



华安证券
HUAAN SECURITIES

聚合提效靠虚拟电厂，新型电力系统迎腾飞机遇

行业评级：增持

分析师：陈晓 (S0010520050001)

联系人：牛义杰 (S0010121120038)

2023年7月22日

华安证券研究所



核心观点

1、新型电力系统关键角色——虚拟电厂

- **现存问题**：碳中和目标下，光伏、风力发电量占比提升，但存在间歇性、波动性、随机性等天然特性，急需建设新型电力系统，解决低谷时段的消纳，尖峰时段的供给以及波动时段的调节问题。
- **为什么是虚拟电厂**？目前大量的分布式能源以及负荷侧可调节资源未纳入电力系统中，这些灵活异质资源虽然体量小，但是数量足够多，总量大，聚沙成塔。建立虚拟电厂来调动这些资源，则可以达到削峰填谷的目的。根据国网测算，假如削峰填谷需要满足5%的峰值负荷，投资虚拟电厂仅为传统火电厂的1/8-1/7，经济优势明显。

2、虚拟电厂核心作用——调控与聚合

- **管理系统平台**：虚拟电厂（VPP）本质上是一种智慧管理系统，它把分布式储能、可控负荷等分散的资源，通过云计算、大数据、信息通信等关键技术，聚合、协调、优化以成为可调度的控制单元，参与电网调度和电力市场交易，从而优化电力的资源配置。
- **智能计量+协调控制+信息通信技术**，结合AI提升响应速度，对分布式能源进行聚合、协调，灵活实现需求侧响应。
- **精细化调控**：调控技术是虚拟电厂的核心技术，调控技术越强，则自动化调库能力越强，资源的利用率和精细度就越高。调控技术依赖云计算、信息通信、物联网等技术的进步。
- **聚合资源**：按照聚合资源的类型，可以把虚拟电厂分为负荷类虚拟电厂和源能荷储一体化虚拟电厂。
- **盈利模式**：通过“削峰填谷”的补贴和参与电力市场交易获得利润。
- **发展现状**：目前我国虚拟电厂处于邀约型向市场型发展的阶段，多地开展试点项目。



核心观点

3、虚拟电厂2025/2030年投资规模分别805/1110亿，潜在市场空间约为784/1729亿，预计可节省440亿度电

- **投资规模：**2025/2030年最高电力负荷将达到16.1/22.2亿千瓦，按照5%的需求侧响应能力，到2025/2030年可控负荷能力将达到0.805/1.11亿千瓦，投资成本按1000元/千瓦计算，虚拟电厂的投资规模约为805/1110亿元。
- **市场空间：**参考《广州市虚拟电厂实施细则》，根据测算，在辅助服务与电力市场交易两种模式下我们预测2025/2030年我国虚拟电厂市场空间为784/1729亿元。
- **节省电量：**根据预测，2025年的光电与风电发电量将达到1.37万亿千瓦时和1.21万亿千瓦时，2025年的弃光率和弃风率将下降到1%和2.5%，从而可节省电量空间达440亿度，相当于2022年上海一个季度的用电量。

4、投资建议：我们建议关注虚拟电厂聚合商以及软硬件服务商：国能日新（计算机组）、恒实科技、四方股份、国电南自、朗新科技（计算机组）、安科瑞、东方电子、科陆电子、威胜信息等。

图表：重点公司

公司	股价	归母净利润（亿元）			利润增速			PE		
	2023/7/20	2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E	2022	2023E	2024E
朗新科技	21.08	5.14	9.59	13.11	-39.28%	86.52%	36.72%	45.35	24.11	17.63
四方股份	15.98	5.43	6.84	8.22	20.21%	25.96%	20.15%	21.86	18.99	15.81
国能日新	76.64	0.67	0.96	1.27	13.36%	43.64%	31.50%	92.81	78.94	60.03
恒实科技	14.26	0.31	0.73	1.11	116.59%	136.76%	52.65%	115.05	61.43	40.24
国电南自	7.71	1.52	/	/	-41.04%	/	/	35.52	/	/
威胜信息	27.56	4.00	5.27	6.73	17.20%	31.58%	27.79%	28.85	26.17	20.48
安科瑞	34.4	1.71	2.64	3.64	0.32%	54.77%	37.82%	37.43	27.97	20.3
科陆电子	6.54	-1.01	2.42	5.44	84.78%	338.98%	124.87%	-129.07	44.88	19.96
东方电子	9.67	4.38	5.81	7.49	26.06%	32.51%	28.92%	24.59	22.32	17.31

资料来源：Wind机构一致预测，华安证券研究所

5、风险提示：政策风险、我国分布式光伏及配电网投资不及预期、虚拟电厂推广进度不及预期、行业竞争加剧、现货市场建设进度不及预期、购售电价价差不及预期、辅助服务需求不及预期。

- 一、趋势：虚拟电厂是新型电力系统发展关键角色
- 二、核心：虚拟电厂核心功能是精细调度+聚合
- 三、空间：2030年虚拟电厂市场空间达1729亿元
- 四、重点公司
- 五、风险提示

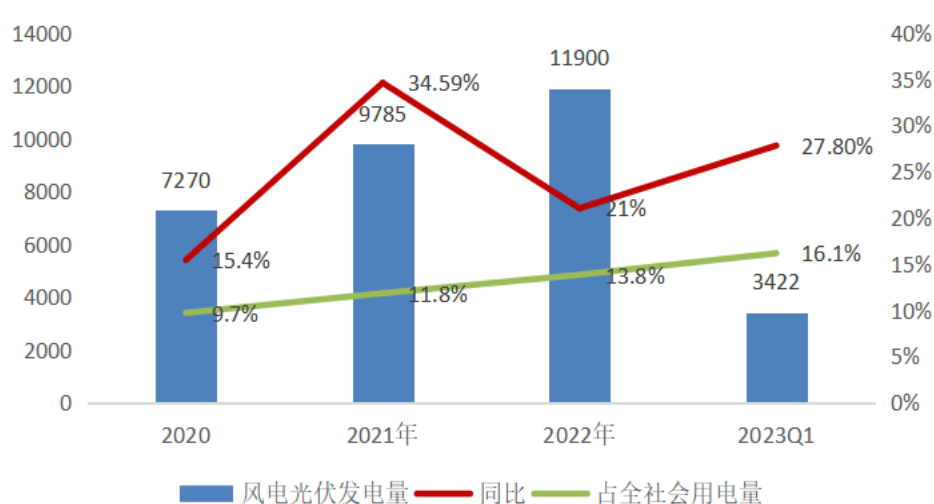
一、趋势：虚拟电厂是新型电力系统发展关键角色



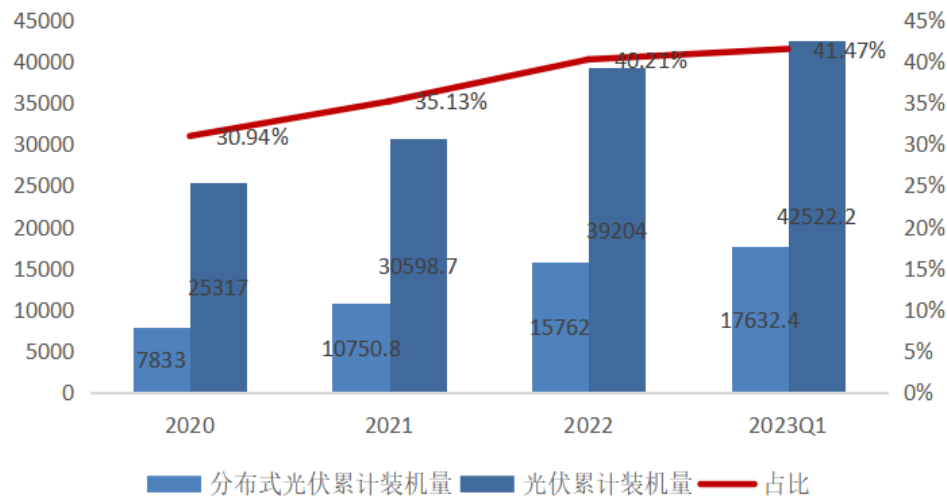
1.1 光伏、风力发电量占比快速增长，电力系统迎来挑战

- **风电光伏发电量逐年增长，分布式光伏装机占光伏整体40%以上。**为了实现碳达峰和碳中和目标，近年来我国大力支持风电及光伏装机，风电光伏发电量大幅提升，2023年第一季度，风力光伏发电量达3422亿千瓦时，同比增长27.80%，占全社会用电量16.1%。光伏发电累计装机量持续增长，分布式光伏累计装机量同步提高。截至2023年第一季度，我国光伏累计装机量达42522.2万千瓦（425.2GW），其中分布式光伏累计装机量达17632.4万千瓦（176.3GW），占光伏整体装机量的41.47%。
- **风光新能源发电快速发展带来新的挑战。**风光发电具有间歇性、波动性、随机性等特征，大规模接入电网会提高电力系统的调峰调频压力，加大频率稳定、电压稳定等方面的潜在安全隐患。

图表：风电光伏发电量及占用电比例（亿千瓦时）



图表：光伏整体及分布式累计装机量（万千瓦）

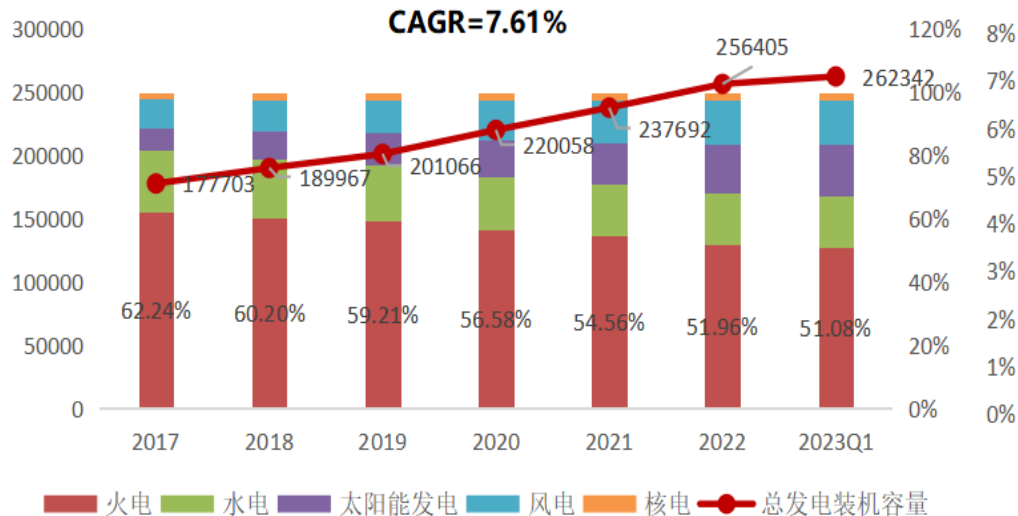




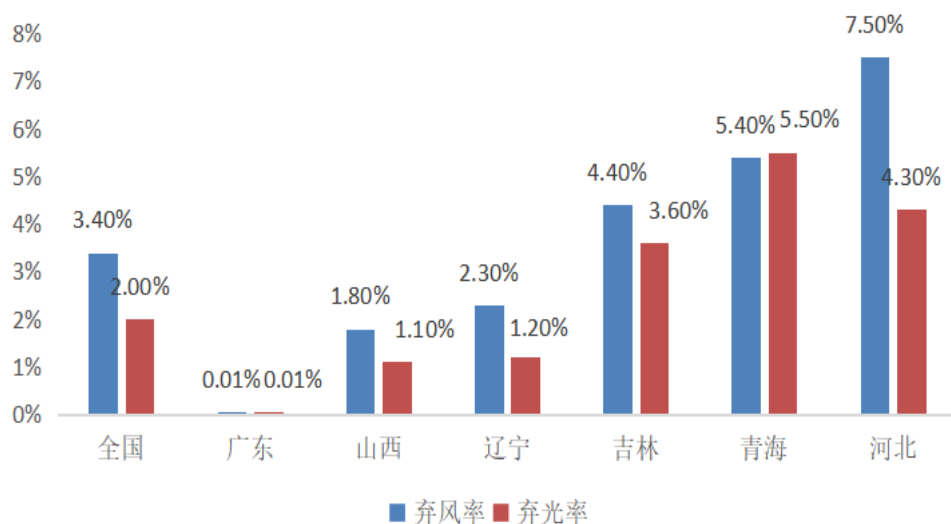
1.2 光伏、风力发电增长势头强劲，不同地区利用率差距显著

- 光伏风电装机占比逐年提升。**根据能源局的统计，2022年全国发电装机容量达25.64亿千瓦，2017-2022年的CAGR达到了7.61%。其中，光伏发电的CAGR为24.69%，风力发电的CAGR为17.43%。相比2017年，2022年光伏风电的占比提高了13.02%。2023Q1，风电光伏新装机量为4357亿千瓦，占总新装机量的73.39%。
- 弃风、弃光现象仍然存在，且区域异质性较大。**根据全国新能源消纳监测预警中心的统计，2023年Q1我国的弃风率和弃光率分别为3.40%和2.00%，其中广东的弃风率和弃光率仅有0.01%，而河北的弃风率和弃光率分别达到了7.50%和4.30%。

图表：全国发电装机容量和发电形式（亿千瓦）



图表：2023Q1全国各地区弃风率和弃光率

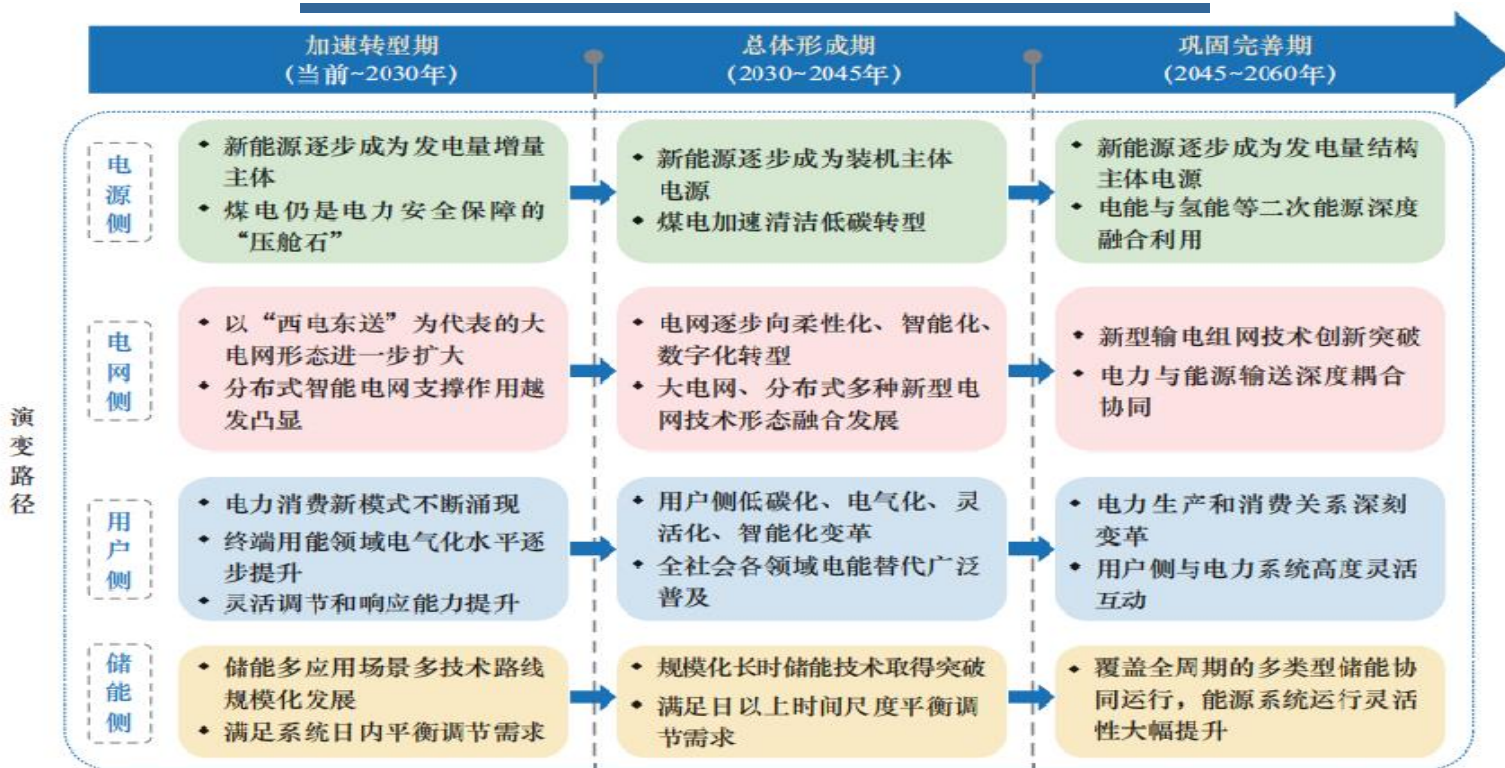




1.3 新型电力系统进入加速转型期

- 新型电力系统目前在处在加速转型期，逐步实现“三步走”规划。基于我国资源禀赋和区域特点，以 2030 /2045 /2060 年为新型电力系统构建战略目标的重要时间节点，制定“三步走”路径，分步骤推进新型电力系统建设：
- ✓ 速转型期（当前至 2030年）以支撑实现碳达峰为主——总体形成期（2030 年至 2045 年）——巩固完善期（2045年至 2060 年）

图表：新型电力系统“三步走”规划



资料来源：《新型电力系统发展蓝皮书》、华安证券研究所

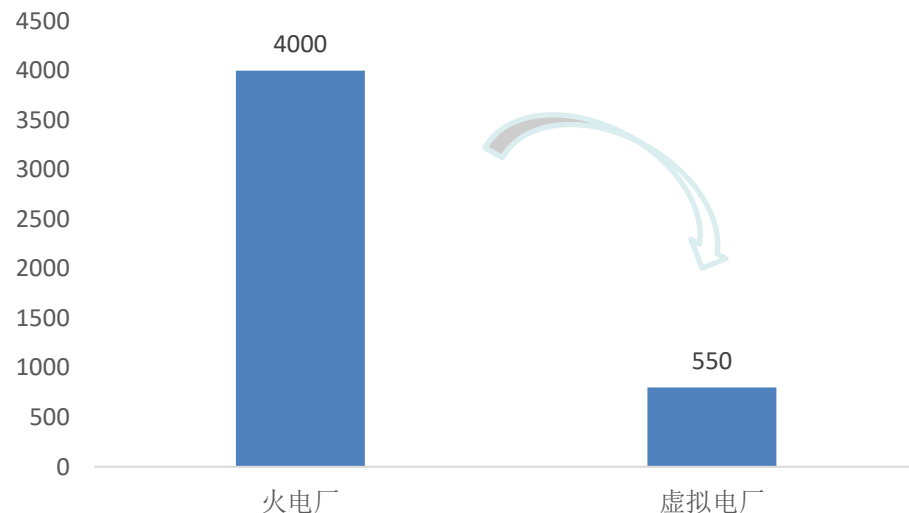
1.4 为什么选择虚拟电厂？ 灵活调度&经济性

- **虚拟电厂可调动灵活异质资源，达到削峰填谷目的。** 目前大量的分布式能源以及负荷侧可调节资源未纳入电力系统中，这些灵活异质资源虽然体量小，但是数量足够多，总量大，聚沙成塔。建立虚拟电厂来调动这些资源，则可以达到削峰填谷的目的。
- **相较传统火电厂，虚拟电厂经济优势明显。** 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，在建设、运营、激励等环节投资仅需500亿元至600亿元，虚拟电厂参与调峰成本优势明显。

图表：新型电力系统图景展望



图表：虚拟电厂经济优势明显





1.5 相关政策接连助力，虚拟电厂腾飞在即

- **相关政策助力虚拟电厂发展。**国家发改委、能源局在多能互补、新型储能、统一电力市场体系、电力现货市场、电力需求侧管理、电力负荷管理、新型电力系统等政策中，明确提出支持虚拟电厂发展。

图表：虚拟电厂政策梳理

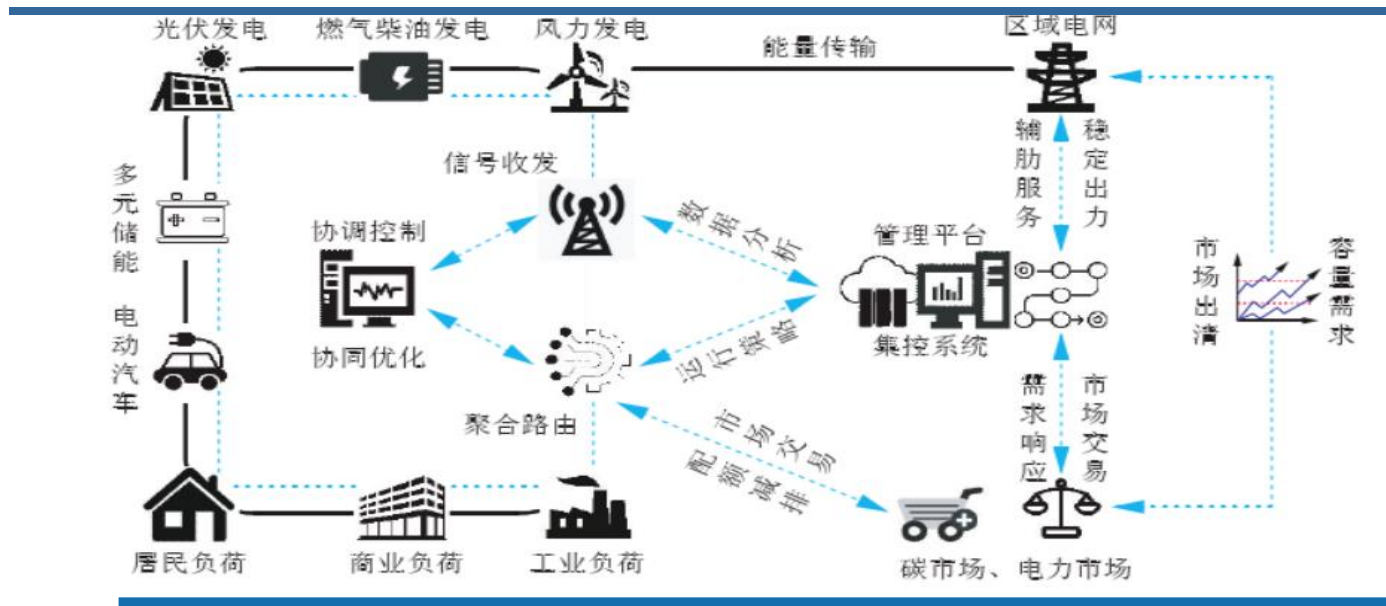
时间	颁布主体	政策	主要内容及影响
2021.02	国家发改委、能源局	《关于推进电力源网荷储一体化和多能互补发展的指导意见》	充分发挥负荷侧的调节能力，进一步加强源网荷储多向互动， 通过虚拟电厂等一体化聚合模式，参与电力中长期、辅助服务、现货等市场交易，为系统提供调节支撑能力 ；研究建立源网荷储灵活高效互动的电力运行与市场体系，充分发挥区域电网的调节作用，落实电源、电力用户、储能、虚拟电厂参与市场机制。
2021.07	国家发改委、能源局	《关于加快推动新型储能发展的指导意见》	鼓励聚合利用不间断电源、电动汽车、用户侧储能等分散式储能设施，依托大数据、云计算、人工智能、区块链等技术，结合体制机制综合创新， 探索智慧能源、虚拟电厂等多种商业模式 。
2022.01	国家发改委、能源局	《关于加快建设全国统一电力市场体系的指导意见》	引导各地区根据实际情况，建立市场化的发电容量成本回收机制，探索容量补偿机制、容量市场、稀缺电价等多种方式，保障电源固定成本回收和长期电力供应安全， 鼓励抽水蓄能、储能、虚拟电厂等调节电源的投资建设 。
2022.02	国家发改委、能源局	《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》	拓宽电力需求响应实施范围，通过多种方式挖掘各类需求侧资源并组织其参与需求响应， 支持用户侧储能、电动汽车充电设施、分布式发电等用户侧可调节资源，以及负荷聚合商、虚拟电厂运营商、综合能源服务商等参与电力市场交易和系统运行调节 。
2022.03	国家发改委、能源局	《“十四五”现代能源体系规划》	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 。以多能互补的清洁能源基地、源网荷储一体化项目、综合能源服务、智能微网、虚拟电厂等新模式新业态为依托，开展智能调度、能效管理、负荷智能调控等智慧能源系统技术示范。
2022.11	国家能源局	《电力现货市场基本规则（征求意见稿）》	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 。
2023.05	发改委	《电力需求侧管理办法（征求意见稿）》	推动将需求响应资源纳入电力市场，支持、激励各类电力市场参与方开发和利用需求响应资源，提供有偿调峰、调频等服务，逐步形成 占年度最大用电负荷3%左右的需求侧机动调峰能力 。
2023.05	发改委	《电力负荷管理办法（征求意见稿）》	到2025年， 各地需求响应能力达到最大用电负荷的3%—5%，其中年度最大用电负荷峰谷差率超过40%的省份达到5%或以上 。同时鼓励推广新型储能、分布式电源、电动汽车、空调负荷等主体参与需求响应。
2023.06	国家能源局	《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。新能源跨领域融合、负荷聚合服务、综合能源服务等贴近终端用户的新业态新模式不断涌现，分散化需求响应资源进一步整合， 用户侧灵活调节和响应能力提升至5%以上 ，促进新能源就近就地开发利用和高效消纳。

二、核心：虚拟电厂核心功能是精细调度+聚合

2.1 虚拟电厂的本质：调度与聚合

- **虚拟电厂是一个调度电力资源配置、参加电力市场交易的管理系统平台。**虚拟电厂本质上是一种智慧管理系统，它把分布式储能、可控负荷等分散的资源，通过云计算、大数据、信息通信等关键技术，聚合、协调、优化以成为可调度的控制单元，参与电网调度和电力市场交易，从而优化电力的资源配置。
- **虚拟电厂的参与方包括基础资源、技术服务和电力需求方。**虚拟电厂产业链上游是分布式能源和可控负荷的基础能源，前者包括分布式光伏、风电、水电等；后者包括充电桩、电动汽车等；中游是与系统平台相关的技术服务，例如物联网、云计算、AI技术等；下游则是居民、电力市场等电力需求方。

图表：虚拟电厂

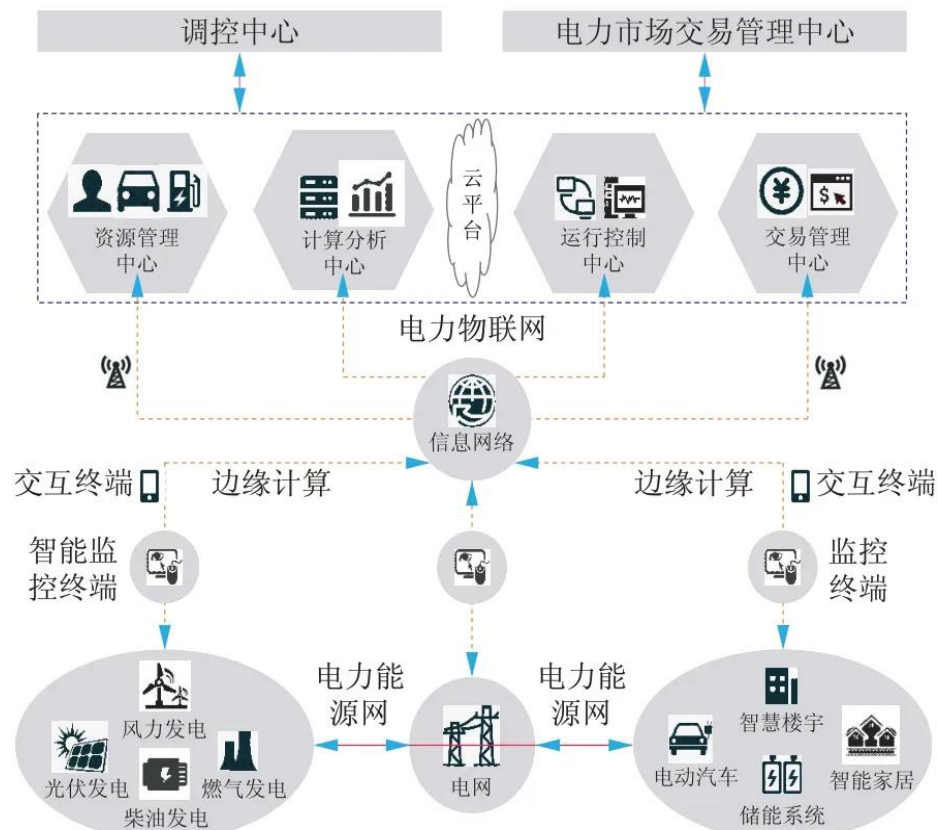


资料来源：钟永洁等《虚拟电厂基础特征内涵与发展现状概述》、华安证券研究所

2.2 核心技术：精细调控，依赖技术进步；

- **调控是虚拟电厂的核心技术。**虚拟电厂必须具备资源采集能力、资源聚合仿真能力，从而了解整个社会的用电或发电特性，分析其调节能力，并将所有可用资源聚合起来进行模拟仿真。调控技术强，资源的利用率和精细度就越高。
- **调控技术依赖云计算、信息通信、物联网等技术的进步。**首先，虚拟电厂在运行过程中，会不断产生大量的资源配置数据和交易数据，因此需要云计算技术分析、预测电力负荷并进行调控，从而精准地完成相应分配。其次，虚拟电厂对上提供调控中心和电力交易市场的接口，对下执行资源配置，因此需要及时高效地处理通信信息。此外，虚拟电厂需要实现与各类型资源站的智能终端的交互，这些则需要依赖物联网的发展。

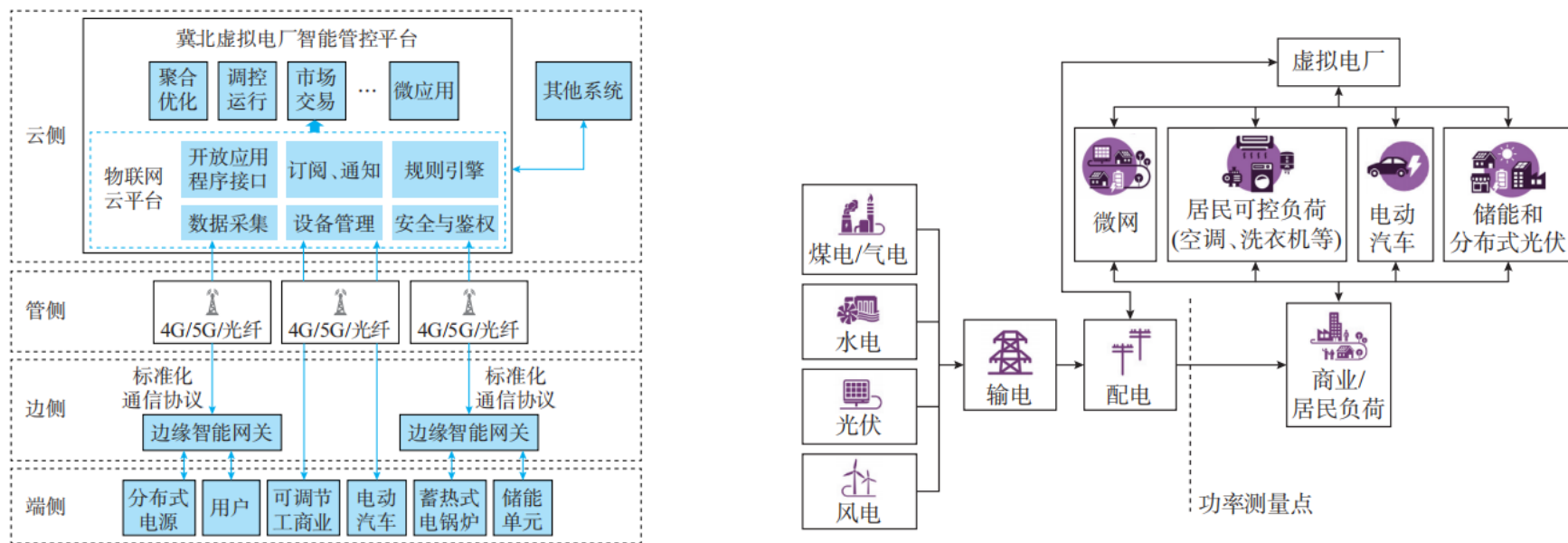
图表：虚拟电厂



2.3 聚合类型：负荷类、源能荷储一体化

- 按照聚合资源的类型，可以把虚拟电厂分为两类。（1）**负荷类虚拟电厂**：虚拟电厂运营商聚合具备负荷调节能力的电动汽车、充电桩等市场化电力用户，并作为一个整体对外提供负荷侧灵活响应调节服务。（2）**源能荷储一体化虚拟电厂**：虚拟电厂聚合新能源发电电源、可调控负荷及配套储能项目，作为独立市场主体参与电力市场，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。源能荷储一体化虚拟电厂是未来发展方向。

图表：源能荷储一体化虚拟电厂



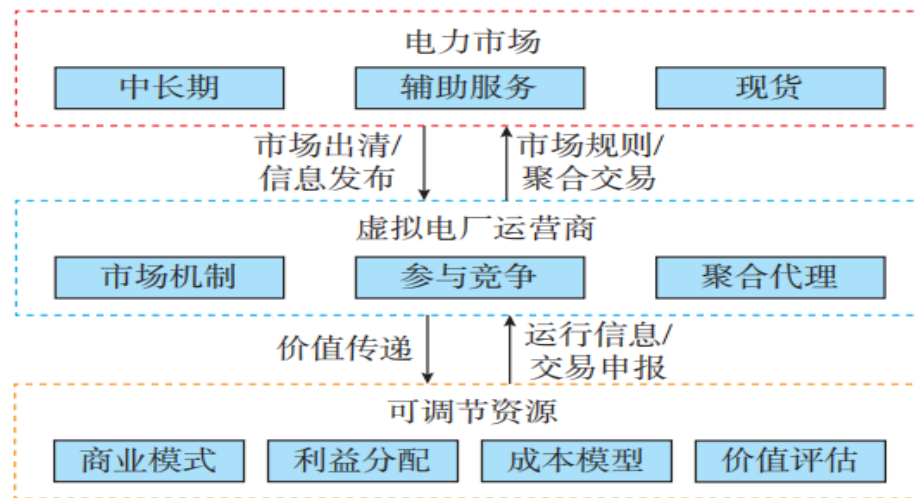
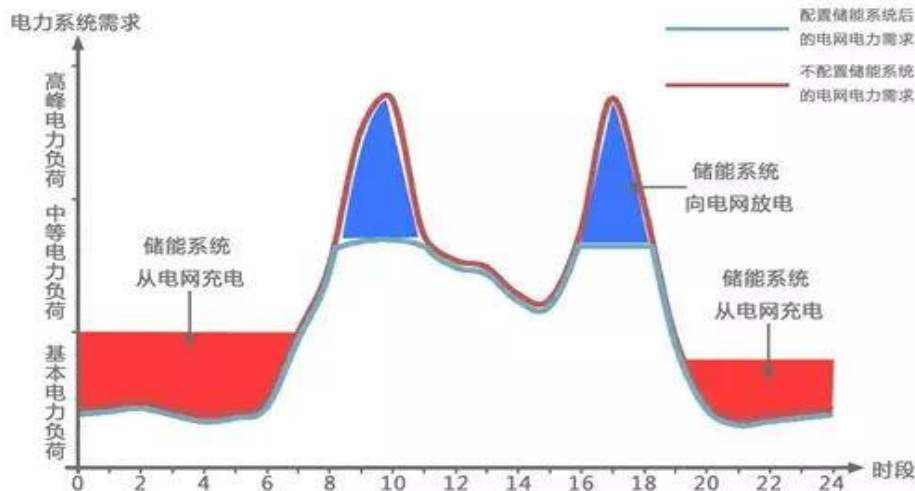
资料来源：王宣元，刘蓁《虚拟电厂参与电网调控与市场运营的发展与实践》、华安证券研究所



2.4 获利方式：响应辅助服务市场、独立参与电力市场

- 目前国内虚拟电厂运营商或负荷聚合商主要通过**参与辅助服务市场、电力市场交易**来获得盈利。
- 国内虚拟电厂实践主要是基于经济补贴的需求侧管理模式。虚拟电厂通过邀约和实时响应辅助服务市场的调峰、调频和调压等辅助服务来获取相应的经济补贴，根据需求响应指令来调控聚合的可调控资源来参与电网调度。
- 虚拟电厂可以作为独立主体参与电力市场交易，通过市场价格与内部成本的价差获得收益。虚拟电厂可参与的交易品种包括峰谷电价、现货交易、中长期交易等，且可以结合可调控资源选择可参与的交易类型进行产品组合交易。随着电力现货市场的完善和市场交易品种的增加，虚拟电厂参与市场交易规模将不断增长。

图表：虚拟电厂市场模式



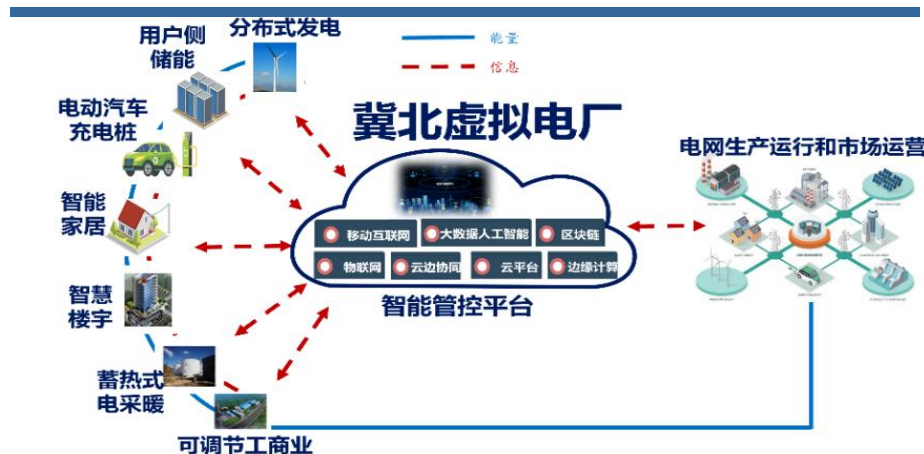
2.5 发展阶段：邀约型转向市场型，冀北、深圳走在前列

- **虚拟电厂发展分为三个阶段，分别为邀约型、市场型和自主型。**目前我国虚拟电厂处于邀约型向市场型发展的阶段，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。
- **冀北虚拟电厂是国内首个虚拟电厂项目。**2019年，冀北虚拟电厂示范工程成功投入运营，至今，已与3家运营商成功接入，汇聚了156个可调节资源，这些资源涵盖了蓄热式电锅炉、可调节的工商业用户等11类可调资源，总容量达35.8万千瓦，而调节能力则达到了20.4万千瓦。
- **广东虚拟电厂是首个调度用户负荷参与电力现货市场盈利的案例。**根据5月26日广东电力现货市场数据，深圳能源通过虚拟电厂参加调度尚呈新能源蛤地智能充电站的实验，将50千瓦时电量从0时转移至4时，平均度电收益0.274元。

图表：虚拟电厂发展阶段

	邀约型	市场型	自主型
主要特征	政府机构牵头，各个虚拟电厂聚合商参与，共同完成邀约和削峰填谷的需求	除了削峰填谷以外，虚拟电厂开始参与电力市场交易，获取收益	形成庞大的“虚拟电力系统”，自主调节可调负荷、储能和分布式电源
调度范围	本区域	本区域	跨区域
关键主体	政府机构	交易机构	聚合商与相关机构

图表：冀北虚拟电厂



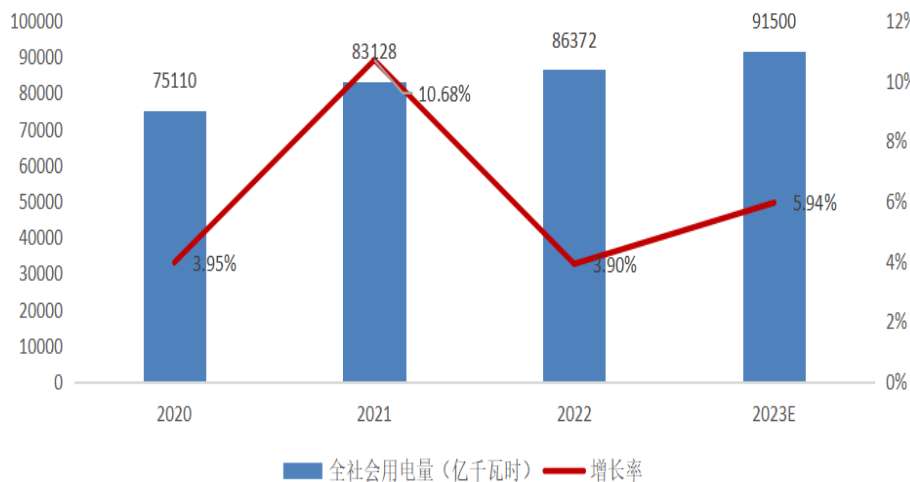
三、空间：2030年市场空间达1729亿元



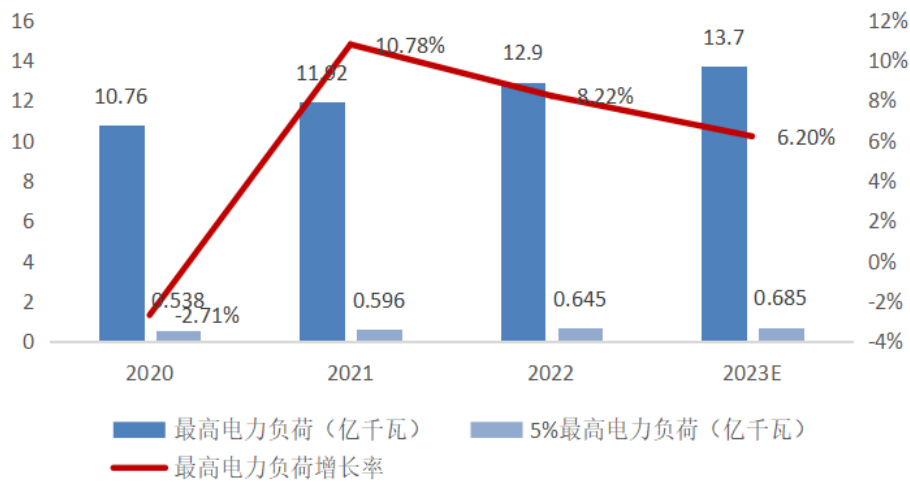
3.1 预计2025/2030年虚拟电厂投资规模达805/1110亿元

- **全社会用电量和最高电力负荷持续增长。**从2020年到2022年，全社会用电量增长1.1万亿千瓦时，CAGR为7.23%，最高电力负荷增长2.14亿千瓦，CAGR为9.49%，预计2023年全社会用电量将达到9.15万亿千瓦时，最高电力负荷将达到13.7亿千瓦。
- **2025年投资规模达805亿元。**根据预测，2025/2030年最高电力负荷将达到16.1/22.2亿千瓦，按照5%的需求侧响应能力，到2025/2030年可调控负荷能力将达到0.805/1.11亿千瓦，考虑项目可行性，虚拟电厂构建的可调资源潜力按照响应能力需求容量、投资成本按1000元/千瓦计算，虚拟电厂的投资规模约为805/1110亿元。

图表：全社会用电量（亿千瓦时）



图表：最高电力负荷（亿千瓦）





3.2 预计2025/2030年虚拟电厂市场空间达784/1729亿元

- **虚拟电厂潜在空间巨大。**按照《广州市虚拟电厂实施细则》，需求响应分为邀约、实时两种类型，费用=有效响应电量×补贴标准×响应系数，削峰补贴最高5元/度，填谷补贴最高2元/度。在辅助服务（依靠政府补贴）以及电力市场交易的模式下，我们预测2025/2030年我国虚拟电厂市场空间为784/1729亿元。

图表：虚拟电厂市场空间预测

		2021	2022	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全社会用电量	亿kWh	83,128	86,374	91,500	96,000	98,000	103,390	109,076	115,076	121,405	128,082
虚拟电厂调节电量占比	%	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	3.5%	4.0%	5.0%
虚拟电厂调节电量		249	432	915	1440	1960	2585	3272	4028	4856	6404
A: 政府补贴											
(1) 削峰补贴规模	亿元	60	104	220	346	470	558	628	677	699	768
(2) 填谷补贴规模	亿元	30	52	110	173	235	279	314	338	350	384
补贴收入	亿元	90	155	329	518	706	837	942	1015	1049	1153
B: 市场交易											
电力交易占比	%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
购售电价价差	元/kWh	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
电力交易收益	亿元	0	4	18	43	78	129	196	282	388	576
A+B: 虚拟电厂市场空间	亿元	90	160	348	562	784	967	1139	1297	1437	1729
虚拟电厂聚合商收益占比	%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
虚拟电厂聚合商收益市场空间	亿元	45	80	174	281	392	483	569	648	719	865

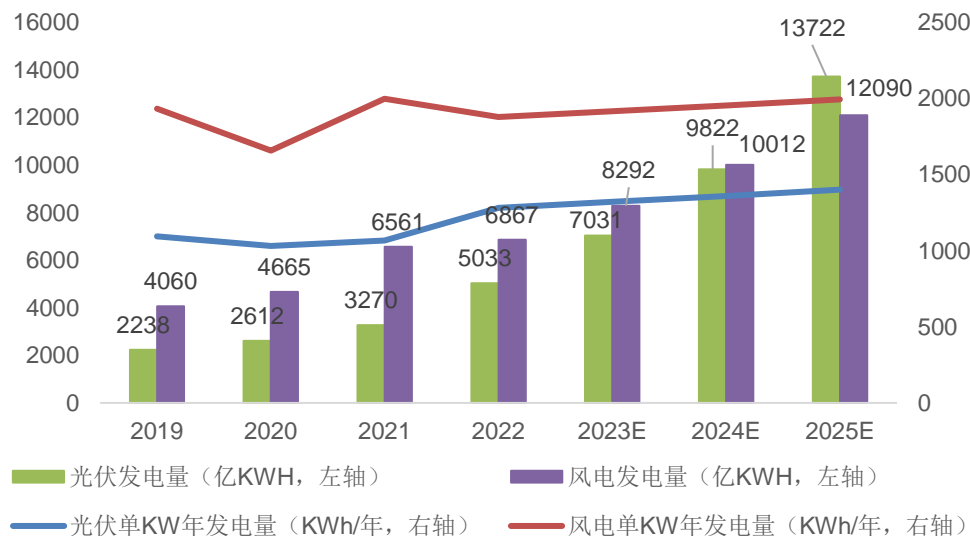
资料来源：国家能源局、单葆国等《新形势下“十四五”后三年中国电力需求形势研判》、
《广州市虚拟电厂实施细则》、华安证券研究所



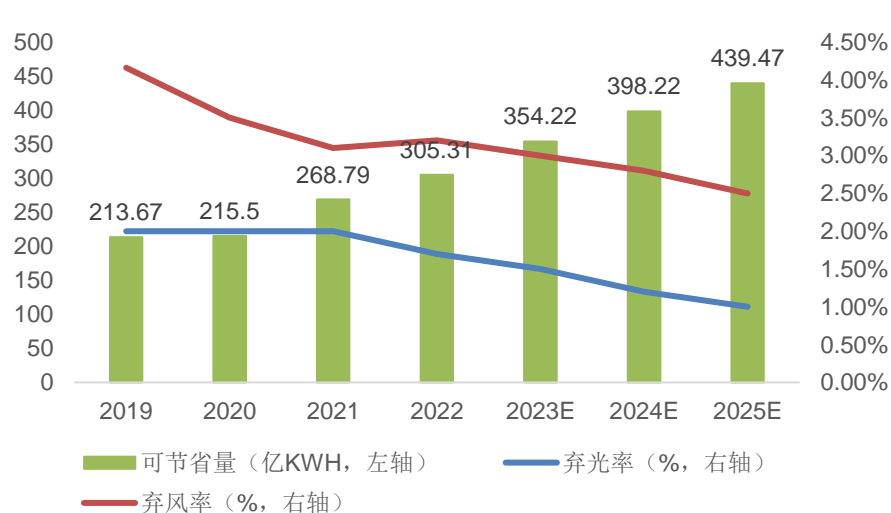
3.3 预计2025年虚拟电厂可节省440亿度电

- **总装机量、单位时间发电量和总发电量不断增长。**2022年，我国光伏装机量与风电装机量分别达到3.92亿KW（392GW）和3.65亿KW（365GW），光电发电量与风电发电量分别为5033亿KWH和6867亿KWH，因此单位KW光伏、风电电站年发电量分别为1282KWH和1997KWH。随着技术进步和需求的增长，单位KW光伏、风电年发电量2025年预计到1400KWH和1900KWH，光伏、风电累计装机将分别达到804GW和556GW。
- **2025年虚拟电厂可节省电量达440亿度电。**我们预测，2025年的光伏与风电发电量将达到1.37万亿KWH和1.21万亿KWH，2025年弃光率和弃风率将下降到1%和2.5%，从而可节省电量空间达440亿度，相当于2022年上海一个季度用电量。

图表：风电与光伏发电量（亿KWH、KWH/年）



图表：弃风率、弃光率与可节省电量（%，亿KWH）



四、重点公司



4.1 朗新科技

- 朗新科技是能源行业领先的科技企业，以 B2B2C 的业务模式，聚焦“能源数字化+能源互联网”双轮驱动发展战略。**(1) 能源数字化**：通过完整的解决方案，帮助国家电网、南方电网、能源集团等客户实现数字化升级，助力新型电力系统建设。公司全面参与多个省新一代营销系统、采集系统、市场化交易系统、负荷管理系统的推广与建设，并在能源大数据、综合能源业务、营销运营业务和国际业务等领域实现新的突破。**(2) 能源互联网**：公司通过构建自有的能源互联网平台，聚合分布式光伏、电动汽车、中小工商业、居民端等需求侧资源，开展能源需求侧的服务和运营。平台已从生活缴费、聚合充电等能源服务场景延伸到市场化售电、需求响应等能源运营场景，并正在结合分布式光伏云平台、储能等打通能源供需，形成更加丰富的能源互联网平台业务。
- 朗新科技的智慧能源管理系统中，包含了虚拟电厂的业务支撑能力。光伏云平台已经广泛接入了分布式光伏系统，聚合充电平台也已经接入了大量的电动汽车充电桩。基于这些分布式电源和分布式的负荷，朗新科技正在积极规划虚拟电厂的发展。

图表：朗新科技业务框架

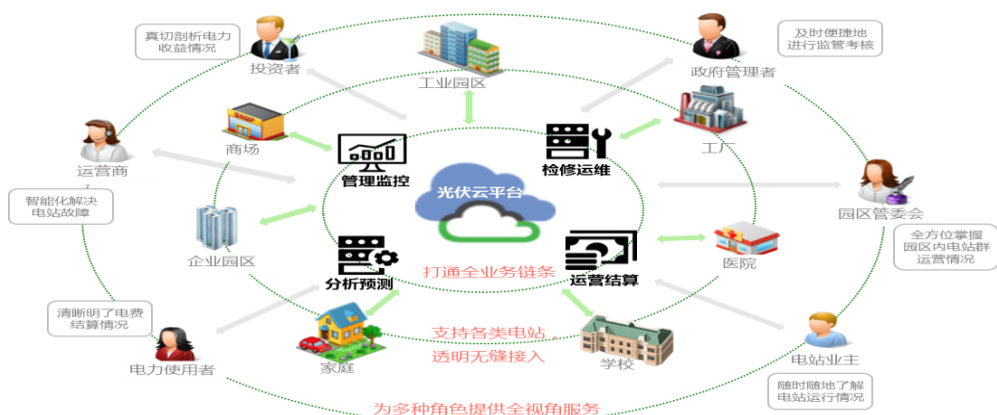




4.1 朗新科技

- 光伏能源的技术平台：**公司的“新耀光伏云平台”以能源物联网技术为支撑，为分布式光伏电站等提供软件产品和 SaaS 服务。截至2022年末，“新耀光伏云平台”已累计接入各类光伏电站超过**25,000座**，装机容量约**10GW**，并开始试点聚合分布式光伏参与电力市场绿电交易，与充电桩等用户负荷、用户侧储能等需求侧场景的结合，推动公司能源运营业务的发展。
- 负荷资源的聚合平台：**在家庭能源消费领域，公司的生活缴费业务累计服务用户数超过**4亿户**，日活跃用户数超过1,380 万户，连接的公共服务缴费机构超过**5,600家**，日交易额创新高，年交易额超过**3,000亿**，保持市场领先地位；在车主能源消费领域，公司的“新电途”聚合充电平台业务保持高速发展，截止2022年末，平台充电设备覆盖量超过**70万**，平台注册用户数超**550万**，2022年聚合充电量超**20亿度**，同比增长257%，公共充电市占率达到**10%**；新电途与比亚迪、蔚来、华为 AITO 等20余家新能源车企伙伴、平台生态伙伴及地图生态伙伴达成战略合作，平台用户活跃度逐步提高。在平台聚合大量负荷资源的基础上，公司在多个省份开展售电业务，并作为负荷聚合商参与电网需求响应。

图表：光伏云平台



图表：能源互联网业务



4.2 四方股份

- 公司是电力二次设备平台型龙头，业务范围涵盖发电、输电、配电、用电和储能各个环节，先后参与 1000kV 特高压工程、三峡工程、西电东送、青藏铁路、北京奥运会等国家重点示范工程的建设，产品遍及全国并远销 70 多个国家及地区，市场份额稳居行业前列。
- 公司作为领先的新型电力系统解决方案提供商，专注于智慧发电及新能源、智能电网、智慧配电、智慧用电、新型储能等领域，提供继电保护、自动化与控制系统、电力电子、一二次融合、智慧物联等产品及解决方案。

图表：主要业务





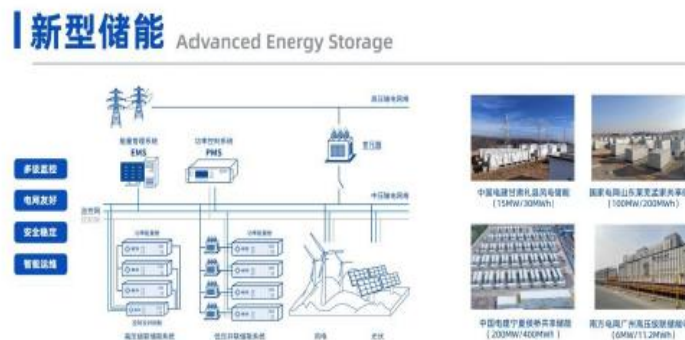
4.2 四方股份

- 领先级智能电网、发电、用电业务助跑虚拟电厂建设。**从技术上看，四方股份研发“高压开关设备状态综合检测装置”等产品，标志着电网技术整体达到国际领先水平；在智能发电、智能用电方面，不仅研发出宁夏电网公司大型能源基地二次设备仿真测试等系统，还致力于拓展一次配用电、电力电子、新能源储能等产品，如“适用于高比例新能源电力系统的构网型储能变流器”等。从项目经验上看，四方股份顺利投运浙江220kV慈湖变、江苏220kV环镇变等自主可控新一代变电站示范工程，先后中标广州南沙综合能源、南网科研院微电网群源网荷储协同调控技术研究等多个新型微网项目，从而具备充足的实力和领先的优势打造虚拟电厂。
- 新能源行业的营业收入同比增长超80%。**根据四方股份的年度报告，2022年公司营业收入为50.78亿元，同比增长18.15%；实现归属于上市公司股东净利润 5.43亿元，同比增长20.21%。其中，归属电网等主营产品的营业收入为48.66亿元，占比95.83%；归属新能源行业的营业收入为13.60亿元，同比增长81.59%。

图表：智慧发电业务



图表：储能业务





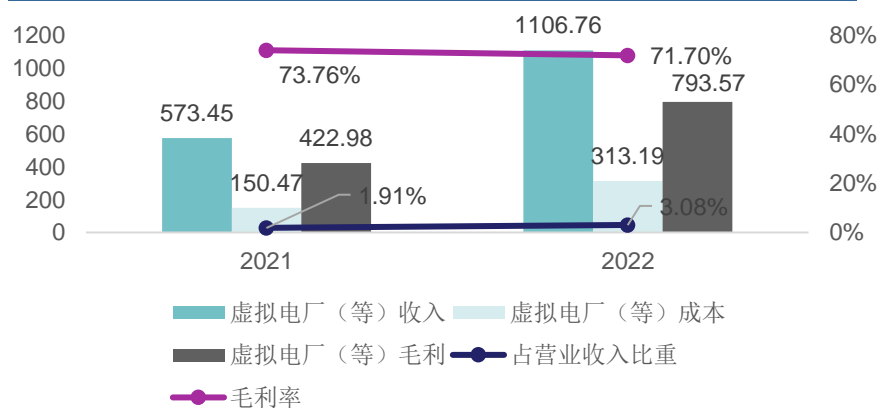
4.3 国能日新

- 熟练掌握储能、管理、运营等关键技术和业务。**从储能上看，国能日新创新了储能智慧能量管理系统（储能EMS），通过内置“储能+电力交易”策略的智慧组合模式，初步实现并持续完善了功率预测、功率控制系统（AGC/AVC）等技术，已全面适配发电侧、电网侧和用电侧三大应用场景。从业务上看，公司已发展虚拟电厂智慧运营管理系统和虚拟电厂运营业务两种方式，同时已于2022年6月设立控股子公司国能日新智慧能源（江苏）有限公司重点拓展虚拟电厂运营业务。
- 虚拟电厂业务的收入和毛利不断增长。**根据国能日新2022年年度报告，虚拟电厂（等）业务的收入在2022年达到1106.76万元，同比增长93%，占总营业收入的3.08%。此外，虚拟电厂（等）业务的毛利在2022年达到793.57万元，同比增长87.62%。2021年、2022年的毛利率分别为73.76%、71.70%，均高于70%。

图表：储能智慧能量管理系统



图表：国能日新虚拟电厂运营情况（单位：万元）



4.4 恒实科技

- 全程参与国网冀北电力公司虚拟电厂建设，技术成熟经验丰富。**恒实科技的主营业务包括数字能源、通信技术服务和智能物联应用业务，均为虚拟电厂的关键内容。利用以上优势，公司紧跟新型电力系统建设步伐，将传统电力技术与物联网、大数据、5G、移动互联等信息技术及先进通信技术深度融合，积极参与虚拟电厂建设、制定辅助服务市场相关规则以及监管规范。目前，公司实施了南方电网数字电网研究院战略运行管控平台V2.0等项目，并自主研发智慧能源运营系统、物联网大数据技术中台、H_iTMG技术中台等，为虚拟电厂的建设和发展奠定基础。
- 电力及通信业务收入占比超七成。**根据恒实科技2022年的年度报告，电力、通信业务的营业收入分别为2.94亿和6.35亿，同比增长9.67%和2.17%，分别占总营业收入的23.33%和50.34%。

图表：恒实科技业务框架





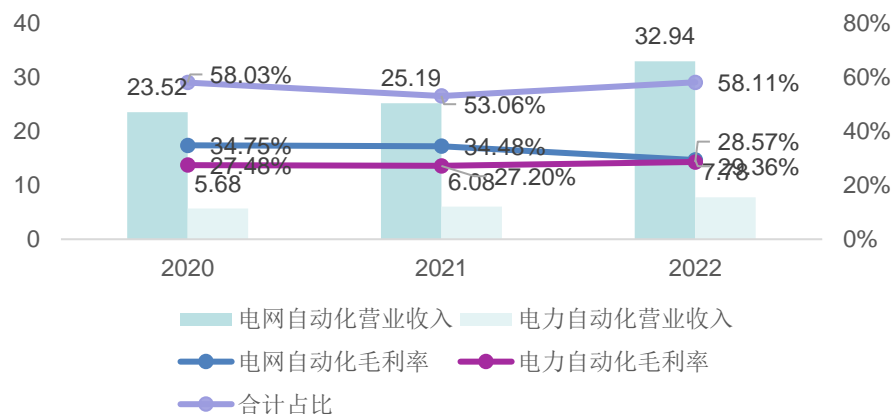
4.5 国电南自

- 电网自动化、电厂自动化等业务位于行业领先。** 电网自动化、电厂自动化是国电南自的传统优势业务，拥有卓越的口碑和第一梯队的市场占有率，其涉及的地区调度实时监控、变电站自动化和负荷控制等技术都是虚拟电厂的基础。同时，公司积极开展新能源发电业务，不仅总承包风力发电EPC等项目，并积极开发新能源功率预测系统等重要技术。特别是，公司在信息与安全技术上有独特的优势，其研发的“华电睿风”嵌入式全栈国产化控制系统率先打破了国外在该领域的风电主控设备产品中的垄断地位。今年5月26日，国电南自表示公司正在开展相关虚拟电厂试点工程的实施和系统试运行工作；6月14日则声明公司自主研发的虚拟电厂管控平台已参与相关虚拟电厂建设。
- 电力自动化营业收入同比增长19%。** 其中，根据国电南自2022年的年度报告，电网自动化、电力自动化的营业收入分别达到32.94亿和7.78亿，同比增长30.75%和27.98%，二者合计占总营业收入近六成。

图表：储能监控系统



图表：国电南自主要业务运营情况（单位：亿元）





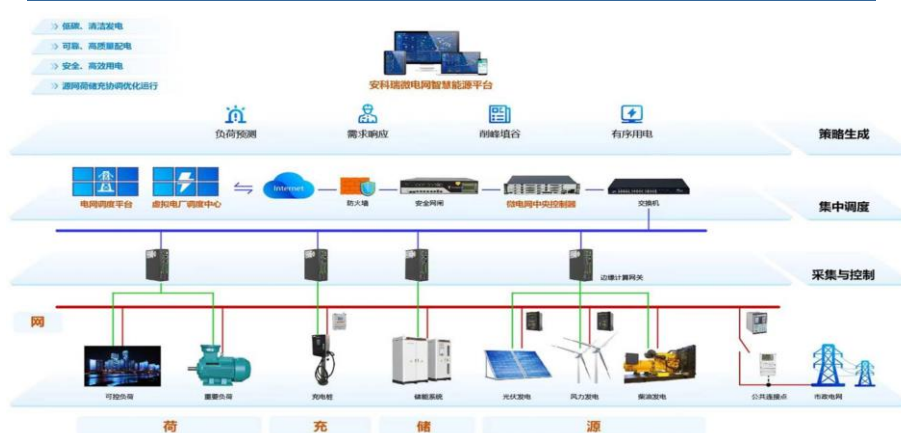
4.6 安科瑞

- 公司专注于从事中低压企业微电网能效管理所需的设备和系统的研发、生产、销售及服务，是一家硬件生产与软件开发相结合的高新技术企业与软件企业。公司产品包括企业微电网能效管理系统及产品和电量传感器等，从电量传感器、电力测控与保护装置到边缘计算网关、云平台，形成了“云-边-端”完整的产品生态体系。
- 微电网是虚拟电厂的关键一环。虚拟电厂管控平台向可调节资源下达调控指令，用户侧需根据自身情况对各类设备进行功率控制，同时虚拟电厂管控平台与用户侧需进行实时信息交互。随着电力市场交易机制完善、控制/通信等关键技术的升级，虚拟电厂建设加速，而企业微电网作为围墙内和围墙外的有效连接，也将发挥重要作用。
- 虚拟电厂相关（微电网）产品收入占比接近九成。根据安科瑞2022年的年度报告，企业微电网产品和系统收入合计约9亿，占营业收入的88.35%。

图表：AcrelEMS 企业微电网能效管理平台



图表：安科瑞微电网智慧能源平台





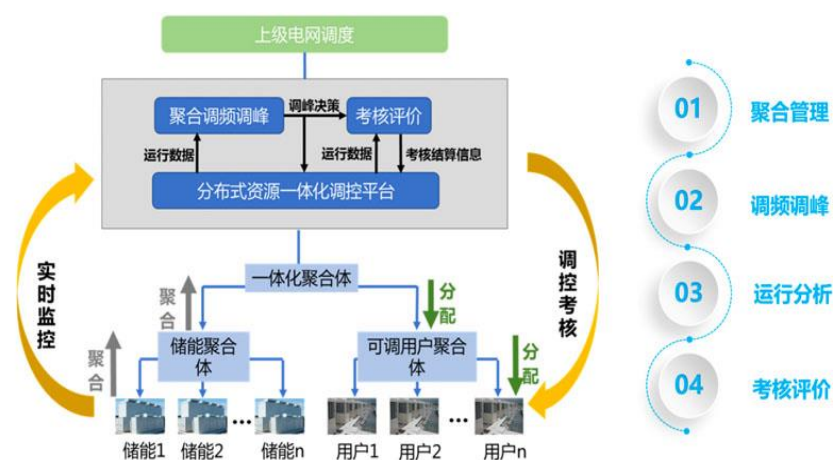
4.7 东方电子

- 智能电网设备及系统解决方案供应商，产品体系已覆盖智能电网“发、输、变、配、用”电全环节。**在电力调度、变电站保护监控、配电、智能电表等方面具有完全自主知识产权，产品和方案具备国际先进、国内领先的水平。调度/配电自动化主站、一二次融合配电设备、智能电表等产品拥有较高的市场占有率。在国内外电力自动化领域具有广泛的市场基础，国内业务覆盖全国 30 多个省区，国际业务涵盖了亚洲、欧美、非洲市场。
- 公司拓展综合能源管理市场，发展虚拟电厂产品和服务。**参与新华三紫光恒越零碳智慧园区、山东潍柴集团数字化产业园和天津地铁综合能源管理等项目建设。完成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；参与国网湖北综合能源公司虚拟电厂建设，并完成虚拟电厂业务的区块链能力引擎研发和应用。

图表：智能电网应用实例



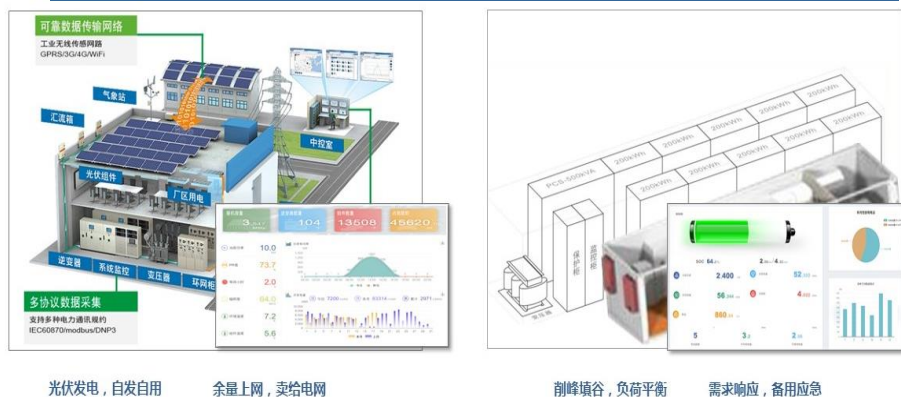
图表：聚合管控平台



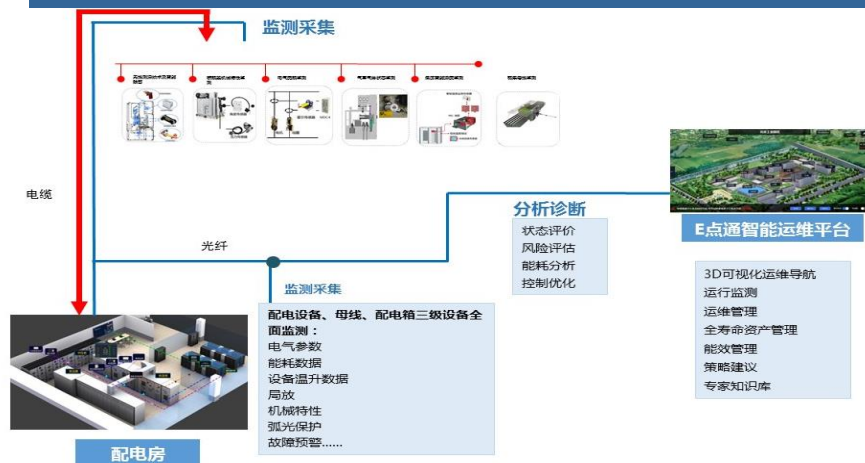
4.8 科陆电子

- 产业布局聚焦虚拟电厂，涵盖智能电网、储能与综合能源服务。**智能电网方面，公司以智能电表、智能配电用电设备为优势产品，不仅覆盖国家电网、南方电网大部分需求和响应新型电力系统建设刚性需求，还通过了如MID、DLMS、G3-PLC等多项国际主流认证。储能方面，科陆电子是国内较早进入储能系统集成领域的企业，在2022年报告期内主要围绕、电网侧调峰、用户侧填谷等核心项目展开经营活动，签署的储能项目合同涉及容量超2GWh。此外，公司创新智能光储、智能配电等解决方案，成功打造了江苏光储一体化、光明智慧能源产业园等项目。
- 主营业务营业收入增长势头强劲。**根据科陆电子2022年的年度报告，报告期公司虚拟电厂相关业务营业收入为34.89亿，占总营业收入比重98.59%。其中，智能电网收入占比71.31%，毛利率为30.98%；新型储能业务收入占比19.61%，同比增长197.30%。

图表：智能光储系统



图表：智能配电系统



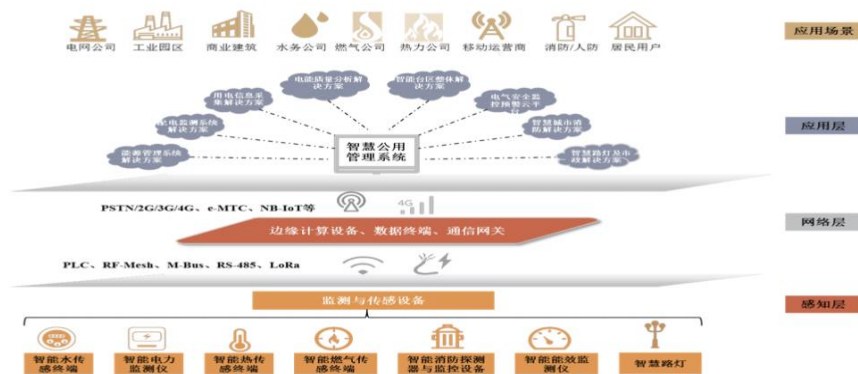
4.9 威胜信息

- 数字电网龙头+能源数字化产业供应商。**在数字电网领域，公司行业龙头地位稳固，2022年公司成为唯一一家在国家电网、南方电网、蒙西电网三大主流电网用电信息采集领域招标中均有中标的企业，中标金额排名第一，行业龙头地位稳固。在智慧城市领域，威胜信息提供的 AIoT 能源物联网平台的产品与技术，推进城市、企业和园区的供电、水务、水利、燃气、热力、用电、充电等现代城市公共基础设施进行数字化升级。
- 业务涵盖能源互联网全层级（感知层、网络层和应用层）。**公司在感知层发展高精度电监测终端、智能化水气热传感终端等产品；在网络层，拥有通信芯片、通信模块和通信网关等；在应用层，拥有面向数字电网及数智城市等不同应用场景的能源互联网系统解决方案，形成了覆盖物联网三大层级的全线解决方案。
- 能源互联网完整产业链和技术优势助力虚拟电厂。**公司具有完整的产业链布局和技术优势，可提供从数据感知、通信组网到数据管理的能源互联网全层级综合解决方案。目前公司已全面开展源、网、荷、储互动技术的相关研究与关键装置的研发储备。

图表：数字化解决方案



图表：公司主营业务示意图





五、风险提示

- **政策风险。**电力市场受到政策的影响较大，若政策支持不及预期，将对虚拟电厂发展带来不利影响。
- **我国分布式光伏、配电网投资不及预期的风险。**分布式和配电网是虚拟电厂发展的基础，若两者发展不及预期或对虚拟电厂发展带来不利影响。
- **虚拟电厂推广进度不及预期的风险：**我们预计“十四五”期间，虚拟电厂有望伴随新型电力系统建设推进与电力现货市场发展在全国各省区市得到推广，聚合商有望充分受益实现覆盖资源规模的增长。若虚拟电厂推广进度不及预期，则可能导致聚合商的营收规模增速不及预期进而影响其业绩增长。
- **行业竞争加剧的风险：**虚拟电厂行业具有一定资源与技术壁垒，聚合商采用与业主分享辅助服务和电力交易收益的方式实现盈利。若行业竞争加剧，则可能导致聚合商分成比例下行，影响聚合商的营收与业绩规模。
- **现货市场建设进度不及预期的风险：**随着电力现货市场建设全面推进，我们预计虚拟电厂项目能够通过电力现货市场中购售电价差的扩大实现盈利扩张。若虚拟电厂项目所在区域电力现货市场建设进度不及预期，则可能导致虚拟电厂项目无法通过购售电价差扩大实现盈利增长。
- **购售电价价差不及预期风险：**我们预计虚拟电厂项目未来将通过电力现货市场扩大购售电价差，通过电量电价收益增长增厚电站业绩现金流。若购售电价价差不及预期，则可能导致虚拟电厂项目电力交易收益低于预期，影响项目回报率。
- **辅助服务需求不及预期风险：**随着辅助服务市场逐步完善，虚拟电厂项目能够通过参与调频、调相、黑启动等辅助服务进一步获取辅助服务补偿，增厚电站业绩现金流。若项目所处区域所在区域辅助服务需求不及预期，则可能影响聚合商营收与业绩增速。



分析师与研究助理简介

华安证券新能源组：

陈晓：华安证券新能源与汽车首席分析师，十年汽车行业从业经验，经历整车厂及零部件供应商，德国大众、大众中国、泰科电子。

牛义杰：新南威尔士大学经济与金融硕士，曾任职于银行总行授信审批部，一年行业研究经验，覆盖锂电产业链。

重要声明

分析师声明

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，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，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，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。华安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，未经华安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。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

行业评级体系

增持：未来6个月的投资收益率领先沪深300指数5%以上；

中性：未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6个月的投资收益率落后沪深300指数5%以上；

公司评级体系

买入：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持：未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性：未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出：未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%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，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深300指数。