

大规模分布式光伏发电支撑技术-储能 及微电网技术



北控清潔能源集團有限公司

BEIJING ENTERPRISES CLEAN ENERGY GROUP LIMITED





主要内容

荆棘之路：分布式光伏发展

市场新宠：分布式+储能

优化方案：多能互补&微电网

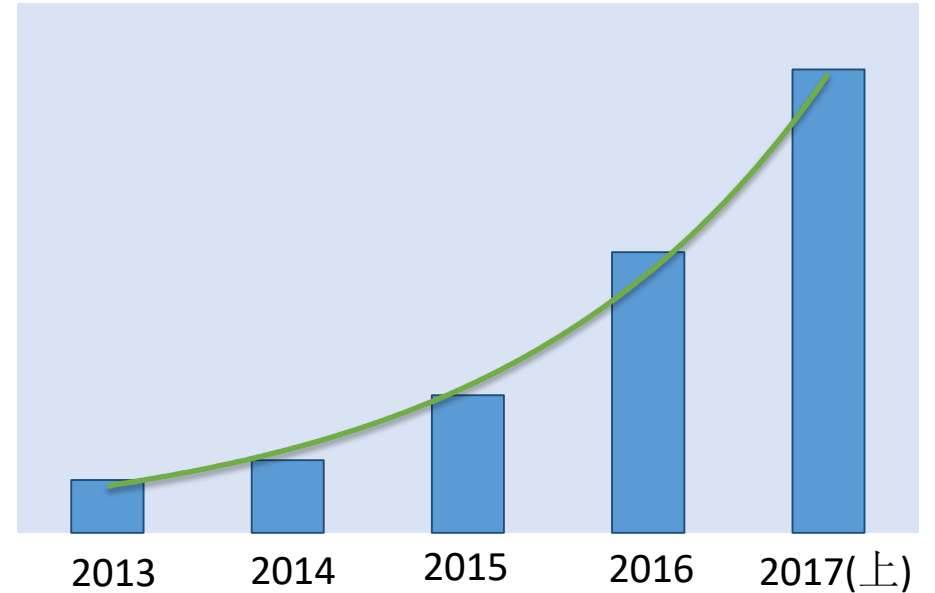
互赢模式：区域能源管理平台

荆棘之路：分布式光伏的发展



分布式光伏——发展历程

- 2012年以前 “金太阳示范工程”
- 2012. 10 国家电网公司正式开放分布式光伏并网
- 2013. 8 “国8条” 出台，国家补贴0.42元/kWh
- 2014 地方分布式光伏并网及补贴细化
- 2015 浙江、江苏等地分布式光伏流程标准化
- 2016 分布式光伏增长趋势凸显
- 2017 分布式光伏成长性爆发
- 2020 “十三五” 规划分布式光伏累计70GW



分布式光伏在近两年有了爆发式增长趋势，但与地面光伏系统相比占比仍然很低，我国可利用屋顶面积仅开发1%左右，理论上，分布式光伏具有广阔的前景。



分布式光伏——与电网的关系

- ◆可就近消纳，减少因远距离输电造成的电能损耗
- ◆充分利用居民、厂房、商业建筑等屋顶资源
- ◆规模小、数量多、地理上分散、功率随机波动
- ◆“不可见”、不可调度、管理上难度非常大

分布式光伏对电网有强依赖性
同时会对电网稳定性造成不良的影响
分布式发电在电网中的容量不可能太高



投资者

被动交易

即发即卖（用）



刚性、不友好



电网

被动接受



分布式光伏——发展限制

投资者

电费收益的不确定性

◆自发自用比例不确定

在目前的并网电价机制下，分布式光伏“自发自用”的经济性要，但是由于光伏发电的随机性，自发自用的比例难以准确估算，难以合理计算投资回报率。

◆补贴和上网电价政策的变化

◆电费结算困难

目前国家补贴承诺20年，但地方补贴大多具有时效性，在未来补贴政策收紧是可以预见的。标杆电价、分布式补贴下调、电费结算困难将直接影响未来分布式光伏投资者的利益。

实现经济性，摆脱补贴依赖

电网

配电网的接纳能力有限

◆可接受光伏最大穿透率不超过25%?

电网要求接入容量不大于上级变压器容量的15-30%。这是电网为了保障自身运行安全提出的一个统一的保障限制，并不是大于30%就一定不安全，这取决于各个区域内的实际负荷情况。

可以肯定的是，分布式光伏穿透率的提高会给电力系统带来一些列的挑战，需要通过增加电力系统的中备用电源投入，改变和完善配电网系统的运行和保护机制等来维持稳定，这对电网来说，分布式光伏的大量接入会对其造成一定的负担。

提高自治能力，减轻电网负担

市场新宠：分布式光伏+储能



分布式光伏+储能——储能技术商业化

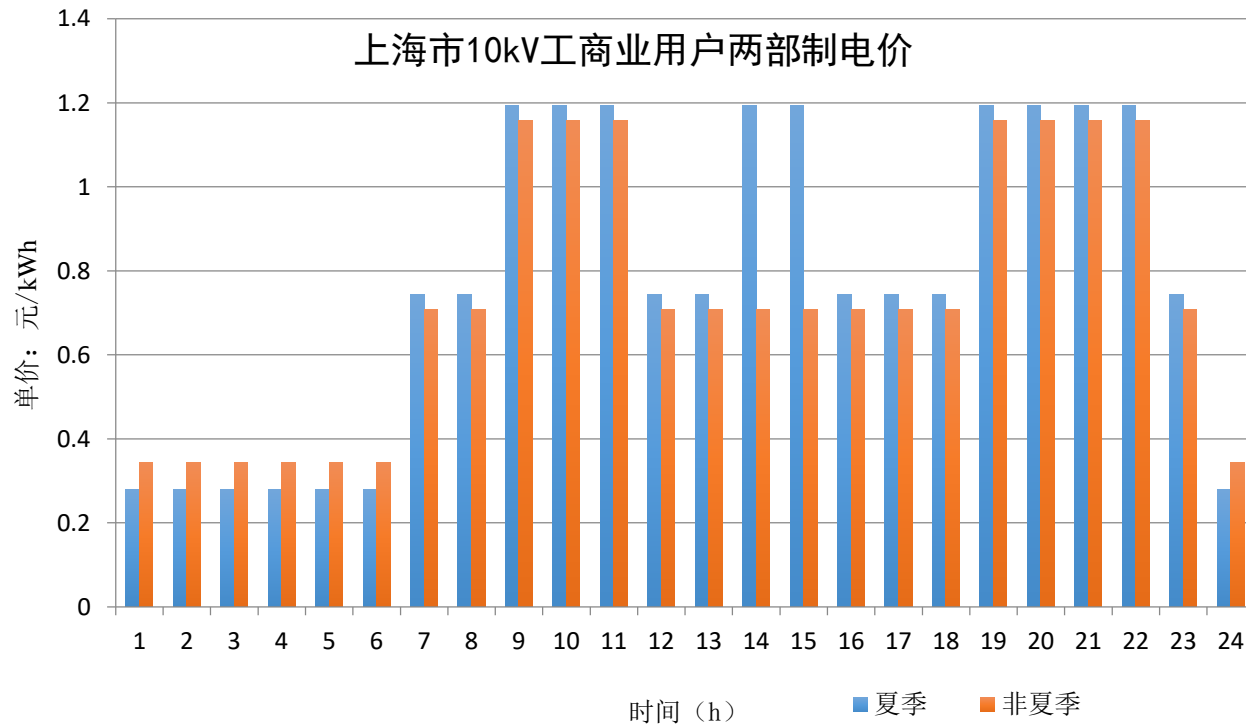
- ◆ 蓄电池技术商业化的步伐加快
- ◆ 促使蓄电池储能系统性能提高、使用成本快速下降

序号	电池类别		铅炭蓄电池	磷酸铁锂电池
	比较科目			
1	实际充放电深度		70%–80%	90%
2	深度充放电次数		3000–4000	4000–5000
3	电池充放电倍率		0.2–0.5C	0.3–2.0C
4	系统充放电效率		78%–83%	86%–90%
5	系统总投资估计 (/KW)		约1200元	约2200元



分布式光伏+储能——削峰填谷

◆工商业用电峰谷差有利可图



以上海市工商业用户电价为例：
非夏季时的峰谷电价差：0.814元/kWh
夏季时的峰谷电价差：0.914元/kWh

如光伏全部自发自用，则光伏+储能的投资收益为：

投资收益=自用部分电费+上网电费+光伏补贴+峰谷电价差



分布式光伏+储能——优势与不足



- ◆提高光伏发电的自发自用比例
- ◆通过削峰填谷获取电价套利
- ◆提供备用电与不间断供电



- ◆平抑光伏发电波动，缓解光伏发电对电网的影响；
- ◆有一定程度的削峰填谷作用

- ◆系统的收益仍然依赖于电网电价，存在电费结算问题
- ◆光伏、负荷具有受季节特性影响大，固定储能容量的投资难以获得稳定的回报和高经济性。

因此，根据系统成本、气象资源、电价成本等进行多种分布式发电的投资组合，可以进一步提高能源效率和经济性。

优化方案：多能互补&微电网



优化方案：多能互补&微电网

2017年2月7日，国家能源局发布《微电网管理办法》（征求意见稿）中指出，微电网作为“互联网+”智慧能源的重要支撑以及与大电网友好互动的技术手段，提高电力系统的安全性和可靠性，促进清洁能源的接入和就地消纳，提升能源利用效率。

2017年6月21日，国家能源电力司司长黄学农在某高峰论坛中的指出，近期将出台《推进并网微电网建设试行办法》，推进微电网解决可再生能源的就地消纳，提高受端电网的适应能力，满足受端电网供电可靠性。

从国际角度到国家层面，都在不断的发布相关政策，布置相关的投资，引导新能源的推广和微电网的建设。



多能互补&微电网——面临的挑战



微电网从单一光伏+储能，转变为多种能源的互补，通过有效的能量管理控制可以提高电网运行的稳定性并增加经济性，但是微电网的运行控制充满挑战：

多能：光伏发电、储能、风力发电、燃气发电

多源：电压源、电流源、电力电子变流器、同步发电机

多机：电源数量多、单机容量小、地理上分散

多变：发电功率波动、负荷变化、储能差异



多能互补&微电网——解决方案



优化设计、合理配置
善用不同电源的特性

减少冗余配置
优化投资组合
提高性价比



混合储能、科学搭配
精控储能充放特性

增强系统的弹性
提高可再生能源穿透率
提高供电可靠性



平抑波动、平衡功率
能量实时智能管控

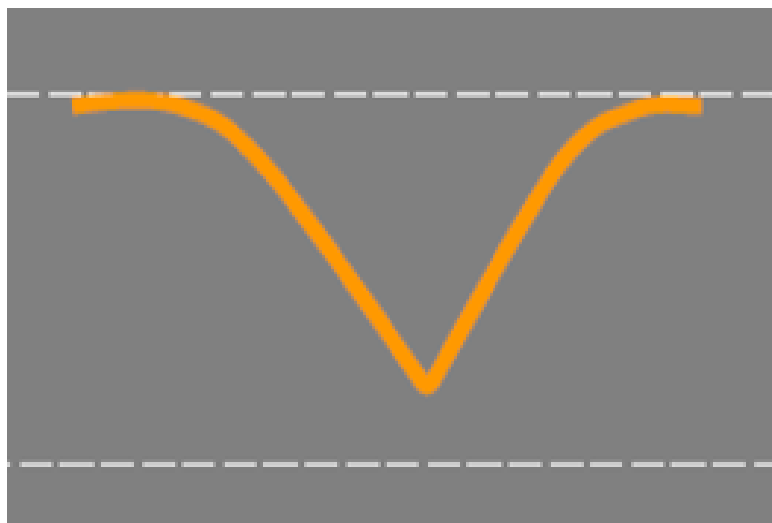
充分自治、受控共享
分散风险、容错可靠

多能互补&微电网——核心之一：储能



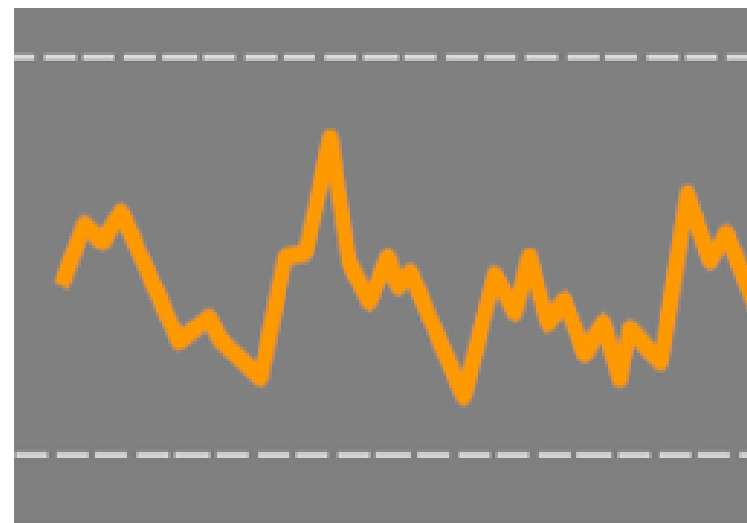
储能系统是微电网中的“粘合剂” 需要利用它解决：

- ◆ 发电功率和负荷功率之间的不匹配；
- ◆ 不同类型电源响应时间之间的不匹配；



传统储能系统中，充放电模式固定，能完成完整的充放电循环

与传统应用相比，
微电网对储能系统
需求和使用方式发
生了变化



微电网中，储能系统的功率需求随机变化，难以循环次数进行核算



多能互补&微电网——核心之一：储能

微电网中储能系统选择考虑两个方面：

- ◆ 系统的需求：功率需求+能量需求
- ◆ 经济性：初始投资成本+运行使用成本



锂电池度电成本：0.51元/kWh

铅碳蓄电池度电成本：0.31元/kWh

系统级储能配置设计

- ◆ 选择不同特性储能混合搭配可以获得更高的系统性价比；
- ◆ 选择不同功率/容量的储能单元搭配可以获得更好的系统能效；

系统级储能运行管理

- ◆ 在系统层面进行能效和运行成本优化的功率调度和能量管理；
- ◆ 智能化的维护性充放电管理，维持蓄电池的健康状况

延长寿命
降低成本

先进的储能系统集成技术



ECS (Environmental Control System) 对蓄电池系统运行的环境进行监控，确保蓄电池运行在安全、高效的环境条件下。

同时，通过合理温度调节控制，避免过度的辅助供电损耗。其主要功能包括：

- 1) 视频监控
- 2) 环境温湿度控制
- 3) 空调系统的自动条件，以及照明系统管理
- 4) 火灾报警系统及灭火系统；

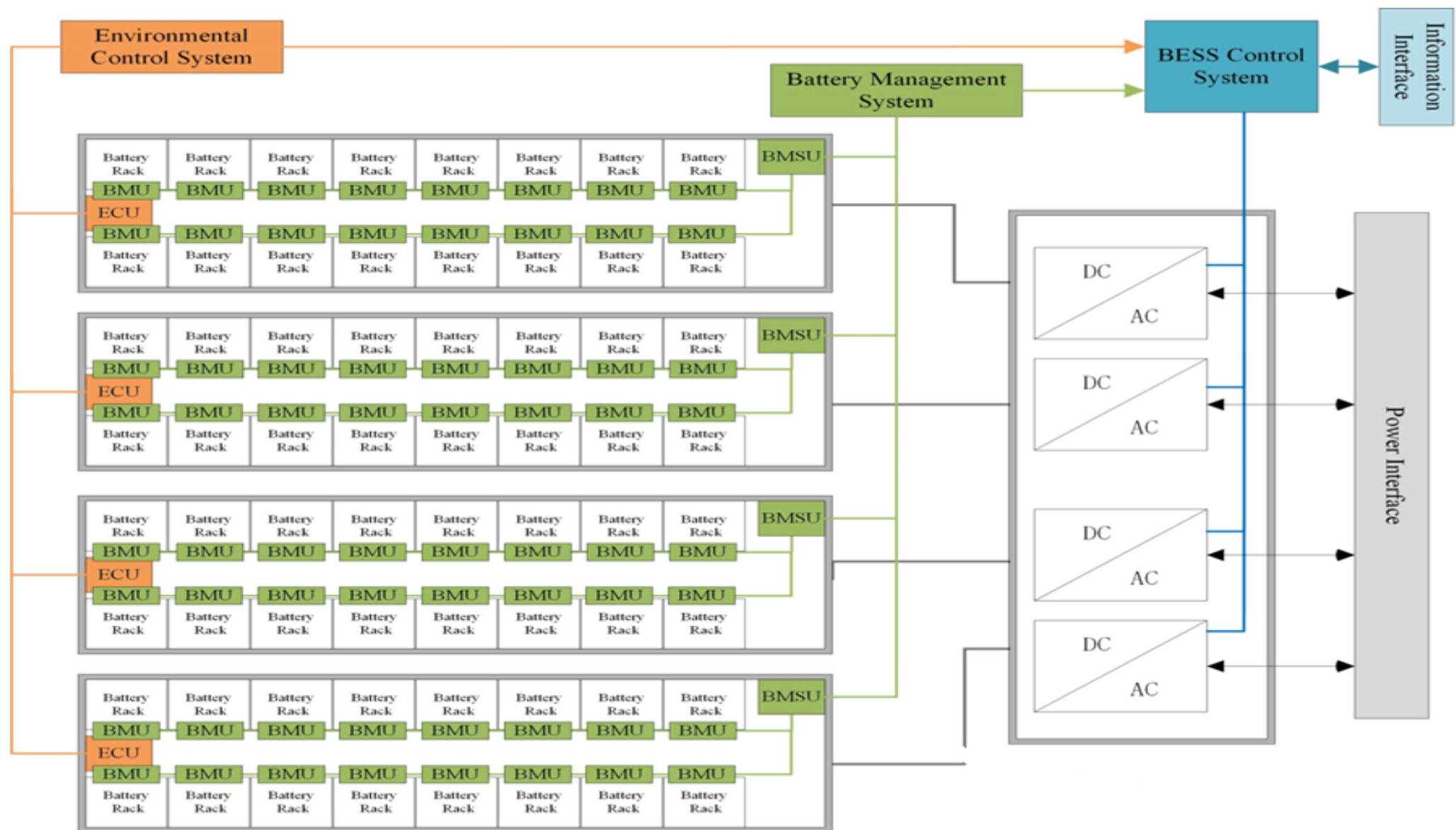
BMS (Battery Management System) 对蓄电池的单体到组串进行实时的监控和管理，对蓄电池进行健康评估，并在多个层级行在线均衡，确保储能系统的整体状态最优。其主要功能包括：

- 1) 蓄电池的状态监测；
- 2) 蓄电池均衡管理；
- 3) 蓄电池健康状况评估
- 4) 电池过流、过压、过温等安全保护

BCS (BESS Control System) 对整个储能系统的数据进行整合，在系统层级进行功率和能量的优化调度根据储能单元之间状态的差异，实现个性化管理。针对储能单元的运行工况，进行在线动态维护。其主要功能包括：

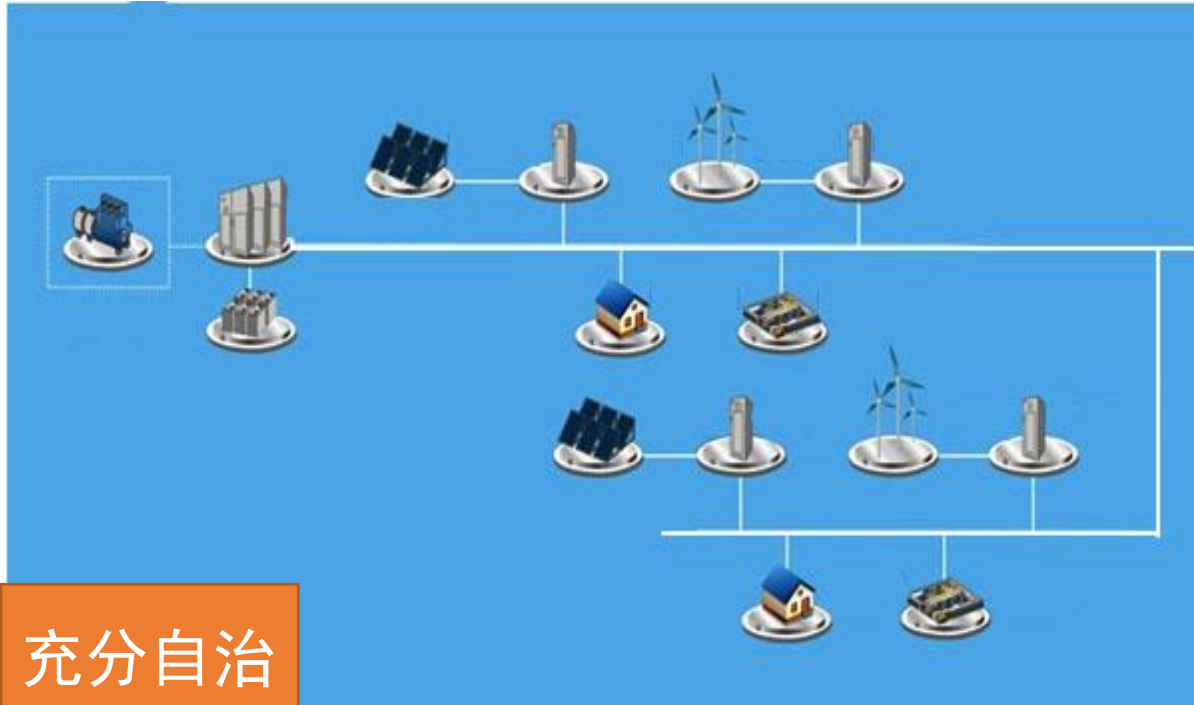
- 1) 各个储能单元之间的功率优化分配；
- 2) 储能单元的在线动态维护
- 3) 响应上级系统的运行调度；
- 4) 提供用户数据接口和运行控制接口；

北控蓄电池储能系统集成方案





多能互补&微电网——核心之二：能量管理系统



充分自治

◆从微电网内部看，微电网相当于一个含大量电力电子接口的小型电力系统，具有完整的发配电及控制和保护功能，实现了对内部所有分布式电源之间的功率和能量优化调度，具备完全自治能力和独立运行能力；



受控共享

◆从大电网的角度看，微电网是一个受控的整体，相当于配电网中一个可控、可调度的负荷或发电源。

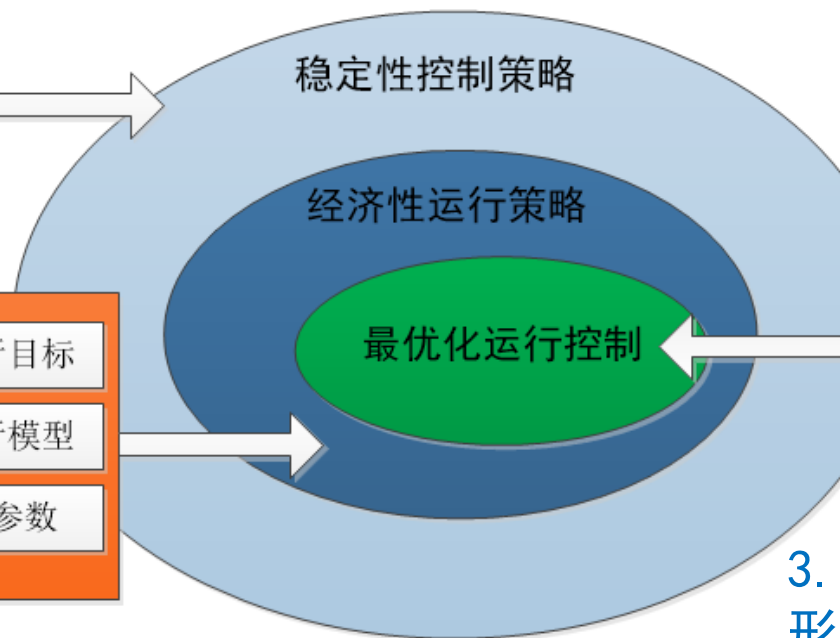
多能互补&微电网——核心之二：能量管理系统



1. 以确保系统连续稳定运行为第一原则



2. 充分利用不同电源的特性，精控储能，充分实现经济性



3. 不断持续优化控制策略形成自学习型系统

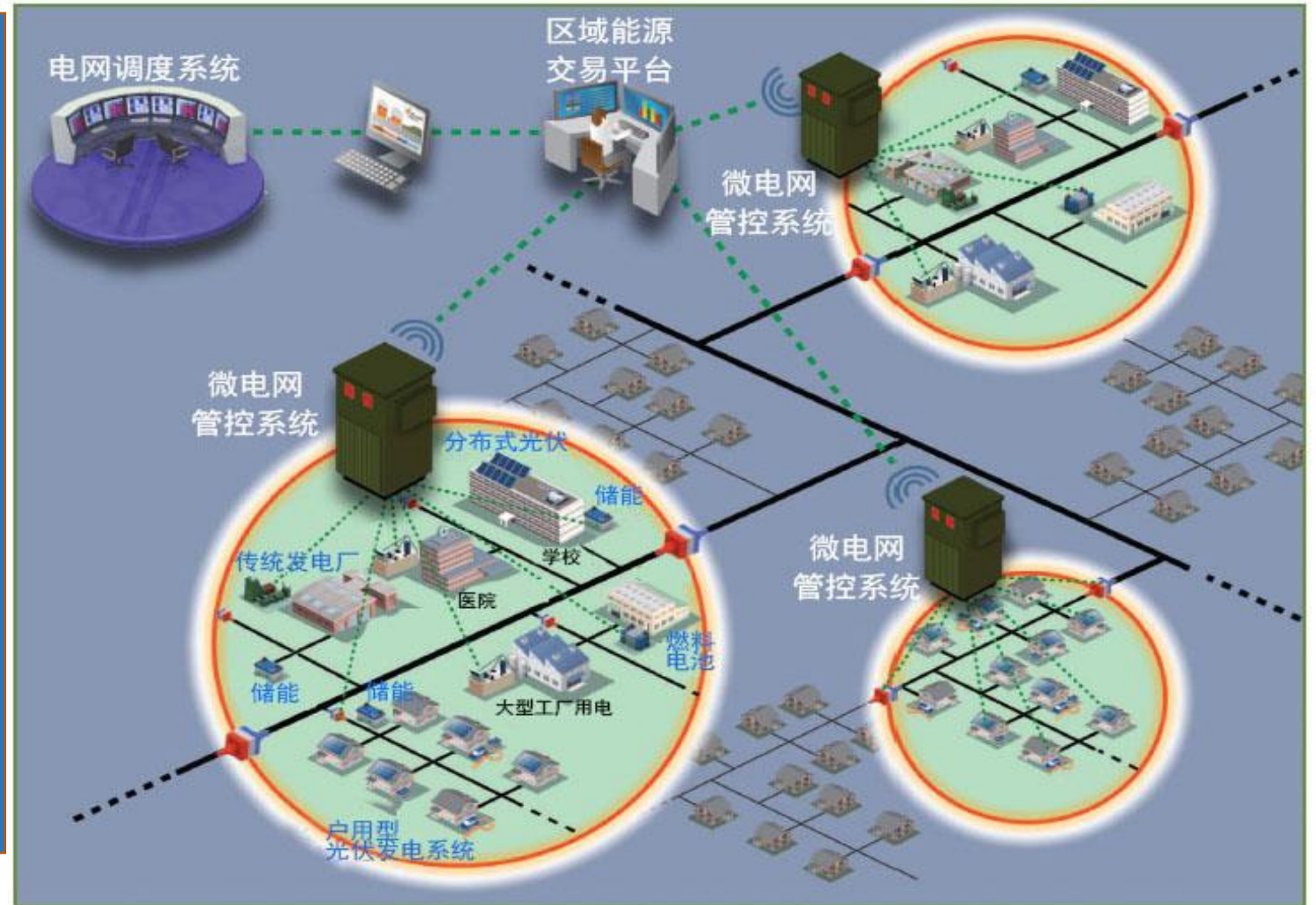
互贏模式：區域能量管理平台



区域能源管理平台——区域自治

区域能源管理平台可实现对多个微电网的运行控制，建立多微电网间的竞价机制，旨在：

- ◆提高电力系统的稳定性
- ◆提高用能的经济性
- ◆提高可再生能源比例
- ◆实现电力交易和能源交易



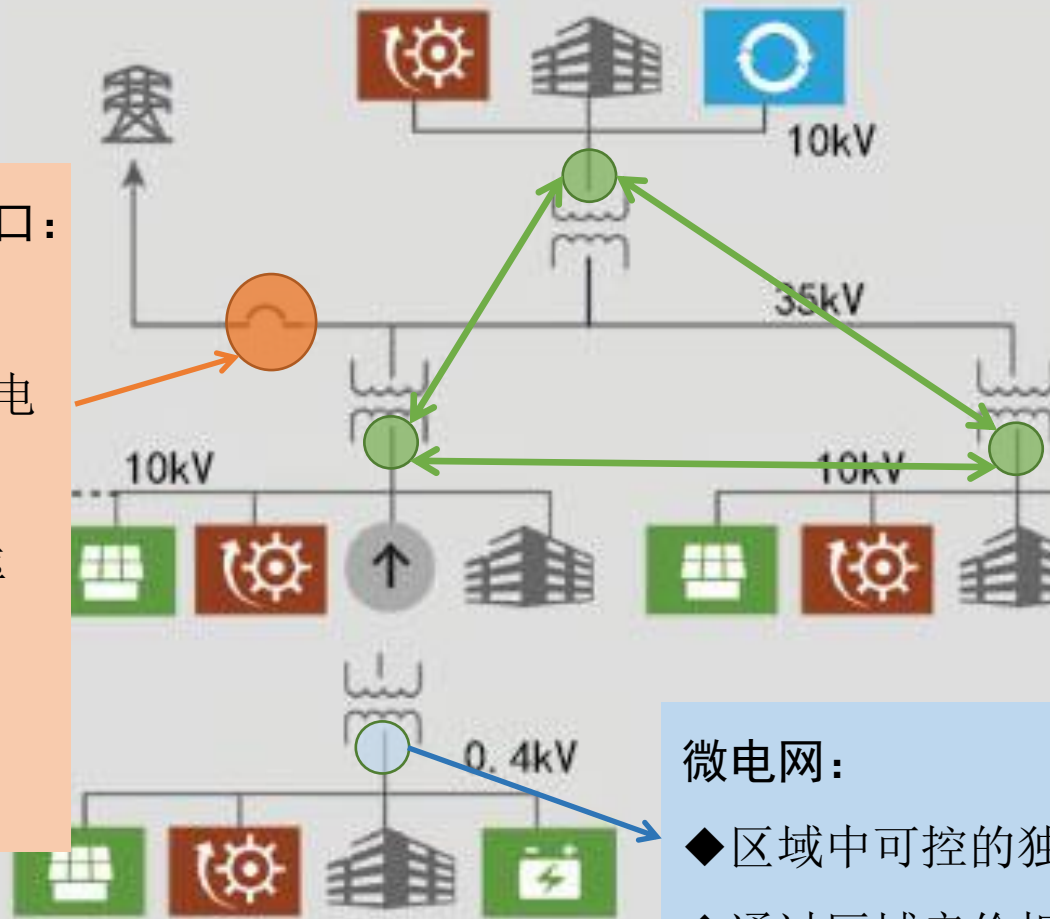
分布式发电与大电网的关系，从单方面依赖转变为合作互赢



区域能源管理平台——控制体系

区域与大电网之间的接口：

- ◆可控、非依赖性；
- ◆交互电量控制在总用电量的20%-30%以下；
- ◆为电网提供电压/频率支撑服务；



区域内部：

- ◆通过区域能量交易平台进行能量交互；
- ◆维持电压和频率的稳定；
- ◆通过竞价机制实现能源优化利用；

微电网：

- ◆区域中可控的独立交易个体；
- ◆通过区域竞价机制提高自身的经济性；

区域能源管理——多方互赢



- ◆通过区域内能源交易来优化区域内的资源利用提高经济性
- ◆区域能源管理可以增加可再生能源资源占比



- ◆增强用户供电的选择性和重要负荷供电的可靠性
- ◆使新能源和储能的投资者真正成为电力市场中的参与者



- ◆优化电能的输送方式和减少电力系统的资源冗余
- ◆增加电力系统的弹性，增强电网对灾难或战争的抵御能力

比较项目	分布式可再生 能源	分布式可再生 能源+储能	多能互补 &微电网	区域能源 管理平台
与电网交互	依赖 刚性	依赖 部分柔性	受控共享 柔性、可控	合作互赢 柔性、可控
能源类型	单一	单一	风、光、燃气等 多类型发电源	冷、热、电 多类型能源
能量管理 控制策略	不可控	部分可控， 控制策略简单	运行控制策略是 实现经济性关键	电力交易机制与运 行控制策相辅相成
系统稳定性	不稳定	可提高稳定性	稳定可靠	稳定且具有弹性
可再生能源比例	低于30%	低于50%	50%或更高	可达80%
投资收益	电费与补贴	电费、补贴、 电价差	用电成本低	用电成本低 电力交易



谢谢大家!