

1、项目名称

大型复杂结构应变的多维分析系统

2、推荐奖种

滨州市科技进步奖

3、项目简介

随着现代建筑的大型化复杂化发展，仅仅依据结构中若干个点的力学特性分析，已不能够全面的分析、预测建筑物在施工、使用中的健康状况。为此需要建立在多种因素参与的整体力学模型，适应现代大型复杂的建筑物的检测与预测的需求。本项目主要创新点如下：

（1）机构三维模型构建和受力分析技术

改变传统按照有限个检测点的特性分析手段，推断整体结构运行状态。换成以有限检测点的物理量为数据，以连续的数学模型为推算手段，获取整个结构任意一点的特性，进而推断整体结构的运行健康状况。将大型复杂的建筑物，分解成具有力学特性单一的构件，比如是一个连杆、一个简支梁等构件。然后在对每个构件依据自身的物理尺寸、受到的约束力，进行工程力学的弯扭矩分析、材料力学的应变力分析，实现在一个构件上连续的力学模型。每个具有连续力学模型的构件，就组成了连续的整体力学模型。在有限的测试点提供温度、湿度、加速度、风速、应变、载荷的情况下，依据力学函数，获知在构件上任意一点的应变、载荷，从而确定应力集中点以及危险点的位置。

（2）通过无线检测系统获取有限个检测点提供的温度、湿度、加速度、风速、应变、载荷，结合工程力学、材料力学的经典公式，构件了力学封闭链。

（3）将仿真技术与无线检测技术，进行了有效的结合。

传统的仿真技术，先是构件实物模型，后对模型的某个部件赋予特定的运动轨迹，或者是由计算机给构件上的某个点预加一个力，观测实物的受力分布情况，获取那个地方是应力集中点、危险点，进而提出结构修改方案。

4、客观评价：

2015 年 7 月滨州市科技局对“大型复杂结构应变的多维分析系统”成果进行了鉴定，鉴定意见如下：

（1）该项目将常用模型结构做成可编程构件，基于受力分析软件，开发待测点的实测值与相应三维模型预定点的信息交互；采用基于并口数据截取的方式，获取不同品牌的应变检测数据，提高系统的应变检测的兼容性。

（2）该项目开发了基于 ISM、GPRS 无线通信方式的监测数据管理平台，通过实时数据，分析结构受力，实现结构在线检测。

（3）该项目成果经现场实际应用表明，系统设计科学合理、稳定可靠，推广价值高。

鉴定委员会认为，该项目整体技术达到国内先进水平。

5、技术推广应用情况与社会经济效益分析

随着现建筑的大型化复杂化发展, 仅仅依据结构中若干个点的力学特性分析, 已不能够全面的分析、预测建筑物在施工、使用中的健康状况。为此需要建立在多种因素参与的整体力学模型, 适应现代大型复杂的建筑物的检测与预测的需求。改变传统按照有限个检测点的特性分析手段, 推断整体结构运行状态。换成以有限检测点的物理量为数据, 以连续的数学模型为推算手段, 获取整个结构任意一点的特性, 进而推断整体结构的运行健康状况。将大型复杂的建筑物, 分解成具有力学特性单一的构件, 依据力学函数, 获知在构件上任意一点的应变、载荷, 从而确定应力集中点以及危险点的位置。

将仿真技术与实时检测技术进行了结合, 先对实物进行建模, 确定其内部各构件之间以及构件内部各点的受力关联函数, 构建力学链模型。当检测到现场结构某几个点的实时参数变化时, 实时将数据通过测控平台传送至相应的三维模型的固定上, 使得整个力学模型就会发生链锁反应, 及时描绘出结构各个点的状态。

目前结构应变的多维分析系统已经在山东绿都生物科技有限公司, 经过两年多的企业应用测试, 经过系统的不断优化改进, 使得分析系统达到了经济、可靠、高效, 满足了应变分析的需求, 下一步将推广应用于桥梁的健康检测行业。

6、主要知识产权证明目录:

专利:

(1) 发明专利, 王忠林、胡春华、杜玉杰, 一种实现分数阶三个系统自动切换混沌系统的方法及模拟电路, ZL201110413862.3 2012年11月

(2) 发明专利, 王忠林, 一种分数阶次不同的含 X^2 的lu混沌切换系统方法及电路, ZL201410063139.0, 2014年12月

(3) 发明专利, 王忠林、胡波, 一种实现自动切换混沌系统的方法及模拟电路, ZL201010259637.4, 2011年12月

(4) 实用新型, 黄超、杜玉杰, 应变信号并口截取装置, ZL201220176244.1, 2013年2月

论文:

(1) Y. DU, B. CHANGa, Influence of Mg doping on the electronic structure and optical properties of GaN OPTOELECTRONICS AND ADVANCED MATERIALS - RAPID COMMUNICATIONS 5(10), pp. 1050 - 1055, 2011

(2) Du Yu-Jie, Chang Ben-Kang ,Comparative study of adsorption characteristics of Cs on the GaN (0001) and GaN (000 $\bar{1}$) surfaces ,Chin. Phys. 21(6) ,2012.

(3) Du Yu-Jie, Chang Ben-Kang , First principle study of the influence of vacancy defects on optical properties of GaN ,CHINESE OPTICS LETTERS,10(5), 2012

(4) Du Yu-Jie, Chang Ben-Kang ,Effects of NEA GaN photocathode performance parameters on quantum efficiency, international journal for light and electron optics ,123,pp. 800 – 803,2012

(5) Du Yu-Jie, Chang Ben-Kang ,Electronic structure and optical properties of zinc-blende GaN, international journal for light and electron optics ,123,pp. 2208 – 2212,2012

(6) Du Yu-Jie, Chang Ben-Kang ,Theoretical study of Cs adsorption on GaN(0 0 0 1) surface , Applied Surface Science ,258,pp. 7425– 7429,2012

7、全部完成人排序及对项目的贡献:

杜玉杰, 教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(1)、(2)有贡献, 具体表现在应变检测系统的硬件开发和无线系统传输算法研究, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 70%。

黄超, 讲师, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(1)有贡献, 具体表现在应变检测系统的硬件开发和无线系统传输软件编制, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

纪延俊, 教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(2)有贡献, 具体表现在应变检测系统的力学模型分析, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 60%。

胡波, 教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(3)有贡献, 具体表现在应变检测系统的无线系统传输算法研究, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 40%。

王忠林, 副教授, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作, 对创新点(3)有贡献, 具体表现在: 应变检测系统的无线系统传输算法研究及软件编制, 在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 40%。

牛得学, 讲师, 滨州学院, 对本项目技术创造性贡献:

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作，对创新点（1）有贡献，具体表现在应变检测系统的结构建模和力学分析，在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 50%。

石爱平，副教授，滨州学院，对本项目技术创造性贡献：

参与项目技术路线、关键技术研究方案的制订和实施项目研究工作，对创新点（3）有贡献，具体表现在应变检测系统的无线系统传输算法研究及软件编制，在该项技术研发中投入的工作量占本人工作总量的 40%。

8、全部完成单位及排序

滨州学院（独立完成）。