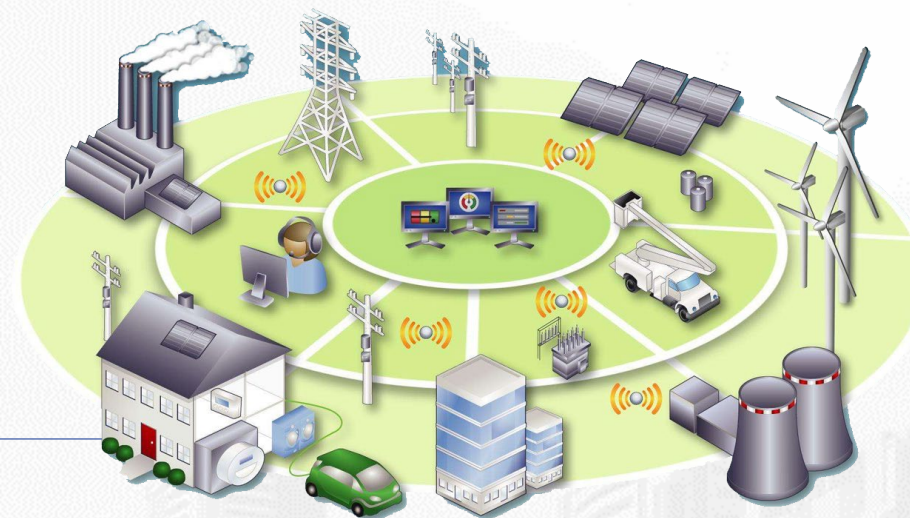
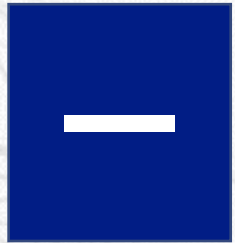


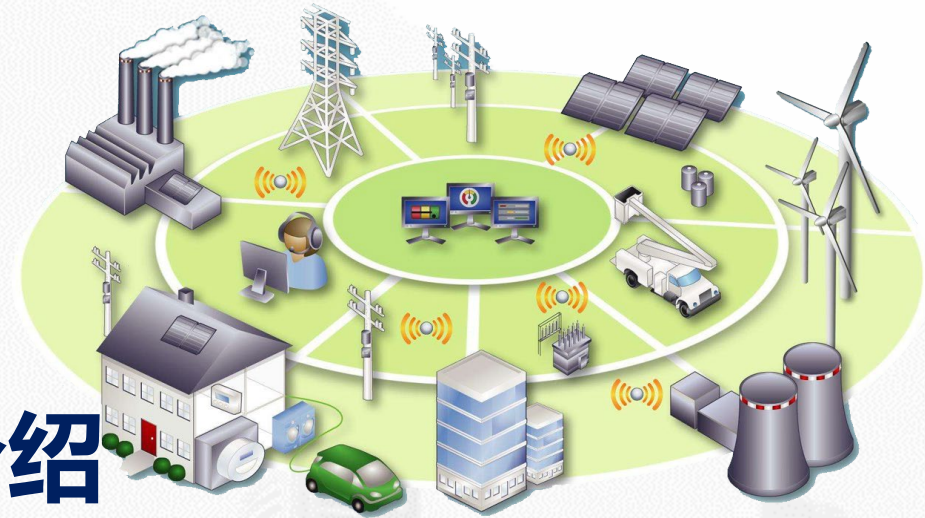
输变电设备物联网技术



中国科学院上海微系统与信息技术研究所
郑 敏



输变电设备物联网介绍



一、物联网成为国家战略

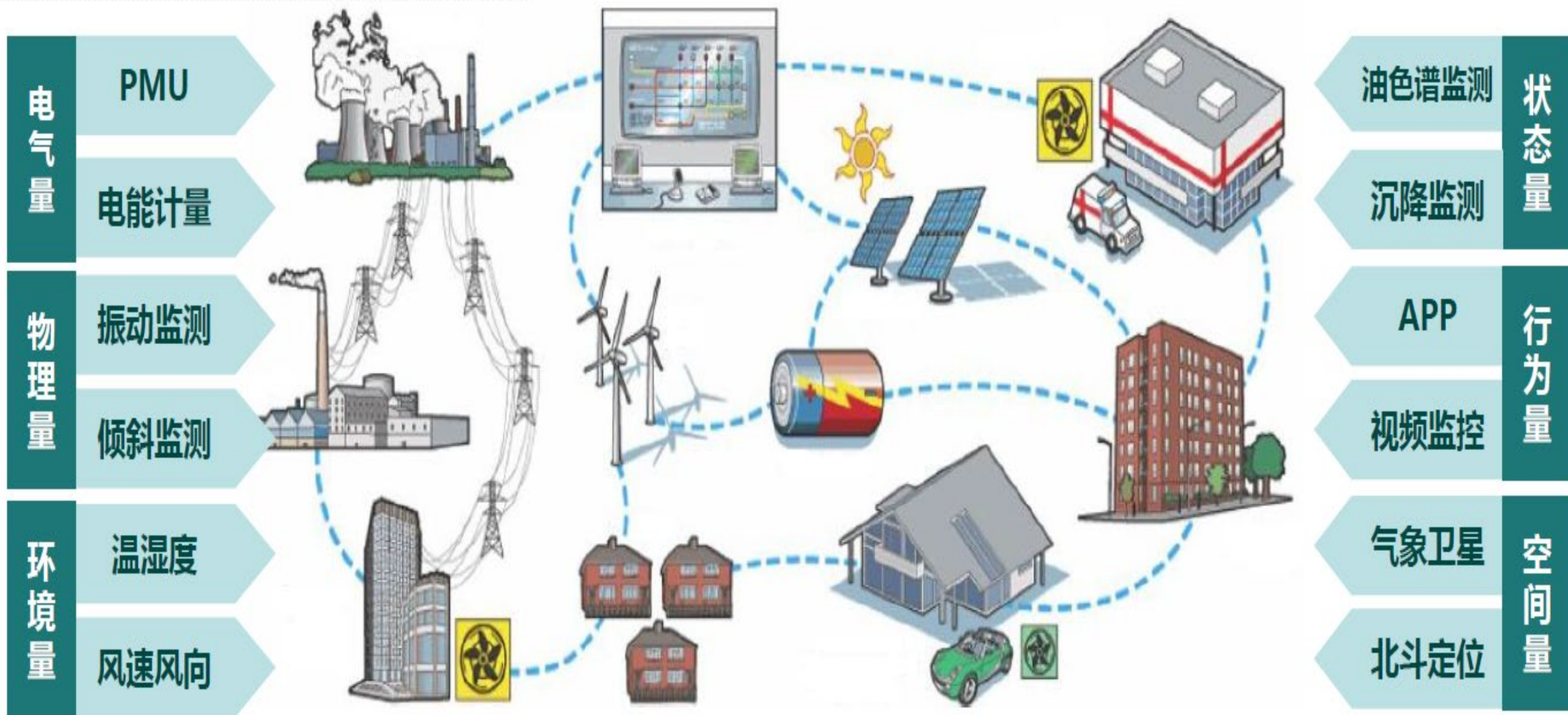


2009年，8月7日，温总理
考察中科院上海微系统所无
锡中心，提出“感知中国”

电力物联网



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences





门类	典型传感终端类型	门类	对象	典型传感终端类型	门类	对象	典型传感终端类型
电源侧	定子温度监测、振动监测	新能源场站设备	风机轮毂及叶片	振动监测、应变监测、位置监测	综合能效监测	环境参数	温度、湿度、PM2.5、CO ₂ 、光敏、振动、动作、气压
	转子转速监测、振动监测、温度监测、匝间短路监测		风机塔架及机舱	风速风向、监测、压力监测、位移监测、温度监测		能耗参数	电/水/气/热计费、压力、流量、温度、转速
	机组电流监测、电压监测、功角监测、局放监测、合闸监测保护		发电机及齿轮箱	温湿度监测、功率监测、转速监测、压力监测	需求响应监测	环境参数	温度、湿度、光亮
	新能源场站电压、电流、功率		太阳能板	倾角监测、污秽度监测		负荷参数	电流、电压、压力、流量、温度
电网运行状态	电压、电流信号：PMU	新能源场站环境	气象环境	光辐射、风速风向、温度、湿度、压强	智慧家居监测	环境参数	温度、湿度、PM2.5、CO ₂ 、光敏、振动、动作、气压
	电网谐波、间谐波信号：宽频测量装置						
负荷侧	能效监测、分项计量、充电桩监测						



□ 2019年，国网设备部，启动输变电设备物联网体系的建设工作；

□ 以实现输变电设备状态信息感知、互联互通及智能化应用的物联网

--引自Q/GDW 12021—2019 《输变电设备物联网节点设备无线组网协议》

应用层

PMS、覆冰、山火、
雷电等系统数据

数据调用

输变电物联网高级应用

电网运检智能化分析管控系统

微应用

平台层

物联网设备管理

边缘计算配置

物联网数据存储

数据共享

泛在电力物联网
中台

分析

上传数据，下发配置

网络层

上传数据，下发配置

感知层

接入节点

汇聚节点

汇聚节点

汇聚

智能巡检

状态感知

无人机

机器人

移动终端

输电

变电

电缆

环境



- 通信体制如何选择？
- 如何解决长期无人值守，功耗问题？
- 如何实现统一接口互联互通？
- 网络信息安全如何保障？
- 支持哪些特殊的业务？

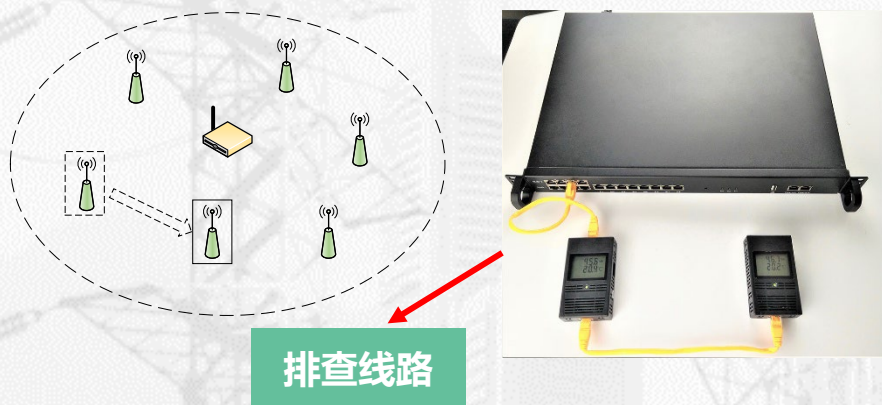


□第一个问题：

通信体制如何做选择？

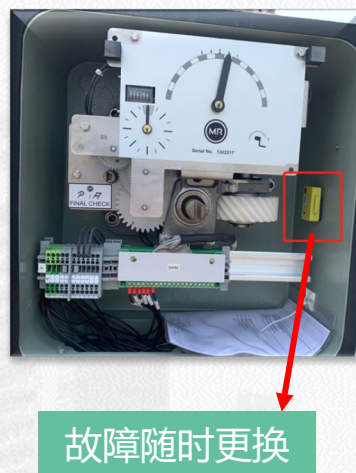
灵活性和移动性

- 有线网络：传感器设备的安放位置**受网络布线的限制**
- 无线网络：设备在无线信号覆盖区域内的任何一个位置都可以接入网络，同时支持**设备的移动**



故障易定位

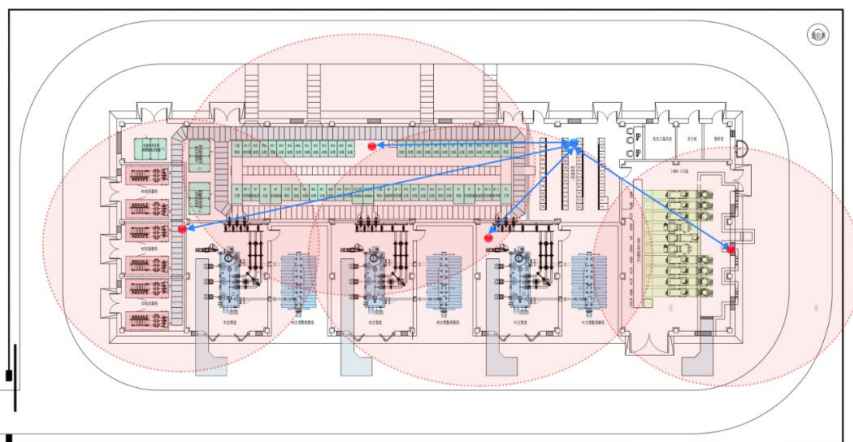
- 有线传感器：若出现物理故障，尤其是由于**线路连接不良**而造成，很难查明，而且**检修线路**需要付出很大的代价
- 无线传感器：很容易定位故障，最坏情况只需**更换传感器**即可恢复连接



安装便捷

- 有线通信网络：大量网络布线
- 无线通信网络：只要安装部署**一个或几个节点**设备，就可建立覆盖整个区域的无线网络

110kV户内 GIS变电站物联网网络图（典设编号：110-A2-6）



无线通信

基础设施需求	无线通信	
	窄带	宽带
无需基础设施	LoRa、ZigBee 6LowPan、BLE	Wi-Fi
需要基础设施	NB-IoT、eMTC	4G、5G TD-LTE 230 1.8G LTE

有线通信

ETH
HPLC
Mod-Bus



频段合法化

➤ **频段合法性**：满足无委会的微功率频段使用规定，选用2.4GHz频段和470M~510MHz频段，具体发射功率限值、单次发射持续时间、占用带宽、频率容限均满足无委会无线电管理要求



遵从无委会微功率频段管理要求，确保合法合规

微功率短距离无线电发射 设备目录和技术要求

一、设备目录及其技术要求

(一) 通用微功率设备

1. A 类设备

(1) 使用频率：9-190kHz。

(2) 10 米处磁场强度：

9-50kHz：不大于 72dB μ A/m（准峰值检波）；

50-190kHz：不大于 72dB μ A/m，每倍频程下降 3dB（准峰值检波）。

2. B 类设备

(1) 使用频率：1700-2100kHz、2200-3000kHz、

3100-4100kHz、4200-5600kHz、

5700-6200kHz、7300-8300kHz、

8400-9900kHz。

(2) 10 米处磁场强度：不大于 9dB μ A/m（准峰值检波）。

(3) 频率容限：100 $\times 10^{-6}$ 。

(4) 6dB 带宽：不大于 200kHz。

3. C 类设备

(1) 使用频率：6765-6795kHz、13553-13567kHz、

技术	无线	授权频段	低时延	低成本	高速率	功耗	产业链成熟度
LoRa	√	-	-	√	-	√	√
NB-IOT	√	√	-	-	-	√	√
ZigBee	√	-	-	√	-	√	√
6LowPan	√	-	-	√	-	√	-
BLE	√	-	√	√	-	√	√
4G	√	√	√	-	√	-	√
5G	√	√	√	-	√	-	√
Wi-Fi	√	-	√	√	√	-	√
230M-LTE	√	-	√	-	√	-	-
1.8G-LTE	√	-	√	-	√	-	-
ETH	-	-	-	-	√	-	√
HPLC	-	-	-	-	-	-	√
Mod-Bus	-	-	-	-	-	-	√



- 现有通信体制，无法直接应用；
- 需要考虑频段、部署难度（成本）、技术成熟度、功耗等。



□第二个问题：

如何解决长期无人值守，功耗问题？

低功耗需求



$$T = k_2 \times C / (k_1 \times E_{1y})$$

T - 电池使用年限

k_2 - 可靠性系数, 此处取保守值0.6

k_1 - 老化系数, 此处取1.2

E_{1y} - 理想状态下电池年功耗

C - 电池容量

$E_{1y} = 365 \times E_1$

E_1 - 平均功率

通过以下参数为例计算:

1) 常用于数值类传感器的0.25Ah电池;

2) 4G终端设备的约200 μ w的平均功率。

$$T = \frac{0.6 \times 0.25 \times 3600 \times 3.6}{1.2 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 200 \times 10^{-6}} = 0.25 \text{年}$$

0.25年 < 8年的设计寿命

16





- 没有可以满足如此极端功耗需求的现成通信体制;
- 通信在传感终端功耗占比很大;
- 需要通信与设备工作机制共同优化, 系统性降低功耗。



□第三个问题：

如何实现统一接口互联互通？



缺乏全局设计及标准化，难以互联互通和替换

无线传感网协议、规约不统一

不同厂商产品无线传输协议、数据规约不统一，广泛采用“私有”体制。

- 传感器与网络设备“牢牢绑定”，传感网系统重复建设，形成若干“烟囱”
- 传感器扩展接入、传感器备品更换自由度低
- 主要是没有可以统一遵守的标准



- 制定统一的感知层无线通信协议标准;
- 进行协议一致性测试, 确保入网设备符合标准。



□ 第四个问题：

网络信息安全如何保障？



适配电力业务的安全

通用安全方案存在功耗过高、复杂度高的问题”

需要与定制化的通信协议适配

需要与电力业务结合，进行分级处理

需要采用轻量化注册、鉴权、加解密等方法流程



- 轻量化的安全协议;
- 专用的通信体制, 降低被入侵的可能性;



□第五个问题：

支持哪些特殊的业务？



特殊需求

支持感知层网络内部，内生自同步；

密集接入；

节点自组织组网；



□结论



- 基于低功耗窄带通信技术物理层（loran、zigbee），在非授权频段，定制低功耗、安全、自组织、密集接入的专用无线通信协议，形成标准，并进行一致性测试。



□设计过程



不考虑宽带业务



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

■ 视频

■ 巡检机器人

■ 无人机

窄带传感器分类

序号	传感器种类	发射频次	报文大小 (Byte)
1	温度传感器	5分钟	24
2	温湿度传感器	5分钟	29
3	水浸传感器	5分钟	28
4	形变传感器	5分钟	28
5	微风振动传感器	10分钟	1024
6	舞动振动传感器	30分钟	2424
7	杆塔振动传感器	12分钟	2424
8	特高频传感器	24小时	14450
9	高频传感器	24小时	14450

数值类传感器：

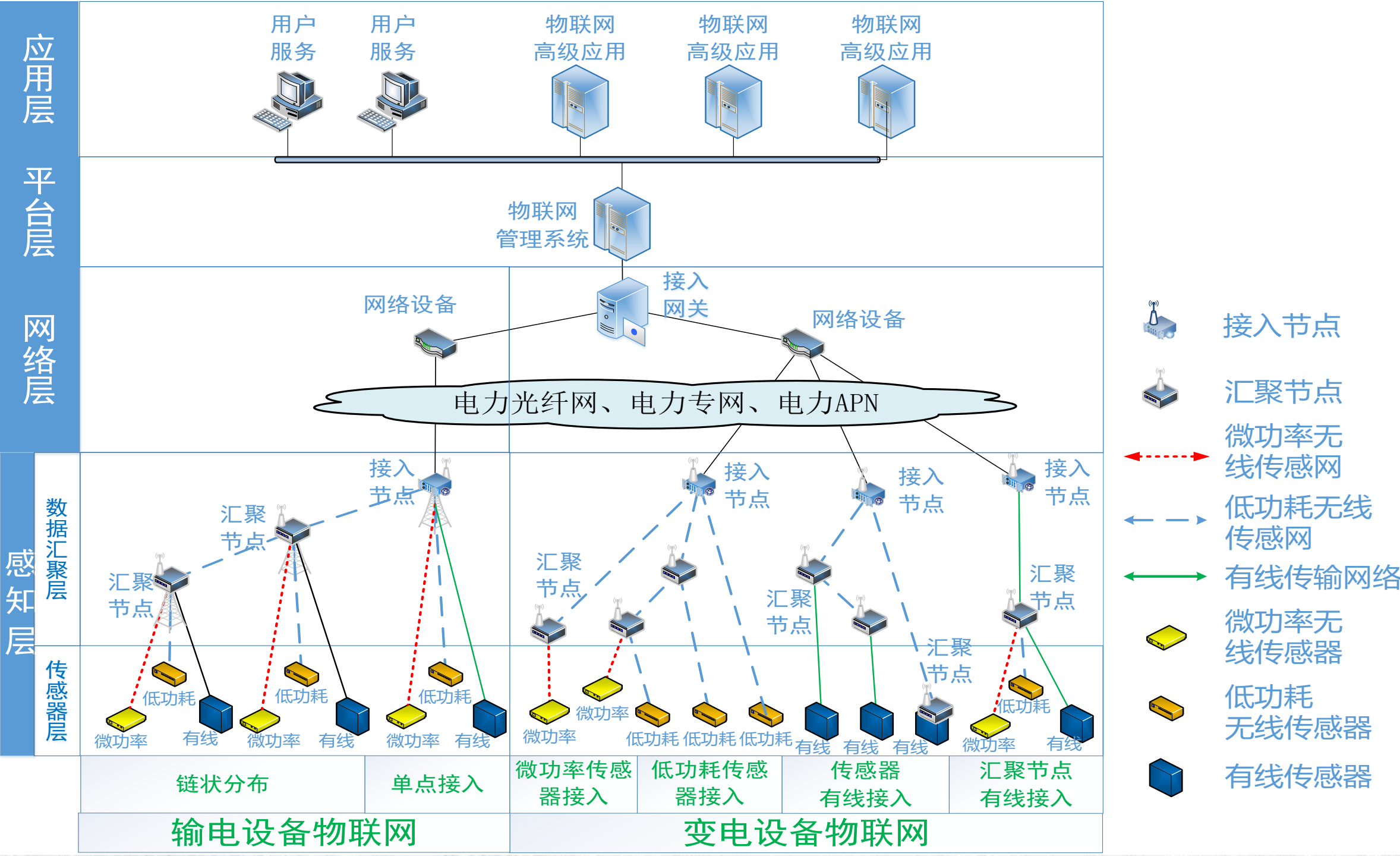
- 发送频次较高
- 业务数据量小
- 功耗要求严苛

数值类传感器接入技术

波形类传感器：

- 发送频次较低
- 业务数据量大
- 可靠性要求较高

波形类传感器接入技术





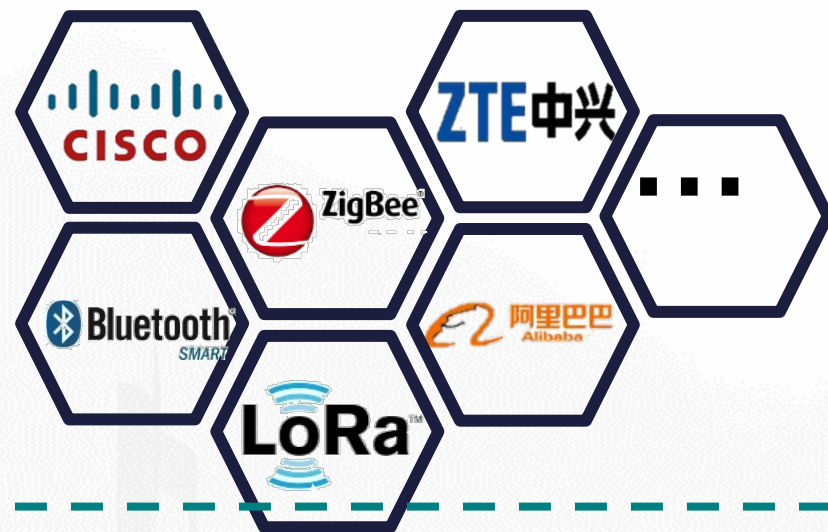
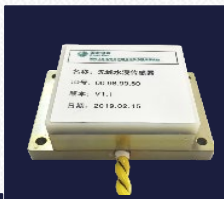
物理层选择



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

物理层选型

➤ **通信体制选型：**基于传感器主流厂家的工作基础，选用LORA、BLE、ZigBee物理层方式，既可以满足窄带物联网业务需求，也可兼容当前主流传感器厂家的硬件配置；



➤ LORA、BLE、ZigBee的通信芯片具备低功耗的特点，其休眠电流小于1uA，同时发送功率和接收功率为数十mA级别；

使用成熟的通信底层，确保完整芯片产业链支持



微功率传感器
通信需求

最大限度降低通信功耗（缩短时间）

以单向传输为主、支持双向配置

海量接入
业务数据允许一定丢包率

保持足够覆盖距离（100米以上）

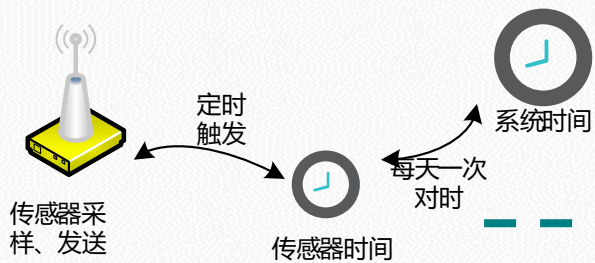


协议设计——微功率



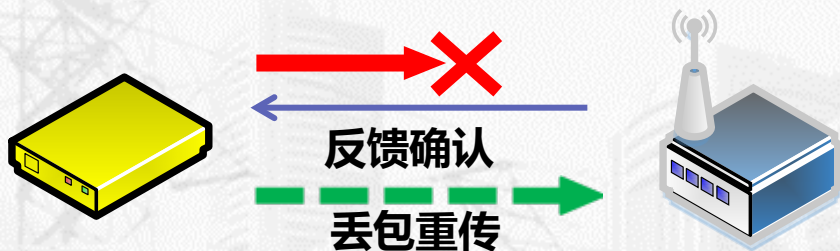
中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

链路层



节能机制：异步通信方式，由传感器发起的随机通信，因此传感器无需监听节点消息，可以绝大部分时间处于休眠状态。

- **单向上报为主：**对于主要的普通检测数据，在消息信道采用单向上报模式，最小化传感器工作时间；
- **非实时双向配置：**在控制信道实现双向通信，支持对传感器周期、阈值等配置。



- **告警机制：**在控制信道上报，设置重传机制，节点反馈确认信息，提高了告警业务的可靠性。



低功耗传感器
及节点设备
通信需求

100kB级大数据包大量接入

传感器同步采样， μ S级

业务场景多形态组网覆盖



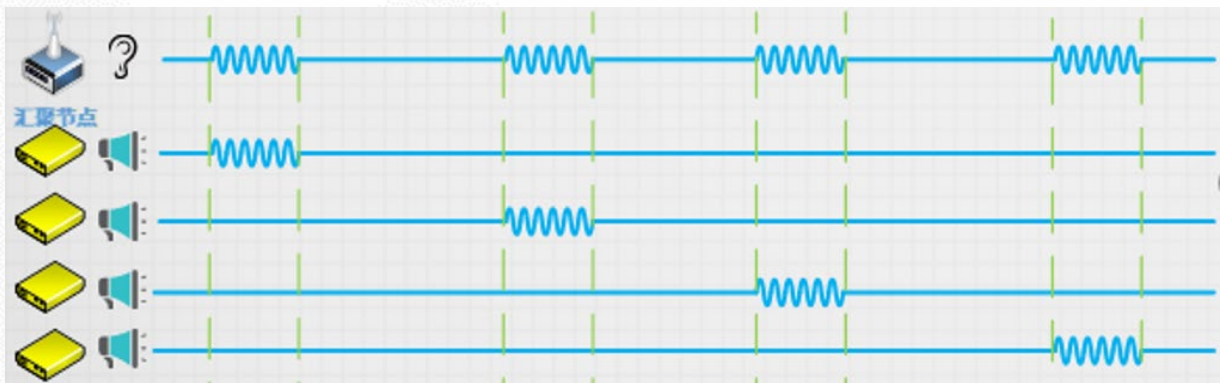
协议设计—节点组网



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

链路层

- **同步通信方式：**由节点发起的调度通信，采用时隙调度方式（TDMA），可避免通信碰撞，提高信道利用率；
- **组报分片机制：**对大数据包进行化整为零的分片传输，又可对多个小包数据化零为整的组包传输，提高了信道利用效率和传输正确率。
- **统一的DRX指令机制：**参照NB-IOT的设计思路，节点统一调配传感器休眠、唤醒时间



- **时间同步机制：**节点采用多播通信信道，可控制多个传感器的同步采集，同步精度在10us内，且**同步功耗极低**（工作状态mA级）。



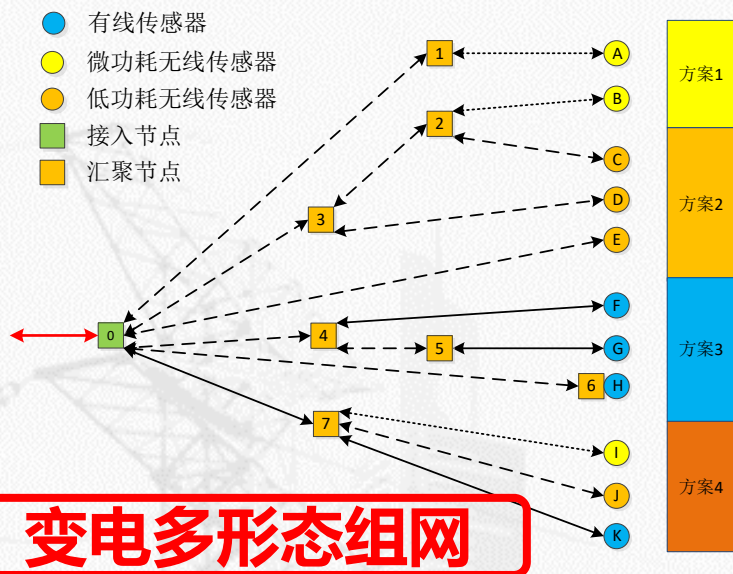
协议设计—节点组网



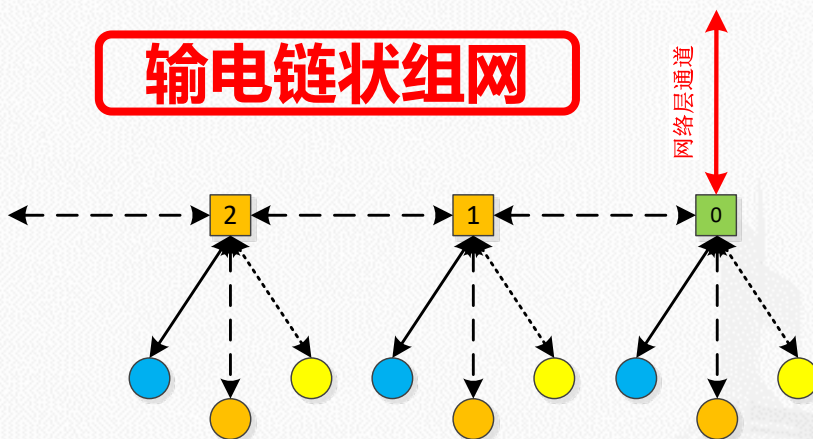
中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

网络层

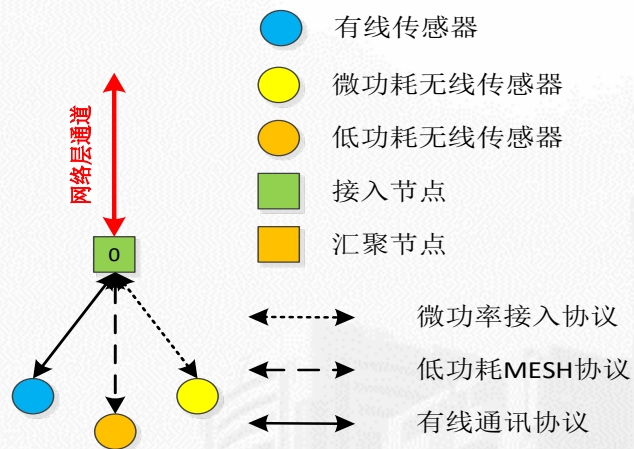
➤ **节点间多跳组网**：支持链状、树状等网络拓扑，满足输变电等业务场景组网需求；



输电链状组网



输配电单点接入

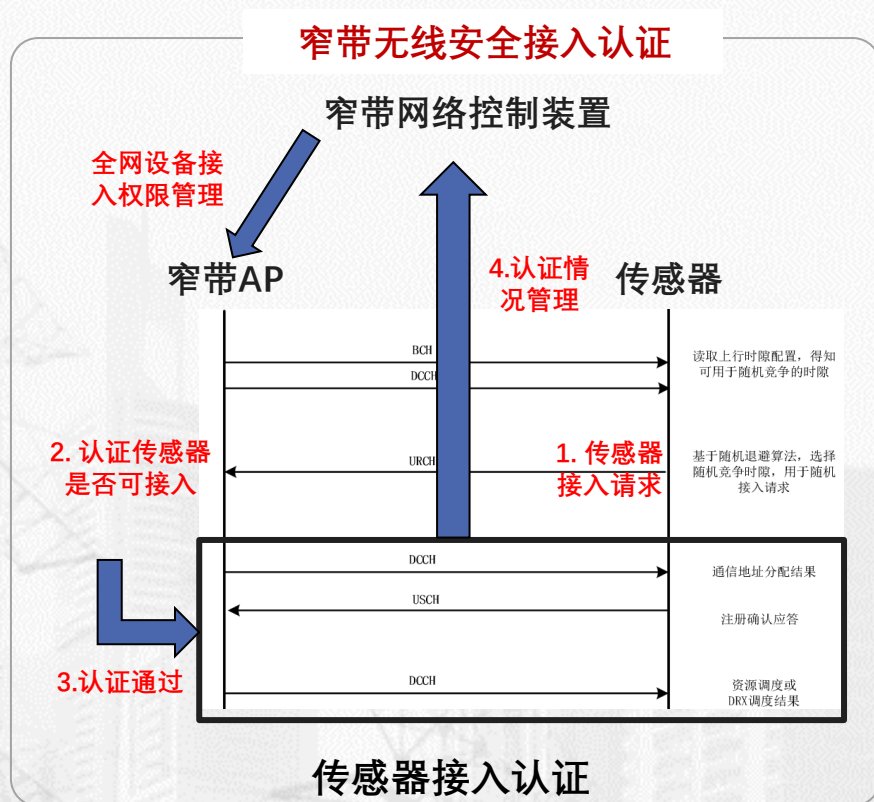


满足输变电多种形态可靠组网需求



基于国网标准的全网设备接入权限管理，技术**合规、安全、可信、自主可控**

- 智慧物联体系安全防护方案的通知（国家电网互联【2021】24号）
- 输变电设备物联网通信安全规范（Q/GDW 12186-2021）



应用轻量级身份认证技术，使用预先设置身份ID作为无线窄带AP和无线传感器设备的身份凭证，防止仿冒设备接入。



电力无线传感网系统 检测结果

报告编号: B21X40189

共 9 页 第 6 页

序号	检验项目	单位	标准与要求	检验结果	检验结论
一、性能指标 (共 4 项)					
1、《电力无线传感网接入性能检验技术要求》					
2、《电力无线传感网组网性能检验技术要求》					
3、《电力无线传感网时间同步精度检验技术要求》					
电力无线传感网接入性能					
1	微功率模组 平均通信功耗	μW	2.4GHz 单纯数据发送 每 10 分钟上报 25 字节 平均功耗 < 10μW	5.33	合格
电力无线传感网组网性能 (多跳组网性能、单跳最大距离)					
2	多跳组网性能	—	在 10 个汇聚节点的中继的网络 中 传感器数据能够正常传输	可以正常传输	合格
3	单跳最大距离	—	在接入节点和汇聚节点相距 1.5km 情况下, 汇聚节点连接的 传感器数据能够正常传输	可以正常传输	合格
电力无线传感网时间同步精度					
4	低功耗传感器 时间同步误差	μS	同一汇聚节点下 两个传感器的同步时间误差 小于 1.25μS	1.242	合格
备注:					
1. 平均通信功耗, 为发射机在每个周期内发射时的功耗平均到完整周期的结果。					
2. 传感器同步误差测试结果, 为采集 3600 个有效同步中同步误差的最大值。					

5.33μw

传感器寿命:

$$T = \frac{0.6 \times 0.25 \times 3600 \times 3.6}{1.2 \times 365 \times 24 \times 3600 \times 5.33 \times 10^{-6}} = 9.63 > 8 \text{年}$$



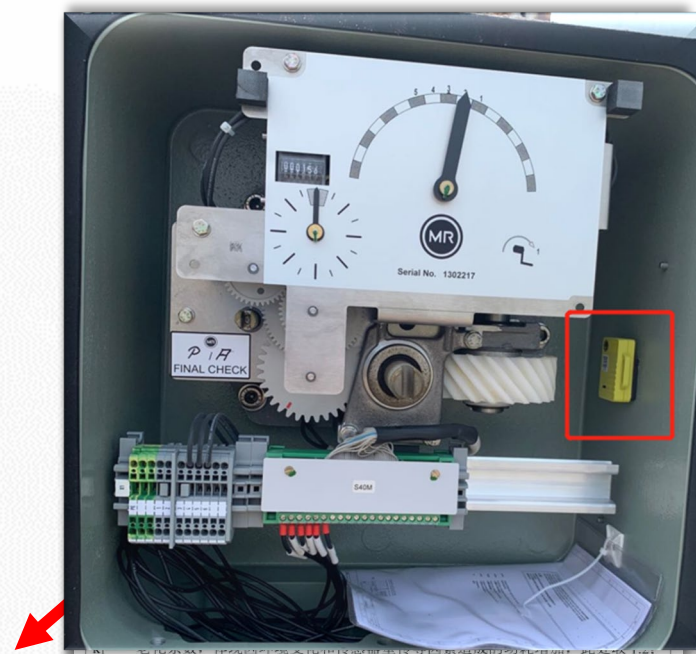


温湿度传感器

3.6V 纽扣电池

3min上报周期

寿命10.04年



电池型号	TLH-2450	电池容量	0.55Ah
推荐每日发送次数	480 次 (3min/次)		
电池使用寿命计算 值	10.04 年		

微功率标准协议下的传感器综合功耗测试 (通信功耗+采集功耗)

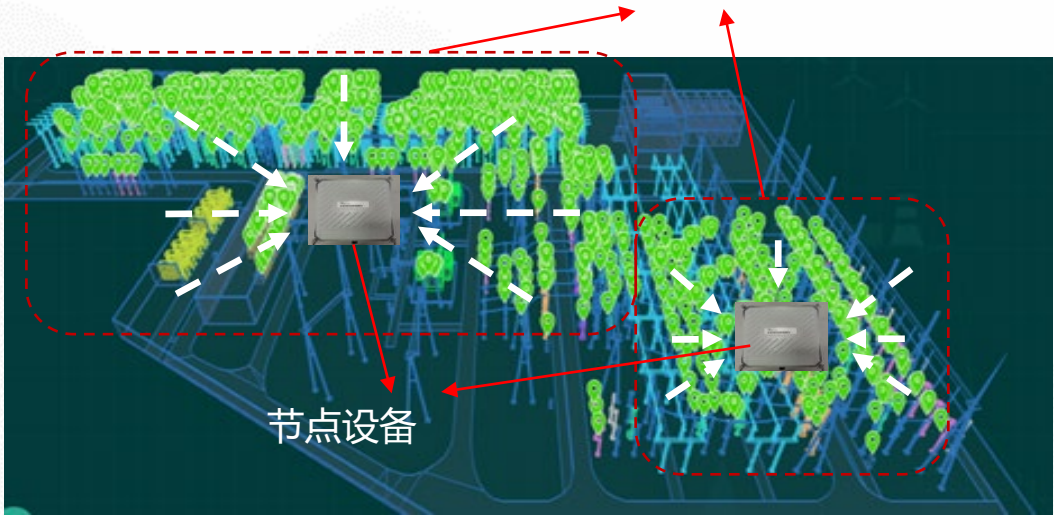


● 接入容量验证

设备类型	接入数量
数值类传感器	单网万级以上
波形类传感器	单网千级以上



现场传感器大容量接入

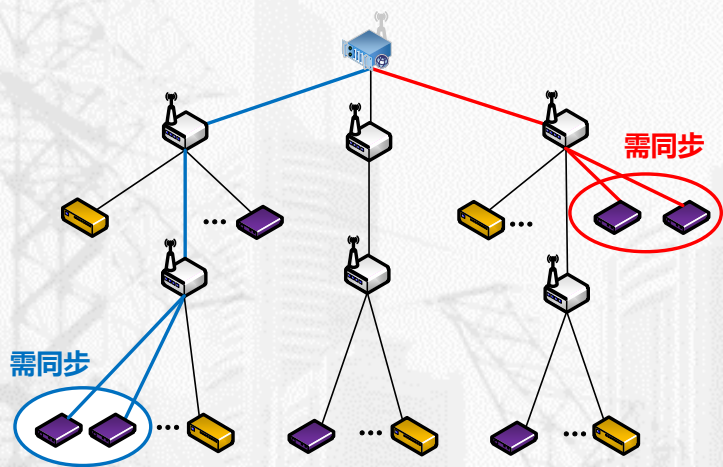




关键技术

内生自同步技术

- 对时通信**零功耗**：以内在同步通信为载体低延迟逐级传递时标
- 时标**匹配迭代修正**：迭代修正时钟漂移带来的同步误差



检测结果（泰尔）

- 域内同步误差**小于 $1.25\mu\text{s}$** ($<10\mu\text{s}$)
- 域间同步误差**小于 $10\mu\text{s}$**

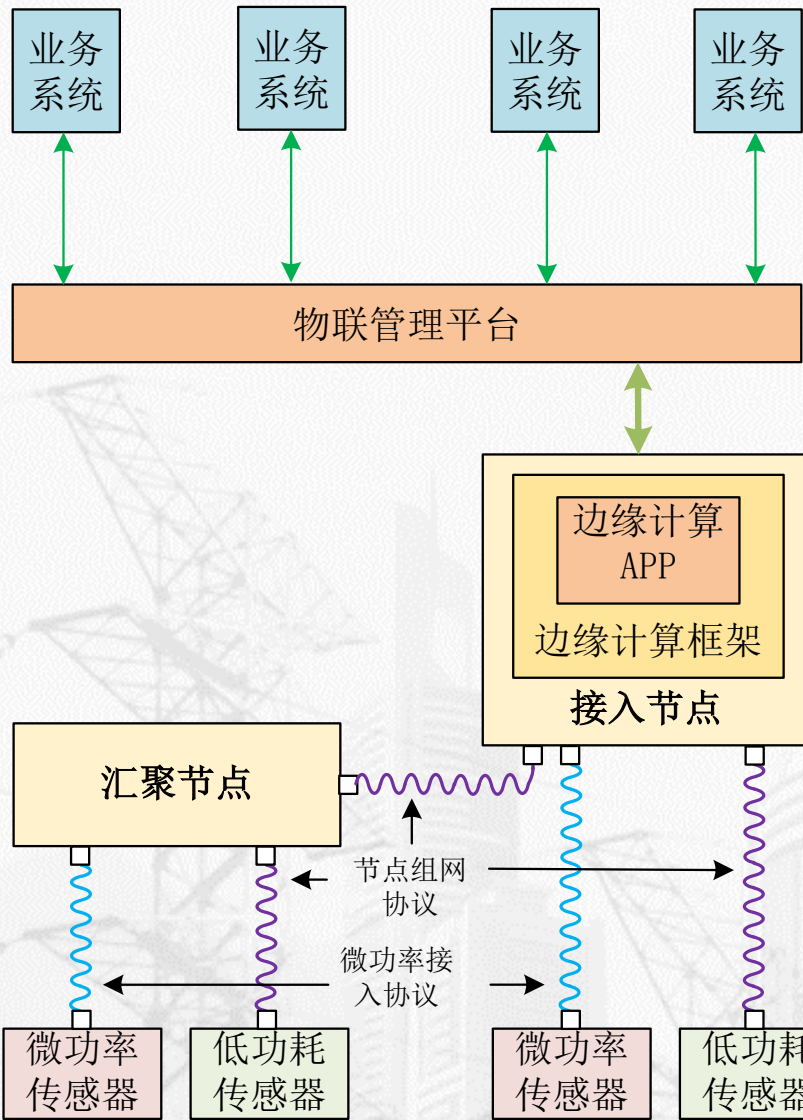
LoRaWAN和NB-IoT均**不具备**同步采集能力



标准体系建设



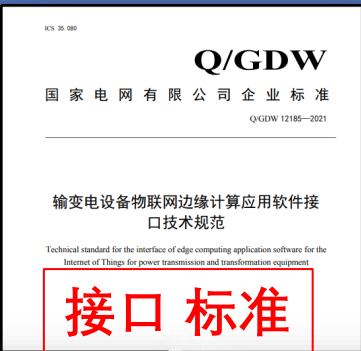
中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences



- ⑧云边交互协议
- ⑨平台侧物模型标准
- ⑦网络管理系统标准*

- ⑤边缘应用软件接口协议
- ⑥边缘计算框架标准
- ⑦网络管理系统标准
- ④通信安全规范*

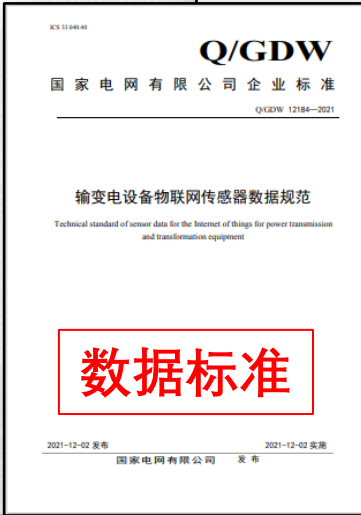
- ①节点组网协议
- ②微功率无线协议
- ③传感器数据规约
- ④通信安全规范



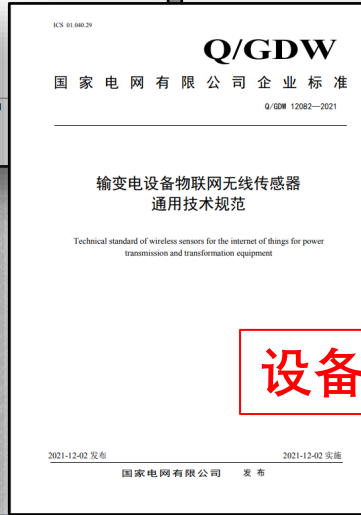
接口标准



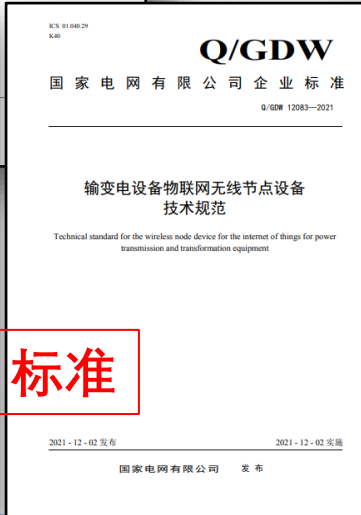
通信标准



数据标准

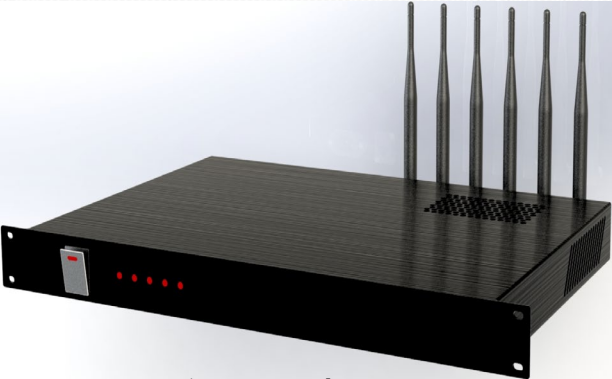


设备标准





网关节点



接入节点



汇聚节点

参数	性能指标
发射功率	17dBm
最佳接收灵敏度	-123dBm
带宽	500kHz
扩频因子	5 ~ 9
可配置频点	470MHz-510MHz
传输距离	100m~500m (变电站) 1000m~2000m (架空线路)
最大传输速率	58Kbps
发射功率	17dBm

低功耗无线通信模组



介绍:

低功耗无线通信模组是一款针对电信、电力、工业等物联网行业应用领域推出的基于470MHz LoRa 的通信模组，具有超低待机功耗，休眠工作电流小于2.0uA。模组支持标准低功耗协议的工作模式，支持 LoRa/GFSK 调制方式，可实现串口到标准协议的数据互转。

微功率无线通信模组



介绍:

微功率无线通信模组是一款针对电信、电力、工业等物联网行业应用领域推出基于 2.4GHz LoRa 的通信模组，具有超低待机功耗，休眠工作电流小于2.0uA，模组支持标准微功率协议的工作模式，支持 LoRa/GFSK 调制方式，可实现串口到标准协议的数据互转。



标准认证测试

无线传感网系统一致性测试

微功率协议一致性测试

节点组网协议一致性测试

传感器数据规约一致性测试

传感网管理功能及接口测试

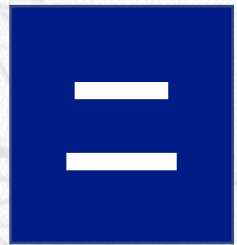
边缘计算系统一致性测试

边缘计算框架功能及接口一致性测试

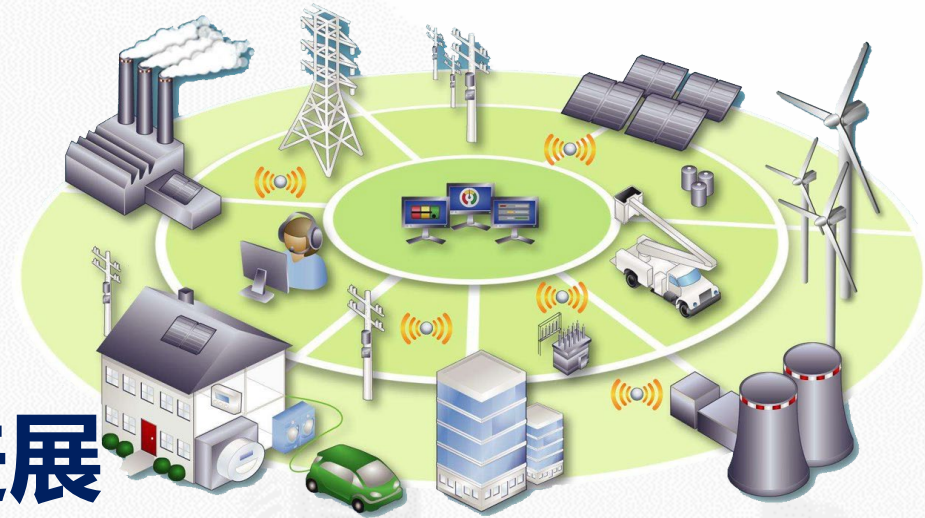
边缘计算应用软件接口一致性测试

感知层安全测试

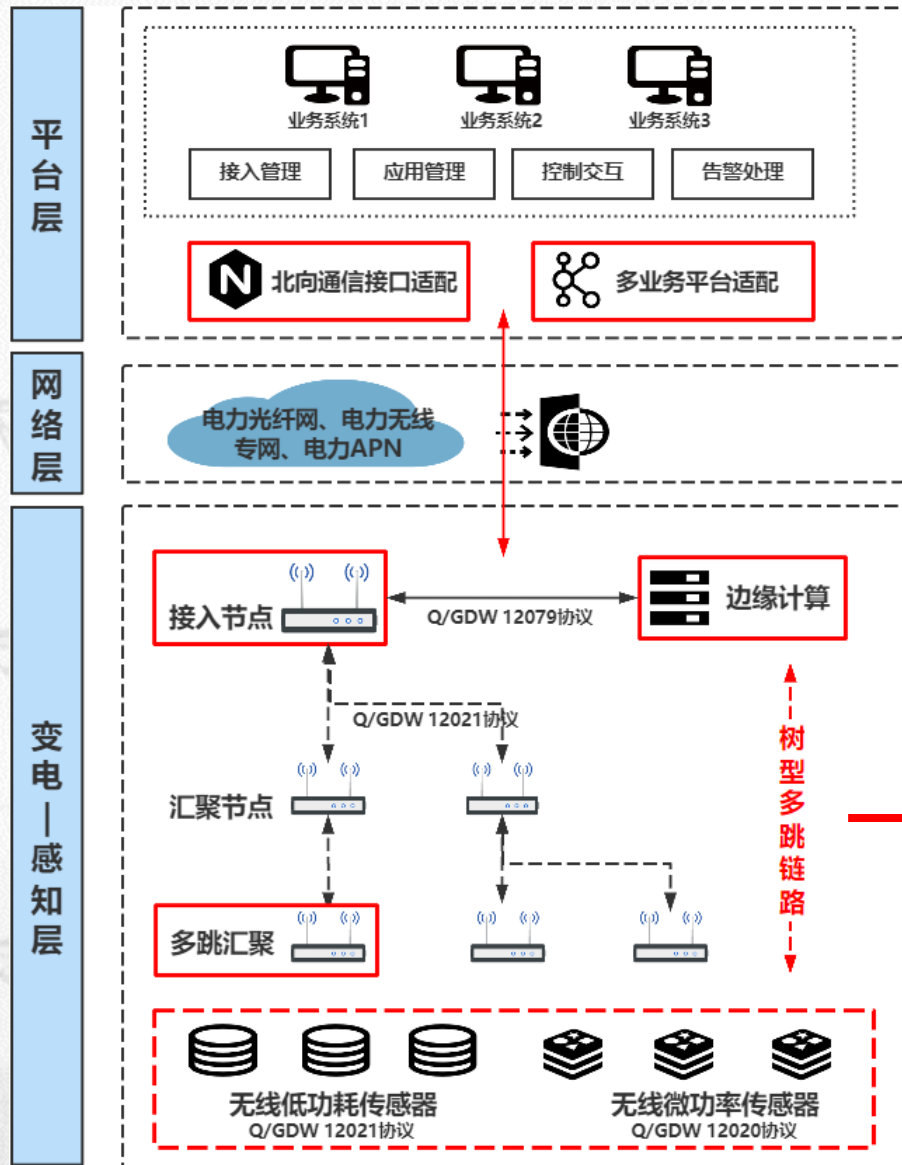




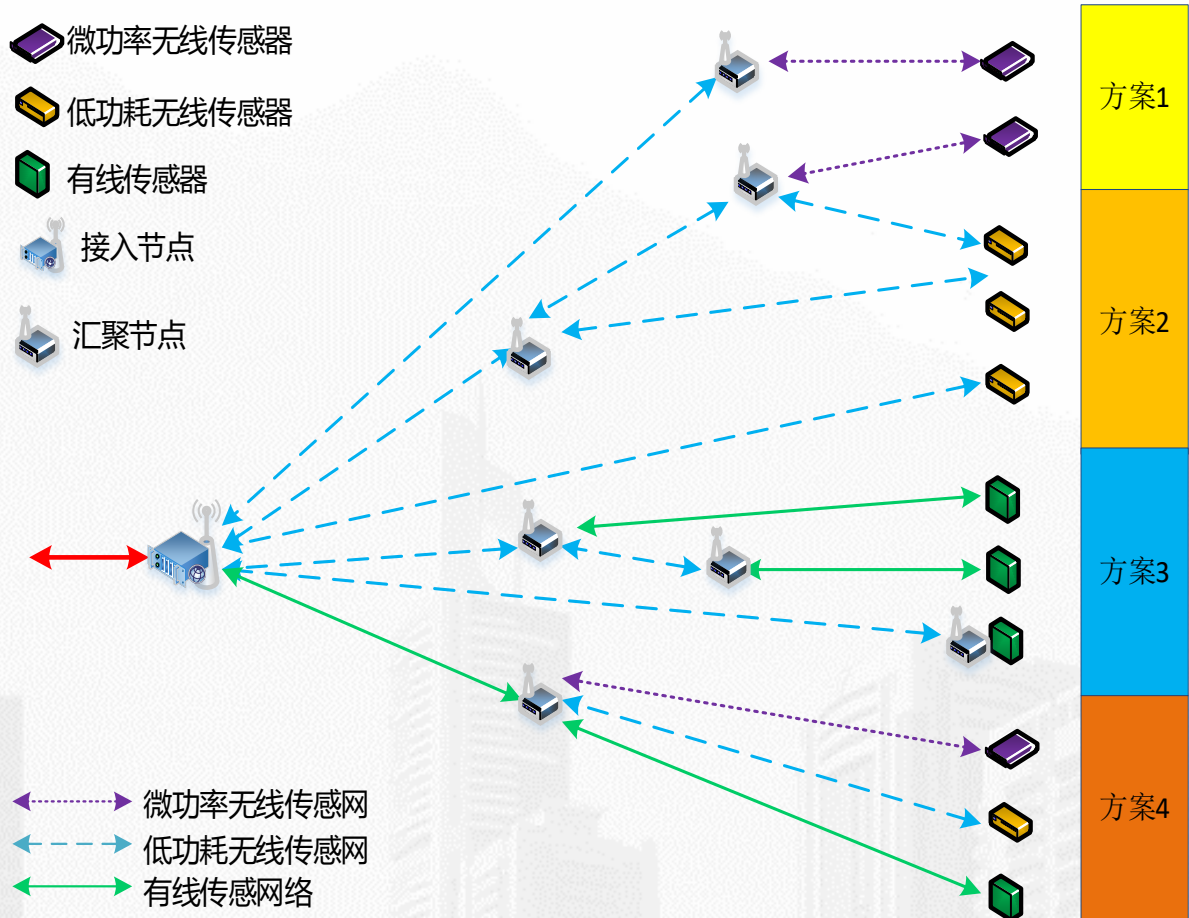
输变电设备物联网进展



输变电设备物联网系统组成

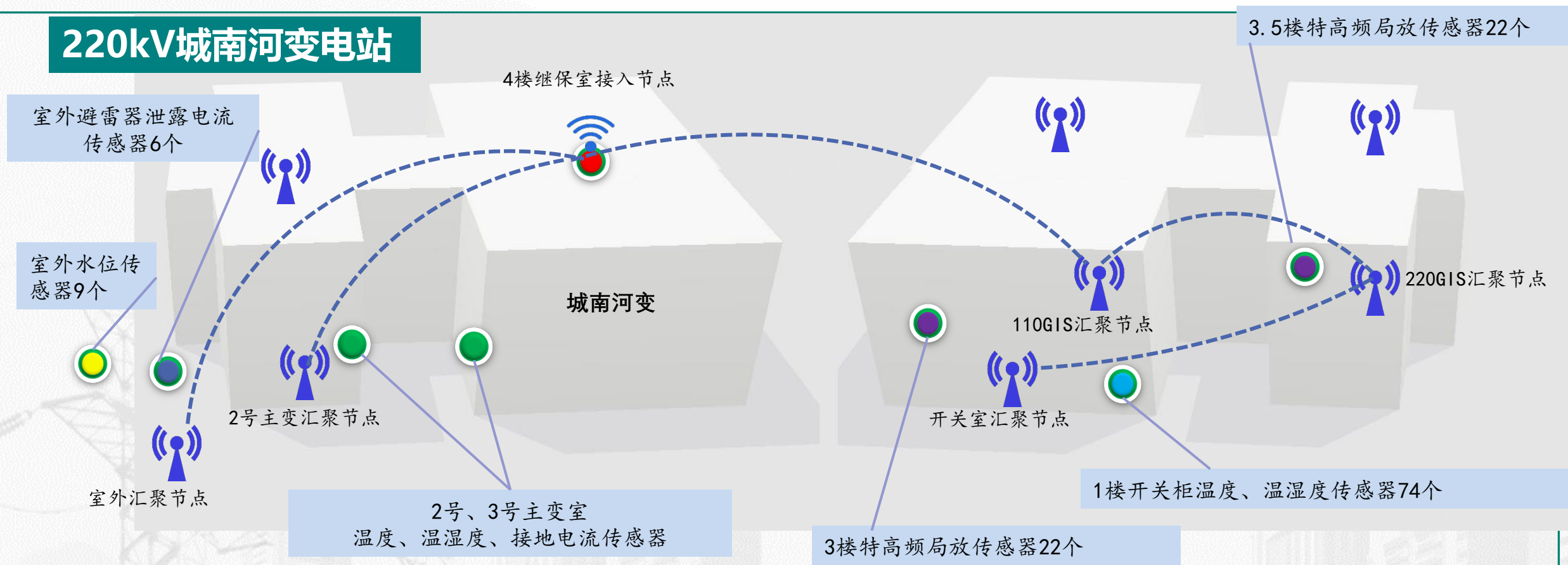


-  微功率无线传感器
-  低功耗无线传感器
-  有线传感器
-  接入节点
-  汇聚节点



典型应用场景 (220kV站)

220kV城南河变电站



**“星型网络” + “多跳网络” 的混合网络进行数据传输
组网方式的灵活选取增强了网络的可靠性和现场适应性**

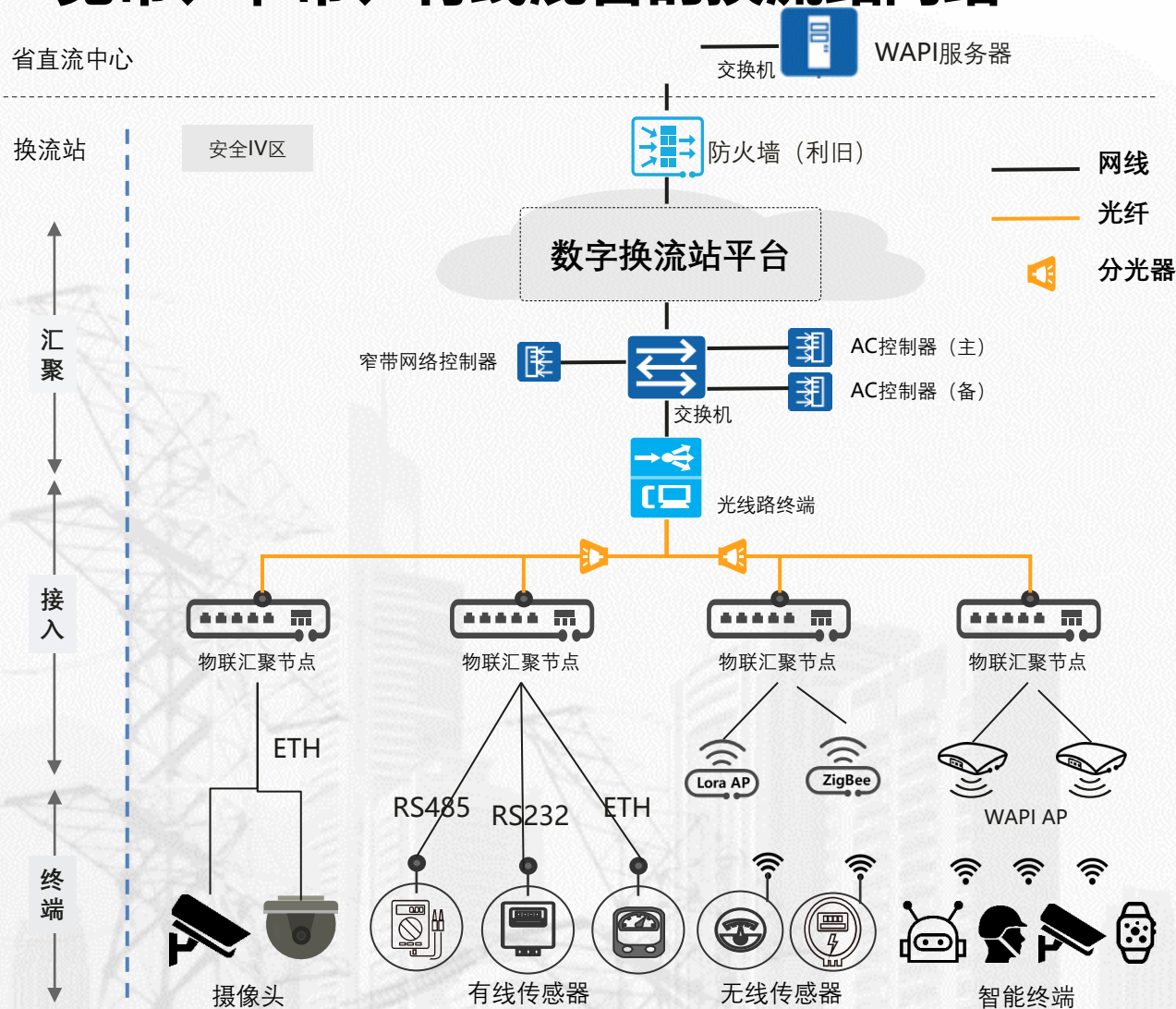


典型应用场景（换流站）



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

宽带、窄带、有线混合的换流站网络



物联网属于换流站内本地通信网络，用于传感终端、无线基站、物联汇聚节点、边缘物联代理等站内物联设备间的通信，可覆盖各类物联感知终端的接入诉求，采取宽窄带无线和有线光网混合组网的技术路线。

宽带无线：满足移动性、大带宽、广连接的物联网应用场景；

窄带无线：满足大连接、低速率、低功耗的物联网应用场景；

有线光网：满足多业务一网承载、多业务隔离、超大带宽的回传网络建设需求。



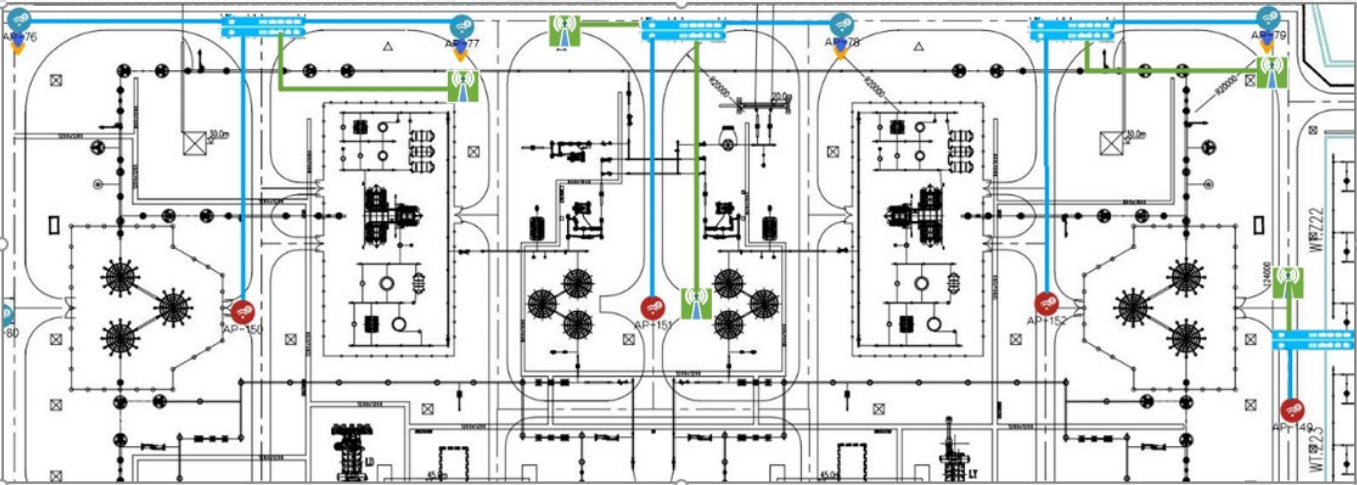
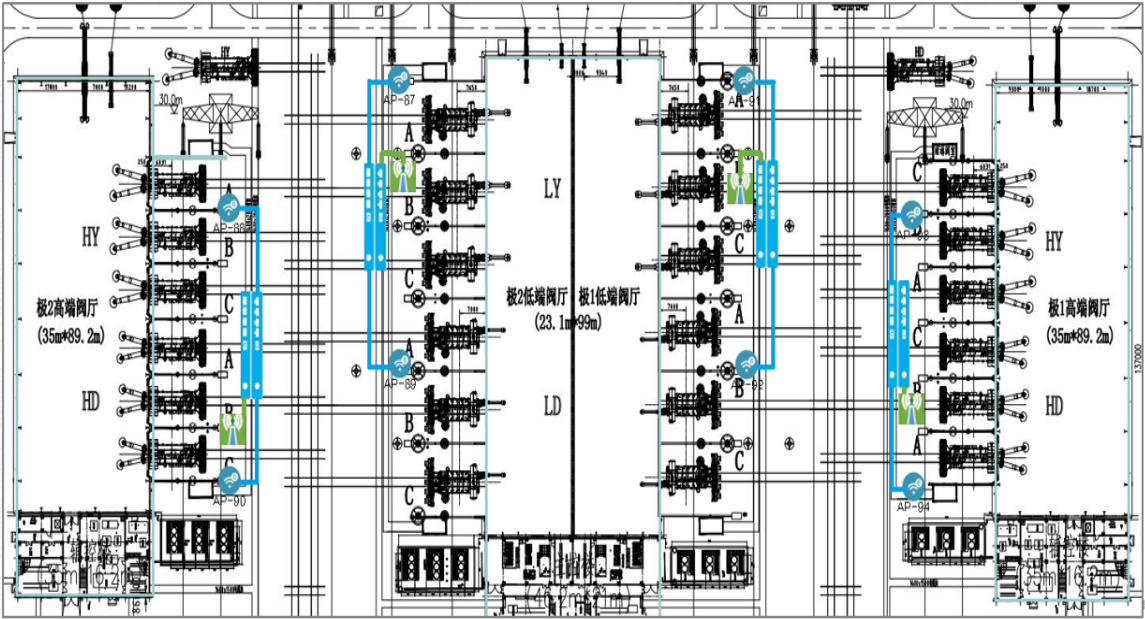
典型应用场景（换流站）



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

网络规划

所属区域	区域类型	窄带AP数量 (台)
换流变广场	室外开阔区域	4
直流场	室外遮蔽区域	5
1000kV交流场	室外遮蔽区域	4
1000kV交流滤波器场	室外遮蔽区域	7
调相机区域	室外遮蔽区域	2
500kV交流滤波器场	室外遮蔽区域	3
主控楼	室内区域	3
极 I 辅控楼	室内区域	1
极 II 辅控楼	室内区域	1
调相机室	室内区域	1
GIS室	室内区域	6
阀厅	室内区域	/
合计		37





- 累计部署南京东吴变电站、宁夏灵州变、徐州杨台变电站等**300多个变电站**



典型应用赋能效果



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

温度传感替代运维人员红外普测

实时监测三相温度，人工根据告警信息进行现场复测；在一个220kV变电站，单次红外普测工作可**节省约1小时**

特高频传感替代检修人员局放检测

分析比对开关柜局放感知数据，出现异常告警后，人工根据告警信息进行现场复核消缺，实现人工局放检测工作的**全面代替**

水浸、水位传感替代防汛排查

实时监测电缆沟/层积水情况，缓解汛期人工普查压力，**解决**异常发现相对**滞后问题**，保障电缆运行环境安全稳定

三箱温湿度传感替代巡视开箱检查

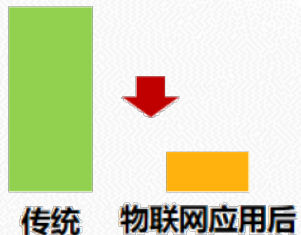
优化全面巡视作业方式，由开箱普查改为对10%的三箱进行抽查，运维人员只需对产生告警信号的三箱进行核查，时间可**缩短约50分钟**

智慧替代成效

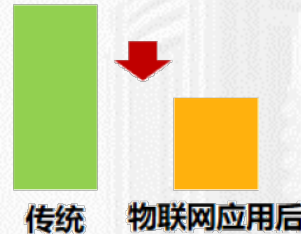
减少设备运检工作量

提升缺陷隐患发现及时率

机械化作业时间减少约80%



人力成本节约50%





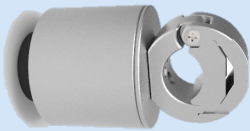
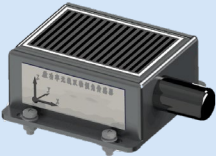
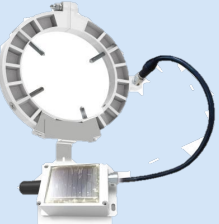
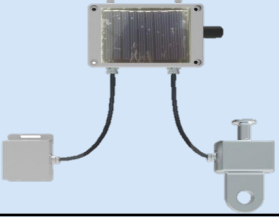
输变电设备物联网体系+标准 → 体制应用 → 规范化

(1) 变电站典型设计系统 在国网基建部联合中电工程开展的典型设计工作（2005）中，“标准体系”的应用可通过全站设备监测进一步**提升集约化管理水平**，系统性和规范性的优势将帮助提高维护的**工作效率**，通过无线传输可**进一步降低变电站建设和日常运行维护成本**，贴合“多快好省”的目标。

(2) 智慧变电站 在国网设备部开展的智慧变电站建设（2017）中，标准体系的应用使得智慧变电站的一系列功能如设备状态全息感知、倒闸操作一键顺控、设备缺陷主动预警、数字化远传表计等功能更加“智慧”，其**无线性、系统性**将帮助真正实现**无人值守**，更加符合“有利于电网更安全，有利于设备更可靠，有利于运检更高效，有利于全寿命成本更优”的原则。

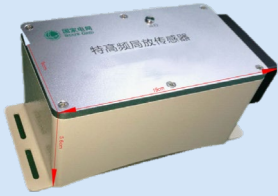


数值类传感器

		
烟雾传感器	导线风偏传感器	倾角传感器
		
绝缘子泄漏电流	噪声传感器	微气象传感器
		
导线覆冰传感器	水浸传感器	水位传感器

波形类传感器


超声波局放传感器

高频电流传感器

特高频局放传感器

控制类传感器


开关控制传感器

智能门锁控制器

空调/除湿机控制器



未来演进：核心标准演进



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

一、国网企业标准

2020年11月，2项核心标准正式发布

2021年11月，8项系列标准正式发布

2023年，正在修订3项核心标准

二、电力行业标准

2022年底，完成3项标准的报批评审

2023年，拟发布

三、国家标准推进

2020年6月起持续推进

- ✓ 全国信标委物联网分技术委员会
(SAC/TC 28/SC 41)
- ✓ 《输变电设备物联网感知层的无线通信协议》

四、国际标准

ITU标准：

2022年底，ITU标准立项

IEEE标准：

2023年初，P3363标准立项

2023年9月，召开标准启动会

IEC标准：

2023年，参加TC58标委会提案评审

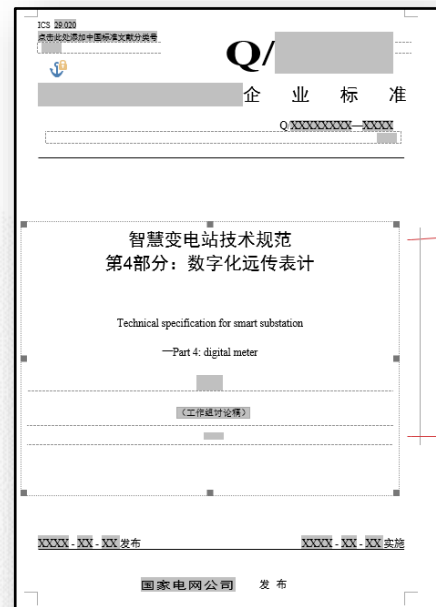


智慧变电站

应用1：数字化远传表计 取代高耗能无线和有线数据传输的方式，“标准体系”的应用将实现极低功耗的无线传输和更规范的数据信息。**固定周期和告警触发**相结合的数据采集模式使得设备精益运维得到进一步提升，将更加有效的保障设备安全。

2023年9月，中国电科院已完成第二批数字化表计的检测。

应用2：智能防误系统 “标准体系”助力**智能防误一键顺控系统**，**远方一键顺控**比传统**倒闸**操作用时减少80%以上，**送电**过程操作项目由189项下降到32项，送电操作时间由80分钟降低到19分钟。降低安全风险，提升操作效率和供电可靠性。



未来演进：网络能力提升

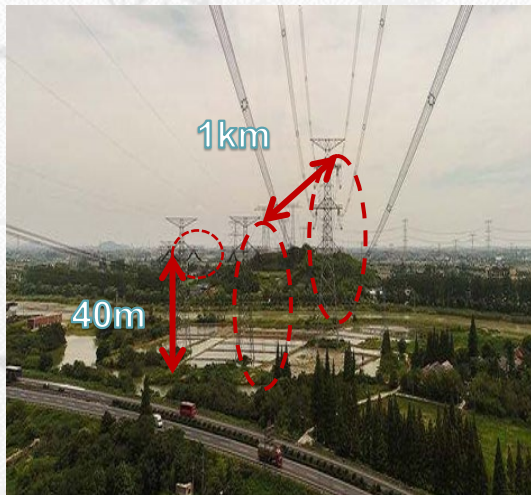
难点

输电线路

- 大跨度+无信号
- 外部及输电线（负载）的电磁干扰
- 节点太阳能供电（**阴雨30天**工作）

变电站

- 墙壁+隔离+大型设备（**金属体**）遮挡
- 环境及电力**设备本体**的电磁干扰



关键技术

高可靠动态级联

- 多跳同步组网+树状下行广播
- 节点**零路由维护**的报文自适应传递
- 能耗均衡的**全域同步休眠**机制
- 频谱感知+链路评价的**拓扑自维护**

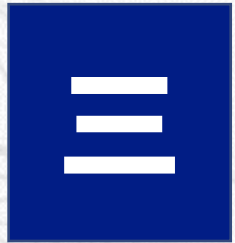
指标目标

指标	本系统	LoRaWAN	NB-IoT
单网覆盖	30km	15km	10km
节点功耗	92mW	594mW	>100W
在线率	>98%	-	-
网络自愈	<30秒	5分钟	无抗干扰

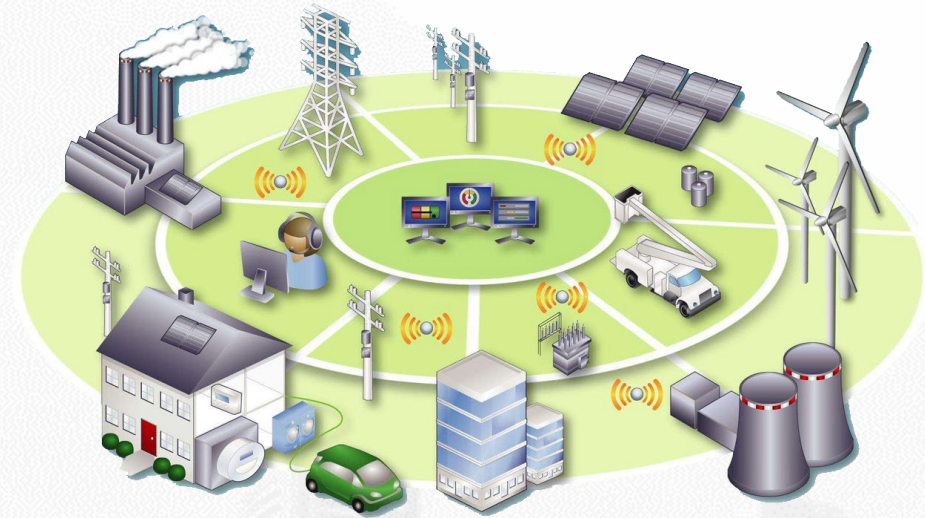
大幅优于



■总结：形成了支持低功耗、密集接入、动态级联组网、内生同步的统一窄带无线物联网感知层通信体制，支持一致性测试，进行了广泛试点，生态成熟，总部已在推动全面建设。



我所介绍和建议



上海微系统与信息技术研究所



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences



前身 1928年 - 国立
中央研究院-工程研究院

■ 两大学科领域



信息与通信工程、电子科学与技术

■ 五个学科方向



宽带移动通信、无线传感网、微系统技术、
微波毫米波技术、信息功能材料与器件

■ 系统为牵引、系统带器件、器件带材料 — 创新价值链

系统

军用宽带通信

微小卫星

无线传感网

器件

微机械惯性传感器、微波毫米波集成电路、痕量爆炸物探测器、微型甲醇燃料电池

材料

SOI材料、中红外光电子材料与器件、THz物理与器件、相变存储器

科研单元

传感技术联合国家重点实验室
/微系统技术重点实验室

信息功能材料国家重点实验室

院太赫兹固态技术重点实验室

无线传感网实验室

物联网系统技术实验室

宽带无线技术实验室

新能源技术中心

超导实验室

上海微系统所已建所90多年，是我国信息功能材料、集成电路、MEMS传感器、传感与通信等技术领域的战略科技力量，是物联网研究的发源地

1999年，在国内率先开展了物联网研究

2006年，中科院无线传感网与通信重点实验室成立

2006年，发起“上海传感网产学研联盟”

2009年，温家宝视察微系统所物联网研发中心

2009年，成为地面ZC传感网总体单位

2012年，成为宽带技术总体单位

2017年，福州物联网开放实验室挂牌

2018年，孵化电力产业公司上海遨有信息技术有限公司

2019年，孵化的瀚讯公司成功登陆创业板



- 开展变电站物联网建设工作
- 开展一致性测试，保证装备的一致性
- 共同推进后续输变电物联网体制修订和演进工作
- 共同研究未来电力物联网关键技术，以及新型传感器
- 微系统所愿在技术、人才、学术资源、装备系统等方面给予全力支撑和配合



邀请



中国科学院 上海微系统与信息技术研究所
Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology Chinese Academy of Sciences

■欢迎各位到上海所里参访指导！

谢谢，敬请批评指正！