

● ● ●

磷酸锰铁锂：

发展历程、机遇和挑战



天津容百斯科兰德科技有限公司

2024.05.31

陈文 副总经理

目录

01

发展历程

磷酸锰铁锂商业化及发展现状

02

挑战和机遇

优势及国内行业内卷

03

公司简介

产品、产能及创新



1.发展历程

磷酸锰铁锂商业化及发展现况

关于磷酸锰铁锂(LMFP)

磷酸锰铁锂是一种新型正极材料。磷酸锰铁锂($\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$)是在磷酸铁锂

(LiFePO_4)的基础上掺杂一定比例的锰(Mn)而形成的

它是LFP的升级版还是**终结者**(Terminator)?

是三元的平替还是**合作伙伴**(Partner)?



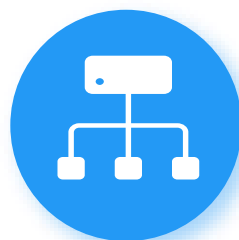
1997年

LMFP在实验室中被发明出来，正式成为磷酸盐正极材料家族的一员



2009年

我司创始人团队率先实现国内LMFP初代终端应用



2017年

因补贴政策导向，磷酸铁锂系列电池及材料发展受阻

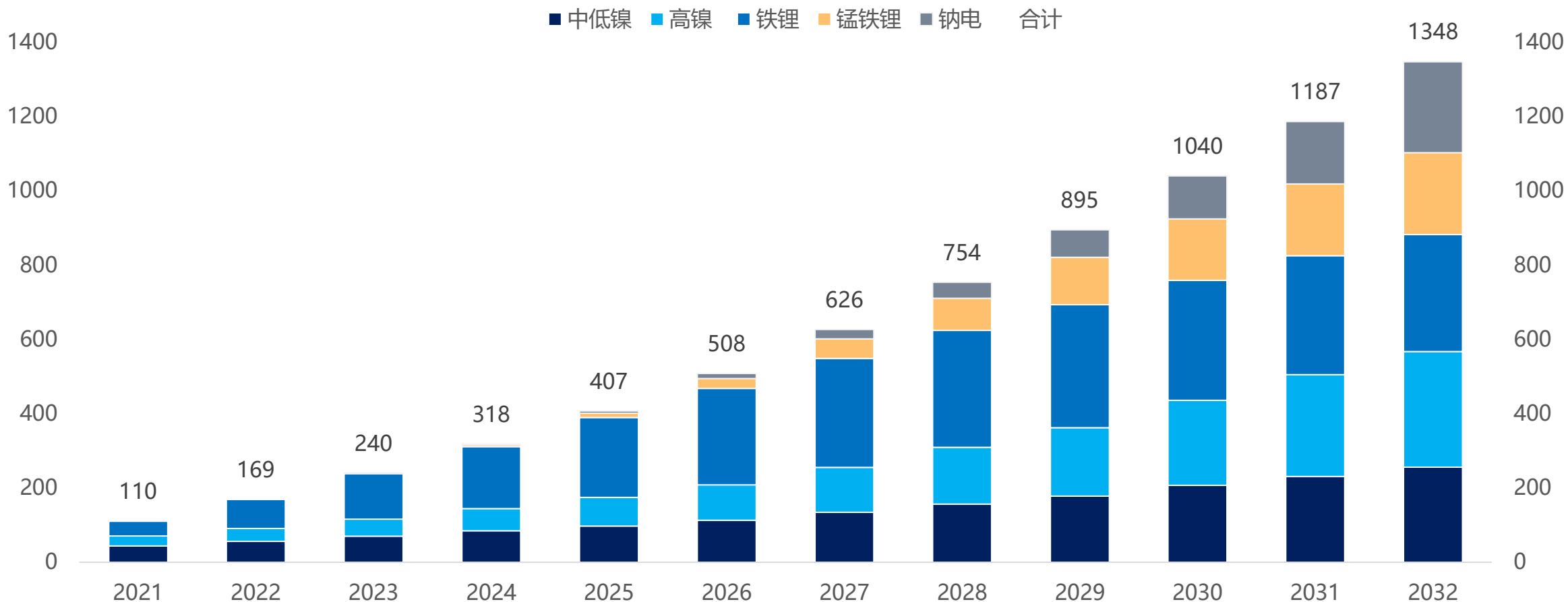


2020年~

补贴退坡，低成本和高安全性的磷酸盐优势凸显，LMFP发展迅速

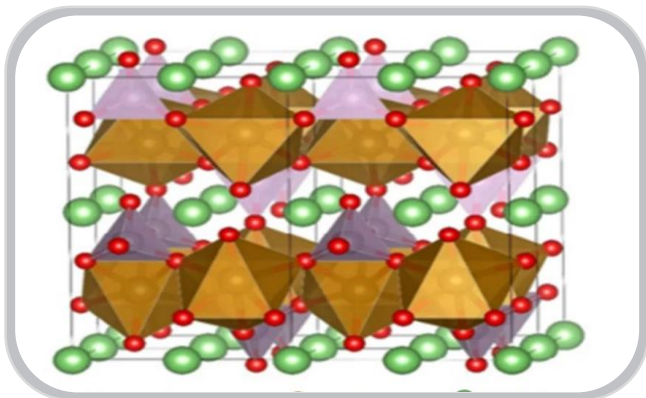
正极材料多元化，磷酸锰铁锂正成为市场热点及新增长点

2021-2032年正极材料需求量预测（万吨）



为什么选择磷酸锰铁锂，“锰”在哪里？

安全性能



- ✓ 结构稳定性高于NCM
- ✓ 加入磷酸锰铁锂后NCM锂电池优化**针刺**检测

高能量密度



- ✓ 能量密度比LFP提升**15~20%**，续航可达**800KM**以上，锰元素的掺入将电压平台从3.6V提升至**4.2V**
- ✓ 低温性能优于LFP，磷酸锰铁锂在-20℃容量保持率约为**75%**，LFP仅为60~70%

成本优势



- ✓ 随着EV产品应用逐步成熟，价格成本与LFP持平，并有超**5%**的瓦时成本优势
- ✓ 预计**2026年**后LMFP会快速起量

磷酸锰铁锂 (LMFP) 应用方案

- ◆ 短期：三元掺混方案在EV领域以 **LMFP+中镍高压** 为主，LMFP+高镍需要电池厂开发新体系，海外优先。
- ◆ 中长期：LMFP上量关键是**竞争LFP**；小动力/3C领域**LMFP+LMO掺混**方案；EV领域**LMFP纯用**方案。

NCM降本

- ✓ **LMFP+中、高镍** ☞ 降本、提安全：
乘用车EV、EV换电、小动力、3C
- ✓ **LMFP+523** ☞ 降本、提性能：
小动力、3C

竞争LFP

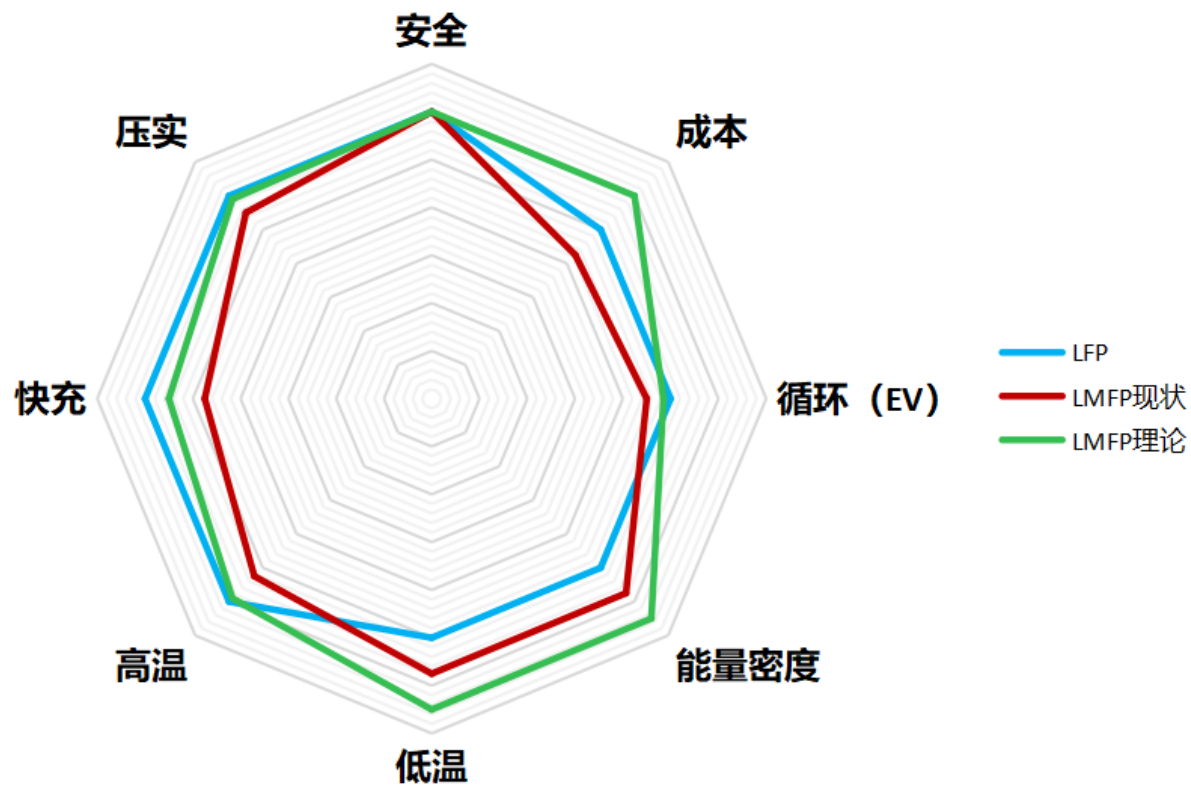
- ✓ **LMFP纯用** ☞ 降本：
商用EV、乘用车EV
- ✓ **LMO+LMFP** ☞ 降本、提性能：
小动力、3C

其它

- ✓ **LCO+LMFP** ☞ 提性能：
3C

磷酸锰铁锂（LMFP）性能对标LFP

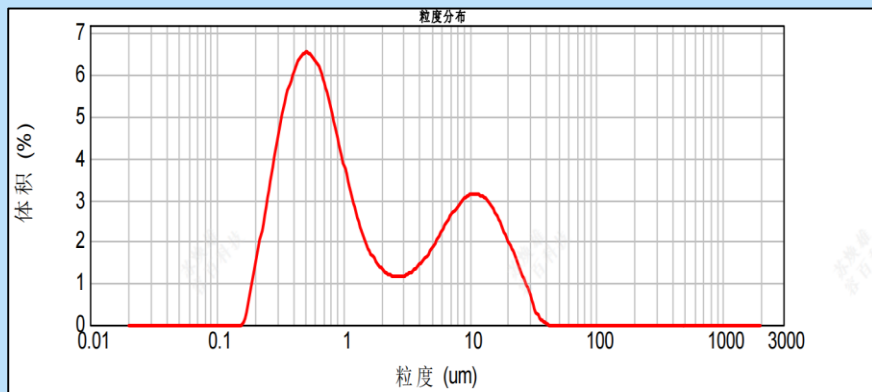
- 2023年LMFP满足三元掺混方案上车要求，纯用LMFP商用车项目开发中；
- LMFP理论值与LFP对标，内阻绝对值及比表面积存在差异，其他均可打平。



主要性能改善-压实密度

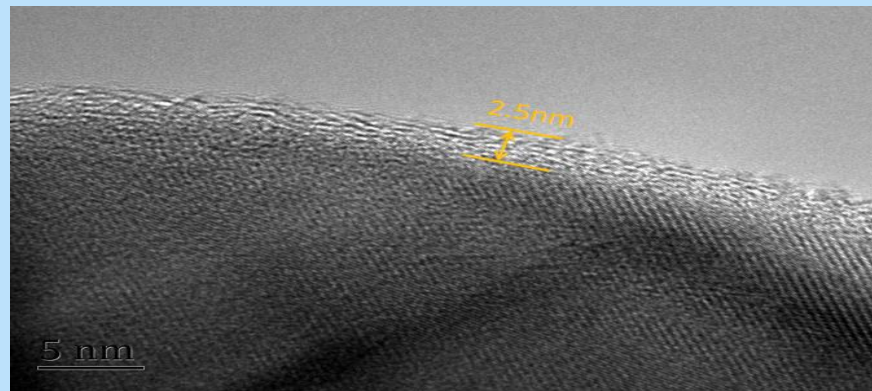
01

粒度分布调控



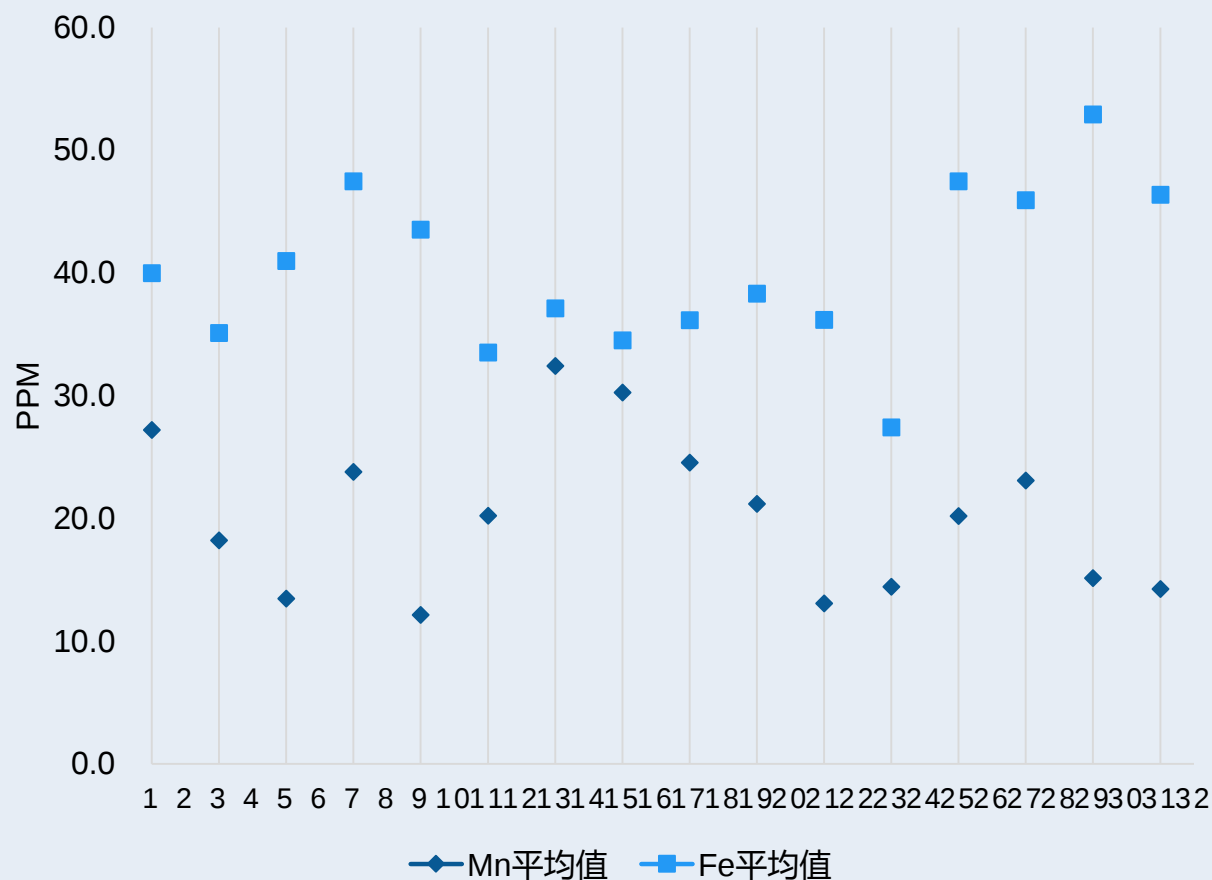
02

碳包覆调控



主要性能改善-锰溶出

成品测试MN/FE溶出数据



◆ 测试Mn/Fe溶出，Fe元素相对Mn元素溶出比例高出很多，同时我们测试LFP中Fe溶出量为200ppm，所以LMFP中虽然有Mn、Fe溶出，但是Mn溶出量不多。

◆ 改善Mn溶出方案：
优化碳包覆，使包覆层无明显缺陷；
离子掺杂，掺杂快离子导体，提高导电性能，
减少副反应的发生。

主要性能改善-高温

LMFP高温改善设计

烧结控制

烧结温度调节
恒温时间调节
升温速率调节

共同影响

材料的结晶性以及材料的表面能

尺寸控制

通过调节研磨参数控制粒度

降低粒度后高温循环有改善，但压实密度同步下降，会降低体积能量密度。

金属掺杂

掺杂金属离子，降低LMFP带隙，减小离子传输阻力。

金属掺杂对常温倍率有一定改善，但高温循环稳定性方面作用有待进一步验证。

碳包覆

使用不同类型的碳源到材料进行包覆，优化包覆效果

特定类型的碳源对高温循环稳定性有改善效果，同时也有一定的幅作用，通过筛选不同碳源以特定比例搭配可以在改善高温循环稳定性的同时降低幅作用的影响。

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/807105041060010052>