

天津市科学技术奖提名项目公示内容

一、 **项目名称：** 缆索承重桥梁精细化建造理论、关键技术及工程应用

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：** 1.天津大学 2.中铁大桥勘测设计院集团有限公司 3.中国建筑第六工程局有限公司 4.中国铁路设计集团有限公司 5.长安大学 6.武汉理工大学 7.中国铁道科学研究院集团有限公司

四、 **主要完成人：** 1.霍学晋 2.李林安 3.苏伟 4.黄克起 5.王雨权 6.周俊龙 7.王晓明 8.曹鸿猷 9.刘晓敏 10.钱淼 11.李飞 12.郭辉

五、 **提名者：** 中国工程院院士聂建国

六、 **项目简介：**

悬索、斜拉等缆索承重桥梁跨度已从百米级发展到 2300 米，面对此类桥梁跨度不断增大、体系不断创新带来的结构计算理论滞后、设计分析精度低、施工控制难度大等难题，天津大学联合国内优势科研机构和企业，开展缆索承重桥梁精细化建造理论、关键技术及工程应用研究，形成如下技术突破：

(1) 多因素的非线性理论。提出了考虑收缩徐变、无应力参数变化等多因素耦合的强非线性迭代算法，实现了缆索承重桥梁快速、精确分析；研发了三维悬链线索单元、切点随动鞍座单元、空间散开锚跨单元等 3 种考虑几何与接触非线性的分析单元；构建了考虑大直

径缆索抗扭、抗弯刚度的非线性混合迭代算法。

(2) 优化精细的设计方法。基于解的特征的优化策略，以最小马氏距离取代结构分析来判别解的约束分类，构建了缆索承重桥梁快速参数化优化设计方法，实现了基于多变量的结构非凸优化模型的全局最优求解；研发了基于无应力索长修正的主梁调平、主塔调直算法，实现了索力的高均匀性和目标状态的闭合；提出了空间缆索体系索网线形的分层混合迭代方法，实现了对多未知参数平立面耦联方程的分层解耦和联合求解。

(3) 精准高效的控制技术。创建了大垂度索与变形耦合算法，解决了长大索施工控制精度差的难题；提出了多变量耦合迭代方法，实现了锚跨空间索力与边中跨柔性线形的双重精准控制；建立了考虑桥塔抗推刚度的鞍座顶推全过程解析算法，实现了吊梁过程梁段架设与鞍座顶推的自动最优匹配。

七、 主要技术支撑材料：

(一) 代表性论文（专著）

1. 霍学晋，陈佳，王东绪，等. A method for calculating strand tension in the anchor span of a suspension bridge considering the rotation of a splay saddle[J]. High-speed Railway, 2023, 1:56-62.

2. 李永鑫，李林安，张凤鑫，王雨权，林鸿洸，周俊龙.振动频率法测试具有橡胶阻尼器的斜拉索索力的修正方法[J]. 振动与冲击, 2024, 43 (16): 18-25.

3. 王雨权，廖立坚，李林安，霍学晋，李黎.桥梁徐变效应的有

限元算法研究及程序验证[J]. 铁道标准设计, 2022, 66 (11): 62-68.

4. 曹鸿猷, 钱旭东, 周运来, 等. Feasible Range for Midtower Lateral Stiffness in Three-Tower Suspension Bridges[J]. J. Bridge Eng, 2018, 23(03): 06017009.

5. 曹鸿猷, 陈渝鹏, 李俊, 等. Static characteristics analysis of three-tower suspension bridges with central buckle using a simplified model[J]. Engineering Structures, 2021, Volume 245.

6. 王晓明, 吴文涛, 刘炎, 等. Surrogate-assisted two-phase tensioning strategy optimization for the system transformation process of a cable-stayed bridge[J]. Engineering Optimization, 2019, 52(4): 603-619.

7. 王晓明, 王旭东, 董优, 等. A Novel Construction Technology for Self-Anchored Suspension Bridge Considering Safety and Sustainability Performanc[J], Sustainability, 2020, 12(7): 2973-2995.

8. 王晓明, 阳威, 张鑫敏, 等. Experimental and numerical study on a novel cable anchorage system to improve the maintainability of suspension bridges [J], Structures, 2020, 27: 2126-2136.

(二) 知识产权和标准规范

1. 霍学晋、万田保、陈佳、高宗余、马润平、王东绪、李恒. 一种成桥状态散索鞍位置和锚跨线形的联合确定方法. 中国发明专利, ZL201910549941.3, 2020-12-15.

2. 霍学晋、陈佳、万田保、王东绪、马润平、刘芸欣、许磊平、苗润池. 一种锚跨丝股张拉力的确定方法. 中国发明专利,

ZL201911243954.4, 2021-08-03.

3. 霍学晋、陈佳、苗润池、万田保、高宗余、马润平. 一种确定散索套内丝股脱离点位置的方法. 中国发明专利, ZL202010473961.X, 2023-6-16.

4. 万田保、霍学晋、陈佳、高宗余、王忠彬、王东绪、马润平、刘芸欣. 一种采用水平面内合力控制的边跨找形方法. 中国发明专利, ZL201911107099.4, 2022-6-3.

5. 钱淼、朱运河、霍学晋、苏传海、高宗余、马润平. 一种斜拉桥斜拉索优化方法和系统. 中国发明专利, ZL20010851156.6, 2022-02-11.

6. 苏伟、刘龙、王雨权、廖立坚、李艳、张兴华、傅安民、杨智慧、吴迪、白青波. 一种拟合任意徐变系数曲线的方法. 中国发明专利, ZL202111053466.4, 2024-01-30.

7. 宋立伟、蔡送宝、刘晓敏、白强强. 一种深厚土层中公轨两用悬索桥缆索吊重力锚的布置方法. 中国发明专利, ZL202310927426.0, 2023-11-14.

8. 周俊龙、余流、邵辉、黄克起、王殿永、高璞、王安鑫、李飞、石丰祥. 高空横梁下表面监测测点布置用的挂篮结构及安装方法. 中国发明专利, ZL201510150511.6, 2016-09-07.

9. 苏朋飞、胡所亭、郭辉、朱颖、孙大奇、姚京川、刘超鹏、苏永华、曾广武、鞠晓臣、淮闯. 一种基于空间线形的长大斜拉桥索力测试方法. 中国发明专利, ZL202211410971.4, 2024-08-09.

10. 中铁大桥勘测设计院集团有限公司. 大跨度悬索桥非线性分析软件[简称: SNAS] V1.0. 软件著作权, 2017SR443896, 2016-10-31.

(三) 曾获奖励情况

相关成果获中国交通运输协会科技进步一等奖等奖项。