

黎明将至，产业化稳步前行

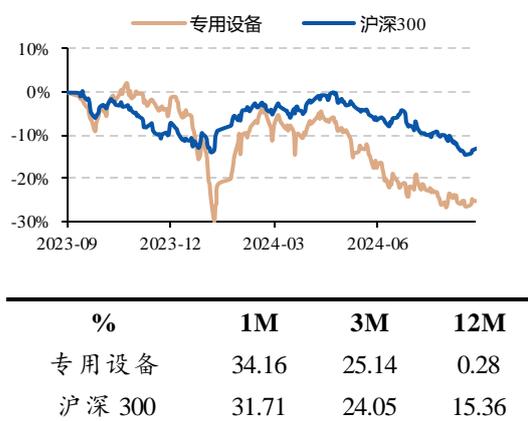
复合集流体行业深度报告

2024年10月08日

评级 同步大市

评级变动：首次

行业涨跌幅比较



袁玮志

执业证书编号:S0530522050002
yuanweizhi@hnchasing.com

贺剑虹

hejianhong@hnchasing.com

分析师

研究助理

相关报告

重点股票	2023A		2024E		2025E		评级
	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	EPS (元)	PE (倍)	
东威科技	0.51	56.65	0.74	39.04	1.09	26.50	买入
洪田股份	0.98	22.06	1.06	20.40	1.61	13.43	增持

资料来源: iFinD, 财信证券

投资要点:

- **集流体是锂电池中重要的组成部分。**从锂电池工作的原理可知，集流体的作用是承载活性物质，并将电化学反应所产生的电子汇集起来导致外电路，从而实现化学能转化为电能的过程。复合铜箔，是指将塑料薄膜（PET等）表面镀铜形成三明治结构复合材料，用来替代传统锂电铜箔，作为锂电池的负极集流体。复合铜箔使用三明治结构：以PET/PP/PI等高分子材质作为基材，上下两面采用镀膜工艺沉积金属铜层而制成。
- **复合铜箔在性能和成本方面均具优势，铜价高位再论产业化逻辑。**根据我们测算，如采用复合铜箔替换传统6微米铜箔，可使电芯整体质量下降6.1-6.5%，电芯质量能量密度可提高约6.5-7.0%。短期来看，现货铜价近期在7.2-7.8万元/吨高位震荡，过去四个月铜价一度高至8.74万元/吨，电解铜周价格也随铜价趋同。而用作复合集流体的PP和PET材料价格常年稳定，且远低于铜价。根据我们测算，仅有复合铜箔良率小于70%，且铜价不超过75000元/吨时，传统6μm铜箔才具备经济性，如对比4.5μm铜箔，则复合铜箔良率为80%以上或铜价为85000元/吨以上时才具备经济性。
- **复合铝箔采用蒸镀一步法，复合铜箔制备方法当下尚无定论，两步法最佳。**由于金属本身特性不同，复合铝箔无需解水电镀等湿法工艺，仅通过干法工艺便可制备复合铝箔，技术也较为成熟，目前已有应用。复合铜箔制备路线较多，目前大致分为一步法、两步法和三步法，长期来看，由于一步法成膜质量较好，且良率具备优势，在技术成熟后可能会有较好应用场景，但不论是湿法还是干法，目前均有高成本问题，在产业化初期成本为王的时代并不具备优势。而三步法由于加入了蒸镀这一环节，在设备投入方面有较多增长，且步骤越复杂，对良率影响越大，因此我们认为三步法的仍需要时间的验证。因此，两步法由于其适中的成本投资、相对较好的成膜效果以及较快的速率，成为当下产业化初期的最优解。另外，复合集流体中高分子结构层具有绝缘性，导致两侧金属镀层无法导通电流，因此需要滚焊将两层导电金属箔材与复合集流体进行上下包边焊接，以实现电流输送。因此目前确定性较强的设备主要为两步法和滚焊相关设备。

- **2027年全球复合铜箔设备需求有望达到199亿元。**我们测算2024-2027年复合铜箔设备市场总规模分别为11.89、70.21、160.93、360.29亿元，CAGR为211.80%，其中磁控溅射设备总市场规模分别为4.89、28.91、66.46、149.23亿元，水电镀设备总市场规模分别为5.24、30.97、71.21、159.89亿元，滚焊设备总市场规模分别为1.75、10.32、23.26、51.17亿元。2024-2027年复合铜箔设备当年增量市场（即当年设备需求量）分别为11.89、58.32、90.72、199.36亿元，CAGR为155.98%。
- **投资建议：**复合集流体产业化进程逐步推进，重点关注当下主流制造流程中的核心设备厂商。**建议重点关注**两步法后段水电镀设备龙头**东威科技**，理论效果最佳的物理镀膜一步法设备厂商**洪田股份**（原道森股份），建议关注复合集流体实际应用中必不可少的滚焊设备龙头**骄成超声**。
- **风险提示：**复合集流体产业化进度不及预期；产品研发进度不及预期；铜等金属材料价格快速下滑；行业竞争加剧。

内容目录

1 集流体是什么？	5
2 复合铜箔：性能优势明显，铜价高位再论产业化逻辑	7
2.1 能量密度方面	8
2.2 安全性方面	9
2.3 成本方面	12
3 复合铜箔制造工艺：两步法为当下主流，产业化在即	15
3.1 复合铜箔与传统铜箔制造工艺对比	15
3.2 复合铝箔制造工艺较为简单，已率先应用	16
3.3 复合铜箔制备设备主要包含磁控溅射、蒸发镀膜和水电镀三类设备	17
3.4 一步法可行性探讨	22
3.4.1 物理镀膜一步法	22
3.4.2 化学镀膜一步法	23
3.5 滚焊设备为目前产业化必需环节，设备主要由电池厂采购	24
3.6 复合铜箔设备市场空间测算	25
4 重点公司梳理	26
5 投资建议	31
6 风险提示	31

图表目录

图 1：集流体工作原理	5
图 2：锂电池内部结构	5
图 3：锂电池成本中铜箔占比 8% 左右	6
图 4：锂电池重量重铜箔占比 13% 左右	6
图 5：原材料在传统锂电铜箔中占比高达 83%	6
图 6：铜价及铝价（单位：元/吨）	8
图 7：PP 和 PET 价格（单位：元/吨）	8
图 8：复合铜箔与传统铜箔结构对比	9
图 9：PET/PP 等高分子材料密度远低于纯铜（单位 g/cm ³ ）	9
图 10：锂电池热失控诱发因素	10
图 11：复合铜箔穿刺后会形成阻断	11
图 12：复合铜箔针刺实验不起火不冒烟	11
图 13：复合铜箔能够有效缓解锂枝晶的生长	12
图 14：各类铜箔加工费（单位：元/平方米）	14
图 15：传统电解铜箔制造流程	15
图 16：两步法流程	16
图 17：复合铝箔制备示意图	17
图 18：磁控溅射原理	18
图 19：磁控溅射示意图	18
图 20：腾胜科技磁控溅射设备	18
图 21：磁控溅射厂商	18
图 22：蒸发镀膜原理	19

图 23: 四川海格锐特蒸镀设备.....	20
图 24: 水电镀原理.....	21
图 25: 双边夹卷式水平连续镀膜设备.....	21
图 26: 滚筒卷式水平膜材电镀设备.....	21
图 27: 三靶材结构示意图.....	22
图 28: 双靶材磁控溅射示意图.....	22
图 29: 不同溅射功率下形成的纳米铜膜对比.....	23
图 30: 镀膜时间对成膜结构的影响.....	23
图 31: 电镀前表面粗化技术.....	24
图 32: 骄成超声滚焊设备.....	25
图 33: 复合集流体滚焊示意图.....	25
图 34: 东威科技营收及同比.....	27
图 35: 东威科技归母净利润及同比.....	27
图 36: 东威科技毛利率及净利率情况.....	27
图 37: 东威科技镀膜设备入选苏锡常首台（套）重大装备.....	28
图 38: 洪田股份营收及同比.....	29
图 39: 洪田股份营收及同比.....	29
图 40: 洪田股份毛利率及净利率情况.....	29
图 41: 骄成超声营收及同比.....	30
图 42: 骄成超声归母净利润及同比.....	30
图 43: 骄成超声毛利率及净利率情况.....	31
表 1: 铜箔对电池性能的影响.....	6
表 2: 复合铜箔和传统铜箔对比.....	7
表 3: 三种基膜材料对比.....	8
表 4: 复合铜箔替代传统铜箔带来的电芯质量及能量密度变化.....	9
表 5: 复合铜箔对比传统铜箔原材料单位成本测算.....	12
表 6: 不同铜价和良率下复合铜箔总成本变化.....	13
表 7: 传统 6 μm 铜箔对铜价敏感性.....	14
表 8: 传统 4.5 μm 铜箔对铜价敏感性.....	14
表 9: 四种制备方法对比.....	24
表 10: 复合铜箔设备市场空间测算.....	25

1 集流体是什么？

集流体是锂电池中重要的组成部分。从锂电池工作的原理可知，集流体的作用是承载活性物质，并将电化学反应所产生的电子汇集起来导致外电路，从而实现化学能转化为电能的过程。

一般而言，负极集流体选择使用铜箔，而正极使用铝箔。主要原因系：正极电位较高，负极电位较低，而铝的氧化电位高，且铝箔表层有致密的氧化膜，对内部的铝也有较好的保护作用。铜箔在较高电位时容易被氧化，且铜的导电性较好、质地较软、制造技术较成熟，故主要用于负极集流体。

图 1：集流体工作原理

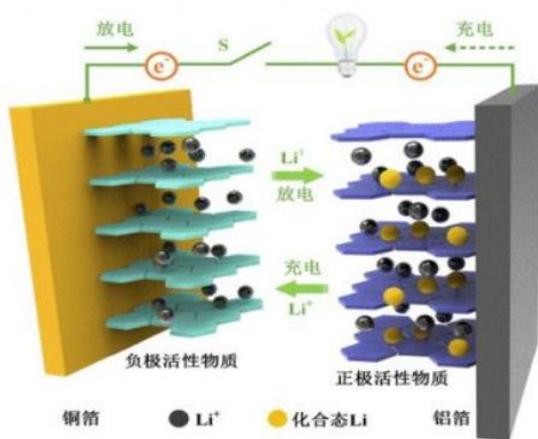
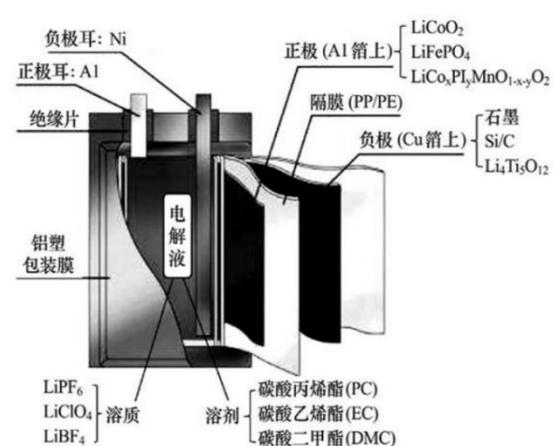


图 2：锂电池内部结构



资料来源：旺财锂电，财信证券

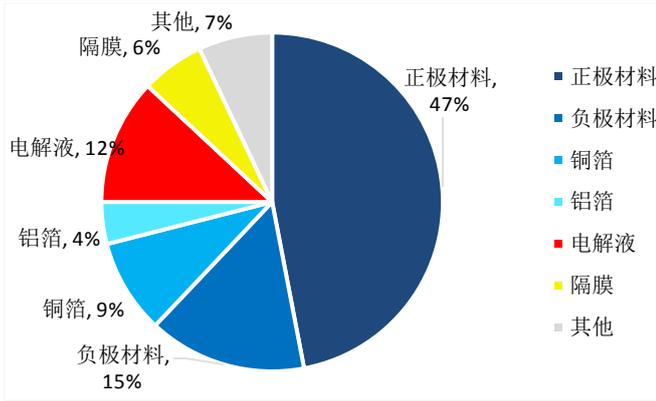
资料来源：搜狐网，绿捷环保，财信证券

从成本来看，铜箔占据锂电池总成本的 8%左右。虽然不同电池的铜箔成本占比不同，但整体而言铜箔在锂电池成本占比能达到较高水平，在成本控制方面，铜箔的有效降本将对电池总成本产生较大影响。

从重量来看，铜箔占据锂电池总重量的 13%左右。铜箔是影响电池质量能量密度的关键材料。锂电铜箔越薄，锂电池重量越轻，对电池的能量密度提升作用越大。

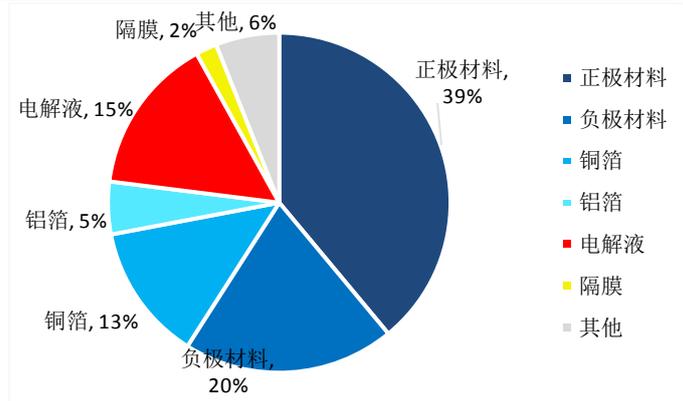
铜箔的各种指标对锂电池性能有重要影响。铜箔的厚度、均匀性、抗拉强度、表面湿润度均能对电池性能产生影响。

图 3：锂电池成本中铜箔占比 8%左右



资料来源：高工锂电，华经产业研究院，财信证券

图 4：锂电池重量重铜箔占比 13%左右



资料来源：高工锂电，华经产业研究院，财信证券

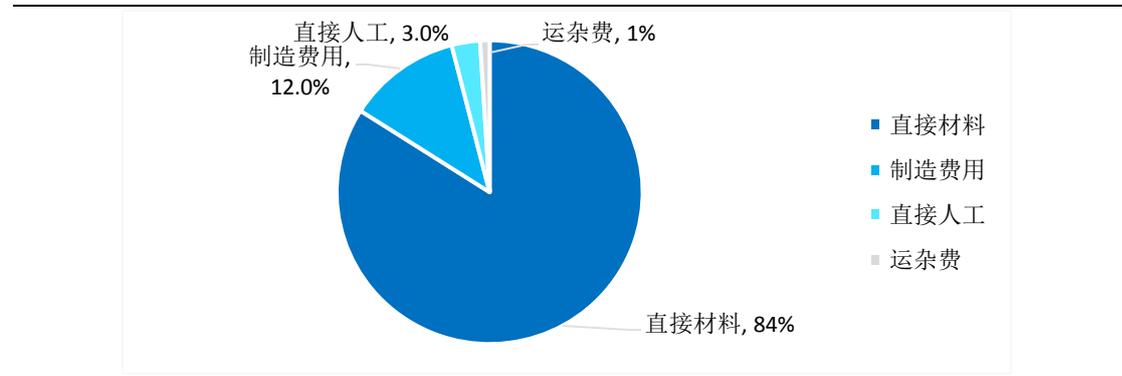
电池能量密度提升和降本需求驱动铜箔薄化。对于锂电池铜箔而言，由于其为 100% 纯铜制成，所以厚度为主要性能指标之一，厚度越薄，单位面积铜箔质量越轻，电池能量密度越高。质量能量密度=电池容量/电池质量，由于铜箔在锂电池质量中占比达到 13%，理论上可以通过保持电池容量不变的情况下，减小电池质量以提升质量能量密度；或通过保持电池质量不变的情况下，提升电池容量。极薄化的锂电铜箔能通过第一种方式实现能量密度的提升，同时，更薄的锂电铜箔也能降低电池内阻，实现更好的电池性能。而传统锂电铜箔成本占比中原材料铜的占比达到 83%，铜箔薄化将有效降低原材料铜的需求，实现降本。

表 1：铜箔对电池性能的影响

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	在确保安全性的前提下，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

资料来源：铜冠铜箔招股书，财信证券

图 5：原材料在传统锂电铜箔中占比高达 83%



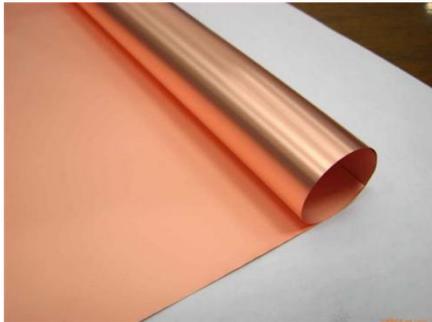
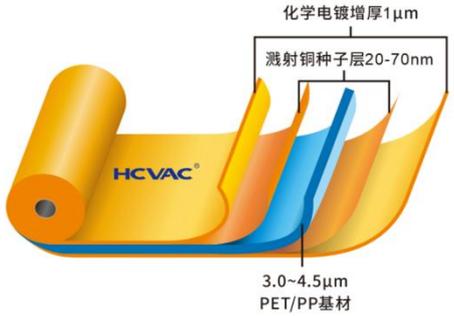
资料来源：贝哲斯咨询，财信证券

2 复合铜箔：性能优势明显，铜价高位再论产业化逻辑

复合铜箔，是指将塑料薄膜（PET 等）表面镀铜形成三明治结构复合材料，用来替代传统锂电铜箔，作为锂电池的负极集流体，同样地，复合铝箔则是塑料薄膜表面镀铝形成的复合材料，作为锂电池的正极集流体。复合铜箔使用三明治结构：以 PET/PP/PI 等高分子材质作为基材，上下两面采用镀膜工艺沉积金属铜层而制成。一般来说用作基膜的 PET 或 PP 塑料薄膜，也可以使用 PP 薄膜。不过由于目前 PI 材料价格过高，当前进入产业化流程的主要是使用 PET 薄膜和 PP 薄膜的复合铜箔，且 PI 材料在试验阶段表现较差，因此 PI 材料作为基材的未来前景并不明朗。

复合铜箔在能量密度、安全性和成本方面相较于传统锂电铜箔均有优势，但由于导电金属材料用量较少，根据内阻理论，导致同电流通过带来的发热和内阻成倍增加。

表 2：复合铜箔和传统铜箔对比

对比项目	传统铜箔	复合铜箔
工艺原理	熔铜电解+电镀	真空镀膜+水电镀
组成	99.5%的纯铜	复合材料基膜+铜镀层
产品图		
特点	<ol style="list-style-type: none"> 1、单位面积重量较重，金属铜材使用量高，成本高。 2、导热性能高，用于电池材料安全性较差。 3、作为传统金属导电材料，导电性能好。 	<ol style="list-style-type: none"> 1、中间层为复合材料基膜，单位面积重量轻，降低成本和金属用量。 2、中间层为绝缘层，用于电池材料安全性好。 3、发热量大，内阻较高。

资料来源：重庆金美环评报告，艾邦智造，中国电子材料行业协会，财信证券

从材料价格来看，复合铜箔的降本效果明显高于复合铝箔。短期来看，现货铜价近期在 7.2-7.8 万元/吨高位震荡，过去四个月铜价一度高至 8.74 万元/吨，电解铜周价格也与铜价趋同。而用作复合集流体的 PP 和 PET 材料价格常年稳定，且远低于铜价。而铝价虽然也有上涨，但幅度较低，且与复合材料价格相差较少，因此复合铜箔能有效应对下游降本需求，而复合铝箔在成本方面优势并没有如此显著。

图 6：铜价及铝价（单位：元/吨）

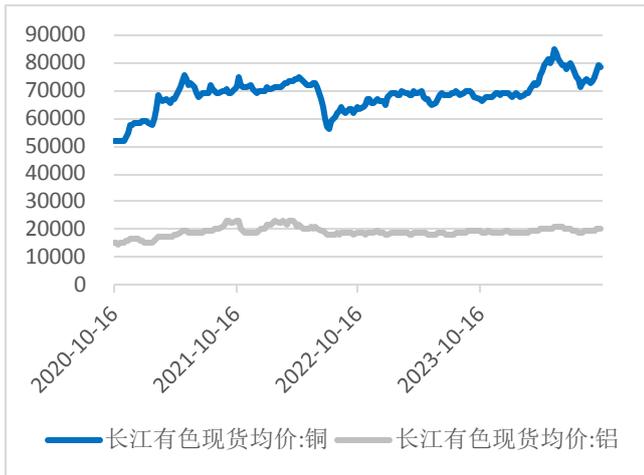
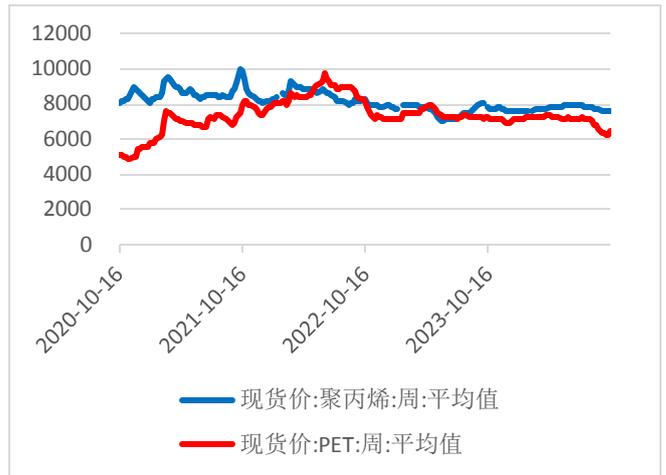


图 7：PP 和 PET 价格（单位：元/吨）



资料来源：iFind，财信证券 注：价格采用周平均价

资料来源：iFind，财信证券 注：价格采用周平均价

基于各类试验和材料属性本身的考虑，PP 目前为复合集流体主要基膜材料。在复合集流体概念被提出时，基材和铜层的结合力成为了首要考量的因素，因为这决定着是否能够顺利生产出首批产品，因此当时大多选择膜层附着力强的 PET 作为基膜材料。但后续证实了在锂电池中应用 PET 材料存在潜在风险（通电场景下和电解液中的溶剂反应导致 PET 分解，且容易发生可逆自放电），通过筛选其他聚合物，发现以聚丙烯为基础的 PP 膜在电解液中稳定，用 PP 基膜替代 PET 基膜几乎可以消除电池的可逆自放电。但 PP 基膜由于膜层附着力较差，需要更好的工艺和更长的时间来获得质量过关的产品，导致复合铜箔产业化进度放缓。

表 3：三种基膜材料对比

	PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）	PP（聚丙烯）	PI（聚酰亚胺）
耐温性（℃）	120	140	250
耐化学腐蚀性	较差	较优	最优
密度（g/cm ³ ）	1.38	0.9	1.39
膜层附着力	高	低	高
价格	较低	低	高

资料来源：德福科技，财信证券

2.1 能量密度方面

复合铜箔能有效降低集流体重量。传统锂电铜箔趋于极薄化，即通过压缩体积的方式来降低重量并提升电池的能量密度，为材料轻薄的 PET 复合铜箔带来了机遇。目前复合铜箔产业化处于早期阶段，复合铜箔的结构一般为中间 4.5 微米的塑料膜材料，正反两面各有 1 微米的铜镀层，总厚度 6.5 微米。从重量来看，作为基材的 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）/PP（聚丙烯）/PI（聚酰亚胺）等高分子材料的密度远低于金属铜，其中，PET 密度为 1.37-1.40g/cm³，PP 密度为 0.89-0.91g/cm³，PI 密度为 1.38-1.43g/cm³，而铜的密度 8.96g/cm³。PET、PI 密度约为铜密度的 1/7，PP 密度为铜的 1/10。由此可见，即使复

合铜箔的整体厚度与传统铜箔相当甚至高出一些，也能显著降低集流体重量。

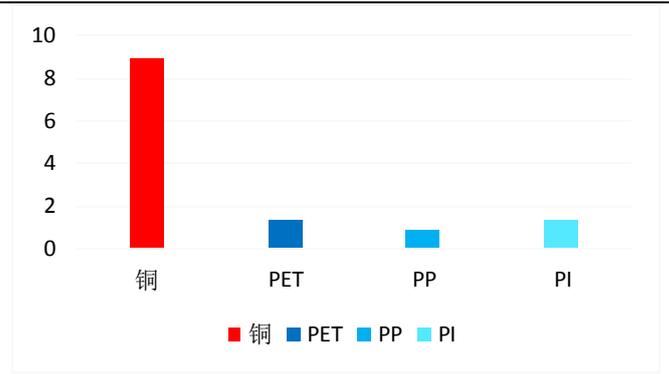
复合铜箔替代传统锂电铜箔能使电芯能量密度提升 6.5% 以上。根据我们测算，如果使用上述采用 4.5+1+1 结构的 6.5 微米的复合铜箔替代原有 6 微米锂电铜箔，如果使用 PET 和 PI 基材则可降低负极集流体质量约 55%，如果使用 PP 基材可降低负极集流体质量约 59%。假设 6 微米锂电铜箔占据电芯质量 11%，则采用复合铜箔可使电芯整体质量下降 6.1-6.5%，电芯质量能量密度可提高约 6.5-7.0%。

图 8：复合铜箔与传统铜箔结构对比



资料来源：高工锂电，财信证券

图 9：PET/PP 等高分子材料密度远低于纯铜（单位 g/cm³）



资料来源：陈峻等《金属铜在文化建筑外立面上的应用》，国威塑料，财信证券

表 4：复合铜箔替代传统铜箔带来的电芯质量及能量密度变化

	单位	传统铜箔	PET 铜箔	PP 铜箔	PI 铜箔
铜厚度	μ m	6	2	2	2
铜密度	g/cm ³			8.96	
基膜厚度	μ m		4.5	4.5	4.5
基膜密度	g/cm ³		1.37	0.89	1.38
集流体占电芯重量		11%	5.7%	4.1%	5.7%
电芯质量变化			-6.1%	-6.5%	-6.1%
电芯能量密度变化			6.5%	7.0%	6.5%

资料来源：真空技术与设备网，财信证券

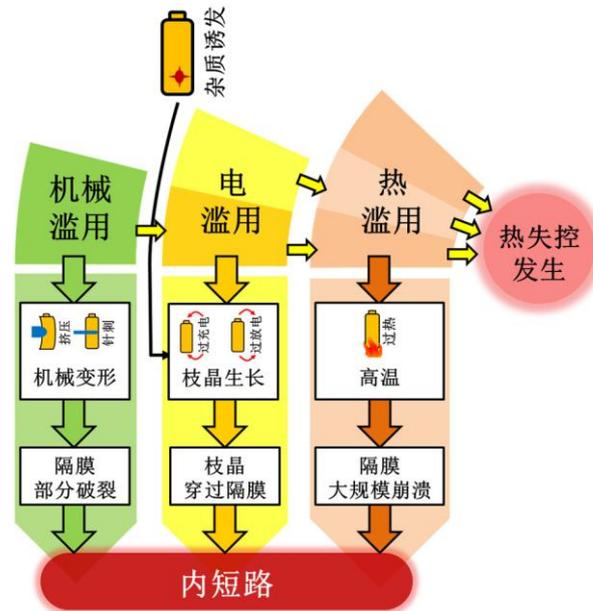
2.2 安全性方面

电池热失控会严重影响电动汽车的安全系数。2021 年度，全国发生电动汽车火灾事故 3000 余起，是影响电动汽车安全性的最大因素。锂电池纯电动汽车在热失控后会释放出大量热量，短时间内造成短路引发起火，且电池内部的起火会引发连锁反应，进而压缩车内人员的逃生时间，严重危害人身安全。此外，锂电池的起火具有很大危险性，起火后产生大量热量，需要大量的水降温，并且干粉灭火器即使扑灭了明火，并不能降低锂电池内部的温度，内部的化学反应也仍在继续，在热量积蓄之后，很容易复燃，甚至爆炸锂电池受破坏后仍然具有复燃危险。

热失控可能由机械滥用，电滥用和热滥用诱发。机械滥用（外力挤压或针刺）导致

电池的发生变形，而电池的变形导致内短路的发生，即导致了电滥用的发生。电滥用（过度充电或过度放电）导致焦耳热以及化学反应热的产生，从而形成枝晶并穿刺隔膜，即电池的热滥用。而热滥用则是因为各种原因造成温度的升高，引发锂离子电池热失控链式反应，最终导致热失控发生。

图 10：锂电池热失控诱发因素

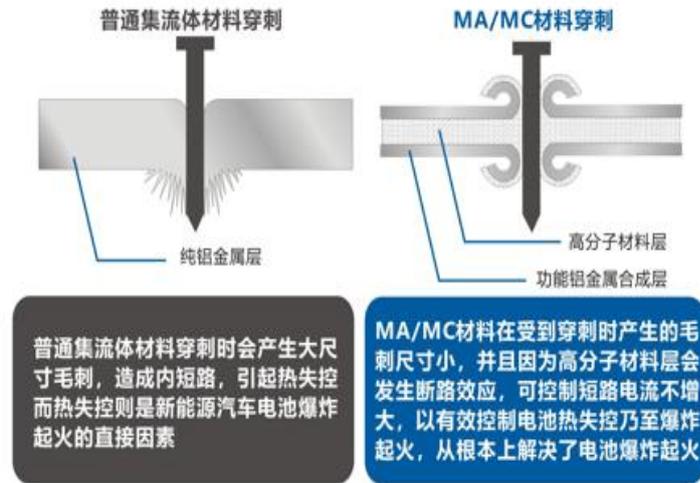


资料来源：《车用锂离子动力电池热失控诱发与扩展机理、建模与防控》（冯旭宁），财信证券

传统锂电铜箔在穿刺后会引发热失控。传统铜箔在受到应力时容易形成穿刺，且穿刺时会产生较大尺寸的毛刺，毛刺方向也不可控，毛刺会刺穿隔膜从而引发电池内短路。锂电池内阻相对于电池小很多、直接短路电流形成很大，从而引起燃烧，这也是新能源汽车受到外力挤压引起电池爆炸起火的直接因素。

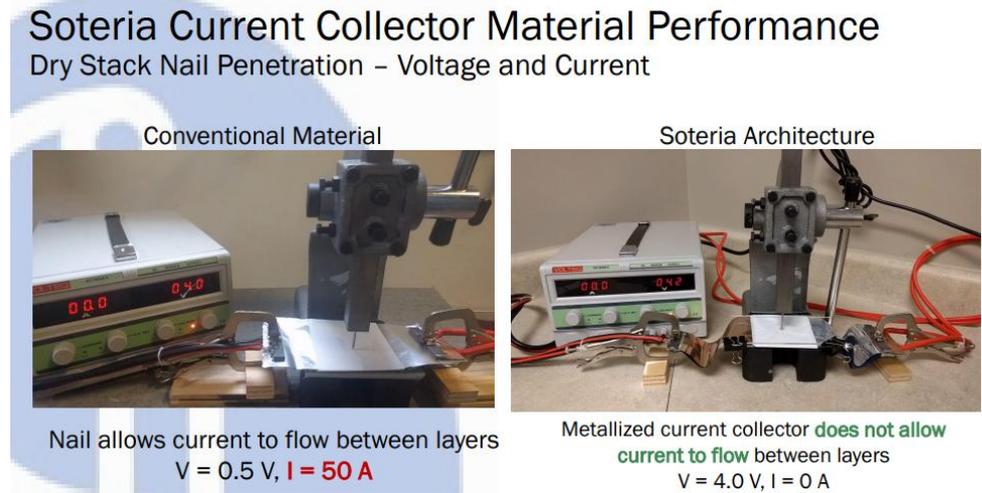
复合铜箔在穿刺后能够有效降低电池短路风险。复合铜箔在受到穿刺时，由于基膜为高分子材料层可有效吸收形变应力，不易断裂。即使形成短路，1 微米的铜金属镀层产生的毛刺尺寸也较小，刺穿隔膜的概率也较低。且高分子材料层是绝缘材料，电阻较大，可大幅降低短路电流。同时，高分子材料层熔点也相对较低，温度提升至熔点后，高分子材料层会被熔断，继而发生断路效应，切断电路，从而有效控制电池在极端情况下的热失控风险。根据 Soteria 的实验，使用复合铜箔的电芯在针刺实验后不会起火冒烟，且几乎没有电流。

图 11：复合铜箔穿刺后会形成阻断



资料来源：重庆金美官网，财信证券

图 12：复合铜箔针刺实验不起火不冒烟



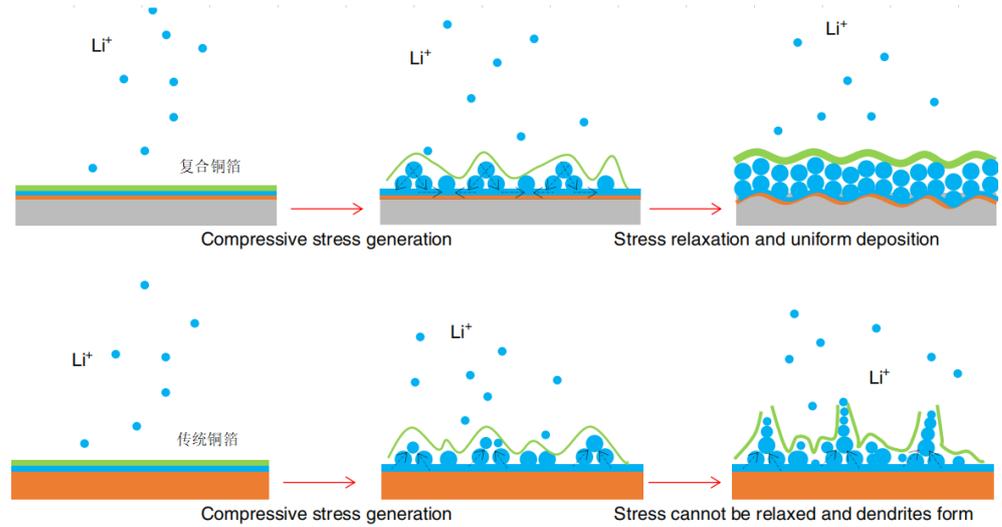
资料来源：维科锂电，财信证券

锂枝晶是锂电池充放电反应中形成的金属锂，会不可逆地造成锂电池容量和使用寿命的衰减。锂电池中电离迁移的锂离子数量超过石墨负极可嵌入数量后，锂离子将在负极表面结晶，即锂枝晶。锂枝晶是锂电池在充电过程中锂离子还原时形成的树枝状金属锂，是影响锂离子电池安全性和稳定性的根本问题之一。锂枝晶的生长会导致锂离子电池在循环过程中电极和电解液界面的不稳定，破坏生成的固体电解质界面（SEI）膜，锂枝晶在生长过程中会不断消耗电解液并导致金属锂的不可逆沉积，形成死锂。锂枝晶的形成甚至还会刺穿隔膜导致锂离子电池内部短接，造成电池的热失控引发燃烧爆炸。

复合铜箔能有效减少锂枝晶的产生。传统铜箔由纯金属铜构成，因此柔韧性和延展性较差，导致表面应力分布不均匀，无法控制锂枝晶的形成。而复合铜箔由于复合材料层的存在，相较于纯金属铜的延展性更好，将产生褶皱缓解锂枝晶生长带来的局部应力，使充放电过程中多余的锂离子在集流体和负极材料表面沉积更加均匀，能有效减少锂枝

晶的出现，从而提升电池安全性。

图 13：复合铜箔能够有效缓解锂枝晶的生长



资料来源：《Stress-driven lithium dendrite growth mechanism and dendrite mitigation by electroplating on soft substrates》(Xu Wang et al., 2018)，财信证券

2.3 成本方面

相较于传统铜箔，复合铜箔原材料成本拥有明显优势。6.5 微米复合铜箔在原材料用料方面主要包含：①4.5 μm 复合材料基材；②0.06-0.14 μm 铜靶材铜镀层；③1.86-1.94 μm 金属铜镀层。由于铜靶材价格高于铜价，消耗铜靶材形成的镀层我们取 0.1 μm ，因此 1.9 μm 铜镀层将消耗金属铜形成。

我们做出如下假设：金属铜单价取 2022 年下半年长江有色市场铜均价，为 6.34 元/吨；铜靶材单价为金属铜的 2 倍，为 12.68 万元/吨，且利用率为 100%；PET 基材单价取 2022 年下半年国内 PET 纤维级切片均价，为 0.82 万元/吨。PP 基膜单价取 2022 年下半年期货结算均价，为 0.78 万元/吨。

综上，在以上假设下对比 4.5+1+1 结构的 6 μm 复合铜箔和 4-8 μm 的传统铜箔原材料成本，可得：在复合铜箔良率为 80%时，PET 复合铜箔原材料单位成本为 1.56 元/平方米，PP 复合铜箔原材料单位成本为 1.53 元/平方米；在复合铜箔良率为 90%时，PET 复合铜箔原材料单位成本为 1.38 元/平方米，PP 复合铜箔原材料单位成本为 1.36 元/平方米；在复合铜箔良率为 97%时，PET 复合铜箔原材料单位成本为 1.28 元/平方米，PP 复合铜箔原材料单位成本为 1.26 元/平方米。而传统铜箔在良率为 100%的前提下，4 μm 、4.5 μm 、6 μm 、8 μm 的锂电铜箔原材料单位成本分别为 2.27、2.56、3.41、4.54 元/平方米，即使是 4 μm 的极薄锂电铜箔，原材料成本也远高于复合铜箔。

表 5：复合铜箔对比传统铜箔原材料单位成本测算

	6.5 μm 复合铜箔		传统锂电铜箔		
铜	单价 (元/kg)	83.5	83.5		
	厚度 (μm)	1.9	8	6	4.5

	密度 (kg/m ³)	8960		8960		
	单位面积价格 (元/m ²)	1.42	5.99	4.49	3.37	2.99
	单价 (元/kg)	167				
	厚度 (μm)	0.1				
铜靶材	密度 (kg/m ³)	8960				
	单位面积价格 (元/m ²)	0.15				
	单价 (元/kg)	8.2				
	厚度 (μm)	4.5				
PET	密度 (kg/m ³)	1400				
	单位面积价格 (元/m ²)	0.05				
	单价 (元/kg)	7.8				
	厚度 (μm)	4.5				
PP	密度 (kg/m ³)	900				
	单位面积价格 (元/m ²)	0.03				
PET+铜复合铜箔原材料	良率 80%	2.03				
单位成本 (元/m ²)	良率 90%	1.80				
	良率 97%	1.67				
	良率 80%	2.00				
PP+铜复合铜箔原材料	良率 80%	2.00				
	良率 90%	1.78				
	良率 97%	1.65				
纯铜原材料单位成本 (元/m ²)	良率 100%		5.99	4.49	3.37	2.99

资料来源: Wind, 财信证券

我们假设供给单 GWh 电池的复合铜箔产能需要 2 台磁控溅射设备和 3 台电镀设备, 单台价格分别为 1400 万元 (磁控溅射设备) 和 1000 万元 (水电镀设备), 折旧年限为 8 年, 5 台设备所需工人为 10 人, 每人每年 10 万元薪酬, 水电费为 0.214 元/平方米, 得出不同铜价和良率下复合铜箔的总成本变化。又以 6 μm 以及 4.5 μm 传统铜箔为基准计算了其对于铜价敏感性测试, 最终得出结论, 仅有复合铜箔良率小于 70%, 且铜价不超过 75000 元/吨时, 传统 6 μm 铜箔才具备经济性, 如对比 4.5 μm 铜箔, 则复合铜箔良率为 80% 以上或铜价为 85000 元/吨以上时才具备经济性。

表 6: 不同铜价和良率下复合铜箔总成本变化

	铜价 (元/KG)						
	55	60	65	70	75	80	85
良率 60%	4.43	4.59	4.75	4.90	5.06	5.22	5.37
良率 70%	3.87	4.01	4.14	4.28	4.41	4.54	4.68
良率 80%	3.45	3.57	3.69	3.80	3.92	4.04	4.16
良率 90%	3.12	3.23	3.33	3.44	3.54	3.65	3.75
良率 95%	2.99	3.09	3.18	3.28	3.38	3.48	3.58

100%	2.86	2.96	3.05	3.14	3.24	3.33	3.43
------	------	------	------	------	------	------	------

资料来源：东威科技公告，锂电产业通，高工锂电，财信证券

表 7：传统 6 μ m 铜箔对铜价敏感性

		铜价 (元/KG)						
		55	60	65	70	75	80	85
良率	100%	3.92	4.19	4.46	4.73	5.00	5.27	5.54

资料来源：Wind，财信证券注：以 6 μ m 铜箔为准，加工费取自 2024 年 9 月 29 日当周数据

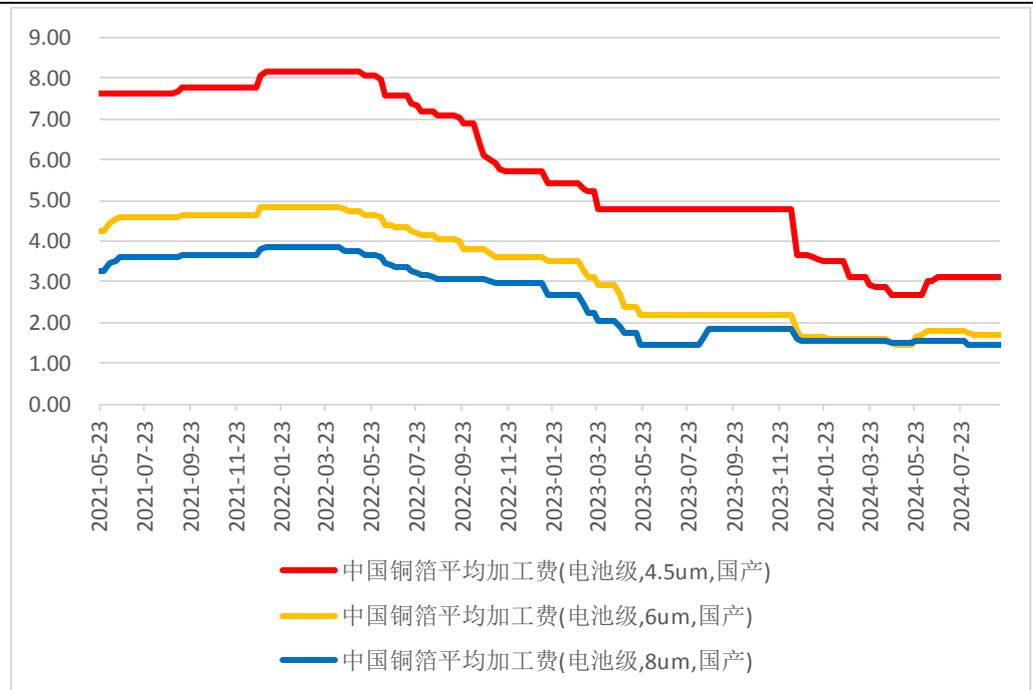
表 8：传统 4.5 μ m 铜箔对铜价敏感性

		铜价 (元/KG)						
		55	60	65	70	75	80	85
良率	100%	3.47	3.67	3.87	4.07	4.27	4.48	4.68

资料来源：Wind，财信证券注：以 4.5 μ m 铜箔为准，加工费取自 2024 年 9 月 29 日当周数据

电解铜箔加工费维持低位，导致厂商盈利能力逐步下滑。传统锂电铜箔加工费连年走低，自 2022 年 Q2 以来快速下滑，8 μ m 锂电铜箔加工费从 3.6-3.85 元/平方米一度下调至 1.45 元/平方米，目前仍只有 1.55 元/平方米；6 μ m 锂电铜箔加工费从 4.6-4.85 元/平方米下调至 1.6-1.8 元/平方米震荡。占比较低的 4.5 μ m 锂电铜箔加工费也从 7.65-8.15 元/平方米下调至 3 元/平方米左右。在短短 2 年内，锂电铜箔加工费迅速下跌，叠加铜价高位震荡，对铜箔厂商盈利能力影响巨大。

图 14：各类铜箔加工费（单位：元/平方米）



资料来源：Wind，财信证券

3 复合铜箔制造工艺：两步法为当下主流，产业化在即

3.1 复合铜箔与传统铜箔制造工艺对比

复合铜箔制造工艺与传统铜箔完全不同，采用设备也完全不同。

传统铜箔主要是由辊压或电解工艺生产得到，目前以电解铜箔为主。传统电解铜箔制造工艺包含四步，分别为：溶铜、生箔、后处理、分切。

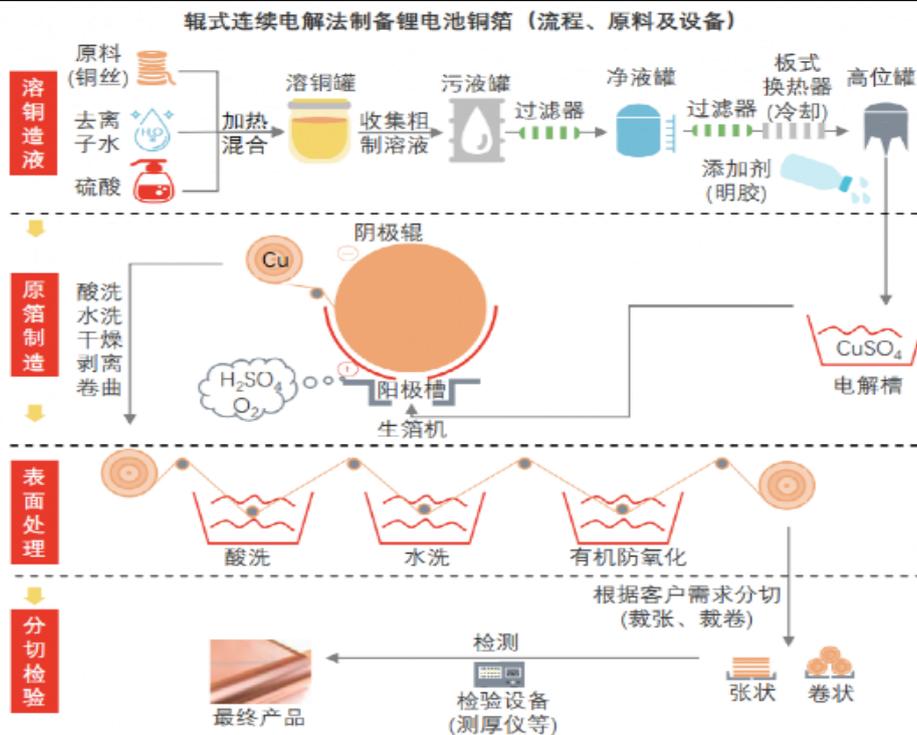
1) 溶铜：铜料溶解在硫酸中形成硫酸铜电解液，通过循环过滤，为后续的生箔工序供需提供符合工艺标准的电解液。

2) 生箔：在生箔机电解槽中，硫酸铜电解液在直流电作用下，于阴极辊表面电沉积而制成原箔，经阴极辊连续转动，并将铜箔连续剥离，收卷形成卷状铜箔。传统铜箔制造流程的核心为生箔环节，阴极辊和生箔机为主要设备，性能要求较高。

3) 后处理：对生箔工序制得的铜箔进行酸洗和有机防氧化等表面处理工序，使铜箔表面结构及防氧化性能达到客户要求。使用设备为表面处理机。

4) 分切：根据客户对铜箔品质、幅宽、重量等要求，进行分切、分类、检验和包装。

图 15：传统电解铜箔制造流程

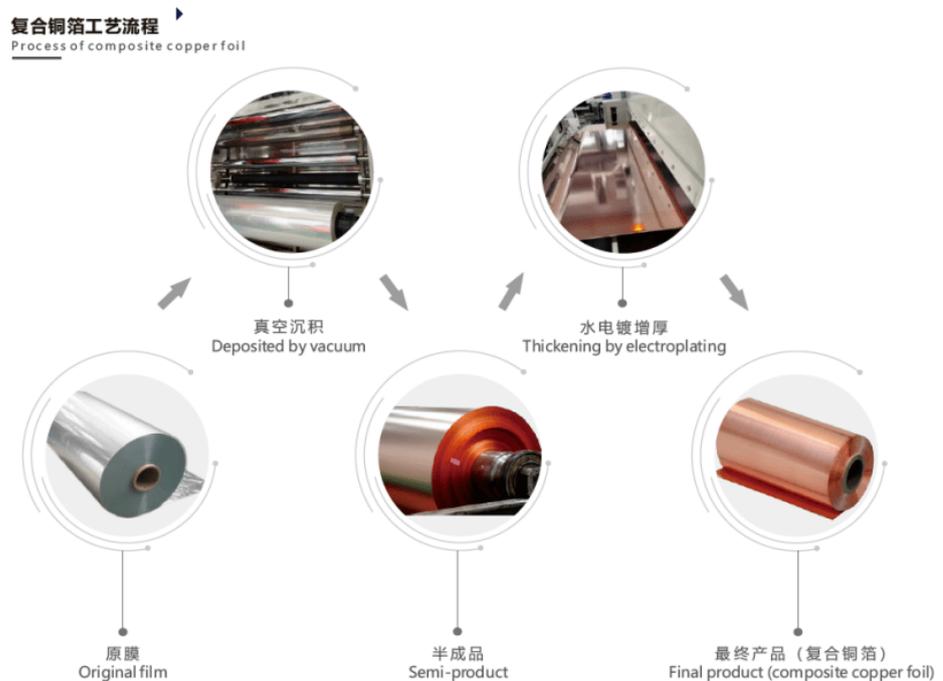


资料来源：锂电产业通，财信证券

复合铜箔主要使用两步法制成，也有一步法和三步法的方式。复合铜箔制造工艺基本原理是在 PET、PP、PI 等复合材料膜材上采用真空镀膜的方式将薄膜导电并金属化，形成一层较薄的金属铜镀层。再采用相对传统的水介质电镀的方式，将铜镀层加厚。目

前主流制备方法为两步法，两步法步骤为磁控溅射+水电镀增厚，需求设备为磁控溅射设备和水电镀设备。同时，也有部分厂商提出了一步法或三步法的方式，一步法目前分为两类，化学一步法和物理一步法，均为一次成型；三步法步骤为磁控溅射+真空蒸镀+水电镀，在磁控溅射后增加了真空蒸镀的环节，额外需要真空蒸镀设备。

图 16：两步法流程



资料来源：广东腾胜科技，财信证券

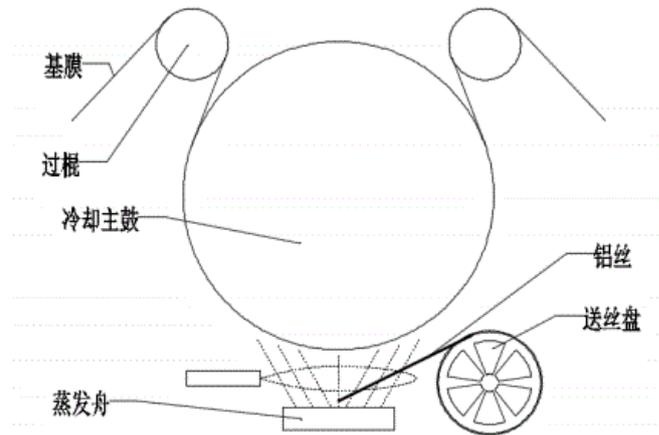
3.2 复合铝箔制造工艺较为简单，已率先应用

复合铝箔主要使用蒸镀工艺，步骤简单，技术也较为成熟。蒸镀工艺通过高温熔化金属材料，将其蒸发到基膜上实现镀膜，相比于磁控溅射速度更快，效率更高，但工作温度同样较高，但由于铝的熔点远低于铜，因此蒸镀的环境温度可以控制在相对更低的水平，且复合铝箔的基膜厚度相较铜箔较厚，能够有效减少高温使基膜变形等问题的发生，因此复合铝箔与蒸镀适配性较好。不仅如此，由于蒸镀同样可以制备种子层，因此复合铝箔基本只使用蒸镀工艺即可。

复合铝箔无需解水电镀等湿法工艺，仅通过干法工艺便可制备复合铝箔。制备复合铜箔采用水电镀工艺主要是为了提升整体生产效率以及避免磁控溅射高温环境下对基膜造成损伤的风险。复合铝箔基膜相对铜箔更厚，一般为 6um 左右（铜箔则为 4.5 um 的基膜），在制备过程中击穿断裂等风险下降，且采用蒸镀工艺效率也得到提升，所以无需采用水电镀工艺做增厚处理，一定程度上减轻了干湿法工艺转换过程对良率的影响，同样也避免了湿法工艺带来的环境污染问题。

目前复合铝箔产业化进程明显快于复合铜箔，已有实际应用。根据高工锂电报道，极氪 009 搭载的麒麟电池就使用了铝复合集流体，其供应商为金美新材料。在装车进程上，2018 年金美新材料铝复合集流体就已实现装车法国标致大约有 3 万辆，2023 年 4 月实现装车极氪 009，2023 年末应用于赛力斯问界 M9 车型。

图 17：复合铝箔制备示意图



资料来源：重庆金美环评报告，财信证券

3.3 复合铜箔制备设备主要包含磁控溅射、蒸发镀膜和水电镀三类设备

PVD 真空镀膜技术主要包含磁控溅射镀膜、蒸发镀膜、离子镀膜。PVD (Physical Vapor Deposition) 真空镀膜技术，又名物理气相沉积技术，是指在真空环境下通过物理方式将材料沉积在被镀材料表面的薄膜制备过程。PVD 镀膜技术主要分为三类：真空溅射镀膜、真空蒸发镀膜和真空离子镀膜。在复合铜箔制造环节中，真空溅射镀膜对应两步法和三步法环节的第一步，真空蒸发镀膜对应三步法环节的第二步。

磁控溅射是复合铜箔制造流程的第一步，目的是将基材表面金属化并形成金属薄膜。磁控溅射被广泛应用于各类机械加工领域，技术较为成熟。由于复合铜箔的高分子基膜层是不导电的，且铜金属与高分子材料的结合力不佳，很难直接沉积，因此需要在高分子基膜层上先进行磁控溅射形成 30-70nm 的基础铜层，方阻约为 0.5-2 欧姆，从而实现基材表面金属化。

磁控溅射的原理：将铜靶材置于阴极，然后在真空中利用荷能粒子轰击靶表面，电子与氩气体碰撞电离出大量的氩离子和电子，高能量的氩原子电离后撞击靶材表面，溅射出大量的铜靶材原子，呈中性的靶原子沉积在基材上形成金属薄膜。

图 18：磁控溅射原理

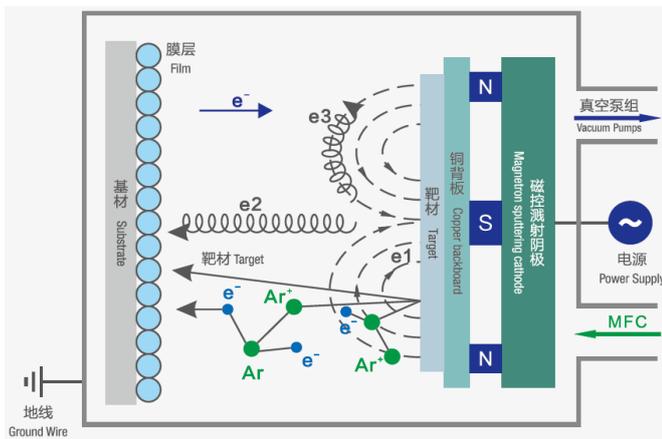
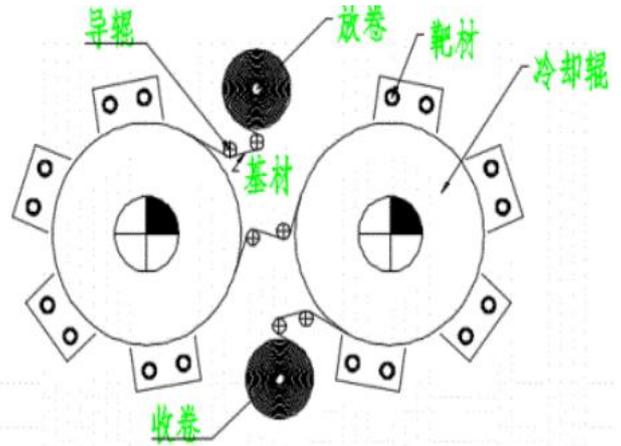


图 19：磁控溅射示意图



资料来源：汇成真空招股书，财信证券

资料来源：重庆金美环评报告，财信证券

目前磁控溅射技术在复合集流体上的应用尚存在部分难点：①磁控溅射所镀膜层原理为原子沉积，且膜层很薄，难以控制致密性和均匀性，容易起皱；②过程中需要靶材持续发热，散热要求高，温度难以控制，复合材料基膜耐高温能力较差，容易受损；③高压放电会烧穿基膜；④张力控制较难，基膜宽度大，容易拉扯变形；⑤镀膜效率低，铜金属沉积速度较慢，且质量上佳的铜靶材价格远超铜价。以上问题均会对良率产生或多或少的影响，复合集流体产业化过程中，这些问题已有部分有较好的解决方案。

磁控溅射设备国外优势较明显，国内龙头为腾胜科技。目前，国内磁控溅射由于起步较晚，相对国外设备厂商在技术积累方面仍然不足，但行业发展迅速，国产替代加速。目前外资企业在磁控溅射设备方面占据主导地位，海外企业主要有美国应材、日本发那科、德国莱宝等，国内磁控溅射设备企业有腾胜科技、汇成真空、汉崧新材等，东威科技和道森股份等企业也在积极研发并推出磁控溅射设备。其中广东腾胜科技为行业龙头，腾胜自 2017 年研发出国内第一台量产型的复合铜箔真空镀膜设备。2021 年推出了第二代量产型复合铜箔真空镀膜设备，并实现了产品出口。公司在 2022 年推出了 2.5 代量产型复合铜箔真空镀膜设备和第二代复合铝箔真空镀膜设备。从整个生产效率来看，从早期的产品发展到现在，整个生产效率提升了 5 倍，在 2024 年会推出第 3 代产品。

图 20：腾胜科技磁控溅射设备

图 21：磁控溅射厂商



资料来源：广东腾胜科技官网，财信证券

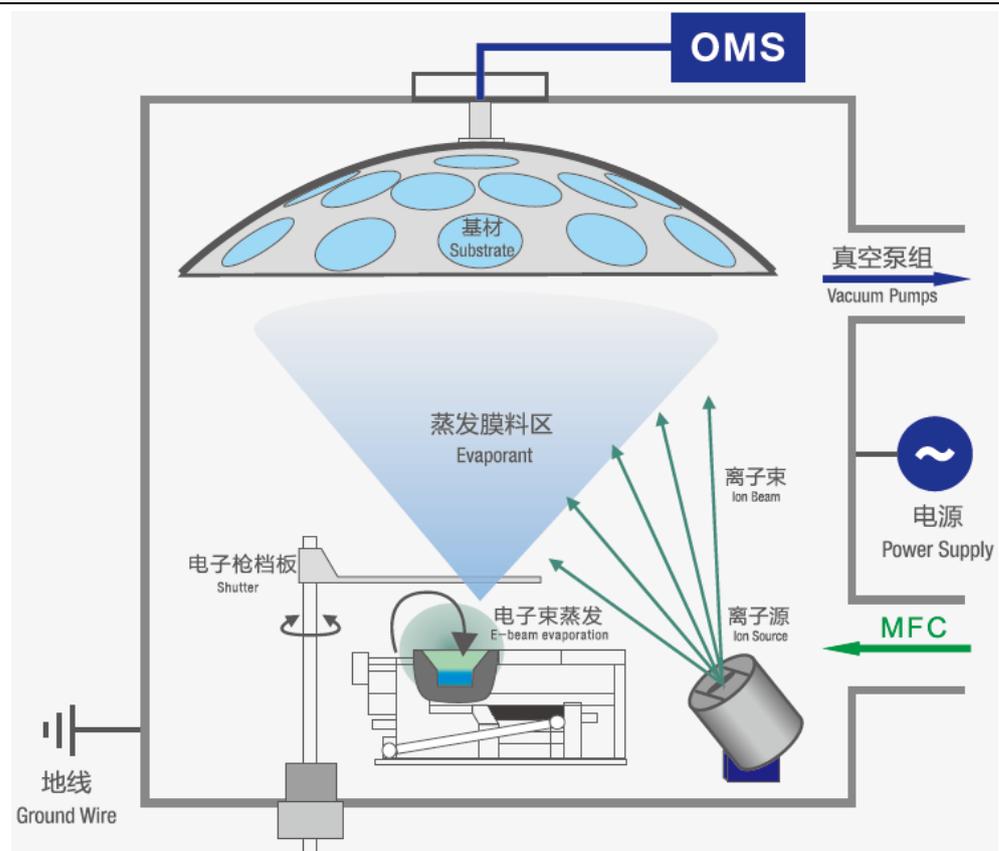
资料来源：各公司官网，财信证券

磁控溅射的特点导致大部分情况下需要其他工艺来完善镀膜。磁控溅射镀膜的优势在于稳定性好、均匀度好、膜层致密、结合力好，但磁控溅射对金属材料纯度要求较高，靶材价格远高于金属价格，且加工过程需要高纯氩气等特种气体，单位面积加工成本远高于电镀。另外，磁控溅射单次镀膜厚度为纳米级，若要达到微米级铜厚则需要多次溅射，效率低于电镀工艺。因此一般会额外使用蒸发镀膜+水电镀或是水电镀的方式来形成两步和三步法。

加入蒸发镀膜主要是为了节约磁控溅射的时间。真空蒸镀技术是在真空条件下，把金属加热至蒸发，使其升华为气态，并从蒸发源向基膜表面输送，均匀地蒸发镀在薄膜表面。同为干法，与磁控溅射镀膜相比，蒸镀法蒸发铜的量更大，对铜的沉积效率较高，生产效率明显高于磁控溅射环节，因此三步法中加入蒸发镀膜主要是为了减少磁控溅射镀膜的重复次数，转而使用蒸发镀膜。

蒸镀工艺环境温度高，对基材的熔点要求高。铜的熔点、沸点分别为 1083℃、2562℃，铜所需的蒸镀温度较高，对基材熔点要求高，PET/PP 等基材熔点很低，仅有 180-255℃。在高温工作环境下，基膜易出现穿孔现象，会对良率产生较大影响，因此目前行业主要使用的是两步法。

图 22：蒸发镀膜原理

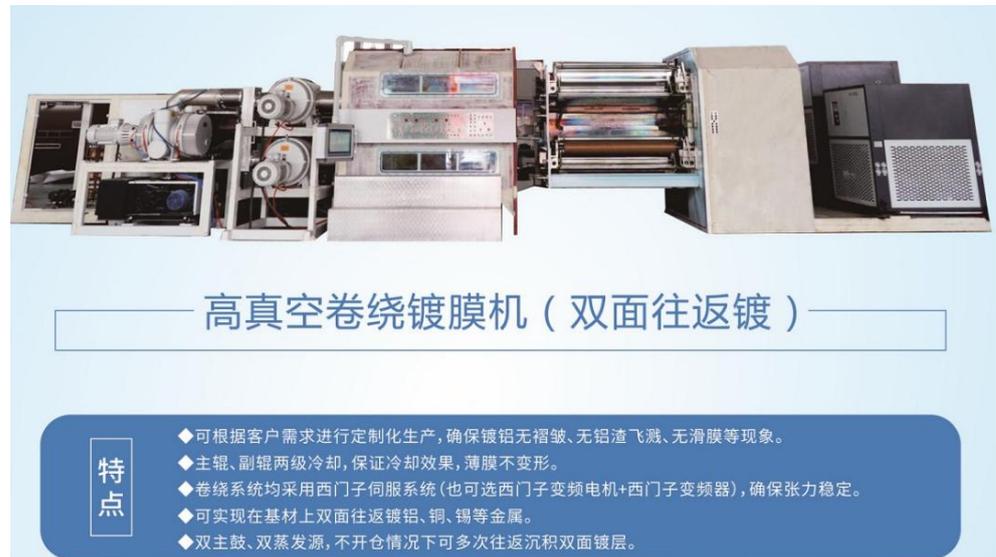


资料来源：汇成真空招股书，财信证券

基于上述原因，采用蒸发镀膜技术的厂商较少。由于水电镀同样能够起到镀层加厚作用，所以加入蒸镀会导致设备投资进一步增长，目前仅有重庆金美提到过三步法的可

行性，其子公司四川海格锐特主要研发真空磁控溅射和真空蒸镀设备，以及道森股份（洪田科技）在研的磁控溅射+蒸镀一体机。

图 23：四川海格锐特蒸镀设备



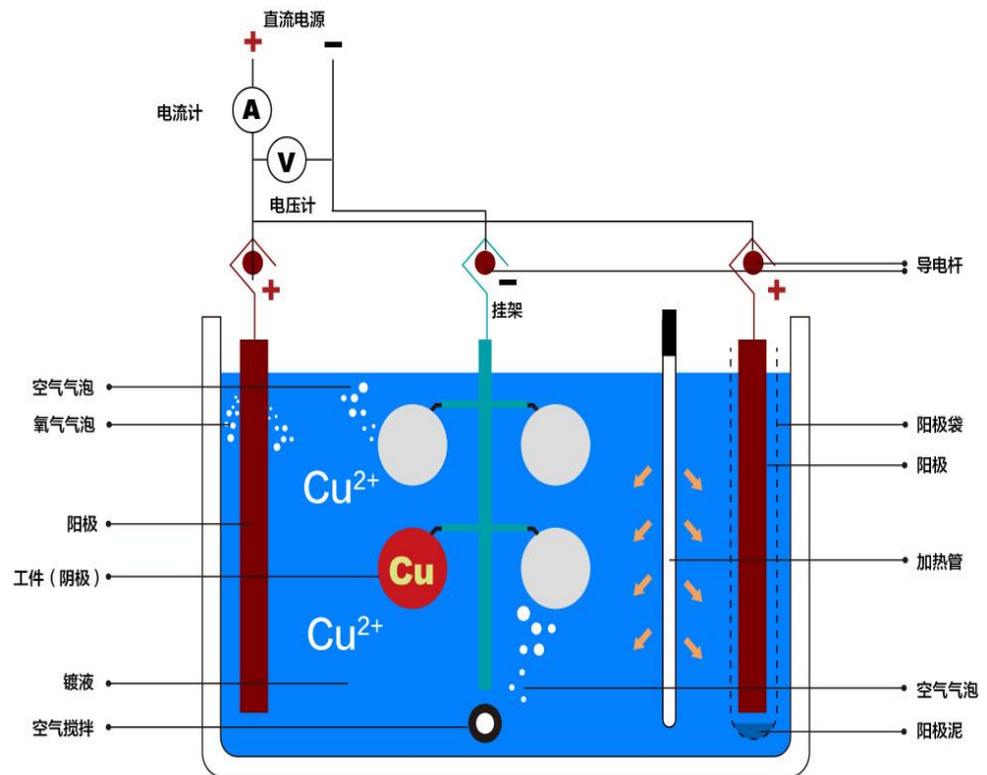
资料来源：四川海格锐特官网，财信证券

水电镀一般作为制备流程的最后一步，目的是加厚并形成均匀镀层。水电镀是将通过磁控溅射或蒸发镀膜的方式形成的金属化 PET 膜的铜层厚度增加到 $1\ \mu\text{m}$ ，使复合铜箔整体的厚度在 $6.5\sim 8\ \mu\text{m}$ 之间。水电镀过程即为氧化还原过程，利用电流电解作用将金属沉积于电镀件表面，形成金属涂层。具体来说，将待加工的镀件接通阴极放入电解质溶液（例如硫酸铜）中，将金属板接通阳极（例如铜球），在外界直流电的作用下，金属铜以二价铜离子的形式进入镀液，并不断迁移到阴极表面发生还原反应，在阴极上得到电子还原成金属铜，逐步在镀件上形成金属铜镀层。

相对于磁控溅射和蒸镀，水电镀成本更低，速度更快，但会产生环保问题。水电镀是 CVD（化学气相沉积）的一种，属于基础工业，国内的工艺流程比较成熟，生产所用溶液等辅助材料成本也较低，生产速度也明显快于 PVD 镀膜法（磁控溅射和蒸发镀膜），因此在短期内两步法将很难被完全替代。但水电镀会排放污染废水，而 PVD 镀膜不会产生任何污染，这是目前水电镀的缺陷。

水电镀会因为双面夹和边缘效应损失良率，但整体可控。水电镀两边有双面夹，两边夹点在镀膜后是无法使用的，需要报废处理。边缘效应是指水电镀在通电过程当中电力线会分布不均匀，造成基膜的镀膜厚度有差异，影响复合箔材均匀性，技术可以改进均匀性，但是无法消除边缘效应。

图 24：水电镀原理



资料来源：鑫华超官网，财信证券

东威科技为国内水电镀设备龙头。与 PCB 电镀相比，复合铜箔的水电镀的基材厚度更薄、幅度更宽、镀层均匀性和生产速度要求更高，因此对镀膜设备要求更高。东威科技在 PCB 电镀领域深耕多年，在电镀方面技术积累深厚，与 2021 年率先完成了应用于复合铜箔的卷式水平电镀设备的出货，其设备在污染方面也有所控制。东威科技后续也推出了多款应用于复合铜箔制造的卷式水平镀膜设备，作为目前国内唯一一家规模量产复合铜箔水电镀设备的公司，国内两步法厂商后段设备基本采购东威设备。

图 25：双边夹卷式水平连续镀膜设备



资料来源：东威科技官网，财信证券

图 26：滚筒卷式水平膜材电镀设备



资料来源：东威科技官网，财信证券

3.4 一步法可行性探讨

3.4.1 物理镀膜一步法

一步法分为全干法（物理镀膜一步法）和全湿法（化学镀膜一步法）。物理镀膜一步法布局厂商有道森股份（洪田科技）和汉崧新材（与腾胜科技合作），化学镀膜一步法布局厂商有三孚新科。目前一步法尚处于早期的研发阶段，我们预计一步法相关设备将在 24 年实现交付，并在 25 年实现小规模量产。

一步法相对两步法和三步法各有优劣。优势方面：一致性、良率、均匀性等多方面具有优势。劣势方面：成本高，技术难度大，效率偏低，设备研发尚处于实验室阶段。

物理镀膜（PVD）一步法的可行性分析：目前磁控溅射和蒸发镀膜的主要问题集中在镀膜速度较慢，成膜均匀性难以控制，腔体温度较高容易击穿基膜。根据现有的研究，多靶材多腔体以及旋转靶材方式能够有效提高镀膜效率，一定程度上缓解磁控溅射速度慢的问题。另外，可以通过对温度、溅射时间和溅射功率的控制来优化成膜均匀性。一定程度上缓解物理镀膜法效率较低和均匀性较差的问题，继而在理论上实现仅用物理镀膜方式完成对复合集流体的制备。

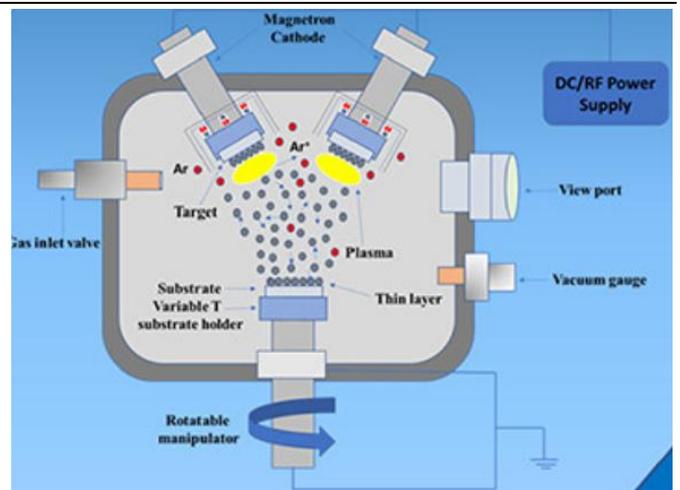
根据余鹏程，陈庆广，胡凡等人发表的《多靶磁控溅射镀膜设备及其特性》，多靶材共同磁控溅射能够提升成膜均匀性和靶材利用率。目前国内磁控溅射厂商大多使用多靶共溅技术来提高成品效果和材料利用率。

图 27：三靶材结构示意图



资料来源：余鹏程，陈庆广，胡凡等《多靶磁控溅射镀膜设备及其特性》，财信证券

图 28：双靶材磁控溅射示意图



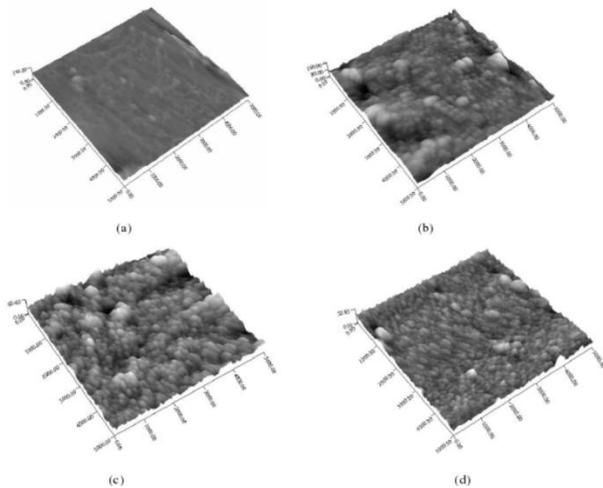
资料来源：《Electrochromic Performance of Sputtered NbTi-Based Mixed Metal Oxide Thin Films with a Metallic Seed Layer》，财信证券

磁控溅射成膜影响因素众多，技术难度较大。根据孟灵发表的《涤纶基布表面磁控溅射纳米铜膜及性能研究》，在不同溅射功率下形成的纳米铜膜形状不一致；根据朱云龙、孙芳等人发布的《磁控溅射法制备纳米 Cu 薄膜及其微结构的研究》，溅射时间也会对镀层结构造成影响，过长时间会形成晶簇。上述论文虽然并非是在相同实验环境下的

结论，但也从侧面反映了溅射功率、时间和温度等操作参数对磁控溅射镀膜的影响，因此我们判断物理镀膜一步法对团队的深厚技术积累要求高，难度较大，难以规模化推广，待后续技术逐步成熟，其无污染，均匀性好的优势将有望成为复合集流体制备最优解。

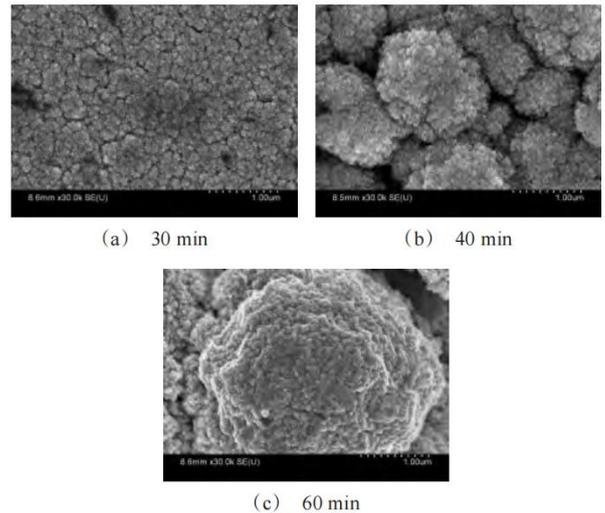
目前主流的解决方案，基本为通过采用多腔体隔离设计，优化配置多组溅射靶，在保证种子层具有良好的致密性和均匀性的条件下，实现快速沉积。同时，应用多电机恒速、恒张力走膜卷绕传动和控制技术，实现高效连续生产。

图 29：不同溅射功率下形成的纳米铜膜对比



资料来源：孟灵儿等《涤纶基布表面磁控溅射纳米铜膜及性能研究》，财信证券

图 30：镀膜时间对成膜结构的影响



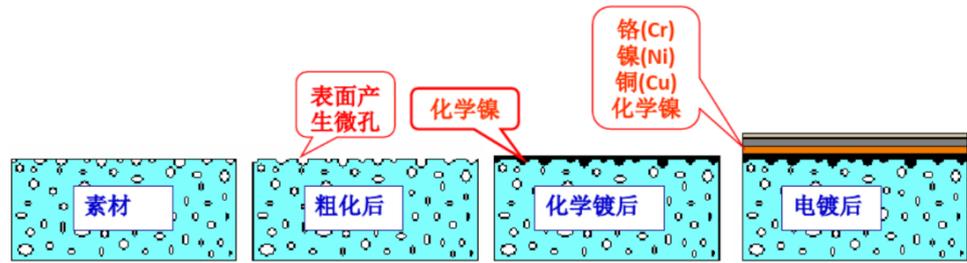
资料来源：朱云龙等《磁控溅射法制备纳米 Cu 薄膜及其微结构的研究》，财信证券

物理镀膜一步法的难点诸多，成本偏高，尚需时间优化技术。目前布局 PVD 一步法设备的主要有道森股份（洪田科技），汉焱新材（采购设备后自行调试改装），洪田科技已有一体化设备交付。但由于物理镀膜需要价格为精炼铜两倍以上铜靶材，且基于上述技术原因，复合铜箔使用一步法的成膜效果和靶材利用率难以在短期内直接实现快速提升。目前主流市场也无物理镀膜一步法的规模化量产，因此仍需等待技术优化。

3.4.2 化学镀膜一步法

化学镀膜一步法的布局厂商为三孚新科，采用化学沉积方式。一步法化学沉铜技术原理是先用特殊处理手法对基膜进行清洁和粗化，提高基膜表面粗糙度，在基膜表面沉铜。化学一步法优势明显，相对于物理镀膜一步法和传统两步法，其工艺更加简洁，能提升良率、镀膜均匀性。但同样缺点也同样明显，该技术所需化学制剂为贵金属钯，价格较高，污染较大。三孚新科公开投资者交流纪要显示公司最大的突破是自主研发的药水低成本地解决了铜与 PP 薄膜结合力的问题。在药水成本方面，将钯浓度从 80ppm 降低至 2-4ppm，成本实现大幅下降，并且仍在研发无钯技术，力求实现成本可控。

图 31：电镀前表面粗化技术



资料来源：艾邦高分子，财信证券

成本为王，两步法依旧是产业化初期最优解。当下复合铜箔依旧处于产业化初期，制备路线百花齐放，目前较为成熟以及有实际试验的制备方法有四种，一步法两种，两步法和三步法各一种。其中一步法有湿法和干法两种路线，长期来看，由于一步法成膜质量较好，且良率具备优势，在技术成熟后可能会有较好应用场景，但不论是湿法还是干法，目前均有高成本问题，在产业化初期成本为王的时代并不具备优势。而三步法由于加入了蒸镀这一环节，在设备投入方面有较多增长，且步骤越复杂，对良率影响越大，因此我们认为三步法的仍需要时间的验证。**因此，两步法由于其适中的成本投资、相对较好的成膜效果以及较快的速率，成为当下产业化初期的最优解。**

表 9：四种制备方法对比

	一步法	两步法	三步法
工艺	化学沉积（全湿法）	磁控溅射+水电镀（干湿混合）	磁控溅射+蒸镀+水电镀（干湿混合）
优势	低温环境、对膜材保护好；良率高；速度快；工艺简单	生产速度较快；良率较高；生产成本较低；工艺较为成熟	生产速度快于两步法；成膜效果好
劣势	基膜材料需要耐强酸强碱；需要使用贵金属钯作为催化剂	成膜速率较慢；成膜质量难以控制；靶材成本较高	设备产线投资额高；生产环节复杂；人工及水电费开销大
代表厂商	三孚新科	道森股份	元琛科技、重庆金美等主流厂商
总结		效率：三步法 > 二步法 > 一步法 良品率：一步法 > 二步法 > 三步法	

资料来源：中商产业研究院，九派资本，锂电产业通，财信证券

3.5 滚焊设备为目前产业化必需环节，设备主要由电池厂采购

复合集流体中高分子结构层具有绝缘性，导致两侧金属镀层无法导通电流，因此需要滚焊。为解决以上问题，设备端需采用极耳转印焊工艺，将两层导电金属箔材与复合集流体进行上下包边焊接，以实现电流输送。当前主流的极耳焊接均无法适用，超声焊

接：无法解决箔材两侧金属镀层不通电问题，导电性能较差；激光焊接：温度过高，容易产生箔材收缩变形。

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，高分子材料和金属材料熔点差异巨大，采用激光焊接在当下没有工艺可行性。

图 32：骄成超声滚焊设备

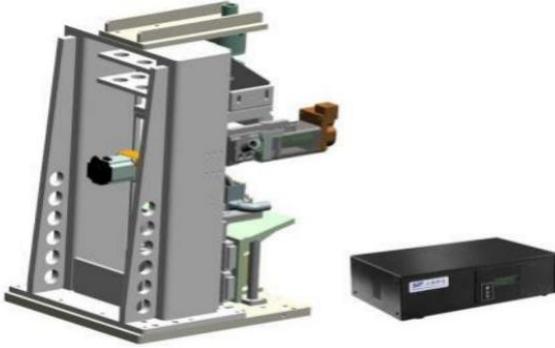
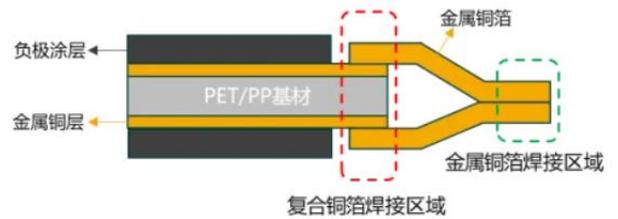


图 33：复合集流体滚焊示意图



资料来源：骄成超声招股说明书，财信证券

资料来源：臻锂新材，财信证券

3.6 复合铜箔设备市场空间测算

复合铜箔市场空间广阔，2027 年全球复合铜箔设备需求有望达到 199 亿元。

以两步法为例计算，根据 EV Tank 的数据，2023 年全球锂离子电池总体出货量为 1202.60GWh，同比增长 25.6%。假设 2024-2027 年锂电池出货量增速分别为 25%、25%、20%、17%，2024-2027 年复合铜箔的渗透率分别为 1%、5%、10%、20%，良率分别为 86%、91%、95%、99%。另外，根据第一财经以及东威科技公告，单 GWh 电池所用复合铜箔需要 2 台磁控溅射设备、3 台水电镀设备以及 1000 万元的滚焊设备，磁控溅射设备单价为 1400 万元，水电镀设备单价为 1000 万元。

综合上述假设，我们测算 2024-2027 年复合铜箔设备市场总规模分别为 11.89、70.21、160.93、360.29 亿元，CAGR 为 211.80%，其中磁控溅射设备总市场规模分别为 4.89、28.91、66.46、149.23 亿元，水电镀设备总市场规模分别为 5.24、30.97、71.21、159.89 亿元，滚焊设备总市场规模分别为 1.75、10.32、23.26、51.17 亿元。2024-2027 年复合铜箔设备当年增量市场（即当年设备需求量）分别为 11.89、58.32、90.72、199.36 亿元，CAGR 为 155.98%。

表 10：复合铜箔设备市场空间测算

	单位	2023	2024E	2025E	2026E	2027E
锂电池出货量	(GWh)	1202.60	1503.25	1879.06	2254.88	2638.20
复合铜箔渗透率			1%	5%	10%	20%
复合铜箔需求量	GWh		15.03	93.95	225.49	527.64
良率			86%	91%	95%	99%

复合铜箔需求量（考虑良率）	GWh	17.48	103.25	237.36	532.97
磁控溅射设备价格	万元/台	1400	1400	1400	1400
单 GWh 磁控溅射设备需求量	台	2	2	2	2
磁控溅射设备市场规模	亿元	4.89	28.91	66.46	149.23
水电镀设备价格	万元/台	1000	1000	1000	1000
单 GWh 水电镀设备需求量	台	3	3	3	3
水电镀设备市场规模	亿元	5.24	30.97	71.21	159.89
单 GWh 滚焊设备价值量	万元/GWh	1000	1000	980	960
滚焊设备市场规模	亿元	1.75	10.32	23.26	51.17
设备市场总规模	亿元	11.89	70.21	160.93	360.29
设备市场当年增量	亿元		58.32	90.72	199.36
YOY			490.66%	129.22%	123.88%

资料来源：EVTank，锂电产业通，高工锂电，东威科技公告，第一财经，财信证券

4 重点公司梳理

东威科技：PCB 电镀龙头，全力加码新能源设备。

PCB 电镀龙头，积极开拓新能源领域。东威科技成立于 2005 年，主营业务为高端精密电镀设备及其配套设备的研发、设计、生产及销售。公司的主要产品为 PCB 电镀专用设备，五金电镀设备等，包含刚性板 VCP、柔性板片对片 VCP、柔性板卷对卷 VCP、水平式除胶化铜设备、水平电镀设备等。公司自主研发垂直连续电镀等技术，公司 VCP 设备在电镀均匀性、贯孔率（TP）等关键指标均处于行业领先水平。公司在行业内率先实现了 VCP 电镀设备设计标准化、生产流程化、产业规模化。根据公司公开投资者交流纪要披露，公司 VCP 电镀设备拥有 50% 以上的市占率。

公司为后段水电镀设备龙头，并已推出前段磁控溅射设备和复合铝箔蒸镀设备。公司借助自身在电镀行业多年的技术积累，率先推出用于复合铜箔的水电镀设备。同时公司引入外部团队研发磁控溅射设备，根据公司 2023 年年报和 2024 年半年报披露，公司的新能源水电镀设备属于国际首创，可广泛应用于动力电池、新材料、导电玻璃、3C 电池、柔性电路板、储能电池等领域的柔性材料金属化处理，目前采购设备的客户主要用于锂电负极材料复合铜箔的生产，设备不限基膜类型，PP、PET、PI 均可适用。公司的磁控溅射设备，作为镀膜的前道工序，可与新能源水电镀设备形成有效协同，帮助客户打造一体化复合铜箔生产线。同时，公司应用于复合铝箔的蒸镀铝设备已研制完成，在场内进行反复打样测试，调试设备参数。

公司业绩较为稳定，短期承压受行业进展不及预期影响。在 2019 年至 2022 年期间，东威科技营收呈现逐年增长的趋势，从 2019 年的 1.95 亿元增长到 2022 年的 10.12 亿元。

23 年公司营收 9.09 亿元，同比-10.13%，24 年上半年的营收同比-21.4%，为 3.92 亿元。净利润方面，在 2019 年至 2022 年期间同样保持增长，从 2019 年的 5055.51 万元增长到 2022 年的 2.13 亿元。23 年公司归母净利润 1.51 亿元，同比-29.01%，24 年上半年的归母净利润同比-45.53%，为 0.56 亿元。盈利能力方面，公司近年毛利率保持在 40%左右，净利率保持在 15-20%之间，主要受收入产品结构产生波动，总体稳定。公司 23 年以后出现负增长主要系公司主业 PCB 电镀行业处于下行，24 年上半年 PCB 行业景气度较高，但设备公司验收周期较长，并未体现在业绩中。

图 34：东威科技营收及同比

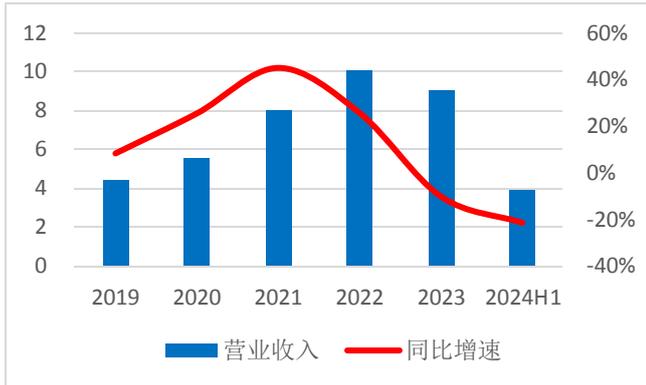
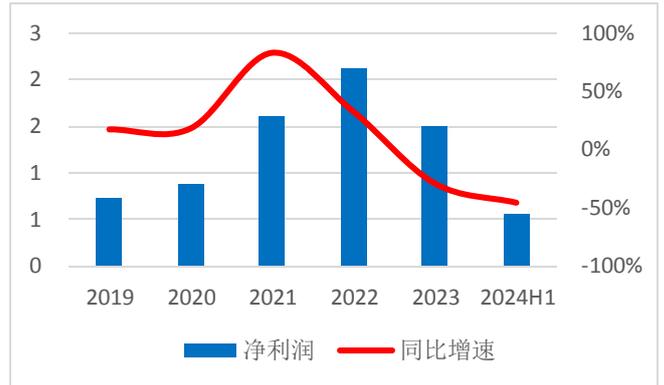


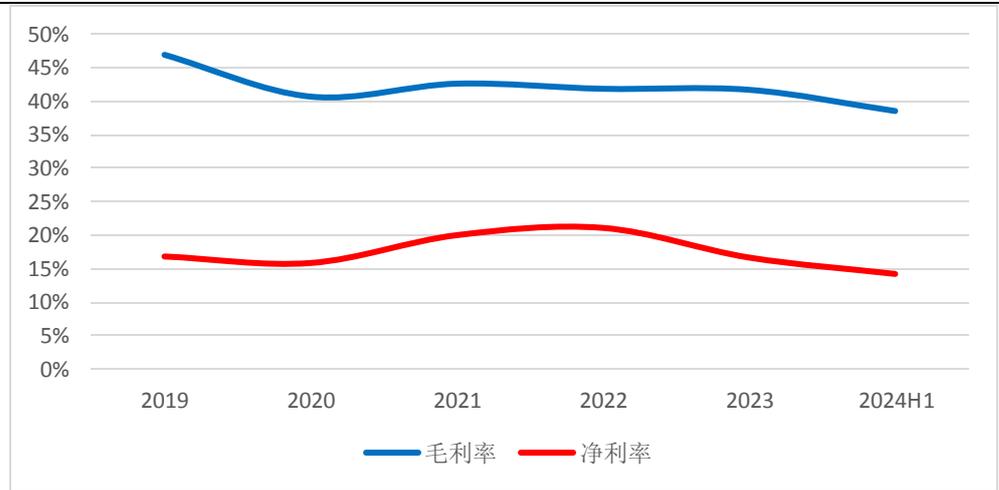
图 35：东威科技归母净利润及同比



资料来源：Wind，财信证券

资料来源：Wind，财信证券

图 36：东威科技毛利率及净利率情况



资料来源：Wind，财信证券

2023 年 12 月公司官网公告，苏州市工信局公示了 2023 年苏锡常首台（套）重大装备拟认定名单，昆山东威科技股份有限公司双边夹卷水平镀膜线成功入选。

图 37：东威科技镀膜设备入选苏锡常首台（套）重大装备

2023年苏锡常首台（套）重大装备拟认定名单			
序号	地区	企业名称	装备名称
1	苏州市	苏州海陆重工股份有限公司	配套于硫磺制酸装置的高温高压余热回收系统（QC44.295/1050-25.97-9/410）
2	苏州市	江苏国富氢能技术装备股份有限公司	(V/H)H型大规模民用低温液氢储运容器
3	苏州市	苏州飞航环保科技股份有限公司	FCQM系列前收前卸式智能化水域清漂船
4	苏州市	上海电气集团（张家港）变压器有限公司	ZSCB-23000/35三相树脂绝缘干式多晶硅还炉交流变压器
5	苏州市	苏州天顺复合材料科技有限公司	6MW级以上超大型轻量化碳纤维风电叶片（ENG4）
6	苏州市	苏州德扬数控机械有限公司	卧室镗铣加工中心（HBD-2518-130）
7	苏州市	江苏润邦工业装备有限公司	ASC型41t智能化多用途轨道式集装箱起重机
8	苏州市	瑞铁机床（苏州）股份有限公司	UBB-1200D油电直驱数控折弯机
9	苏州市	比赫电气（太仓）有限公司	IB1200-7703AT03型柜式服务器液冷量分配单元
10	苏州市	苏州巨能发电配套设备有限公司	1300MW级水氢内冷汽轮发电机机座及冷却器端盖
11	苏州市	昆山东威科技股份有限公司	双边夹卷水平镀膜线（RTR-HP-R1200-6CU）
12	苏州市	苏州智程半导体科技股份有限公司	全自动单式清洗机（ZOMB-A3）
13	苏州市	昆山宝铸激光拼焊有限公司	面向一体化门环的高精度激光拼焊装备（B/S/C-LW-2）
14	苏州市	东都超导科技（苏州）有限公司	基于第二代（YBCO）高温超导材料的超导直流输电电缆系统装备（SE-HTSC-DC 10kV/6kA）

资料来源：东威科技官网，财信证券

洪田股份（原道森股份）：洪田科技为电解铜箔设备龙头，一步法技术先驱者

老牌油气设备商收购洪田科技转型新能源设备。道森股份原为国内老牌油气设备供应商，2022 年收购国内电解铜箔龙头洪田科技 51% 的股份，转型铜箔设备，且后续将逐步剥离原有资产，彻底转型新能源设备制造商。

洪田科技是国内电解铜箔设备龙头。洪田科技有限公司成立于 2012 年，是国家级高新技术企业，总部位于上海，在江苏南通、盐城等地拥有多家全资及控股子公司，并在中国和日本先后建立研发中心，布局全球市场。公司是全国锂电铜箔设备领域龙头企业，日本名古屋松田光也先生带领的核心技术团队专注研发，为公司产品性能提供保障。洪田的产品包括锂电生箔机、阴极辊、高效溶铜罐、表面处理机等核心铜箔生产设备，拥有提供铜箔制造整线的能力。洪田科技已实现 3.5 μm-100 μm 锂电极薄、电子电路超薄电解铜箔生产装备的产业化，直径 3.6 米超大规格电解铜箔阴极辊、生箔机与配套设备，以及高端极薄的锂电铜箔 3 μm 产品。

在复合集流体方面，率先布局真空镀膜一步法。2023 年 4 月公司控股子公司洪田科技研发的新产品真空磁控溅射一体机成功发布并斩获首张订单。2023 年 4 月公司控股子公司洪田科技研发的新产品真空磁控溅射一体机成功发布并斩获首张订单。2024 年 3 月，公司控股子公司洪田科技举行真空磁控溅射设备交付暨磁控溅射蒸发一体机新品发布会。洪田科技研制的“真空磁控溅射一体机”复合铜箔真空镀膜成套设备在全国首家实现采用一体机设备一次性通过真空磁控溅射技术在高分子材料基膜双面镀铜 1 μm。洪田科技研制的真空磁控溅射蒸发镀膜一体机使用纯磁控溅射工艺和真空蒸镀一体机镀膜，可同

时满足双面卷对卷镀铜、镀铝，较传统两步法提升了良率、均匀性、自动化水平以及沉积纯度。

公司在今年9月改名前主业为石油采钻业务，在2022年6月收购洪田科技后，业绩逐步向好，实现扭亏为盈。在2019年至2021年期间，洪田股份营收及净利润持续波动，在2022年收购洪田科技后营收才实现高速增长，同时净利润实现扭亏为盈，2024年上半年洪田股份营收6.83亿元，同比-35.51%，归母净利润0.60亿元，同比+21.31%，短期略有承压。公司目前逐步剥离低效资产，产品持续迭代以满足新需求作为国产锂电铜箔设备龙头，逐步开拓复合集流体设备等业务。公司2024年H1毛利率为24.36%，同比+1.78pct，净利率为11.17%，同比+1.71pct，在剥离低效资产后，公司盈利能力有望继续提升。

图 38：洪田股份营收及同比

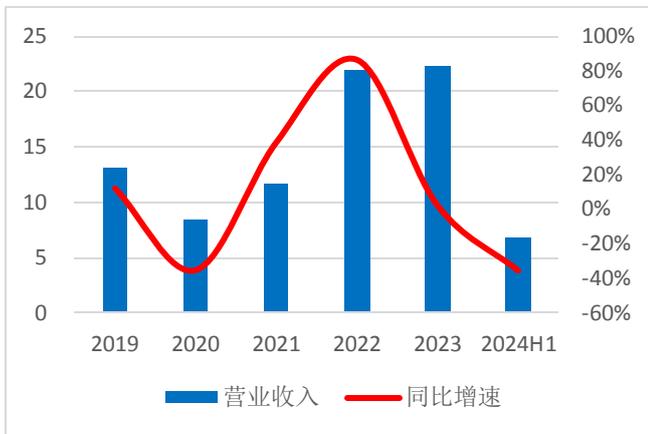
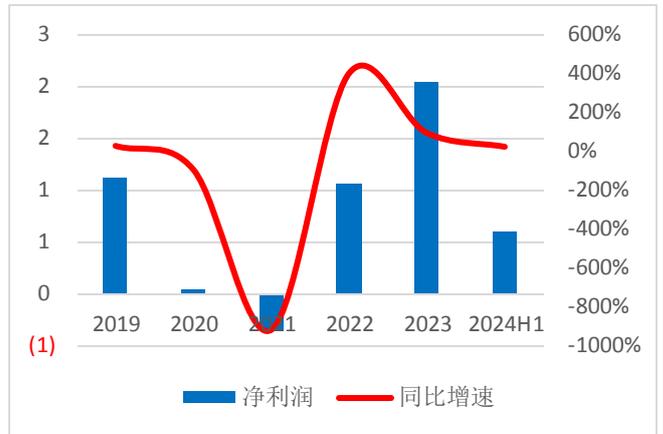


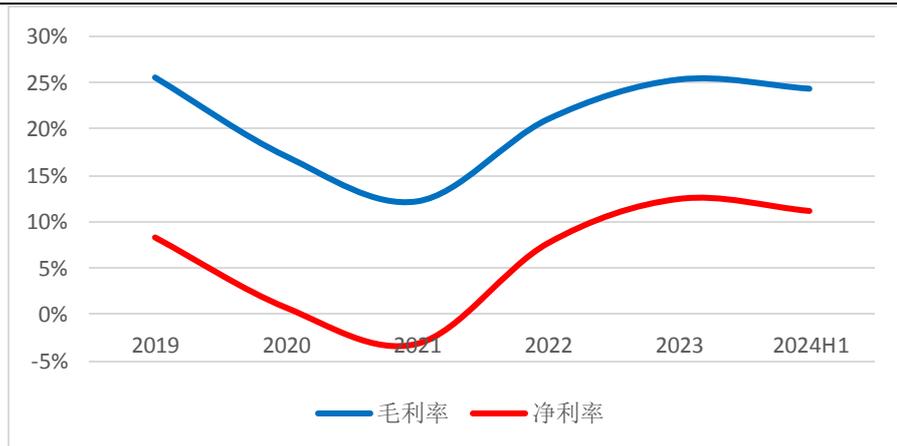
图 39：洪田股份营收及同比



资料来源：Wind，财信证券

资料来源：Wind，财信证券

图 40：洪田股份毛利率及净利率情况



资料来源：Wind，财信证券

骄成超声：超声波焊接龙头，独供复合集流体滚焊设备。

公司是国内领先的超声波设备及自动化解决方案龙头供应商，长期深耕超声波设备领域，引领超声波设备的国产化进程。上海骄成超声波技术股份有限公司成立于2007年，自成立以来一直致力于超声波的工业应用产品的研发、设计、生产及销售，从橡胶轮胎

裁切市场到动力电池超声波焊接市场，再将业务拓展至无纺布焊接，线束、半导体、医疗等领域，引领了超声波设备的国产化进程，2022年9月份正式在科创板上市，是国内超声波设备第一股。

专注研发，持续保持竞争力。公司专注于中高端超声波应用研发，不断提升包括超声波电源、压电换能器、声学工具、控制器、在线监控系统和自动化系统在内的全套超声波设备核心部件的设计、开发和应用能力，全面提升公司技术创新能力。2023年，公司研发投入11,742.87万元，较上年同期增长57.55%，占23年营业收入的比例为22.36%。凭借技术优势率先推出可用于复合集流体量产线的超声波滚焊设备，随着复合集流体迎来量产应用，公司先发优势明显有望充分受益。

锂电相关业务增速放缓，公司业绩短期承压。在2019年至2022年期间，骄成超声营收增长迅速，从2019年的1.34亿元迅速增长至2022年的5.22亿元。2023年公司实现营收5.25亿元，同比+0.52%，24年上半年的营收同比-29.93%，为2.44亿元。净利润方面，在2019年至2022年期间整体增长较好，从2019年的961.85万元增长到2022年的1.11亿元。23年公司归母净利润0.67亿元，同比-39.97%，24年上半年的归母净利润同比-91.64%，为525万元。盈利能力方面，公司近年毛利率保持在50%左右，净利率自2023年开始有所下滑，主要系公司管理、财务和研发费用均有较大幅度增长所致。进入2023年以来，锂电池厂商产能扩张速度放缓，资本开支水平显著下降，导致公司锂电相关业务增速承压，继而对整体业绩造成了影响。

图 41：骄成超声营收及同比

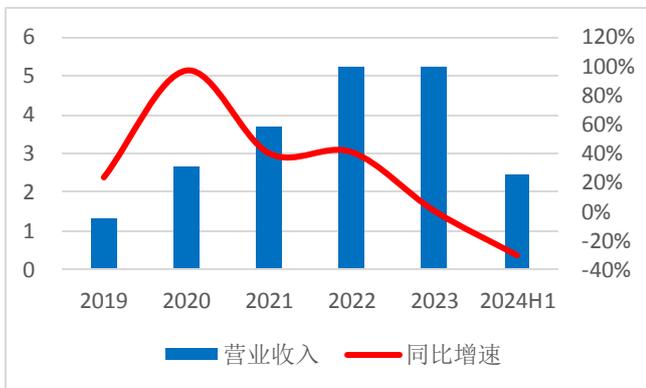
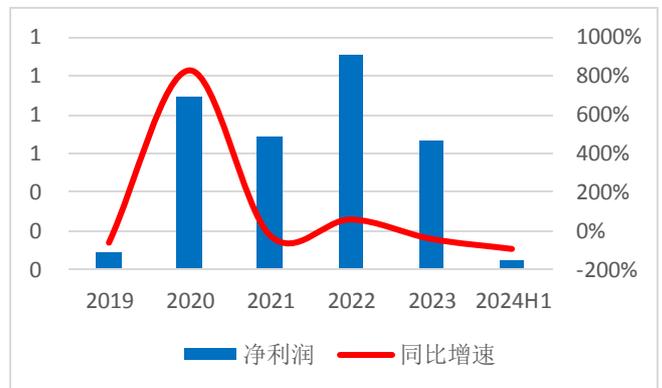


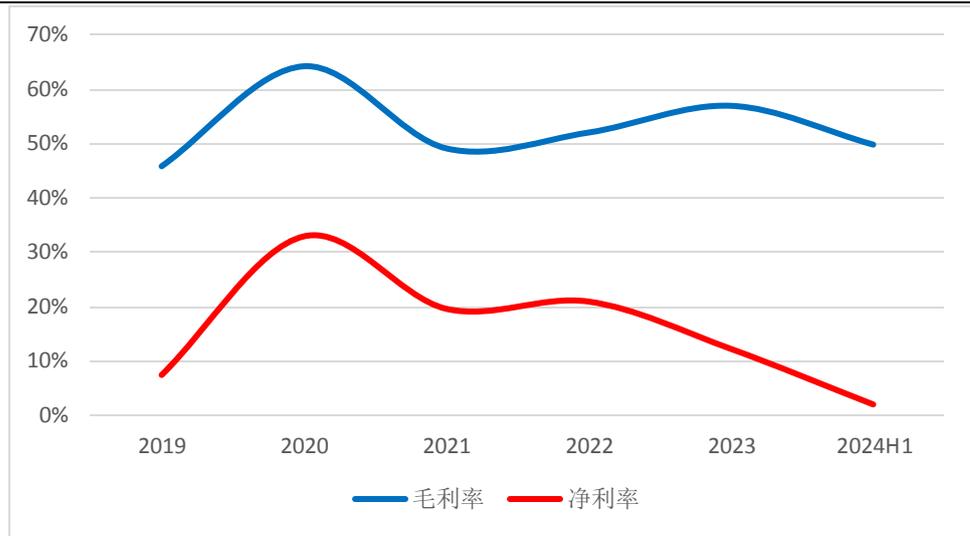
图 42：骄成超声归母净利润及同比



资料来源：Wind，财信证券

资料来源：Wind，财信证券

图 43：骄成超声毛利率及净利率情况



资料来源：Wind，财信证券

5 投资建议

复合集流体在安全性和成本方面具备优势，静待技术成熟。复合集流体能够有效防止电池热失控，提高安全性，同时减少铜和铝的用量，降低成本，目前铜价依旧在 7.5 万元/吨左右高位震荡，复合铜箔优势明显。复合铜箔可使电芯整体质量下降 6.1-6.5%，电芯质量能量密度可提高约 6.5-7.0%。复合集流体的优势能够充分满足下游电池厂商核心诉求，在锂电池行业发展逐步成熟的背景下，复合集流体能够同时满足降本和安全两项需求。复合集流体设备空间广阔复合集流体产业化初期成本较高，在对价格敏感度较低的车端有望率先应用，随着铜箔端降本及电池端良率的突破，车端渗透有望加速。储能端目前价格敏感度较高，短期导入复合集流体的意愿相对较低，但随着储能行业在电力改革需求与经济性边际改善下实现增长，复合集流体渗透后增量同样可观。受复合铜箔生产商储备产能需求影响，上游设备将首先受益。

复合集流体产业化进程逐步推进，重点关注当下主流制造流程中的核心设备厂商。建议重点关注两步法后段水电镀设备龙头**东威科技**，理论效果最佳的物理镀膜一步法设备厂商**洪田股份**（原道森股份）。建议关注复合集流体实际应用中必不可少的滚焊设备龙头**骄成超声**。

6 风险提示

复合集流体产业化进度不及预期：复合集流体产业化中存在诸多问题，如出现新的问题或是原有问题无法如期解决导致产业化进程放缓，则会显著影响相关公司的业绩。

产品研发进度不及预期：复合集流体属于新能源材料中新兴分支，产业化初期对制造设备的要求会不断提升，如厂商不能保持产品竞争力，配合客户满足新要求，则会对

相关厂商造成不利影响。

铜等金属材料价格快速下滑：复合集流体特别是复合铜箔的一大优势是低价的复合材料能替换高价的铜金属，如铜等金属原材料价格快速下滑，则会对复合集流体造成不利影响。

行业竞争加剧：如行业内出现大量新竞争者，则会对现有厂商造成不利影响。

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唯一参考因素，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