

超配（维持）

固态电池产业化提速，设备先行受益

固态电池系列之设备专题报告

2025 年 3 月 31 日

投资要点：

分析师：黄秀瑜

SAC 执业证书编号：

S0340512090001

电话：0769-22119455

邮箱：hxy3@dgzq.com.cn

■ **下游需求推动固态电池产业化提速。**固态电池拥有高能量密度和高安全性两大显著优势，成为新能源汽车高端车型和低空eVTOL的动力供给首选。全球主流车企已陆续公布了全固态电池装车时间表。eVTOL、载人飞艇等低空飞行器的适航认证和商业化进程正在加快推进，将推动对高性能固态电池的需求增长。此外，随着人工智能、航空航天等领域发展，未来固态电池的应用场景将进一步拓宽。半固态电池自2024年开始已逐步进入量产阶段，全固态电池将于2027年开始小批量生产。固态电池设备是支撑固态电池产业发展的基础和关键环节。预计2025年-2026年固态电池中试线设备需求将明显起量，并随着固态电池市场规模不断扩大，固态电池设备的市场规模也将迎来显著增长。

■ **固态电池与传统液态电池的生产工艺差异大，固态电池发展将推动生产设备升级革新。**固态电池采用固态电解质取代传统液态电池的电解液和隔膜。由于全固态电池采用全新的材料体系和电池结构，全固态电池生产工艺与现有的传统液态电池生产工艺存在较大差异。前段固态电解质和极片制作环节，全固态电池更适配干法电极技术，增加了干法混合、干法涂布实现固态电解质膜制备；中段电芯装配环节，固态电池采用“叠片+极片胶框印刷+等静压技术”取代传统的卷绕工艺，并删减了注液工序；后段化成封装环节，从化成分容转向高压化成分容。因此，全固态电池的生产流程将新增干法电极设备（替代湿法涂布机）、等静压设备、高压化成分容设备，并需要升级改造叠片设备。

■ **投资建议：**固态电池发展将驱动锂电设备行业升级革新，并带来结构性的增量市场需求。随着固态电池产业化推进，固态电池生产涉及的新增设备将是具有高确定性的细分领域。提前布局固态电池领域并且在技术上拥有领先优势的设备公司将率先受益固态电池破局扩张带来的市场增量机遇。重点关注积极布局固态电池核心工艺设备的锂电设备公司：具备全固态电池整线设备解决方案能力的先导智能（300450），在干法电极设备领域拥有先发优势的纳科诺尔（832522），已中标国内头部企业首条全固态电池整线项目的利元亨（688499），已完成干法前段整线的成膜技术布局的曼恩斯特（301325），推出了第三代干法搅拌纤维化+干法成膜全固态工艺的赢合科技（300457）。

■ **风险提示：**固态电池产业化进程不及预期风险；技术路线迭代变革风险；下游需求不及预期风险；海外市场拓展不及预期风险；市场竞争加剧风险。

锂电池指数走势



资料来源：iFinD，东莞证券研究所

相关报告

本报告的风险等级为中高风险。

本报告的信息均来自公开信息，关于信息的准确性与完整性，建议投资者谨慎判断，据此入市，风险自担。

请务必阅读末页声明。

目录

1. 锂电设备产业链分析	3
1.1 锂电池生产流程及核心工序	3
1.2 锂电设备产业链价值分布	4
2. 锂电设备市场规模与竞争格局	5
2.1 锂电池需求持续增长带动锂电设备市场规模增长空间大	5
2.2 国产化率高，头部效应明显	7
3. 固态电池产业化推进催生锂电设备新需求	9
3.1 下游需求推动固态电池产业化提速	9
3.2 固态电池与传统液态电池的生产工艺差异大	11
3.3 固态电池发展将推动生产设备升级革新	12
4. 投资建议	16
5. 风险提示	18

插图目录

图 1：锂电池生产主要工序及分类	3
图 2：锂电设备前中后段价值分布	5
图 3：锂电生产主要工序价值分布	5
图 4：中国新能源汽车销量	5
图 5：全球新能源汽车销量	5
图 6：全球锂电池出货量	6
图 7：全球动力和储能电池出货量（GWh）	6
图 8：全球锂电设备行业市场规模（亿元）	7
图 9：中国锂电设备行业市场规模（亿元）	7
图 10：锂电设备整体国产化率	8
图 11：锂电生产关键工序设备国产化率	8
图 12：全球固态电池出货量预测	10
图 13：固态电池与液态电池的组成区别	11
图 14：干法工艺与湿法工艺流程对比	12
图 15：固态电池叠片工艺	13
图 16：固态电池极片胶框覆合方法	14
图 17：固态电池结构示意图	15
图 18：等静压技术示意图	15

表格目录

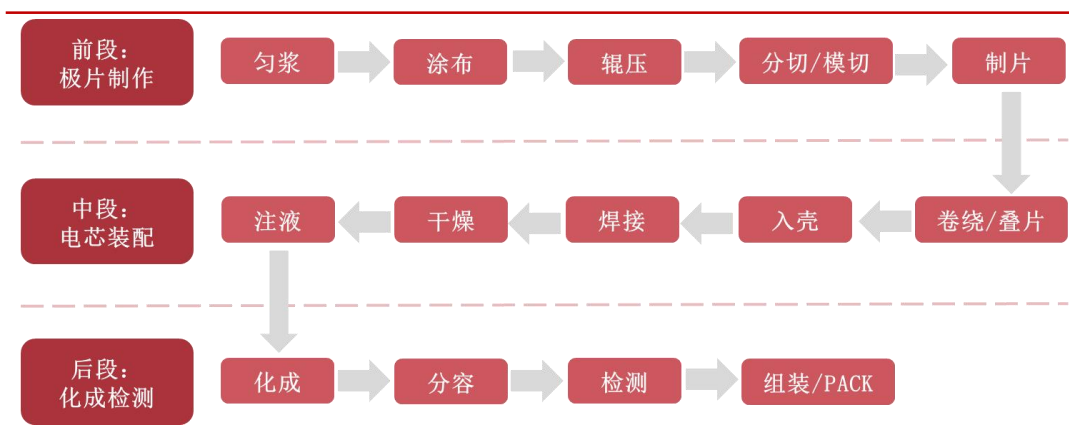
表 1：部分企业固态电解质布局情况	4
表 2：锂电设备行业竞争格局	9
表 3：重点公司盈利预测及投资评级（2025/3/28）	18

1. 锂电设备产业链分析

1.1 锂电池生产流程及核心工序

锂电池生产主要分为前中后段三个环节。锂电设备是锂电池生产的基础，是指利用设备将电化学物料通过各种工序制成电芯及参与电池系统组装的各类设备的总称。锂电设备的工艺水平及其运行情况直接影响锂电池的性能与质量，是决定锂电池品质的关键因素之一。锂电池的制作工艺复杂，涉及的工艺众多，整个生产过程涉及 30 多道工序，需要的设备种类也很多。整体来看锂电池生产主要分为前中后段三个环节，分别为前段极片制作环节、中段电芯装配环节、后段化成检测环节。具体如下：

图1：锂电池生产主要工序及分类



数据来源：锂电材料工艺，纳科诺尔招股说明书（2023-10-30），东莞证券研究所

- ① **前段极片制作环节**：主要包括匀浆、涂布、辊压、分切/模切、制片等工序，是锂电池制造的基础，对极片制作设备的性能、精度、稳定性、自动化水平和生产效能等有着很高的要求。前段主要设备包括：搅拌机、涂布机、辊压机、分切机/模切机、制片机等。

涂布、辊压、分切为前段核心工序，涂布机、辊压机、分切机为对应核心设备。
涂布：把搅拌后的浆料均匀涂覆在基材铜箔（负极载体）和铝箔（正极载体）上并烘干制成正极和负极片，是锂电池研制和生产中的关键工序之一。**辊压**：对已涂布的正负极极片进行轧压使其压实更好地依附在铝箔和铜箔上，以提高电池能量密度。**分切**：将较宽的整卷极片连续纵切成若干所需宽度的窄片。分切后的极片不能出现褶皱、脱粉，分切尺寸精度要求高，同时要求极片表面保持光滑和平整，边缘的毛刺小。

- ② **中段电芯装配环节**：主要包括卷绕或叠片、电芯预封装（入壳、极耳焊接、干燥等）、注入电解液、封口等工序，对相关设备的精度、效率、一致性要求较高。中段主要设备包括：卷绕/叠片机、入壳机、激光焊接机、烘干机、注液机等。

卷绕或叠片为中段核心工序，卷绕机、叠片机为对应核心设备。卷绕/叠片是将前段工序中制作的极片制成锂电池的裸电芯，是完成锂电池制造的关键工序之一。**卷绕**：

将正极、负极极片料卷或长片间夹有一层隔膜，一起卷绕成一个圆柱体或菱形体的电池芯体。**叠片**：将模切完成的正、负极片与隔膜间隔堆叠成电池的裸电芯。

- ③ **后段化成检测环节**：主要包括电芯化成、分容、检测、模组生产、PACK 等工序，主要设备包括充放电机、分容机、检测设备、模组生产设备、PACK 设备等。

电芯化成、分容为后段核心工序，充放电机为对应核心设备。**化成**：主要作用在于激活电池，使电池具备储电能力。**分容**：将化成好的电池按容量梯度分类，将性能相近的电池分组，降低电池组内各个电池的单体差异性，提高电池组的整体性能。充放电机记录电芯充放电的相关数据和曲线图表，以作为计算电芯电容量及评价电芯是否合格、如何分类的依据。化成、分容环节直接决定电芯产品的合格率和批次的一致性，是后段的关键工序。在充放电之外，电芯静置前后还要接受专门的测试设备的检测，以测试电芯的电压和内阻。

表 1：部分企业固态电解质布局情况

工序	生产工艺	工艺简介	生产设备
前段 (极片制作)	匀浆	将正负极固态电池材料混合均匀后加入溶剂搅拌成浆状	搅拌机
	涂布	将搅拌后的浆料均匀涂覆在金属箔片上并烘干制成正负极片	涂布机
	辊压	压实涂布后的极片到预定的厚度和密度	辊压机
	分切	将辊压后的较宽极片分切成所需宽度的窄片	分切机
	模切	将分切后的极片极耳模切成型	模切机
	制片	对分切后的极片焊接极耳、极片除尘、贴保护胶、极耳包胶	制片机
中段 (电芯装配)	卷绕/叠片	将极片卷绕/堆叠成锂电池的电芯	卷绕机/叠片机
	入壳	将卷绕或叠片的电芯放入电芯外壳之中	入壳机
	焊接	焊接极耳与壳体上的端子引脚	激光焊接机
	干燥	对焊接后、注液前的电芯进行干燥	烘干机
	注液	在电芯中注入电解液	注液机
后段 (化成检测)	化成	充电活化	充放电机
	分容	进行一次充放电，测试电池容量	分容机
	检测	外观、内部结构检测	X-Ray 检测设备
	组装 Pack	自动化生产线组装	Pack 设备

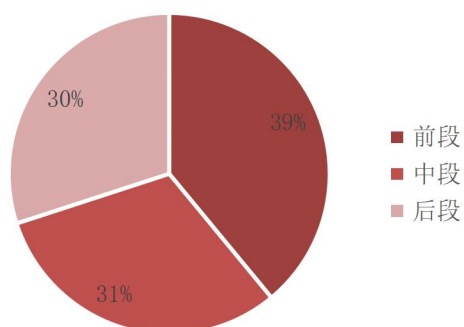
资料来源：信宇人招股说明书（2023-08-11），东莞证券研究所

1.2 锂电设备产业链价值分布

涂布、卷绕/叠片、化成分容等三大核心工序价值量占比超 50%。从价值量分布来看，锂电池生产的前段、中段、后段设备成本占比分别为 39%、31%、30%。其中，核心工序涂布、卷绕/叠片、化成分容检测的价值量分别占比 20%、15%、20%。此外，前段工序中的匀浆、辊压、分切制片的价值量分别占比 7%、9%、3%；中段工序中的电芯预封装（入壳、

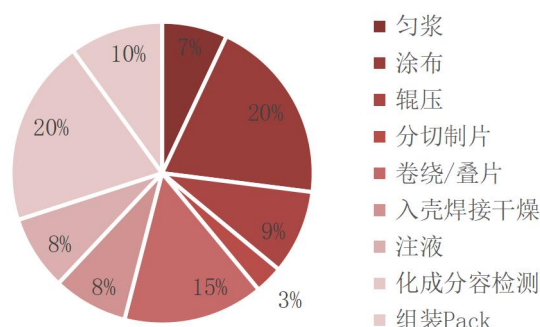
焊接、干燥) 的价值量占比 8%，注液的价值量占比 8%；后段工序中的自动化组装 Pack 的价值量占比 10%。

图2：锂电设备前中后段价值分布



数据来源：锂电材料工艺，东莞证券研究所

图3：锂电生产主要工序价值分布



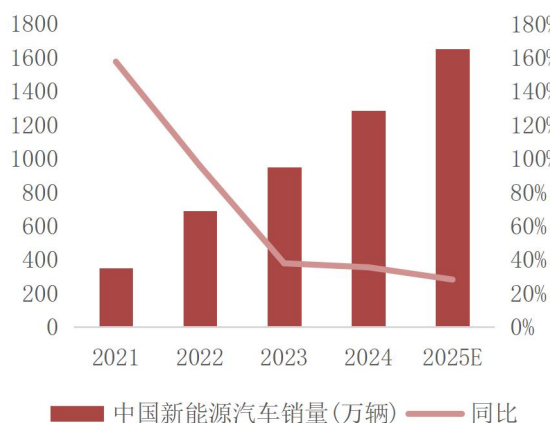
数据来源：锂电材料工艺，东莞证券研究所

2. 锂电设备市场规模与竞争格局

2.1 锂电池需求持续增长带动锂电设备市场规模增长空间大

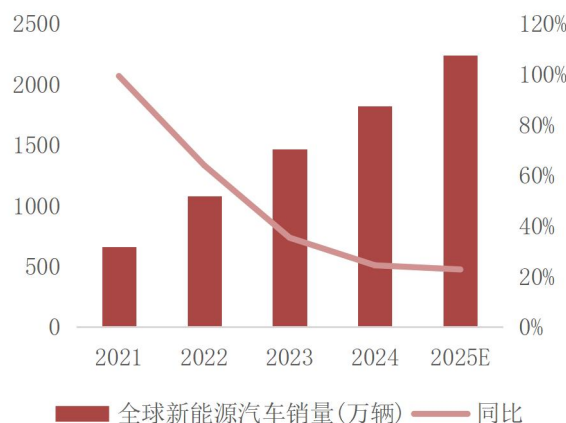
新能源汽车和新型储能等行业快速增长驱动锂电池需求保持快速增长。根据 EVTank 数据,2024 年全球新能源汽车销量 1823.6 万辆,同比增长 24.4%。其中中国销量占比 70.5%,同比上升 5.7pct。EVTank 预计 2025 年全球新能源汽车销量将达到 2240 万辆,同比增长 23%。其中中国销量将达到 1650 万辆,同比增长 28%,占比将进一步提升至 74%,继续成为引领全球新能源汽车市场增长的最大动力。

图4：中国新能源汽车销量



数据来源：中汽协，EVTank，东莞证券研究所

图5：全球新能源汽车销量



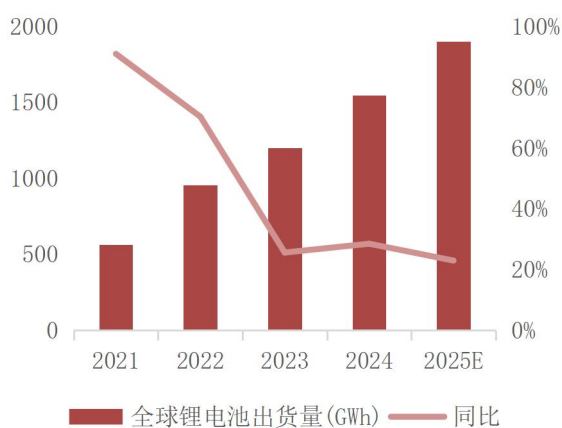
数据来源：EVTank，东莞证券研究所

根据 EVTank 数据,2024 年全球锂电池出货量 1545.1GWh,同比增长 28.5%；其中中国出货量 1214.6GWh,同比增长 36.9%，占比将近八成，占比进一步提升。一方面是国内市

场需求持续高增长，另一方面是龙头企业加速出海也带来了出货量的显著增长。其中动力电池出货量 1051.2GWh，同比增长 21.5%，占比 68%；储能电池出货量 369.8GWh，同比增长 64.9%，占比 24%。EVTank 预计 2025 年全球锂电池出货量将达到 1899GWh，同比增长 23%。

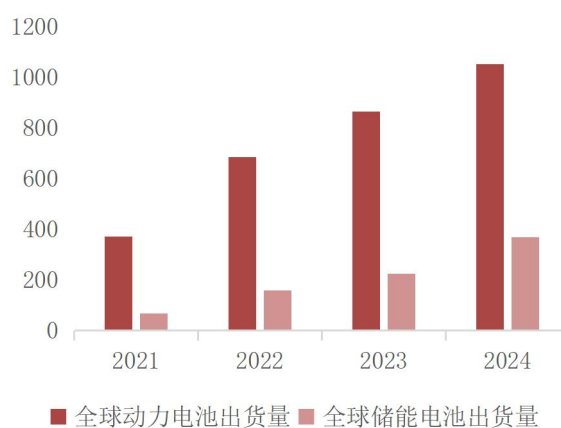
未来几年锂电池在动力和储能两大市场的前景依然广阔。随着电池技术不断进步，电动车续航里程焦虑缓解、充电时长缩短，以及智能驾驶的应用将进一步提振汽车电动化；可再生能源持续发展，人工智能发展对算力中心的需求也将带动储能电池市场增速提升。根据 Interact Analysis，全球锂电池出货量在 2024-2029 年期间的复合年均增长率预计为 20.6%。

图6：全球锂电池出货量



数据来源：EVTank，东莞证券研究所

图7：全球动力和储能电池出货量（GWh）



数据来源：EVTank，东莞证券研究所

2030年全球锂电设备市场规模有望达3000亿元，2025-2030年复合年增长率将达14.4%。

下游锂电池的需求快速增长，驱动锂电设备的市场规模在 2021-2023 年实现快速增长。根据 EVTank 数据显示，2024 年全球锂电设备市场规模为 1331.4 亿元，同比下降 28.8%，为近年来首次出现下降。2024 年全球锂电设备市场规模出现较大幅度的下滑，主要原因在于：（1）2024 年以来，下游锂电池企业处于持续降价和去库存阶段，部分电池企业经营出现阶段性困难，现金流相对紧张，整个行业的产能扩张计划放缓，对新增设备的需求出现了较大幅度的下滑；（2）由于电池企业的项目交付和设备验收节奏延迟，锂电设备企业的回款周期延长；（3）欧美市场地缘政治因素、美国 IRA 法案、欧盟新电池法规以及特朗普上台后对于新能源政策的不确定性导致海外电池产能的建设不及预期，2024 年海外锂电设备市场规模增速仅为 7%，远低于之前的预期。

而展望未来 5 年，欧美等国对于电池本土化生产的推动，将驱使海外锂电设备市场将是增速较快的市场。另一方面，锂电池技术的升级会带来新的设备需求，包括固态电池设备、大圆柱电池设备、钠离子电池设备、全极耳电池设备等将对锂电设备市场带来新的增长空间。根据 EVTank 数据，预计 2030 年全球锂电设备行业的市场规模将达到 3000 亿元，2025-2030 年复合年均增长率将达 14.4%。

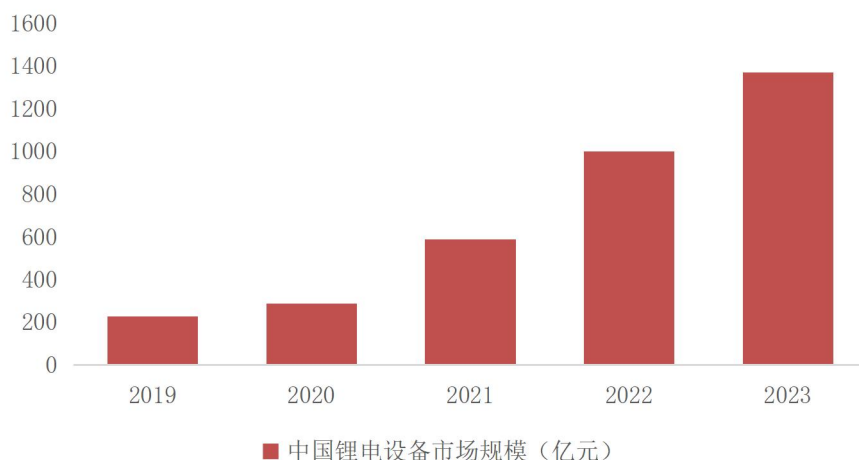
图8：全球锂电设备行业市场规模（亿元）



数据来源：EVTank，东莞证券研究所

中国市场而言，由于全球锂电池产能主要集中在中国，中国锂电设备行业的市场规模占全球市场规模的比例达到70%以上。近年来，随着新能源汽车、储能等行业蓬勃发展，带动锂电池需求快速增长，锂电池企业持续扩产，同时国内头部锂电设备企业逐步进入到日本、韩国、欧洲等海外电池企业的供应链体系，以及国内锂电池企业加快出海布局，带动国内锂电设备的市场规模不断扩大。国内锂电设备市场规模从2019年的229亿元持续增长至2023年的1370亿元，复合年均增长率达56%。

图9：中国锂电设备行业市场规模（亿元）



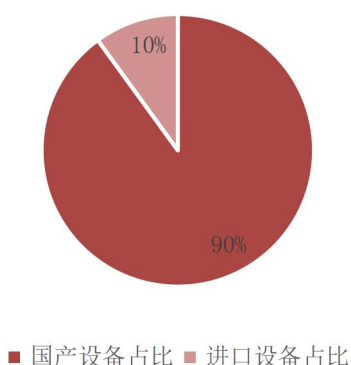
数据来源：高工锂电，我的电池网，东莞证券研究所

2.2 国产化率高，头部效应明显

国产锂电设备技术持续升级，国产化率已达90%以上。国外锂电设备行业起步较早，日本、韩国等海外锂电设备企业凭借本国较强的机械加工制造能力，以及松下、三星等锂电池企业的先发配套优势，率先进入锂电设备领域。早期锂电设备市场主要被日韩企业占据。相比而言，国内锂电设备企业虽然起步较晚，但是近年来，伴随着国内新能源汽车行业的快速发展和领先壮大，国内锂电设备行业获得了快速发展，国内锂电设备企业的技术水平不断加强，区域优势和成本优势显著，锂电设备的国产化率也随之不断提升。

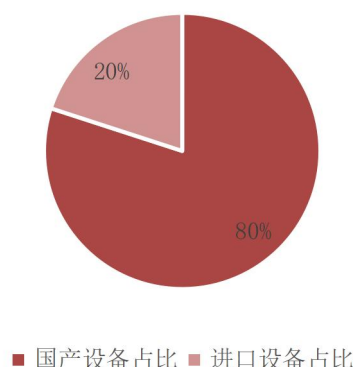
从产品布局上看，我国在锂电池生产的前段极片制作、中段电芯装配、后段化成封装等设备领域均已形成了完善的产业布局，实现了良好的协同效应。目前我国锂电设备整体的国产化率已经达到 90%以上，其中关键工序的设备国产化率也达到 80%以上。前段设备的技术要求较高，其国产化率相较于中后段设备略低，前段设备中的核心设备涂布机部分高端机型仍依赖进口；中后段设备基本实现进口替代，国产设备已经达到国际先进水平。

图10：锂电设备整体国产化率



数据来源：人民网，东莞证券研究所

图11：锂电生产关键工序设备国产化率



数据来源：人民网，东莞证券研究所

锂电设备企业的竞争核心主要在于技术迭代速度和客户绑定能力：

（1）电池技术持续迭代发展：技术优势是锂电设备企业竞争的核心。下游市场对于高能量密度、长寿命、快速充电等锂电池的需求日益增长，对锂电池提质降本的需求也不断升级，驱使锂电池技术不断进步，以及固态电池、大圆柱电池等新型电池技术不断迭代发展，电池厂商对锂电设备的性能要求不断提升，锂电设备企业需加大研发力度提升技术和工艺水平。目前在锂电设备众多细分环节中，行业领先企业一般具备更高的技术水平和工艺水平。

（2）客户黏性较强：锂电池设备生产工艺十分繁杂、严格，其设计和开发涉及多种技术和制造工艺，根据下游客户领域和产品的不同而有着较大区别，定制的属性较强，通常设备厂商与电池厂商联合研发锂电池产线。因此，锂电设备行业的客户黏性较强，锂电设备企业往往与下游客户保持长期稳定的合作关系。头部电池厂商通常绑定 2-3 家设备供应商。新进入企业要想进入这些优质客户的供应链体系，至少需要在技术储备、产品性能以及服务质量等方面取得突破性进展，形成对现有锂电设备企业的比较优势。

目前我国锂电设备行业呈现“一超多强，群雄逐鹿”的格局。目前我国锂电设备行业的市场集中度较高。先导智能作为全球锂电设备龙头供应商领跑市场，占据了全球约 20% 的市场份额，其具备覆盖前中后段全工序设备的能力，而行业内其他主要厂商通常未涵盖锂电池全工序设备，一般是根据企业自身技术特点专注于某一段或某几段工序设备。赢合科技、杭可科技、利元亨、科恒股份、璞泰来、星云股份等领先企业在某些细分领域上具有优势，共同占据着主要的市场份额；海目星、联赢激光等企业凭借在某一细分

领域或特定技术具有独特优势而占据一定的市场份额。

表 2：锂电设备行业竞争格局

特点	代表企业	行业地位	竞争优势
一超	先导智能	全球领先的锂电池智能装备供应商，占据了较大的市场份额。	产品线齐全，覆盖锂电池生产全流程。技术研发实力雄厚，拥有多项核心专利。规模效应明显，成本控制能力强。
多强	赢合科技、杭可科技、利元亨、科恒股份、璞泰来、星云股份等	国内领先的锂电池智能装备供应商，在各自的细分领域具有优势。	专注于特定领域，技术领先，产品性能优异。客户服务体系完善，响应速度快。
群雄逐鹿	海目星、联赢激光、浩能科技、鸿宝锂电、海裕百特等	数量众多、竞争激烈，部分企业在各自的细分领域具有一定优势。	专注于特定产品或技术，灵活性强。价格优势明显，产品性价比高。

资料来源：中商产业研究院，东莞证券研究所

未来我国锂电设备行业市场集中度有望进一步提升：

（1）**落后产能出清有望推动行业集中度进一步提升。**一方面，在当前锂电池行业加速出清落后产能、市场集中度提升的趋势下，锂电设备行业也将加速出清弱势企业，行业集中度进一步提升。另一方面，锂电池行业当前处于整体产能消化阶段，但优质产能并不过剩，头部电池企业的产能扩张持续推进，头部电池企业扩产为锂电设备行业带来结构性增长机会。由于锂电设备企业客户黏性较高的特点，绑定头部电池企业的锂电设备企业将获得更强的竞争优势。

（2）**锂电设备智能化整线化交付逐渐成为趋势，头部企业更具优势。**锂电设备行业正在向“整线解决方案+全生命周期服务”转型。智能化、整线化的行业趋势要求设备企业具备更强的技术整合能力，头部企业更具优势。因此，龙头企业凭借规模与研发优势有望进一步拉开差距，而中小企业将通过细分领域创新寻求市场份额。

综合而言，2025 年我国锂电设备行业的竞争格局将呈现出龙头企业主导、新型技术驱动、市场集中度提升的特点。

3. 固态电池产业化推进催生锂电设备新需求

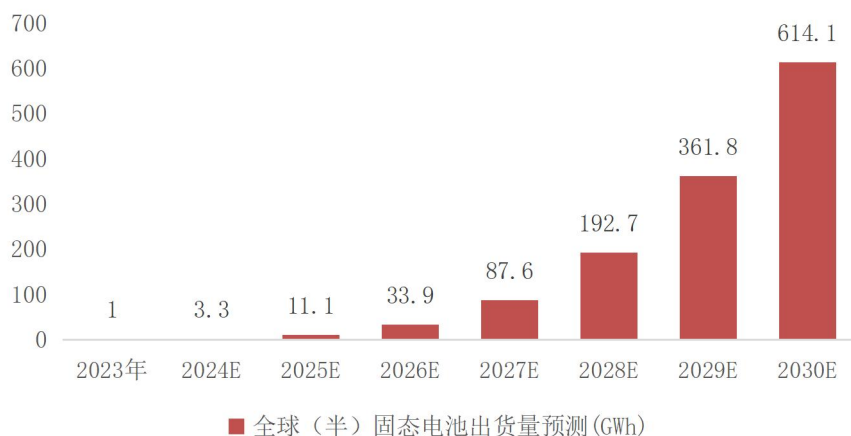
3.1 下游需求推动固态电池产业化提速

固态电池凭借高性能优势成为下一代锂电池，新能源汽车和低空 eVTOL 等下游需求持续催化。固态电池拥有高能量密度和高安全性两大显著优势，成为新能源汽车高端车型和低空 eVTOL 的动力供给首选。新能源汽车方面，比亚迪、广汽、上汽、长安、奇瑞、一汽等国内主流车企，以及大众、宝马、奔驰、丰田、本田、日产、现代等国外主流车企，已陆续公布了全固态电池装车时间表，多家车企计划于 2027 年左右开始上市搭载全固态电池车型。低空方面，随着相关政策的不断完善和落实，eVTOL、载人飞艇等低空飞

行器的适航认证和商业化进程正在加快推进。2026 年左右国内 eVTOL 主机厂商有望迎来密集取证。eVTOL、载人飞艇等低空飞行器的市场需求增长将推动对高性能固态电池的需求增长。此外，随着人工智能、航空航天等领域发展，未来固态电池的应用场景将进一步拓宽。

2025-2030 年全球固态电池出货量将迎来高速增长。自 2024 年开始国内半固态电池率先进入量产阶段，全固态电池将提前至 2027 年开始小批量生产，固态电池的产业化进程呈现加速的势头。未来随着固态电池技术不断进步，市场需求日益增长，成本逐渐呈下降趋势，尤其是国内半固态电池产业化进程已开启，国内外主流电池厂商全固态电池量产时间表逐渐明朗，未来几年全球固态电池的出货量将得以快速增长。2023 年全球固态电池出货量约 1GWh，2024 年出货量约 3.3GWh。根据 EVTank 数据，预计 2025 年全球固态电池出货量将超 10GWh，2030 年将超 600GWh，2025-2030 年的复合年均增长率高达 123%。预计到 2030 年固态电池在整体锂电池中的渗透率在 10%左右，市场规模将超过 2500 亿元。

图12：全球固态电池出货量预测



数据来源：EVTank，东莞证券研究所

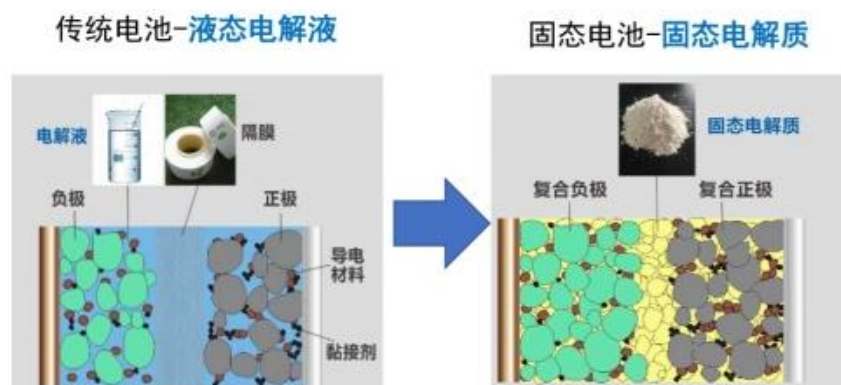
固态电池发展，设备先行。固态电池设备是支撑固态电池产业发展的基础和关键环节。根据全固态电池将于 2027 年开始小批量生产，可以预见，2025 年-2026 年固态电池中试线设备需求将明显起量。并且随着固态电池市场规模不断扩大，固态电池设备的市场规模也将迎来显著增长。

固态电池设备的价值量高于传统锂电设备的价值量。传统液态电池单 GWh 产能对应的设备投资金额大约为 2-2.2 亿元。半固态电池和全固态电池的整体投资金额更大。半固态电池使用的是固液混合电解质，电池中电解液的含量占比在 5%~10%之间，增加涂覆固态电解质，其电化学原理与液态锂电池相同，基本可以沿用现有成熟的电池制造工艺，因此，半固态电池单 GWh 产能对应的设备投资金额提升 30%，约为 2.8 亿元左右。而全固态电池的生产设备与传统锂电设备存在显著差异，全固态电池单 GWh 产能对应的设备投资金额大概是传统液态电池的 2-3 倍，约为 4-6 亿元。

3.2 固态电池与传统液态电池的生产工艺差异大

固态电池采用固态电解质取代传统液态电池的电解液和隔膜。传统液态锂电池由正极、负极、电解液和隔膜四大关键要素组成。固态电池采用固态电解质取代传统液态电池中的电解液和隔膜。

图13：固态电池与液态电池的组成区别



数据来源：锂电前沿，东莞证券研究所

由于全固态电池采用全新的材料体系和电池结构，现有的传统锂电池制造工艺和设备无法实现其产业化生产与制造，需要进行相应的创新和改进。目前全固态电池尚未量产，因此，生产工艺并未定型，并且不同类型的固态电池生产工艺和制造过程会有所不同，具体取决于电池的设计和应用。但可以确定的是，全固态电池生产工艺与现有的传统液态电池生产工艺存在较大差异。主要体现在如下方面：

1. 前段极片制作环节

- **传统锂电池：**采用湿法合浆和涂布技术，将活性材料、导电剂和黏结剂混合成浆料后涂布在集流体上，随后进行干燥和辊压。
- **固态电池：**引入干法电极技术，省去溶剂使用，直接通过干法合浆和涂布工艺制备极片。此外，还需额外进行电解质膜的涂布与辊压，以形成固态电解质层。

2. 中段电芯装配环节

- **传统锂电池：**采用卷绕或叠片工艺，将正负极片和隔膜卷绕成电芯，随后注入电解液并进行封装。
- **固态电池：**采用叠片工艺，结合极片胶框印刷和等静压技术，确保固态电解质与电极之间的紧密接触。由于全固态电池无需电解液，省去了注液工序。

3. 后段化成封装环节

- **传统锂电池：**封装后通过低压化成激活电池。
- **固态电池：**由于固态电解质的高离子电导率需求，化成过程趋向高压化，以优化电池性能。

综合来看，全固态电池相对传统液态锂电池的核心生产工序主要区别在于：前段固态电解质和极片制作环节，全固态电池更适配干法电极技术，增加了干法混合、干法涂布实现固态电解质膜制备；中段电芯装配环节，固态电池采用“叠片+极片胶框印刷+等静压技术”取代传统的卷绕工艺，并删减了注液工序；后段化成封装环节，从化成分容转向高压化成分容。

3.3 固态电池发展将推动生产设备升级革新

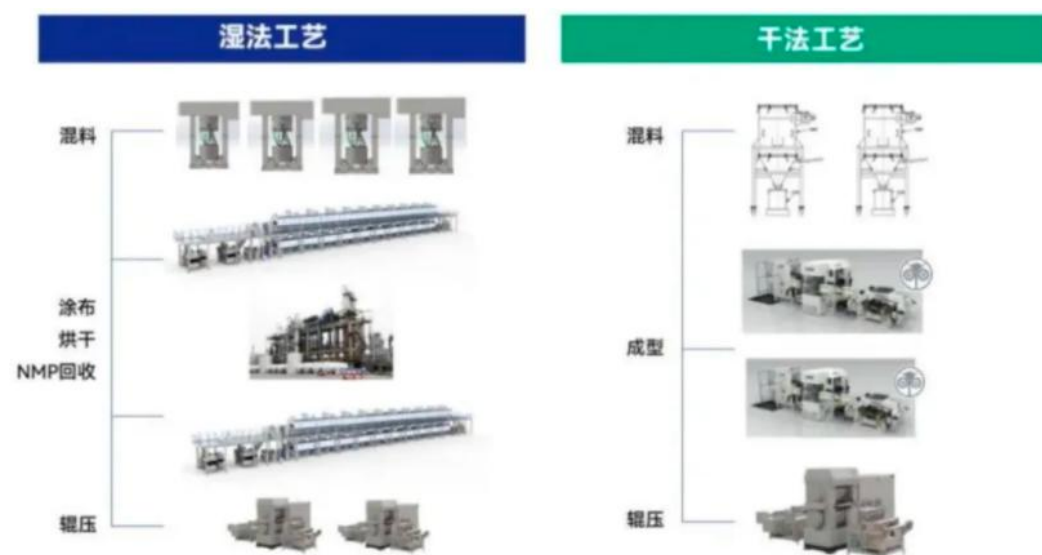
固态电池发展将推动电池生产设备升级和革新。全固态电池的生产流程引入了干法电极、等静压等新技术，新增干法电极设备（替代湿法涂布机）、等静压设备；高压化成的工艺变化使得新增高压化成分容设备；叠片设备需要升级改造（提升精度）。

（一）前段极片与固态电解质制备环节：干法电极设备是核心的增量设备

干法电极技术更适配固态电池：

干法电极技术最大的优势在于能够提高电极的压实密度，从而提高电池能量密度。干法电极工艺是一种新型的电极制造工艺，最大的优势在于能够提高电极的压实密度。目前锂电池主要采用传统的湿法电极制造工艺。湿法电极制造过程中，需要使用溶剂将活性材料、导电剂和黏结剂混合后涂布在集流体上，然后再进行干燥、NMP 溶剂回收和辊压。而干法电极技术则直接将电极材料混合成干粉，通过机械压到集流体上形成电极片。这种方法可以提高电极的压实密度。对于固态电池而言，更高的压实密度意味着在相同体积下可以容纳更多的正负极材料，从而提高电池的能量密度。

图14：干法工艺与湿法工艺流程对比



数据来源：新能源时代，东莞证券研究所

干法电极技术更适配固态电池等高能量密度电池。干法电极技术的理念与固态电池类似，在全固态电池中，硫化物电解质对有机溶剂较敏感，同时金属锂容易与溶剂反应导致膨胀，传统的PVDF-NMP体系黏结强度有限，而干法电极中由PTFE（聚四氟乙烯）原纤维化构成的二维网络结构，可以抑制活性物质颗粒的体积膨胀，防止其从集流体表面脱落。

此外，采用干法电极工艺，固态电池的极片制造过程可以实现完全干燥，消除湿法工艺烘干后溶剂分子的残留问题。因此，干法电极技术更适用于固态电池生产中。

干法电极工艺技术简化提升效率，具有成本优势，有利于推动固态电池商业化。干法电极工艺可以简化生产工艺，降低成本，提高生产效率。干法极片制造无需 NMP 溶剂，在极片制作环节可减少烘干及溶剂回收环节，将电极制造过程一体化，将湿法工艺所需的混合、制浆、涂布、干燥、辊压等过程一体化，工艺流程更简单，设备占地面积更小。根据纳科诺尔预计，干法电极量产后可降低电池成本 10% 以上。并且流程简化后的干法电极技术适配电池极片的大规模生产。因此，干法电极技术被认为是推动固态电池商业化的重要技术之一。

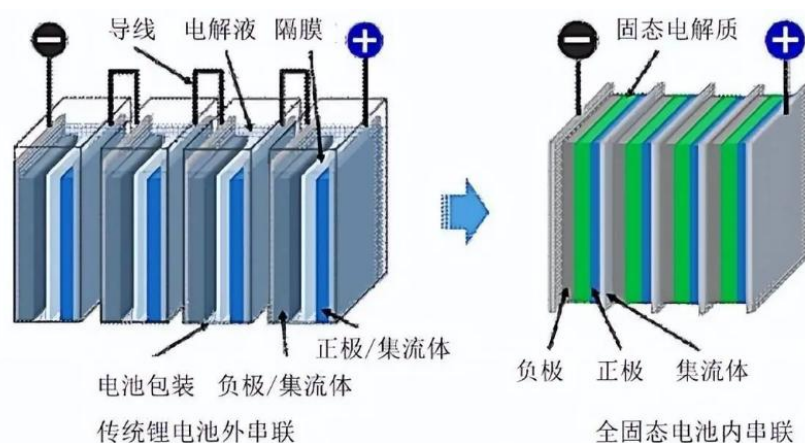
目前干法电极技术的关键难点：根据纳科诺尔介绍，目前干法电极技术的关键难点在于混合电极材料粉末的均匀性以及成膜的一致性。在设备领域，干法工艺对辊压的精度、均匀度以及压实密度的要求会更高。

（二）中段电芯装配环节：采用“叠片+极片胶框印刷+等静压技术”

①叠片机：固态电池不适用卷绕设备，需要使用叠片机，且精度要求更高。

无论固态电池还是液态电池都需要用到叠片机，但由于固态电池的固态电解质具有脆性特性，且对设备的精度和稳定性要求更高，使得其需要进行更多的叠片工艺，因此，固态电池制造所需要的叠片机需求也会增加。

图15：固态电池叠片工艺



数据来源：张卓然等《硫化物全固态电池的研究及应用》，东莞证券研究所

②固态电池极片胶框覆合技术：提升固态电池极片贴合度，避免内短路问题

现有的固态电池生产工艺仍不成熟，存在一些不足之处，当极片料卷在完成裁断工序后与其他极片进行复合、以制备固态电池电芯时，难以确保相邻的极片之间具有高的贴合度，从而导致固态电池电芯的质量下降。根据利元亨公开的专利技术，其提出了一种固

态电池极片胶框覆合方法、装置及叠片设备，能够提升固态电池电芯中的相邻极片之间的贴合度，保证固态电池电芯的质量佳。

图16：固态电池极片胶框覆合方法



数据来源：国知局，东莞证券研究所

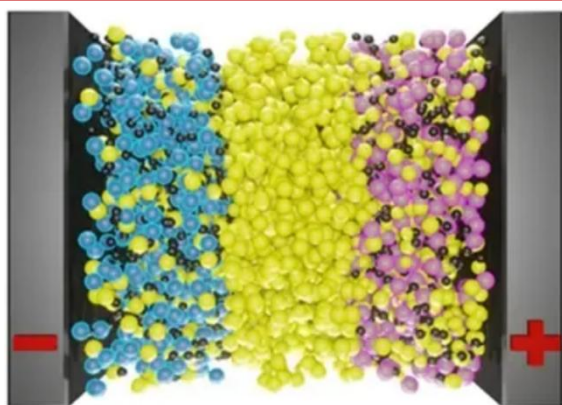
③等静压机为核心增量设备之一

等静压技术用于改善固态电池固固界面接触问题。

生产固态电池一般是将正极、固态电解质、负极堆叠在一起组装。考虑到固态电解质要与电极形成良好的固固界面接触、在循环过程中会发生接触损耗以及要抑制锂枝晶形成等，堆叠时需要新增加压设备，施加超过 100MPa 压力使各材料致密堆积。传统热压、辊压方案提供压力有限且施加压力不均匀，难以保证致密堆积的一致性要求，进而影响固态电池的性能。

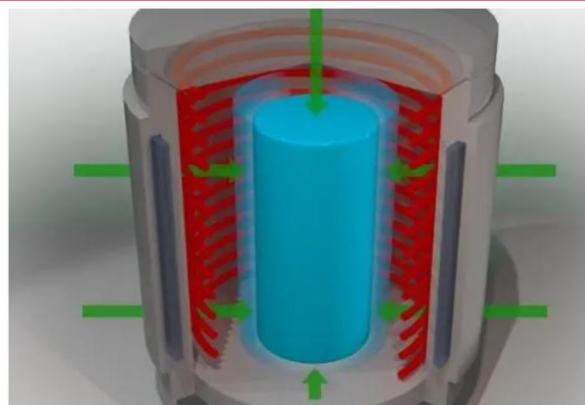
等静压技术基于帕斯卡原理，金属、陶瓷、复合材料和聚合物等材料都能实现致密化，消除孔隙。对于固态电池而言，等静压技术可以有效消除电芯内部的空隙，确保电解质材料达到理想的致密化程度，提升电芯内组件界面之间的接触效果，从而显著提升离子电导率 30%以上，降低电池内部电阻率 20%以上，循环寿命提升 40%，大幅改善电池性能。而等静压成型需要用到的设备为等静压机。

图17：固态电池结构示意图



数据来源：锂电那些事，东莞证券研究所

图18：等静压技术示意图



数据来源：锂电那些事，东莞证券研究所

目前等静压技术在固态电池制造领域面临的挑战：等静压技术本身是一项成熟的技术，在陶瓷、粉末冶金等领域已有广泛应用。然而，在固态电池领域的应用仍处于探索和发展阶段，技术成熟度相对较低。目前等静压技术在固态电池领域的推广仍然面临着如何选取合适的压制温度和压力组合，以及如何控制压实质地，如何提高生产效率与良率等挑战。

（三）后段化成封装环节：新增高压化成设备

高压化成设备将替代传统化成设备

常规的锂电池化成压力要求为 3-10 吨，而固态电池化成的压力要求提高至 60-80 吨。固态电池需要高压化成的核心原因在于其独特的固-固界面特性和离子传导机制，这与传统液态电池的化成过程存在本质差异。

- ① **解决固固界面接触问题：**固态电解质与电极之间是刚性接触，存在微观空隙和接触不良，必须通过高压（通常 60-100MPa）压制才能消除界面空隙，增大有效接触面积；促进固态电解质与电极的物理/化学结合。
- ② **激活离子传导通道：**固态电解质离子电导率低，需要高压化成实现强制锂离子穿透固固界面屏障，在界面处形成离子导通网络，以及降低界面阻抗。

4. 投资建议

固态电池产业化进程提速，半固态电池自 2024 年开始已逐步进入量产阶段，全固态电池将于 2027 年开始小批量生产。固态电池迭代发展将驱动锂电设备行业升级革新，并带来结构性的增量市场需求。随着固态电池产业化推进，固态电池生产涉及的新增设备将是具有高确定性的细分领域。提前布局固态电池领域并且在技术上拥有领先优势的设备公司将率先受益固态电池破局扩张带来的市场增量机遇。

重点关注把握电池新技术发展机遇、积极布局固态电池核心工艺设备的锂电设备公司：具备全固态电池整线设备解决方案能力的先导智能（300450），在干法电极设备领域拥有先发优势的纳科诺尔（832522），已中标国内头部企业首条全固态电池整线项目的利元亨（688499），已完成干法前段整线的成膜技术布局的曼恩斯特（301325），推出了第三代干法搅拌纤维化+干法成膜全固态工艺的赢合科技（300457）。

先导智能（300450）：具备全固态电池整线设备解决方案能力

公司是全球锂电设备龙头供应商，连续多年市占率居全球第一，覆盖前、中、后段全产业链设备。在固态电池领域，公司是全球领先的拥有自主知识产权的全固态电池整线解决方案厂商，已具备车规级全固态动力电池整线解决方案能力。布局固态电池整线技术，覆盖正负极电极制备、电解质膜制备、锂金属电极制备、固态电池切叠和电芯致密化、组装、化成分容等工艺整线。目前，公司已成功打通全固态电池量产的全线工艺环节，实现了从整线解决方案到各工段的关键设备覆盖。同时，公司已与欧美、中国、日韩主要固态电池企业和主机企业开展了固态电池及干法电极相关合作，现已交付固态电池关键前道干法剪切混料设备、成膜复合设备，并已完成交付首批固态电池切叠设备。2024 年 11 月，公司与宁德时代签订战略合作协议，双方约定在包括固态电池等新领域新技术方面开展合作、共享资源。

纳科诺尔（832522）：在干法电极设备领域拥有先发优势

公司为国内锂电辊压设备行业领先企业，也是最早参与固态电池设备研发的企业之一。通过不断改进产品设计，开发了可用于固态电池生产的干法电极、锂带压延、电解质成膜、转印等设备，正进行高压成型、等静压等设备的研发。其中，参股公司清研纳科智能装备科技（深圳）有限公司的多辊连轧装备通过多次升级迭代，已经推出干法电极设备四辊、五辊、八辊、十辊等系列产品，支持三元、磷酸铁锂、硅碳等多种材料的极片生产。干法电极成型复合一体机实现了电极膜成型以及与集流体复合的一体化，已经获得国内头部客户的订单，陆续向客户提供了 10 多套干法电极设备。目前，位于河北总部的固态电池联合实验室项目正在加快建设，该项目建成后将进一步加快全固态电池商业化进程。2024 年实现营收 10.5 亿元，同比增长 11.4%；归母净利润 1.64 亿元，同比增长 32.1%；扣非后净利润 1.55 亿元，同比增长 36.1%。

利元亨（688499）：中标国内头部企业首条全固态电池整线项目

公司早在 2020 年就开始布局固态电池业务，在固态电池核心工艺方面已有较深研究和积累，拥有相对应专利布局，已经为领先固态电池企业清陶能源陆续提供了化成分容、激光焊接、激光模分一体机、电芯装配线等设备，主要设备已完成交付。目前公司已实现全固态电池量产全线工艺覆盖，形成包含整线解决方案及关键工段设备的综合能力，包括成功开发出干法电极设备、固态电解质压制转印设备、锂铜复合设备等关键设备的样机，并在极片绝缘胶框成形设备、高压化成分容设备等方面取得了阶段性成果。2024 年 11 月已中标国内头部企业的第一条硫化物固态电池整线项目，该项目覆盖了固态电池生产的前段、中段和后段设备。业务订单层面，2025 年以来，公司陆续中标多家头部客户的批量订单，拓展了印度、捷克、波兰等海外市场，客户质量与订单规模显著提升，目前在手订单质量较好，2025 年经营业绩有望改善。

曼恩斯特（301325）：完成干法前段整线的成膜技术布局

公司是一家拥有高精密狭缝式涂布模头产品的设计、研发和生产及涂布技术产业化整体解决方案能力的高新技术企业。高精密狭缝式涂布模头是涂布机的核心部件，公司的高精密狭缝式涂布模头具备与国外领先品牌竞争的能力，实现了进口替代。公司在固态电池领域已初步完成“湿法+干法”工艺装备的双线布局，已初步完成干法前段整线的成膜技术布局，涵盖配料混合、黏结剂原纤化、造粒、成膜、集流体复合等全套前端工艺。此外在陶瓷化材料应用、双层涂布及自动闭环控制等方面均有较深的技术沉淀。2024 年公司国内外多家企业提供了干法电极的测试实验，并在混合设备、双螺杆挤出设备、多辊成膜设备等多款核心产品均有订单贡献；同年 12 月，公司成功中标了头部电池企业的固态电池设备采购项目。

赢合科技（300457）：推出了第三代干法搅拌纤维化+干法成膜全固态工艺

2024 年公司开发的湿法固态极片涂覆设备已成功发货到国内头部客户现场。在固态电池辊压设备方面，2024 年公司推出了第三代干法搅拌纤维化+干法成膜全固态工艺，该解决方案从粉体搅拌、纤维化、均匀铺粉、多辊点击转移、多辊厚度闭环、电极切边、电极复合七大核心技术，在制造端可大幅提升极片制造效率，节约生产成本，在产品端具备更高的压实密度和能量密度。

表 3：重点公司盈利预测及投资评级（2025/3/28）

股票代码	股票名称	股价(元)	EPS（元）			PE			评级	评级变动
			2023A	2024E	2025E	2023A	2024E	2025E		
300450	先导智能	21.45	1.13	0.17	1.33	18.96	129.21	16.13	买入	首次
832522	纳科诺尔	56.24	1.33	1.46	2.07	42.29	38.53	27.17	买入	首次
688499	利元亨	26.18	-1.70	-5.96	0.09	--	--	290.89	未评级	
301325	曼恩斯特	58.84	2.84	0.42	1.54	20.72	141.11	38.21	增持	首次
300457	赢合科技	20.70	0.85	0.78	1.61	24.35	26.54	12.86	增持	首次

资料来源：iFinD，东莞证券研究所

5. 风险提示

（1）固态电池产业化进程不及预期风险：固态电池的发展推动设备的更新迭代，但固态电池目前的技术还不够成熟，仍面临一系列尚未解决的科学难题，生产成本也较高，若未来技术发展缓慢，产业化进程不及预期，将不利于相关设备企业的经营发展。

（2）技术路线迭代变革风险：锂电池技术快速迭代，锂电设备工艺更新迭代速度也较快，设备厂商需持续投入研发以保持竞争力。相关企业若研发效果不及预期，产品不适用于新的电池技术路线，业绩将面临下滑风险。

（3）下游需求不及预期风险：若新能源汽车、储能等下游需求增速放缓或下降，锂电池生产企业扩产意愿低，将影响对锂电设备的需求，进而影响相关企业的新增订单获取。

（4）海外市场拓展不及预期风险：若海外锂电池产能扩张速度缓慢，或受到地缘政治、贸易摩擦等因素影响，对相关设备企业的海外市场拓展将带来不利。

（5）市场竞争加剧风险：随着锂电池行业产能不断扩大，锂电池或锂电设备的市场供给增加大于需求增加，行业的竞争将进一步加剧，产业链相关企业的经营业绩将受到不利影响。

东莞证券研究报告评级体系：

公司投资评级	
买入	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 15%以上
增持	预计未来 6 个月内，股价表现强于市场指数 5%-15%之间
持有	预计未来 6 个月内，股价表现介于市场指数±5%之间
减持	预计未来 6 个月内，股价表现弱于市场指数 5%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，导致无法给出明确的投资评级；股票不在常规研究覆盖范围之内
行业投资评级	
超配	预计未来 6 个月内，行业指数表现强于市场指数 10%以上
标配	预计未来 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
低配	预计未来 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 10%以上

说明：本评级体系的“市场指数”，A 股参照标的为沪深 300 指数；新三板参照标的为三板成指。

证券研究报告风险等级及适当性匹配关系	
低风险	宏观经济及政策、财经资讯、国债等方面的研究报告
中低风险	债券、货币市场基金、债券基金等方面的研究报告
中风险	主板股票及基金、可转债等方面的研究报告，市场策略研究报告
中高风险	创业板、科创板、北京证券交易所、新三板（含退市整理期）等板块的股票、基金、可转债等方面的研究报告，港股股票、基金研究报告以及非上市公司的研究报告
高风险	期货、期权等衍生品方面的研究报告

投资者与证券研究报告的适当性匹配关系：“保守型”投资者仅适合使用“低风险”级别的研报，“谨慎型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中低风险”的研报，“稳健型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中风险”的研报，“积极型”投资者仅适合使用风险级别不高于“中高风险”的研报，“激进型”投资者适合使用我司各类风险级别的研报。

证券分析师承诺：

本人具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，以勤勉的职业态度，独立、客观地在所知情的范围内出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点，不受本公司相关业务部门、证券发行人、上市公司、基金管理公司、资产管理公司等利益相关者的干涉和影响。本人保证与本报告所指的证券或投资标的无任何利害关系，没有利用发布本报告为自身及其利益相关者谋取不当利益，或者在发布证券研究报告前泄露证券研究报告的内容和观点。

声明：

东莞证券股份有限公司为全国综合性综合类证券公司，具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供东莞证券股份有限公司（以下简称“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客户。本报告所载资料及观点均为合规合法来源且被本公司认为可靠，但本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。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，可随时更改。本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可跌可升。本公司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，亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与本公司其他业务部门或单位所给出的意见不同或者相反。在任何情况下，本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供客户作参考之用，并不构成对任何人的投资建议。投资者需自主作出投资决策并自行承担投资风险，据此报告做出的任何投资决策与本公司和作者无关。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，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。本公司及其所属关联机构在法律许可的情况下可能会持有本报告中提及公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、经纪、资产管理等服务。本报告版权归东莞证券股份有限公司及相关内容提供方所有，未经本公司事先书面许可，任何人不得以任何形式翻版、复制、刊登。如引用、刊发，需注明本报告的机构来源、作者和发布日期，并提示使用本报告的风险，不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本证券研究报告的，应当承担相应的法律责任。

东莞证券股份有限公司研究所

广东省东莞市可园南路 1 号金源中心 24 楼

邮政编码：523000

电话：（0769）22115843

网址：www.dgzq.com.cn