



中国锂电池添加剂行业发展研究白皮书 (2022)



目 录

1. 锂电池添加剂发展概况

- 01 1.1. 定义及分类
- 04 1.2. 行业发展背景
- 05 1.3. 行业现状洞察
- 07 1.4. 行业产能分析

2. 锂电池添加剂产业链概况

- 08 2.1. 产业链图谱
- 09 2.2. 上游
- 09 2.3. 下游

3. 锂电池添加剂成本分析

- 11 3.1. 成本测算表
- 12 3.2. 典型企业成本分析

4. 锂电池添加剂细分产品解读

- 13 4.1. 环状碳酸
- 17 4.2. 有机酯酸
- 17 4.3. 磺酸酯
- 18 4.4. 新型锂盐

5. 锂电池添加剂行业发展趋势判断

- 20 5.1. 技术方向
- 21 5.2. 供需预测

1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.1. 定义与分类

➤ 1.1.1. 定义

锂电池电解液主要由电解质、有机溶剂和添加剂组成，其中，添加剂能够定向改善电解液、锂电池的各项性能，占电解液质量的2-5%，占电解液成本的10-25%。虽然占比不大，但由于不同种类的添加剂性能不同，在电解液的差异化竞争中发挥着重大作用。

图1 锂离子电池工作原理

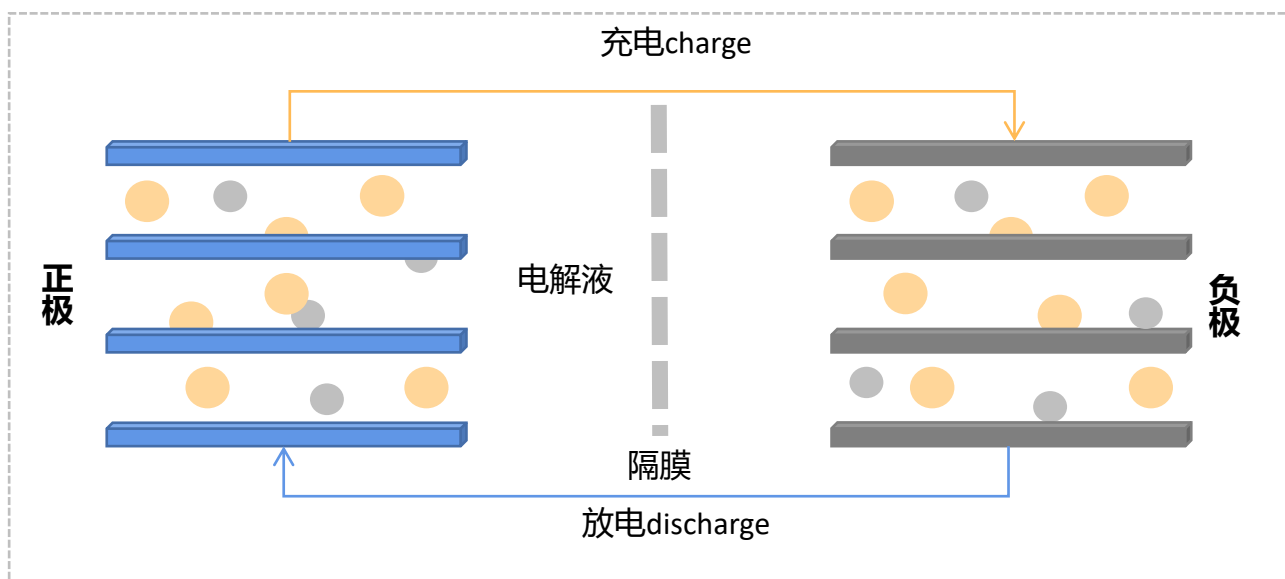
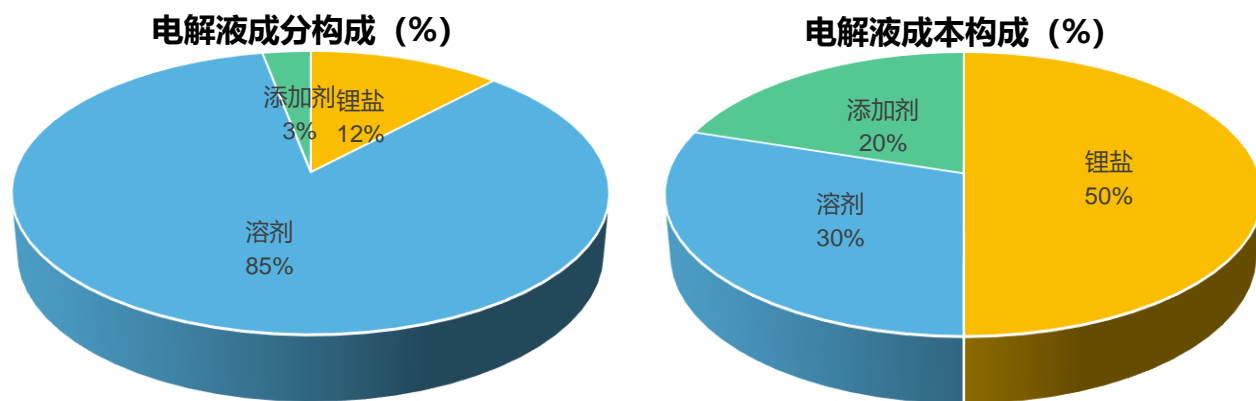


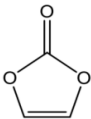
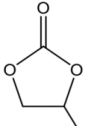
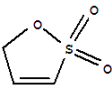
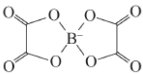

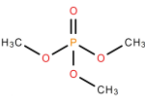
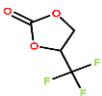
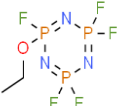
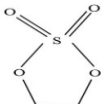
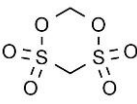
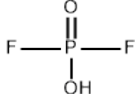
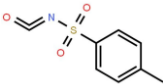
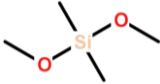
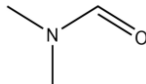
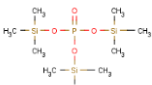
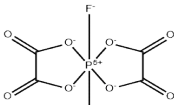
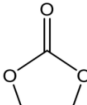
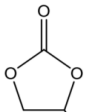
图2 电解液成分&成本构成



1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.1.2. 分类

表1 电解液添加剂类别

类别	常见添加剂	作用
成膜添加剂	   碳酸亚乙烯酯VC 氟代碳酸乙烯酯FEC 1,3-丙磺酸内酯PS	初次充放电时在负极表面形成界面膜（SEI膜），有效抑制电解液与石墨发生反应
高压添加剂	  二草酸硼酸锂LiBOB 二氟草酸硼酸锂LiDFOB	形成阻抗小、厚度薄的阴极界面膜，阻止电解液中溶剂氧化，提高高电压阴极材料的循环稳定性
导电添加剂	颗粒状：导电碳黑、导电石墨 纤维状：纳米碳纤维、碳纳米管、石墨烯	提高电解液导电能力，从而提升电池的充放电性能
阻燃添加剂	   磷酸三甲酯TMP 三氟代甲基碳酸乙烯酯CF3-EC 乙氧基(五氟)环三磷腈TFPN	降低电池放热和自热率，避免电池过热燃烧或爆炸
过充保护添加剂	电聚合添加剂：联苯、环己基苯 氧化还原电对添加剂：金属茂化合物、噻蒾化合物、二甲氧基苯	在正常充电时不参与反应，过充时在正极被氧化，再扩散到负极被还原
高低温性能改良添加剂	   硫酸乙烯酯DTD 甲烷二磺酸亚甲酯MMDS 二氟磷酸锂LiDFP	减少电池膨胀问题、提高电池高低温性能
除酸除水添加剂	   对甲苯磺酰异氰酸酯PTISI 二甲基二甲氧基硅烷DODSi n,n二甲基甲酰胺DMF	抑制/清除HF和水，减少容量衰减，提高电池寿命
多功能添加剂	    三(三甲基硅烷)磷酸酯TMSP 二氟二草酸磷酸锂LiDODFP 碳酸亚乙烯酯VC 氟代碳酸乙烯酯FEC	

1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.1.3. 使用范围

- 市场上成膜添加剂使用广泛、种类繁多，但在使用范围上略有差异。
- 磷酸铁锂电池基本上都是用VC，FEC通常应用在一些高压数码电池上；三元锂电池由于镍活性强，用VC和FEC这类保护负极的添加剂使用的更少。高镍三元体系电解液中VC含量一般在1%以下甚至不添加。

表2 主流电解液添加剂使用范围

添加剂类型	使用范围	用量	解决问题
VC	磷酸铁锂电池、三元锂电池	2%-7%	保护负极
FEC	高压3C电池、三元锂电池	5%-9%	保护负极
1,3-PS	钴酸锂电池、三元锂电池	0.5%-5%	保护负极
MMDS	锰酸锂电池、钴酸锂电池	0.5%-1%	保护正极
DTD	三元锂电池	0.5%-3%	保护正/负极
LiBOB	锰酸锂电池、镍锰钴酸锂电池、三元锂电池	0.5%-3%	保护正极
TMSP	三元锂电池	1%-3%	保护正极
LiFSI	三元锂电池	1%-2%	保护正极
LiFSI	高镍三元锂电池	5%-7%	保护正极

1. 锂电池添加剂发展概况

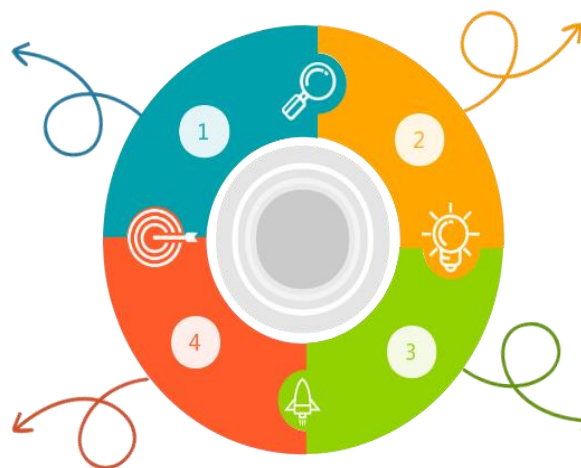
➤ 1.2. 行业发展背景

政策

《产业结构调整指导目录（2019年本）》：鼓励发展“锂离子电池用三元和多元、磷酸铁锂等正极材料、中间相炭微球和硅碳等负极材料、单层与三层复合锂离子电池隔膜、氟代碳酸乙烯酯（FEC）等电解质与添加剂”。

环保

由于在生产过程中会使用到剧毒、易燃易爆或腐蚀性的气体，以及产生大量生产废料，添加剂的环保工程要求严苛，导致建设投产周期长、供给量有限。



市场

下游新能源汽车应用市场火爆，带动电解液需求旺盛。2021年中国电解液产量达50.7万吨，保守预计2025年供给市场将增长至135.7万吨，年复合增长率达29.7%。添加剂作为电解液的重要原料具有巨大发展空间。

技术

高能量密度、高功率电池是未来锂电池发展方向，为了防止电池温度过高，对电解液在改善高温性能方面提出更高要求，促使添加剂技术迭代。

➤ **单一溶剂/锂盐无法达到高性能电解液需求。**通常会通过多种溶剂、添加剂混合的方法来改善电池性能。

表3 不同电解液溶剂/锂盐配方对添加剂需求

常见溶剂/锂盐	电化学性质	影响	改善方式
碳酸乙烯酯EC 碳酸丙烯酯PC	粘度大、分子间作用力大	电池低温性差	高低温性能改良添加剂
碳酸甲乙酯EMC 碳酸二甲酯DMC	粘度小、介电常数低	无法在电极表面形成稳定的SEI膜	成膜添加剂
六氟磷酸锂LiPF ₆	热稳定性差、易水解产生HF和PF ₅	电池容量衰减，续航能力差	除酸除水添加剂

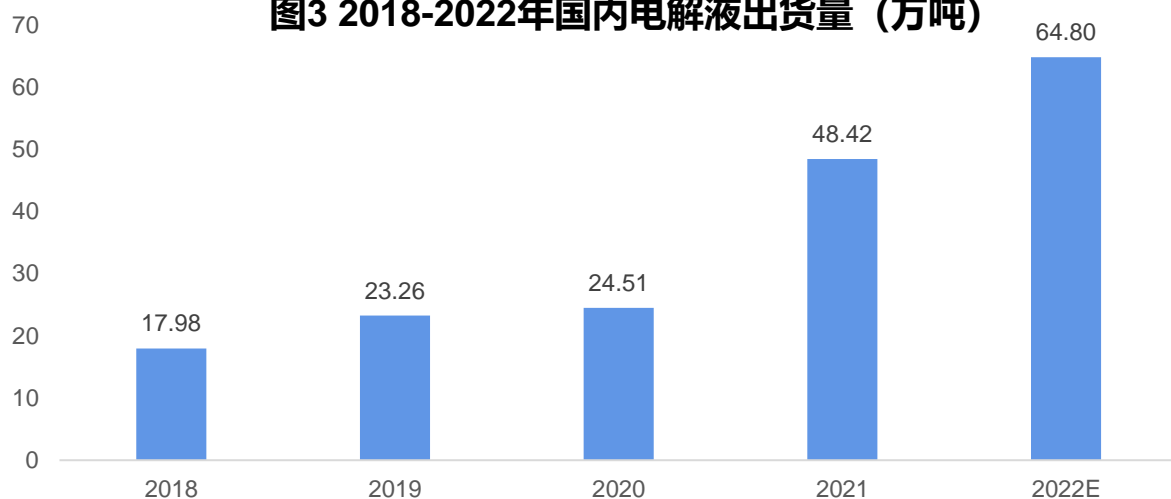
1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.3. 行业现状洞察

➤ 1.3.1. 市场规模

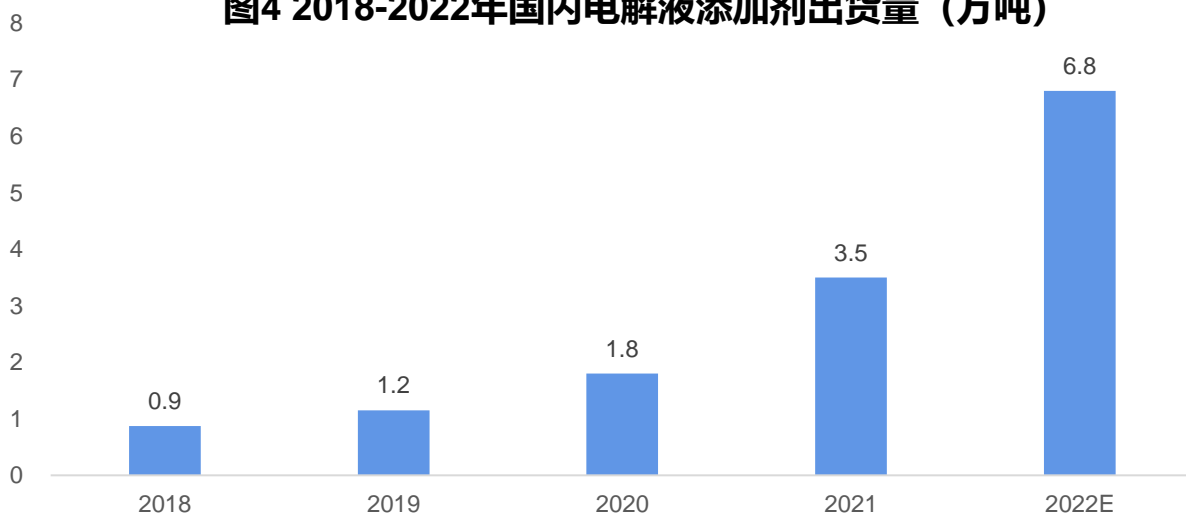
近些年全球对新能源产业的日益重视带动新能源汽车消费量逐步提高，外加电网储能领域的投资项目，锂电池需求大增。电解液作为锂电池不可或缺的部分，是添加剂的下游市场。随着电解液企业加快在电解液赛道的布局，2022年国内电解液出货量预计增长至64.8万吨，对添加剂的大量需求提供有力支撑。

图3 2018-2022年国内电解液出货量（万吨）



由于电池厂对电池和电解液需求不同，电解液添加剂的种类和用量都有较大区别。2018年国内常规的电解液添加剂出货量约达0.87万吨，2022年预计增长至6.8万吨。

图4 2018-2022年国内电解液添加剂出货量（万吨）



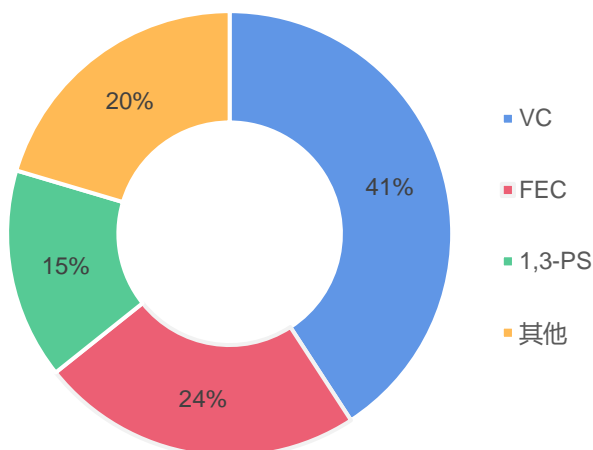
数据说明：不包含LiFSI

1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.3. 行业现状洞察

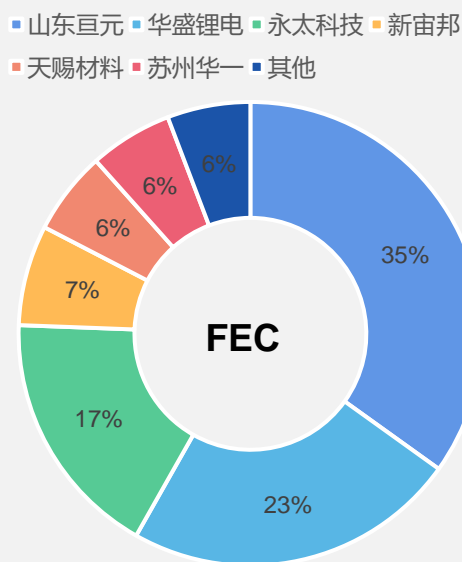
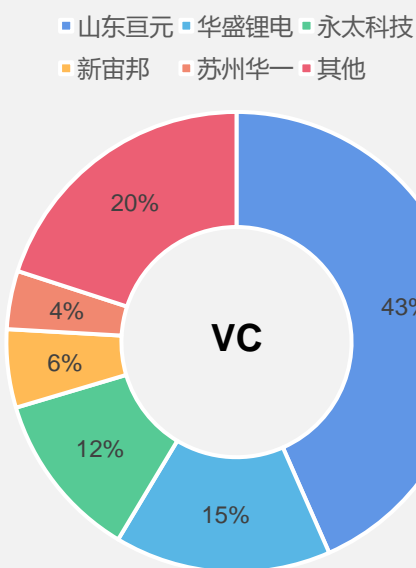
➤ 1.3.2. 竞争格局

图4 电解液添加剂产品市场占比



目前常用的电解液添加剂主要有碳酸亚乙烯酯 (VC)、氟代碳酸乙烯酯 (FEC)、丙烷磺酸内酯 (PS) 等。其中，碳酸亚乙烯酯 (VC) 和氟代碳酸乙烯酯 (FEC) 最为常见，合计占电解液添加剂市场的份额的65%。

图5 2022 电解液添加剂企业竞争格局



1. 锂电池添加剂发展概况

➤ 1.4. 行业产能分析

➤ 1.4.1. 产能规划

图7 2021-2027年VC/FEC产能规划（万吨）

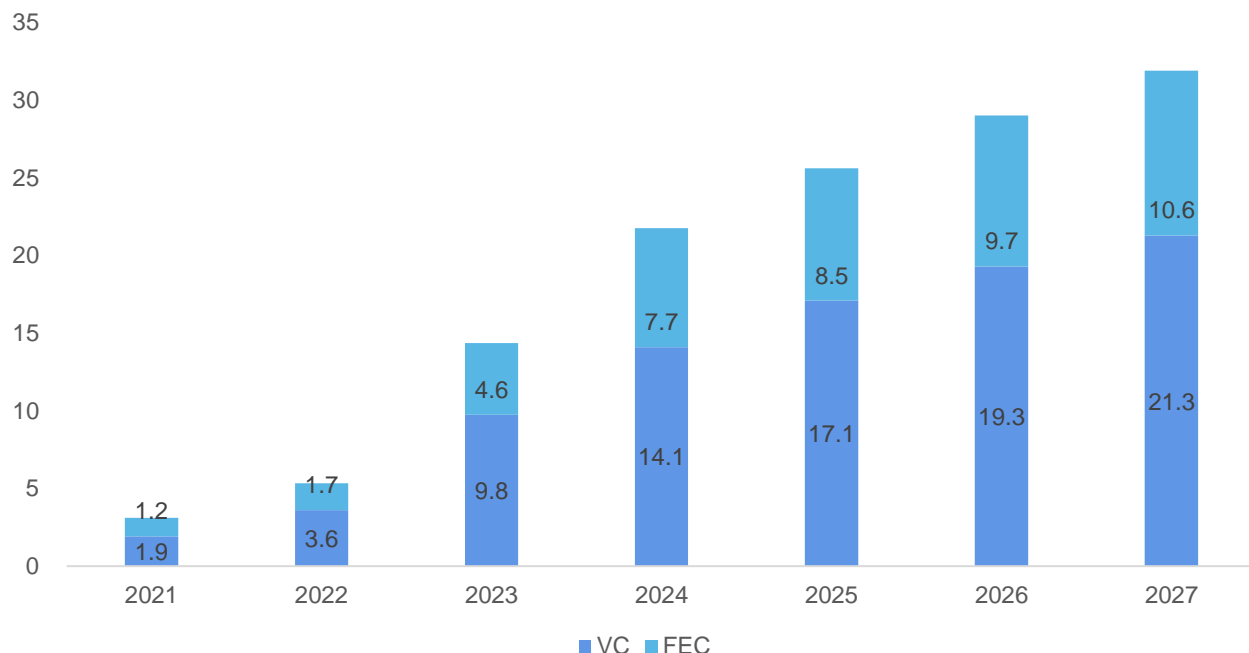
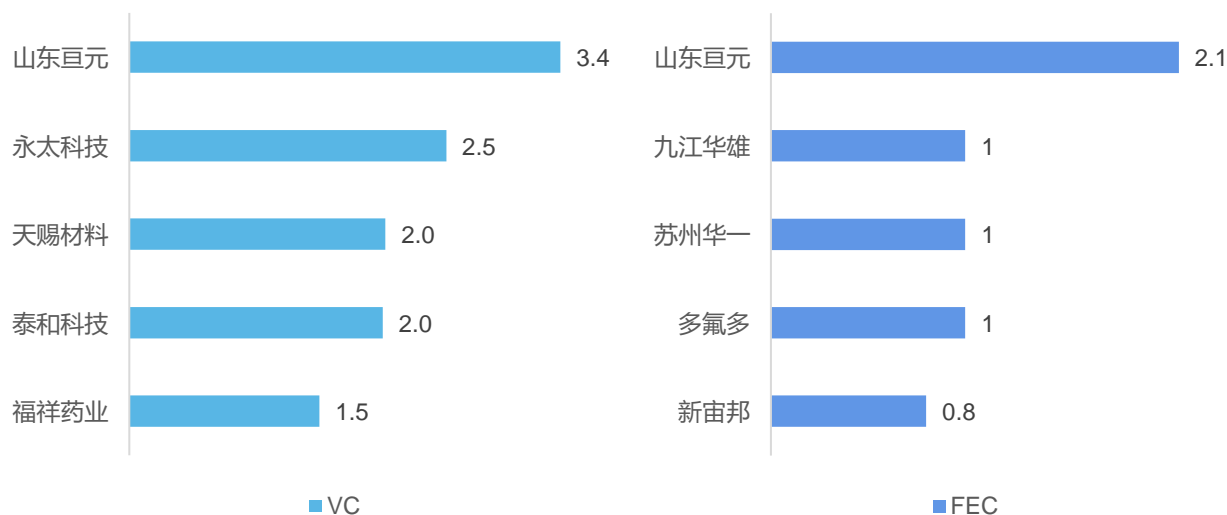


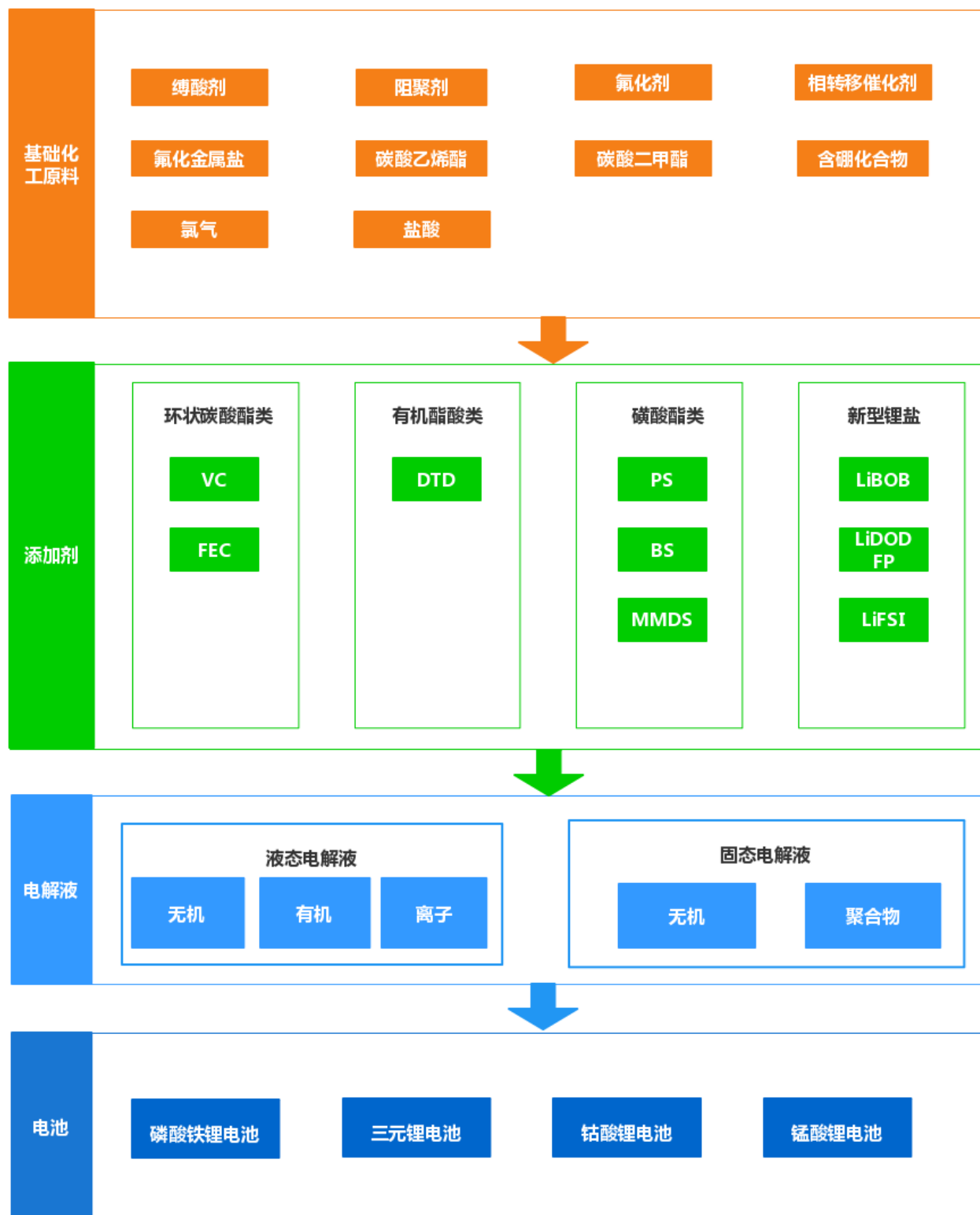
图8 企业未来产能扩张速度TOP5（万吨）



数据说明：扩产规模=2027年预计产能-2021年产能

2. 锂电池添加剂产业链概况

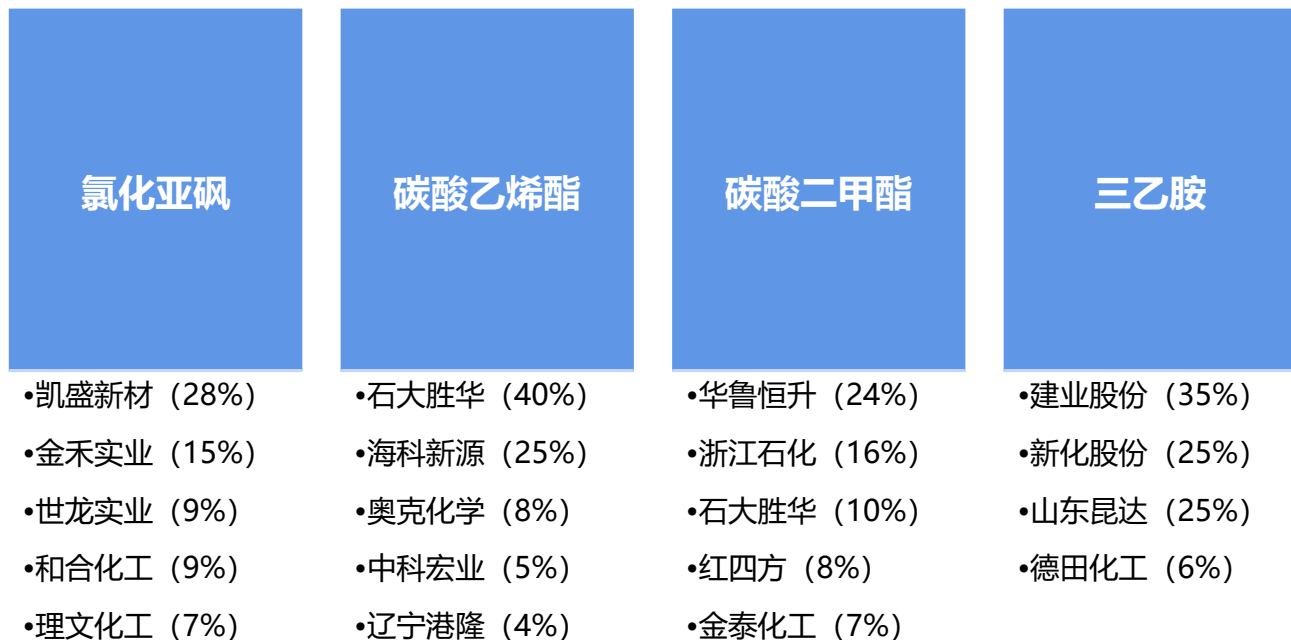
➤ 2.1. 产业链图谱



2. 锂电池添加剂产业链概况

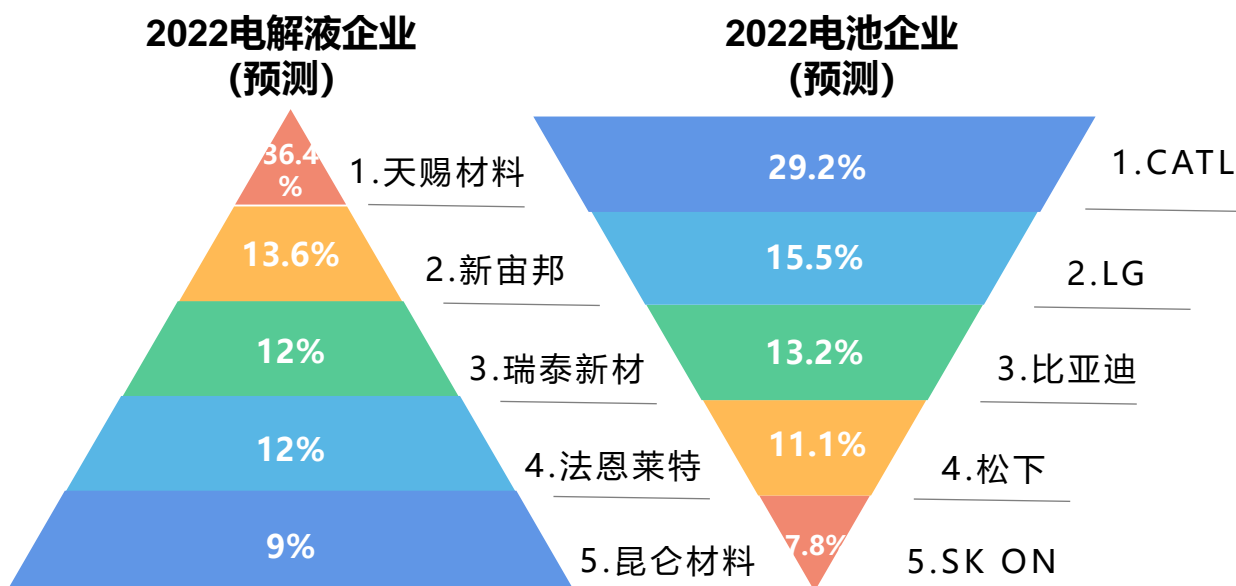
➤ 2.2. 上游

电解液添加剂上游是基础化工原料企业，主要有石大胜华、奥克化学、海科新源等企业，涵盖添加剂原材料种类有氯化亚砷、碳酸乙烯酯、碳酸二甲酯、氟化钾等产品。



➤ 2.3. 下游

电解液添加剂下游为电解液行业，终端消费市场主要在动力、储能和3C消费电池领域。消费市场的扩大带动锂电池电解液需求的增长，也对电解液添加剂性能提出多样化需求。比如，2019年特斯拉为干电极技术收购Maxwell以期提高电动车续航能力，最后导致对添加剂的成膜功能提出更高要求。



2. 锂电池添加剂产业链概况

表3 长期战略合作协议

供应方	采购方	货物	采购量（吨）	交付时间
山东亘元	CATL	VC	-	2022-2026
	比亚迪	VC	-	2023-2026
	中创新航	VC	-	2022-2026
永太科技		VC	≥200/月	2021.7.31-2026.12.31
	CATL		≥3550	2021.7.31-2022.12.31
		LIFSI	≥80%产能	2023.1.1-2026.12.31
华盛锂电	CATL	VC	400 / 1120 / 3360	2021 / 2022 / 2023-2025
		VC	240 / 800 / 3120	2021 / 2022 / 2023-2025
	比亚迪	FEC	40 / 160 / 600	2021 / 2022 / 2023-2025
	天赐材料	FEC	200 / 660 / 960	2021 / 2022 / 2023-2024
苏州华一	天赐材料	VC/FEC	-	2021.9-2024.12
	杉杉股份	VC/FEC	-	2021.7-2024.8
	比亚迪	VC	-	2021.9-2025.12
	洛阳大生	VC/FEC	-	2021.12-2024.12

3. 锂电池添加剂成本分析

➤ 3.1. 成本测算表

VC材料成本测算表

项目	单耗 t/a	单价 (万元)		
		2020	2021	2022
碳酸乙烯酯	2.8	0.66	0.80	0.67
三乙胺	2.3	0.76	0.83	0.87
碳酸二甲酯	0.8	0.74	0.75	0.67
材料成本		4.2	4.8	4.4

FEC材料成本测算表

项目	单耗 t/a	单价 (万元)		
		2020	2021	2022
氯代碳酸乙烯酯	1.82	1.0	2.43	2.17
氟化钾	1.0	1.0	1.18	1.29
材料成本		2.8	5.6	5.2

LiFSI材料成本测算表（氯磺酸法）

项目	单耗 t/a	单价 (万元)		
		2020	2021	2022
氯化亚砷	1.35	0.19	0.28	0.34
氯磺酸	0.64	0.78	1.05	0.09
氨基磺酸	0.65	0.24	0.43	0.50
氟化氢	0.22	0.57	0.76	0.82
二氯甲烷	0.08	0.23	0.39	0.43
碳酸二甲酯	0.07	0.74	0.75	0.67
碳酸锂	0.22	4.1	26.4	45.3
材料成本		2.0	7.4	11.1

1. LiFSI制备主流工艺是氯磺酸法，相较于硫酰氟法，采用氯化亚砷为原料成本更具优势，平均成本少3万元左右。

2. 从2020-2022年的成本结构来看，主要差异的原因来自于碳酸锂（氯化锂）的价格飙升对双氟的成本造成较大压力。

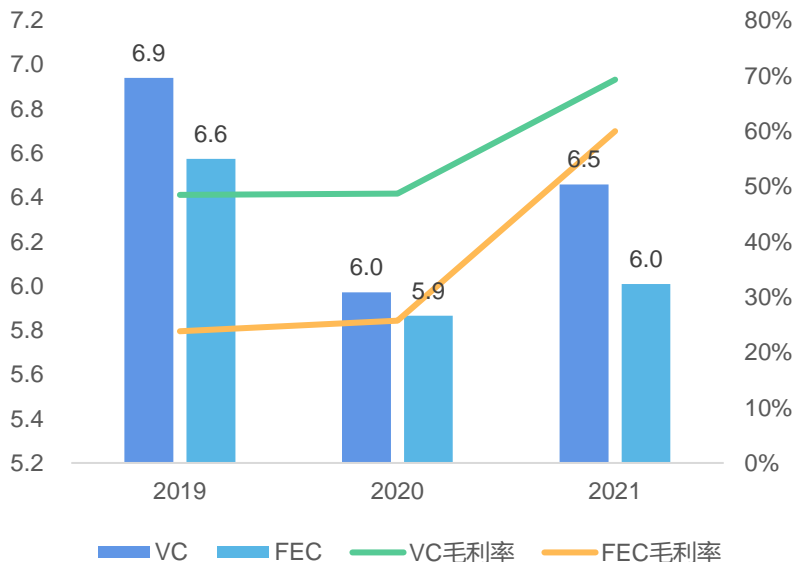
3. LiFSI的污染物处理费高达每吨1万元。

数据说明：单耗会随着工艺改进而不断下降，数据为最新更新数据，非当年单耗数据。

3. 锂电池添加剂成本分析

➤ 3.2. 典型企业成本分析

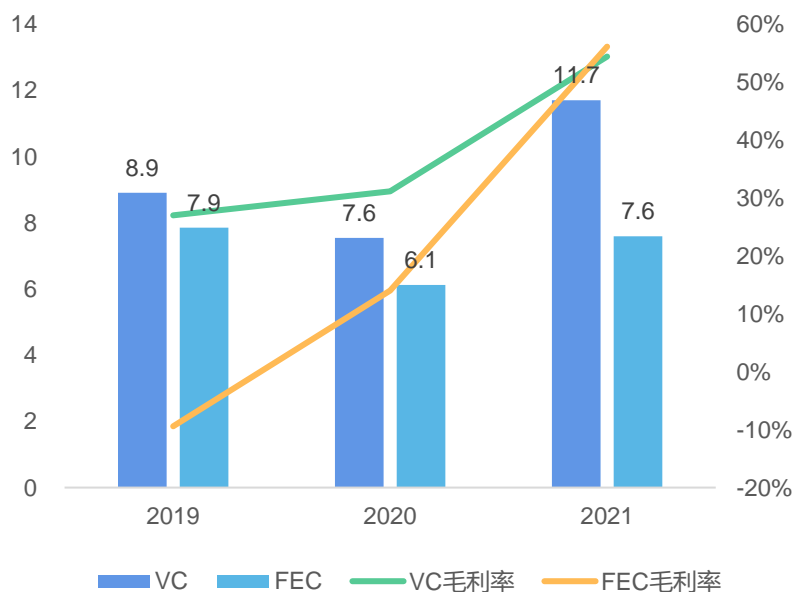
华盛锂电产品单位成本&毛利率（万元）



整体成本分析：

2019-2020年，由于公司产销规模、扩大生产工艺的提升以及原材料销售价格的下降，公司人工费用、制造费用和平均采购成本均有下降。2021年，需求端随着新能源汽车市场需求快速增长，锂电池相关产品呈现了供不应求的状态，VC和FEC市场持续景气，产品均价上涨，平滑了供应端原材料价格的涨幅。

苏州华一产品单位成本&毛利率（万元）



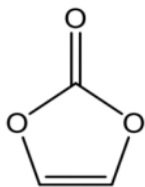
成本对比分析：

苏州华一毛利率低于华盛锂电，主要因为苏州华一主要原材料 CEC 全部基于外部采购，未形成从原料至电子级产品的全流程生产线。

4. 锂电池添加剂细分产品解读

➤ 4.1. 环状碳酸

➤ 4.1.1. 碳酸亚乙烯酯VC



简介

碳酸亚乙烯酯（简称VC）是目前使用最普遍的有机成膜添加剂之一，在较低电压和温度下，少量VC添加剂几乎对所有电池的性能都有一定程度改善。

功能

成膜添加剂。在电解液中加入VC可以在碳负极材料表面形成一层固体电解质界面膜（SEI膜），有效阻碍溶剂分子穿透，允许锂离子的自由迁移，从而提高了电池的充放电效率、延长电池的循环寿命。

缺点

高温下电化学性能较差。对电池性能要求不同，VC的添加分量也有不同。由于VC过量会导致电解液电导率下降，内部阻抗增大，所以对于低倍率长循环性能VC含量高于对高倍率性能的含量。

解决方法

VC和 1,3-PS搭配使用。

属性

数值

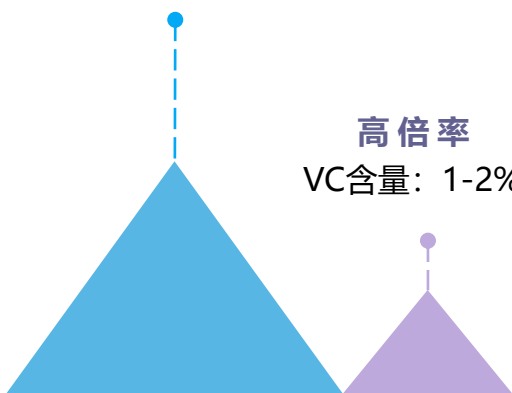
化学式	C ₃ H ₂ O ₃
外观	无色透明液体
密度	1.36g/cm ³
熔点	19-22℃
沸点	162℃

长循环

VC含量：4-6%

高倍率

VC含量：1-2%



4. 锂电池添加剂细分产品解读

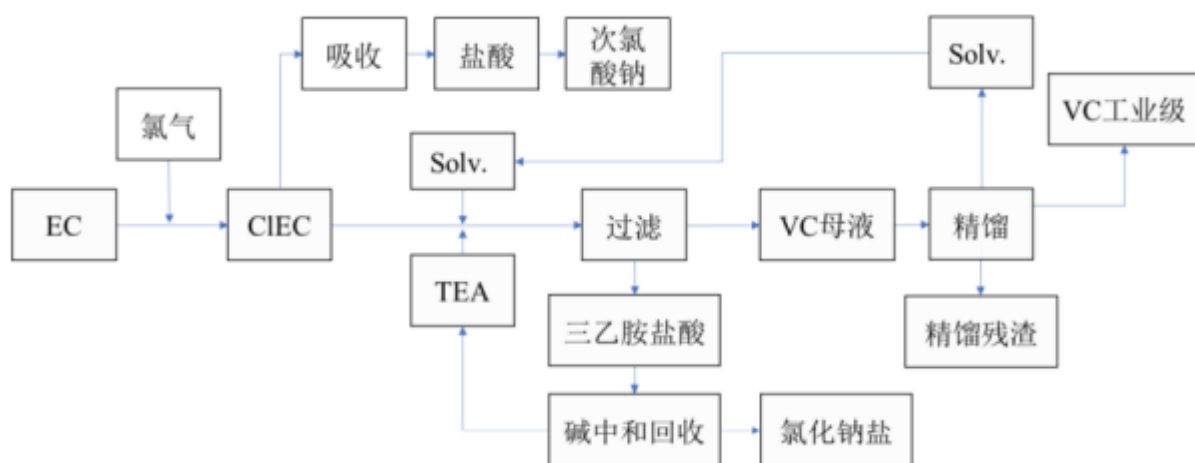
➤ 4.1. 环状碳酸

➤ 4.1.1. 碳酸亚乙烯酯VC

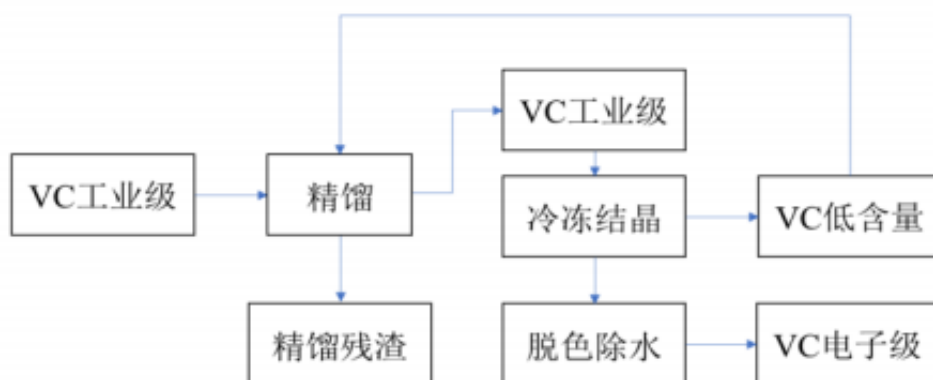
生产工艺流程图

VC的生产通常以碳酸乙烯酯EC为原料，通入氯气得到氯代碳酸乙烯酯CEC，加入缚酸剂三乙胺脱除CEC中的氯化氢。

工业级半成品



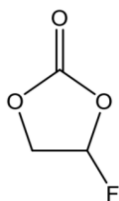
电子级成品



4. 锂电池添加剂细分产品解读

➤ 4.1. 环状碳酸

➤ 4.1.2. FEC



简介

氟代碳酸乙烯酯（简称FEC）是目前使用最普遍的有机成膜添加剂之一，有效降低低温内阻，不仅能形成并优化 SEI 膜，而且能提升电池的低温性能。

功能

成膜添加剂。在电解液中添加FEC能够在负极表面生成一层SEI膜，改善含Si负极的循环稳定性；相比 VC，形成的SEI 膜阻抗低。

缺点 1

FEC在负极还原性较强，易引起副反应。FEC分解产生VC和HF，而过量的FEC在高温下产生的酸性物质增加，导致锂电过渡金属的溶解并在负极表面沉积，产生自放电，引发更多的副反应。

缺点 2

含FEC电解液在高电压高温中大量产气，导致电池的循环寿命衰减。

解决方法

在FEC电解液中加入PES或者LiPO2F2等添加剂。

属性	数值
化学式	$C_3H_3FO_3$
外观	无色透明液体
密度	1.454 g/ml
熔点	18°C
沸点	249°C

4. 锂电池添加剂细分产品解读

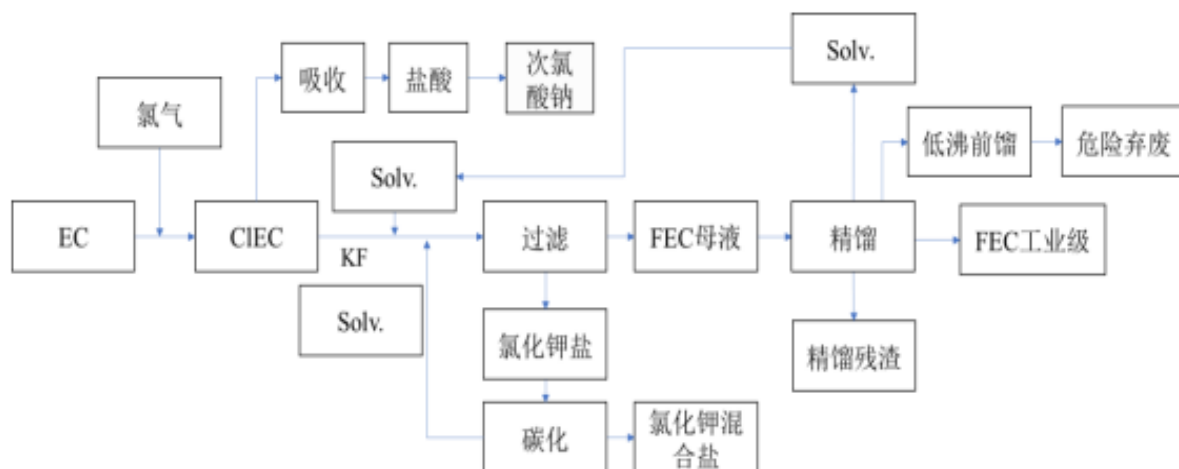
➤ 4.1. 环状碳酸

➤ 4.1.2. FEC

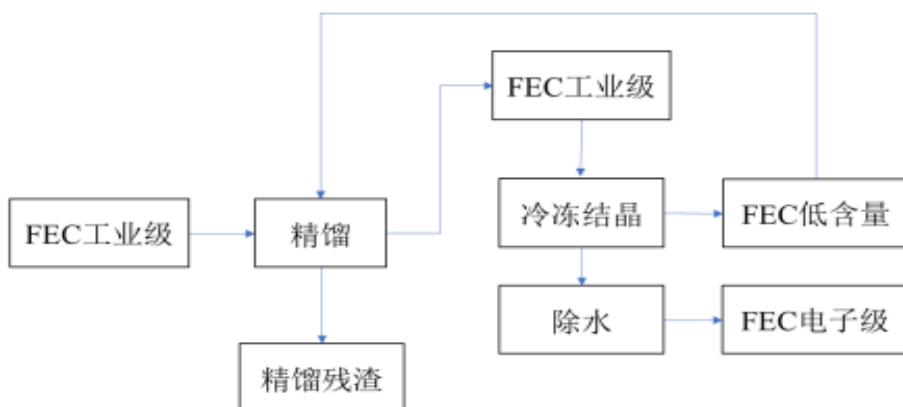
生产工艺流程图

FEC的生产通常以碳酸乙烯酯EC为原料，通入氯气得到氯代碳酸乙烯酯，再通过氟化钾转化制得。最后精馏提纯。VC与FEC生产工艺较为类似，且FEC生产过程中会同时生成少量VC。

工业级半成品



电子级成品



4. 锂电池添加剂细分产品解读

➤ 4.2. 有机酯酸

➤ 4.2.1. DTD

硫酸乙烯酯（DTD）是一种新型添加剂，特斯拉等头部电池厂已经能将添加进电池中，但由于工艺尚未成熟，生产成本也较高，添加剂厂商多数还在中试、小规模投产状态。并由于产量较少，预计制造成本高。

功能：成膜添加剂、高低温性能改良添加剂

DTD在石墨负极形成SEI膜，降低阻抗，提升石墨负极稳定性；改善电池高温循环、高压储存和低温性能；减少电池膨胀、容量衰减。

缺点：工艺不成熟、生产成本低

➤ 4.3. 磺酸酯

➤ 4.3.1. PS

功能：成膜添加剂

1,3-丙烷磺内酯（PS）在硅氧化物电极下形成SEI膜，提高电池的循环寿命和保持良好的储能稳定性。

缺点：对EC基电解液改善作用差

在EC基电解液中，电解液还原产生的醇锂最终会导致SEI膜阻抗增大，PS对抑制这类物质的效果较差。

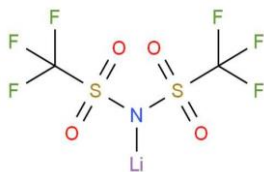
解决方法：在PS结构基础上升级为PES

3%的PES对电化学性能改善水平优于6% PS。

4. 锂电池添加剂细分产品解读

➤ 4.4. 新型锂盐

➤ 4.4.1. LiFSI



定义

双氟磺酰亚胺（LiFSI）是一种新型有机锂盐，在电解液主流配方中 LiFSI 的添加比例在2%-10%。作为锂盐相比LiPF₆具有更好的热稳定性、导电性以及抗水解性。但目前行业尚处于产业化初期，工艺水平较低以及规模较小，成本相对高昂，所以多半还是作为添加剂使用。

功能

提升电池的充放电次数，使得高镍、高电压正极材料保持稳定，从而延长电池寿命。

缺点

破坏正极中的铝箔。铝箔表面的氧化铝保护膜被破坏，深层的铝不断被暴露继续与 LiFSI 反应、腐蚀，降低电池的使用寿命。

解决方法

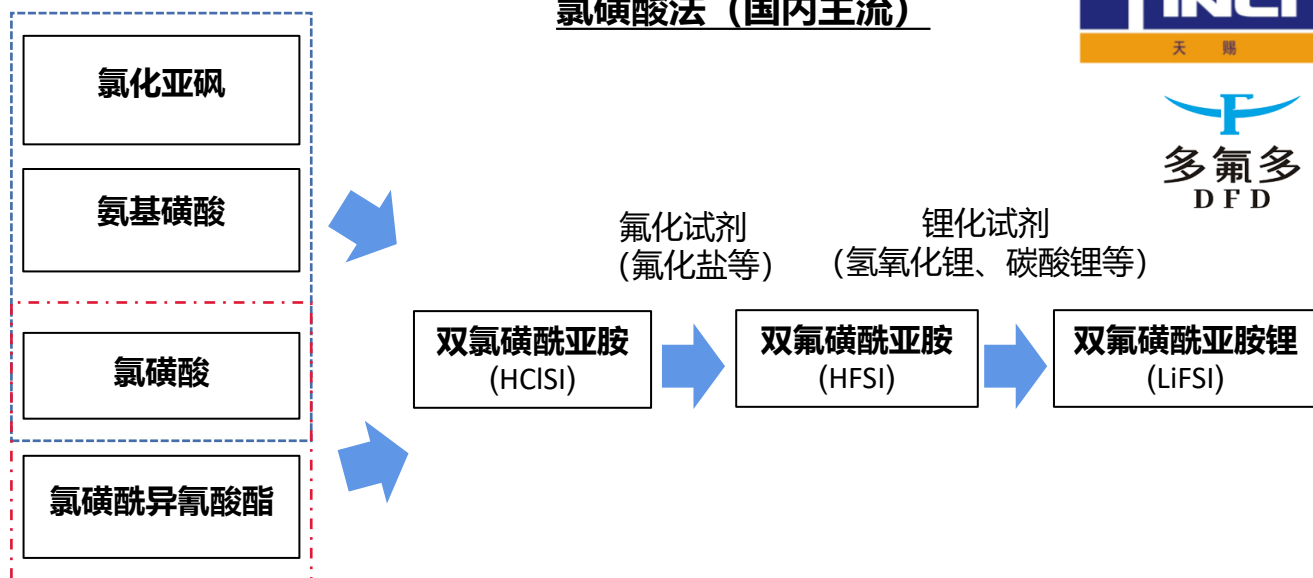
在LiFSI电解液中加入LiODFB、LiBF₄、LiPF₆等添加剂。

性质		LiFSI	LiPF ₆
基础性质	分解温度	>200℃	>80℃
	水解性	不易水解	易水解
	腐蚀速率	低	高
	热稳定性	好	差
电池性能	电导率	高	较高
	循环寿命	长	短
	高低温性	好	差
生产工艺	合成工艺	复杂	较简单
	生产成本	高	较低

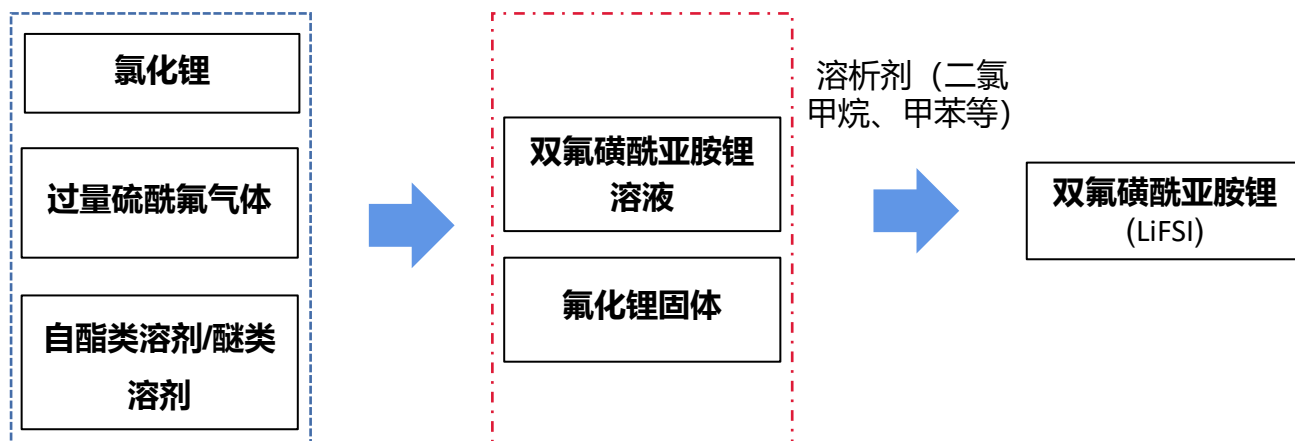
4. 锂电池添加剂细分产品解读

合成工艺

氯磺酸法（国内主流）



硫酰氟法

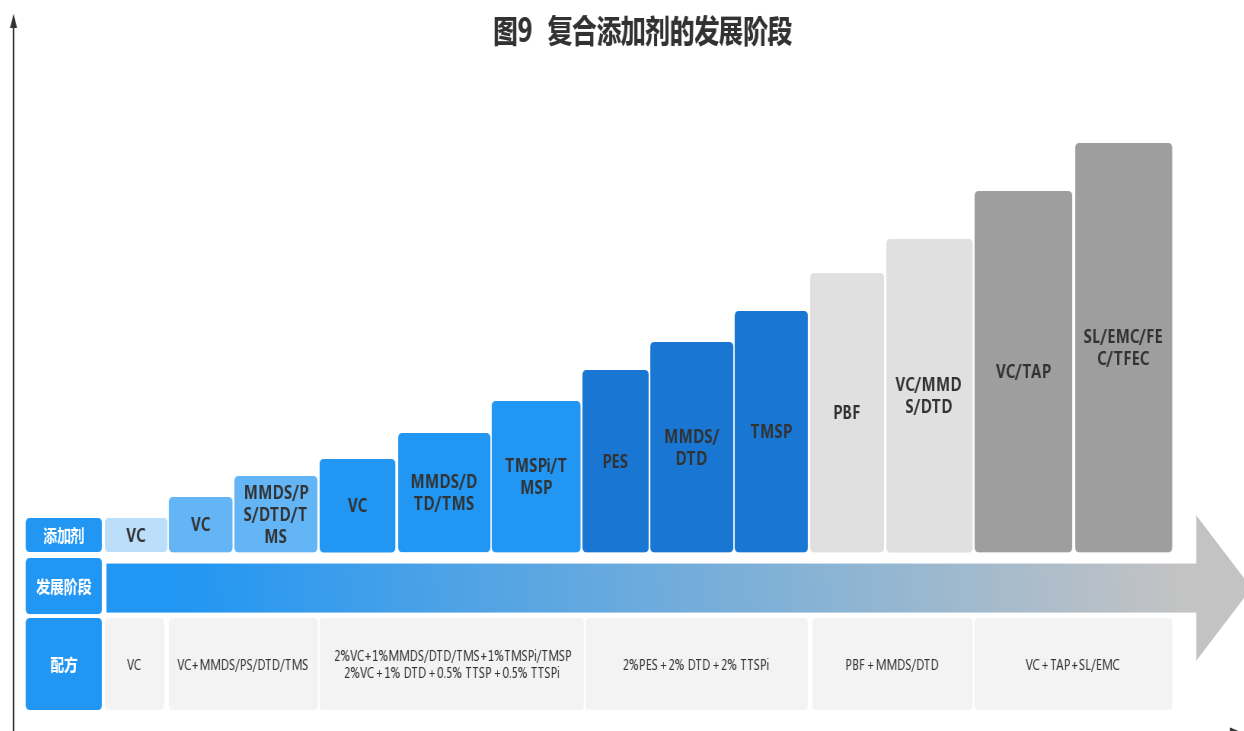


5. 锂电池添加剂行业发展趋势判断

➤ 5.1. 技术方向

为应对下游电池厂、汽车厂等日益多样化、精细化需求，电解液定制化配方越来越多。单一VC添加剂难以满足需求变化，从只需添加1-2种到一份电解液添加了5-7类不同的添加剂成分，大大改善了电池的各项化学性能。同时多功能复合型添加剂也是各大企业研究的重点。

图9 复合添加剂的发展阶段



5. 锂电池添加剂行业发展趋势判断

➤ 5.2 供需预测

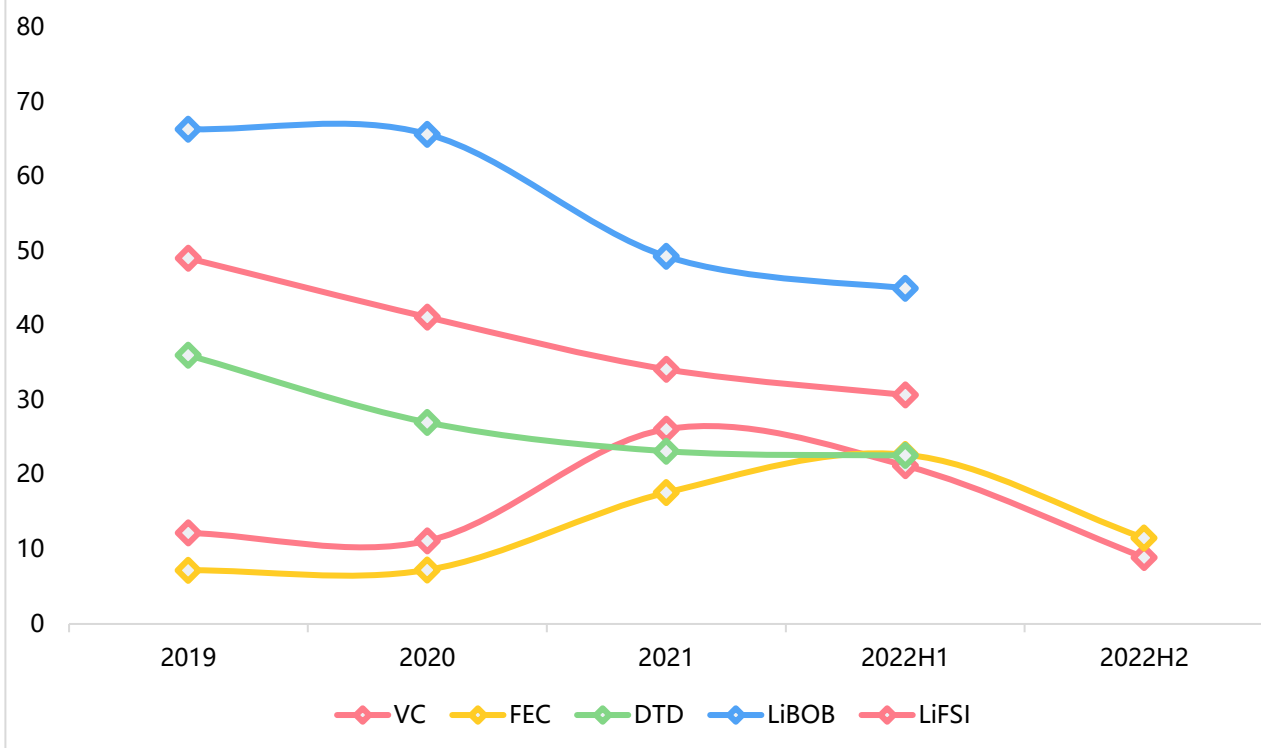
➤ 5.2.1 主流添加剂价格下降，有望推动用量提升

电解液成本是影响添加剂用量的关键因素。

以VC为例，随着生产工艺优化、生产规模扩大后，VC价格从去年年底供需紧张的40-50万元/吨高价下降至11-12万元/吨，对比FEC价格出现小幅倒挂，今年下半年预计保持微弱下降。根据现阶段VC的生产成本，该价格在未来2-3年将会维持在10万元以下的水平。价格下跌进而有利于推动需求用量增长，原先只添加2%左右的比例可以提升至5-7%。

此外，原先电解液中很少添加阻燃添加剂，一方面是因为普通的阻燃添加剂往往会降低锂离子电池的电化学性能。而品质更好的添加剂使用成本过高，对于电解液生产厂来说更愿意通过其他方式来降低电解液的可燃性。但随着技术和工艺流程的改进，阻燃添加剂商业化使用进程也会加快，从而提升锂电池的安全性。

图10 2018-2022年主流添加剂价格走势（万元/吨）



5. 锂电池添加剂行业发展趋势判断

图11 2021-2026年国内电解液添加剂（VC/FEC）供需平衡表（万吨）

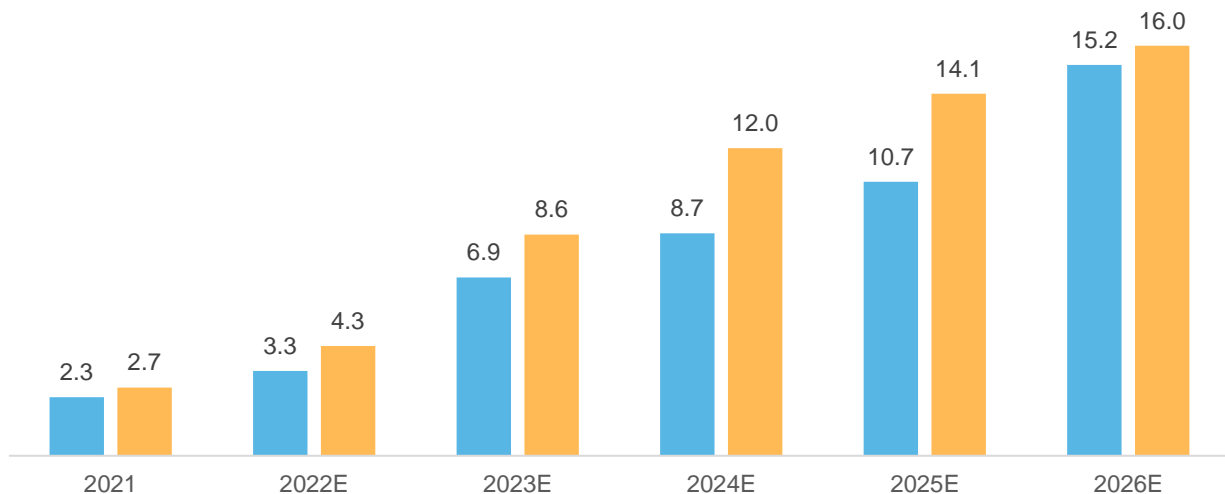
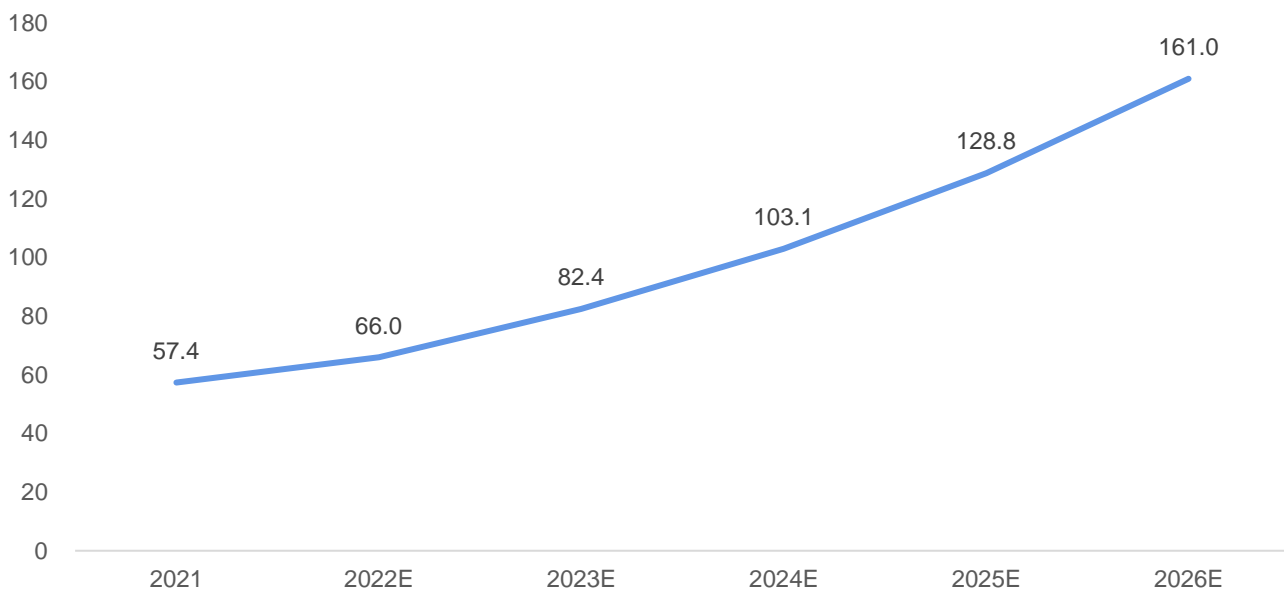


图6 2021-2026年国内电解液添加剂（VC/FEC）市场规模预测（亿元）



供应规模：根据各大添加剂厂商的新增/扩产计划，到2024-2025年市场放量速度加快。
市场规模：2021年国内电解液添加剂（VC/FEC）的市场规模达57.4亿元，2026年预计增长至161亿元。

5. 锂电池添加剂行业发展趋势判断

➤ 5.2 供需预测

➤ 5.2.2 锂电高镍化加速，LiFSI从添加剂角色转型在即

基于下游新能源汽车对高续航性能提出更高的要求推动了锂电高镍化进程，2018-2022年我国高镍占三元电池比重逐年增长，2022年预计占比约**44%**。由于过量镍会导致电池的热稳定性变差，而LiFSI能够大大改善高镍电池的化学性能，因此LiFSI的需求随之上涨。此外，随着工艺逐渐成熟、产能扩张，成本降低推动用量提高。比如特斯拉4680电池采用NCM811作为正极材料，LiFSI的添加比约5%，未来可以做的更高达到7%以上。

图13 国内三元材料出货量（万吨）&高镍占比变化预测

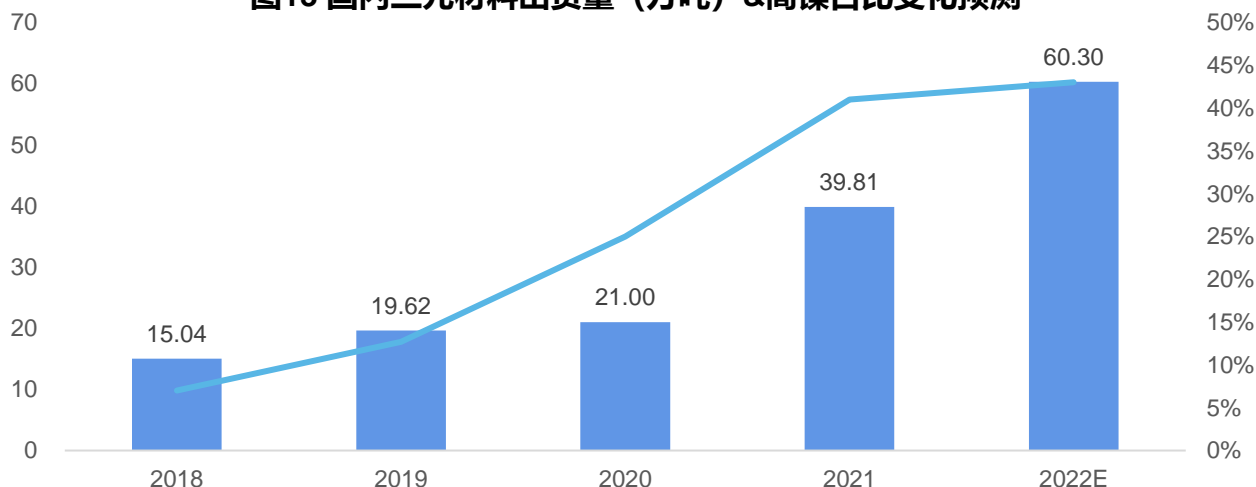


图14 2021-2026年LiFSI国内供需平衡表预测（万吨）

预计2026年LiFSI作为添加剂使用比例降至10%，作为电解质对六氟的替代率达50%，LiFSI需求总量预计增长至**18.5万吨**。

