**江苏省科学技术奖公示材料**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 集成化多参量分布式光纤传感仪及其应用 |
| **项目类别** | 基础类【 】 应用类【是 】 |
| **组 别** | 学科组名称【光电子学与激光技术】/专业组名称【光学仪器 】 |
| **完 成 人** | 张旭苹、胡燕祝、邹宁睦、张道、邵彦超、王峰、孙阳阳、李世念、王松、陈向飞、张益昕 |
| **完成单位** | 南京大学、南京法艾博光电科技有限公司、北京邮电大学、中冶建筑研究总院有限公司、中国煤炭地质总局勘查研究总院、陆军工程大学 |
| **项目简介** | 我国大型基础设施规模早已跃居世界首位，对于国民经济发展起着举足轻重的作用，是党和国家实践中国特色社会主义制度的重要载体。由于自然灾害、人为破坏、恶劣环境、结构老化等因素，大型基础设施安全隐患的产生不可避免，造成巨大的经济损失，并威胁人民生命安全与社会的稳定，对其进行全生命周期的在线健康监测与风险诊断是国家重大且迫切的需求。本项目首创一种高集成度多参量分布式光纤技术，开展面向重大设施全生命周期结构健康在线监测及智能诊断需求的应用研究。项目成果不仅能够对大型设施的安全隐患进行预警，还能够为研究这些大型设施服役期间的损伤演化规律、失效机理以及寿命评估提供技术支撑和切实有效的方法。主要创新点如下：  **1、光电一体化集成分布式光纤传感系统实现方法**：基于光子集成实现高密度小型化的传感仪器，率先推出源、感、传、控一体的分布式光纤传感系统解决方案。发明重构-等效啁啾（REC）多波长激光器阵列与高消光比串联调制结构，首创多域交织复用探测机制，实现长距离、宽频响、高保真、超灵敏分布式光纤感测的极限性能突破，为大型设施在线监测提供无处不在的敏感“神经”。  **2、单源同构多参量同步感测与智能表征：**首次提出单一激励源、相同架构的多参量分布式光纤传感技术及装备实现方法。创建了具有“高空间拓扑密度、高时间同步精度、高特征关联度、高信息压缩比率、高环境适应性、高感传一体化”特征的多参量传感技术体系。依托领域知识形成低层次物理量向高层次目标状态量的涌现，实现目标特征的智慧表达，为后续的模式识别与状态评估提供丰富且重要的判决依据，构建大型设施风险监测的 “五官”。  **3、大型设施全生命周期性态科学评估与风险智能诊断**：建立大型设施整体态势感知与动态融合评估的标准化方法与技术体系。首次揭示现场条件下多物理场相互作用、相互耦合、相互影响的内在机理，准确描述了大型设施与装备安全隐患产生和演化的一般性规律。基于人工智能解决“应力载荷-材料退化-环境扰动”安全性整体描述的难题，为大型设施的风险研判与故障诊断打造智慧“大脑”。   本项目获发明专利授权81项（含美国专利2项），电力专有技术1项，软件著作权27项，发表学术论文82篇。作为主要起草人制定了相关国家标准2项，作为负责人获得国家相关标准立项1项。已采取技术转让、委托开发、授权使用等方式在能源、通信、水利、航空、地勘等领域得到了应用推广，21年和22年两年累计新增产值5.69亿元，新增利润1.17亿元，成果的应用获得了21世纪议程管理中心的表扬以及应急管理部的首肯，取得了显著的经济与社会效益。所提出的多域交织复用机制，受到了本领域知名学者多次引用和高度评价，认为其是多载波同步探测抑噪技术的代表，多次被综述类文章引为现阶段最高指标。在多波长激光器阵列设计中另辟蹊径，以成熟工艺实现波长精准调控，打破国外对于高端电子束曝光设备的技术封锁。水利、能源等领域的创新性应用成果填补了国内技术空白，实现对进口产品的替代。包括本领域多位院士在内的多个权威专家组均认定：本项目的核心技术已经达到了国际领先水平，实现了“关键机理建模-核心技术突破-应用示范推广”的全过程创新。 |
| **主要知识产权及标准规范目录(基础类不填）** | 1、张益昕、宋金玉、张旭苹、丁哲文、佟帅、王顺、王峰，具有自由多空间分辨率的自外差式的ϕ-OTDR系统，ZL 202110685702.8， 2022.03.2512.  2、吴皓源， 施跃春， 陈向飞，一种集成波导光栅调制器的半导体激光器，ZL 202010776860.X，2021.10.26  3、张益昕，傅思怡，张旭苹，徐伟弘，王顺，单媛媛，杜鹏昊，一种无扰动的电光调制器的最佳工作点控制装置及方法，ZL201810224556.7，2018.9.4  4、张益昕、陈晓红、张旭苹、佟帅、梁蕾、万一鸣、王峰，一种损耗与振动同步监测的相干及偏振衰落抑制方法，ZL 202110453267.6，2022.03.25  5、张益昕，单媛媛，张旭苹，董嘉赟，傅思怡，蔡银森，具有宽频感测能力的连续分布式光纤振动传感装置及方法，ZL 201710616363.1，2019.5.10  6、张道，方行，邹宁睦，李云飞，张驰，张宇昊，柏顺娣，逆向工程防御装置和方法，ZL 201911075963.7，2023.04.21  7、王松，胡燕祝，高莉茁，一种基于CMEEMD-GAIW-SW-DFA的分布式光纤信号听觉信息融合方法，ZL202010976282.4，2022.02.08  8、王松，胡燕祝，刘娜，熊之野，一种基于MEEMD-Hilbert和多层小波分解的光纤振动信号特征提取方法，中国，ZL201910708902.3，2021-05-14，2021-05-14  9、王松，胡燕祝，刘娜，熊之野，一种基于STFT-ZLN-RVFL的Φ-OTDR振动信号识别算法，ZL201910708004.8，2021-04-27  10、邵彦超，一种大跨度空间结构健康监管系统及其方法，ZL202211714157.1，2023.11.14 |
| **代表性论文**  **论著目录（应用类不填）** |  |