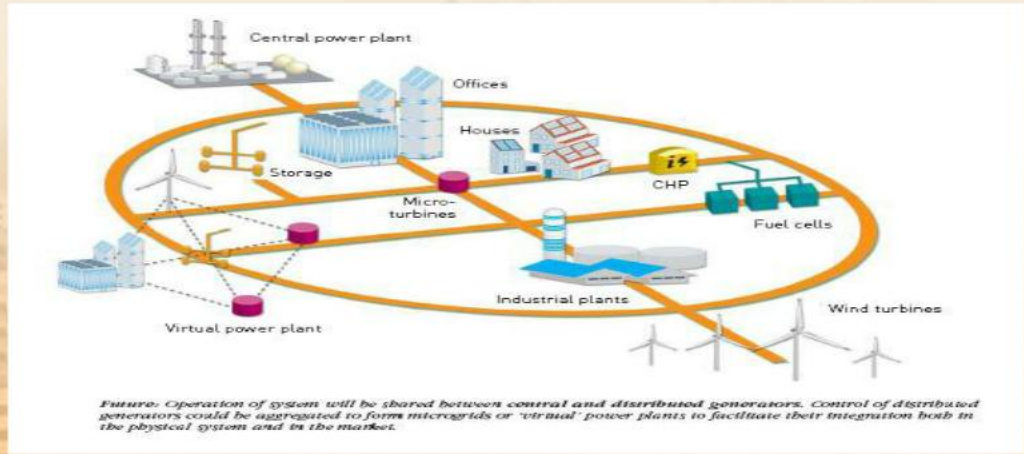




美国智能电网的定义及其技术路线



1. 智能电网发展概况

智能电网是当今世界电力系统发展变革的最新动向，并被认为是21世纪电力系统的重大科技创新和发展趋势。

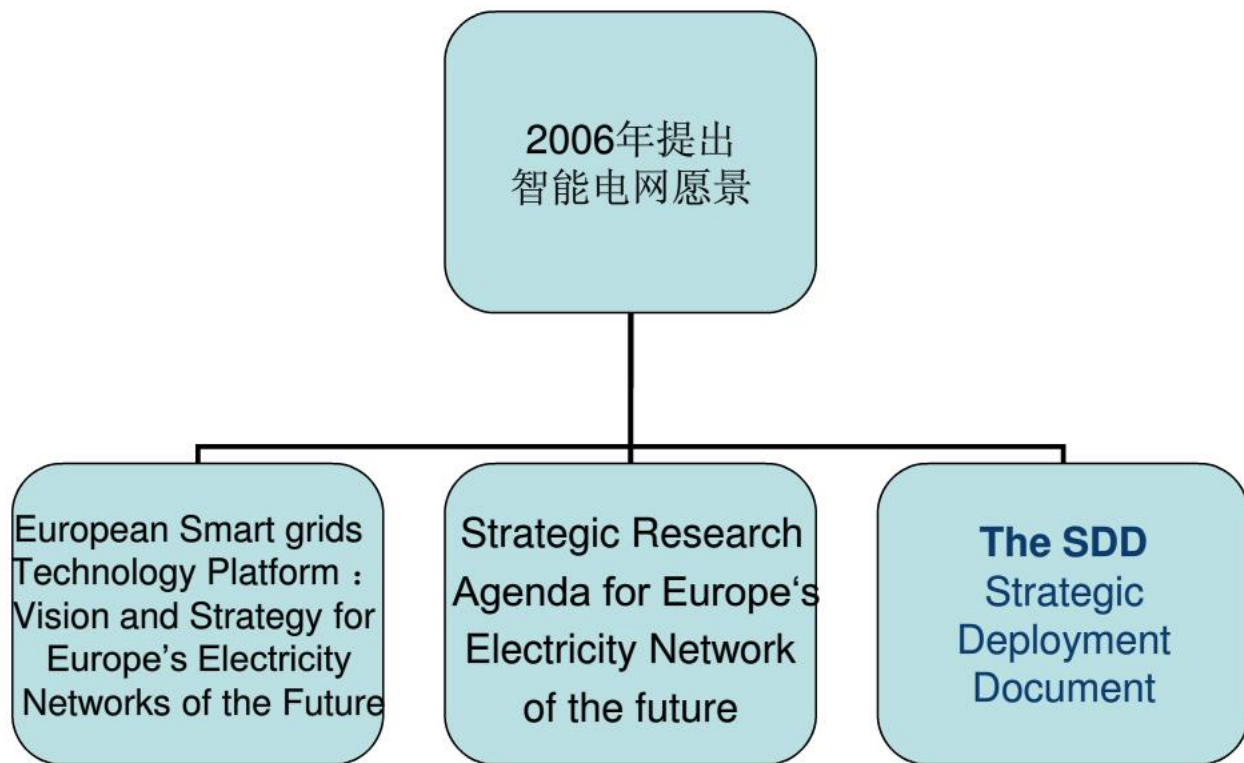
美国智能电网的发展状况：

- 2001年EPRI（电力科学研究院）开始“**Intelligrid**”(智能电网)研究
- 2003年布什总统要求美国能源部（DOE）致力于电网现代化，DOE发布“**Grid 2030**”
- 2005年DOE与NETL（美国国家能源技术实验室）合作发起了“**现代电网(MGI)**”研究, The Modern Grid Initiative : a Vision for the modern grid. Mar. 2007. NETL之后，研究机构、信息服务商和设备制造商与电力企业合作，纷纷推出自己的智能电网方案和实践
- 2009年**奥巴马**将智能电网提升为美国国家战略



欧洲智能电网发展概况

2005年成立“智能电网(SmartGrids)欧洲技术论坛”



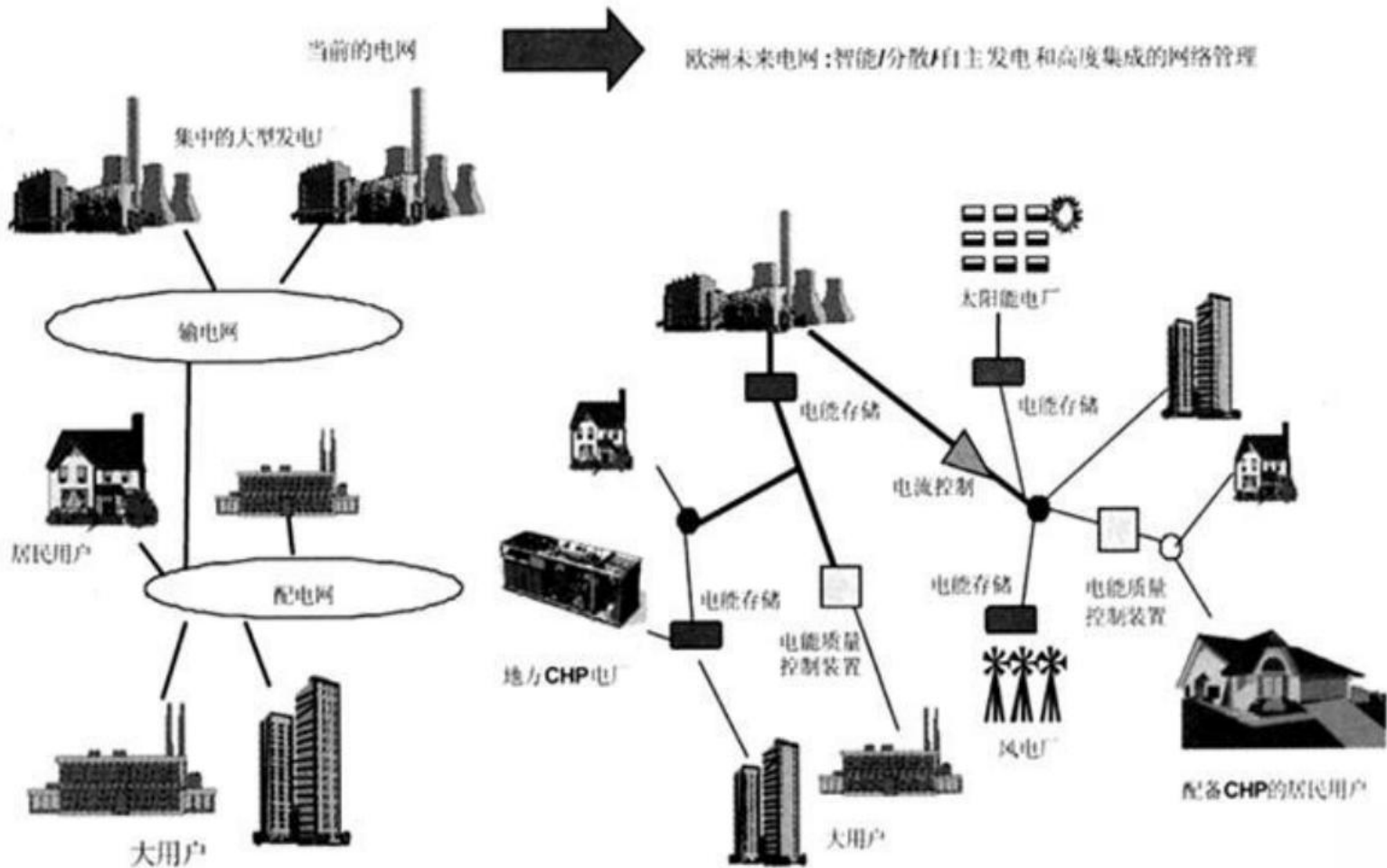


图1 欧洲未来电网发展方向示意

与电网的大容量和超高压发展方向相反，欧洲关注更多的是智能电网技术。未来的电网必须建立在电网信息化管理系统之上，特别是低压供电电网的信息化控制、流量平衡控制、网内分布式能源智能管理与控制系统、智能保护系统等。

从图中看出，现在的电网是传统的大型集中发电厂发电，然后是输配用。未来电网的发展依托自然、分散的电源点，电厂自主发电或进行高度集中地网卡管理。 **CHP：冷热电联产**



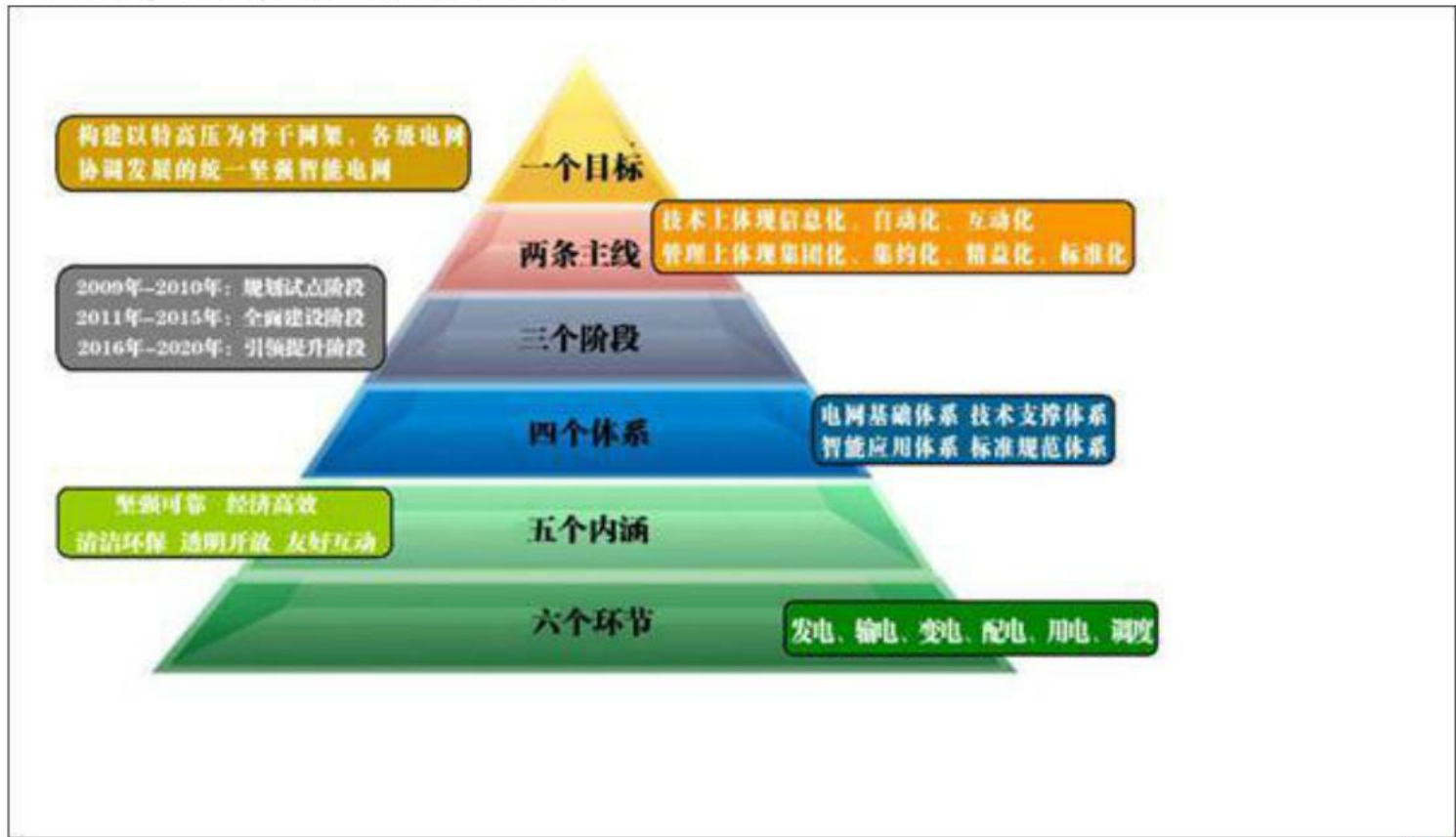
中国智能电网发展概况

定义：智能电网以物理电网为基础(中国的智能电网是以特高压电网为骨干网架、各电压等级电网协调发展的坚强电网为基础)，将现代先进的传感测量技术、通讯技术、信息技术、计算机技术和控制技术与物理电网高度集成而形成的新型电网。它以充分满足用户对电力的需求和优化资源配置，确保电力供应的安全性、可靠性和经济性、满足环保约束、保证电能质量、适应电力市场化发展等为目的，实现对用户可靠、经济、清洁、互动的电力供应和增值服务。

我国情况是，国家电网公司目前正在推进“一特四大”的电网发展战略，即以大型能源基地为依托，建设由1000千伏交流和±800千伏直流构成的特高压电网，形成电力“高速公路”，促进大煤电、大水电、大核电、大型可再生能源基地的集约化开发，在全国范围内实现资源优化配置。同时，将以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网为基础，发展以信息化、数字化、自动化、互动化为特征的自主创新、国际领先的坚强智能电网。



中国特色的智能电网（国家电网公司智能电网部主任王益民）



- 中国式的智能电网，首先要满足电力负荷需求，在前期保证输电、变电的智能化建设，要保证供电安全可靠，要满足经济意义和节能，最后保证电能质量和可再生能源接入。
- 这个战略的核心仍然是依托中央集权制的国家体制营建特高压电网基础上的电网现代化，其电力中枢系统仍然没有摆脱大煤电、大水电，而以实现电网骨架更大体系的统一目标。



2. The definition of U.S. Smart Grid

According to the U.S. Department of Energy's modern grid initiative, a smart grid integrates **advanced sensing technologies**, **control methods**, and **integrated communications** into the current electricity grid.

Thus, it is not a grid in the sense of a transmission grid as we know it. At the transmission level, today's grid is efficient, smart, and intelligent. At the distribution and customer levels, there are opportunities for automation, advanced data collection, and intelligent appliance control that provide opportunities for energy efficiency and better integration of distributed generation including renewable to reduce carbon emission.

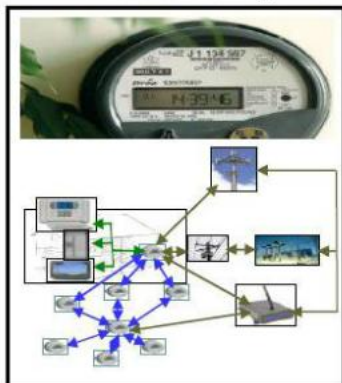


智能电网将融合和集成新的量测、通讯、控制和决策技术，实现电力行业的技术变革 (Smart Grid will consolidate sensing, communication, control and decision making technologies to achieve technology transformation)

智能电网为何“智能”(What Makes Smart Grid Smart?)

- | | | |
|---|---|-----------------------|
| •可观测 - 量测、传感技术
observability – sensing | •分布智能 - 嵌入式处理技术
Embedded processing – distributed intelligence | •自适应
Self adaptive |
| •可控制 - 对观测状态进行控制
Controllability – ability to act on observed conditions | •高级分析 - 数据到信息的转换
Conversion of data into information - analytics | •自愈
Self healing |

智能计量技术
Smart metering



传感与通讯技术
Sensing & Communication



分析与辅助决策技术
Analysis & Decision support



可视化展现与操作
Visualization & Operation



年美加大

停电后，美国电力行业决心利用信息技术对陈旧老化的电力设施进行彻底改造，开展智能电网研究，以



Characteristics of U.S. Smart Grid

- 1.自愈 **Self-healing**: 有自愈能力的现代化电网可以发现并对电网的故障做出反应, 快速解决, 减少停电时间和经济损失。
- 2.互动 **Interaction**: 商业、工业和居民等**能源**消费者可以看到电费价格、有能力选择最合适自己的供电方案和电价。
- 3.安全**Safety** : 电网的彻底安全性。
- 4.提供适应**21** 世纪需求的电能质量
- 5.适应所有的电源种类和电能储存方式
- 6.可市场化交易
- 7.优化电网资产、提高运营效率



美国智能电网的五大技术

第一，综合通讯及连接技术，实现建筑物实时控制及信息更新，让电网的每个部分既能“说”又能“听”。

第二，传感及计量技术，支持更快更精确的信息反馈，实现用电侧遥控、实时计价管理。

第三，先进零部件制造技术，产品用于超导、电力储存、电网诊断等方面的最新研究。

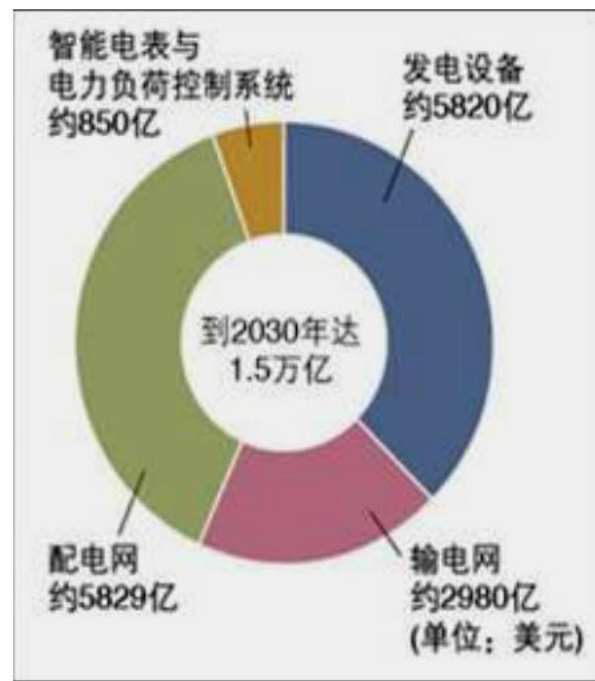
第四，先进的控制技术，用于监控电网必要零部件，实现突发事件的快速诊断及快速修复。

第五，接口改进技术，支持更强大的人为决策功能，让电网运营商和管理商更具远见性和前瞻性。



3.美国智能电网的规划

美国正在积极推进智能电网的发展，目前已经有**29**个州实施了**RPS**(可再生能源标准, renewable portfolio standards), 强制规定了可再生能源的引入比例。美国政府在更新电力基础设施方面也提出了巨大的投资预算，到**2030**年投资总额将达到**1.5**万亿美元。



奥巴马政府的政策：2009年2月，美国总统奥巴马发布的《经济复苏计划》中提出投资**110**亿美元，建设可安装各种控制设备的新一代智能电网。智能电网项目包括铺设或更新**3000**英里的输电线路，并为**4000**万美国家庭安装智能电表。新一届美国政府将智能电网项目作为其绿色经济振兴计划的关键性支柱之一。奥巴马总统将智能电网视作降低用户能源开支，实现能源独立性和减少温室气体排放的关键措施。随着配电系统进入计算机时代，现代化的数字电网将使美国能耗降低**10%**，温室气体排放量减少**25%**，并节省**800**亿美元新建电厂的费用。据美国能源部西北太平洋国家实验室的研究结果表明，仅使用数字电表设定家庭温度及融入价格信息，每年可减少**15%**的能耗。



美国的电网改革将经历以下几个阶段：部署智能电表、普及推广电力负荷控制设备、引入自主负荷控制系统。

第一阶段：部署智能电表，可以实时把握各时间段的电价、电力消耗状况等具体信息。

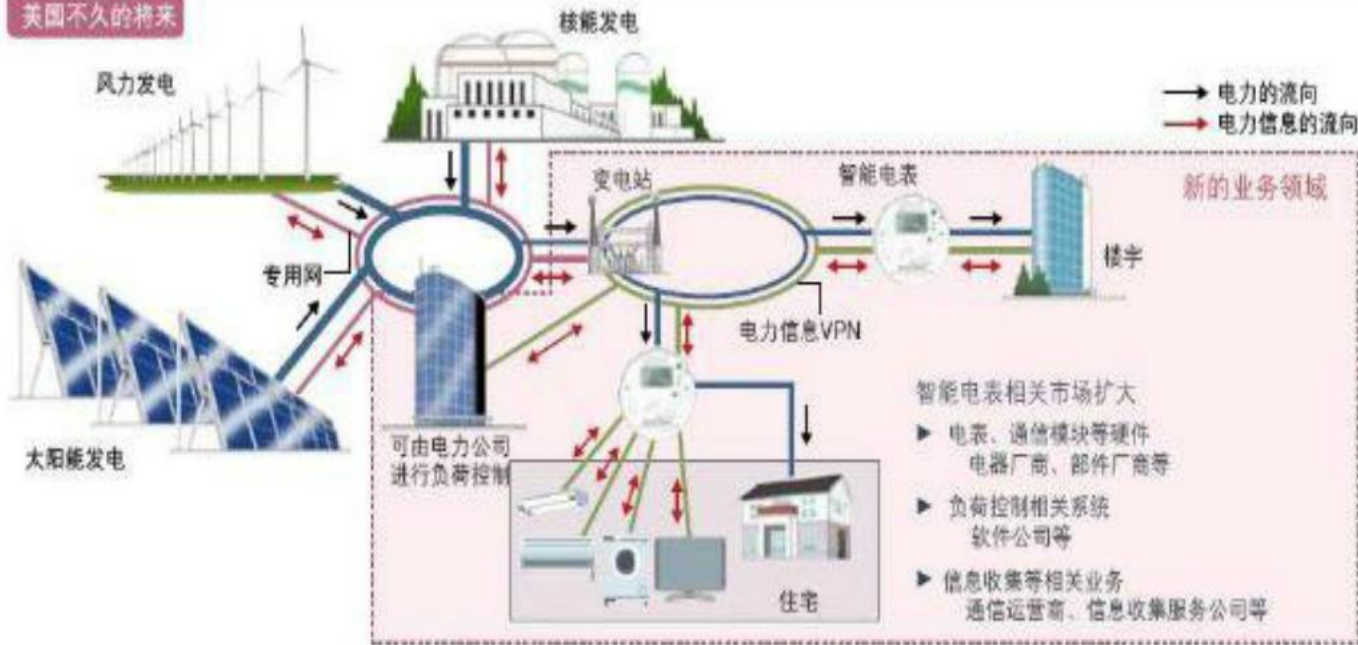


第二阶段：在**2011年到2020年**之间，普及可对电力负荷进行远程控制的家电设备。

第三阶段：智能电网的终极目标是到**2030年**左右引入可自主控制负荷的电力系统，对所有用电设备进行实时管理。

美国不久的将来:

美国不久的将来



2030年的美国

2030年左右的电力网



4.智能电网的主要技术:

(1)先进的计量设施(Advanced Metering Infrastructure)

智能表计系统开发和表计数据管理

支持与用户间的双向通讯

商业、工业、居民用户的市场信息

采用计算机代理系统, 与家庭的自动化系统相连, 并能响应电价信息



(2) 配电及停运管理(Distribution and Outage Management)

软件系统

必须提供自愈的功能，以便立即获悉电网扰动的信息并及时对它做出响应，以便使对客户的影响最小化

无缝的图像化接口

具有实时功能，将来自于各渠道的有关网络的信息，以动态系统拓扑模型的方式集成在一起

智能化的DMS/OMS平台

与AMI紧密联系，其接口方面要有新的创新型技术，以利于数据的上下传送和连接。通过将实时的DMS/OMS功能实施、遥测技术和集成安全性结合在一起，智能电网将成为真正的自愈电网。



(3)配变电自动化

自动化的设备投切可减少运行人员对设备的手动操作，以便及时对网络结构进行变化，适应运行的要求。

(4)分布式发电及电能储存

(5)先进的相量测量（PMU）和广域测量技术（WAMS）

此外，还包括一些可视化技术。



5. 智能电网标准制定

在标准方面，美国负责智能电网标准制定的机构有**15家**，包括美国国家标准与技术研究所（**NIST**）、美国电力研究所（**EPRI**）、美国电气电子工程师学会（**IEEE**）、美国国际电工委员会（**IEC**）、美国机动车工程师学会（**SAE**）、美国国家可再生能源实验室（**NREL**）等。其中，**NIST**承担“智能电网互操作性框架”（**Smart Grid Interoperability Framework**）项目，全面负责美国智能电网标准的制定，项目总金额为**1000**万美元；**IEEE**主要致力于互通入网、计量设备的接入（如智能电表）和时间同步性的标准制定；**SAE**主要关注机动车接入智能电网的标准；美国国际电工委员会主要负责信息自动化的模式和环境标准的制定等。



- 美国能源部（DOE: Department of Energy）在其主页上公开了美国新一代输电网计划“智能电网”所使用的标准规格。美国能源部一直主张，须对智能电网制定可确保系统间相互连接性的标准规格。
- 此次公布了16种标准规格。名称为“Initial Smart Grid Interoperability Standards Framework, Release 1.0”。能源部将这些标准规格定位于“initial（初始版）”，估计今后还会进一步追加其他规格。
- 此次制定的规格包括，智能电表与基础网的数据交换、电费实时通知方法、变电站和馈线中的设备控制、输电网各阶段的数据安全管理方法、住宅内的家庭自动化（HAN: home area network）以及智能电表与住宅内设备的通信控制方法等。可利用无线及电力线通信的“ZigBee/HomePlug”的智能能源规范（Smart Energy Profile）等也纳入其中。

