

复合铜箔量产在即，提升电池安全性能

新能源汽车新技术之二

2022年12月06日

评级 领先大市

评级变动: 维持

行业涨跌幅比较



%	1M	3M	12M
新能源汽车	-8.75	-12.13	-30.76
沪深300	5.34	-1.18	-19.03

周策

执业证书编号:S0530519020001
zhouce67@hncshasing.com

杨鑫

yangxin13@hncshasing.com

分析师

研究助理

相关报告

- 1 新能源汽车行业 11 月份月报：复合集流体规模化应用带来新的增量 2022-11-16
- 2 新能源车销量增速放缓，动力电池产量继续环比增长 2022-11-11
- 3 新能源汽车行业 10 月份月报：三季度业绩预告再次证明头部电池企业高盈利能力 2022-10-17

重点股票	2021A		2022E		2023E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
宁德时代	6.88	57.05	10.06	39.01	16.21	24.20	买入
万顺新材	-0.07	-164.71	0.32	33.93	0.49	22.45	买入
骄成超声	1.21	123.55	1.50	99.60	2.50	59.82	买入
宝明科技	-1.98	-30.09	-0.23	-259.04	0.61	97.67	增持
东威科技	1.25	116.87	1.62	90.11	2.60	56.13	增持

资料来源: iFinD, 财信证券

投资要点:

- **复合铜箔具有高安全性、低成本、高能量密度的优势。**复合铜箔是指在塑料薄膜 PET 等材质表面上采用磁控溅射等方式，将铜均匀地镀在基材表面从而制作而成的新型材料。当电池发生内短路时，复合集流体中间的高分子材料层会融化并发生断路效应，可以抑制短路电流从而控制电池热失控，从根本上解决了电芯爆炸起火的问题。复合铜箔的成本仅为传统铜箔的 65%，具有低成本的优势。复合集流体重量比纯金属集流体降低 50%-80%，从而电池能量密度能够提升 5%-10%。
- **复合铜箔市场年复合增速达 360%。**我们预计 2025 年渗透率将超 10%，2022-2025 年 PET 复合铜箔市场需求量有望从 1.98 亿元增长至 169.19 亿元，年复合增长率高达 360%。
- **2025 年复合铜箔上下游设备市场规模达 191 亿元。**复合铜箔产业链主要包括三部分，分别为提供铜箔生产设备和原材料的上游厂商、负责复合铜箔生产制造的下游生产商、给电池厂商提供辊焊设备的设备商以及下游电池厂商。据测算，2025 年磁控溅射设备市场空间为 79.5 亿元，水电镀设备市场空间为 96.1 亿元，辊焊设备市场空间为 15.7 亿元。
- **复合铜箔有望在 2023 年实现批量出货。**电池龙头公司积极验证并且推动复合集流体的导入，同时设备厂商和复合铜箔制造厂商均在积极布局复合铜箔产业，复合铜箔有望 2023 年实现批量出货。
- **投资建议：**推荐关注四条主线：1) 通过导入复合铜箔提升电池各方面性能的电池厂商，推荐【宁德时代】、【比亚迪】；2) 布局领先复合集流体的制造厂商，推荐【宝明科技】、【万顺新材】；3) 竞争格局较好的辊焊设备厂商，推荐【骄成超声】；4) 在手订单较多的磁控溅射设备和水电镀设备厂商，推荐【东威科技】。
- **风险提示：**新技术验证和测试进展不及预期；新能源汽车销量不及预期；原材料大幅上涨；行业相关公司产能建设不及预期；行业竞争加剧。

内容目录

1 铜/铝箔是当前主流的锂电池集流体，复合集流体是未来发展方向	4
1.1 传统锂电铜箔供需两旺，原料成本主导价格走势.....	5
1.2 市场需求决定发展方向，PET 复合铜箔或成主流.....	7
1.3 复合铜箔技术壁垒高，设备是关键因素.....	8
2 复合集流体的优势：高安全性、低成本、高能量密度	10
2.1 复合集流体：铜或铝夹着高分子材料的三明治结构.....	10
2.2 复合集流体：高安全性.....	11
2.3 复合铜箔：低成本.....	12
2.3.1 原材料成本低：复合铜箔原材料成本仅传统铜箔的 34%.....	12
2.3.2 复合铜箔理论单位成本为传统铜箔的 65%.....	13
2.3.3 高铜价将导致复合铜箔成本优势进一步扩大.....	14
2.3.4 复合铜箔通过提升良率和生产节拍可以逐渐取得较大成本优势.....	15
2.4 复合铜箔：高能量密度.....	16
3 复合铜箔市场空间广阔	17
3.1 新能源汽车增长带动集流体市场增长.....	17
3.2 替代市场空间广阔，2025 年复合铜箔市场规模有望达 169 亿元。.....	17
3.3 产业链市场规模：2025 年上下游设备市场规模达 191 亿元.....	18
3.4 上下游共同推进复合铜箔商业化.....	20
4 投资建议	21
5 风险提示	22

图表目录

图 1：锂离子电池工作原理.....	4
图 2：集流体在锂电池中的位置.....	4
图 3：电解铜箔生产工艺.....	5
图 4：压延铜箔生产工艺.....	5
图 5：我国传统锂电铜箔供应情况.....	6
图 6：2021 年我国传统锂电铜箔竞争格局.....	6
图 7：我国传统锂电铜箔分规格产量占比统计.....	6
图 8：我国传统锂电铜箔需求量及增速（单位：万吨）.....	7
图 9：我国传统锂电铜箔供需差及预测（单位：万吨）.....	7
图 10：传统锂电铜箔平均加工费（单位：万元/吨）.....	7
图 11：传统锂电铜箔与电解铜价差（单位：元/吨）.....	7
图 12：锂电铜箔的发展历程.....	8
图 13：PET 复合铜箔和传统铜箔生产工艺流程.....	8
图 14：磁控溅射原理示意图.....	10
图 15：电镀铜原理示意图.....	10
图 16：复合集流体示意图.....	10
图 17：锂电池安全事故的成因.....	11
图 18：复合集流体控制热失控的原理.....	11
图 19：铜价 6.5 万元/吨，PET 切片 0.67 万元/吨（11 月 22 日）.....	13
图 20：传统铜箔成本构成.....	15

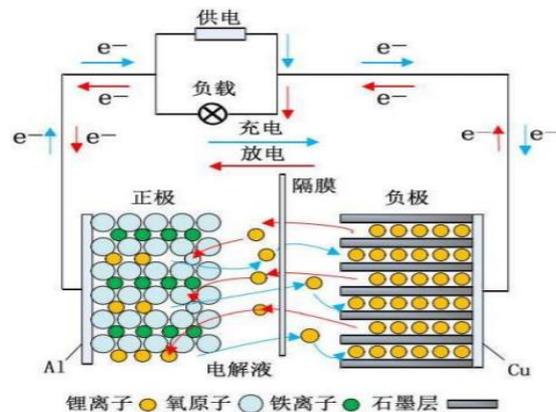
图 21: 复合铜箔成本构成.....	15
图 22: 复合铜箔和传统铜箔单价与铜价的关系	15
图 23: 我国新能源汽车销量及同比增速.....	17
图 24: 我国锂电池装机量及同比增速 (单位: GWh)	17
图 25: 我国锂电池装机量预测 (单位: GWh)	17
图 26: 我国传统锂电铜箔需求量预测 (单位: 吨)	17
图 27: 复合铜箔产业链概览	19
表 1: 锂电铜箔性能对锂电池的影响及未来发展趋势.....	7
表 2: PET 复合铜箔和传统铜箔生产工艺比较.....	9
表 3: 应用不同集流体的锂电池在穿钉实验后的温度及电压.....	12
表 4: 复合集流体和传统集流体原材料成本对比.....	12
表 5: 复合铜箔综合单位成本测算.....	14
表 6: 不同良率和产速情况下 PET 复合铜箔单位成本 (元/m ²)	16
表 7: 复合正极集流体和传统集流体重量对比.....	16
表 8: 复合负极集流体和传统集流体重量对比.....	16
表 9: 复合铜箔需求和市场规模预测.....	18
表 10: 复合铜箔上下游设备市场规模测算	19
表 11: 上游设备企业技术进展	20
表 12: 中游 PET 复合铜箔生产企业技术进展.....	20
表 13: 下游电池厂商相关专利申请情况.....	20

1 铜/铝箔是当前主流的锂电池集流体，复合集流体是未来发展方向

锂离子电池是一种“摇椅”电池，其工作原理为：锂离子充放电过程中，锂离子在正负极之间嵌入和脱出，同时伴随着电子在外电路中进行移动而形成外部电路的电流。充电时，电池正极生成锂离子，经过电解液移动到负极并嵌入到负极碳层的微孔中。放电时，嵌在负极的锂离子经过电解液移动回到正极。

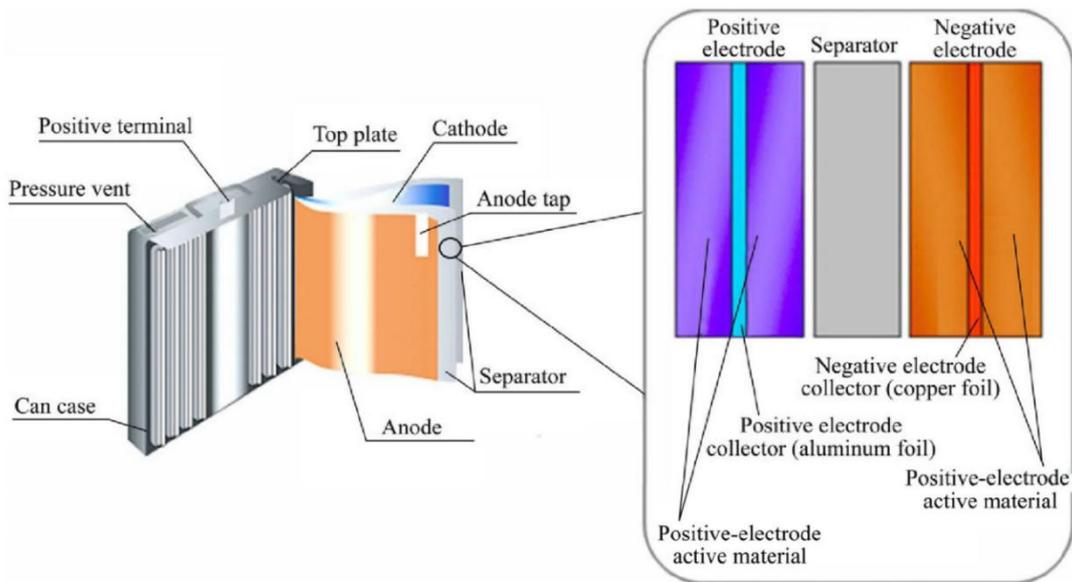
在锂离子电池中，集流体起到承载之负极材料的作用，更重要的作用是其将上述电化学反应产生的电子汇集起来导至外部电路中从而形成电流。综合考虑到成本、导电性等因素，锂离子电池正极采用氧化电位高的铝箔作为集流体，而负极采用不易与Li形成合金的铜箔作为集流体。

图 1：锂离子电池工作原理



资料来源：钜大锂电，财信证券

图 2：集流体在锂电池中的位置

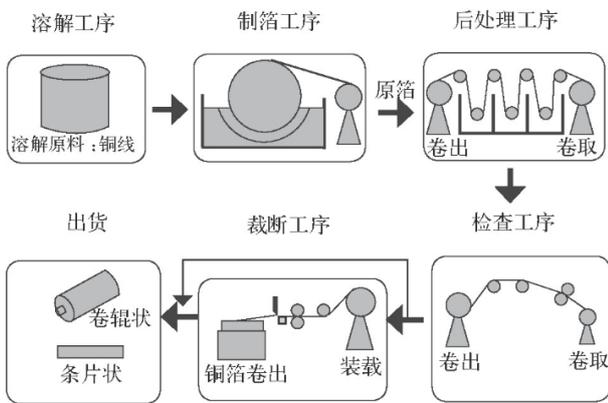


资料来源：CNKI，财信证券

铜箔根据生产工艺不同可分为电解铜箔和压延铜箔，锂电铜箔是一种电解铜箔。电解

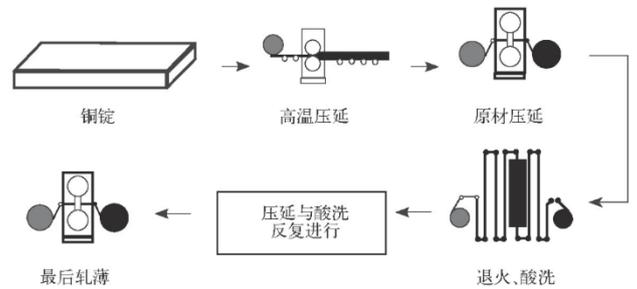
铜箔是由电解液中的铜离子在光滑旋转不锈钢板/钛板圆形阴极滚筒上沉积而成，目前国内多采用辊式阴极、不溶性阳极以连续法生产进行生产。压延铜箔是利用塑性加工原理通过对高精度铜带反复轧制—退火而成的。在成本方面，压延铜箔固定资产成本高，电解铜箔在成本上有优势。在生产工艺方面，压延铜箔技术要求高，工艺复杂，流程长，同时，生产技术大多掌握在日美企业手中，生产往往受到专利的限制；而电解铜箔主要设备均已实现国产化，电解铜箔在自主生产方面具有明显优势。尽管压延铜箔的弯曲性能良好，延展性、抗弯曲性和导电性等都优于电解铜箔，铜纯度也高于电解铜箔，但由于电解铜箔具备生产成本和生产工艺方面的优势，因此电解法是铜箔生产工艺的主流，锂电铜箔就是一种电解铜箔。

图 3：电解铜箔生产工艺



资料来源：CNKI，财信证券

图 4：压延铜箔生产工艺

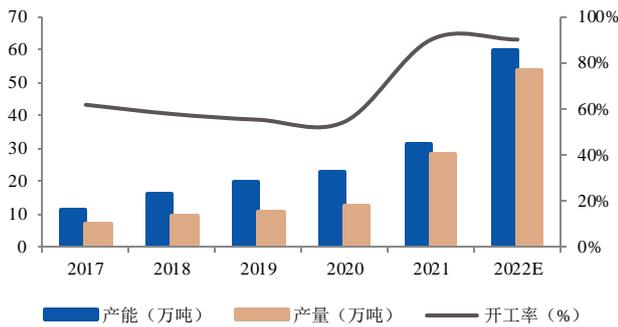


资料来源：CNKI，财信证券

1.1 传统锂电铜箔供需两旺，原料成本主导价格走势

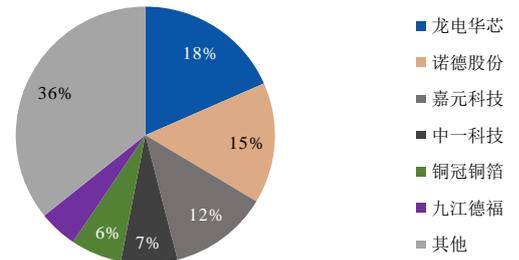
我国传统锂电铜箔产能扩张迅速，行业集中度不断提升。2017-2021 年，我国传统锂电铜箔产能从 11.31 万吨增长至 31.6 万吨，年复合增长率 29%。产能扩张的同时，传统锂电铜箔产能利用率从 55% 提升至 90%，主要原因是下游需求高速增长。我国传统锂电铜箔行业集中度较高，2020 年，龙电华芯、诺德股份、嘉元科技、中一科技、铜冠铜箔出货量分别占行业总出货量的 18%、15%、12%、7%、6%，CR5 达 58%。2022 年，随着甘肃德福、嘉元科技、诺德股份等企业新建项目陆续投产，国内传统锂电铜箔产能将增加 28.15 万吨至 59.75 万吨，行业集中度也将进一步提升。

图 5：我国传统锂电铜箔供应情况



资料来源：CEMIA, GGII, 鑫椏投资, 财信证券

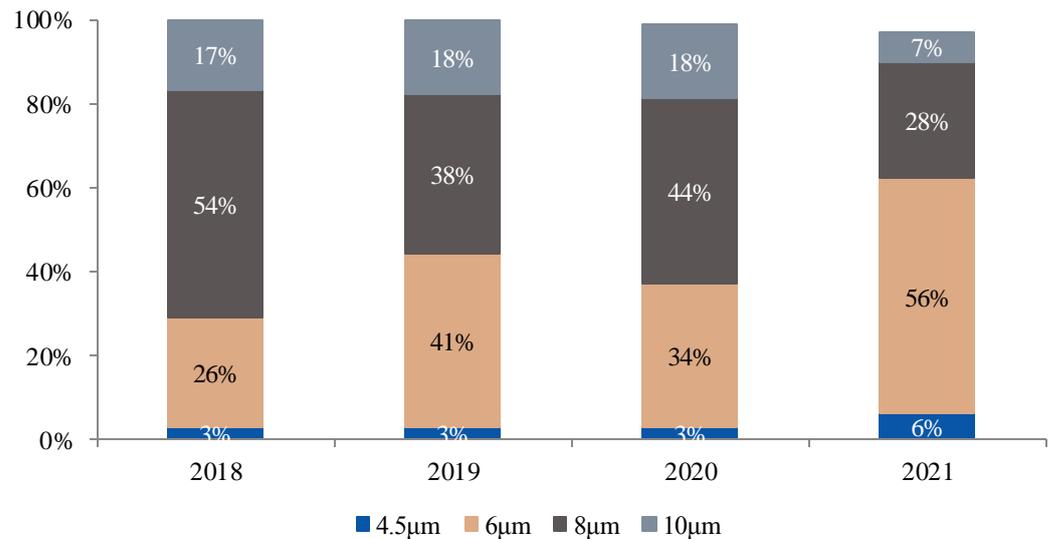
图 6：2021 年我国传统锂电铜箔竞争格局



资料来源：中商产业研究院, 财信证券

能量密度要求不断提高，传统锂电铜箔极薄化趋势显著。6 μ m 及 4.5 μ m 锂电铜箔较 8 μ m 铜箔分别提升锂电池 5%、9% 能量密度，随着新能源汽车等下游应用领域对能量密度的要求不断提高，对极薄铜箔的需求不断增长，6 μ m 及以下规格锂电铜箔渗透率也不断提升。2021 年 6 μ m 及以下规格锂电铜箔渗透率超过 60%，目前新建铜箔厂多布局 6 μ m 及以下铜箔，极薄化锂电铜箔成为市场主流。

图 7：我国传统锂电铜箔分规格产量占比统计



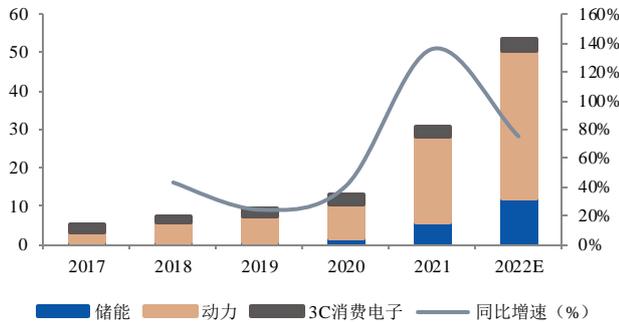
资料来源：GGII, 财信证券

传统锂电铜箔供需基本平衡，加工费逐步回落，电解铜成本主导锂电铜箔价格走势。锂电铜箔下游应用领域主要为储能、动力和 3C 消费电子，2021 年以来，新能源汽车产销两旺带动锂电铜箔需求持续增长。2021 年，锂电铜箔需求量为 30.64 万吨，同比大幅增长 135.95%；2022 年，预计锂电铜箔需求量达 53.7 万吨，同比增长 75.25%，其中动力电池对锂电铜箔的需求量 38.88 万吨，占比 72.4%。

2020-2021 年，我国锂电铜箔供不应求，平均加工费处于较高水平。2022 年以来，随着各大铜箔生产企业新建项目建成投产，锂电铜箔供应量迅速扩张，供需基本保持平衡，加工费逐步回落至 2020 年初的水平。在供需格局基本稳定的前提下，成本端成为影响锂

电铜箔价格走势的主要因素，由于电解铜占锂电铜箔总成本的 80% 左右，因此电解铜的价格主导了锂电铜箔的行情走势。

图 8：我国传统锂电铜箔需求量及增速（单位：万吨）



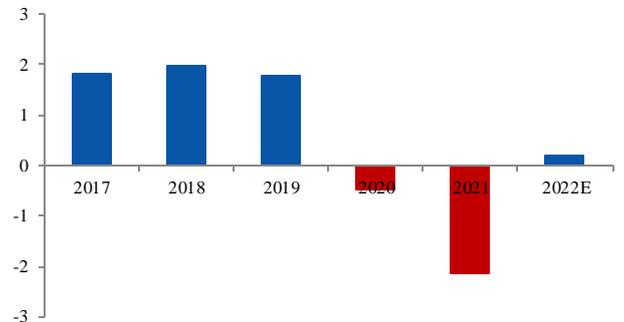
资料来源：GGII, CNKI, 财信证券

图 10：传统锂电铜箔平均加工费（单位：万元/吨）



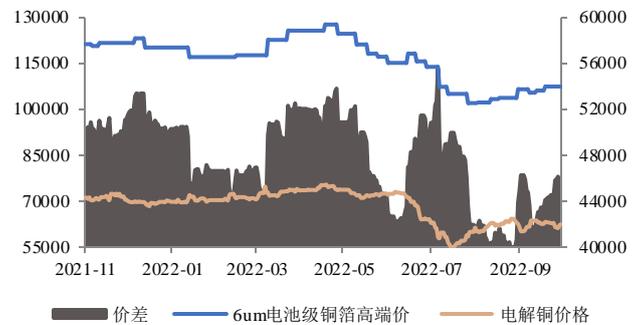
资料来源：Wind, 财信证券

图 9：我国传统锂电铜箔供需差及预测（单位：万吨）



资料来源：GGII, CEMIA, CNKI, 财信证券

图 11：传统锂电铜箔与电解铜价差（单位：元/吨）



资料来源：百川盈孚, 财信证券

1.2 市场需求决定发展方向，PET 复合铜箔或成主流

铜箔是影响锂电池性能的重要部件，随着市场对性能和成本的要求不断提高，PET 复合铜箔有望成为负极集流体的主要材料。铜箔的抗拉强度、伸长率、表面粗糙度、表面质量、厚度均匀性、抗氧化性和耐腐蚀性均会显著影响锂电池的良品率、电池容量、内阻和循环寿命，抗拉强度高、伸长率高、表面光滑洁净、厚度均匀、抗氧化性和耐腐蚀性强的铜箔更为下游电池厂商所青睐。随着市场对铜箔性能要求的不断提升，锂电铜箔经历了从多孔型电解铜箔、涂碳铜箔、高性能锂电铜箔到超薄铜箔的发展。近年来，能进一步提升电池能量密度、减轻电池重量、降低制造成本、提升安全性的 PET 复合铜箔产业化进程加速，有望成为未来负极集流体的主要材料。

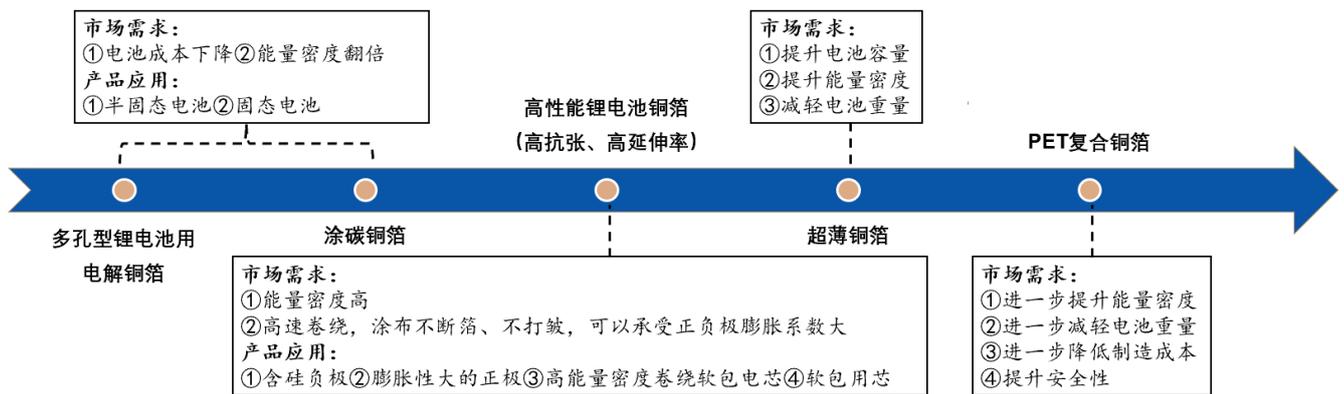
表 1：锂电铜箔性能对锂电池的影响及未来发展趋势

铜箔性能	直接影响	对锂电池性能的影响	发展趋势
抗拉强度	电极尺寸稳定性和平整性	良品率、电池容量、内阻、	抗拉强度更强
伸长率	铜箔与活性材料间的接触性能	循环寿命	伸长率更大
表面粗糙度	极活性材料附着力	电池内阻、循环寿命	表面更光滑

表面质量	负极材料附着力	电池容量、内阻、循环寿命	外观质量洁净平滑
厚度均匀性	负极电极实际活性物质涂数量	电池容量和一致性	厚度更均匀
抗氧化性	氧化膜的厚度	电池内阻、电池容量	抗氧化性更强
耐腐蚀性	铜箔的化学性能与电化学性能是否稳定	电池循环寿命	耐腐蚀性更强

资料来源：CNKI，财信证券

图 12：锂电铜箔的发展历程

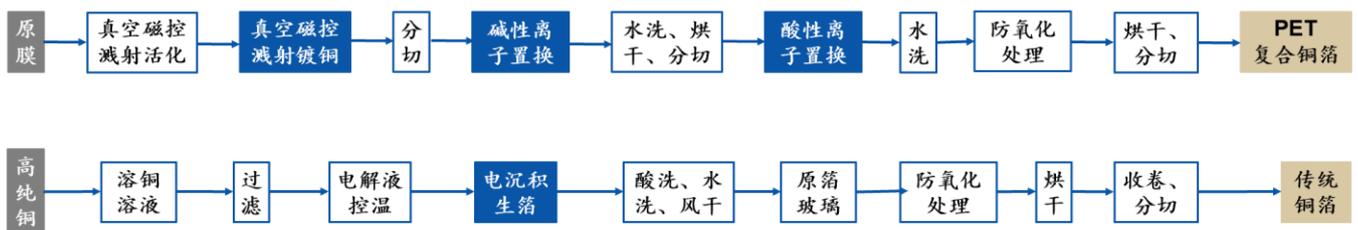


资料来源：SMM，财信证券

1.3 复合铜箔技术壁垒高，设备是关键因素

复合铜箔生产工艺与传统铜箔区别较大，流程更加复杂。传统铜箔是以铜料作为基膜，经过溶铜电解和水电镀等 13-15 道工序制成的；而 PET 复合铜箔则是以 PET 作为基膜，经过真空镀膜和离子置换等 8-10 道工序制成的，二者区别较大。相较于传统铜箔，PET 复合铜箔的生产工艺更加复杂，主要包括真空磁控溅射活化、真空磁控溅射镀铜、分切、碱性离子置换等工序，其中真空磁控溅射和水平电镀是技术难点，国产设备良率不足。随着相关设备的迭代升级，产品良率不断提升，复合铜箔工业化生产也将日益成熟。

图 13：PET 复合铜箔和传统铜箔生产工艺流程



资料来源：重庆金美环评，财信证券

表 2：PET 复合铜箔和传统铜箔生产工艺比较

	PET 复合铜箔	传统铜箔
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	PET 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。	需要, 为了铜箔与基材间有较好的结合力, 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, 效率高, 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, 且于空气接触时间较长)
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
水洗工序	只涉及碱/酸性离子置换后清洗	因为传统铜箔生产涉及镀多种金属, 镀后都需要清洗
前工序污染物	无污水、无废气、废渣是有价值的金属渣、有真空泵机械噪声	有污水, 含电解液和金属废水、有挥发物废气、废渣是无价值的含金属泥, 滤芯等、有机噪声
后工序污染物	有污水, 含药剂液和金属废水、有废气、废渣是无价值的含金属泥, 滤芯等、有机噪声	有污水, 含镀液和金属废水、有挥发物废气、废渣是无价值的含金属泥, 滤芯等、有机噪声

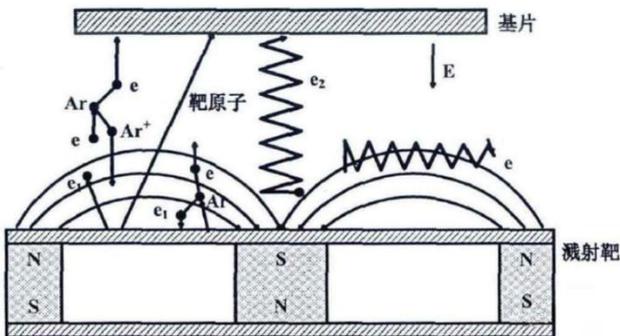
资料来源：重庆金美环评，财信证券

复合铜箔的核心工艺是磁控溅射和水平电镀，工艺难点在于溅射过程中能量密度和靶材最佳匹配的问题及水平电镀的均匀性问题。

磁控溅射是将靶材背面加上强磁体，形成磁场，在正负电极间施以高的电压产生等离子体，Ar 离子向负极加速运动，与靶材发生碰撞使得靶材原子脱离靶材表面，最后沉积在衬底上形成薄膜的技术。若靶材数量过少能量密度过高，则会导致腔体温度过高，容易导致 PET 复合铜箔产生张力问题、延展性问题、异变的问题，因此靶材数量和能量密度的最佳匹配是影响 PET 复合铜箔良率的重要因素。此外，目前对于大多数磁控溅射设备，溅射靶材在溅射过程中总会产生不均匀冲蚀的现象，一旦靶材被击穿，就会报废，因此靶材利用率一直较低，这对企业成本控制以及产品竞争力有很大的影响。

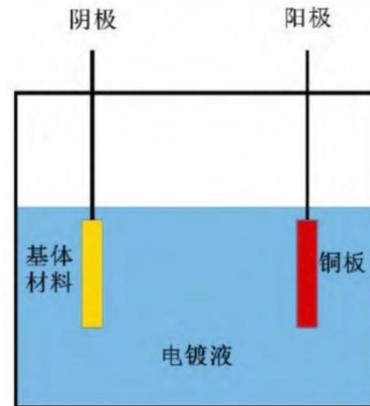
水电镀工艺是指高分子材料薄膜通过磁控溅射附着金属层后，采用水介质电镀增厚的方式将铜层增厚至 1 μm 的技术。目前镀膜机的均匀性较低，镀膜机均匀性的好坏直接影响到膜的品质高低，目前对镀膜机均匀性的精度要求需要 0.1% 甚至更高，但市场上主流的镀膜机的均匀性只能达到 1%。

图 14：磁控溅射原理示意图



资料来源：CNKI，财信证券

图 15：电镀铜原理示意图



资料来源：CNKI，财信证券

2 复合集流体的优势：高安全性、低成本、高能量密度

2.1 复合集流体：铜或铝夹着高分子材料的三明治结构

传统集流体通常是通过压延或者电解形成的高纯度铜箔或者铝箔，复合集流体是指在塑料薄膜 PET、PP、PI 等材质表面上采用磁控溅射、蒸镀、离子置换等方式，将铜或者铝均匀地镀在塑料薄膜表面从而制作而成的一种新型材料。锂电复合集流体质量相对传统的铜箔铝箔更轻，从而可以提升电池能量密度、同时可以提高电池的安全性并降低材料成本，这些优点使得锂电复合铜箔将有潜力成为未来锂电负极集流体的主要材料。

图 16：复合集流体示意图



资料来源：重庆金美环评书，财信证券

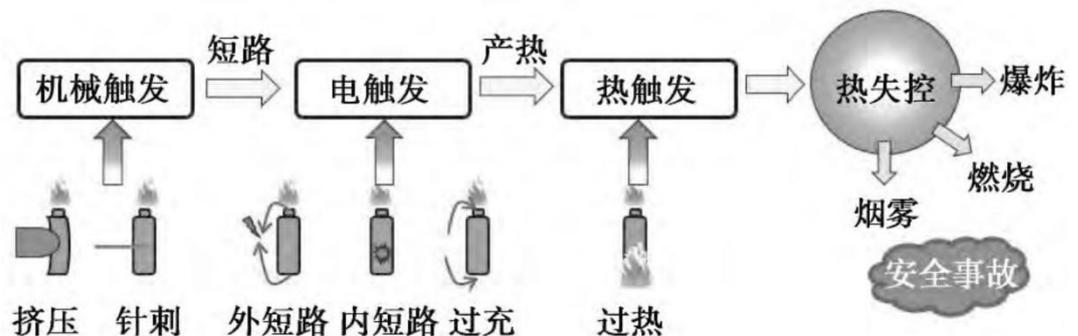
2.2 复合集流体：高安全性

采用传统集流体的电芯受到针刺时易发生热失控：使用传统集流体的电芯进行针刺测试时，电芯易发生内短路产生大电流，从而电芯内部会快速升温，引起可燃性有机电解液发生反应并产生高温气体，导致出现冒烟、起火，严重时发生爆炸，危及使用者的人身安全。

采用复合铜箔的电芯可以通过针刺测试：而采用复合集流体的电芯进行针刺测试时不会发生热失控，其主要原因为：1) 当针刺入电芯内部并发生短路并且升温时，复合集流体中间的高分子材料层会融化并发生断路效应，可以抑制短路电流从而控制电池热失控，从根本上解决了电芯起爆炸起火；2) 复合集流体受到针刺时产生的毛刺尺寸更小，发生内部短路的几率更低。

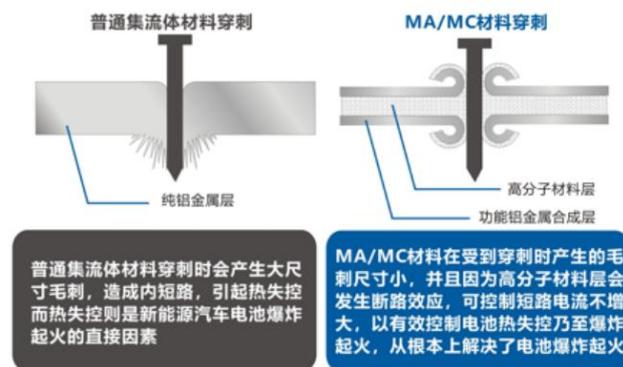
针刺测试模拟了极端情况下的电芯短路情景，对电芯的安全性能具有一定的表征意义：电池发生起火爆炸的本质上是电池发生了热失控，即因为某种原因导致电池的温度不可控的上升，进而突破临界点，发生起火甚至爆炸。导致热失控的原因通常是异物入侵内短路导致温度升高，而针刺测试是通过钨钢针垂直于电池将电池刺穿，整个电池的能量都会通过该针刺点在短时间内释放，模拟了电池极端情况的内短路。因此，能通过针刺测试的应用复合集流体的电芯是具有高安全性的。

图 17：锂电池安全事故的成因



资料来源：CNKI，财信证券

图 18：复合集流体控制热失控的原理



资料来源：重庆金美官网，财信证券

表 3：应用不同集流体的锂电池在穿钉实验后的温度及电压

电池编号	导电层			支撑层				电池温度 上升(°C)	电池电压 (V)
	材料	D1 (μm)	T1 (%)	材料	D2 (μm)	T2 (%)	E (Gpa)		
1	AL	1.9	50	PET	10	2.1×10 ¹⁴	4.2	7.1	4.01
2	AL	0.7	80	PET	10	2.1×10 ¹⁴	4.2	5.4	4.05
3	AL	0.5	100	PET	10	2.1×10 ¹⁴	4.2	5.2	4.1
4	AL	0.3	200	PET	10	2.1×10 ¹⁴	4.2	3.3	4.13
5	AL	0.5	300	PET	10	2.1×10 ¹⁴	4.2	2.7	4.15
6	AL	12	0	/	/	/	/	>500	0

资料来源：CNKI，财信证券

2.3 复合铜箔：低成本

当前主流的方案是用 6 μm 复合铜箔替代 6 μm 传统铜箔，用 8 μm 的复合铝箔替代 12 μm 或者 10 μm 传统铝箔。根据测算，复合铜箔和复合铝箔的理论原材料成本均远低于传统铜箔和传统铝箔，同时复合铜箔的理论单位总成本也低于传统铜箔。

2.3.1 原材料成本低：复合铜箔原材料成本仅传统铜箔的 34%

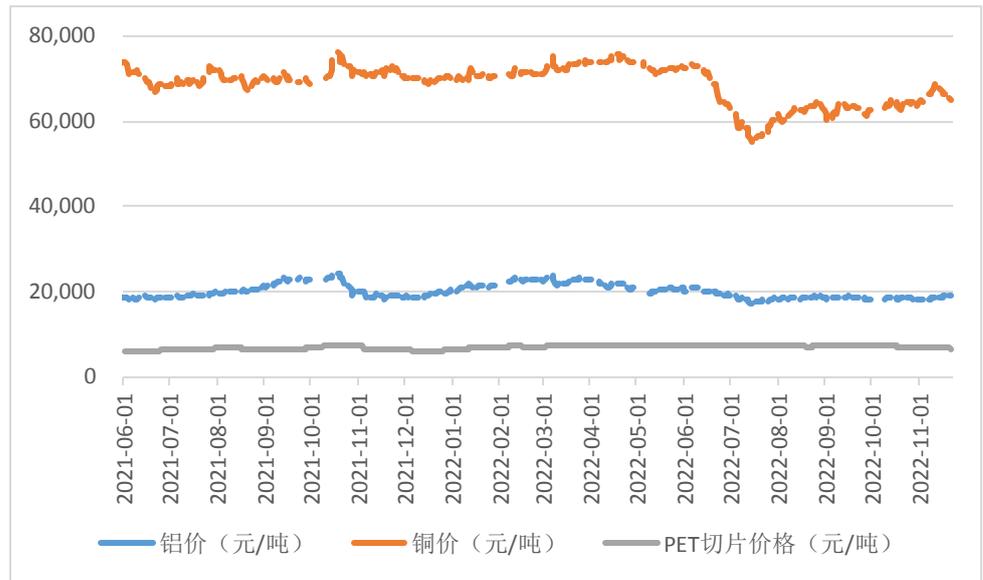
根据 11 月 22 日的报价数据，铜价为 6.5 万元/吨，PET 切片价格为 0.67 万元/吨。由于铜价显著高于 PET 价格，而 PET 铜箔用 4 μm 的 PET 替代了同等厚度的铜，因此 6 μm 复合铜箔的原材料成本仅为传统 6 μm 铜箔的 34% 左右。

表 4：复合集流体和传统集流体原材料成本对比

	厚度 (μm)	单价 (万元/吨)	面密度 (g/cm ²)	单平原材料成本 (元)
2.4 μm 铝层	2.4	1.90	6.48	0.12
2 μm 铜层	2	6.50	17.92	1.16
6 μm PET (复合铝箔基材)	6	0.67	7.80	0.05
4 μm PET (复合铜箔基材)	4	0.67	5.20	0.03
12 μm 铝箔	12	1.90	32.4	0.62
6 μm 铜箔	6	6.50	53.76	3.49
8 μm 复合铝箔 (6 μm PET+2.4 μm 铝)				0.18
6 μm 复合铜箔 (4 μm PET+2 μm 铜)				1.20

资料来源：重庆金美环评书，财信证券

图 19：铜价 6.5 万元/吨，PET 切片 0.67 万元/吨（11 月 22 日）



资料来源：同花顺 iFinD，财信证券

2.3.2 复合铜箔理论单位成本为传统铜箔的 65%

电解铜箔成本为 3.96 元/m²：根据中一科技和铜冠铜箔招股说明书，铜箔制造费用大约为 0.47 元/m²，而 6 μm 铜箔原材料成本为 1.20 元/m²，可计算得出在铜价为 6.5 万元/吨的情况下，6 μm 铜箔成本为 3.96 元/m²。

规模化之后复合铜箔成本可降至 2.59 元/m²：根据我们的测算，产业化初期的复合铜箔成本为 3.47 元/m²，待规模化之后成本可降至 2.59 元/m²。相关的假设和测算步骤如下：

- ①原材料成本：传统铜箔厚度 6 μm，PET 复合铜箔中铜厚度 2 μm、PET 厚度 4 μm。铜价为 6.5 万元/吨，PET 切片价格为 0.67 万元/吨；
- ②设备成本：根据东威科技披露，1GWh 一般需要 2 台磁控溅射设备和 3 台水电镀设备，假设磁控溅射设备约 1200 万/台，水电镀设备约 1500 万/台，设备折旧年限为 10 年；
- ③人力成本：假设 2 台磁控溅射设备和 3 台水电镀设备一共需要配置 10 人进行操作，每人工资为 10 万/年；
- ④产量测算：假设产品宽幅为 1.5m；良率在产业化初期为 75%，规模化之后良率达到 90%；整线生产速度在产业化初期为 8 米/分钟，规模化之后达到 12 米/分钟；
- ⑤水电费用：根据重庆金美环评报告，生产 3.43 亿 m²的复合铜箔所需水量约 31.93 吨/年，电量 9880kwh，水电费用约 0.294 元/m²。（假设：工业用水 4.1 元/吨，工业用电价格 1 元/kwh）

表 5：复合铜箔综合单位成本测算

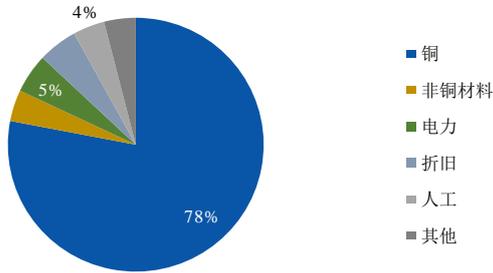
成本项目		复合铜箔(产业化初期)	复合铜箔(规模化之后)	传统电解铜箔
原材料	原材料成本 (元/m ²)	1.20	1.20	3.49
	2台磁控溅射设备价格 (万元)	2400	2400	
设备成本	3台水电镀设备 (万元)	3000	3000	
	折旧年限 (年)	10	10	
	折旧 (万元/年)	540	540	
	人工数量 (人)	10	10	
人力成本	人均工资 (万元/年)	10	10	
	每年人力成本 (万元/年)	100	100	
	每年生产小时数 (小时)	6000	6000	
	整线生产速度 (米/分钟)	8	12	
产量测算	产品宽幅 (米)	1.5	1.5	
	良率 (%)	75	90	
	年产量 (万m ²)	324	583.2	
制造费用	单位折旧 (元/m ²)	1.67	0.93	
	单位人工工资 (元/m ²)	0.31	0.17	
	单位电费 (元/m ²)	0.29	0.29	0.47
其他费用	单位水费 (元/m ²)	0.004	0.004	
	单位生产成本 (元/m²)	3.47	2.59	3.96

资料来源：东威科技公司公告，中一科技公司公告，财信证券

2.3.3 高铜价将导致复合铜箔成本优势进一步扩大

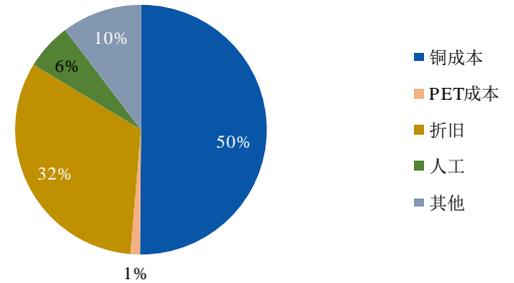
铜在 PET 复合铜箔成本中占比小，高铜价背景下复合铜箔成本优势扩大。铜在传统铜箔成本中占比 78% 左右，在 PET 复合铜箔中仅占 45%，PET 复合铜箔的生产成本对铜价的敏感度较低。据测算，当铜价从 2 万元/吨增长至 8 万元/吨时，传统铜箔生产成本将从 1.55 元/m² 上升至 4.77 元/m²；而 PET 复合铜箔生产成本则从 1.78 元/m² 上升至 2.86 元/m²。当铜单价为 27000 元/吨左右时，传统铜箔和 PET 复合铜箔生产成本相当，当铜价高于 27500 元/吨时，PET 复合铜箔较传统铜箔具有生产成本优势。2020 年下半年以来，随着国内疫情形势逐步好转，经济增速迅速反弹，铜的需求恢复超预期；叠加铜的生产放缓，铜价从 4 万元/吨大幅攀升 9% 至 7.7 万元/吨。虽然近期铜价有所下行，但在国内稳增长政策的支持下，预计铜价仍将维持高位震荡。在高铜价背景下，复合铜箔的生产成本优势将更加显著。

图 20：传统铜箔成本构成



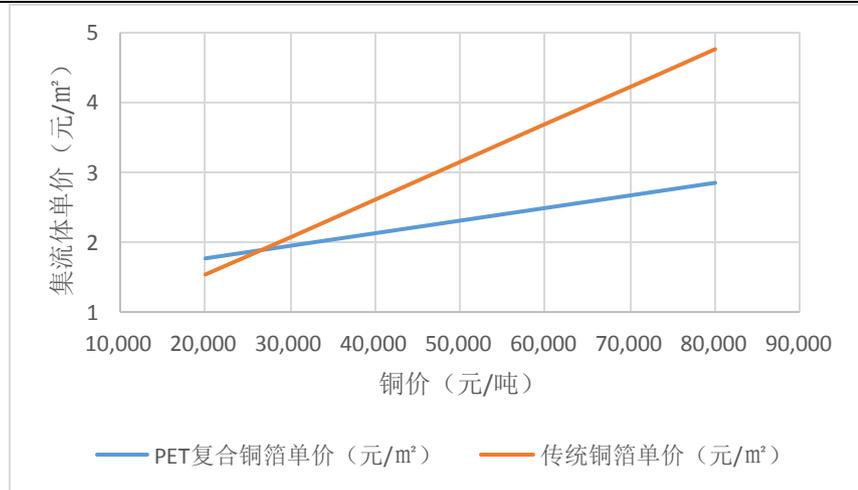
资料来源：华经产业研究院，财信证券财信证券

图 21：复合铜箔成本构成



资料来源：百川盈孚，东威科技公司公告，财信证券

图 22：复合铜箔和传统铜箔单价与铜价的关系



资料来源：同花顺iFinD，财信证券

2.3.4 复合铜箔通过提升良率和生产节拍可以逐渐取得较大成本优势

折旧占PET复合铜箔成本比重大，随着产速和良率的不断提升，PET复合铜箔降本空间巨大。在PET复合铜箔的生产成本中，折旧占比32%，在铜和PET价格保持平稳的前提下，降低折旧成为降低PET复合铜箔生产成本的重要途径。由于提高产量能够降低单位折旧成本，而PET复合铜箔的产量主要取决于设备产速和良率，因此设备产速和良率是影响PET复合铜箔单位折旧成本的重要因素。据测算，当PET生产设备的产速从8米/分提升至12米/分、良率从60%提升至90%时，PET复合铜箔生产成本将从3.96元/m²下降35%至2.59元/m²。随着生产设备的不断优化和制造工艺的日益成熟，PET复合铜箔仍有巨大降本空间。

表 6：不同良率和产速情况下 PET 复合铜箔单位成本（元/m²）

产速 (m/min)	良率						
	50%	60%	70%	80%	90%	100%	
8	4.46	3.96	3.61	3.35	3.14	2.98	
9	4.13	3.69	3.37	3.14	2.96	2.81	
10	3.86	3.47	3.19	2.98	2.81	2.68	
11	3.65	3.29	3.03	2.84	2.69	2.57	
12	3.47	3.14	2.9	2.73	2.59	2.48	

资料来源：同花顺 iFinD，财信证券

2.4 复合铜箔：高能量密度

复合铜箔可以提升电池能量密度 5%-10%。铜的密度为 8.960g/cm³，PET 的密度为 1.37g/cm³，复合集流体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%。同时复合集流体厚度相比业内同行纯金属集流体减少 25%-40%，从而将电池内更多空间让渡给活性物质，电池能量密度能够提升 5%-10%。

表 7：复合正极集流体和传统集流体重量对比

正极集流体编号	导电层		绝缘层		正极集流体厚度 (μm)	正极集流体重量百分数
	材料	D1 (μm)	材料	D2 (μm)		
1	AL	0.5	PET	10	11	48.30%
2	AL	0.3	PI	6	6.6	30.00%
3	AL	1.5	PI	5	8	45.80%
4	AL	0.9	PET	4	5.8	31.00%
5	AL	0.2	PI	3	3.4	15.80%
6	AL	0.4	PI	1	1.8	10.90%
7	AL	/	/	/	12	100%

资料来源：CNKI，财信证券

表 8：复合负极集流体和传统集流体重量对比

负极集流体编号	导电层		绝缘层		正极集流体厚度 (μm)	正极集流体重量百分数
	材料	D1 (μm)	材料	D2 (μm)		
1	Cu	0.5	PET	5	6	21.60%
2	Cu	0.8	PI	2	3.6	23.80%
3	Cu	1	PET	8	10	39.60%
4	Cu	1.5	PET	6	9	48.50%
5	Cu	1.2	PET	4	6.4	37.30%
6	Cu	0.2	PET	10	10.4	23.30%
7	Cu	2	PI	8	12	65.30%
8	Cu	/	/	/	8	100%

资料来源：CNKI，财信证券

3 复合铜箔市场空间广阔

3.1 新能源汽车增长带动集流体市场增长

锂电池装机量高速增长，主要增量来自动力电池。在“碳达峰、碳中和”政策及关键技术突破的推动下，2016-2021年，我国新能源汽车销量从50万辆增长至351万辆，年复合增长率48%。在新能源汽车的带动下，我国锂电池装机量从2016年的89GWh增长至2021年的601GWh，年复合增长率47%；动力锂电池装机量从43GWh增长至427GWh，年复合增长率58%，动力锂电池占锂电池装机总量的比重由48%提升至71%。动力电池是我国锂电池装机量增长的主要推动力。

图 23：我国新能源汽车销量及同比增速



资料来源：中国汽车工业协会，财信证券

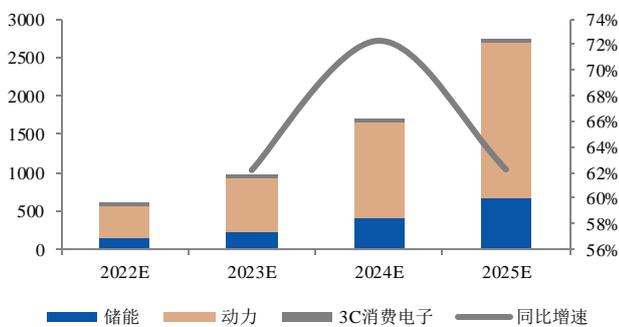
图 24：我国锂电池装机量及同比增速（单位：GWh）



资料来源：起点研究，财信证券

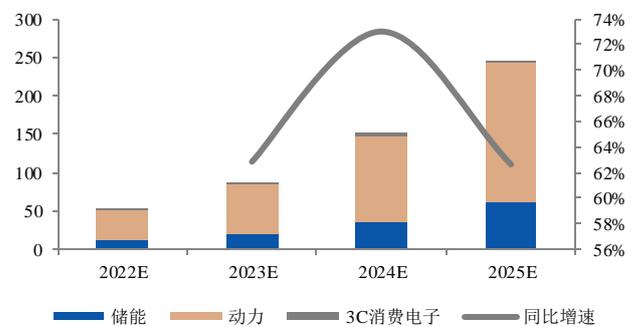
预计 2025 年我国锂电池装机量达 2747GWh，对应传统锂电铜箔需求量 246.02 吨。据起点研究预测，2022-2025 年，我国锂电池装机量将分别达到 606、983、1693、2747GWh，其中，2025 年储能、动力、3C 消费电子锂电池装机量分别为 670、2017、60GWh。按 1GWh 储能、动力、3C 消费电子锂电池分别消耗 0.09、0.09、0.07 吨传统锂电铜箔计算，2022-2025 年我国传统锂电铜箔需求量将分别达到 54、87、151、246 万吨，年复合增长率 166%，PET 复合铜箔替代市场空间广阔。

图 25：我国锂电池装机量预测（单位：GWh）



资料来源：起点研究，财信证券

图 26：我国传统锂电铜箔需求量预测（单位：吨）



资料来源：起点研究，CNKI，财信证券

3.2 替代市场空间广阔，2025 年复合铜箔市场规模有望达 169 亿元。

假设 2022-2025 年①全球锂电出货量分别为 1010、1438、2015、2728GWh；②2025 年储能、动力、3C 消费电子复合锂电铜箔渗透率分别为 10%、20%、10%；③2025 年复合铜箔价格为 4.82 元/m²。

则 2022-2025 年 PET 复合铜箔市场需求量有望从 1.98 亿元增长至 169.19 亿元，年复合增长率高达 360%。

表 9：复合铜箔需求和市场规模预测

		2022E	2023E	2024E	2025E
全球锂电池出货量 (GWh)	储能	220	350	620	1000
	动力	720	1008	1310	1638
	3C 消费电子	70	80	85	90
	合计	1010	1438	2015	2728
我国锂电池出货量占比	储能	60%	63%	65%	67%
	动力	60%	63%	65%	67%
	3C 消费电子	60%	63%	65%	67%
我国锂电池出货量 (GWh)	储能	132	221	403	670
	动力	432	635	852	1097
	3C 消费电子	42	50	55	60
	合计	606	906	1310	1828
复合锂电铜箔渗透率	储能	0%	1%	2%	10%
	动力	1%	2%	10%	20%
	3C 消费电子	1%	2%	5%	10%
复合铜箔需求量 (亿平米)	储能	0.02	0.13	0.97	8.04
	动力	0.26	1.52	10.22	26.34
	3C 消费电子	0.03	0.12	0.33	0.72
	合计	0.30	1.78	11.52	35.10
复合铜箔单价 (元/m ²)		6.6	5.95	5.36	4.82
复合铜箔市场空间 (亿元)		1.98	10.58	61.73	169.19

资料来源：CNKI，百川盈孚，财信证券

3.3 产业链市场规模：2025 年上下游设备市场规模达 191 亿元

复合铜箔产业链主要包括三部分，分别为提供铜箔生产设备和原材料的上游厂商、负责复合铜箔生产制造的下游生产商、给电池厂商提供辊焊设备的设备商以及下游电池厂商。

图 27：复合铜箔产业链概览



资料来源：同花顺 iFinD，财信证券

假设：①2025 年单 GWh 需要 1.3 台磁控溅射设备，价格为 1400 万元/台；②2025 年单 GWh 需要 2.2 台水电镀设备，价格为 1000 万元/台；③2025 年单 GWh 需要配置价值量为 360 万元的辊焊设备。

根据测算，2025 年磁控溅射设备市场空间为 79.5 亿元，水电镀设备市场空间为 96.1 亿元，辊焊设备市场空间为 15.7 亿元。

表 10：复合铜箔上下游设备市场规模测算

		2022E	2023E	2024E	2025E
全球锂电池出货量 (GWh)	储能	220	350	620	1000
	动力	720	1008	1310	1638
	3C 消费电子	70	80	85	90
	合计	1010	1438	2015	2728
复合铜箔渗透率	储能	0%	1%	2%	10%
	动力	1%	2%	10%	20%
	3C 消费电子	1%	2%	5%	10%
应用复合铜箔锂电池出货量 (GWh)	合计	4.17	23.51	147.65	436.60
磁控溅射设备市场空间	单 GWh 设备需求量 (台)	2	1.8	1.4	1.3
	设备单价 (万元)	1200	1800	1600	1400
	市场空间 (亿元)	1	7.6	33.1	79.5
水电镀设备市场空间	单 GWh 设备需求量 (台)	3	2.7	2.4	2.2
	设备单价 (万元)	1500	1300	1200	1000
	市场空间 (亿元)	1.9	8.3	42.5	96.1
辊焊设备市场空间	单 GWh 设备价值量 (万元)	500	450	400	360
	市场空间 (亿元)	0.21	1.1	5.9	15.7

资料来源：骄成超声招股说明书，同花顺 iFinD，财信证券

3.4 上下游共同推进复合铜箔商业化

产业链上中下游企业积极布局 PET 复合铜箔相关领域，2023 年复合铜箔有望实现批量出货。上游设备企业中，腾胜科技、振华科技、汇成真空已具备成熟的二代磁控溅射设备生产技术，其中腾胜科技已研制出三代设备。东威科技预计 2022 年下半年制成磁控溅射二代设备。中游 PET 铜箔生产企业中，重庆金美规划 3.5 亿平 PET 复合铜箔/铝箔，目前已实现稳定生产，预计 2022 年底量产；宝明科技、裕兴股份、双星新材、万顺新材均已向下游客户送样；斯迪克、方邦股份、诺德股份、嘉元科技正在研发阶段。下游电池厂商中，宁德时代、国轩高科、亿纬锂能等均申请了复合集流体相关专利，为 PET 复合铜箔应用于锂电池提供了完备的下游技术支持。

表 11：上游设备企业技术进展

企业	进度
腾胜科技	能够生产磁控溅射二代设备，已研制出磁控溅射三代设备，预计可提升产品良率至 95% 以上。
东威科技	预计 2022 年下半年制出磁控溅射二代设备。
振华科技	能够生产磁控溅射二代设备。
汇成真空	能够生产磁控溅射二代设备。

资料来源：公司公告，财信证券

表 12：中游 PET 复合铜箔生产企业技术进展

企业	进度	原主营业务
重庆金美	规划复合铝箔 0.48 亿平方米，复合铜箔 2.95 亿平方米，已宣布量产 8 微米复合铝箔	电解铜箔
宝明科技	规划复合铜箔 1.5-1.8 亿平方米/年，已向多家客户送样，部分客户已下小批量订单	LED/CCFL 背光源及触摸屏
斯迪克	研发阶段	功能性涂层复合材料
方邦股份	研发阶段	电磁屏蔽膜、导电胶膜、极薄挠性覆铜板及超薄铜箔
裕兴股份	研发的产品已通过下游客户小批量认证	差异化双向拉伸聚酯薄膜
双星新材	成品已向客户送样测试，反馈良好	先进高分子复合材料、光电新材料等聚酯薄膜
诺德股份	研发阶段	电解铜箔
嘉元科技	研发阶段	电解铜箔
万顺新材	送样测试	中高档包装材料、铝箔包装业务、ITO 导电膜

资料来源：公司公告，财信证券

表 13：下游电池厂商相关专利申请情况

企业	专利名称	专利简介	申请时间
宁德新能源科技有限公司	复合集流体、应用该复合集流体的电极极片及电芯	本发明是一种防短路的复合集流体	2019 年 3 月 28 日
合肥国轩高科动力能源有限公司	一种柔性复合集流体的制备方法	降低集流体的延伸率和电池内阻，提高电池的循环性能；降低多层真空镀的成本	2019 年 12 月 10 日

惠州亿纬锂能股份有限公司	一种复合集流体、其制备方法和用途	本发明解决了锂离子电池受到外界物理冲击后，容易造成内部短路，进而引发热失控等安全问题。	2020年10月12日
比亚迪股份有限公司	一种复合集流体、电池极片、电池和车辆	采用新型多孔复合集流体的设计，有利于锂离子的传输，降低集流体本体因正、反两面所涂布的导电层之间差异带来的极化影响，提高电芯的理论质量能量密度，还利于减小电芯的内阻，可以避免复合集流体转接极耳时将导电层焊破的风险。	2020年12月17日
厦门海辰新能源科技有限公司	复合集流体及二次电池	便于获知在生产中复合集流体是否发生剥离，以识别并剔除发生金属剥离的复合集流体，保证电芯的制造良率。	2020年8月9日
湖北亿纬动力有限公司	一种轻量化的复合集流体、包括其电极极片和锂离子电池	本实用新型采用复合集流体设计可克服面密度偏高和超薄箔材制造性困难的缺陷，同时兼顾高能量和极片结构强度	2021年3月23日
OPPO 广东移动通信有限公司	电极极片、制备方法、复合集流体、电池及电子设备	本实用新型采用复合集流体设计可克服面密度偏高和超薄箔材制造性困难的缺陷，同时兼顾高能量和极片结构强度	2021年5月18日
上海恩捷新材料科技有限公司	复合集流体及其制备方法、其极片和电池	本发明涉及电池领域，具体公开了一种复合集流体，包括绝缘层和导电层，所述绝缘层用于承载所述导电层；可以有效降低电池内短路所引起的局部温度暴增，降低锂离子电池着火以及爆炸方面的风险。	2021年12月21日
厦门海辰新能源科技有限公司	复合集流体及其制备方法和应用	电层的表面有直径为 10 μm-500 μm 的盲孔，降本减重，并避免了电芯制程过程中涂布活性浆料发生渗漏而导致形成凹坑。	2022年1月27日
合肥国轩高科动力能源有限公司	一种复合集流体的制备方法	能够极大减少或避免真空沉积设备的使用，显著降低工艺成本。	2022年3月20日

资料来源：CNKI，财信证券

4 投资建议

复合铜箔相对传统铜箔具有高安全性、低成本、高能量密度的优势，随着龙头电池公司开始导入复合集流体，加之复合铜箔制造技术趋近成熟，我们认为 2023 年复合铜箔将会实现批量出货。推荐关注四条主线：1) 通过导入复合铜箔提升电池各方面性能的电池厂商，推荐【宁德时代】、【比亚迪】；2) 布局领先复合集流体的制造厂商，推荐【宝

明科技】、【万顺新材】；3) 竞争格局较好的辊焊设备厂商，推荐【骄成超声】；在手订单较多的磁控溅射设备和水电镀设备厂商，推荐【东威科技】。

5 风险提示

- (1) 新技术验证和测试进展不及预期；
- (2) 新能源汽车销量不及预期；
- (3) 原材料大幅上涨；
- (4) 行业相关公司产能建设不及预期；
- (5) 行业竞争加剧。

投资评级系统说明

以报告发布日后的 6—12 个月内，所评股票/行业涨跌幅相对于同期市场指数的涨跌幅度为基准。

类别	投资评级	评级说明
股票投资评级	买入	投资收益率超越沪深 300 指数 15% 以上
	增持	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为 5%—15%
	持有	投资收益率相对沪深 300 指数变动幅度为-10%—5%
	卖出	投资收益率落后沪深 300 指数 10% 以上
行业投资评级	领先大市	行业指数涨跌幅超越沪深 300 指数 5% 以上
	同步大市	行业指数涨跌幅相对沪深 300 指数变动幅度为-5%—5%
	落后大市	行业指数涨跌幅落后沪深 300 指数 5% 以上

免责声明

本公司具有中国证监会核准的证券投资咨询业务资格，作者具有中国证券业协会注册分析师执业资格或相当的专业胜任能力。

本报告仅供财信证券股份有限公司客户及员工使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司当然客户。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发送，概不构成任何广告。

本报告信息来源于公开资料，本公司对该信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本公司对已发报告无更新义务，若报告中所含信息发生变化，本公司可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告中所指投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。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。在任何情况下，本公司及本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，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。投资者务必注意，其据此作出的任何投资决策与本公司及本公司员工或者关联机构无关。

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告作为投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向专业人士咨询并谨慎决策。

本报告版权仅为本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人（包括本公司客户及员工）不得以任何形式复制、发表、引用或传播。

本报告由财信证券研究发展中心对许可范围内人员统一发送，任何人不得在公众媒体或其它渠道对外公开发布。任何机构和个人（包括本公司内部客户及员工）对外散发本报告的，则该机构和个人独自为此发送行为负责，本公司保留对该机构和个人追究相应法律责任的权利。

财信证券研究发展中心

网址：stock.hnchasing.com

地址：湖南省长沙市芙蓉中路二段 80 号顺天国际财富中心 28 层

邮编：410005

电话：0731-84403360

传真：0731-84403438