新技术系列专题Ⅰ：超高镍与新型磷酸盐系正极

正极材料是锂电池能量密度的瓶颈，历史上正极的技术进步都是围绕提高能量密度并保持安全性的角度展开的。典型的是 5 系向 8 系的迭代，以及高电压、大单晶方案的应用。当前时点看，超高镍成为下一代三元正极的主流选择。

超高镍的放量依托于长续航里程车型需求，目前行业主流的续航里程在 400-500km，但中高端轿车、SUV 及皮卡车型也在追逐 800km 甚至 1000km 的续航，此类车型通常带电量超过 100KWh，高镍/超高镍、硅碳技术方案是主流选择。

电芯能量密度由材料克容量、压实密度及电压平台决定，三元材料在锂离子脱出的时候需要过渡金属镍发生变价从而达到电荷平衡，因而镍含量越高，能够脱出更多的锂离子，实际的克容量也就更高。

通常三元中镍的克容量在 150-180mAh/g，8 系高镍达到 190-200mAh/g 左右，超高镍 9 系将进一步提升至 210-220mAh/g，进而使得电芯在搭配硅碳负极的情况下，能够实现 300-350Wh/kg 的能量密度，较当前 220-240Wh/kg 的体系有显著提升。

新能源车的百公里电耗受整备质量、阻力、电机电控效率等因素影响，其中降低整备质量主要通过电池能量密度提升和整车轻量化；伴随续航里程提升、带电量增大，动力电池质量对于电耗的影响会更加显著，也就要求更高的能量密度，以典型的场景计算来看：1）在续航里程 800-1000km 的车型中，系统能量密度从 220Wh/kg，提升至 280Wh/kg，可以降低

https://www.yunbaogao.cn

8%-10%的带电量；2）在续航里程 500km 的车型中，系统能量密度 250Wh/kg（高镍三元或中镍 CTP）的方案较 160Wh/kg（磷酸铁锂），可降低 7%左右的带电量。

1）离子掺杂改善阳离子混排问题：通过掺杂惰性离子以及过度金属离子，强化离子与氧之间的键能，从而改善富镍三元的阳离子混排问题和结构不稳定问题。2）包覆涂层改善残碱以及副反应问题：通过包覆在电极材料表面形成保护层，提高正极材料的离子电导率等。

3）单晶结构改善微裂纹问题：单晶正极材料通常表现出更强的机械强度，缓解多晶材料的各向异性。4）构建核壳结构和浓度梯度：以高镍物质为核，富锰物质为壳，兼顾容量和稳定性，同时建立浓度梯度能够有效降低核壳之间的差异性，增强三元材料的稳定性。

头部正极厂中如容百科技、长远锂科、当升科技、振华新材、巴莫科技、贝特瑞等均有所布局超高镍三元正极，前驱体企业如中伟股份、格林美等也在积极推进。整体上看，9 系高镍产品已基本完成送样、验证，将逐步进入试生产及产业化阶段。

头部正极厂中如容百科技、长远锂科、当升科技、振华新材、巴莫科技、贝特瑞等均有所布局超高镍三元正极，前驱体企业如中伟股份、格林美等也在积极推进。整体上看，9 系高镍产品已基本完成送样、验证，将逐步进入试生产及产业化阶段。

新型磷酸盐：铁锂回潮，能量密度及低温仍是痛点

磷酸铁锂自 2020 年起呈现回潮趋势，目前装机占比已接近 60%，背景是 CTP 技术应用使得磷酸铁锂系统能量密度达到 140Wh/kg，第二代将提升至 160Wh/kg，进而接近 2018 年常规中镍三元达水平，能满足 400km 左右的续航里程要求。

不过磷酸铁锂方案仍有能量密度偏低、低温性能较差等痛点，需要材料技术进步加以克服。

磷酸盐系三元（典型的是磷酸锰铁锂）是磷酸铁锂的又一次升级，一是在能量密度方面，电芯能量密度由克容量、压实密度、电压平台决定，铁锂在前二者提升难度较大，未来进一步提升将依赖于锰的添加提高电压平台；磷酸锰铁锂的能量密度达到中镍三元的水平，但成本与磷酸铁锂接近。二是在综合性能方面，例如低温性能等磷酸铁锂的痛点，锰铁锂也具备优势。

正极：因为锰元素的加入，锰元素的低导电率以及粒径更小使得磷酸锰铁锂相较磷酸铁锂在导电性能、压实密度以及循环性能方面变差

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：
https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_41513