

证券研究报告 | 锂电池 | 2024年02月08日

电力设备与新能源团队· 行业专题报告

车锂谈系列之一：复合铜箔——星垂平野阔，集流体风迎

分析师 郭彦辰 登记编号：S1220523110003

1. 复合铜箔满足锂电池降本增效需求，同时提升电池安全性系动力电池理想解决方案

- 集流体是锂电池关键辅材，复合集流体符合轻薄化大趋势；
- 目前传统铜箔是主流，实现复合集流体替换后可在满足集流体降本增效需求同时增加电池安全性；
 - 复合铜箔替换可使动力锂电池减重近10%，能量密度提升接近11%；
 - 复合铜箔可大幅降低理论生产成本，PET、PP铜箔理论降本幅度分别38%和33%；
 - 复合铜箔可有效控制热失控风险。

2. 行业增长空间广阔，看好上游设备和箔材生产加工环节

- 动力电池需求量走高叠加渗透率提升，复合集流体行业前景广阔；
 - 中性预期下，2025年/2030年复合铜箔市场空间可达95/832亿元；
 - 乐观预测下，2025年/2030年复合铜箔市场空间或达183/1247亿元。
- 设备工艺路线一步法、两步法各有优劣，一步法更具发展潜力；
 - 两步法生产效率更高、技术成熟，一步法提升效率改善良率，降本空间更大；
 - 一步法：中性预期下，2025年/2030年新增市场空间20/135亿元；
 - 两步法：中性预期下，2025年/2030年新增市场空间29/19亿元。
- PET、PP基膜双向布局，PP基膜或为主流

3. 建议关注：上游设备龙头（道森股份、骄成超声、东威科技、三孚新材）--》中游箔材生产（宝明科技、诺德股份、英联股份、可川科技）--》基膜环节（铜峰电子）



目录 CONTENT

1

复合铜箔同时满足降本增效需求

2

行业增长空间广阔，看好上游电镀设备和箔材环节

3

建议关注与风险提示

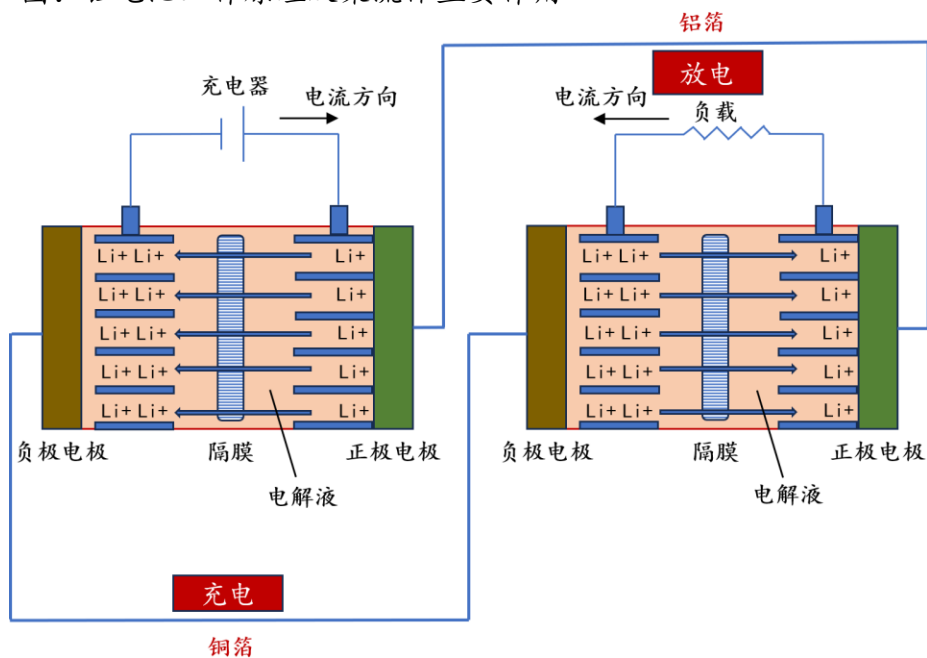
01

新能源汽车行业竞争加剧，复合铜箔同时满足降本增效需求

集流体是锂电池关键辅材，复合集流体优势显著

- 集流体是锂电池关键辅材。通过将从电池活性物质中产生的电流汇集并集中输出，实现锂电池的化学能/电能转换，因此是锂电池的重要一环。在充放电过程中，集流体同时起到电池正负极载体和正负极电子收集传导的双重作用。在锂电池中，负极集流体通常选择铜箔作为主要材料，正极集流体通常选择铝箔作为主要材料。
- 复合集流体可在满足集流体降本增效需求同时增加电池安全性。由于集流体对于锂电池充放电性能具有重要影响，提升集流体性能、安全性并降低生产成本成为锂电池行业长期技术攻关方向。近年来，传统集流体能量密度得到一定提升，材料厚度实现一定降低，然而受限于金属材料特性限制，集流体厚度重量下降已达瓶颈，同时纯金属集流体存在穿刺风险，给锂电池造成安全隐患。复合集流体通过使用高分子材料（PET、PP等）作为集流体基材，替换金属箔材中心部分，可大幅提升集流体能量密度，降低集流体整体重量，同时由于金属部分占比减少，集流体安全性得到大幅提升。

图：锂电池工作原理及集流体主要作用



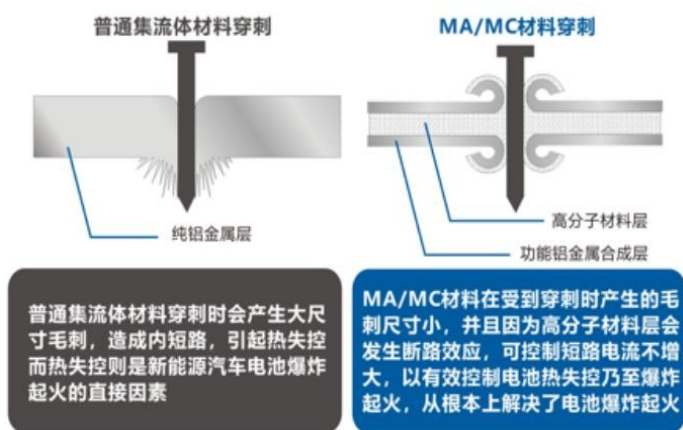
图：传统箔材与复合铜箔（MC）、铝箔（MA）结构对比



复合铜箔安全性明显，大幅减重可有效提升能量密度

- ▶ 多年来传统铜箔做薄为趋势，传统箔材材料特质带来瓶颈。通过将铜箔的厚度做薄，可实现在相同体积下增加锂电池浆料涂敷厚度，从而增加活性材料用量并提高电池能量密度。然而金属材料可塑性普遍较低，使其在过薄情况下进行电池充放电循环时易发生形变甚至断裂。另外，金属材料在遭遇穿刺时易产生毛刺并引发短路，从而造成锂电池热失控甚至起火爆炸，因此寻找纯铜/铝箔材替代品成为大势所趋。
- ▶ 复合箔材可在实现大幅度降低成本、提高能量密度的同时提高锂电池安全性。以6 μm铜箔为例，纯铜密度为8.96g/cm³，PET为1.38g/cm³，PP为0.94g/cm³，通过将传统铜箔中心4 μm部分替换为PET或PP材料，估算箔材重量可分别实现56%和60%下降，箔材重量下降可带来锂电池整体能量密度提升。另外，PET和PP的材料成本也远低于纯铜，目前，纯铜、PET、PP的每千克价格分别为68元、7.1元、7.4元，按先前估算的单位面积质量计算，PET、PP复合铜箔均可实现66%的成本下降。同时，由于高分子材料层的绝缘特性，使箔材在受穿刺时产生断路，避免造成热失控甚至爆炸，从而极大保障了锂电池安全性。

图：发生穿刺时复合集流体可有效控制热失控从而解决电池爆炸问题



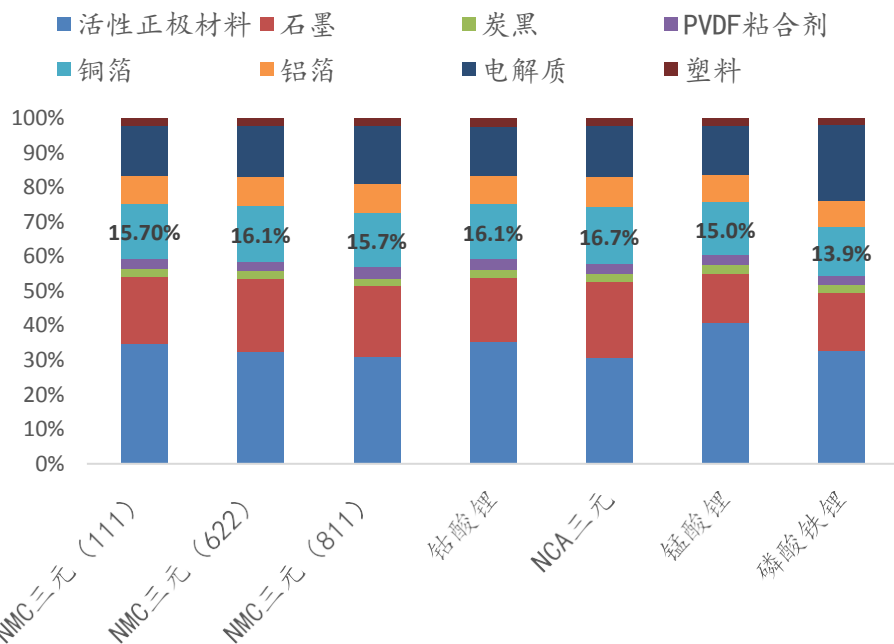
图：PET/PP复合铜箔与传统铜箔理论重量、材料成本、热失控风险对比

	传统铜箔	PET复合铜箔		PP复合铜箔	
厚度 (μm)	6	2 (铜料)	4 (PET)	2 (铜料)	4 (PP)
密度 (g/cm ³)	8.96	8.96	1.38	8.96	0.94
单位面积质量 (g/cm ²)	0.0054	0.0018	0.0006	0.0018	0.0004
单位面积质量 (g/cm ²) (合计)		0.0023		0.0022	
估算重量降幅	0%	-56%		-60%	
材料成本 (元/kg)	68	68	7.1	68	7.4
单位面积成本 (元/cm ²)	0.00037	0.00012	3.92E-06	0.00012	2.78E-06
单位面积成本 (元/cm ²) (合计)		0.00013		0.00012	
估算材料成本降幅	0%	-66%		-66%	
热失控风险	较高	低		低	

复合铜箔逐步实现对传统铜箔替代, 可实现降本增效

- 动力锂电池中传统铜箔质量占比约16%，使用复合铜箔替换后可实现能量密度提升约10%。根据美国Argonne国家实验室测算，传统铜箔在各类动力锂离子电池中质量占比在13.9-16.7%区间。假设在分别使用PET复合铜箔和PP复合铜箔对传统铜箔进行替换时可分别对集流体箔材减重56%和60%，可带来锂电池整体质量降幅约8-10%，对应电池能量密度提升可达10-11%。使用PET复合铜箔替换传统铜箔时，NMC三元锂电池能量密度可提升9.6-9.9%；使用PP复合铜箔替换传统铜箔时，NMC三元锂电池能量密度可提升10.4-10.7%。

图：各类动力锂电池中传统铜箔质量占比



图：对各类锂电池进行复合铜箔替换后能量密度提升幅度

	NMC三元 (111)	NMC三元 (622)	NMC三元 (811)	钴酸锂	NCA三元	锰酸锂	磷酸铁锂
电池质量 (kg)	0.856	0.772	0.803	0.866	0.75	1.045	1.054
传统铜箔质量占比	15.70%	16.1%	15.7%	16.1%	16.7%	15.0%	13.9%
传统铜箔质量 (kg)	0.134	0.124	0.126	0.139	0.125	0.157	0.147
除铜箔外电池质量 (kg)	0.722	0.648	0.677	0.727	0.625	0.888	0.907
PET复合铜箔替换							
PET铜箔替换质量降幅	-56%	-56%	-56%	-56%	-56%	-56%	-56%
PET铜箔质量 (kg)	0.059	0.055	0.055	0.061	0.055	0.069	0.064
整体电池质量降幅	-8.8%	-9.0%	-8.8%	-9.0%	-9.4%	-8.4%	-7.8%
能量密度提升	9.6%	9.9%	9.6%	9.9%	10.3%	9.2%	8.4%
PP复合铜箔替换							
PP铜箔替换质量降幅	-60%	-60%	-60%	-60%	-60%	-60%	-60%
PP铜箔质量 (kg)	0.054	0.050	0.050	0.056	0.050	0.063	0.059
整体电池质量降幅	-9.4%	-9.7%	-9.4%	-9.7%	-10.0%	-9.0%	-8.3%
能量密度提升	10.4%	10.7%	10.4%	10.7%	11.1%	9.9%	9.1%

复合箔材逐步实现对传统箔材替代,可实现增效降本

- PET、PP复合铜箔较传统铜箔理论降本空间超30%。传统铜箔、复合铜箔分别按95%、92%良品率计算，传统铜箔、PET铜箔、PP铜箔理论原料每平米成本分别为3.85/1.37/1.35元。另外复合铜箔设备投资金额较传统铜箔更高，假设设备折旧年限、人力成本、水电成本均维持同样水平，我们测算传统铜箔、PET铜箔、PP铜箔理论每平生产成本分别为4.55/2.80/3.04元，使用PET铜箔、PP铜箔替换传统铜箔时生产成本可分别下降38%和33%。
- 复合铜箔仍处降本阶段，预计2024年可实现生产成本全面领先。现阶段复合铜箔生产成本仍然较高，主因系设备投资及生产中原料损失导致。我们测算，2022年PET铜箔和PP铜箔生产成本仍明显高于传统铜箔，2023年略高于传统铜箔生产成本，2024年后通过产品良率的提升、加工损失的优化和设备投资成本的下降实现生产成本的全面领先，预计2025年PET铜箔和PP铜箔生产成本较传统铜箔可分别下降35%和33%。

图：传统铜箔、PET铜箔、PP铜箔理论生产成本测算

	传统铜箔	PET铜箔	PP铜箔
原材料成本 (元/m ²)	3.66	1.26	1.25
良品率	95%	92%	92%
良品率修正后原材料成本 (元/m ²)	3.85	1.37	1.35
设备投资 (元/m ²)	2.5	8	10
折旧年限 (年)	10	8	8
设备折旧成本 (元/m ²)	0.25	1	1.25
人力费用 (元/m ²)	0.12	0.15	0.15
水电费用 (元/m ²)	0.33	0.33	0.33
工艺成本 (元/m ²)	0.7	1.48	1.73
理论生产总成本 (元/m ²)	4.55	2.85	3.04
成本降幅	0%	-37%	-33%

图：2022-2025年传统铜箔、PET铜箔、PP铜箔实际生产成本测算

	2022A	2023E	2024E	2025E
传统铜箔				
产品良率	92%	93%	94%	95%
加工损失	1%	1%	1%	1%
原材料成本 (元/m ²)	4.02	3.98	3.93	3.89
工艺成本 (元/m ²)	1.00	0.90	0.83	0.77
生产总成本 (元/m ²)	5.02	4.88	4.76	4.66
PET复合铜箔				
产品良率	50%	55%	75%	85%
加工损失	20%	15%	12%	10%
原材料成本 (元/m ²)	3.30	2.82	2.00	1.73
工艺成本 (元/m ²)	3.10	2.33	1.74	1.31
生产总成本 (元/m ²)	6.40	5.15	3.74	3.03
PP复合铜箔				
产品良率	45%	50%	70%	80%
加工损失	20%	15%	12%	10%
原材料成本 (元/m ²)	3.47	2.94	2.03	1.74
工艺成本 (元/m ²)	3.30	2.48	1.86	1.39
生产总成本 (元/m ²)	6.77	5.42	3.89	3.13

02

行业增长空间广阔，看好上游设备和箔材生产加工环节



复合铜箔产业链梳理，上游基膜/设备前景优秀

➤ 复合铜箔量产化过程中设备是关键，基膜环节仍存在较多提升空间。上游电镀设备国产化需求紧迫前景广阔。复合铜箔产业链主要分为上游铜靶材、基膜、电镀设备，中游复合铜箔制造，下游锂电池等环节。当前产业化过程中设备工艺控制仍有较多难点，另外原材料成本仍然有较大下降空间。设备工艺方面，目前磁控溅射和蒸镀等环节良品率较低，设备主要由国外厂商提供导致投资成本居高不下，因此提升设备工艺水平，实现磁控溅射等设备的国产化替代成为复合集流体行业发展的首要条件。原材料基膜方面，目前PET和PP基膜改性需求较高，对国产基膜材料提出较高要求，因此目前国内基膜需求主要通过进口满足，现阶段降本空间较大。

图：复合铜箔产业链梳理



图：复合铜箔产业链各环节主要企业

产业链	环节	主要企业	
上游	铜靶材		阿石创、欧莱新材
	基膜	PET	双星新材、东材科技、康辉新材
		PP	东材科技、铜峰电子
	电镀设备	复合铜箔制造设备	腾胜科技、东威科技、道森股份、东昇智造、汇成真空、日本爱发科
		复合铜箔一体机	道森股份（干法）、三孚新材（湿法）
		超声波焊接设备	骄成超声、科普超声
中游	传统铜箔厂商转型		诺德股份、中一科技、嘉元科技
	其他厂商		宝明科技、双星新材、胜利精密、元琛科技、阿石创
下游	动力电池	宁德时代、国轩高科、比亚迪、中航锂电、亿纬锂能	
	储能电池	海辰储能	
	消费电子	TDK	