30 余项重大工程咨询项目支持下，项目组联合攻关，针对滨海环境桥梁低碳建造与性能提升关键问题开展系统深入的理论研究与技术突破，取得创新成果如下：

(1) 突破了超高韧性水泥基材料制备的“卡脖子”问题，实现了规模化国产；建立了新型玄武岩格栅增强混凝土静动态本构模型与耐候钢锈层应力控制标准，创新了混凝土有害离子渗透与钢材锈蚀演化模拟方法，为滨海强腐蚀环境桥梁全寿命性能精准预测奠定了理论基础。

(2) 发明了钢-UHPC 华夫板组合梁、钢管-轻骨料混凝土及 UHPC-NSC 组合桥墩等轻型超耐久桥梁上下部结构体系，开发了装配式组合梁桥全域节点连接新构造，提出了新型低碳桥梁计算方法，并编制绿色评价标准，全链条支撑了滨海桥梁低碳化建造。

(3) 揭示了双盐侵蚀下 UHPC-普通混凝土界面耐久性退化机理并构建了界面强度智能计算模型，发明了基于高性能复合材料的梁式构件主动加固技术、梁墩一体化性能提升技术，并编制了技术规程，较同类技术梁墩极限承载力分别提高 20%与 40%，促进了滨海环境劣化桥梁性能提升技术升级。

七、 **主要技术支撑材料：**

(一)、知识产权和标准规范 10 项

[1] 朱劲松，张一峰. 用于桥梁损伤识别试验的模块化钢混组合桥梁模型及方法 [P]. 中国，ZL201910223771.X, 2020-03-17.

[2] 朱劲松，王永光. 一种 UHPC 华夫板组合梁桥剪力连接件及安装结构及施工方法 [P]. 中国，ZL201910312041.7, 2021-04-06.

[3] 王文炜，李霞，惠迎新，周畅，薛彦杰，郑宇宙，黄辉，田俊，李杉，尹世平. 一种含波折形连接件的钢-混组合梁及其实施方法 [P]. 中国，ZL201911356861.2,

2021-05-28.

[4] **王文炜**, 沈杨, 胡伟, 周畅, 薛彦杰, 田俊, 黄辉, 李杉, 尹世平. 一种 SMA-FRP 抗剪增强混凝土梁装置及其实施方法[P]. 中国, ZL201911229403.2, 2021-11-26.

[5] 肖汝诚, **孙斌**, 庄冬利, 郭睿, 戚瑞琨, 赵辛玮, 陈辉, 秦一栋. 一种基于钢和 UHPC 的组合桥面[P]. 中国, ZL 201510518331.9, 2018-05-08.

[6] **傅中秋**, 吉伯海, 余振鹏. 装配式钢-混凝土组合结构桥墩柱构件[P]. 中国, ZL201510601078.3, 2017-01-25.

[7] 杨金勇, 王殿永, **黄克起**, 高杰, 王丹. 一种墩柱的施工方法[P]. 中国, ZL201110398095.3, 2013-09-25.

[8] 袁长春, 姜永军, 孙百锋, **樊立龙**, 张亚锋, 蔡维栋, 崔淑斌, 范发财, 王守国, 李志辉, 张立东. 一种海中强风浪高强度裸岩钢管桩基的方法[P]. 中国, ZL201410379415.4, 2016-02-24.

[9] **王文炜**, 郑宇宙, 戴建国, 田俊, 朱忠锋, 张磊. 一种 FRP 管约束水泥基复合材料加固墩柱结构[P]. 中国, ZL201510120404.9, 2016-08-31.

[10] 天津市市政公路桥梁减隔震设计规程, 天津市工程建设标准, DB/T29-233-2024, 2024-06-01 实施. 天津城建设计院有限公司, 中国建筑第六工程局有限公司为主编单位, 华中科技大学, 天津城建集团有限公司, 盾护达(武汉)科技有限公司, 天津大学为参编单位, **韩振勇**, 张振学, **汤洪雁**, 王秀艳, 王振南, 袁涌, 崔志刚, 杨江国, **朱劲松**, **黄克起**, 朱宏平, 邓卓维, 韦亮陆, 高璞为主要起草人员.

(二) 代表性论文 8 篇

[1] **朱劲松***, 郭晓宇, 亢景付, 侯华兴. 耐候桥梁钢腐蚀力学行为研究及其应用进展[J]. 中国公路学报, 2019, 32(5): 1-16.

[2] Wang C, Yang Y, **Zhu J*(朱劲松)**, Wang Y (**王彦磊**). Study on early shrinkage and cracking of slab in UHPC light-weight composite deck based on ambient temperature and humidity effects[J]. Construction and Building Materials, 2024, 411: 134621.

[3] **Zhu J*(朱劲松)**, Al-samawi M, Yang Y, Najm Addin Al-Shakhdha. An approach for simulating and evaluating the effect of sulfate attack on the durability of concrete bridges based on a three-dimensional cellular automata model[J]. Engineering Structures, 2023, 291: 116451.

[4] 朱忠锋, **王文炜***, 郑宇宙, 田俊, 谈笑. 基于非接触式观测技术的 FRP/ECC 复合材料反复受拉本构关系模型[J]. 土木工程学报, 2019, 52(10):36-45, 55.

[5] **Zhu J*(朱劲松)**, Wang X, Ding J (**丁婧楠**), Wang C. Flexural Behavior of Steel-UHPC Composite Beams with Waffle Slabs under Hogging Moment[J]. Journal of Bridge Engineering, 2022, 27(11): 04022100.

[6] Ding J (**丁婧楠**), **Zhu J*(朱劲松)**, Shi T. Performance of Grouped Stud Connectors in Precast Steel-UHPC Composite Bridges under Combined Shear and Tension Loads[J]. Engineering Structures, 2023, 277: 115470.

[7] **胡志坚***, 闫明辉, 周知, 王洁金. 预制拼装桥墩地震易损性分析[J]. 土木工程学报, 2022, 55(01): 89-99+108.

[8] 郑宇宙, **王文炜***. 复材网格-UHTCC 复合增强钢筋混凝土梁抗弯性能试验研究[J]. 土木工程学报, 2017, 50(06):23-32.