



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

虚拟电厂发展模式与技术形态思考

中国电力科学研究院

二零二五年四月



目录

CONTENTS

一

概念内涵

二

技术形态

三

标准化建设

四

发展建议及展望



一、概念内涵

2. 概念来源

1997年，欧洲经济学家西蒙·阿韦布赫（Shimon Awerbuch）首次提出**虚拟公共设施**概念“**独立且以市场为驱动的实体开展灵活合作，无需拥有相应资产便可为消费者提供所需服务**”，并对应对不确定性的聚合形态电力产业结构进行了详细描述；21世纪初，**欧洲国家基于此概念开展了虚拟电厂实践**。目前，虚拟电厂主要分布在**欧洲、美国和澳大利亚**等地，但各国虚拟电厂形态各有侧重。



The Virtual Utility

Accounting, Technology & Competitive Aspects of the Emerging Industry

Book | © 1997

Overview

Editors: Shimon Awerbuch, Alistair Preston

《虚拟公共设施：新兴产业的描述、技术及竞争力》

1. **虚拟电厂 (Virtual Power Plant)** 概念在2003年由戴尔曼在《虚拟电厂 - 一种能源生产新观点?》中首次明确提出，描述为“旨在将分散的单元耦合起来，由名为能源管理系统的中央能源单元进行管理和调节”；定义首次明确，是在2023年发布的国际标准《IEC 63189 虚拟电厂：第1部分》中，“实现分布式发电、储能设备和可控负荷的聚合、优化和控制的组织或系统”。

欧洲：以分布式电源、储能资源为主，主要针对分布式电源可靠并网和电力市场运营

美国：聚焦负荷资源聚合调配，推动小规模分布式电源参与电力市场

澳大利亚：以用户侧储能为主，提供频率控制辅助服务



3. 国内发展

- 2025年3月，国家发改委、国家能源局印发《关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见》，在**明确定义定位、因地制宜发展、提升建设运行水平、参与电力市场、提高安全运行水平、推动技术创新和标准规范建设**方面进行了任务部署。
- 各地政府出台支持政策，完善电力市场交易规则，加速推动虚拟电厂项目落地，通过市场化方式参与系统调节。全国已有**11个**省份出台省级虚拟电厂专项政策，**9个**省份现货规则、**10个**省份辅助服务规则设计了虚拟电厂参与机制。

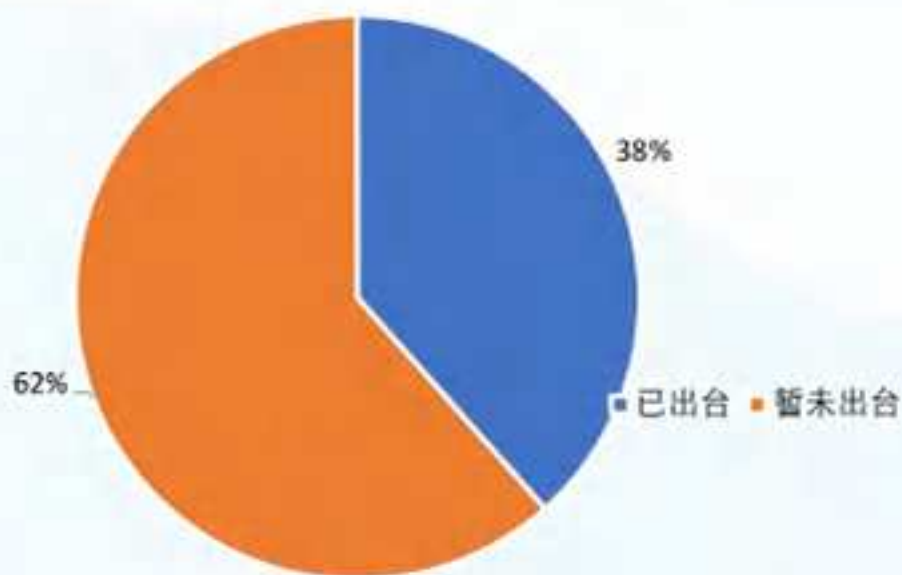
国家发展和改革委员会 国家能源局 文件

发改能源〔2025〕357号

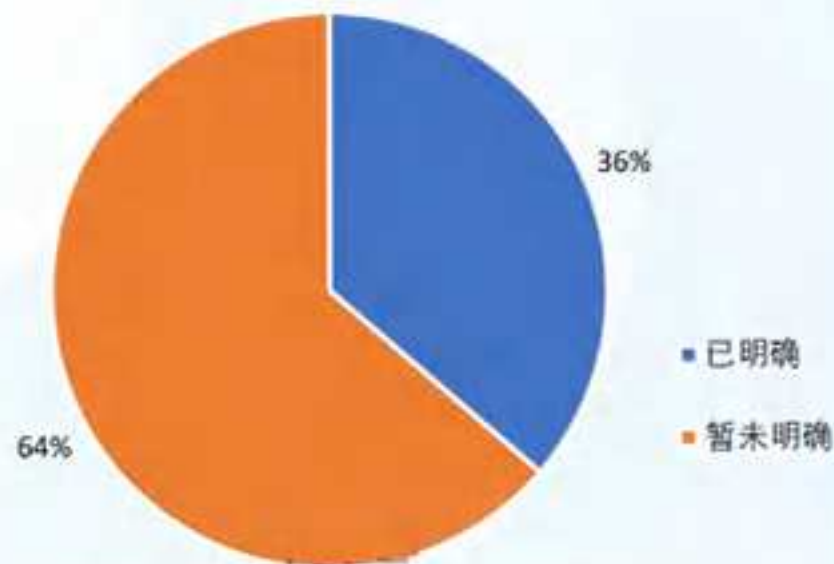
国家发展改革委 国家能源局关于 加快推进虚拟电厂发展的指导意见

各省、自治区、直辖市，新疆生产建设兵团发展改革委，能源局，北京市城市管理委员会，天津市工业和信息化局，辽宁省工业和信息化厅，上海市经济和信息化委员会，重庆市经济和信息化委员会，甘肃省工业和信息化厅，国家能源局各派出机构，国家电网有限公司，中国南方电网有限责任公司，有关中央企业：

关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见



省级虚拟电厂专项政策发布情况



现货省份市场规则虚拟
电厂参与机制设计情况

一、概念内涵



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

4. 虚拟电厂定义

中国电科院：虚拟电厂是指利用**数字化、智能化**等先进技术，将**需求侧一定区域内的可调节负荷、分布式电源、储能等资源进行聚合、协调、优化**，结合相应的**电力市场机制**，构成具备**响应电网运行调节能力**的系统。

多元聚合

由需求侧分布式电源、分散式储能和可调节负荷等资源组成，实现需求侧灵活资源的多元聚合。

可调可控

以数字化、智能化技术为基础，通过对各类资源进行监测、控制，实现对需求侧灵活资源协调优化。

协同高效

虚拟电厂在一定的电网管理边界范围内聚合资源，并达到一定的容量规模要求才能与电网协同高效运行。

共赢互动

负荷聚合商、售电公司等市场主体，利用虚拟电厂参与电力市场实现盈利，同时为新型电力系统运行提供平衡资源。

《关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见》

虚拟电厂是基于**电力系统架构**，运用**现代信息通信、系统集成控制**等技术，聚合**分布式电源、可调节负荷、储能等各类分散资源**，作为新型经营主体协同参与**电力系统优化和电力市场交易**的电力运行**组织模式**。

《关于支持电力领域新型经营主体创新发展的指导意见》

虚拟电厂是运用**数字化、智能化**等先进技术，聚合**分布式电源和可调节负荷等**，**协同参与系统运行和市场交易**的电力运行**组织模式**。

《电力需求侧管理办法（2023年版）》

虚拟电厂，是依托**负荷聚合商、售电公司**等机构，通过**新一代信息通信、系统集成**等技术，实现需求侧资源的**聚合、协调、优化**，**形成规模化调节能力支撑电力系统安全运行**。

5. 规则分析

9月13日，国家能源局广泛征求意见后，正式印发《**电力市场注册基本规则**》，在国家层面确立新型储能、虚拟电厂、分布式电源、充电设施等新型主体**在各类市场的经营主体地位**。通过分析**基本条件、市场注册、变更与注销**规则，可以看出虚拟电厂**聚合非统调需求侧资源，近似售电公司，以提供调节能力为主的功能定位**。

基本条件

- 与电网企业签订协议，接入系统；
- 具备分时计量与传输条件，数据准确可靠；
- 具备**聚合需求侧资源的能力**；
- 具备聚合资源调控能力，有软硬件系统；
- **聚合范围、调节性能**等条件应满足相应市场的相关规则规定。

市场注册

- 售电公司市场注册条件和流程按照《售电公司管理办法》规定执行，**虚拟电厂（含负荷聚合商）初期参照《售电公司管理办法》执行**。
- 具有多重主体身份的经营主体，应当按经营主体类别分别进行注册。

变更与注销

- 售电公司、虚拟电厂（含负荷聚合商）资产总额发生影响年度代理电量规模或**调节能力的变化**、企业高级或中级职称专业人员变更、配电网运营资质变化、业务范围变更等。
- **虚拟电厂（含负荷聚合商）市场注销条件和流程初期参照《售电公司管理办法》执行**。

一、概念内涵

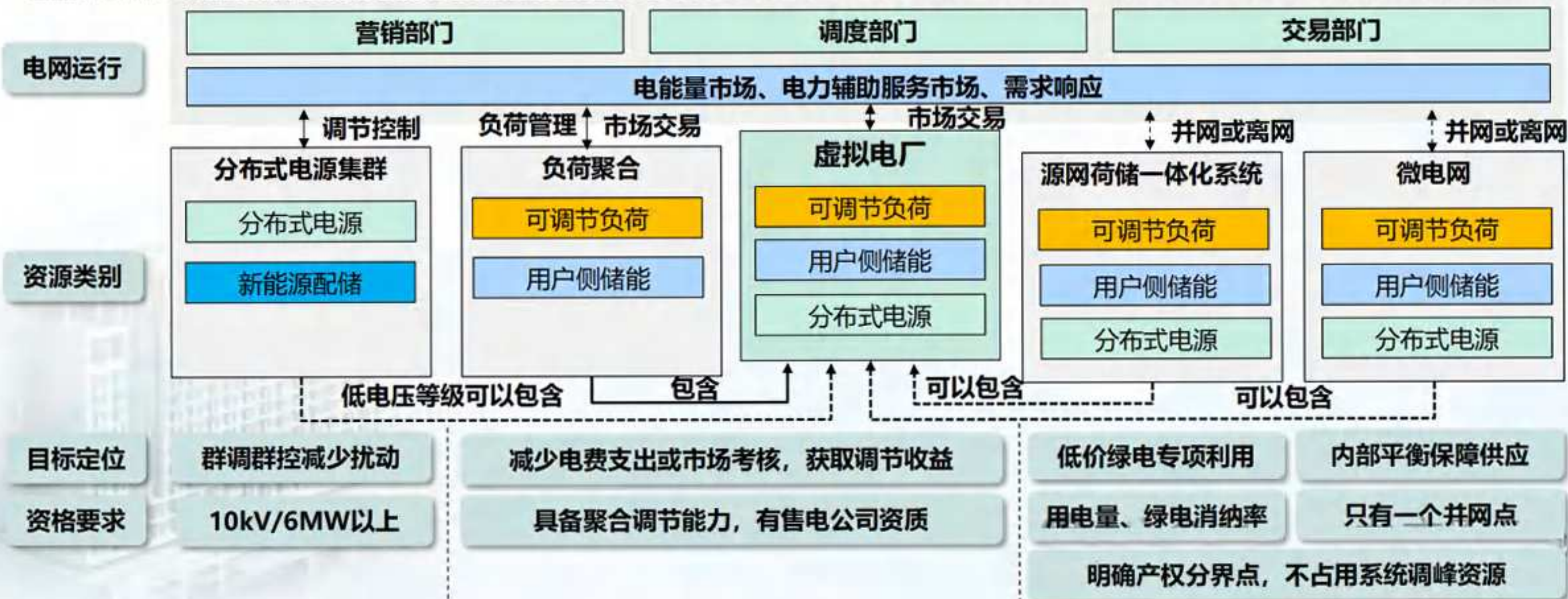


国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

6. 相关概念比较

近年来各类新兴概念不断涌现，根据其发展诉求和业务形态，虚拟电厂、分布式电源集群、负荷聚合、源网荷储一体化系统、微电网的资源类别、目标定位、资格要求以及参与电网运行的方式有明显差异。



6. 相关概念比较

概念比较	相同	区别
负荷聚合	◆ 聚合需求侧资源； ◆ 为电网提供调节能力。	◆ 负荷聚合一般不含分布式电源，数据监测要求低； ◆ 虚拟电厂可聚合分布式电源，监测、调节控制等技术要求高，是负荷聚合的高级形态。
微电网	◆ 属于电网需求侧。	◆ 微电网可并网或孤岛运行，区域边界、并网点清晰，侧重就地平衡； ◆ 虚拟电厂全部资源在网运行，主动为电网提供调节支撑能力，可聚合并网型微电网。
源网荷储一体化系统	◆ 属于电网需求侧。	◆ 源网荷储一体化系统，强调绿电直供，可离网建设运行；并网时，有产权分界点，原则上不占用电网调峰资源； ◆ 虚拟电厂是逻辑上的需求侧资源聚合，有管理边界，全部资源在网运行。
分布式电源集群	◆ 聚合资源都包含分布式电源。	◆ 分布式电源集群向电网送电，有明确并网点，规模较大的集群应按供给侧资源纳入调度直控； ◆ 虚拟电厂侧重负荷资源聚合，主要为电网提供平衡调节服务。
需求响应	◆ 均强调为电力系统提供需求侧灵活性调节能力。	◆ 需求响应是一个业务名词，一般在迎峰度夏（冬）局部时段实施，该概念已纳入负荷管理业务范畴，依赖政府试点政策获取运行资金疏导渠道； ◆ 虚拟电厂是一个系统的名称，主要通过电力市场参与运行，具备常态化运营能力。



目录

CONTENTS

一

概念辨析

二

技术形态

三

标准化建设

四

发展建议及展望

2. 功能和技术要求

目前暂无国家、行业标准具体规范虚拟电厂功能要求、技术指标，各地试点要求差异较大。7月，国网公司营销部在《加快推动虚拟电厂建设运营工作指引》中提出，初期虚拟电厂聚合容量不低于10MW，持续调节时间不小于1小时；采用节点电价的省份，单一调节单元容量不低于1MW。国家能源局提出5MW的调节能力要求。

地区	参与市场	技术要求
山西	日前现货	调节容量 ：不低于20MW，且不低于最大用电负荷的10%； 响应时长 ：不小于2小时； 调节速率 ：不低于（调节容量*3%）/分钟，且不低于0.6兆瓦/分钟； 响应时间 ：120秒内跨出调节死区； 调节精度 ：每15分钟考核偏差率，“负荷类”虚拟电厂不超过±15%，“一体化”虚拟电厂不超过±10%。
山东		可调节能力 暂定为不低于10兆瓦、 连续调节时间 不低于1小时。
冀北	调峰	第三方独立主体约定时段 调节容量 不小于2MW， 调节总量 不低于2MWh。
浙江		具备 时长 1h以上、 容量 5MW以上负荷削减/调增能力。
上海	需求响应	调节容量 ：不小于1兆瓦； 响应时长 ：不小于2小时，其中连续保持最大可调节能力的时间不小于1小时； 调节速率 ：不小于最大调节容量的1%/分钟； 响应时间 ：不大于30分钟； 调节精度 ：不大于最大调节容量的10%。
南方区域	二次调频	响应时间 （调节至指令值90%）不长于2分钟； 调节速率 不低于可调节负荷容量的1%/分钟； 调节范围 不小于在运功率的50%； 调节精度 不超过可调节负荷容量的5%。

二、技术形态

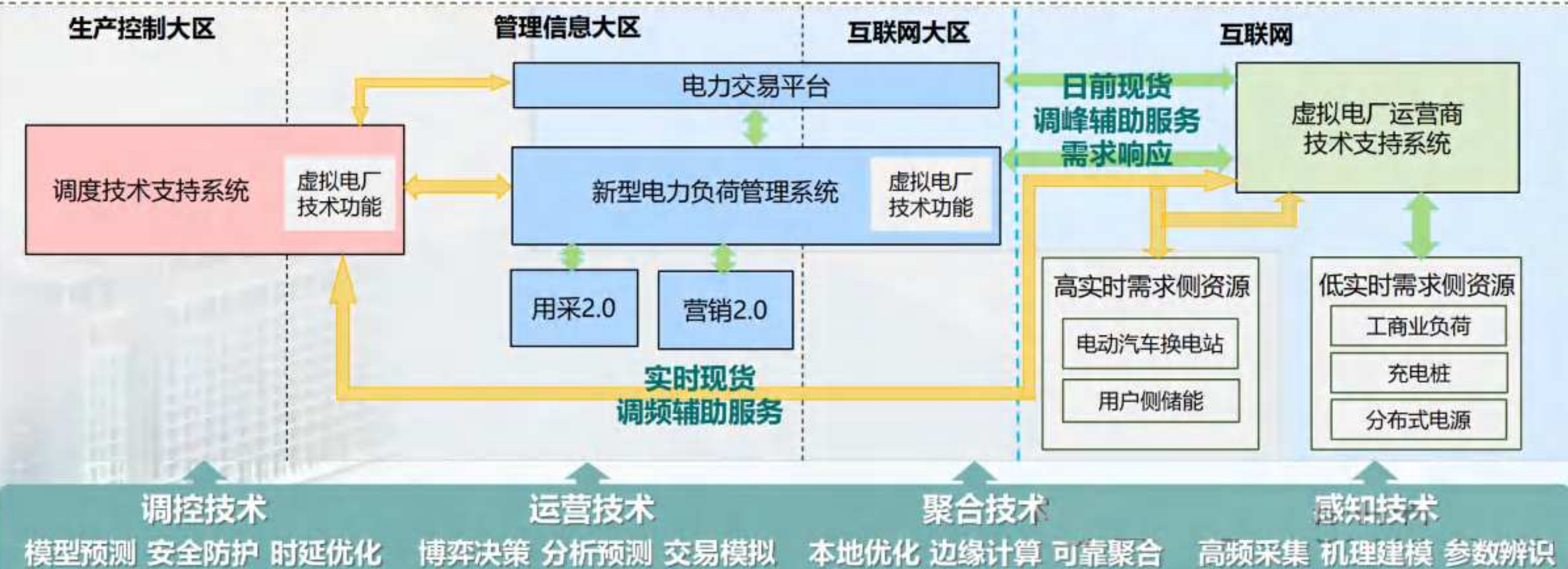


国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

3. 系统架构

虚拟电厂接入电网侧系统的技术架构主要分为两类：**一是**接入新型电力负荷管理系统，并与交易、营销、调度系统进行交互；**二是**直接接入电力调度自动化系统，虚拟电厂参与调频时需具备秒级响应能力。参与现货、辅助服务市场的虚拟电厂接入调度系统，或通过负荷管理系统参与部分交易品种。



二、技术形态



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

4. 全景技术图谱

虚拟电厂全景技术图谱主要包含感知监测、资源聚合、调节控制、市场交易、通信与安全、仿真与评估6大类、16中类、41小类技术。其中13小类已有较为成熟的技术方案或产品，22小类仍有较大优化提升空间，6小类亟需攻关突破。





目录

CONTENTS

一

概念辨析

二

技术形态

三

标准化建设

四

发展建议及展望

三、标准化建设



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

1.国际及国外标准制订

国际上未形成虚拟电厂标准体系。德国、美国、澳大利亚结合各自实际，制定并采用相关国际标准或本国国家标准。为填补虚拟电厂领域国际标准空白，2018年，中国电科院、冀北公司分别主导编写IEC标准《虚拟电厂：第1部分 架构与功能要求》和《虚拟电厂：第2部分 用例》，并于2023年10月正式发布。

标准	标准名称	规范内容	采用国家
IEC 62746	客户能源管理系统与电源管理系统之间的系统接口	实施双向信号系统促进电力服务提供商、聚合商和最终用户之间的信息交换	德国
IEC TS 62939	智能电网用户交互	定义需求侧和电网之间的智能设备/系统之间的信息交换接口的架构	
OpenADR	开放式自动需求响应通信规范	提供开放、安全的双向信息交换模型	美国
AS/NZS 4755	电气产品的需求响应能力和支持技术系列标准	规范了设备和各级平台接口功能	澳大利亚

国外主要采用标准



第一部分 架构与功能要求



第二部分 用例

2. 国内标准体系构建

在**国标委**指导下，2021年**中电联**组织**国网、南网和高校**等多方专家，开展国内虚拟电厂标准体系研究工作，形成预研报告。近期由9家全国、行业 and 团体标委会成立**联合工作组**，形成涵盖六大类、15小类、31项的新版标准体系。截至目前，**2项国标已发布**，于25年2月生效；1项国标计划已公示，3项行标已立项并推动编写。

虚拟电厂管理规范

Virtual power plant management specification

[Tutoring](#)
[Tutoring](#)
[Tutoring](#)

国家标准《通信机房空调规范》由TCS75(全国电力需求侧管理标准技术委员会)制订。

主要起草单位：国网浙江省电力有限公司、国家电力调度通信中心、南方电网科学研究院有
限企业联合会科技服务中心有限责任公司、国网浙江省电力有限公司丽水供电公司、中国电
司、浙江电力交易中心有限公司、广东电网有限责任公司电力调度控制中心、国网江苏省电力
有限公司、国网福建省电力有限公司、国网安徽省电力有限公司、东南大学、国网山东电力公司经
济技术研究院有限公司、浙江华云信息科技有限公司、北京海源信科技股份有限公司

主要起草人 陈中明、董时蔚、罗国轩、张强、谢志峰、袁涛、何琳、王一、袁伟强、刘生光、姜子杰、李刚、王健新、高厚荣、马会辉、吕鹏威、赵昕、钱世南、卓岭、黄

目錄

- | | |
|------------|------------|
| 1 标准状态 | 5 起草人 |
| 2 标准解读视频课程 | 6 相近标准(计划) |
| 3 基础信息 | |
| 4 起草单位 | |

标准规范

发布于 2024-07-24

发布于 2025-02-01

国标《虚拟电厂管理规范》（已发布）

虚拟电厂资源配置与评估技术规范

Technical specification for virtual power plant resources configuration and evaluation

[Home](#)
[Contact Us](#)
[About Us](#)

国家标准《虚拟电厂资源配置与评估技术规范》由TC575(全国电力需求侧管理标准化技术委员会)。

主要起草单位：国网上海市电力公司经济技术研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、国网上海能源互联网研究院有限公司、国电南瑞科技股份有限公司、上海舜天节能技术有限公司、国网公司、广东电网有限责任公司广州供电局、广东电网有限责任公司电力调度控制中心、国网江苏科技发展有限公司、南京淳宁电力科技有限公司、国网上海市电力公司、国网北京电力有限公司电力科学研究院、中国南方电网有限责任公司、国网安徽省电力有限公司电力科学研究院。

主要起草人郭明星、金鑫、高晓威、贾雯、肖勇、吕冉、郭阳、左娟、王舒楠、单青科、沈婧、孔月萍、祝留会、杨皓、韩康康、李文峰、尹健斌、郝磊雷、王小明。

目录

- | | |
|------------|------------|
| 1 标准状态 | 5 起草人 |
| 2 标准解读视频课程 | 6 相近标准(计划) |
| 3 基础信息 | |
| 4 起草单位 | |

标准状态

发布于 2024-07-24

实施于 2025-02-01

国标《虚拟电厂资源配置与评估技术规范》
(已发布)

虚拟电厂技术导则

Guide on technology for virtual power plant

国家/地区	制定	非强制性
美国	是	否
英国	是	否
法国	是	否
德国	是	否
日本	是	否
中国	是	否
印度	是	否
巴西	是	否
俄罗斯	是	否
澳大利亚	是	否
加拿大	是	否
新西兰	是	否
南非	是	否
印度尼西亚	是	否
马来西亚	是	否
泰国	是	否
越南	是	否
菲律宾	是	否
新加坡	是	否
香港	是	否
澳门	是	否
台湾	是	否
韩国	是	否
朝鲜	是	否
蒙古	是	否
老挝	是	否
柬埔寨	是	否
缅甸	是	否
尼泊尔	是	否
不丹	是	否
锡金	是	否
尼泊尔	是	否
孟加拉国	是	否
巴基斯坦	是	否
阿富汗	是	否
伊朗	是	否
伊拉克	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	否
阿曼	是	否
阿联酋	是	否
卡塔尔	是	否
巴林	是	否
科威特	是	否
沙特阿拉伯	是	

国家标准计划《虚拟电厂技术导则》由TC575(全国电力需求侧管理标准)

主要起草单位 南方电网科学研究院有限责任公司

目录

- 1 项目进度
- 2 基础信息
- 3 起草单位
- 4 相近标准(计划)

项目进度

起首

征求應用

害害

国标《虚拟电厂技术导则》（在编）



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

目录

CONTENTS

一

概念辨析

二

技术形态

三

标准化建设

四

发展建议及展望

1. 面临的困难及问题

虚拟电厂建设运营仍存在**管理体系有待完善、市场机制仍需深化建设、技术和标准亟需深化应用**等问题，严重制约其规模发展、功能发挥。

管理体系

- ◆ **政府管理**：政府主管部门、发电企业、运营商、投资方等对虚拟电厂作用、架构认识不统一，概念泛化，导致无法合理衡量虚拟电厂建设运营成本及发挥的价值；
- ◆ **服务引导**：虚拟电厂业务需要能源企业营销、调度、交易、发展、数字化、科技等多部门及部门内部细分专业协同推进，工作界面和流程正在逐步明确。

市场机制

- ◆ **运行中的市场机制**：交易模式单一、交易次数少或者盈利空间有限，运营商投资积极性不高，用户参与意愿不足；
- ◆ **探索中的市场机制**：交易模式缺少透明度、社会开放性不足，技术要求较高、建设成本高。

技术和标准应用

- ◆ **技术研发**：为保障高水平的运行效果，虚拟电厂聚合资源可见性、可信性、可靠性，尚缺少有效、经济的技术手段，仿真验证能力亟待建设；
- ◆ **标准应用**：标准体系建设实施、标准应用监督水平不高；标准对于新业务发展、新技术应用的引导作用亟待发挥。

2. 相关建议

1

优化业务顶层设计。积极促请政府部门出台虚拟电厂相关政策与市场规则，能源企业各部门统筹设计和优化服务虚拟电厂建设运营全链路工作流程，明确协同机制。

2

加强科研技术攻关。充分依托国家和行业企业的重大项目及重大实验能力建设，攻克关键问题、提升技术水平，为常态化运行提供基础。

3

加快核心标准研制。持续推动虚拟电厂标准体系完善，结合业务需求加快资源感知、系统交互、安全防护、入网测试等重要技术标准制定，引导虚拟电厂规范化发展。

4

打造优质示范工程。结合地区资源条件和类型推动虚拟电厂建设，通过优质工程和先行示范区建设，形成先进技术应用和业务模式创新的“头雁效应”，带动虚拟电厂规模化发展。

5

营造产业发展生态。推动形成行业共识，引导虚拟电厂相关舆论方向，推动虚拟电厂全方位、立体式融入新型电力系统现代产业链，构建虚拟电厂产业健康发展的良好生态。



国家电网
STATE GRID

中国电力科学研究院有限公司
CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

谢谢！