



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

国内外虚拟电厂实践经验分析及高质量发展相关建议



国网能源院虚拟电厂研究团队

曹雨晨

二〇二五年四月

目录

CONTENTS

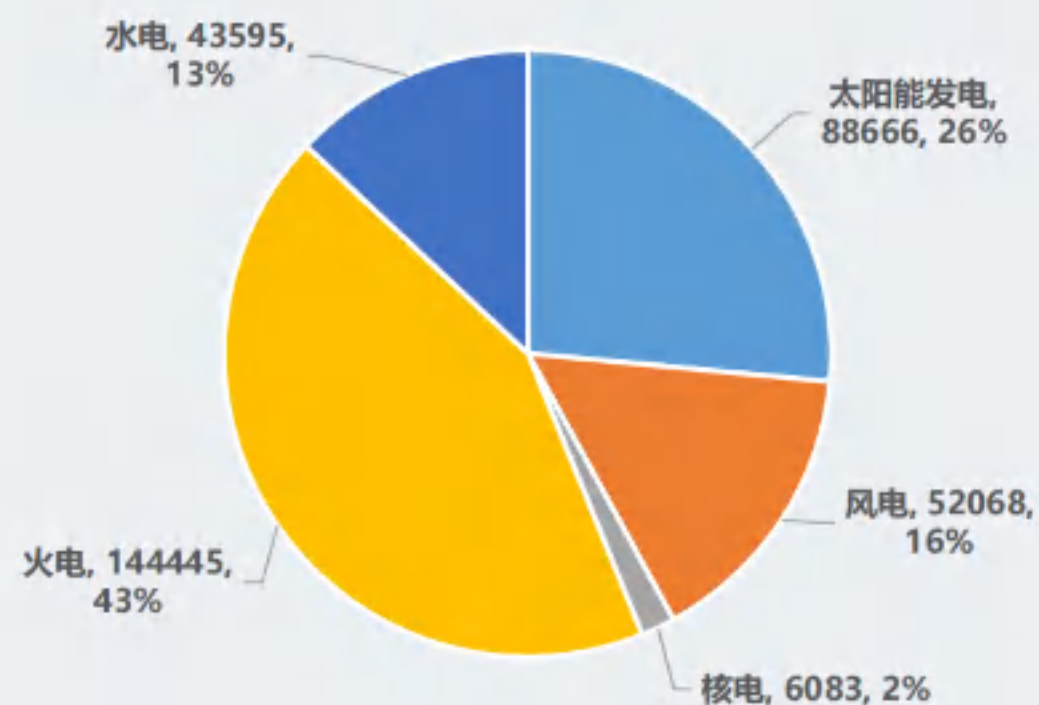
01 新形势下虚拟电厂的多元化价值

02 国内外虚拟电厂实践经验分析

03 我国虚拟电厂高质量发展相关建议

“双碳”目标背景下，我国新能源实现跨越式发展

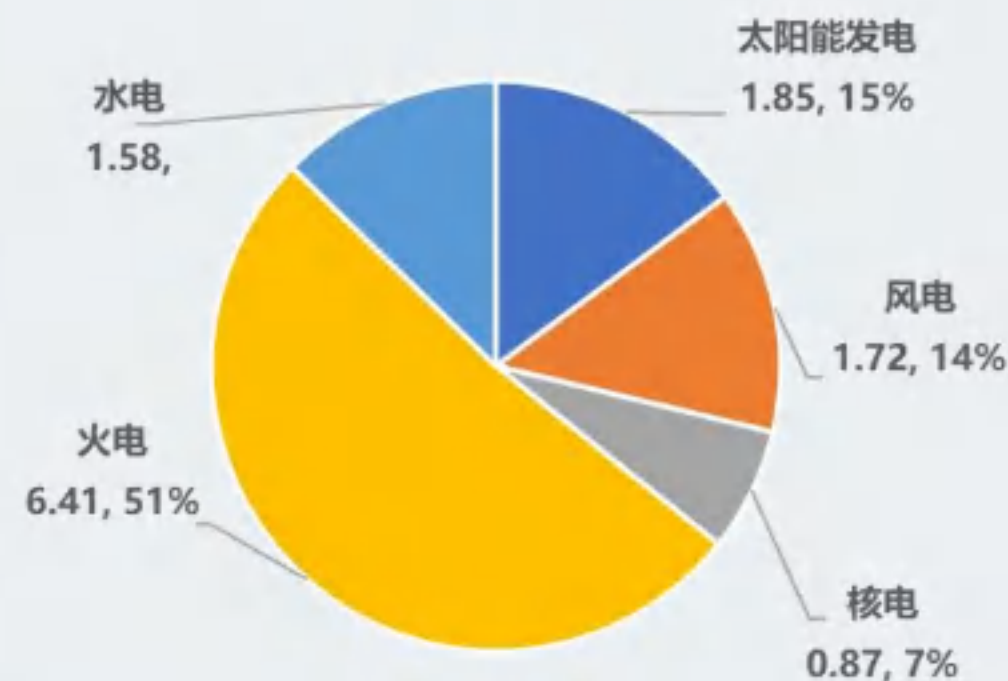
截至2024年底，我国风电光伏装机规模达**14.1亿千瓦**、约占总装机的**42%**，年均装机增速（风电约20%、光伏约60%）远超同期火电（约4%）；发电量达1.83万亿千瓦时、约占全社会用电量的18.5%。**预计到2030年**，我国风电光伏总装机、发电量有望达**26.2亿千瓦**、3.57万亿千瓦时，分别占总装机、总发电量的**49%、27%**。



2023年底我国电源装机情况（万千瓦）



2030年我国新能源装机预测（万千瓦）



2030年我国发电量预测（万亿千瓦时）

供需双侧不确定性增强，电力系统安全运行和新能源消纳矛盾显现

电力供应侧，极热无风、极寒无光等极端天气频发，导致新能源出力的规律特征更加难以把握。**电力需求侧**，空调等气象敏感型负荷、电动汽车等新型负荷大量并网，“尖峰化”和夏冬“双峰”更加突出。**电力系统**面临负荷低谷时段新能源消纳难、尖峰负荷时段电力保供难的困境。



多重因素叠加影响供需不确定性



高比例新能源系统弃电与缺点风险并存

需求侧资源参与电力平衡价值作用愈发突显，虚拟电厂备受关注

以需求侧资源开发利用补强电力系统调节能力，是应对供需双侧不确定性的有效途径。虚拟电厂能够将单体容量小、分布散的需求侧资源“化零为整、聚沙成塔”，在电力供需平衡困难时实现高效率、成规模的快速响应，具有重要价值意义。



虚拟电厂运营交互架构示意图

“到2025年，各省需求响应能力达到最大用电负荷的3%-5%”

逐步将需求侧资源以**虚拟电厂**等方式纳入电力平衡，提高电力系统的灵活性

新版《电力需求侧管理办法》

价值1：发展虚拟电厂是服务新能源消纳，促进能源绿色低碳转型的重要举措

虚拟电厂可以引导其聚合的需求侧各类资源与配电网运行有机协同，**促进分布式新能源就地消纳，助力局部平衡**。另一方面，虚拟电厂作为规模化的灵活性资源整体参与大电网调节，**服务新能源大范围优化配置，助力系统平衡**。

局部平衡

- 虚拟电厂可以引导聚合的需求侧各类资源与配电网运行有机协同，**提升分布式新能源就近消纳水平**。
- 虚拟电厂可实时分析用户的用电行为和需求，实现精准地匹配和调度，**提升配电网新能源接纳能力**。



系统平衡

- 虚拟电厂可以在**体量规模上形成可观的灵活性资源**，为大电网调节提供重要支撑。
- 虚拟电厂作为重要的系统调节资源，促进新能源通过大电网实现广域高效配置，助力系统平衡。

虚拟电厂具备“类电厂”技术特性，是响应速度、精度更为突出的需求侧资源高级利用形式，**能够在电力供需平衡困难时实现高效率、规模化精准响应**，提升电力系统安全裕度，丰富电力安全保供手段。



现在的示范项目参与电网调峰已较普遍，但调频对响应速度、精度要求极高，且涉及调度系统信息网络安全。

① **美国洛基山电力公司案例**——洛基山电力与户用储能设备供应商sonnen共同开展的商业化运营项目Soleil Lofts，其在公开报道宣称接入了电网公司的调度系统，可以实现调频。

② **南方电网案例**——深圳供电局与南网电科院共同开展了虚拟电厂参与调频的试点，以多个蔚来换电站资源聚合的虚拟电厂为对象，实现“秒级响应”的调频需求。

技术创新：5G通信实现快速响应，安全接入区（指令上传下达），轻量化加密调度指令。

特殊背景：①聚合资源的特殊性，锂电池储能资源本身响应快；②政策支持不计成本，《深圳市支持虚拟电厂加快发展的若干措施》最高补贴1000万，大量5G终端和通道租用电网公司投资，普通运营商难以承受。

从技术上证明调频可行，但：①成本高，5G终端、通信通道；②没有交易品种支持，暂无调频交易品种；③聚合资源受限，储能。

价值3：发展虚拟电厂是创新能源电力业态模式，培育新质生产力的重要体现

虚拟电厂是跨领域、跨行业融合的代表性新业态，依托能源技术和数字技术的融合支撑，**实现对需求侧各类分散资源的组合优化，助力系统整体运行效率跃升**，是新型电力系统发展新质生产力的重要方向。



关于支持电力领域新型经营主体
创新发展的指导意见

国家能源局 2024年12月05日 10:43 北京

60人



国家能源局关于支持电力领域新型经营主体
创新发展的指导意见

国能发法改〔2024〕93号

各省（自治区、直辖市）能源局，有关省（自治区、直辖市）及新疆生产建设兵团发展改革委，天津市、辽宁省、上海市、重庆市、

新质生产力由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生，**以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升为基本内涵，以全要素生产率大幅提升为核心标志，特点是创新，关键在质优，本质是先进生产力。**

聚合优化各类需求侧资源——促进效率大幅提升

- 虚拟电厂聚合**分布式电源、用户侧储能、各类调节负荷**，形成更加智能、高效、灵活的能源系统，实现了各类需求侧资源的优化组合和整体跃升。

能源技术与数字化技术融合——推动技术融合创新

- 虚拟电厂在信息采集传输、聚合优化的过程中需要“大云物移智链”等**数字化技术与先进能源技术融合创新**，是能源流和信息流高度融合的重要体现。

目录

CONTENTS

01 新形势下虚拟电厂的多元化价值

02 国内外虚拟电厂实践经验分析

03 我国虚拟电厂高质量发展相关建议

德国虚拟电厂发展起步早，经过多年的概念示范、政策推动，已实现商业化运营。德国高比例风光新能源（装机规模占比达58%）给电网平衡带来了极大挑战，虚拟电厂作为提升系统调节能力的潜在解决方案备受关注，相关法律法规对产业发展起到了重要推动作用。

德国虚拟电厂发展历程

- **试点示范阶段（2000-2010年）：**德国与其他欧盟国家合作推进示范项目，探索虚拟电厂关键发展要素。德、英、法等国合作建设了FENIX、EDISON、Web2Energy等项目，聚焦虚拟电厂信息物理架构、计量通信、优化控制等要素开展探索。
- **政策推动和商业运营阶段（2012至今）：**政策方面，2012年欧盟首次在中提出聚合商定义，德国推动可中断负荷招标。2014年，德国修订《可再生能源法》强制要求100千瓦以上分布式电源入市，为虚拟电厂带来市场机遇。**商业化运营方面，**诞生了大量成功商业化运营公司，如Next Kraftwerke、Sonnen等。

德国虚拟电厂相关法律法规

时间	政策名称	主要内容
2010年	《能源平衡市场法案》	虚拟电厂可用其资源池中聚合的各种分布式能源资源，参与平衡市场，提供备用服务，特别是二次备用和三次备用服务。
2013年	《可中断负荷协议条例》	可中断负荷既可以参与电力平衡市场，也可以参与输电系统运营商中断负荷招标。
2021年（修订）	《电网加速扩建法》	降低了参与再调度的最低门槛，即从10MW降低到100kW，引入了“调度管理商”这一新的市场角色，可由虚拟电厂承担。
2014年（修订）	《可再生能源法》	所有100kW以上的新增可再生能源机组都必须进行直接销售。
2019年	《聚合商相关法规》	虚拟电厂可以根据机组的数量和类型确定其资源池中的分布式能源资源，从而提供各种平衡服务。

德国虚拟电厂建设运营具有丰富经验，已形成以独立运营商主导、电力企业运营商主导、设备制造类运营商主导的三种典型模式，通过参与电能量、辅助服务、可中断负荷交易等各类市场获利。

德国虚拟电厂典型运营主体类型及特点

典型模式	企业名称	资源组合	整体规模	主要业务
独立运营商	Next Kraftwerke	发电侧、需求侧、储能	1061万千瓦	资源运行优化、平衡服务、可中断负荷响应、售电
	GETEC Energie	发电侧、需求侧	300万千瓦	资源运行优化、平衡服务、可中断负荷响应、售电
电力公司运营商	MVV Energie	发电侧、需求侧	50万千瓦	资源运行优化、平衡服务、可中断负荷响应、售电
	BayWa.re	发电侧	200万千瓦	资源运行优化、平衡服务、售电
设备制造类运营商	Sonnen	发电侧、储能	25万千瓦	资源运行优化、平衡服务、可中断负荷响应

典型案例：德国Next Kraftwerke是欧洲最大的虚拟电厂运营商，具有虚拟电厂运营商、能源交易商多重身份，能够提供涵盖数据采集、电力交易、电力销售、用户结算等全链条能源服务，因而获得了海量的响应资源。

主要服务模式

✓ 模式1：电能量交易，代理风电、光伏、水电、热电联产等各类电源参与中长期、现货等电能量市场。

✓ 模式2：辅助服务、可中断负荷交易，利用聚合资源中可调节资源（包括水电、生物质发电、储能、电动汽车等）启动快、出力灵活的特点，参与电网辅助服务获取收益。

美国在需求响应方面起步较早，通过立法等形式赋予了需求侧资源与供给侧资源同等的地位，**相关政策为虚拟电厂发展提供了良好的环境**。随着分布式可再生能源在美国多个州渗透率不断攀升，在有关法规的保障下，**虚拟电厂已成为分布式电源管理和需求响应的重要解决方案**。

- 从政策机制看，美国各类法案政令均支持以虚拟电厂的形式开发利用需求侧资源。
- 从市场发展看，美国加州电力市场允许虚拟电厂参与现货市场，并将日前市场已经从15分钟报价缩短到5分钟以鼓励VPP等灵活性资源。美国PJM市场允许虚拟电厂参与容量市场，虚拟电厂可根据自身聚合资源申报有效容量，相同价格下优先出清。
- 从参与主体看，美国虚拟电厂项目的类型比较多元化，建设和运营主体包括配售电电力公司和独立第三方虚拟电厂公司，参与方包括电力公司、第三方聚合商、居民和工商业用户等。

美国需求响应相关法规

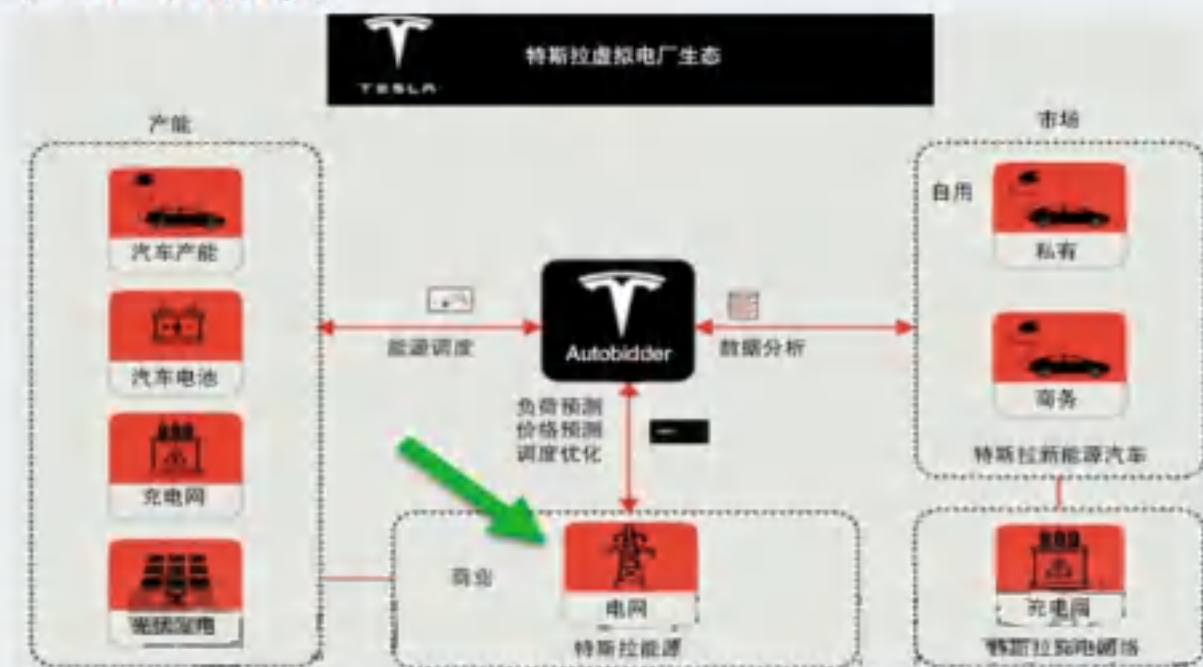
时间	名称	主要内容
1992	能源政策法	开放电力批发市场，美国电力进入管制放宽时代
1996	FERC888号法令	形成竞争性电力市场为DR进入电力批发市场做铺垫
2005	能源政策法	明确支持DR，并将DR视作国策
2007	能源独立及安全法案	对全国DR潜力进行评估
2009	美国复苏及再投资法案	投资45亿美元用以整合DR与智能电网设备，极大的推动了DR的发展
2010	FERC719号法令	允许DR直接参与电力批发市场竞价
2011	FERC745号法令	电力企业及零售市场运营商需支付DR公平出清价格
2011	FERC755号法令	允许需求响应作为替代能源参与电力供需平衡
2018	FERC841号法令	消除了储能进入电力及辅助服务市场的障碍
2022	FERC2222号法令	为“聚合体”量身定做相关市场、运行规则。

美国虚拟电厂主要以负荷侧灵活性资源为主，需求响应资源的整体规模已占尖峰负荷的4%以上，通过参与电能量、辅助服务市场获取收益，培育了特斯拉等知名虚拟电厂运营商。

美国加州虚拟电厂参与市场方式

参与市场的资源类型	代理负荷资源	代理分布式发电资源
总体描述	根据价格信号自主降低负荷，并在电力批发和辅助服务市场参与竞标	多个分布式能源以聚合的形式作为一个单独的“虚拟”单元参与电力市场交易
容量聚合要求	能量市场：最低100kW的容量，并在竞标时段内可持续输出 辅助服务市场：最低500kW容量，在日前能量市场能够持续输出60分钟，在实时能量和旋转备用/非旋转备用市场能够持续输出30分钟	能量市场：最低聚合容量不小于0.5MW； 旋转备用市场：最低聚合容量不小于20MW，单个分布式资源容量不超过1MW
计量与遥测要求	能量市场：1) 10MW以下无需遥测；2) 每4秒提供状态信息；3) 每5分钟更新状态 辅助服务市场：1) 无论任何容量都需要遥测；2) 每4秒提供状态信息；3) 每1分钟更新状态	能量市场：10MW以下无需遥测 辅助服务市场：1) 无论任何容量都需要遥测；2) 每4秒提供状态信息

典型案例：特斯拉以其Autobidder实时交易和控制平台为核心，依托其“车+桩+光+储+荷+智”的闭环产业生态，形成较强的虚拟电厂服务能力，通过与电网公司合作、独立运营等方式在美国、澳大利亚、英国市场占据了大量市场份额。



从国外典型国家的发展情况来看，有以下几点经验值得借鉴：

(1) 德国、美国良好的市场机制建设进程为虚拟电厂商业化运营打下了坚实基础。美国、德国的现货市场运行多年，对于灵活性资源稀缺性可以较好的体现在电价上，且平衡市场、调频市场、容量市场等建设较为领先。

(2) 针对性的法律法规为虚拟电厂发展提供了积极的市场环境和法律保障。德国、美国都通过法律法规明确了聚合商在市场交易和系统运行中的责权利，从大环境上使虚拟电厂运营有法可依。

(3) 高比例新能源背景下的平衡基团机制和丰富的交易品种为虚拟电厂提供了广阔的市场机遇。德国的电力平衡机制按分区分级平衡，在不同层级、区域都催生了调节资源需求，为虚拟电厂创造大量市场机遇。并且随着新能源占比提升，日内市场交易对于短时调节性资源需求大。

(4) 较高的零售电价以及分布式电源强制入市规定等使虚拟电厂较易吸引各类资源扩大聚合规模。例如德国工商业、居民电价分别为1.72元/千瓦时、3.24元/千瓦时，高电价使用户通过虚拟电厂获取额外收益的意愿更强。并且德国可再生能源法要求100千瓦以上的可再生能源电厂强制入市，可以通过虚拟电厂聚合代理降低边际交易成本。

随着虚拟电厂价值作用不断释放，各方主体加快实践探索，试点示范项目大量涌现，聚合资源规模持续扩大，目前国网公司经营区虚拟电厂规模接近1000万千瓦。面向当前虚拟电厂快速发展趋势，从政策环境、市场主体、机制模式和标准规范等方面，深入分析发展现状。

政策环境：国家层面明确支持，地方加快实践探索



标准规范：框架体系基本建立，核心标准规范仍需加快立项推进



市场主体：各方加快实践探索，但尚未就发展内涵形成共识



机制模式：逐步建立完善下仍需拓宽深度、广度



国内政策环境：国家层面明确支持虚拟电厂发展

国家层面积极支持虚拟电厂建设发展，近期出台的需求侧管理、电力市场、电力交易、配电网发展等相关领域政策均提及虚拟电厂，涵盖发展方向、功能作用、参与市场方式等多个方面，近日首份虚拟电厂国家级专项指导意见出台，凸显了国家对于虚拟电厂发展的重视。

2022年，国家发改委，《加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》
鼓励抽水蓄能、储能、虚拟电厂等调节电源的投资建设

2024年，国家发改委，《关于新形势下配电网高质量发展的指导意见》

- 鼓励虚拟电厂等新业态创新发展，提高系统响应速度和调节能力
- 支持各类用户侧调节资源通过虚拟电厂、负荷聚合等方式参与市场
- 明确虚拟电厂等新主体、新业态的市场准入、出清、结算标准

2024年，国家能源局，《关于支持电力领域新型经营主体创新发展的指导意见》
鼓励虚拟电厂聚合分布式光伏、分散式风电、新型储能、可调节负荷等资源，为电力系统提供灵活调节能力。

2021

2022

2023

2024

2025

2021年，中办，《关于深化电力体制改革加快构建新型电力系统的指导意见》

明确虚拟电厂独立经营主体地位，完善市场准入、交易、调度规则

2021年，国家能源局，《电力辅助服务管理办法》

电力用户可由代理其参与电力中长期交易的售电公司，或聚合商、虚拟电厂签订委托代理协议

2023年，国家发改委，《电力需求侧管理办法》

建立和完善需求侧资源与电力运行调节的衔接机制，逐步将需求侧资源以虚拟电厂等方式纳入电力平衡，提高电力系统的灵活性

2025年，国家发改委、国家能源局，《关于加快推进虚拟电厂高质量发展的指导意见》

首份虚拟电厂国家级专项指导意见

国内政策环境：山西、宁夏等省份出台专项规划和管理办法，部分地市加快实践探索

山西、宁夏、上海、广东、重庆等根据本省虚拟电厂发展阶段和地方特色，出台了**专项发展规划、管理办法**，系统性推进虚拟电厂发展。成都、武汉、芜湖等地市也加快实践步伐，其中**成都**出台了虚拟电厂建设方案，制定了**高强度补贴政策**，实现运营商接入达223家，容量规模103万千瓦，成效较为突出。

序号	省份	发布部门	政策及要点
1	宁夏	自治区发改委	印发《宁夏回族自治区虚拟电厂运营管理细则》。
2		自治区发改委	印发《宁夏回族自治区电力需求响应优化实施方案》(宁发改规发〔2023〕842号)，明确宁夏虚拟电厂准入主体地位。
3	四川	省能监办	印发《四川省电力辅助服务管理实施细则》(川监能市场〔2024〕27号)，明确将虚拟电厂等形式聚合直控型可调节负荷作为负荷侧并网主体纳入辅助服务市场参与主体类型。
4		成都市经信委	将“对虚拟电厂聚合商聚合平台予以建设补贴”纳入《成都市优化能源结构促进城市绿色低碳发展政策措施实施细则(征求意见稿)》。
5		成都市能源建设领导小组办公室	印发《成都市虚拟电厂建设实施方案(2023-2025年)》(成能源领办〔2023〕14号)，提出将构建“1+2+N”城市级虚拟电厂一体化发展格局。
6	上海	市发改委、经信委	印发《上海市虚拟电厂高质量发展工作方案》(沪发改能源〔2023〕293号)，形成14个专题、39项工作清单进行虚拟电厂专项工作部署。
7	山东	泰安市能源局	发布《关于开展虚拟电厂建设与运营试点工作的通知》。
8		省能监办	发布《山东电力市场规则(试行)》(征求意见稿)，提出虚拟电厂以机组为单位参与现货市场。
9	重庆	市经信委	《重庆市虚拟电厂管理办法》《重庆虚拟电厂建设实施方案》《重庆虚拟电厂运行技术规范》。
10	湖南	长沙市发改委	积极推进长沙临空港示范区虚拟电厂建设，发布市级虚拟电厂相关政策。
11	江苏	高邮市发改委	县级《支持虚拟电厂建设的奖补政策方案细则》。
12	安徽	省能源局	《虚拟电厂建设运营管理技术规范》。
13		芜湖市发改委	《芜湖市虚拟电厂2024-2026》示范建设方案，明确建设目标及实践路径。
14	湖北	国家能源局华中监管局	印发《湖北源网荷储电力调峰辅助服务市场运营规则》(华中监能市场〔2023〕194号)，明确了虚拟电厂参与深度调峰交易、启停调峰交易、顶峰(削峰)调峰交易等相关规则



成都市能源建设领导小组办公室

成都市能源建设领导小组办公室
关于印发成都市虚拟电厂建设实施方案
(2023—2025年)的通知

各区(市)人民政府(管委会)，市属有关部门，有关企业：
《成都市虚拟电厂建设实施方案(2023—2025年)》(成能源领办〔2023〕14号)已经成都市委能源建设领导小组2023年第3次会议审议通过，现印发你们，请认真贯彻执行。

附件：成都市虚拟电厂建设实施方案(2023—2025年)



(联系人：李强；联系电话：81884662)

成都出台了虚拟电厂建设方案，制定了**高强度补贴政策**，已接入运营商223家，接入容量规模103万千瓦。

部分省份虚拟电厂相关政策

国内市场主体：各方积极参与建设，但尚未就虚拟电厂发展内涵形成共识

在政策驱动下，发电集团、电网公司、民营企业基于自身特点和差异化诉求推动相关项目落地实施，取得积极成效，但是对于虚拟电厂的发展定义内涵和发展方向尚未形成统一认识。



电网公司

诉求：助力能源安全保供、促进新能源消纳、延缓电力投资等。
特点：依托需求响应、负荷管理系统搭建虚拟电厂管理平台。
典型主体：国家电网、南方电网等。
试点项目：冀北、上海示范项目等。



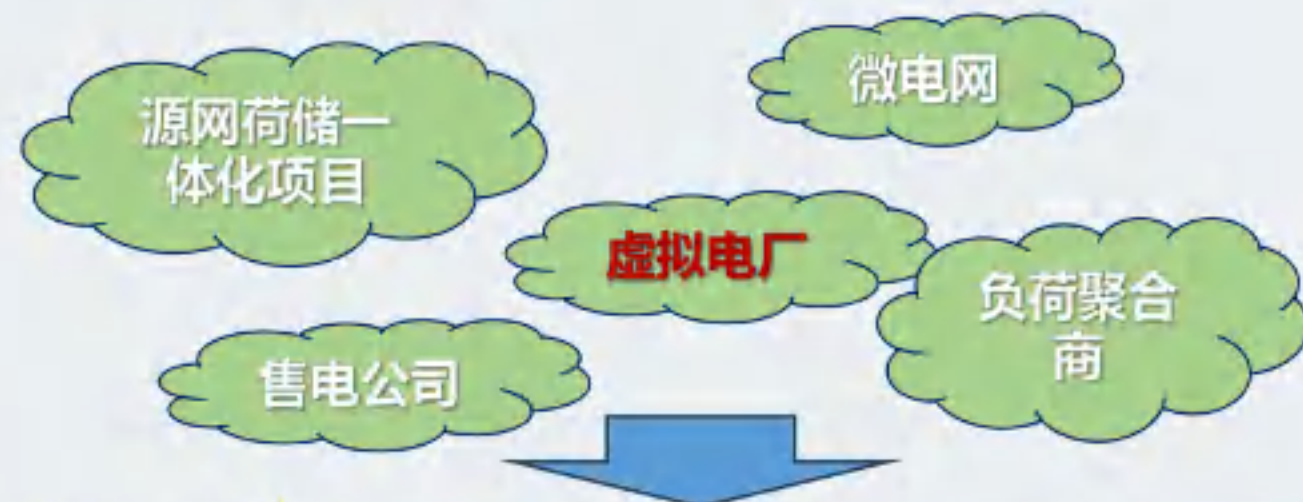
发电企业

诉求：掌握负荷资源，与分布式新能源等项目形成互动。
特点：依托分布式新能源项目延伸拓展。
典型主体：国电投、华能等。
试点项目：国电投江苏盐城项目、华能浙江项目等。



民营企业

诉求：获得业务收益、获得优质客户资源、拓展节能等业务。
特点：依托电力交易代理、智慧源等能源服务延伸拓展。
典型主体：兆瓦云、风行测控等
试点项目：山西示范项目等。



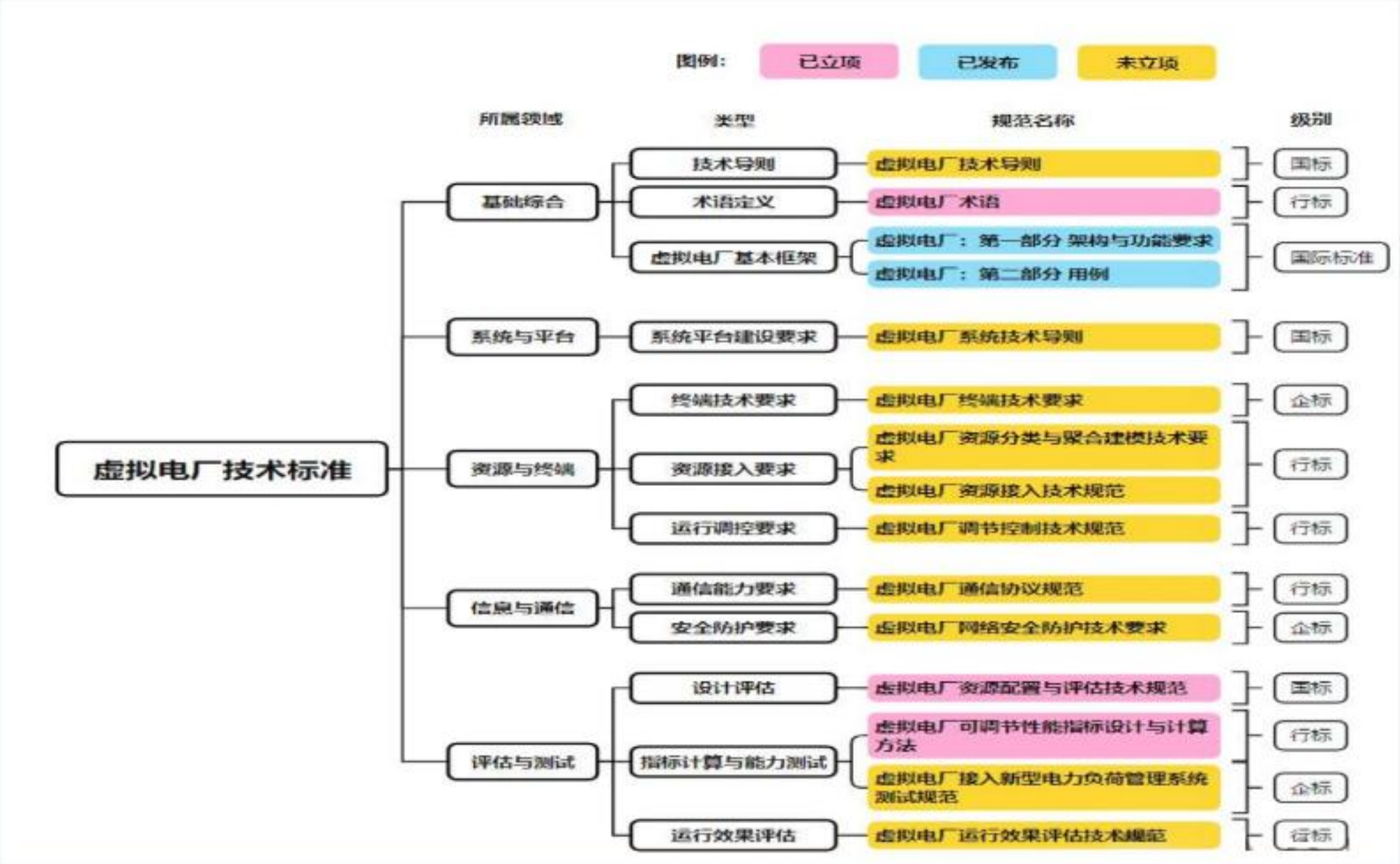
没有权威认知回答他们间的区别与联系？

◆难以规范管理，不同主体适配的政策、市场机制有差异，推高机制建设、管理协调的系统性成本。

◆难以贡献增量价值，例如：虚拟电厂参与电能量交易，与售电公司重合，其建设的增量价值不明显。

国内标准规范：框架体系已基本建立，核心标准规范仍需加快立项推进

虚拟电厂标准规范体系已建立，其中技术标准体系正围绕基础综合等5大方面积极探索，同时在建设、建设、接入、运营、交易等主要环节的相关管理规范也在同步研究推进。



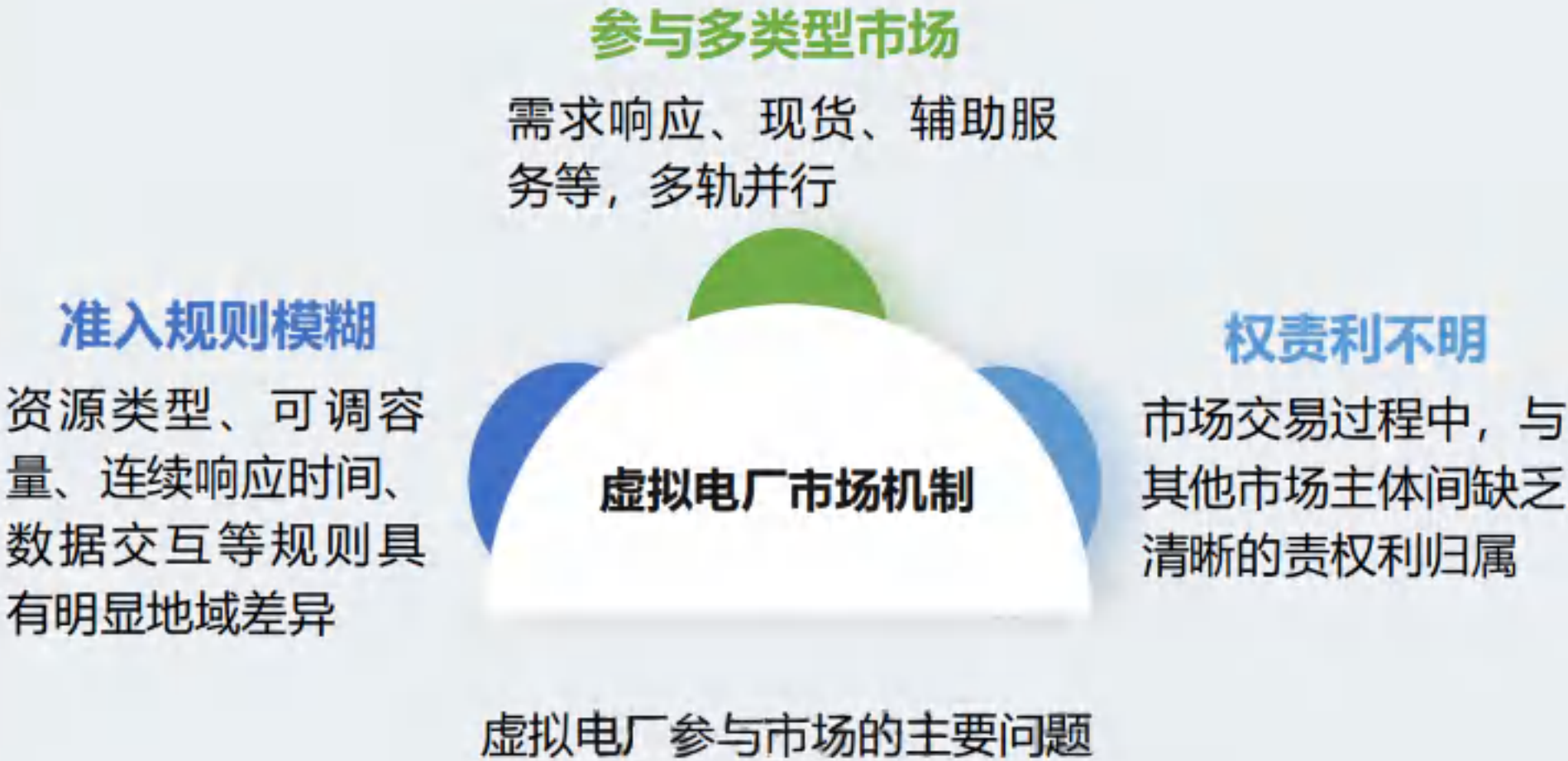
虚拟电厂技术标准体系

国内机制模式：运营商获益渠道较为受限，仍需加快相关市场机制建设

受限于我国电力市场建设整体推进节奏，虚拟电厂参与市场交易的相关机制建设仍在逐步完善，目前主要通过**参与电力市场交易**（仅参与部分省份的调峰辅助服务市场、现货市场）或者**政策性需求响应**两个渠道获取收益。但要进一步扩大收益空间，**仍需聚焦市场机制这一本源，加快解决准入规则模糊、权责利不明、具体操作路径不清等问题。**

虚拟电厂当前主要商业模式

收益渠道	参与途径	提供服务	利益分配
参与电力市场获益（市场渠道）	- 辅助服务市场、 (主流) - 现货、 (较少)	- 电能量交易 - 调峰调频辅助服务（降低系统峰值、提高低谷新能源消纳、提供系统调节能力）	折扣电价、利润分成、 附加服务
参与需求响应交易（政策补贴）	电网公司组织的需 求侧响应交易	填谷、削峰需求效应（削峰为主）	



目录

CONTENTS

01 新形势下虚拟电厂的多元化价值

02 国内外虚拟电厂实践经验分析

03 我国虚拟电厂高质量发展相关建议

我们研究认为，随着虚拟电厂产业发展热度的持续提升，需要**建立标准规范体系、加速完善市场机制、提升关键技术性能、培育运营商核心能力**，支撑虚拟电厂规范化、市场化、常态化、规模化发展。

加快完善标准规范体系

加强政策顶层设计，建立健全标准规范体系，为建设运营全环节提供操作指引。

培育运营商核心能力

“专业化服务” + “系统性管理” 是虚拟电厂运营商应打造的两项核心能力。



加速完善市场机制

推动参与现货市场和辅助服务和交易，是虚拟电厂实现可持续发展的根本出路。

提升技术水平

不断优化虚拟电厂技术性能，具备“类电厂”特性且常态化参与系统调度运行。

1.加强政策顶层设计，建立健全标准规范体系，为建设运营全环节提供操作指引

目前虚拟电厂概念火热发展较快，国家指导意见在规范虚拟电厂定义和功能定位的基础上，提出推动因地制宜发展、提升建设运行管理水平、完善参与市场机制、提高安全运行水平、推动技术创新和标准规范体系建设等关键任务，建议尽快**出台贯彻落实指导意见的系列政策，建立健全标准体系和管理规范，为虚拟电厂建设运营全环节提供操作指引。**

规范化发展仍面临问题

- 01 缺少全局性、系统性统筹规划，存在发展速度与质量效益失衡现象。**
- 02 标准体系不健全，关键环节仍有缺项，立项有数量约束且部分周期较长，难以满足产业快速发展需求。**
- 03 建设运行管理规程不健全，导致责权利、资源聚合边界、接入电网方式、关键技术能力要求等未能统一执行。**

加强政策顶层设计：尽快出台贯彻落实指导意见的系列政策，使指导意见更具实操性。

建立健全标准规范体系：构建覆盖全环节的技术和管理标准体系。考虑标准立项周期较长，充分利用政策文件的灵活性，在标准尚未覆盖的领域先行规范。

2.推动参与现货市场和辅助服务和交易，是虚拟电厂实现可持续发展的根本出路

当前虚拟电厂的收益来源还主要是参与需求响应交易和少量调峰辅助服务，尤其是需求响应具有启动频次低、非连续运行、资金规模有限的特点，难以支持虚拟电厂可持续发展，**未来虚拟电厂运营商的盈利重点从需求响应驱动转向电力市场驱动。**



明确主体身份：明确虚拟电厂的独立市场主体身份，将其与售电公司区分开，做好其参与市场的责权利设计。

制定准入条件：鼓励分布式电源、用户侧储能、可调节负荷由虚拟电厂聚合，促进其**规范参与市场**。

丰富交易品种：加快完善其参与**现货、辅助服务**市场的运作机制，积极探索虚拟电厂内部多元主体之间的互动机制，不断扩大交易品种。

3.不断优化虚拟电厂技术性能，具备“类电厂”特性且常态化参与系统调度运行

受限于技术条件和管理机制的不成熟，虚拟电厂还难以作为可信赖、确定性强的调节性资源常态化参与系统调度运行，未来应将其技术指标、管理模式、与电网链接三方面优化提升，具备“类电厂”特性，接入调度系统，与常规电厂同责同权。

未来：具备“类电厂”特性，实现与常规电厂同质化管理

技术指标“类电厂”：外特性具备爬坡率、调节速度、调节精度等指标体系，全面靠拢常规电厂技术指标。

管理模式“类电厂”：实现与常规电厂同责同权，承担系统平衡等责任。

与电网链接“类电厂”：纳入电力电量平衡，接入AGC系统，常态化参与电网调度运行。

当前：虚拟电厂与电网仍处于非闭环、弱链接的情况

当前大部分虚拟电厂资源不接入调度系统，难以闭环实时反馈，可控性差，响应效果难精确计量，响应程度的不确定性较高。

案例

德国Next Kraftwerke部分项目、上海浦东示范项目中，虚拟电厂可同常规电厂一样，参与对精度可靠性要求很高的调频辅助服务。



4. “专业化服务” + “系统性管理” 是虚拟电厂运营商应打造的两项核心能力

总结国外先进厂商的发展经验和我国发展环境，我们认为虚拟电厂未来构筑以下两项能力成为运营商发展核心：

①**专业化服务能力**：一是对用户用能与生产/生活关系的精准把握；二是对电力系统运行、电力市场交易机理的深刻认识；

②**系统性管理能力**：在配/用电侧有源化发展趋势下，运营商面对的不再是单独的荷或者源，往往是源、网、荷、储兼备的“系统级”对象，对系统性管理能力的重大挑战。

面对的客观情况

用户的诉求：

- 对正常生产&生活无负面影响；
- 相对可观的经济收益；
- 省心、省力。

用户侧能源系统：

“系统性”特征愈发突出，对管理运行的要求大幅提升。

需要具备的能力

专业化服务能力：

- 通过精准把握用能特性最小化影响用户生产生活；
- 通过对系统、市场的理解最大化经济收益。

系统性管理能力：

应对源网荷储系统带来的管理复杂度的提升。

案例

特斯拉、Next Kraftwerke的依托其Autobidder、NEMOCS的实时交易和控制平台，均能实现复杂系统的分析、管理和优化运营



虚拟电厂在电网企业开发利用需求侧资源上具有重要的“桥梁”作用，国网公司高度重视，始终**立足服务虚拟电厂发展的定位**，致力于**推动虚拟电厂规范化、规模化、市场化、常态化**发展，聚焦加快建立管理体系、统筹开展建设运营试点、不断提升系统支撑能力、推动相关技术管理标准建立等方面，提出了系列举措。

加快建立管理体系

“一口对外，多专业协作”的服务机制，简化运营商参与电力系统运行与交易的相关流程，提升服务质效。

统筹开展建设运营试点

组织14家省公司、2家直属单位开展25个试点示范项目，后续将总结经验、形成典型模式，服务政府政策制定和管理体系迭代完善。

推进虚拟电厂标准制定

梳理虚拟电厂建设运营亟需的22项标准，分批次加快推动立项和编制，前期14项标准已发布施行，8项标准正在进行编制。

推进系统支撑能力建设

依托负荷管理系统，制定虚拟电厂标准化数据结构与两级系统交互规范，推动各省开展虚拟电厂资源接入、运行监测、能力校核、运行评估等运营服务功能建设。

主要举措



虚拟电厂是极具发展潜力和价值的新兴业态，当前仍处于发展初级阶段，需要政产学研各方在政策制定、市场建设、核心能力锻造、标准体系完善等共同努力，推动虚拟电厂高质量发展！



国家电网
STATE GRID

国网能源研究院有限公司
STATE GRID ENERGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

THANK YOU

谢谢聆听 恳请指正