

证券研究报告

2022年07月23日

行业报告 | 行业专题研究

机械设备

复合集流体：PET铜箔加速发展，激活锂电成长新曲线

作者：

分析师 李鲁靖 SAC执业证书编号：S1110519050003

联系人 朱晔



天风证券

[综合金融服务专家]

行业评级：强于大市（维持评级）

上次评级：强于大市

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

摘要

- ▣ **核心观点：**PET 复合铝膜和铜箔是传统锂电池集流体（铝箔和铜箔）的良好替代材料。复合铜膜是传统铜箔厚度的 3/4，同样重量更轻。对锂电池能量密度提升，安全性提升，成本降低具有重要的意义。同时相比传统制箔流程工艺，污染排放更小。该技术具备较大的普适性，复合铜箔、铝箔等其他复合膜材料也使用该技术。受益下游新能源汽车、消费电子景气高涨，复合集流体市场前景广阔，设备先行，经我们测算，2025年设备空间有望达到 60 亿元。东威科技凭借研发实力与技术经验，在水平镀膜设备的研发、生产方面具备先发优势，并已与下游知名客户展开长期合作，有望率先受益。
- ▣ **复合集流体安全收益更胜一筹，是防止热失控的重要一环。**电池燃烧现象频发，电动汽车“安全焦虑”下，锂电池热失控日益受到重视。由于复合集流体导电层较薄，短路时如保险丝般更易被熔断，局部电流被切断后短路电流大幅减小。由于导电层较薄，产生毛刺较小，从而降低金属毛刺与电极接触风险。同时 PET 膜延展性更好，将缓解充放电过程中的体积形变，提高稳定性。复合集流体的应用能有效改善电池安全性。
- ▣ **PET镀铜/铝与传统铜箔工艺流程相比时间更短，污染更小。**铜箔的溶铜电解工艺有污染物排放，而复合铜箔制作过程以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。制造过程创新采用新型的药剂体系，规避了氰化物等剧毒物质。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。
- ▣ **上游原料价格上升，复合铜箔降本效益明显。**近年上游铜价持续上涨，铜库存则处于低位。低库存与高通胀对铜价形成支撑，铜价仍将震荡偏强运行。电池铜箔全年供应紧张，扩产周期长，市场需求存在缺口。而复合铜箔用料小，对金属铜依赖降低。PET镀膜理论上单位材料的铜用量仅有传统箔的1/3左右，虽然目前复合铜箔的加工成本因处于制造初期成本比较高。经测算，采用PET镀铜膜对传统6微米铜箔进行替代可以减少82%的原料成本，整体成本下降约13%。待22H2，二代镀铜设备进行验证提速后，制造成本还有很大下降空间。采用PET镀铜膜对传统12微米铝箔进行替代可以减少87%的原料成本，整体成本下降约13%。
- ▣ **行业蓄势待发，设备环节收益，预计 2025 年 PET 镀铜设备年均有近 60 亿元市场空间。**在复合集流体替代传统集流体的过程中，工艺技术和生产设备为核心壁垒，PET镀膜工艺主要涉及的变化在中游设备厂商，设备厂商包括磁控溅射设备厂商和电镀设备厂商。东威科技凭借研发实力与技术经验，在水平镀膜设备的研发、生产方面具备先发优势，并已与下游知名客户展开长期合作，有望率先受益。经测算，依据储能电池与动力电池带来的铜箔需求，随着PET镀铜渗透率逐年提升，2022至2025年磁控溅射设备新增市场空间分别为13亿、24亿、28亿以及36亿元，电镀设备市场空间分别为13亿、22亿、21亿及24亿元。

风险提示：二代电镀铜/铝箔穿孔良率不及传统箔材；原材料成本费用波动；电镀铜/铝箔提产进度不及预期；生产节拍不及传统铜箔的水平，扩产主要依靠对于瓶颈设备的投资，对产品投产初期有较大的资本压力；下游新能源车销售不及预期。

1

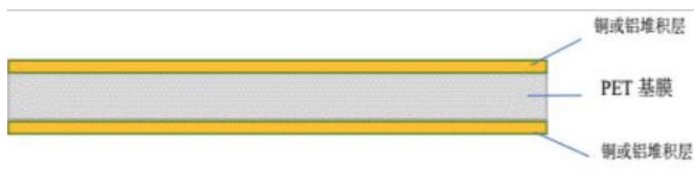
性能更佳，成本占优，PET 铜箔
蓄势待发

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

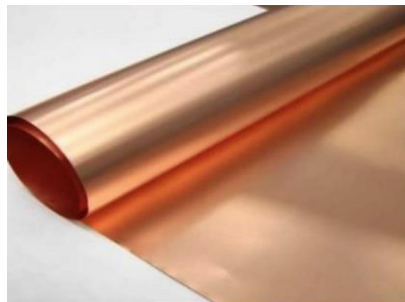
1.1 复合集流体是传统锂电池集流体的良好替代材料

- **复合铜箔与传统铜箔主体功能相同，制作工艺不同。**传统单一金属组成的铜箔是目前锂电池负极集流体的主要材料。铜箔因其具有良好的导电性是锂电、电子领域重要的基础材料。集流体是锂电池电极材料与外部电路的电子导体，起到集合电子、传递电子，进而提高电子传递效率的作用。复合铜箔是在厚度 3~8 微米的PET或者PP等塑料薄膜表面先采用真空沉积铜的方式，制作一层约 30~70 纳米的金属层，将薄膜金属化，然后采用水介质电镀的方式，将铜层加厚到 1 微米，复合铜箔整体的厚度在 5~8 微米之间，来代替传统的电解铜箔。
- **PET 复合铝膜和铜箔是传统锂电池集流体（铝箔和铜箔）的良好替代材料。**复合铝膜的质量是约传统铝箔的1/2, 而复合铜膜的质量约是传统铜箔的3/4, 金属用量的节省部分用PET等材料进行替代，因此重量更轻，该材料对锂电池能量密度提升，安全性提升，成本降低具有重要的意义。该技术具备较大的普适性，复合铜箔、铝箔等其他复合膜材料也使用该技术，目前已经有量产产品推向市场，据电池厂家测试确认，新材料完全可以替代目前的电解铜箔和压延铝箔作为锂电池正负极集流体的作用，市场前景广阔。

图：复合集流体示意图



图：传统锂电铜箔



图：重庆金美复合铝箔



1.2 复合铜箔工艺流程两步法：磁控溅射+电镀

两步法vs三步法：复合镀铜膜工艺流程基本原理是在PET,PP,PI 等膜材采用真空沉积的方式将薄膜金属化，制作一层基础金属层。再采用水介质电镀的方式，将铜层加厚导电。目前业内有两种方式，第一种是 ①两步法，涉及的生产设备是磁控溅射设备+电镀设备。第二种是 ②三步法，涉及生产设备是 ①磁控溅射设备+真空镀膜设备+电镀设备。两种方法的基本原理相似，但目前制备工艺的良率和效率会因方法有所不同。

①两步法具体步骤：磁控溅射设备+电镀设备

➢ 第一道工序：采用磁控溅射工艺，制备基础层

首先采用 PVD（物理气相沉积）方法以纯度为99%的铜作为靶材，在PET基膜上进行真空纳米级涂层，通过一次或多次溅射，轰击铜靶材，使其沉积在PET基膜表面，形成厚度30-70nm的金属铜膜。实现材料导电并保证膜层具有好的致密度和结合力。

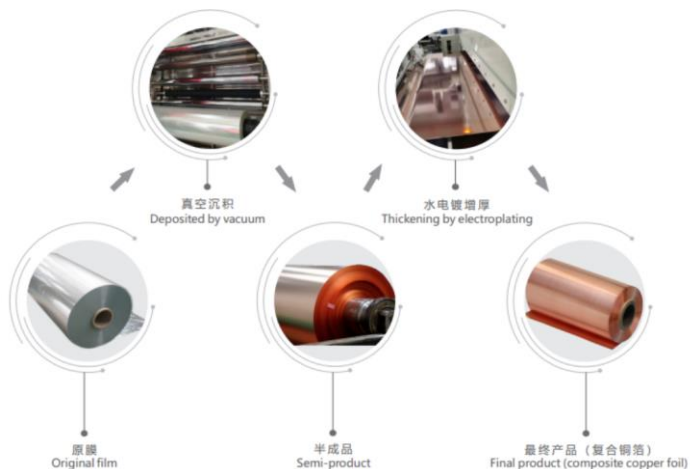
磁控溅射真空镀膜技术的优点是：稳定性好、重复性好、均匀度好、适合大面积镀膜、膜层致密、结合力好、工艺灵活度高。

业内广东腾胜科技创新有限公司研制出国内首台量产型复合铜箔的真空镀膜设备，拥有较强的真空镀膜技术与设备的设计制造经验，在复合铜箔、复合铝箔材料工艺及装备上已经有多年的技术积累。设备已经销售到国内外等头部企业。

➢ 第二道工序：采用水电镀工艺，使得铜层增厚

水电镀方式是为了增厚铜层。在磁控溅射完成了打底层后，通过水介质电镀增厚的办法将铜层增厚至1um左右，就可以实现集流体的导电需求。该步骤与传统电解镀铜工艺具有较大程度的相通性，业内东威科技是国内精密电镀设备龙头，主要产品为 PCB电镀专用设备及其配套设备、通用五金类电镀设备。

图：PET镀铜两步法工艺流程图



图：腾胜科技卷绕式真空镀膜生产线



1.2 复合铜箔工艺流程三步法：磁控溅射+真空蒸镀+电镀

②三步法具体步骤：磁控溅射设备+真空镀膜设备+电镀设备

➢ 第一道工序：采用磁控溅射工艺，制备基础层

第一步仍是用PVD（物理气相沉积）方法以纯度为99%的铜作为靶材，在PET基膜上进行真空纳米级涂层，通过一次或多次溅射，轰击铜靶材，使其沉积在PET基膜表面。相比两步法的30-70nm，此环节要求的铜膜厚度更薄，因此线速度会相应提高。

➢ 第二道工序：真空蒸镀，蒸发冷凝

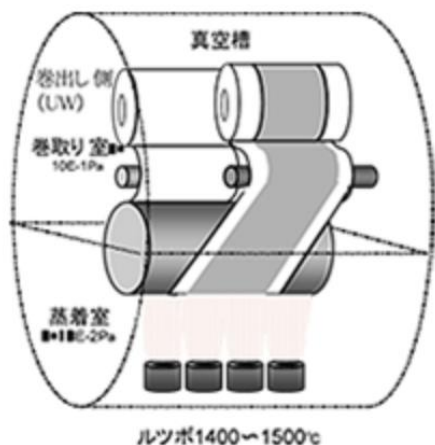
三步法的核心区别在于磁控溅射后再加入真空蒸镀环节，在两法中靶材溅射虽然使铜和PET结合较好，相对于真空蒸发，它的沉积速率低，基片会受到等离子体的辐照等作用而产生温升。三步法制铜箔的过程需要再使用蒸镀机，蒸镀机器内分为卷取室和蒸镀室，在高周波诱导加热方式中需要在蒸镀室内使用圆形的坩埚，大约加热到1400-1500度左右，在高真空下金属被加热，均匀地蒸发镀在薄膜的表面上。将蒸发的金属冷凝在PET膜上后，能够均匀生产，效率也比较高。除此之外另外两种加热方式分别是通电加热以及电子束方式。

➢ 第三道工序：采用水电镀工艺，使得铜层增厚

第三步使用电镀增厚铜层。在磁控溅射完成了打底层后，通过水介质电镀增厚的办法将铜层增厚至1 μ m左右，实现集流体的导电需求。

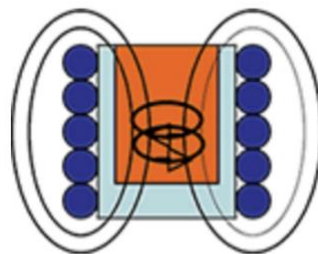
□ 总结：两步法和三步法是下游企业工艺路线的选择不同，但对最后一步的电镀设备的要求都是一样的。虽然三步法线速度相比两步法会大大提升，但技术的难度在于金属蒸发温度很高，而PET膜的耐温性大概在180多度，温差不当就会烫穿，形成多个孔洞，影响良率。目前大多数厂家还是采用两步法的工艺。

图：东丽蒸镀机立体构造



图：高周波诱导加热方式

使用圆形的坩埚，大约加热到1400-1500度左右把金属熔化。



线圈通上电，使它发生磁场，加热坩埚。

1.3 PET镀铜与传统铜箔工艺流程相比时间更短，污染更小

- **锂电铜箔根据组成材料不同可以分为传统铜箔和复合铜箔：**传统铜箔由99.5%的纯铜组成，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“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。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。
- **工艺流程中PET 镀铜在制作时间，降低污染的维度上更胜一筹：**PET 镀铜工艺优点主要有：1.工艺流程大大缩短: 以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.创新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，污染物也更容易处理；3.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：传统铜箔工艺成品 VS PET镀铜工艺成品

对比项目	传统铜箔工艺	PET 镀铜工艺
组成成分	单一金属：99.5% 纯铜	夹心结构：导电薄膜层（PET）+ 两边铜箔镀层
优点	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
工艺原理	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）	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）
基膜	使用铜料，溶铜后生成原箔生产基膜	用 PET/PP 原料膜作为基膜
工序长度	13-15 道	6-8 道
粗化工序	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	不需要，项目基材是平整、光亮的，并且使用酸度添加剂
物料传送方式	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）	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）
水洗工序	因为传统铜箔生产涉及镀多种金属，镀后都需要清洗	只涉及酸性离子置换后清洗

1.4 PET镀铝膜生产工艺比传统铝箔更加清洁、高效

□ 相比传统铝箔，PET镀铝膜有如下优点：

- 工艺流程大大缩短
- 避免原有压延工艺尘埃大、油污多问题
- 属于高效、简洁，清洁的生产工艺

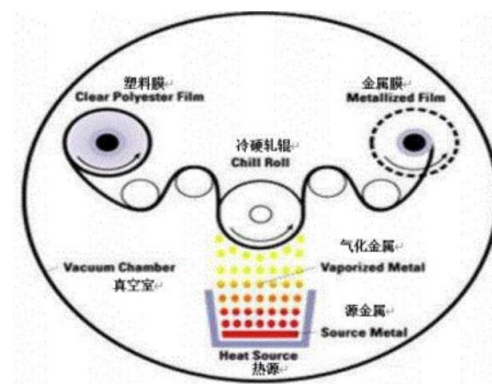
表：PET镀铝膜 VS 传统铝箔

对比项目	PET 镀铝膜	传统铝箔
工艺原理	真空镀膜	压延
工序长度	4-5道	8-9道
生产环境	真空腔体构成密闭环境	敞开的车间环境，粉尘大
污染物类型	有价值的金属废渣、真空泵机械噪声	废弃、废水、有价值的金属废渣、机械噪声

表：传统镀铝膜工艺流程图



表：PET镀铝膜工艺流程图



1.5 复合集流体安全收益更胜一筹，是防止热失控的重要一环

- 复合集流体导电层较薄，局部短路易熔断，电池安全性有效提高。**传统金属集流体，其金属材料更厚、不易熔化，当短路现象发生时，集流体尚未熔化、无法阻挡电流传递，亦无法阻止热失控现象的发生。由于复合集流体导电层较薄，短路时如保险丝般更易被熔断，局部电流被切断后短路电流大幅减小，温度升高幅度小，电池损坏仅局限于刺穿位点形成“点断路”，快速融化从而不进一步传导电流，最终阻止电芯燃烧。
- 毛刺较小，高分子材料层熔点低快速切断失效电路**（a）传统集流体穿刺时会产生大尺寸毛刺，造成内短路，而复合集流体在受到穿刺时产生的毛刺尺寸小，并且因为高分子材料层发生断路效应，可控制断路电流不增大，可以有效控制电池热失控乃至爆炸起火（b）高分子有机材料熔点较低，局部受热时受热部位能够迅速收缩坍塌，因此有机支撑层在放热时可以快速切断失效电路。（c）电池中电离迁移的锂离子数量超过负极石墨可嵌入数量会产生锂枝晶。锂枝晶继续增大会出现穿透隔膜使得正负极短路，电池将出现热失效等安全问题。而国内目前的复合集流体的受热断路时已经可以有效防止锂枝晶导致的热失效问题，这大大提升锂电池寿命和安全性。

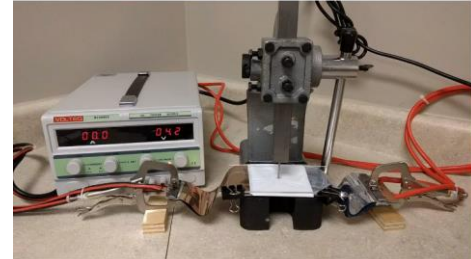
表：性能对比：传统集流体 VS Soteria 复合集流体性能对比

	传统铜箔	Soteria 复合铜箔	传统铝箔	Soteria 复合铝箔
厚度	10um	11um	15um	11um
金属厚度	10um	500nm per side	15um	500nm per side
重量	90g/m ²	21.5g/m ²	43g/m ²	16.4 g/m ²
抗拉	400 N/mm ²	120N/mm ²	150N/mm ²	126 N/mm ²

表：Soteria测试：极短时间内切断短路电流回路，产生电流微小

	铝箔	铜箔
断裂前时间	5μs	28μs
生成电流	4 × 10 [^] (-6)J	4 x10 [^] (-5)J

表：针刺实验中几乎没有电流在层间流动



Metallized current collector does not allow current to flow between layers
 V = 4.0 V, I = 0 A

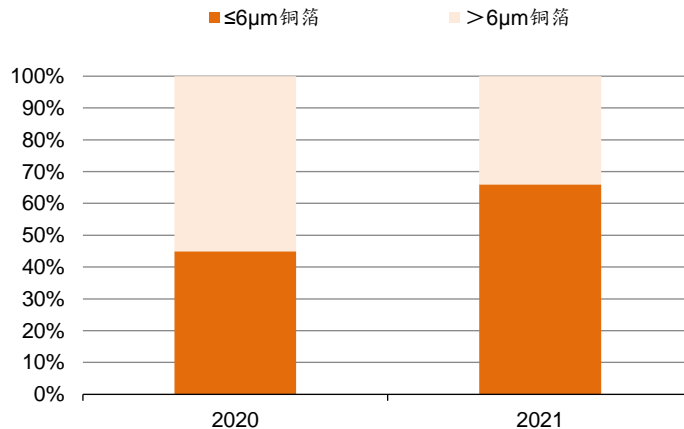
1.6 复合铜箔更加轻薄，电池能量密度大大提升

- 超轻薄化、高密度、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、容量、延长循环寿命
- 铜箔“极薄化”技术迭代是顺应锂电池高能量密度与低成本趋势的重要一环 指标显示，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。根据锂电池能量密度计算公式：质量能量密度=电池容量/电池质量，即可通过电池容量恒定时减少电池质量，或保持电池质量不变而提升电池容量两种方式来提升能量密度。相较 8 微米锂电铜箔，采用 6 微米和 4.5 微米锂电铜箔可提升锂电池 5%、9%的能量密度。
- 有机材料密度低，可提升电池的**重量能量密度** 由于有机支撑层密度低，复合集流体重量减轻，有望提升重量能量密度。相比传统的金属集流体，由于导电层厚度减小，且有机支撑层密度较金属密度要小，在保证导电层具有良好导电和集流性能的情况下，降低了锂电池的重量，增加电池的能量密度。

图：锂电铜箔技术趋势

	对锂电池性能影响	性能要求
厚度 (μm)	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	影响电池容量、稳定性及一致性	均匀性越高，电池容量和一致性越高
面密度 (g/m ²)	质量、容量、以及能量密度	面密度越低，电池约清。容量和能量密度越高
抗拉强度(MPa)	良率、容量、内阻和循环寿命	越高越好
表面湿润性	影响负极材料的附着性	越高越好

表：嘉元科技近一年极薄铜箔产量明显上升

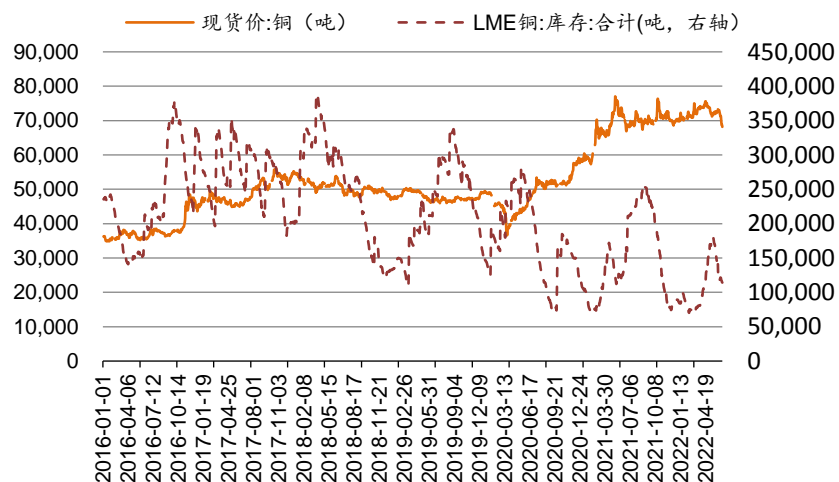


1.7 上游铜价上升，复合铜箔降本效益明显

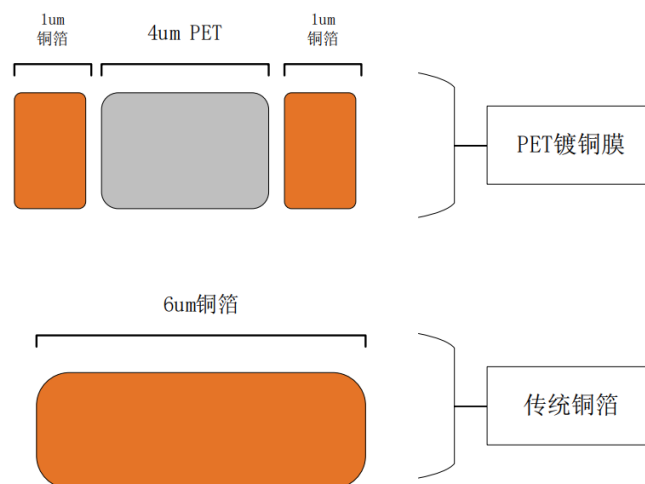
□ **上游铜价上升，驱动原料端尝试降本。**从上游材料竞争格局来看，电镀铜/铝箔的降本属性更加受到关注。近年上游铜价持续上涨，自2021年1月1日至今，铜价涨幅达到23%；铜库存则处于低位，自2020年下半年以来已降低约14%。低库存与高通胀对铜价形成支撑，铜价仍将震荡偏强运行。电池铜箔全年供应紧张，扩产周期长，市场需求存在缺口。

复合铜箔用料小，对金属铜依赖降低。PET镀膜理论上单位材料的铜用量仅有传统箔的1/3左右，虽然目前复合铜箔的加工成本因处于制造初期成本比较高，叠加工艺不成熟导致良率相对不高，目前价格还没有传统铜箔低。但技术不断再推进，二代镀铜设备将在年底实现验证，后期形成规模效应后降本空间明确。

图：铜库存近一年紧张，铜价高位上行



图：PET 铜箔的构成能降低对金属铜原料的依赖



1.8 经济性测算：6 μ mPET铜箔成本已与锂电铜箔成本接近

➤ **成本构成：**铜箔成本由金属原料+加工费组成；PET铜箔由复合膜材以及电解铜、工艺环节附加值共同构成。

◆ 根据统计，近一年电解铜平均价格为58470元/吨，6微米铜箔加工费均价为46450元/吨，按照业内原材料+加工费定价模式，得出6微米铜箔成本为5.80元/m²；PET材料近一年价格均价73.5元/吨。按照两边各镀1 μ m铜箔，中间4 μ mPET材料的构成结构，6 μ mPET铜箔原料成本为1.07元/m²。

关键假设：

➤ **情景一：**此情景假设铜价回归2021年平均水平，规模化生产后，良率提升至100%的理想情况

◆ 1.磁控溅射设备：采用7M线速磁控溅射设备：长度：7M/分钟，幅宽1.55m，国产设备价格约为1000万元

◆ 2.水电镀设备：采用7M/分钟水电镀设备：长度7M/分钟，幅宽1.55m，国产设备价格约为800万元

◆ 3.良率：理想情况下，假设规模化生产后能达到100%

◆ 4.工作时间：24H/天。按照一周工作六天算，一年工作324天，三班倒工作时间：8+8+8=24H/天

◆ 5.人工成本：60万/年。假设平均每台机器3个人；假设条件根据诺德股份2021年年报披露，员工人均年薪：10.01W元

◆ 6.水电费用，机器维修费用：3万元/年。假设条件：诺德股份2021年固定资产中机器设备资产为255279.60万元，水电费用为251.89万元，修理费为174.90万元；机器每台价值1500万元，则算出公司有约170台设备。分摊到平均每年每台机器水电气+修理费用为2.51万元

◆ 7.耗材成本：使用国产光亮剂：3毛/平米

➤ **情景二：**此情景假设铜价为2022H1平均水平，二代设备初步验证成功，良率提升至90%的情况

➤ **情景三：**此情景假设铜价为2022H1年平均水平，工艺及设备验证阶段，良率为70%的情况

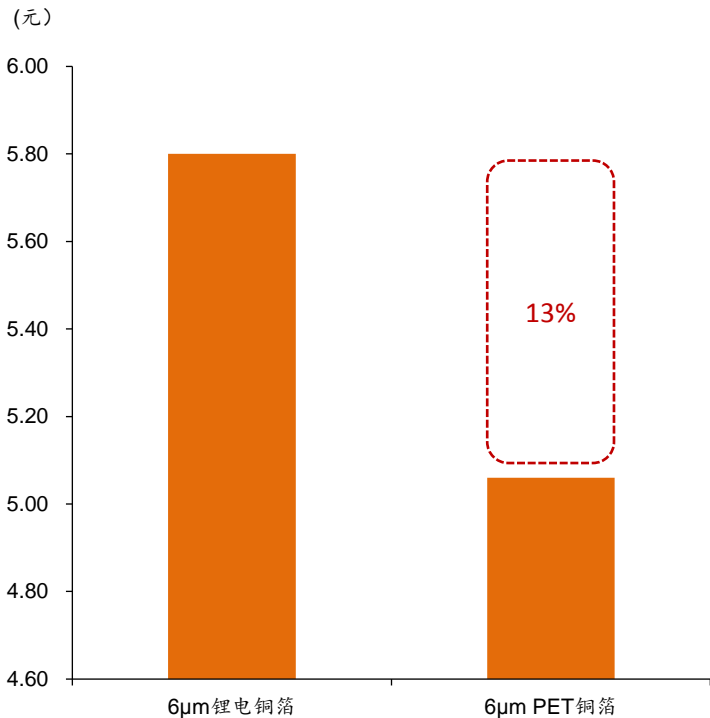
1.8 经济性测算：6 μ mPET铜箔成本已与锂电铜箔成本接近

经济测算：采用PET镀铜膜对传统6微米铜箔进行替代可以减少82%的原料成本，情景一的理想情况下，整体成本下降约13%。待22H2，二代镀铜设备进行验证提速后，制造成本还有很大下降空间。

图：6 μ m PET 铜箔成本计算

		铜价维持21年水平		铜价维持22年H1高位	
		规模化生产，良率超高		良率一般	
				良率较低	
原材料	电解铜 (元/KG)	58.47	72.40	72.40	72.40
	PET切片 (元/KG)	7.35	7.35	7.35	7.35
	原材料成本 (元/m²)	1.07	1.33	1.33	1.33
磁控溅射工艺段	设备价格 (万元/台)	1000	1000	1000	1000
	良品率	100%	90%	70%	
	日产量 (m²/日)	15624	13392	10416	
	年产量 (万m²)	506.22	433.90	337.48	
	耗材 (万元/年)	75.90	65.10	50.60	
	水电费用，机器维修 (万元/年)	3.00	3.00	3.00	
	人工成本 (万元/年)	30.00	30.00	30.00	
	单位制造成本 (元/m²)	2.19	2.53	3.21	
	设备价格 (年/万元)	800.00	800.00	800.00	
	良品率	1.00	0.90	0.70	
水电镀工艺段	日产量 (m²/日)	15624.00	9374.00	7291.00	
	年产量 (万m²)	506.22	303.72	236.23	
	耗材 (万元)	75.93	65.09	50.62	
	水电费用，机器维修 (万元/年)	3.00	3.00	3.00	
	人工成本 (万元/年)	30.00	30.00	30.00	
	单位制造成本 (元/m²)	1.80	2.96	3.74	
	制造成本 (元/m²)	3.99	5.49	6.95	
6 μ m复合铜箔最终成本 (元/m²)		5.06	6.82	8.28	
VS 6 μ m锂电铜箔成本 (元/m²)		5.80	7.16	7.16	

图：相比传统铜箔，PET 铜箔整体降本近13%



1.9 经济性测算：12 μ m PET铝箔降本近31%

➢ 成本构成：铝箔成本由金属原料+加工费组成；PET铜箔由复合膜材以及铝锭、工艺环节附加值共同构成。

➢ 根据统计，长江有色金属铝锭平均价格为17420元/吨，12微米铜箔加工费近几月均价为19200元/吨，按照原材料+加工费定价模式，得出12微米铜箔成本为1.19元/ m^2 ；PET材料近一年价格均价73.5元/吨。按照两边各镀1 μ m铝箔，中间10 μ mPET材料的构成结构，12 μ mPET铝箔原料成本为1.03元/ m^2 。

关键假设：

- ◆ 1.真空镀铝机价格以及性能：设备价格1000万元，线速度300M/分钟，38遍真镀的镀铝工艺的成熟度。
- ◆ 2.良率：理想情况下，假设规模化生产后能达到100%
- ◆ 3.工作时间：24H/天。按照一周工作六天算，一年工作324天，三班倒工作时间：8+8+8=24H/天
- ◆ 4.人工成本：40万/年。假设平均每台机器4个人；假设条件根据诺德股份2021年年报披露，员工人均年薪：10.01W元；制铝一台设备如果人员不熟的情况下要四个人，长期换卷和下卷较耗人力和物力。
- ◆ 5.水电费用，机器维修费用：3万元/年。假设条件：以诺德股份2021年年报披露的水电费用为基准。
- ◆ 6.耗材成本：假设200万/年

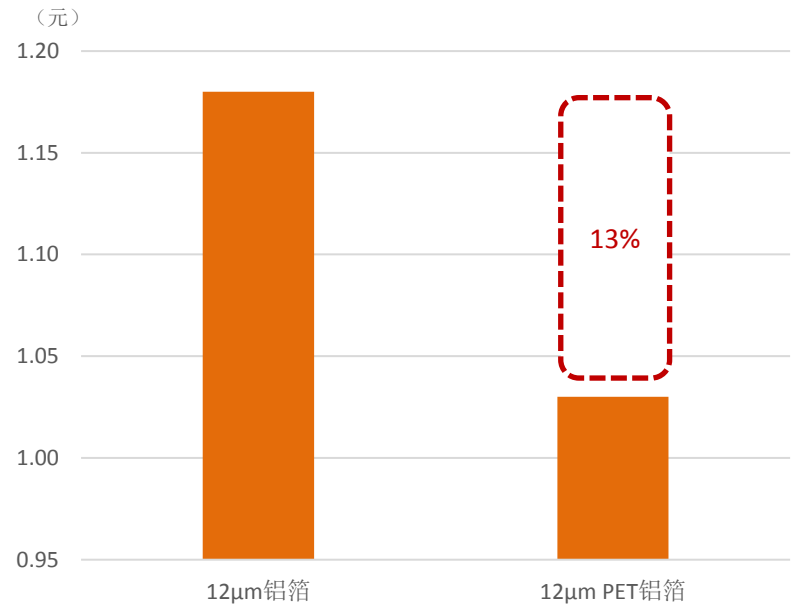
1.9 经济性测算：12 μ m PET铝箔降本近13%

➤经济性测算：采用PET镀铜膜对传统12微米铝箔进行替代可以减少87%的原料成本，整体成本下降约13%。

表：12 μ m PET铝箔成本计算

原料单价	铝锭 (元/KG)	14.76
	PET切片 (元/KG)	7.35
真空镀铝机	设备价格 (万元/台)	1000
	良品率	100%
	日产量 (m ² /日)	17621.05
	一年工作日	324
	年产量 (万m ²)	570.92
	耗材 (万元/年)	200
	水电费用, 机器维修 (万元)	3
	人工成本 (万元/年)	40
	单位制造成本 (元/m ²)	2.18
12μm复合铝箔最终成本 (元/m ²)		1.03
VS 12μm锂电铝箔成本 (元/m ²)		1.19

图：相比传统铝箔，PET 铝箔整体降本近13%



2

PET 行业小荷初露角，东威科技有望乘风而起

请务必阅读正文之后的信息披露和免责声明

2.1复合镀铜/铝产业链：变化最大属设备制造端

复合铜箔重塑铜箔产业链主要在中游设备端。1) 上游：箔材等原材料都是上游单一成熟的大宗商品。2) 中游：PET镀膜工艺主要涉及的变化在中游设备厂商，设备厂商包括磁控溅射设备厂商和电镀设备厂商。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。



数据来源：各公司官网等，天风证券研究所

2.2 复合镀铜/铝产业链：中游加快研发验证，下游电池商积极布局

- 中游加快研发验证，下游电池商积极布局：**锂电池企业纷纷加码复合集流体，国内除了原本的集流体供应商如诺德股份在关注复合集流体之外，原LED背光源制造商宝明科技跨界宣布拟总投资60亿元建设锂电池复合铜箔生产基地，项目一期拟投资11.5亿元，建设周期12个月。下游的电池龙头宁德时代公司通过间接持股的长江晨道投资了复合集流体生产金美新材料，开展复合集流体相关研究，并且开始签订了生产交付。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。龙头公司入局，提升行业关注度，拔高产品良率标准，有利行业迅速铺开。

图：PET镀膜产业链进展情况

产业链	环节		上市状态	PET镀膜产业相关进展
中游	设备制造	腾胜科技	未上市	1.公司研制出国内首台量产型复合铜箔的真空镀膜设备 2.共有3个系列7个规格的真空镀膜机被评定为国家优等品或一等品。共累计获得数十项国家专利。 3.创新第三代磁性材料镀膜生产线，第三代设备在原来的第二代设备基础上进行全面的升级，靶材利用率大幅度提升，设备产能大幅度增加，稳定性、可靠性进一步提升等等。
中游	设备制造	东威科技	上市状态	1.公司今年引进真空镀技术，预计下半年能制造出真空镀设备 2.东威科技在水平镀膜设备的研发、生产方面具备先发优势，利用现有在柔性板卷对卷垂直连续电镀设备上的技术优势，成功完成了水平镀膜设备样机的生产与交付
中游	铜箔/铝箔制造	重庆金美	未上市	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车辆电池上，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。
中游	铜箔制造商	宝明科技	上市状态	宝明科技拟总投资60亿元，在赣州投资建设锂电池复合铜箔生产基地，项目一期拟投资11.5亿元，建设周期12个月；项目二期拟投资48.5亿元。
中游	铜箔制造商	诺德股份	上市状态	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
下游	动力电池	宁德时代	上市状态	1.宁德时代复合集流体结构突破传统集流体功能局限，解决了高镍电池内短路难题，并通过莱茵 TÜV 认证，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 2.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

2.3 东威科技：国内电镀设备龙头设备制造商

- 东威科技是一家电镀设备研发商，主打产品VCP（垂直连续电镀设备）系列颠覆了传统的龙门式电镀设备，为PCB制造商的电镀制程降低了成本。凭借公司自主研发的垂直连续电镀等技术，公司VCP设备在电镀均匀性、贯孔率（TP）等关键指标上均达到了业内领先水平。其中柔性板片对片VCP在板厚 $36\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$ 时电镀均匀性能够达到 $10\mu\text{m} \pm 1\mu\text{m}$ ，达到了国际同类设备的技术水平；柔性板卷对卷VCP在板厚 $24\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$ 时电镀均匀性能够达到 $10\mu\text{m} \pm 0.7\mu\text{m}$ ，优于国际同类设备的技术水平。
- 微孔化，细线化，多层化** PCB产品电路阻抗越低，其性能就越稳定，越可实现高频高速工作，从而承担更复杂的功能。PCB产品高性能化的趋势也推动PCB的制作工艺向微孔化（直径 0.05mm 或更小）、细线化（线宽/线距 0.05mm 或更小）、多层化（常用多层板层厚平均从4-6层变为8-10层甚至更多）的方向发展。

图：东威镀铜PCB电镀系列产品

主要产品	产品示意图	产品介绍	厚度	均匀性	贯孔率
刚性板垂直连续电镀设备		主要用于消费电子、通讯设备、5G基站、服务器/云储存、航空航天等	$0.1\text{-}3.0\text{mm}$	$25\mu\text{m} \pm 2.5\mu\text{m}$	纵横比8:1, TP \geq 85%。 (配合电镀液)
柔性板片对片垂直连续电镀设备		主要用于柔性板PCB电镀领域，实现片式柔性板的自动上下料生产。穿戴设备、智能家电、通讯设备等	$36\text{-}100\mu\text{m}$	$10\mu\text{m} \pm 1\mu\text{m}$	层数 \leq 2L, TP \geq 150%； 层数2-4L, TP \geq 120%； 层数 $>$ 4L, TP \geq 100%。 (配合电镀液)
柔性板卷对卷垂直连续电镀设备		主要用于柔性板PCB电镀领域，实现卷式柔性板整卷连续电镀生产。穿戴设备、智能家电、通讯设备等	$24\text{-}100\mu\text{m}$	$10\mu\text{m} \pm 0.7\mu\text{m}$	130%以上 (配合电镀液)

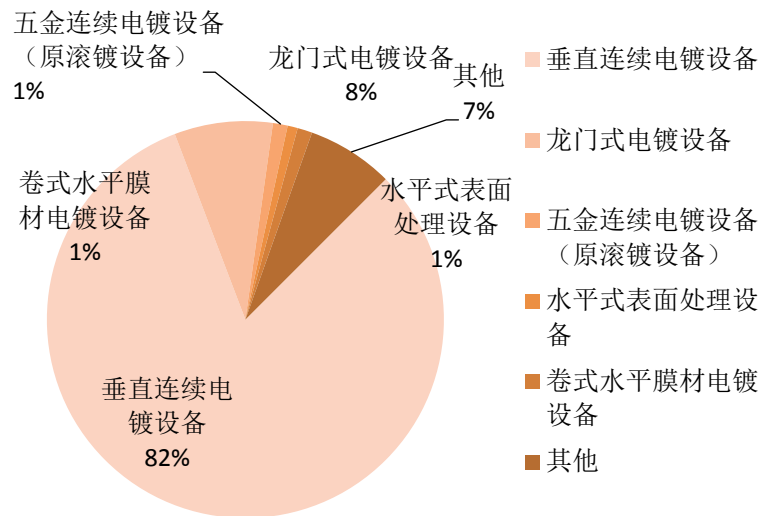
2.4 东威科技：主业稳健增长，营收持续提升

□ 垂直连续电镀设备居主导地位。

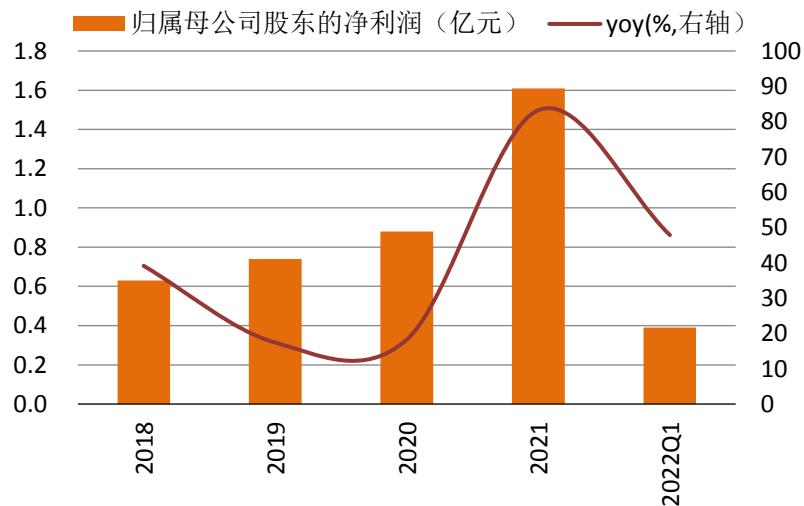
东威科技主要从事高端精密电镀设备及其配套设备的研发、设计、生产及销售，主要产品分为三大领域，第一是高端印制电路（PCB）电镀专用设备，第二类是五金表面处理专用设备，第三类面向新能源动力电池负极材料专用设备及光伏领域专用设备的研发与制造。2021年期间，垂直连续电镀设备贡献了公司产品中38%的销量，以及82%的营业收入，稳居营收结构主导地位。

- **主业稳健成长，营收4年翻一倍** 2018年以来，得益于下游行业稳定增长、技术产品持续创新、以及优质下游客户的认可，公司凭借前期持续的研发投入和市场开拓建立的核心技术及客户资源优势，受益于主营产品PCB下游需求回暖，2021年全年销售呈现稳中有增的发展态势，盈利能力逐年增强。2018年至2021年间，营业收入由4.07亿元增至8.05亿元，净利润由0.63亿元增至1.61亿元，受益于下游需求旺盛叠加产能释放，经营业绩持续向好。

图：2021年公司分产品营收结构结构



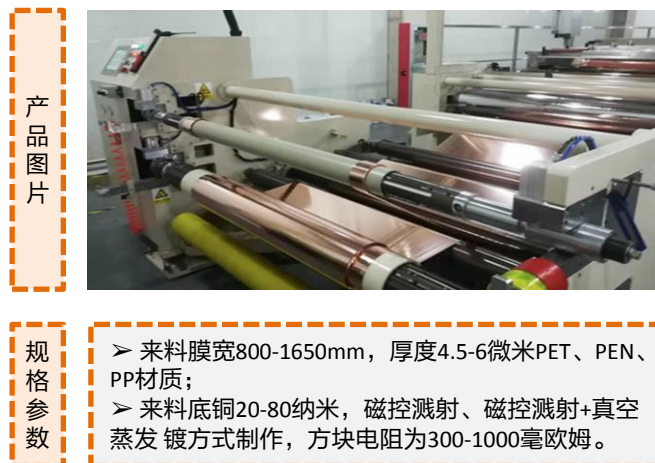
图：公司2018年至2022Q1归母净利润



2.5 东威科技：水平镀铜难度升级，公司具先发优势与技术实力

- **水平镀铜技术难度大于PCB镀铜。**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、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。目前公东威生产的水平镀膜设备可以将铜层增厚到 $1\mu\text{m}$ ，使之兼具安全性和导电性。
- **东威科技在PET镀铜设备领域具有先发优势。**由于PET镀铜设备需运用业内的新技术与新工艺模式进行生产，目前在行业内能够提供该等设备的公司较少。凭借研发实力与技术经验，东威科技在水平镀膜设备的研发、生产方面具备先发优势，利用现有在柔性板卷对卷垂直连续电镀设备上的技术优势，成功完成了水平镀膜设备样机的生产与交付。截止2021年12月31日已有3台水平镀膜设备已实现销售。2021年IPO中募投水平设备产业化建设项目，项目为期一年项目总投资11,676万元，建成达产后能够年产40台水平化铜设备和30台卷式水平镀膜设备。

图：东威镀铜设备RTR-HP系列



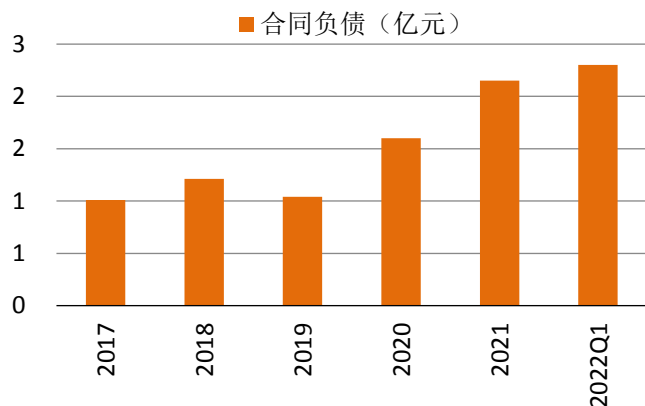
图：东威公司复合铜箔领域设备最新在研项目

项目名称	预计投资(万元)	阶段性成果	目标	技术评级
双边夹具导电超薄卷式水平镀膜线的研发	1000	通过试验机完成预设计目标	镀面铜厚度 $1 \pm 0.1\mu\text{m}$ ， 电流密度 3ASD	业界首创
卷式水平镀铜线的研发	820	完成预设目标进入量产阶段	镀面铜厚度 $1 \pm 0.1\mu\text{m}$	业界首创

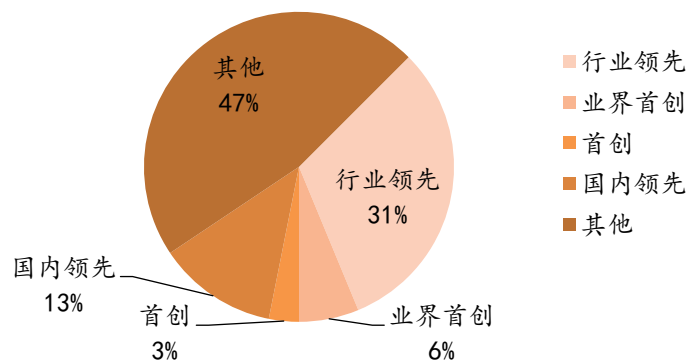
2.6 东威科技：订单饱满，在研项目水平领先，后续潜力大

- **合同负债逐年上升，在手订单饱满** 截止 2022 年第一季度公司合同负债为 2.3 亿元，超过 2021 年全年合同负债量 2.15 亿元。表明公司上半年新签订单较为饱满，为今明两年业绩增长奠定了良好的基础。
- **在研项目水平高，后续发展潜力大** 2018 年以来，东威科技在 PET 镀铜设备领域的核心技术包括“无张力同步传输技术”、“电流均匀传导技术”等，并均已在水平镀膜设备中得到应用：
 - ①无张力同步传输技术：新能源动力电池阴极材料一般在 3-6 μm ，厚度极薄。在水平传输的过程中，若传动轮转速不均，薄膜材料容易拉伸变形从而降低良品率。公司自主研发的无张力同步传输技术能够使每个传动轮具有相同动力，保持传输速度的一致，从而使薄膜不因张力影响而形变。
 - ②电流均匀传导技术：新能源动力电池阴极材料在水平传输的过程中会在垂直方向出现收缩趋势，即呈现中间松弛、两边紧缩的状态，这一现象使薄膜材料在电镀过程中无法与导电滚轮紧密贴合，电流无法均匀传导，从而影响电镀均匀性。公司自主研发的电流均匀传导技术采用弧形导电滚轮设计，使薄膜材料在电镀过程中与导电滚轮充分贴合，电流能够均匀传导，进而保证电镀的品质。

图：2017-2022 年公司合同负债情况



图：公司截止 2021 年底年在研项目科技水平一览



2.7 设备市场空间：2025年设备市场空间有望达60亿元

相较于传统锂电铜箔，PET复合铜箔带来磁控溅射设备和电镀设备新增需求。预计2025年，PET铜箔磁控溅射新增设备市场空间约36亿元，镀铜设备新增市场空间约24亿元，设备总市场空间合计60亿元。基于以下假设测算：

1) 据GGII，EVTank等预测，2022-2025年储能电池以及动力电池需求共为717GWh、991GWh、1341GWh、1734GWh；

2) 假设PET铜箔渗透率2025年能提升至20%；

3) 假设2021年单台磁控溅射设备价值量为1000万，单台电镀设备价值量为800万。随着机器设备改进，熟练程度增加，设备利用率能从65%提升到70%。随着PET镀铜渗透率逐年提升，2022至2025年磁控溅射设备新增市场空间分别为13亿、24亿、28亿以及36亿元，电镀设备市场空间分别为13亿、22亿、21亿及24亿元。

图：2022-2025PET镀铜设备市场空间测算

	2021	2022	2023	2024	2025
电池总需求量					
电池需求量 (GWh)	383	717	991	1341	1734
全球动力电池需求量 (GWh)	317	619	859	1164	1490
全球储能电池需求量	66	98	132	177	244
复合铜箔需求量					
1Gwh铜箔需求量 (吨/GWh)	600	600	600	600	600
复合铜箔渗透率	1%	5%	10%	15%	20%
复合铜箔需求量 (万吨)	0	2	6	12	21
复合铜箔需求量 (亿平方米)	0	3	10	20	35
设备投资额					
磁控溅射设备					
单台年产量 (万平方米)	330	366	406	450	500
单台价格 (万元)	1000	1000	1000	1000	1000
设备利用率	60%	65%	67%	69%	70%
设备保有量 (台)		126	368	644	1000
设备新增需求 (台)		126	242	276	356
增量市场空间 (亿元)		13	24	28	36
电镀设备					
单台年产量 (万平方米)	230	279	339	412	500
单台价格 (万元)	800	800	800	800	800
设备利用率	60%	65%	67%	69%	70%
设备保有量 (台)		165	440	704	1000
设备新增需求 (台)		165	275	264	296
增量市场空间 (亿元)		13	22	21	24
设备增量市场空间 (亿元)	0	26	46	49	60
yoy (%)			77	7	22

风险提示

- ❑ 二代电镀铜/铝穿孔良率不及传统箔材；
- ❑ 原材料成本费用波动；
- ❑ 电镀铜/铝箔提产进度不及预期；
- ❑ 生产节拍不及传统铜箔的水平，扩产主要依靠对于瓶颈设备的投资，对产品投产初期有较大的资本压力；
- ❑ 下游新能源车销量不及预期。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户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，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、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。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、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。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益20%以上
		增持	预期股价相对收益10%-20%
		持有	预期股价相对收益-10%-10%
		卖出	预期股价相对收益-10%以下
行业投资评级	自报告日后的6个月内，相对同期沪深300指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅5%以上
		中性	预期行业指数涨幅-5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅-5%以下

THANKS