

行业报告：铜箔

2022年6月14日



中航证券有限公司

AVIC SECURITIES CO., LTD.

PET铜箔：蓄势待发，设备先行

行业评级：增持

分析师：邹润芳
证券执业证书号：S0640521040001

研究助理：朱祖跃
证券执业证书号：S0640121070054

研究助理：唐保威
证券执业证书号：S0640121040023

分析师：卢正羽
证券执业证书号：S0640521060001

- **铜箔影响电池性能、安全性和成本，复合集流体成为产业新趋势。** 铜箔约占锂电池质量的9%、成本的8%，其厚度、均匀性、抗拉强度等是决定锂电池能量密度、电池容量、循环寿命的重要指标。铜箔变薄可使相同电芯体积容纳更多活性材料，6 μ m和4.5 μ m铜箔相比8 μ m铜箔能量密度分别提升5%和9%；此外铜箔越薄，电池成本越低、受铜价影响越小；复合铜箔可有效解决电池热失控问题，提升电池安全性。
- **安全性高、能量密度高、理论成本低，PET铜箔大规模应用蓄势待发。** PET铜箔采用“三明治”结构，具有厚度较薄、用铜量较少、高安全性等特征，我们认为PET复合铜箔渗透率提升的逻辑为：1) PET铜箔彻底解决了电池因内短路易引发热失控的行业难题，同时使得电池能量密度提升5%-10%、循环寿命提升5%，并具备兼容性；2) 设备是推动PET铜箔产业发展的重要因素，传统铜箔的原材料成本占比约83%，原材料环节难以降本；而PET铜箔原材料成本占比约31%，受产业化初期影响设备成本占比高达50%，PET铜箔生产通过规模效应降低成本的空间更大，主要降本路径为通过提高生产效率与良率摊薄单位固定成本。
- **设备是PET铜箔产业化进程的关键因素，预计25年合计市场空间约80亿元。** 以宁德时代为代表的电池厂龙头积极布局PET铜箔，终端应用有望快速落地；重庆金美、诺德股份、万顺新材等多家膜材料厂商的复合铜箔已进入下游验证或已实现量产，产业化进程有望加快推进。PET铜箔主要工艺环节为真空磁控溅射与PET镀铜，设备的价格、良率和产能是决定PET铜箔降本、推进渗透率提升的主要因素，同时竞争格局相对明晰，因此相关环节的龙头设备公司有望率先受益。据我们测算，2025年PET铜箔真空磁控溅射设备市场空间约33.4亿元，镀铜设备市场空间约46.5亿元。
- **相关公司梳理：**东威科技，万顺新材，非上市公司包括广东腾胜、重庆金美新材料、海辰新能源。
- **风险提示：**新能源汽车销量不及预期，复合铜箔渗透率提升低于预期，原材料和运费成本大幅波动。

1.材料性能、理论成本占优，PET铜箔蓄势待发

2.设备影响量产进度，细分环节龙头公司持续受益

3.相关公司梳理

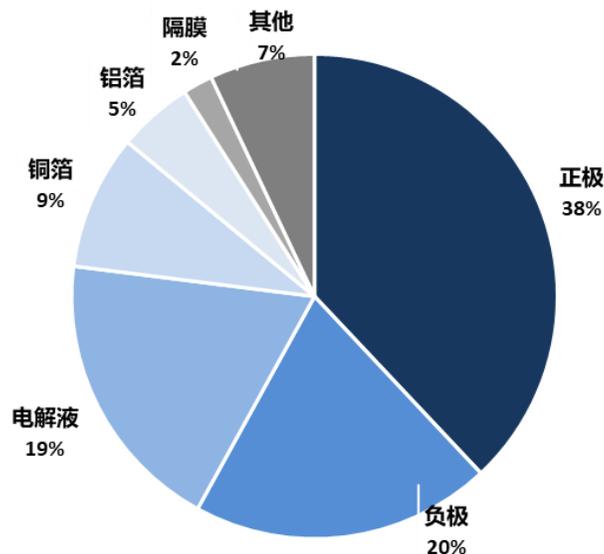
铜箔：锂电池的负极材料载体与负极集流体

- **铜箔是锂电池的负极材料载体与负极集流体。**铜箔是锂离子电池的重要基础材料，既充当负极活性材料的载体，又充当负极电子收集与导体，其作用是将电池活性物质产生的电流汇集起来，以产生更大的输出电流。铜箔由于导电性好、良好的机械加工性能、质地较软、制造技术较成熟、成本优势突出等特点，成为锂离子电池负极集流体的首选。
- **铜箔是影响锂电池比能量和成本的关键材料。**质量方面，以日产Leaf EV动力电池为例，铜箔约占电池质量的9%，是仅次于正极、负极、电解液的关键材料，影响电池的能量密度。成本方面，铜箔成本占磷酸铁锂电池成本的8%，是影响电池成本的重要材料之一。

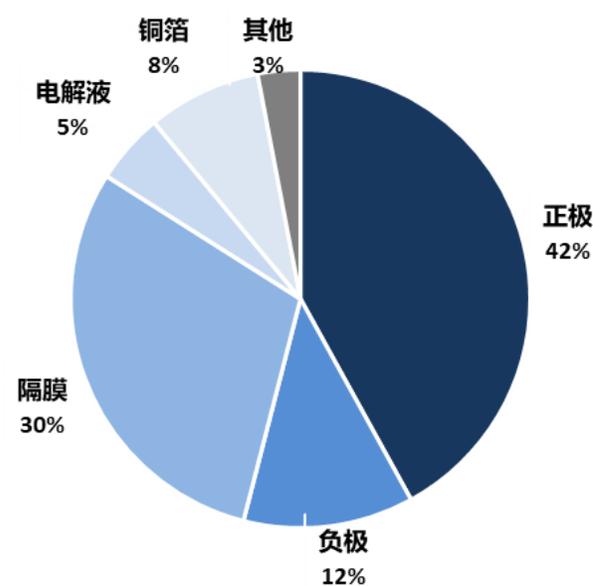
图表1：锂离子电池正负极示意图



图表2：铜箔约占动力电池质量的9%（日产Leaf EV动力电池）



图表3：铜箔成本约占锂电池成本的8%



- **铜箔的特性与质量影响电池性能。** 1) 物理性能：厚度均匀度影响电池容量和一致性；抗拉强度及延伸率影响负极制作的成品率、电池容量、内阻和循环寿命等；2) 化学性能：铜箔表面的氧化膜太厚会增加电池内阻导致电池容量衰减；氧化膜太疏松则会降低负极活性物质的附着力；3) 表面质量：表面瑕疵将导致铜箔附着力下降，出现涂布露箔点、双面涂敷量不均，严重影响电池的容量、内阻、循环寿命等，甚至导致电极报废。

图表4：铜箔特性与质量对电池性能的影响

铜箔性能指标	直接影响	对锂离子电池性能的间接影响
厚度	铜箔的厚薄程度	影响电池的能量密度
抗拉强度及伸长率	铜箔断裂或裂缝	影响负极制作的成品率、可操作性电池容量、内阻和循环寿命等
表面粗造度（轮廓）	负极活性物质在铜箔表面的附着力	影响到电池内阻和循环寿命等电池性能
表面质量	负极活性物质在铜箔表面的附着力	对电池容量、内阻、循环寿命等产生很大的影响。
厚度均匀性	负极涂敷活性物质的质量的波动	对电池容量和一致性产生直接影响
抗氧化性及耐蚀性	铜箔氧化膜的厚度，耐腐蚀性	影响电池内阻、电池容量等
孔隙率	负极活性物质在铜箔表面的附着力	影响电池的倍率性能和长循环寿命

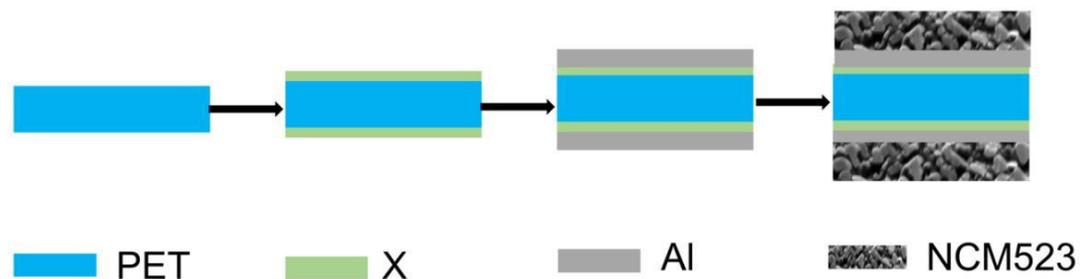
复合铜箔具有典型的三明治夹心结构

- **锂电铜箔根据组成材料的不同可分为传统铜箔与复合铜箔。**
- **传统铜箔：**由99.5%的纯铜组成，根据厚度可分为极薄铜箔 ($\leq 6\mu\text{m}$)、超薄铜箔 (6-12 μm)、薄铜箔 (12-18 μm)、常规铜箔 (18-70 μm)、厚铜箔 ($\geq 70\mu\text{m}$)等，其特点为单位面积重量较重、金属铜材使用量高、导热性能高。
- **复合铜箔 (PET铜箔)：**具有典型的“金属导电层-高分子支撑层-金属导电层”三明治结构，以绝缘分子薄膜为支撑基材，两侧沉积金属铜层而得到的复合集流体。PET铜箔是在4.5 μm 的PET (或PP) 膜两边各镀1 μm 铜形成6.5 μm 的PET镀铜膜，通过低密度、低杨氏模量、高可压缩性以及低造价的高分子基材材料PET替换金属铜，其特点为厚度较薄、用铜量较小、有效提升电池的安全性与能量密度。

图表5：PET铜箔和传统铜箔对比

	传统铜箔	PET铜箔
工艺原理	溶铜电解+水电镀	真空镀膜+离子置换
组成	99.5%纯铜组成	以聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)作为导电薄膜，两边分别以铜箔为镀层
图示		
特点	单位面积重量较重，金属铜材使用量高、导热性能高	提升安全性、提升能量密度、减少铜箔厚度，降低原材料成本
缺点	成本高、用于电池材料安全性差	生产效率低，增加制造成本、存在箔材穿孔问题、增大电池内阻，影响输出功率

图表6：复合集流体制备过程 (图中为复合铝箔，复合铜箔制备过程类似)



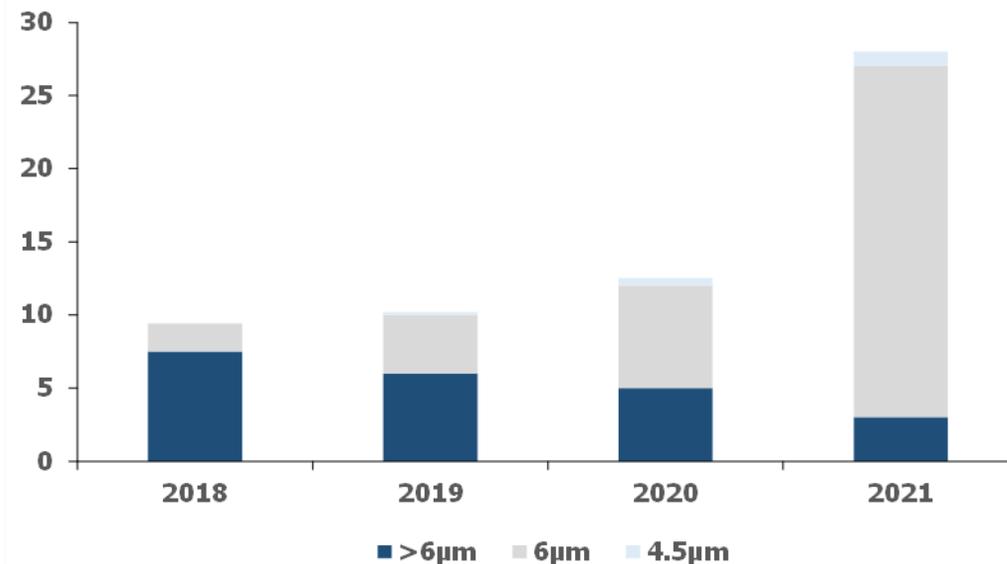
铜箔超轻薄化是提升电池能量密度的重要途径

- **高密度、低轮廓、超轻薄化、高抗拉强度、高延伸率是锂电铜箔的重要发展趋势，可提升电池能量密度、提高电池容量、延长循环寿命等。**
- **动力电池高能量密度、高安全性发展方向趋势明确，铜箔超轻薄化可有效提升电池能量密度。**在相同体积的锂离子电池中，铜箔的厚度越薄，其承载负极活性物质的能力越好，电池的容量越大、对电池的能量密度提升作用越大。以方形电池为例，铜箔厚度变薄，可以在电芯体积不变条件下，增大活性材料的用量，浆料涂敷厚度增厚，将直接使电芯能量密度提高。定量来看，相比8 μm 铜箔，6 μm 和4.5 μm 铜箔将使锂电池能量密度提升5%和9%。此外铜箔厚度越薄，单位电池铜的用量减少，也有利于电池成本降低。2018-2021年，我国锂电铜箔中6 μm 及以下铜箔占比从20%提升至89%。

图表7：锂电铜箔技术趋势

铜箔特性	对锂电池性能的影响	性能要求
厚度	在同等条件下，影响电池的能量密度	在确保安全性前提下，越薄越好
厚度均匀性	影响电池一致性、稳定性及容量大小	面密度一致
抗拉强度	影响负极的良品率	越高越好
表面润湿性	影响负极材料的附着性	越高越好

图表8：2018-2021年我国锂电铜箔产品结构（万吨）

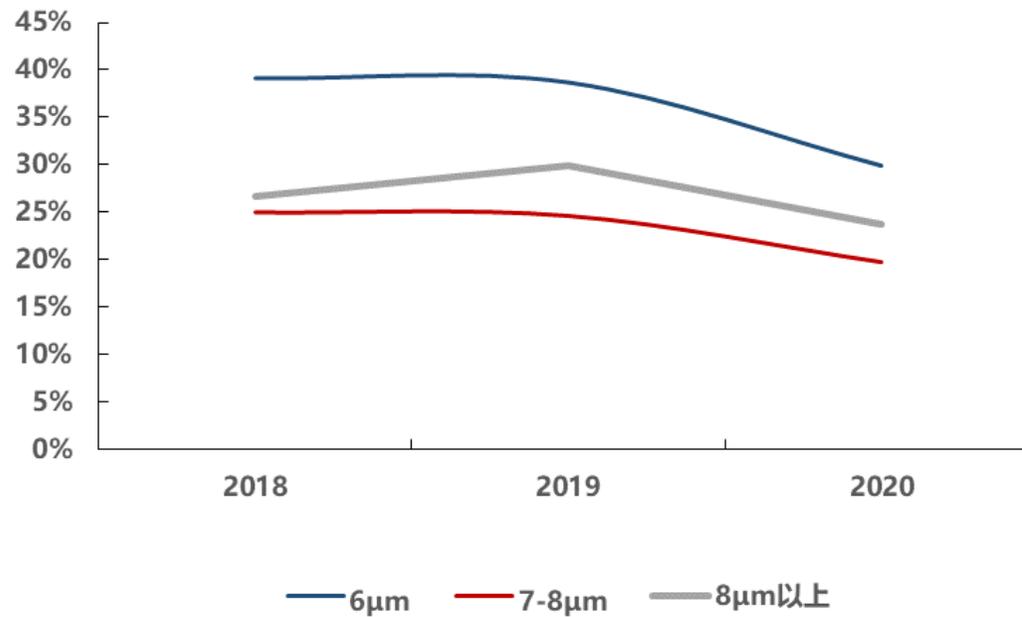


- **产品结构和规模效应是铜箔厂商提升盈利能力的关键，推动极薄化渗透率提升。**铜箔采用“成本+加工费”的方式定价，在正常生产周期内铜价波动可传导至下游客户，因此铜价波动对铜箔企业盈利能力影响较小，决定铜箔厂商盈利能力的关键因素为铜箔厂商与其供应商的加工费差额，以铜冠铜箔为例，铜价变动对毛利率的敏感系数为0.06-0.13之间。
- 对电池厂来说，铜箔越薄，用铜量越少，成本越低；
- 对铜箔厂来说，率先实现极薄化与复合铜箔等高端产品生产的企业将享有更高的技术溢价，盈利能力更强。以嘉元科技为例，2020年6 μ m铜箔毛利率为29.93%，分别较7-8 μ m、8 μ m以上铜箔毛利率高10.25pct、6.18pct，铜箔厂商生产高毛利率产品意愿强烈，推动极薄化渗透率提升。

图表9：铜价变动对铜箔的毛利率影响分析（以铜冠铜箔为例）

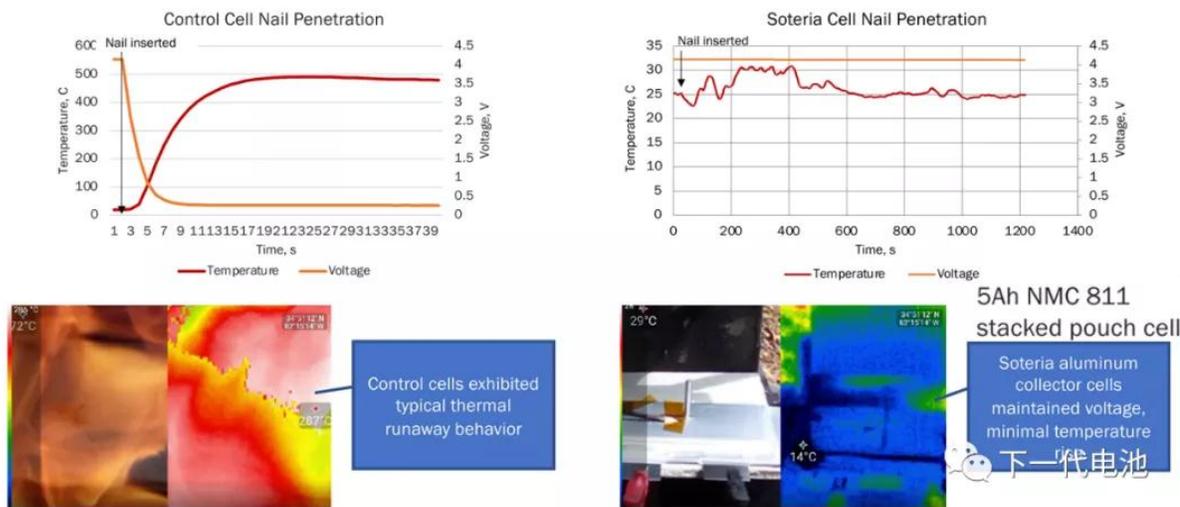
铜价变动幅度	2021年1-6月			2020年		
	毛利率	毛利率变动	敏感系数	毛利率	毛利率变动	敏感系数
-10%	19.07%	1.31%	0.13	11.36%	0.78%	0.08
-5%	18.40%	0.63%	0.13	10.96%	0.38%	0.08
5%	17.18%	-0.59%	0.12	10.23%	-0.35%	0.07
10%	16.63%	-1.14%	0.11	9.91%	-0.68%	0.07
15%	16.11%	-1.66%	0.11	9.60%	-0.99%	0.07
20%	15.63%	-2.14%	0.11	9.31%	-1.28%	0.06

图表10：2018-2020年嘉元科技不同厚度铜箔毛利率情况

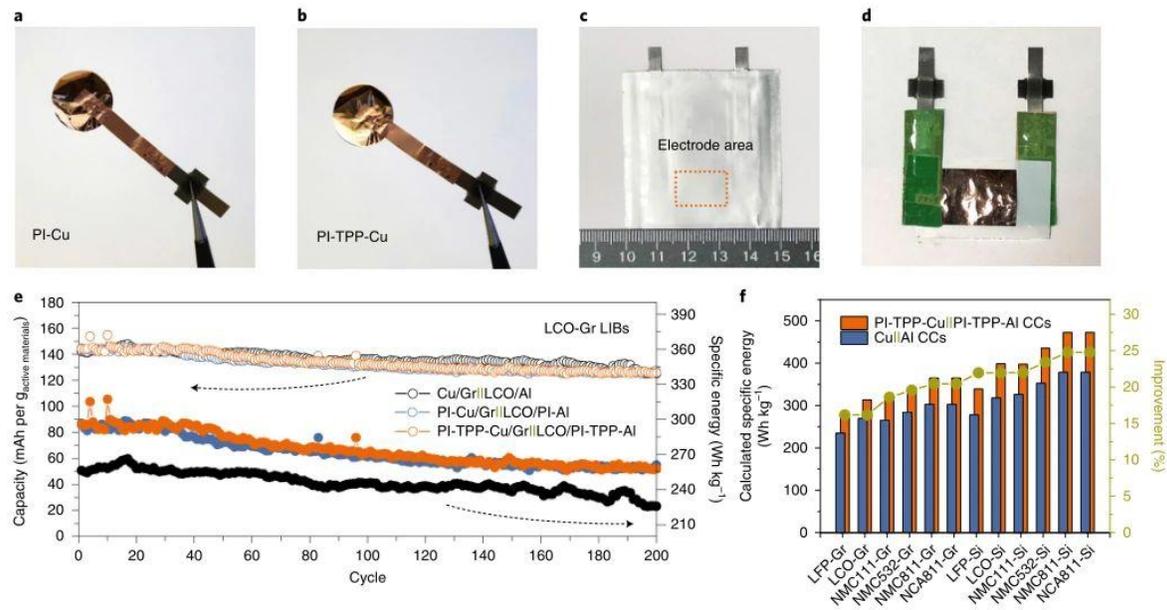


- **高安全性**：突破了传统内短路防护技术仅能延缓内短路引发热失控，并降低甚至极大牺牲电池比能、寿命及增加成本等为代价的技术瓶颈，彻底解决了电池因内短路易引发热失控的行业难题。
- **高能量密度**：中间层采用轻量化高分子材料，重量比纯金属集流体降低50%-80%，电池能量密度实现提升5%-10%。
- **长寿命**：高分子材料相比金属具有低弹性模量，电池的循环寿命实现提升5%。
- **强兼容**：将传统集流体直接升级为复合集流体不影响电池内部电化学反应，能够直接运用于各种规格、不同体系的动力电池。

图表11：复合集流体针刺后电池容量仍能保持93%



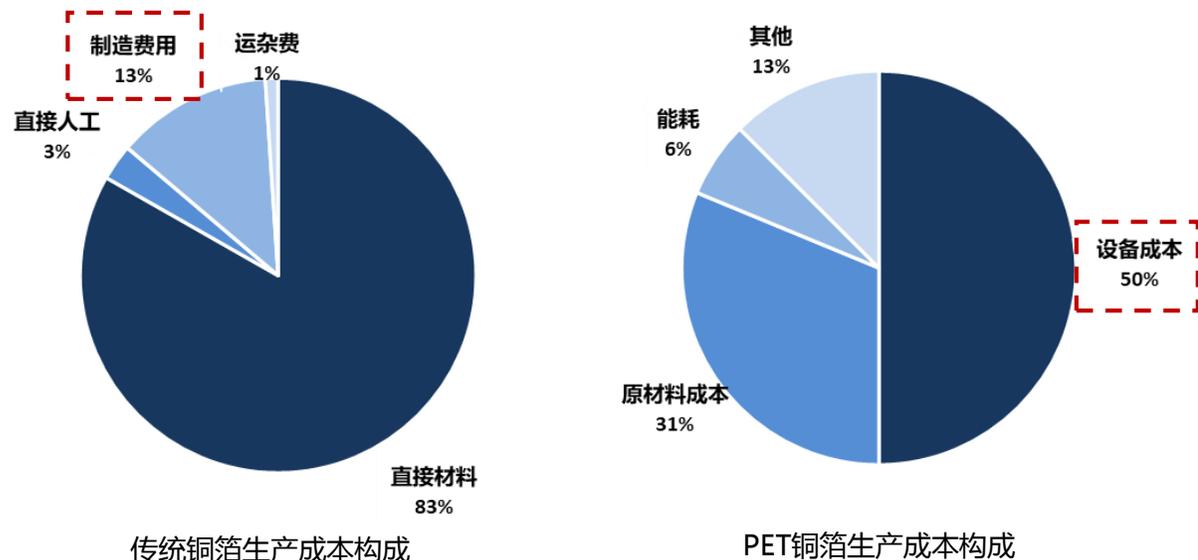
图表12：复合集流体的循环性能和能量密度优于传统集流体



PET铜箔规模化生产后或将具备成本优势

■ **PET铜箔规模化生产后或将具备成本优势。**生产端来看，传统铜箔的原材料成本占比约83%；而PET铜箔原材料成本占比约31%，且受产业化初期影响设备成本占比高达50%，PET铜箔生产通过规模效应降低成本的空间更大。使用端来看，1) 据产业调研数据，1GWh电池对8 μ m、6 μ m、4.5 μ m铜箔的需求量分别为850吨、580吨、400吨；2) 铜箔定价包括铜价与加工费两部分，其中铜价为上海有色金属网现货铜的月度均价，根据近期走势设定铜价为7.26万元/吨，传统锂电铜箔加工费根据产业调研及上海有色金属网数据获得；3) 动态分析铜价变化对传统铜箔采购成本的影响，当铜价变动20%时，8 μ m、6 μ m、4.5 μ m铜箔的单GWh采购成本分别变动14%、12%、10%，即铜箔厚度越薄，铜价波动对成本的影响越小。

图表13：PET铜箔生产成本中设备成本下降空间较大



(由嘉元科技和铜冠铜箔2021年平均计算)

图表14：铜价变动20%，8 μ m、6 μ m、4.5 μ m铜箔的单位成本分别变动14%、12%、10%

	传统锂电铜箔		
	8微米	6微米	4.5微米
1GWh电池对铜箔的需求量(吨)	850	580	400
铜价(万元/吨)	7.26	7.26	7.26
铜箔成本-铜价(万元/GWh)	6171	4210.8	2904
铜成本占比	68%	62%	51%
加工费(万元/吨)	3.4	4.5	7
铜箔成本-加工费(万元/GWh)	2890	2610	2800
加工费占比	32%	38%	49%
铜箔成本(万元/GWh)	9061	6821	5704
铜价变动20%——铜单价	8.71	8.71	8.71
铜价变动20%——铜箔成本变动	13.62%	12.35%	10.18%

- **设备是推动PET铜箔产业发展的重要因素，主要降本路径为通过提高生产效率与良率摊薄单位固定成本。** PET铜箔生产成本可拆解为固定成本与可变成本，固定成本主要为设备与厂房折旧，当前占比50%，随着规模效应体现，单位生产成本将大幅降低；可变成本中直接材料成本难以通过优化生产降低，直接人工、其他制造费用等可通过提高生产效率与良率实现降本，但降低幅度相对有限。

图表15：PET铜箔成本构成及降本路径分析

成本拆分	具体含义	计算方法	降本路径	当前成本占比估计	
固定成本	固定资产折旧	设备、厂房	原值* (1-残值率) / 折旧年限	提高生产效率、提高良率 规模效应带来单位折旧减少	50%
可变成本	直接材料	铜	用铜量*单价	/	31%
		PET	PET用量*单价	/	
	直接人工	生产人员工资	人数*单位人均工资*工时	提高生产效率、提高良率	
	其他制造费用	电费、机物料消耗等	工时*单位耗能/耗材成本	提高生产效率、提高良率	19%
	其他	运杂费等其他成本	/	/	

1.材料性能、理论成本占优，PET铜箔蓄势待发

2.设备影响量产进度，细分环节龙头公司持续受益

3.相关公司梳理

- **锂电铜箔产业链分解**：1) 上游原材料及设备厂商：设备厂商包括磁控溅射设备厂商和电镀设备厂商；2) 铜箔制造：根据锂电铜箔工艺可分为电解铜箔以及PET铜箔，其中电解铜箔为市场主流工艺，PET铜箔为新工艺；3) 下游锂电池厂商：主要包括动力电池厂商、3C消费电子厂商以及储能电池厂商等。

图表16：锂电铜箔产业链概览



产业链进度梳理：下游电池厂商积极布局，产业化进展加快

- **宁德时代积极研发并布局PET铜箔。** 公司通过参股重庆金美布局PET铜箔，其已在复合集流体技术与产业化方面取得了较大进展；具备PET铜箔生产技术专利，其中电池应用端技术为公司独享，计划采购2.4亿平PET铜箔用于动力电池生产。
- **厦门海辰正积极布局复合集流体材料的制作和应用，加快产业化布局。**

图表17：宁德时代复合集流体方面专利情况

名称	申请公布日	摘要
电化学装置与电子设备	2022.05.06	该电化学装置可以改善当前复合集流体中两导电层之间不导通的现状，并且提高该电化学装置的电化学性能和使用寿命。
电极极片、电芯及电化学装置	2022.03.22	复合集流体(131)包括第一金属层(132、232、332、432、532、632、732、832、932)、第二金属层(135、235、335、435、535、635、735、835、935)及夹设于第一金属层(132、232、332、432、532、632、732、832、932)与第二金属层(135、235、335、435、535、635、735、835、935)之间的聚合物层(136)。
复合集流体、电化学装置以及电子装置	2022.02.11	本申请提供一种复合集流体、电化学装置以及电子设备。所述复合集流体包括聚合物层和多孔导电网层，所述多孔导电网层设置在所述聚合物层的至少一个表面上。
一种正极极片和包含所述正极极片的电化学装置及电子装置	2022.01.04	一种正极极片和包含所述正极极片的电化学装置及电子装置。所述正极极片包括复合集流体(10)、功能性涂层(20)和正极活性物质层(30)；功能性涂层(20)设置在所述复合集流体(10)的至少一个表面上，且位于复合集流体(10)和正极活性物质层(30)之间；功能性涂层(20)含有正极活性物质，且正极活性物质的颗粒度 $D_{50} \leq 5\mu\text{m}$ 。
复合集流体、应用所述复合集流体的电池和电子装置	2021.12.14	一种复合集流体，包括聚合物膜层和设置在聚合物膜层至少一个表面上的金属层。
负极极片、二次电池及其装置	2021.12.03	一种负极极片、二次电池及其装置。该二次电池包括负极极片(30)，该负极极片包括复合集流体(10)和设置于复合集流体(10)的至少一个表面上的负极活性材料层(20)。
复合集流体及其制备方法以及电化学装置	2021.11.30	本申请提供了一种复合集流体及其制备方法以及电化学装置。复合集流体包括聚合物膜层以及设置在聚合物膜层至少一面上的金属层，其中，所述聚合物膜层和所述金属层以离子键结构 $[M+COO^-]$ 结合，其中，M为金属层中的金属元素。
复合集流体及包含其的极片、锂离子电池和电子装置	2021.09.28	本申请提供的复合集流体，其金属层与复合基体中的导电网相接触，从而实现了上下金属层之间的相互导通。
复合集流体、电极极片及电化学装置	2021.09.28	本申请的复合集流体，通过对基体的第一表面进行图案化处理形成第一槽状图案，随后在第一表面涂覆第一连接层并使得第一连接层填充于第一槽状图案，可增加第一连接层与基体附着力，有效避免第一导电层发生脱落的现象，提高复合集流体的稳定性。
电化学装置及包括该电化学装置的用电设备	2021.09.24	本申请提供的电化学装置和用电设备，通过对复合集流体设置加热区用于连接加热电路，优化了加热结构的引入方式，进而有效改善了现有加热方式存在的诸多问题。

图表18：厦门海辰复合集流体方面专利情况

名称	申请公布日	摘要
极片以及锂离子电池	2022.05.13	通过在聚合物层上设置空孔并填充导电材料，使复合集流体极耳的正反面导通，由此，极片与极片间的极耳能够正常导通在一起，从而降低了极片的极耳连接电阻，降低了极片的极耳温升，提高了锂离子电池的可靠性和安全性。
复合集流体的极耳结构及其焊接方法和应用	2022.05.03	本发明的极耳结构使复合集流体两侧的金属层导通，且使各层叠的复合集流体导通，从而提高了复合集流体电池的极耳焊接效果，降低了锂离子电池的接触内阻，降低了锂离子电池的温升，提高了锂离子电池的循环寿命，提高了锂离子电池的可靠性。
复合集流体的加工设备和微盲孔复合集流体的加工方法	2022.04.12	根据本发明的复合集流体的加工设备，通过采用激光打孔机构在复合集流体上打出盲孔，不仅可以简化加工工艺，提高加工效率，还可以避免活性物质漏料，且对复合集流体的减重效果更好。
复合集流体及其制备方法和应用	2022.04.05	发明公开了一种复合集流体及其制备方法和应用，其中，复合集流体包括支撑层和导电层，所述导电层形成在所述支撑层的表面上，并且所述导电层的表面的至少一部分上形成有盲孔，所述盲孔的直径为 $10\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ 。
一种集流体和电芯	2021.08.27	满足条件A、条件B的集流体耐弯折、抗拉扯性能较好，选用金属层柔韧性更优的复合集流体，可以实现电芯制造工艺中极耳焊接工序的优率提升。其制备得到的电芯的成本更低可靠性更好。
一种叠层结构、极片组件及卷绕电芯	2021.06.18	大于2的偶数个集流体中，至少包括极性相反的一个复合集流体和一个金属箔材集流体，且复合集流体的数量小于或等于金属箔材集流体的数量，复合集流体包括聚合物基材以及结合于基材的导电层。
极片及圆柱电池卷芯结构	2021.06.04	本申请提供一种极片及圆柱电池卷芯结构，涉及电池技术领域。极片包括复合集流体、第一极耳以及导电片；复合集流体包括第一绝缘层、在第一绝缘层相对两个表面的第一导电膜和第二导电膜。
一种复合集流体、极片、电池和使用电池的装置	2021.05.04	本申请提供一种复合集流体、极片、电池和使用电池的装置，涉及电池技术领域。复合集流体包括依次层叠布置的第一导电层、基膜和第二导电层，复合集流体具有用于涂覆活性材料的涂覆区和用于形成极耳的极耳区，涂覆区的基膜由绝缘材料制成，第一导电层和第二导电层在极耳区导通。
复合集流体及其制备方法、二次电池	2021.03.16	本申请提供一种复合集流体及其制备方法、二次电池，属于二次电池的集流体技术领域。
极片以及锂离子电池	2022.05.13	通过在聚合物层上设置空孔并填充导电材料，使复合集流体极耳的正反面导通，由此，极片与极片间的极耳能够正常导通在一起，从而降低了极片的极耳连接电阻，降低了极片的极耳温升，提高了锂离子电池的可靠性和安全性。

- **重庆金美积极推进PET复合集流体新材料放量。**公司主打产品多功能复合集流体铜箔(MC)为金美联合新能源行业头部企业相互配合研发，目前已经实现商品化应用，进入量产阶段。重庆金美项目一期总投资15亿元，一期全部产线满产后可达到年产能3.5亿平米，年产值17.5亿元。
- **万顺新材载体铜膜样品已送下游电池企业验证。**公司已开展“在有机载体薄膜上镀双面铜箔工艺项目”研发工作，该项目的研究方向系应用于电池、电子元件等方向的产品；已开发出应用于电池负极的载体铜膜样品，可降低电池重量，提升能量密度及安全性，已送下游电池企业验证。
- **诺德股份致力于推动PET铜箔工艺的研发测试。**公司PET铜箔产品目前在下游客户小批量试用。

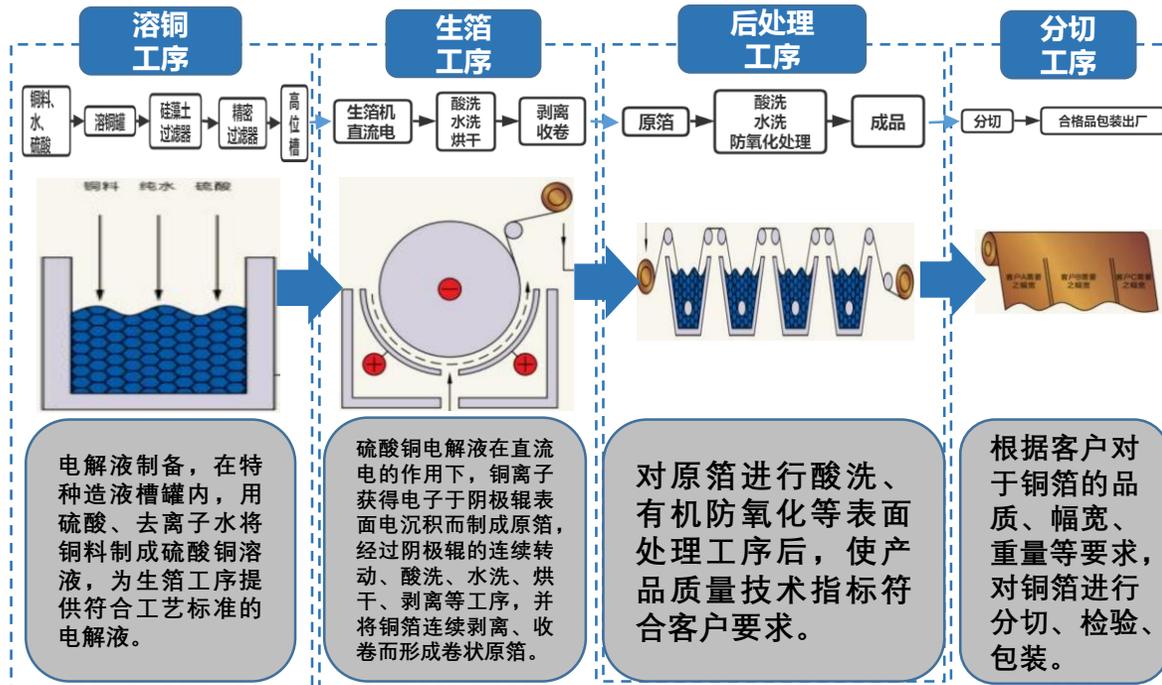
图表19：中游材料供应商PET铜箔产业进展情况

公司	进展情况
重庆金美	<ul style="list-style-type: none"> ① 公司主营业务为新型高端功能材料、高端电子专用材料研发、制造和销售，主打产品为多功能复合集流体铝箔(MA)和多功能复合集流体铜箔(MC)。该材料产品是金美联合新能源行业头部企业相互配合研发，目前已经实现商品化应用，进入量产阶段。 ② 公司自主研发的高分子复合膜产品成功应用到新能源汽车电池上，并顺利通过德国穿刺实验，进入量产阶段。 ③ 重庆金美项目一期总投资15亿元，一期全部产线满产后可达到年产能3.5亿平米，年产值17.5亿元。
万顺新材	<ul style="list-style-type: none"> ① 公司载体铜膜项目正在配合下游电池企业的需求优化产品工艺。 ② 公司已开展“在有机载体薄膜上镀双面铜箔工艺项目”研发工作，该项目的研究方向系应用于电池、电子元件等方向的产品。 ③ 公司已开发出应用于电池负极的载体铜膜样品，可降低电池重量，提升能量密度及安全性，已送下游电池企业验证。
诺德股份	积极推动PET铜箔工艺的研发测试，产品目前在下游客户有小量的试用。

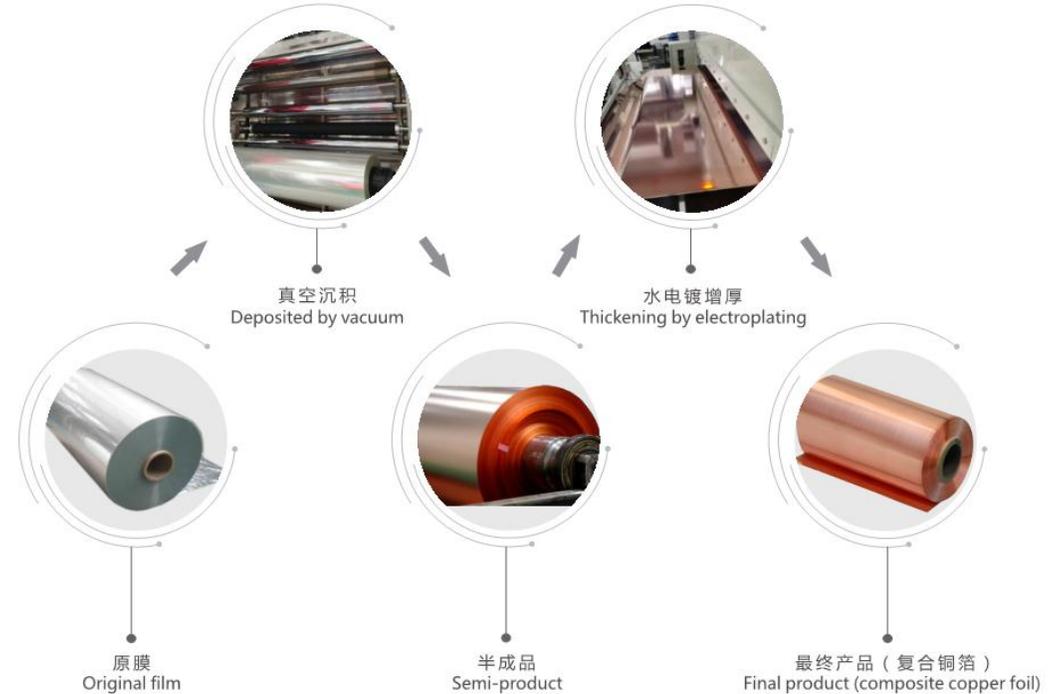
传统铜箔多采用电解法制备，PET铜箔工艺核心为真空镀膜与离子置换

- **传统铜箔目前多采用连续电解法制备。** 锂电池发展初期多采用压延铜箔，但压延铜箔生产工艺复杂、成本高，且全球产能极度集中于少数几家公司；电解铜箔由于生产设备和工艺简单、容易操作，且产品性能良好，逐渐成为目前最普遍的铜箔生产方式。电解铜箔是在直流电流作用下，铜离子在连续转动的阴极辊表面还原沉积形成很薄的连续的铜层继而连续剥离形成的，其主要生产流程包括溶铜、生箔沉积、后处理及分切。
- **PET铜箔制造工艺核心为真空磁控溅射、铜堆积层和清洗抗氧化保护。** PET铜箔生产工艺以高真空设备磁控溅射在基膜上金属化，再以离子置换机进行金属置换使金属层增厚，具体工艺流程包括真空溅射镀铜（非金属材料金属化）、液体电镀（铜层增厚沉积）、成品材料配切。

图表20：传统铜箔工艺流程



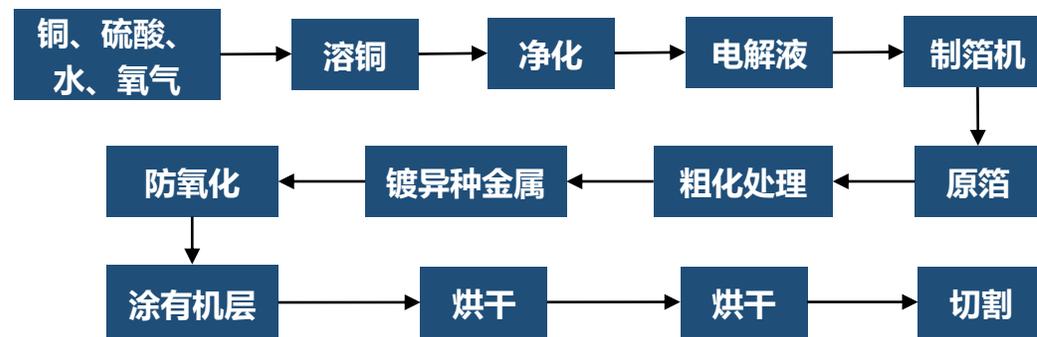
图表21：复合铜箔工艺流程



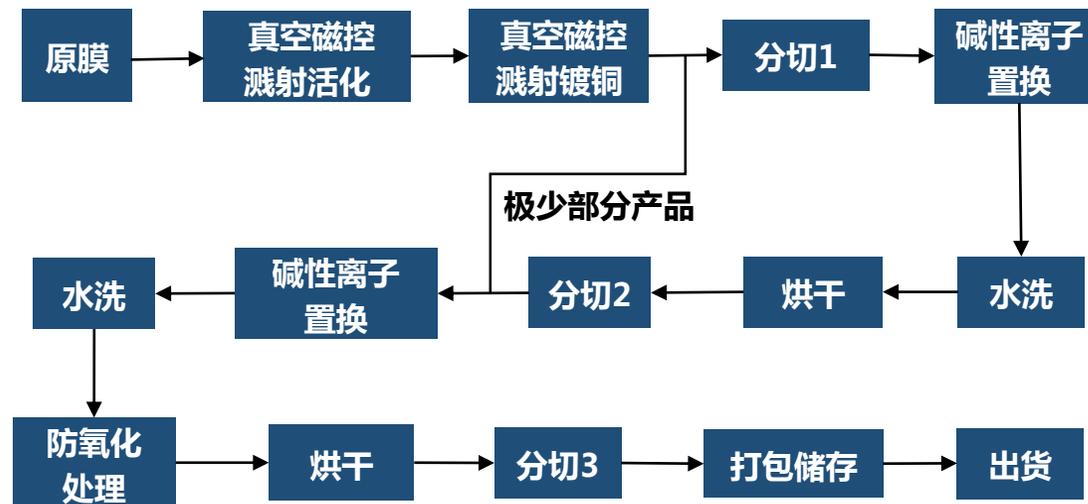
图表22：PET复合工艺与传统铜箔工艺对比情况

对比项目	PET复合铜箔工艺	传统锂电铜箔工艺
工艺原理	真空镀膜+离子置换（药液成份较为简单、只涉及铜一种重金属）	溶铜电解+水电镀（镀液成份复杂，涉及多种重金属，传统镀液可能会涉及氰化物）
基膜	用PET/PP原料膜作为基膜	使用铜料，溶铜后生成原箔生产基膜
工序长度	8-10	13-15
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，为了铜箔与基材间有较好的结合力，同时为电流分布均匀。
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（更容易使镀液滴漏到地面，且与空气接触时间较长）
生产环境	前工序真空腔体构成了密闭环境	前工序在可密闭的电解设备中进行

图表23：传统铜箔工艺流程图

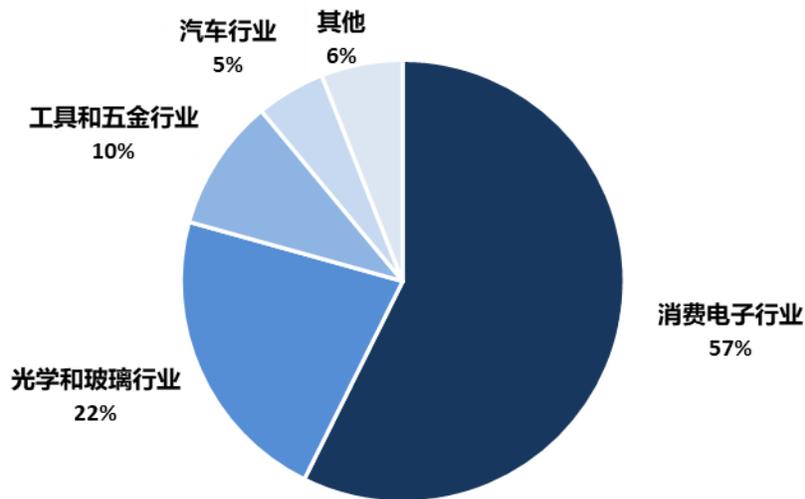


图表24：PET复合铜箔工艺流程图

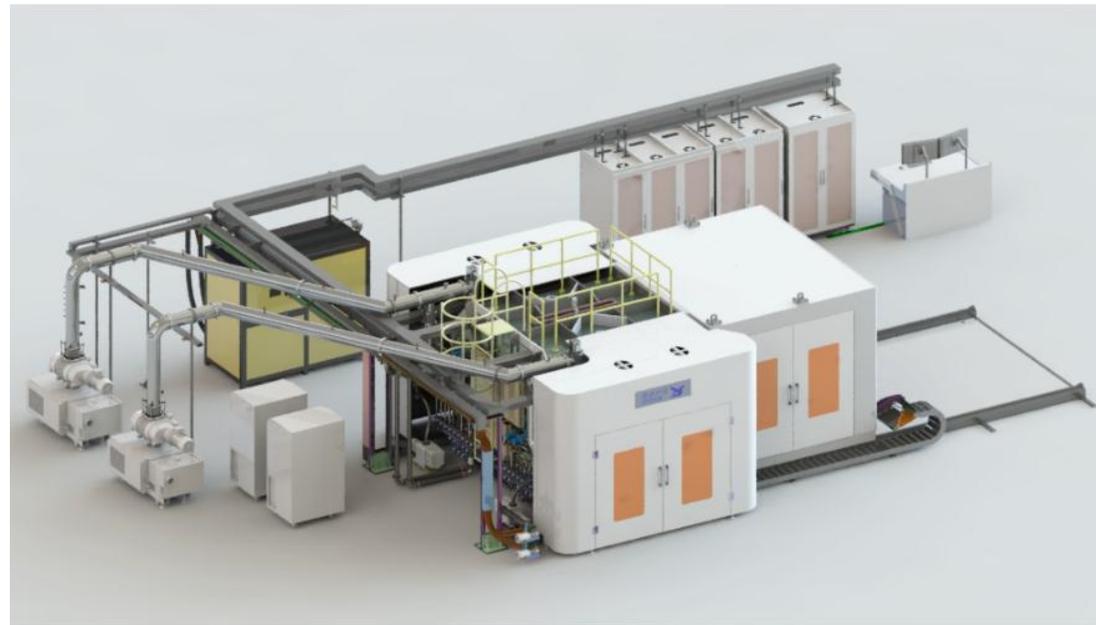


- **真空磁控溅射是制备薄膜的主要技术之一，下游应用广泛。**磁控溅射镀膜是通过电场和磁场的作用，工作气体产生辉光放电，离子轰击靶材溅射出材料粒子形成薄膜，目的是在塑料薄膜表面制作一层金属层、使非金属材料金属化，具有镀膜稳定性好、重复性高、均匀度好、适合大面积镀膜、膜层致密、结合力好、工艺灵活度高等优点，主要应用下游包括消费电子、汽车、光学和玻璃等行业。
- **真空镀膜设备国产替代正当时，广东腾胜复合铜箔进展较快。**国际市场主要被应用材料、爱发科、德国莱宝等跨国公司占据，我国真空设备制造近年来发展迅速、国产替代趋势明显，主要企业包括宏大真空、汇成真空、振华科技、广东腾胜等。复合铜箔方面，广东腾胜率先研制出量产型真空镀膜设备，并已应用至重庆金美、日本TDK等下游客户。

图表25：2021年PVD真空镀膜设备应用下游



图表26：腾胜科技锂电池复合铜箔镀膜机



- **水平镀铜技术难度大于PCB镀铜。** 塑料薄膜在经过真空磁控溅射附着金属层后，采用水介质电镀的方式，将铜层加厚到1 μm，即可制成复合铜箔。PET镀铜技术来源于PCB电镀，但相比于PCB电镀，PET镀铜的基材更薄（PCB最薄板厚24 μm，PET膜厚20-80nm）、张力控制难度较大、均匀性要求更高，设备研发难点在于在膜很薄的情况下需要满足膜材料厂商对PET复合膜材不变形、均匀度好、无穿孔的要求。
- **东威科技有望受益PET铜箔爆发。** 国内镀铜设备竞争较为充分，但目前仅东威科技能量产PET镀铜设备。截至2021年底，东威科技卷式水平镀铜线两代产品均已实现量产，双边夹具导电超薄卷式水平镀铜线通过试验机完成预设计目标，先发优势突出。

图表27：东威科技主要产品参数比较

项目	刚性板垂直连续电镀设备	刚性板垂直连续电镀设备（脉冲式）
板厚	0.1-3.0mm	0.1-8.0mm
均匀性	25μm±2.5μm	25μm±2.5μm
贯孔率	纵横比8:1，TP≥85%。（配合电镀液）	纵横比20:1，TP≥95%；纵横比16:1，TP≥110%。（配合电镀液）
项目	柔性板片对片垂直连续电镀设备	柔性板卷对卷垂直连续电镀设备
板厚	36-100μm	24-100μm
均匀性	10μm±1μm	10μm±0.7μm
贯孔率	层数≤2L，TP≥150%；层数2-4L，TP≥120%；层数>4L，TP≥100%。（配合电镀液）	130%以上（配合电镀液）

图表28：东威科技PET膜电镀设备RTR-HP系列示意图

产品图



材料规格

- 来料膜宽800-1650mm，厚度4.5-6微米PET、PEN、PP材质；
- 来料底铜20-80纳米，磁控溅射、磁控溅射+真空蒸发镀方式制作，方块电阻为300-1000毫欧姆。

研发难点

- 相对较宽和较薄的PP在传输过程的收缩展平；
- 来料导电层不均匀性和高电阻导致发热熔穿和电击穿。

- **预计2025年PET铜箔真空磁控溅射设备市场空间约33.4亿元，镀铜设备市场空间约46.5亿元。**相较于传统锂电铜箔，PET复合铜箔带来真空磁控溅射设备和镀铜设备需求，基于以下假设测算：
 - 1) 假设2025年中国/全球新能源汽车渗透率33%/21%，据SPIR预测，2022-2025年储能电池需求分别为56GWh、79GWh、108GWh、168GWh；
 - 2) 假设PET铜箔渗透率2025年提升至21.7%；
 - 3) 假设2021年单GWh磁控溅射设备价值量为3000万，单GWh镀铜设备价值量为3750万。随着设备技术迭代及规模效应，2022至2025年单GWh磁控溅射设备价值量分别为2900万、2800万、2700万以及2500万，单GWh镀铜设备价值量分别为3600万、3500万、3400万及3300万。

图表29：PET铜箔真空磁控溅射设备与镀铜设备市场空间测算

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
电池总需求 (GWh)	351	532	734	992	1356
PET铜箔渗透率	0.5%	5.0%	10.0%	15.0%	21.7%
PET铜箔电池需求 (GWh)	2	27	73	149	294
单GWh所需溅射设备价格	3000	2900	2800	2700	2500
单GWh所需镀铜设备价格	3750	3600	3500	3400	3300
设备需求合计 (亿元)	1.1	16.1	29.0	44.5	79.9
磁控溅射设备市场空间(亿元)	0.5	7.2	12.8	19.6	33.4
镀铜设备市场空间 (亿元)	0.6	8.9	16.1	24.9	46.5

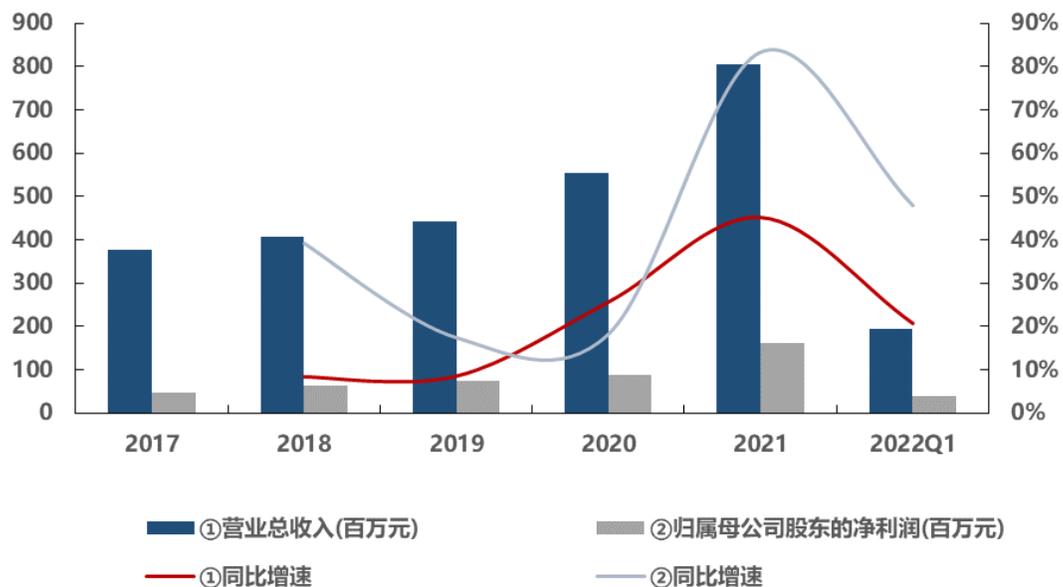
1.材料性能、理论成本占优，PET铜箔蓄势待发

2.设备影响量产进度，细分环节龙头公司持续受益

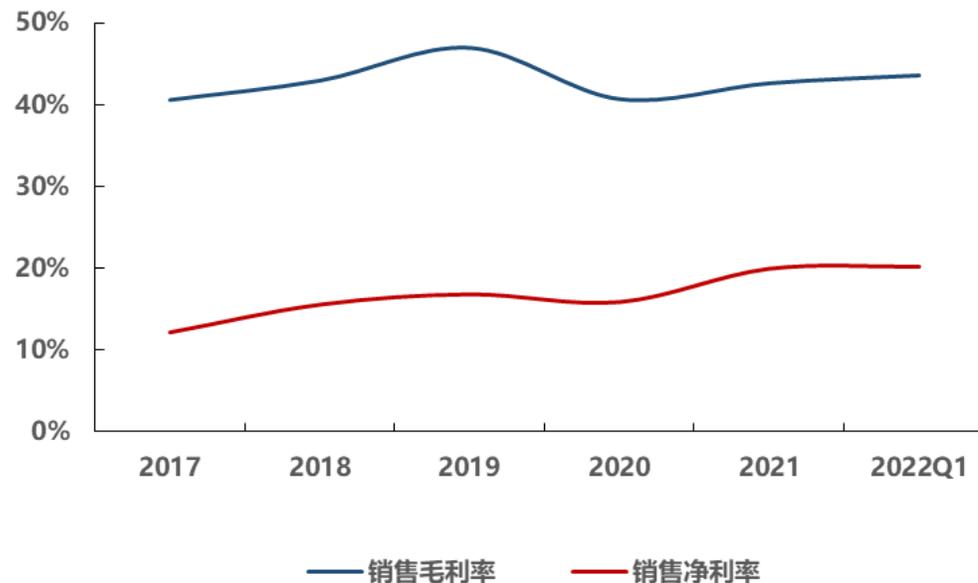
3.相关公司梳理

- PCB电镀设备龙头，业绩稳步增长。** 公司主营产品包括应用于PCB电镀领域的垂直连续电镀设备、水平式表面处理设备，以及应用于通用五金电镀领域的龙门式电镀设备、滚镀式设备。2017-2021年公司实现营收从3.76亿元增长至8.05亿元，CAGR达20.9%；归母净利润从0.46亿元增长至1.61亿元，CAGR达37.2%，业绩增速稳定。
- PET镀铜设备打开第二成长曲线，有望充分受益复合铜箔需求爆发。** 公司率先将电镀设备切入新能源领域，IPO募投中1.17亿元用于水平设备产业化项目，建成达产后将年产40台水平化铜设备和30台卷式水平镀膜设备，项目进展符合预期。截至2021年底，公司卷式水平镀铜线两代产品均已实现量产，双边夹具导电超薄卷式水平镀铜线通过试验机完成预设计目标，先发优势突出，有望充分受益PET铜箔需求爆发。

图表30：2017-2022Q1东威科技营收及归母净利润情况

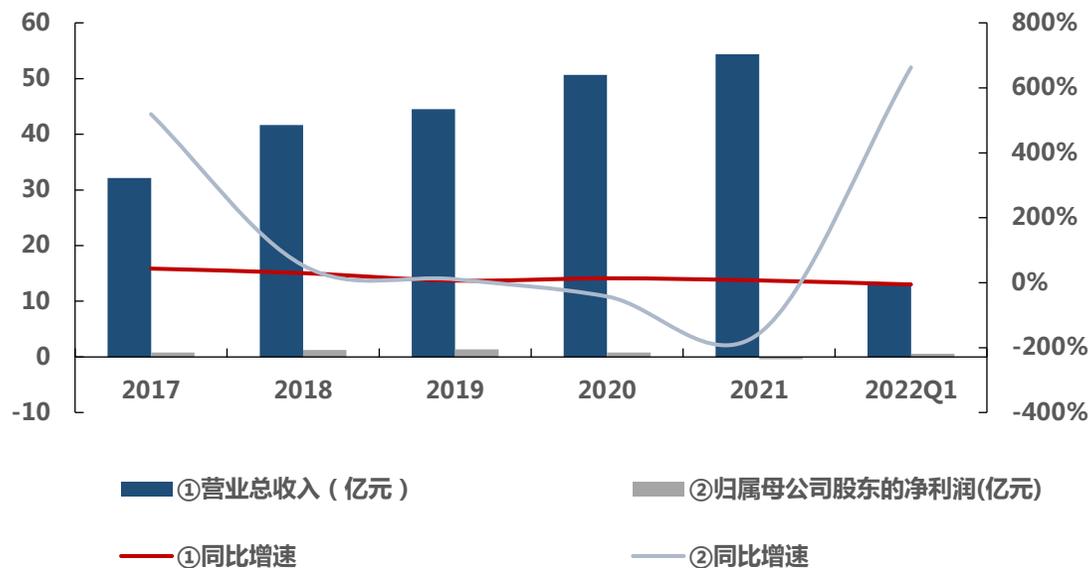


图表31：2017-2022Q1东威科技销售毛利率及净利率

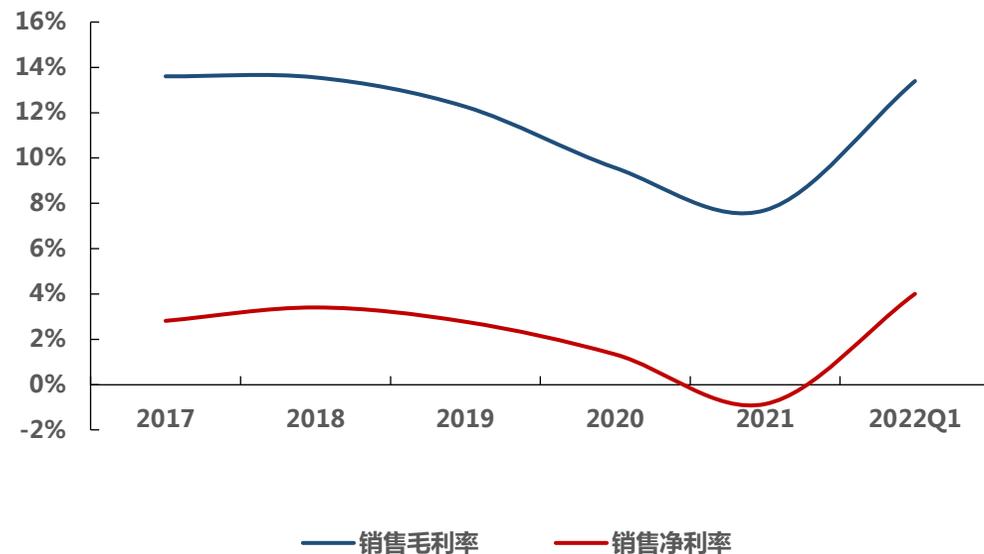


- **三大业务并进，业绩增长稳定。** 公司主要从事纸包装材料、铝箔和功能性薄膜三大业务，是国内纸包装材料、铝箔和功能性薄膜行业的领先企业。2017-2021年公司实现营收从32.13亿元增长至54.37亿元，CAGR达14.1%。22Q1归母净利润0.54亿元，同比增长663.01%，盈利超预期。
- **积极研发布局载体铜膜项目，进一步拓宽公司成长空间。** 公司已开展“在有机载体薄膜上镀双面铜箔工艺项目”研发工作，旨在应用于电池、电子元件等方向；已开发出应用于电池负极的载体铜膜样品，可降低电池重量，提升能量密度及安全性，已送下游电池企业验证。

图表32：2017-2022Q1万顺新材营收及归母净利润情况



图表33：2017-2022Q1万顺新材销售毛利率及净利率



- **广东腾胜**：公司拥有超过5年的复合铜箔真空镀膜设备开发经验，复合铜箔真空镀膜设备最先在国内量产，已应用至动力电池及消费电池产业且互获得客户认可。
- **重庆金美新材料**：公司主打产品多功能复合集流体铜箔(MC)目前已经实现商品化应用、进入量产阶段。据公司公告，重庆金美项目一期总投资15亿元，一期全部产线满产后可达到年产能0.48亿平米复合铝箔与2.95亿平米复合铜箔，年产值17.5亿元。
- **海辰新能源**：公司正积极布局复合集流体材料的制作和应用，产业化布局有望加速。

图表34：广东腾胜锂电池复合铜箔镀膜机技术指标

	TS-650JRC卷对卷镀膜机	TS-1250JRC卷对卷镀膜机	TS-1650JRC卷对卷镀膜机
基材材质	PET、PEN、PI、PP等		
镀膜均匀性	单面厚度偏差： $< \pm 5\%$		
收放卷精度	$\pm 1.5\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 3\text{mm}$
最大卷绕直径 (mm)	300/600		
最大基材幅宽 (mm)	650	1250	1650
有效镀膜宽度 (mm)	> 600	> 1200	> 1600
基材厚度范围 (um)	3.5-10微米		
常用运行速度 (m/min)	3-30	3-30	3-30

图表35：重庆金美项目一期产能规划

序号	产品名称	单位	产量
1	高导电性电子铝箔 (MA)	亿平方米	0.48
		吨	660
2	高导电性电子铜箔 (MC)	亿平方米	2.95
		吨	6785

- 新能源汽车销量不及预期，
- 复合铜箔渗透率提升低于预期，
- 原材料和运费成本大幅波动。

**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、上证报和金牛奖等也多次第一。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

**朱祖跃:**

先进制造 研究员(手机/微信:18018591253)
厦门大学经济学学士，复旦大学经济学硕士。曾就职于中银证券研究所，2021年7月加入中航证券研究所，深度覆盖锂电设备、半导体设备，持续挖掘新能源和半导体板块的投资机会。
SAC: S0640121070054

**卢正羽:**

先进制造 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

**唐保威**

先进制造行业 研究员 (手机/微信: 18017096787)
浙江大学工学硕士，CPA，2021年4月加入中航证券研究所，覆盖光伏设备、自动化行业。
SAC:S0640121040023

我们设定的上市公司投资评级如下：

- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| 买入 | : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅10%以上。 |
| 持有 | : 未来六个月的投资收益相对沪深300指数涨幅-10%-10%之间 |
| 卖出 | : 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 | : 未来六个月行业增长水平高于同期沪深300指数。 |
| 中性 | : 未来六个月行业增长水平与同期沪深300指数相若。 |
| 减持 | : 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，在此申明，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投资损失的书面或口头承诺均为无效。

免责声明

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。

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理行独立判断。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。