

电力设备

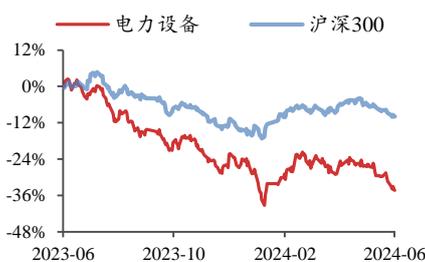
2024年06月28日

投资评级：看好（维持）

构网型储能：新型电力系统刚需，渗透率有望快速提升

——行业深度报告

行业走势图



数据来源：聚源

相关研究报告

《至暗将明，海风项目有望迎来密集开工——行业点评报告》-2024.5.28

《业绩整体承压，底部区间明确——新能源汽车 2024 年中期策略报告》-2024.5.27

《底部夯实，探寻优质龙头——光储行业 2024 年中期投资策略》-2024.5.24

殷晟路（分析师）

yinshenglu@kysec.cn

证书编号：S0790522080001

鞠爽（联系人）

jushuang@kysec.cn

证书编号：S0790122070070

● 新型电力系统刚需，构网型储能渗透率有望快速提升

“双碳”目标驱动下，国内电力系统脱碳目标明确，以风电和光伏为代表清洁能源装机占比持续提升推动国内新型电力系统改造建设刚需。新型电力系统面临的“高比例可再生能源接入”与“高比例电力电子设备接入”问题导致电网不稳定性加剧，具备稳定电压源属性的构网型储能能够提供为电网提供稳定电压与频率支撑，在全国及各地政策支持和电力系统改造刚需下渗透率有望加速提升，同时需要超配且性能要求更高的构网型储能 PCS 有望带动储能 PCS 环节实现量价齐升。推荐禾望电气、科华数据、阳光电源，受益标的国电南瑞、盛弘股份。

● 新型电力系统改造推动构网型储能建设刚需

新能源电力装机及发电量占比提升趋势下国内电力系统“双高”特性显著，在我国西部新能源电力装机中心与东部用电负荷中心逆向分布情况下该问题尤为突出，电网不稳定性加剧、新能源消纳压力加大。构网型储能以电池作为能量载体，以储能变流器作为传递媒介、辅以构网控制核心，来虚拟大型的同步发电机，为电网提供惯性同时解决电网调峰调频能力不足缺陷，进一步提升电力系统友好性同时增加新能源电力消纳率，是新型电力系统建设刚需。

● 政策持续加码，构网型储能迎来从“1-10”发展

截至 2024 年 6 月，全国及包括新疆、内蒙古、西藏等在内的多个省市自治区发布多个政策鼓励或强制区域构网型储能建设。据我们不完全统计，自 2023 年以来，截至 2024 年 6 月，国内已经完成 2.28GW/7.58GWh 构网型储能项目招标，自 2023 年下半年来行业招标进度显著加速，其中多以西北、西南等弱电网、消纳压力较大的区域为主。伴随全国层面指导性政策定调与地方强制装机量指导，国内构网型储能有望实现从“1-10”的发展。

● 构网型储能 PCS 量价齐升，头部企业前瞻布局强化领先优势

当下构网型储能在超额电流的短时过载能力需要超配 2-2.5 倍功率 PCS 的手段实现，同时具备更多功能能够应对复杂电网形态的构网型储能 PCS 产品相对传统的跟网型储能 PCS 产品具备较高溢价，就科华数能 2024 年 6 月与 4 月中标业主龙源电力的构网型储能 PCS 一体机相比，构网型储能 PCS 一体机溢价超 45%。在假设 2024-2025 年国内构网型储能装机占比分为 10%与 15%的情况下，国内构网型储能 PCS 出货将分别达 8.8GW、19.9GW，储能 PCS 一体机市场空间分别有望达 106.4、167.2 亿元，2023-2025 年复合装机增速达 82%，超行业装机复合增速。目前国内包括禾望电气、科华数能、阳光电源等在内头部储能 PCS 企业均具备相应产品储备和项目交付经验，有望凭借产品技术优势稳固其市场份额及该业务盈利水平。

● 风险提示：构网型储能推广不及预期；储能 PCS 环节行业竞争加剧。

目 录

1、“构网型技术+储能”是新型电力系统刚需	4
1.1、 新能源快速发展导致区域电网面临多重掣肘	4
1.2、“双高”问题凸显，电网安全稳定运行遇难	6
1.3、 构网型储能是新能源发电渗透率提升下的刚需	7
2、 构网型储能有望实现从“1-10”发展	9
2.1、 全国及区域支持政策陆续出台，项目陆续落地	9
2.2、 构网型储能带动储能 PCS 环节量价齐升	11
2.3、 储能 PCS 环节技术迭代推动市场增长快于行业装机增速	13
3、 受益标的	15
3.1、 禾望电气	15
3.2、 科华数据	16
3.3、 国内南瑞	16
3.4、 阳光电源	16
3.5、 盛弘股份	17
4、 投资建议	18
5、 风险提示	19

图表目录

图 1： 截至 2023 年国内光伏与风电累计装机占比 36%	4
图 2： 2023 年国内光伏与风电发电量占比 18.1%	4
图 3： 国内风能资源集中于华北、西北区域	4
图 4： 截至 2023 年国内风电累计装机第一为内蒙古	4
图 5： 国内太阳能资源集中于华北、西北区域	5
图 6： 2023 年国内集中式光伏累计装机第一为河北	5
图 7： 国内风光资源区域与用电负荷区域呈东西分布	6
图 8： 新型电力系统呈现“双高”、“两化”特点	6
图 9： 新型电力由变流器主导，呈现“低惯量、弱阻尼”	6
图 10： 频率指标影响设备和系统安全稳定性	7
图 11： 构网型技术是新型电力系统的刚需	7
图 12： 跟网型技术具备电流源特性	8
图 13： 跟网型技术不具备电压源特性	8
图 14： 构网型技术具备电压源特性	8
图 15： 构网型储能模仿发电机提供惯量支撑	8
图 16： 2023 年禾望电气荣获全球首张构网型变流器证书	15
图 17： 公司风光储氢产品均可以应用构网型技术	15
图 18： 禾望电气新能源电控业务毛利率自 2022Q2 以来逐季环比提升	15
图 19： 科华数能产品通过全项构网测试，性能优越	16
图 20： 2023 年科华数能位居国内 PCS 出货第一	16
图 21： 国电南瑞自 2018 年以来实现构网储能出货超 1.5GW	16
图 22： 阳光电源“干细胞电网技术”为光储系统构网技术应用提供示范	17
图 23： 阳光电源储能系统助力英国电网稳定运行	17
图 24： 盛弘新能源产品兼备构网型功能	17

表 1: 2024 年以来国内部分西北区域风电利用率有所下滑.....	5
表 2: 2024 年以来国内部分西北区域光伏利用率有所下滑.....	5
表 3: 构网型储能对比跟网型储能能够独立运行、提升电网整体稳定性.....	8
表 4: 国家层面和多地方层面均针对构网型储能的应用推出相关政策.....	9
表 5: 2023 年至 2024 年 6 月国内构网型储能项目累计招标 2.28GW/7.58GWh.....	10
表 6: 行业协会团队与地方政府政策均对构网型储能系统性能指标提出相应要求.....	12
表 7: 构网型储能变流升压一体舱相比跟网式项目具有一定溢价.....	13
表 8: 到 2025 年国内储能 PCS 一体机环节市场空间有望达 167.2 亿元, 2023-2025 年复合增速达 82%.....	13
表 9: 受益标的估值表.....	18

1、“构网型技术+储能”是新型电力系统刚需

1.1、新能源快速发展导致区域电网面临多重掣肘

以风电、光伏为代表的新能源装机量与发电量占比持续提升。“双碳”目标下，国内电源侧低碳化趋势显著，以风电、光伏为代表的清洁能源装机占比持续提升，根据中能传媒研究院数据，截至 2023 年我国风电与光伏分别实现累计装机 441GW 与 609GW，占国内电源装机总量的比重分别为 15%与 21%，合计占比 36%，相比 2014 年的 9%提升 27pct。此外，风电与光伏占国内总发电量的比重也由 2014 年的 3.6%提升至 2023 年的 18.1%。在能源结构转型大背景下，国内电力装机结构与发电结构清洁化趋势显著。

图1：截至 2023 年国内光伏与风电累计装机占比 36%

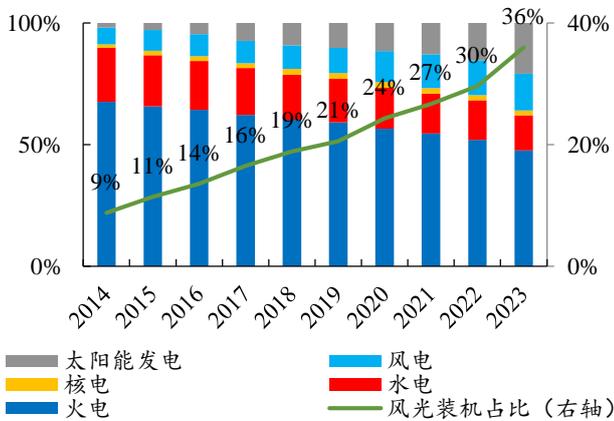
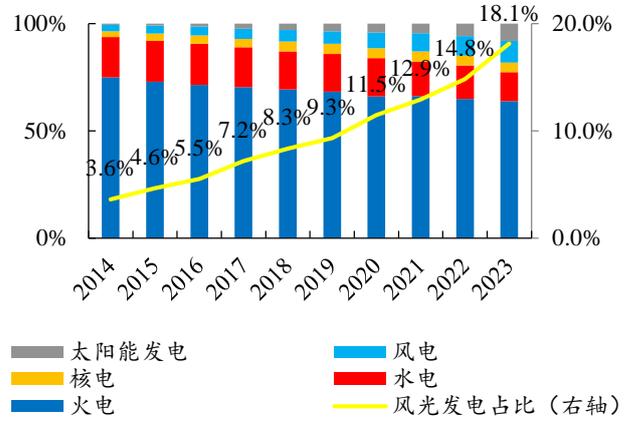


图2：2023 年国内光伏与风电发电量占比 18.1%

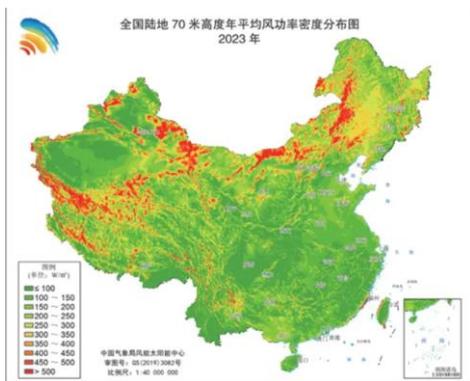


数据来源：中能传媒研究院、开源证券研究所

数据来源：中能传媒研究院、开源证券研究所

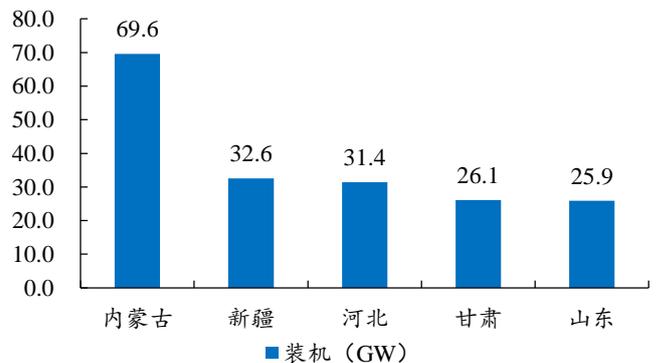
国内风电、光伏资源禀赋与当前装机集中于西北、华北等区域。根据中国气象局数据，我国优质风能资源集中于内蒙古中东部、黑龙江东部、河北北部、山西北部、新疆北部和东部、青藏高原、云贵高原的山脊地区等地。截至 2023 年，国内累计风电装机前五分别为内蒙古、新疆、河北、甘肃和山东地区，均位于华北与西北地区。太阳能方面，我国新疆、内蒙古、西北地区中西部、华北北部、西藏、西南地区西部等地太阳能资源最丰富，截至 2023 年，国内集中式光伏累计装机前五分别为河北、新疆、青海、甘肃和内蒙古，同样均位于华北与西北地区。

图3：国内风能资源集中于华北、西北区域



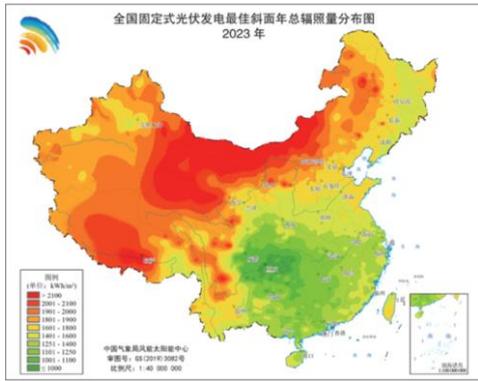
资料来源：中国气象局

图4：截至 2023 年国内风电累计装机第一为内蒙古



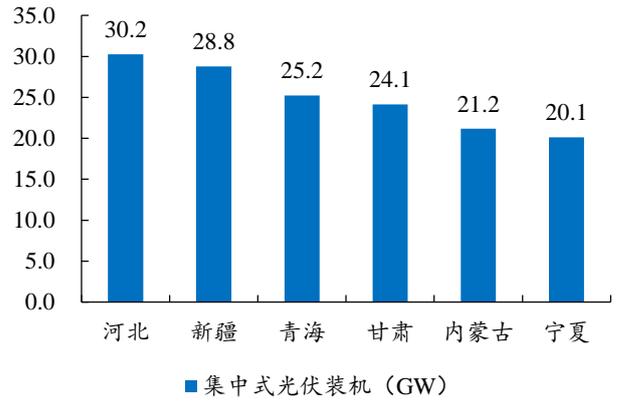
数据来源：国际能源网公众号、开源证券研究所

图5：国内太阳能资源集中于华北、西北区域



资料来源：中国气象局

图6：2023年国内集中式光伏累计装机第一为河北



数据来源：国家能源局、开源证券研究所

西北区域用电内需偏弱使得该区域风光利用率整体弱于全国平均水平，带来消纳问题。目前国内西北地区富庶的风光资源主要通过直流跨区输送的方式来满足中东部负荷中心的需求，西北地区内部用电需求相比其新能源装机增长不完全匹配，因此当前有限的外送能力和外送的不及时都在一定程度上导致了西北地区风光等新能源电力的消纳困难。

表1：2024年以来国内部分西北区域风电利用率有所下滑

	2021	2022	2023	2024M1-4
全国	96.9%	96.8%	97.3%	96.1%
蒙西	92.9%	92.9%	93.2%	94.0%
蒙东	90.0%	90.0%	96.7%	92.8%
陕西	95.8%	95.8%	96.8%	95.5%
甘肃	93.8%	93.8%	95.0%	92.2%
青海	92.7%	92.7%	94.2%	92.7%
宁夏	98.5%	98.5%	97.8%	98.0%
新疆	95.4%	95.4%	95.8%	94.7%
西藏	100.0%	100.0%	100.0%	96.9%

数据来源：全国新能源消纳监测预警中心公众号、开源证券研究所

表2：2024年以来国内部分西北区域光伏利用率有所下滑

	2021	2022	2023	2024M1-4
全国	98.0%	98.3%	98.0%	96.3%
蒙西	97.4%	97.4%	96.6%	92.6%
蒙东	98.6%	98.6%	98.7%	97.4%
陕西	97.8%	97.8%	96.5%	94.7%
甘肃	98.2%	98.2%	95.0%	91.1%
青海	91.1%	91.1%	91.4%	91.5%
宁夏	97.4%	97.4%	96.4%	96.4%
新疆	97.2%	97.2%	96.9%	95.3%
西藏	80.0%	80.0%	78.0%	71.8%

数据来源：全国新能源消纳监测预警中心公众号、开源证券研究所

风光资源与用电负荷的逆向分布导致国内电网愈发薄弱。呈现“条状”分布的电网形态和线路长的特性导致电力在集中式并网时缺乏网间调节能力，伴随新能源接入量的持续提升，局部电网相对较弱。部分网架薄弱、缺乏同步电源支撑的大型新能源基地，在系统支撑能力不足的情况下，其进行安全可靠外送的难度将进一步加大。

图7：国内风光资源区域与用电负荷区域呈东西分布



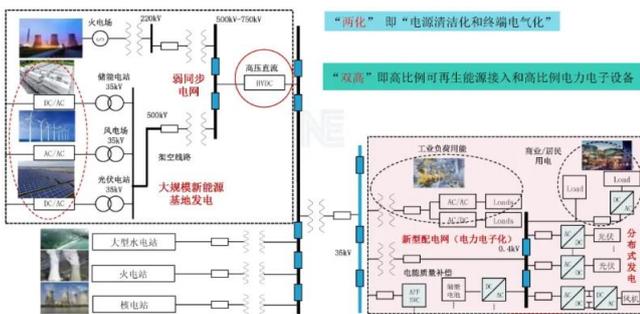
资料来源：悦智网公众号

1.2、“双高”问题凸显，电网安全稳定运行遇难

新型电力系统高比例可再生能源和高比例电力电子设备的“双高”特性日益凸显。新型电力系统相比传统电力系统主要发生了两大变化：(1) 供电主力电源发生较大变化。由传统燃煤机组转变为新能源为主体的发电结构，可再生能源接入占比持续提升。相比稳定输出的火电电源，新能源电源的随机性、波动性和间歇性使得系统调节难度加大。(2) 从发电机主导向变流器主导演变。新能源的并网、传输和消纳在源网荷端引入了更多电力电子设备，高比例电力电子设备的接入导致电力系统呈现显著的电力电子化趋势。

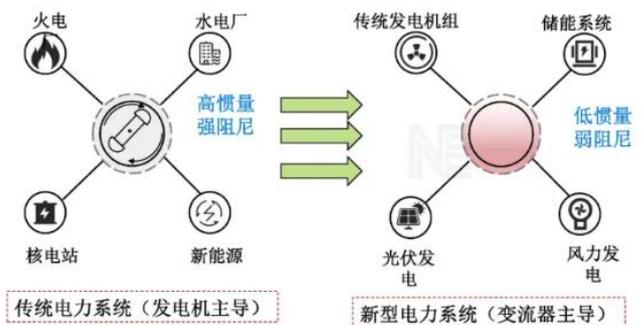
“双高”特性的电力系统低惯量、低阻尼和弱电压支撑等特征明显。电力系统惯量降低、频率和电压调节能力变差容易导致电力电子设备脱网，加剧电力系统安全稳定运行的影响。并且我国电网呈现交直流送受端强耦合、电压层级复杂的电网形态，不同电网之间协调难度较大，发生故障后易引发连锁反应。

图8：新型电力系统呈现“双高”、“两化”特点



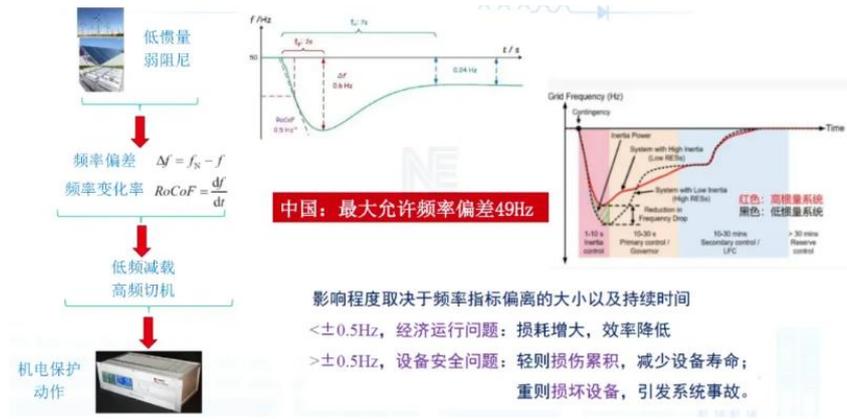
资料来源：中国西电、电气应用公众号

图9：新型电力由变流器主导，呈现“低惯量、弱阻尼”



资料来源：中国西电、电气应用公众号

图10：频率指标影响设备和系统安全稳定性



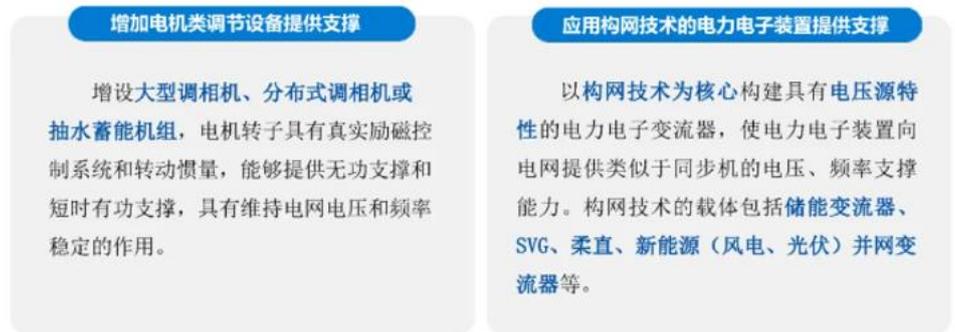
资料来源：中国西电、电气应用公众号

1.3、构网型储能是新能源发电渗透率提升下的刚需

电网在一定区域内需要有稳定的电压源来构建稳定的频率。当电网因短路带来电压跌落时，需要同步发电机转子磁链不能突变，维持机组在一定时间尺度内电势幅值不随电网电压跌落，提供充足的无功电流，减缓机组附近电压的跌落。

在新型电力系统当中提供电压源的手段包括：（1）增加电机类调节设备提供支撑，增加抽水蓄能等机组，能够有效提供无功支撑和短时有功支撑，维持电网电压和频率稳定；（2）增加以构网技术为核心具有电压源特性的电力电子变流器，使得电力电子装置向电网提供类似同步机的电压、频率支撑能力。

图11：构网型技术是新型电力系统的刚需

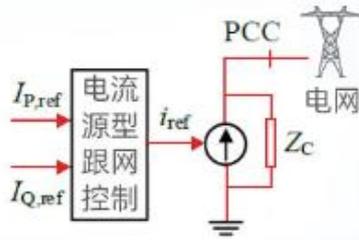


资料来源：四方股份、南方电网技术公众号

目前主流的跟网型变流器从外部特征表现为电流源特性。目前并网应用当中最常见的逆变器类型为跟网型逆变器，其控制策略是通过锁相环得到电网的相位来控制注入电网电流的幅值和相角，输出与电网电压和频率同步。

尽管该技术相对成熟、成本更低，但是跟网型变流器依赖于电网提供稳定的电压和频率，必须并网运行，自身无法提供电压和频率支持。因此跟网型变流器更多适用于具有稳定电压源的电力系统当中。

图12: 跟网型技术具备电流源特性



资料来源: 禾望电气公众号

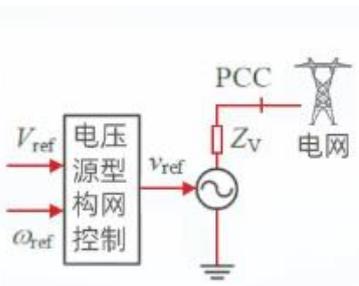
图13: 跟网型技术不具备电压源特性

特性	同步发电机	跟网型新能源(光/风)
惯性时间常数	转子惯性时间常数2-10s;同步电机与电网通过机电耦合,电网频率受转子惯性制约	等效惯性时间常数极低(10ms-100ms);电流环、锁相环决定
电压支撑特性	转子励磁绕组时间常数6-12s;为限制电流保护电力电子器件,内电势幅值受转子磁链制约,体现电压支撑	电压跟随网压变化,几乎不体现电压源特性
控制模式	构建电网的电压、频率(相角)	跟随电网的电压、频率(相角)
活跃频带	0-3Hz、15-45Hz	0-3000Hz

资料来源: 中国电力出版社有限公司公众号、国电南瑞、开源证券研究所

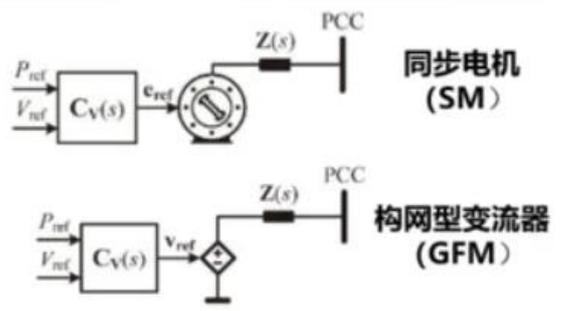
构网型变流器外部特征表现为电压源。它采用与同步发电机类似的功率同步策略,通过调节输出电压相角和幅值来调节输出的有功和无功功率。构网型变流器可并网运行,也可以离网运行,储能由于具有相对稳定的能量作支撑且可瞬间自然释放,是实现构网型技术的天然载体。构网型变流器辅以储能元件或预留备用容量时,还能为系统提供虚拟惯性和阻尼。

图14: 构网型技术具备电压源特性



资料来源: 禾望电气公众号

图15: 构网型储能模仿发电机提供惯量支撑



资料来源: SMM 储能公众号

构网型储能在新电力系统当中能够确保电网的稳定性和安全性。构网型储能以电池作为能量载体,以储能变流器作为传递媒介、辅以构网控制核心,来虚拟大型的同步发电机,为电网提供惯性,帮助解决电网调峰调频能力不足、电压稳定裕度低、暂态过电压、宽频振荡等问题,确保电网的稳定性和安全性。相比采用跟网型技术的储能系统其最大差别在于适用于变化快速的电网,是当前“双高”特性显著的新型电力系统当中的刚需。

表3: 构网型储能对比跟网型储能能够独立运行、提升电网整体稳定性

性能指标	跟网型储能	构网型储能	描述与比较
响应速度	快(几秒内)	极快(毫秒级)	构网型储能响应速度更快,适用于需要即时调节的应用场景。
稳定性	依赖电网	独立运行能力	构网型储能能独立运行,提供高稳定性,适合电网不稳定或独立系统。
经济性	初始成本低,维护简单	初始成本高,维护复杂	跟网型储能初期投资较低,但构网型储能长期可能提供更大经济回报。
能源效率	较低	较高	构网型储能由于能独立控制输出,通常具有更高的能源效率。
系统支撑	有限	强大	构网型储能可以提供电压和频率支撑,增强电网整体稳定性
市场适应性	适用于稳定电网	适用于变化快速的电网	构网型储能适合动态变化的电网环境,可以应对更多电网挑战。

资料来源: InfoLink Consulting 公众号、开源证券研究所

2、构网型储能有望实现从“1-10”发展

2.1、全国及区域支持政策陆续出台，项目陆续落地

2023年以来国内多个省份及国家层面均出台相应政策支持构网侧储能发展。国家层面，2024年6月7日，国家能源局发布的《关于做好新能源消纳工作保障新能源高质量发展的通知》中明确提出在西北网架结构薄弱的区域，应用构网型新能源，可为电力系统提供转动惯量，提升新能源的瞬间功率支撑能力，提升系统的短路比，从而允许电网接入更多新能源，**构网型储能是当下促进新能源消纳的重要举措。**

此外，包括西藏、新疆、内蒙古、福建等在内的省市自治区均出台相应的政策支持其构网型储能发展并制定相应装机目标。

以西藏为例，该区域电网长期孤网运行，虽然近期与西北电网、西南电网的联系持续加强，但是当前大部分区域仍然属于弱电网。因此西藏区域陆续出台相应政策支持自治区内构网型储能发展，其中西藏发改委于2024年4月发布的《西藏自治区2024年今冬明春电力保供方案》中明确提出建成140万千瓦光伏+112万千瓦时构网型储能项目、全容量投产70万千瓦时独立构网型储能项目等7个重点任务。

以新疆、内蒙古代表的西北区域电网呈现“条状分割”的形态，且线路较长，导致在相应区域新能源在集中并网时缺乏网间调节能力，局部电网越来越弱。新疆发改委于2023年7月10日发布的《关于组织上报2023年独立新型储建设方案的通知》中明确提出积极探索建设构网型储能，喀什、和田、克州、塔城、阿勒泰、巴州等地构网型储能比例原则上不低于年度新型储能规模的20%。内蒙古自治区能源局于2024年5月18日出台《2024—2025年新型储能发展专项行动方案》要求大力发展构网型储能。在高比例新能源外送基地、电网局部支撑较弱地区、分布式新能源富集地区，大力推动构网型储能项目建设，充分发挥其惯量响应、频率电压支撑等作用，有力提升新能源大规模高比例接入消纳情景下的电网安全稳定性和供电可靠性。

表4：国家层面和多地方层面均针对构网型储能的应用推出相关政策

省份	发布机构	发布时间	政策名称	内容
全国	国家能源局	2023.09.27	《国家能源局关于组织开展可再生能源发展试点示范的通知》	计划到2025年组织实施一批示范项目，其中包括 新能源+储能构网型技术的示范项目 ，主要支持构网型风、光、储和新能源低频组网送出等技术研发与示范工程，旨在提高新能源并入弱电网时，对于电压和频率的稳定支撑作用
	国家能源局	2024.04.02	《关于促进新型储能并网和调度运用的通知》	新型储能应配备功率控制系统或协调控制系统。所有调管范围内的新型储能应具备按照调度指令进行有功功率和无功功率自动调节的能力
	国家能源局	2024.06.07	《关于做好新能源消纳工作保障新能源高质量发展的通知》	在西北网架结构薄弱的区域，应用构网型新能源，可为电力系统提供转动惯量，提升新能源的瞬间功率支撑能力，提升系统的短路比，从而允许电网接入更多新能源
西藏	西藏发改委	2023.05.18	《2023年风电、光伏发电等新能源项目开发建设方案》	其中要求保障性光伏并网项目配储20%且时长不低于4小时， 并要求加装构网型装置
		2023.07.24	《关于积极推动西藏电力系统构网型储能项目试点	鼓励在阿里地区、那曲市、日喀则市、拉萨市等地区先行先试构网型储能

省份	发布机构	发布时间	政策名称	内容
			示范应用的通知》	
		2024.04.28	《西藏自治区2024年今冬明春电力保供方案》	在电源建设方面，共提出了建成140万千瓦光伏+112万千瓦时构网型储能项目、全容量投产70万千瓦时独立构网型储能项目等7个重点任务，此批储能配置比例为20%/4h，均需采用构网型储能， 共计带来构网型储能需求680MW/2780MWh
新疆	新疆发改委	2023.07.10	《关于组织上报2023年独立新型储建设方案的通知》	积极探索建设构网型储能，喀什、和田、克州、塔城、阿勒泰、巴州等地构网型储能比例 原则上不低于年度新型储能规模的20%
福建	福建发改委	2023.11.30	《关于组织开展可再生能源发展试点示范项目申报的通知》	重点支持范围包括新能源加储能构网型技术示范
内蒙古	内蒙古自治区能源局	2024.05.18	《2024—2025年新型储能发展专项行动方案》	大力发展构网型储能。在高比例新能源外送基地、电网局部支撑较弱地区、分布式新能源富集地区， 大力推动构网型储能项目建设，充分发挥其惯量响应、频率电压支撑等作用，有力提升新能源大规模高比例接入消纳情景下的电网安全性和供电可靠性

资料来源：SMM 储能公众号、储能与电力市场公众号、内蒙古自治区能源局、国家能源局、开源证券研究所

2023年至2024年6月，国内构网型储能项目累计实现招标总量2.3GW/7.6GWh。其中2023年全年招标总量1.3GW/4.6GWh，2024年前6个月累计实现招标1GW/3.1GWh。国内新疆、西藏、宁夏等西南、西北地区在政策指引落地后均有相应大项目落地，伴随国内西北、西南等区域新能源电力消纳压力加大，构网型储能项目量有望持续增加。

表5：2023年至2024年6月国内构网型储能项目累计招标2.28GW/7.58GWh

项目名称	招标时间	项目地点	储能规模		招标类型	中标人	价格(元/Wh)
			MW	MWh			
西藏华电拉萨当雄羊八井1GW一期50MW牧光互补光伏发电项目EPC总承包	2024年6月17日	西藏	10	40	EPC总承包		
西藏那曲100MW光伏发电项目储能系统设备采购	2024年6月12日	西藏	20	80	储能系统设备		
新华水电新疆乌什构网型储能项目	2024年4月17日	新疆	500	2000	PC	/	/
新疆四师可克达拉市兵团分300MW/600MWh共享储能项目	2024年3月8日	新疆	300	600	EPC	/	/
石柱县金彭共享储能电站100MW/200MWh项目	2024年3月8日	重庆	100	200	EPC	/	/
国家电投青海贡玛、铁盖330MW/1320MW储能电站EC	2024年2月18日	青海	25	100	1EC	许继电气	1.332
广东能源新疆莎车25M/100MWh构网型储能系统研发与示范项目	2024年2月8日	新疆	25	100	储能系统	山东电工时代	1.45
						许昌许继	1.369
						电科储能	1.29
						远景能源	1.29
	2024年		980	3120			

项目名称	招标时间	项目地点	储能规模		招标类型	中标人	价格 (元/Wh)
			MW	MWh			
国投集团雅砻江柯拉构网型储能系统示范项目	2023年12月7日	四川	53	106	设备	/	/
中电建西藏光伏发电项目	2023年12月6日	西藏	20	80	储能系统	清安储能	
陕煤新能源西台20万千瓦源网荷储一体化应用示范项目	2023年12月5日	青海	51	160.8	储能系统设备集成	南瑞继保	0.99 1.088 1.095
中年德令哈100万千瓦源网荷储项目	2023年12月1日	青海	200	800	设备	/	/
新疆克州独立储能项目	2023年11月29日	新疆	300	1200	设备	/	/
立新能源新疆构网型储能系统设备采购	2023年9月30日	新疆	160	640	设备	远景能源	0.709
						阳光电源	0.842
						中车株洲所	0.743
中国华能石家庄西柏坡百兆瓦级《县级》新型电力系统示范工程独立储能	2023年8月18日	河北	40	80	设备	南瑞继保	1.169
						华能清洁能源研究院	1.299
青海格尔木鲁能50MW/100MWh构网型储能电站	2023年8月4日	青海	50	100	EPC	中国电建华东院	0.224
					储能系统	山东电工时代	1.46
青海省海西州宝库储能电站工程	2023年8月4日	青海	224.5	889	EPC	山东电工时代	1.803
						南瑞继保	1.149
宁夏电力采煤沉陷区复合光伏项目配储	2023年8月1日	宁夏	100	200	EPC	国家能源集团宁夏电力	1.26 1.175
						国家能源集团宁夏电力	1.376
宁夏宁东复合光伏基地配储能二期	2023年4月27日	宁夏	100	200	EPC	国家能源集团宁夏电力	1.451
2023年			1298.5	4455.8			

资料来源：中国储能网、ESCO 储能经合组织公众号、开源证券研究所

2.2、构网型储能带动储能 PCS 环节量价齐升

超额电流短时过载能力带来构网型储能 PCS 2-2.5 倍超配需求。中关村储能产业技术联盟团体编制的《构网型储能变流器技术规范》和新疆发改委《关于组织上报2023年独立新型储能建设方案的通知》中分别针对构网型储能 PCS 和储能系统提出了一系列性能指标要求。

其中《构网型储能变流器技术规范》明确要求构网型储能变流器交流侧电流在200%额定电流下，持续运行时间宜不少于2s，而新疆发改委要求的300%额定电流10秒短时过载能力。而当前行业主要采取超配2-2.5倍PCS的方式来满足该性能指标要求，因此相比跟网型储能项目，构网型储能项目装机占比提升有望带来倍数级

PCS 装机需求。

表6: 行业协会团队与地方政府政策均对构网型储能系统性能指标提出相应要求

性能要求	中关村储能产业技术联盟团体标准《构网型储能变流器技术规范》	新疆《关于组织上报 2023 年独立新型储能建设方案的通知》
1	电网频率调节: 电网频率偏差值大于系统频率偏差设定值时, 构网型储能变流器应主动吸收或发出有功功率, 参与电网频率调节	构网型电化学储能系统应具有构网控制功能, 能为系统提供惯量和短路容量, 在稳态、暂态过程中, 构网变流器机端电压的幅值和相角应具有一定维持能力, 能够分担电网不平衡功率, 功率响应时间不大于 5ms
2	电网电压调节: 电网电压偏差值大于系统电压偏差设定值时, 构网型储能变流器应主动吸收或发出无功功率, 参与电网电压调节	构网型电化学储能系统支持的惯性时间常数最大值不小于 20 秒, 并可根据接入系统的需要灵活调整
3	在 110% 额定电流下持续运行时间应不少于 10min; 在 120% 额定电流下, 持续运行时间应不少于 1min; 在 150% 额定电流下, 持续运行时间宜不少于 10s; 在 200% 额定电流下, 持续运行时间宜不少于 2s	构网型电化学储能系统交流侧电流在 110% 额定电流下应能长期持续运行; 在 120% 额定电流下, 持续运行时间应不少于 2min; 且具备 300% 额定电流 10 秒短时过载能力
4	惯量响应: 当系统频率变化率大于系统频率变化率设定值时, 构网型储能变流器应自动调节有功功率, 抑制电网频率快速变化	构网型电化学储能系统应具备一次调频功能, 一次调频功率响应时间支持小于 0.2s, 并能够根据接入系统的需要进行灵活调整; 一次调频有功功率调节偏差不大于 2%
5	阻尼控制: 电网频率震荡幅度大于系统频率振荡幅度设定值时, 构网型储能变流器应通过阻尼控制自动调节有功功率, 抑制电网频率振荡幅度	构网型电化学储能系统应具备主动电压调节功能, 电压阶跃响应时间应不大于 100ms, 并能够根据接入系统的需要进行灵活调整
6	并/离网切换: (1) 并离网切换过程中交流侧电压保持连续; (2) 建立频率和幅值稳定的交流电压, 按照设定条件自动进行并网、离网互相转入	构网型电化学储能系统应能够接收并响应调度发送的 AGC、AVC 指令
7	功率控制: 根据控制模式或接收的功率控制指令, 实现有功功率和无功功率的连续平滑调节。	构网型电化学储能系统应具有自主阻尼抑制功能, 当系统出现 0.2Hz-2.5Hz 的低频振荡, 储能应能够抑制振荡, 有功变化量最大值应在 10%-30%PN 区间内
8	黑启动: 具备多机并联合同黑启动功能, 在无外界电源支持的情况下, 构网型储能变流器自主建立电压和频率的功能	构网型电化学储能系统应具备黑启动功能, 在黑启动期间, 各个变流器之间应无明显环流、振荡问题, 电流有效值最大偏差应不大于 5%
9	相角突变耐受: 响应相位角的阶跃变化, 吸收或注入功率来抵抗相位角的变化。	构网型电化学储能系统应具有一定的频率电压耐受能力, 在 ±2Hz 频率偏差以内可维持运行; 储能机端电压能够在 0~130% 范围内根据系统的需要进行灵活调整
10	电网强度适应: 当电网短路比在 1~10 范围内时, 构网型变流器可以稳定运行	构网型电化学储能系统涉网参数由电网调度部门统一管理, 构网储能系统并网前, 应完成关键涉网参数网源参数协调工作, 并完成现场参数实测

数据来源: 储能与电力市场公众号、新疆维吾尔自治区发改委、开源证券研究所

构网型储能 PCS 相比传统跟网型储能 PCS 具有一定溢价。以科华数能分别于 2024 年 4 月 16 日和 2024 年 6 月 3 日中标龙源电力的储能变流升压一体舱项目为例, 构网型储能产品项目单价为 0.34 元/W, 普通跟网型储能项目单价为 0.234 元/W, 作为具备更多功能能够应对复杂电网形态的构网型储能 PCS 产品相对传统的跟网型储能 PCS 产品具有一定溢价, 就该项目中构网型储能 PCS 一体机相较于跟网型储能 PCS 产品溢价超 45%。

表7：构网型储能变流升压一体舱相比跟网式项目具有一定溢价

时间	项目	中标人	储能规模 (MW)	报价 (万元)	单价 (元/W)
2024.06.03	龙源电力集团共享储能技术(北京)有限公司电网支撑型(构网型)储能变流升压一体舱框架采购	科华数能	480	16329.6	0.34
2024.04.16	龙源电力集团共享储能技术(北京)有限公司第三批储能电站预装式变流升压一体舱框架采购	科华数能	300	7027.97	0.234

数据来源：储能与电力市场公众号、中关村储能产业技术联盟公众号、开源证券研究所

2.3、储能 PCS 环节技术迭代推动市场增长快于行业装机增速

预计到 2025 年国内储能 PCS 一体机环节市场空间有望达 167.2 亿元。考虑国内光伏、风电装机增长及配储比例提升，电网侧储能在调峰、调频等需求刺激下，预计 2024-2025 年国内表前储能装机将分别达 40.1、60.2GW。假定 2024-2025 年国内构网型储能装机占比分别为 10%与 15%的情况下，国内构网型储能项目装机将分别达 4.0GW、9.0GW。考虑构网型储能 PCS 需要 2-2.5 倍超配，假设超配比例为 2.2 的情况下，2024-2025 年国内构网型储能 PCS 出货将分别为 8.8GW、19.9GW。

综合当前构网型储能一体机的售价水平，预计 2024-2025 年构网型储能 PCS 一体机的市场空间将分别达 27.0、54.7 亿元。加上跟网型储能项目出货，预计 2024-2025 年国内储能 PCS 一体机市场空间将分别达 106.4、167.2 亿元，2023-2025 年年化复合增速将达 82%，超国内表前储能装机 69.9%的复合装机增速。

表8：到 2025 年国内储能 PCS 一体机环节市场空间有望达 167.2 亿元，2023-2025 年复合增速达 82%

中国	项目	2021	2022	2023	2024E	2025E	
(集中式可再生能源并网)							
1、电源侧	集中式光伏新增装机量 (GW)	25.6	36.3	120.0	132.0	158.4	
	风电新增装机 (GW)	47.5	37.6	75.9	70.0	70.0	
	风光合计新增装机 (GW)	73.1	73.9	195.9	202.0	228.4	
	储能配置比例 (%)	2%	5%	4%	5%	5%	
	电源侧新增装机规模 (GW)	1.4	3.5	8.8	10.1	11.4	
二次调频							
2、电网侧	全国最大用电负荷 (亿 kW)	11.9	12.9	13.4	14.5	15.2	
	调频需求占比 (%)	3%	3.0%	3.1%	3.2%	3.3%	
	电化学储能份额 (%)	0.3%	1.9%	6.1%	9.1%	13.6%	
	电化学储能装机 (GW)	0.1	0.7	2.5	4.2	6.8	
	调峰						
	全国年用电量 (亿 kWh)	83128	86372	92241	96853	101696	
	调峰需求占比 (%)	3%	3.0%	3.1%	3.2%	3.3%	
需调峰电量 (GWh)	249384	259116	285947	309930	335596		
年充放小时数 (h)	600	600	600	600	600		
需调峰功率 (GW)	415.6	431.9	476.6	516.5	559.3		
电化学储能渗透率 (%)	0.1%	0.6%	2.0%	5.0%	7.5%		
电化学储能装机 (GW)	0.3	2.4	9.5	25.8	41.9		
电网侧新增装机规模 (GW)	0.4	3.1	12.0	30.0	48.8		

中国	项目	2021	2022	2023	2024E	2025E
3、表前合计	表前储能新增装机规模 (GW)	1.8	6.6	20.9	40.1	60.2
	储能配套小时数 (h)	2	2	2.2	2.2	2.2
	表前储能系统新增装机规模 (GWh)	3.5	13.3	45.3	87.2	130.7
	新增装机 yoy (%)		275.4%	240.8%	92.4%	50.0%
4、市场空间	构网型储能占比 (%)			4.2%	10%	15%
	跟网型储能占比 (%)			96%	90%	85%
	构网型储能装机 (GW)			0.9	4.0	9.0
	跟网型储能装机 (GW)			20.0	36.1	51.1
	构网型储能 PCS 出货 (GW)			1.9	8.8	19.9
	跟网型储能 PCS 出货 (GW)			20.0	36.1	51.1
	构网型储能 PCS 一体机价格 (元/W)			0.34	0.31	0.28
	跟网型储能 PCS 一体机价格 (元/W)			0.22	0.22	0.22
	构网型储能 PCS 一体机市场空间 (亿元)			6.6	27.0	54.7
	跟网型储能 PCS 一体机市场空间 (亿元)			44.0	79.4	112.5
	储能 PCS 一体机市场空间 (亿元)			50.5	106.4	167.2
	新增 yoy (%)				110.7%	57.1%

数据来源: Wind、CNESA、CESA、中电联、国家能源局、华经产业研究院、储能与电力市场、开源证券研究所

3、受益标的

3.1、禾望电气

公司是国内率先将构网型技术应用于风、光、储、氢、SVG等产品的行业领军企业。根据公司公众号披露，其于2023年1月获得全球首张构网型变流器证书，率先将构网型技术应用到风电变流器、光伏逆变器、储能PCS、制氢电源、无功补偿SVG等产品中，实现了新能源全系列产品构网型技术全覆盖。

在风电领域，公司在甘肃某百兆瓦风场完成全球首个构网型变流器改造项目，在光伏领域，公司320-385kW组串式逆变器已经成功应用该技术并实现了单体2GW大型光伏治沙项目成功应用。在储能领域，公司于2024年6月3日成为龙源电力集团共享储能技术（北京）有限公司电网支撑型（构网型）储能变流升压一体舱框架采购公开招标第一标段中标候选人。此外公司还是构网型设备的“卖铲人”，开发构网功能特性检测系统，为各级电科院、检测机构开展对构网型设备的特性测试提供了专业的测试装备。

图16：2023年禾望电气荣获全球首张构网型变流器证书



资料来源：禾望电气公众号

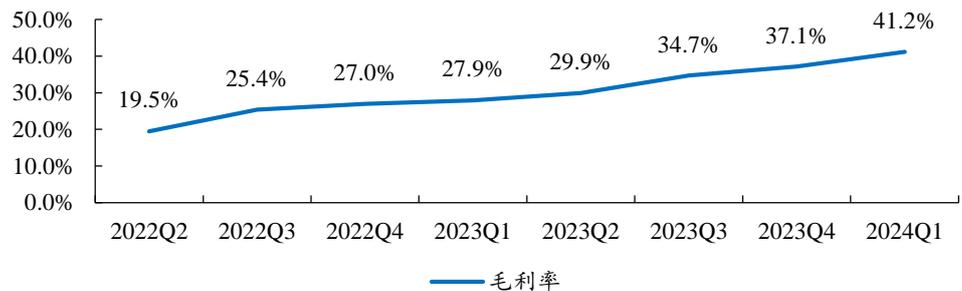
图17：公司风光储氢产品均可以应用构网型技术



资料来源：禾望电气公众号

强大技术实力带动公司新能源电控业务毛利率持续环比提升。公司涵盖光伏逆变器、风电变流器和储能变流器业务的新能源电控业务毛利率自2022Q2以来持续环比提升，主要系成本端使用国产SiC器件降本叠加产品端具有溢价的构网型产品出货持续提升。截至2024Q1，其新能源电控业务毛利率已达41.2%。

图18：禾望电气新能源电控业务毛利率自2022Q2以来逐季环比提升



数据来源：Wind、开源证券研究所

3.2、科华数据

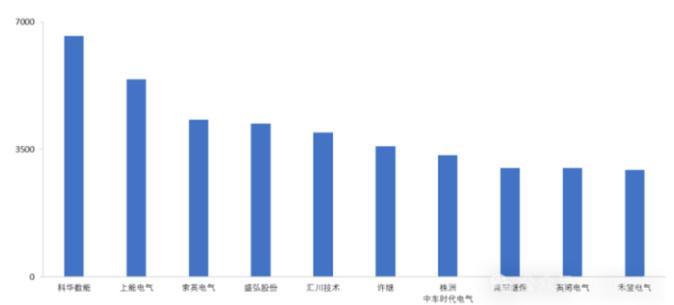
子公司科华数能 2023 年国内 PCS 出货第一，前瞻布局构网型储能 PCS。作为国内 2023 年储能 PCS 出货第一，科华数能自 2018 年起布局研究储能系统的虚拟同步发电机控制策略，并在同年实现了储能变流器电压源模式并网。2023 年，科华数能在宁夏百 MW 级共享储能项目进行构网型储能技术应用，帮助宁夏弱网地区实现构网型电力支撑。当年，公司还中标全球最大构网型电化学储能项目即新疆克州 300MW/1200MWh 构网型独立储能项目。

图19：科华数能产品通过全项构网测试，性能优越



资料来源：科华数能公众号

图20：2023 年科华数能位居国内 PCS 出货第一



资料来源：CNESA

3.3、国内南瑞

截至 2024 年 6 月国内南瑞子公司南瑞继保累计实现构网储能出货超 1.5GW。国内南瑞子公司南瑞继保自 2018 年以来首次开展构网型储能实践，经过 6 年探索与出货，截至 2024 年 6 月成功实现超 1.5GW 构网型储能出货，完成构网型工程超过 40 个。公司还于 2024 年中标沙特 500MW 构网型储能项目，投运后将是全球最大的构网型储能项目。

图21：国电南瑞自 2018 年以来实现构网储能出货超 1.5GW



资料来源：南瑞继保、高电压技术公众号

3.4、阳光电源

阳光电源光储构网型控制技术在全球范围内均有成功案例。公司“干细胞构网技术”以光储构网型控制技术为核心，通过定制化电网技术方案，助力新型电力系统全场景稳定运行，目前公司产品技术已经在全中国范围内得到应用，特别在欧

美主流市场实现了大范围应用。

2023 年圣诞前夕，因为英国和法国之间的互连器 IFA1 跳闸导致 1GW 的进口电力损失，电网频率瞬间跌落至 49.3Hz。事故发生 1 秒内，阳光电源在英国门迪运行的多个百兆瓦级电网侧储能系统及时响应，助力电网频率 5 分钟内恢复到正常范围，避免了大范围的停电事故。

图22：阳光电源“干细胞电网技术”为光储系统构网技术应用提供示范



资料来源：储能与电力市场公众号

图23：阳光电源储能系统助力英国电网稳定运行



资料来源：全联新能源公众号

3.5、盛弘股份

盛弘新能源构网型储能 PCS 产品推向市场。盛弘股份子公司盛弘新能源（原名盛弘储能）于 2024 年 4 月推出的 PWS1-2500KTL-H 储能变流器具备虚拟同步发电机、PQ、VF 以及黑启动等功能，兼备构网型 GFM 功能，不仅能够主动支撑电网，更能灵活参与电力市场服务，精准且快速响应调峰、调频、AGC、AVC 等调度，助力电网安全稳定运行。

图24：盛弘新能源产品兼备构网型功能



资料来源：盛弘储能公众号

4、投资建议

“双碳”目标驱动下，国内电力系统脱碳目标明确，以风电和光伏为代表清洁能源装机占比持续提升推动国内新型电力系统改造建设刚需。新型电力系统面临的“高比例可再生能源接入”与“高比例电力电子设备接入”问题导致电网不稳定性加剧，具备稳定电压源属性的构网型储能能够提供为电网提供稳定电压与频率支撑，在全国及各地政策支持和电力系统改造刚需下渗透率有望加速提升，同时需要超配且性能要求更高的构网型储能 PCS 有望带动储能 PCS 环节实现量价齐升。推荐禾望电气、科华数据、阳光电源，受益标的南瑞继保、盛弘股份。

表9：受益标的估值表

证券代码	股票简称	评级	收盘价（元）	归母净利润（亿元）			PE		
				2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E
300274.SZ	阳光电源	买入	62.0	114.2	135.5	169.2	11.3	9.5	7.6
603063.SH	禾望电气	买入	15.3	5.7	7.0	9.0	12.0	9.7	7.6
002335.SZ	科华数据	买入	21.1	7.1	8.7	10.6	13.7	11.2	9.2
300693.SZ	盛弘股份	未评级	20.9	5.4	7.1	9.3	12.2	9.1	7.0
600406.SH	国电南瑞	未评级	25.0	81.0	92.4	104.9	24.7	21.7	19.1

数据来源：Wind、开源证券研究所（注：收盘价日期为 2024 年 6 月 28 日，表中盛弘股份、国电南瑞盈利预测来自于 Wind 一致预期，阳光电源、禾望电气、科华数据为开源证券研究所预测）

5、风险提示

构网型储能推广不及预期：目前投运构网型储能占比较小，其性能优势尚未体现为项目经济性提升，短期渗透率提升可能会遇到困难。

储能 PCS 环节行业竞争加剧：随着行业技术扩散和市场增速回落，储能 PCS 产品的性能逐渐趋同，竞争存在进一步加剧可能。

特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R4（中高风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在-5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的 6~12 个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中 A 股基准指数为沪深 300 指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普 500 或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。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，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。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。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本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。

开源证券研究所

上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼3层
邮编：200120
邮箱：research@kysec.cn

深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层
邮编：518000
邮箱：research@kysec.cn

北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层
邮编：100044
邮箱：research@kysec.cn

西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层
邮编：710065
邮箱：research@kysec.cn