

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，其安全运营直接关系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 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	中国	201710970669.7	2019-04-30	3355386	河海大学	吉伯海, 傅中秋, 王秋东, 冉云军

		位装置						
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	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