

# 简报：锂电材料：磷酸锰铁锂又火了，将会是磷酸铁锂的“升级版”吗？

Lithium battery material: lithium manganese iron phosphate is on fire again, will it be an "upgraded version" of Ferrous lithium phosphate?

リチウム材料:リン酸マンガン鉄リチウムはまた火をつけて、リン酸鉄リチウムの「グレードアップ版」になりますか？

东方财富

www.leadleo.com

报告标签：磷酸锰铁锂、磷酸铁锂、三元锂  
主笔人：黄颐

Q1: 磷酸锰铁锂是什么? 与当前普遍使用的三元锂和磷酸铁锂电池相比, 锰酸锂电池的亮点在哪里? 缺陷是什么?

图表1: LMP vs. LMFP vs. LFP

	LMFP (磷酸锰铁锂)	LMP (磷酸锰锂)	LFP (磷酸铁锂)
理论比容量 (mAh/g)	170	170	170
电压平台 (V)	4.1 	4.1 	3.4
理论能量密度 (Wh/kg)	697	700 	578
压实密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.4 	2.4 	2.3
导电性能	一般	较差	优秀 
热稳定性	稳定 	较稳定	稳定 
毒性	低	低	低
成本	低	低	低

磷酸锰铁锂 (简称LMFP) 属于磷酸铁锂 (简称LFP) 与磷酸锰锂 (LMP) 相结合的产物, 又被誉为“磷酸铁锂的升级版”

- 磷酸锰铁锂 (简称LMFP) 属于磷酸铁锂 (简称LFP) 与磷酸锰锂 (LMP) 相结合的产物。由于磷酸锰铁锂兼具磷酸锰锂及磷酸铁锂的优点, 具有高安全性和稳定性, 同时其能量密度比磷酸铁锂更高, 因此也被誉为“磷酸铁锂的升级版”。

对比磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂的能量密度高出15%-20%; 对比磷酸锰锂, 磷酸锰铁锂整体成本更低

- 对比磷酸锰锂和磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂具有以下优势及亮点:

1) 对比磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂电池具备更高的能量密度, 大约高出15%-20%。磷酸锰铁锂电压平台达4.1V, 对比磷酸铁锂的3.4V, 磷酸锰铁锂高出了20%, 这意味着在相同条件下理论, 其能量密度相对于磷酸铁锂可提升20%。因为电压平台越高, 电池能量密度就越高;

2) 对比磷酸锰锂, 磷酸锰铁锂的整体成本会更低。由于磷酸锰铁锂中铁的含量高, 因此整体成本较磷酸锰锂会更低。

磷酸锰铁锂的缺陷主要在于其循环寿命及充放电能力更差

对比磷酸锰锂和磷酸铁锂, 磷酸锰铁锂具有以下缺陷:

1) 磷酸锰铁锂的循环寿命较短、充放电能力较差。磷酸锰铁锂中有锰元素的加入, 锰的溶出会导致循环寿命变短, 充放电能力和寿命变差;

2) 磷酸锰铁锂的低电导率导致其容量难以发挥、且与电解质会发生副反应导致其材料的容量难以发挥

## Q2：磷酸铁锂的工艺路线有哪些？工艺难点是什么？磷酸锰铁锂电池的改良空间有多大？

图表2：磷酸锰铁锂的主要工艺路线优缺点

工艺方法	工艺路线	优点	缺点
固相法	高温固相法	最常规的生产方法	难以惊喜控制最终产物的相结构和微观形貌
	碳热还原法	能在产物表面包覆上碳源，改善材料的导电性	反应不易控制
液相法	水热法	可降低反应湿度，缩短反应时间，有效避免因高温和氧化带来的副反应	条件不易控制、合成的产物纯度不高，难以实现产业化
	溶胶凝胶法	可获得高纯度的细小颗粒	溶胶凝胶使用的原材料成本高，难以实现规模化生产

工业上最常用的制备方法为高温固相反应法和水热合成法，这两种方式不仅可用于大规模生产，同时方便改善材料电化学性能

- 磷酸锰铁锂的制备方法与磷酸铁锂类似，主要分为固相法和液相法。固相法成本较低，液相法品质较高。工业上最常用的制备方法为高温固相反应法和水热合成法，这两种方式不仅可用于大规模生产，同时方便改善材料电化学性能。

磷酸锰铁锂的工艺难点主要在于锰铁比例问题，锰铁比例问题会影响电池的容量与安全性

- 磷酸锰铁锂的工艺难点主要在于锰铁比例问题。磷酸锰铁锂中含有锰元素，锰铁比例会对材料性质产生影响。锰比例的增加，材料的能量密度也会随之增大，但与此同时，材料在电池中的极化增大，从而导致放电容量和倍率性能变差，进而影响电池的容量与安全性。

www.leadleo.com

磷酸锰铁锂的改性技术主要包含离子掺杂技术、碳包覆技术以及纳米化技术

- 改性技术主要包含以下三种方式：

- 1) 离子掺杂技术：主要通过离子占位，增大或减小晶格参数，从而提高电导率和电容量；
- 2) 碳包覆技术：通过在材料表面形成一层无定形的导电碳层，从而提高材料电导率、循环稳定性以及控制颗粒尺寸；
- 3) 纳米化技术：通过制取较小粒径的方法，缩短锂离子的传输通道，从而提高材料容量

Q3: 目前磷酸锰铁锂的应用处于什么阶段? 主要应用在哪些领域? 未来发展方向在哪里?

图表3: 磷酸锰铁锂复合材料应用



□□□□□□□□

<https://www.leadleo.com/ill/details?id=617104fb76bf667cf5aad25e&core=6179e83fef0a1c1c1cf93e7a>

图表4: 小牛磷酸锰铁锂型号车型梳理

	小牛	
型号	F0 50版	F0 70版
价格 (元)	2899	3499
续航 (KM)	50	70
最大功率 (W)	400	400
容量 (Ah)	14 东方财富 www.leadleo.com	18
电压 (V)	48	48
电池包重量 (KG)	5.6	6.8
电芯类型	18650	18650
电芯规格	磷酸锰铁	磷酸锰铁

目前LMFP主要应用于二轮车领域，如小牛旗下的F0 50版、F0 70版均搭载磷酸锰铁锂电池，但随着LMFP技术逐步成熟，有望应用于电动汽车领域

■ 由于LMFP具有复合性可以与NCM、LFP、LMO等正极材料复合使用，其复合材料大大加强了能量密度、循环次数，同时拓宽了应用场景：

- 1) LMFP+LMO复合材料可用于二轮车、电动汽车、电动工具、储能等；
- 2) LMFP+NCM+LMO复合材料可用于电动汽车、二轮车、电动工具等；
- 3) LMFP+NCM复合材料可用于高续航电动汽车、3C领域等；
- 4) LMFP+LCO复合材料可用于3C领域。 东方财富

■ 目前LMFP主要应用于二轮车领域，如小牛旗下的F0 50版、F0 70版均搭载磷酸锰铁锂电池，但随着LMFP技术逐步成熟，有望应用于电动汽车领域。

**LMFP在未来有望替代LFP，同时有望与三元复合使用，综合两者优势**

- LMFP有望代替LFP。LMFP较高的电压平台对理论能量密度的提升较为显著，应用在储能端可有效减少储能系统的质量及所需电池数量，同时在技术路线方面与LFP的生产体系区别不大，有望替代LMFP。
- 通过使用LMFP包覆三元材料的方法，有望使得复合材料兼具LMFP的低成本、高安全性以及三元材料的高能量密度的优势。

## Q4：有哪些企业已经进场布局？各企业发展到什么程度？当前面临着怎样的困境？

图表5：部分企业关于磷酸锰铁锂电池的进展情况

企业	公告时间	公告内容	进程
宁德时代	2017年5月24日	公司于2017年5月24日公开“锂离子蓄电池复合正极材料及其制备方法”专利，其烧结产物为磷酸锰铁锂与石墨烯复合正极材料	拥有技术储备
比亚迪	2020年12月25日	公司于2020年12月25日公开“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”专利	拥有技术储备
国轩高科	2017年11月13日	公司于“配股说明书”公告中，提及“一种锂离子电池正极材料磷酸锰铁锂的制备方法”专利	拥有技术储备
鹏辉能源	2020年年报	公司拥有“高能量密度磷酸铁锂复合系材料研究、高性能磷酸锰锂复合材料产品研发与产业化”专利	拥有技术储备
中贝材料	2021年1月14日	3万吨磷酸锰铁锂正极材料项目签约落户山西临汾市尧都高新区。该项目一期投资4.5亿元，总占地6万平米，其中建筑面积10000m <sup>2</sup> ，预计2021年7月调试	实践/调试阶段
德方纳米	2021年中报	补锂添加剂材料和新型磷酸盐系正极材料复合使用后，对比现有磷酸铁锂电池能量密度提升约20%。目前两款材料均已通过下游客户的小批量验证，进入产业化阶段	实践/调试阶段
鹏欣资源	2021年8月12日	公司子公司鹏珈基金与力泰锂能的股东方签订了《增资扩股协议》，以自有资金人民币7500万元对力泰锂能公司进行增资，增资完成后鹏珈基金持有力泰锂能23%股份。力泰锂能主打产品包含了磷酸锰铁锂	实践/调试阶段

拥有工艺专利技术储备的企业包含电池厂商包含宁德时代、比亚迪等；正极材料公司包含鹏辉能源、德方纳米等；进入实践、调试或产业化的企业包含中贝材料、德方纳米、鹏欣资源等

■ 磷酸锰铁锂作为磷酸铁锂技术路线的未来发展发现，国内外各大厂商均有所布局。由于磷酸锰铁锂的生产工艺较为复杂，因此大部分企业仅拥有工艺专利技术，小部分企业开始尝试产业化：

1) 拥有工艺专利技术储备的企业包含电池厂商包含宁德时代、国轩高科、比亚迪等；正极材料公司包含鹏辉能源、中贝材料、德方纳米、当升科技、鹏欣资源、百川股份等；

2) 进入实践、调试或产业化的企业包含：中贝材料、德方纳米、鹏欣资源等。

**磷酸锰铁锂的产业化面临的最主要问题在于优化技术难度高**

■ 截止到2021年9月，中国现有关于磷酸锰铁锂的专利数量为172项，其中，拥有磷酸锰铁锂制备方法专利的企业更稀缺。磷酸锰铁锂的产业化面临的最主要问题在于优化技术难度高。尽管业内通过离子掺杂技术、碳包覆技术以及纳米化技术，使电导率有较大的改善，同时对Jahn-Teller效应有显著的抑制，但在量产中优化技术难度较高。

# “不懂就不折腾”

既然不懂投资，我就选择信任。  
一觉醒来看到买的基金又赚钱了，  
好的，那我继续睡会儿。

东方财富  
www.leadleo.com

—— 中正达广基金

过往业绩不预示未来表现，市场有风险，投资需谨慎



中正达广基金  
ZHONGZHENG DAGUANG FUND

价值 | 平衡 | 快乐 | 爱❤️

证监会核准的独立基金销售机构（沪证监许可[2015]85号）



## 方法论

- ◆ 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- ◆ 研究院依托中国活跃的经济环境，从VR、VR内容、虚拟现实等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- ◆ 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- ◆ 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- ◆ 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

## 法律声明

- ◆ 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- ◆ 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- ◆ 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。本报告所指的公司或投资标的的价值、价格及投资收入可升可跌。
- ◆ 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本文所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本文所载资料、意见及推测不一致的报告和文章。头豹不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。



## ■ 本次报告合作伙伴



感谢南京游极虚拟现实科技有限公司在本次报告写作中给予的支持

# 头豹研究院简介

- ◆ 头豹是中国领先的原创行企研究内容平台和新型企业服务提供商。围绕“协助企业加速资本价值的挖掘、提升、传播”这一核心目标，头豹打造了一系列产品及解决方案，包括：**报告/数据库服务、行企研报服务、微估值及微尽调自动化产品、财务顾问服务、PR及IR服务**，以及其他企业为基础，利用大数据、区块链和人工智能等技术，围绕产业焦点、热点问题，基于丰富案例和海量数据，通过开放合作的增长咨询服务等
- ◆ 头豹致力于以优质商业资源共享研究平台，汇集各界智慧，推动产业健康、有序、可持续发展



## 四大核心服务

### 研究咨询服务

为企业提供**定制化报告服务、管理咨询、战略调整**等服务

### 行业排名、展会宣传

行业峰会策划、**奖项评选**、行业白皮书等服务

### 企业价值增长服务

为处于不同发展阶段的企业，提供与之推广需求相对应的“**内容+渠道投放**”一站式服务

### 园区规划、产业规划

地方**产业规划**，园区企业孵化服务

# 报告阅读渠道

头豹官网 —— [www.leadleo.com](http://www.leadleo.com) 阅读更多报告

头豹小程序 —— 微信小程序搜索“头豹”、手机扫上方二维码阅读研报



添加右侧头豹分析师微信，身份认证后邀您进入行研报告分享交流微信群



详情咨询



客服电话

[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)

400-072-5588



上海

王先生： 13611634866

李女士： 13061967127



深圳

李先生： 18916233114

李女士： 18049912451



南京

杨先生： 13120628075

唐先生： 18014813521



[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)  
400-072-5588

# 头豹 Project Navigator 领航者计划介绍

每个季度，头豹将于网站、公众号、各自媒体公开发布**季度招募令**，每季公开

**125个**  
招募名额

头豹诚邀各行业**创造者、颠覆者领航者**  
知识共享、内容共建

## 头豹共建报告 2021年度特别策划 Project Navigator 领航者计划

东方财富

[www.leadleo.com](http://www.leadleo.com)

头豹诚邀**政府及园区、金融及投资机构、顶流财经媒体及大V**推荐共建企业

头豹邀请**沙利文担任计划首席增长咨询官、江苏中科院智能院担任计划首席科创辅导官、财联社担任计划首席媒体助力官、无锋科技担任计划首席新媒体造势官、iDeals担任计划首席VDR技术支持官、友品荟担任计划首席生态合作官**

企业申请共建

头豹审核资质

确定合作细项

报告发布投放

信息共享、内容共建

## 共建报告流程

备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。

# 头豹 Project Navigator 领航者计划与商业服务

- 头豹以**研报服务**为切入点，根据企业不同发展阶段的资本价值需求，以**传播服务**、**FA服务**、**资源对接**、**IPO服务**、**市值管理**为基础，提供适合的**商业管家服务解决方案**



扫描上方二维码  
**联系客服报名加入**

备注：活动解释权均归头豹所有，活动细则将根据实际情况作出调整。

# 读完报告有问题?

## 快, 问头豹! 你的智能随身专家



扫码二维码  
即刻联系你的智能随身专家

千元预算的  
高效率轻咨询服务

东方财富  
www.leadleo.com



### STEP04 专业高效解答

书面反馈、分析师专访、  
专家专访等多元化反馈方式



### STEP02 云研究院后援

云研究院7×24待命  
随时评估解答方案



### STEP03 解答方案生成

大数据×定制调研  
迅速生成解答方案



### STEP01 智能拆解提问

人工智能NLP技术  
精准拆解用户提问



www.leadleo.com  
400-072-5588