

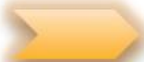
A 3D graphic featuring a grid of stylized human figures. The figures are arranged in rows and columns, with some figures in the foreground being dark grey and others in the background being light grey. One figure in the top right corner is highlighted in red. The figures are composed of simple geometric shapes: a rectangular body, a circular head, and a small rectangular protrusion at the top of the head.

4G通信技术 在智能电网领域的应用实践

中国科学院·上海微系统与信息技术研究所
中科院南京宽带无线移动通信研发中心

赵宇 (主任)

目 录



引言：宽带改变智能电网

4G通信技术的优越性

应用实践经验分享

未来**2~3**年展望

引言

宽带改变生活！



视频会议



3G上网



移动应用

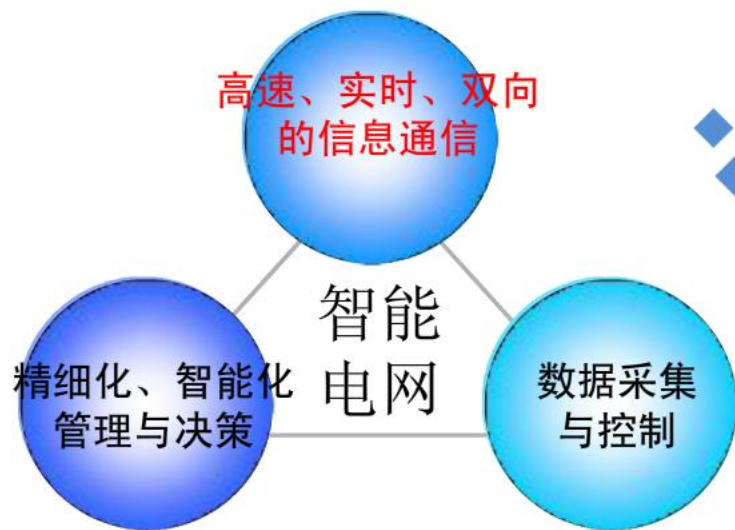
变革背后的力量：

对更高传输带宽的需求，推动了各项基础设施的发展，进一步拉动了互联网、移动网、广播网的发展和融合。

量变 - 质变：

处理信息种类和数量不断膨胀，相互关联并催生更多新应用。量变引发了质变！

宽带改变智能电网



“坚强”和“智能”
是坚强智能电网的
基本内涵

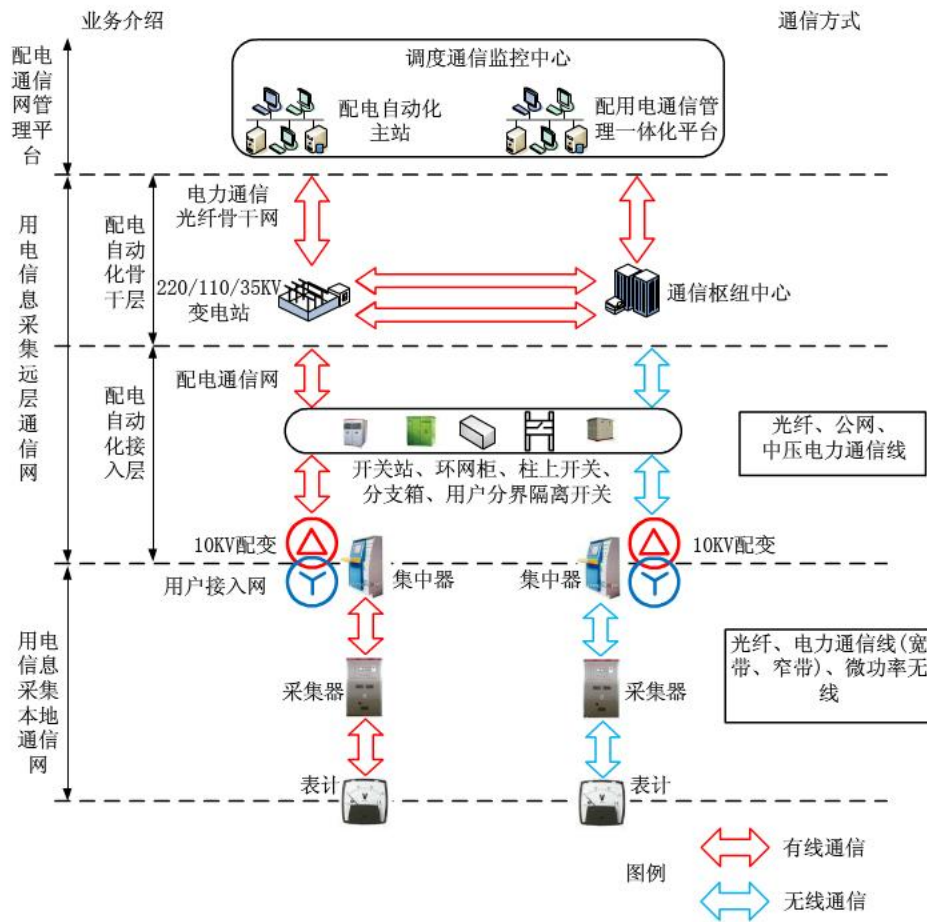
以坚强网架为基础
以通信信息平台为支撑
以智能控制为手段

宽带发展的良好基础:

- ◆ 近五年来通信资源及设备数量至少翻了两番
- ◆ 220KV及以上变电站光纤覆盖构成骨干网;
- ◆ 多种接入方式, 丰富了电力应用;



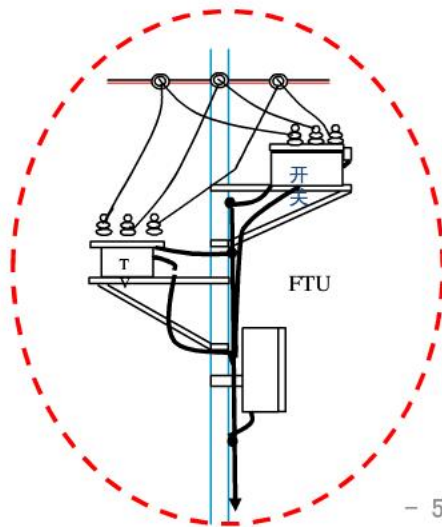
通信信息平台发展现状



配电自动化应用比例不足**9%**

——国网“十二五”
智能电网规划资料

传输通道瓶颈！



目 录

引言：宽带改变智能电网



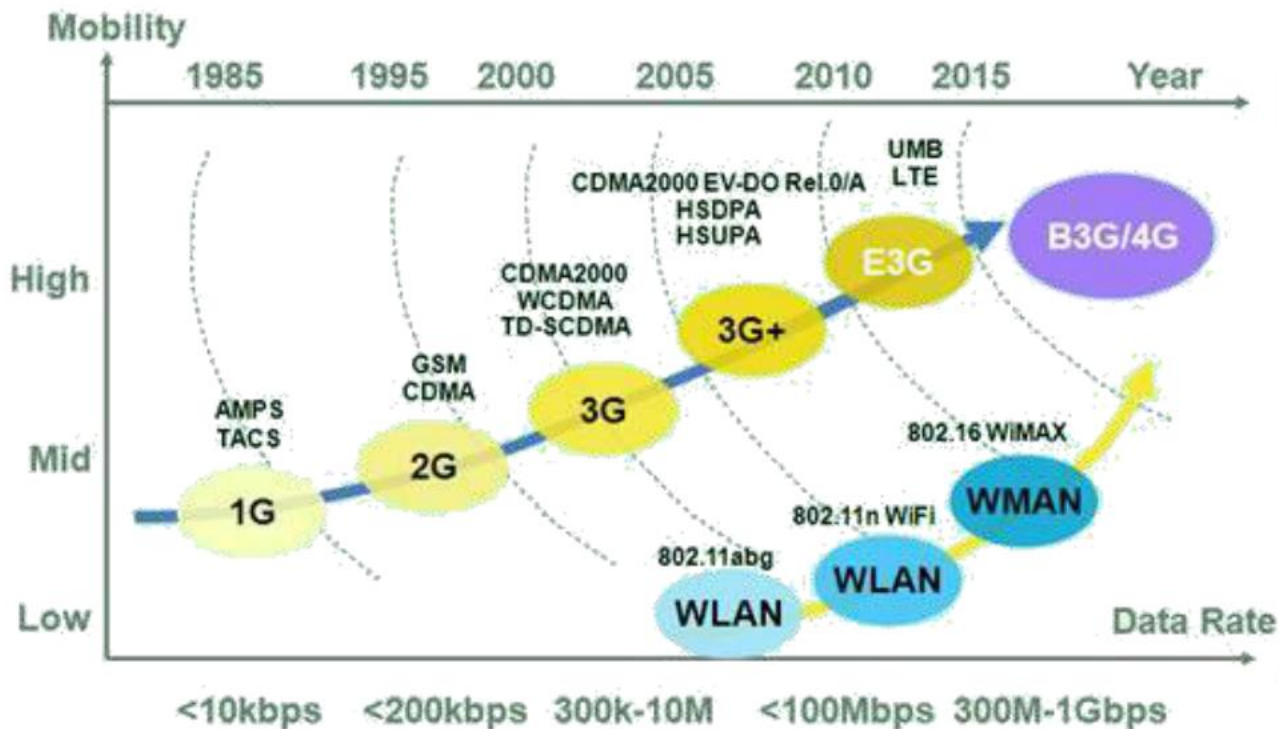
4G通信技术的优越性

应用实践经验分享

未来**2~3**年展望

无线通信技术演进

移动性



年代

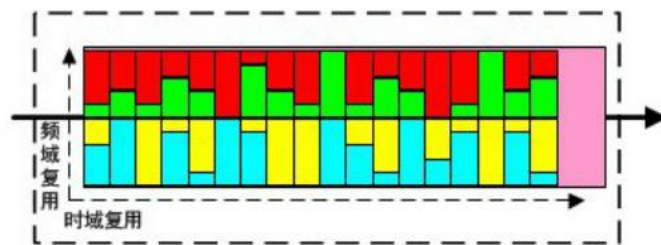
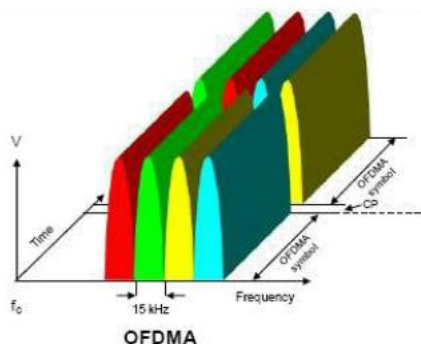
带宽速率

4G技术国内主流标准：TDD LTE

4G技术国外主流标准：FDD LTE

4G通信技术的优越性

- 第四代移动通信系统(4G)主要是以正交频分复用 (OFDM) 为技术核心
- 其特点是网络结构高度可扩展，具有良好的抗噪声性能和抗多信道干扰能力
- 适用于无线、有线等不同通信介质环境
- 各类标准较为成熟，基于全IP化管理，设备互通性好



资源共享

终端



OFDM

正交频分
复用

复用

正交频分复用

ARQ

自动重传
请求

请求

自动重传请求

AMC

自动编码
调制

调制

自动编码调制

FEC

前向纠错
机制

纠错

前向纠错机制

HARQ

混合自动
重传

重传

混合自动重传

4G技术之行业应用

随着高清监控前端等高带宽的应用，4G技术为行业应用增光添彩



目 录

引言：宽带改变智能电网

4G通信技术的优越性



应用实践经验分享

未来**2~3**年展望

战略合作



中科院十二五规划，把智能电网
列为重大方向，重点支持

中科院与国网公司2010年7月
共同签署了战略合作协议

中科院与国网公司合作重点项目：

成功联合申报
2011年科技成果重大转化项目

成功合作参与863项目：
新型电力传感应用、信息感知与高效
通信技术

研究工作重点

发展
需求

- ◆ 战略需求：具备多跳链状、自组织的新型宽带网
- ◆ 网络结构：固定蜂窝结构→动态按需组网
- ◆ 专业化定制：抗干扰、频谱自适应、多业务模式

技术
难题

组网模式

频谱利用

业务支撑

覆盖优化

技术
途径

线性多跳组网
光载无线

自组网技术
故障自恢复

频谱
感知

载波
聚合

IP业务透传
NAT解析

QoS用户调度
多终端接入

高效率
功放

多天线
技术

中科院现有技术基础



应用出发点与发展策略

光纤通信



特点

赛车：速度快、综合造价昂贵

策略

搭便车：光载无线

无线公网
(GPRS/CDMA)



出租车：费用低但关键时候无保障，
停运或拒载，偏远地区打不到

逐步取代

电力线载波通信



老爷车：30多年历史，自主运营

注入新技术

230MHz电台



自行车：穿街走巷，自由灵活

提高频谱利用率

无线专网技术

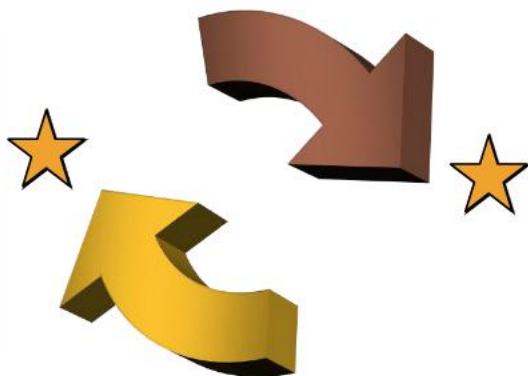


MVP：多用途、效率高

大力发展，自主创新

重点应用领域及解决方案

输电线路监控
解决方案



配用电接入
解决方案



输电线路监控解决方案特点

- ✓ 最大支持50跳
- ✓ 支持重点监控点的视频调度

高效可调度的
多跳链状传输

频率自适应
网络自愈合

- ✓ 支持频段230M ~3.8GHz
- ✓ 最大可跨越4个故障节点
- ✓ 支持极限状态下SOS消息

针对传感、传送
两层网络设计

- ✓ 全IP化网络
- ✓ 具备传感器微功率无线接入功能

速率自适应

多跳自组织网

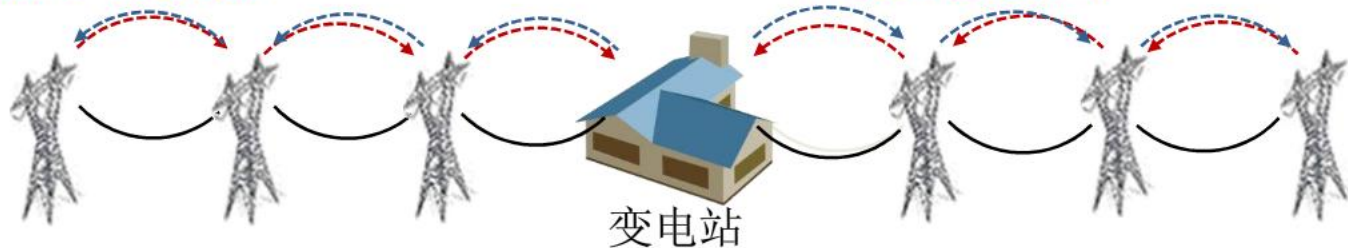
- ✓ 低延时
- ✓ 高带宽
- ✓ 高可靠性

- ✓ 正常工作状态速率 6~10Mbps.
- ✓ 个别节点损毁时, 维持链路速率 3-5 Mbps
- ✓ 节点损毁情况严重, 维持链路速率 1-2Mbps

(1/2) 线性多跳网络

时隙1：状态信息

时隙2：控制信号



正常工作模式

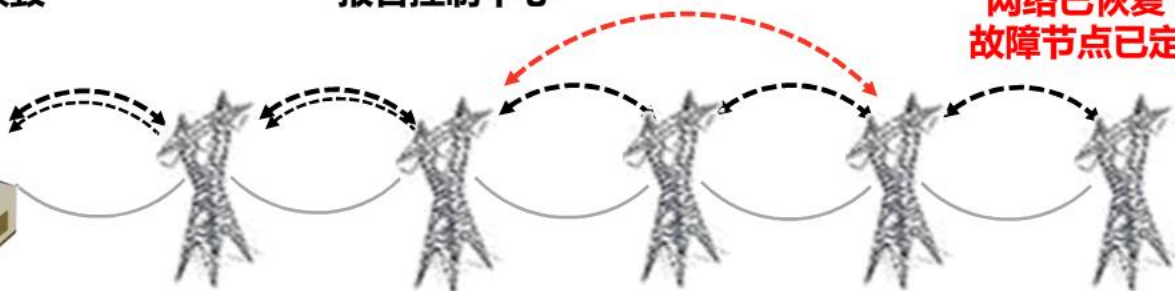
控制跳过损毁
节点

报告控制中心

网络已恢复，
故障节点已定位



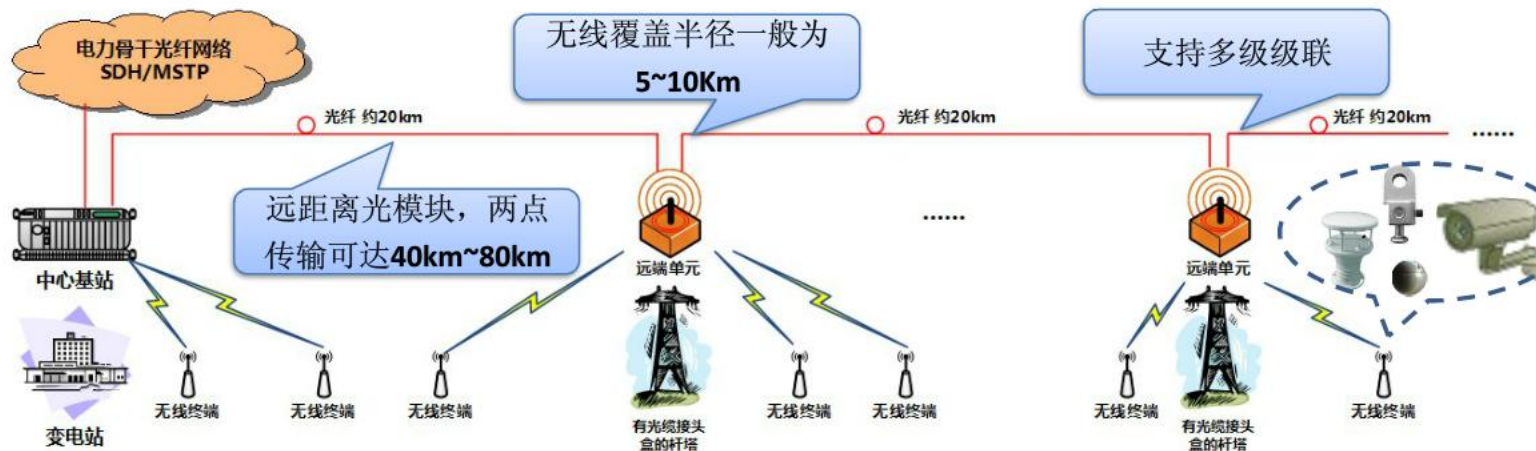
控制中心



恢复模式

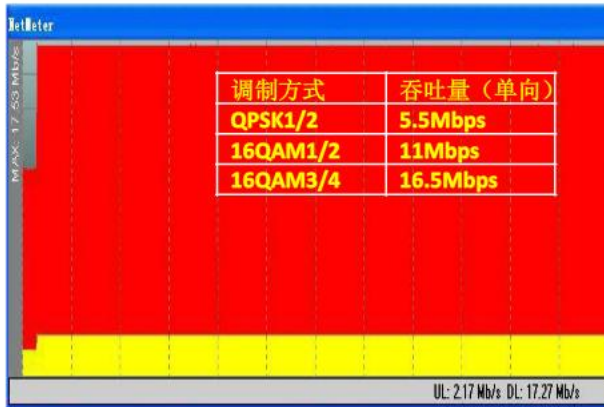
故障杆塔

(2/2) 光载无线网络



- ◆ 位于变电站的中心基站通过OPGW光纤连接多个远端单元，覆盖更远、布置更方便
- ◆ 每个远端单元使用无线连接，与覆盖区域内的所有无线终端实时交互数据
- ◆ 无线终端具有丰富的接口，可通过串口、网口、微功率无线等方式采集监控数据

实验室测试验证



灌包流量稳定

传输可靠无丢包

工程线路 - 青海湖750KV



MiWAVE 设备



乌兰变



运动
传感器



覆冰
传感器



摄像头



压力
传感器



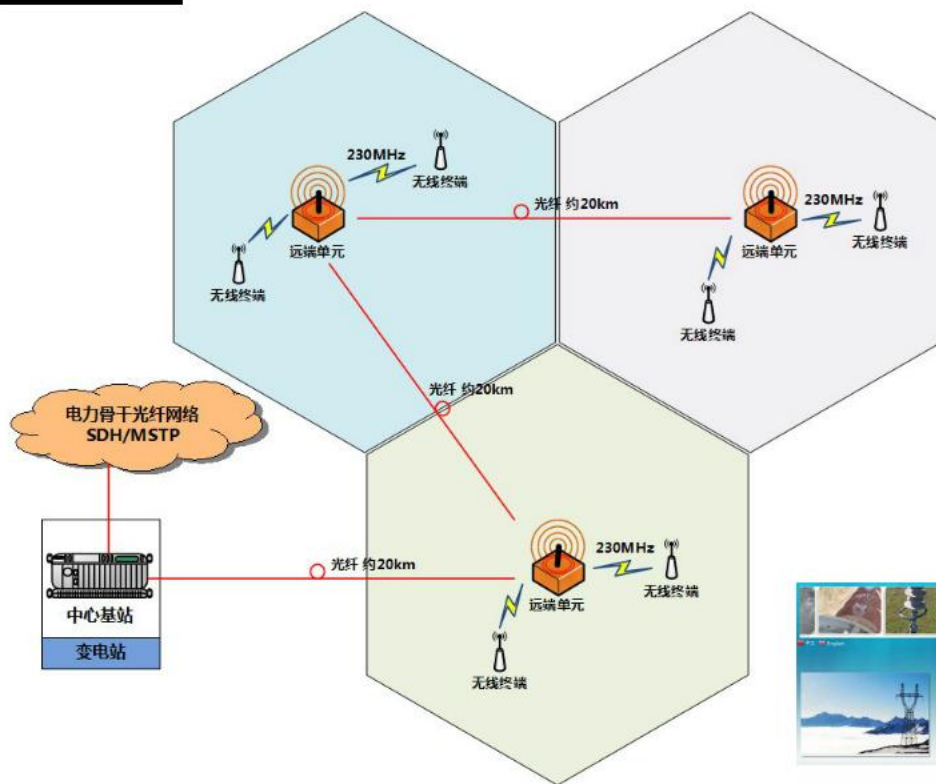
气象
传感器



日月山变

工程线路 华北电力示范项目

(进行中)



高清视频监控单元



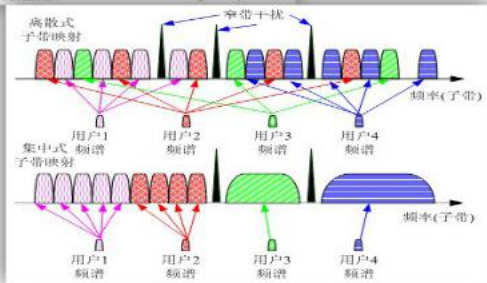
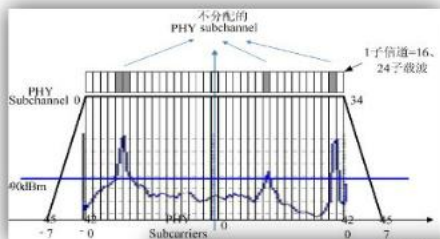
六合一微气象单元



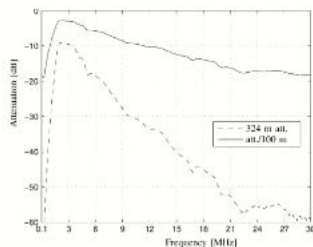
太阳能供电单元



配用电接入解决方案特点



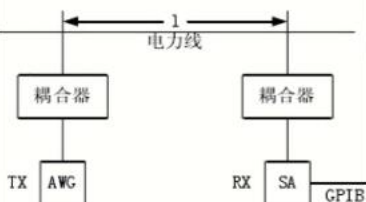
信道预均衡



降噪处理

降噪处理

阻抗自适应匹配



无线

- ◆ 自动子载波扣除，规避窄带干扰，平滑升级，保护现有投资
- ◆ 提高230M频谱利用率
- ◆ 发挥Sub-1GHz频段（230M、433M、780M等）低功耗灵活覆盖优势

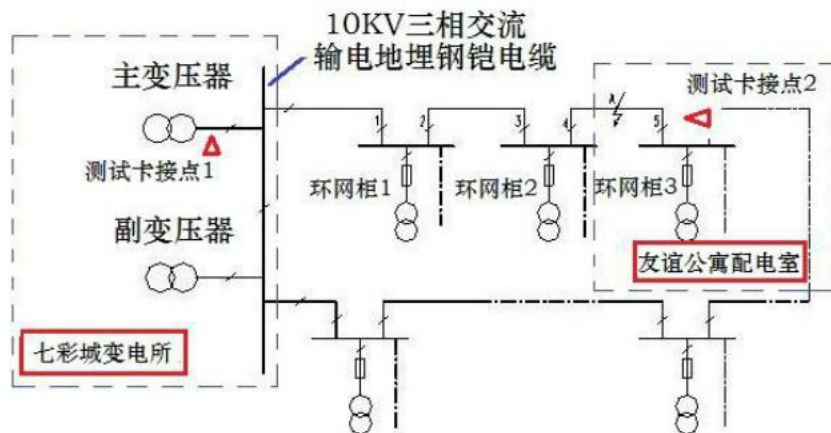
有线（PLC）

- ◆ 采用阻抗自适应匹配、信道预均衡算法、降噪处理，提高传输的可靠性和稳定性
- ◆ 更加灵活的组网协议
- ◆ 卡接式结合滤波器，免停电施工

试验案例 1- 南京天景山变电站



试验案例2 – 南通中压PLC试验



逐步完善的产品系列

基站系列

- ✓高带宽，三扇区基站60Mbps；
- ✓组网灵活，支持多种拓扑结构，
- ✓支持语音、视频、图像数据等业务
- ✓业务配置灵活，上下行带宽可调
- ✓安全可靠，支持可定制的加密方式

三扇区基站



塔放/RRU



天线



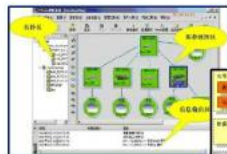
单扇区基站



直放站



网管系统



终端系列

- ✓支持1.25M~8M带宽
- ✓频段 230MHz
- ✓数据吞吐量 10Mbps
- ✓支持350Km/h高速车载应用
- ✓集成WiFi、视频编码器、GPS模块

标准型



车载式



背负式



小型化终端



目 录

引言：宽带改变智能电网

4G通信技术的优越性

应用实践经验分享



未来**2~3**年展望

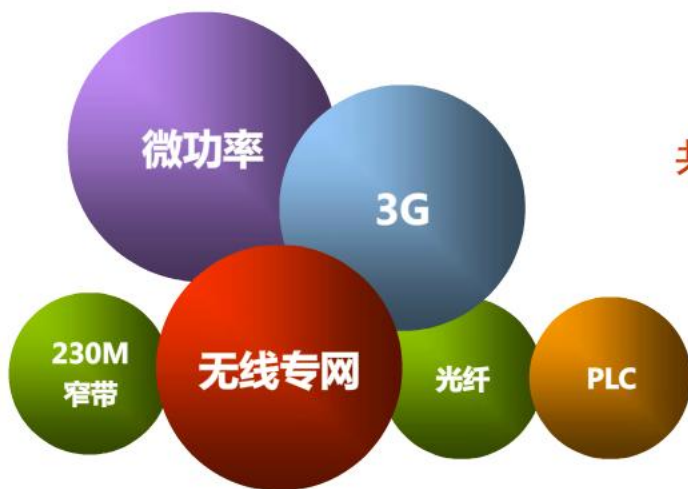
未来2~3年展望（1）

- 输电线路监控应用前景广阔，质、量并增



未来2~3年展望（2）

- 配用电领域各种应用百花齐放
- 多种接入方式因地制宜，各取所长
- 受限无线频段资源缺乏，集中高速传输仍是瓶颈



愿与各界朋友鼎立合作，
共同推进智能电网通信信息平台的发展！



A photograph of the Earth's horizon from space, showing a blue planet with white clouds against a dark blue background filled with stars. The text "Thank You!" is overlaid in a large, red, 3D font.

Thank You !