

证券研究报告 | 锂电池 | 2024年04月08日

# 电力设备与新能源团队·行业专题报告

## 车锂谈系列之三：锂电新技术——无边光景一时新



## 1. 新型电池方向百花齐放，固态电池方向上性能及安全性优势显著

- 锂电行业发展进入新阶段，全力聚焦高镍/高压三元、磷酸锰铁锂、半固态/固态锂电池等新技术；
- 固态电池方向具备安全性和能量密度优势；
- 除安全性和能量密度外，固态电池具备高功率、优秀低温性能、长循环寿命等一系列优势；
- 目前国产新能源车企已实现半固态电池装车，预计2026-2030年为全固态电池放量窗口期；

## 2. 固态电池三大技术路线并存，氧化物路线稳定性最佳

- 固态电池三大技术路线，氧化物路线导电率稳定性均优；
- 氧化物固态电池主要分为晶态和非晶态；
- 国产固态电池厂商布局主要以氧化物路线为主，海外厂商聚焦硫化物及聚合物路线；
- 全固态电池量产难点仍然较多，24-25年半固态有望率先放量。

## 3. 建议关注：

- 高镍正极材料：容百科技、当升科技；硅碳负极材料：元力股份、贝特瑞、翔丰华、璞泰来；上游锆矿及前驱体：东方锆业、三祥新材；电池端：宁德时代、亿纬锂能、高科等。

**风险提示：** 固态电池产业化发展不及预期；锂电池行业增速不及预期；锂电池技术路线选择风险；市场竞争加剧风险。



# 目录 CONTENT

1 新型电池百花齐放，固态电池方向上性能及安全性优势显著

2 固态电池三大技术路线并存，氧化物路线稳定性最佳

3 建议关注与风险提示

# 01

新型电池方向百花齐放

固态电池方向上性能及安全性优势显著



我国锂电池产业发展主要历程：现阶段关注固态电池、高镍/高压三元、磷酸锰铁锂等新技术发展

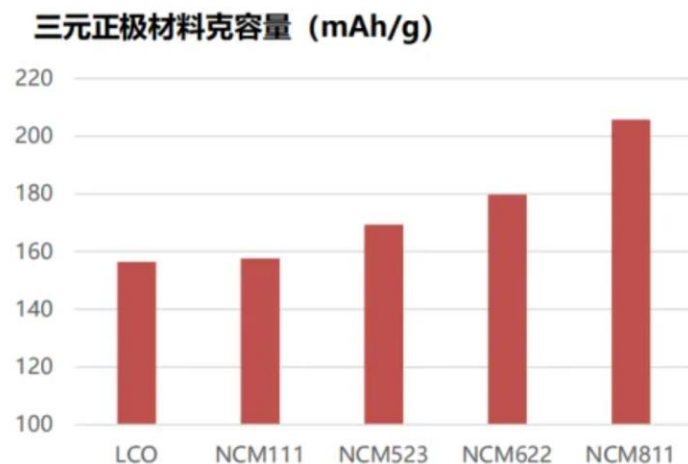


## 方向一：高镍NCM三元电池具备高克容量、高导电性、优异锂离子扩散性能等优势

NCM正极材料高镍化可有效提升锂电池能量密度。在NCM三元体系中，镍含量越高，克容量越高。高镍NCM通常指NCM 811型，表示每摩尔NCM材料含有0.8摩尔镍0.1摩尔钴0.1摩尔锰。通常NCM 5系仅为170mAh/g左右，而NCM 811克容量超200mAh/g，电量密度可提升约18%，电量密度提升可有效提升电池能量密度。

除能量密度外，高镍NCM具备电导率和锂离子扩散性能等其他优势。电导率方面，NCM 5系电导率仅为 $4.9 \times 10^{-7} \text{ S cm}^{-1}$ ，而NCM 811可做到 $1.7 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ ；锂离子扩散系数方面，5系仅处于 $10^{-10}$ 级，而811可做到 $10^{-8}$ 级。

图：NCM811较其他中低镍三元材料具备克容量优势

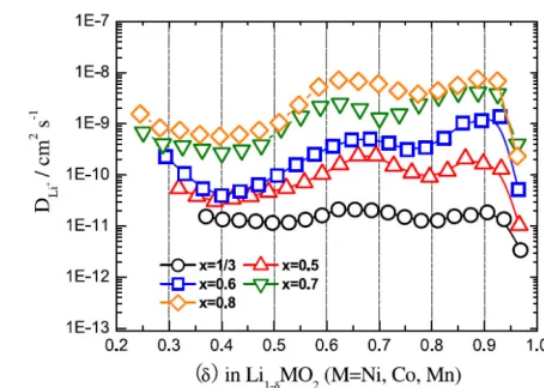


图：NCM811电导率及锂离子扩散系数均好于其他三元正极材料

三元正极材料电导率

	Electronic conductivity ( $\text{S cm}^{-1}$ )
$\text{Li}[\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}]\text{O}_2$	$5.2 \times 10^{-8}$
$\text{Li}[\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.3}]\text{O}_2$	$4.9 \times 10^{-7}$
$\text{Li}[\text{Ni}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}]\text{O}_2$	$1.6 \times 10^{-6}$
$\text{Li}[\text{Ni}_{0.7}\text{Co}_{0.15}\text{Mn}_{0.15}]\text{O}_2$	$9.3 \times 10^{-6}$
$\text{Li}[\text{Ni}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}]\text{O}_2$	$1.7 \times 10^{-5}$
$\text{Li}[\text{Ni}_{0.85}\text{Co}_{0.075}\text{Mn}_{0.075}]\text{O}_2$	$2.8 \times 10^{-5}$

三元正极材料锂离子扩散系数



## 方向二：高压中镍三元电池具备能量密度、生产成本等优势

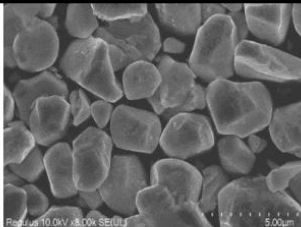
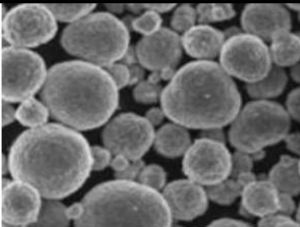
高压三元提升中镍三元材料电压平台，进而提升电池能量密度。根据能量公式 $W=q \times U$ （容量 $\times$ 电压），容量和电压可同时用于提升电池能量密度。通过提升中镍NCM（如NCM 622等）电压平台，致使正极材料在更高电压下脱出更多锂离子，实现高比容量和放电电压，Ni 5系、Ni 6系电压平台从4.2V提升至4.35V可实现约15%能量密度提升。根据厦钨新能定增问询函，4.40V高电压Ni 6系当前能量密度已达735.15Wh/kg，接近Ni 8系739.32Wh/kg能量密度水平。目前如4.45V等更高电压平台也处于研发阶段，实现后预计可将Ni 6系能量密度提升至767.60Wh/kg。

另外，根据厦钨新能实际生产经验，高压三元较高镍三元具备一定安全性及成本优势等方面优势。

图：主流NCM三元材料理论容量、实际容量及不同电压场景下能量密度对比

项目	Ni5系		Ni6系		Ni7系	Ni8系	Ni9系
	常规电压	高电压	常规电压	高电压			
典型产品比例 (Ni/Co/Mn)	55/15/30		65/7/28		72/5/23	83/11/6	92/5/3
理论克比容量 (mAh/g)	276.4		277.4		272.0	275.1	274.8
当前实际克比容量 (mAh/g)	170	180	180	195	200	202	214
当前适用电压 (V)	4.25	4.35	4.25	4.40	4.35	4.20	4.20
当前应用能量密度 (Wh/kg)	630.70	680.40	669.60	735.15	750.00	739.32	783.24
目前开发中的下一代产品的预计充电电压 (V)	-		4.45		4.45	4.25	4.25
目前开发中的下一代产品的潜在应用能量密度 (Wh/kg)	-		767.60		809.80	769.60	810.30

图：厦钨新能Ni 6系与容百科技NCM 811克比容量对比

项目	公司新款高电压Ni6系产品	容百科技NCM811
电镜照片		
克比容量	≥200 mAh/g	≥190 mAh/g
首次效率	≥87%	≥87%

## 方向三：磷酸锰铁锂多方面性能较磷酸铁锂更具优势

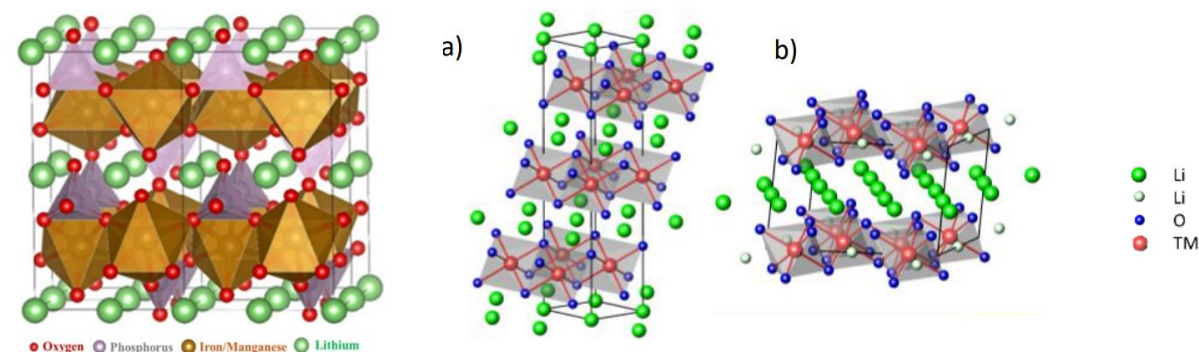
磷酸锰铁锂属磷酸铁锂与磷酸锰锂混掺物，较磷酸铁锂具备多方面性能优势。磷酸锰铁锂正极材料通过混掺磷酸铁锂和磷酸锰锂，从而获得较磷酸铁锂更优秀的电极电压、能量密度和循环寿命。理论比容量方面，磷酸锰铁锂和磷酸铁锂均为170mAh/g左右，然而由于磷酸锰铁锂电压平台更高，电池能量密度可实现约10%提升。同时磷酸锰铁锂电池具备更好的电池寿命，循环次数可超过3000次，因此单次循环成本较磷酸铁锂更具优势。

磷酸锰铁锂循环寿命、安全性、成本等方面较三元材料优势明显。由于磷酸锰铁锂和磷酸铁锂材料具有相同的橄榄石结构，其在充放电过程中晶体结构更加稳定，极难出现结构崩塌，而NCM三元采用层状结构，因此安全性和成本均弱于磷酸锰铁锂。

图：磷酸锰铁锂、磷酸铁锂、三元锂电池性能对比

电池特点对比			
	磷酸锰铁锂	磷酸铁锂	三元锂电池
电极电压	3.9V	3.2V	3.7V
电池能量密度 (Wh/kg)	160-240	150-210	200-320
循环寿命	3000次+	2000次	1500次
安全性	良好	良好	一般
成本	较低	低	高
低温性能	一般	较差	良好

图：磷酸锰铁锂（左）较NCM三元锂电池（右）晶体结构更加稳定



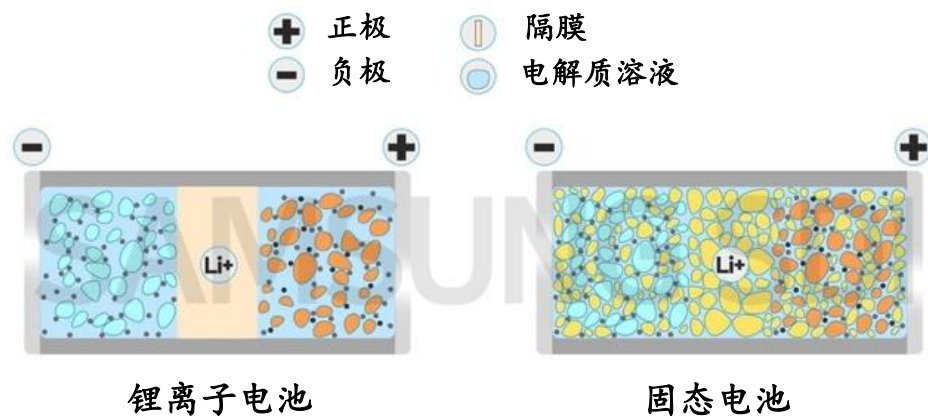
## 方向四：固态电池较传统锂离子电池具备安全性及能量密度优势

固态电池主要由固态电解质替代传统电解液，同时起到隔膜的作用。传统锂离子电池由正极、负极、隔膜和电解液组成，其中隔膜的作用是将正负极分开防止两极直接接触而损失能量。固态电池由于使用固态电解质替代液体电解液，正负极活性物质无法直接接触，因此同时起到隔膜的作用。

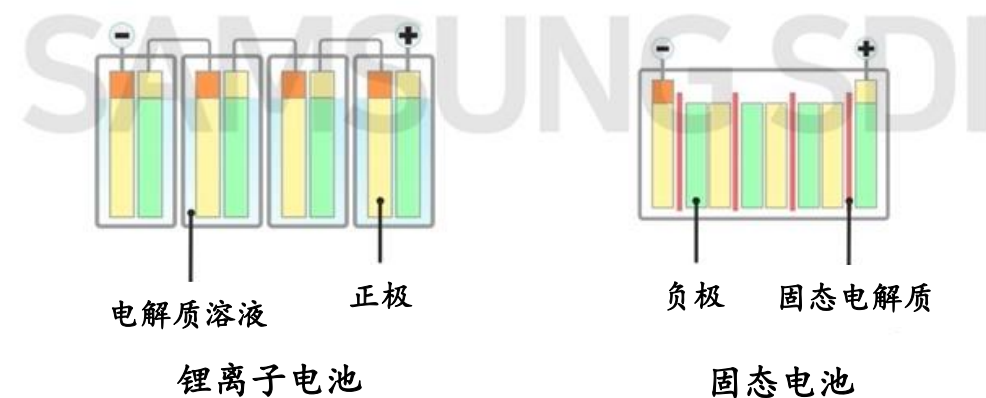
### 固态电池具备安全性和能量密度优势。

- 目前锂离子电池由于使用液态电解质溶液，存在因外部环境温度变化而引起膨胀或外力导致漏液等电池损坏风险，因此在存在一定安全隐患的同时，增加额外安全设备或组件也降低了整体电池的能量密度。
- 固态电池由于固体结构的较高稳定性，即使电解质损坏依然能维持形状，进而避免电池短路发生燃烧或爆炸，因此在保证较高电池安全性的同时可省去电池组件，进而增加电池能量密度。

图：锂离子电池（左）和固态电池（右）结构图



图：同容量下锂离子电池（左）较固态电池（右）体积更大



除安全性和能量密度外，固态电池具备一系列其他优势：

- **高功率：**液态电池中锂离子是运载传导，而固态电池中锂离子则是通过跳跃传导，因此具备更高的充放电速率，更加适合应用于快充等领域；
- **低温性能良好：**液态电解质受热胀冷缩及凝固影响，液体电池普遍低温性能较差，固态电池由于固体特性受温度影响较小，可将工作稳定由 $-10\sim 45^{\circ}\text{C}$ 提升至 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ ，并降低对热管理系统的依赖；
- **长循环寿命：**液态电池中三元电池平均寿命为500-1000次循环，磷酸铁锂寿命为2000次左右。目前薄膜全固态理论循环寿命达45000次，实验室阶段5C寿命已达10000次，以单次循环看，固态电池理论性价比占绝对优势。

# 固态电池装车加速，国内主流车企预计2028年前完成量产

目前国产新能源车企已实现半固态电池装车。截止2023年底，东风汽车、赛力斯、蔚来均已实现半固态电池搭载并实现批量生产，2024-25年期间预计上汽智己和长安深蓝也将陆续完成半固态电池应用。

**2026-2028年为国内车企固态电池集中量产期。**根据相关车企规划，2026年期间比亚迪、广汽昊铂、东风汽车将实现全固态电池量产装车，2027年长安新能源汽车将实现全固态电池逐步起量，2028年东风汽车规划实现全固态车型量产上市。2026-28年有望成为国产新能源汽车全固态电池搭载集中上市窗口。

**2028-2030年或为海外车企固态电池放量窗口。**根据海外车企规划，26-30年期间，福特、丰田、现代、本田、日产、奔驰、宝马等车企将先后实现全固态电池规模量产，28-30年期间量产规划较多。整体来看，国内车企将在2026年后首先支撑全固态电池覆盖率起步，2028年后海外车企逐步加入有望推动覆盖率快速提升。

图：部分车企固态电池装车时间规划（2022-2030）

时间	电池类型	车企	进展
2022	半固态	东风汽车	东风E70开启示范运营
2023	半固态	东风岚图	“追光”首批量产车型下线，采用170Wh/kg半固态电池
	半固态	赛力斯	三元固液混合锂电池SUVSERES-5交付
	半固态	蔚来	150kWh半固态电池量产装车
2024	半固态	上汽智己	推出清陶半固态电池车型
2025	半固态	长安深蓝	半固态电池装车应用
	固态	比亚迪	全固态锂电池试装
	固态	雷诺	规划使用钴含量为零的固态电池
	固态	宝马	全固态锂电池试装
	固态	大众	搭建固态电池量产线
	固态	日产	全固态锂电池试装
2026	固态	比亚迪	搭载全固态电池纯电平台及车型发布
	固态	广汽昊铂	实现全固态电池量产
	固态	东风汽车	固态电池装车
	固态	福特	搭载固态电池车型发布
	固态	丰田	全固态电池推出
2027	固态	长安	实现全固态逐步量产
	固态	丰田	雷克萨斯纯电车型固态电池搭载
	固态	现代	实现部分固态车型量产
2028	固态	东风汽车	量产上市
	固态	本田	自主研发全固态电动车型量产上市
	固态	日产	推出全固态电池量产车
2030	固态	奔驰	实现固态电池批量生产
	固态	宝马	全固态电池量产
	固态	丰田	全固态电池进入大规模生产阶段
	固态	现代	实现全面量产

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/126102110135010113>