

新能源车前沿技术之六：磷酸锰铁锂

华泰研究

2023 年 4 月 17 日 | 中国内地

专题研究

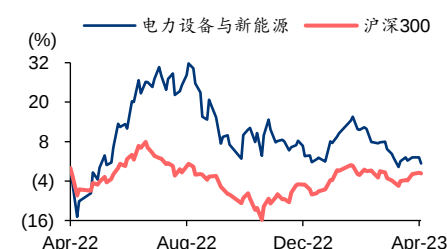
电力设备与新能源

增持 (维持)

研究员 申建国
SAC No. S0570522020002 shenjianguo@htsc.com
+(86) 755 8249 2388

研究员 边文姣
SAC No. S0570518110004 bianwenjiao@htsc.com
SFC No. BSJ399 +(86) 755 8277 6411

行业走势图



资料来源：华泰研究

磷酸锰铁锂：磷酸铁锂 2.0 升级路线，前景可期

磷酸锰铁锂的研发与产业化持续推进，产业链逐步完善，目前磷酸锰铁锂正极材料已有厂商实现量产，应用端磷酸锰铁锂可较磷酸铁锂为电池提供更长的续航和生命周期，在两轮车市场已获验证。未来 LMFP 凭借性能与成本优势，将在两轮车与新能源汽车市场对 LFP 加速替代，同时三元可进行掺混来增加安全性。我们预计 2027 年全球市场空间超 500 亿元。工艺上，磷酸铁锰锂制备方法与磷酸铁锂的差别不大，包括固相法与液相法。但由于电子导电率较低需进行改性，改性技术为核心工艺壁垒与规模化量产应用的关键。我们看好上游锰源公司以及中游技术布局相对领先的正极材料公司。

较 LFP 能量密度更高，较三元更安全且成本更低

磷酸锰铁锂与磷酸铁锂结构类似，同属于橄榄石结构的锂过渡金属磷酸盐，具有无毒无污染、安全性能好、寿命长、耐过充的优点，同时 Fe、Mn 储量丰富、价格便宜，具有较好的商业价值。工艺上，磷酸锰铁锂制备可在磷酸铁锂的工艺路径上延续，包括固相法与液相法，固相法工艺相对简单，是目前主流的大批量合成方法。磷酸锰铁锂电子电导率低，改性是规模化应用的关键。性能上，一方面磷酸锰铁锂是磷酸铁锂的升级路线，能量密度提升；另一方面磷酸锰铁锂可与三元材料掺混，较纯三元具有更好的安全性能。成本上，磷酸锰铁锂的单瓦时成本与 LFP 持平，较三元成本优势显著。

两轮车已有装车应用，2027 年全球市场空间或超 500 亿元

应用方式上，磷酸锰铁锂可以选择单独作为正极，替换磷酸铁锂；或者与三元共同使用，以一定比例掺杂。掺入磷酸锰铁锂可使得其他锂电池材料具备更佳的安全性能与循环寿命，同时，磷酸锰铁锂具有价格优势，形成的复合材料相比于单独使用其他锂电池正极材料能够降低成本。我们预计未来在磷酸锰铁锂产业链成熟实现量产，有望在动力和两轮车市场对磷酸铁锂材料实现快速替代，同时与三元掺混使用。我们预计到 2027 年全球 LMFP 的市场需求达 100.4 万吨，对应市场空间超 500 亿元。

产业链逐步完善，产能建设稳步推进

磷酸铁锰锂产业链的上游主要包括锂源、铁源、锰源、磷源等原材料，中游包括磷酸锰铁锂正极材料及磷酸锰铁锂电池，下游应用场景包括新能源汽车、小动力产品等。上游来看，我们认为拥有锰矿储备以及高纯硫酸锰制备产能的公司将最先从中受益。中游来看，我们看好拥有改性技术、核心专利和规模量产能力的龙头企业。正极厂商中，力泰锂能等材料产能布局最快，龙蟠科技已取得下游突破。电池厂商中，宁德 M3P 电池今年将量产交付，比亚迪 LMFP 量产确定性高。下游来看，两轮车市场上，磷酸锰铁锂已在最新产品上应用；电车市场上，放量或将加速，预计 2023 年国内车企开始装车。

风险提示：产品迭代及技术升级风险、研究与产业化进展有待验证、产业链配套设施建设不及预期。

正文目录

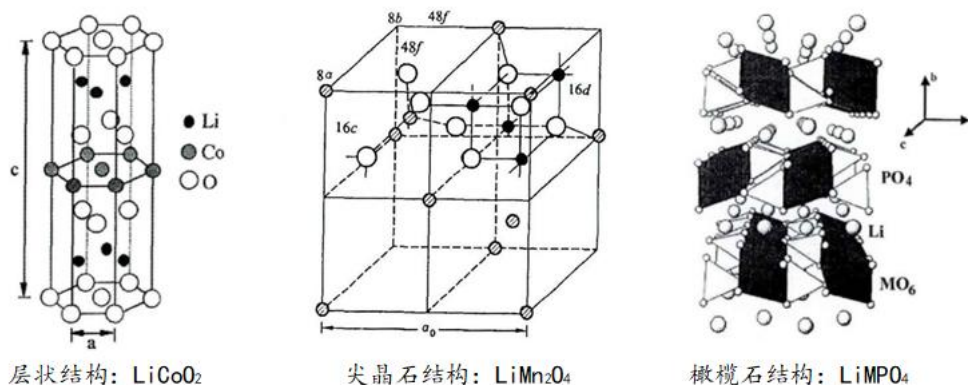
磷酸锰铁锂：磷酸铁锂的高能量密度替代品.....	3
结构特点：与 LFP 结构类似，锰掺杂比例影响性能	3
制备方法：可延续 LFP 工艺路径，关注改性提升导电性	4
材料优势：较 LFP 能量密度更高，较三元更安全且成本更低	6
性能：较 LFP 提高能量密度，较三元提高安全性	6
成本：单瓦时成本与 LFP 持平，较三元成本优势显著	6
市场空间：2027 年或超 100 万吨，对应超 500 亿市场	8
应用方式：单独正极与一定比例掺杂皆可，前景广阔	8
布局进展：技术储备充足，商业化即将到来	8
市场空间：受益于新能源汽车放量，27 年市场需求或超 100 万吨	9
产业链：两轮车已有应用，整车落地在即	11
上游：锰源公司或将从中受益	11
中游：拥有改性技术、核心专利和规模量产能力的龙头或最先受益	13
正极厂商：力泰锂能等材料产能布局最快，龙蟠科技已取得下游突破	13
电池厂商：宁德 M3P 今年量产交付，比亚迪 LMFP 量产确定性高	16
下游：两轮车、电车市场放量在即	18
两轮车市场：磷酸锰铁锂已在最新产品上应用	18
电车市场：放量或将加速，预计 2023 年国内车企开始装车	18
风险提示	19

磷酸锰铁锂：磷酸铁锂的高能量密度替代品

结构特点：与 LFP 结构类似，锰掺杂比例影响性能

锂电池正极材料通常有层状结构、尖晶石结构与橄榄石结构。根据化合物结构的不同，锂电池正极材料可以分为三种类型：（1）层状结构： LiMO_2 ($M=\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn}$)，如钴酸锂 (LiCoO_2)、镍酸锂 (LiNiO_2)、 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{Mn}_z\text{O}_4$ 三元材料、 $\text{LiCo}_x\text{Ni}_y\text{Al}_z\text{O}_4$ 三元材料；（2）尖晶石结构：如锰酸锂 (LiMn_2O_4)、镍锰酸锂 ($\text{LiMn}_{0.5}\text{Ni}_{1.5}\text{O}_4$)；（3）橄榄石结构： LiMPO_4 ($M=\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Co}, \text{Ni}$)，如磷酸铁锂 (LiFePO_4)、磷酸锰铁锂 ($\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$)。

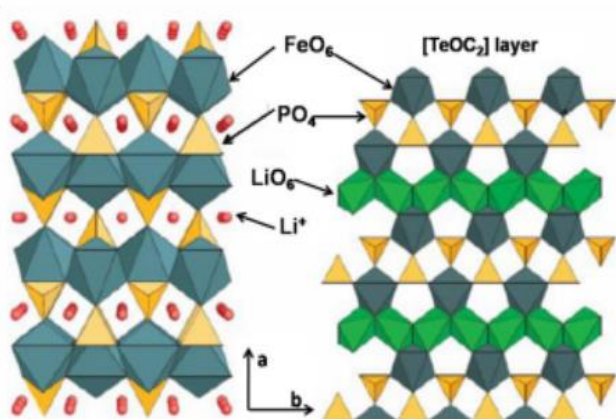
图表1：锂电池正极材料结构示意图



资料来源：《锂离子电池磷酸盐正极材料的制备、表征及性能研究》（胡成林，2012）、华泰研究

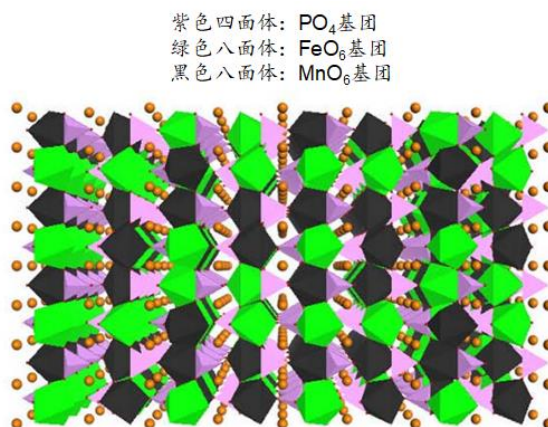
磷酸锰铁锂与磷酸铁锂结构类似，同属于橄榄石结构的锂过渡金属磷酸盐 LiMPO_4 。聚阴离子化合物 LiMPO_4 ($M=\text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}$) 为正交的橄榄石结构。具体从磷酸锰铁锂的结构来看，P 原子通过 P-O 强共价键形成 PO_4 四面体，这些 PO_4 四面体和 FeO_6 (MnO_6) 八面体交叉连接，限制了晶格体积的变化，保障了高安全性和稳定性，即使在充电过程中锂离子全部脱出，也不会存在结构崩塌的问题。磷酸锰铁锂具有无毒无污染、安全性能好、寿命长、耐过充的优点，同时 Fe、Mn 储量丰富、价格便宜，具有较好的商业价值。

图表2： LiFePO_4 材料结构示意图



资料来源：《磷酸锰铁锂材料在锂电池中的研究进展》（饶媛媛等，2015）、华泰研究

图表3： $\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$ 材料结构示意图



资料来源：《Density Functional Theory and Electrochemistry Studies on $\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$ Solid Solutions》（Wang Kangping 等，2019）、华泰研究

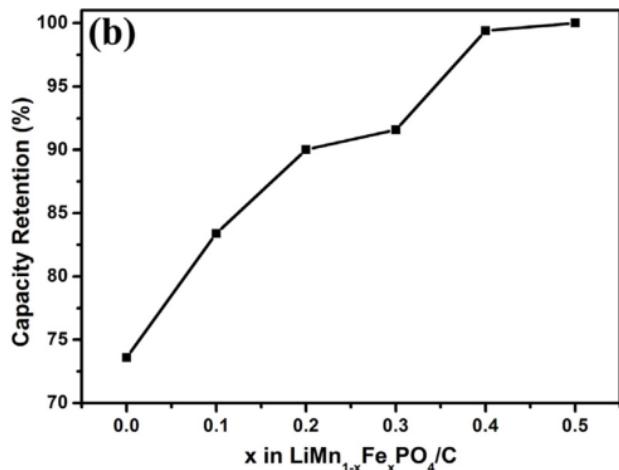
磷酸锰铁锂掺入锰，Fe/Mn 比例不同会产生性能差异。 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ 材料中，x 取值范围可从 0 到 1，电化学性能随着 Mn 含量的增加而发生变化。一方面，过高 Mn 掺杂量的 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ 材料由于 Mn 元素的 John-Teller 效应，具有放电比容量较低并且衰减迅速，容量保持率较低不适宜作为锂离子电池正极材料；另一方面，较低的 Mn 掺杂量不能够明显提高平台电压，从而不能获得最大放电比能量。因此，不同的铁锰比例对于制备的磷酸铁锂材料性能有关键影响，最佳比例尚无定论。

图表4: Fe/Mn 不同比例下电池性能对比

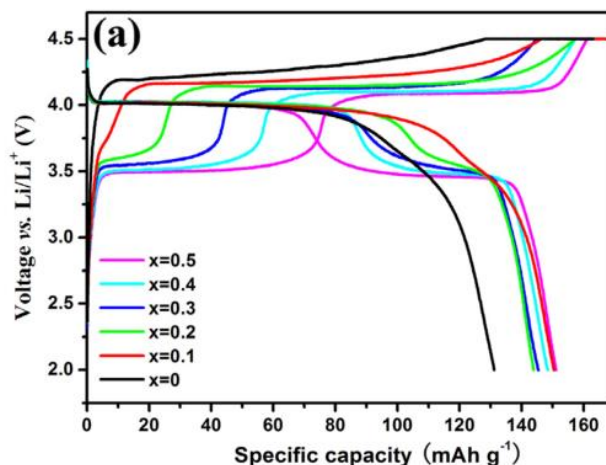
	平均电压 (V)	体积能量密度 (Wh/L)	质量能量密度 (Wh/kg)	容量 (mAh/g)
Li/LiFe ₅₀ Mn ₅₀ PO ₄	3.4	2061.3	579.3	170.4
Li/LiFe ₇₀ Mn ₃₀ PO ₄	3.4	2063.5	578.6	170.2
Li/LiFe ₈₀ Mn ₂₀ PO ₄	3.4	2064.3	578.3	170.1
Li/LiFe ₉₀ Mn ₁₀ PO ₄	3.4	2063.2	577.9	170.0

资料来源:《A theoretical study of olivine LiMPO₄ cathodes》(Osorio 等, 2003)、华泰研究

图表5: Fe/Mn 不同比例下循环保持率水平

资料来源:《Solvothermal synthesis of Fe-doping LiMnPO₄ nanomaterials for Li-ion batteries》(Hu Lingjun 等, 2014)、华泰研究

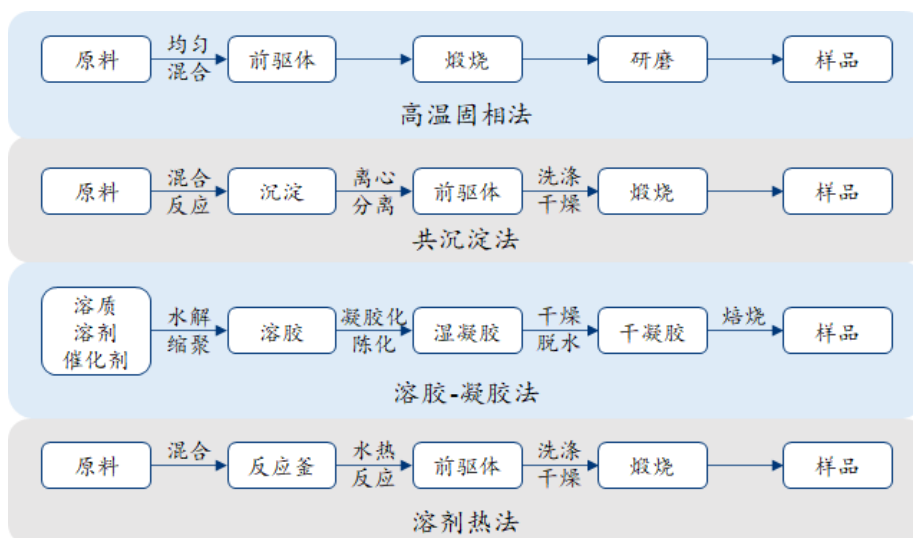
图表6: Fe/Mn 不同比例下首次充放电曲线

资料来源:《Solvothermal synthesis of Fe-doping LiMnPO₄ nanomaterials for Li-ion batteries》(Hu Lingjun 等, 2014)、华泰研究

制备方法: 可延续 LFP 工艺路径, 关注改性提升导电性

磷酸锰铁锂制备可在磷酸铁锂的工艺路径上延续, 包括固相法与液相法。磷酸铁锰锂是通过 Mn 元素掺杂 LiFePO₄ 材料获取的, 所以制备方法与磷酸铁锂的差别不大, 只是需要在前驱体制备环节额外加入锰源, 并且在后续的烧结过程中窑炉温度和烧结工艺稍有改变, 其他步骤基本相似。磷酸锰铁锂的固相法或液相法都是制备前驱体后再进行煅烧得到最终材料, 可与磷酸铁锂使用相同的设备进行制备。固相法包括高温固相法和碳热还原法。液相法包括共沉淀、溶胶-凝胶法、溶剂热法等。

图表7: 磷酸锰铁锂的制备路径



资料来源:《磷酸铁锂基正极材料的组成调控、制备优化与电化学性能研究》(庄慧, 2019)、华泰研究

固相法、液相法各有优劣势，工艺路线尚未统一。固相法工艺相对简单，是目前主流的大批量合成方法。固相法虽然工艺简单，但由于原料不容易均匀混合，容易导致随后煅烧时间的增加和表面活性分布不均匀，从而导致颗粒不均匀。液相法得到的产品一致性高，但其设备、工艺相对复杂，制备成本高，比较难实现大规模工业化生产。

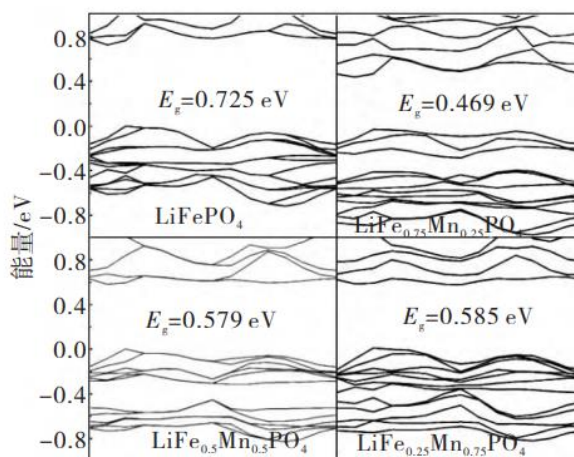
图表8：不同制备方法的优缺点

工艺方法	制备方法	优点	缺点
固相法	高温固相法	工艺简单，易于工业化大批量生产	品相不易控制，颗粒容易不均匀
	碳热还原法	成本低、可以形成碳包覆提高化学性能	需要控制碳用量，稳定性不高
液相法	共沉淀法	可控制反应获得目标尺寸和形貌的产物	制备条件严格，制备周期长
	溶胶-凝胶法	反应易于控制，设备简单，品相统一	处理周期长，工艺复杂，原料成本高
	溶剂热法	品相形貌易于调节	需要的反应设备要求高、成本高

资料来源：《磷酸锰铁锂正极材料电化学性能研究》（宫尚敏，2020）、《锂离子电池正极材料 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ 的制备工艺与改性研究》（周皇凯，2018）、《磷酸锰铁锂基正极材料的组成调控、制备优化与电化学性能研究》（庄慧，2019）、《锂离子电池磷酸盐正极材料的制备、表征及性能研究》（胡成林，2012）、华泰研究

磷酸锰铁锂电子电导率低，改性是规模化应用的关键。磷酸铁锂为半导体，但是掺入锰元素后，带隙宽度的值明显降低，磷酸锰铁锂基本属于绝缘体，具有较低的电导率及较低的锂离子迁移率，阻碍电子在电化学反应中的迁移和锂离子的迁移，直接限制了其发展和应用。将磷酸锰铁锂材料纳米化、表面包覆、微观形貌调控、金属掺杂等改性方法都可以有效提高其电化学活性，是目前厂家主要需要攻克的难题。

图表9： $\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$ 的能带图



资料来源：《锂离子电池 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ 正极材料的研究进展》（原勇强等，2014）、华泰研究

图表10：主要改性方法

改性方法	原理
纳米化	根据扩散速率方程，减小材料的颗粒尺寸，可以有效解决材料电化学反应过程动力学性能。
表面包覆	将导电材料均匀地包覆在颗粒表面，减小导电电阻，提升材料电化学性能。
微观形貌调控	利用特殊形貌与结构，电极材料可被电解液更加充分地浸润，进一步缩短锂离子的扩散路径，增加材料的反应活性。
金属掺杂	使改变材料内部结构，通过扩大结构中的间隙位置、提供额外的扩散路径等方式使锂离子更好迁移，增强材料的扩散动力学。

资料来源：《磷酸锰铁锂基正极材料的组成调控、制备优化与电化学性能研究》（庄慧，2019）、华泰研究

材料优势：较 LFP 能量密度更高，较三元更安全且成本更低

性能：较 LFP 提高能量密度，较三元提高安全性

磷酸锰铁锂是磷酸铁锂的升级路线，能量密度提升。磷酸锰铁锂与磷酸铁锂各方面性能较为接近，安全性相似。同时由于掺入锰离子，磷酸锰铁锂相比磷酸铁锂有较高的高电压平台，磷酸锰铁锂的电压平台约为 4.1V，而磷酸铁锂 3.4V。因此相同设计状况下磷酸锰铁锂的能量密度较磷酸铁锂增加 20%。同时磷酸锰铁锂相较磷酸铁锂有更好的低温性能，因此磷酸锰铁锂有较好的应用场景。

磷酸锰铁锂可与三元材料掺混，相较纯三元材料提升安全性。从安全性来看，NCM 三元材料为层状结构，结构相对不稳定。磷酸锰铁锂为橄榄石结构，其中 PO_4 四面体很稳定，在充放电过程中可以起到结构支撑的作用，从而使磷酸锰铁锂具有优异的热力学和动力学稳定性。从能量密度来看，磷酸锰铁锂与 NCM523 相近，缩小了磷酸铁锂与三元材料之间的差距，可以替换部分低镍三元，或是与三元材料混搭使用提升电池安全性能。

图表11：锂离子正极材料性能对比

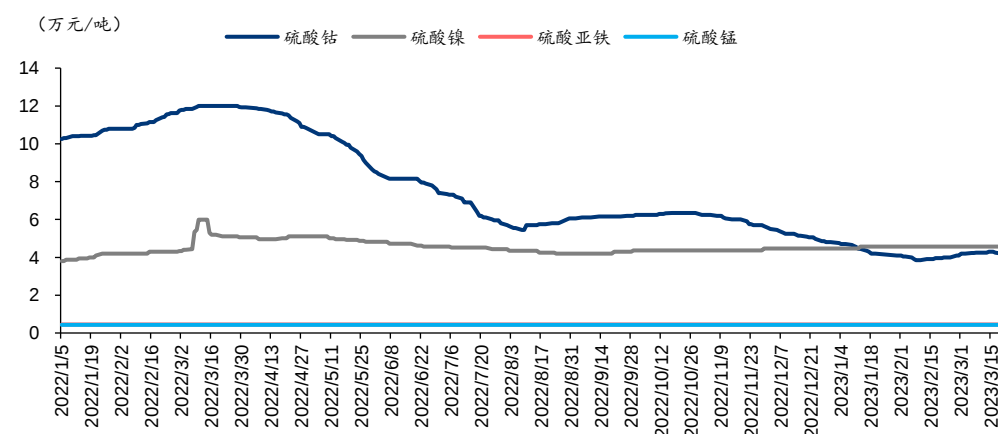
性能参数	NCM 三元	锰酸锂	磷酸铁锂	磷酸锰铁锂
锂离子扩散速率($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	10^{-9}	10^{-10}	10^{-14}	10^{-15}
导电率($\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-13}
电压平台(V)	3.7	3.9	3.4	4.1
理论比容量($\text{mAh} \cdot \text{g}^{-1}$)	270-278	148	170	170
理论比能量($\text{Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$)	1000	580	580	700
安全性	差	一般	好	好
循环寿命	一般	差	好	好

资料来源：《磷酸锰铁锂复合三元体系及对复合方式的研究》（贺志龙等，2019）、华泰研究

成本：单瓦时成本与 LFP 持平，较三元成本优势显著

磷酸锰铁锂正极原材料不含镍钴等贵金属，成本低于三元。磷酸锰铁锂的制备原料包括锂源、磷源、锰源、铁源。其中锂源、磷源、铁源与磷酸铁锂制备类似，铁源一般为草酸亚铁、氧化铁、磷酸铁等，锂源一般为碳酸锂、氢氧化锂、乙酸锂等，磷源一般为磷酸二氢铵、磷酸氢二铵等。在锰源的选择上，包括可溶性锰盐、硫酸锰等。从原材料价格来看，磷酸锰铁锂所含的金属价格较为便宜，磷酸锰铁锂使用的硫酸亚铁、硫酸锰的价格仅为 NCM 中硫酸钴、硫酸镍的约十分之一，因此材料成本远低于三元正极，具有成本优势。

图表12：不同原材料价格对比



注：硫酸亚铁单价略高于硫酸锰，故图中显示重合

资料来源：iFind、华泰研究

磷酸锰铁锂电池的单瓦时成本与磷酸铁锂基本持平。虽然磷酸锰铁锂正极的成本高于磷酸铁锂，但是由于磷酸锰铁锂的能量密度高于磷酸铁锂，其单瓦时成本低于磷酸铁锂、经济性更佳。我们根据龙头企业可研数据，假设磷酸锰铁锂正极的成本较磷酸铁锂高 25%，通过加总正极、负极、电解液等不同材料的成本，计算可得磷酸铁锂、磷酸锰铁锂电池的单瓦时成本分别为 0.59、0.57 元，基本持平。

图表13： 锂离子正极材料成本对比

（元/kWh）	LFP	LMFP	NCM523	NCM622	NCM811
正极	272.73	270.87	506.24	467.06	446.25
BOM 成本	591.28	568.79	795.78	756.18	787.79

资料来源： 、鑫锂锂电、华泰研究预测

市场空间：2027 年或超 100 万吨，对应超 500 亿市场

应用方式：单独正极与一定比例掺杂皆可，前景广阔

磷酸锰铁锂既可单独作为正极材料，也可与其他材料形成复合材料。磷酸锰铁锂相对三元具有安全性优势，与磷酸铁锂相比具有能量密度优势，因此具有单独作为正极材料的应用场景。此外，磷酸锰铁锂亦可与其他锂电池正极材料形成复合材料使用，掺入磷酸锰铁锂可使得其他锂电池材料具备更佳的安全性能与循环寿命，达到优势互补并一定程度上可以提升整体性能。同时，磷酸锰铁锂具有价格优势，形成的复合材料相比于单独使用其他锂电池正极材料能够降低成本。

图表14：磷酸锰铁锂的应用方式

应用方式	效果
单独使用	相对于磷酸铁锂具有较高的能量密度，相对于三元材料具有较优的安全性能
LMFP+NCM	具有更优的低温性能和更长的循环寿命，拥有更佳的安全性能
LMFP+LCO	提高正极材料的电解液吸附量，改善电池倍率性能、循环性能，不产生胀液变形等损害提高安全性能
LMFP+LMO	提高了 LMFP 的压实密度从而具有高体积能量密度，提高了 LMO 的循环性能与安全性能
LMFP+NCM+LMO	解决 LMFP 放电双平台问题，也提高了电池的能量密度、安全性能和循环寿命

资料来源：《磷酸锰铁锂复合三元体系及对复合方式的研究》（贺志龙等，2019）、华泰研究

布局进展：技术储备充足，商业化即将到来

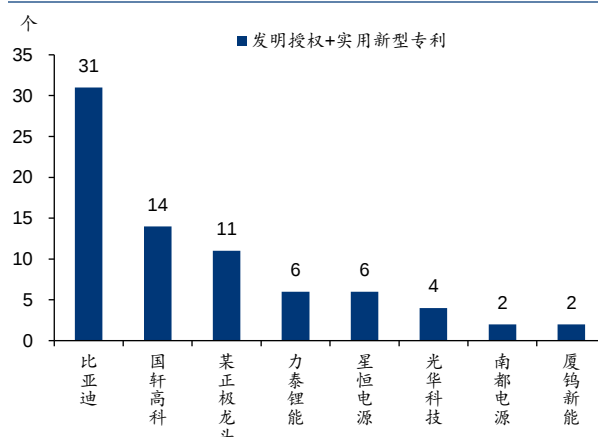
磷酸锰铁锂相关专利数量逐年增加，制备技术积累已达到可商业化水平。从 2014 年开始，磷酸锰铁锂相关专利迎来申请与授权大幅增长。近些年来，随着磷酸铁锂在商业化上的进展与应用场景的不断拓宽，磷酸锰铁锂这一升级路径仍保持着较高热度，磷酸锰铁锂相关专利申请热度不减。截止到 2023 年 3 月，磷酸锰铁锂相关专利授权数达 176 项。

图表15：磷酸锰铁锂专利数



资料来源：Incopat、华泰研究

图表16：磷酸锰铁锂相关公司专利（截至 2023 年 3 月）



资料来源：Incopat、华泰研究

各大电池厂商、正极厂商纷纷于近年布局。2021 年来，国内电池厂商、材料厂商纷纷公布对磷酸锰铁锂的技术储备以及未来对磷酸锰铁锂的项目规划。国内布局的电池厂商包括宁德时代、比亚迪、国轩高科、天能股份等，正极厂商包括富临精工、龙蟠科技、当升科技、力泰锂能、光华科技等。其中部分厂商产能进展较快：天能股份磷酸锰铁锂电池已成功应用在小牛最新款 F0 系列电动车；力泰锂能已形成 2000 吨磷酸锰铁锂生产线；2022 年 4 月，龙蟠科技与星恒电源签署磷酸锰铁锂正极材料合作协议。

图表17：各大厂商近年在磷酸锰铁锂布局进展

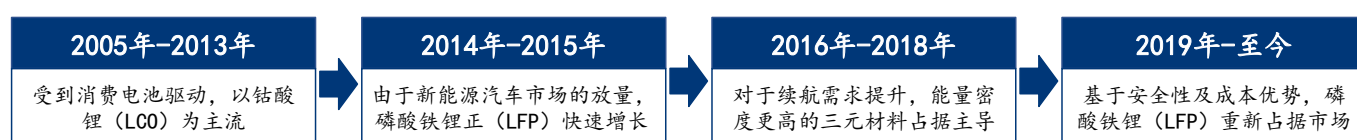
厂商类型	公司	公告时间	布局
电池厂商	宁德时代	2021 年 11 月	对力泰锂电投资 4.13 亿元成为其第一大股东
		2022 年 2 月	计划推出新产品 M3P 电池
		2022 年 8 月	结合麒麟电池电池包结构，M3P 电池可针对续航里程 700km 左右的中档车型
	天能股份	2021 年 9 月	磷酸锰铁锂 18650 电池成功应用在小牛的最新款 F0 系列电动车中
		2021 年 10 月	公司具备高镍三元、磷酸铁锂、磷酸锰铁锂、三元复合锰锂等产品生产能力
		2022 年 8 月	适用于两轮车动力领域的 26700 磷酸铁锂系列及 26700 锰系复合产品相继得到量产，并迅速获得市场认可。目前公司与头部锂电两轮车企业都形成了紧密的合作伙伴关系，如小牛、哈啰等
		2023 年 3 月	正式发布锰铁锂电池新品 TP-MAX
	富临精工	2022 年 5 月	子公司江西升华有磷酸锰铁锂（LMPF）的技术工艺和产品研发规划，目前相关工作正在推进中
		2022 年 10 月	与宜春市人民政府、江特电机签署战略合作框架协议，合作领域涉及磷酸锰铁锂
		2022 年 10 月	新建年产 15 万吨新型高压实磷酸铁锂及配套主材一体化项目，兼具磷酸铁锂和磷酸锰铁锂的工艺及生产要求
正极厂商	龙蟠科技	2022 年 4 月	子公司常州锂源与星恒电源在苏州市高新区就磷酸锰铁锂正极材料项目签署战略合作协议
		2022 年 8 月	公司磷酸锰铁锂正极材料目前正在做客户应用的验证工作，但仍处于验证阶段，尚未对下游客户供货。公司在湖北新建的产能可以用于生产磷酸锰铁锂，现有的产线经过改造也可以用于生产磷酸锰铁锂
	当升科技	2022 年 4 月	与力神电池签订战略合作协议，双方协定在磷酸锰铁锂正极材料方面开展研发
		2022 年 12 月	与蜀道新材料拟将 30 万吨/年磷酸（锰）铁锂项目落户于攀枝花，远期拟规划建设年产 20 万吨磷酸（锰）铁锂生产线
	力泰锂电	2021 年 8 月	现有 2000 吨磷酸锰铁锂生产线，计划新增建设年产 3000 吨磷酸锰铁锂设备
	光华科技	2021 年 9 月	锂电池材料主要产品有磷酸锰铁锂系列产品，已取得制备磷酸锰铁锂的发明专利
		2022 年 8 月	拟投建年产 3.6 万吨磷酸锰铁锂及磷酸铁正极材料项目

资料来源：各公司公告、各公司官网、华泰研究

市场空间：受益于新能源汽车放量，27 年市场需求或超 100 万吨

受益于新能源汽车高速发展，磷酸铁锂成为锂电主流材料。2003 年开始，锂电池正极材料第一阶段兴起。此阶段的正极材料市场受到消费电子驱动，以钴酸锂（LCO）为主。LCO 因为生产工艺简单，成为第一代成功在市场上取得广泛应用的正极材料，是公认的目前最成熟的正极材料。2014 年开始，由于新能源汽车市场的放量，锂电池正极材料迎来了第二阶段的发展，磷酸铁锂正极材料（LFP）在市场上的占比快速增长。2016 年开始，由于对新能源汽车对提高续航能力的需求的增长以及国家政策的推动，能量密度更高的三元材料开始占据了市场的主导地位。2019 年以来，随着新能源补贴退坡以及对三元锂电池安全性的考虑，磷酸铁锂材料的安全性及成本优势凸显，市场占有率开始不断提升，重新成为动力电池正极材料主流路线。

图表18：中国锂电池发展历史



资料来源：华泰研究

磷酸铁锂装机量及渗透率逐步提高，磷酸锰铁锂作为升级路线前景可期。磷酸铁锂凭借成本及安全性优势，在动力类与两轮车类电池市场上的渗透率与装机量逐步提升。未来在磷酸锰铁锂产业链成熟实现量产，有望对磷酸铁锂材料实现快速替代。

我们预计到 2027 年，全球磷酸锰铁锂正极需求量将达 100 万吨。未来 LMFP 凭借性能优势，将在两轮车与新能源汽车市场对 LFP 实现部分替代，同时与三元可进行掺混来增加安全性。LMFP 在两轮车市场推进速度较快，预计 23-27 年渗透率为 25%/30%/35%/40%/45%。LMFP 在新能源汽车动力电池市场也有较好的应用空间，预计 23-27 年 5/6 系三元电池中掺混率为 30%/40%/50%/60%/70%，磷酸铁锂动力电池中的渗透率为 10%/15%/20%/25%/28%。假设单 GWh 磷酸锰铁锂的正极材料耗用 0.17 万吨，以此估计到 2027 年 LMFP 的市场需求达 100.4 万吨。

图表19：磷酸锰铁锂需求量预计

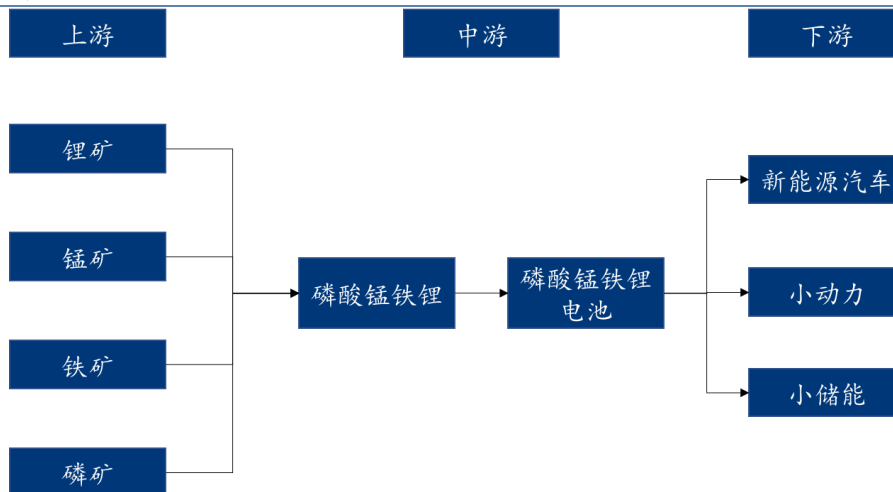
	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E
三元电池产量 (GWh)					
5/6 系	264	246	190	166	184
LMFP 掺混率	30%	40%	50%	60%	70%
三元中 LMFP 产量 (GWh)	79	98	95	100	128
LFP 电池产量 (GWh)					
动力	449	663	931	1,241	1,537
LMFP 渗透率	10%	15%	20%	25%	28%
两轮车	16	29	44	52	60
LMFP 渗透率	25%	30%	35%	40%	45%
LFP 中 LMFP 产量 (GWh)	49	108	201	331	458
单 GWh LMFP 正极耗用量 (万吨)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
LMFP 合计需求量 (万吨)	21.9	35.4	50.7	73.8	100.4

资料来源：华泰研究预测

产业链：两轮车已有应用，整车落地在即

磷酸铁锰锂产业链的上游主要包括锂源、铁源、锰源、磷源等原材料，中游包括磷酸锰铁锂正极材料及磷酸锰铁锂电池，下游应用场景包括新能源汽车、小动力产品等。

图表20：磷酸锰铁锂产业链

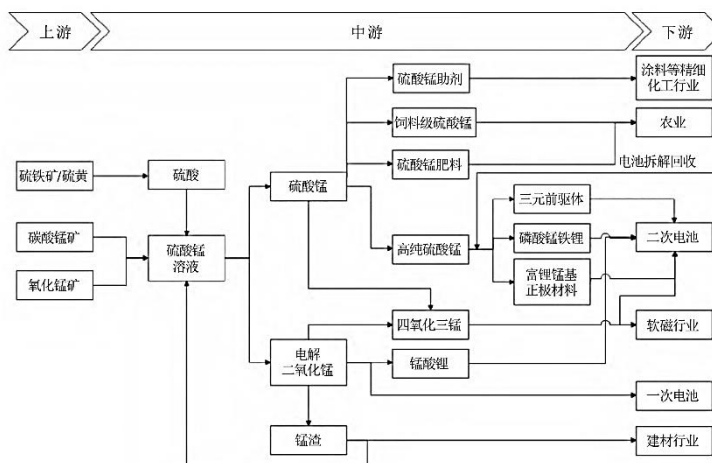


资料来源：华泰研究

上游：锰源公司或将从中受益

电池材料的锰源基本来自高纯硫酸锰或由高纯硫酸锰制备而来。按照纯净度可以将硫酸锰分为标准硫酸锰和高纯硫酸锰，对应饲料级和电池级。饲料级主要作为饲料和肥料的添加剂等用于农业；电池级主要用于制备锂电池三元正极前驱体。目前硫酸锰主要的增量市场在电池领域，除直接使用高纯硫酸锰之外，碳酸锰、二氧化锰、四氧化三锰等其他锰源都由高纯硫酸锰转换生成，因而高纯硫酸锰也是磷酸锰铁锂的原材料之一。

图表21：硫酸锰产业链



资料来源：《化工园区硫酸锰产业链式发展研究》（李建华等，2022）、华泰研究

高纯硫酸锰杂质分离为难题，铸高行业壁垒。相较于标准硫酸锰，高纯硫酸锰对杂质含量要求严格且杂质分离困难、生产相对复杂。高纯硫酸锰的制备有两种工艺：1）电解锰酸溶工艺。该工艺在电解金属锰片加硫酸进行酸溶得到硫酸锰，生产成本高且纯净度达不到要求，目前逐步退出市场。2）两矿一步法浸取工艺：该工艺从矿出发，经过还原、除杂、结晶得到高纯硫酸锰，制备的产品安全稳定且较为成熟，是目前的主流路线。但是存在一定技术壁垒，需要企业长期工艺经验积累，不利于产能快速释放。国内掌握相关工艺的企业较少，主要包括汇成材料、红星发展等。

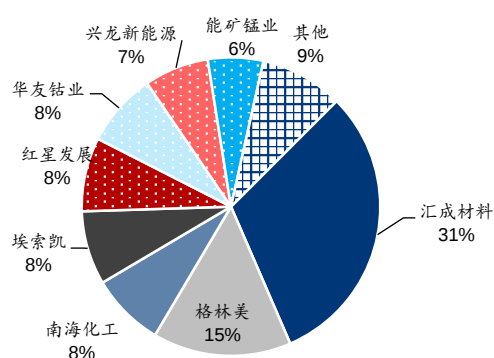
图表22：电池级高纯硫酸锰技术指标（质量分数）

元素	含量	元素	含量
Mn	>	K	<0.0050
Fe	<0.0010	Na	<0.0050
Pb	<0.0010	Ca	<0.0050
Zn	<0.0010	Mg	<0.0050
Cu	<0.0010	pH	4.5-6.5
Cd	<0.0005	水不溶物	<0.01
As	<0.0001		

资料来源：《高纯硫酸锰制备中除重金属新工艺的研究》（陈飞宇和吴峰，2012）、华泰研究

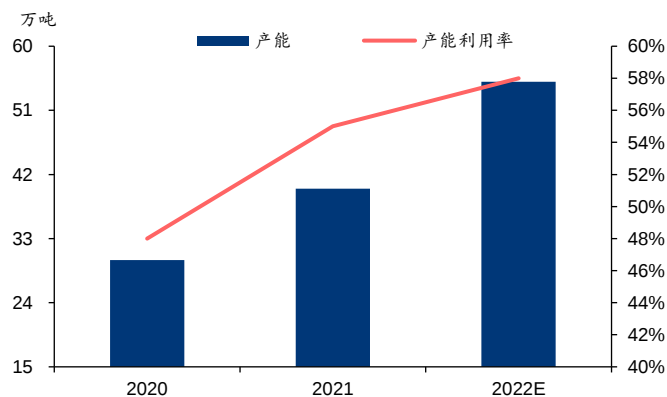
高纯硫酸锰市场相对集中，汇成材料为龙头企业。根据 QYResearch 及 SMM 数据，全球高纯硫酸锰的产能主要分布在中国，主要份额由少数几家厂商占据，集中在贵州铜仁（汇成材料、红星发展）和广西钦州（南海化工、埃索凯），其中 2021 年汇成材料市场份额排名第一、超 30%。根据 SMM 数据，2021 年高纯硫酸锰产能约 40 万吨。

图表23：2021 年高纯硫酸锰主要企业市场格局



资料来源：QYResearch、SMM、华泰研究

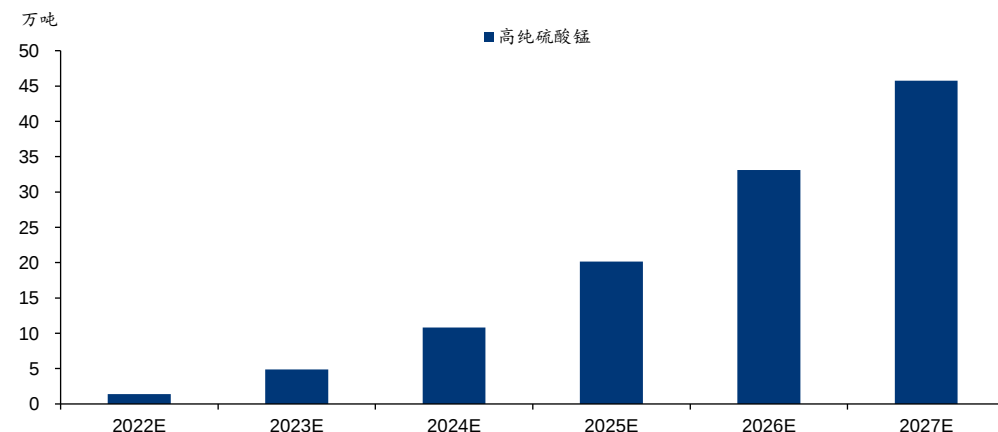
图表24：2020-2022E 高纯硫酸锰产能及利用率



资料来源：SMM、华泰研究

磷酸锰铁锂增加锰元素用量，锰源公司或将从中受益。磷酸锰铁锂在磷酸铁锂的基础上增加了锰元素的使用，高纯硫酸锰的需求将有一定程度提高。拥有锰矿储备以及高纯硫酸锰制备产能的公司将最先从中受益。具体来看，对于 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ ，以 $x=0.5$ 为例，锰元素质量分数约为 17.5%，所以单吨产成品中锰元素的质量约为 175kg。假设锰元素全部来源于高纯硫酸锰 ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)，对应 1 吨磷酸锰铁锂需要约 585kg 的高纯硫酸锰。根据上文对于磷酸锰铁锂市场需求的假设，对于 LFP 的替代会对应 2027 年新增 45.77 万吨的高纯硫酸锰需求。考虑到 2025 年之前宁夏天元、汇成材料、格林美、南海化工等均有新增产能规划，我们预计未来高纯硫酸锰产能仍可匹配需求。

图表25：LFP 的替代市场中磷酸锰铁锂制备的高纯硫酸锰需求



资料来源：华泰研究预测

**图表26：上市公司锰布局情况**

公司	布局情况
红星发展	锰系产品主要包括电解二氧化锰和高纯硫酸锰。公司电解二氧化锰产能为3万吨/年，2021年产量为2.92万吨；高纯硫酸锰产能为3万吨/年，2021年产量为1.99万吨
湘潭电化	主营业务为生产销售电解二氧化锰和新能源电池材料。公司电解二氧化锰产能为12.2万吨/年，2021年产量11.48万吨；高纯硫酸锰产能为1万吨/年，2021年产量0.18万吨
南方锰业	集采、选、冶于一体的锰系产品生产与研发集团，是中国第二大电解金属锰生产商。截至2022H1，公司现有锰矿储备近1.94亿吨，2021年电解金属锰产量14.77万吨，电解二氧化锰产量11.75万吨，锰酸锂产量0.57万吨，硫酸锰产量2.63万吨，高纯硫酸锰产量0.2万吨
三峡水利	拥有锰矿开采及电解锰生产加工、销售的完整产业链。公司电解锰总产能8万吨，2021年电解锰总产量为7.18万吨。公司目前尚无高纯硫酸锰产能

资料来源：各公司公告、华泰研究

中游：拥有改性技术、核心专利和规模量产能力的龙头或最先受益

正极厂商：力泰锂能等材料产能布局最快，龙蟠科技已取得下游突破

1) 力泰锂能：宁德时代参股，已有成熟产线

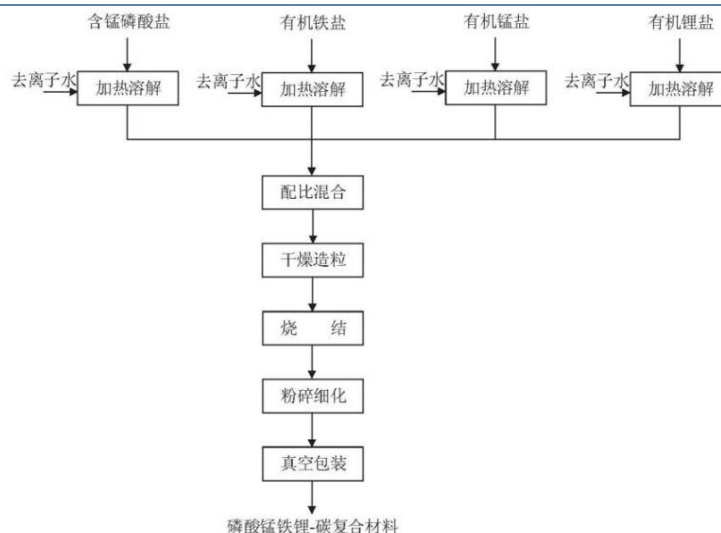
主打磷酸锰铁锂材料产品，宁德时代入股。力泰锂能是一家从事锂离子电池正极材料、负极材料、电解质以及高纯度锂化合物的研发、生产和销售的公司，公司主打产品为磷酸锰铁锂材料。2021年11月，宁德时代通过股权收购以及增资，合计对力泰锂能的投资额达4.13亿元，成为力泰锂能第一大股东。

已形成成熟的产线，专利技术储备充足。力泰锂能拥有2000吨磷酸锰铁锂生产线、2000吨高纯碳酸锂生产线。同时，公司还计划新增建设年产3000吨磷酸锰铁锂设备，新建年产2000吨磷酸锰铁锂前驱体装置。公司已获得3项磷酸锰铁锂制备设备的实用新型专利，有3项磷酸锰铁锂制备相关的发明专利申请中。

图表27：力泰锂能混掺技术专利及储备

专利公开号	专利名称	公开日	有效性
CN110980682	制备磷酸锰铁锂前体的方法和制备磷酸锰铁锂的方法	2020/4/10	审中
CN111048760	正极活性材料及其制备方法	2020/4/21	审中
CN212673821	一种磷酸锰铁锂加工用回转炉炉头端送料装置	2021/3/9	有效
CN212663734	一种用于磷酸锰铁锂原料的粉碎机	2021/3/9	有效
CN212758803	一种利于磷酸锰铁锂生产的高细度粉碎机	2021/3/23	有效
HK40046877	掺杂的磷酸锰铁锂-碳复合材料及其制备方法	2021/11/12	审中
CN112885996	正极活性材料及其制备方法、正极和锂离子电池	2022/7/12	有效
CN110323434	制备磷酸锰铁锂-碳复合材料的方法和磷酸锰铁锂-碳复合材料	2022/7/22	有效
CN113148969	掺杂的磷酸锰铁锂-碳复合材料及其制备方法	2022/11/8	有效

资料来源：Incopat、华泰研究

图表28：力泰锂能工艺流程

资料来源：力泰锂能专利《制备磷酸锰铁锂-碳复合材料的方法和磷酸锰铁锂-碳复合材料》、华泰研究

2) 龙蟠科技：收购贝特瑞核心技术与团队，已实现两轮车市场突破

携手星恒电源，两轮车市场获突破。2022年4月，常州锂源公司与星恒电源在苏州市高新区就磷酸锰铁锂正极材料项目签署战略合作协议。根据协议，常州锂源与星恒电源将在磷酸锰铁锂等系列产品的研发、生产及销售业务领域开展战略合作。公司表示，该战略合作协议的签署意味着常州锂源由此成为国内第一家与下游电池厂家签订磷酸锰铁锂产品实际应用战略协议的正极材料企业。

龙蟠科技通过收购贝特瑞资产获得磷酸锰铁锂制备技术。龙蟠科技2020年12月通过子公司常州锂源以8.44亿元对价收购贝特瑞磷酸铁锂相关资产和业务，拥有了磷酸铁锂和磷酸锰铁锂研发团队与专利技术。常州锂源通过收购，获得了一项磷酸锰铁锂高温固相法制备的专利——《一种微纳结构磷酸铁锰锂正极材料及其制备方法、锂离子电池》。同时，常州锂源拥有的团队在锂电池正极材料的研发和生产领域有着十多年的丰富经验，目前已有三个新的磷酸锰铁锂的制备方法专利在申请授权中。

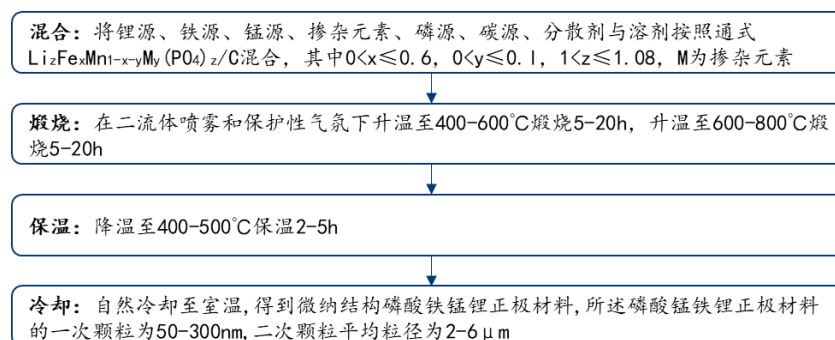
图表29：龙蟠科技磷酸锰铁锂专利及储备

专利公开号	专利名称	公开日	有效性
CN104167549	一种微纳结构磷酸铁锰锂正极材料及其制备方法、锂离子电池	2014/11/26	有效
CN114314551	一种爆炸法制备高压实磷酸锰铁锂的方法	2022/4/12	有效
CN114348985	一种高压实磷酸盐型正极材料	2022/4/15	审中
CN114373912	一种氟掺杂磷酸锰铁锂正极材料及其制备方法	2022/4/19	审中
CN115411228	一种磷酸锰铁锂正极片及其制备方法	2022/11/29	审中

资料来源：Incopat、华泰研究

龙蟠科技采用固相法制备，具有成本低、工序少、容易实现工业化的优势。龙蟠科技制备磷酸锰铁锂的专利，混合原料后在400-600℃、600-800℃的高温下分别煅烧5-20小时，最后保温冷却得到磷酸锰铁锂材料。该专利采用一定范围内非化学计量比的诱导在低温烧结过程中形成晶格缺陷较多的30-200nm一次颗粒，再通过高温烧结得到50-300nm的一次颗粒。与其他技术相比，该方法不需要长时间球磨，因此工艺简单、成本低，易于工业化。

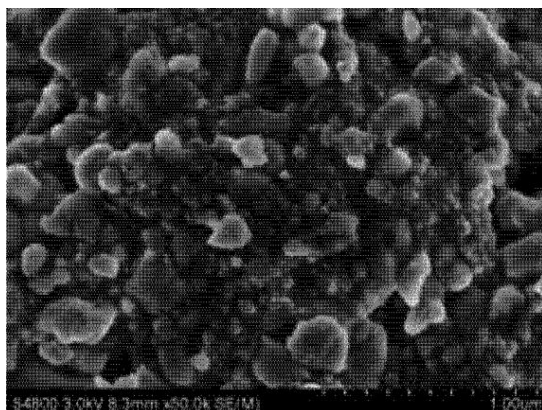
图表30：龙蟠科技工艺流程



资料来源：贝特瑞专利《一种微纳结构磷酸铁锰锂正极材料及其制备方法、锂离子电池》、华泰研究

通过二流体喷雾获得微纳结构产品，显著提高产品性能。龙蟠科技的制备方法除了进行掺杂离子与碳包覆改性外，还在煅烧过程中使用二流体喷雾。不同于常规离心喷雾，二流体喷雾易获得较小二次颗粒，通过二流体喷雾得到的微纳结构磷酸锰铁锂二次颗粒平均2-6 μm，最大二次颗粒<25 μm，具有较好的克容量、循环性能、倍率性能、首次库伦效率及振实密度。

图表31：微纳结构磷酸锰铁锂正极材料



资料来源：贝特瑞专利《一种微纳结构磷酸锰铁锂正极材料及其制备方法、锂离子电池》、华泰研究

图表32：性能较传统方法有所提升

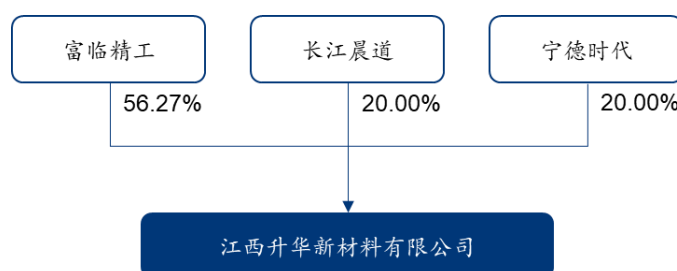
实施例编号	振实密度 g/cm ³	0.1C 克容量 mAh/g	首次库伦 效率 %	1C 克容量 mAh/g	0.2C 下循环 50 周 保持率 %
实施例 1	1.40	159.5	97.4	138.4	97.0
实施例 2	1.43	156.1	96.6	130.0	97.1
实施例 3	1.38	150.7	94.9	125.8	95.1
实施例 4	1.32	155.8	97.0	132	96.8
实施例 5	1.37	153.9	96.1	134.5	96.3
实施例 6	1.29	150.5	95.0	127	95.4
对比例 1	1.20	145.6	91.0	108	90.0

资料来源：贝特瑞专利《一种微纳结构磷酸锰铁锂正极材料及其制备方法、锂离子电池》、华泰研究

3) 富临精工：与宁德时代携手磷酸锰铁锂开发

通过江西升华开发磷酸锰铁锂产品，宁德时代入股。江西升华为磷酸铁锂正极材料供应商，2020 年 10 月打入宁德时代供应链。在 2021 年 7 月与 2022 年 2 月，宁德时代两次增资江西升华，目前持有江西升华 20% 股权。公司在互动平台表示，子公司江西升华有磷酸锰铁锂的技术工艺和产品研发规划，客户认证相关工作正在推进中。

图表33：江西升华股权结构（截至 2023 年 3 月 14 日）



资料来源：企查查、华泰研究

4) 当升科技：面向电动车和高端储能市场，项目基地已在规划中

面向电动车和高端储能市场，项目基地已在规划中。根据公司 2021 年半年报披露，公司针对电动车和高端储能市场专项开发高性能的磷酸铁锂、磷酸锰铁锂材料。根据公司 23 年 1 月公告，规划在攀枝花建设年产 30 万吨磷酸（锰）铁锂项目，首期项目计划建成年产 12 万吨磷酸（锰）铁锂生产线及配套设施。目前，当升科技有一个液相法制备专利在申请过程中。

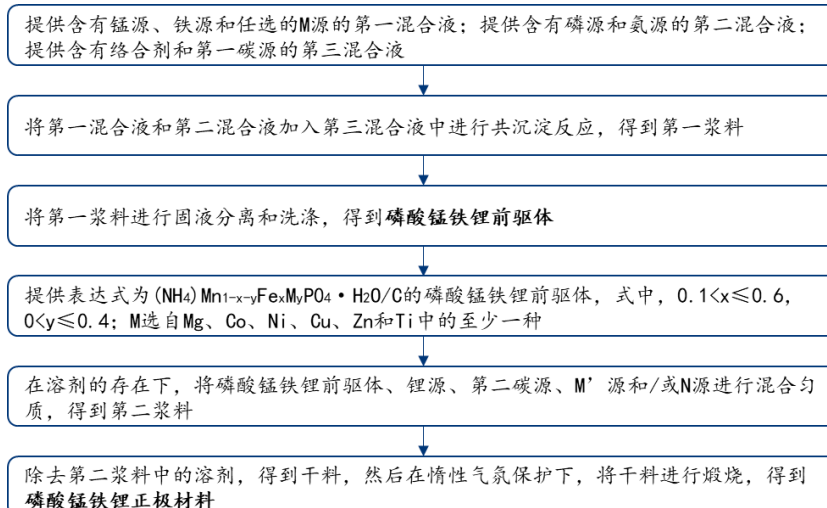
图表34：当升科技磷酸锰铁锂专利及储备

专利公开号	专利名称	公开日	有效性
CN113942990	磷酸锰铁锂前驱体、磷酸锰铁锂正极材料及其制备方法和电极材料、电极以及锂离子电池	2022/1/18	审中

资料来源：Incopat、华泰研究

当升科技申请的制备方法通过金属掺杂、纳米化、碳包覆等方法改性。公司提供的磷酸锰铁锂前驱体具有由一次颗粒形成的二次球颗粒结构，具有正交晶系的晶体结构，前驱体中的元素分布均匀，掺杂元素进入金属位点形成具有稳定结构的纳米颗粒，同时纳米颗粒表面包覆有碳，形成致密的球形团聚体，采用该前驱体制备的磷酸锰铁锂正极材料的碳包覆均匀，具有致密的二次球形貌，压实密度高，应用于锂离子电池时，能够提高锂离子电池的电化学性能，比容量高，循环性能好。

图表35：当升科技工艺流程



资料来源：当升科技专利《磷酸锰铁锂前驱体、磷酸锰铁锂正极材料及其制备方法和电极材料、电极以及锂离子电池》、华泰研究

其他正极厂商：湖南裕能 2023 年 3 月公告与宁德时代签署《开发协议》，公司设计开发新型磷酸铁锂产品，并依据宁德时代的需求生产制造出产品。2023 年 1 月，珩创纳米年产 5000 吨磷酸锰铁锂正极材料项目投产，且与星恒电源签订了 2000 吨的正式年度采购协议。光华科技已取得制备磷酸锰铁锂的发明专利，2022 年 8 月公告拟投建年产 3.6 万吨磷酸锰铁锂及磷酸铁正极材料项目。2022 年 1 月中贝材料年产 3 万吨磷酸锰铁锂项目落户山西，6 月一期项目年产万吨磷酸锰铁锂材料智慧工厂完成交付并全面投产。

电池厂商：宁德 M3P 今年量产交付，比亚迪 LMFP 量产确定性高

宁德时代：M3P 电池预计今年量产交付。为解决 LMFP 低电导率问题，宁德开发设计 M3P 电池，在磷酸锰铁锂的基础上掺杂其他金属元素，预计 2023 年量产交付。2022 年公司持续进行了 M3P 多元磷酸盐电池的研发项目，新电池兼顾续航里程与成本优势，有利于提升公司磷酸盐体系的竞争力。宁德时代 M3P 电芯+麒麟电池结构的解决方案可以适配未来 700 公里的新能源汽车市场。

比亚迪：较早布局且有技术储备，锰铁锂量产落地确定性极高。比亚迪在 2014 年就开始储备磷酸锰铁锂相关专利技术，是国内磷酸锰铁锂技术储备最多的公司。短期来看比亚迪暂无磷酸锰铁锂电池产能的规划，未来如果在磷酸锰铁锂成为主流材料，比亚迪或可凭借自身技术储备优势迅速投建相关产能。

图表36： 比亚迪部分磷酸锰铁锂技术专利及储备

专利公开号	专利名称	公开日	有效性
CN103887491	一种锂离子电池正极活性材料 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4/\text{C}$ 的制备方法	2016/8/10	有效
CN104752718	一种 $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ 正极活性材料及其制备方法	2017/11/21	有效
CN104752720	一种磷酸锰铁锂及其制备方法和应用	2017/12/1	有效
CN104752715	一种前驱体和磷酸锰铁锂及其制备方法和应用	2018/3/13	有效
CN105226273	一种磷酸锰铁锂及其制备方法及应用	2018/9/11	有效
CN105470495	一种正极活性物质及其制备方法、锂离子电池的正极材料及其制备方	2018/9/11	有效
	法和锂离子电池		
CN105514422	一种前驱体和磷酸锰铁锂及其制备方法和应用	2018/12/21	有效
CN105810897	一种锂离子电池复合材料及其制备方法、包含该复合材料的正极材料	2019/4/19	有效
CN106816581	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2019/6/21	有效
CN106816584	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2019/7/26	有效
CN106816583	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2019/7/26	有效
CN106816582	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2019/8/13	有效
CN106935851	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2019/11/29	有效
CN106935850	正极活性材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2020/4/24	有效
CN106816600	一种磷酸锰铁锂类材料及其制备方法以及电池浆料和正极与锂电池	2020/12/25	有效
CN109309207	一种正极活性物质及其制备方法、正极及锂离子电池	2022/2/8	有效
CN114256448	磷酸锰铁锂复合材料及其制备方法和锂离子电池	2022/3/29	审中
CN114420899	锂离子电池	2022/4/29	审中
CN114430027	正极复合材料及其制备方法和锂离子电池	2022/5/3	审中
CN114655943	磷酸锰铁锂复合材料及其制备方法、正极和锂离子电池	2022/6/24	审中
CN115132975	一种锂离子电池及动力车辆	2022/9/30	审中
CN114204015	正极材料、正极浆料、正极片及电池	2023/1/6	有效
CN114204016	正极材料、正极浆料、正极片及电池	2023/1/6	有效
CN114520312	正极活性材料、正极浆料、正极片及电池	2023/1/6	有效
CN115863620	一种电池正极材料及其应用	2023/3/28	审中

资料来源：Incopat、华泰研究

国轩高科：磷酸锰铁锂产品正在加速开发中。公司 2016 年获得《锂离子电池用碳复合磷酸锰铁锂正极材料新产品证书》，且相关产品开始逐步进入量产阶段。2019 年自主研发了方形磷酸锰铁锂锂离子电池。国轩高科主要采用前驱体设计、表面包覆、微观形貌调控的改性方法，目前已拥有磷酸锰铁锂包覆三元相关专利，技术储备丰富。

图表37： 国轩高科工艺流程

资料来源：国轩高科专利《一种球状复相磷酸锰铁锂材料及其制备方法》、华泰研究

星恒电源：采用 LMFP 与锰酸锂掺混，新产品出货在即。星恒电源的专利布局集中在磷酸锰铁锂与其他正极材料的复合使用。2021 年 12 月，星恒电源推出锰酸锂和 LMFP 混掺的产品“LONG 终身保”，该产品采用第二代单晶锰酸锂材料搭配长寿命、高安全 LMFP 材料。2022 年，星恒电源分别与珩创纳米、龙蟠科技子公司常州锂源就磷酸锰铁锂开展战略合作。

图表38：星恒电源混掺技术专利及储备

专利公开号	专利名称	公开日	有效性
CN113054157	双复合改性的尖晶石锰酸锂正极片，其制备方法及其锂离子电池	2021/6/29	审中
CN113224277	一种高安全长循环寿命锂离子电池用正极极片	2021/8/6	审中
CN113594412	一种三明治结构的锂电池正极片及锂离子电池	2021/11/2	审中
CN113594413	一种均衡锂离子扩散的正极片及锂离子电池	2021/11/2	审中
CN113066960	一种双复合改性的尖晶石锰酸锂正极片及其制备方法	2022/4/5	有效
CN113823765	一种锰酸锂/磷酸锰铁锂复合正极片及锂离子电池	2022/12/23	有效

资料来源：Incopat、华泰研究

其他电池厂陆续入场：2022年9月孚能科技战略及新品发布会上，公司提出计划在2023年推出第一代磷酸锰铁锂产品。得益于其安全性、低成本、高能量密度的属性，未来更多电池厂有望加速推出相关产品。

下游：两轮车、电车市场放量在即

两轮车市场：磷酸锰铁锂已在最新产品上应用

磷酸锰铁锂较 LFP 电池拥有更长的续航和生命周期，两轮车市场已获验证。小牛在其最新款 F0、C0 及 G2 系列电动车中，已成功应用天能生产的磷酸锰铁锂 18650 电池。在应用磷酸锰铁锂电池后，小牛电动车电池包重量仅重 5.6kg，能够达到最高 60km 的超长续航，同时其低温环境下续航里程表现较上一代产品提升 25%。

图表39：小牛电动搭载磷酸锰铁锂两轮车

车型	F0 50 版	G2 动力版 60	C0 都市版 50	C0 动力版 70
指导价	¥3,299	¥3,899	¥3,699	¥4,099
图片				
理论续航	50km	60km	50km	60km
电压	48V	48V	48V	48V
容量	14Ah	16Ah	14Ah	18Ah
电池包重量	5.6kg	6.4kg	5.6kg	6.8kg
电芯类型	18650 磷酸锰铁锂电芯	18650 磷酸锰铁锂电芯	18650 磷酸锰铁锂电芯	18650 磷酸锰铁锂电芯
充电时间	6 小时	6.5 小时	6 小时	7 小时
BMS 管理系统	全功能(一线通讯)	有通讯保护板(一线通)	全功能(一线通讯)	全功能(一线通讯)

资料来源：小牛电动官网、华泰研究

电车市场：放量或将加速，预计 2023 年国内车企开始装车

目前三元与磷酸锰铁锂中度掺混方案已量产。上半年装车预计是国内中型体量车企，预计下半年逐步起量。未来的技术方向是掺混比例逐渐提升，重度掺混需要 BMS 深度参与，纯锰铁锂还需进一步攻关。海外目前主要以开发为主，暂无明确量产计划。2022 年 7 月，特斯拉 Q2 业绩交流会表示，未来动力电池三分之二将使用铁锂或锰铁锂电池。

图表40： 本文涉及公司及代码

公司名称	代码
特斯拉	TESLA US
力泰锂能	-
龙蟠科技	603906 CH
宁德时代	300750 CH
比亚迪	002594 CH
国轩高科	002074 CH
星恒电源	-
光华科技	002741 CH
南都电源	300068 CH
厦钨新能	688778 CH
天能股份	688819 CH
富临精工	300432 CH
当升科技	300073 CH
汇成材料	-
埃索凯	-
南海化工	-
南方锰业	1091 HK
红星发展	600367 CH
湘潭电化	002125 CH
三峡水利	600116 CH
贝特瑞	835185 CH
常州锂源	-
江西升华	-
湖南裕能	301358 CH
小牛电动	NIU US

资料来源：Bloomberg，华泰研究

风险提示

产品迭代及技术升级风险。新能源汽车动力电池还处于技术快速迭代阶段，主流技术路线可能不断发生变化，如果技术路线变化或下游客户产品结构调整，将导致磷酸锰铁锂应用减少。

研究与产业化进展有待验证。目前磷酸锰铁锂正极相关研究多独立地测定材料的理论性能，但是对整体电池系统的性能研究较少，最终量产产品能否均衡地实现市场期待的各项优势还有待验证。

产业链配套设施建设不及预期。相较于磷酸铁锂，磷酸锰铁锂的生产工序中需要引入改性等新的环节，产线建设及产能爬坡进度可能不及预期。

免责声明

分析师声明

本人，申建国、边文姣，兹证明本报告所表达的观点准确地反映了分析师对标的证券或发行人的个人意见；彼以往、现在或未来并无就其研究报告所提供的具体建议或所表达的意见直接或间接收取任何报酬。

一般声明及披露

本报告由华泰证券股份有限公司（已具备中国证监会批准的证券投资咨询业务资格，以下简称“本公司”）制作。本报告所载资料是仅供接收人的严格保密资料。本公司及其客户和其关联机构使用。本公司不因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告基于本公司认为可靠的、已公开的信息编制，但本公司及其关联机构（以下统称为“华泰”）对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。

本报告所载的意见、评估及预测仅反映报告发布当日的观点和判断。在不同时期，华泰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。同时，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。以往表现并不能指引未来，未来回报并不能得到保证，并存在损失本金的可能。华泰不保证本报告所含信息保持在最新状态。华泰对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司不是 FINRA 的注册会员，其研究分析师亦没有注册为 FINRA 的研究分析师/不具有 FINRA 分析师的注册资格。

华泰力求报告内容客观、公正，但本报告所载的观点、结论和建议仅供参考，不构成购买或出售所述证券的要约或招揽。该等观点、建议并未考虑到个别投资者的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对客户私人投资建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，华泰及作者均不承担任何法律责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

除非另行说明，本报告中所引用的关于业绩的数据代表过往表现，过往的业绩表现不应作为日后回报的预示。华泰不承诺也不保证任何预示的回报会得以实现，分析中所做的预测可能是基于相应的假设，任何假设的变化可能会显著影响所预测的回报。

华泰及作者在自身所知情的范围内，与本报告所指的证券或投资标的不存在法律禁止的利害关系。在法律许可的情况下，华泰可能会持有报告中提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，为该公司提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务或向该公司招揽业务。

华泰的销售人员、交易人员或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。华泰没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。华泰的资产管理部门、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。投资者应当考虑到华泰及/或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信赖依据。有关该方面的具体披露请参照本报告尾部。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布的机构或人员，也并非意图发送、发布给因可得到、使用本报告的行为而使华泰违反或受制于当地法律或监管规则的机构或人员。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构或个人不得以翻版、复制、发表、引用或再次分发他人（无论整份或部分）等任何形式侵犯本公司版权。如征得本公司同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并需在使用前获取独立的法律意见，以确定该引用、刊发符合当地适用法规的要求，同时注明出处为“华泰证券研究所”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。本公司保留追究相关责任的权利。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。

中国香港

本报告由华泰证券股份有限公司制作，在香港由华泰金融控股（香港）有限公司向符合《证券及期货条例》及其附属法律规定的机构投资者和专业投资者的客户进行分发。华泰金融控股（香港）有限公司受香港证券及期货事务监察委员会监管，是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。在香港获得本报告的人员若有任何有关本报告的问题，请与华泰金融控股（香港）有限公司联系。

香港-重要监管披露

- 华泰金融控股（香港）有限公司的雇员或其关联人士没有担任本报告中提及的公司或发行人的高级人员。
- 特斯拉(TESLA) (TSLA US)、当升科技(300073 CH)：华泰金融控股（香港）有限公司、其子公司和/或其关联公司实益持有标的公司的市场资本价值的 1%或以上。
- 有关重要的披露信息，请参华泰金融控股（香港）有限公司的网页 https://www.htsc.com.hk/stock_disclosure 其他信息请参见下方 “美国-重要监管披露”。

美国

在美国本报告由华泰证券（美国）有限公司向符合美国监管规定的机构投资者进行发表与分发。华泰证券（美国）有限公司是美国注册经纪商和美国金融业监管局（FINRA）的注册会员。对于其在美国分发的研究报告，华泰证券（美国）有限公司根据《1934 年证券交易法》（修订版）第 15a-6 条规定以及美国证券交易委员会人员解释，对本研究报告内容负责。华泰证券（美国）有限公司联营公司的分析师不具有美国金融监管（FINRA）分析师的注册资格，可能不属于华泰证券（美国）有限公司的关联人员，因此可能不受 FINRA 关于分析师与标的公司沟通、公开露面和所持交易证券的限制。华泰证券（美国）有限公司是华泰国际金融控股有限公司的全资子公司，后者为华泰证券股份有限公司的全资子公司。任何直接从华泰证券（美国）有限公司收到此报告并希望就本报告所述任何证券进行交易的人士，应通过华泰证券（美国）有限公司进行交易。

美国-重要监管披露

- 分析师申建国、边文姣本人及相关人士并不担任本报告所提及的标的证券或发行人的高级人员、董事或顾问。分析师及相关人士与本报告所提及的标的证券或发行人并无任何相关财务利益。本披露中所提及的“相关人士”包括 FINRA 定义下分析师的家庭成员。分析师根据华泰证券的整体收入和盈利能力获得薪酬，包括源自公司投资银行业务的收入。
- 龙蟠科技(603906 CH)、国轩高科(002074 CH)：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前的 12 个月内担任了标的证券公开发行或 144A 条款发行的经办人或联席经办人。
- 龙蟠科技(603906 CH)、国轩高科(002074 CH)：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司在本报告发布日之前 12 个月内曾向标的公司提供投资银行服务并收取报酬。
- 国轩高科(002074 CH)：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司预计在本报告发布日之后 3 个月内将向标的公司收取或寻求投资银行服务报酬。
- 特斯拉(TESLA) (TSLA US)、当升科技(300073 CH)：华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司实益持有标的公司某一类普通股证券的比例达 1%或以上。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或不时会以自身或代理形式向客户出售及购买华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）华泰证券研究所覆盖公司的证券/衍生工具，包括股票及债券（包括衍生品）。
- 华泰证券股份有限公司、其子公司和/或其联营公司，及/或其高级管理层、董事和雇员可能会持有本报告中所提到的任何证券（或任何相关投资）头寸，并可能不时进行增持或减持该证券（或投资）。因此，投资者应该意识到可能存在利益冲突。

评级说明

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力（含此期间的股息回报）相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数），具体如下：

行业评级

增持：预计行业股票指数超越基准

中性：预计行业股票指数基本与基准持平

减持：预计行业股票指数明显弱于基准

公司评级

买入：预计股价超越基准 15%以上

增持：预计股价超越基准 5%~15%

持有：预计股价相对基准波动在-15%~5%之间

卖出：预计股价弱于基准 15%以上

暂停评级：已暂停评级、目标价及预测，以遵守适用法规及/或公司政策

无评级：股票不在常规研究覆盖范围内。投资者不应期待华泰提供该等证券及/或公司相关的持续或补充信息



法律实体披露

中国: 华泰证券股份有限公司具有中国证监会核准的“证券投资咨询”业务资格, 经营许可证编号为: 91320000704041011J

香港: 华泰金融控股(香港)有限公司具有香港证监会核准的“就证券提供意见”业务资格, 经营许可证编号为: AOK809

美国: 华泰证券(美国)有限公司为美国金融业监管局(FINRA)成员, 具有在美国开展经纪交易商业业务的资格, 经营业务许可编号为: CRD#:298809/SEC#:8-70231

华泰证券股份有限公司

南京

南京市建邺区江东中路228号华泰证券广场1号楼/邮政编码: 210019

电话: 86 25 83389999/传真: 86 25 83387521

电子邮件: ht-rd@htsc.com

深圳

深圳市福田区益田路5999号基金大厦10楼/邮政编码: 518017

电话: 86 755 82493932/传真: 86 755 82492062

电子邮件: ht-rd@htsc.com

北京

北京市西城区太平桥大街丰盛胡同28号太平洋保险大厦A座18层/

邮政编码: 100032

电话: 86 10 63211166/传真: 86 10 63211275

电子邮件: ht-rd@htsc.com

上海

上海市浦东新区东方路18号保利广场E栋23楼/邮政编码: 200120

电话: 86 21 28972098/传真: 86 21 28972068

电子邮件: ht-rd@htsc.com

华泰金融控股(香港)有限公司

香港中环皇后大道中99号中环中心58楼5808-12室

电话: +852-3658-6000/传真: +852-2169-0770

电子邮件: research@htsc.com

http://www.htsc.com.hk

华泰证券(美国)有限公司

美国纽约公园大道280号21楼东(纽约10017)

电话: +212-763-8160/传真: +917-725-9702

电子邮件: Huatai@htsc-us.com

http://www.htsc-us.com

©版权所有2023年华泰证券股份有限公司