

## 行业研究

## 海上光伏：漂浮式电站的主战场，浮体、锚固环节最为受益

## ——建筑建材行业“新基建”系列之三

## 要点

**政策推动，海上光伏迎高光时刻：**继习主席在第75届联合国大会强调“双碳”目标后，2021年10月，中办、国办陆续印发了关于碳达峰碳中和的工作意见和行动方案，提出全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展。在国家政策的驱动下，我国各沿海省份积极响应党中央实现“双碳”的目标，陆续着手重点发展海洋光伏产业。

**土地资源限制沿海地区光伏发展，山东省在海上光伏开发和建设方面走在全国前列：**2022年4月发布的《山东省2022年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）》明确提出对海上光伏项目进行海域使用金减免（不超过20%）及针对海上漂浮式光伏电站财政补贴（2022—2025年分别按照每瓦1/0.8/0.6/0.4元进行补贴），2022年7月出台的《山东省海上光伏建设工程行动方案》明确指出海上光伏建设基地总规模达42GW，其中海上光伏场址装机规模为23.6GW，其余为风光同场。若山东省的推进效果较好，预计其他沿海省份或将跟进。

**海上光伏：漂浮式电站的主战场。**海上光伏电站分为桩基式和漂浮式两种，现阶段以桩基式为主（滩涂、潮间带）；目前海上漂浮式电站建设还处于从0到1的过程，判断明年将有项目落地。当前海上漂浮式光伏造价较高，但未来均有较大的降本空间：1）参照内陆水面漂浮式光伏电站降本曲线。长期视角，海上漂浮式的浮体及锚固系统成本或可降低50%左右；2）装机容量增加带来规模效应使总体单瓦成本降低，提升IRR。

发电效率角度，水上光伏发电量较陆地光伏高5%-10%；海上漂浮式电站在海上较大风大及微生物等问题均有成熟的解决方案，新加坡已有规模化商业项目落地；当前大规模应用的核心制约因素是投资回报率因素，今年山东省给予海上漂浮式光伏电站1元/瓦补贴（每年有退坡）以鼓励其发展。在不考虑补贴情境下，业内测算某海上漂浮式电站全投资IRR可达7%，随着成本下降，回报率仍有提升空间。从中长期视角看，海洋场景中漂浮式较桩基式更具经济性、应用场景更广泛且环保问题较小，或是未来主流。

**乐观假设下，仅山东省海洋光伏电站浮体及锚固市场空间或可达272亿元及19亿元：**由于海洋的作业环境较内陆水域更恶劣，对相关系统的要求更高，且海洋漂浮式光伏电站处于起步阶段，故我们假设2022年海洋漂浮式光伏的造价成本与内陆漂浮式早期成本一致，测算得山东省海洋光伏电站浮体及锚固系统的市场空间分别为272亿元和19亿元；若后续其他沿海省市跟进漂浮式光伏建设，则相应的市场空间将进一步扩展。

**投资建议：海洋光伏电站的发展是突破沿海省市土地约束与新能源发展的关键**

“双碳”背景下，沿海地区加大开发海上新能源项目，山东省在海上光伏开发和建设方面走在全国前列。中长期视角看，漂浮式海上光伏电站较桩基式更具经济性、应用场景更广泛且环保问题较小，或是未来主流。漂浮及锚固环节将最为受益。

**漂浮系统（HDPE制品）：关注纳川股份&阳光电源。**纳川股份在HDPE材料方面具有丰富的研发和生产经验；2021年4月，三峡集团成为公司最大股东，国资背书为市场注入更强信心。2022年6月，公司与中集来福士签订海洋漂浮系统战略合作协议，负责为其提供海上光伏浮体新材料的配套，打开新的增长空间。阳光电源主要从事太阳能、风能等新能源设备的研发、生产、销售等，依托于其多年的陆上光伏研发经验，公司的内陆水面光伏产品具有显著优势。截至2021年12月，公司内陆水面光伏系统全球累计应用超过1.7GW，市占率连续四年保持全球第一。

**锚固系统：关注巨力索具&亚星锚链。**巨力索具专业从事索具的研发、制造和销售，是国内索具行业领导者，一直积极参与海洋项目，打造高质量海洋装备。2022年6月，公司与中集来福士签订了协议，未来将为其提供海上光伏锚固系统配套产品。亚星锚链是专业生产锚链和海洋系泊链及配件的企业，产品广泛应用于海洋石油平台、海上电厂等领域。公司的系泊链技术世界领先，有望受益于海上光伏电站建设。

**风险分析：后续政策落地进展不及预期，相关公司技术研发进度不及预期，疫情反复拖累项目进度、影响原材料供应。**

## 建筑和工程 买入（维持）

## 作者

分析师：孙伟风

执业证书编号：S0930516110003

021-52523822

sunwf@ebsecn.com

分析师：冯孟乾

执业证书编号：S0930521050001

010-58452063

fengmq@ebsecn.com

联系人：陈奇凡

021-52523819

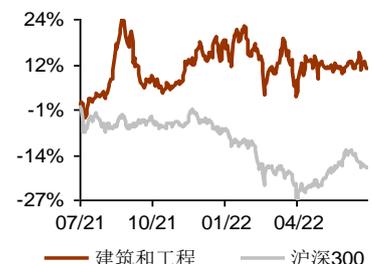
chenqf@ebsecn.com

联系人：高鑫

021-52523872

xingao@ebsecn.com

## 行业与沪深300指数对比图



资料来源：Wind

## 相关研报

车路协同（V2X）：自动驾驶与新基建的交汇点——建筑建材行业“新基建”系列之一（2022-07-02）

抽水蓄能：行业规模或近千亿元，龙头公司蓄势待发——建筑建材行业“新基建”系列之二（2022-07-27）

## 目 录

<b>1、政策推动，海上光伏迎高光时刻</b> .....	<b>4</b>
1.1、“双碳”背景下，沿海地区加大开发海上新能源 .....	4
1.2、山东省海上光伏开发走在前沿.....	5
<b>2、海上光伏：漂浮式电站的主战场</b> .....	<b>7</b>
2.1、水面光伏电站分为桩基固定式和漂浮式两大类 .....	7
2.2、海洋光伏与海洋风电将相辅相成 .....	11
2.3、海上漂浮式光伏电站以浮体、系泊和锚固等部件替代了地面光伏电站的地桩和支架.....	12
2.4、境外海上漂浮光伏电站已有商用案例.....	14
<b>3、海上漂浮光伏电站的降本曲线分析</b> .....	<b>15</b>
3.1、海上漂浮光伏电站或复制内陆漂浮电站降本经验 .....	15
3.2、业内测算：某海上漂浮式光伏电站的 IRR 或可达 7%，未来可与风电、牧场结合 .....	17
<b>4、投资建议：关注漂浮及锚固环节企业</b> .....	<b>18</b>
4.1、乐观假设下，仅山东省海洋光伏电站对应浮体、锚固的增量市场空间或可达 272 亿元、19 亿元.....	18
4.2、漂浮系统：关注纳川股份、阳光电源.....	19
纳川股份：签订海上漂浮系统战略合作协议助力公司业务拓展 .....	19
阳光电源：内陆水面光伏产品优势显著.....	19
4.3、锚固系统：关注巨力索具、亚星锚链.....	20
巨力索具：国内索具领导者，与中集来福士签订海上光伏协议 .....	20
亚星锚链：系泊链技术世界领先，有望受益于海上光伏电站建设 .....	20
<b>5、风险分析</b> .....	<b>21</b>

## 图目录

图 1：桩基固定式——正泰温州泰翰 550MW 海洋光伏电站.....	7
图 2：漂浮式——创新型漂浮式海洋光伏电站.....	7
图 3：桩基固定式（架高式）海洋光伏电站示例.....	8
图 4：漂浮式水面光伏电站分类.....	8
图 5：浮管式漂浮水面光伏电站.....	9
图 6：标准高密度聚乙烯浮箱形式.....	9
图 7：高密度聚乙烯浮箱与金属支架组合形式.....	10
图 8：其它材料浮箱与金属支架组合形式.....	10
图 9：海上漂浮式光伏系统的示意图.....	12
图 10：漂浮式海洋光伏电站主要由四大系统构成.....	12
图 11：当前业界主流浮体材料为改性高密度聚乙烯（改性 HDPE）.....	13
图 12：系泊与锚固示意图.....	14
图 13：新加坡海上光伏电站项目——柔佛海峡 5MW 海上漂浮电站.....	15
图 14：预计海上漂浮式光伏电站单瓦造价成本将随着装机量增加而下降.....	17
图 15：三峡集团合计持有纳川股份 19.08%的股份.....	19

## 表目录

表 1：2020-2022 年我国海洋光伏产业相关政策.....	4
表 2：2021-2022 年山东省海洋光伏产业相关政策.....	5
表 3：不同类型漂浮系统的优缺点比较.....	11
表 4：不同类型的漂浮式光伏电站的优缺点及造价对比.....	16
表 5：海上漂浮式光伏电站内部收益率随装机规模的增加而提升.....	17
表 6：山东省海洋光伏电站浮体材料及锚固的市场空间分别为 272 亿元和 19 亿元.....	18

# 1、政策推动，海上光伏迎高光时刻

## 1.1、“双碳”背景下，沿海地区加大开发海上新能源

2020年9月，习近平主席首次在第七十五届联合国大会上提出：“力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和”的“双碳”目标。2021年10月24日，中共中央、国务院正式印发了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，两天后国务院又印发《2030年前碳达峰行动方案》，提出“全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展，坚持集中式与分布式并举，加快建设风电和光伏发电基地”，加快智能光伏产业创新升级和特色应用，创新“光伏+”模式，推进光伏发电多元布局。

在国家政策的驱动下，我国各沿海省份积极响应党中央实现“双碳”的目标，陆续着手重点发展海洋光伏产业，主要由于：1) 沿海地区电力消耗较大，新能源发展受限于土地资源约束（集中式电站涉及土地征用，分布式光伏贡献不足）；2) 沿海省市海洋资源丰富，海洋光伏和海洋风电协同发展能够有效优化投资成本（海缆、变电设施等）；3) 海洋光伏还可以与水产养殖结合，可提高整体投资收益；4) 海洋光伏的发电效率在相同光照条件下，较地面光伏有一定增益。

表 1: 2020-2022 年我国海洋光伏产业相关政策

发布机构	时间	会议/文件	主要内容
海南省自然资源和规划厅、海南省发展和改革委员会	2020/10/19	《关于进一步保障和规范光伏发电产业项目用地管理的通知》	针对光伏复合项目、光伏扶贫项目和其他光伏电站项目，提出实施光伏发电项目分类管理。
辽宁省自然资源厅	2021/4/24	《关于明确渔光互补用海管理有关事项的通知（征求意见稿）》	对渔光互补用海规划和项目选址、用海审批、用海确权、有偿使用和监督管理等进行了规定。
国务院	2021/10/24	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	1.大力发展绿色低碳产业。加快海洋装备等战略性新兴产业。 2.积极发展非化石能源。实施可再生能源替代行动，大力发展风能、太阳能、生物质能、海洋能、地热能等，不断提高非化石能源消费比重。
国务院	2021/10/26	《2030年前碳达峰行动方案》	1.大力发展新能源。全面推进风电、太阳能发电大规模开发和高质量发展。 2.坚持陆海并重，推动风电协调快速发展，完善海上风电产业链，鼓励建设海上风电基地。 3.积极发展太阳能光热发电，推动建立光热发电与光伏发电、风电互补调节的风光热综合可再生能源发电基地。
浙江省发改委	2021/11/29	《关于促进浙江省新能源高质量发展的实施意见（修改稿）》	1.稳步推动海上风电平价上网。 2.加强规划计划和项目推进。 3.深挖分布式光伏潜力。 4.鼓励集中式复合光伏。
国家发展改革委员会	2021/12/27	《江苏沿海地区发展规划（2021—2025年）》	1.强化能源安全高效绿色供给。 2.持探索海上风电、光伏发电和海洋牧场融合发展。
山东省海洋局	2021/12/27	《关于推进光伏发电海域立体使用管理的指导意见（征求意见稿）》	对渔光互补用海规划和项目选址、用海审批、用海确权、有偿使用和监督管理等进行了规定。
天津市规划和自然资源局、发展和改革委员会	2021/12/31	《关于支持能源结构调整规范光伏发电产业规划用地管理意见的通知》	提出合理规划光伏发电项目、严格光伏发电项目用地（海）准入、严格执行光伏发电项目用地控制指标、加强光伏发电项目用地（海）监管等要求。
山东省能源局	2022/3/7	《2022年全省能源工作指导意见》	1.海上风电基地。全面启动渤中、半岛南管海域场址开发,开工规模500万千瓦以上 2.海上光伏基地。布局“环渤海”“沿黄海”两大千万千瓦级海上光伏基地,规划总规模4200万千瓦。加快桩基固定式项目开发,开工规模300万千瓦以上,建成并网150万千瓦左右。
山东省政府	2022/4/1	《山东省2022年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）》	1.支持海上风电、海上光伏、海洋牧场等重点项目用海。对符合条件的省重点建设项目，按规定程序予以减缴不超过地方分成部分20%的海域使用金。 2.对2022—2025年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，分别按照每千瓦1000元、800元、600元、400元的标准给予财政补贴，补贴规模分别不超过10万千瓦、20万千瓦、30万千瓦、40万千瓦。将海上光伏纳入省重点项目，统筹解决用海用地问题。

			3.对 2025 年年底前建成的漂浮式海上光伏项目，免于配建或租赁储能设施，优先参与分布式发电市场化交易。
浙江省自然资源厅	2022/4/6	《关于推进海域使用权立体分层设权的通知》	明确将光伏用海列入立体分层设权适用范围，要求海上光伏项目提出生态建设方案并明确实施主体，采取必要的生态修复措施，切实改善海洋生态功能。
青岛市政府	2022/5/29	《青岛市激发市场活力稳定经济增长若干政策措施》	1.对 2022—2025 年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，省财政分别按照每千瓦 1000 元、800 元、600 元、400 元的标准给予财政补贴，将海上光伏纳入省重点项目，统筹解决用海用地问题。 2.对 2025 年年底前建成的漂浮式海上光伏项目，免于配建或租赁储能设施，优先参与分布式发电市场化交易。
山东省能源局	2022/7/12	《山东省海上光伏建设工程行动方案》	1.按照由近及远、由易到难、示范先行、分步实施总思路，统筹推进海上光伏规模化、集约化、协同化发展，打造技术先进、生态友好、智慧融合的“环渤海、沿黄海”双千万千瓦级海上光伏基地。 2.加快推动桩基固定式海上光伏开发建设。2022 年，重点启动东营、烟台、威海、青岛等海域项目，开工建设 300 万千瓦以上，建成并网 150 万千瓦左右；到 2025 年，累计开工建设 1300 万千瓦左右，建成并网 1100 万千瓦左右。 3.积极稳妥推动漂浮式海上光伏发展。2022 年，启动漂浮式海上光伏示范工作；到 2025 年，力争开工建设 200 万千瓦，建成并网 100 万千瓦左右。

资料来源：各级政府机构官网，光大证券研究所整理

## 1.2、山东省海上光伏开发走在前沿

近两年，山东省在海上光伏开发和建设方向走在全国前列。2021 年 12 月，山东省海洋局发布了《关于推进光伏发电海域立体使用管理的指导意见（征求意见稿）》，针对渔光互补用海规划和项目选址、用海审批、用海确权、有偿使用和监督管理等进行了规定；2022 年 4 月，山东省政府公布了《山东省 2022 年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）》，实施积极推动海上光伏试点示范的政策；2022 年 3 月和 7 月，山东省能源局分别发布了《2022 年全省能源工作指导意见》和《山东省海上光伏建设工程行动方案》，后者指出：

- 1) 打造技术先进、生态友好、智慧融合的“环渤海、沿黄海”双千万千瓦级海上光伏基地。“环渤海”千万千瓦级海上光伏基地，布局海上光伏场址 31 个，总装机规模 1930 万千瓦。其中，光伏场址 20 个，装机规模 1410 万千瓦；“风光同场”场址 11 个，装机规模 520 万千瓦。“沿黄海”千万千瓦级海上光伏基地，布局海上光伏场址 26 个，总装机规模 2270 万千瓦。其中，光伏场址 9 个，装机规模 950 万千瓦；“风光同场”场址 17 个，装机规模 1320 万千瓦。
- 2) 要加快推动桩基固定式海上光伏开发建设，到 2025 年，累计开工建设 1300 万千瓦左右，建成并网 1100 万千瓦左右。
- 3) 积极稳妥推动漂浮式海上光伏发展，到 2025 年，力争开工建设 200 万千瓦，建成并网 100 万千瓦。

表 2：2021-2022 年山东省海洋光伏产业相关政策

发布机构	时间	会议/文件	主要内容
山东省海洋局	2021/12/27	《关于推进光伏发电海域立体使用管理的指导意见（征求意见稿）》	对渔光互补用海规划和项目选址、用海审批、用海确权、有偿使用和监督管理等进行了规定。
山东省能源局	2022/3/7	《2022 年全省能源工作指导意见》	1.海上风电基地。全面启动渤中、半岛南省管海域场址开发,开工规模 500 万千瓦以上。 2.海上光伏基地。布局“环渤海”“沿黄海”两大千万千瓦级海上光伏基地,规划总规模 4200 万千瓦。加快桩基固定式项目开发,开工规模 300 万千瓦以上,建成并网 150 万千瓦左右。
山东省政府	2022/4/1	《山东省 2022 年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）》	1.支持海上风电、海上光伏、海洋牧场等重点项目用海。对符合条件的省重点建设项目，按规定程序予以减缴不超过地方分成部分 20% 的海域使用金。 2.对 2022—2025 年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，分别按照每千瓦 1000 元、800 元、600 元、400 元的标准给予财政补贴，补贴规模分别不超过 10 万千瓦、20 万千瓦、30 万千瓦、40 万千瓦。将海上光伏纳入省重点项目，统筹解决用海用地问题。 3.对 2025 年年底前建成的漂浮式海上光伏项目，免于配建或租赁储能设施，优先参与分

			布式发电市场化交易。
青岛市政府	2022/5/29	《青岛市激发市场活力稳定经济增长若干政策措施》	1.对 2022—2025 年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，省财政分别按照每千瓦 1000 元、800 元、600 元、400 元的标准给予财政补贴，将海上光伏纳入省重点项目，统筹解决用海用地问题。 2.对 2025 年年底前建成的漂浮式海上光伏项目，免于配建或租赁储能设施，优先参与分布式发电市场化交易。
山东省能源局	2022/7/12	《山东省海上光伏建设工程行动方案》	1.打造技术先进、生态友好、智慧融合的“环渤海、沿黄海”双千万千瓦级海上光伏基地。“环渤海”千万千瓦级海上光伏基地，布局海上光伏场址 31 个，总装机规模 1930 万千瓦。其中，光伏场址 20 个，装机规模 1410 万千瓦；“风光同场”场址 11 个，装机规模 520 万千瓦。“沿黄海”千万千瓦级海上光伏基地，布局海上光伏场址 26 个，总装机规模 2270 万千瓦。其中，光伏场址 9 个，装机规模 950 万千瓦；“风光同场”场址 17 个，装机规模 1320 万千瓦。 2.加快推动桩基固定式海上光伏开发建设。2022 年，重点启动东营、烟台、威海、青岛等海域项目，开工建设 300 万千瓦以上，建成并网 150 万千瓦左右；到 2025 年，累计开工建设 1300 万千瓦左右，建成并网 1100 万千瓦左右。 3.积极稳妥推动漂浮式海上光伏发展。2022 年，启动漂浮式海上光伏示范工作；到 2025 年，力争开工建设 200 万千瓦，建成并网 100 万千瓦左右。

资料来源：各级政府机构官网，光大证券研究所整理

山东省政府于 2022 年 4 月 1 日发布《山东省 2022 年“稳中求进”高质量发展政策清单（第二批）》，明确提出：

- 1) 支持海上风电、海上光伏、海洋牧场等重点项目用海。对符合条件的省重点建设项目，按规定程序予以减缴不超过地方分成部分 20% 的海域使用金。
- 2) 对 2022—2025 年建成并网的“十四五”漂浮式海上光伏项目，分别按照每千瓦 1000 元、800 元、600 元、400 元的标准给予财政补贴，补贴规模分别不超过 10 万千瓦、20 万千瓦、30 万千瓦、40 万千瓦。将海上光伏纳入省重点项目，统筹解决用海用地问题。
- 3) 对 2025 年年底前建成的漂浮式海上光伏项目，免于配建或租赁储能设施，优先参与分布式发电市场化交易。

青岛市政府及时跟进省政府政策，于 5 月 29 日公布《青岛市激发市场活力稳定经济增长若干政策措施》，亦实施支持海洋光伏产业发展的措施，政策的具体内容与省政府一致。

## 2、海上光伏：漂浮式电站的主战场

### 2.1、水面光伏电站分为桩基固定式和漂浮式两大类

光伏是指将太阳能直接转换成电能的一种新型发电技术。通常大型陆上光伏项目需要占用较多的土地面积和土地资源，而海上光伏发电是一种新的能源利用方式和资源开发模式，是将“光伏电站”从陆地搬到了海上，在海洋上利用光伏技术建立起发电站，具有发电量大、土地占用少、易与其它产业相结合等特点。海洋光伏相较陆上光伏，具有天然的环境优势：水面开阔没有遮挡物，日照较长且利用充分（水面反射光），可显著提升发电量。

水面光伏电站分桩基固定式和漂浮式两大类，两者各有其适用场景。一般情况下，若水深小于 5m 则采用打桩架高式安装，水深 5m 以上可以采用漂浮式安装<sup>1</sup>。

图 1：桩基固定式——正泰温州泰瀚 550MW 海洋光伏电站



资料来源：北极星太阳能光伏网，光大证券研究所

图 2：漂浮式——创新型漂浮式海洋光伏电站



资料来源：挪威 Ocean Sun 公司官网，光大证券研究所

#### （一）桩基固定式（架高式）海洋光伏电站

桩基固定式水面光伏电站，也称架高式水面光伏电站，常适用于水位较浅、无场地沉陷等地质灾害、水位变化较小的水面场地，如水产养殖池、盐场排淡池等<sup>2</sup>。架高式水面光伏电站的光伏支架基础一般采用预应力钢筋混凝土管桩，通常建设在水深小于 5m 的水域。其基础形式采用 PHC 管桩加热镀锌钢支架的组合，桩顶高度高于水位 0.4m 以上；为方便船只通行，光伏组件下端离最高水位 1m 以上，组件采用最佳倾角安装。

此类电站多采用“渔光互补”的建设模式，即利用水产养殖集中地区的池塘海洋资源，开发建设光伏发电项目，采用海洋发电、水下养殖的模式，实现多产业的互补发展。

<sup>1</sup> 《水上太阳能光伏电站的技术特点及应用》，王方毓，2017 年

<sup>2</sup> 《漂浮式水面光伏电站设计思路及案例分析》，商长征，2017 年

图 3：桩基固定式（架高式）海洋光伏电站示例



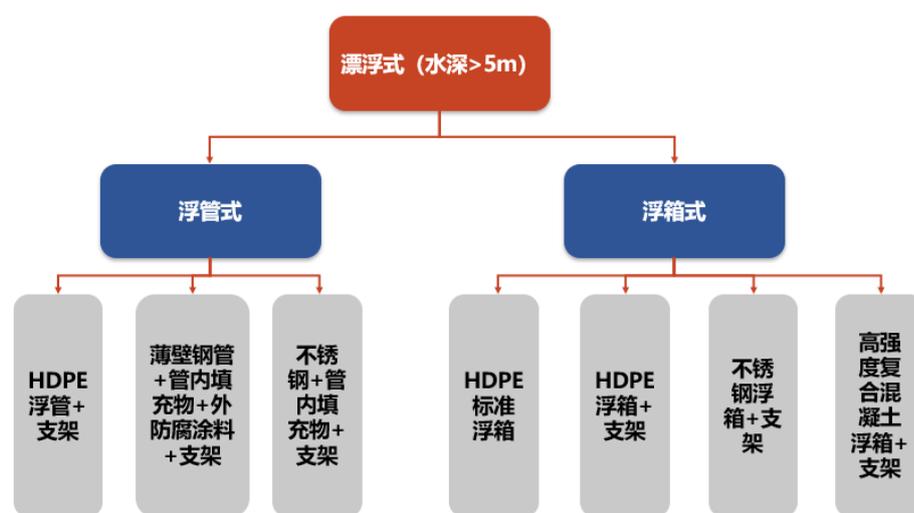
资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所

### （二）漂浮式水面光伏电站

漂浮式光伏电站是指借助浮体材料与锚固系统使光伏组件、逆变器等发电设备漂浮在海洋上进行发电，适用于水深大于 5m、受台风影响不大的水域，主要分为浮管式和浮箱式两大类。

其中，浮管式包括 HDPE 浮管+支架、薄壁钢管+管内填充物+外防腐涂料+外防腐橡胶+支架、不锈钢+管内填充物+支架等形式；浮箱式包括 HDPE 标准浮箱、HDPE 浮箱+支架、不锈钢浮箱+支架、高强复合混凝土浮箱+支架等形式。

图 4：漂浮式水面光伏电站分类



资料来源：《漂浮式水面光伏电站设计思路及案例分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所绘制  
注：HDPE 指高密度聚乙烯

#### 1) 浮管式漂浮水面光伏电站

“浮管+支架”漂浮式水面光伏电站是采用浮管材料与金属支架构成的水面漂浮系统。浮体采用高密度聚乙烯管或具有外防腐涂料的薄壁镀锌钢管连接成排，

利用水的浮力支撑上部光伏系统的荷载，前后排光伏支架通过连接杆件形成一个整体，最终与锚固系统进行固定。该类型适用于水深较深且水位比较稳定的水域，水位变化较大时，需要考虑阵列定泊及电缆敷设的冗余量。

图 5：浮管式漂浮水面光伏电站



资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所

## 2) 浮箱式漂浮水面光伏电站

“浮箱+支架”漂浮式水面光伏电站是采用纯浮箱或浮箱材料与金属支架构成的海洋漂浮系统。根据其材料及结构形式可分为标准高密度聚乙烯浮箱形式、高密度聚乙烯浮箱与金属支架组合形式等。

### (1) 标准高密度聚乙烯浮箱形式

该类型漂浮系统采用高密度聚乙烯专用浮箱作为浮体，浮箱根据组件倾角制作成相应的角度，该支架系统仅使用少量的钢连接片，无须设计钢支架。该系统的薄弱环节是连接耳环，需要经过详细的内力计算和力学试验，若不满足受力要求，需要进行局部节点加强。组件支撑系统与浮体系统是同一系统，受海洋波动影响较大，故高密度聚乙烯材料需要采取增强耐久性的措施。

图 6：标准高密度聚乙烯浮箱形式



资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所

### (2) 高密度聚乙烯浮箱与金属支架组合形式

该类型漂浮系统采用高密度聚乙烯浮箱作为浮体，上部架设金属支架，支架上部固定光伏组件；因标准高密度聚乙烯浮箱形式存在连接耳环受力较小的薄弱环节，从而衍生出该种漂浮形式。该类型中浮箱仅承受浮力和上部支架系统的压力，风荷载、水流力与波浪力产生的较大水平力由承载能力较强的金属支架承担，能够发挥各构件的优势，是海洋漂浮光伏电站应用较广的一种漂浮系统。同样，该系统使用的高密度聚乙烯浮箱也需采取增强其耐久性的措施，保证其能够满足光伏电站设计使用年限的要求。

图 7：高密度聚乙烯浮箱与金属支架组合形式



资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所

### (3) 其它材料浮箱与金属支架组合形式

该类型漂浮系统采用不锈钢或高强复合混凝土等制作的浮箱作为浮体，上部架设金属支架，支架上部固定光伏组件。

图 8：其它材料浮箱与金属支架组合形式



资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所

表 3：不同类型漂浮系统的优缺点比较

名称	适用范围	不适用范围	优点	缺点	备注
浮管式漂浮光伏系统	广泛适用于水深较深，塌陷区，具有防渗层的水库等水域。	最低枯水位时，光伏阵列下水深小于 0.5m 时，不能采用此系统。	造价较低，浮管结构受力合理，组件可按照最佳倾角布置。	连接节点多，施工困难，检修难度较大结构稳定性较差。	-
标准浮箱式漂浮光伏系统	广泛适用于水深较深，塌陷区，具有防渗层的水库等水域。	最低枯水位时，光伏阵列下水深小于 0.5m 时，不能采用此系统。	模块化，轻量，无支架，连接节点少，施工方便，工期较短，采用耳环连接，能较好地适应水面波动的影响。	造价最高，浮箱连接耳环是其薄弱环节，须经过计算并采取加强措施，HDPE 材料的耐久性需进一步提升，提升不能实现最佳倾角。	-
HDPE 浮箱+支架式漂浮光伏系统	广泛适用于水深较深，塌陷区，具有防渗层的水库等水域。	最低枯水位时，光伏阵列下水深小于 0.5m 时，不能采用此系统。	造价较低，结构合理；浮箱仅作为浮体，提供浮力，较大的水平力由金属支架承担。构建措施的采用更适应水面环境。	连接节点多，施工难度较大。HDPE 材料的耐久性需进一步提升，结构稳定性较差。	浮箱+支架形式较标准浮箱形式受力更合理，可有效解决节点强度低的问题。但是浮箱+支架的漂浮系统设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响，合理设置构造连接措施。
高强复合混凝土浮箱漂浮系统	广泛适用于水深较深，塌陷区，具有防渗层的水库等水域。地势平坦的无水滩涂也适用。	湖底地势起伏较大，最低枯水位时，光伏阵列下水深小于 0.5m 时，不能采用此系统。	浮箱耐久性极高，造价较低，结构合理；构建措施的采用，更适应水面环境，可实现任意倾角，结构稳定性强。	浮箱自重大。	高强复合混凝土浮箱+支架形式较标准浮箱形式受力更合理,有效解决浮箱耐久性差、节点强度低的问题。该系统设计过程中考虑波浪对漂浮系统的影响，设置相应构造连接措施。

资料来源：《漂浮式水面光伏电站设计思路及案例分析》（商长征，2017 年），《水面光伏电站设计要点分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所整理

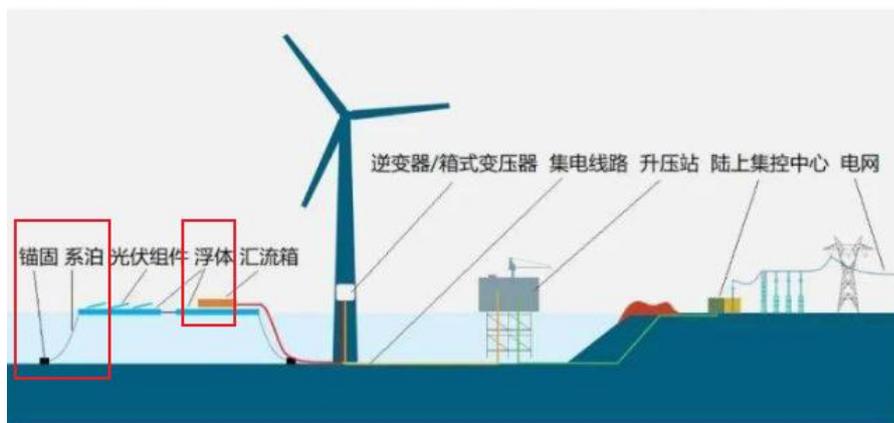
由于桩基固定式海洋光伏电站是将发电设备固定在近海或滩涂区域，主要适用水深较浅的海域，在迈向较深海域时会面临技术以及经济性上的较大压力；而**漂浮式海洋光伏电站**能够较好地克服上述问题，相应的适用范围更广，或将成为未来海洋光伏电站的主流形式。

## 2.2、海洋光伏与海洋风电将相辅相成

海上光伏与海上风电并非竞争关系。参考内陆地区风光电场的经验，海洋光伏可围绕风电塔筒布局，并与海洋风电共用海底电缆、汇流箱、变压器、升压站及储能相关设施，能够有效降低海洋新能源项目的投资成本及维护成本，从而带来投资回报率的提升。

如下图所示，海上漂浮式光伏系统与地面光伏电站的最大区别在于，前者以浮体、系泊和锚固部件替代了地面光伏电站的地桩和支架；除了对组件部分指标要求更高之外，其他部分设计与陆上集中电站无异。

图 9：海上漂浮式光伏系统的示意图



资料来源：《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年），光大证券研究所

### 2.3、海上漂浮式光伏电站以浮体、系泊和锚固等部件替代了地面光伏电站的地桩和支架

漂浮式海洋光伏电站系统主要有四大系统构成，分别为漂浮系统、锚固系统、敷设系统、接地系统等。其中，漂浮系统包括光伏阵列漂浮系统和电气设备漂浮系统两部分，它们的设计需经过比选，选择能够满足 25 年使用寿命的漂浮系统；锚固系统包括配重锚固系统、专用锚具锚固系统和桩锚固系统三部分；敷设系统包括交、直流电缆敷设和集电线路敷设两部分；接地系统包括光伏阵列接地系统和电气设备接地系统两部分。

图 10：漂浮式海洋光伏电站主要由四大系统构成



资料来源：《漂浮式水面光伏电站设计思路及案例分析》（商长征，2017 年），光大证券研究所绘制

### （一）漂浮系统

漂浮材料主要为光伏发电设备提供浮力支撑，为施工和运维工作提供作业面，其质量对漂浮系统的使用寿命至关重要。漂浮系统通常情况下要满足使用寿命达到 25 年的要求，在经年累月经受海风海浪冲击及海洋微生物等侵蚀的情况下，要达到正常的使用寿命，将对漂浮材料的质量提出较高的要求。

在之前的探索阶段，业界曾分别使用过竹子、混凝土、不锈钢、玻璃钢、铝镁合金以及高密度聚乙烯（HDPE）等作为浮体材料，但效果参差不齐；经过几年发展，目前行业主流工艺采用改性高密度聚乙烯（改性 HDPE）作为浮体材料。

图 11：当前业界主流浮体材料为改性高密度聚乙烯（改性 HDPE）



资料来源：海洋光伏专家交流纪要，光大证券研究所绘制

普通高密度聚乙烯在紫外线、高能辐射的作用下，会在空气中发生降解，导致变色、表面龟裂直至脆化、失去强度而丧失使用价值，因此难以满足海洋环境正常使用 25 年的寿命要求；同时其在实际生产过程中（如吹塑、注塑过程），易产生型坯鲨鱼现象或熔体破裂等问题。

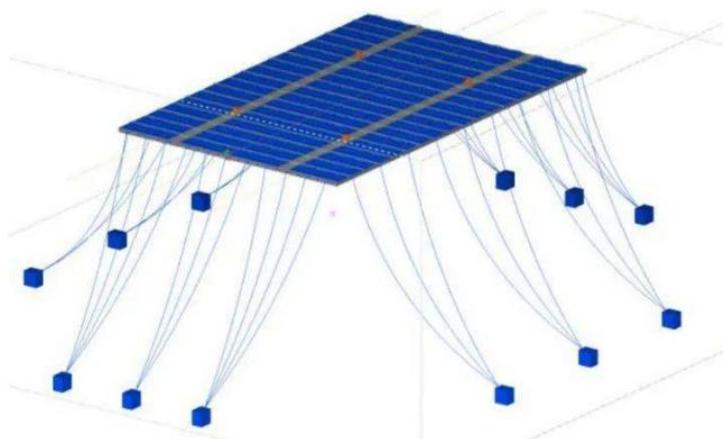
为使普通高密度聚乙烯满足漂浮式海洋光伏电站的使用要求，需要对其进行耐候、增韧改性，确保在 25 年寿命周期内，材料的基本性能如拉伸强度、拉伸延伸率以及冲击强度维持率大于 70%。

### （二）锚固系统

锚固系统能够使光伏浮体阵列固定在特定范围，避免被海风或洋流冲散，是漂浮系统、敷设系统、接地系统能否可靠工作的关键点。锚固系统包括配重锚固系统、专用锚具锚固系统和桩锚固系统三部分，也是“水面漂浮电站”设计的难点。

在光伏阵列组装完成后，将其拖移至合适位置，进行初步的定位，待调整完好后再与锚固系统连接。光伏阵列在风荷载、水流、波浪等的作用下，产生较大的水平力，配重锚固、专用锚具锚固提供的锚固力较小，需要设置的锚固点数量较多。采用桩锚固的方式可以提供更强的锚固力，减少锚固数量，沉陷区也能够采用锚固桩的方式，但是有防水层的水域不能采用。

图 12：系泊与锚固示意图



资料来源：《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年），光大证券研究所

### （三）敷设系统

不同类型的敷设系统有不同的施工侧重点。敷设是指线管或线缆由一处至另一处之间的安装方式，可分为交、直流电缆敷设和集电线路敷设。其中交、直流电缆敷设在漂浮系统上能方便施工和检修，光伏阵列区的直流、交流电缆宜通过浮箱固定，设置桥架的方式。若采用集电线路敷设则应该设置相应的适应水位变化的措施，高压交流线缆敷设优先采用浮体上敷设方式，其次选用水下敷设方式，设计时应确保后期维护的便利性。线缆设计时应根据水位的变化充分考虑线缆长度的余量，此外还应根据水域的自然环境来确定电缆护套的材料。

### （四）接地系统

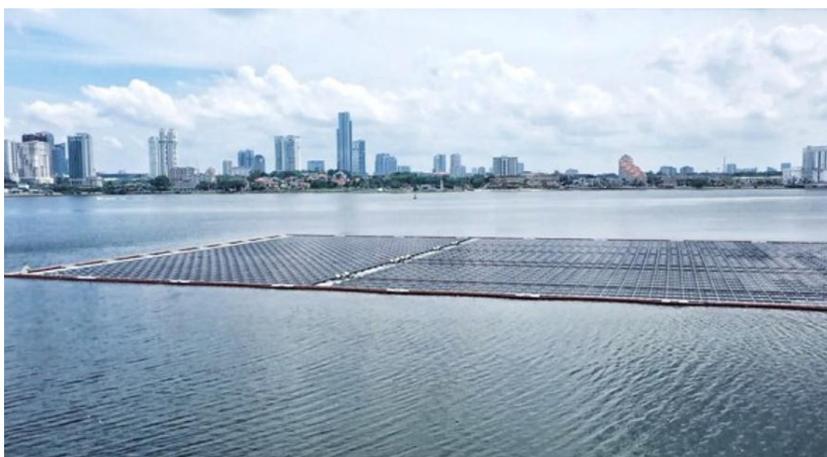
接地系统是对埋在地下的多个金属接地极和导体连接组成的网状结构的接地体的总称，分为光伏阵列接地系统和电气设备接地系统，总接地网的接地电阻值不可大于 4 欧姆。水面漂浮电站接地非常重要，要根据不同的水面情况和组件选型等因素综合确定，其接地引下线应设置适应水位变化的措施及预留冗余，选取合理的接地装置。

## 2.4、 境外海上漂浮光伏电站已有商用案例

为应对气候变化、减少碳排放，2021 年新加坡政府公布了 2030 年新加坡绿色发展蓝图，旨在推进新加坡可持续发展，提升可再生能源发电占比。作为一个资源稀缺的国家，新加坡政府将目光瞄准了海上，在柔佛海峡部署了 5MW 的海上漂浮电站。

柔佛海峡 5MW 海上漂浮电站项目已于 2021 年上半年建成竣工，目前运行良好。其是全球规模最大的海上漂浮式光伏系统之一，设有超过 3 万个浮动模块，用来支撑 1 万 3 千多个太阳能板和 40 个逆变器。该系统预计每年可生产约 602 万千瓦时的电力，约等于 1250 个四房式组屋一年的用电量，且能减少 4258 吨碳排放。此外，该系统采用了稳健的恒张力系泊系统，能够承受变化的天气条件，保持平台所有运行设备的稳定。

图 13：新加坡海上光伏电站项目——柔佛海峡 5MW 海上漂浮电站



资料来源：中国化工报官网，光大证券研究所

### 3、海上漂浮光伏电站的降本曲线分析

#### 3.1、海上漂浮光伏电站或复制内陆漂浮电站降本经验

目前海上光伏电站的设计寿命为 25 年甚至更久，浮体系统作为其重要的支撑平台，是整个电站能否正常运行的重要组成部分，而不同类型电站漂浮系统的优缺点和造价不同（以下均为 2017 年论文《水面光伏电站设计要点分析》（商长征）中内陆漂浮式电站数据，据 2022 年 7 月 25 日行业调研反馈，随着光伏发电效率的提升以及漂浮式解决方案的成熟，当前内陆漂浮式电站相关成本较 2017 年已有较为明显的降低）：

- 1) 浮管式漂浮光伏系统以“浮管+支架”为材料制作浮体，具有耐久性强、倾角最佳等优点，总造价约为 1.50 元/W，但是也具有连接点多导致施工困难的缺点。
- 2) 标准浮箱式漂浮光伏系统采用“浮箱”制作浮体，由于仅以浮箱为材料，因此具有轻量，连接节点少、施工期较短、适应水面波动等优点，但是最大的缺点是造价高，总造价为 1.70 元/W 左右，且浮箱连接耳环是系统的薄弱环节。
- 3) HDPE 浮箱+支架式漂浮光伏系统采用 HDPE 浮箱和支架制作浮体，与标准浮箱式漂浮光伏系统不同的是，HDPE 浮箱+支架式漂浮光伏系统以支架代替部分 HDPE 浮箱，减少了浮箱用量，浮箱仅作为浮体承受浮力，较大的水平力由金属支架承担，受力更合理，因此造价更低，总造价约为 1.60 元/W，也正是由于使用了支架制作从而导致连接节点多，施工较困难，同时设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响。
- 4) 高性能钢筋混凝土浮箱+支架式漂浮光伏系统使用新型的高性能钢筋混凝土浮箱代替 HDPE 浮箱，具有寿命长、检修方便等优点，总造价约为 1.35 元/W，但设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响，且最低枯水位时，光伏阵列下水深不得小于 0.5m。

表 4：不同类型的漂浮式光伏电站的优缺点及造价对比

名称	优点	缺点	适用范围	基础或浮体的每瓦造价(元/W)	支架的每瓦造价(元/W)	锚固系统造价(元/W)	总造价(元/W)	样式照片	备注
浮管式漂浮光伏系统	造价低，浮管结构受力合理，若采用镀锌薄壁钢管外刷防腐涂料及防腐橡胶，耐久性强，可按照最佳倾角布置	连接节点多，施工困难，设计时需附加设置检修走道，设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响	广泛适用于水深较深，塌陷区等水域，最低枯水位时，光伏阵列下水深不得小于 0.5m。	0.80	0.60	0.10	1.50		浮管可采用 HDPE 或薄壁钢管+管内填充物+外防腐涂料+外防腐橡胶
标准浮箱式漂浮光伏系统	模块化，轻量，连接节点少，施工方便，工期较短，采用耳环连接，能较好的适应水面波动的影响	造价较高，浮箱连接二环是其薄弱环节，HDPE 材料的耐久性需进一步提升	广泛适用于水深较深，塌陷区等水域，最低枯水位时，光伏阵列下水深不得小于 0.5m。	1.60	0.00	0.10	1.70		HDPE 材质
HDPE 浮箱+支架式漂浮光伏系统	造价较低，减少浮箱用量，浮箱仅作为浮体承受浮力，较大的水平力由金属支架承担，受力更合理	连接节点多，施工较困难，设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响	广泛适用于水深较深，塌陷区等水域，最低枯水位时，光伏阵列下水深不得小于 0.5m。	1.00	0.50	0.10	1.60		HDPE 材质浮箱+铝合金支架或者镀锌钢支架
高性能钢筋混凝土浮箱+支架式漂浮光伏系统	寿命长，造价低，浮箱仅作为浮体，承受浮力，较大的水平力由金属支架承担，受力更合理，检修方便	设计过程中需考虑波浪对漂浮系统的影响	广泛适用于水深较深，塌陷区等水域，最低枯水位时，光伏阵列下水深不得小于 0.5m。	0.85	0.40	0.10	1.35		高性能钢筋混凝土新型专利浮箱

资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》(商长征，2017 年)，光大证券研究所整理

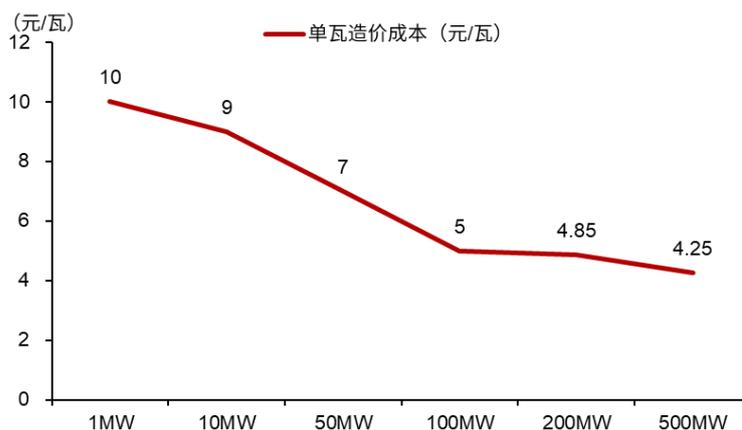
注：以上均为 2017 年论文中内陆漂浮式电站数据，据 2022 年 7 月 25 日行业调研反馈，随着光伏发电效率的提升以及漂浮式解决方案的成熟，当前内陆漂浮式电站相关成本较 2017 年已有较为明显的降低

行业调研反馈，随着光伏发电效率的提升以及漂浮式解决方案的成熟，当前内陆漂浮式电站相关成本较 2017 年已有较为明显的降低；**不过，由于海洋的作业环境较内陆水域更为恶劣，对漂浮系统、锚固系统提出了更高的要求，判断海洋漂浮式光伏的造价成本与内陆漂浮式光伏早期（2017 年）的成本大体一致。参照内陆水面漂浮式光伏电站浮体及锚固系统的降本曲线，未来海上漂浮式浮体及锚固系统有较大降本空间。**

**预计海上漂浮式光伏电站单瓦造价成本将随着装机量增加而下降**

据《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年）分析，随着海上漂浮式光伏技术的不断进步以及装机量增加带来的规模效应，相应电站的单瓦造价将会逐渐下降，预计可由 10 元/瓦（对应 1MW 装机量）降至 4.25 元/瓦（对应 500MW 装机量）。

图 14：预计海上漂浮式光伏电站单瓦造价成本将随着装机量增加而下降



资料来源：《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年），光大证券研究所整理

### 3.2、业内测算：某海上漂浮式光伏电站的 IRR 或可达 7%，未来可与风电、牧场结合

以舟山群岛附近海上漂浮式光伏系统为例进行度电成本分析<sup>3</sup>。假设：1) 项目地光伏最佳倾角 20°条件下年等效发电小时数为 1084h；2) 按组件平铺设计，年等效发电小时数按最佳倾角的 95%计算，即 1029.8h；3) EPC 造价包含光伏组件、浮体、箱变输入端的电缆等物料以及施工费，不含箱变及以后的物料及施工费（与风电共用）；4) 融资方式为：资本金 30%，贷款 70%（年化利率 5%，贷款期限 15 年）；5) 固定资产折旧方式为年限平均法，按 15 年折旧，残值 10%；6) 按浙江省脱硫燃煤标杆电价结算：0.4153 元/千瓦时，碳交易收入为 0.045 元/千瓦时，综合电价按 0.4603 元/千瓦时；7) 单瓦成本分别按：装机规模 100MWp 造价 5 元/瓦、装机规模 200MWp 造价 4.86 元/瓦、装机规模 500MWp 按 4.25 元/瓦计算。

测算得，装机规模在 100MWp/200MWp/500MWp 时，海上漂浮式光伏电站相应的 IRR 分别为 4.58%/5.01%/7.01%，对应的投资回收期分别为 16.4/15.7/12.8 年。

表 5：海上漂浮式光伏电站内部收益率随装机规模的增加而提升

装机规模, MWp	100	200	500
EPC 造价, 元/Wp	5.0	4.85	4.25
资本金内部收益率, 静态, 税后	3.84%	5.27%	11.84%
全投资内部收益率, 静态, 税后	4.58%	5.01%	7.01%
投资回收期, 年	16.4	15.7	12.8

资料来源：《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年），光大证券研究所注：表中数据是基于当前技术水平和陆地光照条件估算，随着技术进步、海上测光或选取光照更好的地区，综合造价或将有所改善

<sup>3</sup> 《海上漂浮式光伏系统兆瓦级海试方阵总体设计方案技术规格说明书》（一道新能，2022 年）

## 4、投资建议：关注漂浮及锚固环节企业

沿海地区发展海洋光伏大势所趋，山东省走在政策前列，判断后续其他沿海省市或有类似政策出炉。海洋光伏可分为桩基式与漂浮式两类。长期视角，漂浮式较桩基在经济性、环保等方向均有优势；内陆淡水场景中，漂浮式已占据主流。海洋漂浮式光伏电站仍处于从 0 到 1 的过程；但随着政策扶持，海洋场景中漂浮式或占据主流地位。

### 4.1、乐观假设下，仅山东省海洋光伏电站对应浮体、锚固的增量市场空间或可达 272 亿元、19 亿元

前文提到，据我们 2022 年 7 月 25 日行业调研反馈，随着光伏发电效率的提升以及漂浮式解决方案成熟，当前内陆漂浮式电站相关成本较 2017 年已有较为明显的降低；但由于海洋的作业环境较内陆水域更恶劣，对相关系统的要求更高，故判断海洋漂浮式光伏的造价成本与内陆漂浮式光伏早期（2017 年）的成本大体一致。

基于表 4 中的造价数据（2017 年论文数据），四种不同类型内陆水面漂浮材料的“浮体+支架”的造价均值为 1.44 元/W，锚固造价均值为 0.1 元/W。这里我们假设 2022 年海洋漂浮材料的造价与 2017 年内陆漂浮材料的造价相同，即 2022 年海洋漂浮材料中，“浮体+支架”的造价为 1.44 元/W，锚固造价为 0.1 元/W。

山东省能源局于 2022 年 7 月 12 日公布的《山东省海上光伏建设工程行动方案》，提出“环渤海海上光伏装机规模 1410 万千瓦”、“沿黄海上光伏装机规模 950 万千瓦”，总计装机量达到 2360 万千瓦（23.6GW）；由于漂浮式海洋光伏电站的适用范围更广，假设其中 80%采用漂浮式电站的方式，**则对应的浮体材料及锚固的总市场空间分别为 272 亿元和 19 亿元**；若后续其他沿海省市跟进海上光伏电站建设，则相应的市场空间将比我们当前测算的更大。

表 6：山东省海洋光伏电站浮体材料及锚固的市场空间分别为 272 亿元和 19 亿元

	浮体+支架		锚固	
2017 年内陆漂浮材料平均造价 (元/W)	1.44		0.10	
2022 年海洋漂浮材料平均造价 (元/W)	1.44		0.10	
山东省内光伏场址—海上光伏总装机量 (GW)	23.60		23.60	
漂浮式总装机量 (假定占比 80%, GW)	18.88		18.88	
<b>对应的总市场空间 (亿元)</b>	<b>271.87</b>		<b>18.88</b>	
<b>相关上市公司营收及市值</b>	<b>2021 年营收</b>	<b>当前市值</b>	<b>2021 年营收</b>	<b>当前市值</b>
纳川股份 (亿元)	6.78	40.44	-	-
阳光电源 (亿元)	241.37	1644.11	-	-
巨力索具 (亿元)	-	-	24.66	45.70
亚星锚链 (亿元)	-	-	13.20	97.67

资料来源：《水面光伏电站设计要点分析》（高长征，2017 年），《山东省海上光伏建设工程行动方案》，Wind，光大证券研究所测算。注：当前市值为截至 2022 年 7 月 26 日市值

## 4.2、 漂浮系统：关注纳川股份、阳光电源

### 纳川股份：签订海上漂浮系统战略合作协议助力公司业务拓展

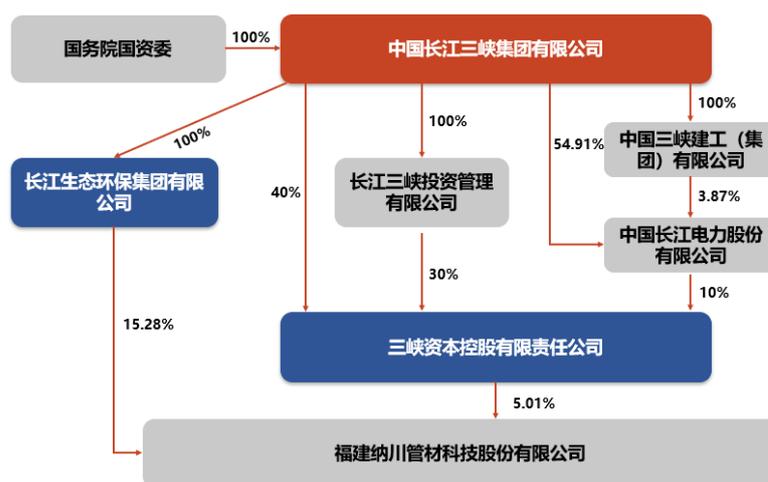
与中集来福士签订《海上浮式光伏战略合作框架协议》有望助力公司业务拓展。公司于 2022 年 6 月与烟台中集来福士海洋工程有限公司签署了《海上浮式光伏战略合作框架协议》，后者在未来项目中将优先考虑公司的新材料，公司则负责提供海上光伏浮体新材料的配套，协助对方进行海上光伏项目的设计、验证、建造、安装及后续工作。

**专业 HDPE 材质产品制造商，研发储备丰富。**公司长期专注于研发、生产和销售高密度聚乙烯（HDPE）缠绕增强管及配套管件，主要产品为 HDPE 缠绕结构壁 B 型管，在 HDPE 材质的管道材料方面有丰富的研发和生产经验。目前进行的两个项目对于海洋光伏产业具有重要战略意义：1) 漂浮式海上风电高密度聚乙烯浮体基础平台布置及结构设计研究：可实现轻量化、低成本、高效率建设漂浮式海上电站。2) 长距离水上拖拉用 HDPE 缠绕结构壁管开发与应用：开发的长距离水上拖拉用 HDPE 缠绕结构壁管适用于海洋工程中的弯曲沉管作业及海上长管线拖管运输。公司长期专注于 HDPE 技术更新和产品研发，具备制造先进水上浮体材料的能力。

**三峡集团成为最大股东，公司转变为国资企业。**2021 年 4 月，公司原股东陈志江先生与长江生态环保集团有限公司完成过户登记手续。这次股份转让意味着三峡集团成为公司最大股东，股权穿透后三峡集团合计持有公司 19.08% 的股份。三峡集团由国务院国有资产监督管理委员会 100% 控股，故公司实际上已变更为国资控股企业。主要股东的转变有利于公司创造更好的社会效益和经济效益，给市场注入更强信心。

**风险提示：**行业竞争加剧导致价格及毛利率下滑风险，相关政策推进不及预期风险，相关重点项目推进不及预期风险。

图 15：三峡集团合计持有纳川股份 19.08% 的股份



资料来源：Wind，光大证券研究所整理绘制

### 阳光电源：内陆水面光伏产品优势显著

**国内龙头光伏设备制造商，内陆水面光伏产品优势显著。**公司成立于 1997 年，从事太阳能、风能等新能源电源设备的研发、生产、销售和服务，主要产

品有光伏逆变器、水面光伏系统、风电变流器等。公司生产的水面光伏系统主要包括浮体产品和浮台产品，均为 HDPE 材质制造。其中浮体产品包括主浮体、连接浮体、走道浮体、汇流箱浮体四部分，具有超长耐候、集中承载力强、抗光氧抗湿热老化等优势。浮台产品主要为逆变升压浮台，具有设备兼容好、安全裕度高、降低线损、提高系统效率等优势，同时公司可为顾客提供定制化的锚固系统设计，使浮台适应不同的水深场景和水位落差。

**水面光伏产品研发实力雄厚，市占率高。**公司依托多年的陆上光伏研发经验，已组建水面光伏系统研发团队。截至 2021 年底，累计申请先进浮体、方阵锚固、逆变升压浮台方面的专利一百余项，牵头和参与制定多项浮体技术相关标准，建成多个行业第一的里程碑示范项目。从世界范围看，截至 2021 年 12 月公司水面光伏系统全球累计应用超 1.7GW，市占率连续四年保持全球第一。

**风险提示：**光伏装机不及预期，海外市场拓展不及预期，竞争加剧导致盈利下降的风险。

### 4.3、 锚固系统：关注巨力索具、亚星锚链

#### 巨力索具：国内索具领导者，与中集来福士签订海上光伏协议

**国内索具行业领导者，高科技索具助力海洋新能源项目。**公司成立于 2004 年，是专业从事索具研发、制造、销售的企业，主营业务为索具及相关产品的研发、设计、生产和销售，是国内索具行业领导者。作为吊索具行业的领军企业，公司一直积极参与海洋项目，打造高质量海洋装备。2022 年 6 月，公司与烟台中集来福士海洋工程有限公司签署了《海上浮式光伏战略合作框架协议》，公司将在未来项目中向对方提供海上光伏锚固系统配套产品。

**风险提示：**原材料价格波动风险，相关政策推进不及预期风险，客户需求不及预期风险。

#### 亚星锚链：系泊链技术世界领先，有望受益于海上光伏电站建设

**公司拥有世界领先的技术水平，广受国内外客户信赖。**公司是专业生产锚链和海洋系泊链及附件的企业，生产船用锚链和附件、海洋平台系泊链及其配套附件等，产品广泛应用于海洋石油平台、海上电场、海洋牧场等领域。2021 年 5 月，公司主导编制的国际标准 ISO20438《船舶与海洋技术——系泊链》正式出版，这是世界上首个关于海洋系泊链的国际标准，标志着公司在系泊链制造生产和技术研发上达到世界领先水平，生产的 R5、R6 级系泊链满足国际最新标准和规范，各项性能指标达到国际先进水平。

**“三峡引领”号的首家中标企业，光伏电站建设浪潮带来发展机遇。**2021 年 7 月，我国首台漂浮式海上风电平台“三峡引领”号成功完成系泊系统的安装和平台就位，亚星锚链是首个中标该海上漂浮风电平台项目的公司。其系泊系统铺设包含吸力锚安装及系泊链铺设，“三峡引领”号由 9 根锚链固定，锚链一头连着海底，一头通过导链轮固定于浮式半潜平台上。随着全国各沿海地区海洋电站的规划及支持政策的陆续出台，海洋光伏电站项目的数量大幅度上升，对锚具产品的需求也迎来增长，将给公司增添新的发展机遇。

**风险提示：**造船业景气回升不及预期；漂浮式风电产业化进程不及预期。

## 5、风险分析

### 后续政策落地进展不及预期

若后续全国支持光伏发电项目的政策推进缓慢，或导致海洋光伏项目进度受阻，上游供应商的订单需求不及预期。

### 相关公司技术研发进度不及预期

海洋光伏电站的建造有赖于相关建设材料的供给，若企业前沿产品制造研发受阻，或导致企业拓展业务不顺。

### 疫情反复拖累项目进度，影响原材料供应

全国疫情反复可能影响光伏项目建设进度，也可能导致国内外原料供应存在不确定性，原材料价格波动风险较大。

## 行业及公司评级体系

	评级	说明
行业及公司评级	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。
基准指数说明：		A 股主板基准为沪深 300 指数；中小盘基准为中小板指；创业板基准为创业板指；新三板基准为新三板指数；港股基准指数为恒生指数。

## 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。

## 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并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度、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，并对本报告的内容和观点负责。负责准备以及撰写本报告的所有研究人员在此保证，本研究报告中任何关于发行商或证券所发表的观点均如实反映研究人员的个人观点。研究人员获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户反馈、竞争性因素以及光大证券股份有限公司的整体收益。所有研究人员保证他们报酬的任何一部分不与、不与，也将不会与本报告中的具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 法律主体声明

本报告由光大证券股份有限公司制作，光大证券股份有限公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格，负责本报告在中华人民共和国境内（仅为本报告目的，不包括港澳台）的分销。本报告署名分析师所持中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格编号已披露在报告首页。

中国光大证券国际有限公司和 Everbright Securities(UK) Company Limited 是光大证券股份有限公司的关联机构。

## 特别声明

光大证券股份有限公司（以下简称“本公司”）创建于 1996 年，系由中国光大（集团）总公司投资控股的全国性综合类股份制证券公司，是中国证监会批准的首批三家创新试点公司之一。根据中国证监会核发的经营证券期货业务许可，本公司的经营范围包括证券投资咨询业务。

本公司经营范围：证券经纪；证券投资咨询；与证券交易、证券投资活动有关的财务顾问；证券承销与保荐；证券自营；为期货公司提供中间介绍业务；证券投资基金代销；融资融券业务；中国证监会批准的其他业务。此外，本公司还通过全资或控股子公司开展资产管理、直接投资、期货、基金管理以及香港证券业务。

本报告由光大证券股份有限公司研究所（以下简称“光大证券研究所”）编写，以合法获得的我们相信为可靠、准确、完整的信息为基础，但不保证我们所获得的原始信息以及报告所载信息之准确性和完整性。光大证券研究所可能将不时补充、修订或更新有关信息，但不保证及时发布该等更新。

本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次发布时光大证券研究所的判断，可能需随时进行调整且不予通知。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。客户应自主作出投资决策并自行承担投资风险。本报告中的信息或所表述的意见并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及作者均不承担任何法律责任。

不同时期，本公司可能会撰写并发布与本报告所载信息、建议及预测不一致的报告。本公司的销售人员、交易人员和其他专业人员可能会向客户提供与本报告中观点不同的口头或书面评论或交易策略。本公司的资产管理子公司、自营部门以及其他投资业务板块可能会独立做出与本报告的意见或建议不相一致的投资决策。本公司提醒投资者注意并理解投资证券及投资产品存在的风险，在做出投资决策前，建议投资者务必向专业人士咨询并谨慎抉择。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。投资者应当充分考虑本公司及本公司附属机构就报告内容可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一信赖依据。

本报告根据中华人民共和国法律在中华人民共和国境内分发，仅向特定客户传送。本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、复制、转载、刊登、发表、篡改或引用。如因侵权行为给本公司造成任何直接或间接的损失，本公司保留追究一切法律责任的权利。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。

光大证券股份有限公司版权所有。保留一切权利。

## 光大证券研究所

### 上海

静安区南京西路 1266 号  
恒隆广场 1 期办公楼 48 层

### 北京

西城区武定侯街 2 号  
泰康国际大厦 7 层

### 深圳

福田区深南大道 6011 号  
NEO 绿景纪元大厦 A 座 17 楼

## 光大证券股份有限公司关联机构

### 香港

中国光大证券国际有限公司  
香港铜锣湾希慎道 33 号利园一期 28 楼

### 英国

Everbright Securities(UK) Company Limited  
64 Cannon Street, London, United Kingdom EC4N 6AE