

固态电池，开启能源新势力

李荐

中南大学教授、博导

湖南省正源储能材料与器件研究所 所长

2024年5月





目录 Contents

1、新能源产业现状

2、固态电池的逻辑

3、固态电池工艺路线

4、固态电池政策与机遇



一、新能源产业发展情况

1. 新能源-国家乃至世界重点发展的领域，对实现双碳目标意义重大；
2. 我国新能源产业占全球60%以上，具备先进的技术和完整的产业链，有变数吗？
3. 新能源产业是目前为数不多的仍在快速正增长的实体产业，年增长率在30%以上；
4. 新能源产业发展：钠离子电池、固态电池、相关正负极材料等，应用（新能源汽车、储能等）；
具体：提高安全性、能量密度、寿命，降低成本、环境友好、资源可控等；
5. 固态电池可以怎么做？



二、固态电池的逻辑

1. 提高安全性

进步？显著提高？质的提高？

2. 提高能量密度

为什么能提高？用了金属锂、硅？

提高多少？10%？30%？50%？100%？



二、固态电池的逻辑

◆ 安全性方面

锂离子电池液态电解液起到输送离子的关键作用，是由酯类有机溶剂、锂盐、添加剂组成，有机溶剂具有易燃性，是电池燃烧的主要原因。

解决方法：A 阻燃电解液；B 凝胶电解液；C 固体电解质



二、固态电池的逻辑

◆ 能量密度方面

电池能量密度最终由直接**干活的**正极材料和负极材料决定，其他材料都是**帮忙的**。

电池能量密度天花板为（理论）：只计算正极材料和负极材料克容量及其电池电压，如高镍三元（220mAh/g）、锂（3860mAh/g）、电池电压3.7V，则该体系电池能量密度天花板为：770wh/kg。

在正负极材料不变的情况下，**增加干活的、减少帮忙的**就是提高电池能量密度的方法。

锂、硅、无负极是否只有固态电池的能用而液态电池不能用呢？锂枝晶问题？固态电解质长不穿？

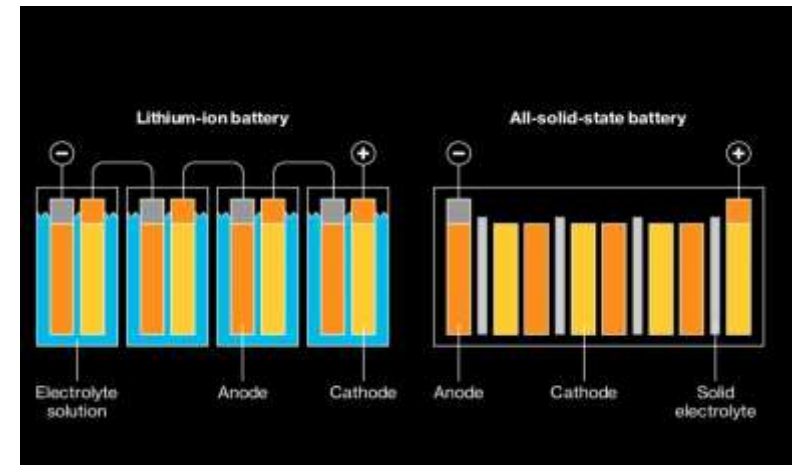
◆ 固态电池如何提高能量密度呢？

内串：单体电池内部串联

可节省外壳、接线柱、极耳、连接片等，约减少20%的重量

◆ 液体电池不能内串吗？

电解液可流动，电解液耐压5-6V





宏观性能方面

- 1、安全方面有**质**的提高；
- 2、能量密度有**明显**提高（提高40%以上，大于400wh/kg）；

微观原理方面

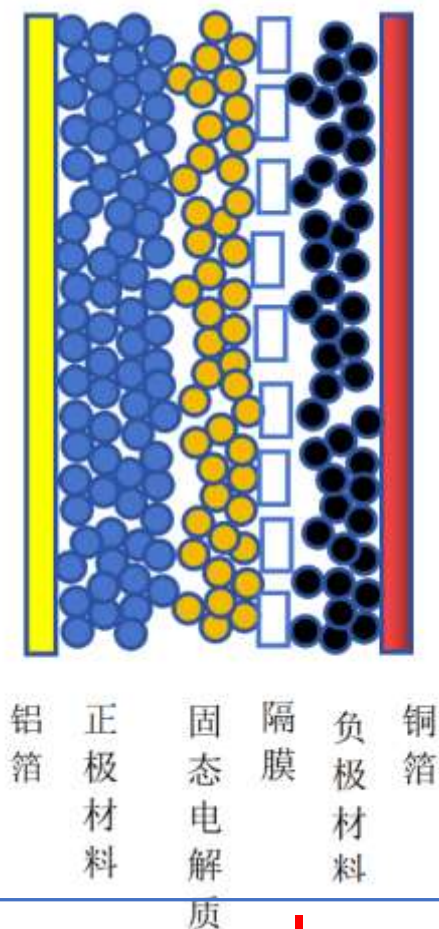
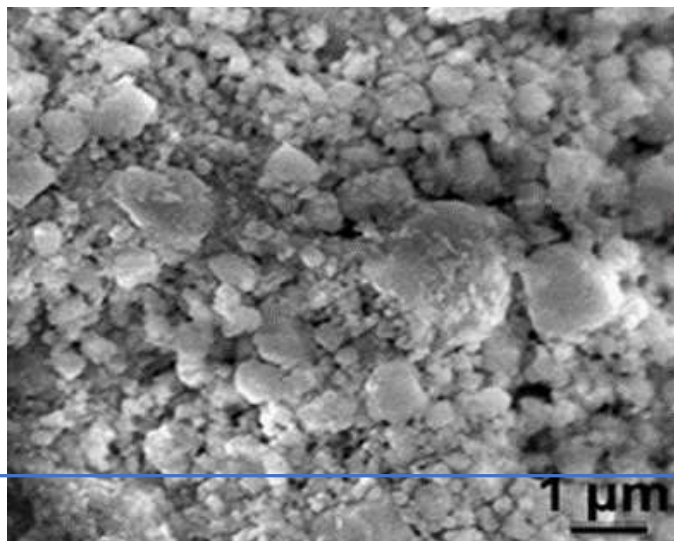
锂离子是以固体电解质的形式实现正负极之间的传导。



三、固态电池工艺路线

半固态

把固态电解质粉末粘到电池隔膜上，再按液体电池相同工艺制造电池；**电解液一样要用**，电池反而更重了，**成本还上升了**。现在市面上的半固态或者准固态电池基本都是这种路线。





三、固态电池工艺路线

凝胶电池

采用胶凝剂使液体电解液形成凝胶，在凝胶凝固前注入到电池中使其凝固，其他工艺与传统液体锂离子电池基本相同，安全（可燃）性有进步，但能量密度无提升。



三、固态电池工艺路线

全固态电池

全固态锂离子电池完全没有液态电解液，没有隔膜，100%的全固态电池，电池可以实现内串，安全性有质的提高，能量密度亦大幅提升。我们目前走的就是这条路线。

液态/半固态/全固态电池对比

	液态	半固态	全固态
液体含量 (wt)	25%	5-10%	0%
能量密度	200-300Wh/kg	200-350Wh/kg	300-500Wh/kg
电解质	有机溶剂+锂盐	复合电解质（氧化物+聚合物+浸润液体） 硫化物、氧化物、聚合物	
隔膜	传统隔膜	隔膜+氧化物涂覆	无隔膜
正极	三元/铁锂/镍锰氧/富锂锰基	三元/铁锂/镍锰氧/富锂锰基	三元/铁锂/镍锰氧/富锂锰基
负极	石墨、硅、锂	石墨、硅、锂	石墨、硅、锂





固态电池主要技术路线

公司	路线	电解质	正极	负极	能量密度	合作车企
宁德时代	凝聚态+全固态	高动力仿生凝聚态电解质；硫化物	-	-	500Wh/kg	-
卫蓝新能源	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	360Wh/kg	蔚来
清陶能源	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	368Wh/kg	上汽、北汽、广汽、哪吒
亿纬锂能	半固态+全固态	聚合物+氧化物；聚合物、氧化物、卤化物	高镍三元	硅基/预锂化	330Wh/kg	-
赣锋锂业	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	含锂负极	360Wh/kg	大众、东风、广汽、赛力斯、曙光
辉能科技	半固态	氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	270Wh/kg	奔驰、VinFast、ACC、FEV、Gogoro、蔚来、一汽
国轩高科	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	360Wh/kg	高合
孚能科技	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	330Wh/kg	奔驰、广汽、吉利、东风
蜂巢能源	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	300-350Wh/kg	-
太蓝新能源	半固态	聚合物+氧化物	高镍三元	硅基/预锂化	350Wh/kg	-

我们技术路线：全固态（湖南长固公司）



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/918066076052007045>