



分布式光纤传感技术 在风力发电机组健康监测中的应用

张旭苹

南京大学

智能光传感与调控技术教育部重点实验室



分布式光纤传感技术？

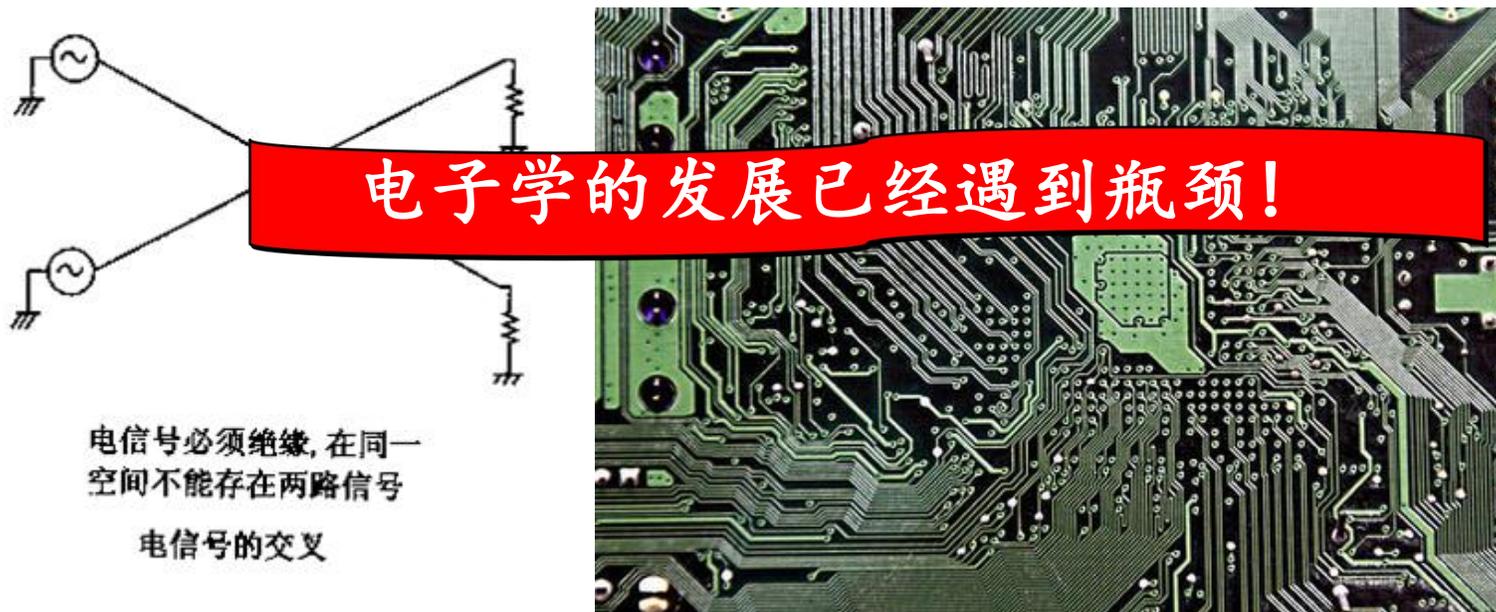


光 光纤传感 分布式光纤传感技术

电子



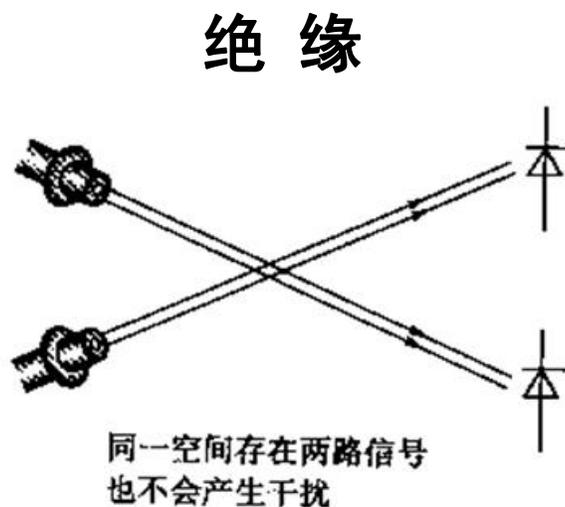
电子电路不能在同一点重叠相交，这种空间的不共容性限制了密集度的提高





光子

当电子通信容量达到最大限度而不能继续扩大时
人们很自然地把目光转向波长更短的光波



光子不带电荷，光场之间的相互作用极弱，不易发生相互作用，不会引起传递过程中信号的相互干扰，因而光束可以交叉。

低损耗





1、极快的响应时间

光：可短达 10^{-15} 秒 电：最快为 10^{-9} 秒

两者相差100万倍

2、高抗干扰、高可靠性

光子不带电荷，不受外界电磁波相互作用

3、大传输信息容量、低损耗

光束可以在光纤中交叉通过而互不影响，并行处理



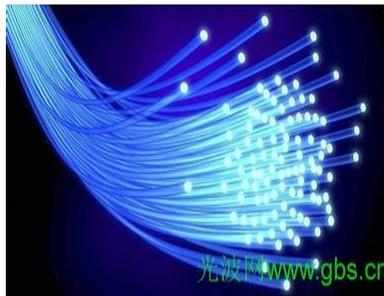
光和电



光纤传感技术



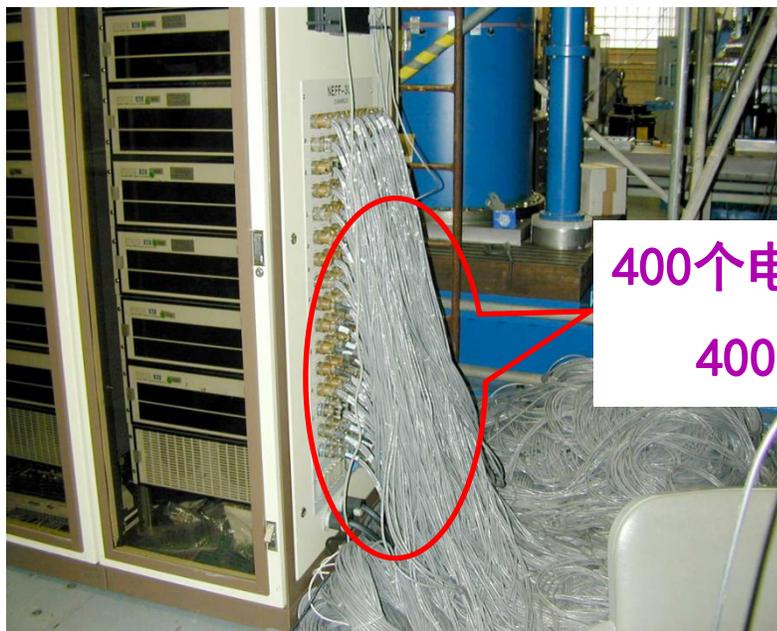
用**光**作为敏感信息的载体，
用**光纤**作为传递敏感信息的媒质。



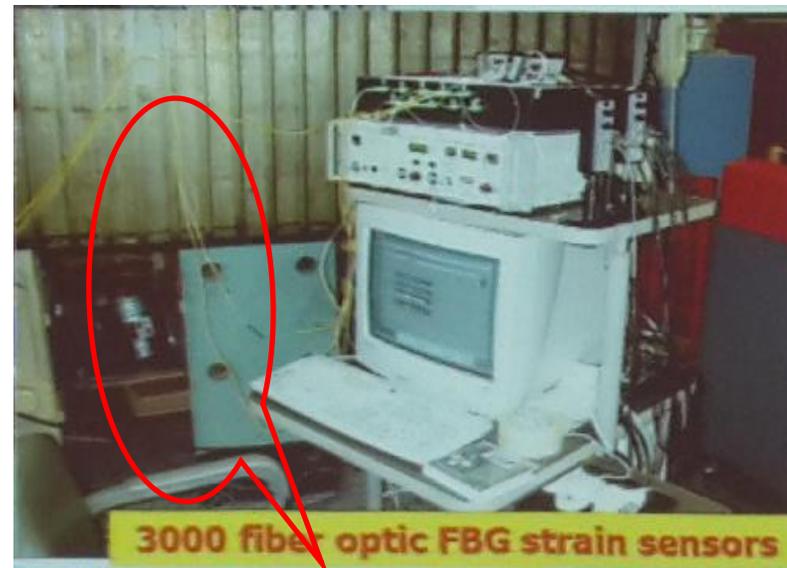
光纤传感技术



NASA飞行器综合健康管理系统
(integrated vehicle health
management-IVHM)



400个电传感器
400根电线

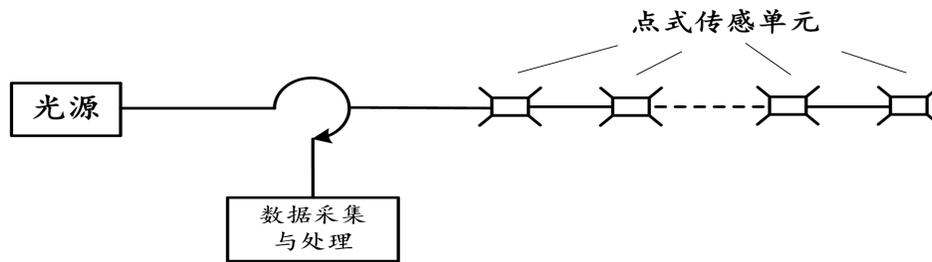


3000个光纤传感器
1根光纤

光纤传感技术

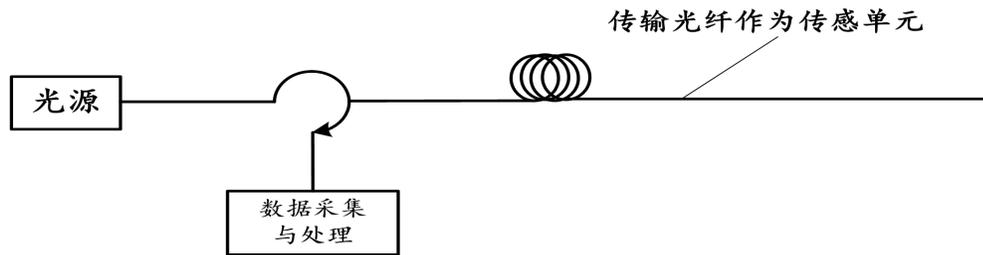


按测量范围分类



(a)

(a) 点式 (分立式、准分布式)



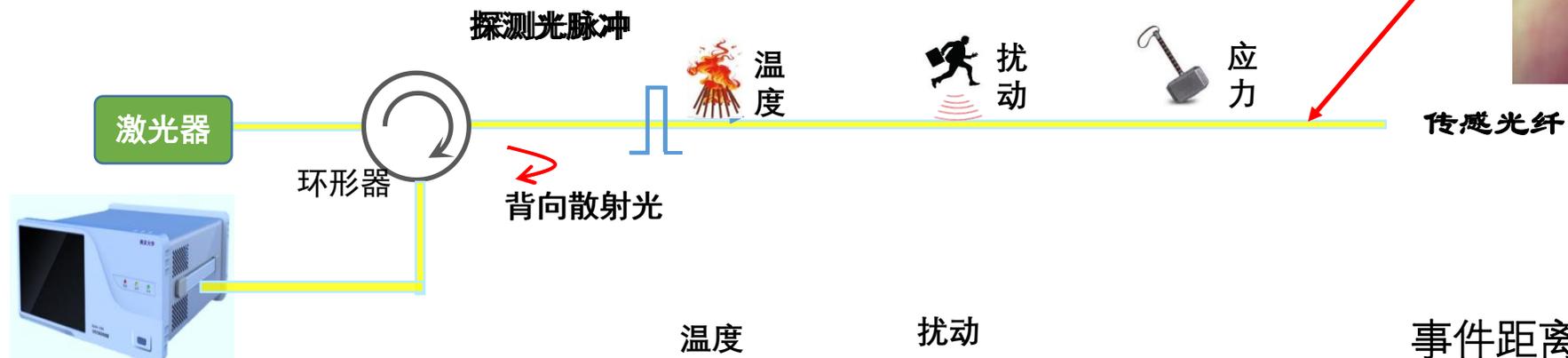
(b)

(b) 分布式

分布式光纤传感技术

光纤自身就是传感器 光纤处处是传感头

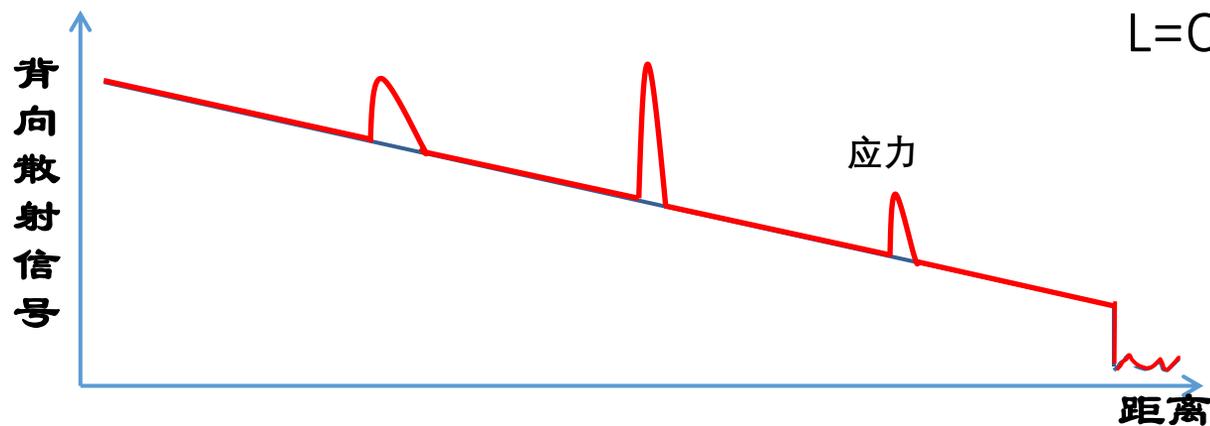
头发粗细的光纤



分布式光纤传感监测仪

事件距离L:

$$L=C.t/2n$$





为什么要分布式光纤传感技术



大型公共基础设施



近几年，我国每年新建大型工程量超过全世界其他国家的总和



铁路桥梁 20万座；公路桥梁83万座；水电站2万余座；供水、排水、燃气和供热地下管线近200万公里……



大型工程设施安全健康监测迫在眉睫



大桥倒塌、隧道坍方、水管爆裂、泄漏煤气、山体滑坡…



分布式光纤传感技术



大型基础设施特征

规模巨大：数十公里以上

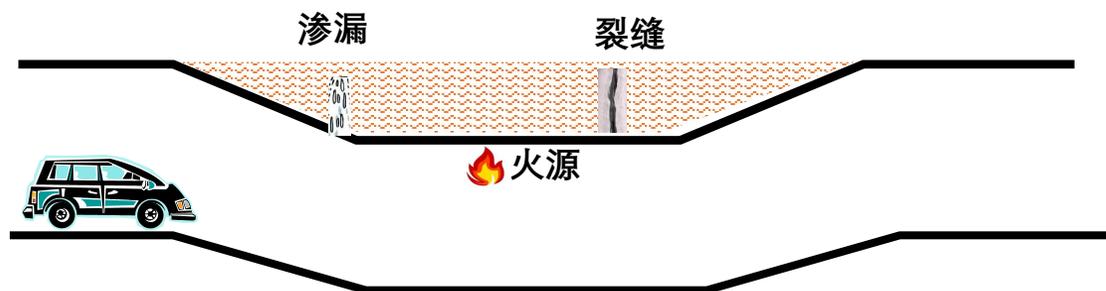
结构复杂：纵横交错

环境恶劣：各种天气

使用期限长：数十年



分布式光纤传感技术



隧道



分布式光纤传感技术



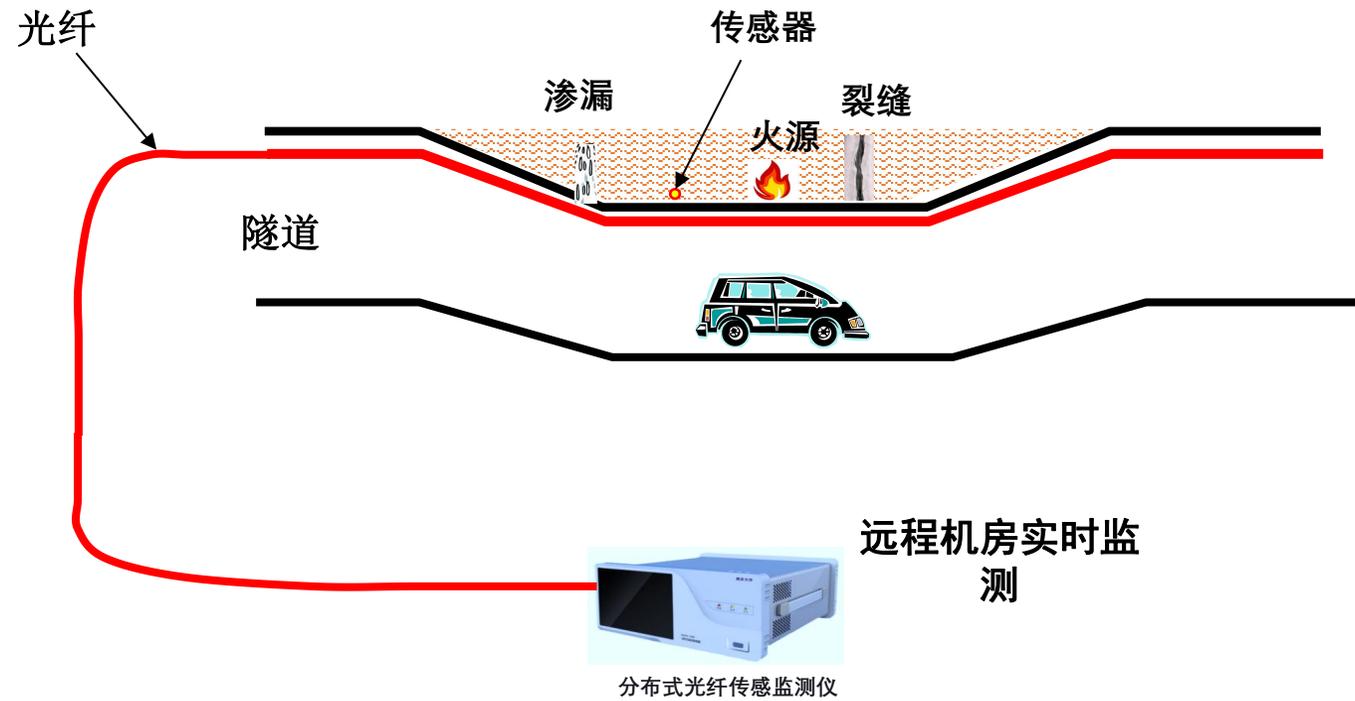
分布式光纤传感器

点式传感器



- 沿线任意点都是传感头（海量），连续分布式传感
- 传输损耗小，可实现大范围、全方位覆盖
- 采用通信光纤，无需供电，传感与传输一体

分布式光纤传感技术



应用领域





分布式光纤传感技术 在风力发电机组健康监测中的应用

风机安全健康诊断系统



- ✓ 风力发电占比逐年上升
- ✓ 中国风电装机容量位居世界第一
- ✓ 风机叶片长度达百米量级
- ✓ 叶片是风机最脆弱的部位，由于材料老化、腐蚀以及恶劣环境作用，导致叶片断裂或损坏，风机倒塌的严重事故



国内外现有监测技术



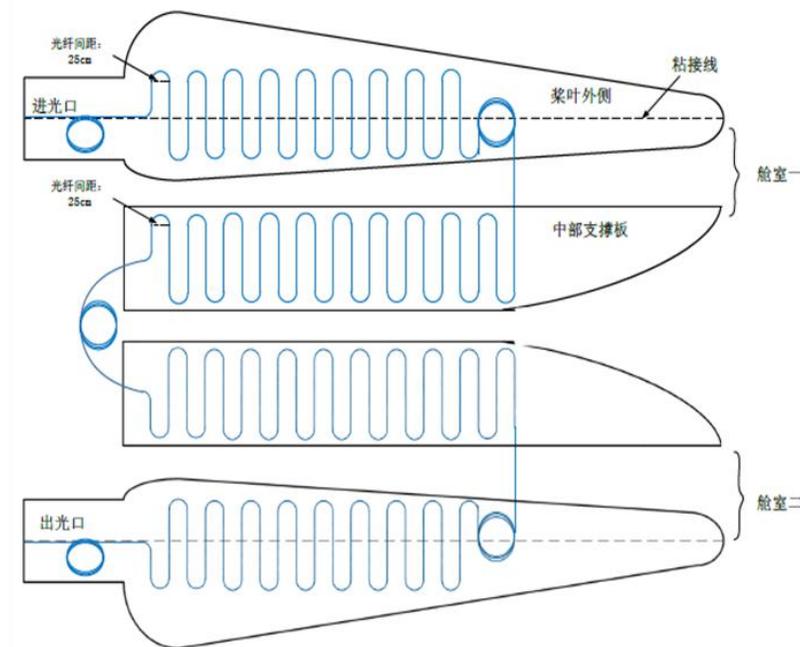
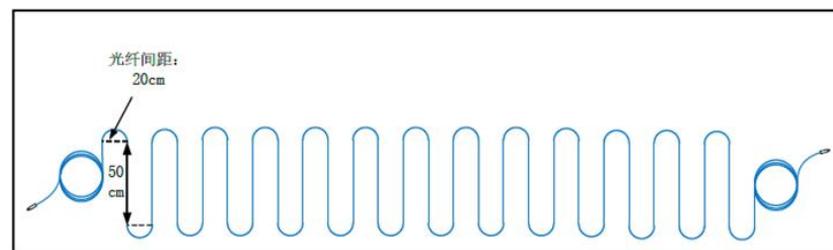
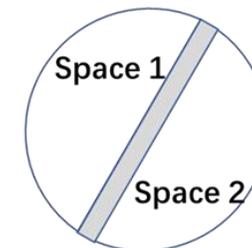
技术名称	特性、适用范围
超声技术	检测周期长，主要用于出厂前的静态监测， 不能在线实时动态测量
声发射技术	适用于在役风机叶片的实时监测， 但损伤识别精度不理想， 环境噪声、电磁干扰 造成信号难以分辨
热成像技术	由于叶片本身不产生热量，被动的热成像技术无法在在役叶片监测中应用， 比较适合于风机叶片在 制造过程中的损伤监测
X射线技术	适用于风机叶片 生产加工过程和成品叶片 的质量检测
模态分析 (图像监测)	损伤识别效果不理想，只能得到整体的损伤指标和传感器所在 区域附近 的局部损伤指标，损伤定位精度不佳
光纤光栅 传感器	只能对FBG安装处的参量变化进行监测，不能实现对风机叶片各点的 连续测量

主要问题：实时监测难、电磁干扰影响、局域性

分布式光纤传感技术风机安全健康监测



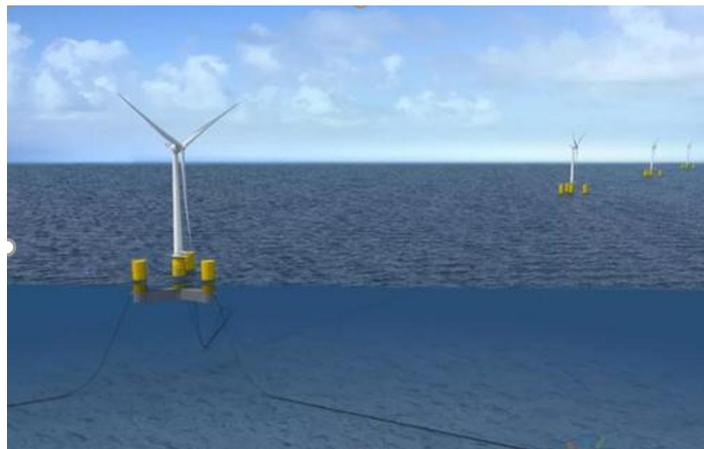
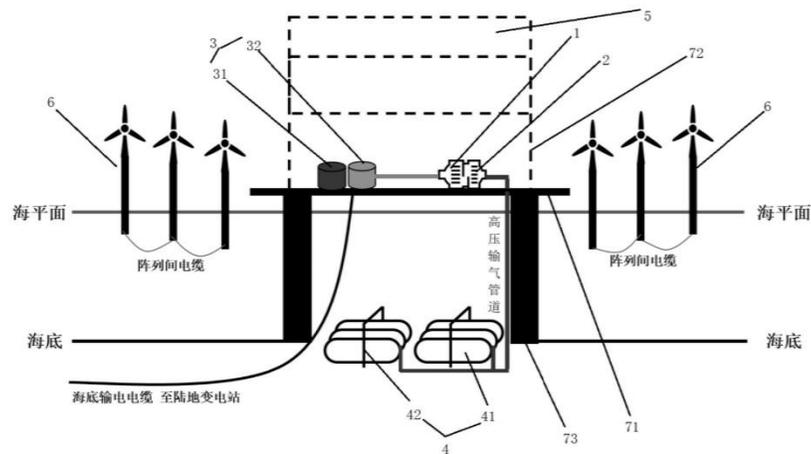
风机杆塔和叶片



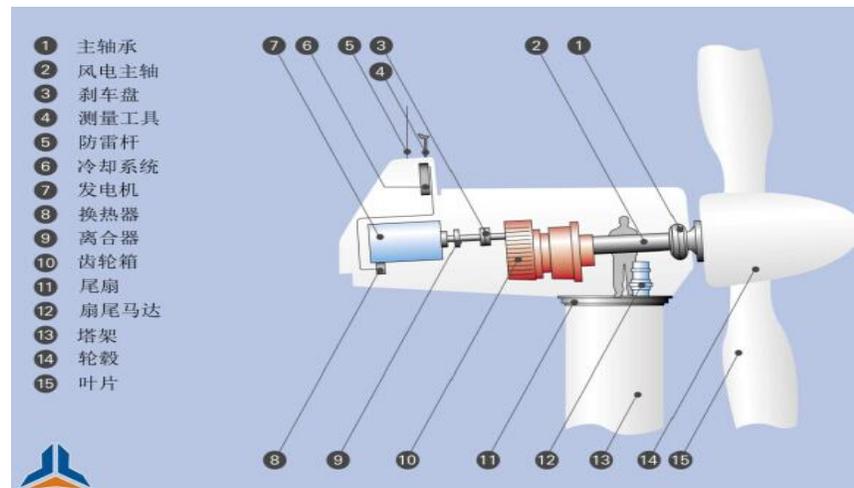
分布式光纤传感技术风机安全健康监测系统



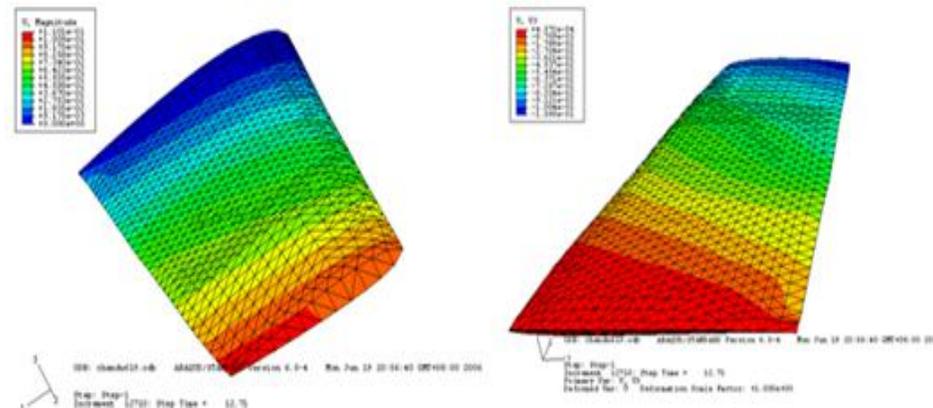
海上风力发电机组已经向海上延伸上百公里
发电系统传输线路的健康监测也十分重要
光电复合缆或者伴行光缆中的光纤作为传感器



分布式光纤传感技术风机安全健康监测系统



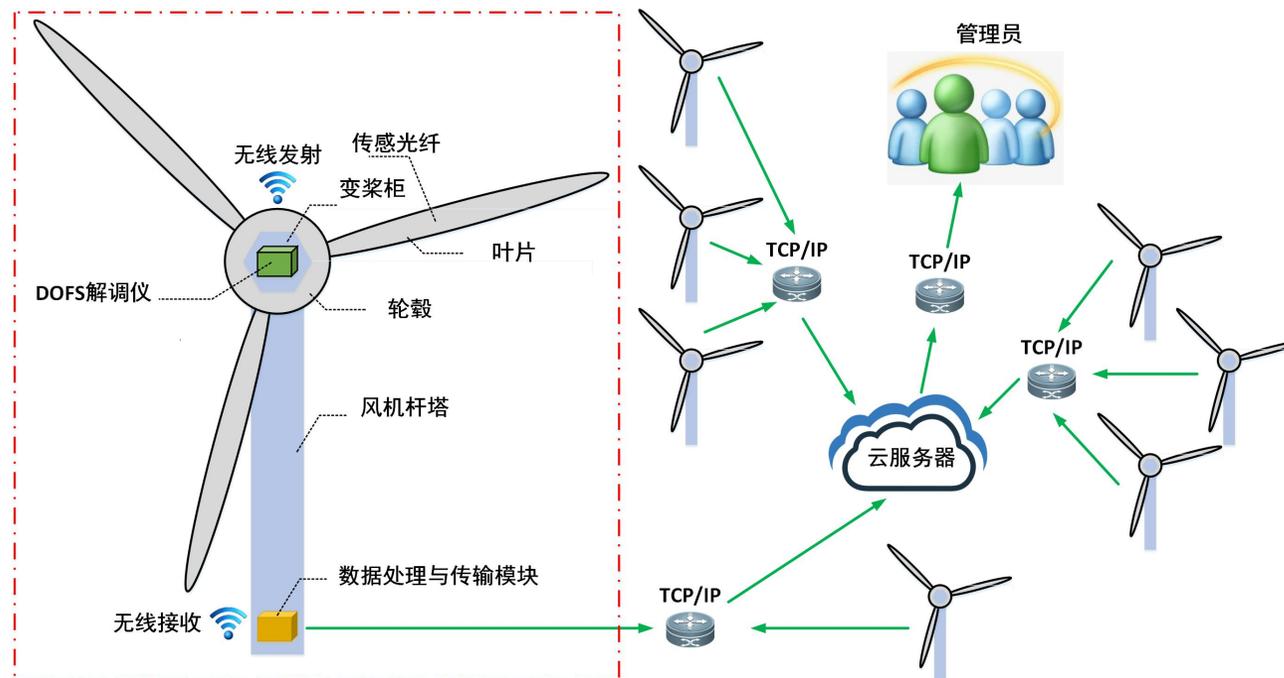
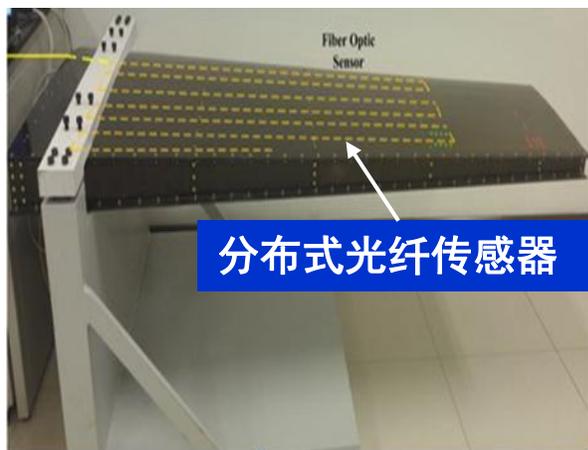
- ✓ 振动模态分布数据，可以反映桨叶机械强度的变化
- ✓ 监测设备安装在变桨柜中，利用轮毂内部低压照明线路供电，随轮毂一同旋转
- ✓ 利用4G网络进行数据传输
- ✓ 通过数据收集与建库，实现风机健康状态的智能诊断



分布式光纤传感技术风机安全健康监测系统

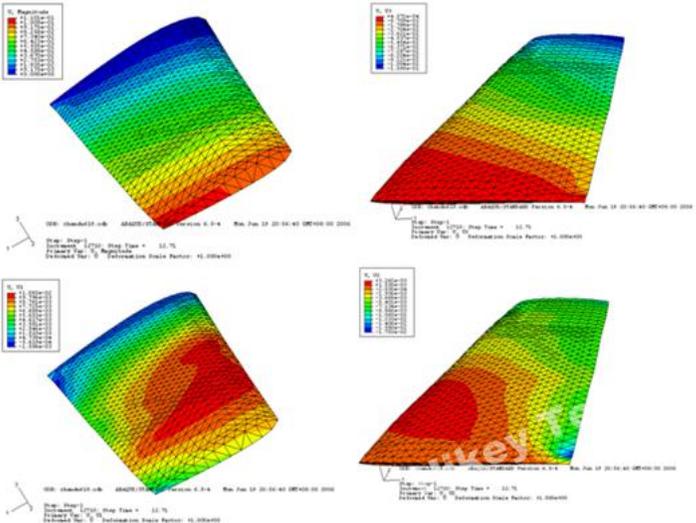
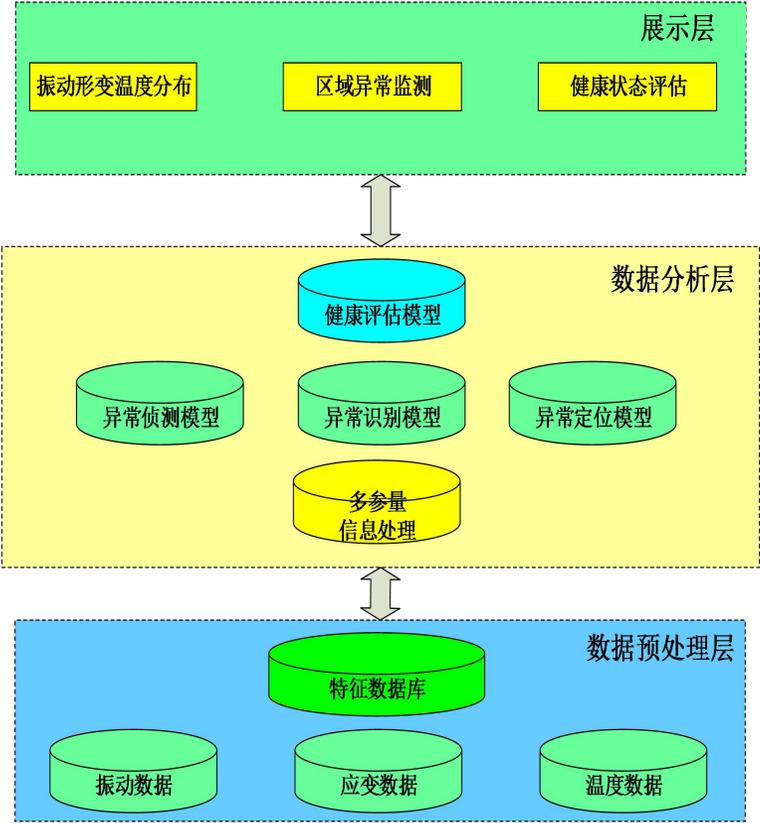


DOFS监测复合材料

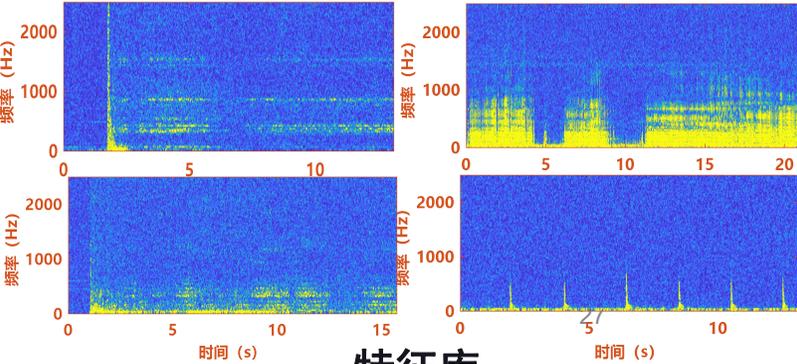


- ✓ 振动传感光纤从桨叶根部延内侧贴敷
- ✓ DOFS解调仪采用“工作-休眠”模式，以降低功耗
- ✓ 安全监测与故障诊断的结果远程传输至云端

分布式光纤传感技术风机安全健康监测系统

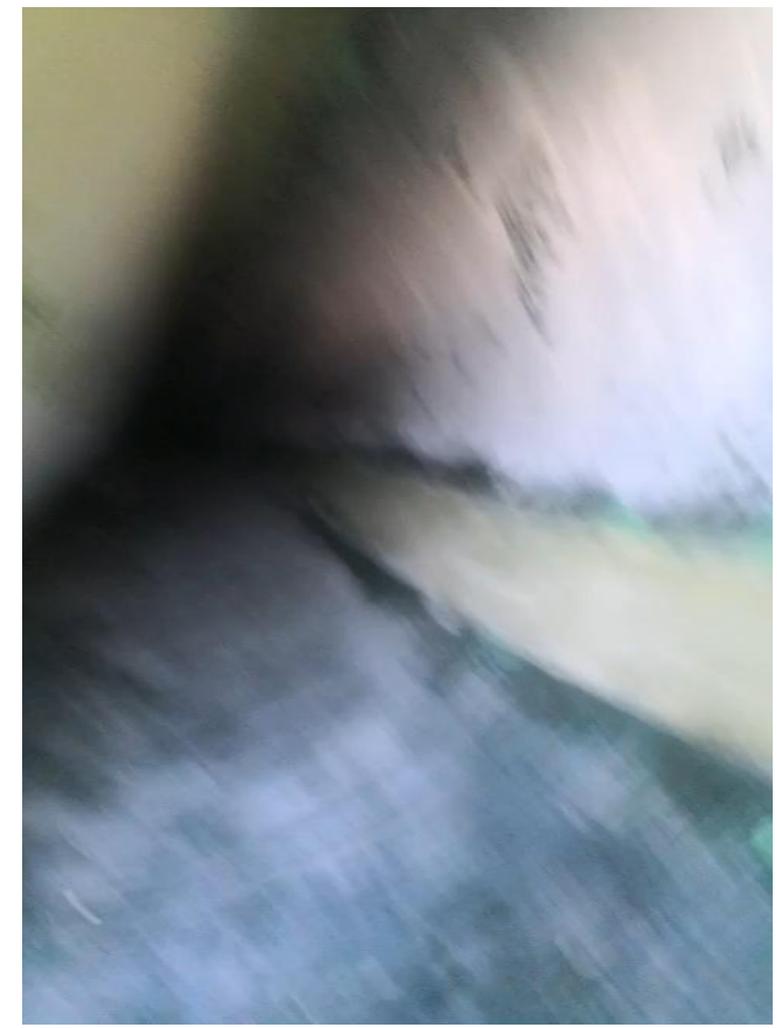


叶片状态诊断



特征库

广东省雷州市大牛岭风场风机在线健康监测



广东省雷州市大牛岭风场风机在线健康监测



杆塔

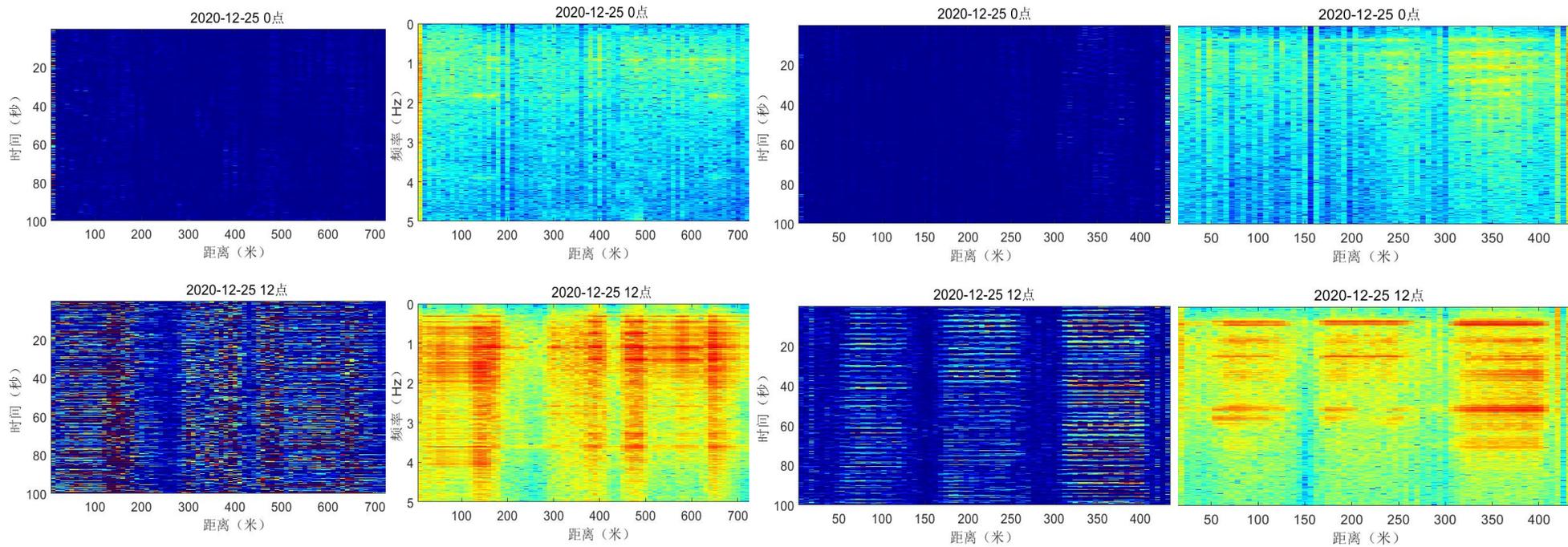


叶片上舱室



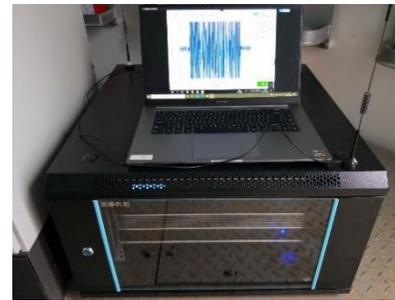
叶片下舱室

风机安全健康诊断系统测试结果



不同时刻，叶片振动时域图及频域图

不同时刻，塔筒振动时域图及频域图



监测设备

我们的技术



教育部技术发明一等奖、江苏省科技一等奖、教育部科技进步一等奖、中国侨界贡献奖、吴文俊人工智能科学技术一等奖、国际工业博览会特等奖、全国挑战杯一等奖、全国光电大赛一等奖、江苏巾帼创新创业大赛冠军



我们的技术



南大教授发明即时监测设备 为工程配备24小时医生

2010年08月17日 10:18 来源:《科技日报》

【字号:大 中 小】 打印 留言 论坛 手机阅读 纠错 E-mail 订阅 返回

点击鼠标按钮,可以“听”新闻

近年来,“楼歪歪”“楼脆脆”“楼稀稀”等网络上陆续暴露出的问题工程让人担忧,如何防患于未然,及早发现问题工程,排除安全隐患,确保国家和人民生命财产的安全显得越来越重要。

南京大学工程管理学院张旭华教授发明的最新技术“基于布里渊效应的连续分布式光纤传感技术”,日前通过了教育部组织的专家鉴定会。该发明可为大型工程

南大教授发明监测设备可随叫随到

新华网南京17日电 记者孙晓娟南京报道 2010-08-17 09:58:00

新华网南京17日电 近年来,“楼歪歪”“楼脆脆”“楼稀稀”等网络上陆续暴露出的问题工程让人担忧,及早发现问题工程,排除安全隐患,确保国家和人民生命财产的安全显得越来越重要。

记者昨天从南京大学获悉,4月24日,该校工程管理学院张旭华教授发明的连续分布式光纤传感技术通过了教育部组织的专家鉴定会,配备了24小时“私人医生”。由中国仪器仪表学会理事长庄松林院士主持,拥有多项自主知识产权,技术上达到了国内领先水平。

张旭华教授的“连续分布式光纤传感技术”,就是通过信息传感设备,按约定的协议,对物体进行智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种信息传输和通信技术。

张旭华教授说,目前我国拥有的光纤传感技术主要是“点式”的,就是将任何一项大型工程与互联网连接起来,通过温度和应力的检测,实现精准定位和实时监控。

张旭华说,目前我国拥有的光纤传感技术主要是“点式”的,就是将任何一项大型工程与互联网连接起来,通过温度和应力的检测,实现精准定位和实时监控。

新华报业、科技日报、新华日报、新华网、人民网、科学网、新华报业、中国科技网、腾讯财经、新浪网、环球网、中国青年网、行业资讯网、物联网在线、中国光纤传感器市场报告、电子发烧友网、中国激光杂志社、华强电子网、新气象、新南京、华夏物联网、中国江苏网、慧聪网……

全国三八红旗手

张旭华教授发明的“连续分布式光纤传感技术”,就是通过信息传感设备,按约定的协议,对物体进行智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种信息传输和通信技术。

张旭华说,目前我国拥有的光纤传感技术主要是“点式”的,就是将任何一项大型工程与互联网连接起来,通过温度和应力的检测,实现精准定位和实时监控。



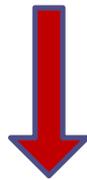
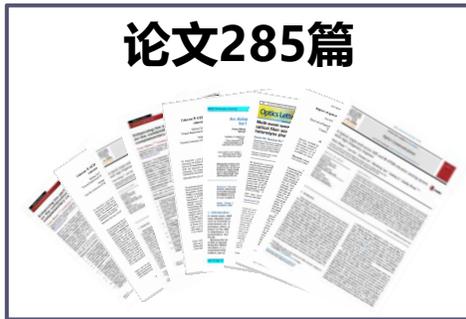
张旭华教授在领奖台上发言

我们的技术



把钱变成纸
科研

把纸变成钱
产业





为大型基础设施保驾护航!



谢谢!



xpzhang@nju.edu.cn

<http://ocer.nju.edu.cn>

