

超配（维持）

电力设备及新能源行业之虚拟电厂专题报告

聚沙成塔，电尽其用

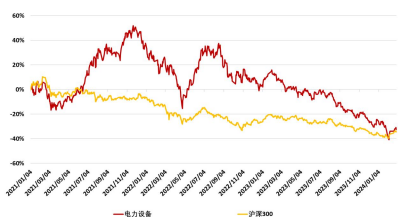
2024 年 2 月 29 日

投资要点：

分析师：刘兴文
SAC 执业证书编号：
S0340522050001
电话：0769-22119416
邮箱：liuxingwen@dgzq.com.cn

研究助理：苏治彬
SAC 执业证书编号：
S0340121070105
电话：0769-22110925
邮箱：suzhibin@dgzq.com.cn

行业指数走势



资料来源：东莞证券研究所，iFinD

相关报告

- 虚拟电厂作为新型智能电网技术，有望向市场化交易的发展阶段迈进。2023年9月，国家发改委会和国家能源局印发《电力现货市场基本规则（试行）》，其中提到，要“推动分布式发电、负荷聚合商、储能和虚拟电厂等新型经营主体参与交易。”我国虚拟电厂处于早期发展阶段，目前以邀约型模式为主，未来虚拟电厂等新兴市场主体参与电力市场交易将增大其参与电力市场交易的盈利空间，虚拟电厂行业有望向市场化交易的发展阶段迈进。
- 虚拟电厂参与市场机制，推进“源网荷储一体化”发展。新能源发电具有间歇性、波动性和随机性等特点，对电网安全性和稳定性带来挑战。随着大规模新能源装机并网发电，新能源电力消纳问题不可避免。虚拟电厂具备规模化调节能力，可应对短时电力供需紧张和新能源消纳困难问题，通过虚拟电厂“削峰填谷”较传统火电具备明显经济性。在政策的支持保障下，市场机制进一步强化及电力现货市场加快建设，将推动各类调节资源积极参与电力市场，支持调节资源通过市场化方式获取收益，有利于充分挖掘负荷聚合商、虚拟电厂等主体的需求侧资源调峰潜力，促进“源网荷储一体化”发展。
- 虚拟电厂行业市场空间广阔，未来有望迎来快速发展期。2022年，全球虚拟电厂新增投资规模9.9GW，累计装机规模达21.2GW。至2030年，全球虚拟电厂累计规模将达58GW，2022至2025年年均复合增速约39.9%。2022年全球电力需求为26,779TWh，虚拟电厂参与交易电量约32.6TWh，仅占全球电力需求量的1.2%，虚拟电厂未来仍有巨大的市场潜力。国内方面，至2025年，中国的虚拟电厂累计装机规模预计将从2022年的3.7GW增长至39GW，2022-2025年年均复合增速达108.1%，装机量全球占比将从2022年的17.5%提升至2025年的67.2%，中国虚拟电厂行业有望迎来规模化发展机遇。
- 投资建议。2024年1月22日，国家能源局《2024年能源监管工作要点》，将虚拟电厂、负荷聚合商等新型主体引入电力市场，引导虚拟电厂等新型主体参与系统调节作为今年重点工作。2024年2月27日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，其中，明确源网荷各侧调节资源和风光储联合单元、负荷聚合商、虚拟电厂等主体的独立市场地位。国家部委接连出台相关文件，释放出今年要加大发展虚拟电厂力度的信号，可关注相关具备资源和技术优势的虚拟电厂聚合商、技术提供商、电力信息化软硬件供应商等。
- 风险提示：市场竞争加剧风险；新型电力系统建设不及预期风险；技术和产品创新风险。

本报告的风险等级为中高风险。

更多免费行业报告

并购家

www.ipoipo.cn

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

目录

1. 虚拟电厂作为新型智能电网技术，正迎来新的发展机遇期	4
1.1 海外虚拟电厂起步较早且技术较为成熟	4
1.2 国内陆续出台政策推动虚拟电厂行业发展	8
1.3 目前我国虚拟电厂以邀约型为主，有望向市场化发展阶段迈进	10
2. 虚拟电厂参与市场机制，推进“源网荷储一体化”发展	12
2.1 虚拟电厂“削峰填谷”具备经济性，可提升电网安全保障水平	12
2.2 新型储能将成为电力系统调节的重要资源	16
2.3 换电站和充电桩持续快速增长，新能源汽车成电网“移动充电宝”	21
3. 虚拟电厂行业市场空间广阔，未来有望迎来快速发展期	23
3.1 虚拟电厂行业参与的市场主体众多	23
3.2 虚拟电厂聚合商和技术服务商是核心环节	24
3.3 虚拟电厂行业有望迎来规模化发展机遇	27
4. 投资策略和重点公司	28
5. 风险提示	31

插图目录

图 1：虚拟电厂运作模式示意图	4
图 2：虚拟电厂的聚合模式	6
图 3：虚拟电厂的内部结构	6
图 4：虚拟电厂业务模式示意图	11
图 5：光伏年度累计新增装机量	13
图 6：光伏月度新增装机量	13
图 7：风电年度累计新增装机量	13
图 8：风电月度新增装机量	13
图 9：2013-2023 年中国集中式、分布式光伏新增装机量占比情况	14
图 10：2021-2023 年各季度地面电站光伏新增装机（GW）	14
图 11：2021-2023 年各季度分布式光伏新增装机（GW）	14
图 12：2021-2023 年各季度工商业光伏新增装机（GW）	15
图 13：2021-2023 年各季度户用光伏新增装机（GW）	15
图 14：我国各类型发电装机容量占总装机容量比重	15
图 15：新型电力系统建设“三步走”发展路径	16
图 16：中国新型储能新增装机规模	17
图 17：2022 年全球储能市场累计装机规模分布	17
图 18：2022 年全球新型储能装机规模分布	17
图 19：分布式智能电网	18
图 20：新型电力系统图景展望	18
图 21：系统友好型新能源电站示意图	19
图 22：2022 年中国新增投运新型储能项目接入位置及应用场景分布	20
图 23：中国新型储能累计装机规模	21
图 24：新能源汽车年度累计销量	22
图 25：新能源汽车保有量	22

图 26 : 全国换电站数量	22
图 27 : 全国公共充电桩数量	22
图 28 : 虚拟电厂示意图	24
图 29 : 国网信通需求响应系统	25
图 30 : 国网信通智能楼宇系统	25
图 31 : 光伏发电的发电量曲线与用电量曲线	26
图 32 : 微电网生态架构图	26
图 33 : 虚拟电厂装机规模测算	27
图 34 : 虚拟电厂累计投资规模测算	28

表格目录

表 1 : 国际上第三代虚拟电厂发展情况	7
表 2 : 2022 年以来虚拟电厂相关国家政策文件	8
表 3 : 2022 年以来虚拟电厂相关地方政策文件	9
表 4 : 虚拟电厂收入来源	11
表 5 : 虚拟电厂参与市场的交易品种	12
表 6 : 虚拟电厂相关市场主体及市场活动	23
表 7 : 公司盈利预测及投资评级（截至 2024 年 2 月 28 日）	30

1. 虚拟电厂作为新型智能电网技术，正迎来新的发展机遇期

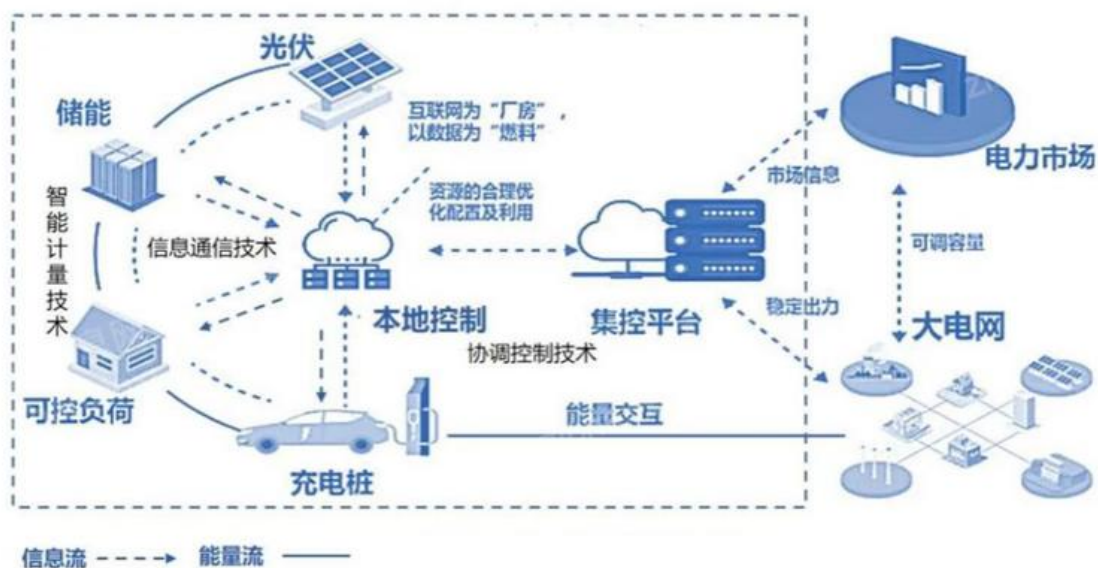
1.1 海外虚拟电厂起步较早且技术较为成熟

虚拟电厂是一种的能源协调管理系统，可通过利用调控、通信技术将分散的源、网、荷、储等资源进行整合成一个整体，以参与电力系统运行和电力市场管理。虚拟电厂可聚合海量的分布式能源参与电力市场，并能够辅助电网平抑波动、稳定电力供需。

根据山西省能源局印发的《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》，按照虚拟电厂聚合优化的资源类别不同，可将虚拟电厂分为“负荷类”和“源网荷储一体化”两类。“负荷类”虚拟电厂指虚拟电厂运营商聚合其绑定的具备负荷调节能力的市场化电力用户（包括电动汽车、可调节负荷、可中断负荷等），作为一个整体（呈现为负荷状态）组建成虚拟电厂，对外提供负荷侧灵活响应调节服务。“源网荷储一体化”虚拟电厂（下称“一体化虚拟电厂”）指列入“源网荷储一体化”试点项目，建成后新能源、用户及配套储能项目通过虚拟电厂一体化聚合，作为独立市场主体参与电力市场，原则上不占用系统调峰能力，具备自主调峰、调节能力，并可以为公共电网提供调节服务。

虚拟电厂并不是一个真实的实体电厂，其本身并不发电，而是通过协调发电资源、调整部分用电需求来实现电网的平衡，减少高峰期用电和增加“电力弹性”起到和电厂发电一致的效果，是电力的“搬运工”。虚拟电厂的电力来源可以分为两类，一类是其聚合的分布式电源、储能、电动车等向电网提供的富余电力；另一类是虚拟电厂通过控制其聚合的可调节负荷，削减用电高峰时的电力需求，所节省的部分等效于向电网提供了电力。

图 1：虚拟电厂运作模式示意图



资料来源：虚拟电厂公众号，东莞证券研究所

海外发达国家的虚拟电厂起步较早，先是在欧洲萌芽发展，在 2010 年左右进入到探索商业化运营阶段。目前海外发达国家的虚拟电厂相关配套机制较为健全，基于具体应用场景的差异，各国对虚拟电厂的研究侧重点也不尽相同。整体而言，全球的虚拟电厂经历了三个阶段的发展。

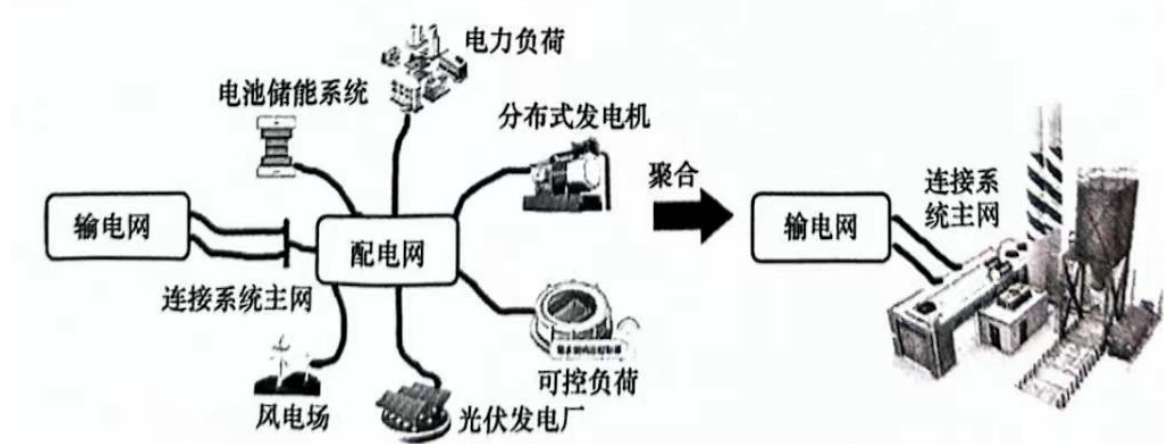
第一代虚拟电厂为邀约型虚拟电厂，国内具有代表性的主要有江苏模式和上海模式。江苏方面，由于江苏省电网负荷峰谷差不断增大，为避免资源浪费，引入需求侧响应能源战略管理模式，运用市场化方式激励和引导用户主动削减尖峰负荷，强化需求侧管理，2015 年在全国率先出台了季节性尖峰电价政策，明确所有尖峰电价增收资金用于需求响应激励，构建了需求响应激励资金池，为江苏地区需求响应快速发展奠定基础。上海方面，由于上海市用电负荷波动性强，且随着市外可再生能源大规模馈入，上海电网调峰压力持续增加，外来电规模日益增大和可再生能源优先消纳趋势带来本地电网调度运行和管理压力。2014 年，上海市正式上线了需求响应管理平台，后来随着需求侧管理市场化水平提升和市场主体多元化完成多次改版升级，建设了虚拟电厂运营管理与监控平台试点。上海虚拟电厂运营体系的基本成员由电力公司交易中心、调度中心、运管平台以及虚拟电厂四方构成。

海外方面，芬兰自 1964 年开始实施的分时电价机制对于降低日负荷的峰值起到了积极作用，缓解了电力供应的压力。芬兰已经立法规定电力公司必须采用分时电价，并设计了专用计量系统。电力市场开放竞争后，类似直接负荷控制的削减电力峰值的措施很快停止，负荷曲线逐渐平滑，电力供应压力显著减小。2014 年后，开始芬兰几乎所有实现电力需求响应的用户电价都采用了分时电价。

在需求响应方面，法国主要采用分时电价方案。法国有超过 1000 万消费者参加一个名为 Tempo 的需求响应项目，此项目将全年分成蓝色日、白色日和红色日三种电价，每天又分峰荷与非峰荷两种电价。

第二代虚拟电厂为市场型虚拟电厂，重点在于提升系统的灵活调节能力，实现连续闭环调控和市场运营，并面向源荷储各类可调节资源。随着分布式电源、储能装置、电动汽车、可调负荷等各类分布式能源逐步规模化接入电网，各类分布式能源自身的波动性与不确定性对电力系统的安全稳定运行构成了挑战。虚拟电厂则能够为高比例分布式能源大规模接入电网提供解决方案，即通过区域性多能源聚合的方式，来实现对大量分布式能源的灵活控制，从而保障电网安全稳定运行。虚拟电厂实际上并未对系统中分布式能源并网的方式进行改变，而是通过先进的控制、计量、通信手段对各类分布式电源进行聚合，和第一代相比，第二代虚拟电厂可以通过参与各类电力市场交易，以更灵活开放的方式来调控配置各类分布式能源资源，为电力系统提供高质量的管理及辅助服务，还能发掘更大的收益潜力。

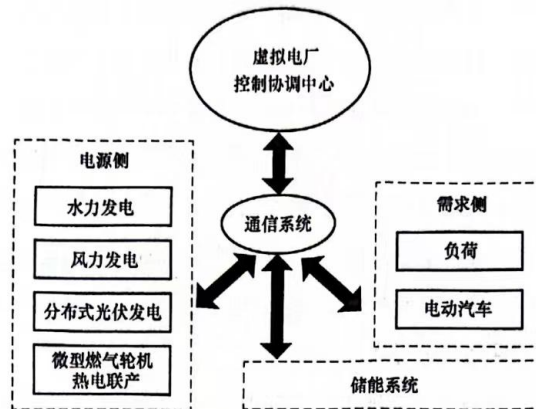
图 2：虚拟电厂的聚合模式



资料来源：《走进虚拟电厂》，东莞证券研究所

第二代虚拟电厂是一种以电力市场配置电力资源运行为驱动，通过协调、优化和控制由分布式电源、储能、智慧社区、可控工商业负荷等柔性负荷聚合而成的分布式能源集群，作为一个整体参与各类电力市场交易，并为电力系统运行安全提供调峰、调频、紧急控制等辅助服务的分布式能源聚合商。

图 3：虚拟电厂的内部结构



资料来源：《走进虚拟电厂》，东莞证券研究所

第三代虚拟电厂为自主调度型虚拟电厂，具有很强的自主性，可以在成熟电力市场环境下长期商业化运营。随着虚拟电厂的不断发展，未来配电网中分布式能源和有源负荷将保持高速增长，更多电力用户将由单一的消费者转变为混合型的产消者。传统电力场的消费者地理位置较分散、波动性大、随机性强、控制难度大，对电网安全可靠运行有着巨大的挑战。当产消者的角色出现时，依托互联网、区块链、数据、人工智能等现代信息通信技术，把分布式能源、储能、负荷等分散在电网的各类资源相聚合，进而协同优化运行控制和市场交易，对电网提供辅助用务。美国弗吉尼亚理工大学的教授赛义夫，拉赫曼(Saifur Rahman)认为:着屋顶太阳能、蓄电池、电动汽车等行业的常态化，

包括中国在内的居民，都将从消费者转变为产消者（既是生产者也是消费者），楼宇也从被动电力使用者转变为可再生能源的管理者与电网供电的主动提供者，向电网出售多余电能来获取收入。当虚拟电厂发展的前两阶段已完备后，可实现跨空间自主调度，这时用户、分布式能源可自由选择调度主体，并实现跨空间地理交易和估算。

表 1：国际上第三代虚拟电厂发展情况

企业名称	所属国家	简介
Next Kraftwerke	德国	Next Kraftwerke 是德国一家大型的虚拟电厂运营商，创立于 2009 年，是欧洲电力交易市场（EPEX）认证的能源交易商，在 EPEX SPOT 和 EEX 等欧洲交易所可以参与能源的现货市场交易。公司 NEMOCS 虚拟电厂平台融合了其 IT 专家和能源交易商开发的理念和功能。平台中虚拟发电厂包括 8500 多家使用不同能源的联网能源生产商以及工业能源用户，装机容量超过 8179MW。NEMOCS 是一个模块化设计的软件，使虚拟电厂能够连接、监控和控制分布式发电商、用户和存储系统。它为工厂运营商、电力供应商、电网运营商和电力交易商提供了广泛的业务领域。
Energy2Market	德国	Energy2Market（e2m）是一家独立的电力贸易公司，e2m 的捆绑发电容量超过 3700MW，是德国最大的直销商之一，凭借虚拟发电厂和 7x24 交易团队，e2m 能够将分散发电与消费系的电力和弹性捆绑在一起，并全天候实时营销这些系统。e2m 是德国功能最齐全的直销商之一，其业务广泛，可以满足市场参与者的多种要求，提供进入短期交易和储备能源市场的权限，同时还可以节省成本和其他收益。e2m 的虚拟电厂自 2015 年以来获得认证，将超过 3500 个分散式发电厂与四个核电厂的发电量相结合，技术 100% 为内部研发，具有高可用性、故障安全且不间断的特点。
Tesla	美国	Tesla（特斯拉）是一家美国电动汽车及能源公司，产销电动汽车、太阳能板及储能设备。2019 年，特斯拉与南澳大利亚州政府合作，在 1000 个低收入家庭中安装了屋顶太阳能系统以及 Powerwall 住宅蓄电池，这些 Powerwall 连接在一起，是虚拟电厂的重要组成部分。如今已在全州范围内建立了 50000 多个家庭的太阳能和 Powerwall 电池社区、250MW 机组容量。Tesla 虚拟电厂在电网负荷峰值时给 Powerwall 电池放电，而在其他时候，房主将使用这种电池作为清洁的备用电源。
AGL	澳大利亚	AGL 是澳大利亚领先的可再生能源公司，也是澳大利亚最大的可再生源发电资产私营业主、经营者和开发者，AGL 于 2016 年开始在阿德莱德建造 5 MW/12 MWh 虚拟电厂，并在 ARENA 的 500 万美元的资助下于 2017 年投入使用。虚拟电厂使用 Tesla Powerwall 2 电池和 LG Chem RESU 10h-SolarEdge 组合。在南澳大利亚州功进行试验后，AGL 将其虚拟电厂扩展到其他州。
Con Edison	美国	纽约联合燃气爱迪生公司（Con Edison）的清洁虚拟电厂 REV 示范项目是能源愿景改革（REV）项目的一部分，按照采用监管政策命令的要求框架和实施计划，由纽约州公共服务委员会于 2015 年 2 月 26 日发布。该项目旨在展示数百栋住宅中太阳能和储能的聚合资产如何共同为电网提供网络效益、为客户提供弹性服务、为 Con Edison 带来货币化价值，这些结果将有助于指导未来的费率设计和分销级市场的发展。
Holy Cross Energy	美国	Holy Cross Energy（HCE）成立于 1939 年，是一家非盈利性、成员所有的电力合作公司，为科罗拉多州西部的 Eaele、Pitkin、Garfield、Mesa 和 Gunnison 的 55000 多个成员提供电力、能源产品和服务。公司提供可持续的能源和服务，致力于改善成员和社区的生活质量。计划到 2030 年实现 70% 的清洁能源，目前正在试验一种家庭规模的虚拟电厂技术，该技术将有助于整合更多的屋顶太阳能和储能。每个家庭中的设备可以优化向电网的供电及电网服务。
Sunrun	美国	Sunrun 公司成立于 2007 年，是美国领先的家用太阳能、电池存储和能源服务公司。在马萨诸塞州，Sunrun 成功地与决策者和该州最大的投资者拥有的公用事业公司国家

电网合作，建立了一个名为“互联解决方案”的 Bring-Your-Own-Device (BYOD) 计划，在该地区能源需求旺盛时，纳税人可减轻电网的压力。这是通过利用家庭能源资产（如清洁太阳能电池）的集体能源来实现的。然后，Sunrun 以虚拟电厂的形式向公用事业公司提供电力。在能源价格昂贵且需求量的时候，从太阳能电池中获取能量，从而减少了化石燃料供电的需求。

资料来源：《走进虚拟电厂》，东莞证券研究所

1.2 国内陆续出台政策推动虚拟电厂行业发展

自 2022 年以来，与虚拟电厂相关的国家和地方政策密集落地，涉及应用场景、盈利机制、运行要求等多个方面，并在多省区展开实践，为虚拟电厂发展提供了市场空间和发展机遇。

2024 年 2 月 27 日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，其中提到，要挖掘需求侧资源调峰潜力，全面推进需求侧资源常态化参与电力系统调峰，深入挖掘可调节负荷、分布式电源等资源潜力，支持通过负荷聚合商、虚拟电厂等主体聚合形成规模化调节能力，推动实施分钟级、小时级需求响应，应对短时电力供需紧张和新能源消纳困难问题。要积极推动各类调节资源参与电力市场，明确源网荷各侧调节资源和风光储联合单元、负荷聚合商、虚拟电厂等主体的独立市场地位。并建立虚拟电厂等主体涉网及运行调度技术标准。

表 2：2022 年以来虚拟电厂相关国家政策文件

发布时间	部门和相关文件	虚拟电厂相关重点内容
2022 年 3 月	国家发展改革委、国家能源局—《“十四五”现代能源体系规划》	提出要推动储能设施、虚拟电厂、用户可中断负荷等灵活性资源参与辅助服务；要大力提升电力负荷弹性，开展工业可调节负荷、楼宇空调负荷、大数据中心负荷、用户侧储能、新能源汽车与电网（V2G）能量互动等各类资源聚合的虚拟电厂示范。
2022 年 11 月	国家能源局—《电力现货市场基本规则（征求意见稿）》	提出，推动储能、分布式发电、负荷聚合商、虚拟电厂和新能源微电网等新兴市场主体参与交易。
2023 年 3 月	国家能源局—《关于加快推进能源数字化智能化发展的若干意见》	指出要重点推进虚拟电场景的智能化、数字化试点工作。
2023 年 6 月	国家能源局、电力规划设计总院、中国能源传媒集团有限公司—《新型电力系统发展蓝皮书》	积极培育电力源网荷储一体化、负荷聚合服务、综合能源服务、虚拟电厂等贴近终端用户的新业态新模式，整合分散需求响应资源，打造具备实时可观、可测、可控能力的需求响应系统平台与控制终端参与电网调度运行，提升用户侧灵活调节能力。
2023 年 9 月	国家发展改革委、国家能源局联合印发《电力现货市场基本规则（试行）》	稳妥有序推动新能源参与电力市场，设计适应新能源特性的市场机制，与新能源保障性政策做好衔接；推动分布式发电、负荷聚合商、储能和虚拟电厂等新型经营主体参与交易。
2024 年 2 月	国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》	挖掘需求侧资源调峰潜力。全面推进需求侧资源常态化参与电力系统调峰。深入挖掘可调节负荷、分布式电源等资源潜力，支持通过负荷聚合商、虚拟电厂等主体聚合形成规模化调节能力，推动实施分钟级、小时级需求响应，应对短时电力供需紧张和新能源消纳困难问题。积极推动各类调节资源参与电力市场。明确源网荷各侧调节资源和风光储联合单元、负荷聚合商、虚拟电厂等主体的

资料来源：国家发改委，国家能源局，东莞证券研究所

地方政策方面，北京、天津、上海等 10 余省市相继发布的“十四五”能源电力发展规划及碳达峰实施方案，均对发展虚拟电厂提出明确要求。此外，山西、宁夏、上海、深圳等多地发布了虚拟电厂相关政策。其中，2023 年 10 月，深圳市人民政府发布的《深圳市碳达峰实施方案》提出，到 2025 年，虚拟电厂负荷调节能力达到 100 万千瓦，到 2030 年，虚拟电厂负荷调节能力达到 150 万千瓦。此次深圳市提出了虚拟电厂未来分阶段的发展目标，将有望加快推动虚拟电厂建设。

2023 年 6 月，广东省发改委和省能源局印发《广东省促进新型储能电站发展若干措施》，提出要积极推进虚拟电厂建设，在广州、深圳等地开展虚拟电厂试点。之后，深圳市对针对改造接入虚拟电厂的储能电站推出了补贴政策。2023 年 7 月，深圳市光明区发展和改革局发布的《《深圳市光明区关于支持新型储能产业加快发展的若干措施（征求意见稿）》》提出，“改造接入虚拟电厂的本地新型储能项目，按改造实际投资的 20%，给予项目最高 50 万元资助及连续三年响应收益的 10%给予资助，单个项目每年给予最高 10 万元资助，单家企业每年给予最高 100 万元资助，对改造接入虚拟电厂且不属于资源聚合商的本地新型储能项目参照本条标准进行响应收益资助”。

2022 年 6 月 23 日，山西省能源局发布《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》，规范了虚拟电厂并网运行技术、运营管理制度，这是国内首份省级虚拟电厂运营管理文件。在 2023 年 4 月中旬，山西省能源局公示了第二批虚拟电厂建设试点项目（共 6 个），两批合计已达到 10 个试点，建设持续加速。

补贴政策的推出有利于激励各类新型储能资源聚合商建设资源聚合平台并接入深圳市虚拟电厂管理中心参与电网调控，从而形成更多接入虚拟电厂的商业模式示范，促进行业的发展。

表 3：2022 年以来虚拟电厂相关地方政策文件

发布时间	部门和相关文件	虚拟电厂相关重点内容
2022 年 6 月	山西省能源局发布国内首份省级虚拟电厂建设和运营管理文件——《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》	提出，1、充分发挥分时价格信号作用，引导发、用、储侧资源通过虚拟电厂方式积极参与电力平衡，大幅提升电力系统的灵活性和可靠性。2、通过完善虚拟电厂市场化运营机制，挖掘虚拟电厂在电力市场的商业价值，引导互联网、物联网、大数据、自动化等技术和人才队伍向虚拟电厂行业积聚，激发市场对虚拟电厂研发、建设、运营的投入和创新动力。3、在确保供电可靠和电网运行安全稳定的前提下，建立规范的虚拟电厂建设、运营和管理机制，试点先行，积极稳妥，有序推进，强化过程监管和结果导向，确保虚拟电厂的正向作用和市场收益对等，引导虚拟电厂主动防范风险。
2022 年 6 月	深圳市发改委——《深圳市虚拟电厂落地工作方案（2022-2025）》	指出，深圳虚拟电厂参与市场化交易机制不断完善，产业生态初步形成；源网荷储一体化发展取得显著成效，用户侧可调节资源响应及聚合能力大幅提升简称具备 100 万千瓦级可调节能力的虚拟电厂，逐步形成年度最大负荷 5%左右的稳定调节能力。

2022 年 8 月	青海省发改委、青海省能源局--《青海省关于落实加快建设全国统一电力市场体系指导意见的实施方案》	提出，引导推动抽蓄、储能、工商业可调负荷、蓄热式电锅炉、氢电耦合项目、电动汽车充电桩聚合商、虚拟电厂等新兴市场主体参与市场交易，充分激发和释放灵活调节能力。
2023 年 2 月	宁夏发改委--《宁夏“十四五”新型储能发展实施方案》	提出，围绕大数据中心、5G 基站、工业园区、公路服务区等终端用户，探索智慧电厂、虚拟电厂等“新型储能+”多元融合应用场景和商业模式。
2023 年 2 月	深圳市发改委--《深圳市支持电化学储能产业加快发展的若干措施》	提出，强化“智能化设备+场景化应用”高效协同，打造能源安全韧性城市典型范例。重点针对典型储能场景开展智能化改造示范。面向深圳特色场景组织试行市级虚拟电厂精准响应，完善优化各类储能主体参与新机制。
2023 年 6 月	广东省发展改革委、广东省能源局--《广东省促进新型储能电站发展若干措施》	提出，积极推进虚拟电厂建设，推动新型储能电站与工业可控设备负荷、充换电设施、分布式光伏等资源聚合应用，在广州、深圳等地开展虚拟电厂试点，逐步培育形成百万千瓦级虚拟电厂响应能力。
2023 年 7 月	深圳市光明区发展和改革局--《《深圳市光明区关于支持新型储能产业加快发展的若干措施（征求意见稿）》	提出，改造接入虚拟电厂的本地新型储能项目，按改造实际投资的 20%，给予项目最高 50 万元资助及连续三年响应收益的 10%给予资助，单个项目每年给予最高 10 万元资助，单家企业每年给予最高 100 万元资助，对改造接入虚拟电厂且不属于资源聚合商的本地新型储能项目参照本条标准进行响应收益资助。
2023 年 10 月	深圳市人民政府--《深圳市碳达峰实施方案》	提出，加快推动虚拟电厂建设，提升电网需求侧响应能力，鼓励结合电网调峰调频需求布局电源侧、电网侧储能系统，开展源网荷储一体化和多能互补试点。巩固深化坚强局部电网建设，提升在极端情况下城市基本运转能力。到 2025 年，交直流通道送电能力达到 1500 万千瓦，虚拟电厂负荷调节能力达到 100 万千瓦；到 2030 年，交直流通道送电能力达到 2500 万千瓦，虚拟电厂负荷调节能力达到 150 万千瓦。

资料来源：各政府网站，东莞证券研究所

2.3 目前我国虚拟电厂以邀约型为主，有望向市场化发展阶段迈进

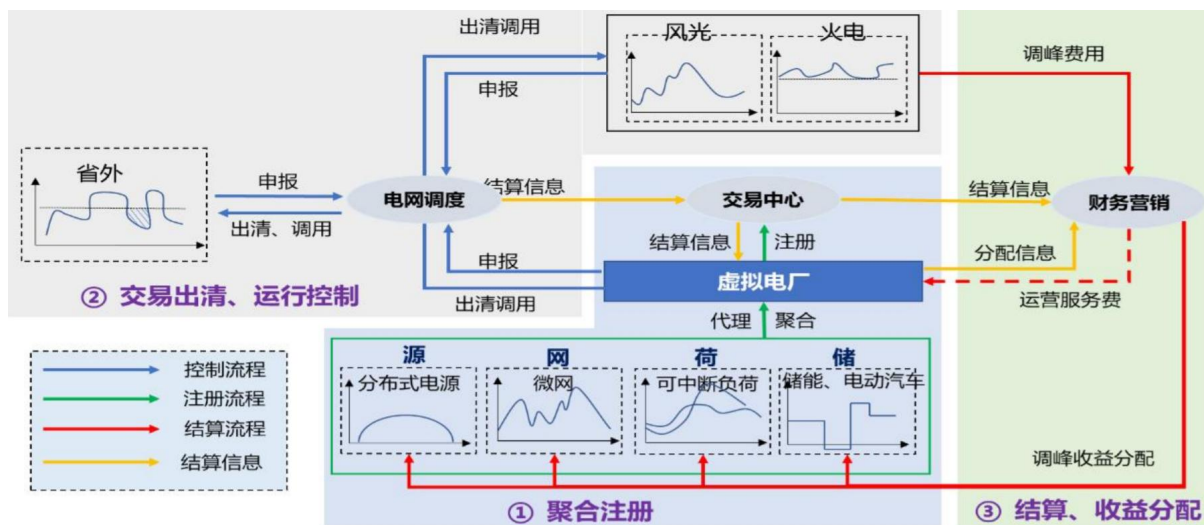
国外虚拟电厂的辅助服务市场和电力现货市场相关配套机制较为健全，商业模式已较为成熟，国外虚拟电厂的商业模式主要是通过电力市场交易、参与调峰调频、配置储能等获得收益。以德国最大的虚拟电厂运营商 Next-Kraftwerke 为例，其盈利模式大致分为三种，一是向可再生能源发电企业提供服务，协助发电商监测发电情况以节省成本；二是向电网侧提供短期柔性储能服务，提供来自发电侧的调峰、调频服务以赚取收益；三是通过控制需求侧，服务电网侧，以赚取相应费用。

目前我国虚拟电厂行业以邀约型为主，国内部分地区已开展第二代虚拟电厂试点，这些典型示范项目有助于探索可行的商业模式。

冀北地区虚拟电厂示范工程是我国首个落成的市场型虚拟电厂，符合第二代虚拟电厂建设的设计理念和技术要求，目前项目主体包括两部分：一是连接起生态系统中的用户、运营商和电力系统，并创造社会效益和经济效益的泛 (FUN) 电平台；二是泛 (FUN) 电平台的首个核心产品——虚拟电厂。冀北电网虚拟电厂作为泛电平台的首个核心项目，整合了冀北地区电源侧和用户侧的特点，并不是传统意义上的电厂，是用泛在电力物联网技术和智能控制技术，将泛在可调资源连接起来，发挥聚沙成塔的规模效应，成为了可与电网柔性互动的“互联网”电厂。泛 (FUN) 电平台虚拟电厂和传统电厂市场角色相

似，可以同时参加电力交易中中长期市场和实时市场中的电能量交易、辅助服务交易，也可以参与绿证以及碳市场交易。

图 4：虚拟电厂业务模式示意图



资料来源：国能日新《首次公开发行股票并在创业板上市招股说明书》，东莞证券研究所

2019 年 12 月，安徽省首个虚拟电厂试点区也得到启动，这座虚拟电厂综合利用充电桩、柔性负荷、储能电池等多种可调节资源，对分布式能源进行精准“秒级”智能控制，解决并网中存在的多项难题，保障新能源全额消纳，还可将电动汽车、城市综合体、工厂生产线等能源纳入可控范围，作为用电高峰期备用，增加电力调度灵活性，大幅提升供电可靠性，参与调节的用户还能获得一定的“备用费”，进一步优化了生产成本。

我国目前虚拟电厂的盈利模式主要为政府补贴或需求侧响应等辅助服务市场。其中，根据广州工信局印发的《广州市虚拟电厂实施细则》，电力用户、负荷聚合商可申请参与需求响应，需求响应分为邀约、实时两种类型，补贴费用=有效响应电量×补贴标准×响应系数，削峰补贴标准 0-5 元/千瓦时，填谷补贴标准 0-2 元/千瓦时。山西电力现货市场是全国第一个实质运行的电力现货市场，未来随着电力现货市场在全国各地铺开，新能源参与电力现货交易，电能量市场、辅助服务市场、容量市场的形成有利于进一步打开虚拟电厂的盈利空间。

表 4：虚拟电厂收入来源

盈利来源	盈利方式
电容量市场	中长期市场，现货市场
辅助服务市场	现货市场形成前：提供调峰、调频、备用等服务 现货市场形成后：提供调调频服务、网络控制服务、黑启动服务
容量市场	以市场竞争方式形成容量价格，促进发电企业容量成本回收

资料来源：虚拟电厂，东莞证券研究所

2023 年 7 月，根据南方电网，南方电网公司分布式源荷聚合服务平台在广东广州、

广东深圳、广西柳州三地同步开展虚拟电厂多功能联合调控，在多省区同步实现了调频、直控等快速响应，标志着我国首个区域级虚拟电厂投入运行。2023 年 9 月，国家发展改革委和国家能源局印发《电力现货市场基本规则（试行）》，其中提到，要“稳妥有序推动新能源参与电力市场，设计适应新能源特性的市场机制，与新能源保障性政策做好衔接；推动分布式发电、负荷聚合商、储能和虚拟电厂等新型经营主体参与交易。”。虚拟电厂等新兴市场主体参与电力市场交易将增大其参与电力市场交易的盈利空间，未来虚拟电厂行业有望向市场化交易的发展阶段迈进。

表 5：虚拟电厂参与市场的交易品种

市场	交易品种	交易范围	交易组织形式	典型地区或省份
需求响应	日前	省内	多采用邀约单边报量固定标准补贴、单边报量报价边际出清	湖北：每年按日前最高限价 20 元/kW，日内最高限价 25 元/kW 组织交易
	日内			甘肃：日内提前 2 小时向市场主体发布中标时段、响应负荷、边际价格。市场初期，需求响应市场交易时序根据省间现货市场实际出清情况相应顺延
辅助服务	备用	省内、区域	单边报量固定标准补贴、单边报量报价边际出清	南方区域：采用“日前出清+日内调整”模式组织跨省备用市场交易。日前分 24 个时段分省区申报 10 分钟备用购买和提供容量和价格，出清后在日内由南网总调组织调整并事后披露
	调峰			上海：实时市场申报容量单位为 0.01MW，时间单位为 15 分钟，最短持续时间为 30 分钟。报价上限值为 400 元/MWh
	调频			重庆：市场初期暂定调频容量价格为日前 3 元/MW，日内 10 元/MW。
需求响应	日前	省内	单边报量报价边际出清	山西：日前交易以报量报价方式参与
	日内			山东：虚拟电厂竞价申报运行日调节的电力、调节时间、调节速率等信息，接收实时市场出清价格

资料来源：能源电力说，东莞证券研究所

2. 虚拟电厂参与市场机制，推进“源网荷储一体化”发展

2.1 虚拟电厂“削峰填谷”具备经济性，可提升电网安全保障水平

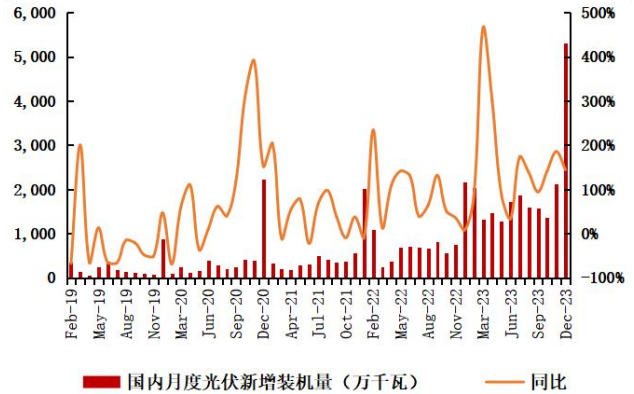
2023 年，国内光伏新增装机量达 216.88GW，同比增长 148.12%。2023 年 12 月，国内光伏新增装机量达 53.00GW，同比增长 144.24%，环比提高 14.59%。累计装机容量 609.49GW，较去年同期增长 55.2%，高出全国发电装机容量增速 41.3 个百分点。

图 5：光伏年度累计新增装机量



资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

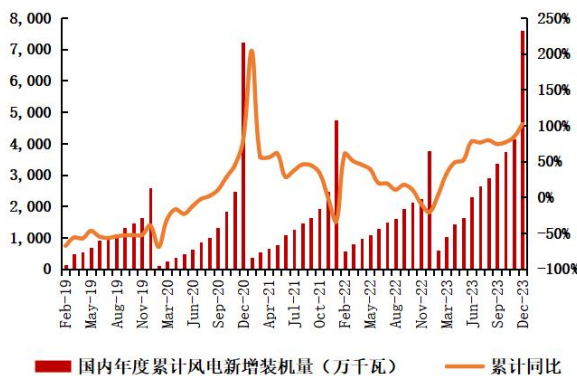
图 6：光伏月度新增装机量



资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

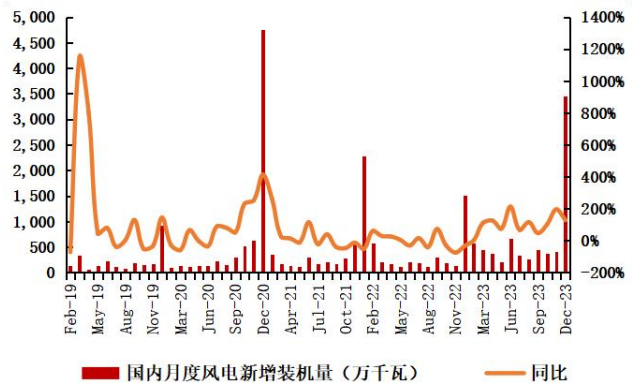
2023 年，国内风电新增装机量达 75.90GW，同比增长 101.70%。2023 年 12 月，国内风电新增装机量达 34.51GW，同比增长 129.39%，环比提高 745.83%。风电累计装机容量 441.34GW，较去年同期增长 20.7%，高出全国发电装机容量增速 6.8 个百分点。

图 7：风电年度累计新增装机量



资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

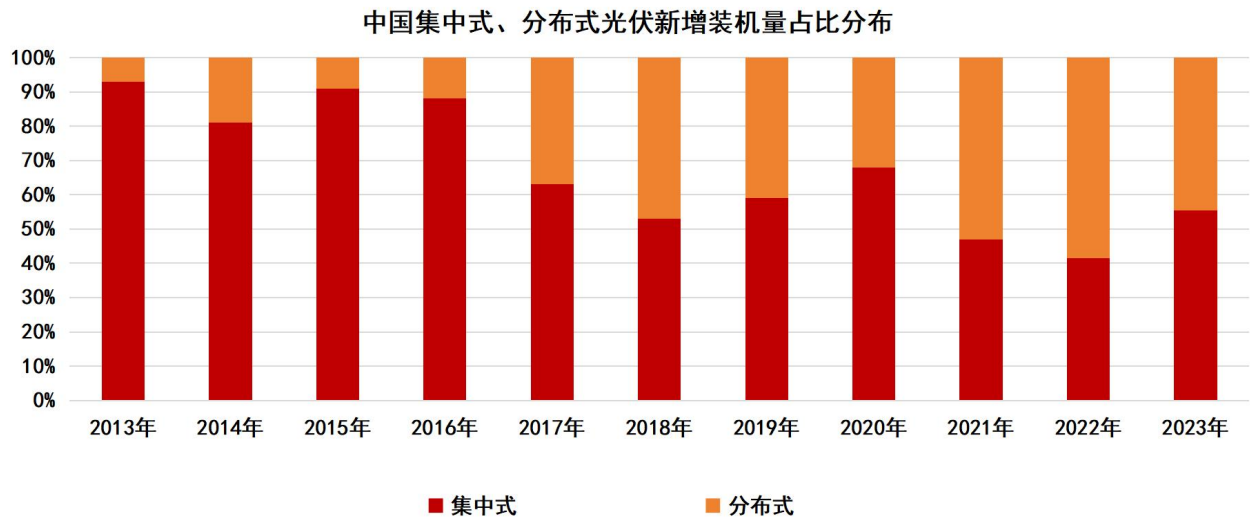
图 8：风电月度新增装机量



资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

根据国家能源局，国内第一批大型风电光伏基地已全部开工，第二批基地项目已陆续开工，第三批基地项目清单已正式印发实施，2023 年，风光大基地的加快建设推动集中式光伏新增装机占比有所回升。分布式光伏经过 2021-2022 年的快速发展，2023 年新增装机占比仍高达 45%，是推动国内光伏新增装机量增长的重要力量。

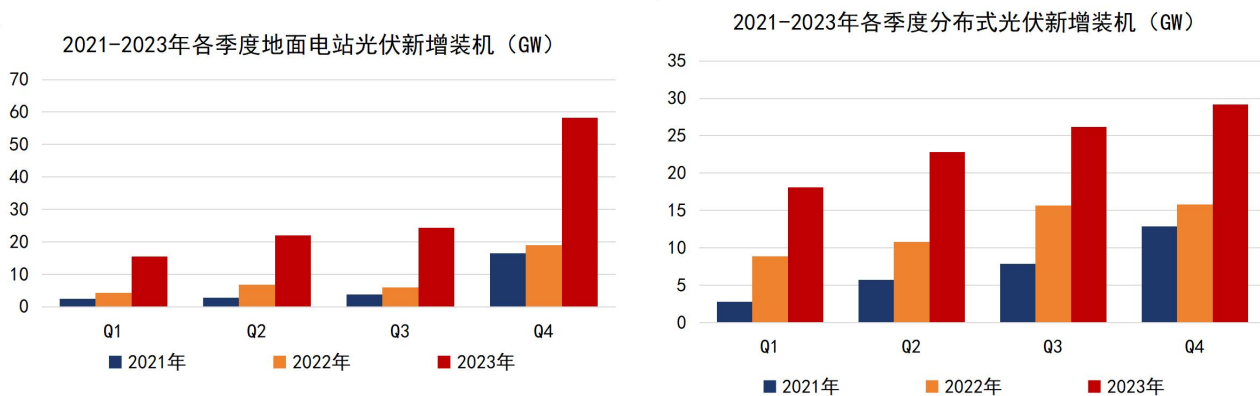
图 9：2013-2023年中国集中式、分布式光伏新增装机量占比情况



资料来源：国家能源局，中国电力企业联合会，CPA，东莞证券研究所

2023 年，全国地面电站光伏新增装机 120.0GW，同比增长 230.7%；全国分布式光伏新增装机 96.3GW，同比增长 88.4%。2023 年第四季度，全国集中式光伏新增装机 58.2GW，同比增长 206.1%，环比增长 139.3%；全国分布式光伏新增装机 29.1GW，同比增长 84.6%，环比增长 11.3%。受益于光伏产业链价格的大幅回落，对组件价格变动更为敏感的集中式光伏电站在 2023 年加速建设并网，新增装机提速明显。

图 10：2021-2023年各季度地面电站光伏新增装机（GW）图 11：2021-2023年各季度分布式光伏新增装机（GW）

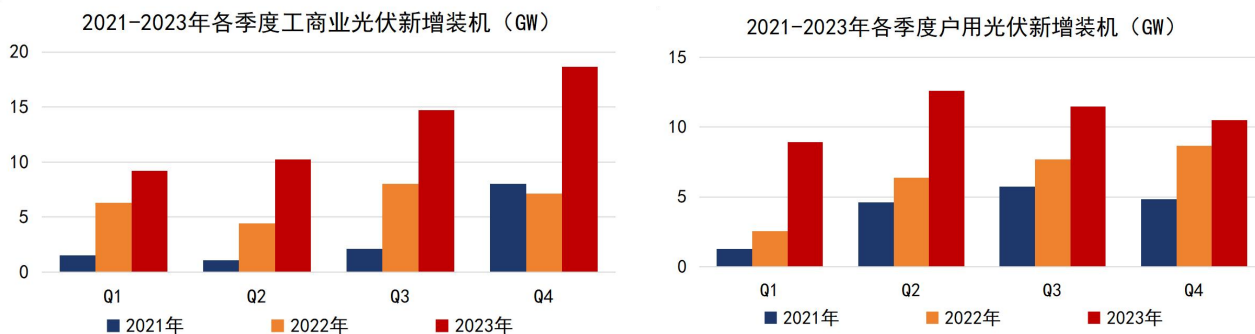


资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

分布式中，2023 年全国工商业光伏新增装机 52.8GW，全国户用光伏新增装机 43.5GW，分别同比增长 104.1%和 72.2%。2023 年，工商业分布式光伏的发展相较户用更为迅猛，各季度新增装机保持环比增长趋势，全年新增装机占比约 55%。

图 12：2021-2023年各季度工商业光伏新增装机（GW） 图 13：2021-2023年各季度户用光伏新增装机（GW）



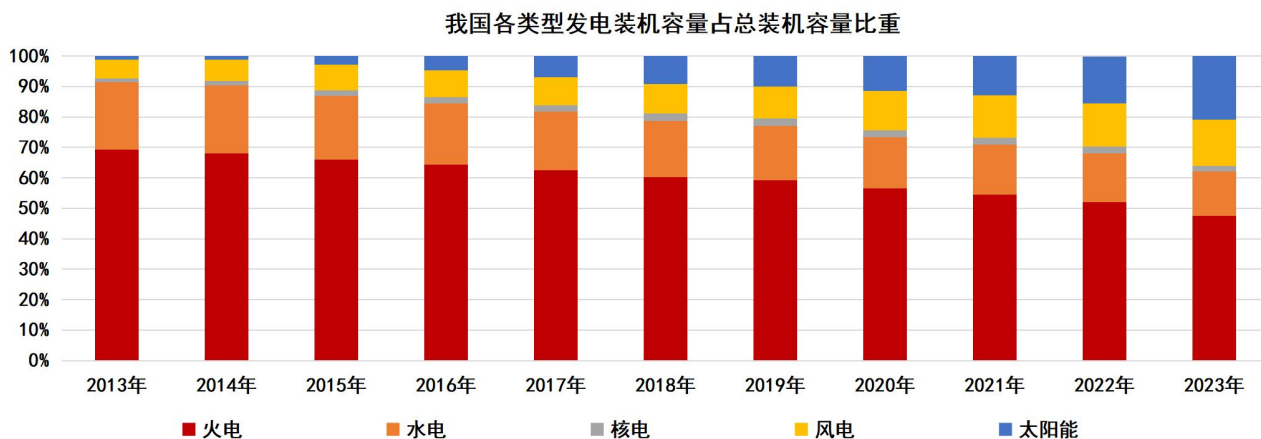
资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

2011-2023 年，太阳能、风电的发电装机容量占全国发电总装机容量的比重逐年提升，截止 2023 年，太阳能、风电的发电装机容量占全国发电总装机容量的比重达 36.0%，较 2022 年年底提高 6.4 个百分点。

光伏发电和风力发电受气象条件制约，具有间歇性、波动性和随机性等特点，对电力系统的安全性和供电可靠性造成了挑战。新能源发电装机占比不断提升，火电占比持续降低，将给电网安全性和稳定性带来挑战，随着大规模新能源装机并网发电，新能源电力消纳问题不可避免，虚拟电厂成为解决这些问题最环保和经济的选择。根据国家电网测算，通过火电厂实现电力系统削峰填谷，满足 5% 的峰值负荷需要投资 4000 亿元，而通过虚拟电厂仅需投资 500 亿至 600 亿元，虚拟电厂的成本仅为火电厂的八分之一至七分之一，较传统火电具备明显经济性。

图 14：我国各类型发电装机容量占总装机容量比重



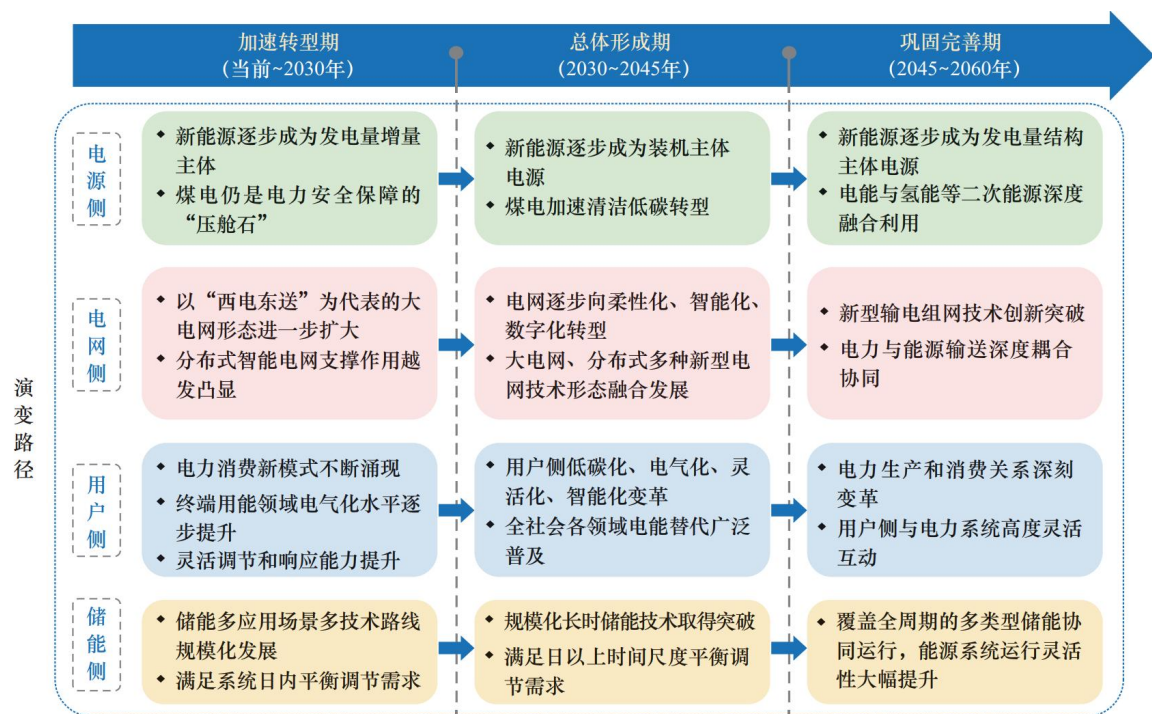
资料来源：国家能源局，东莞证券研究所

2.2 新型储能将成为电力系统调节的重要资源

随着可再生能源装机规模快速增长，新能源发电消纳问题日益突出，而储能提升电网灵活性、安全性、稳定性，提高可再生能源消纳水平方面具有独特优势，储能是有效调节可再生能源发电引起的电网电压、频率及相位变化，推进可再生能源大规模发电、并入常规电网的必要条件。

2023年6月，国家能源局发布《新型电力系统发展蓝皮书》（《蓝皮书》），其中要求，要发挥新型储能支撑电力保供、提升系统调节能力等重要作用积极，拓展新型储能应用场景，推动新型储能规模化发展布局。要积极推动电力源网荷储一体化构建模式，灵活发展用户侧新型储能，提升用户供电可靠性及用能质量。在用户侧要推动智能有序充电，探索智能车网双向互动新模式，有效发挥电动汽车储能充放电资源的峰谷调节作用。

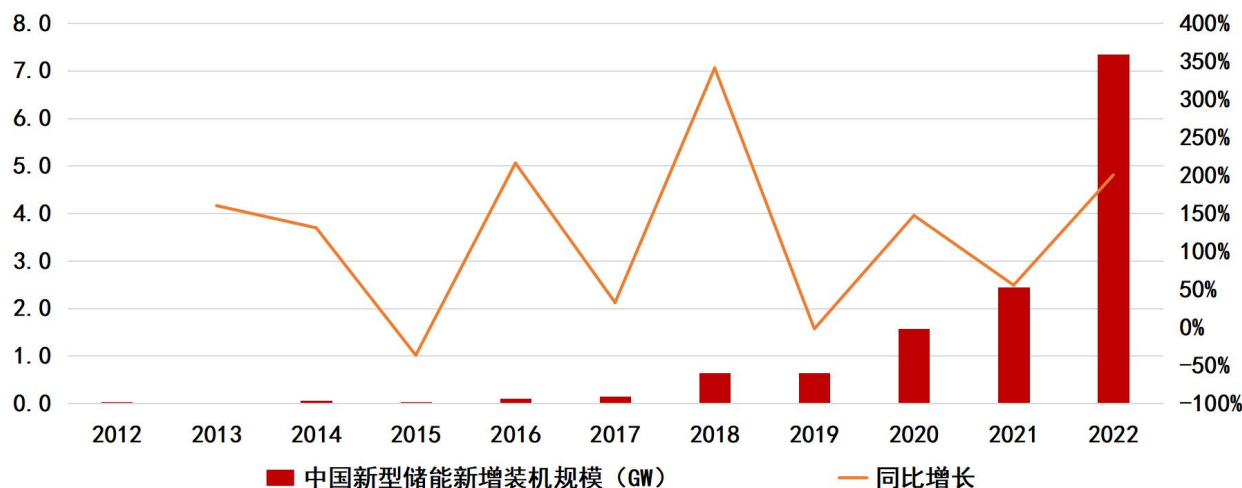
图 15：新型电力系统建设“三步走”发展路径



资料来源：国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书》，东莞证券研究所

在可再生能源产业、电动汽车产业和能源互联网产业快速发展的推动下，储能产业呈爆发性增长态势。2022年，中国新型储能新增装机规模为7.4GW，同比增长200.3%，累计装机规模达13.1GW，较2021年增长128.2%。

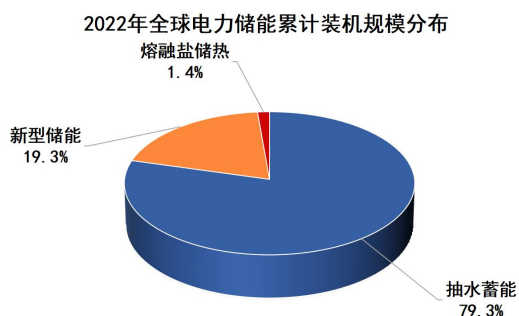
图 16：中国新型储能新增装机规模



资料来源：CNESA，东莞证券研究所

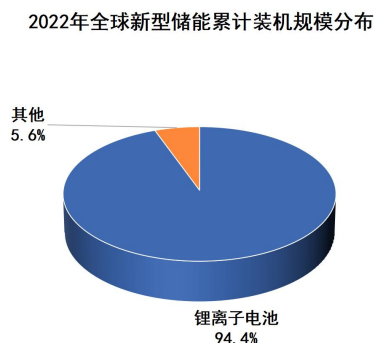
根据 CNESA，截至 2022 年底，全球已投运储能项目累计装机规模 237.2GW，其中，抽水蓄能的累计装机规模占比最大，为 79.3%，较 2021 年下降 6.9pct；新型储能的累计装机规模达 45.7GW，占比 19.3%，较 2021 年提高 7.1pct。在新型储能技术中，锂离子电池的累计装机规模最大，占比 94.4%，较 2021 年提高 3.5pct。全球锂离子电池储能具有使用灵活，响应速度快等优势，目前产业仍处于快速发展阶段，锂离子电池储能仍将是新型储能中最主要储能形式。

图 17：2022年全球储能市场累计装机规模分布



数据来源：CNESA《储能产业研究白皮书2023》，东莞证券研究所

图 18：2022年全球新型储能装机规模分布



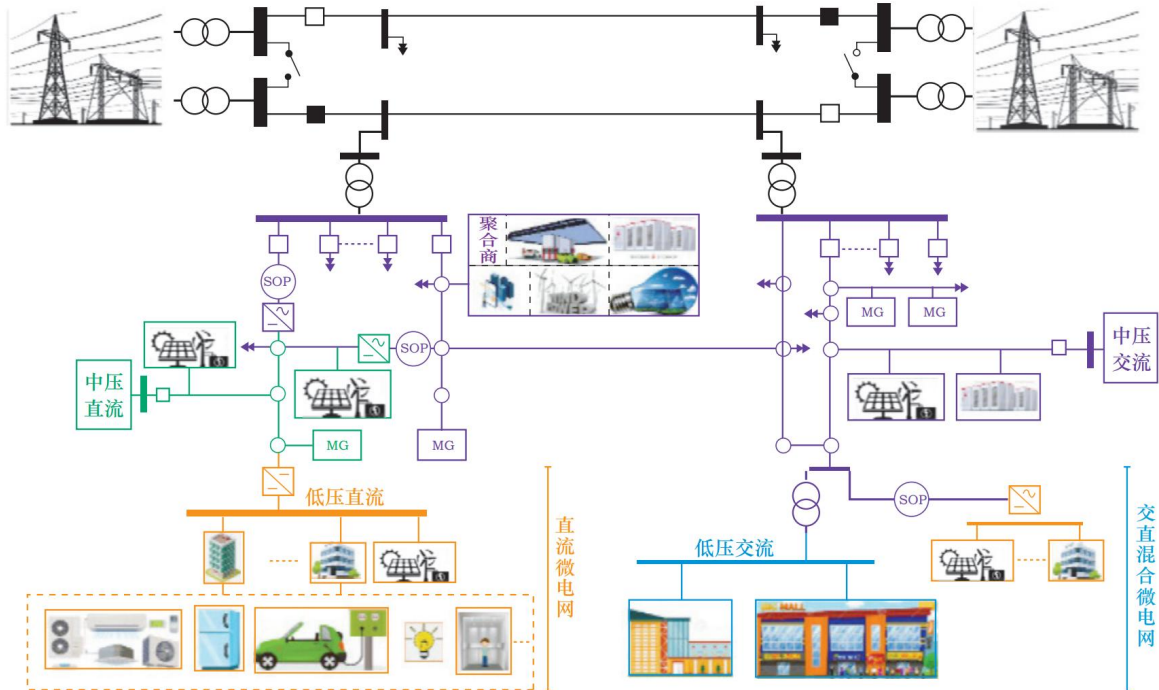
数据来源：CNESA《储能产业研究白皮书2023》，东莞证券研究所

2024 年 2 月 27 日，国家发展改革委、国家能源局联合印发，《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，其中提到，要动态研判电力系统对调节能力的需求，适度加快调峰、储能及智能化调度能力建设，推动电力系统调节能力保持合理裕度，增强极端情况防范应对能力，确保电力系统安全稳定运行。还要优化电力输、配环节新型储能发展规模和布局，在电网关键节点，结合系统运行需求优化布局电网侧储能，鼓励建设独立储能，更好发挥调峰、调频等多种调节功能，提升储能运行效益。在

偏远地区和输变电站址资源紧张地区，合理建设电网侧储能，适度替代输变电设施。

根据《新型电力系统发展蓝皮书》，通过培育电力源网荷储一体化、负荷聚合服务、综合能源服务、虚拟电厂等贴近终端用户的新业态新模式，有利于整合分散需求响应资源，并打造储具备实时可观、可测、可控能力的需求响应系统平台与控制终端参与电网调度运行，从而提升用户侧灵活调节能力。

图 19：分布式智能电网



资料来源：国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书》，东莞证券研究所

储能虚拟电厂中重要作用主要体现在调峰、调频、改善电能质量和提高系统稳定性和可靠性方面。储能系统可用于平抑风电功率波动，跟踪计划出力曲线，可有效平衡电力系统中的供需关系，缓解电力紧张和用电高峰期的压力，避免电力系统的崩溃和减少损失，提高电网运行控制的灵活性和可靠性，有利于电力系统的安全稳定运行。虚拟电厂集合储能技术的应用场景，可分为发电侧储能、电网侧储能和用户侧储能。

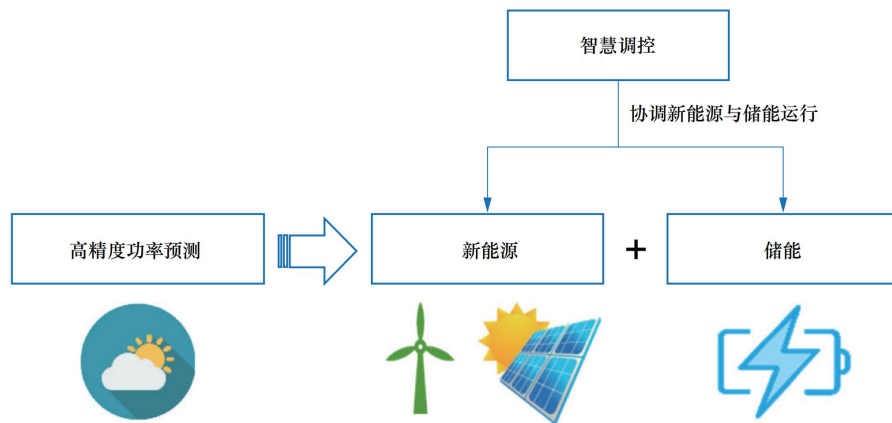
图 20：新型电力系统图景展望



资料来源：国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书》，东莞证券研究所

在发电侧领域，储能能够平滑功率输出，跟踪计划出力，实现电力的“削峰填谷”。光伏、风电出力具有很大的随机性、波动性和间歇性，加装储能系统可以跟踪新能源发电计划出力，在出力较低时储能输出功率，保证负荷用电安全；在出力曲线尖峰时储能系统吸收功率，从保证所输出的电能不被浪费。储能可辅助电网故障恢复及黑启动，使电源发电具有可控性和友好性。在火电机组装机较多、水电较少的地区，电源系统灵活性不足。这时，配置响应速度快的功率型储能电池，实现与火电机组一体化调度，提升机组整体响应性能，增加机组设备的利用率。

图 21：系统友好型新能源电站示意图



资料来源：国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书》，东莞证券研究所

2022 年，新型中国新增投运新型储能项目接入位置可分为电源侧、电网侧和用户侧，其中，电源侧的应用场景主要为新能源配储，占比达九成以上。电网侧则以独立储能为主，用户侧的主要应用场景为工商业及产业园。

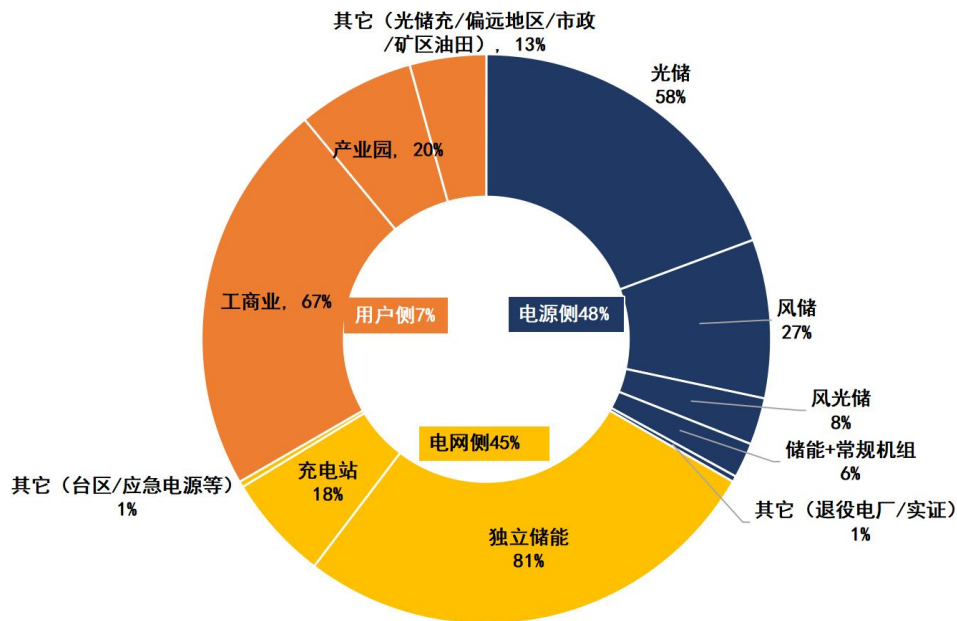
应用于电网侧的储能项目，主要安装在变电站及其附近，提供缓解电网阻塞、延缓输配电升级、提高输配电网供电安全性、弹性、灵活性、稳定性与可靠性等服务。对输电侧来说，电力储能能够延缓输电设备投资，改善电能质量，提高系统可靠性，维护输电网电压稳定性；对配电侧来说，电力储能可以延缓高峰负荷需求，延缓网络升级扩容，应对故障情况，保证供电稳定。

对于用户侧领域，储能可以使辅助式分布电源接入，应对峰值负荷需求，缩小峰谷差，促进电能质量调节与改善，充当不间断电源或应急电源。用户侧储能可针对传统负荷实施削峰填谷、需求响应。削峰填谷适用于高峰时段用电量大的用户，是目前最为普遍的商业化应用，通过“谷充峰放”降低用电成本；需求响应通过响应电网调度、助力推移用电负荷获取收益。用户侧储能还可与分布式可再生能源结合开展光储一体、充储一体应用。

大规模的户用或工商业光储形成的分布式用户侧储能系统是虚拟电厂建设的基础。江苏车牛山岛能源综合利用微电网项目由储能设备及风、光、柴油机组成，是国内首个交直流混合智能型微电网。东莞易事特工业园区内的智能充电站在配置了光伏电站的同

时，增加了 500kW/500kWh 储能系统，组成了一整套光储充一体化系统解决方案，这是东莞市首座光储充一体化的智能充电站。

图 22：2022年中国新增投运新型储能项目接入位置及应用场景分布

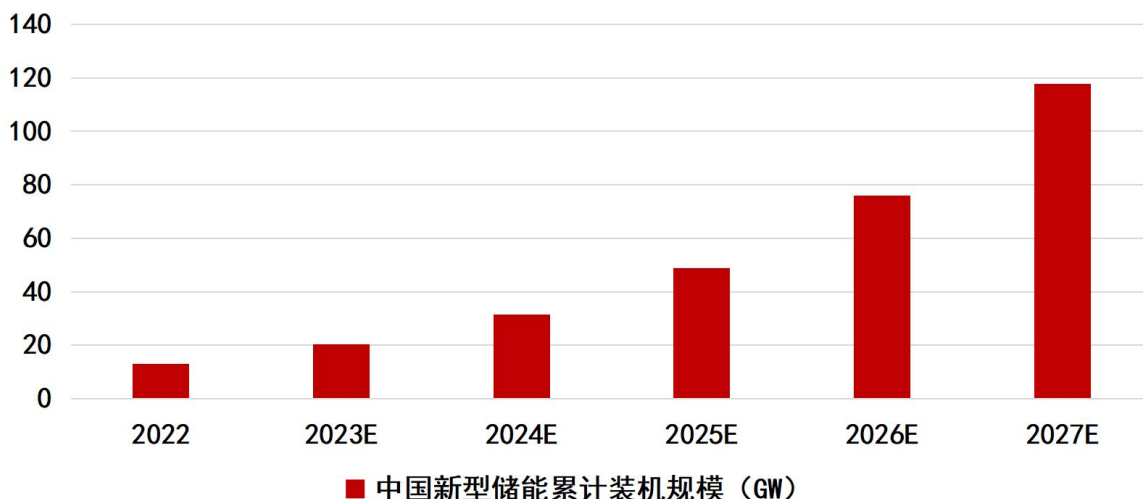


数据来源：CNESA《储能产业研究白皮书2023》，东莞证券研究所

长期以来，储能行业收益与成本的不匹配制约了储能的大规模发展。随着分布式电源、多元负荷和储能的广泛应用，大量用户侧主体兼具发电和用电双重属性，终端负荷特性由传统的刚性、纯消费型，向柔性、生产与消费兼具型转变，“源网荷储”灵活互动和需求侧响应能力不断提升，支撑新型电力系统安全稳定运行。辅助服务市场、现货市场、容量市场等多类型市场持续完善、有效衔接融合，体现灵活调节性资源的市场价值。

根据 CNESA，“十四五”前两年，新型储能年复合增速为 99.6%，超过“十三五”81.9%的年复合增速，随着储能技术的持续进步、投资成本的不断下降、商业模式的逐渐成熟，我们测算，至 2027 年中国新型储能有望新增投运 104.6GW，累计规模将达 117.7GW，即 2022-2027 年间中国新型储能累计装机规模以 55.2%的年均复合增速增长。

图 23：中国新型储能累计装机规模



数据来源：CNESA《储能产业研究白皮书2023》，东莞证券研究所测算

2.3 换电站和充电桩持续快速增长，新能源汽车成电网“移动充电宝”

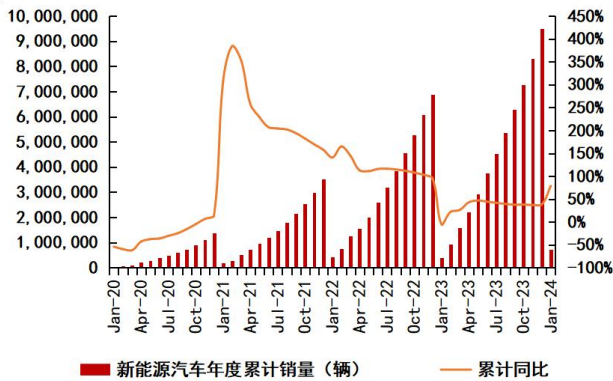
随着新能源汽车的规模化发展，新能源汽车通过充换电设施与供电网络相连，构建能量流双向互动体系，发挥动力电池作为可控负荷或移动储能的灵活性调节能力，加快新型电力系统建设，是目前国家政策鼓励推动发展的重要方向。2024 年 1 月 4 日，国家发改委、国家能源局、工信部和市场监督管理总局联合发布《关于加强新能源汽车与电网融合互动的实施意见》，其中明确提出“培育车网融合互动新型产业生态，到 2030 年车网互动实现规模化应用，力争为电力系统提供千万千瓦级的双向灵活性调节能力”。

车网互动是指新能源车通过充放电装置与电网进行能量和信息的互动，车主在电网用电负荷低谷时充电，负荷高峰时向电网放电，即新能源汽车作为电网的“移动充电宝”，可推动新能源汽车反向给电网送电。

从近四年的数据看，国内新能源汽车销量持续快速提升，2023 年新能源汽车销量达 949.5 万辆，同比增长 37.9%。国内新能源汽车保有量从 2015 年的 22 万辆大幅提升至 2023 年的 2041 万辆，增长了 91.8 倍，2014-2023 年年均复合增长率达同比增长 54.0%。

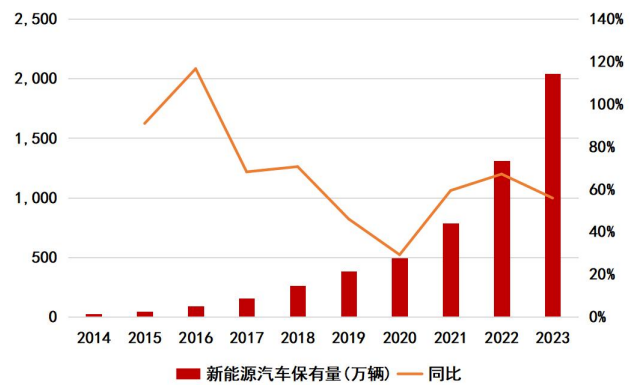
2024 年 1 月，新能源汽车新增销量达 72.9 万辆，同比增长 78.7%，为同期单月最高销量水平，今年新能源汽车仍有望保持高增。根据中汽协，我国 2023 年汽车产销双破 3000 万辆，其中新能源汽车渗透率达 31.6%，较 2022 年高出 5.9 个百分点，2024 年新能源汽车销量有望达 1150 万辆，渗透率超 37%。

图 24：新能源汽车年度累计销量



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

图 25：新能源汽车保有量



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

国内换电站数量从2019年8月的245座大幅增长至2024年1月的3624座，增长了13.8倍。国内公共充电桩数量从2016年的14.1万个持续增长至2023年的272.6万个，增长了18.3倍，2016-2023年年均复合增长率达同比增长52.6%。

图 26：全国换电站数量



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

图 27：全国公共充电桩数量



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

2024年2月26日，南方电网调峰调频（广东）储能科技有限公司与蔚来能源投资（湖北）有限公司在广州签署框架合作协议根据协议，双方将在在虚拟电厂、换电站业务、电池梯次和回收利用等领域展开全面合作，推动充换电站、储能站、可调负荷等聚合资源接入虚拟电厂平台，为电网提供调峰、调频、需求侧响应服务，双方还将选择合适场所共同建设换电站，在提升换电服务便利性的同时，推动换电站作为分布式储能的商业应用。

蔚来是国内首家接入电网调度虚拟电厂的电动汽车品牌，蔚来已在全国建设2,375座换电站，公共充电桩21,603根，截至2024年2月底，蔚来已组织换电站587座、充电桩超过2.7万根参与全国14个省市的需求响应以及调峰辅助服务，总调峰容量约30万千瓦。蔚来换电站具备调峰调频能力，已在国内多个地区得到验证。

南网储能公司长期致力于大容量、集中式的储能电站建设，随着新能源汽车的发展，电网需要灵活性的、分布式的储能提升配电网的电力支撑能力。本次合作将推动换电站作为分布式储能参与虚拟电厂业务，为电网提供灵活、智能的调峰调频、需求侧响应服务，将更好地推动新能源汽车和电网融合互动。未来，预计将会有更多的新能源车企联

动电网公司，实现虚拟电厂在电力辅助服务市场的应用。

3. 虚拟电厂行业市场空间广阔，未来有望迎来快速发展期

3.1 虚拟电厂行业参与的市场主体众多

虚拟电厂参与电力市场的流程可以分为六大阶段，分别为虚拟电厂聚合市场报价、市场出清、市场指令下达、虚拟电厂跟随、市场结算。目前，各国电力市场中与虚拟电厂(电力需求响应)相关的机构和市场主体众多。不同的机构和专业化市场主体代表不同的市场运营模式、商业模式以及相关业态的发展成熟程度和分工精细程度。

虚拟电厂产业链上游是能源资源环节，涵盖分布式能源、储能、工商业企业、写字楼、充电桩、居民用户等可作为可控负荷的基础资源；中游是提供运营服务和技术支持的虚拟电厂运营商，涵盖负荷聚合商和技术服务商；下游为电力需求方，包括电网公司、售电公司及工商业用户等。

与虚拟电厂最相关的主流市场主体形式中，聚合商是具有代表性的虚拟电厂运营主体。虚拟电厂聚合商是一家充当电力终端用户之间的中介者的商业公司，它们是解除管制的电力系统参与者，其主要作用是将分布式能源带到市场上供其他参与者使用，另一方面为分布式能源提供市场准入，从而可以为电气系统和社会提供附加值，分布式能源包括需求响应、分布式发电和能源存储。

非主流市场主体中，如计划协调机构(SC)、负荷服务机构(LSE)、削减服务提供商(CSP)计量服务商(MSP)等，这些市场主体目前主要存在于美国市场，其代表了新的商业模式探索和创新。

表 6：虚拟电厂相关市场主体及市场活动

市 场 主 体	市 场 活 动
消费者(Customer)	购电自用、终端用户(End User)
负荷服务机构(Load Serving Entity, LSE)	给批发市场用户和终端用户提供电力服务，包括零售商(REP)
零售商(Retail Electric Provider, REP)	售电给消费者，自身不拥有或控制发电资产
销售商(Marketer)	对电拥有所有权并向消费者转售电
聚合商或集成服务商(Aggregator)	为众多的购电者和/或售电者处理计划、进度、财务、账单、结算事宜
经纪人(Broker)	作为别人在商谈合同、购买或销售电力或电力服务活动的代理，本身不拥有所有权
最后服务提供商(Provider Of Last Resort, POLR)	为不行使零售选择权的用户提供默认服务(Default Service)
削减服务提供商(Curtailment Service Provider, CSP)	为需求侧响应项目整合用户资源
公用配电公司(Utility Distribution Company, UDC)	拥有和维护配电系统，配送电力。又称为配电服务提供商(Distribution Service Provider, DSP)及地方配电公司(Local Distribution Company, LDC)
发电商(Generator)	拥有或掌握发电资源并生产电力
公用电力公司(Utility)	提供发电、输电、配电、削减负荷、计量等多方面服务
独立系统运营机构(ISO)	输电网运营机构，提供无歧视准入、管理阻塞、维持电网可靠性和安全性、提供账单和结算服务
区域输电组织(Regional Transmission Organization, RTO)	输电网所有者和使用者联盟，负责向FERC汇报输电系统开放准入的执行情况，也称为区域输电集团(RTG)
电力交易中心(Power Exchange, PX)	管理电能及负荷竞价，包括需求侧响应，执行双边物理合同外的其他交易
计划协调机构(Scheduling Coordinator, SC)	履行一定容量以上合同双方的交易执行和结算，计划合同执行起始时间以及有关电力供应和接受的其他有关

	事项
计量服务商 (Meter Service Provider, MSP)	安装和维护计量设备
计量数据管理代理 (Meter Data Management Agent)	读取和核对计量数据信息

资料来源：《走进虚拟电厂》，东莞证券研究所

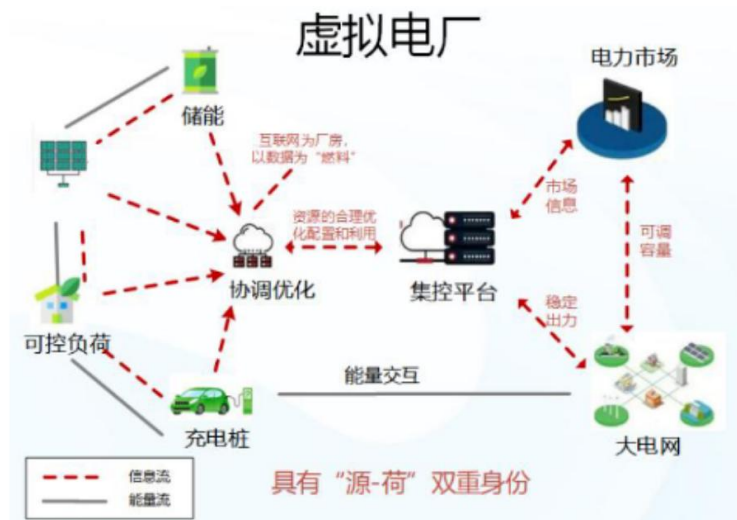
3.2 虚拟电厂聚合商和技术服务商是核心环节

从国内来看，在新能源大规模接入的新型电力系统背景下，国家政策对负荷集成商建设的发展给与了充分的支持。2022 年 5 月，国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司印发《关于推进新型电力负荷管理系统建设的通知要求》，其中提到，到 2025 年系统负荷控制能力达到本地区最大负荷的 20%以上。同时，政府鼓励分行业推进灵活资源改造、培育专业负荷聚合商。

2024 年 2 月 27 日，国家发展改革委、国家能源局印发《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，其中提到，深入挖掘可调节负荷、分布式电源等资源潜力，支持通过负荷聚合商、虚拟电厂等主体聚合形成规模化调节能力，推动实施分钟级、小时级需求响应，应对短时电力供需紧张和新能源消纳困难问题。在未来，负荷聚合商将极大地促进需求响应资源参与市场的深度和广度。

虚拟电厂是一套基于能源互联网技术的平台系统，通过这个平台，可以将闲散在终端用户侧的充电桩、储能、分布式光伏、空调等分布式资源聚合起来，并加以优化控制，参与电网运行。虚拟电厂聚合商主要负责集中管理分布式资源，为服务购买方提供支持。

图 28：虚拟电厂示意图



数据来源：中国电科院，东莞证券研究所

由于分布式资源体量小、波动性强且分布散，直接将其并网会对电网调度系统带来管理压力和安全隐患，因此需要通过专业聚合商将各类分布式资源进行聚合成整体来参与虚拟电厂运行，以减轻电网调度的管理负担，提高电力系统的稳定性和可靠性。另一方面，需求侧响应和电力交易涉及等多项关键技术，大部分用电企业并不具备相关能力，通过专业聚合商参与虚拟电厂具备更高的经济效益。各类聚合起来的分布式资源通过积极进行需求侧响应、辅助服务、参与电力交易等路径，获得相应的收益，聚合服务商和

资源主体按照约定对该部分收益进行分配。

在邀约模式下的虚拟电厂，主要通过政府机构或电力调度机构发出邀约信号，由负荷聚合商、虚拟电厂组织资源进行削峰、填谷等需求响应；未来虚拟电厂在市场化交易模式下，虚拟电厂聚合商将以类似于实体电厂的模式，在分别参与电力现货市场、辅助服务市场和容量市场等细分市场的运行当中并获得相应收益。因此，资源接入能力、协调控制能力以及市场交易能力是虚拟电厂聚合商的核心能力。

以国网信通需求响应系统为例，该系统可应用电网削峰填谷、售电交易中偏差控制、电力现货市场中辅助服务、电动汽车及新能源消纳的多个调峰项目中。国网信通智能楼宇系统开展楼宇智慧用能、智慧体验、智慧办公等，可实时综合展现并按需控制楼宇环境参数、能源流向，提高楼宇内可再生能源和新能源利用率，减少采暖、制冷、照明等能耗，强化楼宇能效的监测和管理。

图 29：国网信通需求响应系统

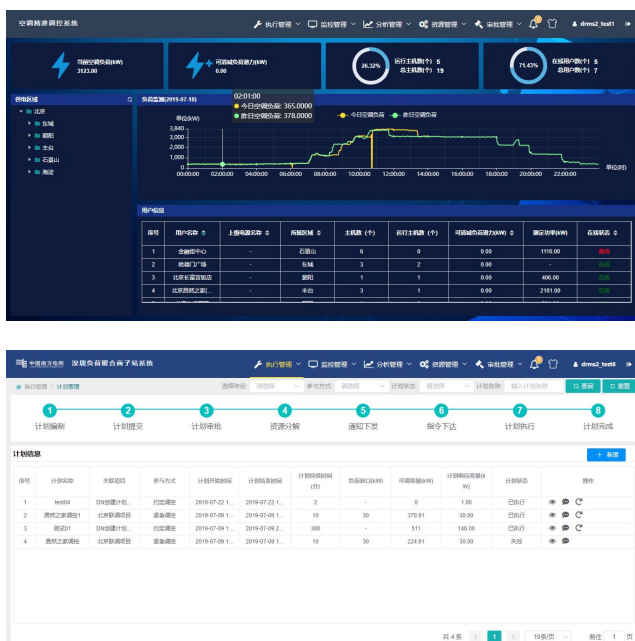
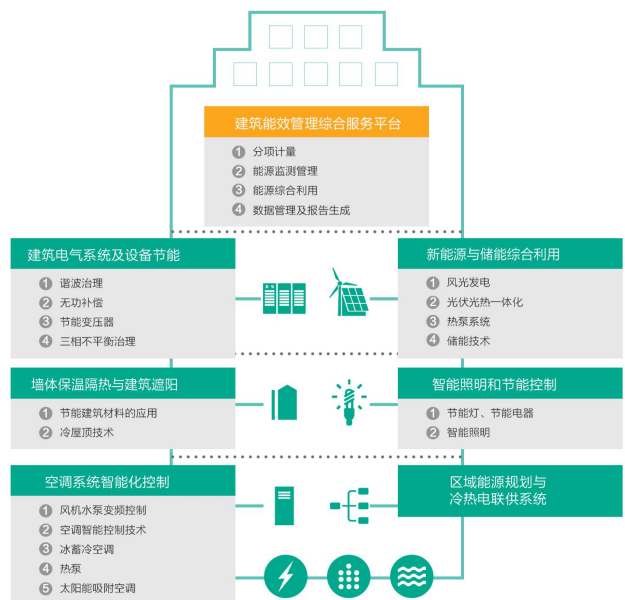


图 30：国网信通智能楼宇系统



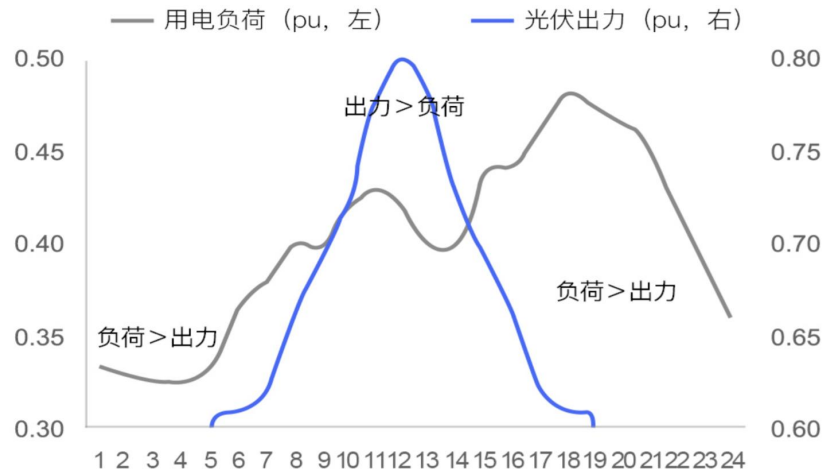
数据来源：国网信通官网，东莞证券研究所

数据来源：国网信通官网，东莞证券研究所

聚合商需要能够统一管理不同类型的能源资源，通过建立数字化平台实现资源优化配置和协调控制，同时积极参与市场交易，并能够进行资源聚合分析、准确的市场电价预测和优化的市场申报机制和电力调度机制等，拥有强大聚合资源能力和算法能力的聚合商则具备更突出的竞争力。

虚拟电厂技术服务商主要为客户提供物联网、大数据、通信、计量、智慧调度、信息安全防护等方面的技术支持和服务。其中，具备新能源发电功率预测的技术服务商可对新能源场站发电功率进行精准预测，能有效帮助电网调度部门提前做好传统电力与新能源电力的调控计划，改善电力系统的调峰能力，增加新能源电力的并网容量，提高新能源电力的利用效率，在新能源电力管理方面发挥着重要作用。

图 31：光伏发电的发电量曲线与用电量曲线

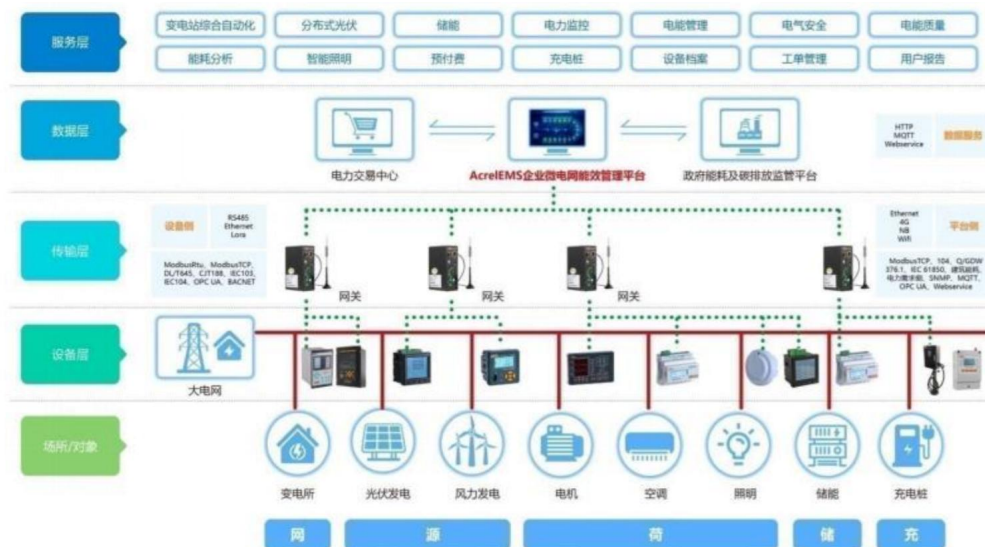


数据来源：国能日新《首次公开发行股票并在创业板上市招股说明书》，东莞证券研究所

电网的组成包括发电、输电、变电、配电和微电网，前四个环节为主干网，微电网面向终端企业用户，是主干网的延伸。微电网是指由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成的小型发配电系统。微电网可以分为并网型和独立型，其中并网型微电网通常与外部电网联网运行，且具备并/离网的切换与独立运行能力。

随着分布式新能源的逐渐普及和占比提升，带动配网升级需求，将推动企业微电网系统的建立。在电力市场化的背景下，企业电力管理的需求进一步提升。工商业用户直接参与电力市场交易，将加速释放电费管理、电力数据分析管理、市场交易工具等的需求，企业微电网服务商能助力有效实现能效管理、优化企业内部运行，缓解新型负荷的并网压力。

图 32：微电网生态架构图



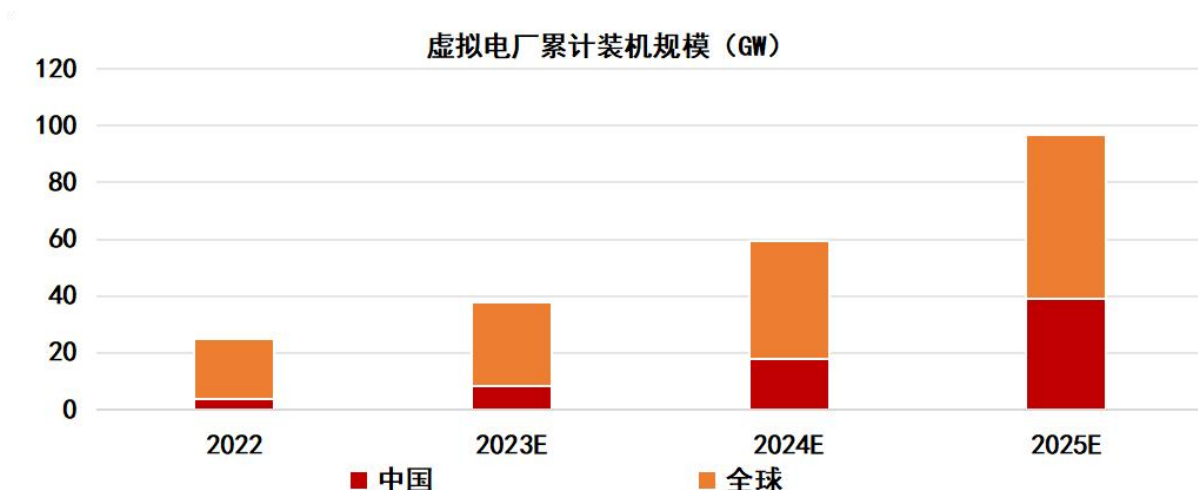
数据来源：国能日新《首次公开发行股票并在创业板上市招股说明书》，东莞证券研究所

3.3 虚拟电厂行业有望迎来规模化发展机遇

根据《2023 中国虚拟电厂产业发展白皮书》，2022 年全球虚拟电厂新增投资规模 9.9GW，累计装机规模达 21.2GW。至 2030 年，全球虚拟电厂累计规模将达 58GW，2022 至 2025 年年均复合增速达 39.9%，三年间全球虚拟电厂将新增装机规模约 36.8GW。2022 年全球电力需求为 26,779TWh，虚拟电厂参与交易电量约 32.6TWh，仅占全球电力需求量的 1.2%，虚拟电厂未来仍有巨大的市场潜力。

国内方面，至 2025 年，中国的虚拟电厂累计装机规模预计将从 2022 年的 3.7GW 增长至 39GW，2022-2025 年年均复合增速达 108.1%，即 2022 至 2025 年中国虚拟电厂装机规模新增 35.3GW，中国的虚拟电厂装机量全球占比将从 2022 年的 17.5%提升至 2025 年的 67.2%，到 2025 年中国虚拟电厂参与平抑的用电量将达到 37TWh，中国为推动全球虚拟电厂快速发展的主要引擎。

图 33：虚拟电厂装机规模测算



数据来源：《2023中国虚拟电厂产业发展白皮书》，东莞证券研究所

根据《2023 中国虚拟电厂产业发展白皮书》，2022 年全球虚拟电厂项目的新增投资规模约 99 亿元，单 GW 投资成本约 10 亿元/GW，至 2030 年，该成本预计将降至 8 亿元/GW。2023-2025 年，随着全球虚拟电厂迅速规模化发展，单位装机规模的投资成本将有所下降，按照 9 亿元/GW 投资成本测算，至 2025 年，全球虚拟电厂的累计投资规模将达到 543 亿元，即 2023-2025 年市场规模扩容约 331 亿元，2022-2025 年年均复合增速达 36.8%。

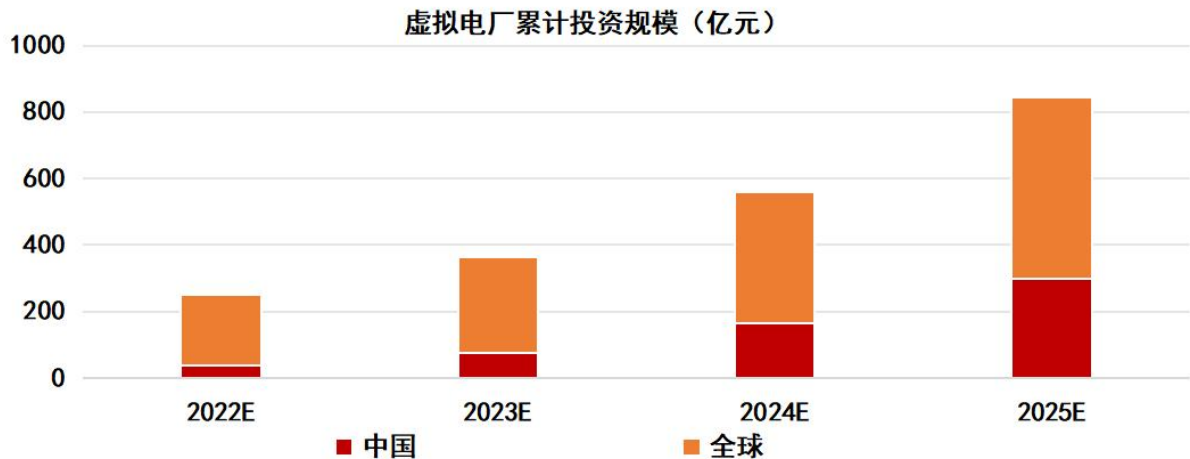
中国方面，目前国内多个省份正在加速布局虚拟电厂相关项目。其中，上海虚拟电厂参与的负荷类型最多；山东虚拟电厂既可参与辅助服务，也可参与日前现货交易；广东开启需求响应市场化交易；山西率先出台虚拟电厂建设和运营管理实施方案，并围绕现货市场修订细化虚拟电厂市场化运营规则，为虚拟电厂实现商业运行探索盈利模式。

2022 年 8 月 26 日，国内首家虚拟电厂管理中心在深圳成立，标志着深圳虚拟电厂迈入快速发展新阶段，也意味着国内虚拟电厂从初步探索阶段向实践阶段迈出重要一

步。2023 年 12 月 28 日，芜湖供电公司综合能源分公司与芜湖虚拟电厂公司签署正式合作协议，标志着国内首个城市级虚拟电厂进入实体化运作阶段。

至 2025 年，中国虚拟电厂的累计投资规模预计将达到约 300 亿元，全球市场份额约 55%，即 2023-2025 年中国虚拟电厂市场规模扩容约 267 亿元，2022-2025 年年均复合增速达 108.1%。

图 34：虚拟电厂累计投资规模测算



数据来源：《2023 中国虚拟电厂产业发展白皮书》，东莞证券研究所

4. 投资策略和重点公司

2024 年 1 月 22 日，国家能源局《2024 年能源监管工作要点》，将虚拟电厂、负荷聚合商等新型主体引入电力市场，引导虚拟电厂等新型主体参与系统调节作为今年重点工作。2024 年 2 月 27 日，国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于加强电网调峰储能和智能化调度能力建设的指导意见》，其中，明确源网荷各侧调节资源和风光储联合单元、负荷聚合商、虚拟电厂等主体的独立市场地位。国家部委接连出台相关文件，释放出今年要加大发展虚拟电厂力度的信号。

随虚拟电厂行业发展加速，各领域企业布局加速，建议关注：

1、核心业务主要依托电网系统的虚拟电厂技术提供商，如国电南瑞（600406）、国网信通（600131）。

2、具备丰富分布式资源的负荷聚合商，如南网能源（003035）。

2、在智能计量、发电功率预测、提供解决方案等方面具备竞争优势的电力信息化软硬件企业，如东方电子（000682）、国能日新（301162）、安科瑞（300286）、泽宇智能（301179）、四方股份（601126）。

国电南瑞（600406）：公司在虚拟电厂关键技术和市场机制方面已进行多年的研究，可以提供完整的虚拟电厂解决方案，拥有虚拟电厂平台、虚拟机组、调控终端等系列化成熟产品和不同类型虚拟电厂的建设经验，并突破秒级精准调频控制等虚拟电厂运营管控关键技术。公司建设的省级虚拟电厂运营管理系统在上海、福建、江苏等地成功支撑国家电网、售电公司、负荷聚合商等建立多个样板工程，山西省虚拟电厂是公司承担的首个省级虚拟电厂，其在 2022 年已完成运营管控系统试运行。公司在新型电力负荷管理、虚拟电厂公共运行管理能力提升等方面具备专业优势，具备大规模新型电力客户负荷控制系统建设的实施经验和技術积累。

国网信通（600131）：公司参与了虚拟电厂相关示范工程建设，打造了覆盖“源网荷储充”一体化运行的虚拟电厂运营平台，该平台已接入华北辅助服务市场、天津虚拟电厂、上海虚拟电厂参与电网调节，实现了面向企业园区、商业楼宇用户的区域能源资源的优化配置。公司的虚拟电厂业务聚焦于用电侧开展有利于客户与电网平衡的工作，公司目前的虚拟电厂业务已在天津、上海等开展试点，建设了虚拟电厂平台，实现了调度需求触发、资源聚合、资源监测、特性分析、资源评估等功能，并面向需求响应、辅助服务等市场化场景实现了整个业务流、信息流的贯通。

南网能源（003035）：公司开展能源托管、用户侧储能、光储用一体化能源站、冰（水）蓄冷等负荷优化调节设施的投资建设运营，完善公司业务矩阵，为负荷供应、负荷优化、能效提升、负荷响应等综合能源服务打下基础，把握源荷聚合业务起步发展且与公司业务高度契合的机遇，推出七个典型应用场景综合能源解决产品，以肇庆、南沙为试点打造城市级负荷集成商先行点。公司全力向负荷聚合商转型，搭建公司数字化综合管理暨负荷聚合商服务平台，加快负荷聚合商运营平台核心功能开发和升级迭代；已完成光伏、空调负荷接入网级分布式源荷聚合平台 100 多个项目、180 多兆瓦，并成功在广东电力交易中心注册成为负荷聚合商。

东方电子（000682）：公司目前正积极响应烟台市政府的规划，主导建设烟台市数字化虚拟电厂项目。该项目将成为山东省首个城市级虚拟电厂，预计可调容量一期将达到 20MW，到 2023 年底将累计达到 100MW，到 2024 年可达 200MW。公司先后完成广州明珠工业园虚拟电厂项目和国内规模最大的南方电网虚拟电厂建设和上线市场化运营，参与国网湖北虚拟电厂建设，华能山东虚拟电厂等项目也在有序进行。公司虚拟电厂业务提供涵盖实时技术支撑、后端系统运营及维护，并能够进行后期针对性的系统开发和定制化服务。

国能日新（301162）：公司是服务于新能源行业的软件和信息技术服务提供商，主要向新能源电站、发电集团和电网公司等新能源电力市场主体提供新能源发电功率预测产品（包括功率预测系统及功率预测服务），未来将向电力交易、智慧储能、微电网、虚拟电厂相关方向进行创新产品的延伸和拓展。公司在气象领域的预测模型，主要应用于新能源电站的功率预测、电力交易辅助决策等领域，具备自研模型算法、行业先发优势及综合经验积累的核心优势。

安科瑞（300286）：公司的微电网智慧能源平台（EMS 3.0）可实现源网荷储充一体化柔性控制，实现互联、互通、互动。EMS3.0 可进一步通过削峰填谷、需量管理、有

序用电等控制策略，协调分布式能源、可控负荷、储能等子系统优化运行，提高新能源消纳比例，降低用电成本。EMS 3.0 还可与国网调度系统、电力交易平台、虚拟电厂聚合商平台进行交互。通过 EMS 3.0 平台在企业内部调度储能、光伏、充电桩的运行，可以进一步丰富储能和光伏的获利方式，有望强化公司的产品竞争力。

泽宇智能（301179）：公司主要从事的电力信息系统集成相关业务，其主营产品具有技术优势和竞争力，可针对电力信息化领域快速研发各类满足不同用户需求的产品，服务对象主要是各级供电公司的信通、调度、设备、安质等部门及其所属的各业务单元。公司立足于江苏，多年来参与省内多地电力咨询设计、系统集成、施工及运维项目的建设服务，具备电网建设和运维积累的经验，未来电力业务有望拓展至其他省份。同时，公司也在虚拟电厂、气象监测装置、电力巡检机器人、电力通信运维数字化等领域投入研发力量，以提升公司的竞争力。

四方股份（601126）：公司为国内外供电企业、大型行业客户的智能配电及智慧能源服务，提供一二次融合装备、智能终端、电力调配自动化系统、综合能源管理及设备运维管控系统等全系列产品、整体解决方案及配套服务，实现“源网荷储”一体化运行管理。中标河南省多座 500kV 变电站智能巡视项目，及深圳 110kV 后海三数字孪生智慧变电站项目，扩大了公司在智能运检、数字孪生技术和市场影响力；中标贵阳、桂林、贺州等地二次设备监控主站项目，保持在南网市场的领先地位；连续中标华北分部、华东分部新一代 WAMS 主站项目，持续保持该领域的领先优势，并为在国网区域推广奠定了坚实基础。

表 7：公司盈利预测及投资评级（截至 2024 年 2 月 28 日）

代码	名称	股价 (元)	EPS				PE				评级	评级变动
			2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E		
600406	国电南瑞	22.78	0.96	0.92	1.08	1.24	24	25	21	18	买入	维持
600131	国网信通	15.82	0.67	0.76	0.89	1.03	24	21	18	15	买入	首次
003035	南网能源	4.98	0.15	0.15	0.22	0.28	34	32	23	18	买入	首次
301179	泽宇智能	21.40	1.72	1.25	1.74	2.29	12	17	12	9	买入	首次
000682	东方电子	8.17	0.33	0.41	0.52	0.63	25	20	16	13	买入	首次
300286	安科瑞	18.91	0.79	1.03	1.44	1.94	24	18	13	10	买入	首次
601126	四方股份	14.25	0.67	0.83	1.00	1.19	21	17	14	12	买入	首次
301162	国能日新	37.64	0.95	0.96	1.27	1.65	40	39	30	23	买入	首次

资料来源：iFinD，东莞证券研究所

5. 风险提示

（1）市场竞争加剧风险：电网自动化领域主要按国家电网和南方电网施行的集中招标采购模式。集中统一的招投标模式对投标方产品的技术、性能、成本的要求比较高，注重具备多年的行业积累和较强产品研发竞争力的投标方，存在市场竞争加剧的风险；

（2）新型电力系统建设不及预期风险：国家新型电力系统的建设关系国计民生的重要基础能源产业和公用事业，受到国家宏观经济的较大影响。未来宏观经济的周期性波动，可能致使相关行业的经营环境发生变化，并使固定资产投资或技术改造项目投资出现调整，从而影响到新型电力系统建设进度；

（3）技术和产品创新风险：虚拟电厂行业处于发展初期，行业技术发展和革新较快，对技术先进性的要求高，产品开发难度大、周期长、复杂性高。如果虚拟电厂企业无法持续在技术上取得突破、保持技术优势，不能研发出符合客户需求的产品，保持产品技术和系统软件的迭代更新，将存在技术竞争优势被削弱的风险。

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
买入	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
增持	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
持有	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
减持	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%以上
无评级	因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，导致无法给出明确的投资评级；股票不在常规研究覆盖范围之内
行业投资评级	
超配	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
标配	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
低配	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

说明：本评级体系的“市场指数”，A 股参照标的为沪深 300 指数；新三板参照标的为三板成指。

证券研究报告风险等级及适当性匹配关系	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	主板股票及基金、可转债等方面的研究报告，市场策略研究报告
中高风险	创业板、科创板、北京证券交易所、新三板（含退市整理期）等板块的股票、基金、可转债等方面的研究报告，港股股票、基金研究报告以及非上市公司的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

投资者与证券研究报告的适当性匹配关系：“保守型”投资者仅适合使用“低风险”级别的研报，“谨慎型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中低风险”的研报，“稳健型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中风险”的研报，“积极型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中高风险”的研报，“激进型”投资者适合使用我司各类风险级别的研报。

证券分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券股份有限公司为全国性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

东莞证券股份有限公司（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。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。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，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。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，任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券股份有限公司研究所

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22115843

网址：www.dgzq.com.cn