证券研究报告

浙商证券股份有限公司
ZHESHANG SECURITIES CO.LTD

复合集流体：安全性与经济性兼备的锂电新技术，产业化渐行渐近

——深度研究系列

行业评级：看好

2023年8月23日

分析师	邱世梁	分析师	王华君	研究助理	张菁
邮箱	qiushiliang@stocke.com.cn	邮箱	wanghuajun@stocke.com.cn	邮箱	zhangjing02@stocke.com.cn
电话	18516256639	电话	18610723118	电话	13802299976
证书编号	S1230520050001	证书编号	S1230520080005	证书编号	S1230122060036

复合集流体：安全性与经济性兼备，产业化进程有望提速

浙商证券股份有限公司
ZHESHANG SECURITIES CO.LTD

■ 复合集流体：“三明治”结构的锂电池正负极新技术，安全性与经济性兼备

复合集流体是一种新型的集流体材料技术，在提升电池安全性、提升能量密度、高循环寿命、低成本等优势明显，可应用于动力、储能、消费电池。其呈现“三明治”结构，内层为2.5 μm或4.5μm聚合物高分子层（如PP、PET、PI），在高分子材料上下各加上1μm金属（如铜、铝）。**其优势体现：**1）高安全性：中间层高分子材料起到“保险丝“作用，防止热失控；2）高比容：重量更轻，可提升电芯能量密度；3）高循环寿命：循环寿命可提高5%；4）低成本：高分子材料价格相对低。据测，复合铜箔比电解铜箔的铜用量降低约69%，分别约17.92g、58.24g。PET复合铜箔、电解铜箔单位成本分别约3.26、3.97元/平方米，复合铜箔单位成本较电解铜箔下降18%。

■ 复合铜箔的基材选择、工艺路线尚未定型，仍处于多路线并行推进；复合铝箔相对确定，已开启量产导入期

1、基材方面：中间层高分子材料有PP、PET、PI等，PP和PET为当下膜材厂商主流选择。PP和PET材料各有优劣，综合来看PET的应用已相对成熟；PP体量较小，正在攻克金属附着力难点；PI材料还未进入导入阶段。目前，复合铜箔仍存在PP、PET技术路线之争，复合铝箔基本已确认使用PET。

2、工艺路线方面：1）复合铜箔工艺主要有一步法、两步法、三步法，两步法凭借其高性价比、高良率、低成本优势，成为目前主流选择。①一步法：有化学沉积的全湿法、物理沉积的全干法；②两步法：磁控溅射+水介质电镀；③三步法：磁控溅射+真空蒸镀+水介质电镀。**2）复合铝箔：**一步法，采用蒸镀工艺，核心为真空蒸镀。

3、设备方面：1）超声波滚焊机：复合集流体的应用需在锂电池制造的前道工序中**新增采用超声波高速滚焊技术的极耳转印焊工序。**主要参与者骄成超声。**2）真空镀膜设备：**有三种技术①真空蒸发镀膜：复合铜箔三步法制备工艺中第二步；复合铝箔制备核心设备，市场参与者有汇成真空、湘潭宏大、广东振华、道森股份等；②真空磁控溅射镀膜：复合铜箔二步法、三步法制备工艺中第一步，市场参与者汇成真空、道森股份、东威科技等；③真空离子镀膜。**3）水介质电镀设备：**复合铜箔二步法、三步法中的最后一步，主要作用是增厚铜层，实现导电需求。市场参与者东威科技。

■ 复合集流体处于产业加速期；预计2023-2025年全球复合集流体设备、材料市场规模CAGR约762%、606%

1、产业化进程：1）复合铜箔：处于技术验证期，穿孔、铜膜结合力等问题成为影响量产痛点，我们预计最快将于2023Q4导入量产；**2）复合铝箔**：已进入量产导入期。

2、市场规模：预计2025年全球复合集流体设备市场规模151亿，2023-2025CAGR=762%；材料市场规模205亿元，2023-2025CAGR=606%。

■ 投资建议：聚焦优质设备、膜材厂商，有望优先受益量产突破

【设备厂商】：重点推荐骄成超声、东威科技、先导智能；**关注**三孚新科、道森股份、汇成真空（未上市）。**【基材厂商】：关注**双星新材、东材科技、铜峰电子、康辉新材、瑞华泰。**【膜材厂商】：关注**璞泰来、宝明科技、诺德股份、双星新材、万顺新材、胜利精密、元琛科技、英联股份、中一科技、隆扬电子、重庆金美（未上市）。

风险提示：复合集流体技术替代风险；产业化进展不及预期风险；竞争格局恶化风险；市场规模测算偏差风险。

01 复合集流体：具备“三明治”结构的锂电池正负极新技术

1.1 集流体是锂电池导电的重要材料之一，具备承载性、传导性

- **集流体是锂电池主要材料之一，具有承载性、传导性的重要功能。**典型锂电池的主要结构包括正极、负极、电解液、隔膜。电池集流体的作用是承载正负极材料，将电池内部的电流集中起来，使得电流能够输出更稳定、高效的能量。其功能包括收集电流、分配电流以及提高电池输出功率。一般来说，集流体由铜、铝、银等导电性较好的金属材料制成，它们被连接在电池的正负极上，形成完整的电路。

- **压延铝箔、电解铜箔分别为主流的锂电正负极材料，在锂电池中铜铝箔集流体重量占比超15%。**铝、铜、镍、钛、不锈钢、碳均用于锂电池集流体材料，结构包括薄片、网孔、泡沫、镂空、涂层。目前主流锂电池正、负极集流体材料分别为压延铝箔、电解铜箔。在锂电池中集流体重量占比仅次于正负极，其中铜箔集流体占比8.1%，铝箔集流体占比6.9%，合计超15%。

图1：锂电池包括正极、负极、电解液、隔膜

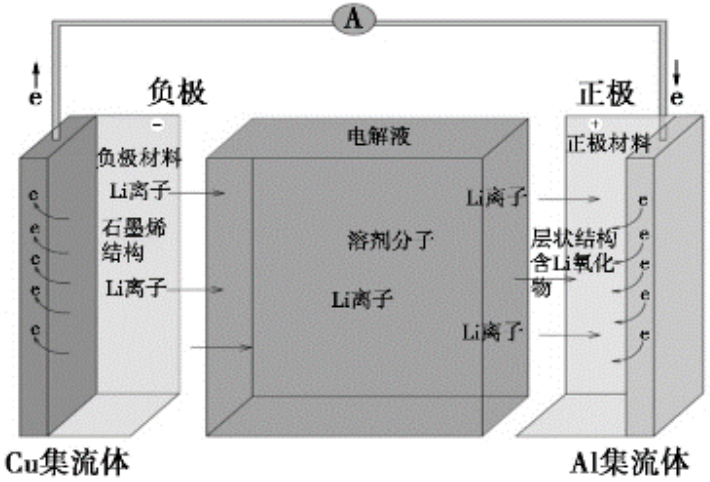


图2：铝、铜、镍等金属材料均用于锂电集流体

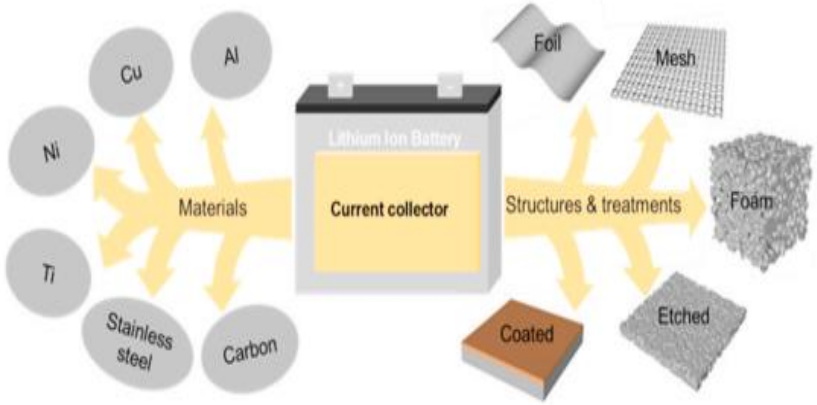
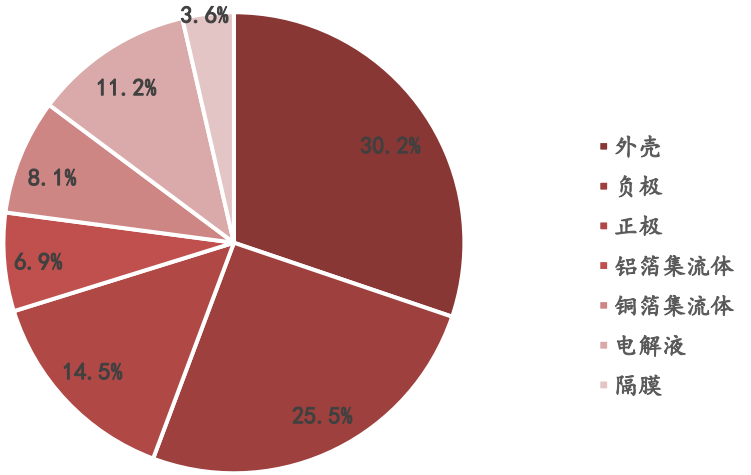


图3：铜箔、铝箔集流体在锂电池重量占比超15%



资料来源：《电池集流体材料的研发与应用》，《A review of current collectors for lithium-ion batteries》，浙商证券研究所

1.2 阴极辊是传统铜箔生产的核心装备，高精度阴极辊依赖进口

- **传统铜箔的生产工艺成熟，设备壁垒相对较高。**传统铜箔生产主要由4道工序组成，包括溶铜制液工序、电解生箔工序、表面处理工序、分切工序，其中轧制技术是铜箔生产的核心技术之一。阴极辊是电解铜箔之母，是铜箔生产的核心装备，钛辊表面的晶体结构决定着电解铜箔的结晶状态，从而影响电解铜箔的性能。根据《电解铜箔用阴极辊的研究进展及发展趋势》，国外可制造晶粒度12级以上的阴极辊，而国内厂商最高可生产晶粒度9-10级，与国外生产水平仍有差距。目前，国内高精度阴极辊主要采购自日本新日铁、三船等日企，订货周期长，设备供应紧张限制铜箔产能扩张。
- **传统铝箔生产主要有两种常用的加工工艺路线:**（1）铸锭热轧法（熔铸→热轧开坯→冷轧→箔轧）；（2）双辊式铸轧法（铝熔体倒入铸轧辊→凝固和热轧→冷轧→退火）。铝箔生产过程涉及多个复杂的轧制工艺和热处理工序，合金调配需要有丰富的铝箔生产经验，设备精度要求高。

图4：传统铜箔制作工艺

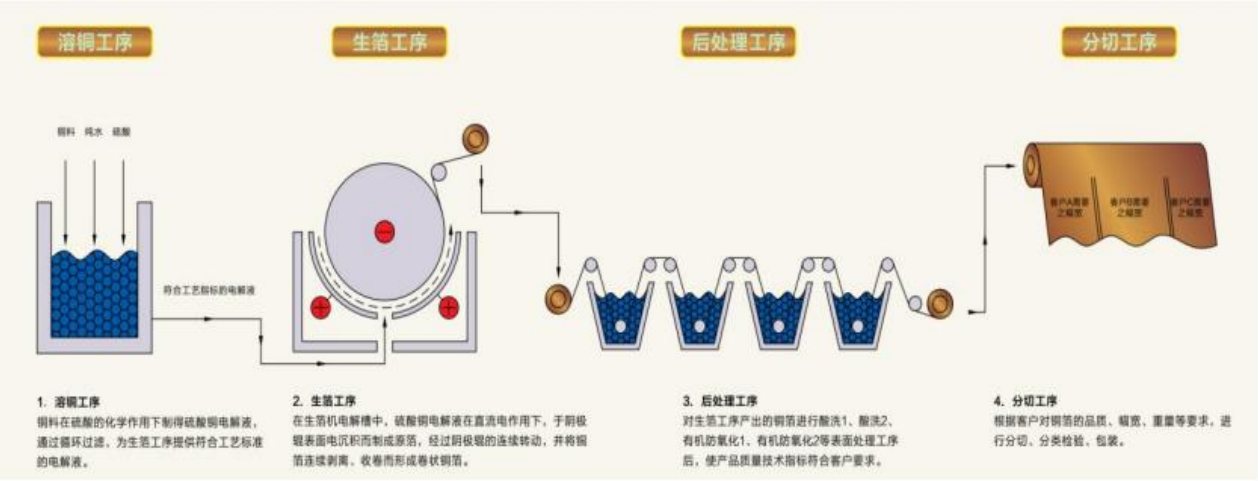
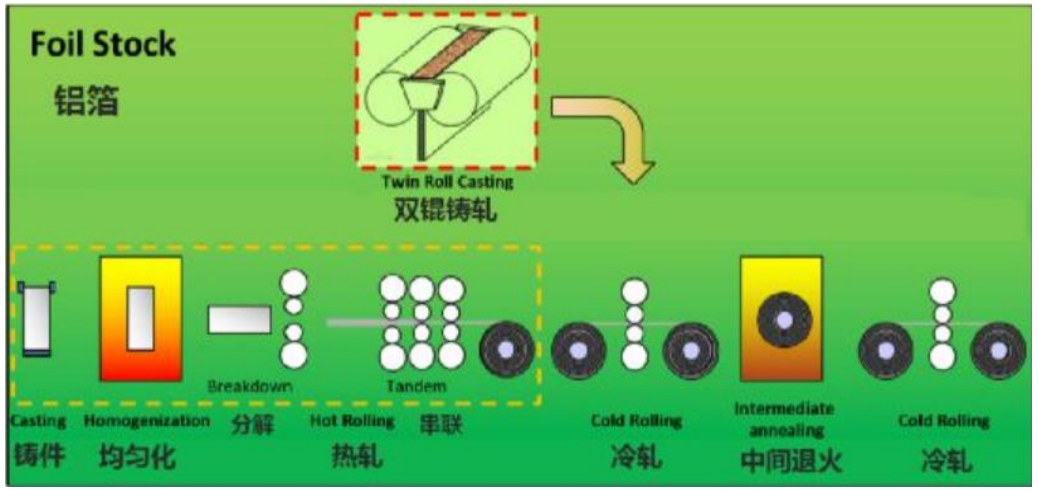


图5：双辊式铸轧法的铝箔制造工艺



资料来源：嘉元科技招股说明书，鼎胜新材招股说明书，浙商证券研究所

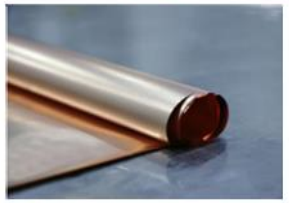
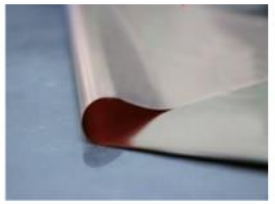
1.3 锂电集流体薄型化可提高电池能量密度，是大势所趋

- **集流体薄型化是趋势，具备降本增效优势。**集流体可以在很大程度上影响锂电池的性能。由于集流体本质为非活性材料，并不提高电池容量，因此在不影响电池正常充放电和安全性的前提下，极薄化集流体可以减重，减重优势在于：1）减小电阻，增加单位体积电池所包含的活性物质量，提高电池能量密度；2）减少铜原材料，降低成本。
- **集流体薄型化趋势下，减少主材（正负极）以外其他材料（集流体）的占比是主要途径。**极薄化是集流体减重的趋势。根据《A review of current collectors for lithium-ion batteries》，目前6μm电解铜箔在锂电铜箔市场占有率达到65%，2023年预期达到70%；4-4.5μm锂电铜箔受到大力推广，2022年市场比例达到9%；10μm压延铝箔已经进入量产和大面积推广阶段。按照圆柱电池和软包电池数据，最新的6μm铜箔和10μm铝箔分别占电池质量6.4%和3.0%。
- **集流体薄型化无法既安全、又保证高能量密度、高功率和高强度。**虽然减少集流体厚度有一定优势，但同时也可能牺牲其导电性和传热性能，进而降低功率密度。 除此之外，目前主流的8-9um的铝箔集流体和4-5um的铜箔集流体可能已达制造工艺极致，进一步减薄可能导致集流体强度降低，难以批量应用。

图6：20世纪90年代以来，学术界、商用界开始研究集流体

	1990s	2000s	2010s
商用界	• 1991年，铜和铝箔在SONY的第一个商业锂电池中作为集流体 • 1998年，Johnson报告25μm铝箔和18μm铜箔用于圆柱型锂离子电池	• 2004年，一项松下的专利报道，15μm铝箔和14μm铜箔用于圆柱形锂离子电池	• 2019年，Lain报道了10μm铝和铜用于LG圆柱形LIB （型号：HG2）
学术界	• 20世纪90年代，除了铝和铜之外，其他全属集流体的开发已经做出了许多尝试，例如锂、铁和不锈钢		• 2010年代，一些新型的碳质集流体不断涌现，如碳纸纤维、碳泡沫、碳纳米管、石墨烯泡沫等

表1：薄型化电解铜箔

产品规格	主要性能	应用情况	产品图示
6μm及以下	双面光锂电铜箔，单位面积重量54±1.5g/㎡，具有优良的抗拉强度和延伸率，低的表面轮廓度。缺陷少、晶粒细、抗氧化性好，表面张力良好	锂离子储能电池、高性能电子产品	
7μm-10μm	双面光锂电铜箔，单位面积重量63-90±2g/㎡,具有防氧化性能优秀，外观品质优异（无水波纹、无收卷皱褶）。润湿性好、耐折性好、表面粗糙度低、抗拉强度高及延展性高	锂离子电池、储能电池、消费类电池产品	

资料来源：《A review of current collectors for lithium-ion batteries》，江铜铜箔招股说明书，锂和我公众号，浙商证券研究所

1.4 新一代锂电集流体材料——复合集流体呈现“三明治”结构

- **复合集流体是一种新型的集流体材料**，包括多金属复合箔、金属与碳材料复合箔、高分子聚合物与导电材料复合箔、植物纤维复合箔、聚合物与金属材料复合箔等。其中高分子聚合物金属复合箔，在提升电池安全性、提升电池比能量密度方面优势明显。内层为聚合物高分子层（如PET、PP或PI），两侧为金属导电层（如Al或Cu）。
- **复合集流体（以下均指“高分子聚合物金属复合箔”）呈现“三明治”结构。**内层为聚合物高分子层（如PP、PET、PI），在高分子材料上下各加上金属（如铜、铝）。目前典型结构是上下1μm金属材料“包夹”2.5 μm或4.5μm高分子材料基膜。

图7：复合集流体呈现“三明治”结构

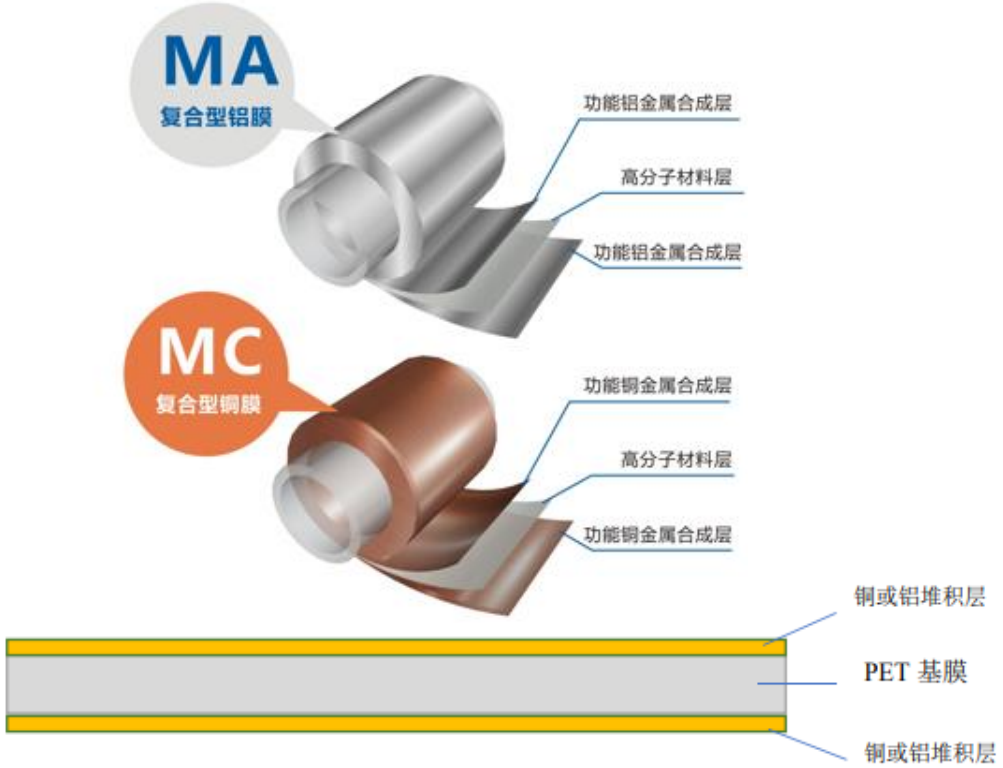
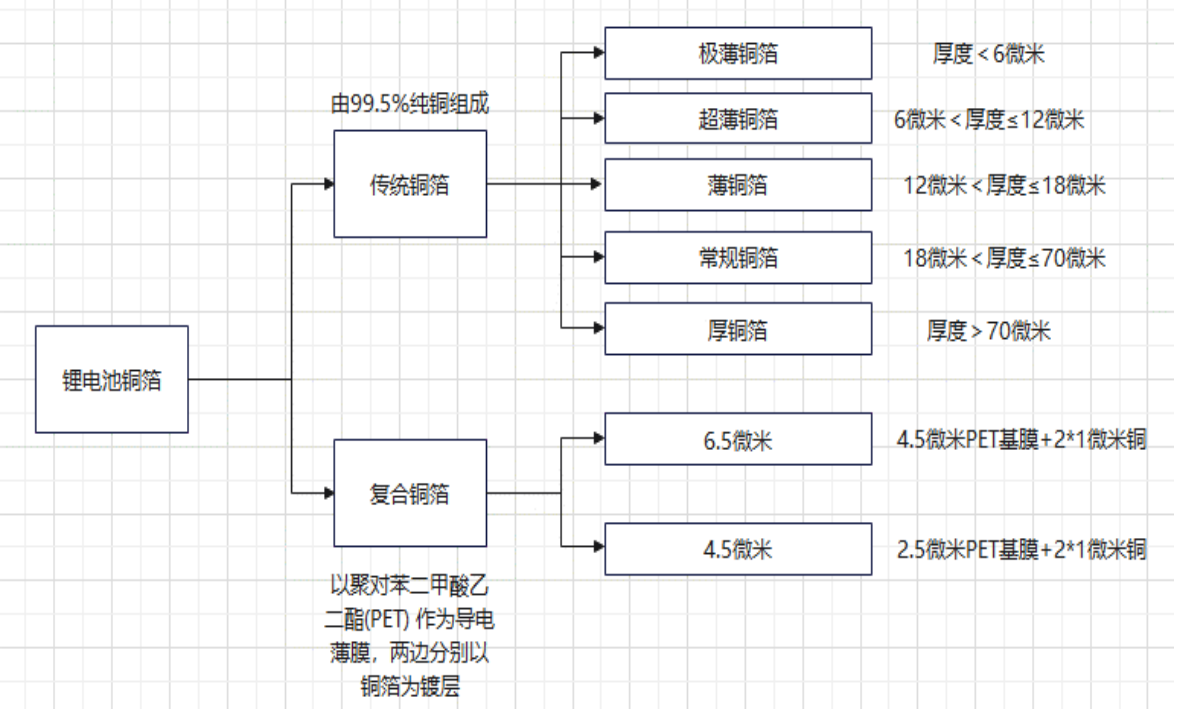


图8：PET复合铜箔以2.5/4.5μm高分子材料基膜



资料来源：重庆金美新材料官网，重庆金美新材料环评报告，头豹研究院，浙商证券研究所

1.5 工艺路线：复合铜箔多种技术路径并存，复合铝箔以真空蒸镀为主

- **有别于传统锂电集流体，复合集流体在结构、生产工艺、性能特点等方面具备创新性，旨在提高安全性、降本增效。**
- 复合铜箔主流工艺：1）一步法：全湿法（化学镀）或全干法（磁控溅射、真空蒸镀）；2）二步法：磁控溅射+水介质电镀；3）三步法：磁控溅射+真空蒸镀+水介质电镀。
- 复合铝箔主流工艺：真空蒸镀。

图9：磁控溅射一种物理相沉积（PVD）方法

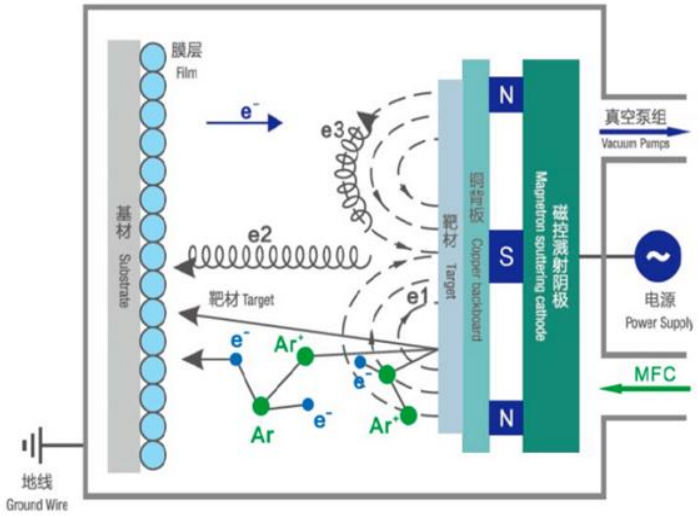


图10：水介质电镀对基材进行金属化沉积

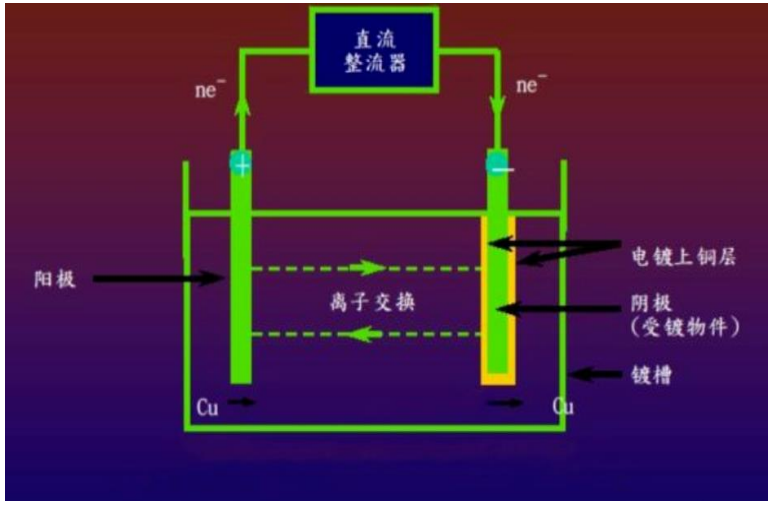


图11：真空蒸镀是一种物理相沉积（PVD）方法

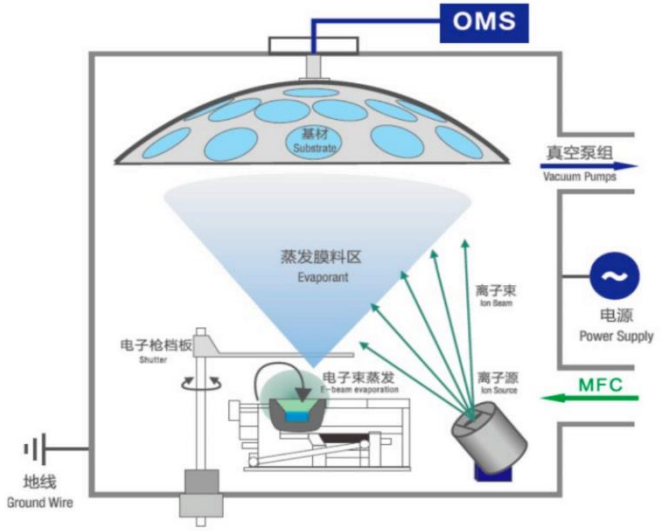


图12：化学镀示意图

资料来源：光润真空官网、鑫华超官网、阿石创招股说明书、禾川化学官方公众号，浙商证券研究所

1.6 2015年以来，复合集流体产业化研究加速

- **科研学术界对复合集流体的研究早于产业化进程。**1）科研学术界：早在2011年就有学者将聚乙烯PE和酚醛树脂PF作为基体材料，与导电填料（石墨,炭黑）均匀混合制备出复合集流体，对其性能进行了分析研究；2）产业化研究：2015年重庆金美新材料（宁德时代入股）开始了复合集流体的研发与生产，2018年后各新能源厂商纷纷开启复合集流体相关技术的研发和专利申请。

图13：复合铜箔发展可分为三阶段

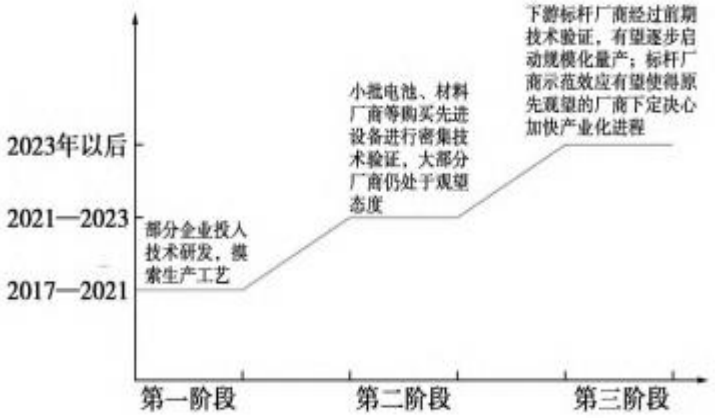


表2：复合集流体专利情况

申请时间	申请人	专利名称
2018.03.15	宁德时代	超声波焊头及超声波焊接设备
2018.11.26	中航锂电	一种具有电互联、通孔结构的复合集流体及其制备方法、电池极片和锂离子电池
2019.10.11	国轩高科	一种锂离子电池复合集流体与箔材的焊接装置
2019.12.31	蜂巢能源	电池极耳焊接结构及其制备方法、电池
2020.07.31	比亚迪	一种正极复合集流体、正极极片及锂离子电池
2020.10.13	亿纬锂能	一种复合集流体、其制备方法和用途
2021.03.31	珠海冠宇	一种极片及电池
2021.04.30	华为	一种复合集流体及其制备方法、电极极片、电池和终端
2021.05.19	OPPO	电极极片、制备方法、复合集流体、电池及电子设备
2021.11.11	赣锋锂业	一种极片及其制备方法和应用
2021.12.22	恩捷股份	复合集流体及其制备方法、其极片和电池
2022.01.24	金美新材料	一种复合集流体
2022.02.10	一汽	一种复合集流体、制备方法及锂离子电池
2022.03.11	蔚来	复合集流体、锂离子电池和车辆
2022.08.22	元琛科技	一种锂电池负极用复合集流体及其制备方法及应用
2022.09.27	长安汽车	复合集流体以及具有其的正极极片以及锂离子电池
2022.09.28	欣旺达	复合集流体、二次电池以及用电设备

资料来源：《电池集流体材料的研发与应用》，国家专利局，浙商证券研究所

1.7 复合集流体产业链加速布局

复合集流体高安全性、低成本兼备。目前以“三明治”结构为代表的复合铜箔、复合铝箔获得了产业青睐，各厂商纷纷加紧产业链布局，齐力推动量产。

表3：复合集流体产业链加速布局（截至2023年8月18日）

产业链环节	公告时间	公司名称	公告内容
设备厂商	2023.08.11	三孚新科	拟向特定对象发行股票募集资金总额不超过5.92亿元，扣除相关发行费用后全部投入新型环保表面工程专用材料项目、复合铜箔高端成套装备制造项目、补充流动资金。项目计划总投资不低于3亿元，其中设备投资不低于5,000万元。复合铜箔高端成套装备制造项目拟生产复合铜箔电镀设备产能预计不低于10台/年。
	2023.08.04	先导智能	依托公司研发团队的深厚科研力量，现已推出了复合集流体创新制造方案，相关设备现已获得了客户订单，并得到了来自客户的高度认可。
	2023.08.03	三孚新科	应用在PP膜上的公司产品在结合力方面表现良好，目前已经送样给下游客户，各项指标检测数据待客户反馈。另外，公司表示，公司设备对制作PP基材的复合铜箔生产良率设定的目标为不低于95%。目前公司正积极推进一步法设备及水电镀设备的销售。目前公司复合铜箔设备订单主要来源是新增客户。
	2023.08.01	道森股份	洪田科技研发的“一步法”复合铜箔真空镀膜成套设备“真空磁控溅射一体机”顺利通过客户测试验证，并正式签订首批订单合同，合同金额约为7000 万人民币。
	2023.07.27	东威科技	上半年公司复合铜箔设备的出货量已超过以前年度累计数，在公司4.99亿元的营收中，有近4成收入来自于复合铜箔相关设备销售。上半年公司复合铜箔设备的出货量已超过以前年度累计数，大部分设备已经在半年度报告中确认收入。公司研制的24靶磁控设备已完成，在场内调试中。公司正在大力推广一体化生产线，将前道磁控设备与后道水电镀设备形成有效协同，在技术、工艺、服务等构成密切衔接。公司的磁控溅射设备及水电镀设备不含税均价在1000万元以上，实际价格根据设备的大小、长短不同而定。目前公司是唯一可大规模量产水电镀设备的企业，设备供货已超过20余家，还有不少客户处于密切商务洽谈中。
	2023.07.24	骄成超声	公司的超声波滚焊机已经为宁德时代供货。
	2023.05.12	三孚新科	全球首台由三孚新科自研的，量产型一步式全湿法复合铜箔电镀设备成功出货，标志着三孚新科在复合铜箔制造的一站式技术解决方案上已取得重大产业化突破。公司正积极推动一步式全湿法复合铜箔电镀专用设备及专用化学品的测试及市场推广等工作。
	2023.04.28	道森股份	控股子公司洪田科技有限公司举行真空磁控溅射一体机新品发布会，正式发布了“一步法”复合铜箔真空镀膜成套设备，这是公司在复合铜箔真空镀膜成套设备上的一次重大创新和突破，也标志着道森股份成为全球行业内极少数掌握该核心技术的真空镀膜行业头部企业。在发布会现场，新产品获得了深圳市汉嵙新材料技术有限公司的首批订单。洪田科技真空磁控溅射一体机，一次性完成基膜双面镀1um铜箔，没有水电镀环节；完全在真空环境下运行，产品提升的不仅仅是磁控溅射的效率，更重要的是通过提升整个一体机的生产效率，以保证产品能够一次性出箔并达到满意的设计运行速度；另外，公司的一体机设备设计不挑基膜，PET或PP膜均适用，从品质、良率等指标上更加具有优势。
	2023.04.19	东威科技	目前复合集流体负极材料领域，复合铜箔替代传统纯铜箔的趋势不可逆转。同时，公司的客户已将其生产的复合铜箔送检至国外市场，反响良好。相关设备批量订单在逐步增加中。
	2023.01.31	骄成超声	公司主要从事超声波焊接、裁切设备和配件的研发、设计、生产与销售，并提供新能源动力电池制造领域的自动化解决方案。公司作为宁德时代滚焊设备核心供应商有望率先受益，实现几何级增长。公司超声波高速滚焊设备主要用于复合集流体电池的焊接，复合集流体材料焊接是在高分子材料表面镀上金属后进行焊接。焊接效果、焊接稳定性和焊接效率都是比较关键的因素。公司滚焊设备焊接速度可达80m/min以上。
基材厂商	2023.08.04	瑞华泰	公司表示其产品PI薄膜可以做新一代复合集流体,解决超薄铜箔、铝箔防刺穿的问题。未来如PI能持续降低成本,作为耐温等级最高的绝缘系统材料，PI将在新能源汽车领域拥有更大的市场潜力。
	2023.08.02	阿石创	目前公司复合铜箔项目尚处于设备调试阶段
	2023.07.14	铜冠铜箔	公司已成立专门攻关团队研究开发复合铜箔，复合铜箔研发工作正在按计划进度推进。
	2023.04.03	璞泰来	公司计划在江苏溧阳设立全资子公司江苏卓立，负责公司复合铜铝箔集流体材料的研发、量产及相关的产业化，并投资建设复合集流体研发生产基地，项目计划总投资为20亿元（含流动资金）。
	2023.03.17	沃格光电	公司具备CPI/PI膜材浆料研发和生产能力，公司复合铜箔产品开发项目在继续推进中。公司在过去四年储备了大量与镀膜、镀铜以及膜材在显示、5G、电池等领域应用相关的技术，其中就包括PI膜材技术以及镀铜技术。公司作为国内同时具备膜材和镀铜技术的企业，目前在开发针对复合铜箔的低成本技术路径和工艺路线
	2023.03.14	阿石创	公司现阶段正在开发复合集流体产品，理论上该产品技术作为动力电池未来的一个发展方向，在固态电池上应也可适用；同时，公司也将继续重点研究其他产品。
	2022.11.22	光华科技	公司为pet复合铜箔生产厂商提供系统解决方案。

资料来源：各公司公告，浙商证券研究所

1.8 复合集流体产业链加速布局

表4：复合集流体产业链加速布局（二）（截至2023年8月18日）

产业链环节	公告时间	公司名称	公告内容
膜材厂商	2023.08.08	安迈特	新型高安全复合集流体产业化项目一期奠基仪式举行。本次开工的项目规划用地150亩，总投资30亿元，全部建成后将达成7亿平方米新型高安全复合集流体的年产能，可满足约70GWh动力、储能及3C锂离子电池产业需求。其中，一期投资8.5亿元，涵盖年产2亿平方米复合集流体生产线及配套设施等。
	2023.08.01	英联股份	公司的复合铜箔产品已批量向下游电池客户送样，目前客户正在进行测试和反馈的过程中，公司紧密推进测试进展。产线建设方面，公司2023年计划建设10条复合铜箔产线，目前已建设完成3条，后续7条将在本年度第三、四季度分阶段建设。
	2023.07.27	诺德股份	公司的复合集流体产品涉及复合铜箔和复合铝箔，目前公司的复合铜箔已形成小试线，复合铝箔已形成中试线。公司的复合集流体产品在结晶均匀性方面具有明显优势，颗粒均匀，整平良好，箔材无针孔，无应力，具有较好的抗剥离强度。公司在2023年 7 月 6 日召开的第十届董事会第十九次会议中审议通过了《关于对外投资设立控股子公司的议案》，同意以自有或自筹资金不超过 7000 万元对外投资设立控股子公司，该子公司将专注于复合集流体的研发、生产和销售。
	2023.07.24	万顺新材	公司动力电池超薄铜膜项目自2021年三季度首次送样下游以来，经历了多次送样、下游测试验证的历程，攻克了多项技术难关，近日获得了下游电池厂客户首张复合铜箔产品订单。公司复合铜箔产品包括PET铜膜、PP铜膜。公司拥有多套磁控溅射镀膜设备、电子束镀膜设备、水镀设备，可满足一定规模的生产需求。公司使用的磁控溅射镀膜设备、电子束镀膜设备为进口设备，水镀设备为国产。
	2023.07.19	光莆股份	公司首期复合集流体材料生产线具备量产条件，首期复合集流体铜箔产线采用的是两步法，首期复合集流体铜箔产线的良率在80%以上。所生产的复合集流体材料已向多家锂电池厂家提供样品测试。
	2023.07.07	元琛科技	公司复合铜箔产线目前正在积极有序运行中。
	2023.07.04	嘉元科技	目前公司复合铜箔中试生产设备已完成安装，公司正积极推动复合铜箔的研发和工艺优化，并将紧跟市场的需求，及时布局产业化规划。
	2023.06.20	双星新材	公司2022 年12 月完成首条复合铜箔设备安装，随产品送样至下游客户，经客户反复测试验证，于近日获得客户的首张产品订单。
	2023.06.12	万顺新材	公司开发的复合铜膜采用的基膜包括PET、PP，卷样已送下游客户，前期攻克多项技术难关，目前等待下游进展。公司拥有多套磁控溅射设备、电子束镀膜设备、水镀设备，可满足一定量的生产需求。
	2023.06.12	宝明科技	公司赣州复合铜箔一期项目二季度量产。公司复合铜箔产品已经送样多家客户。
	2023.06.01	光莆股份	公司首期复合集流体材料生产线已投产运营，所生产的复合集流体材料已向多家锂电池厂家提供样品测试
	2023.05.25	中一科技	公司已设立子公司从事复合集流体的研究、开发、生产和销售等业务，目前处于中试线建设阶段，相关产品已给相关客户送样并取得良好反馈。
	2023.05.24	金美新材料	新型多功能复合集流体扩产基地项目正式签约落户宜宾市南溪区。该项目总投资55亿元，分三期投资建设，总规划用地430亩，主要用于建设生产新型多功能复合集流体MA（铝箔）和MC（铜箔）产线，三期全部满产后，每年可为新能源市场输送约12亿平米的新型多功能复合集流体材料。第一代MA铝复合集流体产品于2018年首次量产并装机；第二代6μm MC铜复合集流体产品于2020年开始量产；第二代8μm MA产品已于2022年规模化量产并持续大批量供货，目前优率已达80%以上并持续提升中。
	2023.05.08	隆扬电子	隆扬现有技术满足行业预期的8微米，6.5微米等主要厚度规格。超募资金及可转债项目 复合铜箔，将持续攻关更薄的复合型铜箔，以期满足与4微米的极薄锂电铜箔相当的复合型铜箔。
	2023.05.05	胜利精密	目前公司正在有序推进复合铜箔项目。公司在磁控溅镀技术方面有较为丰富的经验，拥有核心技术团队，该技术已运用在公司现有的玻璃镀膜产品上。公司对复合铜箔项目的研发、生产有信心。去年年底，公司第一条全制程生产线（1台磁控溅射+1条水电镀）已在安徽舒城产业园安装调试完成，目前第二条水电镀产线正在与东威科技相关人员进行技术改造升级中。
	2023.04.26	英联股份	将于江苏高邮投资30.89亿元建设100条复合铜箔、10条铝箔生产线，项目建设期约3年，公司预计在2025年实现5亿平方米复合铜箔、1亿平方米复合铝箔的产能布局，其中2023年计划建设10条复合铜箔和1条铝箔生产线。
	2023.04.15	元琛科技	2022年12月公司复合集流体首批产品正式下线，性能经检测，各项指标均达到预期。预计2023年公司锂电集流体材料将实现下游订单和产能爬坡，协同锂电热失控模组，针对电池新材料应用和电池安全提升方向，实现新的增长。
	2022.12.01	嘉元科技	公司不断加大加快在复合铜箔领域的研发布局，目前已完成中试设备的市场调研、技术交流、工艺参数论证、中试生产线订购等工作，后期将会送样给下游客户进行产品验证。公司4.5微米及5微米铜箔产品已向国内部分锂离子电池厂商批量供货，其他下游厂商也在积极试用中，待相关条件成熟后导入。
	2022.11.22	海亮股份	公司目前有多个集流体创新研发项目在开展，其中PET复合铜箔已立项，正在推进研发工作。
	2022.11.21	斯迪克	公司在PET复合集流体上有相关的技术储备和产业布局，该项目目前处于研发阶段。
	2022.08.15	诺德股份	公司现在在研究复合集流体技术。
	2022.07.25	方邦股份	公司在PET复合铜箔领域进行了研发布局，但尚处于早期阶段，未进行产品送样、认证。

资料来源：各公司公告，浙商证券研究所

1.9 产业链中上游赛跑，推动复合集流体产业化进程

上游

基材厂商（PP/PET/PI）

- PET
- PP
- PI

设备厂商

- 磁控溅射设备
- 水电镀设备
- 真空蒸镀设备
- 一体化设备
- 超声滚焊设备

中游

膜材厂商

下游

电池厂商

- 动力电池
- 储能电池
- 消费电池

资料来源：各公司官网，各公司公告，浙商证券研究所

02 优势：复合集流体具备高安全性、高比容、高循环寿命、低成本等优势

2.1 高安全性：中间层高分子材料起到“保险丝“作用，防止热失控

- **高安全性**：动力电池受到挤压时产生机械变形导致热失控发生的原因在于电池内部隔膜被挤破导致正负极接触，极板之间发生内短路。**复合集流体解决热失控的原理在于：1）切断正负极接触**：中间绝缘树脂层不导电、电阻较大，可提高电池在异常情况下发生短路时的短路电阻，使短路电流大幅度减小，因此可极大降低短路产热量，从而改善电池安全性能；**2）点断路**：导电层较薄，在穿钉等异常情况下，局部的导电网络被切断，防止电化学装置大面积发生内短路。相当于将穿钉等造成的电化学装置损坏局限于刺穿位点，仅形成“点断路”，不影响电化学装置正常工作。

图14：新能源汽车起火原因

图15：动力电池热失控内部反应过程

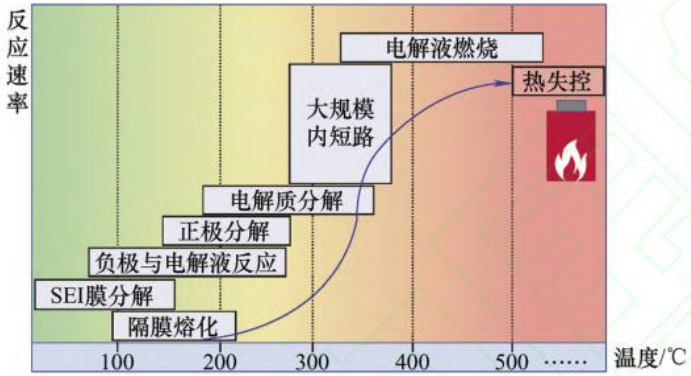


图16：复合集流体钉子穿透后防止热失控

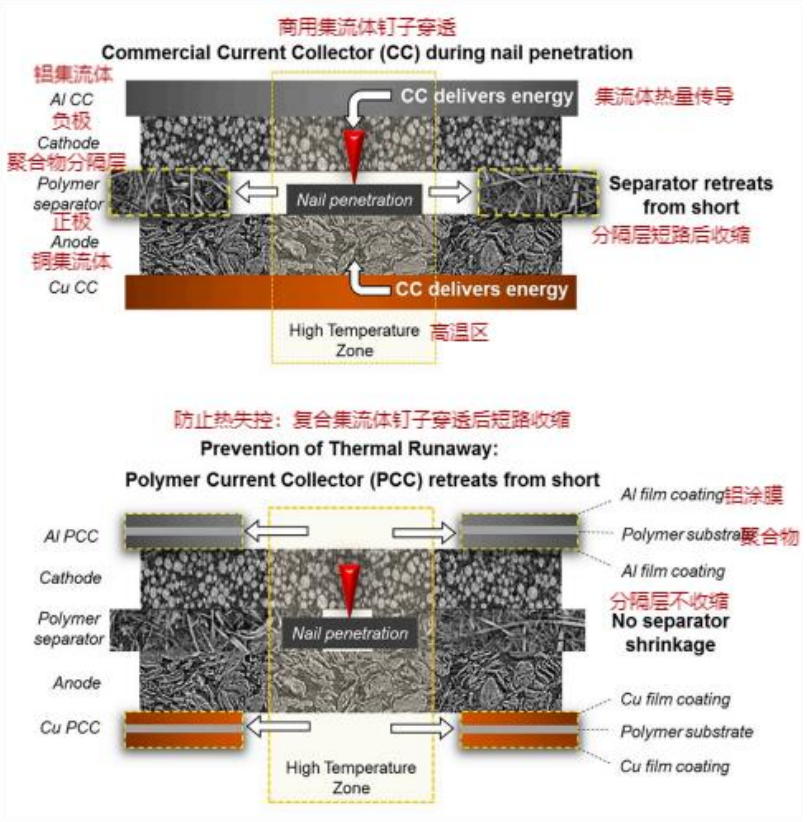


图17：复合集流体减小穿透毛刺

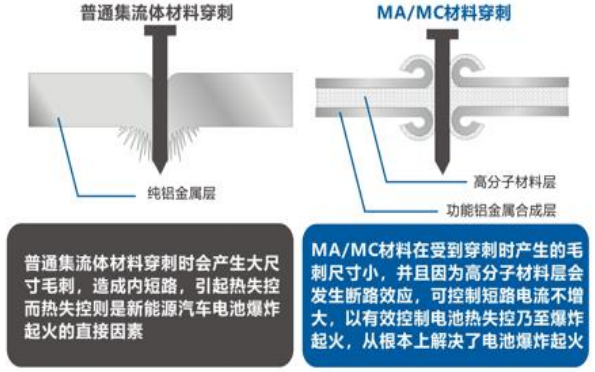
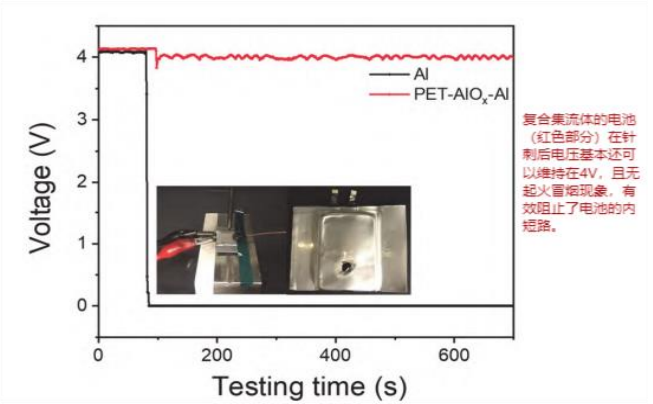


图18：复合集流体钉子穿透后电压稳定

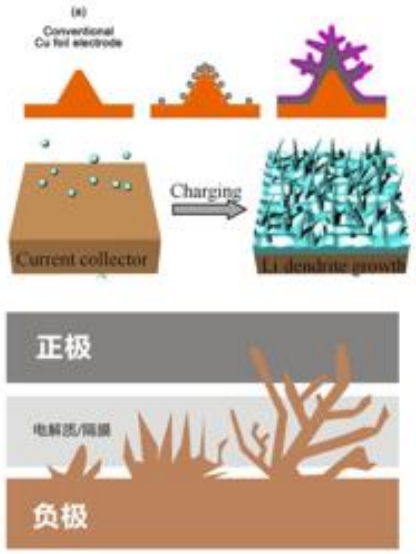


资料来源：《Prevention of lithium-ion battery thermal runaway using polymer-substrate current collectors》，重庆金美新材料官网，《高安全锂离子电池复合集流体的界面强化》，头豹研究院，浙商证券研究所

2.2 高比容：提升能量密度；高循环寿命：增强经济性

- **高比容：**复合集流体重量更轻，可有效提升电芯能量密度。集流体作为正极材料和负极材料电子传输的载体，在电池的充放电过程中未能提供容量。再加上，铝箔和铜箔的密度均较大，这种存在于电池内的“死质量”无法提升能量密度。集流体在锂电池中的重量占比仅次于正负极，其中铜箔集流体占比8.1%，铝箔集流体占比6.9%，合计超15%。对比传统铜箔，复合铜箔节省材料成本近40%，质量轻60%，能量密度提升5-10%。由于铝密度低于铜，复合铝箔减重效果略低于复合铜箔。
- **高循环寿命：**由于铜箔表面比较光滑平整，接触面积不够大，且铜箔为金属材料，而电池一般为非金属材料，使得两种物质接触相容性差，界面接触电阻较大，导致电池充放电性能有所降低。复合集流体的高分子层进一步减少铜箔集流体与锂的反应，形成致密的保护层，从而弱化锂枝晶的形成，可显著改善由平面锂金属镀层导致的锂电化学沉积，提高锂金属阳极的循环稳定性。根据东威科技2021年年报，复合集流体循环寿命可提高5%。

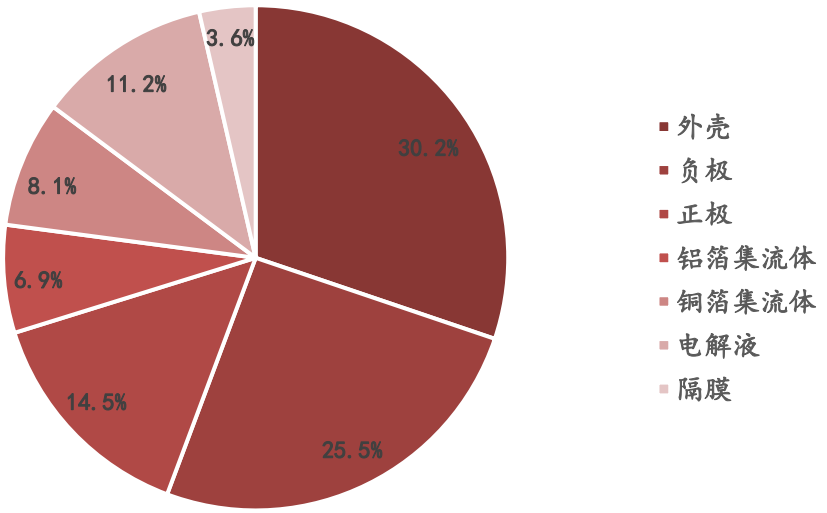
图19：复合集流体提高电池寿命和安全性



同时可有效防止锂枝晶导致的一系列电池寿命及安全性问题。

电池中电离迁移的锂离子数量超过负极石墨可嵌入数量，锂离子将在负极表面结晶，称为锂枝晶。锂枝晶会不可逆地造成锂电池的容量和使用寿命衰减。若锂枝晶继续增大，出现穿透隔膜使正负极短路，电池将出现热失效等安全问题。而金美的复合集流体的受热断路效应可有效防止锂枝晶导致的热失效问题，大大提升了电池寿命和安全性。

图20：铜箔、铝箔集流体在锂电池重量占比超15%



资料来源：重庆金美新材料官网，《A review of current collectors for lithium-ion batteries》，浙商证券研究所

2.3 低成本：原材料价格高位，高分子材料成本相对较低

- **低成本：**铜材料成本高企，高分子材料替代将打开降本通道。锂电池中，锂电铜箔成本占比达到8%-10%；传统锂电铜箔中，铜金属成本占比约83%。对比复合铜箔，铜金属在复合铜箔成本占比仅约44%，中间层的高分子材料成本远低于铜金属。展望未来，复合铜箔规模生产后其综合成本有望得到进一步下降。根据金美新材官网数据，复合集流体的成本将比传统集流体降低50%以上。
- 据我们测算，假设面积均为1㎡、铜密度均为8.96g/m³的情况下，复合铜箔比电解铜箔的铜用量降低约69%，分别约17.92g、58.24g。与传统铝箔集流体对比，复合铝箔的蒸镀镀铝工艺成本较高，因此复合铝箔成本下降空间相对较小。

图21：锂电铜箔在锂电池成本占比达8%-10%

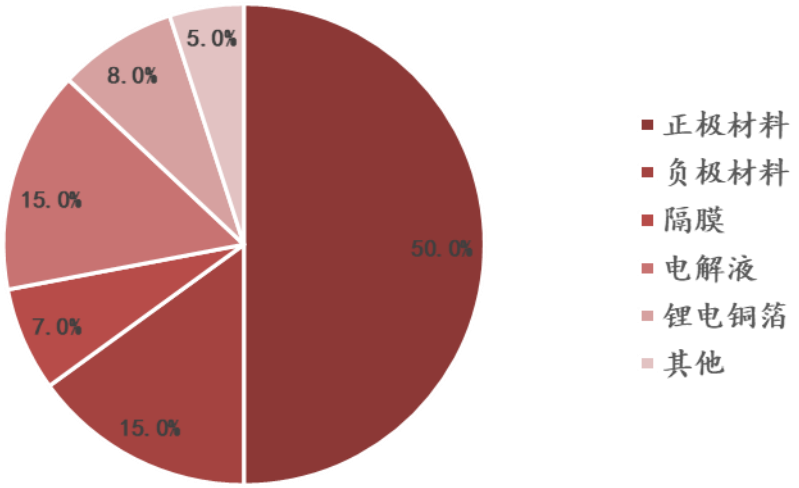


图22：截止2023年8月17日，铜价同比2015年初提升48%

资料来源：Wind，阳光工匠学社公众号，浙商证券研究所

2.4 预计PET复合铜箔单位成本约3.26元/平方米，较电解铜箔下降18%

- 据测算，预计复合铜箔生产成本约3.26元/㎡，电解铜箔生产成本约3.97元/㎡，复合铜箔相比电解铜箔成本下降18%。
- 成本构成方面，PET复合铜箔的材料费用、人工费用、设备折旧占比较高，分别为58%、18%、15%；电解铜箔的材料费用占比最高，约80%。

表5：以PET复合铜箔为例，复合铜箔单位成本为3.26元/平方米，6μm电解铜箔3.97元/平方米

PET复合铜箔单位成本						电解铜箔单位成本	
固定资产折旧	水电镀设备单价（万/台）	913	材料费用	1㎡复合铜箔的铜层厚度（μm）	2.00	2021年1-6月	铜冠铜箔
	良品率	90%		其中：磁控溅射铜靶材厚度（μm）	0.14	锂电铜箔单位成本（万元/吨）	7.16
	线速（m/min）	10		水电镀镀铜厚度（μm）	1.86	用铜的密度为8.96g/cm³进行换算	
	宽幅（m）	1.2		铜密度（g/cm³）	8.96	**6um锂电铜箔单位成本（元/㎡）**	**3.85**
	每日工时（h）	16		复合铜箔中铜质量（g/㎡）	17.92	**仅考虑折旧费用和材料费用**	**3.24**
	工作日（天）	300		其中：磁控溅射铜靶材质量（g/㎡）	1.25	材料费占比	79.84%
	产能（万㎡/年）	346		水电镀镀铜质量（g/㎡）	16.67	人工费用占比	2.69%
	折旧年限（年）	10		铜靶材单价（元/kg）	208.44	制造费用占比	6.69%
	残值	5%		铜单价（元/kg）	69.48	生产用电占比	6.18%
	单位铜箔折旧（元/㎡）	**0.28**		**铜材料（元/㎡）**	**1.42**	运杂费用占比	0.71%
	磁控溅射设备单价（万/台）	1044		1㎡复合铜箔的PET厚度（μm）	4.50	其他费用占比	3.88%
	良品率	85%		PET密度（g/cm³）	1.37	材料费用（元/㎡）	3.07
	产能（万㎡/年）	518		复合铜箔中PET质量（g/㎡）	6.17	人工费用（元/㎡）	0.10
	折旧年限（年）	10		PET材料（元/kg）	25	固定折旧费用（元/㎡）	0.17
	残值	5%		**PET材料（元/㎡）**	**0.15**	其他制造费用（元/㎡）	0.09
	单位铜箔折旧（元/平方米）	**0.23**		**光亮剂（元/㎡）**	**0.30**	生产用电（元/㎡）	0.24
				材料总价（元/㎡）	**1.87**	运杂费用（元/㎡）	0.03
人工费用	员工人数	200.0	能源费用	电费（元/㎡）	0.02	其他费用（元/㎡）	0.15
	产能（万㎡/年）	2880.0		水电镀单位能耗（度/h）	0.004	21年1-6月铜均价（元/kg）	66.78
	员工薪酬（万/年）	8.5		**能源费用（元/㎡）**	**0.2**		
	人工费用（元/㎡）	**0.59**	其他费用	运杂费用（元/平方米）	0.03	当前铜价（元/kg）	69.48
				其他制造+其他费用（元/平方米）	0.24	当前材料费	3.20
单位复合铜箔成本	**3.26元/平方米**					**6μm锂电铜箔单位成本（元/㎡）**	**3. 97**
仅考虑折旧、材料费用	**2.38元/平方米**					**仅考虑折旧费用和材料费用**	**3.36**

资料来源：东威科技公告、宝明科技公告、重庆金美新材料环评报告、铜冠铜箔招股说明书、Wind，浙商证券研究所测算

2.5 易扩产、工艺优：生产设备易获取，工艺流程短且环境友好

- **易扩产：**复合铜箔生产无需使用阴极辊，扩产难度相对较低。阴极辊是电解铜箔之母，是铜箔制造成本最高的关键设备。目前高精度阴极辊主要采购自日本新日铁、三船等日企，订货周期长，设备供应紧张限制铜箔产能扩张。
- **工艺优：**（1）工艺流程缩短：工艺流程缩短，采用真空镀膜工艺形成膜面作为阴极，可直接在离子置换设备中反应，且真空工序无污染，铜箔的溶铜电解工艺同样有污染物排放。（2）环境友好程度高：①采用新型的药剂体系，规避了氰化物等剧毒物质，使生产过程的排污量更好，污染物更易处理；②抗氧化采用有机抗氧化液，抗氧化直接进行烘干工艺，药剂进行循环使用。避免了金属污染物的排放

表6：复合铜箔制作工艺具有诸多优势

项目	复合铜箔	电解铜箔
工艺原理	真空镀膜+离子置换（药液成份较为简单，只涉及钢一种重金属）	溶铜电解+水电镀（缓液成份复杂涉及多种重金属，传统镀流可能会涉及氧化物）
基膜	用PET/PP原料膜作为基膜	使用钢料，溶铜后生成原简生产基膜
工序长度	8-10道	13-15道
粗化工序	不需要，项目基材是平整、光亮的，并且使用酸度添加剂。故不需要	需要，为了钢箔与基材间有较好的站合力，同时为了电流分布均匀
物料传送方式	采用连续离子置换法（操作容易，效率好，与空气接触时间较短）	采用多种金属电镀方式（更容易使镀波滴温到地面，且于空气接触时间较长）

资料来源：重庆金美新材料环评报告，浙商证券研究所

03 产业现状：复合铜箔多种技术路径推进，复合铝箔量产导入期已开启

3.1 材料：高分子材料有PP、PET、PI，目前主流选择为PP、PET

- **高分子材料有PP、PET、PI等，各有优劣。PP、PET成为当下主流选择。**根据各公司环境影响报告书，宝明科技采用PP/PET，纳力新材料采用PP，英联股份采用PP/PET，柔震科技采用PET，重庆金美采用PET复合铝箔、PP复合铜箔。

（1）PET：化学式为$(C_{10}H_8O_4)_n$，密度范围在1.33-1.35 g/cm3之间，熔点250至255°C，使用温度-100至120℃ 。具有良好耐蠕变、耐疲劳性、耐磨擦、耐热性及尺寸稳定性。 **（2）PP**：化学式为$(C_3H_6)_n$，密度为0.89～0.91g/cm3， 易燃，熔点为164至170℃， 在155℃左右软化，使用温度范围为-30至140℃。具有耐化学性、电绝缘性、无毒及良好的加工性能等优异性能。 **（3）PI**：指主链上含有酰亚胺环（-CO-NR-CO-） 的一类聚合物。是综合性能最佳的有机高分子材料之一。其耐高温达400°C以上 ，长期使用温度范围-200至300°C，部分无明显熔点，高绝缘性能。

- **从生产端看，耐热性强、强度高的PET适应蒸镀设备；从电池端看，电化学稳定性高的PP更佳，因此PET、PP各有优劣。**
- **综合来看，PET的应用已相对成熟；PP体量较小，正在攻克金属附着力难点；PI材料还未进入导入阶段。**

表7：三种高分子材料对比

	PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）	PP(聚丙烯)	PI（聚酰亚胺）
与铜密度对比	约为铜的1/7	约为铜的1/10	约为铜的1/7
优势	1、具备最佳的耐高低温性能 2、具备最佳的抗拉强度 3、规模量产能力更强	1、可在高温电解液环境中维持良好性能 2、抗腐蚀性强	力学指标、电化学性能、耐高温等方面的综合优势突出
劣势	不耐强酸强碱，在电解液环境中易被腐蚀（需要电芯厂调整电解液配方来改善）	1、高温下韧性不足 2、高速涂布时易断裂，影响整体良率 3、与铜层的结合力不足，需要攻破	价格高
价格	7280元/吨（PET-华东-水瓶级-生产价）	7550元/吨（PP-浙江-完税自提价）	30-300万元/吨（不同应用类型PI膜）

资料来源：高工锂电、PET生意社、Wind，浙商证券研究所

3.2 工艺：复合铜箔多种技术路径并行，共促产业化

■ **复合铜箔工艺主要分为一步法、二步法、三步法**

一步法：分为全湿法和全干法。1）全湿法：通过对基膜进行清洗、粗化，提升表面粗糙度，然后以**化学沉积的方式**（不通电）在薄膜基材表面覆盖一层均匀的金属铜层；2）全干法：使用**纯磁控溅射工艺**或开发**磁控溅射和真空蒸镀一体机镀铜**，通过多靶材、多腔体提高效率。

两步法：磁控溅射+水介质电镀。1）磁控溅射：对高分子膜进行活化。由于高分子材料（PET/PP/PI）表面不导电，无法直接进行电镀，需要先对高分子材料进行表面处理、活化，溅射形成方阻小于2Ω（厚度约为30nm-70nm）的金属铜膜；2）水介质电镀：加厚金属层至实现导电功能。在磁控溅射形成基础铜膜后，通过水介质电镀的方法将两边铜层分别增厚至1μm左右，实现集流体导电的功能，与传统铜箔工艺上具有相通性。

三步法：磁控溅射+真空蒸镀+水介质电镀。三步法即是在二步法的基础上增加真空蒸镀环节，具体来说是在磁控溅射后增加真空蒸镀环节，目的是提高沉积速度，真空蒸镀的沉积速度是磁控溅射的3-4倍，可以快速补足铜膜到适合电镀的厚度。

图23：复合铜箔二步法

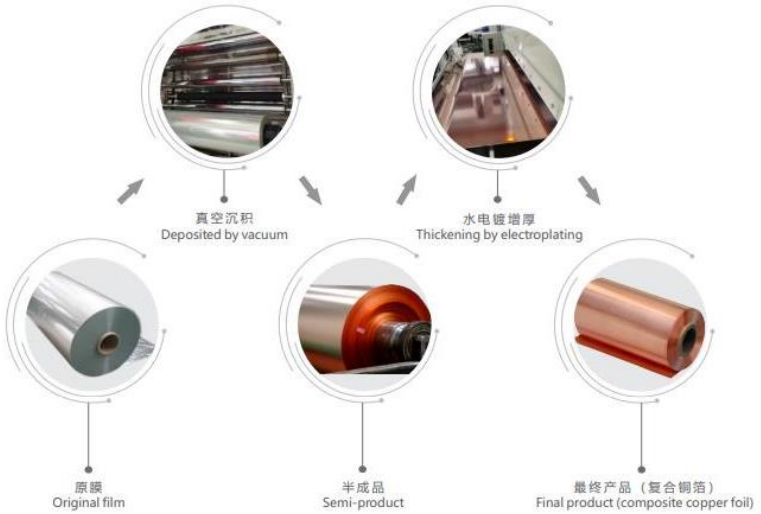
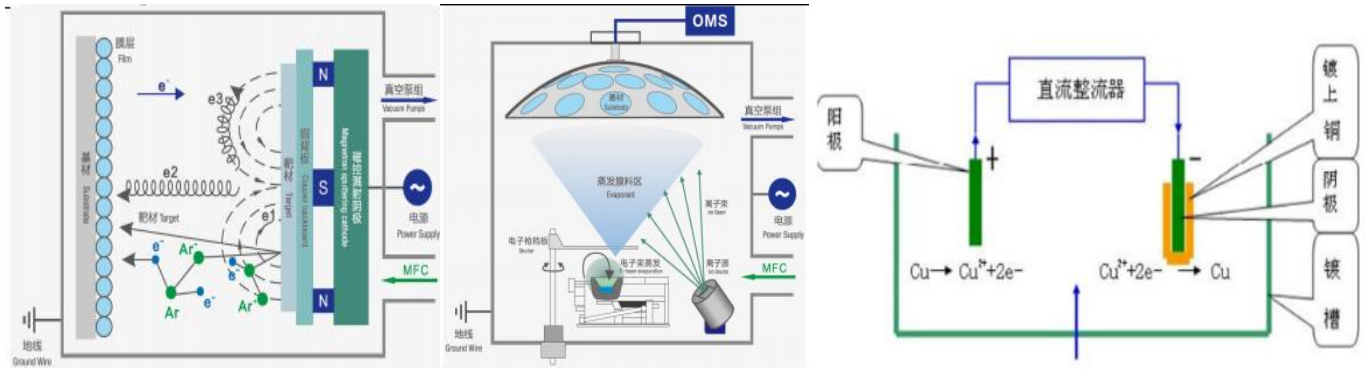


图24：复合铜箔三步法



资料来源：光润真空官网，腾胜科技官网，汇成真空招股书，锂电产业通，结构攻城狮公众号，浙商证券研究所

3.3 工艺：复合铜箔多种技术路径并行，共促产业化

■ **复合铜箔工艺主要有一步法、两步法、三步法。两步法凭借其高性能、高良率、低成本的优势**，目前是膜材厂商的主流选择，如宝明科技、纳力新材料、英联股份、柔震科技、重庆金美等。

表8：复合铜箔两步法凭借其高性能、高良率、低成本优势，目前成为主流选择

复合铜箔工艺	优势	劣势
一步法	良率高、均匀性好、自动化水平高、沉积纯度高	成本较高；生产效率慢
两步法	性能、良率较好；成本较低	生产效率慢
三步法	真空蒸镀沉积效率更高，可以更快沉积至种子铜层厚度	真空蒸镀颗粒更大、均匀度改善有限；存在烫损基膜的风险；新增蒸镀设备成本

图25：柔震科技复合铜箔工艺（两步法）

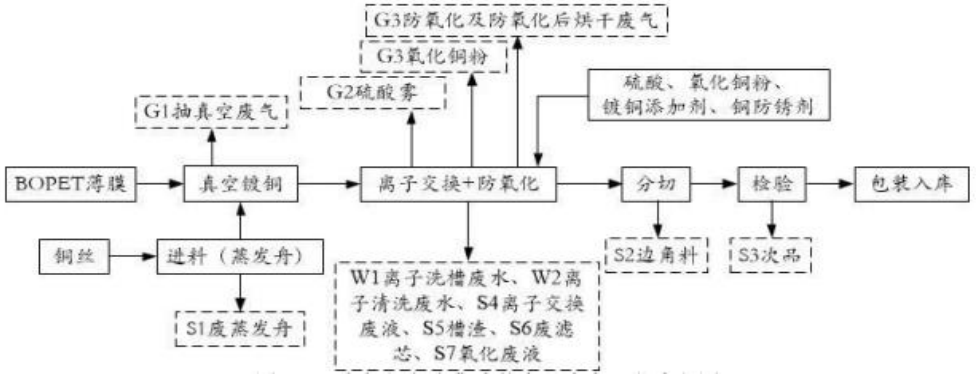
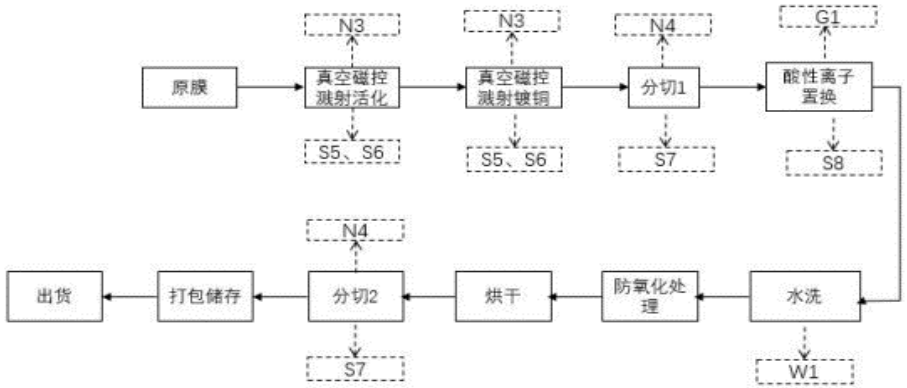


图26：金美新材料复合铜箔工艺（两步法）



资料来源：光润真空官网、柔震科技环评报告、重庆金美新材料环评报告，浙商证券研究所

3.4 工艺：复合铝箔主要采用蒸镀工艺，核心是真空蒸镀

■ **复合铝箔主要采用蒸镀工艺，包括真空镀膜和真空蒸镀，核心是真空蒸镀。**

1）真空镀膜：通过在基膜上采用化学气相（CVD）沉积一层5~15nm的铝的氧化层作为膜面的活化物质使原膜活性化。其原理是在设备真空度＜5×10-2pa时，向高温蒸发舟中送入铝丝，以电加热的方式，在950~1000℃下将固态铝气化，然后铝蒸汽向基材表面扩散，同时在铝蒸汽扩散通道上方通入氧气，使氧气和铝充分发生反应并沉积在基材表面，形成一层致密的抗蚀层。

2）真空镀铝：采用物理气相沉积（PVD），在真空镀膜后的抗蚀层表面继续沉积金属铝，直到形成0.8~1um的铝层，加热方式与真空镀膜一致，整个镀铝过程均在真空环境下进行，且铝层背面辊体需要通入-20℃至-30℃冷却液，使得铝层可以急速降温凝结，并且可以避免发生形变。

为什么复合铝箔不采用水介质电镀工艺？铝的化学性质较活泼，在酸性电解液中电镀时，阴极上铝离子获得电子还原的同时会生成铝盐和氢气，而在碱性电解液中，则会生成氢氧化铝和氢气，即无法沉积得到金属铝。

表9：考虑良率、成本，目前主流蒸镀工艺为电子束加热技术

工艺	原理	优点	缺点
电阻加热蒸发工艺	通过电流的焦耳热使镀料熔化，蒸发或升华	工艺简单成熟，适用于熔点低于1500°C的材料	成膜均匀性差
电子束加热蒸发	使用高能密度的电子束轰击靶材使其蒸发	1、可蒸发高熔点材料；2、避免蒸发源材料蒸发，污染箔材；3、热效率高	残余气体分子电离后会影响成膜质量
高频感应加热蒸发	高频电磁场的感应下产生强大的涡流电流和磁滞效应，使靶材升温直至气华蒸发	1、蒸发速率大；2、蒸发源温度稳定；3、温度易控制，操作简单	不易对输入功率进行微调

图27：金美新材料复合铝箔工艺

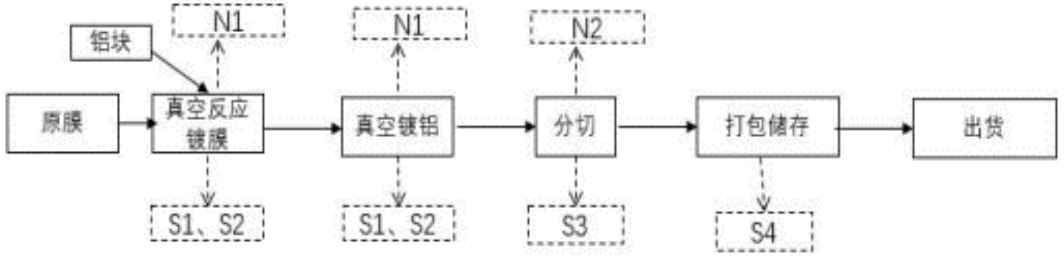
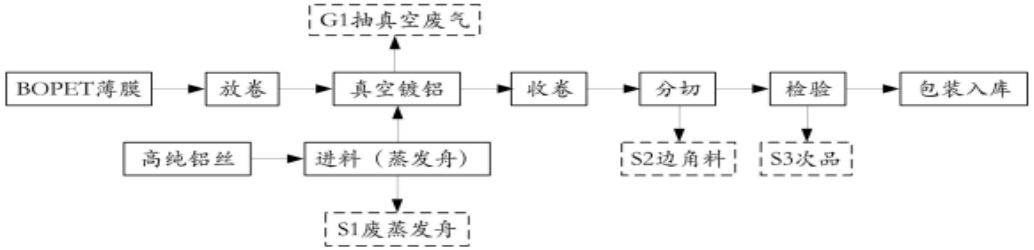


图28：柔震科技复合铝箔工艺



资料来源：锂和我公众号、柔震科技环评报告、重庆金美新材料环评报告，浙商证券研究所

3.5 设备：超声波滚焊机——锂电池制造环节新增超声波滚焊环节

- **动力电池中，超声波焊接技术的典型运用是在极耳焊接环节。**动力电池极耳是从动力电池电芯中将正负极引出来的金属导电体，动力电池的电芯一般通过卷绕或叠片工艺而成，每层电芯箔片伸出一层极耳箔片，卷绕或叠片完成后多层极耳箔材会贴合对齐在一起，一般正极为多层铝箔片，负极为多层铜箔片。极耳焊接是指将多层极耳箔片和连接片焊接在一起。
- **应用场景：**锂电池极耳焊接、PACK焊接、复合集流体高速滚焊以及镍氢电池正极极片焊接等。
- **复合集流体方面**：相较传统集流体，复合集流体的应用需在锂电池制造的前道工序中**新增采用超声波高速滚焊技术的极耳转印焊工序。**由于复合集流体的中间高分子结构层不导电，两侧的金属箔被隔开无法连接导通，因此需要将两个极耳一端分别焊接在复合集流体的两面，再将两个极耳的另一端焊接一起，以此使复合集流体的两侧导通。因此锂电池在前段工序将新增采用超声波高速滚焊技术的极耳转印焊工序，同时中段工序的多层极耳超声波焊接工序依旧保持不变。
- **竞争格局**：目前主要参与者为骄成超声、美国必能信（宁德时代、比亚迪重要供应商）、瑞士泰索迟克、美国Sonics（中创新航、国轩高科重要供应商）、新栋力、科普等。

图29：超声波滚焊机在锂电池中的典型运用是在极耳焊接环节

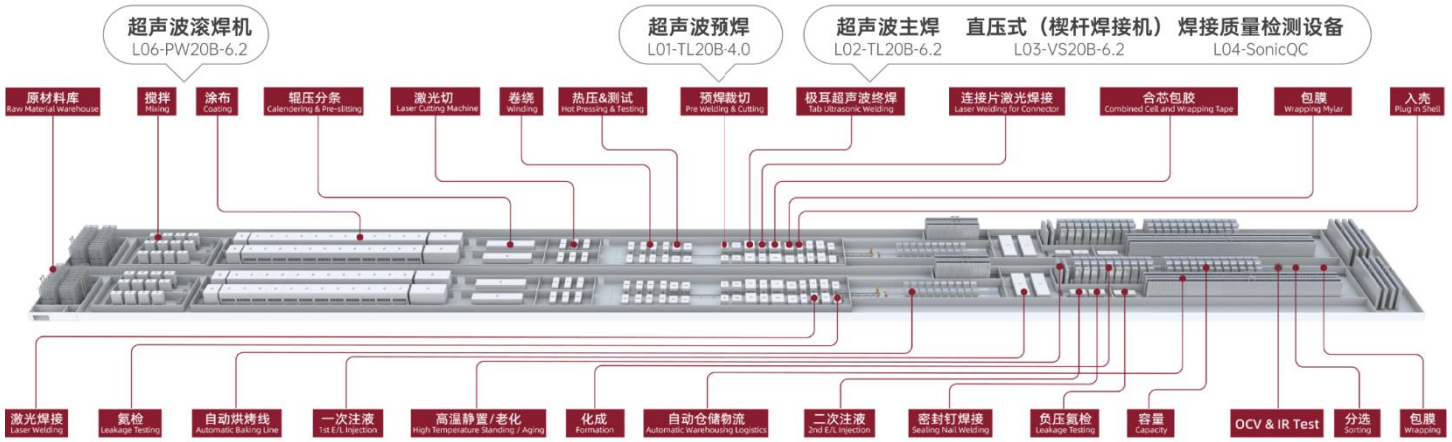


图30：复合集流体用超声波滚焊机

资料来源：骄成超声招股书，利元亨微信公众号，浙商证券研究所

3.6 设备：真空镀膜设备——复合集流体制备的核心设备之一

- **真空镀膜技术：**在高度真空的环境下，通过物理或化学手段，将金属、非金属、化合物等变成气态或离子态，并沉积于固体材质表面形成薄膜。和电镀、化学镀相比，真空镀膜使用的镀膜材料种类更丰富、膜层厚度更易控制、附着力更强、适用范围更广，操作过程更节能、安全、环保。**主要分为真空蒸发镀膜（真空蒸镀）、真空磁控溅射镀膜、真空离子镀膜三种技术。**
- **应用场景：**

1）**真空蒸发镀膜：****复合铜箔三步法制备工艺**中第二步所使用的设备；**复合铝箔**制备的核心设备。

2）**真空磁控溅射镀膜：****复合铜箔二步法、三步法**制备工艺中第一步所使用的设备。

- **市场参与者：**美国Applied Material、日本爱发科、日本光驰、汇成真空、湘潭宏大、广东振华、道森股份、腾盛科技、东威科技等。
- **关注指标：**设备工作的溅射气压、电压、线速（米/分钟）、反复蒸镀次数、 设备成本等。

图31：3类真空镀膜技术

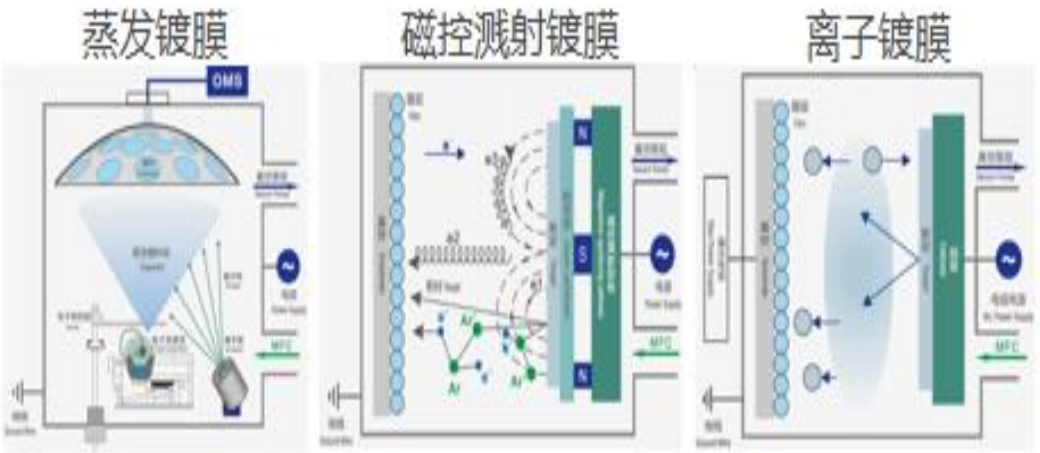


图32：汇成真空的多腔磁控溅射光学镀膜机

资料来源：Grand View Research，汇成真空招股书、东威科技年报，广东振华官网，浙商证券研究所

3.7 设备：水介质电镀设备——复合铜箔制备的核心设备之一

- **水电镀工艺：**将需电镀产品放入化学电镀液中进行电镀，在不需电镀的部位用特种胶纸贴住保护起来，达到绝缘效果。主要流程包括脱脂（除油）→粗化（提高零件亲水性并形成适当粗糙度） →中和、还原或浸泡（防止污染下一道工序） →活化（在零件表面形成一层有催化活性的贵金属层使化学镀能自发进行） →解胶→化学镀（镀镍） →电镀铜→电镀镍（防止铜层生锈） →电镀铬（增加在空气中稳定性）。
- **应用场景：**复合铜箔二步法、三步法中的最后一步，主要作用是增厚铜层，实现导电需求。
- **市场参与者：**东威科技是全球唯一实现水介质设备规模量产的企业。
- **关注指标：**速度、良率、宽幅、产能、设备成本。

图33：预计2021-2026年我国复合铜箔水电镀设备市场规模CAGR约134.5%

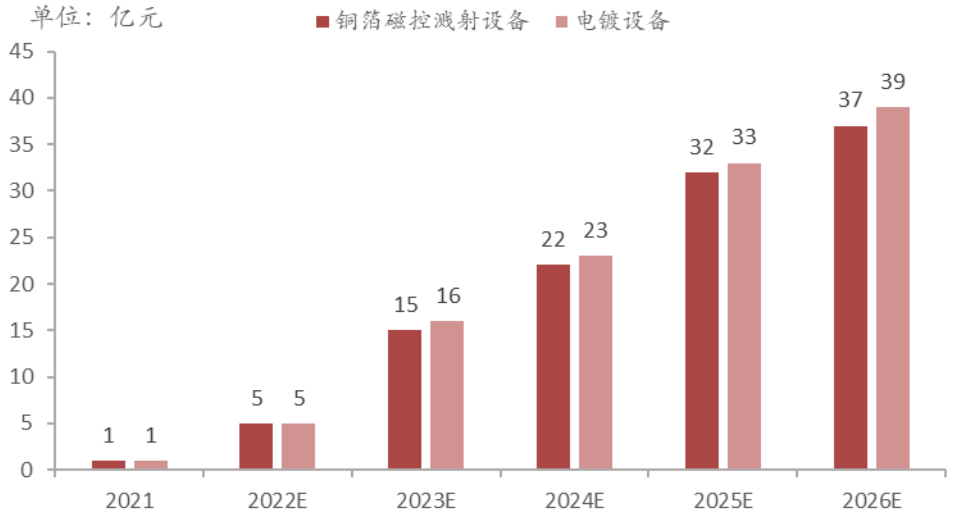


图34：东威科技水介质电镀设备

资料来源：东威科技2022年报，东威科技官网，浙商证券研究所

3.8 预计2025年全球复合集流体设备市场规模151亿元，2023-2025年CAGR=762%

- **关键假设：①2023-2025年全球动力电池新增装机量**CAGR=39%；**②2023-2025年复合集流体渗透率**为 0.5%、5%、25% ；**③单GWh设备用量**：1GWh需2台磁控溅射设备和3台镀膜设备；**④设备价值量**：1台水电镀设备、磁控溅射设备分别为913、1044万元；1GWh超声波焊接设备150万元，年降5%。

表10： 预计2025年复合集流体设备市场规模约151亿元，2023-2025年CAGR=702%

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
全球动力电池新增装机量（GWh）	297	518	857	1227	1650
YOY		74%	65%	43%	34%
国内动力电池新增装机量（GWh）	154	295	451	638	858
YOY		92%	53%	41%	34%
海外动力电池新增装机量（GWh）	143	223	406	589	792
YOY		56%	82%	45%	34%
复合集流体渗透率	0%	0%	0.5%	5%	25%
复合集流体单GWh镀膜设备投资额（万元）	-	4978	4729	4493	4268
其中：磁控溅射设备	-	1044	992	942	895
YOY	-	-	-5%	-5%	-5%
水介质电镀设备	966	913	868	824	783
YOY		-5.4%	-5%	-5%	-5%
超声波滚焊设备	-	150	143	135	129
YOY	-	-	-5%	-5%	-5%
复合集流体设备新增市场规模 （亿元）	-	-	2	26	151
YOY	-	-	-	1160%	489%

资料来源：工信部、GGII、骄成超声招股书、东威科技公告、SNE Research，浙商证券研究所测算

3.9 预计2025年全球复合集流体材料市场规模205亿元，2023-2025年CAGR=606%

- **关键假设：**①2023-2025年全球动力电池新增装机量CAGR=39%；②2023-2025年复合集流体渗透率为 0.5%、5%、25%，其中复合铜箔渗透率为0%、5%、25%，复合铝箔为0.5%、2%、5% ；③1GWh锂电池铜箔、铝箔用量分别为1116、1481万平方米。

表11： 预计 2025 年全球复合集流体材料市场规模约205亿元，2023-2025年CAGR=606%

	2021	2022	2023E	2024E	2025E
全球动力电池新增装机量（GWh）	297	518	857	1227	1650
YOY		74%	65%	43%	34%
国内动力电池新增装机量（GWh）	154	295	451	638	858
YOY		92%	53%	41%	34%
海外动力电池新增装机量（GWh）	143	223	406	589	792
YOY		56%	82%	45%	34%
复合集流体渗透率	0%	0%	0.5%	5%	25%
其中：复合铜箔	0%	0%	0%	3%	20%
复合铝箔	0%	0%	0.5%	2%	5%
用量					
单GWh所需锂电铜箔面积（平方米/GWh）	11,160,714	11,160,714	11,160,714	11,160,714	11,160,714
单GWh所需锂电铝箔面积（平方米/GWh）	14,814,815	14,814,815	14,814,815	14,814,815	14,814,815
成本					
复合铜箔（元/平方米）	3.42	3.42	3.42	3.42	3.42
复合铝箔（元/平方米）	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
复合铜箔市场规模 （亿元）	0	0	0	14	126
复合铝箔市场规模 （亿元）	0	0	4	24	79
复合集流体材料市场规模（亿元）	0	0	4	38	205
YOY	-	-	-	813%	445%

资料来源：工信部、GGII、铜冠铜箔公告、中一科技公告、鼎盛新材公告、SNE Research、鑫椤资讯、Wind，浙商证券研究所测算

3.10 产能：关注已规划产能落地情况

■ 根据各公司环评报告、公司公告以及公开资料整理，复合集流体膜材厂商已披露规划产能超27亿平方米/年，其中复合铜箔7.18亿平方米/年+1.6万吨/年，复合铝箔1.05亿平方米/年，复合集流体（公告未明确铜箔或铝箔）19亿平方米/年。

表12：复合集流体已披露规划产能（截止2023-8-18）

公司名称	已披露规划产能（万平方米/年）	具体情况
宝明科技	复合铜箔：15000	主要以 PET 或 PP 高分子薄膜作为基膜、固体铜靶材作为真空溅射材料源、电镀药水为表面处理材料，进行锂电复合铜箔的生产，设 30 条真空溅射生产线、30 条离子置换生产线（即镀铜生产线）、12 条分切生产线；项目生产工艺主要含真空溅射、离子置换（放料、电镀铜、水洗、抗氧化、烘干、收卷、检测）、分切、包装等工序，其中表面处理工艺离子置换为电镀工序，真空溅射、分切为物理工序。项目总投资 115000 万元，形成年产 1.5 亿㎡锂电复合铜箔的生产能力。
纳力新材料	复合铜箔：1400	拟投资 15000 万元人民币，项目第一阶段购置原子沉积设备、磁控溅射、分切机、空压机、冷水、污水、废气处理系统等主要生产设备 14 台（套）。采用放卷、抽真空、等离子处理、磁控溅射、原子沉积铜、冷却、整平、烘干、收卷、分切等生产工艺，本项目建成后，企业将形成年产 1400 万平方米原子沉积铜集流体产品的生产能力。
英联股份	复合铜箔：50000 复合铝箔：10000	将于江苏高邮投资30.89亿元建设100条复合铜箔、10条铝箔生产线，项目建设期约3年，公司预计在2025年实现5亿平方米复合铜箔、1亿平方米复合铝箔的产能布局，其中2023年计划建设10条复合铜箔和1条铝箔生产线。
柔震科技	复合铜箔：360 复合铝箔：480	项目采用聚合物/金属复合集流体制造技术，购置镀铝机、卷式水平离子交换机、高速分切机、检测及分析仪器、RO 纯水制备设备、RO 水回用设备、废水处理设施、废气处理设备、冷水机、冷却塔等先进设备。项目建成后形成年产 840 万平方米新型高安全锂离子电池复合集流体（480 万平方米正极铝复合集流体、360 万平方米负极铜复合集流体）的生产能力。
金美新材	复合集流体：120000	新型多功能复合集流体扩产基地项目正式签约落户宜宾市南溪区。该项目总投资55亿元，分三期投资建设，总规划用地430亩，主要用于建设生产新型多功能复合集流体MA（铝箔）和MC（铜箔）产线，三期全部满产后，每年可为新能源市场输送约12亿平米的新型多功能复合集流体材料。第一代MA铝复合集流体产品于2018年首次量产并装机；第二代6μm MC铜复合集流体产品于2020年开始量产；第二代8μm MA产品已于2022年规模化量产并持续大批量供货，目前优率已达80%以上并持续提升中。
双星新材	复合铜箔：5000	公司初期规划的复合铜箔产能约5000万平方米，目前该批设备正在陆续到货、安装中。
璞泰来	复合铜箔：1.6万吨	拟设立全资子公司江苏卓立（注册资本4亿元），投资建设复合集流体研发生产基地一期产1.6万吨复合铜箔项目，项目计划总投资为20亿元。
安迈特	复合集流体：70000	新型高安全复合集流体产业化项目一期奠基仪式举行。本次开工的项目规划用地150亩，总投资30亿元，全部建成后将达成7亿平方米新型高安全复合集流体的年产能，可满足约70GWh动力、储能及3C锂离子电池产业需求。其中，一期投资8.5亿元，涵盖年产2亿平方米复合集流体生产线及配套设施等。

资料来源：各公司公告，各公司环评报告，浙商证券研究所

3.11 技术痛点：穿孔、铜膜结合力等问题成为影响复合铜箔迈向量产的痛点

■ **复合铜箔：箔材穿孔、铜膜结合力差、产能瓶颈等问题是其迈向量产导入期的痛点问题**

1）箔材穿孔：溅射铜种子层的过程中，高温的金属熔融物飞溅熔穿箔材，形成穿孔；其次因常规磁控溅射一般为原子沉积，铜种子层致密度差，也增加了后续电镀加厚环节中的针孔出现率；

2）铜膜结合力差：常规磁控溅射技术的粒子密度低，无法对PET/PP聚合物基体表面进行有效活化，导致铜膜与聚合物基体的结合力差，增加电池安全风险；

3）产能瓶颈：受常规磁控溅射技术节拍限制，铜金属沉积速度20-30nm/min，厚铜箔沉积时间长，难以实现卷对卷生产，阻碍高效率交付。

■ **复合铝箔：与复合铜箔对比，复合铝箔制备工艺相对简单，因此复合铝箔已率先上车应用，迈入量产导入期。**

图35：汇成真空镀铜（左）和镀铝（右）设备

资料来源：高工锂电《复合集流体产业化难点及破局之道》、汇成真空官网，浙商证券研究所

04 投资建议：聚焦优质设备膜材厂商，有望优先受益产业化突破

4.1 投资建议：聚焦优质设备、膜材厂商，有望优先受益产业化突破

- **基材厂商**：**重点关注**双星新材、东材科技、铜峰电子、康辉新材、瑞华泰
- **设备厂商**：**重点推荐**东威科技、骄成超声、先导智能，**重点关注**三孚新科、道森股份、汇成真空（未上市）
- **膜材厂商**：**重点关注**璞泰来、宝明科技、诺德股份、双星新材、万顺新材、胜利精密、元琛科技、英联股份、中一科技、隆扬电子、重庆金美（未上市）

表13：建议关注优质设备、膜材厂商

环节	相关企业
基材厂商	双星新材、东材科技、铜峰电子、康辉新材、瑞华泰
设备厂商	东威科技、骄成超声、三孚新科、道森股份、汇成真空（未上市）
膜材厂商	璞泰来、宝明科技、诺德股份、双星新材、万顺新材、胜利精密、元琛科技、英联股份、中一科技、隆扬电子、重庆金美（未上市）

资料来源：Wind，浙商证券研究所

4.2 投资建议：聚焦优质设备、膜材厂商，有望优先受益产业化突破

表14：复合集流体重点推荐或关注公司估值表（截至2023-8-23）

证券代码	可比公司	市值	归母净利润（亿元）				EPS（摊薄）				PE				PB	ROE
		(亿元)	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	2022A	2023E	2024E	2025E	(LP)	2022
688700	东威科技*	142	2.13	2.91	4.71	6.44	0.93	1.27	2.05	2.80	66	49	30	22	8.4	25.0%
688392	骄成超声*	100	1.11	1.71	2.53	3.35	1.35	2.09	3.08	4.09	90	58	39	30	5.8	10.6%
300450	先导智能*	450	23.18	36.50	48.30	59.75	1.48	2.33	3.08	3.82	19	12	9	8	4.1	22.5%
603659	璞泰来	699	31.04	40.43	52.70	64.61	2.23	2.01	2.61	3.2	23	18	14	11	5.1	23.1%
600237	铜峰电子	43	0.74	1.19	1.66	1.92	0.13	0.21	0.29	0.34	49	37	26	23	3.5	6.0%

资料来源：Wind，浙商证券研究所（注：归母净利润、EPS、PE预测为Wind一致预期）

4.3 东威科技： PCB电镀设备龙头，复合集流体装备领先

□ 东威科技：全球PCB电镀设备龙头，是国内乃至全球唯一实现新能源镀膜设备规模量产的企业。

图36：2017-2022年公司营收CAGR约22%

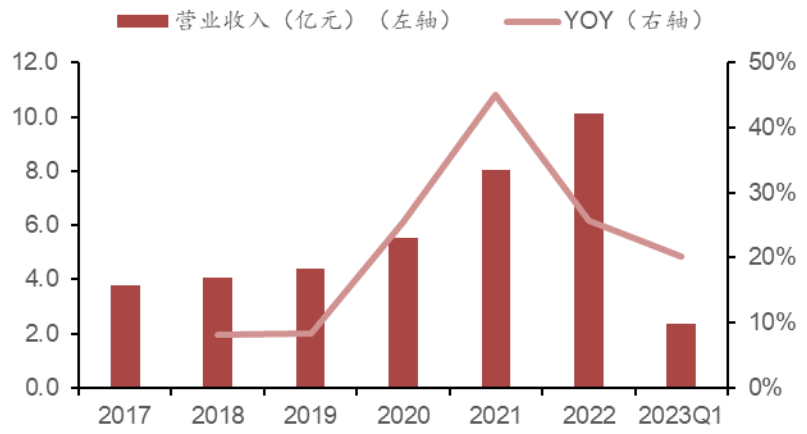


图37： 2017-2022年公司归母净利润CAGR约36%

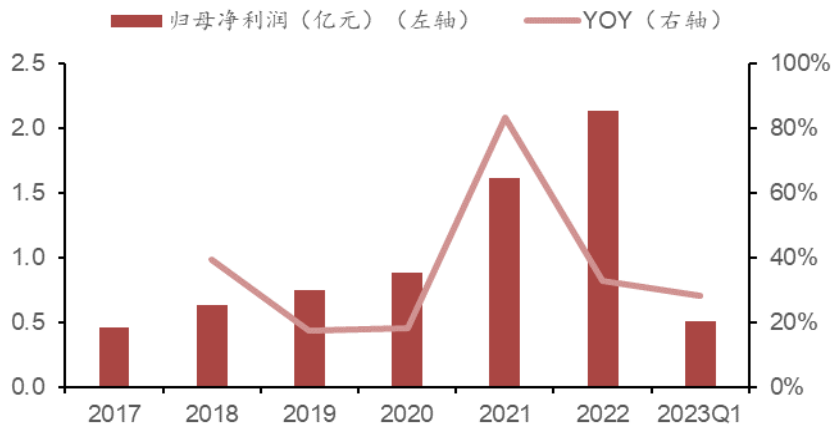


图38： 2022年毛利率、净利率约42%、21%

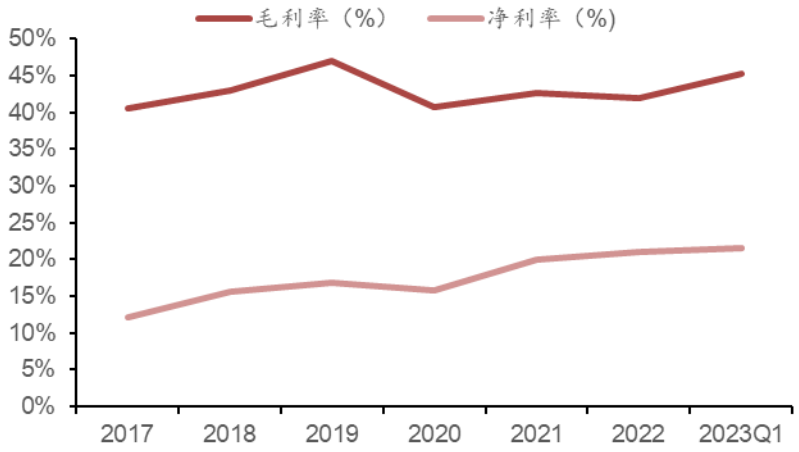
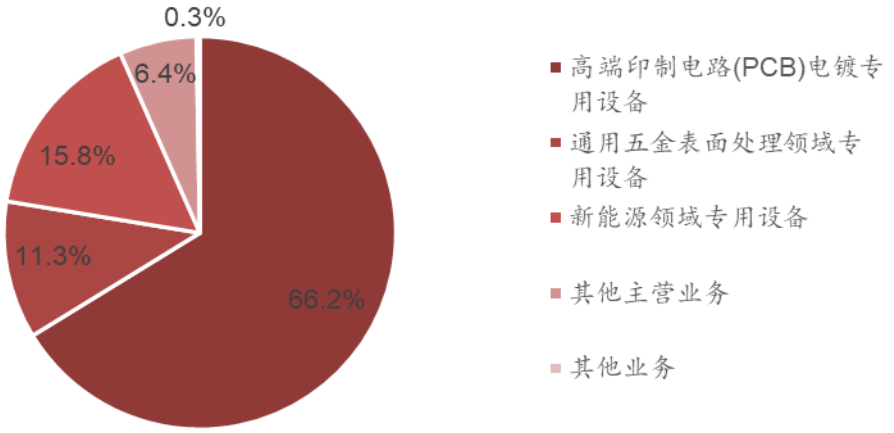


图39： 2022年公司新能源设备营收占比约16%



资料来源：Wind，浙商证券研究所

4.4 骄成超声：国产超声波滚焊设备领先者，新能源领域打开成长空间

□ 骄成超声：国产超声波滚焊设备领先者，将优先受益复合集流体行业爆发。

图40：2018-2022年公司营收CAGR约37%

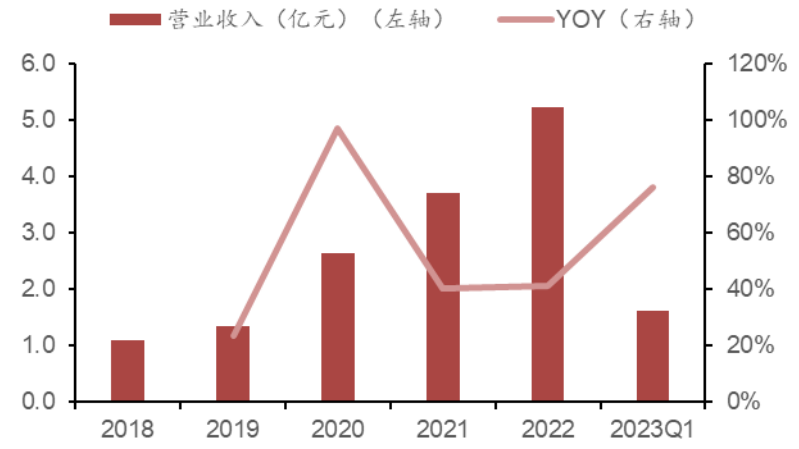


图41：2018-2022年公司归母净利润CAGR约41%

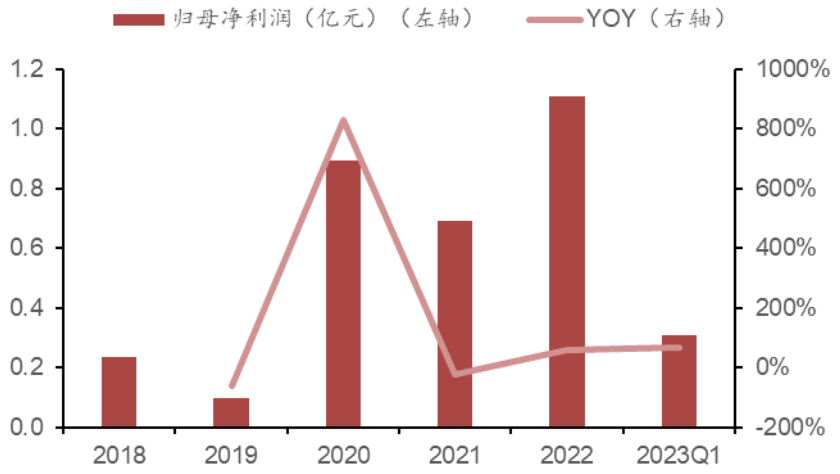


图42：2022年毛利率、净利率约52%、21%

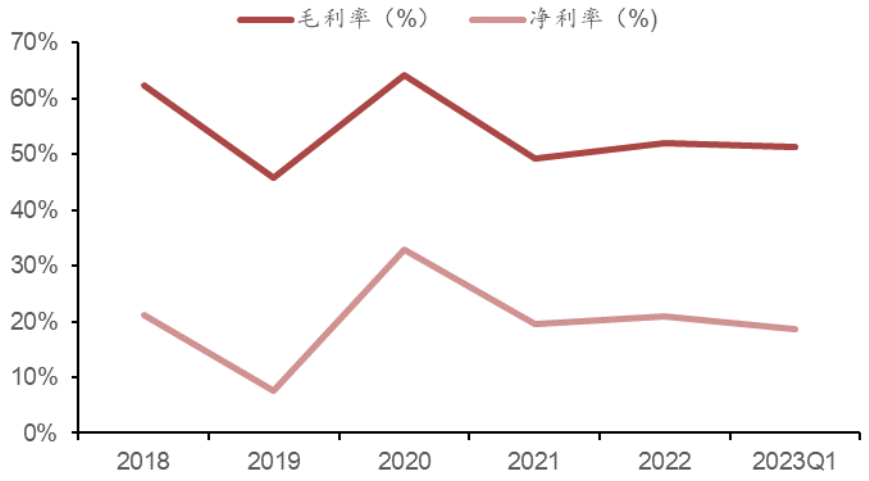
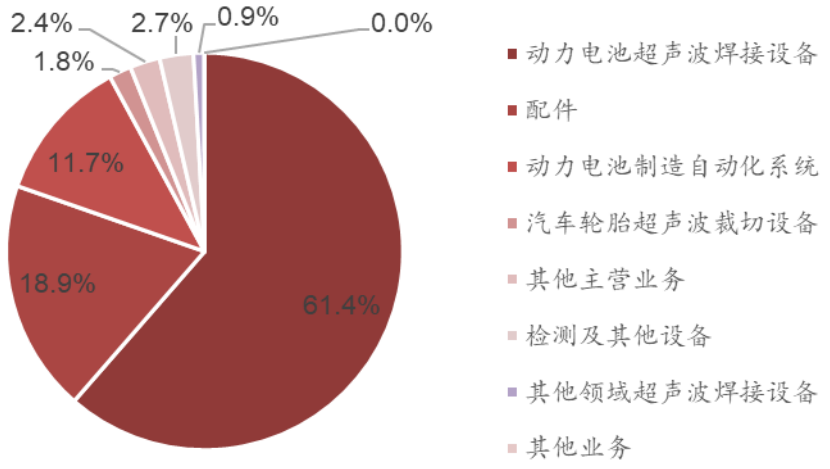


图43：2022年公司动力电池设备营收占比约73%



资料来源：Wind，浙商证券研究所

4.5 先导智能：全球锂电设备龙头，积极布局复合集流体方案

□ 先导智能：全球锂电设备龙头企业，布局复合集流体设备打开新成长空间；目前复合集流体创新方案已获订单。

图44：2017-2022年公司营收CAGR约45%

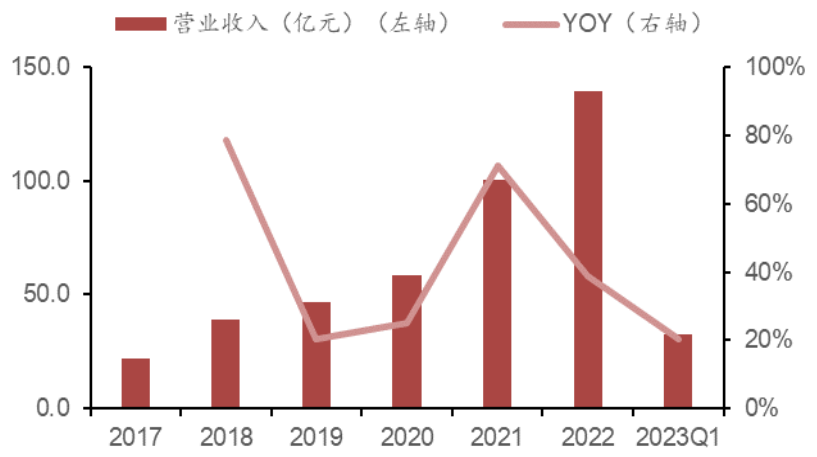


图45：2017-2022年公司归母净利润CAGR约34%

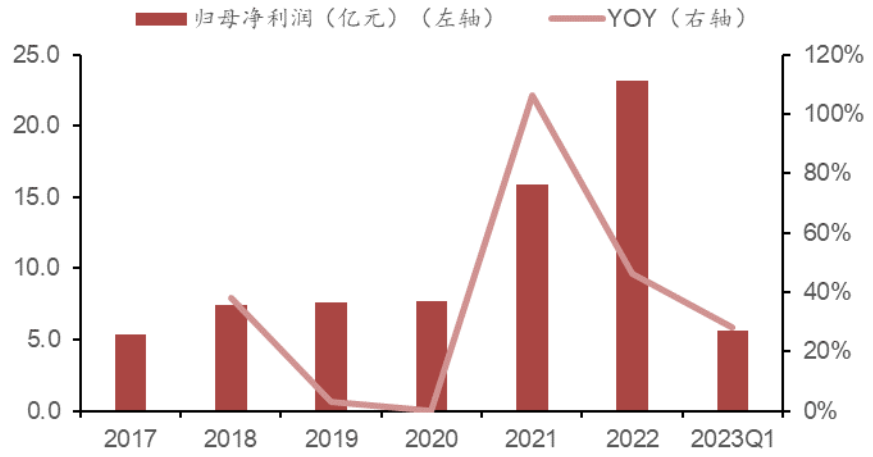


图46：2022年毛利率、净利率约38%、17%

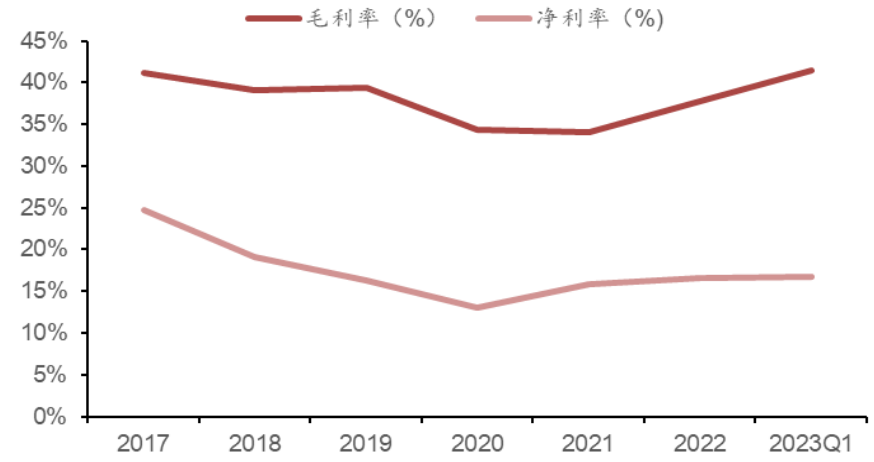
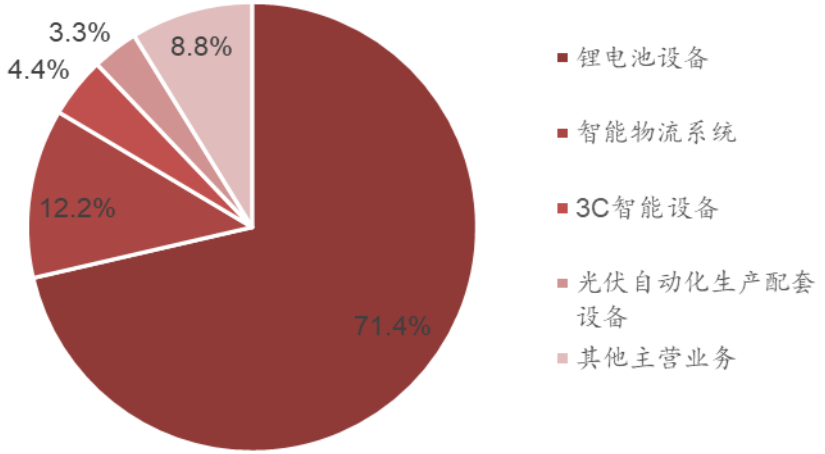


图47：2022年公司锂电池设备营收占比约71%



资料来源：Wind，浙商证券研究所

4.6 璞泰来：锂电材料龙头，打造复合集流体设备+膜材一体化方案

□ 璞泰来：锂电负极材料龙头，打造复合集流体设备、膜材一体化方案。

图48：2017-2022年公司营收CAGR约47%

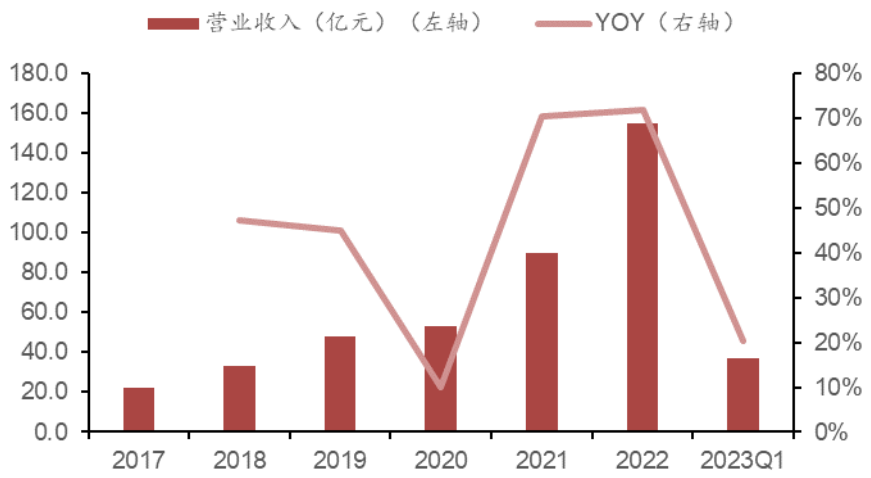


图49：2017-2022年公司归母净利润CAGR约47%

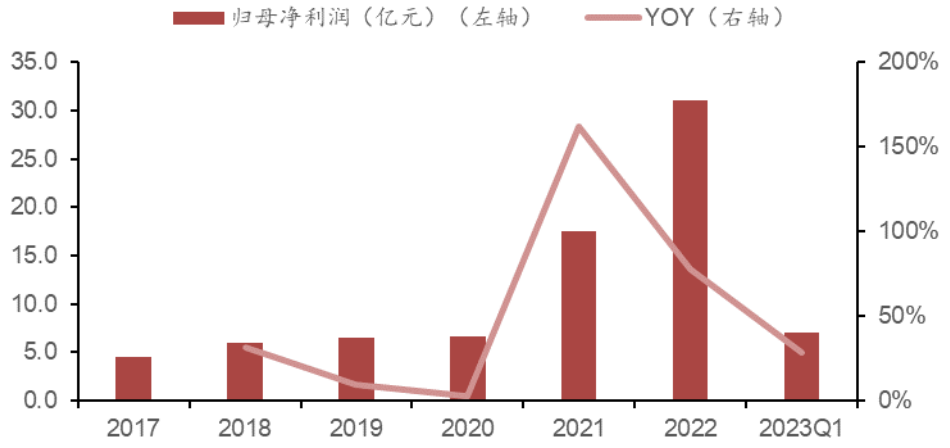


图50：2022年毛利率、净利率约34%、21%

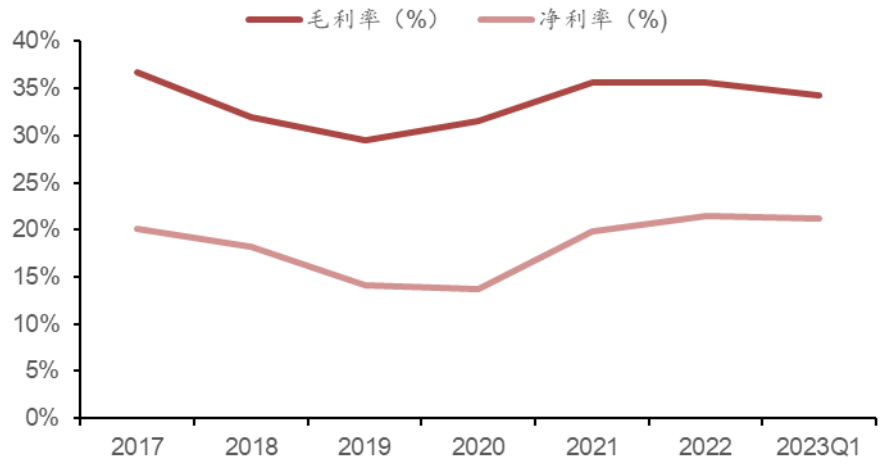
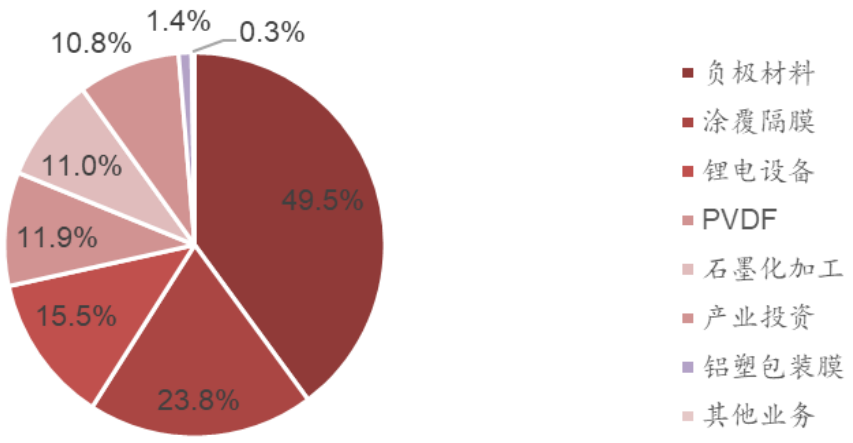


图51：2022年负极材料为公司主要收入来源



资料来源：Wind，浙商证券研究所，注：璞泰来2022年营收占比超100%系24.11%的其他收入合并未抵消。

4.7 铜峰电子：国内领先基材企业，复合集流体业务打开成长空间

□ 铜峰电子：国内领先基材企业，由高分子材料切入复合集流体赛道打开公司成长空间。

图52：2017-2022年公司营收CAGR约5%

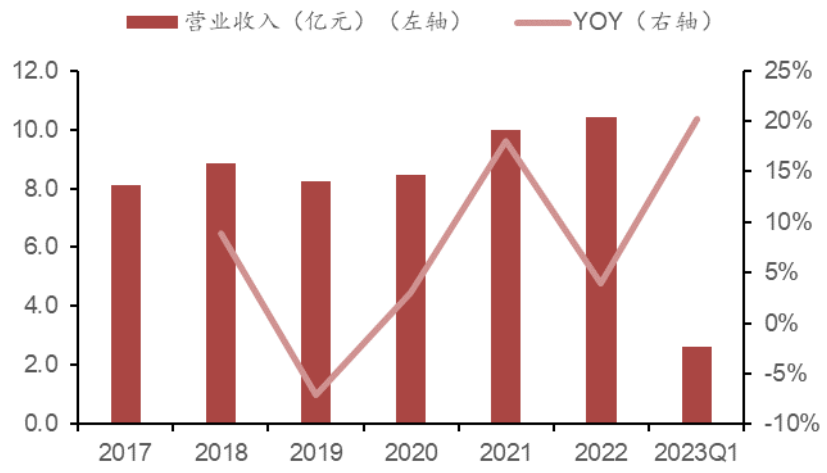


图53：2018-2022年公司归母净利润CAGR约43%

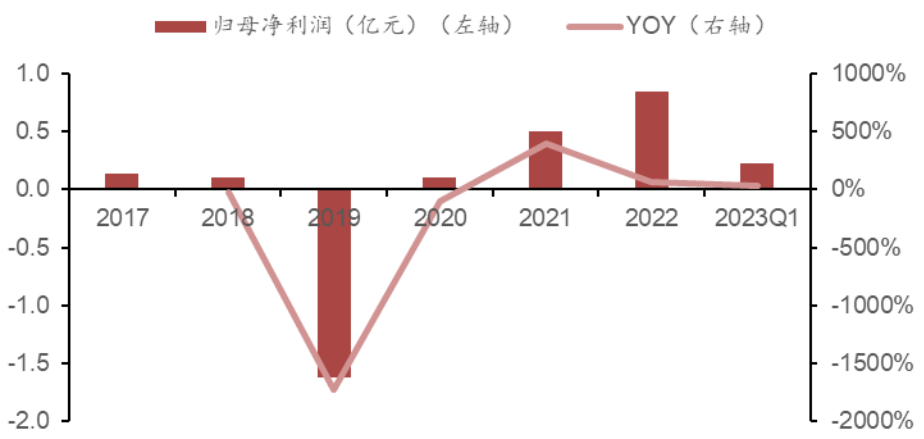


图54：2022年毛利率、净利率约19%、2%

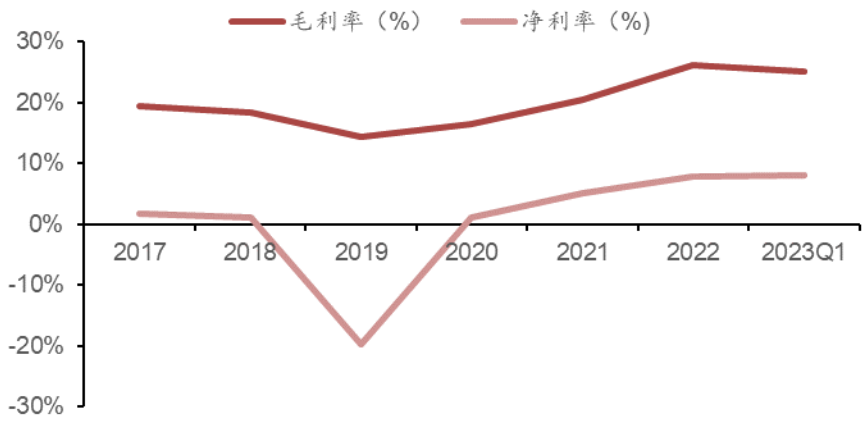
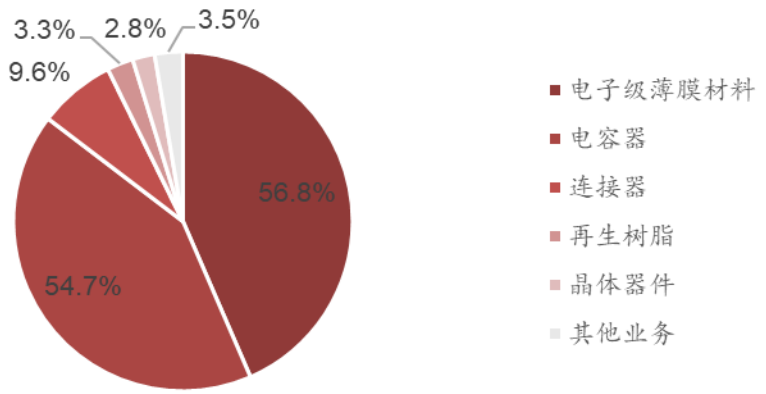


图55：2022年电子级薄膜材料是主要收入来源



资料来源：Wind，浙商证券研究所，注：铜峰电子2022年营收占比超100%系30.65%的其他收入合并未抵消。

05 风险提示

5.1 风险提示

- **复合集流体技术替代风险：**若未来下游产业发生重大技术革新和产品升级换代，可能将会对现有产品（基材、设备、膜材等环节）需求造成不利影响。

- **产业化进展不及预期风险：**当前复合集流体制备工艺难点仍未完全解决，若工艺痛点问题长时间得不到有效解决，将影响复合集流体产业化进程。

- **竞争格局恶化风险：**若复合集流体各环节产能扩张速度大于下游需求增长速度，将出现产能过剩风险，导致复合集流体各环节行业竞争格局恶化，导致产业链参与者盈利能力下滑。

- **市场空间测算偏差风险：**复合集流体行业变化快、技术迭代多，本报告中各个市场空间测算模型仅供当前假设情况下的参考，可能存在一定预测误差风险。

行业评级与免责声明

行业的投资评级

以报告日后的6个月内，行业指数相对于沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

1、看好：行业指数相对于沪深300指数表现 + 10%以上；

2、中性：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10% ~ + 10%以上；

3、看淡：行业指数相对于沪深300指数表现 - 10%以下。

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。投资者不应仅仅依靠投资评级来推断结论

法律声明及风险提示

本报告由浙商证券股份有限公司（已具备中国证监会批复的证券投资咨询业务资格，经营许可证编号为：Z39833000）制作。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但浙商证券股份有限公司及其关联机构（以下统称“本公司”）对这些信息的真实性、准确性及完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不发生任何变更。本公司没有将变更的信息和建议向报告所有接收者进行更新的义务。

本报告仅供本公司的客户作参考之用。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。

本报告仅反映报告作者的出具日的观点和判断，在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，本公司及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本公司的交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。本公司没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。本公司的资产管理公司、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

本报告版权均归本公司所有，未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、发布、传播本报告的全部或部分内容。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明本报告发布人和发布日期，并提示使用本报告的风险。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

联系方式

浙商证券研究所

上海总部地址：杨高南路729号陆家嘴世纪金融广场1号楼25层

北京地址：北京市东城区朝阳门北大街8号富华大厦E座4层

深圳地址：广东省深圳市福田区广电金融中心33层

邮政编码：200127

电话：(8621)80108518

传真：(8621)80106010

浙商证券研究所：http://research.stocke.com.cn