**2020年度江苏省科学技术奖项目公示**

**应用类项目**

**一、项目名称**

大跨桥梁疲劳损伤诊断、修复与运维关键技术及工程应用

**二、完成人**

吉伯海、徐赵东、赵维刚、姜旭、傅中秋、袁周致远、江瑞龄、孙洪滨、陈欣、刘朵

**三、完成单位**

河海大学、东南大学、同济大学、石家庄铁道大学、江苏高速公路工程养护技术有限公司、江苏扬子江高速通道管理有限公司、中设设计集团股份有限公司、苏交科集团股份有限公司

**四、项目简介**

大跨桥梁是交通运输的咽喉，其安全运营直接关乎到国民经济发展和社会安全。我国作为桥梁大国，大跨桥梁建设规模和数量均居世界之首。随着服役时间增长，在特殊复杂运营环境和高负荷超载作用下，大跨桥梁疲劳问题凸显。由于疲劳损伤发生初期具有较强隐蔽性难以发现，且一旦发生其增长迅速，若未及时修复，将威胁桥梁整体运营安全，已成为业界面临的重大工程难题。解决大跨桥梁疲劳损伤关键难点：1）复杂激励和环境噪音影响下，难以实现早期疲劳损伤的诊断及寿命评估；2）疲劳损伤特征多变、演化机理复杂，检测手段有限、效率低；3）传统损伤修复多依赖工程经验，缺乏系统理论支撑和技术体系，修复效果不佳。针对这三方面难题，项目组通过十余年的系统研究和技术开发，在基础理论、关键技术和核心装备方面取得突破，主要创新成果如下：

（1）提出了大跨桥梁结构基于频响函数能量的损伤诊断方法，该方法既可以刨除掉复杂激励和环境噪音的影响，又避开了繁杂模态求解以及模态遗漏或串位问题。建立了疲劳寿命的多因素综合评估方法，构建了新型高效的疲劳寿命评估试验系统，实现了短时间内开展大批量构件疲劳试验。

（2）探明了疲劳裂纹长度、深度、角度三维几何特征的损伤及开裂演化机理，揭示了疲劳裂纹发展与声波阻挡效应的关系，开发了疲劳裂纹检测技术。针对大跨桥梁疲劳裂纹数量多、分布广等特点，构建了疲劳裂纹多指标判定体系，提出了裂纹分级检测技术。

（3）将气动冲击技术应用于桥梁疲劳损伤预防及修复中，实现了大面积快速维修，提升维修工作效率；结合疲劳损伤演化机理，优化了钻孔止裂技术，完善打孔技术理论；构建了包含时机判定、打磨、锤击、角撑等技术工艺的预防养护技术，形成包含损伤修复、预防的运维技术体系、装备和标准。

项目已发表SCI 期刊论文54篇，获授权发明专利22项，主/参编标准3部。成果在江阴大桥、泰州大桥等国家重点工程中取得应用，社会效益和经济效益显著。

**五、代表性论文论著目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文论著名称/刊名/作者 | 影响因子 | 年卷页码（XX年XX卷XX页） | 发表时间（年月日） | 通讯作者 | 第一作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 是否国内完成 |
| 1 | Local stress variation in welded joints by ICR treatment/Journal of Constructional Steel Research/袁周致远，吉伯海，傅中秋，葛汉彬 | 2.65 | 2016, 120, 45-51 | 2016.4.25 | 吉伯海 | 袁周致远 | 16 | SCI/EI | 是 |
| 2 | Damage detection strategy using strain-mode residual trends for long-span bridges/Journal of Computing in Civil Engineering，ASCE/徐赵东，曾欣，李舒 | 3.26 | 2015, 29, 5 | 2015.9.20 | 徐赵东 | 徐赵东 | 5 | SCI/EI | 是 |
| 3 | Effects of hygrothermal aging on glass-fibre reinforced polymer laminates and adhesive of FRP composite bridge: Moisture diffusion characteristics/Composites Part A-Applied Science and Manufacturing/姜旭，Henk Kolstein，Frans Bijlaard，强旭红, | 6.282 | 2014, 57, 49-58 | 2014.2.20 | 姜旭 | 姜旭 | 49 | SCI/EI | 是 |
| 4 | 正交异性钢桥面板顶板竖向加劲肋焊接接头疲劳性能试验研究/土木工程学报/袁周致远，吉伯海，杨沐野，傅中秋，田圆 | 2.481 | 2016, 49(02): 69-76 | 2016.2.15 | 吉伯海 | 袁周致远 | 24 | EI | 是 |
| 5 | 钢桥疲劳与维护/人民交通出版社/吉伯海，傅中秋 | / | ISBN：978-7-114-13300-8 | 2016.08 | 吉伯海 | 吉伯海 | 10 | 中文核心 | 是 |

**六、主要知识产权目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 1 | 标准规范 | 公路桥梁钢箱梁疲劳裂纹检测、评定与维护规范 | 中国 | DB32/T 3644-2019 | 2019-09-19 | 江苏省市场监督管理局 | 江苏扬子江高速通道管理有限公司、河海大学、江苏高速公路工程养护技术有限公司、江苏省交通运输综合行政执法监督局 | 吉伯海、吉林、饶建辉、姜竹生、袁周致远、陈雄飞、汪锋、傅中秋、孙洪滨 |
| 2 | 发明专利 | 电磁式多轴疲劳试验机 | 日本 | 2017-525558 | 2018-07-10 | 6343098 | 河海大学 | 吉伯海, 谢发祥, 陈林, 傅中秋 |
| 3 | 发明专利 | 多轴疲劳试验机 | 中国 | 201410355547.3 | 2017-01-11 | 2345318 | 河海大学 | 傅中秋, 朱伟, 吉伯海, 袁周致远 |
| 4 | 发明专利 | 一种便携式磁粉探伤机探头装置 | 中国 | 201510134878.9 | 2017-04-12 | 2454363 | 河海大学 | 袁周致远, 吉伯海, 谢曙辉, 傅中秋 |
| 5 | 发明专利 | 一种钢桥疲劳裂纹锤击闭合修复方法 | 中国 | 201410147070.X | 2016-08-24 | 2214493 | 河海大学 | 吉伯海, 袁周致远, 傅中秋, 李坤坤, 杨沐野 |
| 6 | 发明专利 | 可调整角度和深度的钢桥现场钻孔辅助定位装置 | 中国 | 201710970669.7 | 2019-04-30 | 3355386 | 河海大学 | 吉伯海,傅中秋,王秋东,冉云军 |
| 7 | 发明专利 | 可调节碳纤维布张拉角度的张拉装置 | 中国 | 201710177452.0 | 2018-08-21 | 3040510 | 河海大学 | 叶枝, 吉伯海, 傅中秋, 王秋东 |
| 8 | 发明专利 | 一种电阻式挠度测量装置 | 中国 | 201410357522.7 | 2017-01-04 | 2335600 | 河海大学 | 陈欣, 赵月悦, 吉伯海, 傅中秋 |
| 9 | 发明专利  | 钢结构再涂装处理用移动式抛丸机 | 中国  | 201510117853.8  | 2017-08-01  | 2571390  | 苏交科集团股份有限公司、河海大学 | 张建东，刘朵, 严卫兵, 朱文白, 宗海, 李金桥,孙蒂 |
| 10 | 发明专利 | 锚索及锚固监测实验系统 | 中国 | 201610869128.0 | 2016-09-30 | 2862994 | 石家庄铁道大学 | 张骞，赵维刚，杜彦良，王景春，高阳，李新志 |