

# 新形势下 MLPE 赛道崛起，微型逆变器展望景气成长

——逆变器系列报告（1）

## 核心观点

- **微型逆变器定位光伏中小功率段的应用场景，适配价格敏感度相对不高、注重应用属性与品牌的地区。**微型逆变器应用颗粒度相较当前市场主流组串式逆变器或集中式逆变器方案而言较细，在相对小功率分布式应用场景在安全性、发电效率、可靠性以及灵活性等方面存在优势；但同样因为其较细的颗粒度，导致其历史维度上单瓦价格处于较高位置。微型逆变器多体架构持续渗透，安全性法案外需求逐步起色。随着微型逆变器行业技术迭代后，微型逆变器多体架构持续渗透（如昱能科技 DS3D 与禾迈股份 HMS-2000），其单瓦售价有望触及 0.1\$/W 水平。虽短期仍无法相较组串逆变器展现出直接价格优势，但基于对分布式光伏发电系统中直流高压风险的重视，以及其对发电量提升带来的潜在增益，微型逆变器于分布式市场中的渗透率后续有望提升。
- **“光伏+分布式占比+MLPE 渗透”多维支撑需求景气成长。**全球光伏装机持续提升，分布式光伏占比提高，微型逆变器渗透率提高。根据 CPIA 预测的情景，我们选择采用中性偏乐观预期，全球光伏新增装机有望从 2021 年的 170GW 增长至 2025 年的 330GW；分布式光伏自身成长属性维系，后续占比有望持续提升；微型逆变器凭借其在分布式市场中依靠其安全性、发电效率、可靠性以及灵活性等方面的优点叠加全球光伏组件级电力电子安全要求持续深化，微型逆变器于分布式光伏市场渗透率有望提升，预计 2026 年，微型逆变器年出货量有望达 33GW。
- **海外龙头占据较大份额，国内企业替代空间大。**根据 Wood Mackenzie 于 2021 年 10 月发布的《全球光伏逆变器与组件级电力电子设备市场展望 2021》，2020 年在全球微型逆变器市场中，Enphase 处于主导地位，市场占有率多年维系全球第一（超 80%），昱能科技则位居第二名，禾迈股份相关销售金额达到第三。国内企业注重产品研发，推出适合不同市场的多级架构。自海外企业 Enphase 于 2009 年首次实现单体微型逆变器大批量商业化运用之后，国内企业在单体微型逆变器的基础上不断更新迭代，推出多体微型逆变器及三相微型逆变器。多体逆变器不仅可以摊薄成本，而且可以适用于中小功率的工商业场景，应用市场更广阔，后续有望迎来更多渗透空间。

## 投资建议与投资标的

随着 MLPE 市场景气成长，叠加先前相关技术渠道积淀，国内微型逆变器厂商业绩景气成长确定性强。“光伏+分布式占比+MLPE 渗透”多维支撑微型逆变器需求景气成长，国内企业随产品迭代与渠道耕耘展现出强竞争力，市场份额有望持续走高，海外市场带来高利润空间。建议关注光伏组件级电力电子领域开拓者昱能科技(688348, 未评级)、微型逆变器再起新星禾迈股份(688032, 未评级)与微逆业务景气成长的德业股份(605117, 未评级)。

## 风险提示

- 光伏装机容量不及预期、境外经营风险、技术升级与知识产权纠纷风险、汇率变动风险、假设条件变化影响测算结果。

行业评级 **看好（维持）**

国家/地区 **中国**  
行业 **电力设备及新能源行业**  
报告发布日期 **2022 年 08 月 08 日**



## 证券分析师

**卢日鑫** 021-63325888\*6118  
lurixin@orientsec.com.cn  
执业证书编号: S0860515100003

**顾高臣** 021-63325888\*6119  
gugaochen@orientsec.com.cn  
执业证书编号: S0860520080004

**施静** 021-63325888\*3206  
shijing1@orientsec.com.cn  
执业证书编号: S0860520090002  
香港证监会牌照: BMO306

**林煜** linyu1@orientsec.com.cn  
执业证书编号: S0860521080002

## 联系人

**温晨阳** wenchenyang@orientsec.com.cn

## 相关报告

《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》落地，风光产业发展景气提升：——电力设备及新能源行业周报（2022/05/31） 2022-05-31

REPowerEU 光伏策略深化，欧盟四国举行“北海海上风电峰会”：——电力设备及新能源行业周报（2022/05/23） 2022-05-24

光伏“反规避”对海外产能影响趋弱，风电招标景气推行：——电力设备及新能源行业周报（2022/05/15） 2022-05-16

## 目录

一、	行业概况：电气机械和器材制造，聚焦光伏电力转换领域 .....	5
二、	微型逆变器：中小功率分布式光伏应用，打造高效安全光伏发电 .....	6
	上游：电子元器件行业整体属于成熟产业，市场供给相对充足 .....	10
	下游：聚焦分布式光伏产业应用，终端需求 toC 为主 .....	11
	供给端：微型逆变器应用颗粒度相对较细，当前参与者数量相对有限 .....	11
	需求端：“光伏+分布式占比+MLPE 渗透”多维支撑需求景气成长 .....	15
	市场空间：微型逆变器市场成长空间较大 .....	21
三、	行业格局：海外龙头占据较大份额，国内品牌快速成长 .....	22
	Enphase：微型逆变器龙头，聚焦顶端需求市场 .....	25
	昱能科技：光伏组件级电力电子领域开拓者 .....	26
	禾迈股份：微型逆变器再起新星，盈利能力领先行业 .....	28
	德业股份：户用储能逆变器龙头，微逆业务景气成长 .....	30
	投资建议与投资标的 .....	31
	风险提示 .....	32

## 图表目录

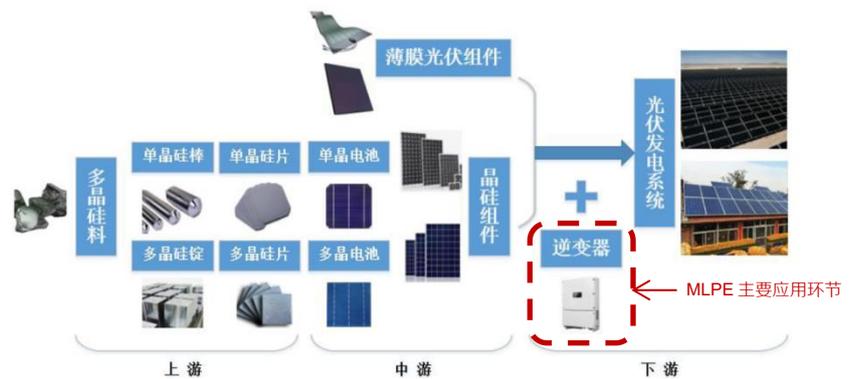
图 1: 光伏产业链构成	5
图 2: MLPE 组件级电力电子主要方案	5
图 3: 不同光伏逆变器应用场景与地区侧重分类	7
图 4: 组串式逆变器直流高压运行拓扑	7
图 5: 微型逆变器低压安全性	7
图 6: 微型逆变器提升发电效率	8
图 7: 微型逆变器可靠性	8
图 8: 极端天气下的光伏电站	8
图 9: 国内微型逆变器产品防水等级	8
图 10: 微型逆变器与组串式逆变器单瓦价格 (\$/W)	9
图 11: 昱能科技采购的主要原材料金额占比	10
图 12: 微型逆变器户用光伏应用案例	11
图 13: 微型逆变器工商业光伏应用案例	11
图 14: 昱能科技主要下游构成	11
图 15: 昱能科技主要销售主要流程	11
图 16: 光伏逆变器不同技术分类出货	13
图 17: 全球不同能源形式平均度电成本	16
图 18: 全球各能源形式年度发电量统计 (TWh) 及太阳能占整体发电量比例 (%)	16
图 19: 欧盟向各国进口原油结构占比 (2020 年)	17
图 20: 欧盟向各国进口固体矿物燃料结构占比 (2020 年)	17
图 21: 欧盟向各国进口天然气结构占比 (2020 年)	17
图 22: 2019 全球微型逆变器地区需求占比	18
图 23: 2020 全球微型逆变器地区需求占比	18
图 24: 全球历年新增光伏装机及预测 (GW)	19
图 25: 全球集中式、分布式光伏占比	19
图 26: 中国历年新增光伏装机 (GW)	19
图 27: 中国集中式、分布式光伏装机占比	19
图 28: 中国 2021 年分布式光伏系统成本构成	21
图 29: 不同地区分布式光伏 EPC 成本估算比对	21
图 30: 微型逆变器市场空间预测	21
图 31: 2018-2020 年全球微型逆变器市场份额 (按销售额计算)	22
图 32: 行业内部分公司公司营收结构 (2021 年)	22
图 33: 行业内部分公司营业收入 (亿元)	23
图 34: 行业内部分公司净利润 (亿元)	23

图 35: 微型逆变器公司产品.....	23
图 36: 微型逆变器部分公司产品定位布局.....	24
图 37: 微逆相关业务销售地区分类（2020 年销售金额）.....	24
图 38: 户用系统解决方案的价值量逐渐提高.....	25
图 39: Enphase 轻资产与高效运营成本.....	25
图 40: Enphase 光伏系统.....	25
图 41: 昱能科技微型逆变器产品研发节奏.....	26
图 42: 行业内部分公司发明专利数量（截止 2021 年 12 月 31 日）.....	26
图 43: 昱能科技主营业务产品概览.....	27
图 44: 昱能科技储能逆变器应用于光储场景.....	27
图 45: 行业内相关公司光伏逆变器业务毛利率.....	29
图 46: 行业内相关公司净利率.....	29
图 47: 委托加工费情况对比.....	29
图 48: 不同业务模式对毛利率影响.....	29
图 49: 德业股份发展历程.....	31
表 1: MLPE 组件级控制技术各方案对比.....	6
表 2: 微型逆变器单相产品对比.....	9
表 3: 微型逆变器与集中式、组串式逆变器对比.....	12
表 4: 光伏逆变器主要厂商产品布局.....	13
表 5: 关于分布式光伏安全要求的相关法律法规.....	20
表 6: 禾迈股份核心技术与相关产品.....	28
表 7: 德业股份光储领域相关产品.....	30

## 一、行业概况：电气机械和器材制造，聚焦光伏电力转换领域

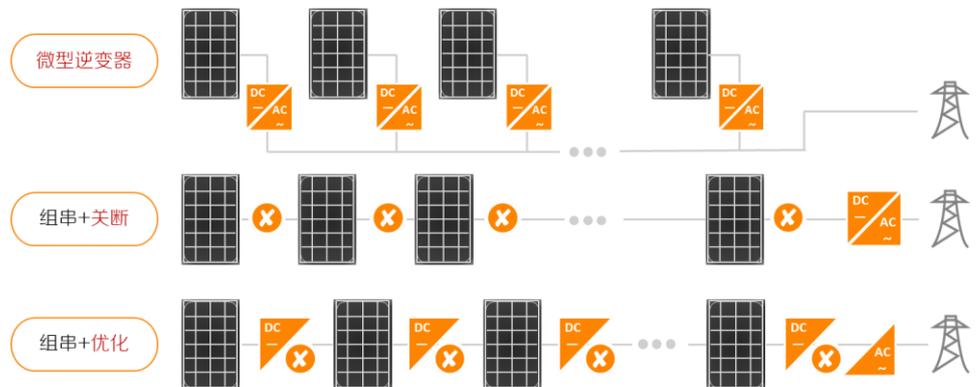
光伏组件级电力电子设备应用于产业链下游，主要聚焦于分布式光伏电力转化设备。MLPE 组件级电力电子 Module Level Power Electronics，即为组件级别的电子设备，在太阳能光伏系统中指能对单个或几个光伏组件进行精细化控制的电力电子设备，主要实现逆变、监控、功率优化、关断等功能。技术包含电力电子、半导体器件、通讯、云计算及高可靠制造等多个方面，目前行业内现有产品系列包括微型逆变器、优化器、组件级关断器等。

图 1：光伏产业链构成



数据来源：CPIA、东方证券研究所

图 2：MLPE 组件级电力电子主要方案



数据来源：昱能科技演示材料、东方证券研究所

**微型逆变器：**指能够对每一块光伏组件进行单独的最大功率点跟踪，再经过逆变以后并入交流电网，实现对每块光伏组件的输出功率进行精细化调节及监控的逆变器。历史维度上，微型逆变器主要用于分布式、光电建筑等中小型电站，历史上主要适配功率段一般在 5kW 以下。

**组件级关断器：**一种可实现组件级别快速关断的装置。在紧急情况下，通过该装置，可以远程或者手动快速关断每一块光伏组件之间的连接，从而消除光伏系统阵列中存在的直流高压，降低触电风险、解决施救等相关风险。

**功率优化器：**是一种直流输入、直流输出的组件级别电力电子设备。每一至两块光伏组件连接一个具有最大功率点跟踪功能的功率优化器。该设备可根据串联电路需要，将低电流转化为高电流，将各功率优化器的输出端串联并接入汇流箱或逆变器。

表 1：MLPE 组件级控制技术各方案对比

		微型逆变器	组串式+优化器	组串式+关断器	组串式
电器安全	是否解决直流拉弧火灾风险	是	否	否	否
	是否解决运维触电风险	是	是	是	否
	是否解决施救风险	是	是	是	否
	系统运行时直流电压等级	低压	高压	高压	高压
	系统关断时直流电压等级	低压	低压	低压	高压
投资成本		0.4-0.8 元/瓦	组串式成本+0.3 元/瓦	组串式成本+0.1 元/瓦	中, 0.2-0.4 元/瓦
营维成本		低(组件级监控)	低(组件级监控)	中等	中等
组件失配下功率输出能力		高	中等	低	低
数据采集能力		强	较强	弱	弱

注：表中单一组串式方案为非 MLPE 组件级控制技术，在此表中作为参考方案呈现。

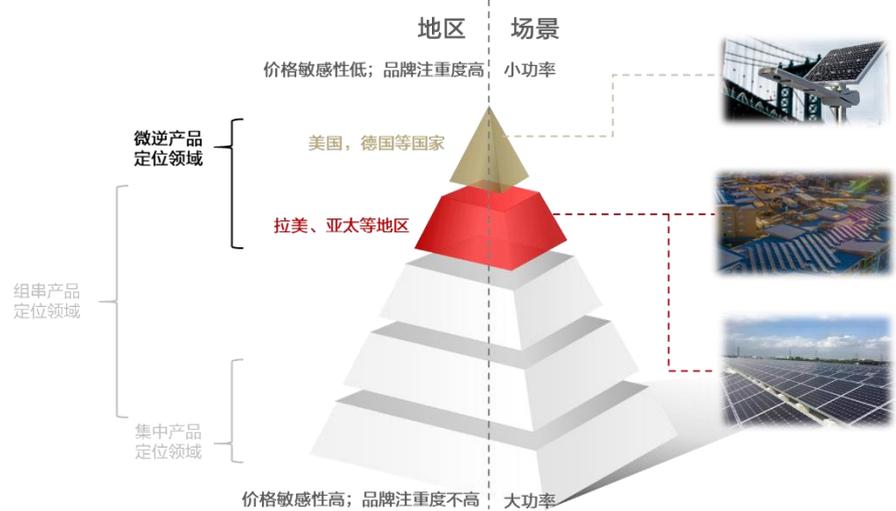
数据来源：昱能科技演示材料、东方证券研究所

## 二、微型逆变器：中小功率分布式光伏应用，打造高效安全光伏发电

应用性能优势逐步体现，综合性价比持续修复提升

产品定位光伏中小功率段的应用场景，适配价格敏感度相对不高、更注重应用属性与品牌的地区。微型逆变器应用颗粒度相较当前市场主流组串式逆变器或集中式逆变器方案而言较细，在相对小功率分布式应用场景在安全性、发电效率、可靠性以及灵活性等方面存在优势；但同样式因为其较细的颗粒度，导致其历史维度上单瓦价格处于较高位置。

图 3：不同光伏逆变器应用场景与地区侧重分类

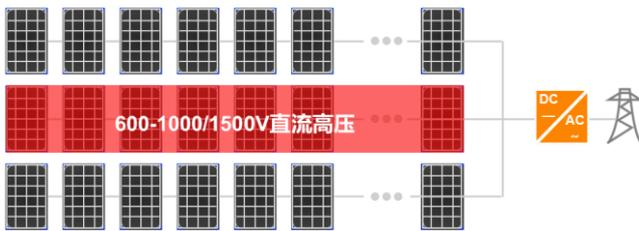


数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所绘制

**性能优势：微型逆变器应用颗粒度相对较细，在相对小功率分布式应用场景在安全性、发电效率、可靠性以及灵活性等方面存在优势：**

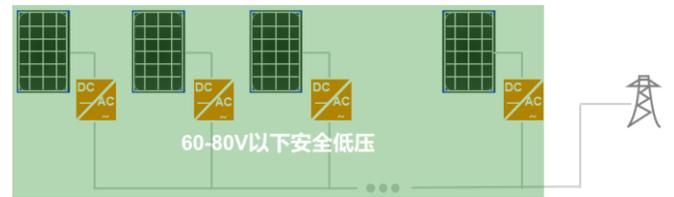
- (1) **安全性：** 相较采用集中式逆变器或者组串式逆变器的光伏发电系统整串线路中直流电压累计一般可以达到 600V~1500V 的高电压等级，微型逆变器因与每一块光伏组件连接逆变后并联接入电网，故其系统运行时的直流电压一般在 80V 以下，低电压等级降低了运维触电风险、火灾风险和施救风险，提高了光伏发电系统的安全性。

图 4：组串式逆变器直流高压运行拓扑



数据来源：昱能科技演示材料、东方证券研究所

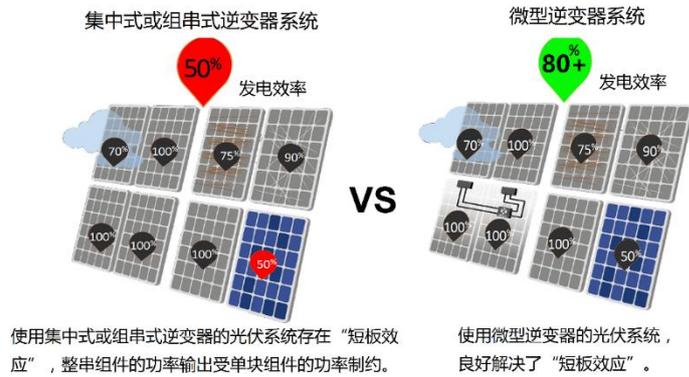
图 5：微型逆变器低压安全性



数据来源：昱能科技演示材料、东方证券研究所

- (2) **发电效率：** 分布式光伏发电系统，不可避免存在遮挡、阴影、灰尘、泥泞等因素，造成个别组件功率严重下降。在光伏组件串联后接入逆变器的情形下，光伏发电系统中任意一块光伏组件的失效或功率下降，将影响整串组件的功率输出，造成“短板效应”。微型逆变器由于与每一块光伏组件连接后并联接入电网，故光伏组件之间不进行串联，所以能够对单块光伏组件实现最大功率点跟踪功能，实现每块光伏组件以最大功率输出。根据 NREL 发布的《Photovoltaic Shading Testbed for Module-Level Power Electronics》研究发现，微型逆变器在不同的场景下，相比于其他逆变器能够有效提升一定量的发电增益。

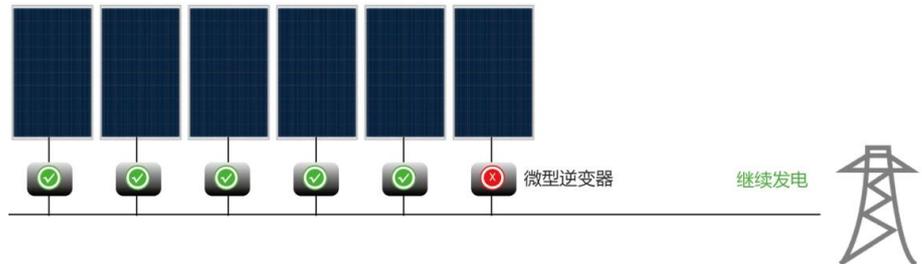
图 6：微型逆变器提升发电效率



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

**(3) 可靠性：**微型逆变器与每一块光伏组件连接后并联接入电网，独立性更高，发生故障后互不干扰，即使部分组件出现故障，并不会影响系统其余部分运行。相较光伏发电系统可能因为集中式逆变器或组串式逆变器的故障而导致整个光伏组串不发电的情况，微型逆变器为整个光伏发电系统的运行提供相对更高可靠性。或在分布式光伏面对极端天气情况时，微型逆变器通过较高的防尘防水等级，结合快速关断功能与结合低压拓扑，受到负面影响相对较小。

图 7：微型逆变器可靠性



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

图 8：极端天气下的光伏电站



数据来源：全球光伏、东方证券研究所

图 9：国内微型逆变器产品防水等级



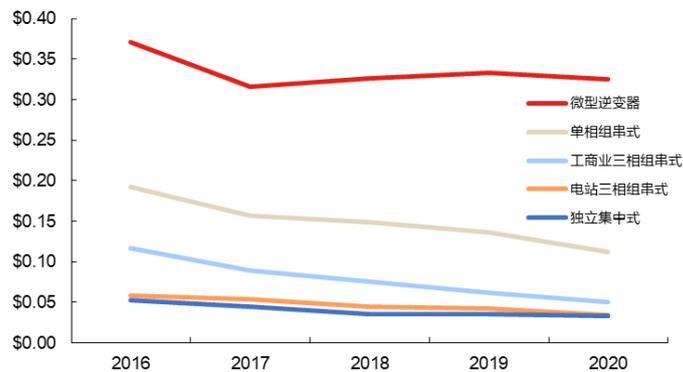
数据来源：各公司官网、东方证券研究所

(4) **灵活性**：微型逆变器在建设使用方面具有相对较高的灵活性。

- **安装灵活**：微型逆变器体积小巧，质量较轻，安装使用方便，可以直接安装在光伏组件或者支架上；
- **运维灵活**：由于微型逆变器搭配组件使用，采用并联结构，在出现单个微型逆变器故障的情况下，无需整个系统停止运行进行更换，运维操作简单方便，灵活性高；
- **扩容简便灵活**：后期光伏发电系统因增加规模而需要新增设备投资时，无需更改之前配置，可以直接安装新增设备，扩容简便，同时微型逆变器单机功率较小，扩容功率灵活性高，使得整个光伏发电系统的投资建设具有更高的灵活性。

**价格劣势**：产品细分颗粒度相对较细，历史维度单瓦价格处于高位。据 Wood Mackenzie 统计数据，2016-2020 微型逆变器单瓦售价相较组串式逆变器仍较高，处于 0.3-0.4\$/W 单位价格区间，相较各应用场景组串式逆变器 0.05-0.15\$/W 价格水平仍有较明显价差。但随着微型逆变器行业技术迭代后，微型逆变器多体架构持续渗透（如昱能科技 DS3D 与禾迈股份 HMS-2000），其单瓦售价有望触及 0.1\$/W 水平。虽短期仍无法相较组串式逆变器展现出直接价格优势，但基于对分布式光伏发电系统中直流高压风险的重视，导致对光伏发电系统“组件级控制”的要求趋严，以及其对发电量的提升，微型逆变器于分布式市场中的渗透率后续有望提升。

图 10：微型逆变器与组串式逆变器单瓦价格（\$/W）



数据来源：Wood Mackenzie、东方证券研究所

表 2：微型逆变器单相产品对比

公司名称	昱能科技	禾迈股份	Enphase
产品型号	DS3D	HMS-2000	IQ8D
产品结构	单相四体	单相四体	单相双体
额定输出功率	2000W	2000W	640W
安全性 (运行时电压)	低压安全	低压安全	低压安全

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

发电效率 (峰值效率)	97%	96.50%	97.50%
可靠性 (设计寿命)	25年	25年	25年
灵活性	安装简单, 扩容方便	安装简单, 扩容方便	安装简单, 扩容方便
功率密度	1143W/L	833.3W/L	235W/L
单通道最大输入电流	20A	14A	<15A
价格水平 (单瓦成本)	\$0.10/W	\$0.10/W	\$0.32/W

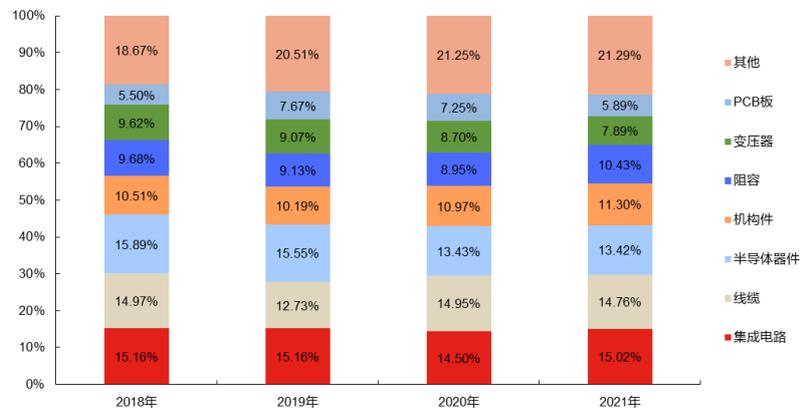
注：相关数据取自发行人及保荐机构关于审核问询函的回复；依据该回复中表述，相关数据取自可比公司公开数据、官网信息。

数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 上游：电子元器件行业整体属于成熟产业，市场供给相对充足

电子元器件为主要上游原材料，产业相对成熟，市场供应充足。以昱能科技公司主要采购上游原材料为例，主要包括线缆、集成电路、半导体器件、机构件、阻容、变压器、PCB板等。上游供应商通过采购铜、橡胶、铝材、磁性材料等基础性原材料，并采用通用性的技术工艺进行生产，生产工艺流程及所需原材料均具有较强的通用性。上游材料中集成电路、半导体器件、阻容等原材料为市场上的标准化材料；线缆、机构件、磁元件、PCB板等原材料是需要匹配产品规格或性能的定制类材料，根据产品研发设计方案形成物料选型，供应商按照需求规格参数完成相关材料的生产，但该类材料仍整体属于市场中较为成熟的产品，综合而言上游供应商相对充沛，市场供应充足。因为MPLE领域聚焦低压特性，故主要使用在组串式逆变器中的IGBT环节在微型逆变器设计过程中可用MOS替代。

图 11：昱能科技采购的主要原材料金额占比



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 下游：聚焦分布式光伏产业应用，终端需求 toC 为主

下游应用核心领域为分布式光伏发电场景。下游终端用户聚焦分布式光伏发电系统，主要包括户用业主、工商业主以及其他电站投资者。微型逆变器及智控关断器等 MLPE 产品将与太阳能电池组件、支架等其他部件集合构成光伏发电系统并经专业安装后，提供给终端用户使用。

图 12：微型逆变器户用光伏应用案例



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

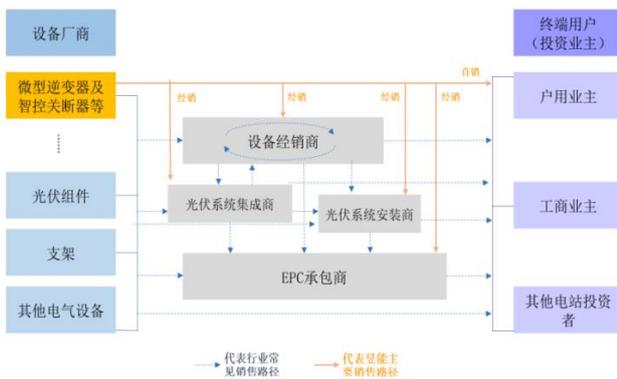
图 13：微型逆变器工商业光伏应用案例



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

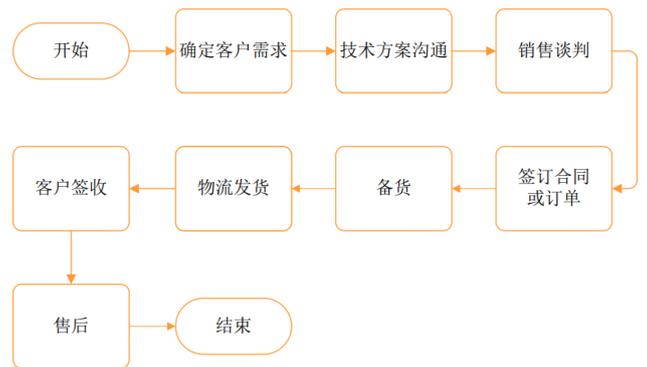
终端需求聚焦细分 toC 市场，销售以经销分销为主。客户主要包括设备经销商、系统集成商、系统安装商、EPC 承包商以及部分终端用户等市场参与主体。直销类客户主要为户用业主、工商业主以及其他电站投资者等终端用户（投资业主）。经销类客户为设备经销商、系统集成商、系统安装商、EPC 承包商等。

图 14：昱能科技主要下游构成



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

图 15：昱能科技主要销售主要流程



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 供给端：微型逆变器应用颗粒度相对较细，当前参与者数量相对有限

当前市场以组串式逆变器为主，微型逆变器尚处于发展阶段。综合考虑逆变器的不同技术并结合其市场策略做出选择的背景下，当前组串式逆变器仍是市场较为主流选择。目前，华为、阳光电

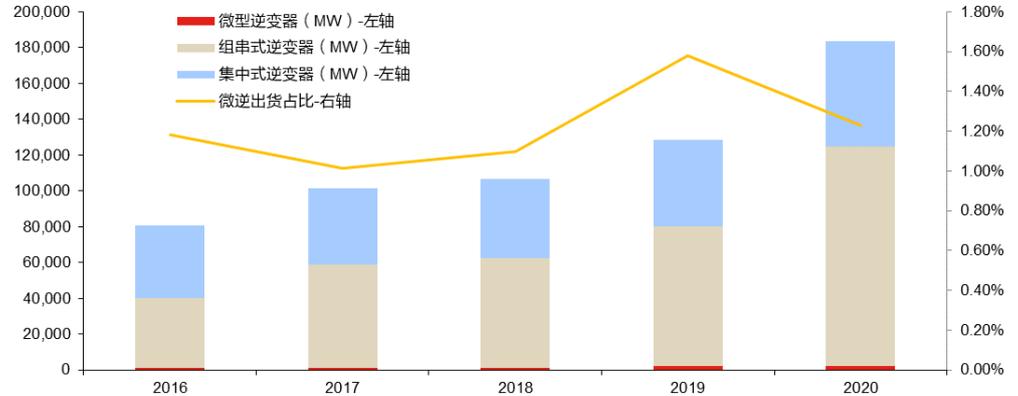
有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

源、固德威、锦浪科技等光伏逆变器的核心供应商均在组串式逆变器有布局。而微型逆变器作为一种新的技术路线尚处于发展期，技术门槛较高，供应商较少。国外的微型逆变器市场发展较早，但出货仍集中于海外龙头 Enphase。我国微型逆变器供应商较少，一方面是因为国内相关技术研发较晚，另一方面是因为国内市场对于微型逆变器的需求处于导入阶段，尚未进入放量阶段。综合而言，全球的微型逆变器市场仍处于发展阶段，供应商高度集中，头部效应明显。由于微型逆变器的技术门槛较高，研发设计需要一定投入，技术更迭速度较快，存在一定进入壁垒。

**表 3：微型逆变器与集中式、组串式逆变器对比**

序号	项目	集中式逆变器	组串式逆变器	微型逆变器
1	主要应用场景	集中式光伏发电系统	分布式光伏发电系统、集中式光伏发电系统	分布式光伏发电系统
2	单机接入组件	大量并行的光伏组串	单个或数个光伏组串	单块或数块光伏组件
3	组件级最大功率点跟踪	不具备	不具备	具备
4	组件级别关断	不具备	不具备	具备
5	组件级数据采集能力	不具备	不具备	具备
6	系统发电效率	低	中	高
7	直流电压等级	高压	高压	低压
8	安装占地	需要独立机房	不需要	不需要
9	室外安装	不允许	允许	允许
10	成本	较低	中	较高

数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

**图 16：光伏逆变器不同技术分类出货**


数据来源：Wood Mackenzie、东方证券研究所

**表 4：光伏逆变器主要厂商产品布局**

序号	企业名称	设立时间	逆变器布局	企业简介
1	Enphase ( ENPH. NASDAQ )	2006 年	微型逆变器	美国 NASDAQ 上市公司，专注于为光伏产业设计、开发和销售家庭能源解决方案，主要面向北美、欧洲和澳大利亚的住宅和商业市场，是全球最大的微型逆变器厂商。
2	昱能科技股份有限公司(昱能科技 /688348.SH)	2010 年	微型逆变器	公司专注于光伏发电新能源领域，主要产品包括微型逆变器、智控断路器、能量通信及监控分析系统等。以微逆为核心不断迭代更新，拓展产品矩阵，并在 2019 年、2021 年推出断路器及户用储能产品，全面布局组件级电力电子设备。
3	杭州禾迈电力电子股份有限公司 ( 禾迈股份 /688032.SH )	2012 年	微型逆变器及监控设备	禾迈股份主要从事光伏逆变器等电力变换设备和电气成套设备及相关产品的研发、制造与销售业务，其中光伏逆变器及相关产品主要包括微型逆变器及监控设备、模块化逆变器及其他电力变换设备、分布式光伏发电系统，电气成套设备及相关产品主要包括高压开关柜、低压开关柜、配电柜等。
4	宁波德业科技股份有限公司 ( 德业股份 /605117.SH )	2000 年	组串式逆变器、微型逆变器	宁波德业科技股份有限公司着眼于微型逆变器与分布式逆变器，目前旗下拥有太阳能逆变系统、变频控制系统、环境电器系列、热交换器系列四大核心产业链。逆变器主要有微型逆变器、组串式逆变器、储能逆变器。
5	Northern Electric Power ( NEP )	2010 年	微型逆变器、断路器	总部位于美国，致力于提供安全、高效和最佳生命周期成本的太阳能转换和数据解决方案。
6	SolarEdge ( SEDG. NASDAQ )	2006 年	组串式逆变器及优化器	美国 NASDAQ 上市公司，业务范围涵盖逆变器、电动汽车充电、家庭能源管理、虚拟发电厂、电池和不间断电源 ( UPS ) 解决方案等，是全球主要的组件级电力电子逆变系统供应商之一。
7	华为技术有限公司	1987 年	组串式逆变器及优化器	华为是全球领先的通信技术和网络能源解决方案提供商，遍布全球 170 多个国家和地区。2013 年，华为推出光伏逆变器产品组合，主要为组串式光伏逆变器，并融合信息技术、互联网技术与光伏技术，推出智能光伏电站解决方案。

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

8	宁波锦浪新能源科技股份有限公司(锦浪科技/300763.SZ)	2005年	组串式逆变器	锦浪科技专注于组串式逆变器的研发、生产、销售和技术服务，产品遍及全球 100 多个国家和地区。在光伏逆变器、风力逆变器、风光混合逆变器、储能并网一体式混合逆变器等多个领域居于行业的前列，在行业内拥有一定的市场地位。
9	江苏固德威电源科技股份有限公司(固德威/688390.SH)	2010年	组串式逆变器、光伏储能逆变器、智能数据采集器以及智慧能源管理系统	固德威是国内组串式光伏逆变器领先企业，致力于为家庭、工商业用户及地面电站提供智慧能源管理等整体解决方案，产品立足中国并大规模销往全球 80 多个国家和地区，充分满足户用、扶贫、工商业及大型电站需求。
10	阳光电源股份有限公司(阳光电源/300274.SZ)	1997年	集中式逆变器、组串式逆变器、储能系统	阳光电源专注于太阳能、风能、储能、电动汽车等新能源电源设备的研发、生产、销售和服务，主要产品包括光伏逆变器、风能变流器、储能系统、新能源汽车驱动系统、智慧能源运维服务等。
11	上能电气股份有限公司(上能电气/300827.SZ)	2012年	集中式逆变器、组串式逆变器、集散式逆变器	上能电气股份有限公司为用户提供光伏并网逆变、储能双向变流、电能质量治理等解决方案和系统集成,提供 3kW~6800kW 全功率段集中式、组串式、集散式光伏逆变器,同时,上能电气拥有全功率段的交直流储能变流器产品,具备发电侧、电网侧、用户侧储能系统解决方案,助力能源互联和智能电网的快速发展。
12	特变电工股份有限公司(特变电工/600089.SH)	1993年	集中式逆变器、组串式逆变器	特变电工是行业领先的输变电+新能源产业龙头。公司于 2000 年进军新能源行业并逐步形成了光伏风电资源开发及电站建设、以及多晶硅生产制造两大细分主业。新能源业务主要包括多晶硅、逆变器的生产与销售,为光伏、风能电站提供设计、建设、调试及运维等全面的能源解决方案;能源业务主要包括煤炭的开采与销售。
13	科士达科技股份有限公司(科士达/002518.SZ)	1993年	户用逆变器、组串式逆变器	科士达成立于 1993 年,专注于电力电子及新能源领域,产品涵盖 UPS 不间断电源、数据中心关键基础设施、太阳能光伏逆变器、逆变电源、新能源汽车充电桩等。产品覆盖亚洲、欧洲、北美、非洲等 80 多个国家和地区。该公司于 2010 年在深交所挂牌上市,根据科士达 2020 年年报,2020 年逆变器及储能业务实现收入 2.48 亿元。
14	古瑞瓦特	2010年	户用逆变器、组串式逆变器	古瑞瓦特成立于 2010 年,是一家专注于研发和制造太阳能并网、离网、储能逆变器及用户侧智慧能源管理解决方案的新能源企业。太阳能并网逆变器功率覆盖 1-100kW,离网及储能逆变器功率覆盖 1-30kW,产品适用于户用、商用、光伏扶贫、大型地面电站及各类储能电站场景,并已在全球广泛应用。
15	浙江正泰电器股份有限公司(正泰电器/601877.SH)	1997年	户用逆变器、组串式逆变器、集中式逆变器	正泰电器成立于 1997 年,并于 2016 年完成对正泰新能源的收购,形成“低压电器+光伏新能源”双主业格局。在低压电器领域,公司主要从事配电电器、终端电器、控制电器、电源电器等产品的研发、生产和销售;在光伏领域,公司主要从事光伏 EPC,电站开发、建设及运维等业务。
16	科华恒盛股份有限公司(科华数据/002335.SZ)	1999年	户用逆变器、集中式逆变器、组串式逆变器	公司主营业务为不间断电源(UPS)系列产品以及配套产品的设计、生产、销售和服务。全球首发全新一代 1500V 350kW 组串式逆变器解决方案,涉及变压器、整流器和电感器制造;配电开关控制设备制造;光伏设备及元器件制造

17	SMA	1981年	集中式逆变器、组串式逆变器	SMA Solar Technology AG 成立于 1981 年，是全球领先的专业逆变器生产供应商，总部位于德国的卡塞尔市。2008 年 SMA 在德国法兰克福证券交易所主板上市。光伏逆变器在全球范围内累计装机容量已超过 75GW，服务体系覆盖全球 190 多个国家，拥有适用于不同光伏应用场景的完整的产品线及全面解决方案。2019 年 1 月，SMA 宣布其中国公司由管理层收购而私有化，SMA 中国公司目前已更名为爱士惟新能源技术（江苏）有限公司。
18	Power Electronics	1977年	集中式逆变器	Power Electronics 于 1987 年于西班牙成立，其产品包括太阳能逆变器，储能逆变器等。公司 2019 年实现约 8GW 的出货量，2020 年光伏逆变器总出货量位居全球第四。
19	TMEIC	2003年	集中式逆变器	东芝三菱电机产业系统株式会社是一家国际化的产业系统集成公司。它是由国际知名的日本东芝公司和三菱电机各出资 50% 组建而成的，TMEIC 产品同时集成了两家母公司的技术和服务优势。TMEIC 公司作为世界电力电子技术领域的领先者。截止 2020 年逆变器累计出货量居世界第十。

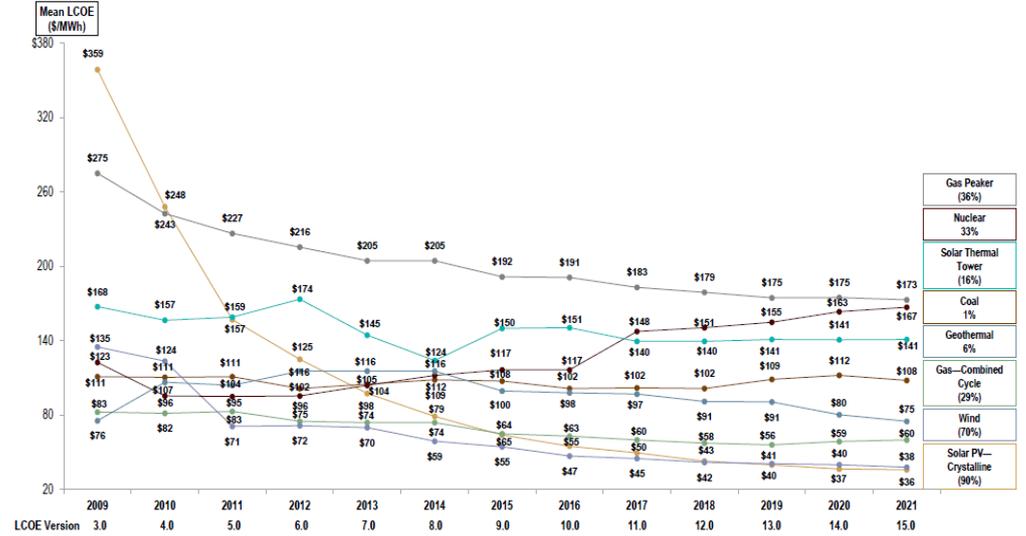
数据来源：各公司公告、东方证券研究所

## 需求端：“光伏+分布式占比+MLPE 渗透” 多维支撑需求景气成长

### 光伏：行业需求持续景气，欧美地区预期上行

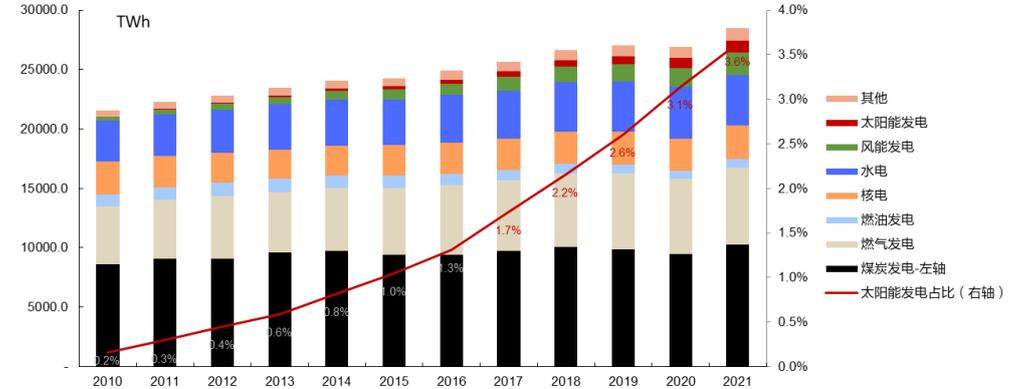
**光伏发电成本持续下行叠加全球绿色复苏，行业需求高度景气。**全球变暖和资源枯竭问题已经成为全球共同面临的威胁，为了应对危机，全球多个国家提出了“碳中和”气候目标。光伏发电作为一种清洁发电资源大受推广，从 2009 年到 2021 年，光伏发电度电成本降低 90%，已经成为一种有竞争力的电源形式。随着光伏发电技术逐步成熟，光伏发电在全球中的渗透率逐步提升，据 BP 数据统计，从 2010 年的 0.16% 提升至 2021 年的 3.63%。展望未来光伏 LCOE 持续下降叠加全球碳中和背景驱动，光伏行业需求有望迎来坚定成长，根据 CPIA 预测，至 2025 年全球光伏年新增装机将有望达到 270-330GW 水平等级。

图 17：全球不同能源形式平均度电成本



数据来源：Lazard's Version 15、东方证券研究所

图 18：全球各能源形式年度发电量统计 (TWh) 及太阳能占整体发电量比例 (%)



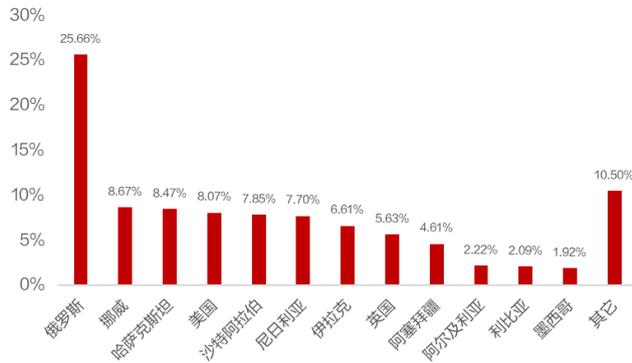
数据来源：BP、东方证券研究所

**欧洲：俄乌冲突带来能源供应潜在变革，关注能源主权为光伏发展带来新支撑。**2022 年俄乌局势影响欧洲能源体系，使得欧洲能源转型升级面临更大挑战。欧洲能源的对外依存度一直较高，在整体能源格局动荡过程中，加速推动新能源电力发展，成为增强能源供给的独立性有效选择之一。

**REPowerEU 光伏策略深化，欧洲光伏需求景气提升。**2022 年 5 月 18 日欧盟委员会发布了 REPower EU 计划的方案划分，其中将 2030 年欧盟可再生能源占比目标提升至 45%（相较之前提升 5pct）。方案中具体的欧盟太阳能战略提到，计划在 2025 年欧盟整体光伏累计装机达到 320GW，2030 年达到 600GW。根据 IRENA 数据统计，2021 年底欧盟光伏累计装机仅 158.1GW，预计 2022-2025 年与 2026-2030 年两个时间段年均新增装机分别达到 40.5GW 与 56GW，相较 21 年欧盟新增装机 21.4GW 存在明显中枢提升。

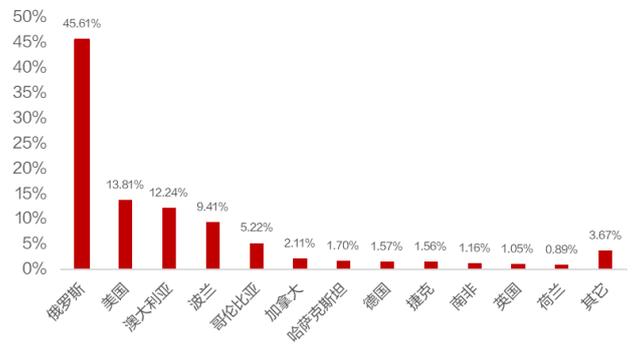
以欧洲具体国家为例，德国内阁于 2022 年 4 月 6 日通过了一揽子法案（或称复活节法案），计划到 2030 年 80% 的电力由可再生能源提供，到 2035 年几乎所有的电力均由可再生能源提供。根据该法案，到 2030 年德国太阳能发电能力将由目前的 59GW 提升至 215GW。德国的可再生能源目前主要包括风电、太阳能发电和水电，在供应中所占比例约为 42%。法案表示，俄乌冲突带来德国能源供应的转折，能源主权成为德国和欧洲安全问题。能源独立情绪蔓延，有望为光伏后续成长提供强力支撑。此外 4 月 7 日，英国也于政府官网更新了英国能源安全战略，太阳能作为新战略的一部分，当前英国的太阳能累计装机容量为 14GW，英国政府的目标是至 2035 年实现五倍增长。能源独立情绪蔓延，为光伏发展带来新支撑。

图 19：欧盟向各国进口原油结构占比（2020 年）



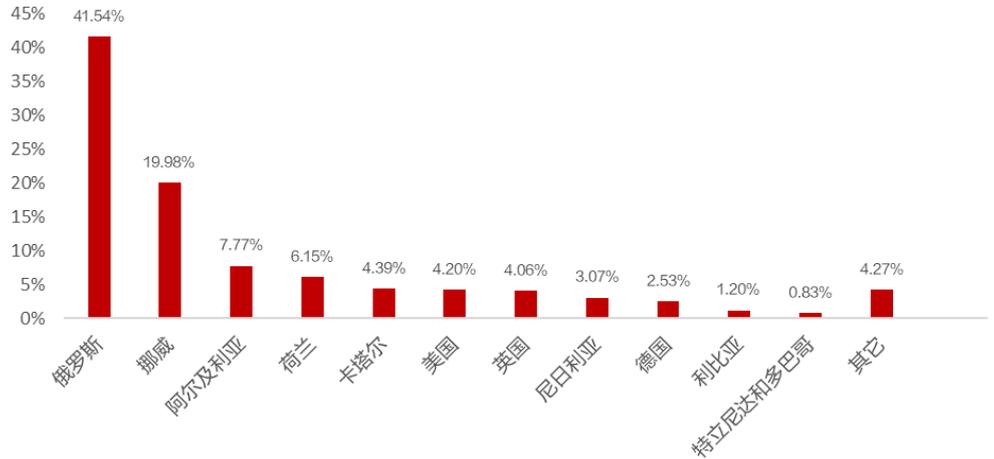
数据来源：Eurostat、东方证券研究所

图 20：欧盟向各国进口固体矿物燃料结构占比（2020 年）



数据来源：Eurostat、东方证券研究所

图 21：欧盟向各国进口天然气结构占比（2020 年）



数据来源：Eurostat、东方证券研究所

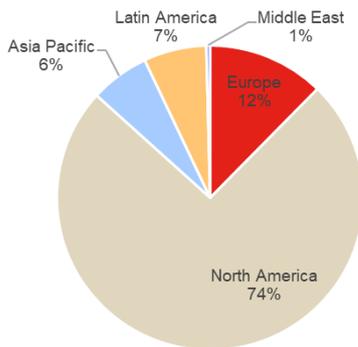
**美国：豁免东南亚四国光伏组件 24 个月关税，美国市场恢复生机。**2022 年 6 月 6 日，白宫正式声明：美国将对从柬埔寨、马来西亚、泰国和越南采购的太阳能组件给予 24 个月的关税豁免。此外白宫表示，美国有望在 2024 年之前将其太阳能发电能力提高两倍，允许后续在公共土地上部署更多清洁能源项目，并向城市和农村地区推广；也将通过高薪工作支持太阳能劳动力市场的多元化；为盟国建立有弹性的清洁能源制造供应链。由于中国光伏厂商主要通过东南亚等地区出口光伏组件产品到美国，故豁免相关产品关税既有利于我国光伏相关产业持续出口渗透，而这也

有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

有利美国的投资商和 EPC 厂商重新获取综合性价比相对合适的组件产品，为当地电站整体盈利水平提供支撑，2022 年及后续美国光伏市场有望重新恢复生机。

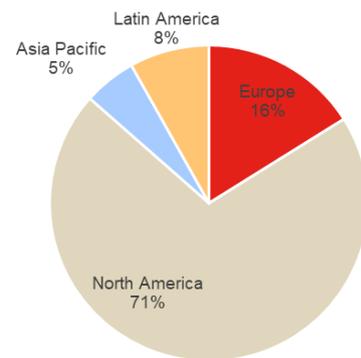
**欧美光伏需求景气成长，微逆环节有望充分受益。**基于历史维度建筑光伏安全性法案推行节奏与各地区装机体量而言，北美市场是全球最大的微型逆变器产品市场，其次是欧洲、拉美等地区，其微型逆变器产品市场份额正在逐渐扩大。随着欧美光伏需求景气成长，微型逆变器有望充分受益。

图 22：2019 全球微型逆变器地区需求占比



数据来源：Wood Mackenzie、东方证券研究所

图 23：2020 全球微型逆变器地区需求占比

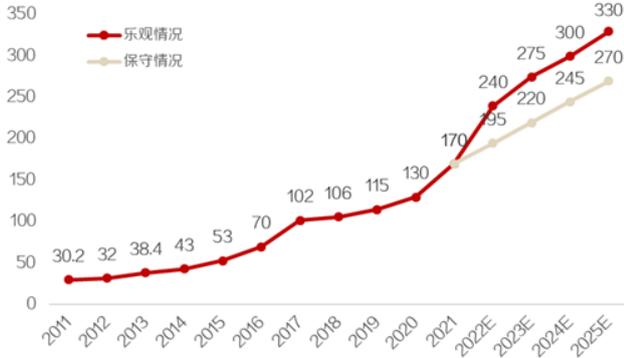


数据来源：Wood Mackenzie、东方证券研究所

### 分布式占比：全球光伏装机增长，分布式光伏占比有望持续提升

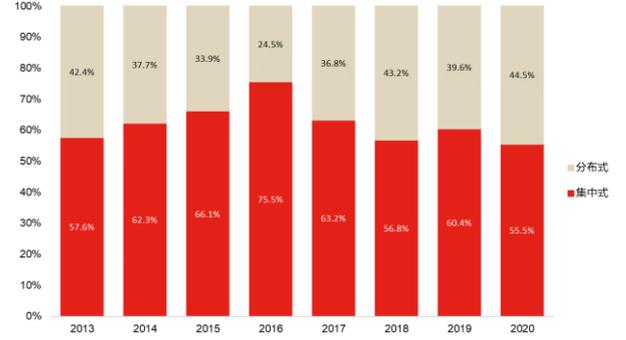
**光伏分布式装机持续增长，未来比重有望持续提高。**2016 年之前，随着中国等发展中国家和地区集中式光伏的快速发展，其发展速度高于分布式光伏，使得分布式光伏在新增装机量增加的背景下占全球光伏新增装机量的比例有所下降，从 2013 年的 43% 下降到 2016 年的 26%。2017 年以来，全球分布式光伏新增装机规模占比相对之前有较大的回升，主要原因在于：一是欧美、澳洲以及南美等国家和地区环保意识和清洁能源意识增强，光照资源丰富；二是在前述众多国家和地区，光伏发电已逐步具有成本优势；三是政府政策支持的推动作用。据 IEA 预测数据，2022 年分布式占比短期下降，我们认为主要系 2021 年光伏组件处于价格高位，抑制了价格敏感度更高的集中式项目推行，导致价格敏感性相对较低的分布式装机份额提升，在短期集中式需求弹性恢复过程中，不排除在比重上分布式占比小幅波动的情况出现。但后续基于分布式光伏发电就近发电、就近并网、就近转换、就近使用，在避免长距离输送造成的电能损耗方面等方面的优势，全球分布式光伏新增装机占比有望持续提升。

图 24：全球历年新增光伏装机及预测（GW）



数据来源：CPIA、东方证券研究所

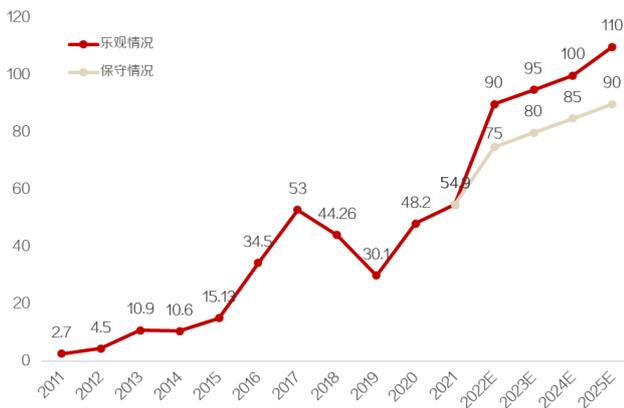
图 25：全球集中式、分布式光伏占比



数据来源：IEA、东方证券研究所

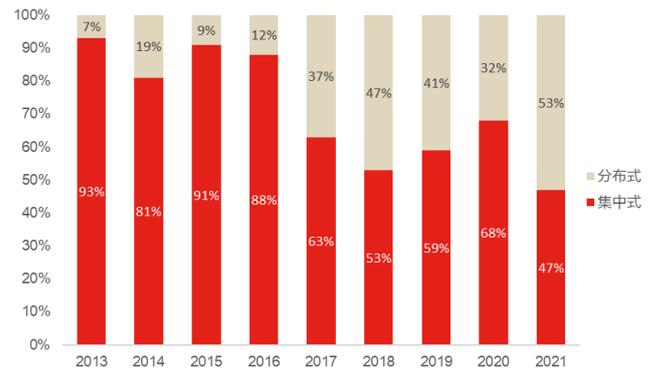
**中国光伏分布式持续发展。**2013 年中国分布式光伏新增装机量仅为 0.8GW，占全年光伏新增装机比例 7%，集中式光伏新增装机容量占比达 93%，占主导地位，主要原因是：甘肃、青海、宁夏、新疆、内蒙等中西部地区地理面积广阔、太阳光照资源丰富，适合集中式光伏发电项目的建设运营，因而我国光伏发电初期以集中式光伏项目为主。后续为了缓解国内光伏东中西部发电、用电的不平衡状况以及集中式光伏发电的输送损耗问题，2013-2014 年开始，国家发改委、国家能源局等部门逐步推出了一系列鼓励分布式光伏的政策，我国分布式光伏发电进入了快速发展期，从 2015 年的新增装机量 1.39GW 增长到 2018 年的 20.96GW。在经历国内光伏政策短期波动后，2019 年至 2021 年中国分布式光伏新增装机恢复稳步增长，分别为 12.2GW、15.52GW 和 29.28GW，其中 2021 年分布式光伏在“整县推进”试点工作与户用光伏补贴的政策刺激下，其新增装机占比占全部新增光伏发电装机的 53%。

图 26：中国历年新增光伏装机（GW）



数据来源：CPIA、东方证券研究所

图 27：中国集中式、分布式光伏装机占比



数据来源：国家能源局、CPIA、东方证券研究所

**MPLE 于分布式光伏中渗透率：光伏发电系统“组件级控制”要求趋严，性价比优化 MPLE 满足趋势性需求**

分布式光伏对安全性能的要求增加，微型逆变器于分布式市场应用渗透率有望持续提升。由于分布式光伏发电主要应用于家庭户用、工商业用等领域，安全性是系统需考虑的重要因素。光伏组串中的直流串联存在直流高压风险，涉及运维触电风险、火灾风险以及施救风险。出于对直流高压安全性的重视，相关法律法规陆续出台，组件级控制的电力电子设备成为市场发展的重要趋势，具有广阔的市场空间，微型逆变器于分布式市场应用渗透率有望持续提升。

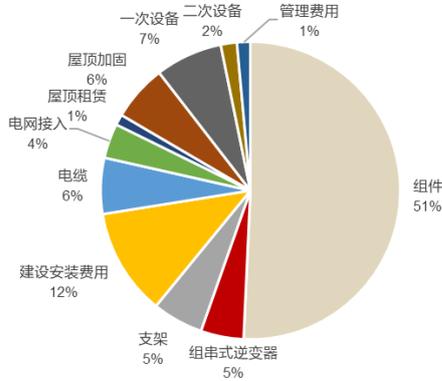
表 5：关于分布式光伏安全要求的相关法律法规

国家	法规	内容
美国	《美国国家电气法规》NEC2017 (690.12)	对光伏建筑进行了强制性的安全规范,以距离到光伏矩阵 305m 为界限,在快速关断装置启动后 30S 内,界限外电压降到 30V 以下,界限内电压降到 80V 以下,即要求实现“组件级关断”,该要求在 2019 年 1 月 1 日起生效
加拿大	《Canadian Electrical Code》2021 版	光伏系统直流侧电压大于 80V 时需安装电弧故障中断设备或者其他等同设备。光伏系统安装在建筑内或者建筑上的应安装快速关断。在光伏组件 1 米外,快速关断触发后,要求 30S 内将电压降低到 30V 以下
德国	VIII DE 防火安全标准	明确规定在光伏系统中如果逆变器关闭或者电网出现故障时,需要使直流电压小于 120V,并提出可以使用关断装置达到前述要求
墨西哥	《电气安装(使用)》标准 NM001SEDE	光伏系统直流工作电压大于 80V 的需要安装电弧保护设备
泰国	Thai Electrical Code: Solar Rooftop Power Supply Installations 2022	要求屋顶光伏电站必须安装有快速关断装置,且在距离光伏矩阵 300mm 为界限,装置启动后 30 秒内界线范围内电压降低到 80V 以下,界限范围外电压降到 30V 以下
中国	2021 年 11 月 24 日,国家能源局发布了《关于加强分布式光伏发电安全工作的通知(征求意见稿)》	进一步加强分布式光伏发电安全工作

数据来源：昱能科技公司公告、昱能科技官网、东方证券研究所

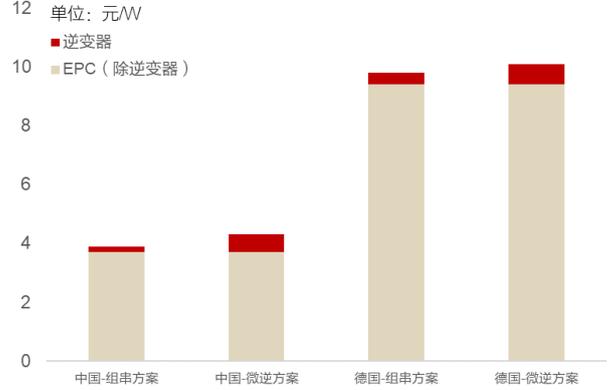
微型逆变器多体架构持续渗透，安全性法案外需求逐步起色。随着微型逆变器行业技术迭代后，微型逆变器多体架构持续渗透（如昱能科技 DS3D 与禾迈股份 HMS-2000），其单瓦售价有望触及 0.1\$/W 水平。虽短期仍无法相较组串逆变器展现出直接价格优势，但基于对分布式光伏发电系统中直流高压风险的重视，以及其对发电量提升带来的潜在增益，微型逆变器于分布式市场中的渗透率后续有望提升。

图 28：中国 2021 年分布式光伏系统成本构成



数据来源：CPIA、东方证券研究所

图 29：不同地区分布式光伏 EPC 成本估算对比

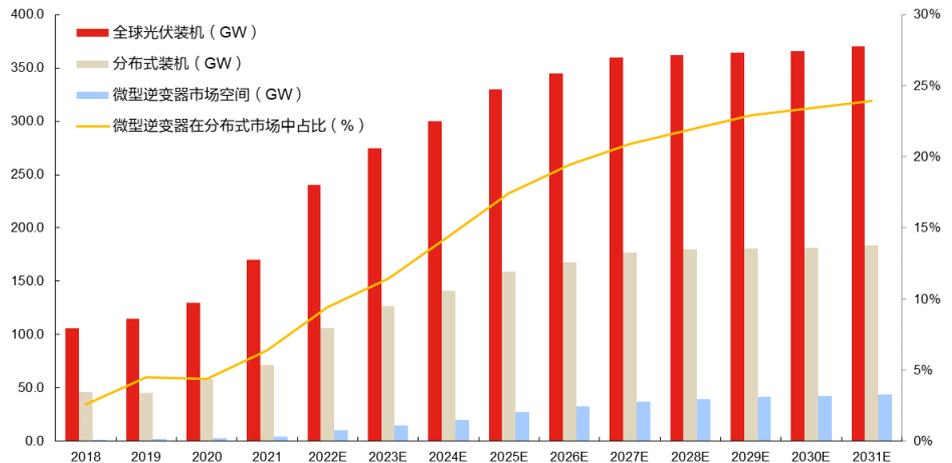


数据来源：CPIA、Energieheld、Solaranlagen-portal、昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 市场空间：微型逆变器市场成长空间较大

全球光伏装机持续提升，分布式光伏占比提高，微型逆变器渗透率提高。根据 CPIA 预测的情景，我们选择采用中性偏乐观预期，全球光伏新增装机有望从 2021 年的 170GW 增长至 2025 年的 330GW。我们推测分布式光伏装机占比因 21 年组件价格处于高位，而导致价格敏感性相对较低的分布式装机份额较高，结合分布式光伏自身成长属性维系，后续占比有望持续提升，2022-2026 分布式占比由 44%提高至 49%。我们推测其中微型逆变器在分布式市场中依靠其安全性、发电效率、可靠性以及灵活性等方面的优点叠加全球光伏组件级电力电子安全要求持续深化，微型逆变器于分布式光伏市场渗透率有望由 9%提升至 19%，预计 2026 年，微型逆变器年出货量有望达 33GW。

图 30：微型逆变器市场空间预测



数据来源：CPIA、IEA、Wood Mackenzie、东方证券研究所

### 三、行业格局：海外龙头占据较大份额，国内品牌快速成长

微型逆变器行业集中度高，海外龙头 enphase 占据较大份额。根据 Wood Mackenzie 于 2021 年 10 月发布的《全球光伏逆变器与组件级电力电子设备市场展望 2021》，2020 年在全球微型逆变器市场中，Enphase 处于主导地位，市场占有率多年维系全球第一，昱能科技则位居第二名，禾迈股份相关销售金额达到第三。

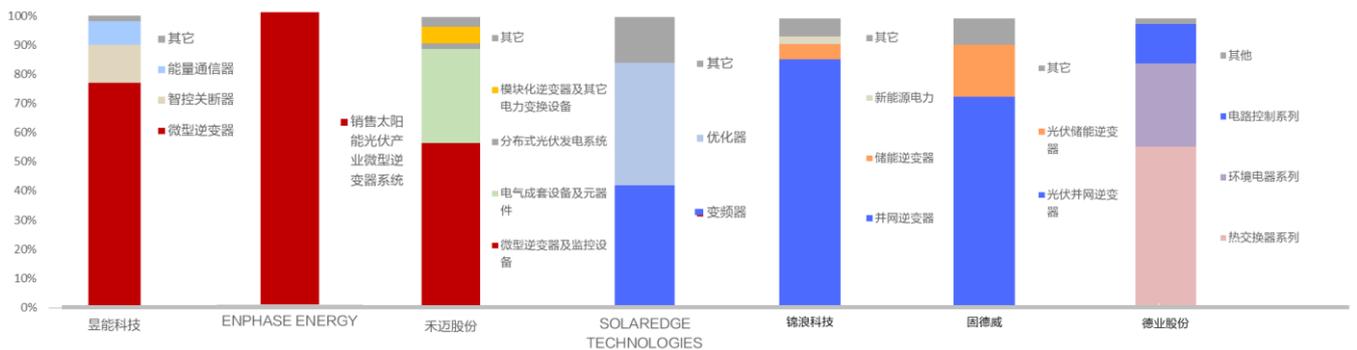
图 31：2018-2020 年全球微型逆变器市场份额（按销售额计算）



注：Enphase 于 2018 年收购 SunPower 的微型逆变器子公司，故 2019 年度、2020 年度 SunPower 的市场份额并入 Enphase 中计算。

数据来源：Wood Mackenzie、昱能科技公司公告、东方证券研究所

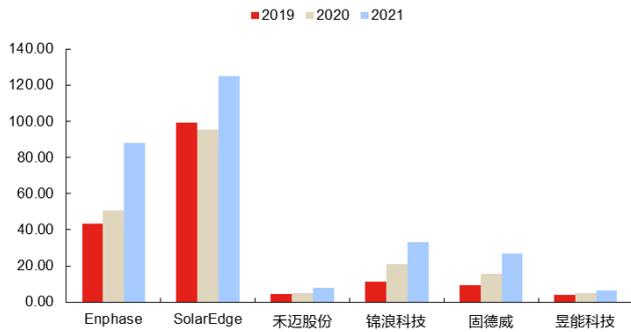
图 32：行业内部分公司公司营收结构（2021 年）



数据来源：Wind、各公司公告、东方证券研究所

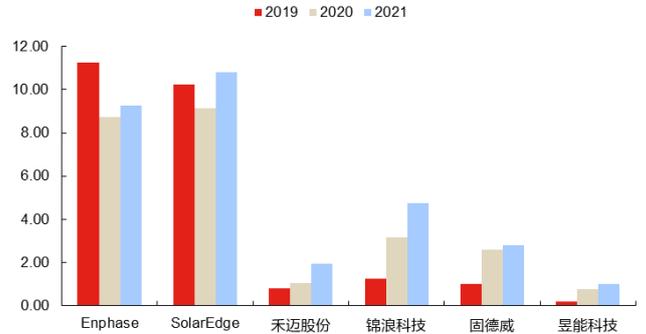
国内企业规模维度相较海外龙头仍有较大成长提升空间。对比收入体量，海外公司 SolarEdge 与 Enphase 领先行业，2021 年营业收入分别为 125.21 亿元与 88.12 亿元；对比收入与净利润体量，海外公司 SolarEdge 与 Enphase 2021 年净利润分别为 10.79 亿元与 9.27 亿元，从收入规模与利润体量上看，国内公司相较海外龙头仍有较大成长提升空间。

图 33：行业内部分公司营业收入（亿元）



数据来源：各公司公告、东方证券研究所

图 34：行业内部分公司净利润（亿元）



数据来源：各公司公告、东方证券研究所

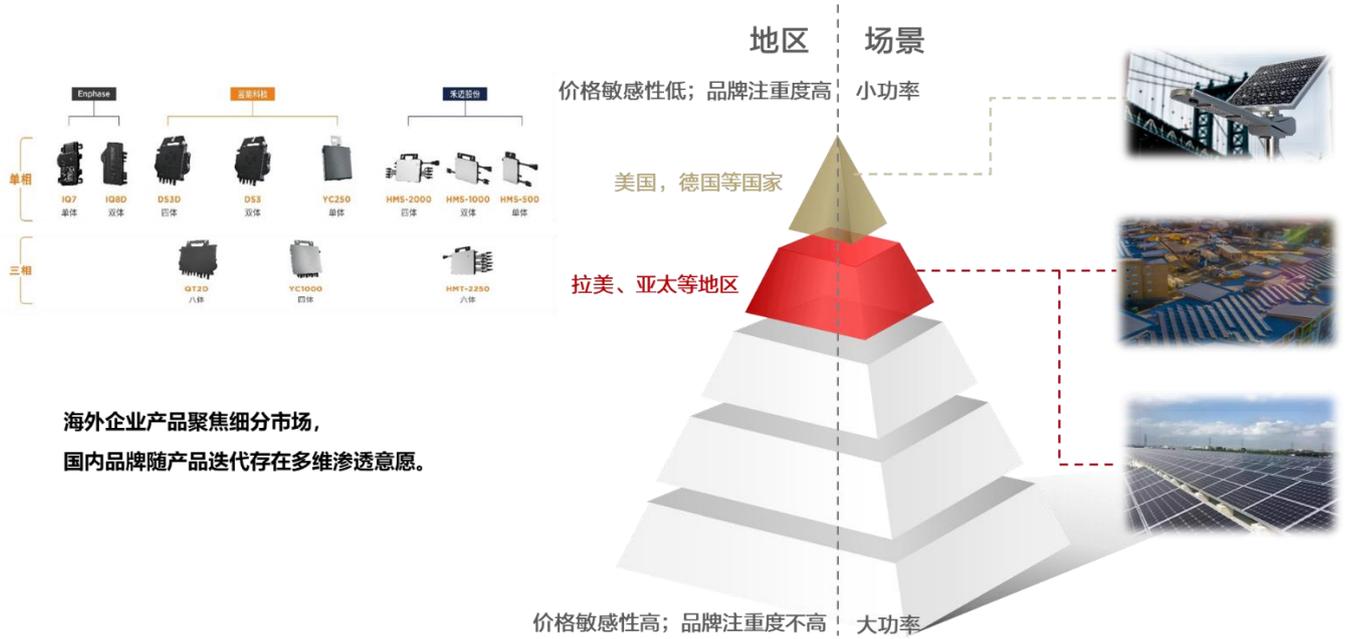
**国内企业注重产品研发，推出适合不同市场的多级架构。**自海外企业 Enphase 于 2009 年首次实现单体微型逆变器大批量商业化运用之后，国内企业在单体微型逆变器的基础上不断更新迭代，推出多体微型逆变器及三相微型逆变器。多体逆变器不仅可以摊薄成本，而且可以适用于中小功率的工商业场景，应用市场更广阔。

图 35：微型逆变器公司产品



数据来源：昱能科技公司公告、各公司官网、东方证券研究所

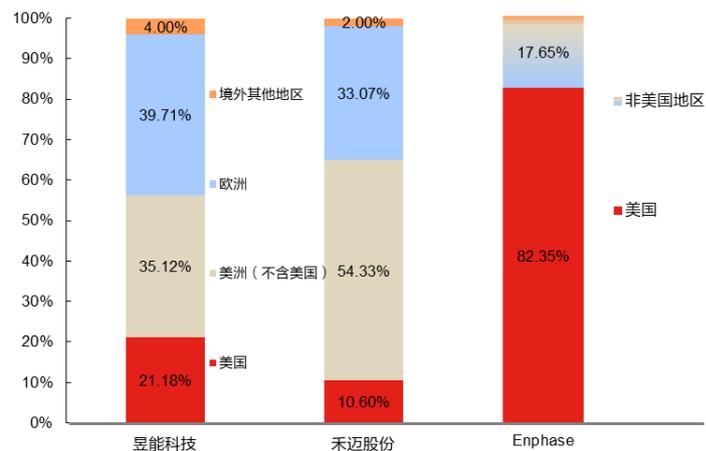
图 36：微型逆变器部分公司产品定位布局



数据来源：昱能科技公司公告、各公司官网、东方证券研究所

国内供应商在全球供应，关注在不同市场的出货情况。国内企业昱能科技和禾迈股份位列全球微逆出货量前三，两家公司在美国、美洲、欧洲等地均有出货，优势区域各有不同。**美国**：受益于 NEC 法规推动，微逆产品市场接受度高；**欧洲**：受俄乌战争刺激，基于能源独立性思考，市场需求增速较快；**拉美**：以巴西为例，市场受净计量等政策激励，分布式光伏发展迅速。

图 37：微逆相关业务销售地区分类（2020 年销售金额）



数据来源：各公司公告、Wind、东方证券研究所

## Enphase: 微型逆变器龙头，聚焦顶端需求市场

**微型逆变器领军企业，主要定位于住宅和商业市场。**Enphase 成立于 2006 年，开创了基于半导体的微型逆变器，在单个太阳能组件级别进行能量转换，并结合公司专有的网络和软件技术，提供先进的能源监测和控制。主要产品为光伏微型逆变器，累计销售超 15GW。公司拥有专利 300 多项，八代产品，技术研发上存在积淀。公司新产品经过了超过一百万小时的测试，使 Enphase 能够提供长达 25 年的行业领先保修。

图 38: 户用系统解决方案的价值量逐渐提高

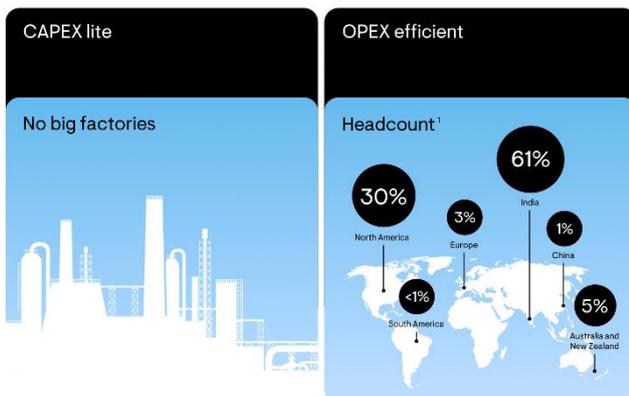
### Increasing Our 'Share Of Wallet' Per Home



数据来源: Enphase 公司官网、东方证券研究所

**注重研发销售轻资产模式，委外加工增加潜在效能。**Enphase 主要委托 Flex Ltd.、Salcomp Manufacturing India Pvt. 有限公司和欣旺达电气有限公司进行相关组装和测试，价格由双方按季度商定。墨西哥和印度的新增制造能力不仅可以降低关税，还可以更好地为客户服务缩短交货时间并使供应链多样化。

图 39: Enphase 轻资产与高效运营成本



数据来源: Enphase 公司官网、东方证券研究所

图 40: Enphase 光伏系统

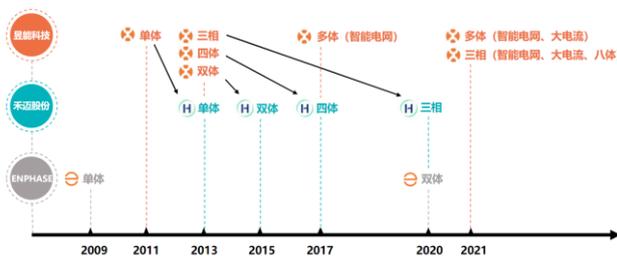


数据来源: Enphase 公司官网、东方证券研究所

## 昱能科技：光伏组件级电力电子领域开拓者

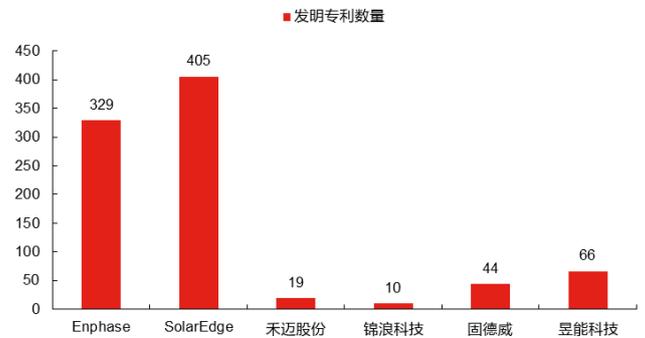
**微型逆变器多体架构迭代行业领先，注重研发专利积累。**自海外企业 Enphase 于 2009 年首次实现单体微型逆变器大批量商业化运用之后，公司在 2011 年即推出首款单体微型逆变器，是国内最早实现微型逆变器商业化运用的厂商之一。后续公司在单体微型逆变器的基础上不断更新迭代，最早实现多体微型逆变器及三相微型逆变器的大批量商业化运用，在微型逆变器主流产品的研发、推出时间上均领先行业。通过多年研发创新积累，公司已形成了 19 项具有自主知识产权的组件级电力电子设备的核心技术，截至 2021 年 12 月 31 日公司取得授权专利 116 项，包括发明专利 66 项（其中 4 项已取得美国 PCT 专利）、实用新型专利 32 项、外观设计专利 18 项，20 项软件著作权。

图 41：昱能科技微型逆变器产品研发节奏



数据来源：各公司公告、东方证券研究所

图 42：行业内部分公司发明专利数量（截止 2021 年 12 月 31 日）



数据来源：各公司公告、天眼查、东方证券研究所

**多元产品满足下游多维需求，智控关断器、储能逆变器适配更多应用场景。**公司是当前时间维度上全球唯一一家可同时规模性量产微型逆变器与组件级智控关断器的厂商。公司以微型逆变器应对中小功率范畴的户用与工商业分布式应用场景，并以组件级智控关断器渗透中大功率范畴的工商业分布式应用场景。此外，下游光储结合需求提升，公司研发的光储一体系列产品完成验证后逐步走向市场。

图 43: 昱能科技主营业务产品概览



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

图 44: 昱能科技储能逆变器应用于光储场景



数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 禾迈股份：微型逆变器再起新星，盈利能力领先行业

**持续的研发与产业化相结合，微型逆变器再起新星。**公司 2012 年成立至今主要从事光伏逆变器  
等电力变换设备和电气成套设备及相关产品的研发、制造与销售业务，其中光伏逆变器及相关产  
品主要包括微型逆变器及监控设备、模块化逆变器及其他电力变换设备、分布式光伏发电系统，  
电气成套设备及相关产品主要包括高压开关柜、低压开关柜、配电柜等。公司在持续的研发与产  
业化相结合过程中，逐步形成了较为成熟的产品开发平台及开发流程。在自主研发的电路拓扑与  
控制算法等核心元素的基础上，公司不断优化自身光伏逆变器产品的性能、可靠性及成本，并推  
出了一系列具有市场竞争力的产品；同时凭借自身在电气成套设备领域数十年的行业经验，形成  
了光伏逆变器领域与电气成套设备领域的有效产业协同，获得了较高的客户认可度。当前公司已  
经成为微型逆变器领域在技术、市场方面皆具有一定优势的企业之一，产品广泛应用于全球分布  
式光伏发电系统领域，客户遍及美洲、欧洲、亚洲等多个区域。

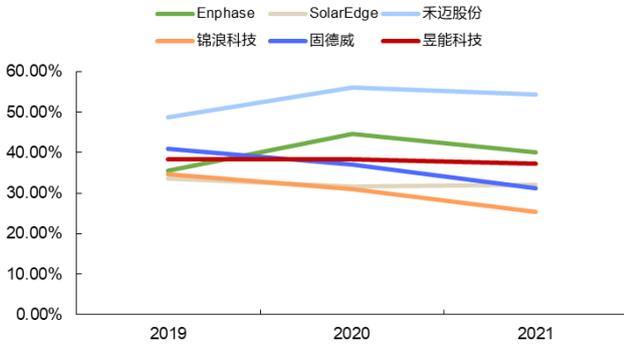
表 6：禾迈股份核心技术与相关产品

产品类别	主要产品名称	涉及的核心技术
微型逆变器 及监控设备	一拖一微型逆变器	拓扑技术、软开关技术、自适应多权重并网 调控机制、并网波形实时控制技术、柔性变 流技术、全局控制与智能诊断技术、功率模 块主动并联技术
	一拖二微型逆变器	
	一拖四微型逆变器	
	一拖六微型逆变器	
	数据采集器	主动采集与组网技术、全局控制与智能诊断 技术、多元节点数据采集技术
	云平台	多层次架构技术、大数据处理技术
模块化逆变器 及其他电力变换设备	-	主动并联与线性控制技术、均压辅电技术、 柔性控制技术、主动休眠与轮转控制技术
分布式光伏发电系统	-	同“微型逆变器及监控设备”
电气成套设备 及元器件	电气成套设备	智能控制技术、无线测温技术、能耗管理技 术
	元器件	-

数据来源：禾迈股份公司公告、东方证券研究所

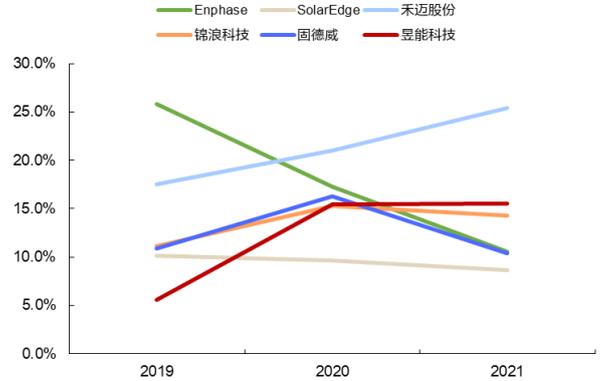
**自主产能优化成本空间，制造能力处于行业领先地位。**2019 年至 2021 年，在行业普遍面临上有  
原材料紧缺毛利率波动的背景下，禾迈股份微型逆变器业务毛利率维持相对稳定，处于行业较为  
领先水平。在净利率方面，2019 年至 2021 年费用率持续下降带动净利率呈现上升趋势，2021 年  
公司净利率也高于行业内其他可比公司。

图 45：行业内相关公司光伏逆变器业务毛利率



数据来源：各公司公告、东方证券研究所

图 46：行业内相关公司净利率



数据来源：各公司公告、东方证券研究所

禾迈在微逆行业整体盈利能力处于较高水平，主要体现在：

- 1) 生产模式：**昱能科技与 Enphase 生产均通过委托加工模式进行，而禾迈股份的微型逆变器生产中组装、灌胶等环节采用自产方式进行，因此在生产环节产品成本相对较低。以昱能为例，其加工费占公司总成本的 10%左右，而禾迈基本全部自产，相关成本项获得较好控制；2018-2020 年度昱能剔除配件以后的微型逆变器单位成本分别为 589.72 元/台、695.11 元/台和 744.79 元/台，禾迈股份剔除配件以后的微型逆变器单位成本分别为 528.44 元/台、531.75 元/台和 455.09 元/台。
- 2) 业务协同：**禾迈股份除了从事光伏逆变器业务外，还从事电气成套设备业务。根据禾迈股份招股书披露，其逆变器业务与电气成套设备存在较强的生产协同效应，可有效降低逆变器的单位成本，具体体现在材料采购的协同、生产制造的协同等。其中，材料采购的协同能在一定程度上优化投入成本，生产制造的协同则能够协调生产安装过程，提升生产安装效率。
- 3) 海外业务模式：**禾迈股份暂未在境外设立子公司，主要通过直接出口的方式开展业务，进口关税、运输成本等支出主要由境外客户承担，不影响产品的毛利率。昱能在美国、荷兰、澳大利亚、墨西哥等地成立子公司，并通过子公司向当地客户销售微型逆变器产品，该过程中，进口关税、运输成本等支出计入产品的销售成本，进而影响产品毛利率。

图 47：委托加工费情况对比

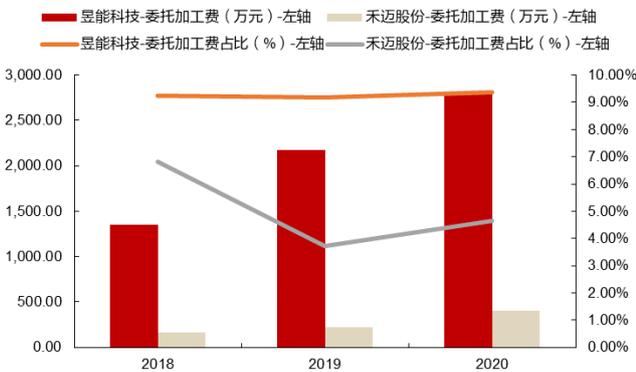
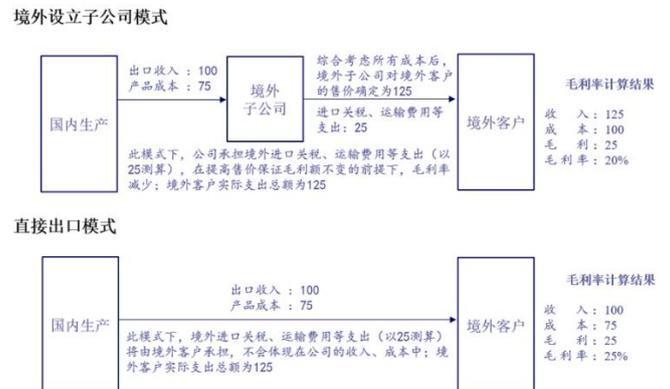


图 48：不同业务模式对毛利率影响



有关分析师的申明，见本报告最后部分。其他重要信息披露见分析师申明之后部分，或请与您的投资代表联系。并请阅读本证券研究报告最后一页的免责申明。

注：禾迈股份委外加工的生产环节主要为微型逆变器产品中的线路板组装（PCBA）环节，因此委托加工占营业成本比例计算时分母采用微型逆变器及监控设备的主营业务成本。

数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

数据来源：昱能科技公司公告、东方证券研究所

## 德业股份：户用储能逆变器龙头，微逆业务景气成长

**传统业务夯实基础，逆变器业务景气成长。**随着企业科技创新和技术升级，公司的主营业务经历了三个阶段的变化。2000年至2006年，公司主营注塑件、模具、钣金件、环境电器等产品，伴随着业务发展，这一阶段公司积累了注塑、热处理、模具开发及产品结构设计等核心技术和工艺能力；2007年至2014年，公司在原有业务的基础上发展了热交换器和电路控制系列两大业务，掌握了热交换器生产工艺与核心技术，其中热交换器开始供应美的家用空调。2015年至2021年初，公司对主营业务进行调整，构建热交换器、电路控制、环境电器三大核心产业链。

- (1) 热交换器系列产品主要为冷凝器和蒸发器，是空调、除湿机和热风机的主要部件，主要用于热量传递过程。
- (2) 环境电器系列产品主要为除湿机，用于调节空气湿度、温度和净化空气等。
- (3) 电路控制系列产品主要为逆变器，是太阳能、风能等清洁能源发电系统的核心设备，用于将直流电转换为交流电。该系列还包括变频控制芯片产品，用于整机系统的控制等业务领域。

表 7：德业股份光储领域相关产品

逆变器产品类别	主要特点	产品图片
微型并网逆变器	支持无功补偿、组件级监控、适配 500W 光伏组件、远程快速关机、可使用 PLC,Zigbee,WIFI 通信	
组串式逆变器	功率覆 1.5KW-110KW，多路 MPPT 解决适配问题，具有转化效率高，安全性能好，工作温度广，适应多种地面场景。	
储能逆变器	可并网切换，电网削峰，安全稳定，节约用电成本，能提高电网利用率	

数据来源：德业股份官网、东方证券研究所

图 49：德业股份发展历程



数据来源：德业股份公司公告，东方证券研究所

**产品端：技术迁移创造更符合 C 端需求的产品。**公司先前在其他产品上的技术积累为储能逆变器业务的发展提升提供了较大的帮助。一方面，公司在热交换器、变频控制芯片的技术经验与逆变器的散热、控制技术相通。另一方面，公司在家电行业的长期积累，使得公司能够抓住 C 端消费者的核心需求，其设计的逆变器产品外形更美观、噪音更小、效率更高、更符合用户使用习惯，受到中高端消费者的喜爱。公司产品布局全面，低压单项逆变器聚焦户用需求，同时开发了适用更大的家庭场景和小型工商业的功率更高的三相产品。德业拥有完整的光伏逆变器解决方案，包括住宅和商业电站解决方案。同时，公司还提供太阳能储能系统解决方案。主营产品包括：组串并网逆变器 1.5-110kW，储能逆变器 3-50kW，微型并网逆变器 300-2000W。截止 2022 年 5 月德业逆变器产品已经畅销全球 90 多个国家，助力环境可持续发展。

**销售端：瞄准海外市场，绑定海外大客户根据需求迭代产品，以高性价比取胜。**公司在储能逆变器行业进入较早，美国和南非市场为之前主要销售地区。公司对市场需求极度敏感，针对不同国家市场客户的不同需求，设计不同类型的产品。各国市场在设备要求、系统要求、安装要求方面都有差别，公司绑定下游渠道大客户，共同研发设计符合市场需求的产品，成为公司突破新市场的关键。

## 投资建议与投资标的

随着 MLPE 市场景气成长，叠加先前相关技术渠道积淀，国内微型逆变器厂商业绩景气成长**确定性**强。“光伏+分布式占比+MLPE 渗透”多维支撑微型逆变器需求景气成长，国内企业随产品迭代与渠道耕耘展现出强竞争力，市场份额有望持续走高，海外市场带来高利润空间。建议关注光伏组件级电力电子领域开拓者昱能科技(688348，未评级)、微型逆变器再起新星禾迈股份(688032，未评级)与微逆业务景气成长的德业股份(605117，未评级)。

## 风险提示

- **光伏装机容量不及预期。**硅料价格上涨导致光伏产业链下游环节价格上调，组件价格上涨影响光伏装机量。若价格进一步上涨，可能导致装机不及预期。
- **境外经营风险。**MPLE 市场当前主要聚焦海外，反倾销、反补贴调查、海关审查变动等贸易摩擦是境外经营风险的重要因素。如因政治、经济环境变化出台不利于国内公司产品进出口的相关贸易及关税政策，或者海运费价格由于疫情等因素持续上涨，将会对国内公司的境外业务开拓和境外市场销售产生不利影响。
- **技术升级与知识产权纠纷风险。**随着新能源在全球能源结构中的占比不断提高以及能源互联网快速发展，光伏等可再生能源行业持续面临技术升级与产品研发的压力，如果国内公司未来未能准确把握行业技术发展趋势，不能及时实现研发技术创新，则可能出现技术落后的风险。此外，知识产权是公司进行技术升级，持续进行产品研发的重要保障。存在消除侵犯第三方专利的风险，以及排除少数竞争对手采取诉讼的市场策略，利用知识产权相关诉讼等影响国内公司市场拓展的风险。
- **汇率变动风险。**MPLE 市场当前主要聚焦海外，境外业务主要通过美元、欧元、澳元等货币来进行结算。外汇市场汇率的波动会影响相关公司汇兑损益。由于汇率受到全球政治、国际经济环境等多种因素的影响，存在一定的不确定性，公司存在可能因为汇率波动而出现汇兑损益进而影响公司收益水平的风险。
- **假设条件变化影响测算结果。**文中测算基于设定的前提假设基础之上，存在假设条件发生变化导致结果产生偏差的风险。

## 分析师申明

每位负责撰写本研究报告全部或部分内容的研究分析师在此作以下声明：

分析师在本报告中对所提及的证券或发行人发表的任何建议和观点均准确地反映了其个人对该证券或发行人的看法和判断；分析师薪酬的任何组成部分无论是在过去、现在及将来，均与其在本研究报告中所表述的具体建议或观点无任何直接或间接的关系。

## 投资评级和相关定义

报告发布日后的 12 个月内的公司的涨跌幅相对同期的上证指数/深证成指的涨跌幅为基准；

### 公司投资评级的量化标准

- 买入：相对强于市场基准指数收益率 15%以上；
- 增持：相对强于市场基准指数收益率 5% ~ 15%；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 减持：相对弱于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级 —— 由于在报告发出之时该股票不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该股票的研究状况，未给予投资评级相关信息。

暂停评级 —— 根据监管制度及本公司相关规定，研究报告发布之时该投资对象可能与本公司存在潜在的利益冲突情形；亦或是研究报告发布当时该股票的价值和价格分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确投资评级；分析师在上述情况下暂停对该股票给予投资评级等信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该股票的投资评级、盈利预测及目标价格等信息不再有效。

### 行业投资评级的量化标准：

- 看好：相对强于市场基准指数收益率 5%以上；
- 中性：相对于市场基准指数收益率在-5% ~ +5%之间波动；
- 看淡：相对于市场基准指数收益率在-5%以下。

未评级：由于在报告发出之时该行业不在本公司研究覆盖范围内，分析师基于当时对该行业的研究状况，未给予投资评级等相关信息。

暂停评级：由于研究报告发布当时该行业的投资价值分析存在重大不确定性，缺乏足够的研究依据支持分析师给出明确行业投资评级；分析师在上述情况下暂停对该行业给予投资评级信息，投资者需要注意在此报告发布之前曾给予该行业的投资评级信息不再有效。

## 免责声明

本证券研究报告（以下简称“本报告”）由东方证券股份有限公司（以下简称“本公司”）制作及发布。

本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。本报告的全体接收人应当采取必要措施防止本报告被转发给他人。

本报告是基于本公司认为可靠的且目前已公开的信息撰写，本公司力求但不保证该信息的准确性和完整性，客户也不应该认为该信息是准确和完整的。同时，本公司不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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证券研究报告。本公司会适时更新我们的研究，但可能会因某些规定而无法做到。除了一些定期出版的证券研究报告之外，绝大多数证券研究报告是在分析师认为适当的时候不定期地发布。

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，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求。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，若有必要应寻求专家意见。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投资标的的邀请或向人作出邀请。

本报告中提及的投资价格和价值以及这些投资带来的收入可能会波动。过去的表现并不代表未来的表现，未来的回报也无法保证，投资者可能会损失本金。外汇汇率波动有可能对某些投资的价值或价格或来自这一投资的收入产生不良影响。那些涉及期货、期权及其它衍生工具的交易，因其包括重大的市场风险，因此并不适合所有投资者。

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，投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险，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。

本报告主要以电子版形式分发，间或也会辅以印刷品形式分发，所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面协议授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容。不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。

经本公司事先书面协议授权刊载或转发的，被授权机构承担相关刊载或者转发责任。不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

提示客户及公众投资者慎重使用未经授权刊载或者转发的本公司证券研究报告，慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

---

## 东方证券研究所

地址：上海市中山南路 318 号东方国际金融广场 26 楼

电话：021-63325888

传真：021-63326786

网址：[www.dfzq.com.cn](http://www.dfzq.com.cn)