



东大智能结构健康监测系统

-----基于光纤光栅传感技术

南京东大智能化系统有限公司

2021年

公司简介

成立于1998年5月，是由东南大学、南京电子局等单位合作创办的高新技术企业，公司注册资本10008万元，研发及办公总面积超过10000平米，现有员工300多人，公司主要业务领域集中在智慧城市、智能交通、智能楼宇和信息技术服务四大板块的产品研发与系统集成，在党政机关、医疗卫生和公路交通建设领域具有突出优势。



研发实力

公司自成立以来，始终坚持以科技为先导，以市场为导向，注重科技投入，提高企业自主创新能力，加快企业发展。先后投入数千万元研发经费，与南京大学、东南大学、南京师范大学等国内知名院校进行长期的产学研合作，建立起产学研相结合的自主创新平台。



智慧城市信息技术联合研发中心



省级软件企业技术中心

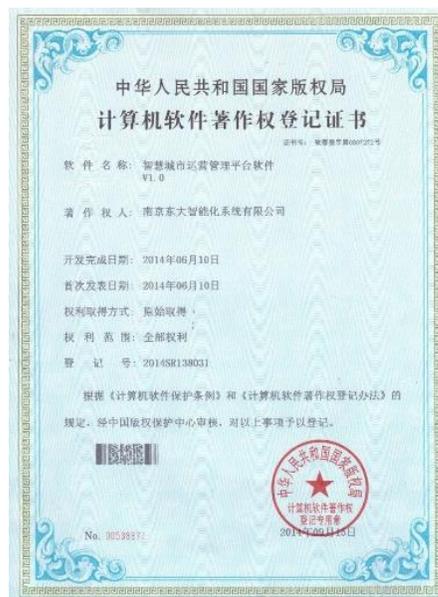
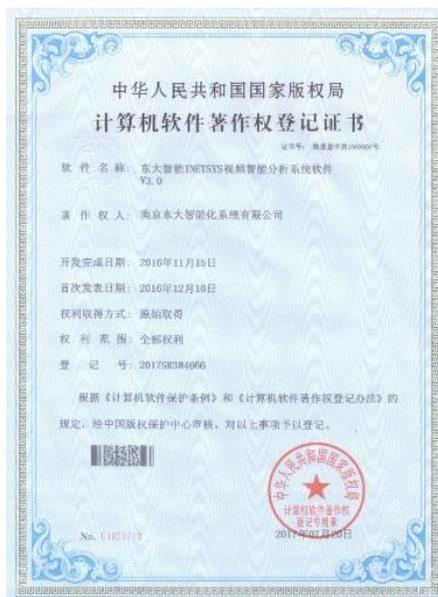
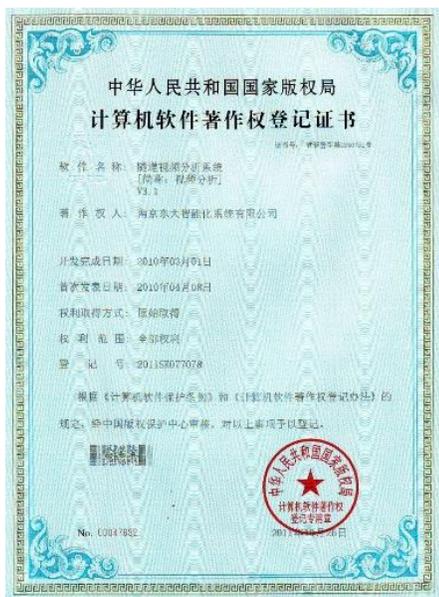


企业研究生工作站（南京大学）

研发成果

公司拥有发明专利6项，实用新型专利12项，软件著作权101项。

- 视频分析系统软件
- 大数据整合管理系统
- 智慧城市运营管理平台软件V1.0
- 东大智能INETSYS视频智能分析系统软件V3.0
- 隧道视频分析系统
- 智慧政务数据调度与服务平台



光纤光栅技术特点

- 波长编码，不受光源的光强波动影响，稳定性好
- 可以制备成应力、应变、温度、振动等多种传感器
- 寿命长，适合长期监测；
- 光纤传输，适合远距离监测
- 抗腐蚀、抗电磁干扰，适合各种恶劣工程环境监测
- 精度高、灵敏度高、分辨率高
- 结构简单、易于埋设
- 一根光纤中写入多个光栅，易于实现分布式自动化在线监测
-

工业级光纤光栅传感分析仪

东大智能工业级光纤光栅传感分析仪是采用扫描fp技术的光纤光栅传感调制解调分析仪器。可广泛应用于桥梁、隧道、石油石化、电力电网、航空航海、核电军工等领域的温度、应变、压力、位移、振动和加速度等物理量的长期高精度监测。



特点

- * 安全架构设计，高可靠
- * 核心光学部件、电路和软件系统完全自主
- * 标定、监测和组态监测全集成

应用

- * 桥梁隧道、地下管网：形变、裂缝、伸缩、倾角和沉降监测
- * 电力电网：开关柜测温、高压接头测温
- * 石油石化：测温
- * 航空航天：结构形变监测
- * 核电：辐照环境的多种物理量监测

测量通道1~16路可选择（每通道最多支持传感器数量为16个），检测波长范围1525~1562 nm，扫描频率1~500 Hz，功耗小于60 W，设备极限工作温度-40~85 °C。

高精度光纤光栅传感分析仪

高精度光栅传感分析仪是采用扫描激光技术的光纤光栅传感调制解调分析仪器。系统具有自动温度补偿和自动校准等功能，传感器拟合可任意物理量动态补偿，对非线性传感器完美支持分段拟合。



DZ-FSX-08/16B

特点

- * 可户外长期高可靠运行
- * 波长解析重复精度可达1.5 pm
- * 高可靠，系统设备可承受-20~70°C的大范围温度冲击
- * 支持任意动态物理量的传感器算法补偿
- * 多种协议支持 (TCP/IP, SNMP/V2, Modbus, 485, etc.)
- * 全集成，无需额外计算机或软件即可完成传感器标定、波长调制解调、数据建模

应用

- * FBG、LPG、FP透射等光纤传感器在线监测
- * 桥梁、隧道、大坝等建筑物的长期健康监测
- * 强磁强电强辐照、腐蚀等恶劣环境中的温度和应力等物理量的长期监测

测量通道1~32路可选择，检测波长范围1525~1610 nm，扫描频率1~1000 Hz，设备极限工作温度-20~70 °C。

光纤光栅传感器

东大智能光纤光栅系列传感器可用于建筑物、桥梁、大坝等土木工程的施工监测及长期健康监测，传感器类型齐全，满足各类项目的不同监测需求。



光纤光栅位移传感器



光纤光栅加速度传感器



光纤光栅温度传感器



光纤光栅液位传感器



光纤光栅应变传感器



光纤光栅土压力传感器



光纤光栅索力传感器



光纤光栅静力水准仪

特点：卓越的高可靠性和稳定性 适用于恶劣环境 可定制量程 工作温度-40~80 °C

相关设备及系统

在进行建筑物健康状态持续在线监测的同时，环境和气象参数如风速、风向、温度、湿度、气压、降水等也对建筑物结构的状态起到很大的影响，科学合理的采集、分析环境和气象参数十分必要。



激光测距仪



温湿度传感器



气象传感器



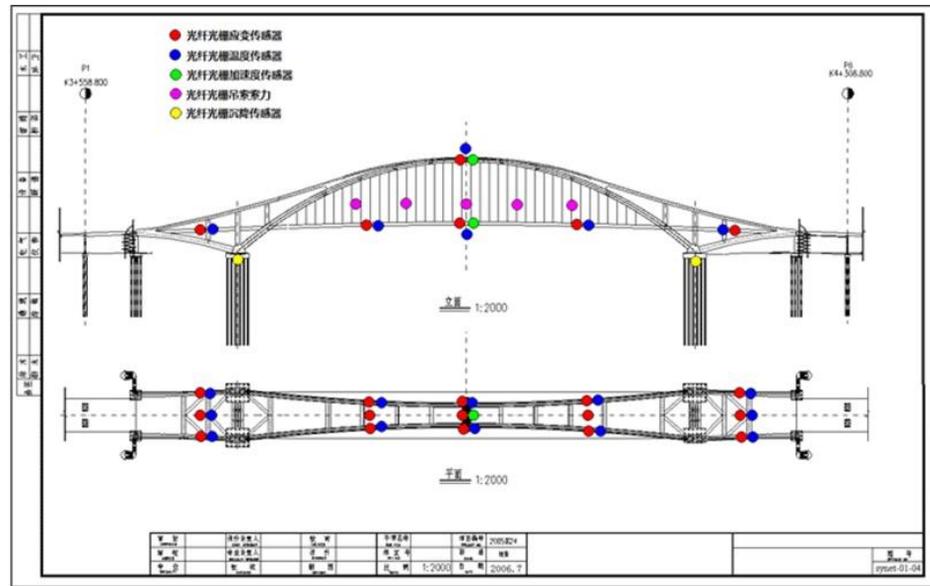
数据网关



应用软件系统

桥梁结构安全监测解决方案

桥梁在长期的使用中，在气候、环境等自然因素的作用下，以及日益增加的交通流量及重车、超重车过桥数量的不断增加，随着随着桥龄的不断增长，桥梁结构的不断老化，因此其安全性也在逐步发生退化。



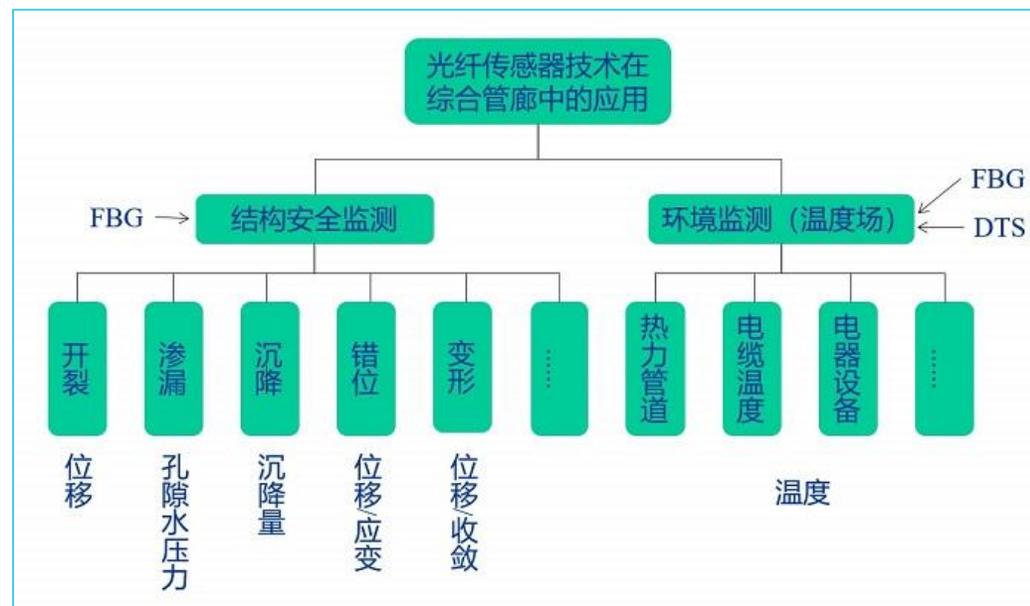
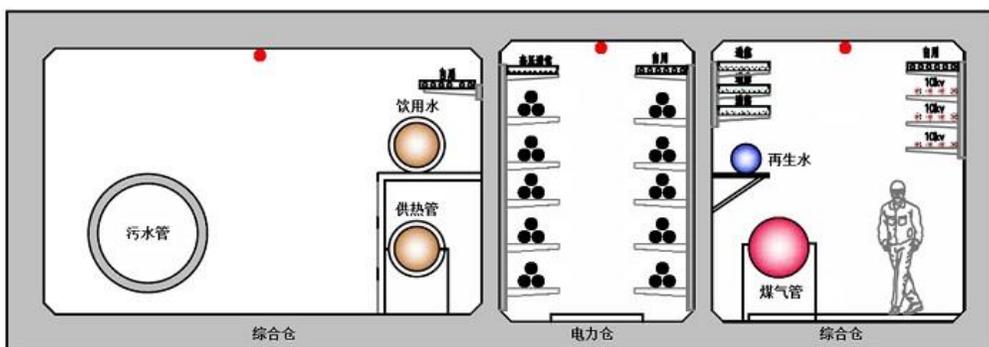
桥梁健康监测系统主要监测以下内容：

- 1、主梁挠度测、桥墩沉降等几何线性监测；
- 2、箱梁、拱肋应力、应变监测，截面的应力分布等；
- 3、温度、温度分布监测；
- 4、桥梁振动监测；
- 5、风荷载监测、车辆荷载监测；
- 6、吊杆索力、锚索张力、斜拉索监测；
- 7、河水及冰块对桥墩的冲击等监测；
- 8、地下连续墙的垂直沉降、平面位移、纵向变形、墙体钢筋应力监测。

光纤光栅类传感器可以用于监测桥梁形变、桥梁振动、桥墩渗流、结构应变、温度等，具有（1）抗强电磁干扰，稳定性高；（2）精度高，响应速度快；（3）可大面积长距离布点；（4）远程实时监测等优点。

综合管廊安全监测解决方案

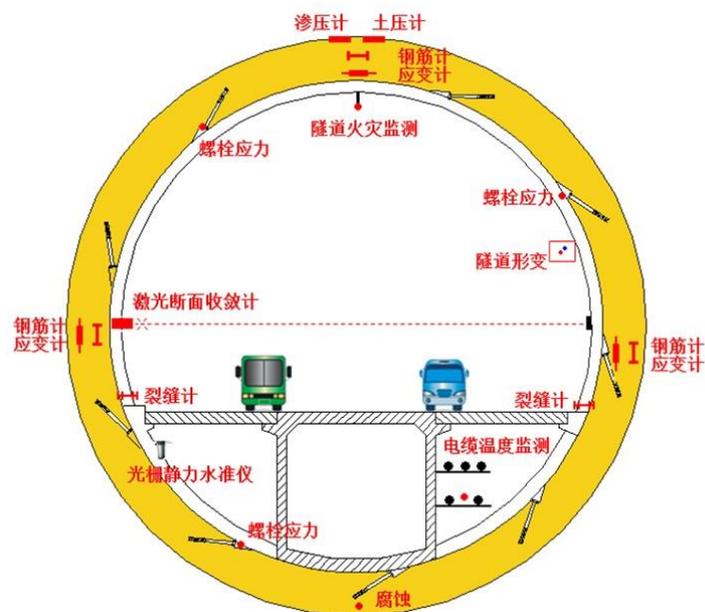
城市地下综合管廊是指在城市地下用于集中敷设电力、通信、广播电视、给水、排水、热力、燃气等市政管线的公共隧道，设有专门的检修口、吊装口和监测系统，是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”。



光纤光栅 (FBG) 和**分布式光纤 (DTS)** 传感技术在管廊综合监控系统中能够实现地下综合管廊专业管线的全方位、实时在线监控、实时报警，准确定位，大大提高城市地下综合管廊运行管理的快速反应和安防能力。

隧道结构健康及火灾监测解决方案

由于隧道特殊的结构形式及其所处的复杂地质环境，为确保隧道运行安全，其在使用的过程中均应实施结构健康及火灾监测，避免出现特大安全事故。



隧道结构健康监测的主要内容

- 1、隧道收敛变形监测；
- 2、隧道地表土体沉降；
- 3、隧道拱顶沉降、围岩离层监测；
- 4、孔隙水压力监测；
- 5、围岩压力及支护土压力监测；
- 6、支护和衬砌内应力；
- 7、表面应力及裂缝测量；
- 8、锚杆或锚索受力；
- 9、钢支撑内力及外力。

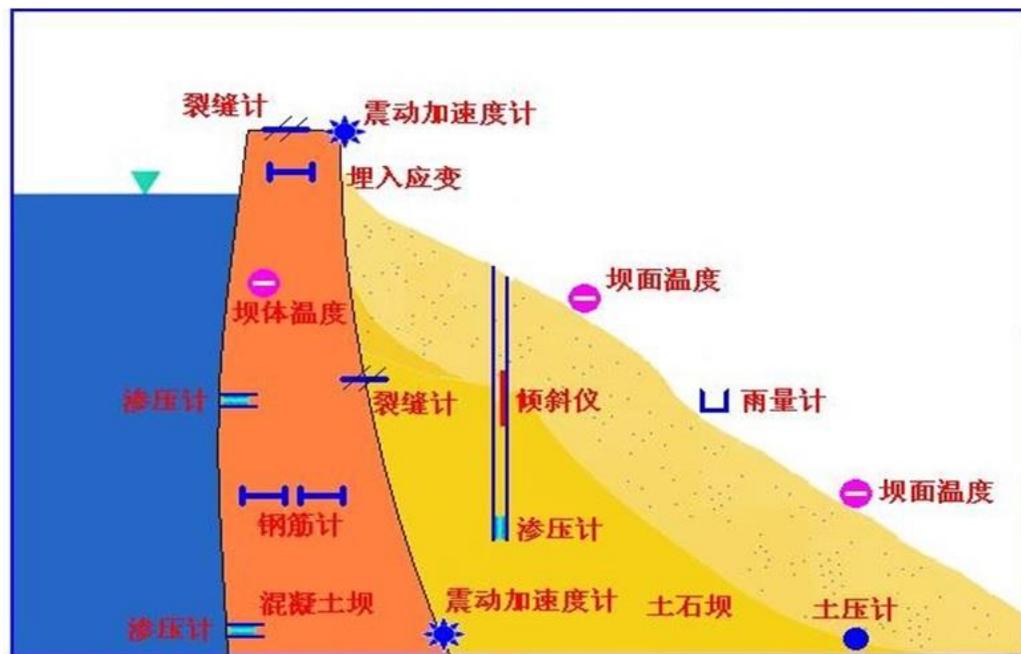
火灾监测采用光纤光栅传感器的优点

- 1、每个光纤光栅不仅显示温度还准确定位；
- 2、能实现定温、差温、温升等不同形式的测量；
- 3、每个传感器实时自检，系统运行可靠；
- 4、抗电磁干扰能力强；
- 5、具有良好的防水、防尘、防腐能力；
- 6、监测距离远、系统结构简单、几乎免维护；
- 7、监测系统开发容易、几乎模块化。

光纤光栅类传感器可以用于监测隧洞形变、隧洞渗流、结构应变、温度等。以温度（火灾）监测为例，每个光纤传输通道可串联20到30个温度传感器，可实现单套设备对超长距离的隧道监测，即节省空间又节省投资。

水利、水务安全健康监测解决方案

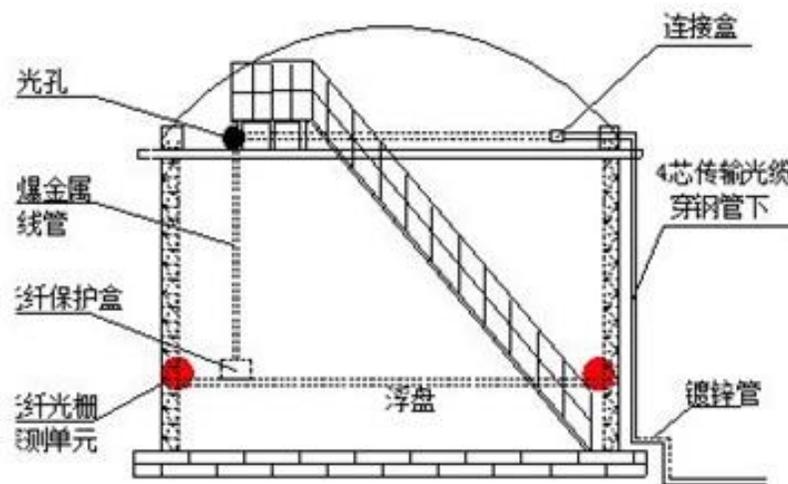
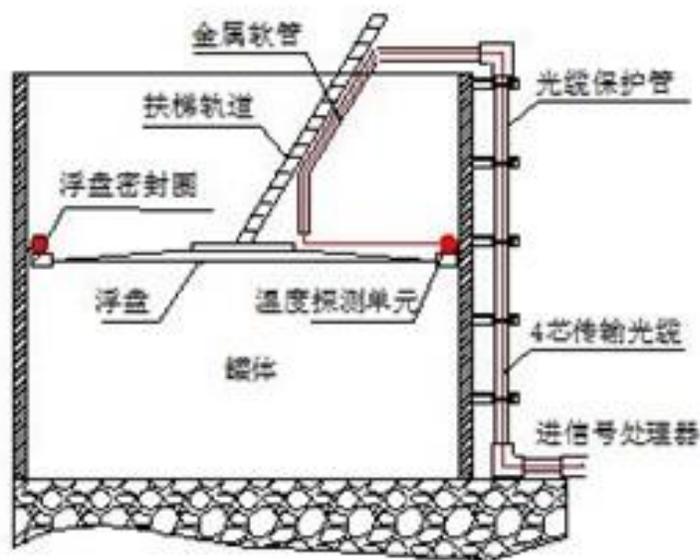
水电大坝、输水管道等设施常修建在复杂地质、地形及水文环境中，承受着静水、动水、渗水等各种作用，随着时间的推移设施还会老化，因此需要随时掌握它们的变化动态，及时发现不安全现象，做到防患未然。



光纤光栅类传感器可以用于监测位移、振动、渗流、应变等，它们基于光波长检测原理，无需供电，抗电磁干扰能力强，可长距离、大面积布置，长时间做恶劣环境中工作，特别适合在水利水电以及水务领域。

储油罐、储气罐火灾报警解决方案

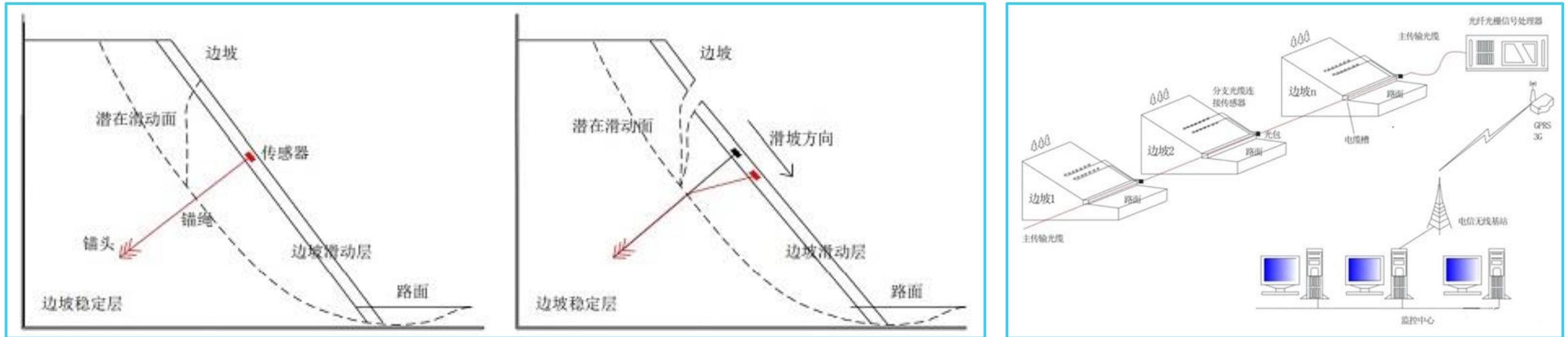
国家或地方均大量建设储备油罐等设施，而各类油品的储运安全是能源生产和销售的重要保障，由于油气是易燃物，因此对各类储油罐、储气罐进行实时在线温度监测，并建立火灾报警系统非常重要。



光纤光栅类传感器主要用于监测设备关键位置的温度，具有无电检测、检测精度高、快速响应、定位准确、布置方便、系统配置灵活等优点。

边坡安全监测解决方案

在公路或铁路沿线的山体滑坡会造成长时间的交通中断，关键位置的山体滑坡会造成人民生命财产的严重损失，因此治理山体滑坡一直是我国非常重视的一项工作，随着光纤光栅监测技术的不断成熟，光纤光栅已经代替传统技术开始逐步应用于山体边坡的自动化监测中，并取得了和好的效果。



光纤光栅类传感器可以用于监测边坡稳定层和滑动层相对移动位移、边坡支护锚杆应力、边坡岩土孔隙渗流、边坡倾斜率等，具有（1）可大面积长距离布点；（2）远程实时监测；（3）成本低等优点。

电力系统温度实时在线监测方案

光纤光栅传感技术作为一种先进的无源光传感技术，能够不受任何强电磁干扰的影响，并具有高灵敏度、高精度，高绝缘、耐辐射、耐高温、耐腐蚀等特点，把光纤光栅传感器做成不同的尺寸和形状，能对被测设备无任何影响，因此非常适合电力系统的状态监测的需求。



电力开关柜触头温度监测



高压电力电缆温度监测

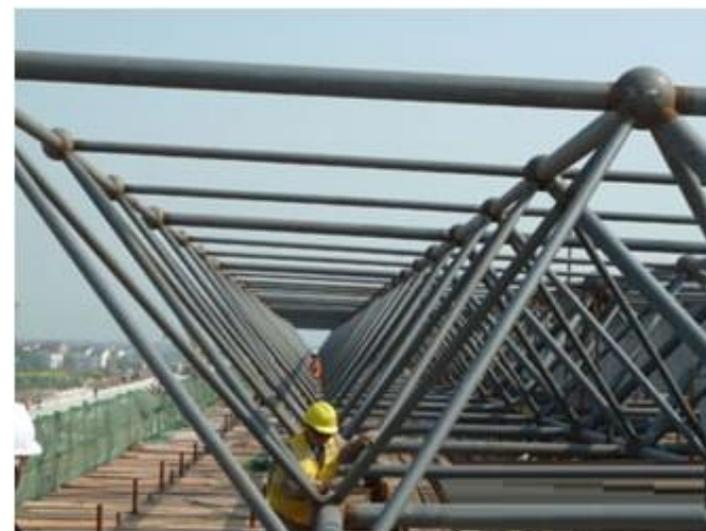


电缆接头温度监测

光纤光栅类传感器可以用于监测电力开关柜、电缆及其接头、大型变压器等电力设备温度，具有预防设备损坏、火灾监测等功能。

钢结构安全健康监测解决方案

大型钢结构设施包括有钢结构的大型建筑、电力铁塔、起重设备、井架、大型船舶舰艇、高速铁路钢轨等。传感器主要采集结构体上关键构件的应力应变、钢结构的振动、温度场、耦合效应的风荷载有关数据；根据采集的数据和有限元模型，获得刚结构的整体受力状况和振动水平，对监测期间的安全状态进行评估和预测。



光纤光栅类传感器可以用于钢结构形变、振动、应变、温度等物理量，具有（1）抗强电磁干扰，稳定性高；（2）精度高，响应速度快；（3）可大面积长距离布点；（4）远程实时监测等优点。

高层建筑健康监测解决方案

超高层建筑安全监测主要关注点为：

- (1) 地基振动监测：监测地震及建筑周边施工信号，采集低频振动信息，一旦信号超过阈值，触发报警并连续采集数据。
- (2) 建筑整体扰度监测：在超高层建筑上每5层安装三轴加速度传感器，记录建筑不同位置的加速度信息，通过积分算法计算建筑扰度情况。
- (3) 建筑倾角监测：利用光纤光栅倾角仪，测量建筑静态倾角，对加速度传感器数据进行修正。
- (4) 幕墙风压监测：利用光纤光栅风压传感器，对建筑不同高度承受风压进行监测，通过风压和建筑变形关系对建筑进行准确建模，识别建筑抗弯较弱的高风险区域。



低频振动传感器



加速度传感器



风压传感器

隧道纵向变形（沉降）监测方案

隧道纵向变形、或建筑物地基沉降监测一般可以采用光纤光栅沉降管的方式进行安装。

制造光纤光栅沉降管，管壁内部安装多组FBG传感器，管体外侧为棘刺结构，便于和结构进行固定。当沉降管布置完成后，记录沉降管的初始数据。在日常应用中，根据管内FBG数据变化，可计算结构的沉降数据。



沉降管每根为固定长度（1~3米）在布置时可以将多根沉降管进行拼接，实现隧道长距纵向变形监测或者建筑地基沉降监测。对高层建筑而言，沉降一般会引发结构倾斜，因此将沉降数据和倾斜数据综合分析可以对建筑状态进行评估。



让科技造福人类