



公用事业

优于大市（维持）

证券分析师

倪正洋

资格编号：S0120521020003

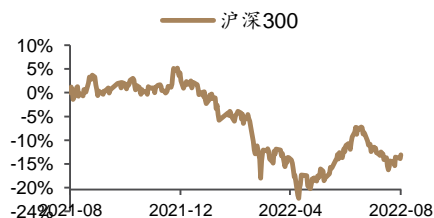
邮箱：nizy@tebon.com.cn

联系人

郭雪

邮箱：guoxue@tebon.com.cn

市场表现



相关研究

- 1.《穗恒运 A (000531.SZ): 乘新能发展之势,“穗”有成长》, 2022.7.20
- 2.《电力系列报告(一): 火电灵活性改造-破新能消纳困境, 筑火电转型之基》, 2022.7.2
- 3.《氢能系列报告(一): 氢燃料电池-“氢”风杨柳万千条, 百亿市场尽舜尧》, 2022.5.26

电力系列报告(二): 虚拟电厂-电改东风已至, 广阔蓝海将成

投资要点:

- **虚拟电厂是解决电网尖峰负荷最经济的选项之一。**随着中国经济的快速发展, 电力需求继续保持增长态势。从电力结构来看, 三产和居民消费占比不断增加, 时段性需求带来电力负荷特性恶化, 用电峰谷差拉大, 尖峰负荷拔高且短暂。根据国网推算, 通过建设煤电机组满足经营区内 5% 的峰值负荷, 需要投资 4000 亿元, 而通过虚拟电厂的建设、运营与激励, 则仅需约煤电投资的 1/10, 虚拟电厂经济性更高。虚拟电厂是基于 IOT、云服务、AI 等信息技术将可控负荷、分布式电源、储能等资源汇聚起来, 并以虚拟化的“电厂”参与电力市场, 随着国内分布式电源、储能资源的快速建设以及 IOT 技术的发展, 虚拟电厂将逐步为稳定电网安全做出更大贡献。
- **国内虚拟电厂仍处初级阶段, 未来具备广阔空间。**虚拟电厂的发展包括邀约型、市场型、自主调度型三个阶段。由于我国电力市场建设还不够完善, 当前虚拟电厂仍处于邀约阶段。在邀约模式下, 以政府为主导, 电网负责数据搜集及管理, 负荷聚合商(虚拟电厂运营商)负责实施并协调用户, 目前, 以江苏、浙江、上海、冀北等地的试点为主, 盈利模式还比较单一, 收入来源主要为政府补贴及参与电力辅助服务市场, 由于补贴资金来源的有限, 整体市场规模仍比较小。从虚拟电厂运营商的类型来看, 主要包括聚集需求侧资源的负荷聚合商以及聚焦虚拟电厂软件平台建设的技术服务商, 虚拟电厂运营商的负荷聚集能力及数据监测能力也是其未来发展的核心竞争优势。从竞争格局来看, 由于行业处于启动期, 行业集中度很低, 以广州市为例, 2021 年 8 月至今参与虚拟电厂项目的企业, 其主营业务分别为售电/综合能源业务/充电桩制造建设运营/能源数字化/电力工程/电力设备制造的企业数量分别为 4/6/5/2/7/1, 行业集中度很低。从市场空间来看, 在政策驱动下, 未来虚拟电厂或将具备广阔发展空间, 预计 2025/2030 年虚拟电厂市场规模分别为 497.73/881.53 亿元。
- **对比海外市场发展, 国内虚拟电厂业务仍具较大提升空间。**从欧洲虚拟电厂发展来看, 可再生能源的快速发展让欧洲成为虚拟电厂的先行者, 其中德国在虚拟电厂的发展处于前列, 目前德国已实现虚拟电厂商业化, 可将分布式电源、储能与可调负荷结合开展业务, 通过电力市场的灵活电价, 引导电厂优化发电成本, 实现最大化收益, 此外, 德国虚拟电厂运营商还可参与电力辅助服务, 通过电网系统辅助服务(调频、调峰)等获取佣金。以德国领先的虚拟电厂运营商 Next Kraftwerk 为例, 其根据风电、光伏、生物质发电、水电的不同特性, 参与不同的电力服务, 实现了收益的最大化, 同时通过 NEMOCS 软件系统, 实现了聚合资源、监控数据、数据处理、优化资产运营、实施个体控制等功能。从美国虚拟电厂的发展来看, 美国电价的持续上涨催生了户用光伏需求, EIA 数据显示, 2001 年至 2021 年这 20 年间, 美国零售电价上涨了 53%, 带动了户用光伏装机规模快速提升, 为虚拟电厂的发展构建了基础。以特斯拉为例, 其通过推出家用储能电池 Powerwall, 并联合公用事业公司布局虚拟电厂业务。具体模式是公用事业公司以低折扣价格为客户提供特斯拉储能系统。并要求客户将储能系统部分容量用于电网平衡, 以此实现与客户共享收入。
- **投资建议:** 全球气温升高及经济的快速发展, 尖峰负荷拔高且短暂, 为保障更经济地实现电力供应, 避免拉闸限电, 需求侧响应受到广泛关注, 此外, 随着分布式电源、储能的发展, 虚拟电厂可聚合的负荷量逐渐提升。同时, 电力市场的日趋成熟,

也为虚拟电厂的发展带来强大支撑。建议关注：布局智慧能源系统，具备虚拟电厂业务支撑能力的【朗新科技】；已开展虚拟电厂业务并持续布局的【国能日新】；全面投入综合能源服务并布局虚拟电厂资源的【恒实科技】；面向电力企业可提供虚拟电厂平台建设运营服务的【国网信通】。

- **风险提示：**政策推进不及预期、电力市场发展不及预期、技术创新不及预期。

内容目录

1. 虚拟电厂是满足电网尖峰负荷最具经济性的选项	6
1.1. 电力需求保持增长，尖峰负荷逐步拔高	6
1.2. 虚拟电厂可聚合海量负荷资源，快速响应削峰填谷	7
2. 我国虚拟电厂仍处初级阶段，具备广阔市场空间	10
2.1. 国内虚拟电厂运营模式处于邀约阶段，盈利模式单一	10
2.2. 市场竞争处于启动期，政策驱动快速成长	13
2.3. 政策驱动快速成长，未来具备广阔空间	15
3. 对标海外市场发展，看未来行业发展	17
3.1. 德国 Next Kraftwerk：按照电源特性，优化资产运营，获取最大收益	17
3.2. 美国 Tesla：积极布局储能电池 Powerwall，切入虚拟电厂运营	19
4. 投资建议	22
5. 风险提示	22

图表目录

图 1: 2003-2021 年全社会用电量 (亿千瓦时) 及同比增长率 (%)	6
图 2: 第三产业和城乡居民生活用电占比不断提升	6
图 3: 采用虚拟电厂满足国网经营区内 5%峰值负荷所需的投资成本仅为建设煤电的 1/10	6
图 4: 虚拟电厂的定义	7
图 5: 2014-2019 年度国内开展削峰需求响应负荷情况	8
图 6: 2020-2025 年中国分布式电源装机规模 (单位: GW)	9
图 7: 虚拟电厂平台架构示意	9
图 8: 虚拟电厂运营模式发展的三个阶段	10
图 9: 政府主导下的邀约型需求侧响应运营模式	10
图 10: 虚拟电厂产业链体系	13
图 11: 2021 年 8 月-2022 年 7 月广州市参与虚拟电厂项目的各类别企业数量	15
图 12: 2021 年部分国家风光发电量占其总发电量比例	17
图 13: 2012-2021 年德国各类电源发电量占总发电量比例	17
图 14: 德国虚拟电厂案例	18
图 15: 2013-2021 年 Next Kraftwerke 管理负荷规模 (MW)	18
图 16: Next Kraftwerke 业务一模式图	19
图 17: Next Kraftwerke 业务二模式图	19
图 18: Next Kraftwerke 软件系统 NEMOCS	19
图 19: 1990-2023 年美国零售电价预测值 (美分/千瓦时)	20
图 20: 特斯拉储能布局	20
图 21: Powerwall 储能示意图	21
图 22: Powerwall 操作界面	21
图 23: 特斯拉基于 Autobidder 软件进行电力市场的实时市场操作	21
表 1: 虚拟电厂资源的主要类型	7
表 2: 部分行业可控负荷特点	8
表 3: 国内外虚拟电厂核心技术	10
表 4: 中国虚拟电厂实践案例	11
表 5: 全国需求侧响应补贴政策	11
表 6: 部分企业虚拟电厂布局概况	13

表 7: 各地方对虚拟电厂项目的准入条件.....	14
表 8: 各地方密集出台政策加快虚拟电厂参与电网调控.....	15
表 9: 2025 年全国虚拟电厂运营商市场空间测算.....	16
表 10: 2030 年全国虚拟电厂运营商市场空间测算.....	16
表 11: NEMOCS 的主要功能特点.....	19

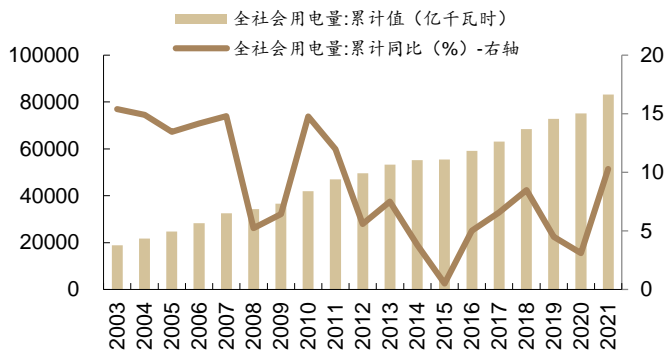
1. 虚拟电厂是满足电网尖峰负荷最具经济性的选项

1.1. 电力需求保持增长，尖峰负荷逐步拔高

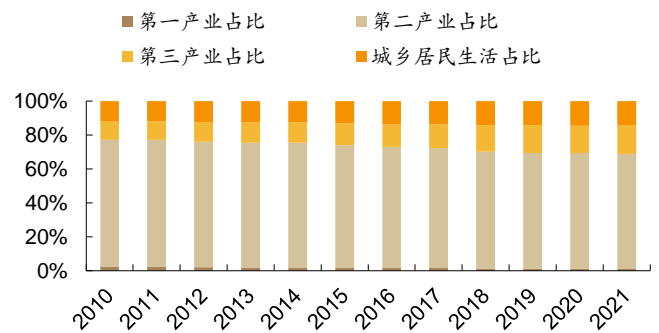
全国用电峰谷差拉大，尖峰负荷逐步拔高。Wind 数据显示，2021 年中国全社会用电量为 8.31 万亿千瓦时，同比增长 10.30%，继续保持增长态势。用电结构方面，2021 年第三产业、城乡居民生活用电占比分别为 17.12%/14.13%，分别较 2011 年提升 6.26/2.18 个百分点，第三产业和居民生活用电的占比均不断增加，而第三产业和居民生活用电均具有显著的时段性，电力负荷曲线出现恶化，主要表现为用电峰谷差拉大，尖峰负荷拔高且短暂。

图 1: 2003-2021 年全社会用电量(亿千瓦时)及同比增长率(%)

图 2: 第三产业和城乡居民生活用电占比不断提升



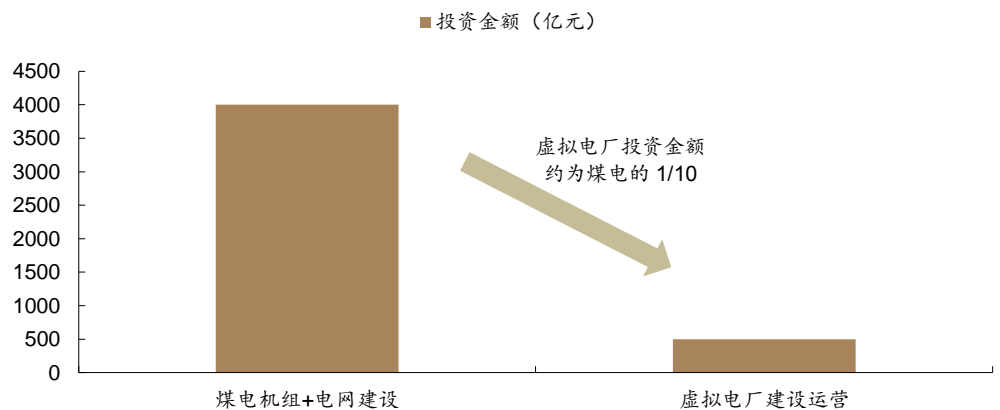
资料来源: Wind, 德邦研究所



资料来源: Wind, 德邦研究所

虚拟电厂是满足尖峰负荷的重要手段。随着用电负荷特性持续恶化，电网负荷尖峰短而高，如果单纯依靠增加电源来满足 100% 的负荷需求要付出极大的代价。根据袁家海所著的《中国电力供应安全的经济性分析与保障路径研究》，“电网负荷的新常态下，中国的电力安全观也应有所调整，若需求响应规模可达最大负荷的 5%，则电力规划不应以 100% 最大负荷为负荷平衡条件，95% 更为经济、科学，剩余的 5% 则可以由需求响应、储能和新型可调度新能源（风电+储能、光伏+储能、光热、可再生能源集成虚拟电厂）等资源来满足”。根据国网测算，通过建设煤电机组满足其经营区内 5% 的峰值负荷，需要投资 4000 亿的电厂和配套电网，而通过发挥需求侧资源满足峰值负荷需求，投资规模仅约 1/10，虚拟电厂的经济价值凸显。

图 3: 采用虚拟电厂满足国网经营区内 5% 峰值负荷所需的投资成本仅为建设煤电的 1/10



资料来源: 北京大学能源研究院, 国家电网, 德邦研究所

1.2.虚拟电厂可聚合海量负荷资源，快速响应削峰填谷

虚拟电厂（Virtual Power Plant,简称 VPP），其核心思想就是通过运用 IOT、云服务、AI 等信息技术和软件系统将分布式发电、需求侧和储能资源汇聚起来，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，同时作为主体参与电力市场。

虚拟电厂既可以作为“正电厂”向系统供电调峰，又可作为“负电厂”加大负荷消纳，配合系统填谷，既可快速响应指令，配合保障系统稳定并获得经济补偿，也可等同电厂参与到电力市场交易、电力辅助服务交易等。

图 4：虚拟电厂的定义



资料来源：东南大学需求侧管理研究所，德邦研究所

从资源端来看，虚拟电厂资源包括可控负荷、分布式电源、储能三类。虚拟电厂的发展是以三类可控资源的发展为前提的，分别是可控负荷、分布式电源与储能，以上三类电源在现实中往往糅合在一起，作为虚拟电厂的控制单元。

表 1：虚拟电厂资源的主要类型

定义	主要类型	市场规模
可控负荷 在电网高峰时段或紧急状况下，电力用户可以中断的负荷部分	对商业和公共建筑，可控负荷主要为楼宇空调、照明、动力负荷；对居民而言，主要包括分散式空调、电热水器、电冰箱、充电桩等	经测算，国家电网经营区可调节负荷远期理论潜力可到达 9000 万千瓦，未来 3-5 年，通过加强技术研发、完善补贴政策和交易机制，可力争实现 4000-5000 万千瓦
分布式电源 在用户现场或靠近用电现场配置的较小的发电机组，以满足特点用户的需要	包括小型燃机、光伏、风电、水电、生物质、燃料电池等或这些发电的组合	截至 2018 年底，我国分布式电源装机规模约为 6000 万千瓦，其中分布式光伏 5000 万千瓦，分布式天然气发电 300 万千瓦，分散式风电 400 万千瓦
储能 通过介质把能量存储起来，在需要的时候再进行释放	电化学储能、电磁储能、机械储能等	截至 2019 年 12 月，我国已投运电化学储能累计装机容量为 171 万千瓦，初步形成电源侧、电网侧、用户侧“三足鼎立”局面

资料来源：王鹏等著《走进虚拟电厂》，德邦研究所整理

可控负荷中，非连续工业负荷是首选优质资源。各类负荷能否参与虚拟电厂以及参与度的大小除受外部价格信号影响外，更多与负荷的调节能力有关，一般而言，使用频次低、可调节时段长、响应时间快，则负荷的调节能力则较高。综合

来看，可控负荷资源潜力的大小由“可调节能力”和“价格敏感度”两大因素决定，即单个用户可调节能力大、价格敏感度高，则具有规模开发的基本条件。在实际运行层面，工业中非连续生产作业，其可调节能力大、价格敏感度高，用户可调资源潜力大。

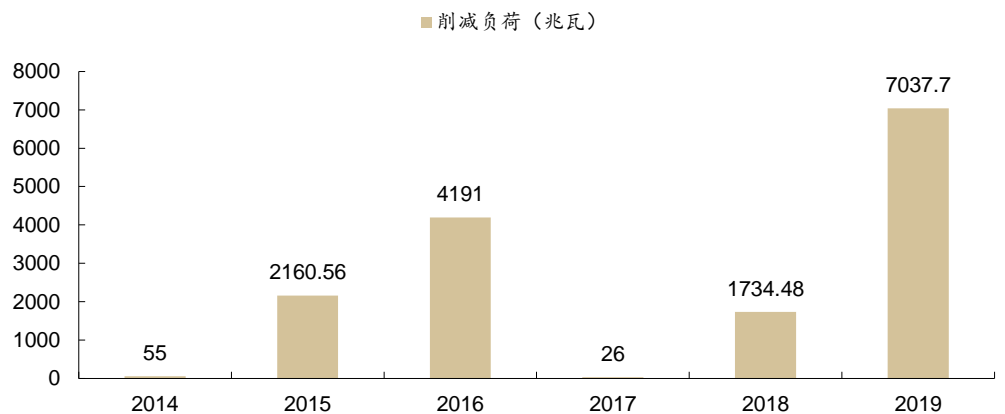
表 2：部分行业可控负荷特点

行业	领域	可靠性要求	日负荷特性	单个用户可调节能力	价格敏感度
工业	连续生产	高	连续	高	低
	非连续生产	较高	间歇	高	高
建筑	公共建筑	高	较连续	低	低
	商业建筑	不高	间歇	较高	中
	居民建筑	高	间歇	低	低
交通	电动汽车	较高	间歇	低	高
	港口岸电	较高	间歇	低	高

资料来源：王鹏等著《走进虚拟电厂》，德邦研究所整理

可控负荷距离调峰目标仍有一定差距。根据 2021 年国家发改委发布的《国家发展改革委关于做好 2021 年能源迎峰度夏工作的通知》，要求“提升市场化需求侧调峰能力，充分发挥电能服务商、负荷集成商、售电公司等市场主体资源整合优势，引导和激励电力用户挖掘调峰资源，参与系统调峰，形成占年度最大用电负荷 3% 左右的需求响应能力。”2019 年，受高温影响，我国实施削峰需求响应 17 次，削峰负荷达 7037.70 兆瓦。按照 2019 年 7 月最高用电负荷 10.53 亿千瓦的 3% 来计算，需要灵活负荷 3159 万千瓦，现有的需求侧响应调峰能力距离目标仍然有较大差距。主要原因是当前我国电力市场改革仍处在初期，分时电价与辅助市场交易机制还不够完善，导致用户与负荷运营商参与动力不足。

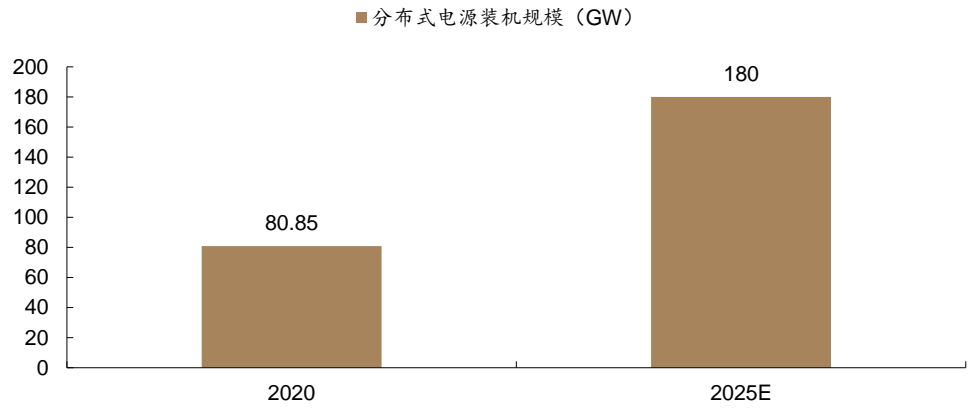
图 5：2014-2019 年度国内开展削峰需求响应负荷情况



资料来源：中国电力网，德邦研究所

分布式电源规模快速增长。分布式电源是指在用户现场或靠近用电现场配置较小的发电机组，以满足特定用户的需要，具有经济性、灵活性的特点。目前，国内对分布式能源的界定和统计还处于不严谨的状态。华经产业研究院数据显示，截至 2020 年底，分布式光伏约为 78.15GW，分布式风电约为 1.2GW。前瞻产业研究院数据显示，截至 2019 年底，分布式天然气发电约为 1.5GW，因此粗略估计 2020 年分布式电源装机规模为 80.85GW。国家电网数据显示，2025 年国网区域分布式电源装机规模为 1.8 亿千瓦时，按此计算，预计十四五期间分布式电源装机的复合增速为 17.36%，保持快速增长态势。

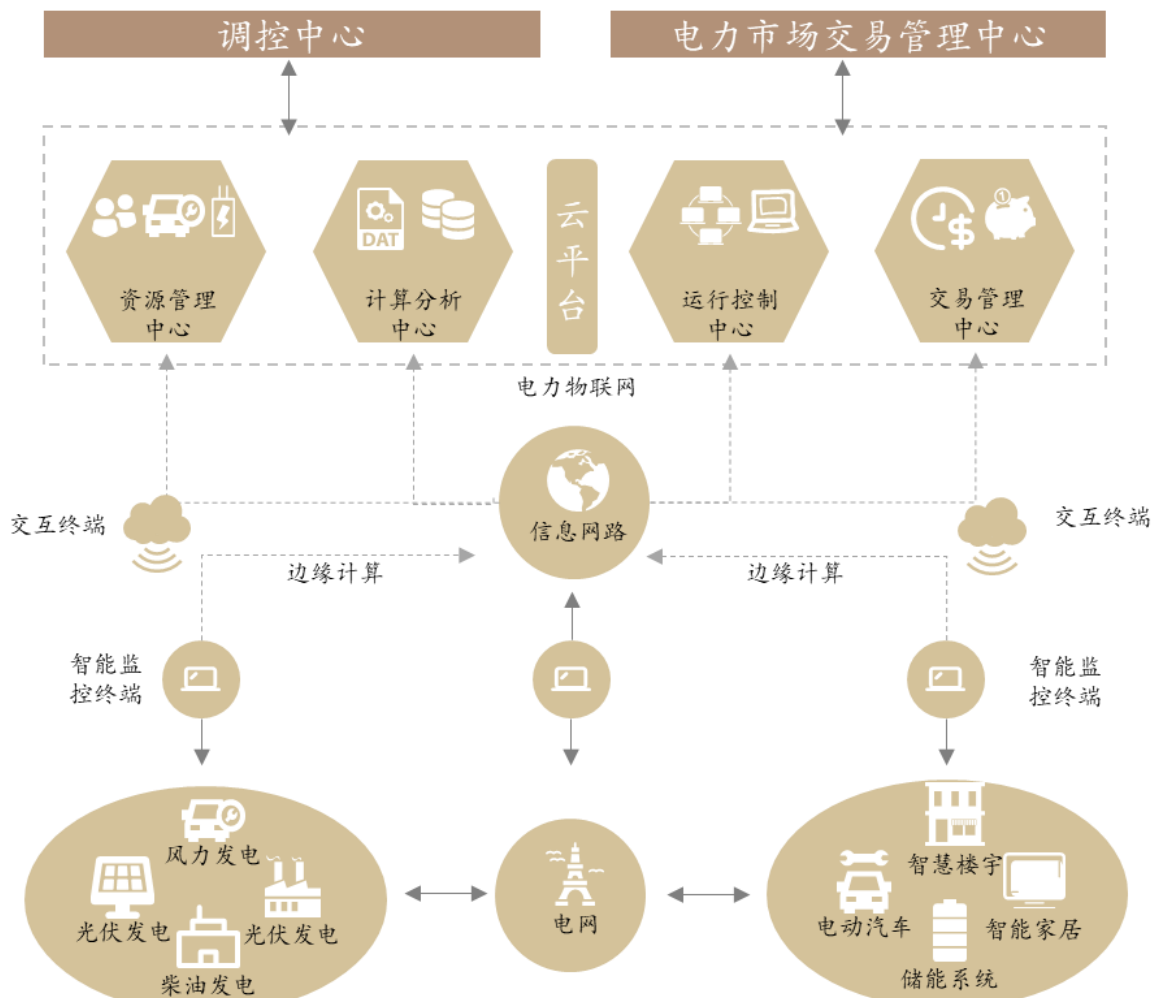
图 6：2020-2025 年中国分布式电源装机规模（单位：GW）



资料来源：华经产业研究院，前瞻产业研究院，国家电网，中国光伏行业协会，德邦研究所整理

从技术端来看，主要包括计量技术、通信技术、智能调度决策技术、信息安全防护技术四类。精准的计量是虚拟电厂建立的基础，可靠的通信是虚拟电厂可靠生产的条件，智能调度决策技术是虚拟电厂发挥作用的重要保证，而信息防护技术是保证虚拟电厂稳定运行的底线思维。

图 7：虚拟电厂平台架构示意



资料来源：钟永浩等著《虚拟电厂基础特征内涵与发展现状概述》，德邦研究所

表 3：国内外虚拟电厂核心技术

核心技术	重要性	主要做法
计量技术	精准的计量才能为虚拟电厂的调度、生产提供依据	精准计量用户侧电、热、气、水等耗量，建立精准的能源网络供需平衡
通信技术	安全、可靠的通信是虚拟电厂可靠生产的条件，控制中心只有接受各子系统的状态信息、电力市场信息等，才能根据信息进行决策、调度、优化	目前可利用包括互联网、虚拟专用网、电力线路载波、无线通信等技术，在此基础上还需要开发 VPP 专用的通信协议和通用平台
智能调度决策技术	智能调度是虚拟电厂发挥作用的保证。	控制中心需要收集、处理大量用户需求信息、子系统运行信息、电力市场价格信息等，并根据收集的信息，建立完善的数据模型及优化算法
信息安全防护技术	做好系统安全防护、强化边界防护、提高内部安全防护能力，保证信息系统安全极为重要	在当前针对工业控制系统的安全防护技术和面向用户的用电信息系统防护技术基础上，发展与虚拟电厂相适应的大型综合用电信息系统安全技术也是未来虚拟电厂发展中必须重视的问题。

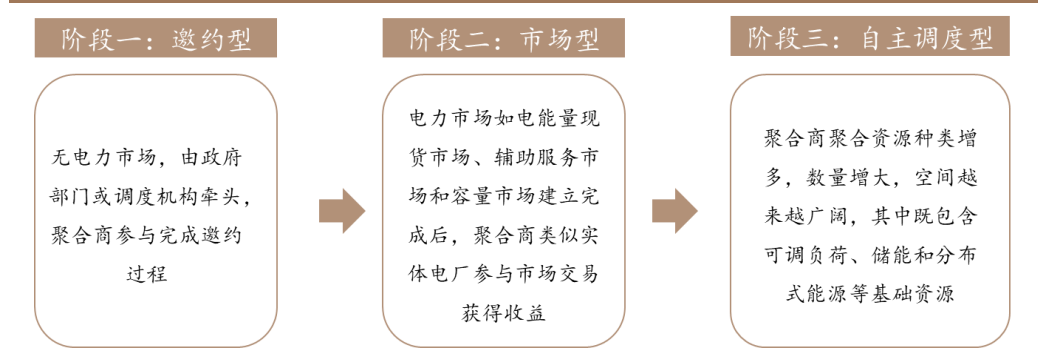
资料来源：杨晓已等著《虚拟电厂技术现状及展望》，德邦研究所

2. 我国虚拟电厂仍处初级阶段，具备广阔市场空间

2.1. 国内虚拟电厂运营模式处于邀约阶段，盈利模式单一

虚拟电厂运营模式发展包括三大阶段，我国仍处于最初级阶段。从虚拟电厂的发展阶段来看，依次可以分为邀约型、市场型、自主调度型。在第一阶段，由于电力市场建设不够完善，可通过政府部门或调度机构进行邀约，并由负荷聚合商响应，当前我国各省市试点的虚拟电厂以邀约型为主，其中以江苏、上海、广东等省市开展得比较好。在第二阶段，电力市场建设较为完善，负荷聚合商可以直接参与到电力市场进行交易，报价机制更为市场化。在第三阶段，负荷聚合商可实现跨区域自由调度。

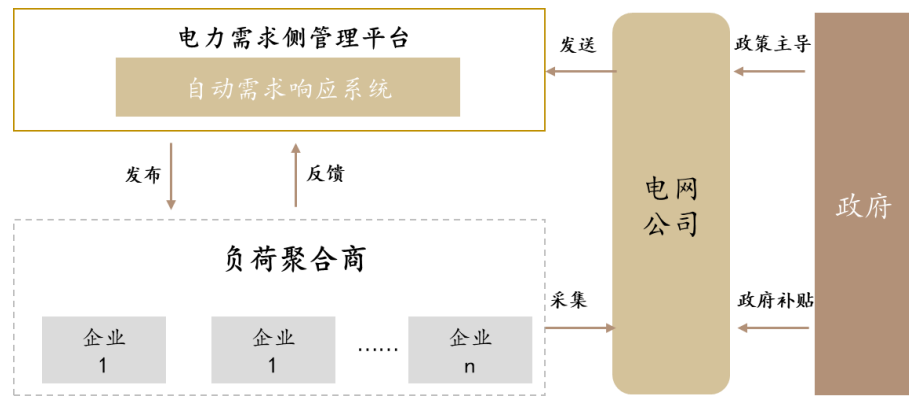
图 8：虚拟电厂运营模式发展的三个阶段



资料来源：王鹏等所著的《走进虚拟电厂》，德邦研究所整理

邀约型运营模式：政府主导，电网实施，负荷服务商负责协调，全社会共同参与。邀约型模式下，电网基于收集和统计的数据，设计出需求侧响应的种类，供用户或负荷集成服务商选择，用户根据自身实际情况(包括改变生产计划成本、预期的削减负荷能力和舒适度等)判断是否签订合同。当用户签订合同后，电网公司在系统出现紧急情况时确定需求侧响应负荷量，进行调度安排，并按合约规定将信息发送给客户，用户按照规定削减负荷，否则将处以惩罚。

图 9：政府主导下的邀约型需求侧响应运营模式



资料来源：王鹏等所著的《走进虚拟电厂》，德邦研究所整理

各省开展的虚拟电厂项目以试点为主。目前江苏、浙江、上海、冀北等地均开展了虚拟电厂的实践，其中江苏主要参与的是需求侧响应市场，上海主要以聚合商业楼宇空调资源为主开展虚拟电厂试点，冀北主要参与华北辅助服务市场为主，从已开展的项目来看，目前已建的虚拟电厂平台水平参差不齐，没有统一的标准和接口，主要还是分散的不同市场主体自建虚拟电厂为主。

表 4：中国虚拟电厂实践案例

地区	主要场景	试点项目	主要响应资源	特点
江苏	需求响应、新能源消纳等	“大规模源网荷友好互动系统”、大规模源网荷示范工程等	可中断/可调节负荷	源网荷控制系统、国内规模最大
浙江	需求响应、削峰填谷等	丽水虚拟电厂、宁海虚拟电厂示范项目、宁波离网光储系统式虚拟电厂等	储能设施、充电桩、居民、楼宇等	国内单次响应体量最大
上海	商业楼宇能源管理、削峰填谷等	地区（黄浦）商业建筑需求侧管理示范项目、虚拟电厂运营项目试点等	工商业负荷、储能等	以商业楼宇为主虚拟电厂体系
冀北	新能源消纳、广域需求响应等	冀北泛在电力物联网虚拟电厂示范工程等	光伏、电采暖等	多主体参与

资料来源：36氪研究院，德邦研究所

盈利模式比较单一。虚拟电厂运营的收入主要来源于参与需求侧响应获得的补贴收入，另外部分项目也通过参与电力辅助服务市场获得。从收入端来看，主要包括需求侧响应获得的补贴收入以及参与辅助服务市场交易收入，从成本端来看，虚拟电厂平台、终端成本仍然较高，自控、信息设备等投入成本。

各省市补贴方式存在差异，补贴资金大致可以分为三类：1) 国家及各省市设立的需求侧响应专项管理资金；2) 额外征收的差别电价收入，如用电高峰期加价的电价；3) 年度跨省区交易电量计划形成的购电价差盈余；

表 5：全国需求侧响应补贴政策

时间	省份	政策文件	补贴标准	资金来源
2022.06.14	宁夏	宁夏回族自治区电力需求响应管理办法	(1) 削峰响应: 2元/kWh; (2) 填谷需求: 0.35元/kWh	设立电力需求响应专项资金，通过辅助服务费用、尖峰电价、直接交易电量分摊等多种渠道拓宽资金来源
2022.06.06-2022.06.07	山东	关于印发《2022 年全省迎峰度夏有序用电方案》、《2022 年全省迎峰度夏有序用电用户轮停方案》、《2022	(1) 紧急型: 第一档不超过 2 元/kW·月；第二档 3 元/kW·月；第三档 4 元/kW·月	需求响应资金由全省工商业用户、相关发电企业进行分摊

		年全省电力可控负荷需求响应工作方案的通知	
2022.05.24	福建	《福建省电力需求响应实施方案(试行)》	(1) 申报价格上限=资金来源预算(电力调控中心提供的年度预计负荷缺口*缺口预计持续时间)用户需求响应补贴金额=该用实际响应负荷*响应时长*补贴价格系数*补贴单价 由省里统筹安排。鼓励各地方政府因地制宜列支财政专项资金用于电力需求响应激励,由属地统筹使用。
2022.04.30	重庆	《2022年重庆电网需求响应实施方案(试行)》	(1) 削峰响应:工业用户:10元/千瓦/次;电动汽车充换电站、冷库等用户:15元/千瓦/次。 (2) 填谷响应:1元/千瓦/次 市电力公司将需求响应总体情况及补贴测算结果报市经济信息委核实时,采用向售电公司(负荷聚合商)发放服务费、向电力用户退补电费方式实施。
2022.04.16	广东	《广东省市场化需求响应实施细则(试行)》	(1) 日前邀约:3500元/MWh虚拟电厂可响应容量下限0.3MW; (2) 可控负荷:5000元/MWh虚拟电厂可响应容量下限0.3MW 当现货市场发电侧市场考核及返还费用等资金无法覆盖需求响应费用时,按照需求响应各交易品种费用占总费用的比例,将现货市场发电侧市场考核及返还费用等资金支付至各交易品种,不足部分由需求地区全部电力用户按结算月份月度实际用电量比例分摊。
2022.04.07	河北	《河北省电力需求响应市场运营规则》	(1) 申报响应负荷最小单位为1kW,响应补贴价格最小单位为0.1元/kWh 按照“以支定收”的原则,面向全部高压工商业用户(含市场化交易用户、电网企业代理购电用户)当月高峰时段(含尖峰)用电量征收需求响应补贴费用。
2022.03.30	贵州	《贵州省电力需求响应实施方案(试行)》	(1) 响应价格单位为元/千瓦时,响应价格的上限Pi根据市场运行情况另行通知。 现阶段,市场用户的需求响应收益资金来源为:市场化交易偏差考核资金。
2022.01.19	安徽	《安徽省电力需求响应实施方案(试行)》	(1) 响应补偿-约时削峰响应:8元/kW-次;实时削峰响应:12元/kW-次;填谷响应:3元/kW-次 (2) 容量补偿-约时备用容量:旺季1元/kW月,淡季0.5元/kW·月;实时备用容量:旺季2元/kW·月,淡季1元/kW·月 独立参与需求响应用户的补偿费用,由省电力公司组织各市供电公司在结算电费时予以退补。
2021.12.30	广西	《广西电力市场化需求响应实施方案(试行)》	(1) 响应价格暂定为上限2.5元/kWh 现阶段,月度市场损益由需求地区广西电网的35千伏及以上市场用户(包括批发用户和零售用户)按当月市场电量(含超计划电量,下同)比例进行分摊。
2021.07.05	天津	《天津市2021年夏季电力需求响应实施细则》	(1) 紧急型:固定5元/kW,邀约型:固定2元/kW、竞价上限3元/kW 市工业和信息化局会同市财政局按照财政资金使用安排统一支付给参与响应主体
2021.06.18	湖北	《湖北省电力需求响应实施方案(试行)》	(1) 日前响应每天不超过2次,累计时间<4h,最高20元/kW; (2) 日内响应每天不超过2次,累计时间<4h,最高25元/kW 按照将2020年三峡增发电量对应的价差空间用于解决我省需求响应资金支出的有关规定,国网湖北电力按次对用户进行补贴资金核算,并在次季月底前完成结算。
2021.06.08	浙江	《关于开展2021年度电力需求响应工作的通知》	(1) 日前削峰-电量补贴:4元/kWh封顶 (2) 小时级-电量补贴:固定4元/kWh;容量补贴:旺季0.25元/kW·月 (3) 分钟级-电量补贴:固定4元/kWh;容量补贴:旺季1元/kW·月 (4) 秒级-电量补贴:固定4元/kWh;容量补贴:旺季0.1元/kW·月 (5) 填谷-容量补贴:5元/(kW-日) 2021年需求响应补贴资金来源于2020年跨区跨省间富余可再生能源电力现货交易购电差价盈余部分。试点实施的需求响应专项市场,补贴资金由所有市场化用户按照当月实际用电量占比分摊。
2021.05.21	陕西	《2021年陕西省电力需求响应工作方案》	(1) 削峰经济型非居民-调控时间≤2h,10元/kW-次;调控时间>2h,15元/kW-次 (2) 削峰经济型居民-调控时间≤2h,5元/kW-次;调控时间>2h,8元/kW-次 (3) 削峰紧急型非居民-调控时间≤1h,25元/kW-次;调控时间>1h,35元/kW-次 陕西省电力需求响应补贴资金通过增加年度跨省区交易电量计划形成的购电价差盈余疏导,并构建跨年度平衡机制,当年资金盈余纳入次年补贴资金规模,若出现差额则通过调增次年度跨省区交易电量计划调节。
2018.6.15	江苏	《江苏省电力需求响应实施细则(修订版)》	(1) 削峰-调控时间≤1h,10元/kW;1h<调控时间<2h,12元/kW;调控时间>2h,15元/kW (2) 填谷-谷时段:5元/kW;平时段:8元/kW 省经信委、省物价局对结算方案进行审核,确认需求响应可中断电价和可再生能源消纳补贴金额,省电力公司于次月内完成相关资金结算和兑现。

资料来源:北极星电力网,各地方政府,德邦研究所整理

2.2. 市场竞争处于启动期，政策驱动快速成长

从产业链来看，虚拟电厂产业链包括上游基础资源、中游负荷聚合商、下游电力需求方。其中基础资源包括可控负荷、分布式能源、储能三类。虚拟电厂运营商包括负荷聚合商和技术服务商，负荷聚合商具有一定负荷资源优势，可以聚合零散负荷资源开展服务，技术服务商则主要依托软件开发、模型算法等方面的优势，可以为负荷聚合商提供技术服务，或者直接参与交易。电力需求方包括电网公司、售电公司、大用户等，其中以国网和南网为主的电网公司是电力市场的主要买方。

图 10：虚拟电厂产业链体系



资料来源：36氪研究院，德邦研究所整理

国内虚拟电厂运营商包括负荷聚合商与技术服务商两类。1) 负荷聚合商，重点聚焦需求侧资源，通过预测需求侧的电力预测曲线，参与虚拟电厂项目，获得分成，如恒实科技。2) 技术服务商，重点聚焦虚拟电厂软件平台建设，为电网公司构建信息化服务平台，如国电南瑞、国网信通等。

表 6：部分企业虚拟电厂布局概况

公司名称	主营业务	企业布局
国电南瑞	专业从事电力自动化软硬件开发和系统集成服务	在虚拟电厂上形成了完备的技术和产品体系,可灵活支撑市场上的多种商业模式,优势在于丰富的电力系统运行经验。
国网信通	以“集成算力服务+能源数据服务”为基础,致力于提供能源行业多场景信息化融合服务。	已落地虚拟电厂示范项目。国网信通在天津市滨海新区惠风溪智慧能源小镇构建虚拟电厂系统,装机容量 75MW,可调负荷 36MW。未来计划在北京、江苏、上海、湖南、湖北等区域构建体量更大的虚拟电厂系统。
恒实科技	国内领先的智能大数据综合解决方案提供商和运营商	全程参与国网冀北电力公司虚拟电厂建设,在虚拟电厂规则制定、用户协议签订、智能终端安装与调试和市场化运营等方面具备丰富运营经验。

金智科技	在智慧能源业务板块,完成了电力自动化业务整个产业链的战略布局,业务包括电力产品业务、电力设计及总包业务、新能源投资运营业务三类业务	掌握虚拟电厂相关核心技术,包括分布式新电源优化协调控制、区域快速通信技术、区域快速控制技术、源荷储聚合控制技术等,是国家电网、南方电网的主要供应商。
国能日新	服务于新能源行业的软件和信息技术服务提供商	于2020年进入虚拟电厂领域,承接了国网综合能源服务集团有限公司虚拟电厂建设项目。已经组建了专门的虚拟电厂团队,开展虚拟电厂参与辅助服务市场的探索与实践,公司已经在河北、山东等地有了项目落地。
中国天楹	生活垃圾焚烧发电及蒸汽生产、污泥处理、餐厨垃圾处理、危险废弃物处理、建筑垃圾处理、污水处理、填埋气开发与利用、垃圾分类收运体系投资与运营等领域	发展风电、光伏、储能等新能源产业,落地能源大数据等新业态,形成以区块链能源数据集中管理平台为核心的区域零碳能源互联网中心和智能网联中心,构筑未来城市虚拟电厂。

资料来源:能源电力说, Wind, 德邦研究所

虚拟电厂运营商的负荷聚集能力与数据监测能力是其核心竞争优势。根据广州市工业和信息化局发布的《广州市虚拟电厂实施细则(征求意见稿)》,可参与广州虚拟电厂项目包括负荷聚合商和电力用户,其中负荷聚合商响应能力要求不低于2000千瓦,此外,参与实时响应的电力用户须具备完善电能在线监测与运行管理能力。综合来看,响应能力与数据在线监测能力是能否参与虚拟电厂项目的重要因素。

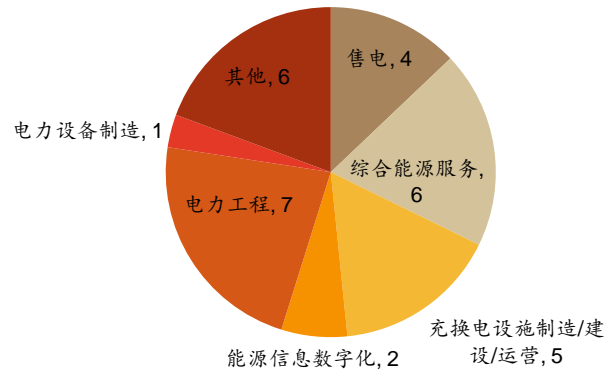
表7:各地方对虚拟电厂项目的准入条件

发布时间	发布机构	政策名称	参与虚拟电厂条件
2021年6月30日	广州市工业和信息化局	《广州市虚拟电厂实施细则》	1) 电力用户:削峰能力原则不超过最高用电负荷20%,响应持续时间不超过30分钟;大工业电力用户的响应能力不低于500千瓦,一般工商业电力用户的响应能力不低于200千瓦;参与实时响应的电力用户须具备完善的电能在线监测与运行管理系统、分钟级负荷监控能力。 2) 负荷聚合商:注册地在广州市,注册资金不低于500万元,总响应能力不低于2000千瓦;参与实时响应的电力用户须具备完善的电能在线监测与运行管理系统、分钟级负荷监控能力
2022年6月21日	山西省能源局	《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》	“负荷类”虚拟电厂运营应是具有山西电力市场交易资格的售电公司或电力用户;“一体化”虚拟电厂运营应是“一体化”项目主体或者授权代理商,并具有山西电力市场售电资格。

资料来源:广州市工业和信息化局,山西省能源局,德邦研究所整理

从竞争格局来看,行业处于启动期,行业集中度很低。以广州市为例,2021年8月,广州工信局开展虚拟电厂电力用户和负荷聚合商征集,至2022年7月,共公布7个批次虚拟电厂名单,包括31家负荷聚合商、89家电力用户。31家负荷聚合商中,其主营业务分别为售电/综合能源业务/充电桩设施制造建设运营/能源数字化/电力工程/电力设备制造的企业数量分别为4/6/5/2/7/1,整体行业竞争较为激烈,行业集中度很低,未来提升的空间巨大。

图 11: 2021 年 8 月-2022 年 7 月广州市参与虚拟电厂项目的各类别企业数量



资料来源: 能源电力说, 电力传媒, 德邦研究所

2.3. 政策驱动快速成长, 未来具备广阔空间

省市级层面虚拟电厂政策逐步出台, 区域目标逐步明晰。目前国家层面还未出台关于虚拟电厂的政策, 省市级层面有山西、上海、广州等地陆续出台了专项虚拟电厂的政策, 其中上海市要求“进一步建设虚拟电厂, 深化双向负荷调控能力规模”, 广州市要求“将虚拟电厂作为全社会用电管理的重要手段, 实现削峰填谷, 逐步形成约占我市统调最高负荷 3% 左右的响应能力”, 山西省要求“加快推进虚拟电厂建设, 扩大需求侧(储能)响应规模, 提升我省新能源消纳及需求响应能力, 形成源荷储发展良性循环”。

表 8: 各地方密集出台政策加快虚拟电厂参与电网调控

时间	发布机构	政策名称	政策内容
2020 年 9 月 17 日	上海市经济信息化委	《上海市经济信息化委关于同意进一步开展上海市电力需求响应和虚拟电厂工作的批复》	积极构建“城市电仓”, 进一步建设虚拟电厂, 深化双向负荷调控能力规模。统筹结合本市各领域需求侧管理, 优化资源配置, 促进清洁能源消纳, 缓解电网运行压力
2021 年 6 月 30 日	广州市工业和信息化局	《广州市虚拟电厂实施细则》	将虚拟电厂作为全社会用电管理的重要手段, 引导用户参与电网运行调节, 实现削峰填谷, 逐步形成约占我市统调最高负荷 3% 左右的响应能力, 建设广州市虚拟电厂管理平台, 引导用户建设企业用能管理系统, 优化用电负荷
2022 年 6 月 21 日	山西省能源局	《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》	将源网荷储协同互动作为提升电力系统调节能力和安全保障能力的重要举措, 以市场机制为依托, 以技术革新为动力, 加快推进虚拟电厂建设, 扩大需求侧(储能)响应规模, 提升我省新能源消纳及需求响应能力, 形成源荷储发展良性循环

资料来源: 上海市经济信息化委, 广州市工业和信息化局, 山西省能源局, 德邦研究所

虚拟电厂具备广阔市场空间。政策驱动下, 我国虚拟电厂预计将实现快速发展, 一方面随着市场机制及激励机制的完善, 需求侧响应规模逐步扩大, 另一方面分布式电源装机的快速提升将驱动虚拟电厂运营商拓展电能量市场交易业务, 虚拟电厂业务将迎来广阔发展机会。

分别测算虚拟电厂开展需求侧响应(削峰填谷)及参与电能量市场交易的营收。封红丽所著《虚拟电厂市场发展前景及实践思考》援引权威机构预计,2025年/2030年全社会最大负荷分别为15.7/17.7亿千瓦时。根据广州工信局发布的《广州市虚拟电厂实施细则》,要求“逐步形成约占广州市统调最高负荷3%左右的响应能力”,因此我们假设2025年/2030年全国虚拟电厂可调负荷占比分别为3%/5%。假设:全国以广州市需求侧响应模式为例进行推广,预测补贴价格取补贴区间均值,每天削峰响应时间为7小时,填谷响应时间为8小时,全年虚拟电厂参与削峰填谷的天数为120天,虚拟电厂参与需求侧响应的分成比例为25%,则2025年/2030年虚拟电厂需求侧响应市场规模分别为297.26/558.55亿元。

国家电网数据显示,2025/2030年国网区域分布式电源装机规模分别为1.8/2.9亿千瓦时,假设分布式电源发电利用小时数均为3000小时,假设虚拟电厂代替用户运营分布式电源并进行电力市场交易的分成比例为33%,则2025年/2030年虚拟电厂电能量市场交易规模分别为200.48/322.99亿元。综合来看,仅考虑虚拟电厂运营商开展需求侧响应与电能量市场交易业务,2025/2030年虚拟电厂市场规模分别为497.73/881.53亿元。

表 9: 2025 年全国虚拟电厂运营商市场空间测算

业务一：需求侧响应（削峰填谷）						
最大负荷（亿千瓦）	15.7					
虚拟电厂可调负荷占比	3%					
虚拟电厂可调负荷资源（亿千瓦）	0.471					
补贴价格	提前通知时间	预测补贴价格（元/千瓦时）	响应系数	比例（假设）	需求响应时间（h）	需求响应补贴（亿元）
邀约削峰响应	提前1天	2.5	1	30%	840	297
	>4小时	2.5	1.5	15%	840	223
实时削峰响应	/	5	3	5%	840	297
邀约填谷响应	提前1天	1	1	30%	960	136
	>4小时	1	1.5	15%	960	102
实时填谷响应	/	2	3	5%	960	136
虚拟电厂分成比例	25%					
需求侧响应业务收入（亿元）	297.26					
业务二：电能量市场交易（协助交易）						
分布式电源装机规模（亿千瓦）	1.8					
分布式电源利用小时数（小时/年）	3000					
虚拟电厂分成比例	33%					
电力市场交易业务收入（亿元）	200.48					
虚拟电厂收入合计（亿元）	497.73					

资料来源：国际能源网，封红丽等所著《虚拟电厂市场发展前景及实践思考》，广州工信局，国家电网，广东电网，国网经研院，广东发改委，德邦研究所测算

表 10: 2030 年全国虚拟电厂运营商市场空间测算

业务一：需求侧响应（削峰填谷）						
最大负荷（亿千瓦）	17.7					
虚拟电厂可调负荷占比	5%					
虚拟电厂调负荷资源（亿千瓦）	0.885					
补贴价格	提前通知时间	预测补贴价格（元/千瓦时）	响应系数	比例（假设）	需求响应时间（h）	需求响应补贴（亿元）

邀约削峰响应	提前 1 天	2.5	1	30%	840	558
	>4 小时	2.5	1.5	15%	840	418
实时削峰响应	/	5	3	5%	840	558
邀约填谷响应	提前 1 天	1	1	30%	960	255
	>4 小时	1	1.5	15%	960	191
实时填谷响应	/	2	3	5%	960	255
虚拟电厂分成比例				25%		
需求侧响应业务收入 (亿元)					558.55	
业务二：电能量市场交易（协助交易）						
分布式电源装机规模 (亿千瓦)					2.9	
分布式电源利用小时数 (小时/年)					3000	
虚拟电厂分成比例					33%	
电力市场交易业务收入 (亿元)					322.99	
虚拟电厂收入合计 (亿元)					881.53	

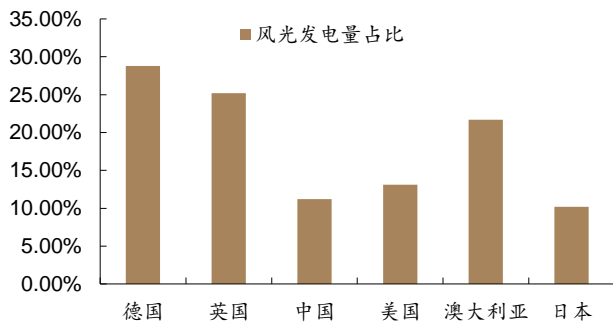
资料来源：国际能源网，封红丽等著《虚拟电厂市场发展前景及实践思考》，广州工信局，国家电网，广东电网，国网经研院，广东发改委，德邦研究所测算

3. 对标海外市场发展，看未来行业发展

3.1. 德国 Next Kraftwerk：按照电源特性，优化资产运营，获取最大收益

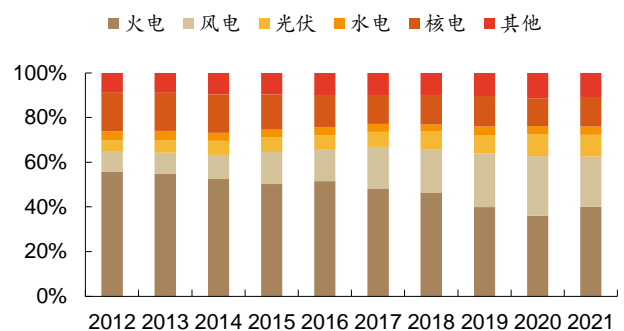
德国风光发电量占比位居全球前列，为其虚拟电厂发展奠定基础。Visualcapitalist 数据显示，2021 年，德国风光发电量占比达 28.8%，位居全球前列。德国计划实现 2030 年 80% 的发电量来自可再生能源，并积极成为虚拟电厂的先行者。

图 12：2021 年部分国家风光发电量占其总发电量比例



资料来源：Visualcapitalist，德邦研究所

图 13：2012-2021 年德国各类电源发电量占总发电量比例



资料来源：Energy-Chart，德邦研究所

目前，德国虚拟电厂已实现商业化，可将分布式电源、储能与可调负荷结合开展业务，通过电力市场的灵活电价，引导电厂优化发电成本，实现最大化收益。此外，德国虚拟电厂运营商还可参与电力辅助服务，通过电网系统辅助服务（调频、调峰）等获取佣金。根据运营商的不同，可以分为三种类型，分别是独立虚拟电厂运营商、大型电力公司以及新兴市场参与者。

图 14：德国虚拟电厂案例

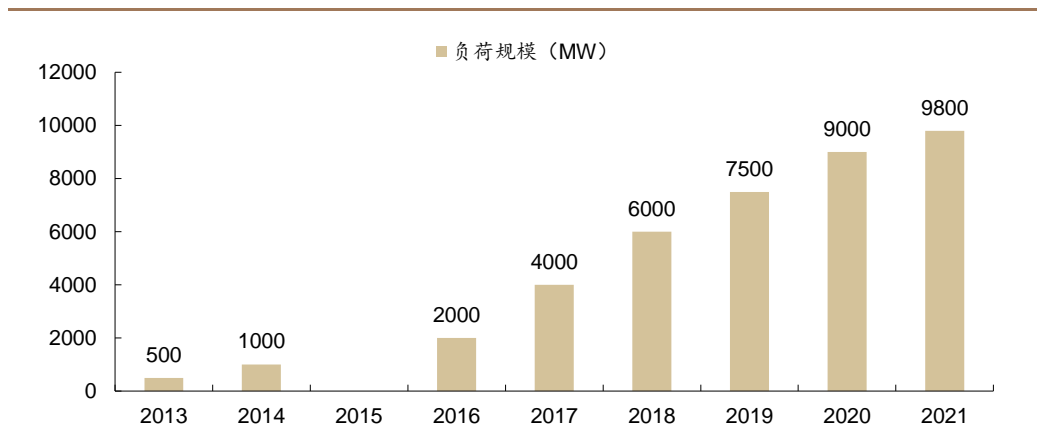
特征	Next Kraftwerke	e2m	Entelios	GETEC Energie	MVV Energie	BayWare	Sonnen
能源资源组合	发电侧、需求侧、储能	发电侧、需求侧、储能	需求侧	发电侧、需求侧	发电侧、需求侧	发电侧	储能
电厂规模	9016MW (2021年)	3260MW (2021年)	>1GW (2018年)	3000MW以上	500MW(2015年)	3.3MW(2019年)	
资源管理与优化	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
平衡服务	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
直接销售	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
电力公司白标解决方案	✓	✓	✓				
需求侧 (工商业)	✓	✓	✓	✓			✓
需求侧 (家庭)							✓
向消费者供电					✓	✓	✓

独立虚拟电厂
 电力公司虚拟电厂
 新型市场参与者虚拟电厂

资料来源：封红丽等著《虚拟电厂市场发展前景及实践思考》，德邦研究所

Next Kraftwerke 是德国领先的虚拟电厂运营商，公司成立于 2009 年，是欧洲最大的虚拟电厂运营商之一，主营业务包括能源现货市场交易、电力销售、用户结算、虚拟电厂相关业务等。截至 2022Q2，公司管理 14414 个分布式发电设备，包括生物质发电装置、热电联产、水电站、风光电站等，总体管理规模达到 10836MW。

图 15：2013-2021 年 Next Kraftwerke 管理负荷规模 (MW)



资料来源：Next Kraftwerke 官网，德邦研究所

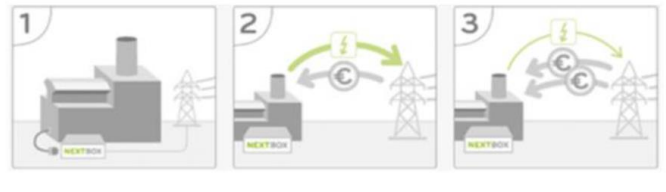
Next Kraftwerke 主要盈利模式包括：1) 将风电和光伏发电等可控性较差的发电资源直接参与电力交易，获取利润分成，并利用每 15min 一次的电力市场价格波动，调节分布式能源出力，实现低谷用电，高峰售电，获取最大利润。2) 利用生物质发电和水电启动快、出力灵活的特点，参与电网的二次调频，获取电力辅助收益。

图 16: Next Kraftwerke 业务一模式图



资料来源: Next Kraftwerke 官网, 电力之窗搜狐号, 德邦研究所

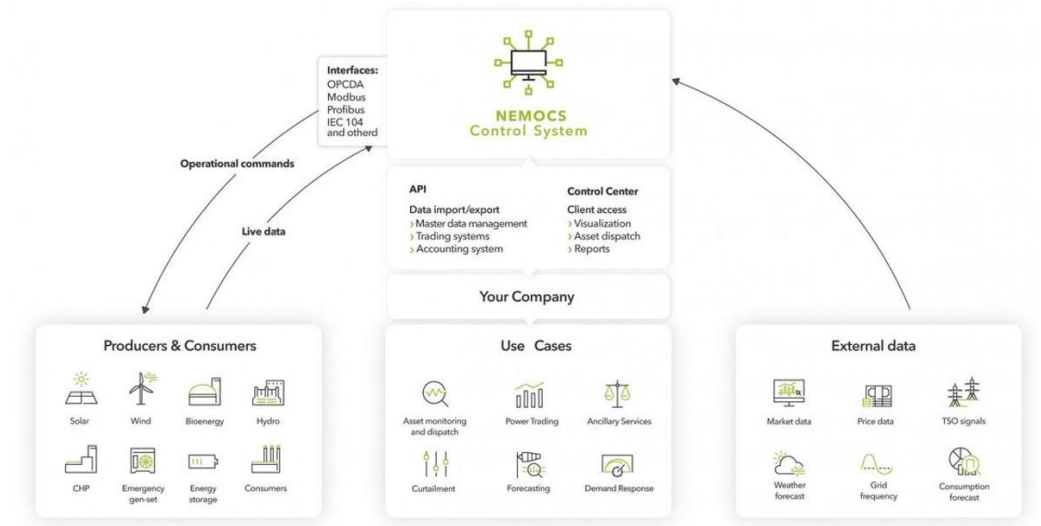
图 17: Next Kraftwerke 业务二模式图



资料来源: Next Kraftwerke 官网, 电力之窗搜狐号, 德邦研究所

打造 NEMOCS 软件系统, 建立核心壁垒。NEMOCS 平台是公司打造的连接分布式发电商和用户的模块化软件。NEMOCS 基于标准接口, 可以将风能、太阳能、水电、生物质等可再生能源的数据信息传输, 并基于大量的实时数据, 安排高峰负荷运行, 优化灵活资产及其各自的市场价值。

图 18: Next Kraftwerke 软件系统 NEMOCS



资料来源: Next Kraftwerke 官网, 德邦研究所

NEMOCS 具备聚合资源、监控数据、数据处理、优化资产运营、实施个体控制等功能, 是虚拟电站的技术核心, 具体功能特点如下表所示:

表 11: NEMOCS 的主要功能特点

功能	主要特点
聚合	使用标准接口, 通过 Next Box 将不同的资产 (风能、太阳能等) 和可控负荷连接到虚拟电厂中, 并实施远程控制
监控	控制系统显示并记录有关的当前容量、存储级别和待机状态的实时信息
数据可视化	NEMOCS 控制系统提供多种可视化界面, 例如, 可以按技术类型、客户组或位置进行筛选
高性能数据处理	来自能源市场的价格信号和来自系统运营商的控制信号在几秒钟内被处理并转换为资产的操作命令。
优化资产运营	基于联网资产的输入和输出数据以及市场和天气数据, 可以执行高峰负荷运行的计划, 优化灵活的资产并实施需求响应解决方案
个体控制	中央控制系统远程管理每个资产, 并确保根据资产的个别限制执行预定的计划。计划安排可能会在短时间内更改

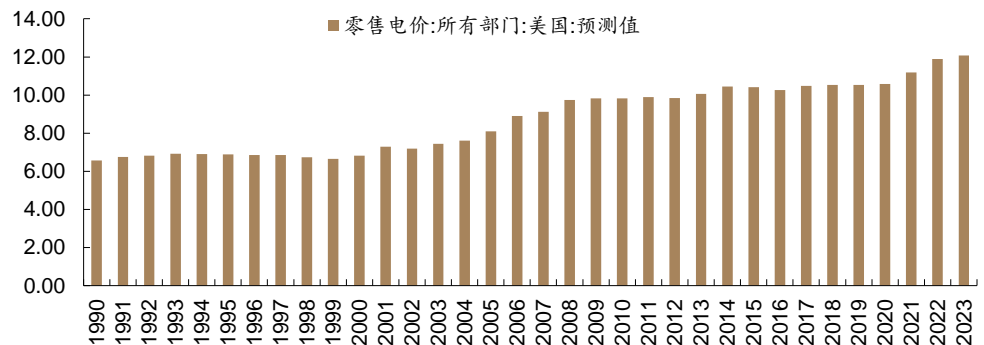
资料来源: 王鹏等编著《走进虚拟电厂》, 德邦研究所

3.2. 美国 Tesla: 积极布局储能电池 Powerwall, 切入虚拟电厂运营

美国电价持续上涨, 户用光伏装机规模快速提升。美国持续上涨的电价催生

了户用光伏的需求，EIA 数据显示，2001 至 2021 年这 20 年间，美国零售电价上涨了 53%，且美国光伏资源丰富，带动了户用光伏装机规模的快速提升。EIA 数据显示，2021 年美国新增户用屋顶光伏装机容量达 4.3GW，涨幅为 29%，其中加州为 2021 年美国最大的屋顶光伏市场，新建装机容量约占所有新增总量的三分之一。

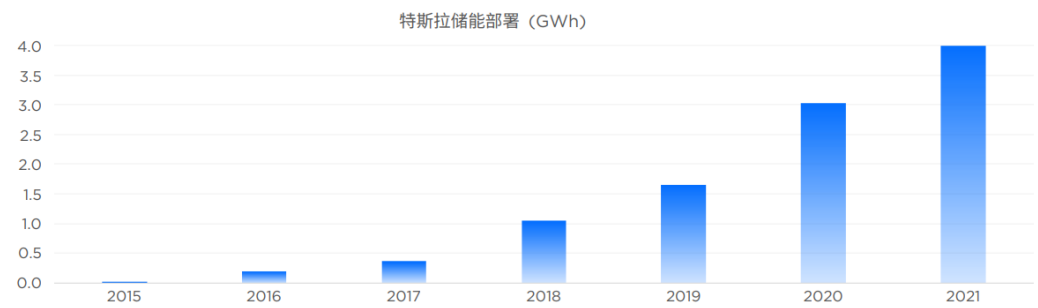
图 19：1990-2023 年美国零售电价预测值（美分/千瓦时）



资料来源：Wind, EIA, 德邦研究所

特斯拉推出家用储能电池 Powerwall，布局虚拟电厂业务。 特斯拉是美国电动汽车与能源公司，主营业务为产销电动汽车、太阳能电池板以及储能设备。2015 年 5 月，公司推出家用储能电池 Powerwall，并可搭配特斯拉家用太阳能电池 Solar Roof，这些 Powerwall 连接在一起，是虚拟电厂的重要组成部分。根据《2021 年特斯拉影响力报告》，2021 年公司储能规模约为 4GWh，保持快速增长。

图 20：特斯拉储能布局



资料来源：《2021 年特斯拉影响力报告》，德邦研究所

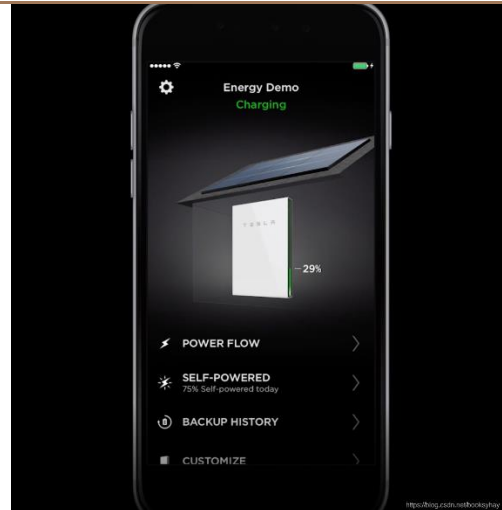
联合公用事业公司，布局虚拟电厂业务。 公司积极推广户用储能应用，并与公用事业公司合作开展虚拟电厂项目：（1）2021 年，特斯拉参与佛蒙特州公用事业公司 PG&E 的紧急减负荷计划试点项目，项目期间，PG&E 召集负荷管理活动，参与该计划的特斯拉 Powerwall 客户则在出现高电力需求时指示电池放电；（2）南澳大利亚电力零售商 Energy Locals 以折扣价格为客户提供特斯拉的 Powerwall 储能系统，并要求客户将该储能系统部分容量用于电网平衡，以此实现与客户共享收入。

图 21: Powerwall 储能示意图



资料来源: 特斯拉中国官网, 德邦研究所

图 22: Powerwall 操作界面

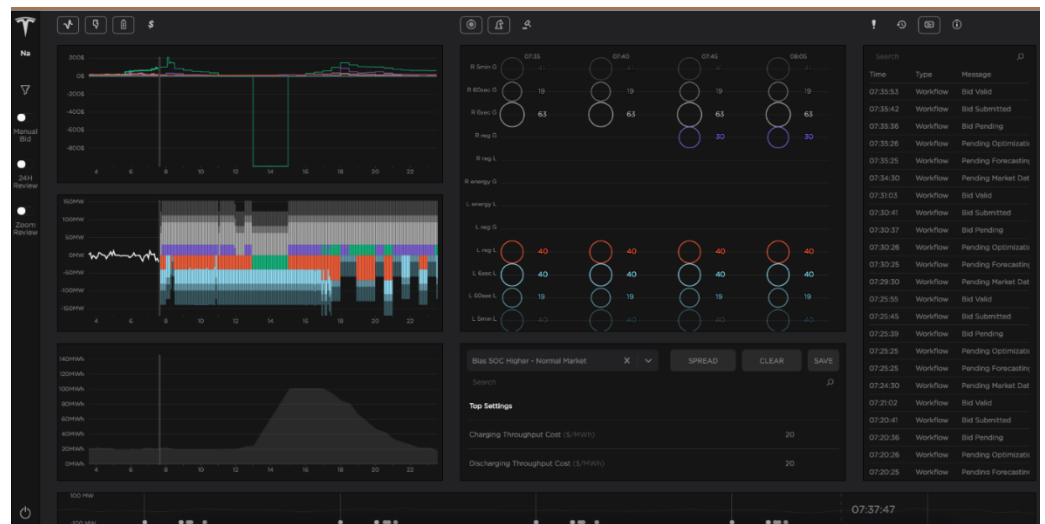


资料来源: 特斯拉中国官网, 德邦研究所

以特斯拉与南澳大利亚政府的合作为例, 根据王鹏等所著的《走进虚拟电厂》, 2019 年, 特斯拉与澳大利亚州政府合作, 在 1000 多个低收入家庭中安装了太阳能系统以及 Powerwall 储能电池, 组成了虚拟电厂, 除了帮助稳定电网以外, 通过房屋之间共享太阳产生的能量, 个人房主的公用事业账单下降了 20%。

基于虚拟电厂软件 Autobidder, 构建报价策略。Autobidder 是一个实时交易和控制平台, 每 5min 生成一个时间序列的价格预测, 然后 Tesla 能源平台控制组可以将这些预测分发到个地点, 制定局部和全局目标电池计划, 然后将该计划传回能源管理平台, 最后 Autobidder 使用汇总计划通过人工智能技术决定要出价的策略和详细报告信息。总体而言, Autobidder 可执行的功能包括价格预测、负荷预测、发电量预测、调度预测、智能出价等。

图 23: 特斯拉基于 Autobidder 软件进行电力市场的实时市场操作



资料来源: 特斯拉官网, 德邦研究所

4. 投资建议

全球气温升高及经济的快速发展，尖峰负荷拔高且短暂，为保障更经济地实现电力供应，避免拉闸限电，需求侧响应受到广泛关注，此外，随着分布式电源、储能的发展，虚拟电厂可聚合的负荷量逐渐提升。同时，电力市场的日趋成熟，也为虚拟电厂的发展带来强大支撑。建议关注：布局智慧能源系统，具备虚拟电厂业务支撑能力的【朗新科技】；已开展虚拟电厂业务并持续布局的【国能日新】；全面投入综合能源服务并布局虚拟电厂资源的【恒实科技】；面向电力企业可提供虚拟电厂平台建设运营服务的【国网信通】。

5. 风险提示

1) 政策推进不及预期

虚拟电厂的发展受政策影响，若政策发生变化，可能会对行业产生影响。

2) 电力市场发展不及预期

虚拟电厂的发展受辅助服务市场、电力交易市场发展影响，若电力市场发展进程缓慢，相关公司盈利水平将受到影响。

3) 技术创新不及预期

计量技术、通信技术、智能调度决策技术、信息安全防护技术都将对虚拟电厂的发展产生一定影响。若技术发展不及预期，将导致虚拟电厂业务开展有所放缓。

信息披露

分析师与研究助理简介

倪正洋，2021年加入德邦证券，任研究所大制造组组长、机械行业首席分析师，拥有5年机械研究经验，1年高端装备产业经验，南京大学材料学学士、上海交通大学材料学硕士。2020年获得iFinD机械行业最具人气分析师，所在团队曾获机械行业2019年新财富第三名，2017年新财富第二名，2017年金牛奖第二名，2016年新财富第四名。

分析师声明

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人不保证该等信息的准确性或完整性。分析逻辑基于作者的职业理解，清晰准确地反映了作者的研究观点，结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

投资评级说明

	类别	评级	说明
1. 投资评级的比较和评级标准： 以报告发布后的6个月内的市场表现为比较标准，报告发布日后6个月内的公司股价（或行业指数）的涨跌幅相对同期市场基准指数的涨跌幅；	股票投资评级	买入	相对强于市场表现 20%以上；
		增持	相对强于市场表现 5%~20%；
		中性	相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
		减持	相对弱于市场表现 5%以下。
2. 市场基准指数的比较标准： A股市场以上证综指或深证成指为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以标普500或纳斯达克综合指数为基准。	行业投资评级	优于大市	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%与 10%之间；
		弱于大市	预期行业整体回报低于基准指数整体水平 10%以下。

法律声明

本报告仅供德邦证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。

市场有风险，投资需谨慎。本报告所载的信息、材料及结论只提供特定客户作参考，不构成投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。在法律许可的情况下，德邦证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经德邦证券研究所书面授权，本研究报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。如欲引用或转载本文内容，务必联络德邦证券研究所并获得许可，并需注明出处为德邦证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。

根据中国证监会核发的经营证券业务许可，德邦证券股份有限公司的经营经营范围包括证券投资咨询业务。