

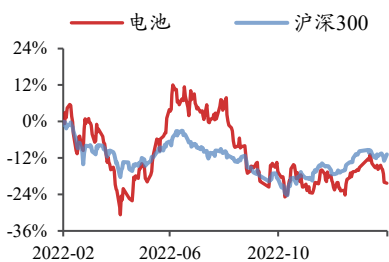
## 电池

2023年02月21日

投资评级：看好（首次）

——行业深度报告

### 行业走势图



数据来源：聚源

### 相关研究报告

## 行业加速洗牌头部份额有望提升，LiFSI、高电压电解液、钠电电解液等新产品有望贡献超额利润

殷晟路（分析师）

yinshenglu@kysec.cn

证书编号：S0790522080001

### ● 行业加速洗牌，头部企业成本领先份额有望提升

电解液规模化扩产后配方总体趋于标准化，未来电解液行业的竞争核心一方面是在新型锂盐、新型添加剂、高电压电解液等新产品的研发技术储备，一方面是在原料的成本控制和规模化降本速度；2022年11月起六氟磷酸锂及电解液开始新一轮跌价有望加速行业尾部产能去化，头部企业在自供比例、原料生产工艺及收率等方面具备明显的成本优势，在新型添加剂等新产品布局领先，份额有望提升。

### ● 六氟磷酸锂：天赐材料、多氟多等头部企业形成显著成本端优势

六氟磷酸锂的电导率、溶解度、热稳定性、集流体保护的综合性性能较好，预计仍将成为未来主流锂盐。行业进入成本竞争阶段，多氟多在HF溶剂法基础上进行创新，形成了一套“双釜法”生产固态6F的工艺，在原料来源、原料利用率、副产物经济价值、生产效率、产品纯度五大方面建立优势：天赐材料采用有机溶剂法生产高纯液态6F，其工艺路线在氢氟酸用量、投资强度与折旧、能耗、原料选择及副产物上相比传统固态6F具备明显成本优势。

### ● 溶剂主流为碳酸酯类混搭溶剂，添加剂用量最大的为VC与FEC

目前锂离子电池电解液主选溶剂为各类碳酸酯类溶剂掺混制成，用量较大的主要为EC、EMC、DMC三类，其中由于磷酸铁锂电池注重改善导电性，DMC用量会更大，而三元电池注重改善低温性能，EMC用量会更大。而DEC、PC主要用来提高电解液高温性能少量添加。电解液添加剂中用量最大的为VC、FEC等成膜类添加剂。其中VC成膜性能好但高压下阻抗会增加，在磷酸铁锂电池中添加量较大；FEC与硅基负极适配性高在三元电池中添加较多，且在高电压电解液中有望作为溶剂使用，未来有望快速放量。电解液厂商中天赐材料正在规划量产新型成膜添加剂，新宙邦通过分子模拟设计出新型综合性添加剂，瑞泰新材专注研发锂盐型添加剂。

### ● 新产品：LiFSI、高电压电解液、钠电电解液等新产品有望贡献超额利润

LiFSI能够提升电池的低温性能、循环寿命、耐高温性能，与高镍电池比较适配，未来4680电池放量有望提升FSI用量；当前时点由于LiFSI收率提升难度较高，价格较高享受超额利润，往后看由于各厂商生产工艺均为氯磺酸法，行业产能扩充完后收率或将成为竞争核心。高电压电解液需要新型添加剂及溶剂体系，当前产业链主要开展4.4-4.45V电解液研究，添加剂以腈基化合物、硫酸酯为主，溶剂以FEC、砒类溶剂为主。钠电电解液的溶质赛道中六氟磷酸锂老玩家具备工艺优势，溶剂赛道中羧酸类及醚类溶剂比例有望提升。

● **风险提示：** 电动车销量不及预期，行业竞争加剧影响利润风险。

## 目 录

1、 电解液行业有望提前进入洗牌期，当前时点成本成为核心竞争要素 .....	4
1.1、 电解液主要影响电池倍率及循环性能，具备高 ROE 的商业模式 .....	4
1.2、 电解液原料生产是影响性能及成本的关键，2023 年产能出清有望加速格局集中化 .....	6
2、 六氟磷酸锂：天赐材料、多氟多等头部企业形成显著成本端优势 .....	9
3、 溶剂：主流为碳酸酯类混搭溶剂，DMC 为枢纽型原料 .....	15
4、 添加剂：VC、FEC 用量大，电解液头部企业布局新型添加剂 .....	18
5、 LiFSI、高电压电解液、钠电电解液等新产品有望贡献超额利润 .....	24
5.1、 LiFSI：工艺路线较为一致，未来收率或成为核心竞争要素 .....	24
5.2、 高电压电解液：需要新型添加剂及溶剂体系，超前研发掌握配方的电解液厂商有望获得先发优势 .....	26
5.3、 钠电电解液：溶质赛道中六氟磷酸锂老玩家具备工艺优势，溶剂赛道中羧酸类及醚类溶剂比例有望提升 .....	27
6、 投资建议 .....	30
7、 风险提示 .....	31

## 图表目录

图 1： 电解液是锂离子电池四大主材之一 .....	4
图 2： 电解液投资强度低，净利率较高 .....	5
图 3： 电解液的生产流程主要为化工生产过程 .....	7
图 4： 电解液产业链的利润可以分成原料生产利润、配方渠道利润和新型原料研发扩产的超额利润 .....	8
图 5： 2021 年电解液 CR3 市场份额为 67% .....	9
图 6： 国内普遍 6F 生产采用 HF 溶剂法 .....	13
图 7： 多氟多 6F 采用“双釜法”生产工艺创新 .....	13
图 8： 天赐材料采用有机溶剂法生产高纯液态 6F .....	14
图 9： 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算 6F 行业平均成本约 17.6 万元/吨 .....	14
图 10： 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算多氟多 6F 成本约 14.5 万元/吨 .....	15
图 11： 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算天赐材料 6F 成本约 14.0 万元/吨（折固后） .....	15
图 12： DMC 是电解液溶剂枢纽型原料 .....	17
图 13： EO 法的原材料环氧乙烷的价格更稳定 .....	17
图 14： DMC 下游应用领域中电解液占比较低 .....	18
图 15： 2022 年下半年 DMC 价格在低位运行 .....	18
图 16： VC 及 FEC 为用量最大的两类添加剂（2019 年） .....	19
图 17： 添加 VC 及 FEC 能明显提高正极材料容量及循环性能 .....	19
图 18： VC、FEC 原料为溶剂体系及常用化工原料 .....	20
图 19： 2020 年国内 VC 市场份额较为集中 .....	20
图 20： 2020 年国内 FEC 市场份额集中 .....	20
图 21： FEC 对硅基负极性能改善明显 .....	21
图 22： 各厂商大力规划 VC 扩产（吨） .....	22
图 23： 各厂商大力规划 FEC 扩产（吨） .....	22
图 24： LiFSI 的主流合成方法为氯磺酸法 .....	26
图 25： 六氟磷酸钠生产工艺总体上与六氟磷酸锂接近 .....	29
表 1： 电解液的选择会影响电池各项主要性能 .....	5
表 2： 预计 2025 年全球锂电池电解液出货量超过 250 万吨 .....	6

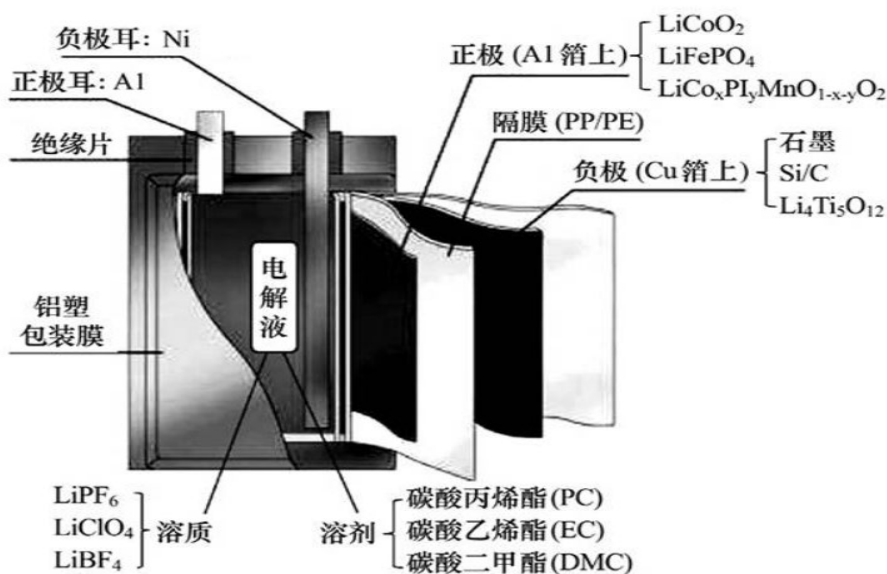
表 3: 全球电解液产能规划过剩 .....	8
表 4: 六氟磷酸锂在各类锂盐中综合性能较好 .....	9
表 5: 预计 2025 年全球 6F 出货量有望达到 30 万吨 .....	10
表 6: 2023 年的 6F 规划产能即将进入过剩期 .....	10
表 7: 6F 有六种主流生产工艺 .....	11
表 8: 多氟多 6F 产品质量处于国际领先水平 .....	13
表 9: 碳酸酯类溶剂各有优缺点, 适合混搭使用 .....	16
表 10: 2025 年全球锂电池电解液溶剂用量预计达到 185 万吨 .....	16
表 11: 电解液添加剂按功能可以分为 5 类 .....	18
表 12: VC 及 FEC 产品纯度要求较高 .....	20
表 13: VC、FEC 各有优劣势, 适合混搭使用 .....	21
表 14: 2025 年 VC、FEC 需求量预计分别达到 5.76 万吨、6.07 万吨 .....	22
表 15: 天赐材料规划量产新型成膜添加剂 .....	22
表 16: 新宙邦推出自主研发的创新性综合性添加剂 .....	23
表 17: 瑞泰新材专注研发锂盐型添加剂 .....	23
表 18: LiFSI 相比 LiPF <sub>6</sub> 具有高分解温度、更高的电导率和更好的化学稳定性 .....	24
表 19: 2025 年全球锂电池 LiFSI 用量预计超过 4 万吨 .....	24
表 20: 目前规划 LiFSI 产能超过 20 万吨 .....	25
表 21: 高电压电解液需要加入新型添加剂改善正极成膜性能 .....	26
表 22: 4.5V 以上高电压电解液替代溶剂方案主要有三种 .....	27
表 23: 电解液厂商及电池厂均开展高电压电解液专利布局 .....	27
表 24: 六氟磷酸钠具有电导率高、成膜性能好的优点 .....	28
表 25: 羧酸类、醚类溶剂可以改善电解液低温性能、安全性、首效等 .....	28
表 26: 2025 年六氟磷酸钠需求有望超过 6000 吨 .....	28
表 27: 多个厂商开始规划六氟磷酸钠产能 .....	30
表 28: 受益标的估值表 .....	30

## 1、电解液行业有望提前进入洗牌期，当前时点成本成为核心竞争要素

### 1.1、电解液主要影响电池倍率及循环性能，具备高 ROE 的商业模式

电解液是锂离子电池四大主材之一，理想的电解液需要具备高电导率、高热稳定性、高化学稳定性、高电级兼容性、低成本等特性。电解液是锂离子电池中离子传输传导电流的作用，是电池充放电能顺利进行的基本保障。首先要起到良好运输离子作用，电解液需要具备较高的电导率；此外，电解液还需要具有较高的热稳定性和化学稳定性，不会轻易发生热分解，在较宽电压范围内能保持较为稳定的温度，在长循环时自身不发生化学反应；第三，电解液需要与电机拥有很高的兼容性，能在负极上形成稳定的 SEI 膜；最后，大批量使用的电解液需要具备绿色、低成本等特点。

图1：电解液是锂离子电池四大主材之一



资料来源：绿捷环保搜狐号

电解液的选择会影响电池各项主要性能，尤其是倍率性能、高低温性能、循环次数。

(1) **能量密度**：虽然电极材料是决定锂离子电池比容量的先决条件，但电极材料的嵌、脱锂过程和循环过程始终是与电解质相互作用的过程，电解质也在很大程度上影响电极材料的可逆容量；

(2) **内阻**：电池内阻为欧姆内阻、电极/电解质界面电阻和极化内阻之和，其中前两项皆与电解液有关；

(3) **倍率性能**：电池的倍率充放电性能取决于锂离子在电极材料中的迁移率、电解质的电导率、电极/电解质相界面的锂离子迁移率，其中后两者都与电解液的组成和性质密切相关；

(4) **高温性能**：电池的高温性能主要取决于温度升高时电极/电解质相界面的副



反应剧烈程度，需要提高电解质在高温情况下的稳定性；

**(5) 循环寿命：**电池老化的原因包括活性比表面积减小、活性物质脱落、某些材料在电解质中被腐蚀、隔膜破损、电解质出现过多杂质，均与电解液对电极材料的浸润及电解液的性质有关。

**(6) 安全性：**锂离子电池在大电流充放电的情况下可能导致温度快速升高，如果能研发出不燃烧的电解质体系，可从根本上消除电池的安全隐患。

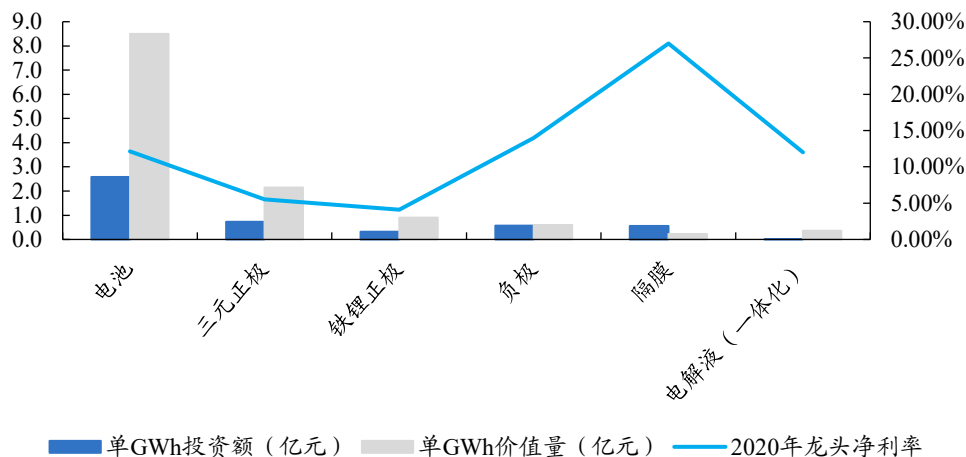
**表1: 电解液的选择会影响电池各项主要性能**

影响指标	影响原理	具体影响
能量密度	电极材料的脱嵌过程是与电解液作用过程	不同电解液体系在正、负极表面的氧化与还原分解反应不同，电极与电解质界面间的界面阻抗不同，会影响电极材料的嵌、脱锂容量
内阻	欧姆内阻主要取决于电解质的导电性	欧姆电阻、电极与电解液界面电阻越高，电池内阻越高
倍率性能	脱嵌的难易程度不仅与电极材料的本性有关，也和电解质与电极材料的界面状况有关	电解质的电导率、电极/电解质相界面的锂离子迁移率越高，倍率性能越好
高温性能	发生在电极与电解质相界面的电极反应的温度依赖性大	扩宽液态电池工作温度范围的主要途径是拓展电解质的液程、提高电解质在低温条件下的电导率和高温条件下的稳定性。对固态电池来说，需要提高电解质在室温甚至低温条件下的电导率，并降低其与电极材料间的界面阻抗
循环次数	电解质的性质与集流体的腐蚀和电极材料在其中的稳定性密切相关	电解质的性质与电解液的用量均会对电池循环寿命造成影响
安全性	液态锂离子电池安全性问题的根源仍然是有机液体电解质自身的挥发性和高度的可燃性	消除有机溶剂的可燃性，开发安全性更高或使用根本不燃烧的电解质体系可以从根本上消除电池的安全隐患

资料来源：焉知新能源汽车、开源证券研究所

**电解液行业具备投资强度低、周转率高、龙头净利率较高的特点，ROE 具备优势。**根据各公司非公开发行等募投资金情况，电解液一体化产线单 GWh 投资额仅 213 万元，电解液具备轻资产快周转特征。为了剔除 2021 年以来碳酸锂大幅涨价对行业利润分配的影响，我们选取锂电池产业链已经较为成熟的 2020 年为例，电解液龙头企业天赐材料净利率达到 12%，对应单 GWh 净利 432 万元，静态投资回收期仅需要 0.49 年，在锂电池全产业链中电解液龙头的 ROE 具备明显优势。

**图2: 电解液投资强度低，净利率较高**



数据来源：天赐材料、容百科技、亿纬锂能、星源材质、湖南裕能、璞泰来公司公告、开源证券研究所

## 1.2、电解液原料生产是影响性能及成本的关键，2023 年产能出清有望加速格局集中化

电解液的用量会对电池容量、循环寿命、安全性能产生影响。电解液添加量至少应该保证隔膜被浸润充分，否则会导致活性物质的充放电容量发挥较低；电池在循环过程中电解液会因为副反应受到消耗，而电解液含量过少会导致导电率降低，加速局部电解液的分解或者挥发，加快恶化电池循环性能；同时电解液量过少时，电池内阻大，发热多容易导致电解液迅速分解产气，隔膜融化，造成电池气胀短路爆炸。因此未来常规电池中的电解液用量预计将保持较为稳定水平，高安全性、长循环寿命电池的电解液用量有望得到提升。

**预计 2025 年全球锂电池电解液出货量有望超过 250 万吨。**

**关键假设：**（1）2023 年起国内电动车销量保持 30% 的同比增速；欧洲新能源车销量在 2022 年由于汽车供应链问题受到压制，预计 2023 年起保持 30% 的同比增速；美国新能源车基数较低，预计 2023-2025 年增速分别为 60%、50%、40%。

（2）动力电池中三元电池占比从 2021 年的 73% 逐步下降至 40%，磷酸铁锂电池占比逐步上升至 50%；二轮车电池磷酸铁锂电池占比从 2021 年的 23.4% 逐步上升至 2025 年的 30%；电化学储能电池中磷酸铁锂电池占比保持在 95%。

（3）由于长续航储能电池及高安全性动力电池需要保持较高的电解液用量，预计未来几年电解液单耗保持不变，磷酸铁锂电池单 GWh 电解液消耗量为 1200 吨，三元电池单 GWh 电解液消耗量保持在 800 吨。

**表2：预计 2025 年全球锂电池电解液出货量超过 250 万吨**

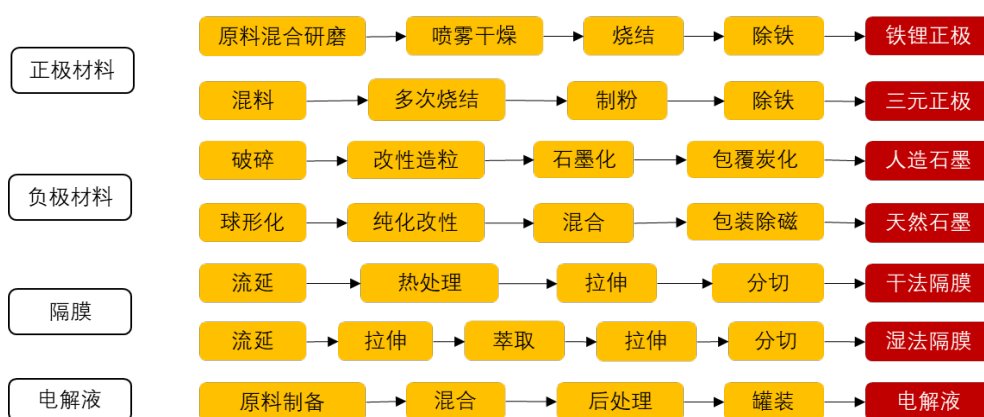
	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
国内新能源车销量（万辆）	324	680	884	1149	1494
国内单车带电量（KWh/辆）	45	45	45	50	55
国内动力电池需求（GWh）	146	306	398	575	822
欧洲新能源车销量	227	245	319	414	497
欧洲单车带电量（KWh/辆）	50	50	50	50	50
欧洲动力电池需求（GWh）	114	123	159	207	248
美国新能源车销量（万辆）	65	105	168	252	353
美国单车带电量（KWh/辆）	60	60	65	70	70
美国动力电池需求（GWh）	39	63	109	176	247
<b>动力电池需求合计（GWh）</b>	<b>331</b>	<b>546</b>	<b>740</b>	<b>1064</b>	<b>1463</b>
<b>其中磷酸铁锂电池（GWh）</b>	<b>89</b>	<b>218</b>	<b>370</b>	<b>639</b>	<b>878</b>
<b>其中三元电池（GWh）</b>	<b>242</b>	<b>328</b>	<b>370</b>	<b>426</b>	<b>585</b>
国内电动二轮车销量（万辆）	4100	4715	5187	5705	6276
单车带电量（KWh）	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5
国内电动二轮车电池需求（GWh）	49.2	59.4	68.6	79.3	91.5
二轮车磷酸铁锂电池渗透率	23.40%	27.30%	30.00%	30.00%	30.00%
<b>国内二轮车磷酸铁锂电池需求（GWh）</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>27</b>
电力储能需求（GWh）	21	71	154	271	481
工商业储能需求（GWh）	5	12	19	46	87

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
户储需求 (GWh)	10	20	35	55	80
便携式储能需求 (GWh)	2	4	6	9	13
电化学储能电池需求合计 (GWh)	38	107	214	381	661
电化学储能电池同比增速		181.6%	100.0%	78.0%	73.5%
储能中磷酸铁锂电池占比	95%	95%	95%	95%	95%
<b>磷酸铁锂储能电池需求 (GWh)</b>	<b>36</b>	<b>102</b>	<b>204</b>	<b>363</b>	<b>629</b>
<b>磷酸铁锂电池需求合计 (GWh)</b>	<b>137</b>	<b>337</b>	<b>594</b>	<b>1025</b>	<b>1535</b>
<b>磷酸铁锂电池电解液单 GWh 用量 (吨)</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>	<b>1200</b>
三元电池需求合计 (GWh)	242	328	370	426	585
三元电池电解液单 GWh 用量 (吨)	800	800	800	800	800
电解液需求合计 (万吨)	36	67	101	157	231
产业链备货放大比例	1.40	1.20	1.15	1.15	1.15
<b>电解液出货量 (万吨)</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>116</b>	<b>181</b>	<b>266</b>

数据来源：各国汽车工业协会、GGII、《储能产业研究白皮书 2021》、《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》等、开源证券研究所

电解液生产流程主要为化工生产过程，原料的选择和生产是影响电解液性能和成本的关键。相比需要烧结的正极、需要石墨化的负极、需要拉伸分切对设备要求高的隔膜，电解液在溶质、溶剂、添加剂生产完成后只需按照配方进行混合罐装，生产流程主要为化工生产过程。从性能端来看，电解液的产品性能主要取决于溶质的种类选择、添加剂体系的性能、溶质溶剂的产品纯度；从成本端来看，电解液的降本途径主要包括原料生产路径的创新、副产品的梯次利用、原料制造的规模效应。因此电解液性价比主要取决于溶质、溶剂、添加剂三大原料的选择和生产是否有优势。

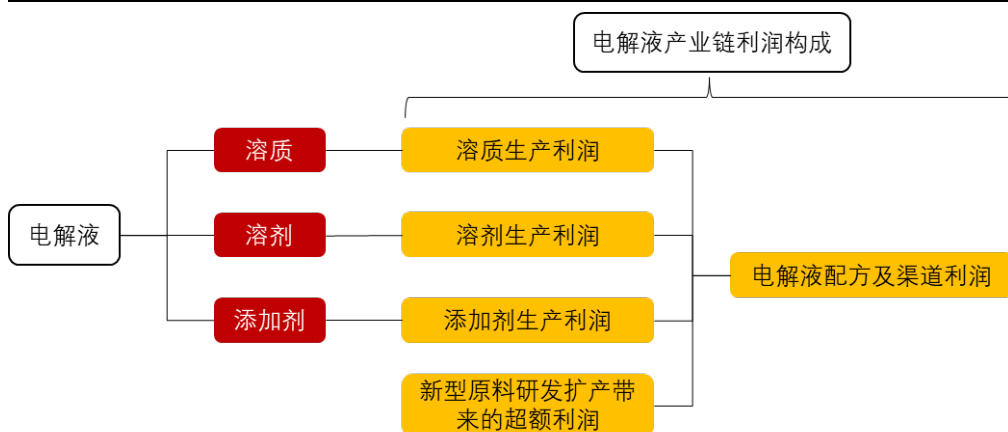
图3：电解液的生产流程主要为化工生产过程



资料来源：德方纳米、振华新材、璞泰来、星源材质、瑞泰新材等公司公告、开源证券研究所

电解液产业链的利润可以拆分成三大原料生产利润、配方渠道利润和新型原料及电解液体系研发扩产带来的超额利润。由于锂电池产业链逐步发展成熟，电解液规模化扩产后配方总体趋于标准化，头部电池厂也拥有电解液配方相关的技术储备，电解液配方及下游客户出货渠道带来的利润逐步下降。未来电解液行业的竞争核心一方面是在新型锂盐、新型添加剂、高电压电解液等新产品的研发技术储备，一方面是在原料的成本控制和规模化降本速度。

图4: 电解液产业链的利润可以分成原料生产利润、配方渠道利润和新型原料研发扩产的超额利润



资料来源: 开源证券研究所

电解液产能规划过剩, 2023年新进入者加剧竞争有望加速产能出清。2021年起龙头开始进入加速扩产阶段, 同时法恩莱特、石大胜华、永太科技等新加入者开始大规模规划电解液产能。我们预计2022年底国内电解液产能将超过220万吨, 2023-2024年竞争加剧将进一步压缩电解液配方及渠道利润, 原料生产成本端的竞争将变得更加关键, 同时竞争加剧有望加速落后产能出清, 原料自供率高、生产成本具备优势的龙头企业的集中度将得到提升。

表3: 全球电解液产能规划过剩

产能	2020A	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
天赐材料 (万吨)	8	23	56	101	156	166
新宙邦 (万吨)	11	12	12	30	57	57
瑞泰新材 (万吨)	7	7	11	28	73	118
法恩莱特 (吨)	2	12	12	27	37	52
石大胜华 (吨)			30	30	50	80
永太科技 (吨)			15	15	35	35
东莞杉杉 (吨)	4	4	4	4	4	4
天津金牛 (吨)	1	2	3	3	3	3
国内其他 (吨)	25	30	36	36	36	36
国内总计 (吨)	58	90	179	274	451	551
YOY		56%	99%	53%	64%	22%
三菱化学 (吨)	7	7	7	7	7	7
宇部兴产 (吨)	2	2	2	2	2	2
中央硝子 (吨)	5	7	7	7	7	7
旭成化学 (吨)	3	7	7	7	7	7
Enchem (吨)	3	7	7	7	7	7
国外其他 (吨)	15	15	15	15	15	15
国外总计 (吨)	34	44	44	44	44	44
YOY		29%	0%	0%	0%	0%
合计产能 (万吨)	92	134	223	318	494	594
YOY		46%	67%	43%	56%	20%

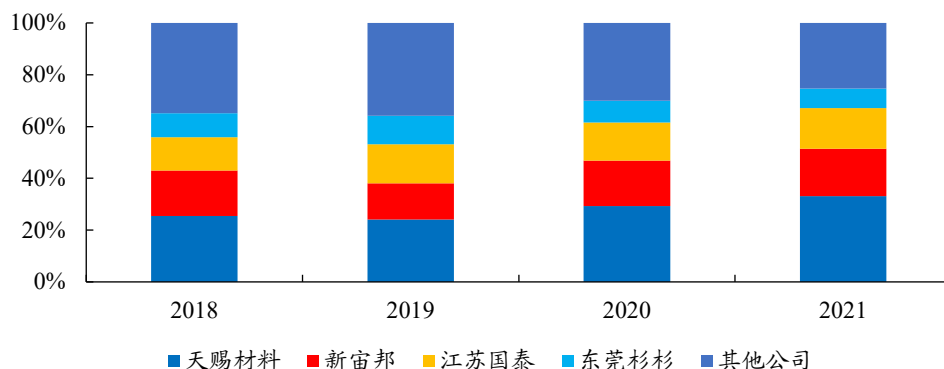


产能	2020A	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
需求(万吨)	25	50	80	116	181	266
YOY		100%	60%	45%	56%	47%
需求/产能		55%	60%	52%	57%	54%

数据来源：各公司公告、开源证券研究所

**2021年电解液行业CR3市场份额为67%，未来行业集中度有望进一步提高。**行业竞争加剧导致原料成本竞争要素重要性凸显，其中天赐材料实现液态六氟磷酸锂的大规模自产，在添加剂通过浙江天硕进行布局；新宙邦实现溶剂和添加剂的自供；瑞泰新材通过超威新材布局各类型添加剂；我们认为电解液行业头部企业具备产业链一体化、低成本工艺路线、规模效应强三大成本优势，未来市场份额有望进一步提升。

图5：2021年电解液CR3市场份额为67%



数据来源：前瞻产业研究院、开源证券研究所

## 2、六氟磷酸锂：天赐材料、多氟多等头部企业形成显著成本端优势

**六氟磷酸锂综合性能好，是目前最广泛使用的锂盐。**6F的电导率、溶解度、热稳定性、集流体保护性能都较好，是目前最广泛使用的锂盐；相比之下FSI离子电导率更高，能有效提高电池的低温放电性能、循环次数，但是生产技术难度大成本较高，同时容易腐蚀铝箔需要添加其他抑制腐蚀的锂盐；BF<sub>4</sub>、BOB、ODFB分别能提升电池的高低温性能、循环性能、安全性，但由于电导率、成本、溶解度等原因通常作为添加剂少量使用。

表4：六氟磷酸锂在各类锂盐中综合性能较好

锂盐种类	六氟磷酸锂	双氟磺酰亚胺锂	四氟硼酸锂	双乙二酸硼酸锂	二氟草酸硼酸锂
简称	6F	FSI	BF <sub>4</sub>	BOB	ODFB
电导率	较高	高	低	较高	高
熔点(摄氏度)	200	128	300	300	265
在水中溶解性	好	差	好	差	一般
热稳定性	较差	好	较好	较好	较好
优点	1、离子电导率较高；	1、离子电导率高；	1、工作温度区间宽，	1、电导率较高，工作温	电学稳定性高，能

锂盐种类	六氟磷酸锂	双氟磷酸亚胺锂	四氟硼酸锂	双乙二酸硼酸锂	二氟草酸硼酸锂
	2、能协同碳酸酯溶剂在石墨表面生成稳定SEI膜,提高电池循环性能; 3、可以在铝箔表面形成稳定钝化膜	2、能有效提高电池低温放电性能和循环次数; 3、安全性较好	1、低温性能好; 2、能增强电解液的成膜能力,抑制集流体腐蚀	1、度区间宽; 2、SEI成膜性能好,具有较好的循环性能; 3、对正极 Al 箔集流体具有钝化保护作用	抑制电解液的氧化分解,提升电池安全性
缺点	1、热稳定性差,易生成 HF 腐蚀集流体; 2、SEI膜生成依赖 EC 体系溶剂; 3、低温性能较差	1、生产技术难度大,成本较高; 2、对集流体有腐蚀性,需要添加抑制腐蚀的锂盐	极易与电解液中的有机溶剂发生配位,导致锂离子电导率相对较低	1、在 EC 体系溶剂中溶解度较低,对水敏感; 2、低温性能较差	1、低温电导率下降快; 2、成本较高; 3、形成的 SEI 膜较厚影响首效

资料来源:鲍恺婧《低温锂离子电池的研究进展》、化源网、盖得化工网、Chemical Book 网、开源证券研究所

### 预计 2025 年全球六氟磷酸锂出货量有望达到 30 万吨。

**关键假设:** (1) 根据前文电解液出货量预测的相关假设, 2025 年磷酸铁锂电池出货量预计为 1535GWh, 三元电池为 585GWh;

(2) 6F 作为导电性、成本、集流体保护性能、热稳定性等综合性能较好的锂盐, 预计仍将作为电解液的主盐使用, FSI 等新型锂盐未来有望在硅基负极的 4680 电池中替代部分 6F 份额, 我们预计三元电池中单 GWh 的 6F 占电解液份额从 2021 年的 13.75% 下降至 2025 年的 12.5%, 单 GWh 用量从 110 吨逐步下降至 100 吨。

**表5: 预计 2025 年全球 6F 出货量有望达到 30 万吨**

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
磷酸铁锂电池需求合计 (GWh)	137	337	594	1025	1535
磷酸铁锂电池 6F 单 GWh 用量 (吨)	125	125	125	125	125
三元电池需求合计 (GWh)	242	328	370	426	585
三元电池 6F 单 GWh 用量 (吨)	110	108	106	102	100
<b>6F 需求合计 (万吨)</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>25</b>
产业链备货放大比例	1.60	1.61	1.30	1.30	1.30
<b>6F 出货量 (万吨)</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>33</b>

数据来源: 各国汽车工业协会、GGII、《储能产业研究白皮书 2021》、《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》、《中国六氟磷酸锂行业发展白皮书 (2022 年)》、开源证券研究所

6F 的规划产能即将进入过剩期, 生产工艺的成本竞争成为关键竞争要素。6F 的生产壁垒主要在于化工生产过程中对环境的控制要求较高, 同时需要对原料进行高纯化处理去除游离酸。随着国内企业陆续突破日韩的专利技术壁垒以及龙头企业的大力扩产, 按照现有的产能规划 2023 年 6F 即将进入产能过剩期, 生产工艺的成本竞争成为关键的竞争要素。

**表6: 2023 年的 6F 规划产能即将进入过剩期**

公司/设计产能 (万吨)	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
天赐材料	2.2	9.2	16.2	21.7	25.1
多氟多	2.0	5.5	10.0	12.0	15.5
天际股份	0.8	2.8	3.8	6.3	8.8
永太科技	0.3	0.6	1.6	4.8	4.8

公司/设计产能 (万吨)	2021A	2022A	2023E	2024E	2025E
延安必康 (九九久)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
石大胜华	0.2	0.2	3.5	3.5	3.5
杉杉股份	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
宏源药业	0.5	0.5	1.1	1.1	1.1
国内其他	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7
国内产能总计	7.7	20.8	38.4	51.9	61.5
YOY	0.5	1.7	0.8	0.4	0.2
国内有效产能总计	5.3	14.3	29.6	45.2	56.7
YOY		1.7	1.1	0.5	0.3
森田化学	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
关东电化	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
韩国厚成	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
国外有效产能总计	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
YOY	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
全球产能总计	8.4	21.5	39.1	52.6	62.2
YOY	0.4	1.6	0.8	0.3	0.2
<b>全球有效产能总计</b>	<b>5.9</b>	<b>15.0</b>	<b>30.3</b>	<b>45.9</b>	<b>57.4</b>
YOY		1.5	1.0	0.5	0.3
需求 (吨)	7	13	15	22	33
<b>需求/产能</b>	<b>118%</b>	<b>84%</b>	<b>49%</b>	<b>42%</b>	<b>52%</b>

数据来源：各公司公告、集邦新能源网、开源证券研究所

6F 有六种主流生产工艺，其中有机溶剂法更适合生产液态 6F，成本较低，HF 溶剂法更适用生产固态 6F，产品纯度较高。6F 的六种主流生产工艺中，目前应用到大批量生产中的主要为有机溶剂法和 HF 溶剂法，其中有机溶剂法因为溶剂不含腐蚀性物质设备要求低，反应条件温和能耗降低，缺点是 PF5 易与溶剂发生副反应，杂质脱除困难，适用于生产液态 6F，代表企业天赐材料；HF 溶剂法优点是转化率高，结晶后产品纯度高，缺点是对设备和管道有特殊要求，需要惰性气体保护，能耗大，成本相对较高，代表企业多氟多。

表7: 6F 有六种主流生产工艺

合成方法	有机溶剂法	HF 溶剂法	气固法	流变法	固固法	其他六氟磷酸盐转化法
制备过程	将 LiF 及 PF5 溶解在有机溶剂里（如碳酸酯类）进行连续反应生成 6F	将 LiF 溶于无水氟化氢中，制备出均相的 LiF 溶液，再将 PF5 气体引入到 LiF 溶液中生产 6F	以 PF5 气体和 LiF 固体为原料发生气固反应制得 6F	以 PCl5 和无水氟化氢为原料制得二氯六氟磷酸，再将二氯六氟磷酸与 LiF 微细粉末及适量的氟化氢溶剂混合搅拌，进行流变相反应获得 6F	将 PF5 和 LiF 的固体混合物在密闭蒙乃尔合金反应器中、190~250 °C 下进行反应，产物用醚类等有机溶剂萃取出 6F	以六氟磷酸盐 (MPF6, M≠Li) 和卤化锂为原料，将它们溶于乙腈或碳酸酯类等溶剂中，发生转化反应生成 6F
优势	工况温和产率高，大规模生产成本低；相比 HF 溶剂	工艺简单，结晶后杂质含量少，纯度高	不需要使用溶剂，操作简单	减少了无水氟化氢的用量	工艺简单，绿色环保	转化条件温和，无毒无氟化氢，绿色环保

合成方法	有机溶剂法	HF 溶剂法	气固法	流变相法	固固法	其他六氟磷酸盐转化法
	法避免使用腐蚀性物质，降低设备要求					
缺陷	PF5 易与溶剂产生副反应，产品杂质脱除困难，适用于制备液态 6F	由于 HF 的强腐蚀性，需要对设备及管道有特殊要求，设备要求高，能耗大，成本较高	只在固体表面进行，会存在大量 LiF 未反应；多孔活性 LiF 制备困难；需要使用惰性气体进行保护	还未大规模产业化	混合物分离复杂；反应转化率低，成本相对较高	仅处于实验室阶段
代表企业	天赐材料、永太科技、石大胜华	多氟多、天际股份	\	\	\	中国海洋石油

资料来源：陈俊彩《电解质盐 LiPF<sub>6</sub> 制备工艺研究进展》、宋丽萍《六氟磷酸锂合成工艺》、开源证券研究所

**多氟多在 HF 溶剂法基础上进行创新，形成了一套“双釜法”生产固态 6F 的工艺，在产品生产成本及产品纯度方面具备明显优势：**

(1) **原料来源：**多氟多具备用工业氢氟酸生产无水氢氟酸以及用三氯化磷生产五氯化磷的能力，向产业链上游延伸的同时可以利用副产物氢氟酸溶液循环制造无水氢氟酸。

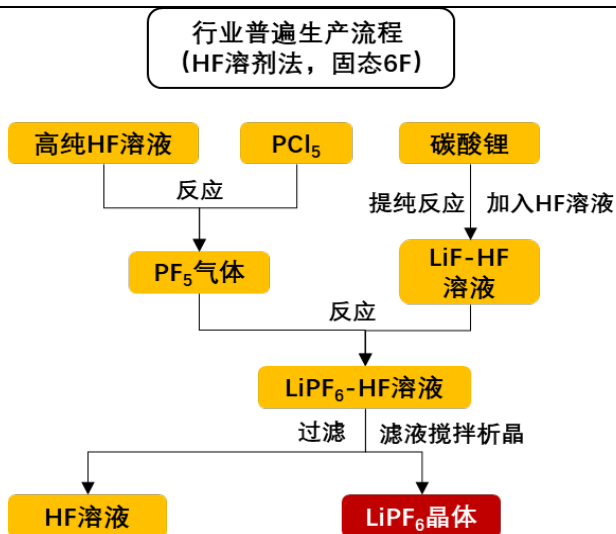
(2) **原料利用率：**多氟多的“双釜法”是将 PF<sub>5</sub> 与 LiF-HF 溶液在第一个反应釜反应完成后过量的 PF<sub>5</sub> 通入第二个连通的反应釜继续反应，可以提高 PF<sub>5</sub> 30% 的利用率，降低约 20% 的成本。

(3) **副产物经济价值：**多氟多将生产 6F 时产生的含氟盐酸废液进行除杂提纯成工业盐酸作为公司另一块业务冰晶石的原料，提高了经济性。

(4) **生产效率：**多氟多采用真空过滤干燥一体化的独特工艺，与国内外其它同类技术的过滤和烘干为两个工段相比，缩短了工艺流程，提高生产效率 10%

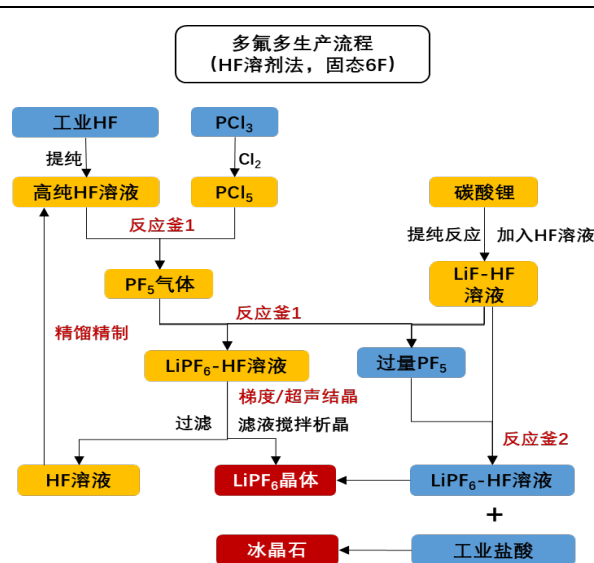
(5) **产品纯度：**多氟多通过采用超声波诱导成核并在搅拌下以一定的降温速率实现梯度降温结晶，明显提高了 6F 晶体纯度，产品质量达到国际领先水平。

图6: 国内普遍 6F 生产采用 HF 溶剂法



资料来源: GGII、中国专利信息网、开源证券研究所

图7: 多氟多 6F 采用“双釜法”生产工艺创新



资料来源: 多氟多官网、中国专利信息网、开源证券研究所

表8: 多氟多 6F 产品质量处于国际领先水平

项目	行业标准	多氟多	日韩企业
主含量 (%)	99.9	99.98	99.98
DMC 不溶物含量 (mg/kg)	1000	125	156
水份 (mg/kg)	20	1.06	5.07
游离酸 (HF) 含量 (mg/kg)	150	49	60

数据来源: GGII、开源证券研究所

天赐材料采用有机溶剂法生产高纯液态 6F，其工艺路线在氢氟酸用量、投资强度与折旧、能耗、原料选择及副产物上相比传统固态 6F 具备明显成本优势：

(1) **氢氟酸用量**：一方面天赐材料采用有机溶剂代替 HF 溶液作为溶剂，减少了氢氟酸用量；另一方面天赐材料采用的多聚磷酸+发烟硫酸→五氯化磷+硫酸+氢氟酸的五氯化磷生产路线可以产出部分氢氟酸进行梯次利用。

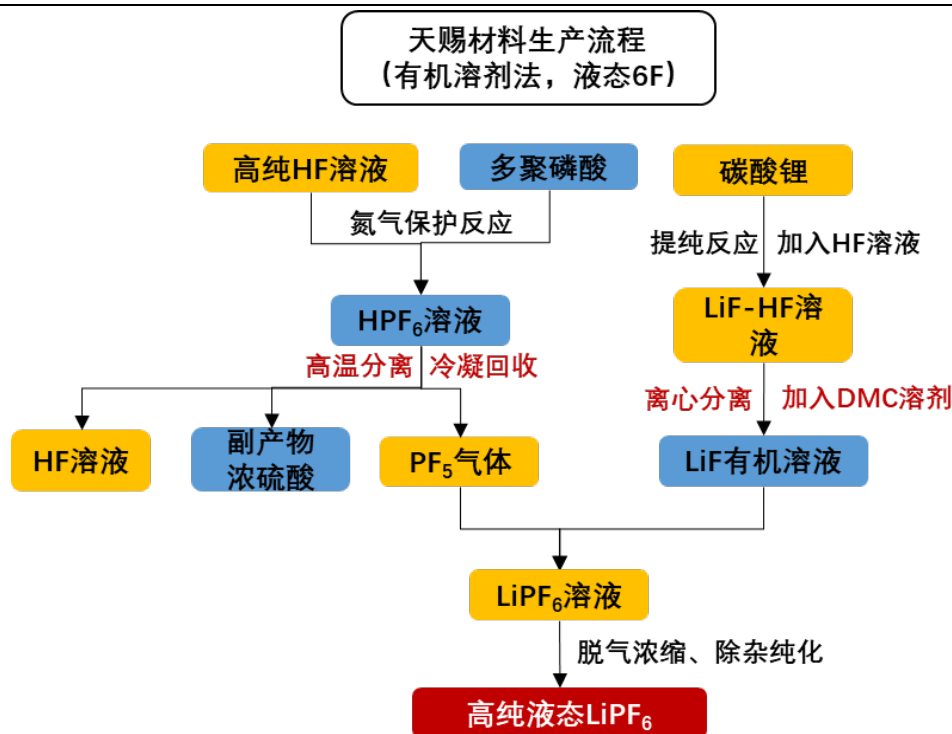
(2) **投资强度与折旧**：由于有机溶剂法溶剂不含腐蚀性物质，对设备及管道的要求更低，同时相比固态 6F 不需结晶干燥等程序，生产周期短对厂房面积要求更低。九江天赐的液态 6F 单吨（折固后）投资额为 2.5 万元，低于固态 6F 的 5-7 万元。

(3) **能耗**：由于有机溶剂法反应条件较温和，同时不需要升降温结晶等环节，能耗更低。根据各 6F 厂商的环评报告书数据，天赐材料生产单吨液态 6F（折固后）的年用电量为 0.58 万度，相比固态 6F 的 1.2 万度电节省了 52%。

(4) **原料选择及副产物**：天赐材料具备从多聚磷酸自产五氯化磷的一体化能力，一方面避免了中间用料五氯化磷价格波动带来的盈利影响，另一方面自产五氯化磷的过程中可以生成硫酸，可以作为磷酸铁的原料，形成业务间的协同效应。



图8: 天赐材料采用有机溶剂法生产高纯液态 6F



资料来源: 天赐材料环评报告、开源证券研究所

我们根据各公司环评报告披露数据测算, 多氟多和天赐材料的 6F 成本分别比行业平均低约 3.1 万元/吨、3.6 万元/吨。多氟多的成本优势主要来自于双釜法带来的原料用量降低、自产五氯化磷、规模化带来的平均人工、制造费用降低; 天赐材料的成本优势主要来自于液相法的折旧及能耗更低、收率更高原料利用效率提升、液相法氢氟酸用量更低、自产五氯化磷并产生硫酸副产物。

图9: 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算 6F 行业平均成本约 17.6 万元/吨

行业平均6F成本测算				
	单位用量 (吨)	单价 (万元/ 吨)	单吨成本 (万元)	成本占比
碳酸锂	0.28	46.4	12.99	77.7%
无水氢氟酸	1.29	0.94	1.21	7.2%
五氯化磷	1.60	0.75	1.20	7.2%
收率	95%			
<b>原材料成本 (万元/吨)</b>	<b>16.21</b>		<b>92.0%</b>	
单位折旧 (万元/吨)	0.70		4.0%	
单位能耗 (万元/吨)	0.40		2.3%	
单位人工 (万元/吨)	0.30		1.7%	
<b>6F成本 (万元/吨)</b>	<b>17.61</b>			

资料来源: 天际股份公告、Wind、生意社、开源证券研究所

注: 产品单价选取日期为 2022 年 2 月 3 日

**图10: 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算多氟多 6F 成本约 14.5 万元/吨**

多氟多6F成本测算				
	单位用量 (吨)	单价 (万元/ 吨)	单吨成本 (万元)	成本占比
碳酸锂	0.25	46.4	11.71	68.6%
无水氢氟酸	0.84	0.94	0.79	4.6%
三氯化磷	0.97	0.73	0.71	4.1%
液氯	0.50	-0.06	-0.03	-0.2%
副产物: 氯化钙	(1.96)	0.12	-0.24	-1.4%
收率	97%			
<b>原材料成本 (万元/吨)</b>	<b>13.34</b>		<b>75.8%</b>	
单位折旧 (万元/吨)	0.50		2.8%	
单位能耗 (万元/吨)	0.40		2.3%	
单位人工 (万元/吨)	0.25		1.4%	
<b>6F成本 (万元/吨)</b>	<b>14.49</b>			

资料来源: Wind、多氟多环评报告、Chemical Book 网、开源证券研究所

注: 产品单价选取日期为 2023 年 2 月 3 日

**图11: 以 46 万元/吨的碳酸锂价测算天赐材料 6F 成本约 14.0 万元/吨 (折固后)**

天赐材料6F成本测算				
	单位用量 (吨)	单价 (万元/ 吨)	单吨成本 (万元)	成本占比
碳酸锂	0.25	46.4	11.60	66.2%
无水氢氟酸	0.67	0.94	0.63	3.6%
多聚磷酸	0.56	1.85	1.04	5.9%
发烟硫酸	2.65	0.35	0.93	5.3%
副产物: 硫酸	(3.02)	0.02	-0.07	-0.4%
收率	99.5%			
<b>原材料成本 (万元/吨)</b>	<b>13.33</b>		<b>75.7%</b>	
单位折旧 (万元/吨)	0.25		1.4%	
单位能耗 (万元/吨)	0.20		1.1%	
单位人工 (万元/吨)	0.25		1.4%	
<b>6F成本 (万元/吨)</b>	<b>14.03</b>			

资料来源: Wind、天赐材料环评报告、Chemical Book 网、开源证券研究所

注: 产品单价选取日期为 2023 年 2 月 3 日

### 3、溶剂: 主流为碳酸酯类混搭溶剂, DMC 为枢纽型原料

理想的电解液溶剂需要具备高介电常数、低黏度、低熔点以及可参与电极反应形成稳定的 SEI 膜等性能, 碳酸酯类溶剂为当前主流溶剂方案。理想的电解液溶剂需要具备较高的介电常数、较低的粘度 (低粘度意味着更小的离子迁移阻力) 以实现较好的导电性能及倍率性能; 同时需要具备较低的熔点, 熔点高的溶剂容易凝固沉淀导致隔膜或者极片堵塞, 破坏电池性能; 最后需要具备较高的还原电位, 在负极电位下降的过程中可以优先析出形成阻抗适中的 SEI 膜。碳酸酯类溶剂由于导电

性能和成膜性能优异成为当前锂电池电解液溶剂的主流方案。

各类碳酸酯类溶剂各有优缺点，适合混搭使用。其中环状碳酸酯（EC、PC）介电常数高，但粘度较大，链式碳酸酯（DMC、EMC、DEC）介电常数低，但粘度小。具体到产品上，EC 拥有比较高的介电常数，但粘度较高；DMC 拥有比较好的粘度，但高低温性能比较差；而 EMC 低温性能优异，但导电性略低于 EC 和 DMC，三种溶剂混搭构成了当前电解液溶剂的主流体系。而 DEC、PC 有利于提高高温性能，在当前电解液体系中也会少量添加。

表9：碳酸酯类溶剂各有优缺点，适合混搭使用

产品类型	整体特性	具体产品	简称	熔点 (°C)	沸点 (°C)	相对介电 常数	粘度	产品优缺点
环状碳酸酯	介电常数高、 粘度大	碳酸乙烯酯	EC	36	248	89.6	1.4	成膜电位高，易于 SEI 膜形成；倍率性能好；但熔点高易凝固，低温性能差
		碳酸丙烯酯	PC	-49	241	64.92	2.53	性质稳定，熔点低沸点高；但粘度高
		碳酸二甲酯	DMC	0.5	90	3.12	0.59	粘度低；倍率性能好；但是高低温性能较差
链式碳酸酯	介电常数低、 粘度小	碳酸二乙酯	DEC	-43	126	2.82	0.75	沸点高，可以改善高温性能；但粘度较高
		碳酸甲乙酯	EMC	-55	107	2.4	0.65	熔点低，低温时粘度低，低温性能好；导电性及粘度良好；但导电性略低于 DMC

资料来源：鲍恺婧《低温锂离子电池的研究进展》、海科新源招股书、开源证券研究所

我们预计 2025 年全球锂电池电解液溶剂用量达到 185 万吨，其中 EC、EMC、DMC、DEC、PC 用量分别为 58、42、62、12、12 万吨。

**关键假设：**（1）根据前文电解液出货量预测的相关假设，2025 年磷酸铁锂电池出货量预计为 1535GWh，三元电池为 585GWh；

（2）我们预计电解液溶剂质量占比为 80%，其中各类型溶剂用量根据各厂商电解液配方有所差异，由于磷酸铁锂电池注重改善导电性，DMC 用量会更大，而三元电池注重改善低温性能，EMC 用量会更大，我们按照 **EC、DMC、EMC、DEC、PC 分别占在铁锂电池电解液质量比例 25%、30%、15%、5%、5%，占三元电解液质量比 25%、15%、30%、5%、5%来进行测算。**

表10：2025 年全球锂电池电解液溶剂用量预计达到 185 万吨

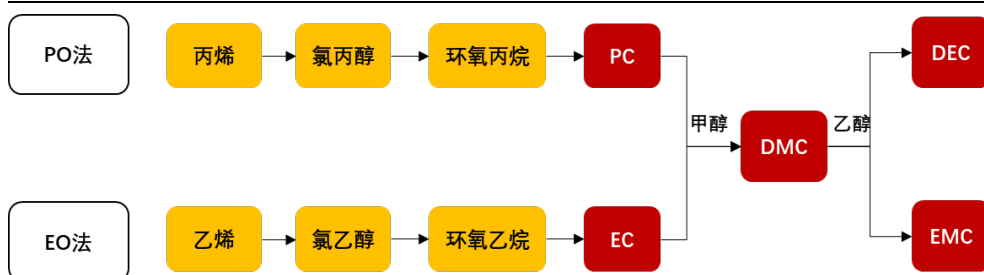
	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
磷酸铁锂电池需求合计 (GWh)	137	337	594	1025	1535
磷酸铁锂电池电解液单 GWh 用量 (吨)	1200	1200	1200	1200	1200
磷酸铁锂电池 EC 用量 (万吨)	4	10	18	31	46
磷酸铁锂电池 EMC 用量 (万吨)	2	6	11	18	28
磷酸铁锂电池 DMC 用量 (万吨)	5	12	21	37	55
磷酸铁锂电池 DEC 用量 (万吨)	1	2	4	6	9
磷酸铁锂电池 PC 用量 (万吨)	1	2	4	6	9
三元电池需求合计 (GWh)	242	328	370	426	585
三元电池电解液单 GWh 用量 (吨)	800	800	800	800	800
三元电池 EC 用量 (万吨)	5	7	7	9	12
三元电池 EMC 用量 (万吨)	6	8	9	10	14
三元电池 DMC 用量 (万吨)	3	4	4	5	7
三元电池 DEC 用量 (万吨)	1	1	1	2	2

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
三元电池 PC 用量 (万吨)	1	1	1	2	2
全球电池 EC 用量合计 (万吨)	9	17	25	39	58
全球电池 EMC 用量合计 (万吨)	8	14	20	29	42
全球电池 DMC 用量合计 (万吨)	8	16	26	42	62
全球电池 DEC 用量合计 (万吨)	2	3	5	8	12
全球电池 PC 用量合计 (万吨)	2	3	5	8	12
<b>全球锂电池电解液溶剂用量合计 (万吨)</b>	<b>29</b>	<b>53</b>	<b>81</b>	<b>126</b>	<b>185</b>

数据来源：各国汽车工业协会、GGII、《储能产业研究白皮书 2021》、《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》、开源证券研究所

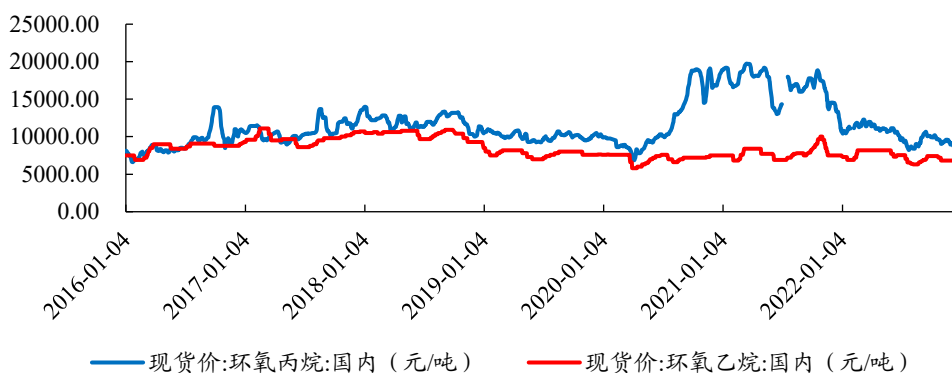
DMC 是电解液溶液枢纽型原料，目前多用 PO 法生产，由于 EO 法原材料来源稳定，未来有望呈现双技术路线共进的格局。DMC 为电解液溶液枢纽型原料，DEC 及 EMC 通常由 DMC 加乙醇制成。目前 DMC 的生产工艺有 PO 法和 EO 法，EO 路线对产线联动要求较高，现阶段主要企业产率不高，现阶段采用 PO 法的厂商居多。但由于 EO 主要由乙烯类产品制取，上游原材料来源广泛，原材料价格更稳定，未来随着 EO 路线成熟有望呈现双技术路线共进的格局。

图12: DMC 是电解液溶剂枢纽型原料



资料来源：陈中《碳酸二甲酯的生产技术综述》、开源证券研究所

图13: EO 法的原材料环氧乙烷的价格更稳定

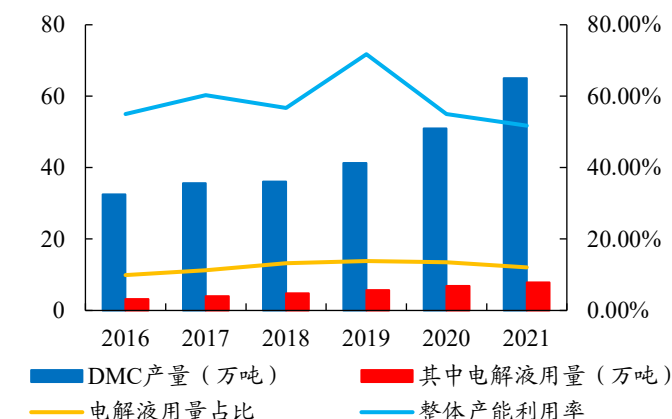


数据来源：Wind、开源证券研究所

DMC 整体供应较为充分，电池级要求较高，2022 年下半年电池级 DMC 供应从紧平衡趋松。DMC 整体产能利用率在 50-80%间，供应较为充分，由于工业级 DMC 纯度要求 99.9%，而电池级纯度要求 99.99%乃至 99.999%，且 2020 年起下游景气度提升，电池级 DMC 进入供应紧平衡状态。2022 年下半年起由于石大胜华、海科新源等头部企业加速扩产，同时工业 DMC 龙头华鲁恒升进行产线改造提升品质，电池

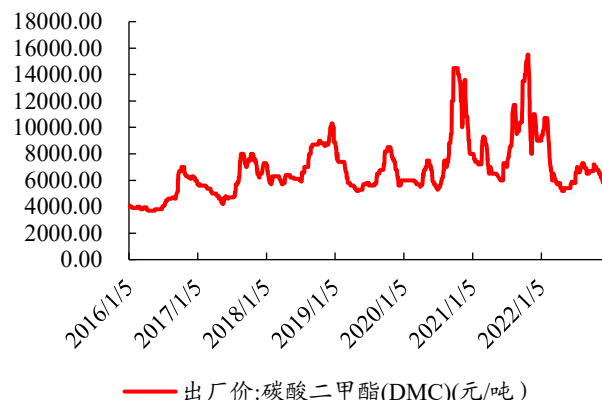
级 DMC 供给趋松，2022 年下半年起价格处在低位运行。

图14: DMC 下游应用领域中电解液占比较低



数据来源: 华经产业研究院、智研咨询、开源证券研究所

图15: 2022 年下半年 DMC 价格在低位运行



数据来源: Wind、开源证券研究所

## 4、添加剂: VC、FEC 用量大, 电解液头部企业布局新型添加剂

电解液添加剂按功能可以分成 5 类, 其中用量最大的为 VC、FEC 等成膜添加剂。电解液添加剂具有用量小、单位价值高、对电池性能改善明显等特征, 研发和添加合适的添加剂可以定向优化电池的导电率、安全性、高低温性能, 是电解液体系中的关键原料。其中用量最大的为 VC、FEC 等成膜添加剂, 可以帮助生成负极的 SEI 膜, 一方面可以阻止溶剂分子进入对电极造成破坏, 另一方面可以阻止电解液在表面的进一步氧化分解。

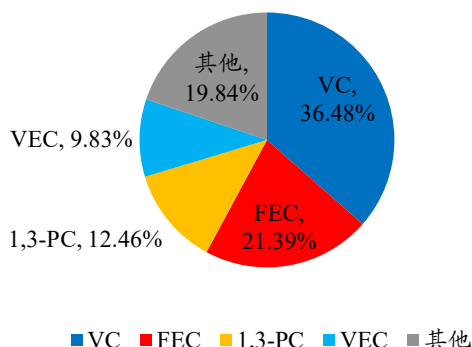
表11: 电解液添加剂按功能可以分为 5 类

添加剂种类	主要功能	代表性产品
成膜添加剂	帮助在负极表面形成稳定的 SEI 膜, 优良的 SEI 膜可以允许锂离子自由进出而抑制溶剂分子进入对电极造成破坏	VC、FEC、VEC、LiBOB
阻燃添加剂	添加一些高沸点、高闪点、不易燃的物质, 提高电池的稳定性及安全性	有机磷系化合物、含氮化合物、卤代有机物等
高低温添加剂	扩宽电池的温度使用范围, 提升电池在高低温时的循环及倍率性能	LiBOB、含氟碳酸酯等
过充电保护添加剂	在锂电池充满电或即将过充时, 起到在正极氧化、负极还原的作用, 防止电极直接遭到破坏	FBP 等
控制水和 HF 含量的添加剂	六氟磷酸锂容易与水反应生成 HF, 需要降低水和 HF 的含量提高电池稳定性	氧化铝、氧化镁、氧化钡等

资料来源: 华盛锂电招股说明书、开源证券研究所



图16: VC 及 FEC 为用量最大的两类添加剂 (2019 年)

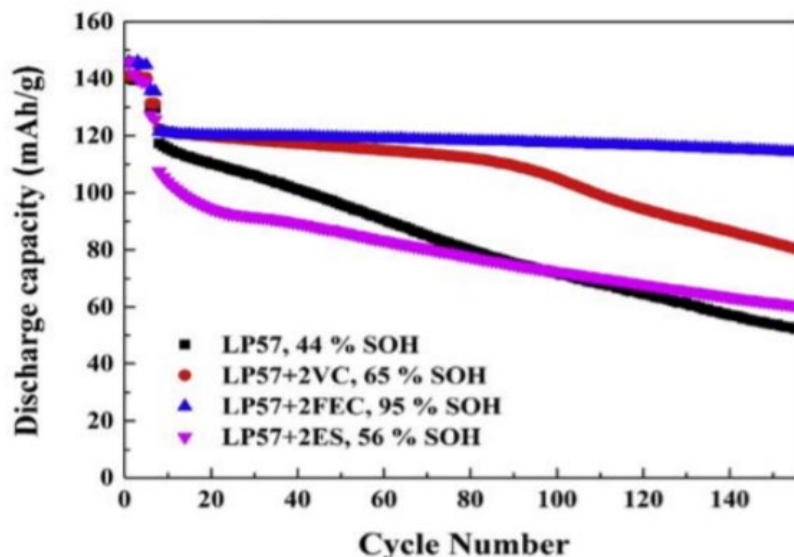


数据来源: 华盛锂电招股说明书、开源证券研究所

添加 VC 及 FEC 能明显提高正极材料容量及循环性能。德国明斯特大学的 Yunxian Qian 等人实验发现, 添加 VC 和 FEC 的样品相比于空白对照组和添加亚硫酸乙烯酯 (ES) 的组, 首次放电容量从 108mAh 提升到 121mAh/g; 在循环性能上, 循环 150 次后, 添加 FEC 的样品, 容量达到 114mAh/g, 而对照组剩余容量不足 80mAh/g。

图17: 添加 VC 及 FEC 能明显提高正极材料容量及循环性能

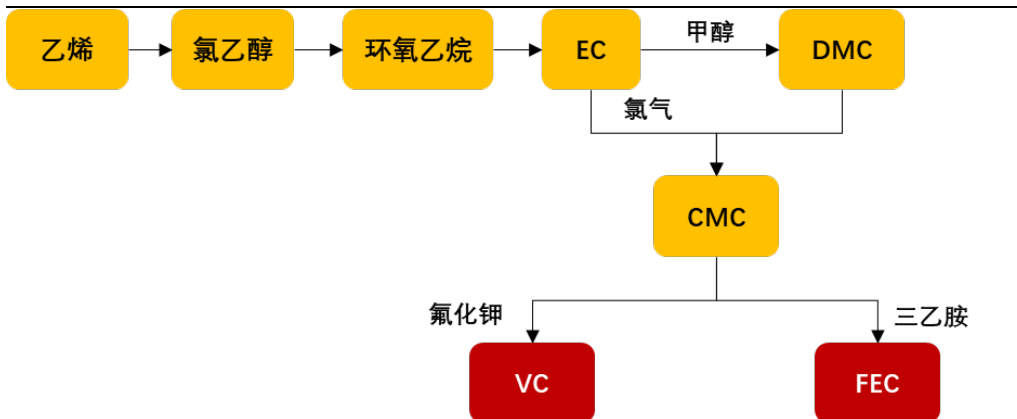
图: 四种电解液体系下的循环性能测试



资料来源: 《Influence of electrolyte additives on the cathode electrolyte interphase (CEI) formation on LiNi1/3Mn1/3Co1/3O2 in half cells with Li metal counter electrode》( Journal of power sources, 2016 )

VC、FEC 原料为溶剂体系及常用化工原料, 但产品纯度要求较高, 同时原料含有有毒化学品, 扩产周期较长。VC 及 FEC 原料主要为 EC、DMC 等电解液溶剂以及氟化钾、三乙胺等常用化工原料, 原料来源较为充足。但由于产品对纯度、色度 (主要衡量重金属离子含量)、水份要求高, 且当前大规模生产时产品收率较低, 龙头经过工艺改良后 VC 和 FEC 的收率仅达到 70%、90%, 进入壁垒较高; 此外由于原料含有三乙胺、氢氟酸等有毒化学品, 审批较慢, 扩产周期较长。

图18: VC、FEC 原料为溶剂体系及常用化工原料



资料来源: 华盛锂电招股说明书、开源证券研究所

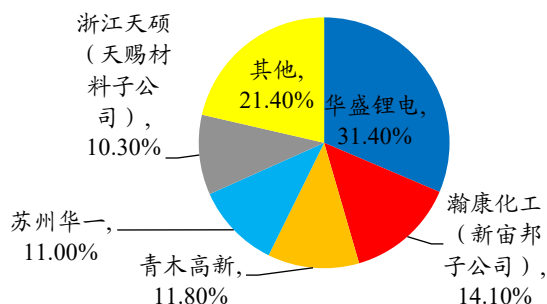
表12: VC 及 FEC 产品纯度要求较高

公司	产品	纯度	色度 (Hazen)	水份 (ppm)
瀚康化工 (新宙邦子公司)	VC	≥99.995%	≤10	≤10
	FEC	≥99.95%	≤10	≤10
荣成青木	VC	≥99.999%	≤10	≤15
	FEC	≥99.95%	≤10	≤30
苏州华一	VC	≥99.999%	≤10	≤20
	FEC	≥99.98%	≤10	≤10
华盛锂电	VC	≥99.99%	8	7
	FEC	≥99.99%	8	4

数据来源: 华盛锂电招股说明书、华一新能招股说明书、开源证券研究所

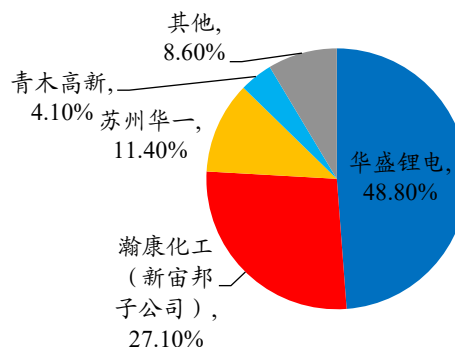
由于进入壁垒较高,扩产周期长,VC 及 FEC 市场份额呈现较为集中化的格局。国内市占率排名前列的企业中,瀚康化工及浙江天硕分别为电解液头部企业新宙邦、天赐材料的子公司,主要自供;华盛锂电及苏州华一凭借在 VC 及 FEC 的技术积累获得先发优势,取得较大份额,其中龙头华盛锂电在 2020 年的 FEC 市场中占据接近一半份额。

图19: 2020 年国内 VC 市场份额较为集中



数据来源: 华经产业研究院、开源证券研究所

图20: 2020 年国内 FEC 市场份额集中



数据来源: 华经产业研究院、开源证券研究所

VC、FEC 各有优劣势,适合混搭使用,VC 更适合磷酸铁锂电池, FEC 更适合三元电池。VC 的优势在于除了不仅有助于在石墨负极形成优异的 SEI 膜,而且可以在正极形成性能相当的 CEI 膜,但高温性能较差,在当前三元电池的高压环境下容易引起阻抗增加,通常在磷酸铁锂电池中添加较多; FEC 的优势在于成的 SEI 膜

致密稳定，可以提高电池低温性能，但单独使用 FEC 可能导致电池循环寿命下降，通常在三元电池中添加较多。

表13: VC、FEC 各有优劣势，适合混搭使用

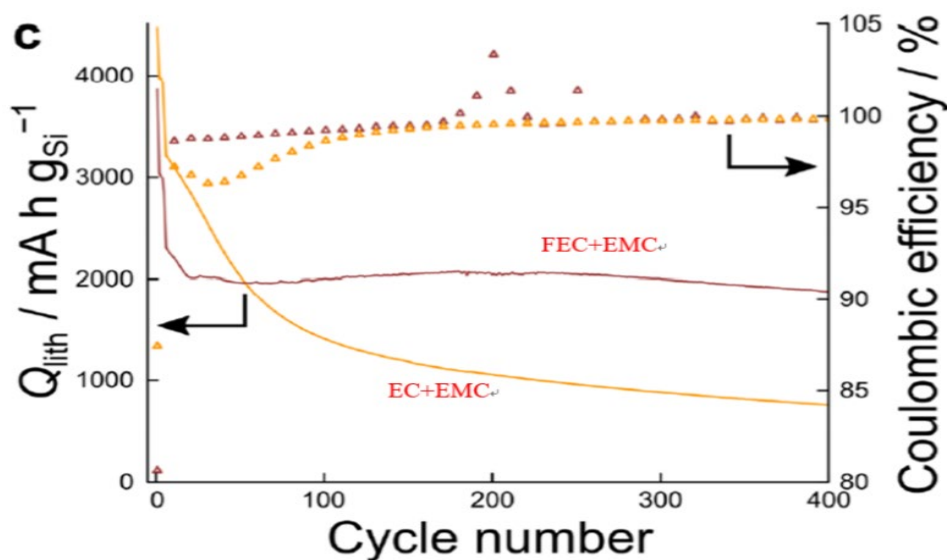
产品	优势	劣势
VC	可以帮助正负极成膜；成膜的质量较低有利于达到更高的能量密度	高压下容易引起阻抗增加倍率性能更差；高温性能较差
FEC	成的 SEI 膜致密稳定，可以提高电池低温性能	充放电之间的过电势增加，单独使用 FEC 可能导致电池循环性能下降

资料来源：胡华坤《锂离子电池电解液 SEI 成膜添加剂的研究进展》、开源证券研究所

**FEC 与硅基负极适配性高。**因为 FEC 可以先于碳酸酯类溶剂在负极表面形成薄且稳定的 SEI 膜，抑制碳酸酯类溶剂的分解及硅负极的氧化，其产物具有良好的柔性对硅负极体积膨胀具有一定的缓冲作用，对高镍/硅基全电池的放电容量、首次库伦效率、循环寿命都有明显的提升。德国吉森大学的 Alexander Schiele 等人的实验表明硅基负极锂电池体系添加 FEC 后首效可以从 81% 提升到 87%，400 次循环后电池容量从 760mAh/g 提升至 1880mA/g。

**硅基负极的使用或将导致 FEC 用量提升。**硅在充放电时容易产生膨胀，硅表面的 SEI 膜容易不断变形、破裂，暴露出部分硅表面会形成新的 SEI 膜，导致 FEC 的消耗量及用量上升。

图21: FEC 对硅基负极性能改善明显



资料来源：《The critical role of fluoroethylene carbonate in the gassing of silicon anodes for lithium-ion batteries》(ACS energy letters, 2017)

2025 年 VC、FEC 需求量预计分别达到 5.76 万吨、6.07 万吨。

**关键假设：**(1) 根据前文电解液出货量预测的相关假设，2025 年磷酸铁锂电池出货量预计为 1535GWh，三元电池为 585GWh；

(2) VC 在磷酸铁锂电池中添加量较大，我们按照在磷酸铁锂电池电解液添加比例 3%，在三元中 0.5% 进行测算；FEC 在三元电池中添加量较大，在三元电池中添加比例未来随着 4680 硅基负极体系的渗透率提升有望快速提升，此外 FEC 在 4.5V

高电压电池中有望作为电解液溶剂使用，我们按照在磷酸铁锂电池电解液添加比例 0.5%，在三元中从 2%逐步提升到 11%进行测算。

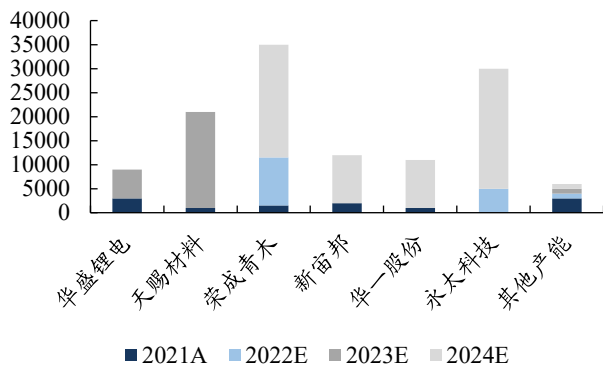
表14: 2025 年 VC、FEC 需求量预计分别达到 5.76 万吨、6.07 万吨

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
磷酸铁锂电池需求合计 (GWh)	137	337	594	1025	1535
磷酸铁锂电池电解液单 GWh 用量 (吨)	1200	1200	1200	1200	1200
磷酸铁锂电池电解液 VC 比例	3%	3%	3%	3%	3%
磷酸铁锂电池电解液 FEC 比例	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
三元电池需求合计 (GWh)	242	328	370	426	585
三元电池电解液单 GWh 用量 (吨)	800	800	800	800	800
三元电池电解液 VC 比例	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
三元电池电解液 FEC 比例	2.00%	2.00%	5.00%	8.00%	11.00%
<b>全球 VC 用量合计 (万吨)</b>	0.59	1.34	2.29	3.86	5.76
<b>全球 FEC 用量合计 (万吨)</b>	0.47	0.73	1.84	3.34	6.07

数据来源: 各国汽车工业协会、GGII、《储能产业研究白皮书 2021》、《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》、开源证券研究所

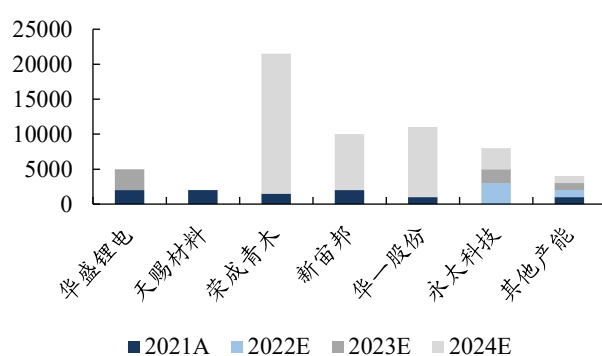
各厂商大规模规划 VC 及 FEC 产能。其中现在添加剂龙头华盛锂电 IPO 规划的 6000 吨 VC 及 3000 吨 FEC 有望于 2023 年投产; 天赐材料 2021 年 9 月 29 日公告的 4.1 万吨锂离子电池材料项目中包含 2 万吨 VC 产能, 预计将于 2023 年投产; 荣成青木被巨元生物收购后与宁德时代合资规划 2.5 万吨 VC 产能, 远期规划总产能包括 4 万吨 VC、2 万吨 FEC; 新宙邦在江苏瀚康规划的 5.96 万吨添加剂项目中包含 1 万吨 VC 及 0.8 万吨 FEC; 华一股份 IPO 项目中 VC、FEC 各规划 1 万吨, 预计将于 2024 年投产。

图22: 各厂商大力规划 VC 扩产 (吨)



数据来源: 各公司公告、开源证券研究所

图23: 各厂商大力规划 FEC 扩产 (吨)



数据来源: 各公司公告、开源证券研究所

天赐材料正在规划量产新型成膜添加剂, 未来需求放量后有望获得先发优势和技术溢价。除现在批量使用的 VC 及 FEC 外, 电解液厂商也在新型添加剂的研发上展开竞争。天赐材料正在规划量产 DTD、二氟磷酸锂、ODFP、TMSP 等多种新型成膜添加剂, 未来若相关需求放量有望获得先发优势和技术溢价。

表15: 天赐材料规划量产新型成膜添加剂

添加剂种类	添加剂作用	产能规划	公告日期
硫酸乙烯酯 (DTD)	提高电池高温循环、高温储存和低温放电性能	6000 吨	2021.8.24

添加剂种类	添加剂作用	产能规划	公告日期
二氟磷酸锂 (LiPO <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )	可有效提高电池的循环性能及高温存储性能	5000 吨	2021.8.24
二氟双草酸磷酸 锂 (LiODFP)	可以显著提高锂电池的高温循环性能及低温输出特性	10000 吨	2021.8.24
三甲基硅烷基磷 酸酯 (TMSP)	能够在高电位下在电池正极表面被氧化分解,生成一层富含导电锂离子性能好的硅酸盐和电化 学稳定的无机碳酸锂,且电解液主要分解产物(有机碳酸锂和氟化锂)含量较少的正极固体 电解质界面(SEI)膜,能够很好的降低充放电过程的极化电压,使材料能够在电压循环时仍 然保持良好的循环性能和倍率性能	2000 吨	2022.4.15 (可转债 预案)

资料来源:天赐材料公告、开源证券研究所

**新宙邦通过分子模拟设计出新型综合性添加剂。**2022年11月23日新宙邦在新品发布会上发布通过第一性原理计算方式设计出 SCT2584 新型添加剂,能够在正极材料表面形成非常致密并且稳定的界面膜,可以降低金属离子溶出,抑制界面副反应,能够改善电池高低温性能,提升循环,综合性能强。

**表16: 新宙邦推出自主研发的创新性综合性添加剂**

产品名称	工作原理	产品优势
SCT2584	能够在正极材料表面形成非常致密并且稳定的界面膜,可以降低金属离子溶出,抑制界面副反应,从而稳定正极结构,进而提升电池性能	产品综合性强,能改善高低温性能,提升循环,在不同体系里可以分别替代 DTD、PS、二氟磷酸锂

资料来源:GGII、开源证券研究所

**瑞泰新材专注研发锂盐型添加剂。**瑞泰新材子公司超威新材主要研发锂盐型添加剂,包括双三氟甲基磺酰亚胺锂(LiTFSI)、二氟草酸硼酸锂(LiDFOB)以及三氟甲磺酸锂(LiCF<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>),研发门槛较高。其中 TFSI 综合性能较好,作为添加剂使用可以提升电池低温性能;DFOB 可以提升电池高温循环及低温输出性能;三氟甲磺酸锂吸水性和循环性能强,可以用在固态电解质中改善电解质与负极的钝化层结构问题。

**表17: 瑞泰新材专注研发锂盐型添加剂**

添加剂产品	作为盐类产品优势	作为添加剂提升性能
双三氟甲基磺酰亚胺 (LiTFSI)	具有较高的电化学稳定性和电导率,而且在较高的电压下对铝集流体没有腐蚀作用,而且不与水反应,可以抑制气体生成,不会产生电池的气胀问题	低温性能
二氟草酸硼酸锂 (LiDFOB)	高低温性能优异、工作温限宽、热稳定性好	可以显著提高锂电池的高温循环性能及低温输出特性
三氟甲磺酸锂 (LiCF <sub>3</sub> SO <sub>3</sub> )	电导率和电化学稳定性不如 LiPF <sub>6</sub> ,但其热稳定性,吸水分解性、循环性能等都高于 LiPF <sub>6</sub> ,当其应用于固体电解质时,由于其稳定的阴离子会使电解质与负极材料界面间的钝化层结构和组成得到改善,有利于电解质、钝化膜、电极的稳定	循环性能

资料来源:瑞泰新材招股说明书、Chemical Book 网、鲍恺婧《低温锂离子电池的研究进展》、开源证券研究所



## 5、LiFSI、高电压电解液、钠电电解液等新产品有望贡献超额利润

### 5.1、LiFSI: 工艺路线较为一致, 未来收率或成为核心竞争要素

LiFSI 相比 LiPF<sub>6</sub> 具有高分解温度、更高的电导率和更好的化学稳定性, 能够提升电池的低温性能、循环寿命、耐高温性能。LiFSI 作为电解液溶质锂盐具有高导电率、高化学稳定性、高热稳定性的优点, 在电解液中添加 LiFSI 能够提升电池的低温性能、安全性、循环寿命, 在宽温带、长寿命、高安全等类型电池中添加量更高。

表18: LiFSI 相比 LiPF<sub>6</sub> 具有高分解温度、更高的电导率和更好的化学稳定性

	LiFSI	LiPF <sub>6</sub>	
基础物性	分解温度	>200℃	>80℃
	氧化电压	<4.5V	>5V
	溶解度	易溶	易溶
	电导率	最高	较高
	化学稳定性	较稳定	差
	热稳定性	较好	差
电池性能	低温性能	好	一般
	循环寿命	高	一般
	耐高温性能	好	差
成本	合成工艺	复杂	简单
	成本	高	低

资料来源: 康鹏科技招股说明书、开源证券研究所

FSI 的高稳定性与高镍三元较适配, 未来 4680 电池放量有望提升 FSI 用量。由于 LiFSi 对水份很敏感, 容易与水反应生成 HF 腐蚀电池内部器件, 需要添加其他抑制腐蚀的锂盐, 提高成本的同时降低了电解液整体倍率性能, 因此当前作为副盐使用。由于镍属于活泼性元素, 高镍电池的热稳定性较差, 对电解液的稳定性有更高要求, 因此 FSI 与高镍电池比较适配。

#### 2025 年 LiFSI 需求量预计超过 4 万吨。

**关键假设:** (1) 根据前文电解液出货量预测的相关假设, 2025 年磷酸铁锂电池出货量预计为 1535GWh, 三元电池为 585GWh;

(2) 三元电池对电解液的稳定性要求更高, 所以在三元电池中 FSI 用量更高。而未来随着三元中超高镍电池及 4680 电池比例提升, FSI 用量有望进一步提升, 我们按照 FSI 在磷酸铁锂电解液的添加比例保持在 1%, 在三元电解液中添加比例从 2% 提升至 2025 年的 5% 进行测算。

表19: 2025 年全球锂电池 LiFSI 用量预计超过 4 万吨

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
磷酸铁锂电池需求合计 (GWh)	137	337	594	1025	1535

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
磷酸铁锂电池电解液单 GWh 用量 (吨)	1200	1200	1200	1200	1200
磷酸铁锂电池电解液 FSI 添加比例	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
三元电池需求合计 (GWh)	242	328	370	426	585
三元电池电解液单 GWh 用量 (吨)	800	800	800	800	800
三元电池电解液 FSI 添加比例	2.00%	2.00%	3.00%	4.00%	5.00%
<b>全球 LiFSI 用量合计 (万吨)</b>	<b>0.55</b>	<b>0.93</b>	<b>1.60</b>	<b>2.59</b>	<b>4.18</b>

数据来源：各国汽车工业协会、GGII、《储能产业研究白皮书 2021》、《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》、开源证券研究所

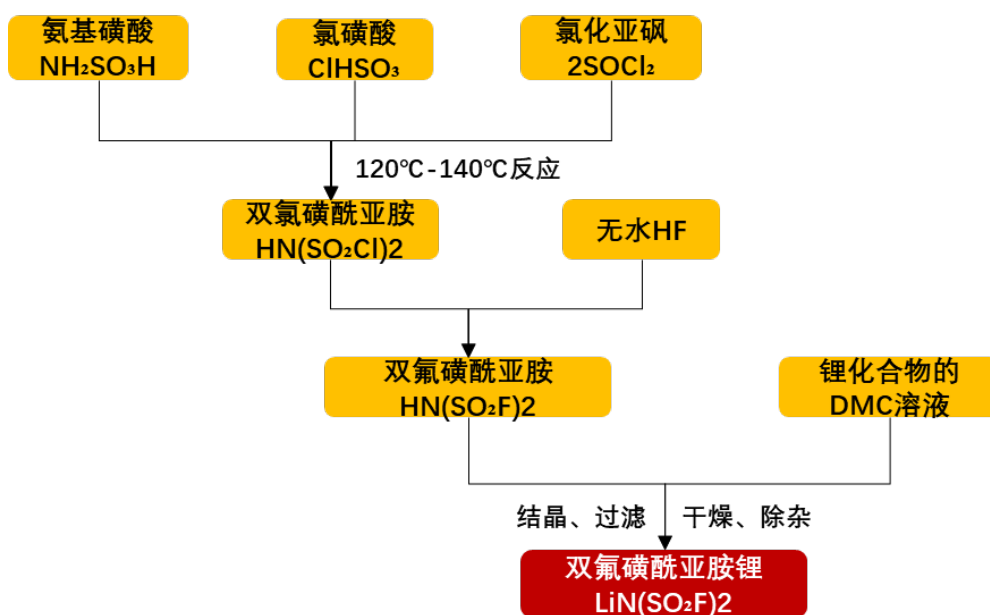
目前合计规划 LiFSI 产能超过 20 万吨。天赐材料、多氟多、时代思康、永太科技、康鹏科技、深圳研一等企业看好 LiFSI 的应用前景，均规划了上万吨级的产能。

表20：目前规划 LiFSI 产能超过 20 万吨

公司名称 (单位: 吨)	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
天赐材料	2300	6300	56300	76300	76300
多氟多	1600	4600	11600	31600	51600
新宙邦	200	1000	1800	2600	2600
永太科技	500	1000	11000	22000	22000
时代思康	10000	20000	30000	40000	50000
康鹏科技	1700	1700	1700	16700	16700
深圳研一	\	\	\	10000	10000
如鲲新材	1000	1000	1500	2500	3500
华盛锂电	\	\	500	3000	3000
韩国天宝	740	740	740	740	740
日本触媒	300	300	300	300	300
其他	200	1000	1500	2250	3375
<b>合计产能</b>	<b>18540</b>	<b>37640</b>	<b>116940</b>	<b>207990</b>	<b>240115</b>

数据来源：康鹏科技招股说明书、开源证券研究所

LiFSI 的主流合成方法为氯磺酸法，分成氯化、氟化、锂化三个步骤。第一步采用氨基磺酸、氯磺酸、氯化亚砷为原料，反应生成双氯磺酰亚胺；第二步加入无水氢氟酸与双氯磺酰亚胺反应生成双氟磺酰亚胺；第三步加入碳酸锂/氢氧化锂/氯化锂的 DMC 溶液反应生成液态 LiFSI，结晶过滤干燥除杂后可以得到固态 LiFSI。

**图24: LiFSI 的主流合成方法为氯磺酸法**


资料来源：胡锋波《双（氟代磺酰）亚胺及其盐的制备、性能与应用进展》、开源证券研究所

工艺路线较为一致，未来收率会成为行业核心壁垒及成本竞争核心要素。LiFSI 壁垒一方面在于电池级产品对纯度及精度要求高，另一方面是反应相对复杂，当前工艺成熟度不够，产品收率较低。由于行业各厂商工艺路线多为氯磺酸法，较为一致，未来收率上的竞争会成为成本的核心竞争要素。

## 5.2、高电压电解液：需要新型添加剂及溶剂体系，超前研发掌握配方的电解液厂商有望获得先发优势

当电压高于 4.3V 时，电解液需要添加新型添加剂改善正极成膜性能。当电压升高到超过 4.3V 时，溶剂会与高电压的正极发生副反应，使正极材料中的过渡金属溶出，并产生大量气体，大幅降低电池的容量和安全性能。因此需要添加成膜类添加剂与正极材料反应生成稳定且不会显著增加阻抗的 CEI 膜，提高电解液与正极材料的稳定性。

**表21: 高电压电解液需要加入新型添加剂改善正极成膜性能**

添加剂种类	成膜特点
含硼类	常规电解液随着循环次数增加会逐步在正极形成有 LiF 存在的高阻抗 CEI 膜，而含硼类化合物可以提高 LiF 的溶解度，降低膜的阻抗
亚磷酸酯类	可以在正极表面优先发生氧化，形成较薄的 CEI 膜
含氟烷基	添加剂在循环过程中可以形成双层钝化膜，减少电极表面的氧化分解
含硫类	会在正极表面形成聚合物膜，在高电压下也能维持较低的界面阻抗
苯的衍生物	提高电解液稳定性

资料来源：GGII、开源证券研究所

当电压高于 4.5V 时，电解液需要新的溶剂体系。碳酸酯类溶剂受到正极材料中过渡金属离子的催化作用时，在 4.5V 的电压下就会氧化分解导致电池性能的快速恶化。因此当电压高于 4.5V 时，需要开发新型的溶剂体系，目前主流的方案有三种，其中 FEC 类氟代碳酸酯不仅能提高电解液抗氧化能力，还能提高电解液的成膜能力，

目前应用较为成熟；砒类溶剂因为难以成膜需要与碳酸酯类溶剂混搭使用，腈类溶剂因为与石墨负极不相兼容需要添加较多 SEI 成膜添加剂进行使用。

**表22: 4.5V 以上高电压电解液替代溶剂方案主要有三种**

溶剂种类	氧化电位 (V)	优势	使用障碍	可行解决方案
砒类溶剂	>5	高介电常数、宽电化学窗口	合成过程复杂、熔点高、粘度 高、难形成稳定 SEI 膜	与当前碳酸酯类溶剂混搭 使用
腈类溶剂	>6	优秀的热稳定性及抗氧化能 力	沸点低、与石墨负极不相兼 容 (循环会快速下降)	添加 SEI 成膜添加剂
氟代碳酸酯	>4.6	不仅能提高抗氧化稳定性, 还能参与 SEI 膜成膜过程	\	如 FEC 目前已作为添加剂 使用

资料来源: 赵冬妮《高电压电解液体系优化及功能型添加剂的构效关系研究》、开源证券研究所

**当前产业链主要开展 4.4-4.45V 电解液研究, 添加剂以腈基化合物、硫酸酯为主, 溶剂以 FEC、砒类溶剂为主。**

**表23: 电解液厂商及电池厂均开展高电压电解液专利布局**

公司	新型添加剂选择	新型溶剂选择	效果
天赐材料	氟基磺酸酯	\	2.7-4.4V 充放电区间 0.5C 倍率下 300 次循环后容量保持率从 44% 提升至 92%
新宙邦	DTD、FEC	\	3.0-4.35V 充放电区间 1C 倍率下 300 次循环后容量保持率从 60.5% 提升至 75.2%
杉杉股份	腈基化合物、硫酸酯锂盐	硅代有机溶剂	4.45V 电压下 0.25C 倍率 300 次循环后容量保持率从 74.3% 提升至最高 87.3%
华盛锂电	二氟草酸硼酸锂	FEC	3.5-4.9V 电位区间内 0.2C 倍率 200 次循环后容量保持率从 63% 提升至 90%
华为	二乙基亚磷酸锂	\	3.5-4.9V 电位区间内 0.1C 倍率 20 次循环后容量保持率从 82% 提升至 94%
国轩高科	杂环腈类	\	3.0-4.45V 电压范围 1C 倍率 500 次循环后容量保持率从 75% 提升至 92%
天津金牛	\	FEC、砒类溶剂	3.0-4.7V 充放电区间 1C 倍率下 200 次循环后容量保持率从 65% 提升至 95%
欣旺达	腈基化合物、硫酸酯锂盐	\	3-4.5V 充放电区间 0.5C 倍率下 300 次循环后容量保持率从 58% 提升至 82%
亿纬锂能	DTD、TFSI	\	2.75-4.4V 充放电区间 1C 倍率下 1000 次循环后容量保持率从 58% 提升至 98%

资料来源: 知识产权网、开源证券研究所

### 5.3、钠电电解液: 溶质赛道中六氟磷酸锂老玩家具备工艺优势, 溶剂赛道中羧酸类及醚类溶剂比例有望提升

六氟磷酸钠是当前钠离子电池主选钠盐, 高氯酸钠有望成为副盐。由于六氟磷酸钠具有电导率、成膜性能好的优点, 综合性能较好, 是当前钠离子电池主选钠盐。而高氯酸钠能提升电池的热稳定性及首效, 但难以干燥且易燃易爆, 对纯度要求较高, 后续提纯工艺提升后有望成为副盐。

**表24: 六氟磷酸钠具有电导率高、成膜性能好的优点**

钠盐种类	简称	电导率 (mS/cm)	热分解温度 (°C)	优点	缺点
六氟磷酸钠	NaPF <sub>6</sub>	7.98	302	电导率高, 成膜性能好	容易与水反应产生 HF 损害电池性能
高氯酸钠	NaClO <sub>4</sub>	6.4	472	热稳定性高, 首效高, 价格较低	难以干燥且易爆
双三氟甲磺酰亚胺钠	NaTFSI	6.2	263	化学稳定性较高, 无毒	对铝箔集流体有腐蚀作用
双氟磺酰亚胺钠	NaFSI	\	160		

资料来源: 张福明《有机电解液在钠离子电池中的研究进展》、开源证券研究所

钠离子电导率较高, 电解液可以选用羧酸类、醚类等溶剂提升高低温性能。锂离子电池的溶剂选择上首要考虑介电常数、粘度等影响导电性的指标, 而由于钠离子电导率较高, 对溶剂的导电性要求更低。羧酸类溶剂可以提升电解液的低温性能, 醚类溶剂可以提升电池的高温性能、首效等, 在钠离子电解液的添加量有望提升。

**表25: 羧酸类、醚类溶剂可以改善电解液低温性能、安全性、首效等**

溶剂种类	优点	缺点
碳酸酯类	导电性及成膜性能好, 通常作为锂电与钠电的主要溶剂	高温易分解, 低温粘度高, 高低温性能较差
羧酸类	凝固点低, 能提升电池低温性能	导电性不足, 热稳定性低
醚类	抗氧化还原能力强, 热稳定性强, 能提升电池安全性; 生成的 SEI 膜较薄且稳定, 能提升电池首效	导电性较差, 在 4V 以上高压下不稳定

资料来源: 张福明《有机电解液在钠离子电池中的研究进展》、钜大锂电网、开源证券研究所

### 2025 年六氟磷酸钠需求量有望超过 6000 吨。

**关键假设:** (1) 随着规模化降本钠离子电池有望相继在二轮车、A00 级、A0 级、表后储能市场得到应用, 我们按 2025 年在四个领域的渗透率分别达到 25%、15%、10%、10%进行预测;

(2) 由于钠离子的电导率较高, 对电解液的浓度要求较低, 我们按照六氟磷酸钠的单耗保持 120 吨/GWh 来进行预测, 对应电解液单耗及六氟磷酸钠在电解液中浓度分别为 1200 吨、10%。

**表26: 2025 年六氟磷酸钠需求有望超过 6000 吨**

	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
国内电动二轮车销量 (万辆)	4100	4715.0	5186.5	5705.2	6275.7
同比	-13.90%	15%	10%	10%	10%
单车带电量 (KWh)	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5
国内电动二轮车电池需求 (GWh)	49.2	59.4	68.6	79.3	91.5
钠离子电池渗透率	0	0.10%	5%	10%	25%
<b>电动二轮车市场钠离子电池需求 (GWh)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>3.4</b>	<b>7.9</b>	<b>22.9</b>
国内 A00 级电动车销量 (万辆)	90.8	115.0	120.8	126.8	133.1
同比	186%	27%	5%	5%	5%
单车带电量 (KWh)	20	20	20	20	20
国内 A00 级电动车电池需求 (GWh)	18.2	23.0	24.2	25.4	26.6

请务必参阅正文后面的信息披露和法律声明

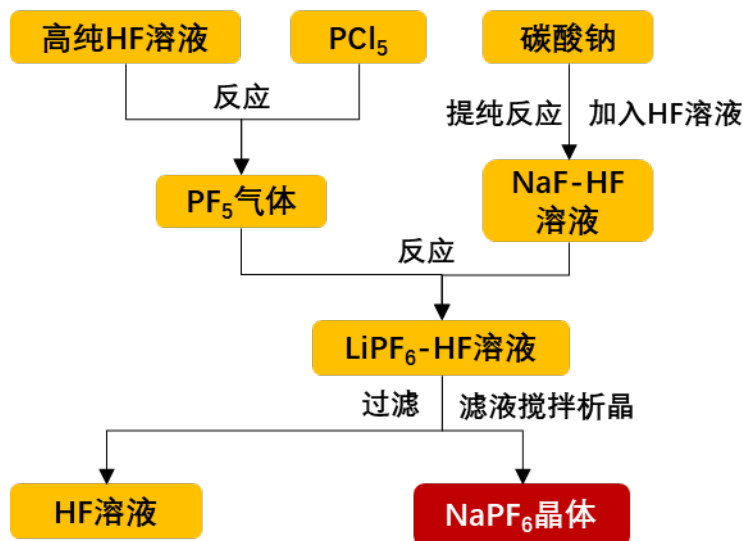


	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
钠离子电池渗透率	0	0	2.0%	5%	15%
<b>A00 级车市场钠离子电池需求 (GWh)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>1.3</b>	<b>4.0</b>
国内 A0 级电动车销量 (万辆)	21.8	57.9	75.2	97.8	127.2
同比	\	165.4%	30.0%	30.0%	30.0%
单车带电量 (KWh)	45	45	45	45	45
国内 A0 级电动车电池需求 (GWh)	9.81	26.04	33.86	44.02	57.22
钠离子电池渗透率	0	0	0.5%	4%	10%
<b>A0 级车市场钠离子电池需求 (GWh)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>1.8</b>	<b>5.7</b>
工商业+户储+通信储能电池需求 (GWh)	18.8	36.0	60.0	110.0	180.0
钠离子电池渗透率	0	0	0.5%	4%	10%
<b>表后储能市场钠离子电池需求 (GWh)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>4.4</b>	<b>18.0</b>
<b>钠离子电池需求合计 (GWh)</b>	<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>4.4</b>	<b>15.4</b>	<b>50.6</b>
六氟磷酸钠单耗 (吨/GWh)	120	120	120	120	120
<b>六氟磷酸钠需求合计 (吨)</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>526</b>	<b>1842</b>	<b>6072</b>
同比增速			7278%	250%	230%

数据来源: GGH、艾媒咨询《2022 年中国两轮电动车行业白皮书》、乘联会、开源证券研究所

六氟磷酸钠在生产工艺上与六氟磷酸锂接近，六氟磷酸锂头部企业竞争优势较强。六氟磷酸钠的生产工艺与六氟磷酸锂接近，都是通过 HF 与五氯化磷制成五氟化磷，再与氟化锂/钠的溶液进行反应生成六氟磷酸锂/钠后进行结晶提纯。六氟磷酸锂的头部厂商在五氯化磷、无水 HF 等原材料生产具备成本优势，同时最后的提纯除杂工艺较为成熟，产品在纯度上有优势，产品性价比上优势明显。

图25: 六氟磷酸钠生产工艺总体上与六氟磷酸锂接近



资料来源: 知识产权网、开源证券研究所

多个厂商开始规划六氟磷酸钠的产能。多氟多目前在河南共规划 2000 吨，在 2022 年底已经形成 1000 吨产能，还具备从六氟磷酸锂产线切换能力；传艺科技自产的六氟磷酸钠一期 5 万吨预计 2023 年 3 月投产；中欣氟材的 1 万吨六氟磷酸钠产能预计 2023 年下半年投产。

**表27: 多个厂商开始规划六氟磷酸钠产能**

厂商	项目详情	产能(万吨)	预计投产时间
	已在河南备案, 2022年已拥有1000吨量产产能		2023-2024年
多氟多	与珠海赛纬合资规划1万吨六氟磷酸锂, 并择机将5000吨切换成六氟磷酸钠	0.7	预计2023年、2024年各投产5000吨六氟磷酸锂或六氟磷酸钠
传艺科技	通过控股孙公司传艺钠电新材料共规划15万吨	15	一期5万吨预计2023年3月投产
中欣氟材	通过全资子公司规划2.1万吨新型电解液材料中含有1万吨六氟磷酸钠	1	预计2023年下半年投产

资料来源: 各公司公告、各公司互动平台回复、证券时报、开源证券研究所

## 6. 投资建议

**电解液主产业链:** 行业进入原料成本竞争阶段, 价格竞争加剧有望率先实现产能出清, 当前凭借原材料自供、工艺优势等建立成本端领先的企业有望保持盈利相对稳定的同时扩充份额。由于锂盐在电解液原料中成本占比高, 因此**首先建议关注在6F凭借工艺形成成本优势的企业, 受益标的天赐材料、多氟多**; 其次添加剂由于在电解液中成本占比小, 但性能提升大, 技术溢价较高, 头部企业新型添加剂的布局仍可以带来超额利润, **建议关注添加剂头部企业及在添加剂研发领先的电解液头部企业, 受益标的新宙邦、瑞泰新材、华盛锂电。**

**电解液新技术:** 钠电电解液主盐为六氟磷酸钠, **建议关注具备工艺优势且积极扩产布局的六氟磷酸锂老玩家, 受益标的新宙邦、多氟多、珠海赛纬**; 高电压电解液需要新型添加剂及溶剂体系, **建议关注在新型添加剂及溶剂体系由超前研发布局的电解液头部企业, 受益标的天赐材料、新宙邦、华盛锂电**; FSI未来良率将成为竞争核心, **建议关注当前已进入大批量产能布局未来有望形成规模效应的头部企业, 受益标的天赐材料、新宙邦。**

**表28: 受益标的估值表**

行业	证券代码	公司简称	评级	收盘价	EPS			PE		
					2022E	2023E	2024E	2022E	2023E	2024E
电解液	002709.SZ	天赐材料	\	44.1	3.00	3.52	4.28	14.7	12.6	10.3
	300037.SZ	新宙邦	\	44.7	4.14	3.04	3.70	10.8	14.7	12.1
	301238.SZ	瑞泰新材	\	26.7	\	\	\	\	\	\
溶质	002407.SZ	多氟多	\	35.7	3.10	4.45	5.98	11.5	8.0	6.0
	002326.SZ	永太科技	\	23.1	1.19	2.39	3.09	19.4	9.7	7.5
溶剂	603026.SH	胜华新材	\	92.8	3.10	8.29	13.06	30.0	11.2	7.1
	600426.SH	华鲁恒升	买入	36.9	3.09	3.36	4.82	11.9	11.0	7.7
添加剂	688353.SH	华盛锂电	\	69.2	6.49	4.24	6.35	10.7	16.3	10.9

数据来源: Wind、开源证券研究所

注: 华鲁恒升盈利预测与估值数据来源于开源证券研究所, 其余来自于Wind一致预期, 收盘价选取日期为2023年2月20日

## 7、风险提示

电动车销量不及预期、行业竞争加剧影响利润风险。

## 特别声明

《证券期货投资者适当性管理办法》、《证券经营机构投资者适当性管理实施指引（试行）》已于2017年7月1日起正式实施。根据上述规定，开源证券评定此研报的风险等级为R3（中风险），因此通过公共平台推送的研报其适用的投资者类别仅限定为专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者。若您并非专业投资者及风险承受能力为C3、C4、C5的普通投资者，请取消阅读，请勿收藏、接收或使用本研报中的任何信息。

因此受限于访问权限的设置，若给您造成不便，烦请见谅！感谢您给予的理解与配合。

## 分析师承诺

负责准备本报告以及撰写本报告的所有研究分析师或工作人员在此保证，本研究报告中关于任何发行商或证券所发表的观点均如实反映分析人员的个人观点。负责准备本报告的分析师获取报酬的评判因素包括研究的质量和准确性、客户的反馈、竞争性因素以及开源证券股份有限公司的整体收益。所有研究分析师或工作人员保证他们报酬的任何一部分不曾与，不与，也将不会与本报告中具体的推荐意见或观点有直接或间接的联系。

## 股票投资评级说明

	评级	说明
证券评级	买入（Buy）	预计相对强于市场表现 20%以上；
	增持（outperform）	预计相对强于市场表现 5%~20%；
	中性（Neutral）	预计相对市场表现在 -5%~+5%之间波动；
	减持（underperform）	预计相对弱于市场表现 5%以下。
行业评级	看好（overweight）	预计行业超越整体市场表现；
	中性（Neutral）	预计行业与整体市场表现基本持平；
	看淡（underperform）	预计行业弱于整体市场表现。

备注：评级标准为以报告日后的6~12个月内，证券相对于市场基准指数的涨跌幅表现，其中A股基准指数为沪深300指数、港股基准指数为恒生指数、新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）、美股基准指数为标普500或纳斯达克综合指数。我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议；投资者买入或者卖出证券的决定取决于个人的实际情况，比如当前的持仓结构以及其他需要考虑的因素。投资者应阅读整篇报告，以获取比较完整的观点与信息，不应仅仅依靠投资评级来推断结论。

## 分析、估值方法的局限性说明

本报告所包含的分析基于各种假设，不同假设可能导致分析结果出现重大不同。本报告采用的各种估值方法及模型均有其局限性，估值结果不保证所涉及证券能够在该价格交易。

## 法律声明

开源证券股份有限公司是经中国证监会批准设立的证券经营机构，已具备证券投资咨询业务资格。

本报告仅供开源证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的机构或个人客户（以下简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告是发送给开源证券客户的，属于商业秘密材料，只有开源证券客户才能参考或使用，如接收人并非开源证券客户，请及时退回并删除。

本报告是基于本公司认为可靠的已公开信息，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、工具、意见及推测只提供给客户作参考之用，并非作为或被视为出售或购买证券或其他金融工具的邀请或向人做出邀请。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。客户应当考虑到本公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。本报告中所指的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。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况，以及（若有必要）咨询独立投资顾问。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司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。若本报告的接收人非本公司的客户，应在基于本报告做出任何投资决定或就本报告要求任何解释前咨询独立投资顾问。

本报告可能附带其它网站的地址或超级链接，对于可能涉及的开源证券网站以外的地址或超级链接，开源证券不对其内容负责。本报告提供这些地址或超级链接的目的纯粹是为了客户使用方便，链接网站的内容不构成本报告的任何部分，客户需自行承担浏览这些网站的费用或风险。

开源证券在法律允许的情况下可参与、投资或持有本报告涉及的证券或进行证券交易，或向本报告涉及的公司提供或争取提供包括投资银行业务在内的服务或业务支持。开源证券可能与本报告涉及的公司之间存在业务关系，并无需事先或在获得业务关系后通知客户。

本报告的版权归本公司所有。本公司对本报告保留一切权利。除非另有书面显示，否则本报告中的所有材料的版权均属本公司。未经本公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。所有本报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

## 开源证券研究所

### 上海

地址：上海市浦东新区世纪大道1788号陆家嘴金控广场1号楼10层  
邮编：200120  
邮箱：research@kysec.cn

### 北京

地址：北京市西城区西直门外大街18号金贸大厦C2座9层  
邮编：100044  
邮箱：research@kysec.cn

### 深圳

地址：深圳市福田区金田路2030号卓越世纪中心1号楼45层  
邮编：518000  
邮箱：research@kysec.cn

### 西安

地址：西安市高新区锦业路1号都市之门B座5层  
邮编：710065  
邮箱：research@kysec.cn