



## AI与政策助力，虚拟电厂商业化迎来加速

行业评级：增持

分析师：邹润芳  
证券执业证书号：S0640521040001

研究助理：闫智  
证券执业证书号：S0640122070030

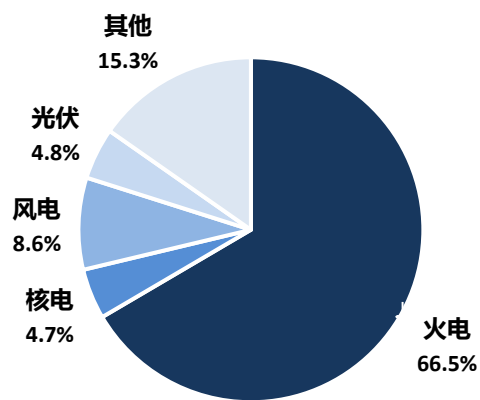
分析师：卢正羽  
证券执业证书号：S0640521060001

- **重点推荐：**华中数控、协鑫能科、中科创达、航锦科技、双良节能、超图软件、纽威股份、天通股份、西子洁能、捷佳伟创、天准科技
- **核心个股组合：**华中数控、协鑫能科、中科创达、航锦科技、双良节能、纽威股份、华伍股份、西子洁能、联赢激光、骄成超声、奥特维、罗博特科、高测股份、宇晶股份、先导智能、杭可科技、星云股份、捷佳伟创、科威尔、绿的谐波、埃斯顿
- **本周专题研究：**近年来我国风力及光伏电站加速建成并网带来发电量大幅提升，2022年风光发电量达1.19万亿千瓦时，占全社会用电量的13.8%，风光发电随机性、间歇性和波动性的特点对电力系统的调节能力提出了较高要求，同时我国最高用电负荷逐年增长，2022年同比+8.2%达到12.9亿千瓦时，电力系统尖峰供需矛盾进一步加大，虚拟电厂作为削峰填谷、调峰调频的重要手段，在政策推动及AI赋能下有望迎来快速发展，同时随着电力市场化改革加速，虚拟电厂有望进一步通过参与电力现货交易获取盈利。根据《广州市虚拟电厂实施细则》，我们测算2022年我国虚拟电厂潜在市场空间达813亿元。虚拟电厂项目建设不断推进，建议关注领先布局的技术提供商和能源聚合商。**重点关注：1) 既是虚拟电厂技术提供商也是能源聚合商，承建虚拟电厂示范项目并拥有虚拟电厂平台：恒实科技，国电南瑞；2) 利用物联网、大数据、AI等技术，建设虚拟电厂运营管理平台的技术提供商：国网信通、南网科技、远光软件、东方电子、国能日新。**
- **重点跟踪行业：**
  - **锂电设备**，全球产能周期共振，预计21-25年年均需求超千亿，国内设备公司优势明显，全面看好具备技术、产品和规模优势的一二线龙头；
  - **光伏设备**，设备迭代升级推动产业链降本，HJT渗透率快速提升，同时光伏原材料价格下降有望刺激下游需求，看好电池片、组件设备龙头；
  - **换电**，2025年换电站运营空间有望达到1357.55亿元，换电站运营是换电领域市场空间最大的环节，看好换电站运营企业；
  - **储能**，储能是构建新型电网的必备基础，政策利好落地，发电、用户侧推动行业景气度提升，看好电池、逆变器、集成等环节龙头公司；
  - **半导体设备**，预计2030年行业需求达1400亿美元，中国大陆占比提高但国产化率仍低，看好平台型公司和国产替代有望快速突破的环节；
  - **自动化**，下游应用领域广泛的工业耗材，市场规模在400亿左右，预计2026年达557亿元，看好受益于集中度提高和进口替代的行业龙头；
  - **氢能源**，绿氢符合碳中和要求，光伏和风电快速发展为光伏制氢和风电制氢奠定基础，看好具备绿氢产业链一体化优势的龙头公司；
  - **工程机械**，强者恒强，建议关注行业龙头，看好具备产品、规模和成本优势的整机和零部件公司。

# 1.本周专题研究：新型电力系统迎来挑战，虚拟电厂应运而生

- **风光发电量占比提升、最高用电负荷逐年攀升，新型电力系统调节调峰能力面临挑战。**近年来我国风力及光伏电站加速建成并网，风光发电量大幅提升，2022年我国风力发电同比+16.2%达0.76万亿千瓦时，光伏发电同比+31.2%达0.43万亿千瓦时，风光合计发电量1.19万亿千瓦时，占全社会用电量的13.8%，国家能源局《2023年能源工作指导意见》中提出，2023年我国风光发电量占全社会用电量的比重将达到15.3%，风光发电随机性、间歇性和波动性的特点对电力系统的调节能力提出了较高要求。此外，我国最高用电负荷逐年增长，2022年同比+8.2%达到12.9亿千瓦时，电力系统尖峰供需矛盾加大带来调峰压力增加。
- **虚拟电厂具有需求侧响应、多负荷管理等多种功能。**虚拟电厂是利用软件系统、物联网和信息通信技术，将分布式发电、储能系统和可控负荷等资源聚合并进行电力调度的协调优化，从而为电网提供需求侧响应的“虚拟集中式电厂”，也是实现电力系统供需平衡的管理系统，可以应对发电系统不稳定性（风光随机性和间歇性对电力系统平衡造成挑战）、电力需求冲击（大量充电桩、电动车接入对电力系统造成冲击）、调控难度大（分布式能源增多导致动态调度与控制难度提升）和用户需求日益提升等多种困难。

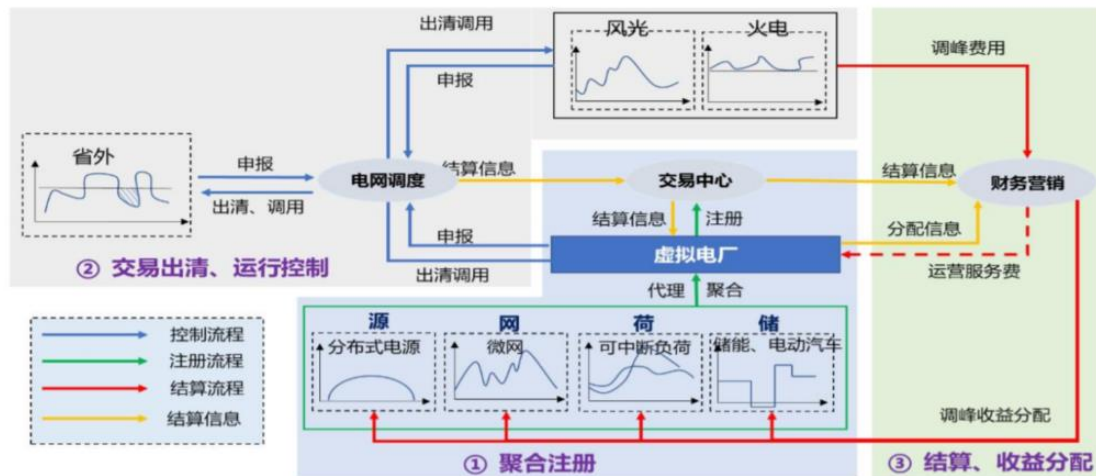
图表1：2022我国各类发电量占比



图表2：我国最高用电负荷逐年增长（亿千瓦时）



图表3：虚拟电厂业务模式



# 1.本周专题研究：政策助力+AI赋能，虚拟电厂需求侧响应应用快速发展

- 政策不断推出，虚拟电厂在需求侧响应应用成为削峰填谷、调峰调频的重要手段。** 需求响应主要是指通过经济激励为主的措施，引导电力用户根据电力系统运行的需求自愿调整用电行为。今年5月国家发改委就《电力需求侧管理办法(征求意见稿)》、《电力负荷管理办法(征求意见稿)》向社会公开征求意见，提出到2025年各省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；逐步将需求侧资源以虚拟电厂等方式纳入电力平衡，提高电力系统的灵活性。随着政策不断落地，虚拟电厂有望迎来快速发展。
- AI赋能虚拟电厂使其在需求侧响应应用更加高效灵活。** 在电力供需预测方面，基于天气、时间点、用户负荷等信息，AI提供更精准的拟合算法和更精细更实时的计算结果，进而确定最优化控制策略，为虚拟电厂寻找分布式能源利用、用户用能保障、系统经济运行的最优平衡点。在定价竞标方面，虚拟电厂利用AI非线性拟合能力强的优点，采用样本学习、深度学习等方法分析预测电力内外部市场合理价格，并制定相应的定价运行策略，实现对外获取最大收益。

图表4：近年来虚拟电厂相关政策

时间	发布部门	政策文件	内容概况
2022.01	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。力争到2025年，电力需求侧响应能力达到最大负荷的3%-5%，其中华东、华中、南方等地区达到最大负荷的5%左右
2022.02	发改委 能源局	《关于加快推进电力现货市场建设工作的通知》	引导储能、分布式能源、新能源汽车、虚拟电厂能源综合体等新型市场主体，以及增量配电网、微电网内的市场主体参与现货市场，充分激发和释放用户侧灵活调节能力
2022.11	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
2023.04	能源局	《关于加强新型电力系统稳定工作的指导意见（征求意见稿）》	将微电网、分布式智能电网、虚拟电厂、电动汽车充电设施、用户侧源网荷储一体化聚合等纳入需求侧响应范围
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。

图表5：智能AI算法赋能虚拟电厂





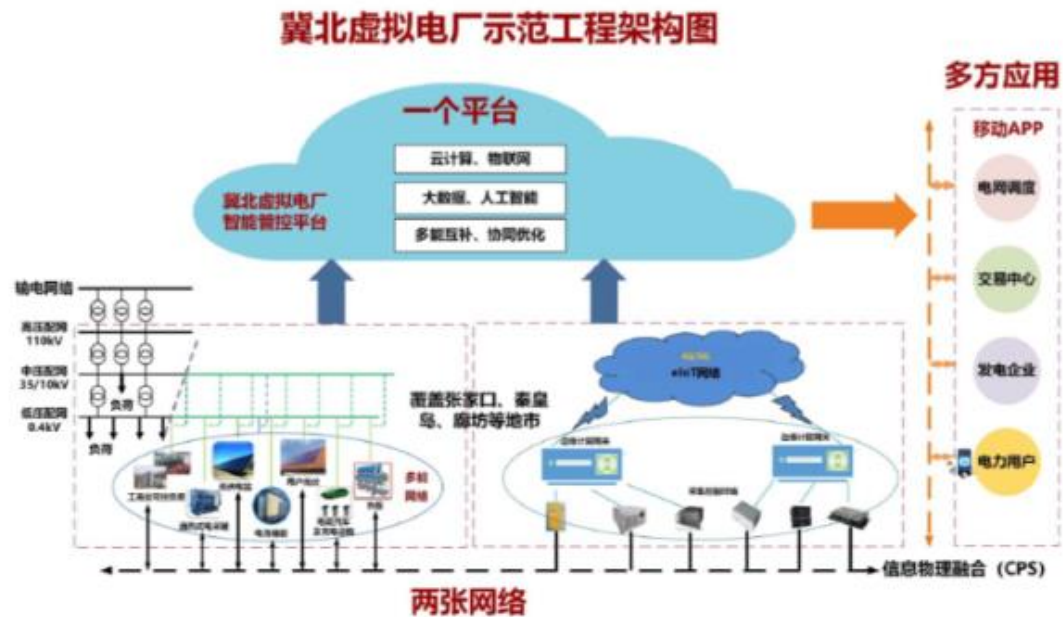
# 1.本周专题研究：以需求响应、削峰填谷获取补贴，虚拟电厂潜在市场空间达813亿元

- **解决电力系统尖峰矛盾痛点，虚拟电厂潜在空间高达813亿元。**《广州市虚拟电厂实施细则》提出，通过引导用户开展需求响应实现削峰填谷，逐步形成约占广州市统调最高负荷3%左右的需求响应能力，电力用户、负荷聚合商可申请参与需求响应，需求响应分为邀约、实时两种类型，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。根据测算，在补贴政策下，2022年我国虚拟电厂潜在市场空间为813亿元。
- **项目案例：冀北虚拟电厂——聚沙成塔，打造能源枢纽。**冀北虚拟电厂是我国首个以市场化方式运营的示范工程，工程依托泛电平台，具备秒级感知、计算、存储能力，从而实现：提升电力系统灵活调节和接纳新能源能力；为电力用户提供便捷参与的技术手段、市场化参与渠道和可持续商业模式；提升电力公司资源可观可控性，并提升电网安全稳定运行水平；对发电企业，提升存量机组运营效率，促进新能源消纳。

图表6：虚拟电厂需求响应、削峰填谷潜在市场空间达813亿元

	提前通知时间	补贴价格假设 (元/千瓦时)	平均响应系数	响应类型负荷占比预测	广东响应需求补贴 (亿元)	全国响应需求补贴 (亿元)
邀请削峰响应	提前1天 > 4小时	0.5	1	20%	24	259
实时削峰响应	/	1	3	5%	35	389
邀请填谷响应	提前1天 > 4小时	0.2	1	20%	9	104
实时填谷响应	/	0.5	3	5%	18	194
虚拟电厂聚合商分成比例	50%					
<b>潜在市场空间合计</b>					<b>74</b>	<b>813</b>

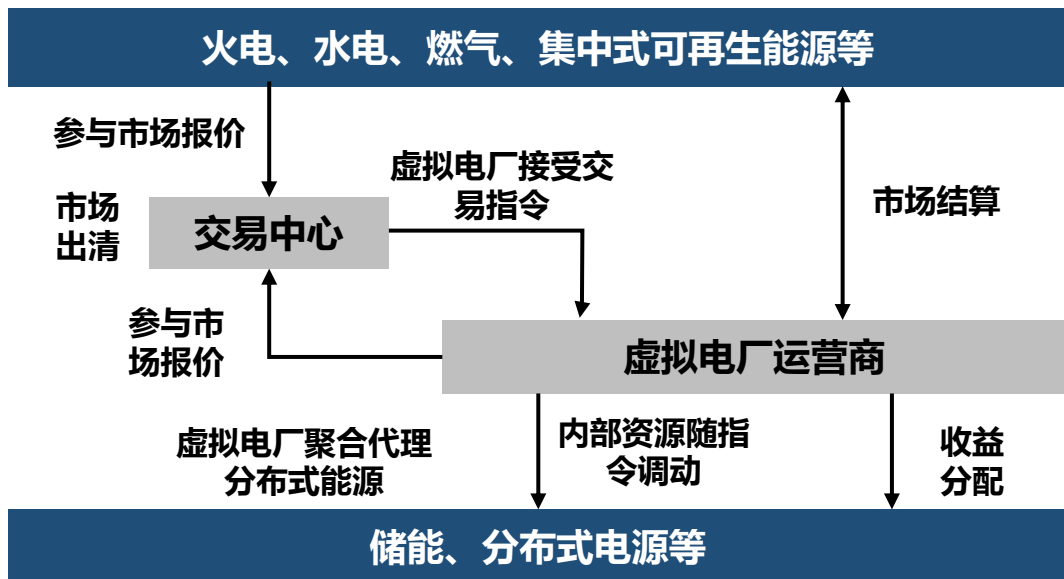
图表7：冀北虚拟电厂示范工程架构图



# 1.本周专题研究：参与电力现货交易获取盈利，关注领先布局的技术提供商和能源聚合商

- **能源聚合参与现货市场交易，依托调度灵活性获得收益。** 虚拟电厂可参与的市场交易种类包括中长期市场、现货市场和辅助服务市场，交易路径包括：1) 单独参与单级市场交易，通过市场价格与内部成本的价差获得收益；2) 联合市场交易，即结合其内部单元的出力特性，预测市场价格与负荷量，选择可参与的交易类型进行产品组合交易。我国目前电力现货市场仅在试点中进行试运营，随着电力市场化改革的推进，虚拟电厂参与电力市场交易规模有望进一步加大。
- **虚拟电厂试点项目建设不断推进，关注领先布局的技术提供商和能源聚合商。** 1) 既是虚拟电厂技术提供商也是能源聚合商，承建虚拟电厂示范项目并拥有虚拟电厂平台：恒实科技，国电南瑞；2) 利用物联网、大数据、AI等技术建设虚拟电厂运营管理平台的技术提供商：国网信通、南网科技、远光软件、东方电子、国能日新。

图表8：虚拟电厂参与电力市场交易



图表9：各公司对虚拟电厂业务布局

公司	虚拟电厂业务布局
国网信通	公司参与虚拟电厂相关示范工程建设，打造覆盖“源网荷储充”一体化运行虚拟电厂运营平台，平台已接入华北辅助服务市场，天津虚拟电厂、上海虚拟电厂参与电网调节，实现面向企业园区、商业楼宇用户的区域能源资源的优化配置。
国能日新	公司研发有虚拟电厂智慧运营管理系统并组建了专门的虚拟电厂团队，为用户提供虚拟电厂平台开发、资源接入、虚拟电厂运营等服务，国能日新智慧能源已通过西北电网聚合商响应能力技术测试，具备了参与西北省间调峰辅助服务市场的技术条件。
南网科技	公司研究源网荷储协同互动的虚拟电厂技术，促进电能高效利用和可调节资源灵活性配置，目前承接了广东电网调控中心虚拟电厂主站研发项目，已完成市场化聚合资源接入及控制验证。
东方电子	公司具有自主知识产权的虚拟电厂核心技术，目前已在城市级虚拟电厂运行管理平台、负荷聚合商级负荷聚合管控平台和园区级虚拟电厂三个层级开展了一系列业务，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。
国电南瑞	可提供完整的虚拟电厂解决方案，具备大规模新型电力客户负荷控制系统建设的实施经验和技術积累，拥有虚拟电厂平台、虚拟机组、调控终端等系列化成熟产品和不同类型虚拟电厂项目的建设经验，目前已承建山西、浙江、江苏、福建等省的虚拟电厂示范项目。
远光软件	公司在已有的电力交易平台基础上，综合运用远光物联网、大数据和人工智能等技术基础，建设了面向虚拟电厂运营商的虚拟电厂运营管理平台，支持虚拟电厂参与电力市场的需求侧响应、辅助服务和电力现货交易，支撑多种收益模式；在交易的基础上平台能够通过能力分析、调控指令分解实现调控计划的智能化分解和执行，实现虚拟电厂内资源的精准调控。
恒实科技	公司参与建设了国网冀北虚拟电厂、国网湖南省电力有限公司智慧能源综合服务平台、东北电网调峰辅助服务等项目，并以能源聚合商身份开展冀北、湖南等地虚拟电厂业务。

## 2.重点跟踪行业：光伏、储能、锂电

- **光伏设备**：1) N型电池片扩产项目多点开花，光伏设备企业技术持续突破，需求与技术共振，推动光伏产业高景气增长。**建议关注：迈为股份、捷佳伟创等**。2) 光伏产业链价格调整将会使产业链利润重新分配，同时刺激下游需求，有望引导整个产业链向好发展。在产业链调整的过程中，看好以下几个方向：靠近下游的电池组件、电站运营环节；非硅辅材、耗材环节；光伏设备等。**建议关注：双良节能、奥特维等**。
- **锂电设备**：从新技术带来新需求、扩产结构性加速度和打造第二成长曲线等角度出发筛选公司，2023年重点推荐以下方向：1、新技术：①复合集流体从0到1加速渗透，推荐关注相关设备商**东威科技、骄成超声**；②若大圆柱渗透率提升，激光焊接等环节有望受益，推荐关注**联赢激光**；2、锂电储能：2023年或成为国内大储高增速元年，重点关注电池、逆变器、温控、消防等环节；3、主业拓展：锂电设备是少有的能出现千亿级别大市值公司的领域，推荐关注平台型公司**先导智能**；电力电子、激光加工技术具备延展性，需求增长持续性有望更强，推荐关注**星云股份**等；4、出口链：海外扩产有望出现结构加速，推荐关注**杭可科技**。
- **储能**：发电侧和用户侧储能均迎来重磅政策利好，推动储能全面发展。1) 发电侧：2021年8月10日，《关于鼓励可再生能源发电企业自建或购买调峰能力增加并网规模的通知》出台，首次提出市场化并网，超过保障性并网以外的规模按15%的挂钩比例（4小时以上）配建调峰能力，按照20%以上挂钩比例进行配建的优先并网，抽水蓄能、电化学储能都被认定为调峰资源，为发电侧储能打开。2) 用户侧全面推行分时电价，峰谷价差达3到4倍，进一步推动用户侧储能发展。**星云股份**是国内领先的以锂电池检测系统为核心的智能制造解决方案供应商，与锂电池、储能行业头部企业进行战略合作并推广储充检一体化储能电站系列产品。**科创新源**通过液冷板切入新能源汽车和储能赛道，已进入宁德时代供应商体系，随着下游需求不断提升，未来有望放量增长。
- **氢能源**：绿氢符合碳中和要求，随着光伏和风电快速发展，看好光伏制氢和风电制氢。**建议关注：隆基股份、明阳智能、亿华通等**。

## 2.重点跟踪行业：工程机械、半导体设备、自动化、碳中和、氢能源

- **激光设备**：激光自动化设备市场格局分散，且其通用属性较强，下游分散，行业集中度提高难度较大。激光加工相对于传统方式，优势明显，重点关注其在锂电、光伏等高成长性行业的大规模应用。以锂电池激光焊接为例，若按照激光焊接设备占比10%计算，2021-2025年合计新增需求约487亿元。重点关注深耕细分高景气赛道的激光加工设备龙头，**帝尔激光、联赢激光、大族激光、海目星等**。（详见《2023年投资策略：复苏可期，成长主导，星光渐亮》报告）
- **工程机械**：强者恒强，建议关注龙头公司。**推荐关注：三一重工、恒立液压、中联重科等**。
- **半导体设备**：全球半导体设备市场未来十年翻倍增长，国产替代是一个长期、持续、必然的趋势：1) 根据AMAT业绩会议，预计2030年半导体产业规模将达到万亿美元，即使按照目前14%的资本密集度，设备需求将达到1400亿美元，而2020年为612亿美元。2) 2020年，中国大陆首次成为全球半导体设备最大市场。2021Q1，中国大陆出货额为59.6亿美元，环比增长19%，同比增长70%，仅次于韩国。3) 在瓦森纳体系下，中国半导体设备与材料的安全性亟待提升，而国产化率水平目前仍低。**建议关注：中微公司、北方华创、华峰测控、长川科技、精测电子、芯源微、万业企业、至纯科技、华海清科等**。
- **自动化**：刀具是“工业牙齿”，其性能直接影响工件质量和生产效率。根据中国机床工具工业协会，我国刀具市场规模在400亿元左右，预计到2026年市场规模将达到557亿元。该市场竞争格局分散，CR5不足10%；且有超1/3市场被国外品牌占据。刀具属于工业耗材，下游应用领域广泛，存量的市场需求比较稳定，伴随行业集中度提高和进口环节替代，头部企业有望迎来高速增长机遇。**建议关注华锐精密、欧科亿**。
- **碳中和**：1) 换电领域千亿市场规模正在形成；2) 全国碳交易系统上线在即，碳交易市场有望量价齐升。**建议关注移动换电及碳交易受益标的一一协鑫能科**，公司拥有低电价成本，切入移动能源领域具备优势；坐拥2000万碳资产，碳交易有望带来新的业绩增长。



- 产品和技术迭代升级不及预期
- 海外市场拓展不及预期
- 海外复苏不及预期、国内需求不及预期
- 原材料价格波动
- 零部件供应受阻
- 客户扩产不及预期
- 市场竞争加剧。

**邹润芳**

中航证券总经理助理兼研究所所长

先后在光大、中国银河、安信证券负责机械军工行业研究，在天风证券负责整个先进制造业多个行业小组的研究。作为核心成员五次获得新财富最佳分析师机械（军工）第一名、上证报和金牛奖等多次第一。在先进制造业和科技行业有较深的理解和产业资源积淀，并曾受聘为多家国有大型金融机构和上市公司的顾问与外部专家。团队擅长自上而下的产业链研究和资源整合。

SAC: S0640521040001

**卢正羽:**

先进制造行业 研究员 (手机/微信:15517207789)

香港科技大学理学硕士，2020年初加入中航证券研究所，覆盖通用设备、军民融合和计算机板块。

SAC: S0640521060001

**闫智:**

先进制造行业 研究员 (手机/微信:13121190503)

南京大学工学硕士，2022年7月加入中航证券研究所，覆盖锂电设备、激光设备板块。

SAC: S0640122070030

**我们设定的上市公司投资评级如下:****买入  
持有  
卖出**

- : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。
- : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间
- : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数跌幅10%以上。

**我们设定的行业投资评级如下:****增持  
中性  
减持**

- : 未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。
- : 未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。
- : 未来六个月行业增长水平低于同期沪深300指数。

**分析师承诺**

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师，再次申明，本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示：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证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

**免责声明**

本报告由中航证券有限公司（已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格）制作。本报告并非针对意图送发或为任何就送发、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示，否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权，不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复印本给予任何其他人。未经授权的转载，本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用，并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议，而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠，但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任，除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期，中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑，本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易，向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意，及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。