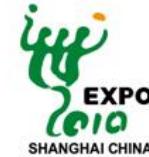




国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE



中国2010年上海世博会全球合作伙伴
Global Partner of Expo 2010 Shanghai China

分布式电源与微电网发展近况

苏 剑
中国电力科学研究院

2011年7月7日星期四





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

1

分布式电源概况

2

微电网发展概况

3

当前研究热点

4

微电网发展面临的问题



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

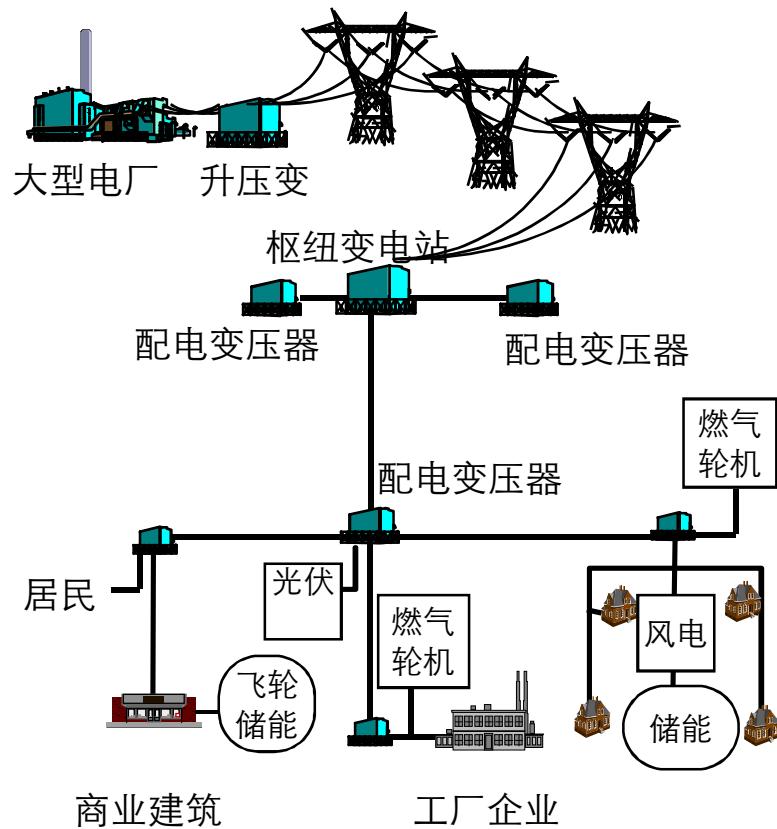
分布式电源

分布式电源

中国科学院院士周孝信：

在经过第一代电网的小机组、小电网，第二代电网的大机组、大电网的发展模式后，当前世界范围内以大规模可再生能源利用和智能化为特征的第三代电网发展和建设拉开序幕。

现阶段我国的能源方式仍以集中供能系统为主，分布式能源的发展并不能取代传统的能源供应方式，将是集中供能系统的有益补充。因此，在我国可再生能源发电模式将是集中发电远距离输电与分布式发电相结合的方式。





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

分布式电源

发展势头较快

- 截至2009年底，国家电网公司经营范围内接入35kV以下配电网的分布式电源总装机容量4593.4万千瓦，总发电量1422亿千瓦时。
- 截止今年3月，国家电网公司经营范围内在建和运行的用户侧光伏发电项目共65个，装机容量42.78万千瓦，年发电量5.3亿千瓦时。
- 北京、上海、广州等规划建设了几十座分布式能源冷热电联供系统，用于医院、机场、商业中心等场合。
- 根据发改委《可再生能源中长期发展规划》，至2020年，美国太阳能光伏发电将占发电装机增量的15%左右；欧盟国家可再生能源发电量将占总量的30%；我国太阳能发电180万千瓦；生物质能3000万千瓦。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

1

分布式电源概况

2

微电网及发展概况

3

当前研究热点

4

微电网发展面临的问题



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

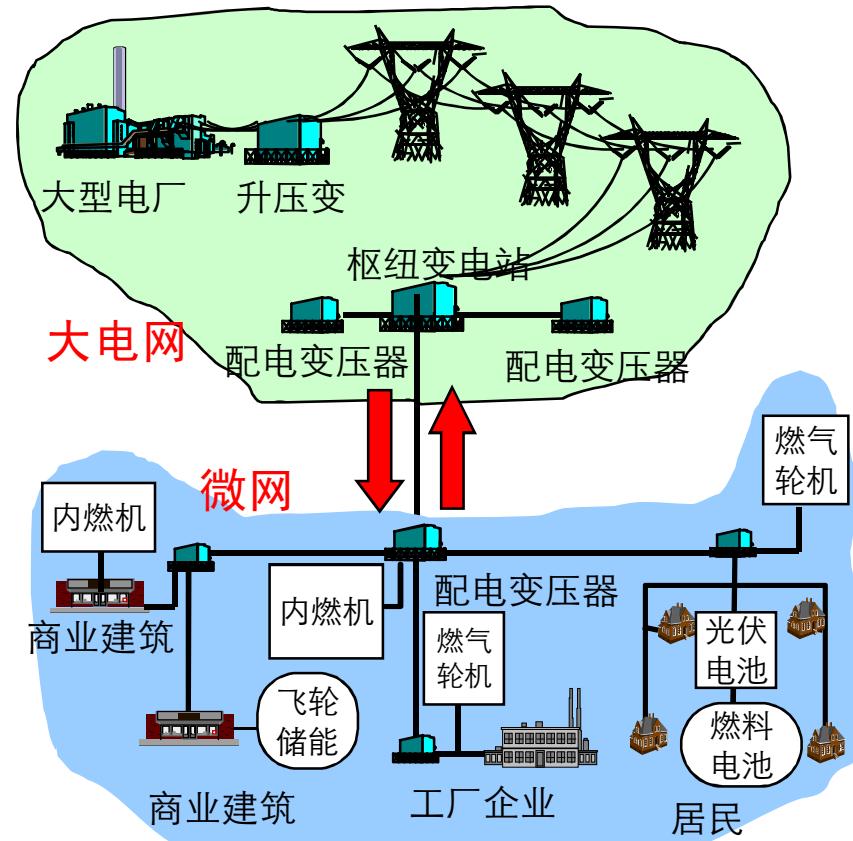
微电网及发展概况

微网的定义

微网是由分布式电源、储能和负荷构成的可控供能系统，可平滑接入大电网和独立自治运行，是发挥分布式电源效能的有效方式。

微网的特征

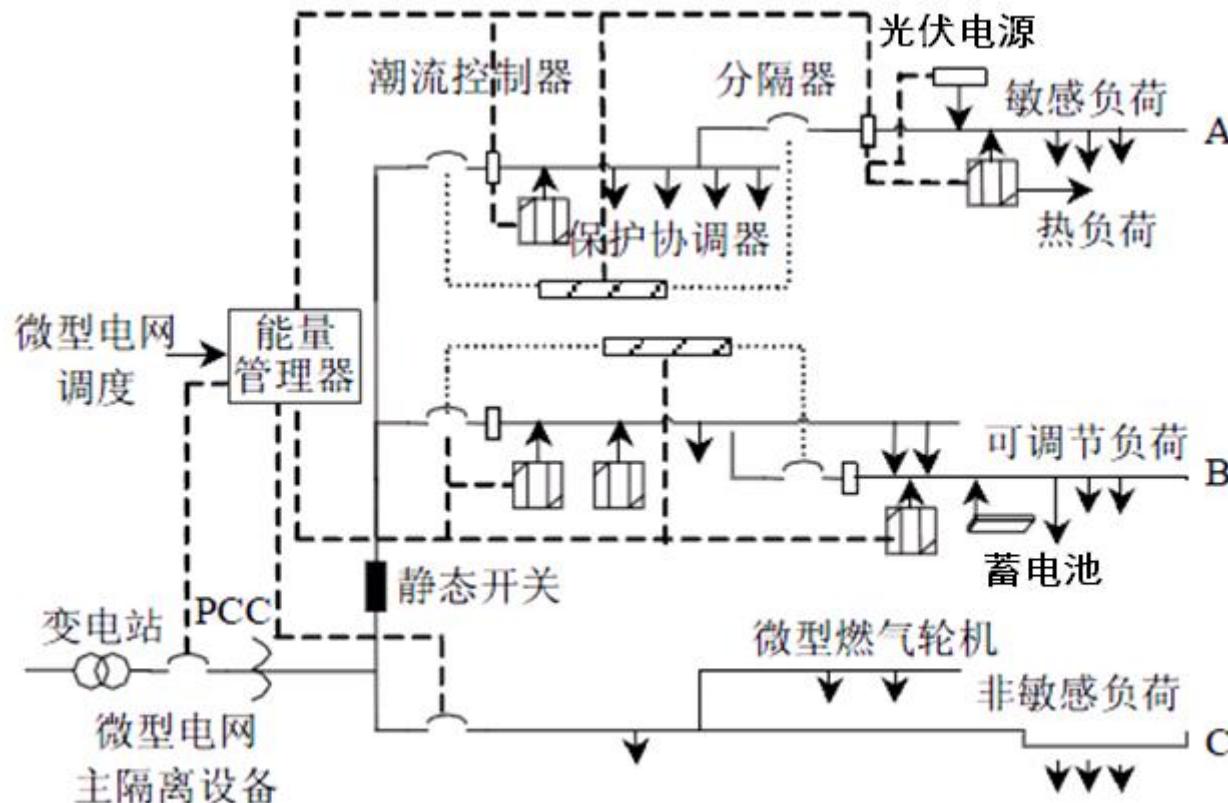
- 以分布式发电技术为基础，融合储能、控制和保护装置
- 靠近用户负荷
- 接入电压等级是配电网电压等级
- 能够工作在并网和孤岛两种模式
- 分布式电源占有一定比例





微网的基本结构

美国CERTS给出的微网典型结构图



组成微网的主要部件

- 分布式电源
- 负荷
- 储能
- 控制保护（通信）系统

——电力传输线；-----信息流；-----保护信息传输线。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微电网及发展概况

发展微网的目的和意义





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微电网及发展概况

微网的适用范围

微网类型	工业/商业/居民微网	偏远地区微网
应用	工业园区，大学校园，商业楼宇或居民楼等	偏远地区及地理孤岛（例如孤立海岛）
主要驱动力	应急与抗灾，改善电能质量，可靠性，可再生能源利用，能源效益，阻塞管理，辅助服务	偏远地区电气化，减小化石燃料消耗
运行方式	并网型微网	孤岛型微网



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

承担的相关标准制定工作

序号	标准名称	标准类型	标准编号
1	Standard for Tests Procedures for Interconnection System of Electric Energy Storage integrating into Power Systems	IEEE标准	正在制定
2	《分布式电源接入电网技术规定》	公司标准	Q/GDW 480-2010
3	《储能系统接入配电网技术规范》	公司标准	Q /GDW 564 – 2010
4	《分布式电源接入配电网测试规范》	公司标准	正在制定
5	《分布式电源接入配电网运行控制规范》	公司标准	正在制定
6	《储能系统接入配电网测试规范》	公司标准	正在制定
7	《储能系统接入配电网运行控制规范》	公司标准	正在制定



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

工程建设

项目名称	研究内容及主要成果
中新天津生态城智能营业厅微网示范工程	国家生态示范建设工程，完成了智能营业厅微网（包含5kW风电、30kWp光伏、25kW*2h储能）的规划设计及系统集成。
新奥(廊坊)未来能源生态城微电网综合示范工程	项目一期完成了包含150kW燃气发电、100kW光伏发电、100kW蓄电池的微电网的规划设计和设备选型，二期将完成微网系统的集成和调试。
蒙东分布式发电接入及微网运行控制工程	负责陈巴尔虎旗风光储微网（并网型风光储微网，100kW光伏、75kW风电、25kW*2h储能）及额尔古纳太平林场风光柴储微网（孤岛型风光储微网，150kW光伏、20kW风电、100kW*2h储能）2个试点工程的规划设计与系统集成。
863课题：含分布式电源的微电网关键技术研究	负责分布式电源协调控制技术的研究，开发微网保护控制一体化综合监控平台，及南麂岛和鹿西岛微网示范工程的系统集成。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

中新天津生态城智能电网综合示范工程

n 项目背景：

国家电网智能电网首批综合示范重点工程。集成了风电、光伏、生物质发电、燃气发电等多种分布式能源。到2020年，园区内可再生能源利用比例将不小于20%。

n 项目的整体需求：

- 实现高渗透率分布式电源的并网运行
- 探索各种典型能源形式分布式电源的合理并网模式
- 通过建设1个微网工程，实现多种分布式电源的综合利用



国家电网
STATE GRID

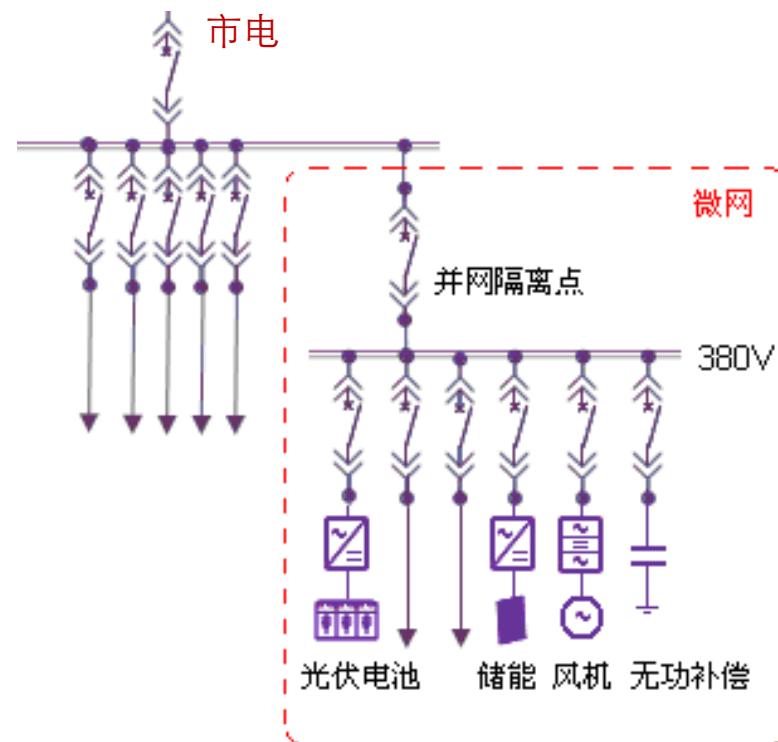
中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

中新天津生态城智能电网综合示范工程

n 智能营业厅风光储微网解决方案

- 能源结构：光伏30kWp，风电5kW，配置25kW*2h锂离子电池
- 电压等级：0.4kV
- 功能实现：可实现微网在孤岛/并网状态下的安全稳定运行





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

新奥(廊坊)未来能源生态城微电网综合示范工程

n 项目背景：

新奥未来生态城是新奥能源集团（廊坊）为展示其科技品牌而建设的多能源综合利用示范工程，其中包含气化采煤、催化气化、煤基甲烷化、生物质能、复合能源制氢、风光混合发电等项目。微网是生态城多能源综合利用的基础试验平台，装机规模250kW。

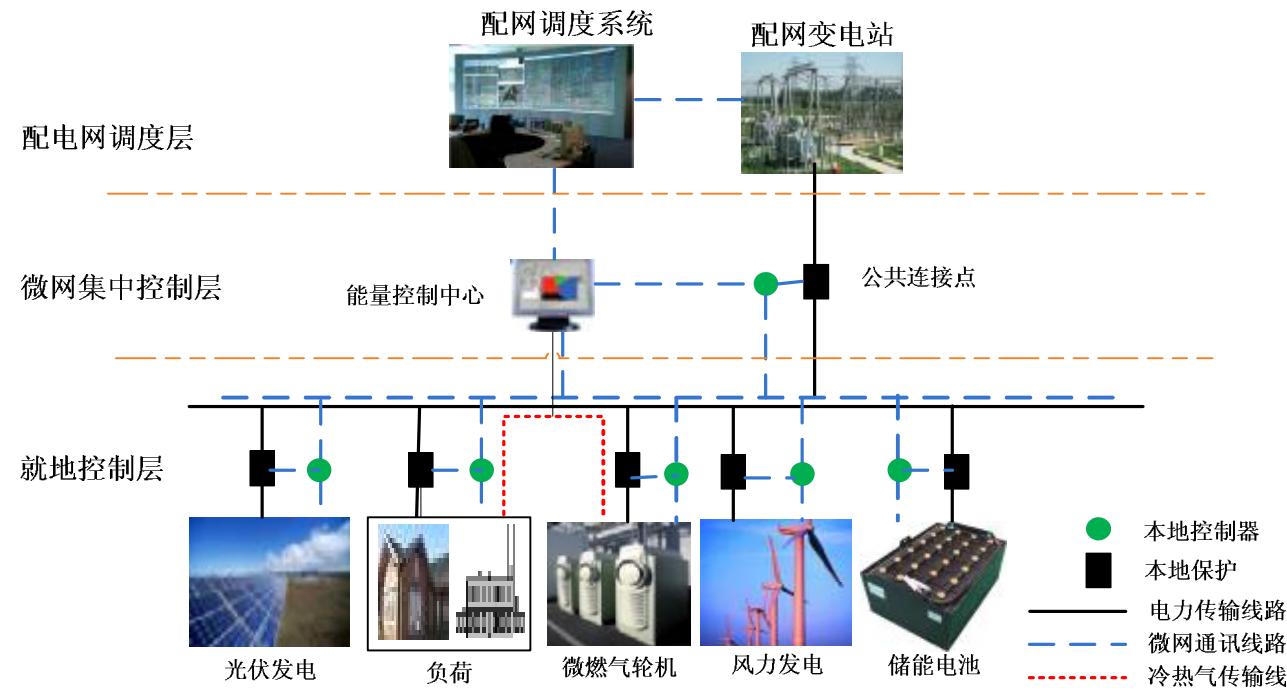
n 项目的整体需求：

- 实现微网在并网/孤岛状态下的安全运行，及并/离网状态的平滑切换；
- 建设智能微网的能量优化管理系统，实现微网内多种能源的综合优化利用。

新奥(廊坊)未来能源生态城微电网综合示范工程

n 新奥生态城微网示范工程方案

- 依托生态城智能大厦开展微电网建设，包括100kW屋顶光伏、150kW三联供机组，2kW风力发电机等分布式电源，以及100kW*4h储能电池。



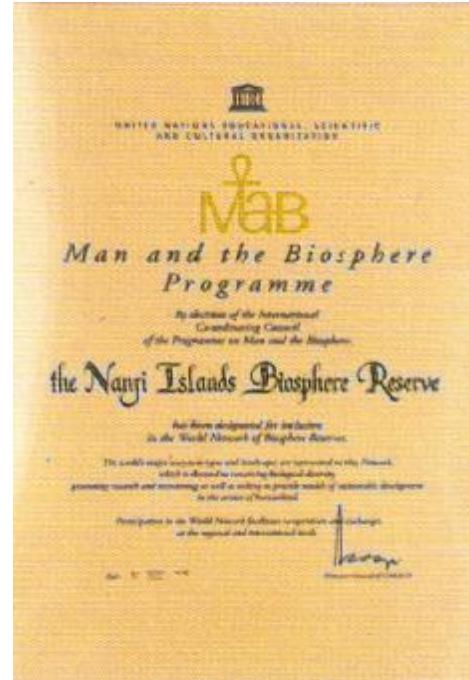


国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

南麂离网型微网综合示范工程



现状

南麂是联合国教科文组织世界生物圈保护区和国家级海洋自然保护区，是中国唯一的世界级贝类保护区。由于远离大陆，常年用电紧张，尤其是现阶段完全依靠柴油发电，不符合建设生态海岛、环保海岛的主题要求。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

863课题之南麂离网型微网综合示范工程



特点

南麂微网综合示范工程是一个可靠性要求高，分布式电源种类多样的复杂离网型微网系统，可对微网设计方法、控制保护策略、能量管理方法、优化运行策略及评价指标体系综合进行测试与验证。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

中国电科院相关工作

蒙东试点工程之陈巴尔虎旗微网

- 陈巴尔虎旗赫尔洪德移民村是陈巴尔虎旗为居住在沙化最为严重地区的呼和诺尔镇哈日干土嘎查的牧民新建的居住地，新建规模为100户，占地总面积12万平方米，移民村东侧拟建设一座35kV变电站，为该村供电。
 - 陈旗微网试点工程为典型的并网型微网，拟建100kWp光伏、75kW风电机 $25\text{kW} \times 2\text{h}$ 储能。

呼伦贝尔地图





蒙东试点工程之太平林场微网

- 太平林场位于内蒙古自治区东北部，呼伦贝尔草原北端，大兴安岭西北麓。由于远离主网，太平林场未与主网连接。目前由3台柴油发电机为林场居民供电。
 - 太平林场微网为典型的风光储**离网型**微网。拟建150kWp光伏、20kW风电、 $100\text{kW} \times 2\text{h}$ 储能，原有的30kW柴油机组作为备用。





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微网的运行控制

微网的控制系统架构





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微网的运行控制

微网的控制系统架构

配电网调度层：

- 在特殊情况下，微网可作为配电网的备用电源在电网调度下对电网提供有效支撑；
- 正常运行时参与电网经济运行调度，在电力市场环境中利用自身的储能参与电网的削峰填谷。

微网集中控制层：

- 主网与微网间的接口，与配电网调度层交互信息；
- 实行对分布式电源/储能/负荷层的优化控制策略，实现微网在并网、孤网状态下的稳定运行和状态之间的平滑过渡。

本地控制层：

- 电源/储能的就地控制器完成分布式电源和储能对频率和电压的一次调节；
- 负荷控制器能根据系统的频率电压，在必要时切除不重要负荷，保证系统安全运行；
- 就地保护完成微网的故障快速保护。

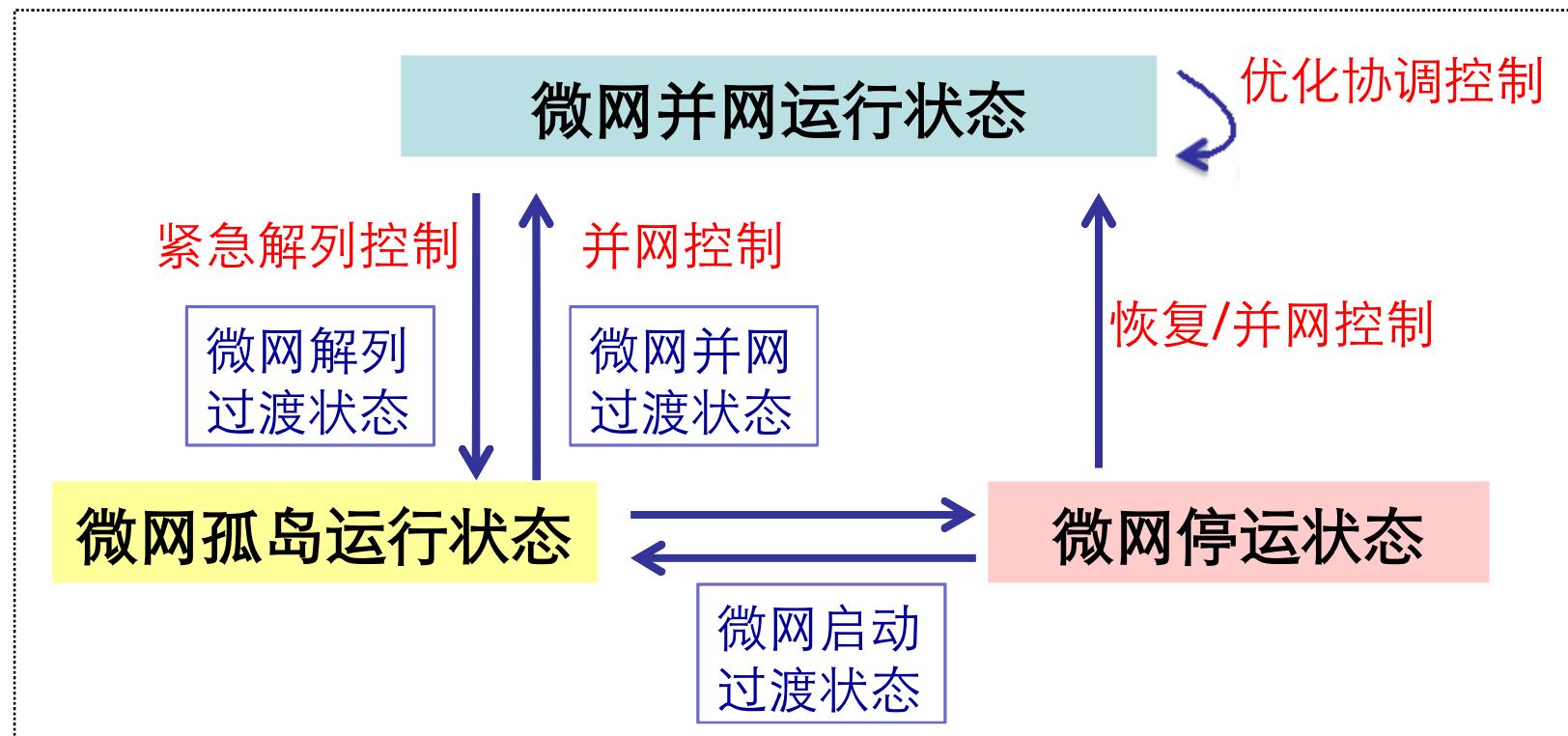


国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微网的运行控制

微网的运行方式



微网的运行特性:

- 微网自身的运行特性
- 微网与外部电网的相互作用



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微网的运行控制

微网运行状态的切换

□ 孤岛到并网状态的切换

- 同期装置并列实现重合闸
- 所有电源转换成P/Q控制模式输出功率

□ 并网到孤岛状态的切换

p 计划内孤岛：

- 可以将微网与电网的联络线功率调节至接近零再进行分离
- 容易实现无缝切换

p 计划外孤岛：

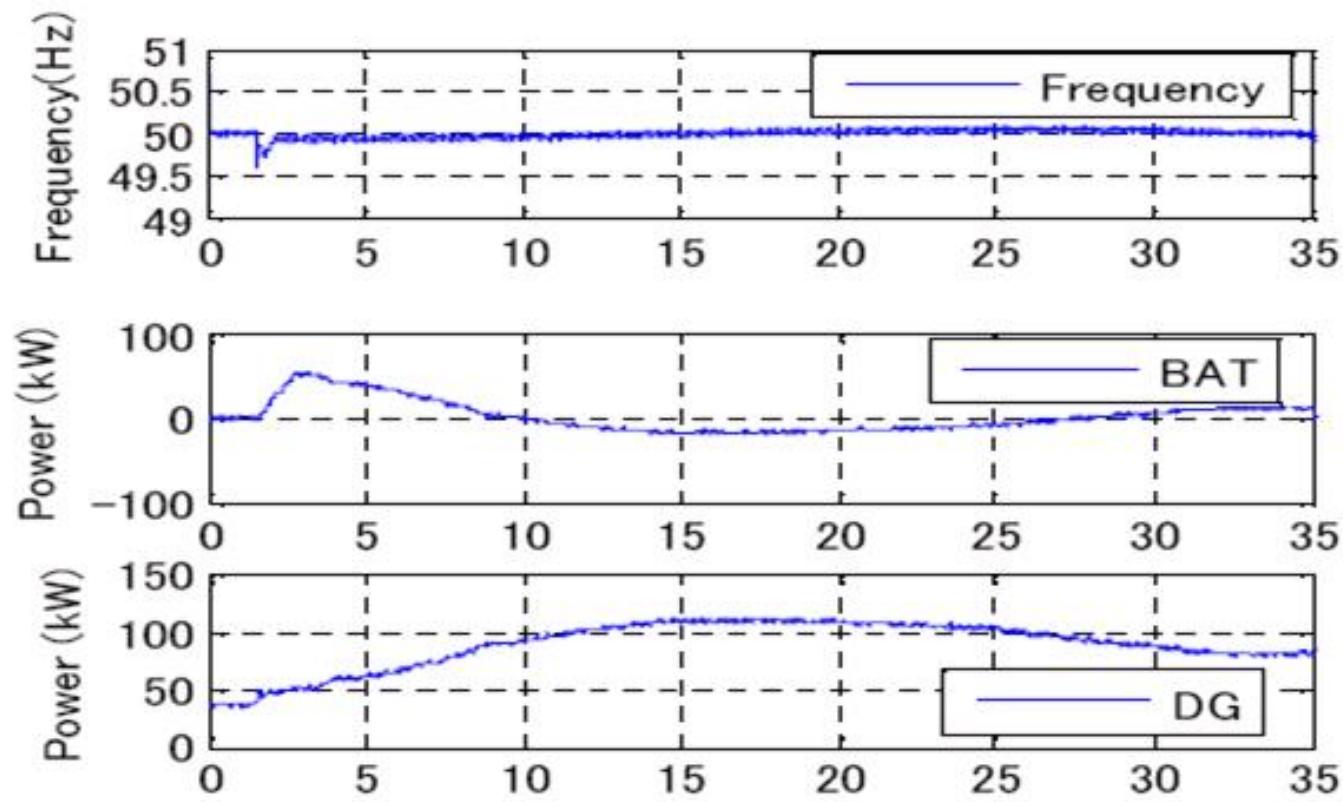
- 切换瞬间微网内部电源功率与负荷功率不匹配
- 出现频率/电压的跌落或上升，严重时甚至发生系统崩溃
- 需要可控微源模式转换与稳控措施的紧密配合



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

微网的运行控制





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

1

分布式电源概况

2

微电网发展概况

3

研究热点

4

微电网发展面临的问题

微网多分布式电源协调运行控制技术

技术需求：

- 需实现微网在各种运行模式下的稳定运行
- 运行模式间的平滑切换是难点
- 微网内设备种类繁多、控制方式不同、运行特性不一，微网中分布式电源的协调控制问题非常复杂。

关键技术研究：

- 微网在并网和孤岛运行模式下的协调控制策略（自动发电/频率控制、自动电压/无功控制、快速稳定技术）
- 研究可实现并网/孤网无缝切换的解并列技术
- 微网的黑启动技术





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

当前研究热点

微网多元复合储能技术

技术需求：

- 微网不同的应用需求对储能技术的技术性能要求不同；
- 一种储能元件很难同时满足大容量和快速响应大功率的技术要求；
- 如何优化规划和协调控制多元复合储能，以获取更高的技术性能和经济指标，是微网运行控制的前沿课题。

关键技术研究：

- 多元复合储能的经济规划
- 功率型和能量型储能的优化协调控制技术
- 不同储能系统协同的微网能量管理控制策略
- 研制多元复合储能系统的并网接口设备

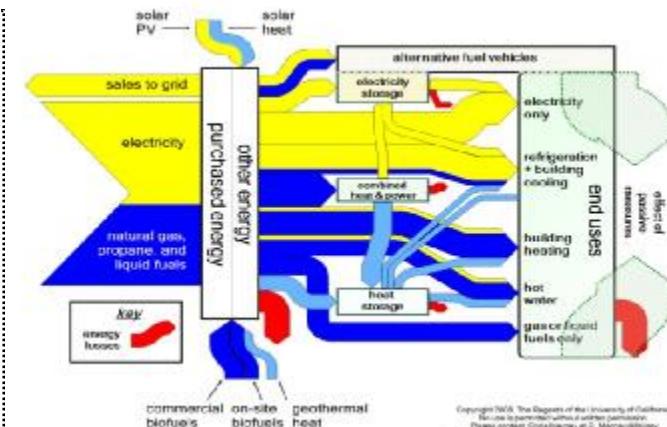
微网经济运行理论与能量优化管理方法

技术需求：

- 微网中存在的多种能源输入(光、风、天然气等)、多种能源输出(电、热、冷);
- 微网有多种最优运行目标：运行费用最低、可再生能源利用效率最高、碳排放最小、能源效益最大.....
- 如何在满足系统运行约束的条件下，实现微网多种能源的合理调度，是一个多目标、非线性的复杂问题。

关键技术研究：

- 微网内分布式电源的功率预测技术
- 含多种分布式电源、融合辅助服务与需求侧响应的微网能量优化管理方法
- 微网内多种类型储能装置的优化运行调度策略





国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

1

分布式电源概况

2

微电网发展概况

3

当前研究热点

4

微电网发展面临的问题

技术不成熟

目前微电网项目尚处于试验示范阶段，仅在极个别示范区、海岛有所应用，从规划设计、设备选型到投产运行等各方面均面临着诸多问题。

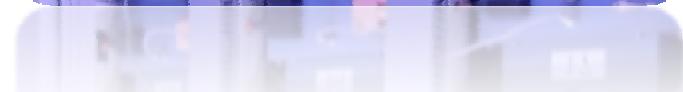
- 很多微电网设备是新研制产品，不能满足实际需求，缺乏现场经验（如微电网运行管理设备）；
 - 微电网监控与能量管理系统目前尚处于研发阶段，功能不完善，无法满足运行管理要求；
 - 从运行情况来看，目前微电网项目供电可靠性不高。



微电网发展面临的问题（2）

投资及运维成本高

- 为满足微电网孤网运行要求，实现自身电力电量平衡，要求配置的储能装置容量占总容量的80%以上，但目前**储能系统建设投资成本较高**；
- 微电网监控平台及能量管理系统目前尚处于开发试运行阶段，**投资成本高**；
- 微电网运行维护需培训专门的微网运行维护人员，承担微网所有设备的运行维护责任，尤其对于偏远地区或孤立海岛的微电网，相较一般电网**运维成本高**。





微电网发展面临的问题（3）

配套政策不成熟

- 根据我国《可再生能源法》规定，“国家鼓励和支持可再生能源并网发电”，“国家实行可再生能源发电全额保障性收购制度”。政策环境支持微电网并网，但对电网企业的合理补偿存在较大欠缺，电网企业利益无法得到保证。
- 关于微电网建设、运营模式，政府相关政策尚不清晰。

标准规范不完善

目前，分布式电源已有相应的国际标准，国内标准正在制定及完善中，但对于微电网接入、规划设计、建设运行和设备制造等环节缺乏相应的国家层面的技术标准、管理规范。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE



中国2010年上海世博会全球合作伙伴
Global Partner of Expo 2010 Shanghai China

谢谢！

