

无线倾角传感器BW-WM400

低功耗、多参量、高集成度输电线路智能在线监测系统将输电线路无线传感器技术与无线高速传输网络技术有机融合，通过既有输电线路无线传感器等对输电线路状态进行采集，然后通过感知通信一体化输电线路智能在线监测系统，将本地传感器数据汇聚至监控中心，实现特高压输电线路运行状态的实时监测，大幅提升特高压输电线路在线监测的精准性以及决策处置的智能化水平。

系统中集成了基于低功耗技术的智能间隔棒、智能绝缘子吊环等传感器产品，能够实现对特高压输电线路所要监测物理量的实时监测，及时发现线路运行中的故障和风险，有效避免因线路停运所造成的供电中断。同时亦可减少人员现场巡视的工作量，降低运检工作的人力成本。



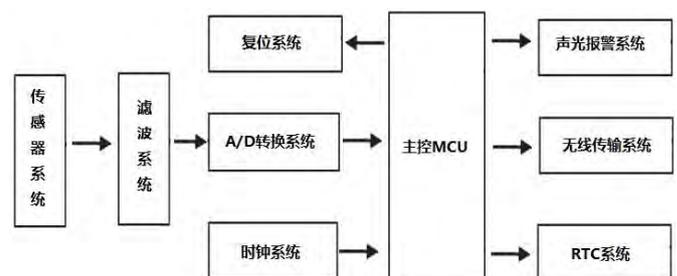
无线倾角传感节点数量众多，规模化部署后需根据环境和应用需求进行自治组网，形成协同组网体系，实现资源虚拟管理、节点能力组合、逻辑承载和控制管理之间的配合。在能够应对节点的动态加入和退出等造成网络拓扑的动态变化的同时，需充分考虑整个网络系统的能量平衡高效性。需攻克节点、数据链路、网络分层次的动态休眠机制设计，研究冲突避免机制、多路径多因素路由生成与更新技术。

方案采用的无线倾角传感器是基于NB-IoT网络，具有以下特点：一是广覆盖，将提供改进的网络覆盖，在同样的频段下，NB-IoT比现有的网络增益20dB，相当于提升了100倍覆盖区域的能力；二是具备支撑连接的能力，NB-IoT一个扇区能够支持10万个连接，支持低延时敏感度、超低的设备成本、低设备功耗和优化的网络架构；三是更低功耗，NB-IoT终端模块的待机时间可长达10年。



产品亮点：

- 精度：0.005°
- 交叉轴误差小于0.01°
- 分辨率：0.001°
- 双轴倾角测量，量程±30°
- 数据直传到云端，操作简便
- 一次充电最高可使用2年



无线倾角传感器BW-WM400

电气指标:

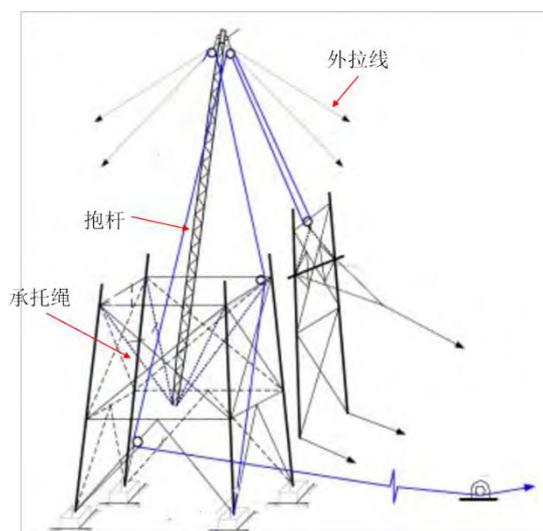
| | | |
|------|--|-----------|
| 电源接口 | 充电电压 | DC 4.2V |
| | 充电电流 | 1000mA |
| | 工作电流 | 320mA(峰值) |
| | 待机电流 | 4 μ A |
| | 电池容量 | 6000mAH |
| 通信距离 | 不限 (NB-IOT网络覆盖即可使用) | |
| 额定流量 | 单节点数据: 1Kb/次; 按每天2次数据采集, 每月流量约60Kb (流量收费按运营商套餐为准) | |

性能指标:

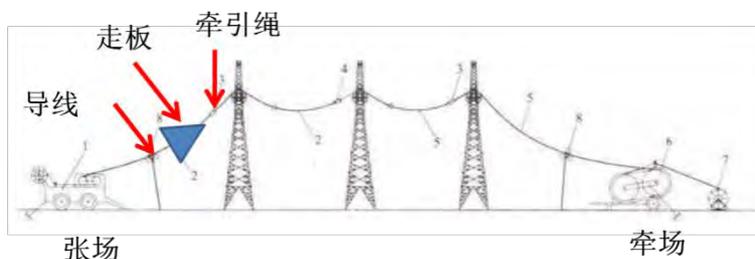
| 参数 | | WM400-5 | WM400-15 | WM400-30 | 单位 |
|---------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 测量范围 | 条件 | ± 5 | ± 15 | ± 30 | $^{\circ}$ |
| 测量轴 | | X-Y | X-Y | X-Y | |
| 精度 | 室温 | 0.005 | 0.008 | 0.01 | $^{\circ}$ |
| 分辨力 | | 0.001 | 0.001 | 0.001 | $^{\circ}$ |
| 零点温度漂移 | -40~85 $^{\circ}$ C | ± 0.001 | ± 0.001 | ± 0.001 | $^{\circ}$ / $^{\circ}$ C |
| 交叉轴误差 | 25 $^{\circ}$ C | 0.005 | 0.008 | 0.01 | $^{\circ}$ |
| 最高频率输出 | | 100 | 100 | 100 | Hz |
| 自动休眠模式 | 支持 | | | | |
| 定时唤醒 | 支持 | | | | |
| 运动唤醒 | 支持 | | | | |
| 平均无故障工作时间MTBF | ≥ 90000 小时/次 | | | | |
| 电磁兼容性 | 依照GBT17626 | | | | |
| 绝缘电阻 | ≥ 100 兆欧 | | | | |
| 抗冲击 | 2000g, 0.5ms, 3次/轴 | | | | |
| 外形尺寸 | L109*W65*H72.5mm | | | | |
| 重量 | 约640 (± 10) g | | | | |

本系统核心传感器采用了 WM400 无线倾角传感器。不同于传统倾角传感器，WM400 内置高性能可充电锂电池，内部电路经过优化设计，可以自动进入低功耗休眠模式，采集频率用户可以自行设置，最高精度为 0.005° ，不更换电池可使用数年，除此之外 WM400 还拥有非常优异的长期稳定性和零点漂移。系统硬件架构主要有主控 MCU 系统、复位系统、传感器系统、滤波系统、A/D 转换系统、时钟系统、声光报警系统、RTC 系统、无线传输系统等组成。此产品已经在浙江省内众多结构物监测系统中应用。

在电力输电线路基建施工过程中，无线倾角传感器可应用于组塔过程、架线过程中的施工安全状态监测。



组塔施工场景



架线施工场景

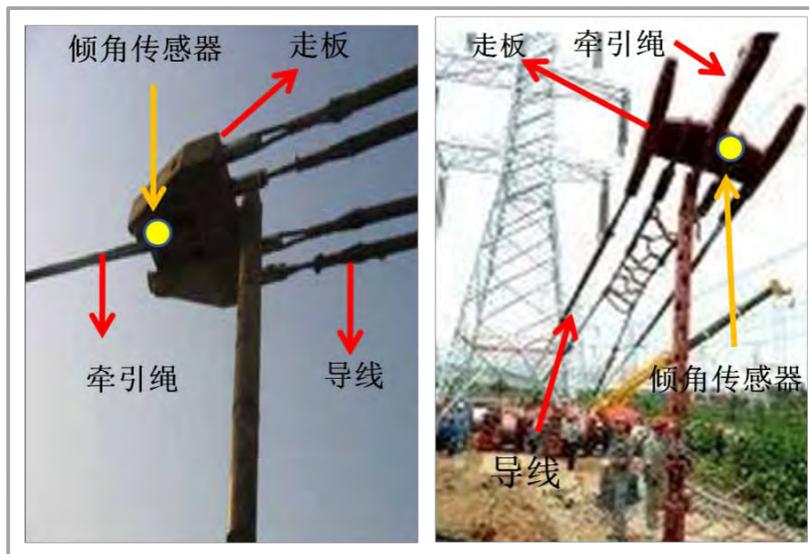
无线倾角传感器在组塔施工中的应用

在组塔施工过程中，倾角传感器安装于抱杆顶部用于实时监测抱杆的倾斜程度，防止抱杆倾覆，造成倒塔等安全风险的发生。可广泛应用于内悬浮外拉线抱杆、内悬浮内拉线抱杆组塔、悬浮双摇臂抱杆组塔、落地双摇臂抱杆组塔、组合式抱杆等多种组塔过程。



无线倾角传感器在架线施工中的应用

在架线施工过程中，倾角传感器主要安装于走板设备上，对走板在移动行进过程中的姿态进行实时监测，防止走板发生侧翻风险，提高了张力放线施工的安全性。



走板安装倾角传感器示例

本项目团队自主研发了基于 NB-IOT、5G 通信技术、低功耗技术、抗电磁干扰技术的电力物联网系列智能传感器，包括输电线路智能间隔棒、无线温度传感器、无线温湿度传感器、无线水浸传感器等。研发完成的传感器已推广到浙江、江苏、陕西、冀北、辽宁、宁夏、河南等网省应用，积累了大量传感器安装、调试、测试及维护方面的应用推广经验，具备电力传感器大规模应用的市场推广能力。

本项目针对现有在线监测装置存在的不足，研发了低功耗、多参量、高集成度输电线路智能在线监测系统，包括智能间隔棒、智能绝缘子吊环、倾角传感器等，在一次设备中嵌入模块化传感器，直接获取一次设备的多维工作参数，并采用感应取电的方式，实现一次设备的智能化。



输电线路传感监测

在输电线路状态监测系统中，除智能间隔棒这样的多监测部件集成化传感装置外，能够满足大量单类型、不同监测需求的传感器节点将采集数据上传至服务器。挂装拉力传感器对导线受力状态进行监测，在气象环境恶劣区域，线路遭受冰灾而发生线缆覆冰现象是，提供导线断裂预警信息。挂装风速、雨量、温湿度传感器对输电线路微环境进行监测。通过激光测距传感器对导线对地距离进行监测，防止周围物体接触到导线，造成事故。挂装无线温度传感器，实现设备温度、温升和相间温差的高可靠实时在线监测，实现输电线路电力设备运行温度的智能管理，为电网设备的安全运行提供数据支持。在铁塔横担安装杆塔倾斜传感器对铁塔倾斜角度进行监测，为防止倒塔事故的发生进行预判。