

虚拟电厂

——新型电力系统

核心观点

虚拟电厂本质是通过数字化手段聚合分布式能源的软件平台系统，通过统一调度参与电力市场。新能源装机比例及用户侧间歇性负荷的进一步增长，对电力系统灵活调节能力进一步提升，传统“源随荷动”的运行模式亟须向“源荷互动”转变，“虚拟电厂”应运而生。虚拟电厂可以把各类分散能源、可控负荷、储能聚合起来，通过数字化的手段形成一个虚拟的电厂来做统一的管理和调度。虚拟电厂是需求侧响应的延伸版，兼顾削峰和填谷，部分具有储能特征。

■ **成熟的电力市场是虚拟电厂商业化的基础。德国和美国电力现货市场/辅助服务市场已比较成熟，虚拟电厂已完全实现商业化。**其中，德国由于分布式电源装机占比较高(2020年分布式光伏装机占比74%)，因此虚拟电厂资源以发电侧为主；而美国由于高电价导致户用光伏装机占比较高，虚拟电厂资源以负荷侧为主。**欧美虚拟电厂收入模式为：**参与电力现货/辅助服务市场，提供需求侧响应或容量服务赚取削峰填谷收入，或通过优化管辖内用户用电计划，获取溢价分成。

目前我国虚拟电厂处于邀约型向市场化过渡的阶段，国家电投深圳能源虚拟电厂已参与电力现货市场盈利。我国虚拟电厂还处于发展初期，主要由政策引导来参与市场。目前江苏、浙江、上海、冀北等地区已开展虚拟电厂实践，主要响应资源包括储能设施、充电桩、居民、楼宇等。其中，2022年5月，国家电投深圳能源为我国首个虚拟电厂调度用户负荷参与电力现货市场盈利的案例，平均度电收益0.274元。据中电联预计，2025年全社会用电量达9.5万亿千瓦时，而最大负荷将达到16.3亿千瓦，假设可调节能力为5%、投资成本为1000元/千瓦，预计到2025年虚拟电厂投资规模有望达815亿元。

投资建议：行业方面，虚拟电厂是电力系统灵活性资源的重要组成部分，我国虚拟电厂还处于发展初期，但随着新能源渗透率的提升以及新型电力系统的逐步完善，虚拟电厂市场空间有望打开。维持行业“推荐”评级。**个股方面，**建议关注朗新科技、国能日新、恒实科技、南网能源、东方电子、万胜智能、远光软件、国网信通。

■ **风险提示：**政策变动风险；电力市场建设进度不及预期；新能源装机不及预期；重点关注公司业绩不及预期；行业竞争加剧；中国与国际同行并不具备完全可比性，相关数据仅供参考。

目录

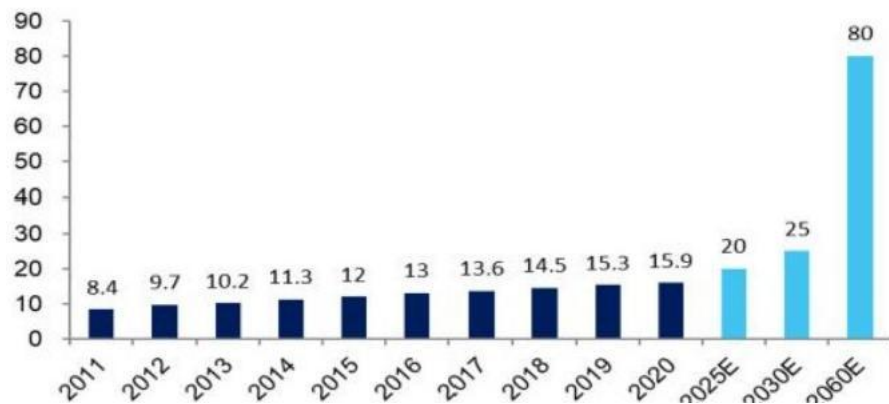
1 虚拟电厂：需求侧响应的延伸	6
1.1背景：能源绿色转型，电力系统调节能力要求提升.....	7
1.2 定义：通过数字化手段聚合分布式能源的软件平台系统.....	8
1.3原理：聚合分布式能源，削峰填谷、参与电力市场.....	9
1.4分类：电源型、负荷型、储能型、混合型.....	10
2 欧美电力市场成熟，虚拟电厂已实现商业化	11
2.1 收入模式：削峰填谷收入、用户用电成本优化分成.....	12
2.2 德国：发电侧分布式能源聚合为主，独立虚拟电厂是主要参与方.....	13
2.3 美国：负荷侧资源聚合为主.....	15
3 国内现状：邀约型向市场化过渡	17
3.1 政策支持：鼓励虚拟电厂建设，增强电力系统调节能力.....	18
3.2 运作机制：邀约—响应—激励.....	19
3.3 实践：国家电投-首个虚拟电厂参与电力现货市场盈利案例.....	20
3.4 前景：到2025年虚拟电厂投资有望达815亿元.....	22

一、虚拟电厂：需求侧响应的延伸

1.1背景：能源绿色转型，电力系统调节能力要求提升

- **新能源装机比例提升，传统电力系统“源随荷动”的运行模式亟须向“源荷互动”转变。**在碳中和、碳达峰目标的驱动下，我国能源绿色转型进度加速。然而，新能源发电严重依赖于光照强度、风力强度等自然因素指标，总体上具有随机性、间歇性和波动性的特点；与此同时，新能源装机比例及用户侧间歇性负荷的进一步增长，对电力系统灵活调节能力提出了越来越高的要求。传统“源随荷动”的运行模式亟须向“源荷互动”转变，“虚拟电厂”应运而生。

图表1:我国非化石能源消费比重及未来预期目标(%)



1.2定义：通过数字化手段聚合分布式能源的软件平台系统

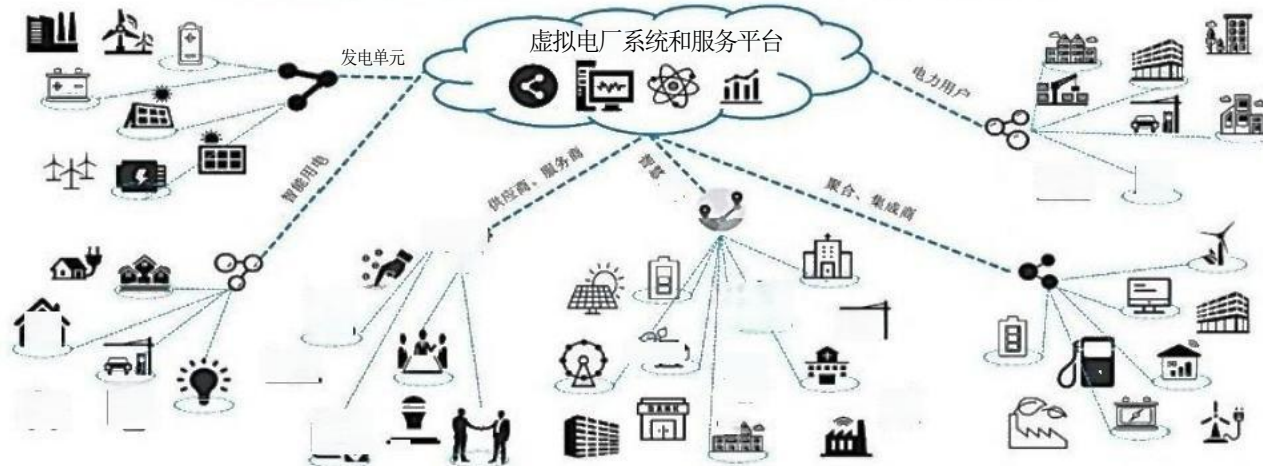
- 虚拟电厂顾名思义就是虚拟化的电厂，起到发出电能，参与能量市场；通过调节功率来参与辅助服务市场调峰、调频等作用。
- 其核心思想就是把各类分散可调电源、可控负荷、储能聚合起来，通过数字化的手段形成一个虚拟的电厂来做统一的管理和调度。所以，虚拟电厂本质上是一套软件平台系统，它聚合了现有的分布式资源，并通过协同控制，参与电力市场。

图表2: 传统电力能源生态系统和虚拟电厂能源生态系统示意图



传统电力能源生态系统：发输配用界限清晰；源随荷动；生产者、消费者关系明确。

虚拟电厂能源生态系统：发输配用界限交叉；源荷互动；生产者、消费者关系兼具。

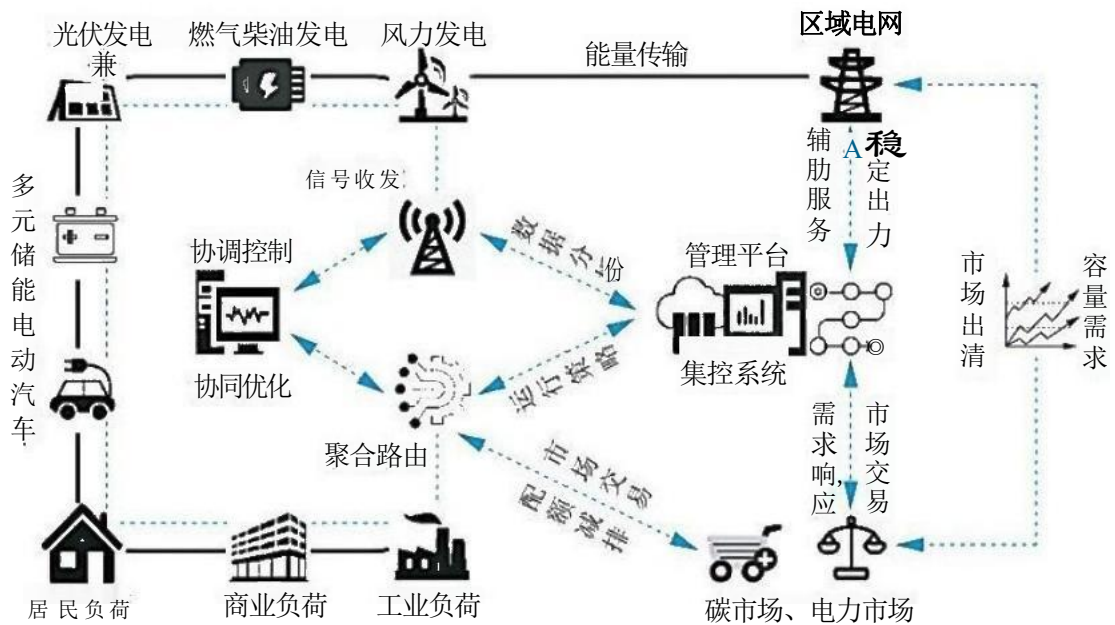




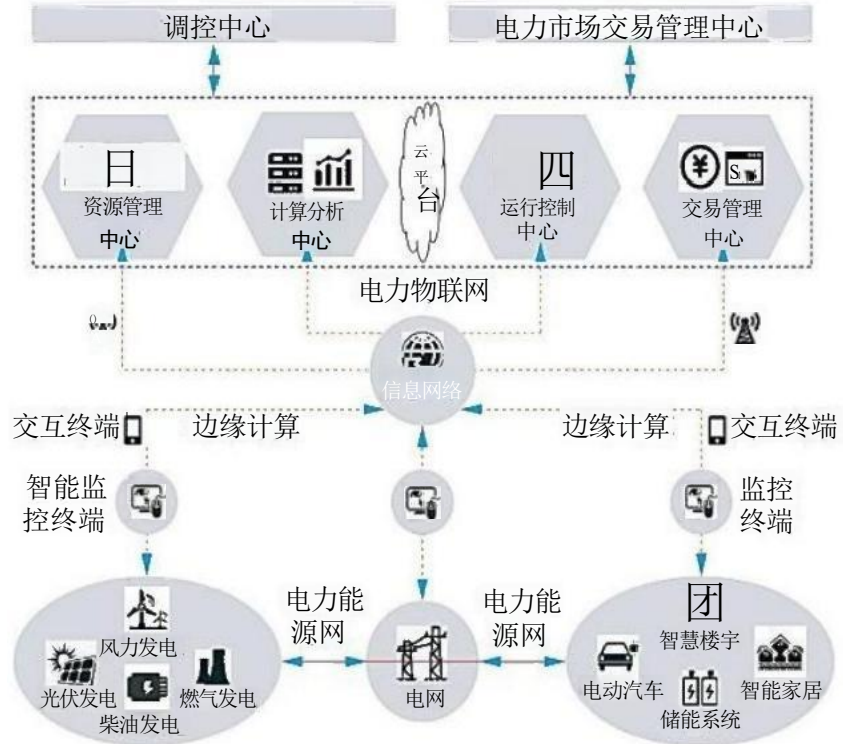
1.3原理：聚合分布式能源，削峰填谷、参与电力市场

虚拟电厂可以看作需求侧响应的延伸版。需求侧响应主要是削峰，主要针对用户负荷；虚拟电厂则是削峰和填谷兼顾，部分具有储能特征，源、网、荷、储都包含在内。

图表3：虚拟电厂结构示意图



图表4: 虚拟电厂平台架构示意图



1.4分类：电源型、负荷型、储能型、混合型

• 虚拟电厂聚集了分布式能源(发电)、储能(充电/放电)、可控负荷(用电)等，可根据实际的组成将其划分为以下4类：

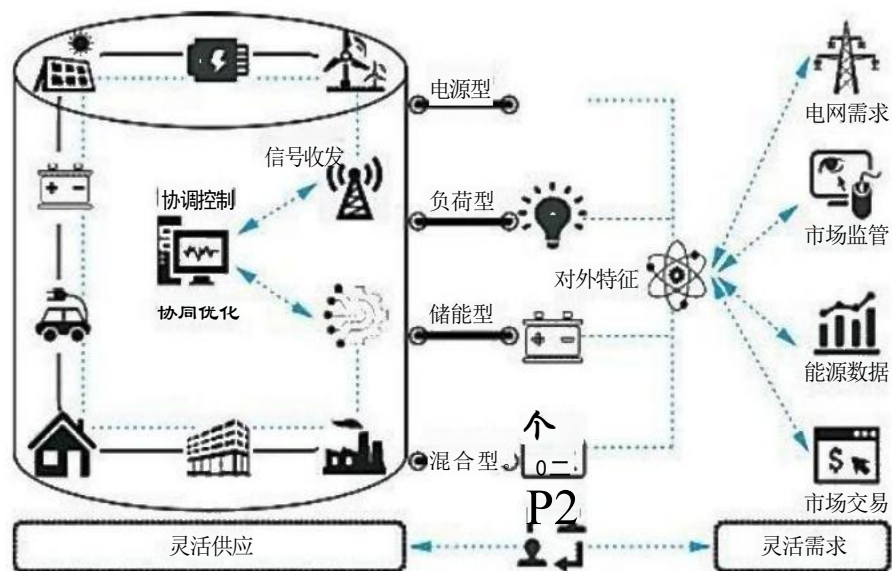
1 **电源型虚拟电厂**：具有能量出售的能力，可以参与能量市场，并视实际情况参与辅助服务市场；

2 **复合型虚拟电厂**：具有功率调节能力，可以参与辅助服务市场，能量出售属性不足；

3 **储能型虚拟电厂**：可参与辅助服务市场，也可部分时段通过放电来出售电能；

4 **混合型虚拟电厂**：全能型角色。在国外案例中，日本和德国以储能和分布式电源作为虚拟电厂的主体，美国则是以可控负荷为主，规模已占尖峰负荷的5%以上。

图表5:虚拟电厂对外特征示意

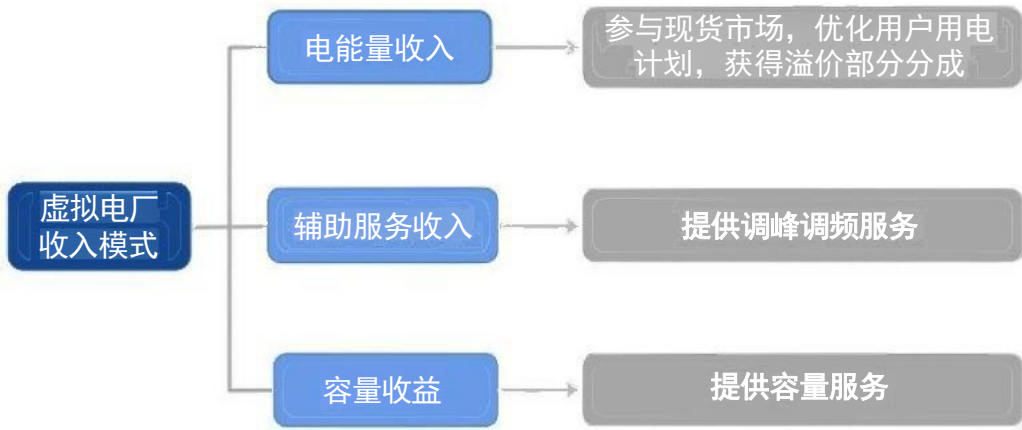


一、欧美电力市场成熟，虚拟电厂已实现商业化

2.1收入模式：削峰填谷收入、用户用电成本优化分成

- 虚拟电厂商业模式是参与现货市场、辅助服务市场，提供需求侧响应或容量服务赚取削峰填谷收入，或为通过优化管辖内用户用电计划，获取溢价分成。
- 欧洲和美国电力现货市场/辅助服务市场已比较成熟，虚拟电厂已完全实现商业化。我国新型电力市场还处于完善中，虚拟电厂主要由政策引导来参与市场。

图表6: 虚拟电厂收入模式



图表7: 山东省需求侧响应资金来源

年份	相关文件	补偿费用来源
2020年	《2020年全省电力需求响应工作方案》	紧急型削峰、填谷需求响应补偿费用计入供电成本，经济型削峰、填谷需求响应补偿费用暂从电网公司参与跨省区可再生能源现货市场试点形成的资金空间支出。
2021年	《2021年全省电力需求响应工作方案》	紧急型削峰、填谷需求响应补偿费用按照国家有关政策进行分摊疏导；经济型削峰响应补偿待电力现货市场连续长周期结算运行时予以明确；经济型填谷需求响应无补偿费用。
2022年	《2022年全省电力可中断负荷需求响应工作方案》	需求响应资金由全省工商业用户、相关发电企业进行分摊，削峰需求响应补偿费用按全省工商业用户在需求响应执行时段的用电量进行分摊，填谷需求响应补偿费用按省内核电机组、集中式新能源厂站、火电机组在需求响应执行时段上网电量进行分摊。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/188126045074006041>