
智能化电力互联装备

关键技术与应用

- 1: 物联网技术与应用**
- 2: 物联网与智能电网**
- 3: 智能电网关键技术**
- 4: 智能电网设备实现**



IBM首席执行官彭明盛首次提出“**智慧的地球**”这一概念，建议新政府投资新一代的智慧型基础设施，诸如**智能铁路、智能高速公路、智能电网**等基础设施。即将感应器嵌入到电网、铁路、公路、建筑等各种物体中，并且通过现有网络链接，形成物联网。奥巴马就任美国总统后，对**IBM**提出的“智慧地球”概念给予了积极回应并上升至国家战略。

智慧的地球=**物联网**+互联网



1、2009年8月温家宝总理视察无锡时指出：
要加快推进物联网发展，尽快建立中国的传感
信息中心（感知中国中心）。

2、《2010年政府工作报告》温家宝总理提出：
要着力突破传感网、物联网关键技术，及早部
署后IP时代相关技术研发，使信息网络产业成
为推动产业升级、迈向信息社会的“发动机”。

业界认识：物联网被称为21世纪最具影响的技术之一；是改变世界的十大新兴技术之首；是全球未来的四大高新技术产业之一。物联网概念的问世,打破了之前的传统思维。

- 过去的思路：物理基础设施和IT基础设施彼此分离。一方面是机场、公路、建筑物、电网；而另一方面是数据中心、个人电脑、宽带网络等。
- 物联网时代：物理基础设施和IT基础设施相互融合。钢筋混凝土、电缆将与芯片、宽带整合为统一的基础设施。

业界对物联网（ IOT: Internet of Things ）的通用理解：

- 1、从技术理解：**物联网是指物体通过智能感应装置，经过传输网络，到达指定的信息处理中心，最终实现物与物、人与物之间的自动化信息交互与处理的智能网络。
- 2、从应用理解：**物联网是指把世界上所有的物体都联接到一个网络中，形成“物联网”，然后“物联网”又与现有的互联网结合，实现人类社会与物理系统的整合，达到更加精细和动态的方式管理生产和生活。

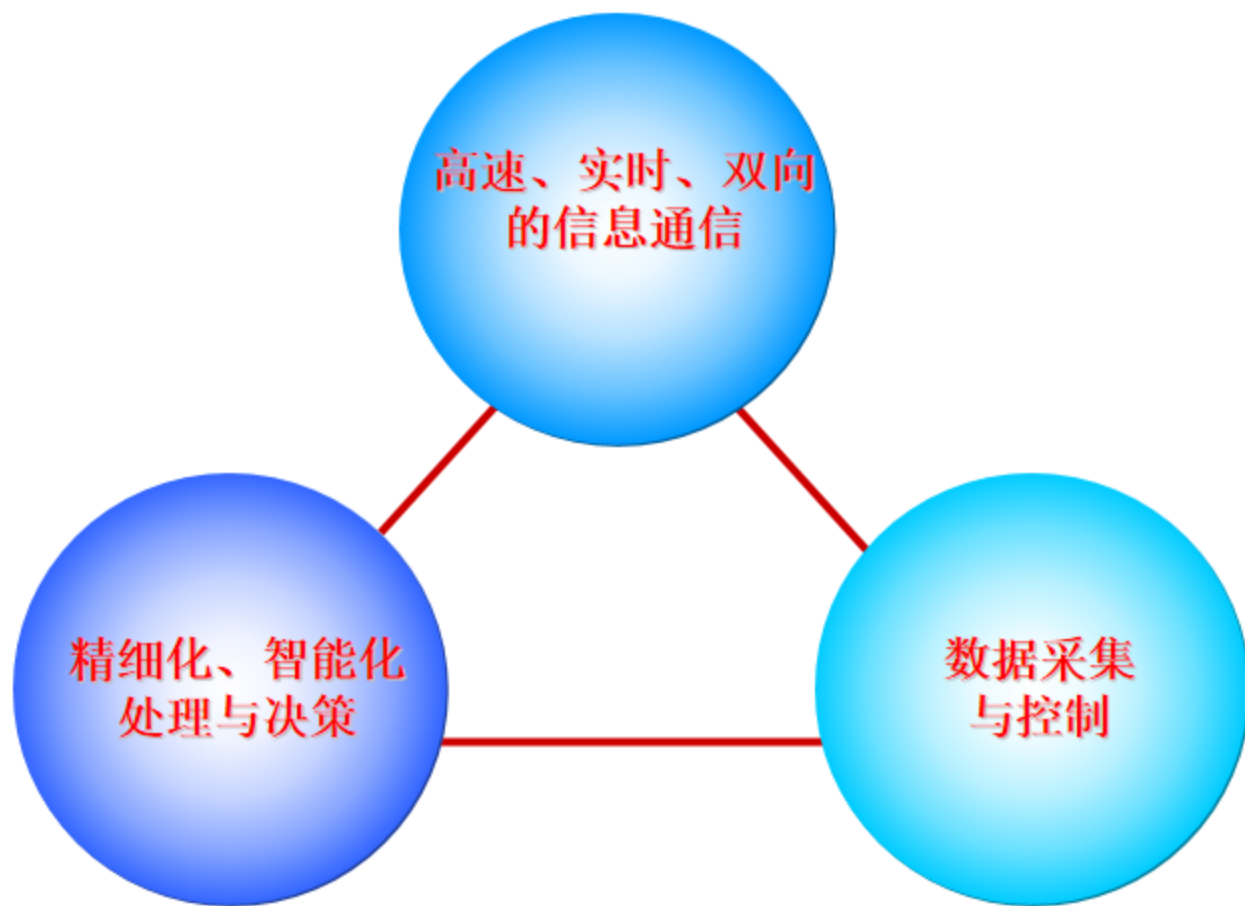
一、物联网三大要素：

1. **全面感知：**利用RFID，传感器，二维码等随时随地获取物体的信息；
2. **可靠传递：**通过各种电信网络与互联网的融合，将物体的信息实时准确地传递出去；
3. **智能处理：**利用云计算，模糊识别等各种智能计算技术，对海量的数据和信息进行分析 and 处理，对物体实施智能化的控制。

二、物联网两大特征：

1. **泛在化：**传感器网络部署泛在化；通信网络覆盖泛在化。
2. **智能化：**协同处理、决策支持、算法库、专家库。

物联网理论模型



物联网理论模型

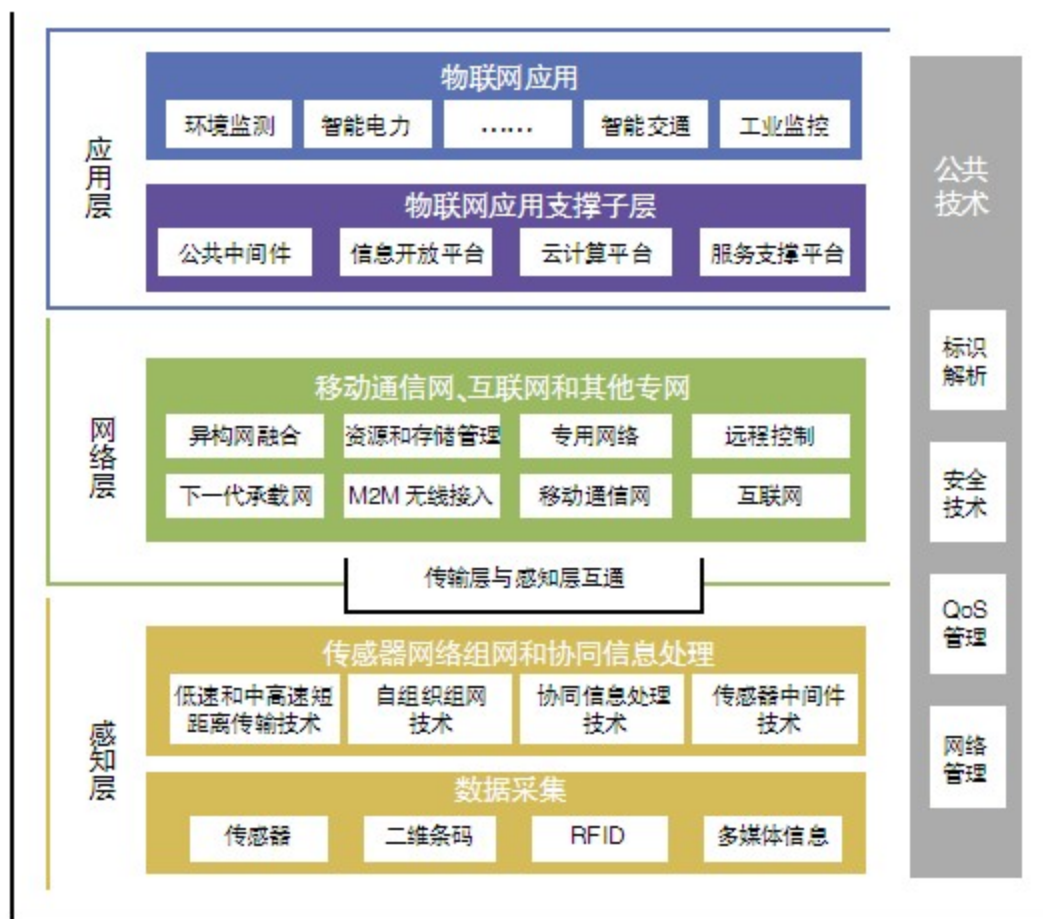


图 2:物联网的技术体系框架



上世纪60年代越战期间，越南北方通过老挝和柬埔寨境内的秘密通道——**胡志明小道**向南方输送军用物资和人员。

胡志明小道处于密林中，美军很难发现。为了切断这条运输通道，美军对其狂轰滥炸，但效果不大。

胡志明小道





后来，美军在胡志明小道投下2万多枚被称为“热带树”的战场传感器系统，为轰炸机提供准确的信息。

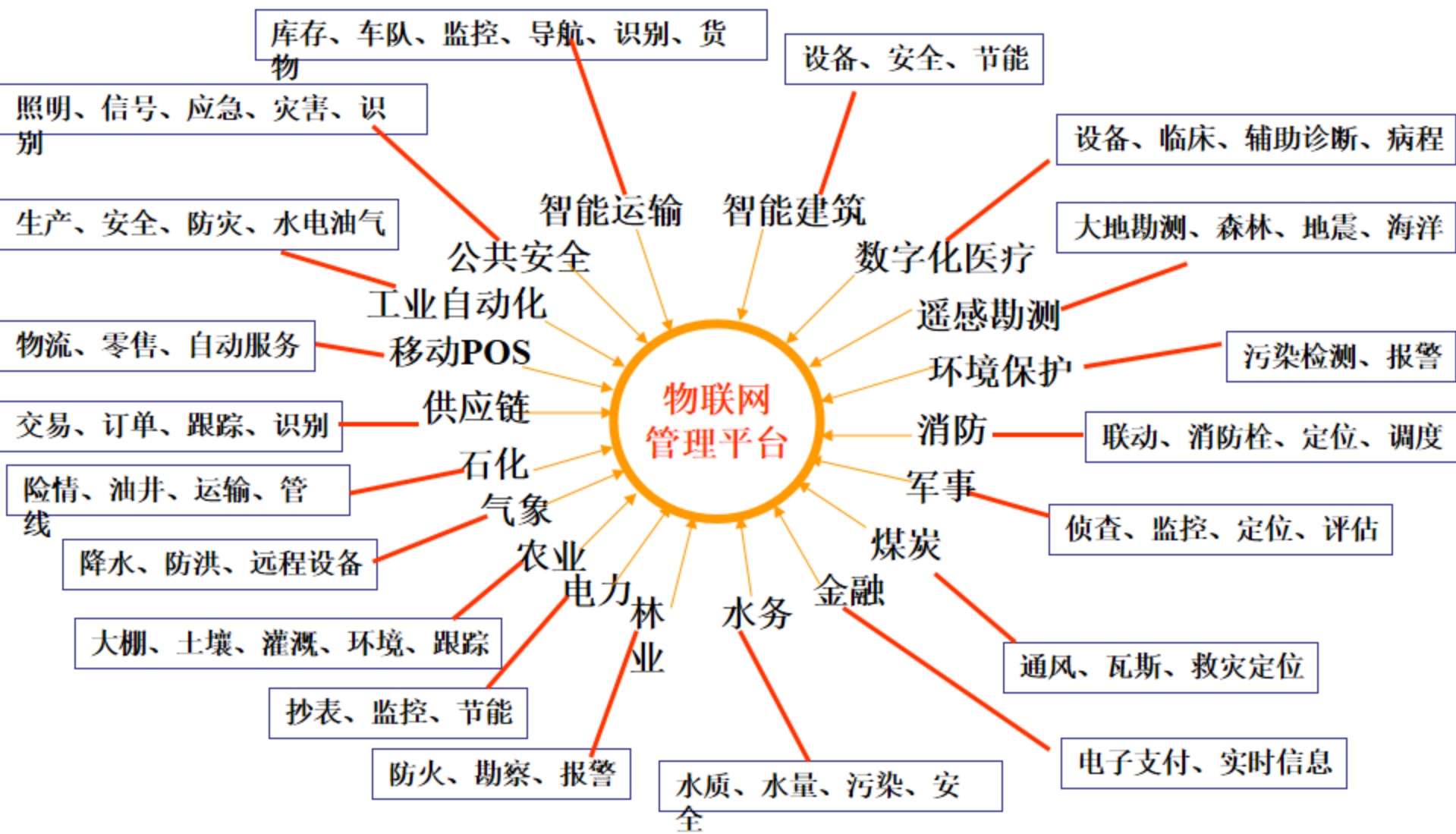
“热带树”由震动和音响传感器组成。传感器落地后插入泥土中，仅露出伪装成树枝的无线电天线，因而被称为“热带树”。

当人员和车辆在其附近活动时，“热带树”便探测到目标产生的震动和声音信息，并通过无线电通信传送到指挥中心。

“热带树”的成功应用，促使许多国家纷纷研制各种地面传感器系统。

这是无线传感器最早的应用。

物联网应用



应用案例1：机场防入侵

上海浦东国际机场防入侵系统铺设了3万多个传感节点，覆盖了地面、栅栏和低空探测，多种传感手段组成一个协同系统后，可以防止人员的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵。上海移动的车务通在2010年世博会期间全面运用于上海公共交通系统，以最先进的技术保障世博园区周边大流量交通的顺畅。

应用案例2：电力管理

江西省电网对分布在全省范围内的2万台配电变压器安装传感装置，对运行状态进行实时监测，实现用电检查、电能质量监测、负荷管理、线损管理、需求侧管理等高效一体化管理，一年来降低电损1.2亿千瓦时。

物联网发展的技术路径

信息汇聚:

主要特征: 将分布于多区域的、利用多种感知技术手段所采集的信息通过通信网络传输到业务应用系统汇聚, 集中进行信息的共享与处理, 并提供信息应用服务。

关键技术: 传感器设计与实现、短距离传输技术、电磁兼容技术

协同感知:

主要特征: 以事件、任务和目标为驱动进行感知、网络和应用各个层面的协同工作, 系统具有分布式、跨层式、自学习的协同处理能力, 提供智能精确的多元化信息服务。

关键技术: 任务驱动的上下文感知技术、通信网络与传感器的无缝融合技术、海量信息处理技术。

泛在聚合:

主要特征: 泛在的感知服务将海量信息进行聚合, 产生出新的有应用价值的信息, 实现任何时间、任何地点的人、物的互联互通, 引发新的应用和服务模式。

关键技术: 信息聚合理论、模糊控制技术、泛在异构网络、人工智能、仿生学传感器、纳米材料、生物芯片等。

物联网发展过程中面临的五个主要技术问题：

技术标准问题：

世界各国存在不同的标准。2009年9月，传感器网络标准工作组正式成立了8个专项组。

安全问题：

信息采集频繁，其数据安全也必须重点考虑。

协议问题：

物联网是互联网的延伸，在物联网核心层面是基于TCP/IP，但在接入层面，需要一个统一的协议栈。

IP地址问题：

每个物品都需要在物联网中被寻址，就需要一个地址。物联网需要更多的IP地址，IPv4资源即将耗尽，那就需要IPv6来支撑。

终端问题：

物联网终端除具有本身功能外还拥有传感器和网络接入等功能，且不同行业需求千差万别，如何满足终端产品的多样化需求。

- 1: 物联网技术与应用
- 2: 物联网与智能电网
- 3: 智能电网关键技术
- 4: 智能电网设备实现

智能电网的定义

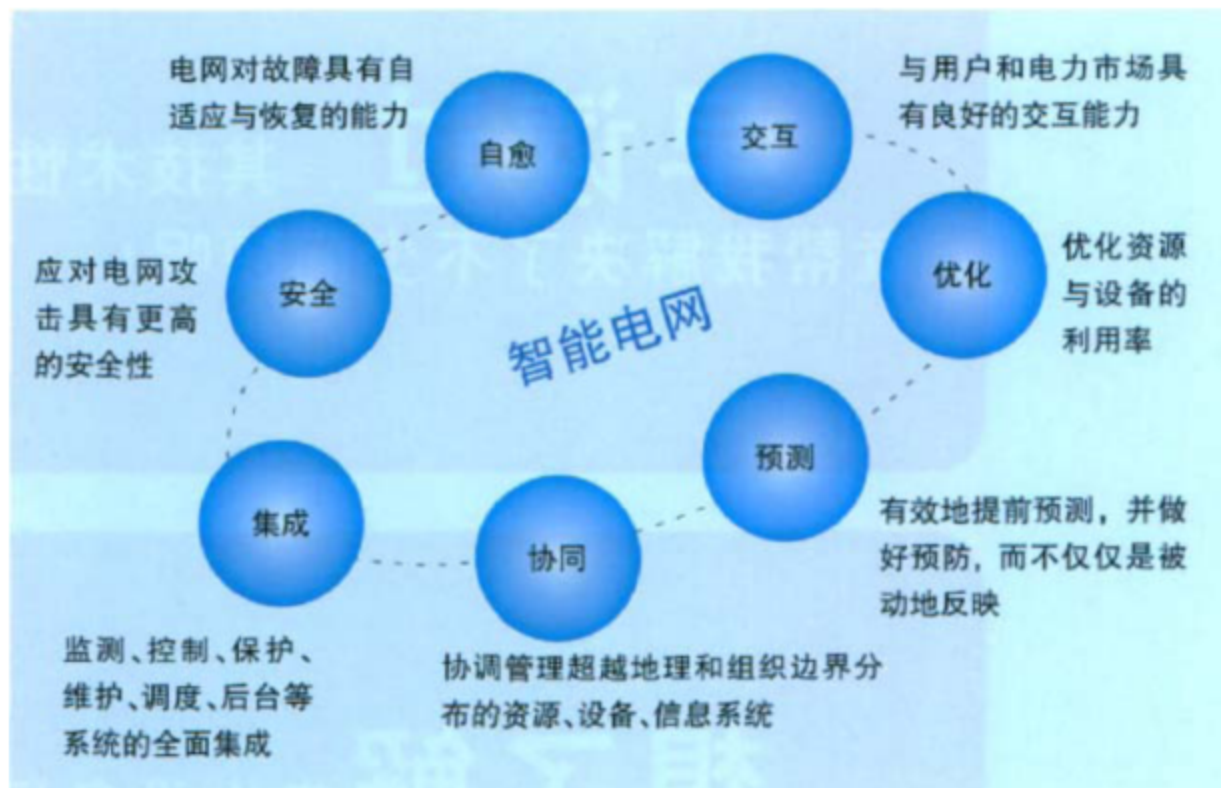
Smart Grid

IntelliGrid

Modern Grid

Grid Wise

智能电网的定义



美国电力科学研究所对智能电网的定义

智能电网的定义



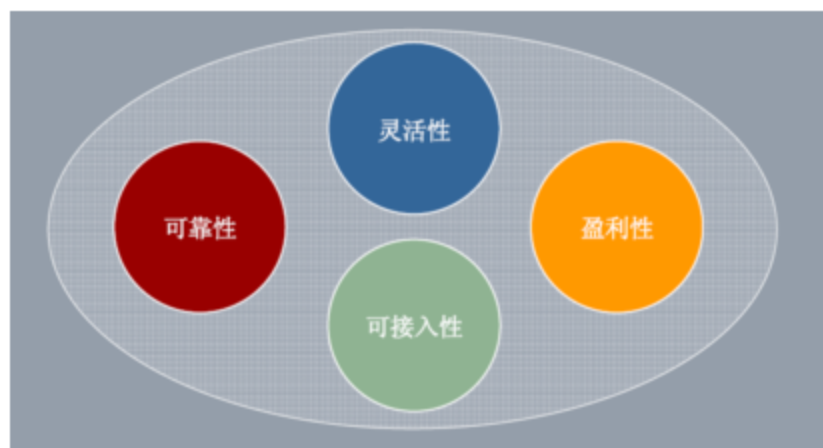
欧盟委员会对智能电网的定义

智能电网的定义



IBM对智能电网的定义

1. 数字化程度高，内含各种智能的传感器、电力设备、控制系统、应用系统等；
2. 基于一个统一的信息平台，能够自动完成数据和应用的整合，增强和扩大电网的可观性和可控性；
3. 基于商业智能分析系统，具有辅助决策支持的数据分析能力，即依据已有的电网运行数据和设备状况进行相关分析，来优化运行和管理。



西门子对智能电网的定义

1. **灵活性：** 组建一个自我平衡，自我监视的电网，将人工干预减少到最低程度。
2. **可接入性：** 可接受任何能源（煤，太阳能，风能）并将其转化为最终用户的使用（供热，照明，热水），将对环境的累计影响减到最小。
3. **可靠性：** 可以感知系统的某一部分过负荷，可控制潮流改变走向以减少过负荷并防止潜在的停运的发生。
4. **盈利性：** 使得电力消费者和电力公司之间的实时通信成为可能，使我们可以基于环境和价格的优惠优化消费者对电能使用。

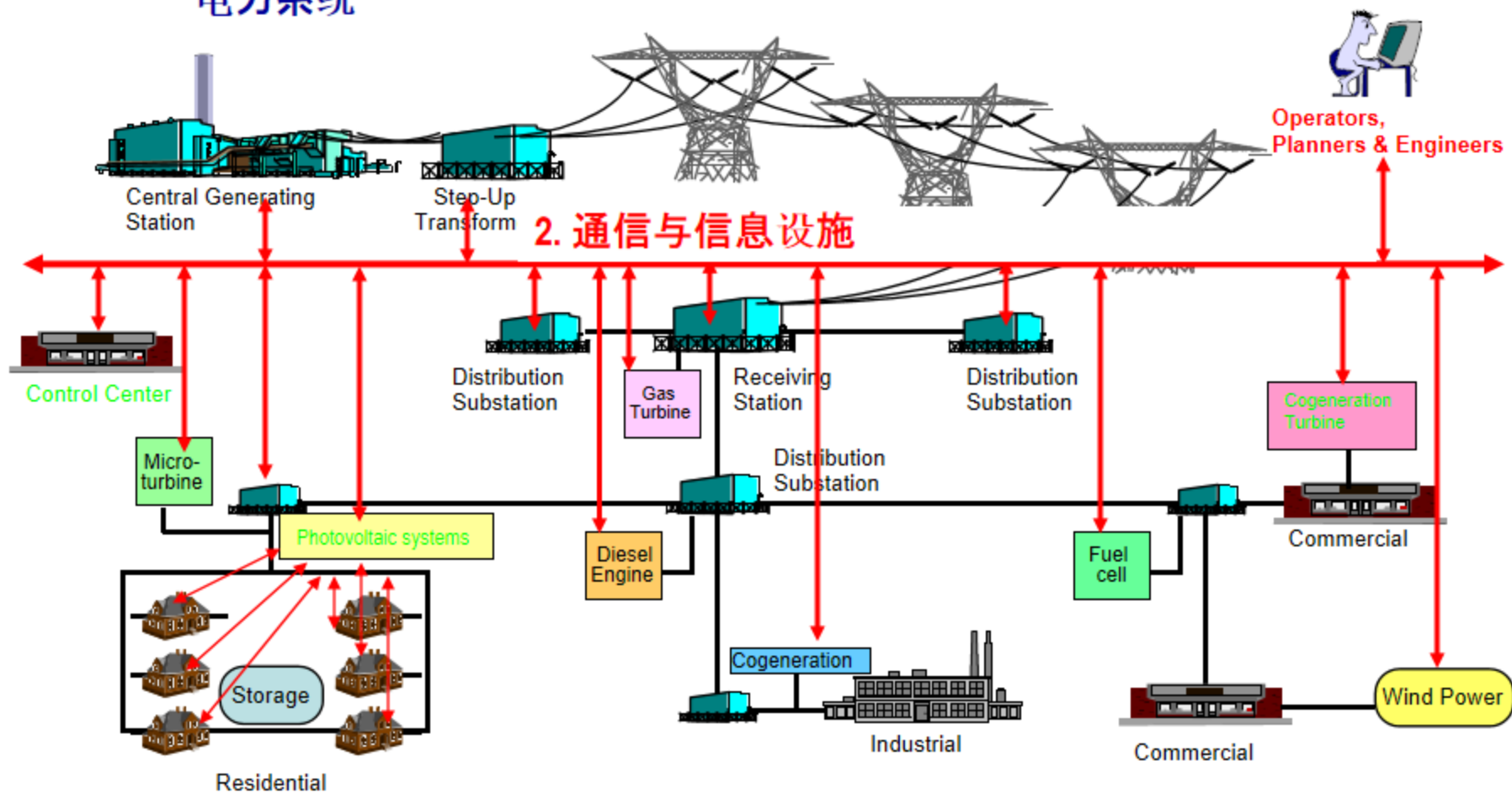
智能电网的定义

- （1）能针对电网运行状态，采集并传输价格和电网状态信息，将电网从中央控制转换为集体网络控制；
- （2）通过采取自我恢复措施，处理紧急状况下的各种问题，最大限度的满足能源市场和电厂的需求；
- （3）具有智能的基础设施，能够提供及时、安全的信息流，有效提供数字化经济下的电力供应。

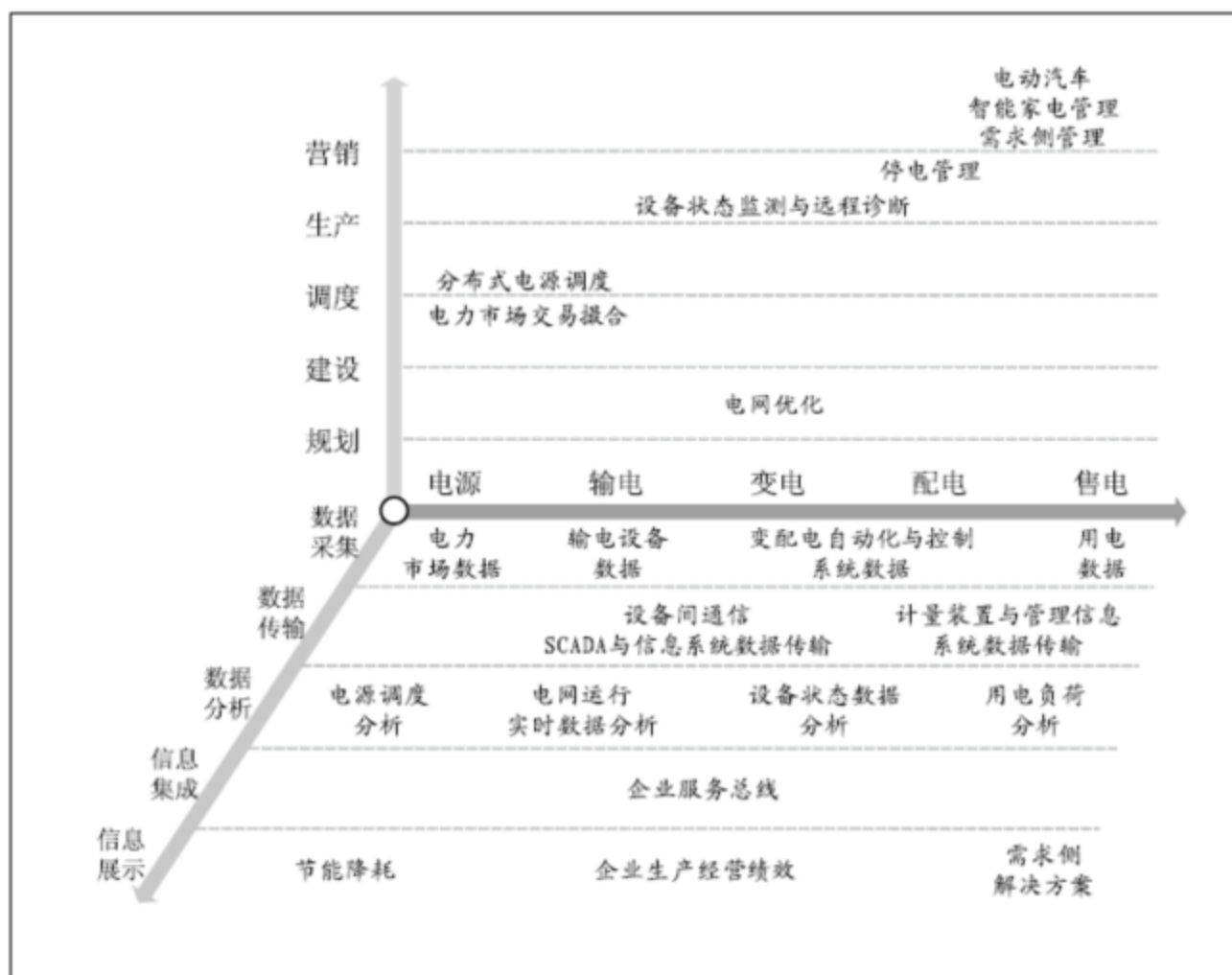
GE提出的功能特点

智能电网与通信基础设施

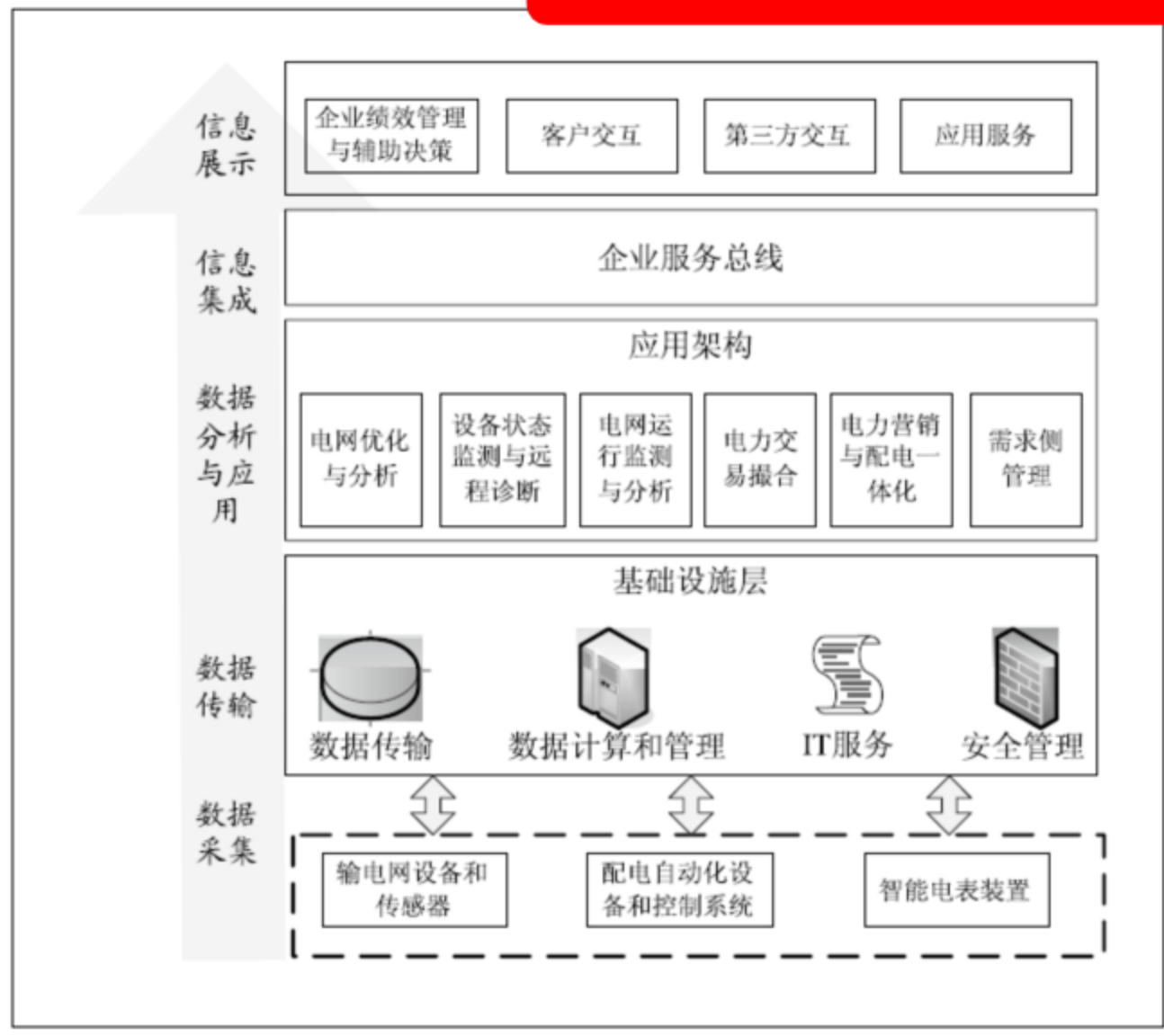
电力系统



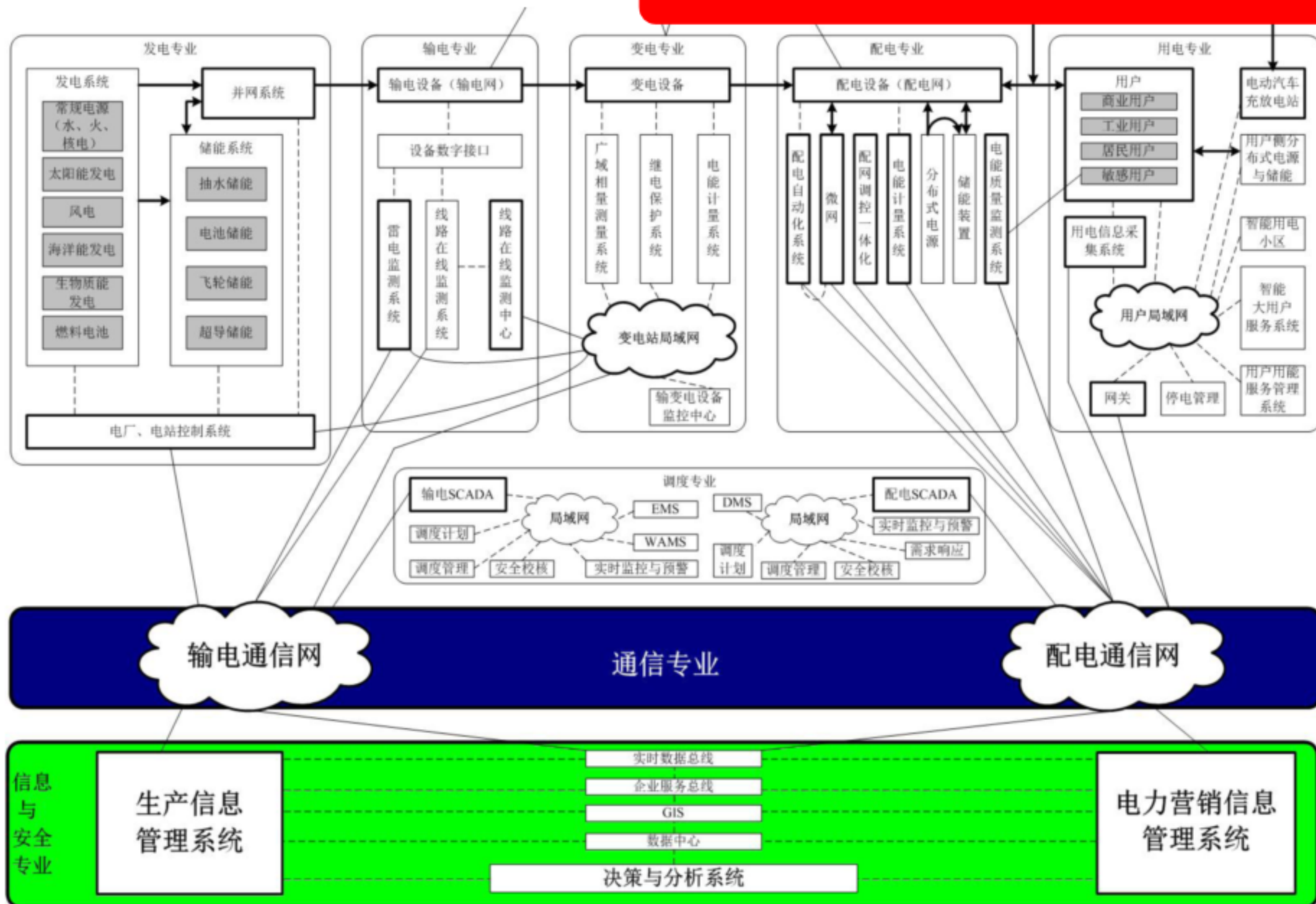
智能电网信息化体系维度分析



智能电网的体系架构



智能电网概念模型



1

智能电网 = 传统电网 + 信息网络:

2

智能电网的技术创新点:

1. 将“信息网络”融入到“传统电网”;
2. 将电力的“信息网络”延伸到每个小的“电力供应商”;
3. 将电力的“信息网络”延伸到每家每户; 。

3

智能电网的优点:

1. 通过“信息网络”，及时了解各家用电情况，有利于电力调配;
2. 通过“信息网络”，新兴绿色发电可以并网;
3. 通过“信息网络”，动态调配电力，保证“电力网”安全;

智能电网基本特点：信息化、自动化、数字化、互动化

- 信息通信、智能管理和采集控制构成了智能电网不可或缺的三个要素。
- 而高速、实时、双向的信息通信是智能电网首先要解决的基本要素。

智能电网分为三个层次：

1. 第一层次，实现对电网运行状态、资产设备状态和电力信息的更实时、更全面和更详细的监视，提高电网的可观测性；
2. 第二层次，提供先进的 IT 技术手段，实现对电力企业信息的传输和集成；
3. 第三层次，在信息集成的基础上，进行高级分析，实现提高可靠性、降低成本、提高收益和效率的目标。

结论：智能电网是物联网的一个应用

- 1: 物联网技术与应用
- 2: 物联网与智能电网
- 3: 智能电网关键技术
- 4: 智能电网设备实现

智能电网关键技术

- 1. 发电领域：**主要包括常规大电源基地（大煤电、大水电、大核电）、大规模可再生能源、分布式能源、光伏发电等电源的接入和协调运行技术。
- 2. 输电领域：**主要包括大电网规划技术、电力电子技术、输电线路运行维护技术、输电线路状态检修技术和设备全寿命周期管理技术等。
- 3. 调度领域：**主要包括大电网安全稳定分析技术、仿真建模技术、经济运行技术、综合预警和辅助决策技术、大电网控制技术、安全防御技术、运行管理技术等。
- 4. 变电领域：**主要包括变电站信息采集技术、智能传感技术、实时监测技术、状态诊断技术、自适应/自优化保护技术、广域保护技术、协调控制技术和站内智能一次设备技术等。
- 5. 配电领域：**主要包括配电网经济运行、智能预警、辅助决策、安全控制、设备管理、电能质量、智能配网设备、大规模储能、电动汽车变电站等技术。
- 6. 用电领域：**主要包括高级量测技术、双向互动营销技术、用户储能技术、用电仿真技术等。

1. 参数量测技术——数据采集
2. 集成通信技术——数据传输
3. 决策支持技术——数据处理
4. 先进控制技术——信息感知

智能传感测量技术研究

研究内容：

研究满足智能电网要求的智能传感测量采集系统、补偿校正、数据处理、数据通信、任务调度、人机界面、IP功能复用等功能模块于一体的智能传感器设计及基于FPGA与ARM7微处理器芯片的实现方法。研究智能传感器设计技术：以功能复用与搭建为基础，在芯片上用若干个宏模块来构建复杂系统。这些已经开发的宏模块就是通用的IP核。IP核的重用可以降低产品设计的复杂度。为实现智能电网数据采集和处理打下基础。研究利用芯片能组成完整的智能传感器系统：首先建立智能传感器的通用模块模型，然后合理划分各模块功能规范，制定各模块之间的接口协议与标准；再设计出一系列通用的IP核；最后把所需的通用IP核搭建整合在一起构成完整的智能传感器系统。

嵌入式自主处理技术研究

研究内容：

嵌入式自主处理技术研究在智能设备中占有非常重要的地位。研究基于Agent技术的嵌入式智能设备的测试方法，用Agent技术对嵌入式智能设备测试过程中的被测试设备，测试者和网络环境进行模拟和控制，可以很好的屏蔽嵌入式智能设备的复杂性，提高测试的效率和脚本的可重用性。进一步拓展整个测试系统，使之能够支持电器设备整个测试的生命周期。

智能电网专用芯片技术研究

研究内容：

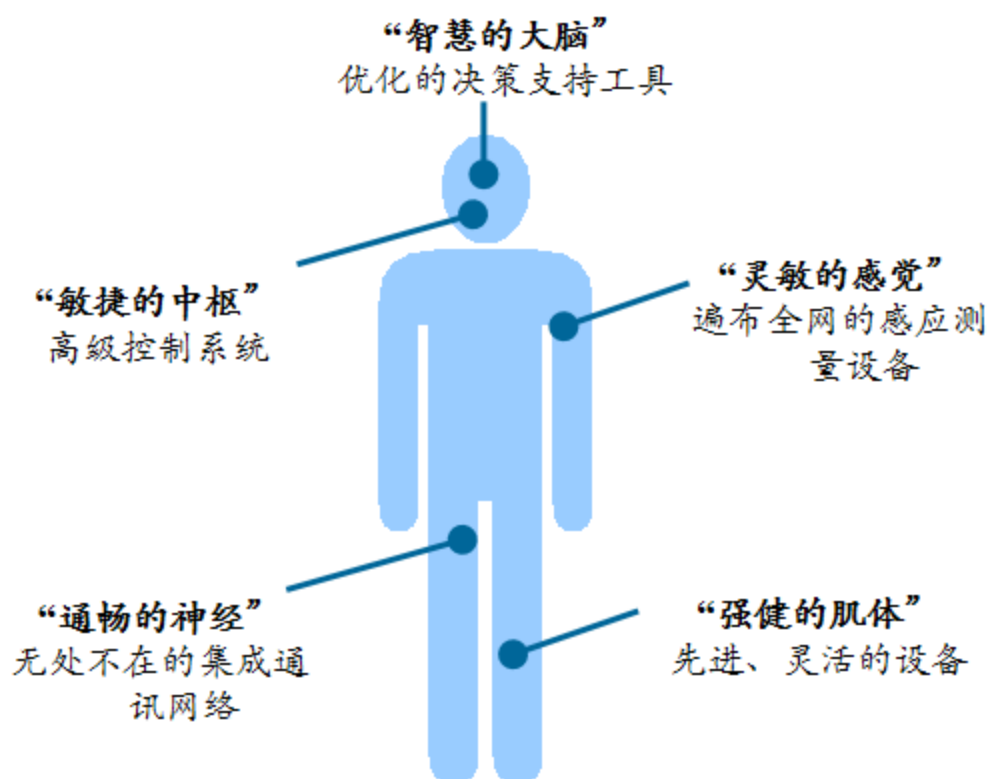
智能电网专用芯片是实现智能电网的公共基础技术。开展嵌入式CPU核及SoC设计方法学，系统芯片及EDA工具算法研究；电路单元模块的定制设计技术研究，高速电力算法IP库开发、通用接口IP库开发及高速片上总线技术研究；VLSI可测试性设计技术；电力专用ASIC/SoC检测和评估技术等研究；设计低成本的具备采集计量功能的通信控制芯片，应用于智能配电或用电终端设备的研制。

- 1: 物联网技术与应用
- 2: 物联网与智能电网
- 3: 智能电网关键技术
- 4: 智能电网设备实现

1. 智能输电领域
2. 智能变电领域
3. 智能配电领域
4. 智能用电领域

智能电网如何实现智能

控制	▪ 多代理系统 ▪ 高级变电站自动化 ▪ 高级配电自动化 ▪ Web服务和网格计算
决策	▪ 准自治软件 ▪ 高级模式识别 ▪ 高级可视化方法 ▪ 数值气象预报
通信	▪ 第二代互联网 ▪ 光纤以太网 ▪ 电力宽带 ▪ 3G及4G无线通讯技术 ▪ 新型无线网络技术
采集	▪ 线路在线测温 ▪ 无线智能电网信息感应器 ▪ 光纤PT和CT ▪ 无线智能设备状态感应器 ▪ 客户门户
设备	▪ 分布式微网 ▪ 高效率的绿色分布式电源 ▪ 高级储能系统 ▪ 高级电网控制设备 ▪ 高级大容量导体



智能电网的实现需要融合先进的设备、采集、通信、决策和控制技术

一、智能输电技术研究领域

研究目标：输电线路智能监测终端设备研究与开发，建立输电线路智能化综合监测信息平台，综合实现设备运行状态监测、风险评估、故障诊断和定位、在线预警和辅助决策，全面提升输电设备运行、维护、生产管理的水平。

研究内容：研究开发低成本、高可靠性、高集成度、能适应各种恶劣环境、遵守标准通信规约的导线状态智能监测装置和杆塔智能监测装置。导线状态监测装置安装在导线上，实现对导线温度、弧垂、风偏、舞动、振动等运行状态的组合或集成监测；杆塔监测装置安装在杆塔上，实现对微气象、导线覆冰、绝缘状态、杆塔倾斜、杆塔振动、张力、闪络的组合或集成监测。

二、智能变电技术研究领域

研究目标：变电设备智能化监测、诊断与状态评估技术研究，研制安全、可靠、抗干扰能力强的适合于电力系统现场的智能传感器；提交智能化的变电设备监测、诊断与状态评估统一平台和管理系统。

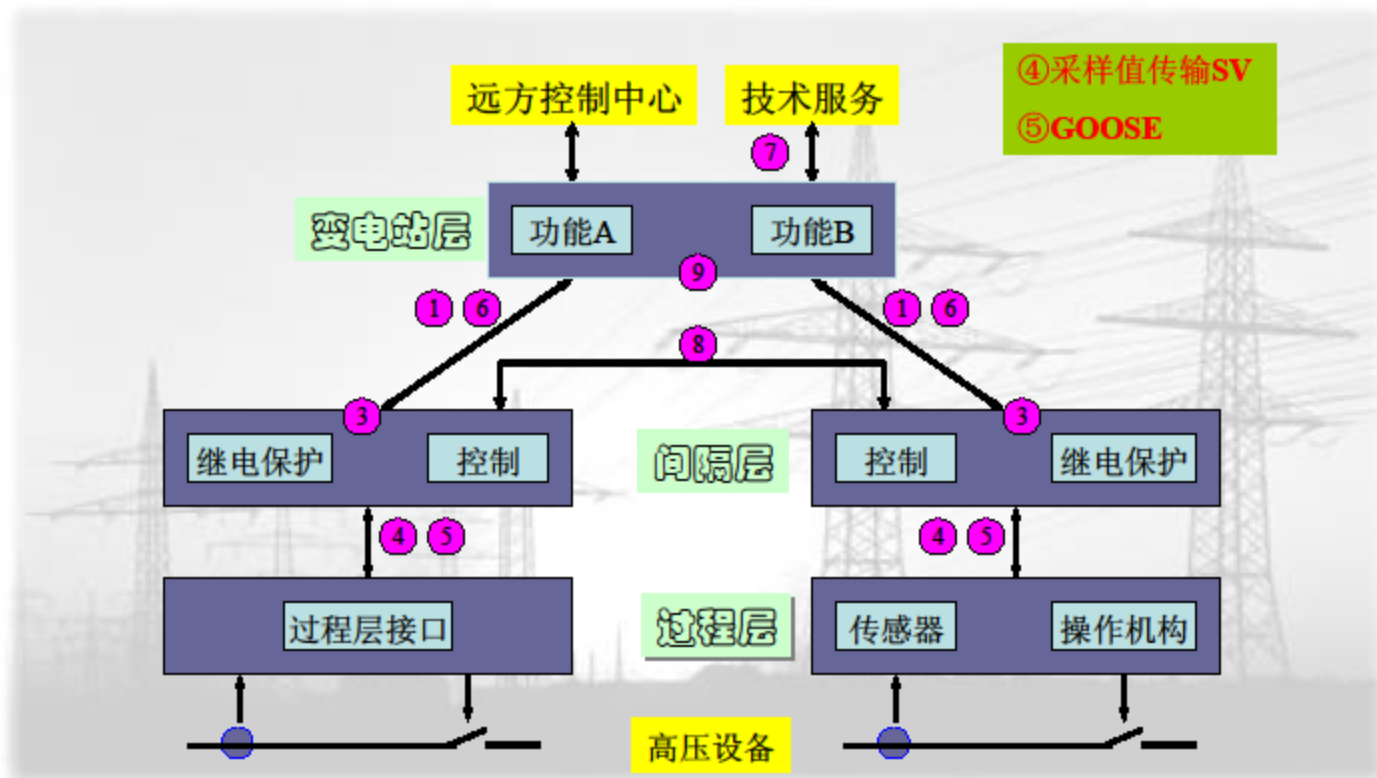
研究内容：分析变电站中变压器、断路器、高抗、HGIS、GIS等主要设备需监测的有效关键参量；基于关键参量的类型，研究适用于电力系统现场的智能型传感器技术；在智能传感器的基础上综合考虑现场通讯方式、监测系统构架和工作原理，提出变电主要设备智能监测的实现方案；围绕各类设备的主要监测项目，研究监测参量及其变化与被测设备绝缘老化的关系，利用出厂实验数据和历史运行数据研究并开发具有自学习功能的变电主要设备智能诊断专家系统；基于诊断结果建立基于风险的预测模型和检修策略模型，研究设备的剩余寿命估算方法；融合监测、诊断和状态评估三个环节，建立智能化的变电设备监测、诊断与状态评估统一平台和管理系统。

二、智能变电技术研究领域

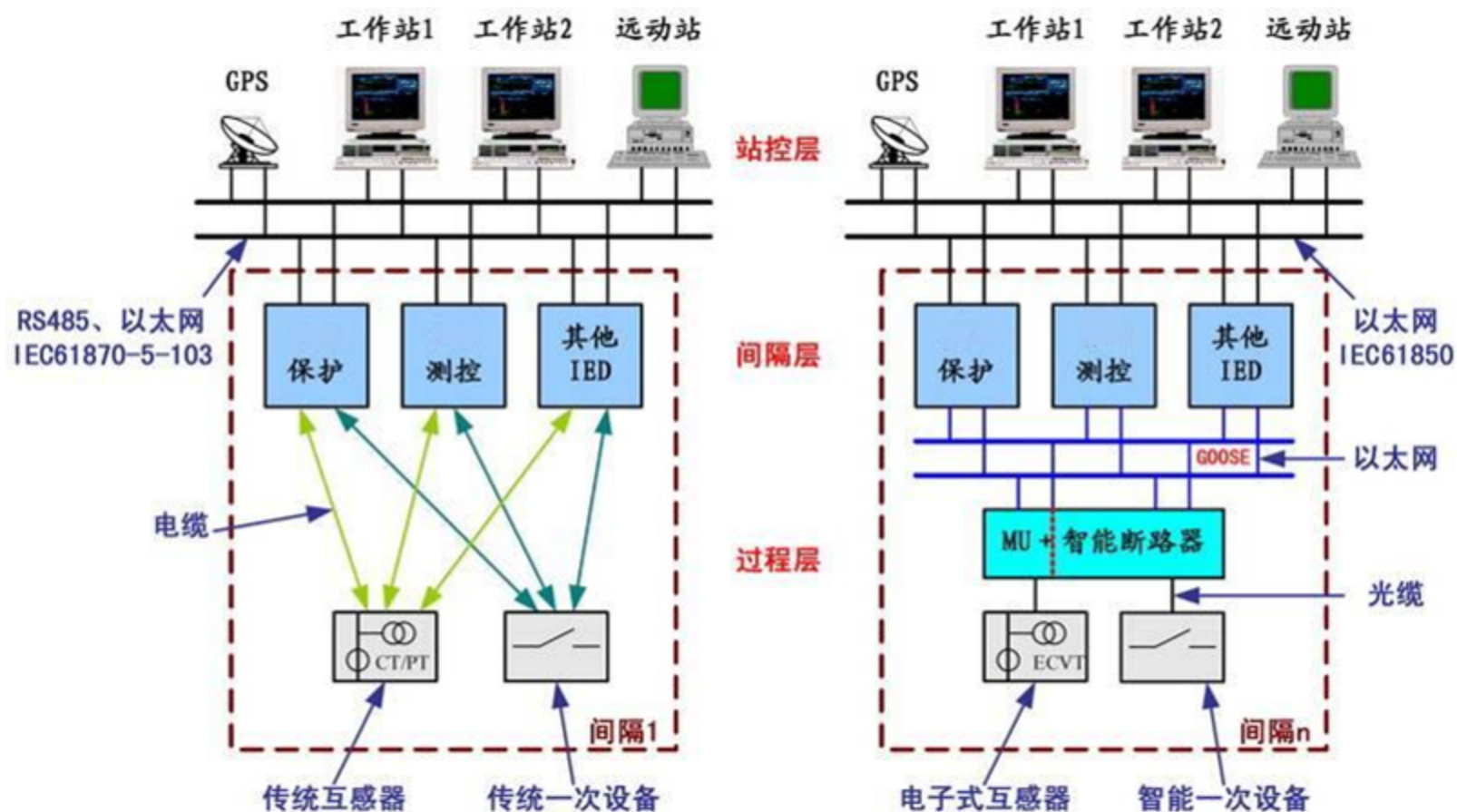
研究目标：开发智能控制单元和智能附件，研制智能高压断路器，为智能变电站提供物质基础。

研究内容：基于智能化变电站平台，研究开关设备数字化测控技术；研究智能控制单元，能够自动识别断路器的工作状态；研究智能附件，能够监测诊断灭弧室电寿命、断路器的机械故障、绝缘状态和载流体接触位温度等，设置高压断路器监测诊断体系；研究智能附件与断路器的接口规约，实现无缝连接、互动；研究智能高压断路器的检测与校验技术；基于上述技术研究，开发智能高压断路器。

变电站内各类通信服务及关系



智能电网设备研究与开发



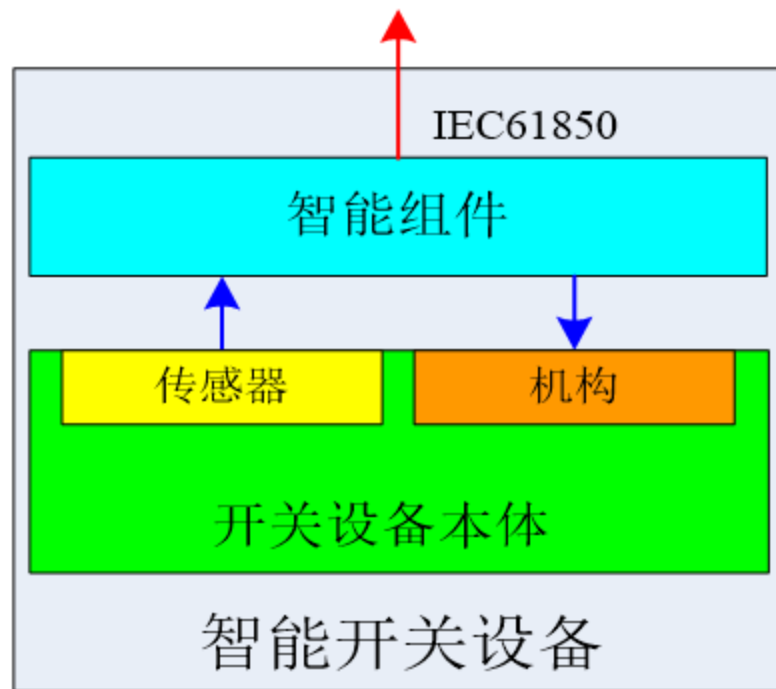
控制网络化

智能开关设备的含义

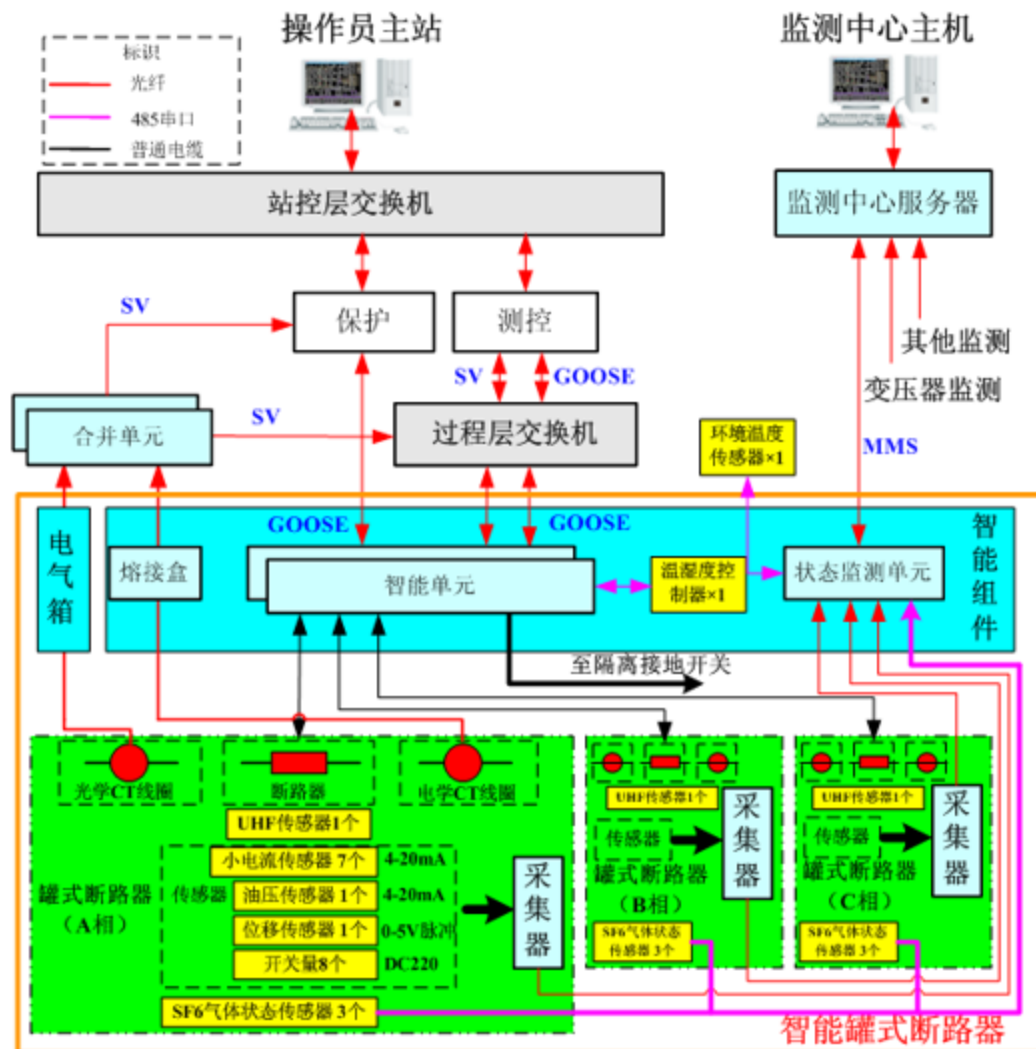
整体结构：开关设备本体+智能组件，如右图所示。

基本功能：测量，控制和监测，可集成保护和计量。

技术特征：测量数字化，控制网络化，状态可视化，功能一体化，信息互动化。



智能电网设备研究与开发



三、智能配电技术研究领域

研究目标：配电网智能终端设备的研究与开发，研制智能配电终端的样机，制定智能配电终端的技术规范。

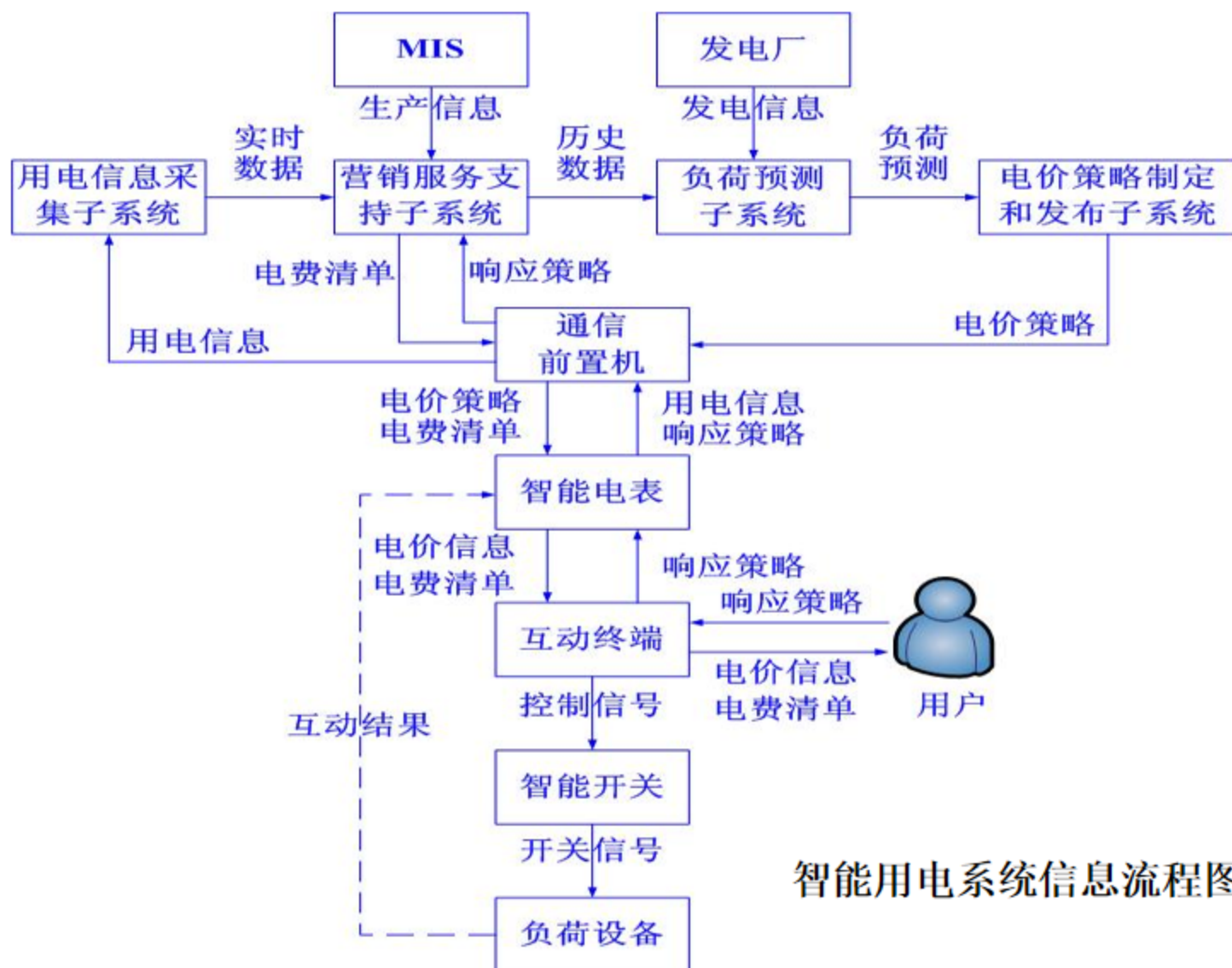
研究内容：分析智能配电网条件下智能配电终端的功能需求，研究设计满足分布式电源接入情况下，完成配电网监控、保护、故障信息交互、在线监测、电能质量监测等综合功能的智能配电终端设备。研究智能配电终端设备在各种应用条件下的通信技术。研究遵循IEC61850标准的智能配电网监控技术，并研发遵循该标准的智能配电终端样机。

四、智能用电技术研究领域

研究目标：智能表计与用电终端的研究与开发，提出低成本、安全可靠、多功能、模块化的智能表计和用电终端技术方案，研制智能表计与用电终端，实现多电价机制支持、自动抄表与现场控制、信息双向互动等功能。

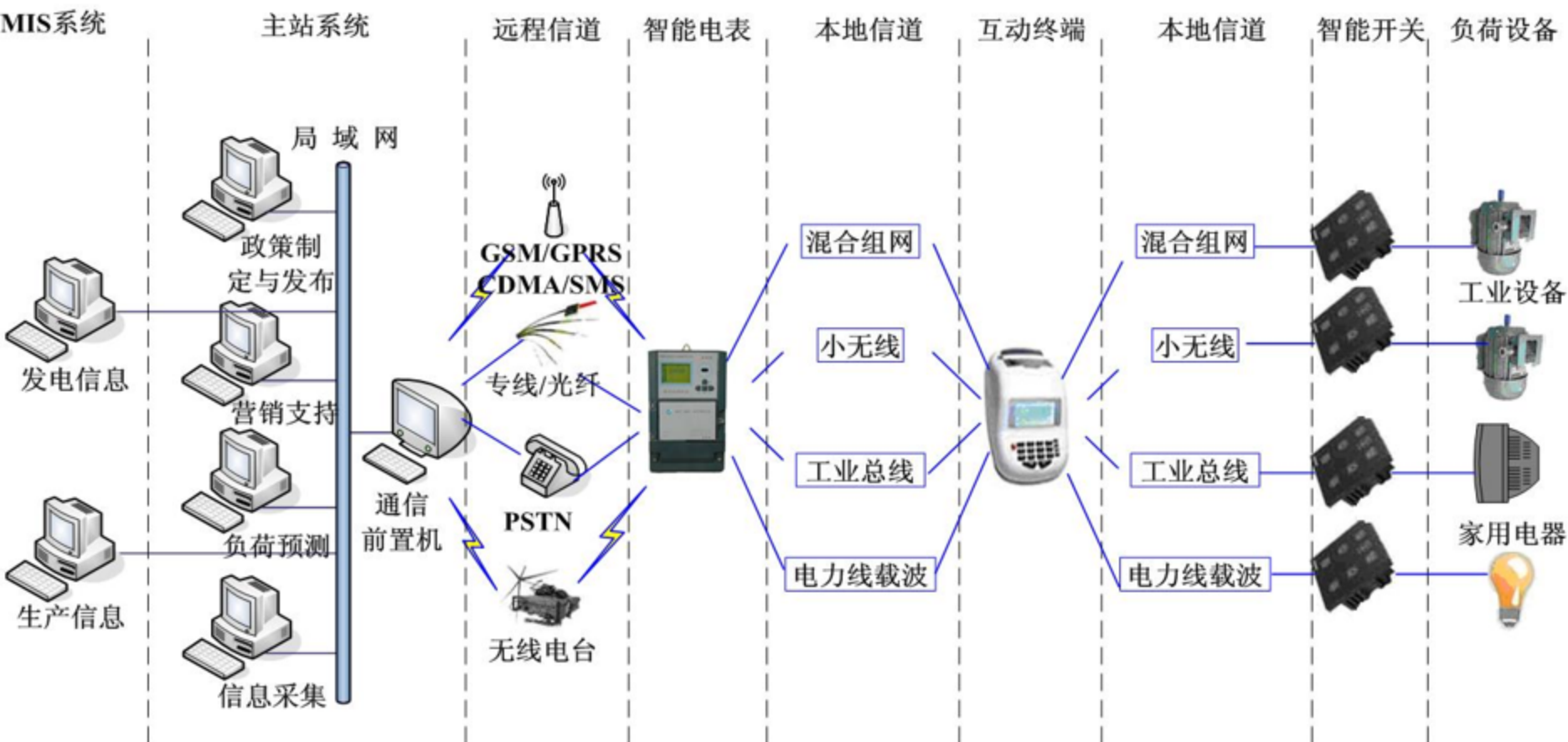
研究内容：研究智能电网条件下客户用电新需求，研究需求侧管理、增值服务对现场计量、监测设备的影响；研究与配电网智能终端相配合的智能用电综合监控终端；研究低成本、多功能、模块化的计量终端关键技术；研究分布式电源接入、谐波、电动汽车充电站等复杂电磁条件下对电能计量的影响；研究用电数据加密技术；研究用电数据采集系统安全认证技术、信息安全传输技术等；研究智能用电终端信息交互技术及信息展现技术。

智能电网设备研究与开发



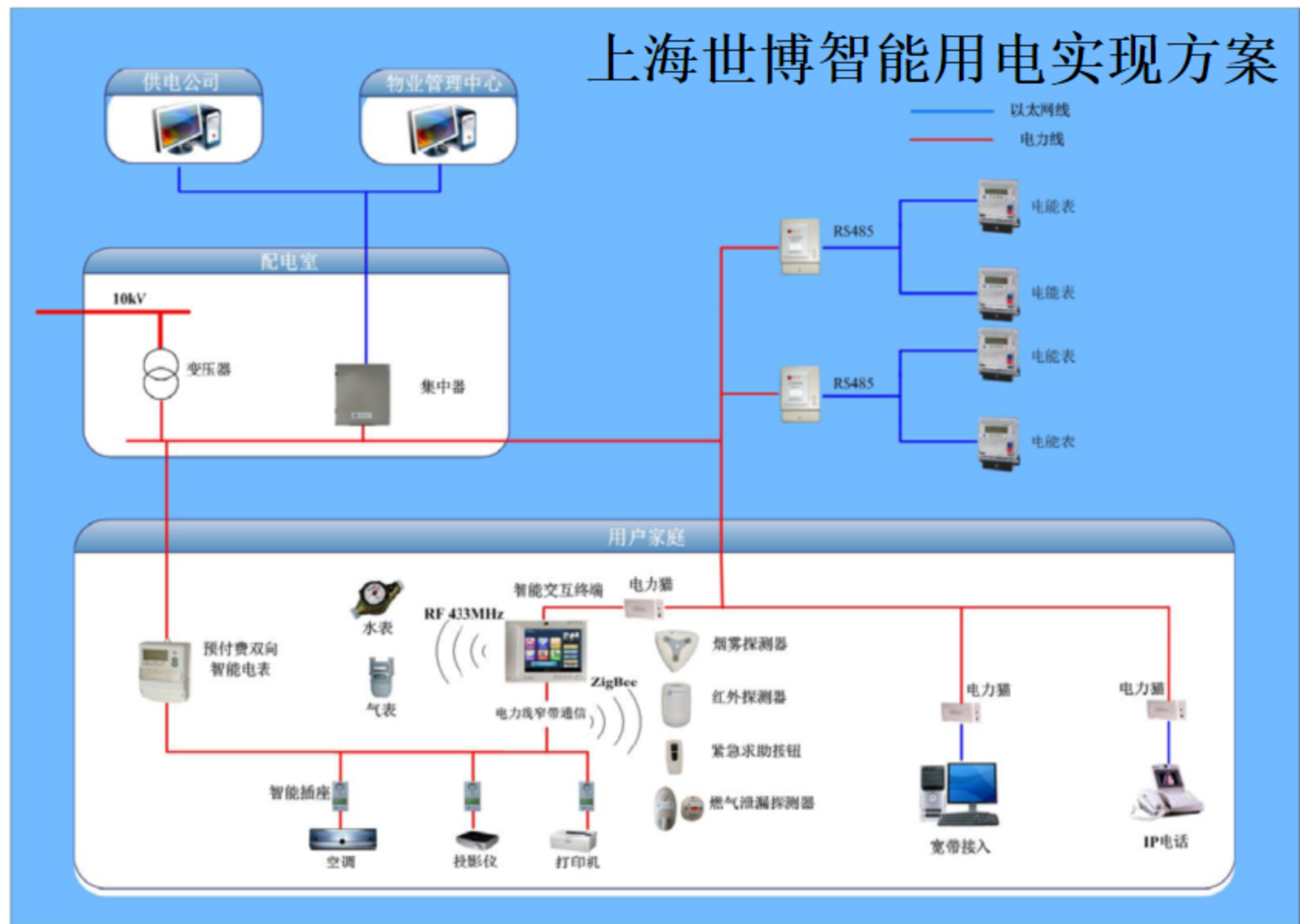
智能用电系统信息流程图

智能电网设备研究与开发



智能用电系统组成图

上海世博智能用电实现方案



Thanks