

探索 永不止步

动力电池创新全景报告



Contents 目录

PART 1

动力电池技术创新 05

01 系统结构创新 05

1.1 CTP 05

1.2 CTC 07

1.3 CTB 09

1.4 MTC 09

02 电芯结构创新 10

2.1 刀片电池 10

2.2 4680 大圆柱电池 11

2.3 短刀电池 13

2.4 弹匣电池 14

03 全新技术路线 14

3.1 钠离子电池 14

3.2 半固态电池 16

3.3 凝聚态电池 17

04 动力电池配套技术 18

4.1 800V 高压快充 18

4.2 全极耳 19

PART 2
动力电池材料创新 20

01 正极材料 20

1.1 锰基正极 21

1.2 单晶三元 23

02 负极材料 26

2.1 硅基负极 26

2.2 硬碳负极 28

03 电解液用锂盐 29

3.1 双氟磺酰亚胺锂盐 (LiFSI) 29

3.2 小众锂盐：二氟磷酸锂 31

04 导电剂 31

4.1 碳纳米管材料 31

PART 3
结语 33

动力电池技术创新与材料创新所遵从的原则一致，都以安全性为基石，高能量密度、高倍率性能为主要发展方向。

当前，以宁德时代麒麟电池、比亚迪刀片电池、特斯拉 4680 电池为代表的创新产品各领风骚，短时间内恐难决出绝对王者；钠离子电池、半固态电池等全新技术仍在大规模量产前夜，尚不具备“颠覆”动力电池产业格局的条件。

而随着动力电池技术革新加速，传统材料逐渐不能满足电池降本、提升能量密度等需求，单晶三元、硅基负极等新材料应用加速。材料和化学体系创新越来越成为未来电池产业链企业的核心竞争力。在动力电池产业终局成形之前，行业大小玩家对新技术的探索不会止步。

第一财经从动力电池技术、材料两大维度，盘点国内动力电池产业链各环节主要创新技术路线，以及各大厂商的卡位与布局，并探讨新型材料如何为提升动力电池性能添砖加瓦，又将如何推动动力电池市场格局不断演变。

PART 1 动力电池技术创新

PART 1
01

系统结构创新

动力电池原材料价格大幅波动背景下，电池结构创新成为车企和电池厂降本增效的重要发力点。中金公司认为，电池结构创新将由电芯

和系统层级协同推进。

2019年起，以宁德时代(300750.SZ)CTP(Cell to Pack, 无模组动力电池包)1.0技术为代表，各大动力电池企业和车企相继推出去模组化、集成化的系统结构创新以推动动力电池的空间利用率和能量密度。截至目前，系统结构创新大致可分为CTP、CTB、CTC三种。其中，CTP为电池包技术，而CTB(Cell to Body, 电池车身一体化技术)、CTC(Cell to Chassis, 电池底盘一体化)则为整车技术。此外，以零跑为代表的MTC(Module to Chassis, 电池模组到底盘)也于2022年4月正式发布。

据悉，尚不具备成熟CTP/CTC技术的车企会将电池包委托给动力电池企业设计生产，电池厂则借机

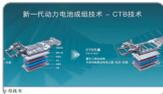
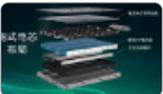
加深与车企的绑定；而具备CTP/CTC技术能力的车企会选择强强联合，与技术实力强劲的电芯供应商联合开发，其余电芯厂商则会从模组供应商退化为电芯供应商，配套价值量或将下降。

中金公司表示，电池包结构迭代将加剧电池企业间分化，具备CTP/CTC领先技术能力电池厂有望进一步巩固配套份额并获得技术溢价带来的超额收益。

1.1 CTP

2022年6月，宁德时代发布

各家车企与电池厂CTP/CTC方案对比

	宁德麒麟电池	比亚迪CTB方案	特斯拉CTC方案	零跑MTC方案	上汽魔方电池
方案亮点	CTP方案，取消模组形态，开创性的取消电池包横梁、底部水冷板以及隔热垫的单独设计，集成为多功能弹性夹层	刀片电池的上盖与车身地板集成于一体	圆柱电芯排列在车身上、形成电池舱，前后直接连接车身大型铸件，电池上盖代替车身地板	电池包将车身底盘作为上壳体，托盘为下壳体，内部由方形大模组构成	CTP方案，电芯躺平放置，电池包可换性较强
适配电芯	方形电芯 (三元/铁锂)	方形铁锂电芯	4680圆柱电芯 (高镍三元)	方形电芯	方形电芯
电池包空间利用率	72%	66%	预计低于60%	低于66%	低于60%
系统能量密度	三元 ≥ 255Wh/kg; 铁锂 ≥ 160Wh/kg	预计铁锂 ≥ 155Wh/kg	210Wh/kg	-	130-190Wh/kg
冷却板位置	电芯之间，双面冷却	电芯上方，单面冷却	电芯之间，双面冷却	电芯下方，单面冷却	电芯侧面，单面冷却
散热效率	高	中	高	中	中
电池寿命	高	中	高	中	较高
快充性能	强，可实现4C快充	中	高	中	中
图片示例					

资料来源：各公司官网、中金公司研究部、第一财经

了CTP3.0电池，即麒麟电池。通过提高电池包利用空间，麒麟电池比能量大增，磷酸铁锂系统能量密度160wh/kg，三元高镍可达250wh/kg，较4680电池能多装13%的电量。

这一领先的电池集成技术再度强化“宁王”的核心技术与市场竞争力，而它是否将推升CTP的行业渗透率以及对相关产业链的影响也备受关注。

1.1.1 宁德、比亚迪领衔，电池厂商争相布局CTP

相较于传统“电芯-模组-电池包”三级结构，CTP技术省去或减少模组组装环节，将电芯直接集成至电池包。空间利用率提升、电池包减量，能量密度提升的同时成本下降成为CTP的“杀手锏”。

2022年6月发布的“麒麟电池”是宁德时代第三代CTP电池包，体积利用率据悉从第一代的55%提升到67%。

此前在2019年，宁德时代发布了与北汽新能源携手打造的全球首款CTP电池包。作为宁德时代第一代CTP电池，它取消了模组侧板等零部件以及模组紧固件焊接等工序，使得电池包体积利用率提高20%-30%，零部件数量减少40%，生产效率提升50%。

第二代则将原有模组电芯电压电流采样等零件进行集成，进一步减少了模组附件数量，将电芯集成直接装入电池箱。

比亚迪2020年推出的刀片电池(GCTP)与宁德时代的CTP技术本质上是相同的。刀片电池直接采用了无模组的设计，大幅度减少内部的线缆和结构，电池体积利用率相较于传统电池包提升了50%以上、零部件数量减少40%、生产效率提升50%，最终成本下降30%。

二线电池厂中，蜂巢能源、中创新航也推出过CTP相关产品。与传统590模组相比，蜂巢能源CTP第一代减少24%的零部件；第二代成组效率提升5-10%，空间利用率提升5%，零部件数量再减少22%。

中创新航推出的One-StopBattery无传统壳盖，通过多功能复合封装、一体桥接电连接、高剪切外绝缘等技术，使结构重量降低了40%、零部件数量减少了25%、空间利用率提高5%。

除了方形电池厂商，远景动力、捷威动力等软包电池企业也在试水CTP方案。其中，远景动力软包CTP同等空间内电池容量将增加一倍，续航里程长至1000km，预计2024年量产；捷威动力基于软包大模组概念推出的积木电池技术已成熟，送样国际车企，国内规模推广在即。

从上述企业的技术路线可以看出，虽然电池产品的具体名称不一样，但技术都是围绕CTP来展开。第一财经从一位券商行业分析师处了解到，宁德时代、比亚迪等推出的这些产品技术思路都是一样，着力增大空间利用率，只是内部结构，比如结构件、模组要求有差异，整体来看大同小异。

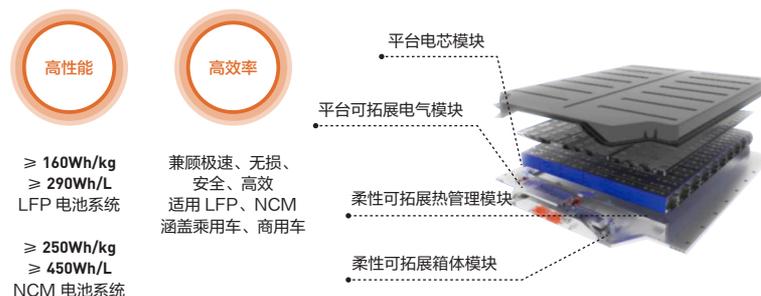
1.1.2 麒麟电池量产，“宁王”规模效应或现

2023年3月21日，宁德时代宣布麒麟电池已确认量产，首批合作厂商包括吉利、华为。其中，极氪009为麒麟电池全球量产首发车型，创造中大型MPV 822km续航记录；极氪001为全球首款搭载麒麟1000公里电池的量产车型，将于2023年二季度推出。AITO问界M9搭载麒麟版车型续航预计将提升10%，并与宁德时代签署五年长期战略合作协议。

比亚迪方面，刀片电池自2020

宁德时代CTP3.0平台化模块

相同化学体系同等电池包尺寸下，3.0版本CTP电量比4680系统又提升13%；能量密度、体积效率继续引领行业最高水平。



资料来源：宁德时代官微、国盛证券研究所、第一财经

年7月起逐步应用于汉、E2、宋plus、秦plus、D1、海豚等多种纯电动车型，目前刀片电池技术仍在持续研发并持续扩大应用。蜂巢能源的产品则主要服务于“老东家”长城汽车的欧拉车型。

宁德时代的CTP技术还已走出国门。

2022年5月，宁德时代与泰国ArunPlus有限公司签署战略合作备忘录，授权ArunPlus使用CTP技术。未来，ArunPlus和宁德时代计划向HorizonPlus和其他电动汽车品牌供应电池产品。

相较于电芯或电池包的出海，对海外企业进行专利授权既能彰显宁德时代的技术领先优势，同时带来不菲的收益。

而随着CTP3.0麒麟电池的推出，宁德时代有望进一步拉大与动力电池厂商二梯队的差距。

第一财经从沪上某基金经理处了解到，麒麟电池在散热、快速充电、提升电池寿命、能量密度等方面都有不错进展，使得宁德在电池技术保持领先地位。宁德时代本来体量就是最大的，麒麟电池带来的规模效应肯定会有。

与此同时，换电业务也为宁德时代的CTP应用开辟了一条新的道路。宁德时代近日公布的EVOGO换电解决方案将采用新的CTP技术，单个电池块续航里程达到200km，能量密度超过160Wh/kg。

1.1.3

宁德时代CTP供应链引关注

华泰证券预计，到2025年CTP将会成为主流的电池系统设计方案，

各类车企对CTP电池的需求数量可达800万块。

产业链相关企业已开启加速布局之路。除了锂电设备厂商有望迎来发展新机遇，麒麟电池将为结构件带较大变化，对电池托盘、水冷板等零部件的要求提升。

先惠技术(688155.SH)是国内较早进入新能源智能制造装备领域的龙头企业，为宁德时代、孚能科技、亿纬锂能等电池生产企业提供动力电池模组/电池包(PACK)生产线。

为深度绑定大客户，先惠技术2022年5月发布公告，拟以8.16亿元现金收购围绕宁德时代进行相关电池结构件服务的宁德东恒机械有限公司(以下简称东恒机械)51%股权。

和胜股份(002824.SZ)是宁德时代电池托盘第一大供应商，2021年新能源汽车业务50%以上的份额来自宁德时代，客户还包括蔚来、小鹏、理想、北汽等。

“祥鑫科技(002965.SZ)是宁德时代二供。”据业内人士称。该公司此前在互动平台表示，已向宁德时代、国轩高科等知名厂商供应新能源汽车动力电池箱体上盖、托盘等金属结构。

1.2 CTP

CTC作为最新一代电池系统技术，在特斯拉等企业的助推下，正在从开发设计步入量产阶段。

什么是CTC技术？简单来说就是将电芯直接集成于车辆底盘，从而达到减少零部件数量、节省空间、降低车身重量等效果。

早在2020年8月，宁德时代就率先提出了CTC概念；2020年9月，特斯拉在电池日上同时发布了4680大圆柱电芯、CTC技术和一体化压铸技术，并将CTC概念推向高潮。

1.2.1 特斯拉领衔CTC赛道

天风证券称，当技术尚处于概念阶段的时候，往往看来起来比较遥远；但当技术开始落地时，进展往往会超出预期。

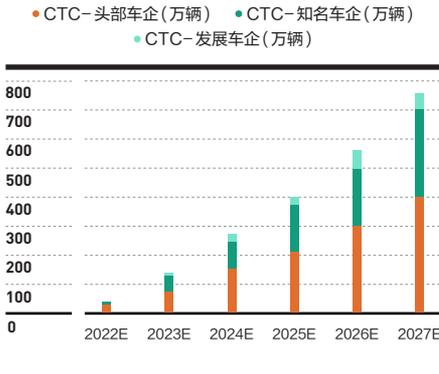
据特斯拉介绍，公司的CTC技术是将电池组作为车身结构的一部分，连接前后两个车身大型铸件，取消原有座舱底板，将座椅直接安装在电池上盖上。

因此，CTC技术还可进一步降低制造成本。马斯克曾表示，CTC技术配合一体化压铸技术使用，可节省370个零部件、车身减重10%、每千瓦时电池成本下降7%。此外，CTC技术并非局限于4680大圆柱电芯，2170电芯同样适用，未来或将兼容其它尺寸电芯。

2022年3月，特斯拉德国柏林工厂正式开放。开放日信息显示，该工厂将生产搭载CTC技术的ModelY，特斯拉也成为全球首家量产CTC技术的车企。

沃尔沃、福特、LG等海外企业在CTC领域也有布局。其中，沃尔沃会在第三代电池系统集成技术中采用CTC技术，进一步减少模组层级不必要的结构，这也是继特斯拉之后，第一家正式发布乘用车CTC方案的整车企业；福特则仍处于设计构想阶段；LG则在2021年2月首次公开了一份CTC专利，其

各类车企对 CTC 的需求数量 (万辆 / 年)



资料来源：第一电动、华泰研究预测、第一财经

选择的方案是模组到车底盘的集成 (Module to Chassis)。

国内方面，宁德时代也即将加入 CTC 大军。

按照计划，宁德时代将在 2025 年实现集成化 CTC，2030 年实现智能化 CTC。宁德时代董事长曾毓群表示，公司的 CTC 技术将电芯与车身、底盘、电驱动等集成一体，使行驶里程突破 1000 公里、百公里电耗降至 12 度以下。

综合来看，华泰证券认为 CTC 方案将不断渗透，预计 2025 年各类车企对 CTC 的需求数量达 400 万辆左右。

整合零件总成成为上游零部件厂的布局方向。其中，电池托盘作为 CTC 技术中少量保留的结构件之一，其作用也被逐渐放大。随着电池托盘集成化趋势明显，产品价值量预计将进一步提升。

2022 年一季度，和胜股份获得预估交易额 36 亿-40 亿元的项目定点意向书，周期约 4-8 年。2022 年上半年，该公司电池托盘销售量约 21 万件，同比增长 48%。客户方面，该公司已和宁德时代、比亚迪、广

汽新能源等多家客户建立合作关系，并且已实现产品批量供货。

同时，一体化压铸技术也有望因 CTC 技术不断应用而获得关注。

2020 年，文灿股份 (603348.SH) 就开始为特斯拉开发、生产车身结构件产品。

该公司拥有 9000T 压铸机，该压铸机吨位是全球生产汽车零部件产品中最大的。该公司现已在大型一体化结构件产品领域获得某汽车客户某车型全部的车身结构件共十个项目，预计 2022 年四季度贡献收入。

2022 年 9 月，公司发布公告称，拟在重庆投资建设新能源汽车轻量化零部件生产基地项目，项目总投资约 8 亿元，主要用于生产中高端新能源汽车之轻量化一体车身结构件等产品。

对于中游电池厂来说，与下游整车厂之间的竞合关系成为一大看点。

CTC 是以电池为核心的集成设计，多家研究机构认为这意味着电池厂的话语权将占据上风，在产业链中价值也将进一步上升。但是，CTC 同样重要的部分还包括汽车底盘，这恰恰是整车厂的优势所在。

1.2.2 电池产业链竞争或加剧

华泰证券认为，CTC 是未来电池技术方案发展的重要方向，将带来产业上下游重构。

对上游零部件厂来说，CTC 技术意味着纳入的零件总成逐渐增多，

CTP 和 CTC 产业链



资料来源：知化汽车、华泰研究、第一财经

在整车厂力图迈向电池领域，掌握电池技术、价格话语权的同时，电池厂也可以借 CTC 延伸至底盘开发领域，逐步向整车渗透。在此背景下，第三方 Pack 企业的市场份额或被挤占，而电池厂与整车厂的竞争格局将更加激烈。

1.3 CTB

CTB 是比亚迪新提出的一种全新电芯集成方式。从严格意义上讲，CTB 是 CTC 技术的一种，也是 CTP 技术的延伸。

2022 年 5 月，CTB 以刀片电池为基础首次发布，率先搭载于海豹车型。该方案可将电池包空间利用率提升至 66%、能量密度提升 10%，中金公司预计电池包能量密度或接近 160kg/Wh，进而实现 700km 的续航里程。

CTB 技术为比亚迪带来了结构、三电、操控、安全、空间的进化。比如结构方面，相较于 CTP 技术，

CTB 将刀片电池的上盖与车身底板集成于一体，从“电池三明治”变成了“整车三明治”，减少了一定的空间损失。在这种模式下，电池既是能量体也是结构体，可参与整车的传力与受力，使侧面柱碰侵入量减少 45%。

安全方面，搭载 CTB 技术的整车扭转刚度据悉提升一倍，实现超 40000N·m/°，达到行业主流标准。空间方面，更薄的动力模组使得座椅纵向布置空间更加灵活，人体工程学设计也更加合理。

但是，比亚迪的 CTB 技术在散热效率、电池寿命、快充性能等方面略逊色于宁德时代 CTP3.0 技术与特斯拉 CTC 技术，还有一定的提升空间。

由于 CTB 关键技术掌握在比亚迪自己手中，目前涉及 CTB 的相关上市公司并不多。

和胜股份是比亚迪电池托盘主要供应商，已提前布局 CTC/CTB 等新一代电池托盘。祥鑫科技 (002965.SZ)2022 年 8 月在互动平台表示，公司与客户在 CTC 和 CTB 技术上建立了共同开发意向。该公司董秘称，

主要向比亚迪供应新能源汽车车身结构件，包括车身高强钢结构件、座椅骨架部件、流水槽等，并已建立持续开发的合作意向。

1.4 MTC

不同于将电芯直接堆在底盘上的特斯拉 CTC 方案，MTC 更像是一种折中方案，是将电池模组堆在底盘上，并没有省略电芯到模组这一过程。

MTC 的好处是，车辆装配工艺、电池包的固定形式改动不多，模组的型号、尺寸、参数也与之保持一致，可以大量沿用之前的设计方案，相对来说更容易量产。

2022 年 4 月，零跑汽车发布了 MTC 方案，应用于 C01 车型，该车型 2022 年 7 月进入工信部第六批《新能源汽车推广应用推荐车型目录》，并于 2022 年 9 月上市，全年共交付 4815 辆。

零跑资料显示，公司的 MTC



资料来源：公司报告、第一财经

方案可以使电池布置空间增加 14.5%、零部件数量减少 20%、结构件成本减低 15%，整车刚度提高 25%，综合工况续航增加 10%。

除零跑外，LG 也选择了 MTC 方案，主要是因为 LG 采用软包电芯，由于自身结构特性，软包电芯无法独立固定。在 LG 的 MTC 方案中，电池包下托盘与车辆底盘集成在一起，上盖板与水冷板集成在一起，模组安装在下托盘横纵梁形成的隔断内，通过螺栓与底盘固定。

PART 1
02

电芯结构创新

作为动力电池的“心脏”，电芯的重要程度不言而喻。

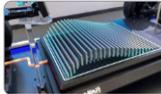
早期由于电芯生产成熟度低、缺乏稳定性，需要用模组来弥补电池的安全性，从而降低维修成本。随着单体电芯技术的不断成熟，产品品质得到提升，电池企业开始研发大模组甚至无模组以减少内部零部件、提升成组效率，实现电池体积能量密度的提升。

其中，较为成功的创新案例是比亚迪的刀片电池、特斯拉的 4680 大圆柱电池。

2.1 刀片电池

2020 年 3 月，比亚迪研发的刀片电池首次发布。

电芯层面结构创新包括 4680 大圆柱电池与刀片电池

	4680 大圆柱电池	刀片电池
结构亮点	大容量提高能量密度，降低生产成本和 BMS 管理难度；全极耳大幅降低锂电池内阻，降低产热量，增强电池安全性和快充性能。	对电芯进行扁长化设计和减薄设计，成组时电芯直接充当电池包结构件，提高了电池空间利用率，增大系统能量密度；电芯叠片工艺降低电池内阻，降低产热量，增加电池安全性和能量密度；铁锂电芯安全性更好，针刺试验表现良好。
电芯材料	高镍正极 + 硅碳负极	铁锂正极
制造工艺	圆柱卷绕	方形叠片
生产良率	92% 左右	-
单体能量密度	280Wh/kg	190Wh/kg(质量能量密度)； 370Wh/kg(体积能量密度)
成组效率	中	高
安全性	较好	较好
散热性能	高	中
图片示例		

资料来源：各公司官网、中金公司研究部、第一财经

刀片电池对电芯进行扁长化设计和减薄设计，成组时电芯直接充当电池包结构件，使集成效率得到大幅提升，空间利用率可提升至 60%。

凭借高性能的刀片电池，比亚迪几乎以一己之力将磷酸铁锂电池“从边缘化拉了回来”。

中国汽车动力电池产业创新联盟数据显示，随着刀片电池加速装车，比亚迪动力电池装机量份额从 2021 年的 16.2% 提升至 2022 年前七个月的 22.25%。

刀片电池的“6S”超级性能技术理念据悉包含超级安全、超级强度、超级续航、超级低温、超级寿命、超级功率六大方面。

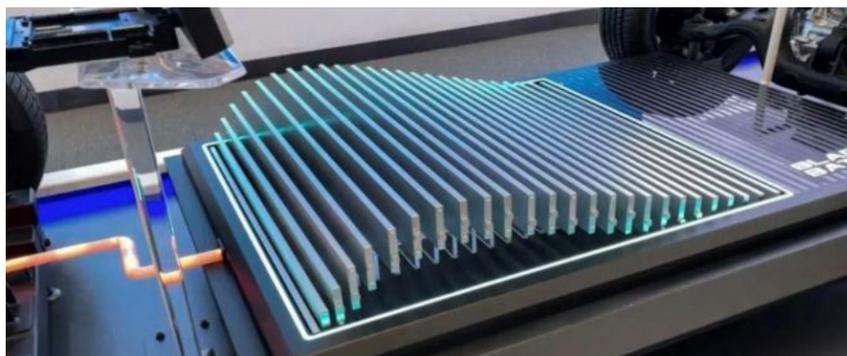
得益于刀片电池的扁长化设计，其散热面积大、内部回路长，在针刺测试过程中无明火、无烟、表面温度仅 30℃ -60℃。中国科学院院士欧阳明高表示，刀片电池的设计使得它在短路时产热少、散热快，表现“非常优异”。

“超级强度”则体现在可轻松满足 60g 级别碰撞加速度要求，相当于以 45km/h 的速度碰撞刚性壁障。同时，刀片电池还具备更强的挤压和抗压强度。以 100-800kN 最大挤压力，电池包仅轻微变形；而基于刀片电池的电池系统在抗压强度方面可以承受的压力达 445kN，相当

2.1.1

“6S”超级技术理念领衔

比亚迪刀片电池图例



资料来源：电讯网、安信证券研究中心、第一财经

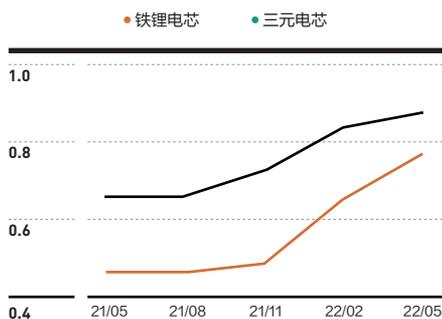
于45吨卡车的重量。

在用户体验方面，“超级续航”“超级低温”“超级寿命”“超级功率”均有良好表现。

2.1.2 成本优势仍突出

刀片电池采用磷酸铁锂正极材料。由于原料价格不断波动，目前三元与磷酸铁锂的价差有所缩窄，但整体价格还是三元高于磷酸铁锂。

三元电芯与磷酸铁锂价差缩窄 (元/Wh)



资料来源：Wind、国泰君安证券研究、第一财经

从刀片电池构造来看，零件种类减少40%、零件数量减少70%、体积利用率增长50%，王传福表示“最终总成本可下降30%”。

北极星储能网预计，刀片电池pack成本未来或由0.6元/Wh降至0.42元/Wh。

从市场表现来看，比亚迪汉作为刀片电池的首款车型，已获得市场的广泛认可。2021年，比亚迪汉实现全年销量11.77万辆，2022年8月更是大卖2.60万辆，连续2个月霸占B级+C级轿车市场零售销量排行榜首位。

2.1.3 供应商均为行业头部企业

随着刀片电池应用范围的扩大，比亚迪动力电池整体也随之放量，亟需产业链稳定供应来降本增效。

据不完全统计，正极材料方面，刀片电池主要供应商有湖南裕能(301358.SZ)、万润新能(688275.SH)、龙蟠科技(603906.SH)等。

湖南裕能是国内最大的磷酸铁

锂供应商，2021年对比亚迪的销售收入为29.18亿元，占总体营收的41.52%；万润新能(688275.SH)方面，磷酸铁锂产品占公司总收入的90%以上，2021年前三季度对比亚迪的销售收入为3.47亿元，占总营收的30.33%。

负极材料方面，主要供应商有贝特瑞(835185.BJ)、中科电气(300035.SZ)等。

2022年9月，中科电气宣布与比亚迪旗下电池公司重庆弗迪成立合资公司，共同建设10万吨负极产能。其中，中科电气持股65%，弗迪持股35%。一期5万吨产能争取在2023年8月投产，投产后3个月内达产；二期5万吨于一期投产后9个月投产。

早在2012年，中科电气负极业务板块前身星城石墨就成为了比亚迪合格供应商，2014年、2015年比亚迪分别是其第二、第一大客户。

隔膜方面，主要供应商有星源材质(300568.SZ)、恩捷股份(002812.SZ)等。

锂电设备环节，比亚迪关键工序的设备均为自行开发，外部供应商则包括赢合科技(300457.SZ)、银河河(300619.SZ)、德新科技(603032.SH)等。

2.2 4680大圆柱电池

4680大圆柱电池因特斯拉ModelY的搭载而受关注。亿纬锂能董事长刘金成曾认为，大圆柱电池可能是动力电池终极技术方向，因其体现出“绝对安全与成本优势”。但事实真是如此吗？

2.2.1

三大优势吸睛，特斯拉力推 4680 大幅降本

特斯拉为什么选择 4680？主要原因是能量密度、安全性的提升，以及成本的下降。

能量密度方面，4680 单体电芯的能量密度能达到 300Wh/kg，高于目前铁锂单体 160-200Wh/kg 及三元 200-300Wh/kg。

圆柱电池的安全性主要体现在热失控管理方面。有锂电池技术专家介绍，圆柱电池设计的最大特点就是，当圆柱电池的规格给到供应商以后，电芯工程师只要关注电芯的特性、常规比例、容量提高，后续

模组和 pack 工程师就可以在这个规格上试验不同的热管理方案，所以圆柱电池在安全方面的可塑性比较强。

成本方面，4680 主要通过扩大电池尺寸、CTC 设计等手段进行降本。

第一财经从某锂电池技术专家处了解到，从整个封装线来看，圆柱比方壳的投资成本可能要降低 30%-40%。4680 的电池数量可以从 18650 的 6000 多个减至 960 个，这意味着 PACK 空间利用率提高、BMS(电池管理系统)控制难度降低。

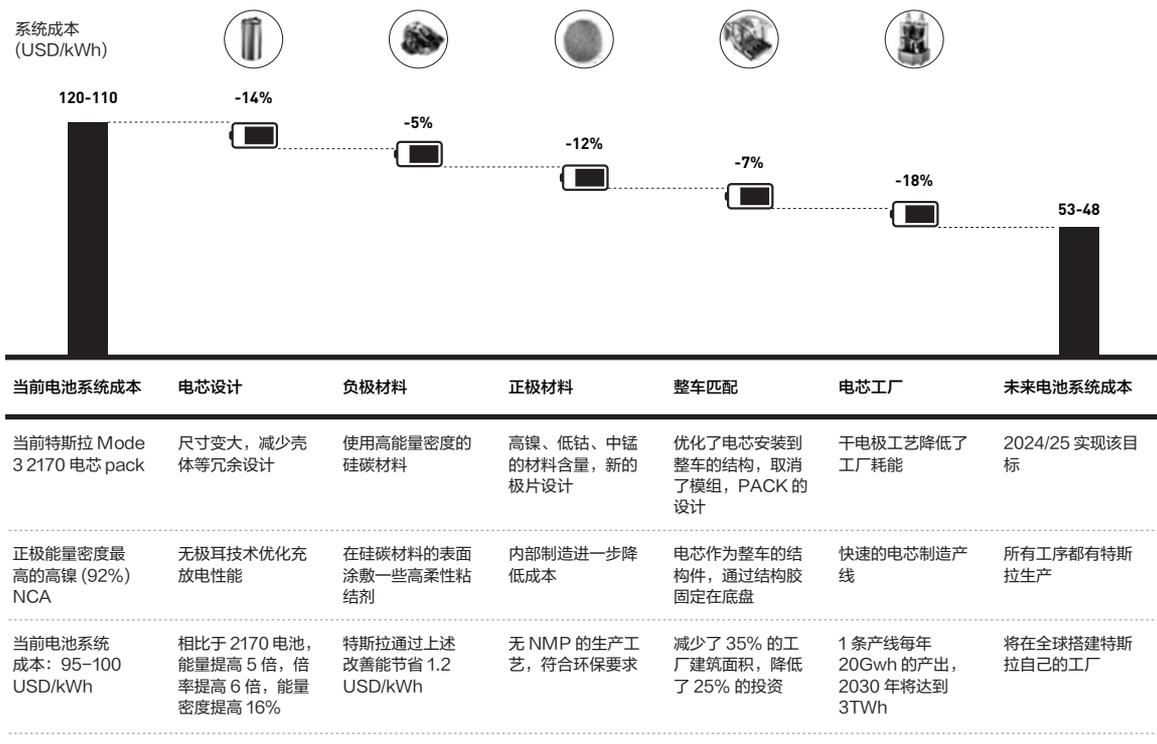
从电池成本来看，圆柱电池的优势已经显现，当前 21700 电池成本

约为 0.698 元 /Wh，2025 年 4680 电池成本预计为 0.323 元 /Wh。而方型电芯成本 2022 年为 0.75 元 /Wh，兴业证券预计 2025 年为 0.55 元 /Wh。

特斯拉宣称，有信心将 4680 单位成本下降 56%，其中，电芯设计占 14%、电芯工厂占 18%、负极材料 5%、正极材料占 12%、电芯底盘集成占 7%。

但观察人士认为，目前圆柱电池的成本曲线还处在相对较高的位置，真正实现特斯拉的目标成本可能需要较长的时间，特别是当前高镍材料的价格和电池相关的配方还是偏贵的。

4680 电池成本下降图



资料来源：特斯拉电池日公开资料、兴业证券经济与金融研究院整理、第一财经

2.2.2

国内电池厂商加速布局，何时量产仍需观察

2017年之后受新能源车补贴退坡影响，初期配套圆柱电池的短续航低端车型无法得到补贴，圆柱电池受到方形电池挤压。随着4680的出现，国内厂商再次将目光投向了圆柱电池。

“想做都能做的，圆柱电池产线扩张更快，资本开支更低，比方形电池生产容易。”有新能源基金经理称。

亿纬锂能2021年11月发布公告称，将投建年产能20GWh的乘用车用大圆柱电池生产线及辅助设施项目，投资总额约为32亿元。

刘金成曾表示，大圆柱电池和叠片铁锂电池将是公司在动力电池领域重点布局和发展的产品方向。当前，亿纬锂能开发进度有目共睹，但在快充能力、内阻、对应的能量密度等方面仍待提升。

2022年9月上旬，宁德时代与宝马集团宣布达成一项长期协议，从2025年开始，宁德时代将为宝马集团“新世代”车型架构的纯电车型供应圆柱电池。根据协议，宁德时代将为宝马供应标准直径为46毫米的新型圆柱电池，这些产品将在位于中国和欧洲的两座电池工厂生产，每座工厂供应宝马的年产能高达20GWh。

业内人士表示，宁德时代在溧阳有圆柱产线，2021年产量约2-3GWh。对宁德时代来讲，切入圆柱电池的速度会比预期要快。

此外，江淮汽车(600418.SH)、蜂巢能源、比克电池等在大圆柱电池方面均有布局。另有新势力和一些老牌企业，目前主要还在做圆柱电池的前期研究。

2.2.3

技术迭代速度快，4680难成圆柱电池终极形态

从各大厂商加速布局4680的动向来看，大家并不怀疑特斯拉在电池层面的选择。光大证券预计2025年特斯拉搭载4680电池的车型销量将超160万辆，占总销量的近50%，装机量预计达123GWh。

基于乐观的商业前景预测下，有观点称4680很可能将成圆柱电池终极形态。第一财经调研了解到，这种说法大概率是不成立的。

华安证券新能源与汽车首席分析师陈晓称，说是最终形态有点儿绝对，当前行业还处在发展阶段，什么都有可能，大家都在摸索。

华东汽车新材料技术研究院研究员林澍文表示，在未来一段时间内，大圆柱电池有可能与方形电池共存，正如目前三元锂电池与磷酸铁锂电池共存一样，为用户减少焦虑的多种技术探索都是有价值的。

2.3 短刀电池

在2021年的蜂巢能源电池日上，该公司宣布将其电池全系“短刀”化，即薄长条形方壳电池，涵盖从L300-L600的全尺寸电池产品，覆盖从无钴、三元到磷酸铁锂全域化学体系。

据蜂巢能源，短刀电池电芯能量密度可达185Wh/kg，另外其两侧出极柱的电芯设计，可支持pack环节采用上下双水冷技术，实现2C~4C快充性能，满足800V高压电气架构高端车型应用，还能作为结构件做CTP。同时，短刀电池还具备降低成本、易于散热、安全性好等特点。兼容性方面，由于短刀电池尺寸不是特别长，电池布局可以更加灵活，从而实现A00-D级车型的全覆盖，包括和大众系推行的MEB模组相容。

2022年10月，搭载L600磷酸铁锂短刀电池的欧拉闪电猫上市。闪电猫可实现555km的续航里程，在确保电池高安全性的同时，保障低温条件下续航功能。

2022年12月，蜂巢能源第三届电池日发布了最新的电池解决方案——龙鳞甲电池。

该公司官网显示，采用磷酸铁锂

蜂巢能源短刀电池



资料来源：高工锂电、华金证券研究所、第一财经

电芯的龙鳞甲电池系统体积成组效率大幅提升至76%，续航超过800公里；采用高锰铁镍电芯的续航超过900公里；采用三元电芯的续航超过1000公里，可帮助整车企业在有限的空间内，进一步拓展续航里程的上限。

蜂巢能源称，龙鳞甲电池还具备极致安全（采用底部防爆阀设计，可以使热失控时内部产生的高压气体快速释放）、极致兼容（CTC、CTB、CTV等都可以与龙鳞甲设计方案实现完美结合）、极致成本（减少了20%的结构件，为电池包减重10-20公斤）、极致续航、极致性能五大优势。

据悉，龙鳞甲电池已确定搭载SUV和轿跑两款重磅车型，将在2023年下半年量产上市。

2.4 弹匣电池

2023年3月30日，广汽埃安发布弹匣电池2.0电池安全技术，首次解决了多电芯瞬时短路、爆裂性破坏等极端环境下的电池安全难题。最重要的是，该技术成功通过枪击试验，击中后电池相邻受体电芯最高温度185℃，无热蔓延，内部仅3个电芯机械结构爆裂性损坏。

据介绍，弹匣电池2.0具备三大核心技术，包含使电芯温升速率下降20%的超稳电极界面，实现隔热性能上升40%的阻热相变材料，再加上顶部和底部同时冷却的技术，电池组的传热路径可缩短50%，散热面积提升100%，冷却效率提升80%。

值得注意的是，此次技术革新还带来了电芯灭火系统。弹匣电池拥

有毫米级超薄灭火板，可消除火星，形成惰性氛围。埃安弹匣电池自装车以来，搭载已超40万辆依然零自燃。

相比于2021年的初代弹匣电池，弹匣电池2.0在电芯、模组以及整包层级均进行了设计优化。尤其是在电芯材料层面，创新性地引入复合集流体的应用。

复合集流体在电池内短路时可通过熔断、绝缘材料提供较大电阻，短时间内切断或降低短路电流，极大地避免了起火隐患，大幅提升了电池安全系数。

复合集流体分为正极复合铝箔与负极复合铜箔。据高工锂电，从广汽埃安官方发布的复合集流体图示来看，弹匣电池2.0应用的是复合铝箔。诺德股份研究院院长丁瑜博士曾表示，复合铝箔安全性优势突出，中期渗透率可达40%。

相关企业中，英联股份在互动平台表示，2023年2月与江苏高邮经开区签署《投资协议》，于高邮投资30.89亿元建设100条复合铜箔、10条铝箔生产线，项目建设期约3年，其中2023年计划建设10条复合铜箔和1条铝箔生产线。诺德股份复合铝箔产品目前在少量给客户送样进行交流，并已规划安排中试线进行量产可行性分析和成本核算。

PART 1 03

全新技术路线

随着动力电池行业竞争加剧，各大厂商的研发创新已不局限于对电

池系统结构和电芯方面的改造升级，更具性价比、创造力、前瞻性的技术不断出现，如钠离子电池、半固态电池（凝聚态电池）等，以及更具颠覆性的固态电池。

3.1 钠离子电池

相较于磷酸铁锂和三元锂电池，钠离子电池在成本、安全、快充和低温性能上有较大优势。以中科纳海为代表的专业初创企业，以及以宁德时代为代表的拥有成熟技术的锂电产业链企业纷纷进入这一赛道。

目前，钠离子电池在政策利好加持下正加速开启产业化进程，产业链也在稳步完善中。但是，作为一个新兴产物，钠离子电池的技术和工艺仍面临很多挑战。

3.1.1

原料价格不足锂的1%，降本仍不及预期

成本优势是钠离子电池的一大亮点。

从原料储备来看，钠资源非常丰富，其在地壳中的丰度位于第6位。

丰富的原料储备保障了供给稳定，因此价格波动也较小。WIND数据显示，2022年以来碳酸锂平均单价高于40万/吨，而钠离子电池所需的轻质纯碱价格还不足碳酸锂的1%，仅维持在0.2万-0.4万元/吨。

从成本占比最高的正极材料来看，钠离子电池的正极材料不仅无须使用昂贵的锂盐，还能采用铜基正极材料来避开价格较高的过渡金

属元素化合物。同时，负极材料可通过价格较低的无烟煤加工获得，隔膜成本基本与锂电池相近。

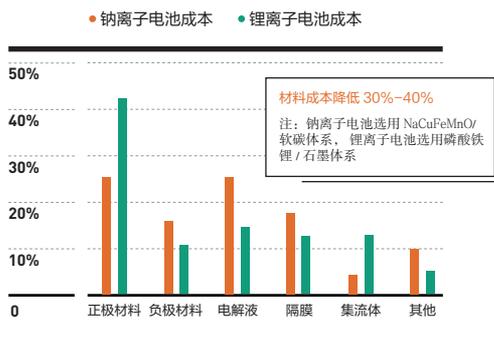
根据中科海纳的综合测算，钠离子电池成本相较于磷酸铁锂电池可降低约 30%–40%；目前，钠离子电池尚处于发展阶段，制造成本约为 1 元 /Wh，与三元锂电池相当。中科海纳预测，若行业迎来大规模量产，钠离子电池成本有望降至 0.2 元–0.3 元 /Wh。

但从实际来看，由于钠离子电池原材料、正负极配套尚未进入规模化供应，材料成本难以控制，目前电芯材料成本较理论更高，仍在 0.7–1 元 /wh，磷酸铁锂成本相当。哈尔滨工业大学教授高云智称，大规模量产，钠离子电池材料成本如果控制在 0.2–0.5 元 /wh 左右将具备显著成本优势。

其次，钠离子电池的投入产出比相对锂电池要低。

据天能控股集团有限公司研发总监何广分析，现阶段同样的投资金额钠离子电池只能产出锂电 70% 的能量，如果叠加钠离子电池售价相当于锂电池的 70%，意味着当前同样的电芯产线投资额，产值只有锂电的 50% 左右。

钠离子电池与锂离子电池成本对比



资料来源：中科海纳、第一财经

三类钠离子电池正极材料性能优劣对比

	层状过渡金属氧化物	聚阴离子化合物	普鲁士蓝类似物
优点	发展最成熟、理论比容量最高、合成过程简单、压实密度较高	循环寿命长、工作电压高	成本很低、高比容量、离子扩散速率快
缺点	潮湿空气中稳定性较差	低离子电导率、低比容量	循环稳定性低、压实密度低
代表公司	Faradion、中科海纳、钠创新能源	法国 Tiama	宁德时代、美国 Natron Energy

资料来源：Web of Science、国金证券研究所、第一财经

3.1.2 正极路线尚未明晰

与锂电池相比，钠离子电池变化最大的部分就是正极材料，正极材料也是决定电池能量密度、安全性、循环寿命等能的关键因素。

钠离子电池正极材料主要有三种：层状氧化物、普鲁士蓝类化合物、聚阴离子化合物。

层状氧化物拥有高比容量优势，但由于钠离子在脱嵌过程中，层状金属氧化物易发生结构变化或相转变导致电池循环性能衰减，因此需掺杂 Mn、Fe、Ni 等电化学活性元素，

依靠不同阳离子氧化还原电对的特性互补，提升材料的稳定性。

普鲁士蓝类材料常温即可制作，合成简单方便，理论充放电比容量可达 170mAh/g，高于层状氧化物材料的 120–150mAh/g、聚阴离子化合物的约 120mAh/g。但由于其结构中的 Fe(CN)₆ 空位易和晶格水分子形成化合物，结晶水难以除去，使得普鲁士蓝在实际应用中容易存在比容量低、效率不高、倍率较差和循环不稳定等问题。

聚阴离子类化合物根据结构不同可分为橄榄石结构磷酸盐、NASICON(Na⁺ 快离子导体)化合物和磷酸盐化合物。常见的聚阴离子化合物比容量偏低，但橄榄石结构的磷酸铁钠 (NaFePO₄) 理论比容量可达 154mAh/g，制备方法与磷酸铁锂类似，自身电导率较低的问题则需要通过纳米化和碳包覆来改善。

对于钠离子电池正极材料三条技术路线的发展前景，行业人士看法各异。

“目前关注度较高的正极路线有两条，一条是中科海纳采用的层状氧化物工艺，另一条是宁德时代采用的普鲁士白（普鲁士蓝类化合物的一种）工艺路线。”沪上某基金公司主动权益投资部总监称。此前，

宁德时代在第一代钠离子电池发布会上也表示，普鲁士白和层状氧化物两类材料最具潜在商业化价值。

第一财经调研，目前关注度较高的是层状氧化物、聚阴离子路线，“普鲁士蓝也有，但要解决的问题挺大，因为要用到有毒的原材料，不是一般企业能做得了。”

但当下层状氧化物路线的产业化速度领先是业内共识。

“现阶段产业化相对比较成熟的正极材料肯定是层状氧化物，因为它的性价比相对来说会高一些。”一位在南方某锰矿企业负责钠离子电池生产的人士表示，性价比主要体现在原材料成本、制备成本以及与现有正极材料产线的适配性更好。

上海交大博士生导师、浙江钠创技术顾问李林森教授此前在接受采访时表示，层状氧化物可能是最容易率先实现万吨级制造的正极技术路线，现在的锂电三元材料厂都已经做好了准备，从镍铁锰氢氧化物前驱体转换成镍铁锰酸钠这个方向是最快的，2023年就有大规模制造的产品出现。

对于中长期的技术发展趋势，上述锰企人士认为，中长期来看三条路线都会有，但各自迭代的方向会有不同，新兴产物需要通过市场的长期检验，才能最终看出哪个性价比高，哪个在某些特定应用场景有自己的优势，只有把市场培育起来，发展路径才会更清晰。上述基金公司主动权益投资部总监则表示，最终还是要看谁能先突破能量密度和循环寿命瓶颈。

从市场空间来看，中金公司认为层状氧化物和聚阴离子化合物路线或更胜一筹。

该机构称，层状氧化物和聚阴离子型分别适配动力、储能场景，到

2025年，层状正极、聚阴离子正极需求量分别有望达到8.4万、8.7万吨；普鲁士蓝类材料则要在解决制备过程的结晶水问题后，才能进一步得到应用。

3.1.3 产业化逐步启动

总体来看，当前钠离子电池技术还不是特别成熟。中南大学唐有根教授认为，钠离子电池可以借鉴锂电池的发展经验，避免走弯路，可能3-5年就能达到锂电池20年的效果。

目前，在非上市公司中，中科海钠产业化最为领先，2023年2月23日，中科海钠宣布产品在江淮思皓EX10花仙子上首次实现了装车。

上市公司中，2021年7月，宁德时代发布第一代钠离子电池，电芯单体能量密度达到160Wh/kg，为全球最高水平；常温下充电15分钟电量可达80%。据悉公司下一代钠离子电池能量密度有望突破200Wh/kg。

2022年7月，公司在互动平台表示，致力于推进钠离子电池2023年实现产业化。

此外，鹏辉能源(300438.SZ)选择重点攻坚聚阴离子方向，公司研发的无负极磷酸钒钠体系能力密度超160wh/kg，并推出循环寿命在6000次以上的量产产品。

除电池外，另有多家上市公司覆盖正极、负极等多个生产环节。

正极材料方面，振华新材(688707.SH)已具备层状氧化物材料千吨级生产能力；容百科技(688005.SH)也已具备钠电正极吨级生产能

力，正在配合下游客户规划开发的钠离子电池。负极材料方面，杉杉股份(600884.SH)的硬碳石墨复合材料已进入中试阶段；璞泰来(603659.SH)在硬碳负极、钠电涂覆薄膜等方面均有技术积累。

3.2 半固态电池

固态电池“难产”，折中产品半固态电池率先迎来量产契机。

2022年7月，工业和信息化部新闻发言人、总工程师田玉龙表示，半固态电池接近量产状态。第一财经采访获悉，孚能科技(688567.SH)、国轩高科(002074.SZ)、卫蓝新能源等多家锂电厂商已有较成熟产品在手，年内有望实现装车。

3.2.1 液态电池与全固态电池的折中产品

固态电池可以分为三类——液体电解质质量百分比<10%的半固态(Halfsolid)、液体电解质质量百分比<5%的准固态/类固态(Nearllysolid)、以及不含有任何液体电解质的全固态(AllSolid)。

基于规模化、商业化、成本等方面仍存诸多问题，全固态电池“可能在2030年前都很难实现大规模量产”，半固态电池得以率先步入市场。与液态电池相比，半固态电池在安全性、能量密度与循环寿命方面更具优势。

液态电解液被看作电池起火自燃的罪魁祸首，而半固态电池中的液

态物质大幅减少,当电池发生损坏、被穿刺时,或在一定程度上减轻自燃或者产生爆炸等情况,提升安全性。

同时,电池重量也将随着液体的减少而降低。原先由隔膜、电解液填充的正负极之间的距离在半固态电池中可以缩短到只有几到十几个微米,厚度大幅减少,进而提升储能能量和能量密度。

循环寿命方面,公开资料显示,目前半固态电池常温循环 2000 次、容量保持率 85% 以上,高于普通液态电池循环 1200 次,以及 80% 左右的容量保持率。

北汽集团副总经理廖振波认为,当固混电池中含有 5%–10% 液态时应该还是比较安全的,同时能量密度也满足汽车企业的要求,建议电池企业尽快将固混电池产业化,为整车企业提供安全可靠的固混电池。浙江锋锂新能源总经理许晓雄甚至表示,固液混合的半固态电池或是动力电池领域的终级路线。

3.2.2 即将迎来量产装车关键时点

欧阳明高曾预计,2025–2030 年将是半固态电池取得大发展的黄金时期。而在一众动力电池企业推动下,半固态电池年内就将迎来量产装车的关键时点。

此前在 2020 年底左右,卫蓝新能源的半固态电池已用于北汽 EU260 车型,清陶科技则用于北汽样车和哪吒 U。彼时电池包能量密度仅约 200Wh/kg。

目前,卫蓝新能源正在与蔚来合作,计划基于蔚来 ET7 推出单次充

半固态电池样车进展			
电池企业	卫蓝新能源	清陶科技	
适配车型	北汽 EU260	北汽样车	哪吒 U
电池容量 (Ah)	42	25-100	25-100
额定电压 (V)	3.6	2.5-4.35	2.5-4.35
电池包能量密度 (Wh/kg)	208	160-200	160-200

资料来源:清陶能源、卫蓝新能源、兴业证券经济与金融研究院、第一财经

电续航 1000km 的混合固液电解质电池,且该电池预计于 2023 年上半年开始量产。

上市公司方面,国轩高科(002074.SZ)工程研究院总院副院长徐兴无在公司第 11 届科技大会上透露,公司研发的单体能量密度高达 360Wh/kg、系统能量密度达到 260Wh/kg 的半固态电池将在 2022 年实现装车。同时,公司研发的 400Wh/kg 三元半固态电池目前在实验室已有原型样品。

软包电池龙头孚能科技(688567.SH)在半固态电池研发方面也取得了突破。

2022 年 1 月,孚能科技在互动平台表示,公司第一代半固态电池(能量密度 330Wh/Kg)送样给整车厂客户获得了良好反馈,已经具备量产条件,将根据客户需求决定量产时间。

孚能科技称,固态电池被认为是下一代锂电池技术的重要发展方向。作为达成此结果的必经之路,半固态电池是每个人局者必须面临的一次测验。

3.3 凝聚态电池

2022 年 8 月,宁德时代首席科学家吴凯在世界新能源汽车大会上透露,宁德时代计划在 2023 年推出新一代电池电芯:凝聚态电池。

业内人士介绍,凝聚态电池可能也是属于半固态电池的一种,电解质是凝聚态,含有液态成分,没有流动性但具有很强的粘附性。而半固态电池是从传统液态锂离子电池向固态电池发展过程中的过渡路线,也是必经的路线。

公开资料显示,凝聚态电池具备高能量密度、快速充电能力。

与传统的锂离子电池相比,凝聚态电池每单位体积或重量可以储存更多能量,这使得它们非常适合需要高储能能力的电动汽车。据宁德时代介绍,这一新型电池能量密度超过 500Wh/kg,明显高于目前常规锂离子电池的能量密度。同时,该电池可在数分钟内完成充电。

2023 年 3 月,宁德时代在 2022 年业绩说明会上表示,对比全固态电池,宁德时代的凝聚态电池可更快实现量产,且实现高比能与高安全兼得。

产业链相关上市公司中,道氏技术(300409.SZ)在互动平台表示,公司的碳材料产品石墨烯导电剂和碳纳米管导电剂可以应用于凝聚态电池。

除了动力电池本身，相关配套设施也在快速升级迭代中，能显著提升补能效率的800V高电压快充渐成主流，各车企纷纷迭代跟进800V架构。

4.1 800V 高压快充

解决新能源车里程焦虑，提升续航里程和充电速率是两大主要途径。

当前，主流车型的续航里程可达400km以上，比亚迪EV和极狐阿尔法S甚至超过700km，基本满足驾驶者的日常需求，想要再有跨越式发展难度较大且边际效用递减。提升充电效率成为另一发力点。

4.1.1

高电压成实现快充主要方式

所谓“快充”是相对于交流慢充而言，在业内并没有清晰的定义。至于充电速度的快慢，则由充电功率决定。

快充可通过充电功率的增大来实现，充电功率则由电流和电压共同决定【功率(kW)=电压(V)*电流(A)】。因此，高电压、大电流是实现快充的主要方式。

由于大电流能量损失严重、转化

效率低，还会对热管理系统造成较大负担，高电压被认为是实现快充的主要途径。

800V快充作为高电压快充的主流，共有三种实现方式，分别是纯800V电压平台、800V电池组搭载DC/DC转换器、两个400V低压电池组，各有优劣。

纯800V电压平台能量转换效率高，但原本的IGBT电驱功率芯片需要全部用SiC替代，零部件成本高；800V电池组搭载DC/DC(指将一个固定的直流电压变换为可变的直流电压)转换器则继续使用当前的架构，车端改造费用低，但电压经DC/DC转换后会损失部分能量，导致能量转换效率低；两个400V低压电池组采用串并联的形式，即充电时串联800V、放电时并联400V，这种方式仅需改造BMS(电池管理系统)，成本低，但充电效率提升有限。

民生证券根据搭载800V架构的已上市车型预测，2022年国内800V快充车型的销量约5万辆，渗透率达3%，2025年销量达99.9万辆，3年CAGR达270.9%，渗透率达到30%。

4.1.2

多方联动推进产业协同

快充的应用普及，需要电池、车、桩三方共同努力。

电池方面，孚能科技(688567.SH)作为国内首个拥有可量产的800V高电压平台的企业，其800V快充系统有望于年内某品牌装车，于2023年初交付用户。

欣旺达开发的800V平台快充电

池可同时支持三元和磷酸铁锂路线。其副总裁张耀2022年3月在中国电动汽车百人会论坛上表示，欣旺达2022年底量产的BEV超级快充电池续航里程可达到700公里，充电10分钟续航可达到400公里，不限快充次数，做到不起火无热蔓延。

据天风证券，欣旺达下游配套主打快充的理想L9、小鹏G9两款车型，未来有望凭借快充优势在动力电池市场占据一席之地。

汽车方面，2019年保时捷推出了第一台800V快充量产车型Taycan，最大充电功率可达350KW，5%-80%SOC充电时间约23分钟，此后各大车企纷纷开始抢占快充领域的高地，仅2021年，就有极狐、比亚迪、岚图、小鹏等车企发布800V技术。

充电桩方面，据星星充电高级副总裁李宏庆介绍，2018年之后建设的所有公共充电站都支持到了1000V，电压范围在200V-1000V，恒功率段是300V-1000V，对于800V车型的兼容完全可以做到。随着投建的进一步扩大以及对前期场站的改造升级，消费者可以放心地在公共充电站享受800V车型带来的充电便利。

特锐德(300001.SZ)则在互动平台表示，公司在市场上的布局也是以快充为主，特来电的群管群控系统，每个变压器为800-1000kVA。同时，广汽埃安的超级快充系特来电研发生产。

4.1.3

材料和零部件升级打开空间

800V快充的广泛应用离不开电

800V 快充技术布局情况



资料来源：汽车电子设计、中国银河证券研究院、第一财经

池电芯倍率性能的提升。

据天风证券，目前主流的动力电池包已能支持 2C 充电倍率，往上提升类似木桶效应，短板在负极，负极析锂问题还待解决。由于硅的析锂风险小，且相较于碳所能接受的 0.1V 电压，硅可忍受 0.4V，采用硅负极是解决负极短板的方法之一。

贝特瑞 (835185.BJ) 自主研发的氧化亚硅表面改性技术、高容量硅碳产品开发技术已实现量产，可改善电池的放电倍率和循环行为。

解决负极问题的另一种方法是对石墨材料进行改性处理，比如表面涂覆、混合无定型碳等。

2019 年，璞泰来 (603659.SH) 在溧阳自建炭化产能以满足高端产品对快充的需求。同时，硅负极量产带动 PAA 粘结剂需求，璞泰来则参

股了 PAA 龙头茵地乐。

此外，导电剂碳纳米管 CNT 可同时应用在石墨材料和硅负极中，对石墨负极的作用是可以加 CNT 改性，而硅负极离子导电性较差，需添加单壁碳管改善。天奈科技 (688116.SH) 和道氏技术 (300409.SZ) 在碳纳米管、单壁管领域均有布局。

电压平台从 400V 提升至 800V，充电端零部件也需升级改造。

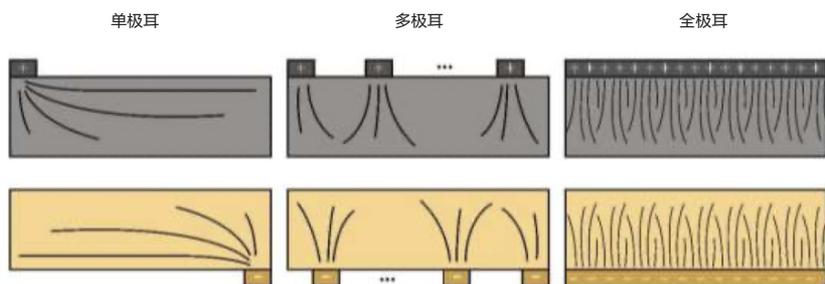
例如，上文提到的拉高纯 800V 电压平台成本的 SiC 功率器件。比亚迪半导体作为国内首批自主研发并量产应用 SiC 器件的公司，在 2022 年 6 月推出 1200V1040ASiC 功率模块。该产品在不改变原有模块封装尺寸的基础上将模块功率大幅提升了近 30%，主要应用于新能源汽车电机驱动控制器。均胜电子

(600699.SH) 是全球最早实现高压平台产品量产的供应商之一，覆盖 400V/800V 多合一高压快充平台产品和 800V 高压电池管理系统 (BMS) 已实现量产，2022 年新获 800V 高压平台项目订单超 90 亿元，预计 2023 年开始量产，率先打开未来高压快充市场的增量通道。

同时，熔断器、薄膜电容、继电器、高压连接器等元件需求量也会随着 800V 高电压充电的放量而增长。民生证券预计，这四类产品 2025 年市场空间分别可达 5.38 亿、19.37 亿、30 亿、64.58 亿元。

4.2 全极耳

单极耳、多极耳、全极耳对比示意图



资料来源：逸飞激光招股书、信达证券研发中心、第一财经

极耳是软包锂离子电池产品的一种组件。电池分为正极和负极，极耳就是从电芯中将正负极引出来的金属导体，即电池进行充放电时的接触点。

极耳可以分为单极耳、双极耳/多极耳和全极耳。其中，国内圆柱电池形成了全极耳软连接与硬连接两种主流形式，软连接方式是指集流盘带有一段极耳连接壳体，而硬连接即为“无极耳”。

特斯拉的4680电池采用的即是“无极耳”结构，但“无极耳”电池也并非真的没有极耳，而是直接利用整个集流体尾部作为极耳，并通过盖板（即集流盘）结构设计增大极耳传导面积及其连接处的连接面积，并缩短了极耳传导距离。

相较于单极耳，全极耳倍率性能和安全性能更佳。

全极耳电极高度通常是电极长度的5%~20%，因此电阻相较单极耳减少了5~20倍，从而提高了传输效率，较大提高了电池的倍率性能，如以色列StoreDot的4680电池可在10分钟内充满电。

同时，全极耳在电池内部没有集中发热点，热在内部均匀分布，对

于电池的整包有热管理上的优势，因此全极耳设计安全性能更佳。

高性能也带来了高要求，全极耳设计对涂布、分切、卷绕、焊接等工艺要求更加严格，并新增了揉平工艺。

其中，相比传统电池单极耳使用脉冲激光器进行点焊，4680圆柱电池的全极耳结构采用连续激光器进行面焊，焊接工序从5道增加至7道，单GWh电池产线增加了5台焊接设备，且焊接数量是2170电池电极的5倍以上。

据相关公司公告，联赢激光(688518.SH)4680电池激光焊站样机已完成设计生产进入工艺实验阶段，并根据实际数据进行整线设计；海目星(688559.SH)高速激光制片机在行业内率先量产，已进入特斯拉供应链。

新增揉平工艺的原因是，在4680大圆柱电池的制造中，需要将卷芯的断面揉平后再与极板焊接。现有的揉平方式主要包括超声波震动直接压平和旋转的揉平轮直接摩擦电池极耳面，极耳在揉平过程中存在很多技术难点。因此，相关企业围绕技术难点提出了三大解决方

案，分别是机械揉平、超声波揉平+机械揉平、免揉平。

亿纬锂能(300014.SZ)CN113113735A专利提出设置揉平轮、偏转机构和旋转机构来形成揉平装置；逸飞激光的CN110518184B专利在揉平单元分成超声波揉平和机械揉平两个子单元，同时，逸飞激光还提出了免揉平方案，即在涂布之后再边缘空白处涂抹绝缘材料，绝缘材料与活性物质水平高度一致，使得卷绕后集流体形成完整平面。

PART 2 动力电池材料创新

PART 2
01

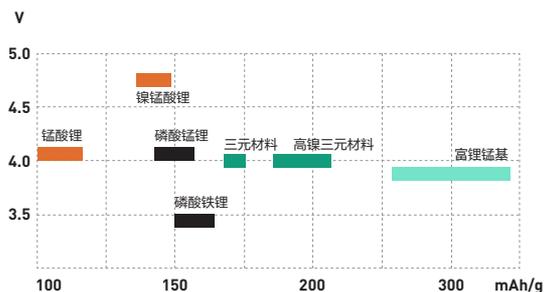
正极材料

正极材料是提高动力电池性能的关键。例如，正极材料的表面特性和结构稳定性很大程度上决定了动力电池的安全性能和循环次数；电压平台、克容量和压实密度等影响着动力电池的能量密度。

同时，正极材料也是动力电池所有环节中成本最大的部分，占比高达40%以上。随着上游原料价格的飞速增长，在提升电池性能的基础上，正极材料厂商对降本技术的研发也迫在眉睫。

目前，磷酸铁锂与三元材料仍为

富锂锰基材料与其他正极材料的能量密度对比



资料来源:《The Current Move of Lithium Ion Batteries Towards the Next Phase》(Tae-Hee Kim 等), 中信证券研究部、第一财经

正极材料市场中的主流选择, 而低成本、高电压的新型正极材料也接连出现。比如, 升级领域涵盖磷酸铁锂、三元材料的锰基正极, 以及渐成动力电池主流应用的单晶三元。

1.1 锰基正极

镍、钴、锂等新能源金属的价格上涨倒逼电池厂不断探寻新的电池材料和技术, 锰在电池领域的应用

正得到市场越来越多关注。其中, 具备高电压特性的锰基电池材料有望成为电池能量密度的突破点。

目前常见的锰基电池材料包括磷酸锰铁锂、镍锰酸锂、富锂锰基和锰酸锂。从能量密度来看, 富锂锰基 > 磷酸锰铁锂 > 镍锰酸锂 > 锰酸锂。因此, 磷酸锰铁锂、镍锰酸锂、富锂锰基可用于动力电池, 锰酸锂则多用于两轮车或消费领域。

相较于市面上主流的磷酸铁锂和三元动力电池, 高电压、成本低、循环寿命短是锰基电池的共同特性。

1.1.1

磷酸锰铁锂: 掺杂使用才是王道?

磷酸锰铁锂是磷酸铁锂的升级方向之一。与磷酸铁锂相比, 磷酸锰铁锂电压平台可达 3.8V-4.1V 左右, 高于磷酸铁锂的 3.4V, 在克容量几乎相同的情况下, 能量密度可提升约 20%。同时, 磷酸锰铁锂的主要原材料为锰系化合物, 锰含量约 40%, 并非稀缺资源, 中银证券测算原料成本可较磷酸铁锂低约 28%。

但是, 磷酸锰铁锂目前仍存在“硬伤”。由于导电性差、电阻高, 磷酸锰铁锂在充放电过程中的极化程度较大, 电池的循环次数较磷酸铁锂减少了约 1000 次。为此, 业界正在通过碳包覆、离子掺杂等材料改性技术努力弥补短板。

“锰基电池只会适当占有市场, 是辅助产品, 不会成为主流。”有新能源分析师认为, 比如磷酸锰铁锂具有与三元5系相近的能量密度, 二者混合后在提升电池安全性和使用寿命的同时, 还能进一步优化成本, 在未来 2-3 年更多会以复配三

容百科技磷酸锰铁锂复配方案

产品	磷酸锰铁锂	高镍三元	能量密度 (Wh/kg)	掺杂目的	应用场景
产品 1	95%	5%	210	改善锰铁锂的加工性能	抢占磷酸铁锂市场
产品 2	70%-80%	20%-30%	230	提高电池容量和压实密度	"主要用于中低端电动车市场"
产品 3	20%-30%	70%-80%	250	改善高镍三元的安全和循环性能, 降低高镍三元成本	"主要用于中高端电动汽车市场"
产品 4	5%	95%	270	改善高镍三元安全性能	"主要为高镍三元迭代产品"

资料来源: 公司公开信息、第一财经

元材料的方式加以应用。

中金公司预计，磷酸锰铁锂作为磷酸铁锂和三元5系的潜在替代材料，预计到2025年，在电动车领域磷酸锰铁锂对磷酸铁锂替代需求将达到56GWh；与三元复合搭配需求将达到28GWh，总体需求量约为84GWh。

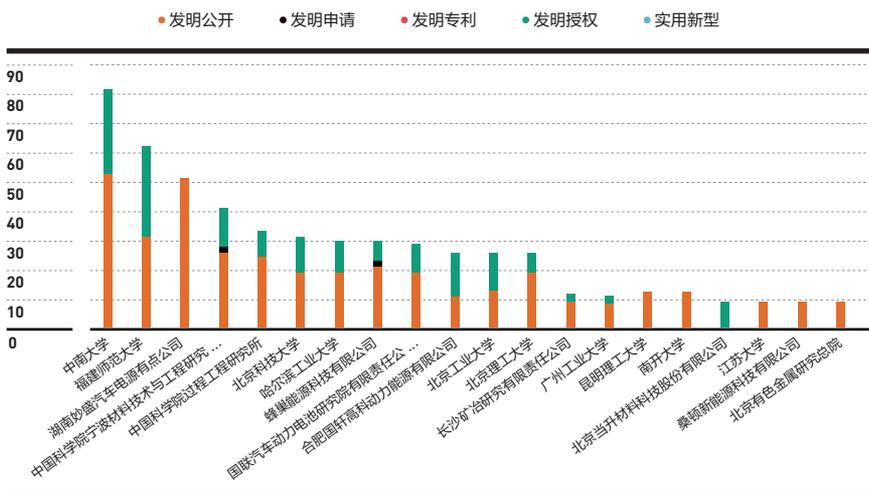
中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员夏永高表示，当时比亚迪舍弃磷酸锰铁锂技术的原因之一就是单独使用会面临一些难题。磷酸锰铁锂电池的材料粒径需要做到50纳米，粒径小就易吸水，压实密度也会降低，但与三元锂电池配合使用有不错的效果。

2022年7月，容百科技在战略新品发布会上展示了4种磷酸锰铁锂和高镍三元混合使用的产品。

具体来看，不同的掺杂比例所达到的能量密度也不同。当磷酸锰铁锂占比95%时，电池能量密度为210Wh/kg，主要的竞争对手是磷酸铁锂市场；当磷酸锰铁锂占比仅5%时，电池能量密度高达270Wh/kg，主要应用市场为高镍三元迭代产品。

民生证券测算，中性、乐观情景下，2025年全球动力电池和两轮

富锂锰基正极专利规模居前的申请人分布



资料来源：patnthumb、中信建投、第一财经

车领域复配方案的磷酸锰铁锂需求量分别为11.43万、15.41万吨，对应市场空间分别为75.45亿、101.67亿元，2022-2025年CAGR分别为229.39%、264.82%。

1.1.2 富锂锰基：最具前景的动力电池用正极材料之一

富锂锰基在2V-4.8V电压平台基础上的比容量可超200mA·h/g，是目前所用正极材料实际容量的两倍左右，被认为是继磷酸铁锂和三元材料之后最具前景的动力电池用正极材料。

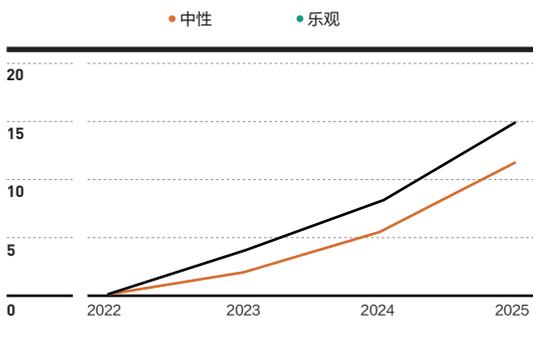
但富锂锰基充放电效率低、循环稳定性差，使用过程中还会出现持续的电压衰减，且4.8V高压电解液是一项极具挑战性的研发工作，这在一定程度上降低了其高比容量带来的优越性。

目前，富锂锰基整体还处在研发阶段。

中信建投数据显示，截至2022年4月，富锂锰基处于有效、实质审查和公开状态的专利数共有1000余个，主要集中在国内。其中，中南大学、福建师范大学、湖南妙胜汽车电源有限公司专利规模位居前三位。申请专利的年份自2010年起，集中爆发于2017年之后。

中信建投认为，若高性能的富锂锰基材料能够得以应用，理论上可以替代三元正极和部分铁锂正极，

全球磷酸锰铁锂复配方案需求量测算（单位：万吨）



资料来源：民生证券、第一财经

甚至创造出更多增量。同时，富锂正极搭配高锂含量负极也是材料应用方面的亮点之一。

1.1.3

产业链相关企业布局一览

中信证券认为，率先发力新型锰基材料研发生产的正极企业和向下游电池材料延伸的锰产品制造商将受益，并建议围绕这两条主线进行投资。

从最上游的锰资源开采来看，青岛中程(300208.SZ)持有东帝汶锰矿约476公顷，目前勘探面积为103.47公顷，储量约34万吨，锰含量约为45%–60%；三峡水利(600116.SH)则拥有锰矿开采、电解锰生产加工及销售的完整产业链。

原料加工企业方面，五矿资本(600390.SH)拥有亚洲最大的四氧化三锰厂和国内最大的电解金属锰生产基地，市场占有率超50%；红星

发展(600367.SH)子公司大龙锰业主要生产一次电池和锂电池用的电解二氧化锰(锰酸锂的主要原材料)、三元正极材料使用的高纯硫酸锰等产品；中钢天源(002057.SZ)则是全球最大的四氧化三锰制造商。

另有锰产品制造商已开始积极向下游拓展电池材料业务。

湘潭电化(002125.SZ)是国内规模最大的电解二氧化锰生产企业，电解二氧化锰年产12.2万吨。公司正在布局锰酸锂、四氧化三锰等锰系新能源电池材料。为了节约资本，公司正在湖南、广西等地寻找低成本、安全性高的优质锰矿资源，现已取得湘潭楠木冲锰业有限公司51%的控股权、广西靖西市爱电锰矿普查探矿权，楠木冲锰矿复产后，有望为公司提供资源保障。

磷酸锰铁锂正极材料方面，德方纳米(300769.SZ)进度较为领先。公司现具有百吨级别的中试线，相关产品已经送样电池厂，电池端测试已基本完成，现已进入车端验证阶段。当升科技(300073.SZ)、厦钨新

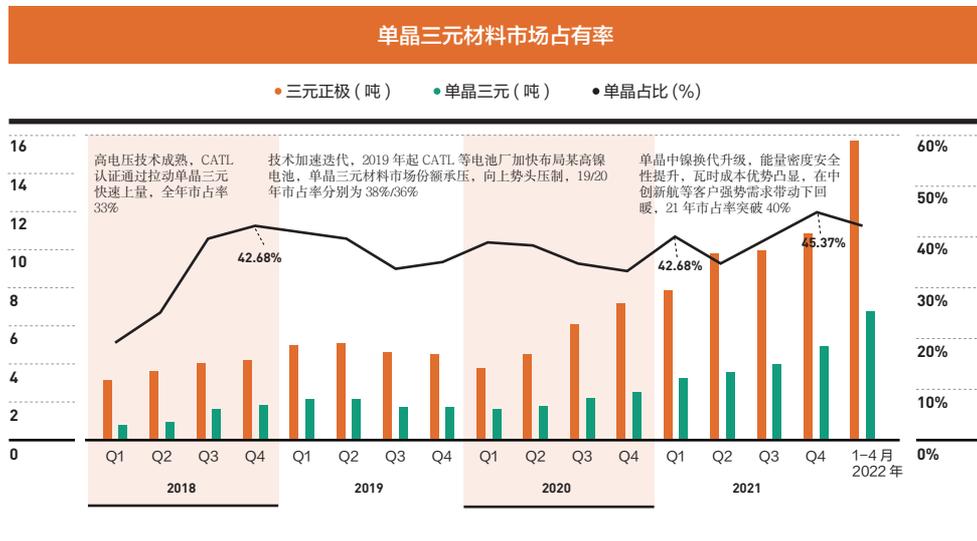
能(688778.SH)则仍处于小试阶段。有业内人士称，磷酸锰铁锂目前没有规模化应用，但应该很快会上提上议程。

电池企业方面，2021年“宁王”也已悄然布局磷酸锰铁锂材料业务。

此外，2023年3月15日，国轩高科在日本电池展览活动上亮相了两款磷酸锰铁锂化学产品——L300、L600。据悉，上述两款产品均采用行业内先进的磷酸锰铁锂化学体系，相比于磷酸铁锂，该体系同样具有高安全性能，且现阶段能量密度最高可达240Wh/kg，体积能量密度超过500Wh/L。

富锂锰基方面，国内已有多家公司储备了相关生产技术。容百科技、当升科技目前已进入小试阶段。多氟多、振华新材等企业据悉也开展了富锂锰基相关研发工作。

1.2 单晶三元



单晶化路线作为提升动力电池正极材料能量密度的主要方式之一，市场渗透率逐步提升。

据鑫椏咨询，中国单晶三元在三元正极材料市场中的占比从2019年的20%左右，上升至2022年前四个月的42.7%，2022全年的市占率将保持在40%以上。

渤海证券等多家研究机构认为，三元材料的单晶化与高镍化路线将殊途同归，长远来看，高镍低钴乃至高镍无钴的单晶三元材料体系将会成为国内动力电池主流应用品种。

1.2.1 单晶中镍：当前性价比突出

从国内各型号电池单晶材料占比来看，单晶中镍占比比较高。其中，5系占比最高，6系排名第二但占比逐渐增加，主要代表产品为Ni55(55/15/30)和Ni65(65/7/28)。

为什么中镍成为当前主流？

首先，从能量密度来看，通过提高电压平台，单晶中镍6系能量密度与多晶镍8系产品基本持平。厦钨新能此前发布公告称，公司6系高电压对标8系高镍，7系高电压对标9系超高镍。

其次，从成本来看，Ni65高电压三元与Ni8系高镍三元相比，用22%的锰替代了18%的镍和4%的钴。而锰价远低于镍价和钴价，wind数据显示，2022年7月底，锰、镍、钴价格分别为7126元/吨、18.01万元/吨、33.7万元/吨。华安证券表示，由于单晶中镍产品镍钴用量较少，在近期镍钴价格扰动下具备一定成本优势。当前，单晶6系毛利率已接近高镍三元，体现较强的定价能力和盈利水平。

最后，从安全性来看，单晶材料内部没有晶界，在多次循环后几乎不会出现粉碎情况。据天风证券，Ni55电芯即便在持续充放电过程中被针刺穿也仅仅是发烟、发热而不

会起火燃烧。欣旺达相关负责人透露，欣旺达采用单晶高电压镍5X体系材料，产热较其它体系低至少18%，热失控温度则比其它体系高30%以上。

1.2.2 单晶高镍：市场份额逐步提升

由于单晶高镍层状正极具有独特的一体化单晶结构，机械强度高、比表面积小，相较于多晶高镍层状正极具有更好的循环稳定性。同时，单晶高镍层状正极还具备更好的倍率性能、安全性以及机械稳定性和压实密度。

但是，单晶高镍层状正极的合成路线还不够成熟，存在能耗高、合成成本高等问题。

中南大学纪效波教授课题组在针对单晶高镍正极的研究中指出，单晶高镍层状正极的发展仍处于早期

各系三元正极的营业成本测算（单位：万元/吨；取自2021年12月至2022年4月价格数据）

	NCM 523			单晶 5 系			单晶 6 系			NCM 811		
	单吨用量 (吨)	价格	成本									
前驱体	0.95	14.3	13.58	0.95	14.6	13.87	0.95	15.01	14.46	0.95	15.22	14.46
锂盐	0.38	39.25	14.91	0.38	39.25	14.91	0.38	39.25	14.92	0.43	34.69	14.92
原材料成本		26.54			26.81			27.18			27.37	
资本开支		2			2.5			3			3.4	
单位折旧		0.2			0.25			0.3			0.34	
人工制造费用		0.7			0.74			0.74			0.75	
良率		95%			95%			95%			93%	
单吨营业成本		28.89			29.26			29.70			30.6	

资料来源：华安证券研究所、第一财经

单晶正极在我国三元正极材料中比重逐年提升

三元正极材	2019	2020	2021	2022Q1
合计(万吨)	19.7	21	39.8	12.7
单晶市场产量(万吨)	6.7	7.4	15	4.9
单晶合计占比(%)	34	35	37.8	38.5

单晶在各系市场分布

5系单晶(万吨)	4.2	5.4	10.6	3
6系单晶(万吨)	2.5	1.8	2.7	1.2
8系单晶(万吨)	0	0.1	1.7	0.7
5系单晶占比(%)	63	73.4	70.5	60.2
6系单晶占比(%)	36.7	25.1	17.9	24.9
8系单晶占比(%)	0.3	1.5	11.6	14.9

单晶在各系市场渗透率

5系市场(%)	34.8	48.4	55.9	55.8
6系市场(%)	67.4	44.6	55.5	63.9
8系市场(%)	0.8	2.3	11.5	13.5

备注: 8系含NCA

资料来源: 鑫椽资讯、国泰君安、第一财经

阶段, 需要进一步优化和探究, 但在高性能锂离子电池方面仍有前景。当前, 高镍 8 系三元材料仍以多

晶体系为主, 随着宁德时代等头部企业加速布局, 单晶高镍在 8 系领域的市场渗透率逐步提升, 渗透率已从 2019 年的 0.8% 增长至 2022 年一季度的 13.5%。

1.2.3

市场竞争格局集中, 头部企业单晶中镍、高镍齐发力

由于单晶材料制备需进行多次高温烧结, 同时, 在合成的过程中还要克服大单晶对容量及功率性能的负面影响, 遇到高端产品还需要包覆、掺杂、水洗等工序, 工艺相对复杂。

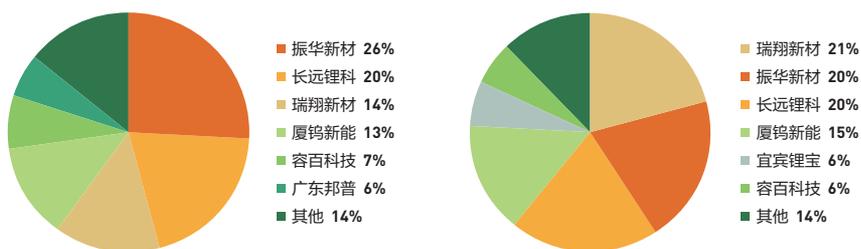
高技术门槛带来了行业的高集中度。据鑫椽资讯, 2021、2022 年前 4 月国内单晶三元厂商 CR3 分别为 60%、61%。其中, 振华新材、长远锂科、厦钨新能凭借技术优势快速抢占市场份额, 2022 年前四月分别占比 20%、20%、15%。

振华新材早在 2009 年就完成了大单晶三元正极材料的研发及生产, 2021 年市占率第一。据国泰君安,

国内单晶市场份额

2021 年

2022 年 1-4 月



资料来源: 鑫椽资讯、华安证券、第一财经

目前该公司已批量销售多款一次颗粒大单晶 5 系、6 系和 8 系产品，在研镍 9 系、低钴无钴等进一步提高能量密度及性价比的单晶三元产品也在向下游主要动力企业送样认证中，有望充分保证其产品端竞争力。

产能方面，振华新材沙文二期 2.6 万吨高镍三元及钴酸锂项目（含技改，主要投向单晶）、义龙二期 2 万吨高镍三元正极项目（主要投向单晶）预计 2022 年投产。2022 年 6 月，该公司发布公告称，拟募资不超 60 亿元用于义龙三期 10 万吨高镍产能，预计 2025 年分阶段投产。

长远锂科目前绝大部分产品均采用单晶技术。该公司 NCM523 单晶镍含量 50%-58% 系列产品、NCM622 单晶镍含量 60%-65% 系列产品实现量产；NCM811 已实现量产，第二代单晶产品已经完成中试开发验证；9 系 NCM 单晶产品率先完成设计开发，客户进入吨级试产阶段。

长远锂科高新一期 4 万吨高镍

三元正极（可兼容单晶高电压）已建成投产；高新二期 4 万吨高镍三元正极项目（可兼容单晶高电压），预计 2022 年建成。当前，公司产品已进入宁德时代、比亚迪供应链。

厦钨新能主打单晶中镍高电压，产品涵盖 4.40V、4.45V、4.48V、4.5V 等高电压系列，4.55V 系列产品也正处于研发进程中。

2020 年，该公司为中创新航的高电压 Ni5 系提供材料，最终量产的 590 模组电池搭载于国内首款续航里程超过 600 公里的 SUV 广汽埃安 AionLX。

厦钨新能最新开发的 Ni68 系产品在安全性与成本方面具备综合优势，且在能量密度方面与 NCM811 材料持平。该材料目前已成功应用到续航里程超过 1000 公里的电动车上并实现大批量供货。

在技术和成本优势的加持下，厦钨新能高电压三元材料收入占比快速提升，从 2019 年的不足 25%，上升至 2022 年一季度的 81.14%。

负极是锂电材料中最成熟的环节，在锂电池中起主要起到储存和释放能量的作用，主要影响锂电池的电池效率、循环性能等。

负极材料分为碳系材料和非碳系材料，目前市场应用主流材料为碳系材料中的石墨类。而石墨类材料又可分为石墨为人造石墨、天然石墨、中间相炭微球。由于人造石墨循环性能、安全性能相对突出，已广泛应用于动力电池和储能电池；能量密度高、循环性能差的天然石墨则多适用于数码电池。若要如需进一步提升动力电池能量密度，就不得不提到负极的新材料应用——硅基负极。

2.1 硅基负极

石墨负极与硅基负极对比

类型	天然石墨负极材料	人造石墨负极材料	硅基负极材料
理论容量	340-370mAh/g	310-360mAh/g	400-4000mAh/g(目前可达到水平)
首次效率	>93%	>93%	>77%
循环寿命	一般	较好	较差
安全性	较好	较好	一般
倍率性	一般	一般	较好
成本	较低	较低	较高
优点	能量密度高、加工性能好	膨胀低，循环性能好	能量密度高
缺点	电解液相容性较差、膨胀较大	能量密度低、加工性能差	膨胀大、首次效率低、循环性能差

资料来源：贝特瑞募集说明书，信达证券研发中心、第一财经

三类硅基负极材料优劣对比

主要种类	优势	劣势
硅氧负极	A、可逆容量高，达1700-1800mAh/g，接近理论容量； B、循环性能和倍率性能相对于其他硅基负极材料好	A、首次库伦效率低(71.4%)，无法单独使用，需要预锂化处理； B、SiO ₂ 工艺复杂，生产成本非常高
硅碳负极	A、克容量高； B、首次充放电效率高； C、工艺相对于其他硅基负极材料较为成熟	A、大批量生产电化学性能优异的产品难度较高 B、循环性能和库伦效率有待提高 C、电极膨胀率较高
硅合金负极	体积能量密度高	A、工艺难度大、成本高 B、首次充放电效率低 C、循环性能较差

资料来源：凯金能源公告，信达证券研发中心、第一财经

随着正极比容量的不断上升，负极的比容量也收到了挑战。

由于市场主流石墨负极在实际应用中，石墨比容量达到了约330—370mAh/g，已触及理论比容量372mAh/g的天花板；但硅的比容量超石墨10倍，能达4200mAh/g。

从技术路线来看，硅碳复合材料、硅氧复合材料是硅基负极的主要技术路线。

硅碳复合材料是由纳米硅与石墨材料混合而成，拥有克容量高、充放电效率高等特点；硅氧复合材料制备较为复杂，但循环性能和倍率性能优于其他硅基负极材料。东方证券认为，近年来，硅氧负极的首次效率经过材料厂家的努力已经提升显著，其更优的综合性能为未来硅基负极的发展指明方向。

2.1.1

两大领域加速硅基负极放量

动力电池尤其是4680圆柱电池的需求上量，逐渐打开了硅基负极的市场空间。

其中，特斯拉早在2017年搭载21700电池时就已经引入了“掺硅”技术，大约掺了5%~6%的硅合金，占比较小。由于4680的不锈钢壳体机械强度大，可充分吸收硅在充放电过程中的膨胀力，未来硅的掺杂比例或超10%。

随着圆柱电池技术的不断成熟，宁德时代、亿纬锂能等各大厂商已开始加速布局，光大证券预计2025年全球4680电池装机量将达264GWh。

除圆柱电池外，使用硅基负极的方形电池应用范围也在逐步扩大。2022年1月，智己汽车首次提出使用“掺硅补锂”技术，电池单体能量密度可实现300Wh/kg。与此同时，戴姆勒G-Class、蔚来ET7、广汽埃安等车型都将搭载含有硅基负极的动力电池。

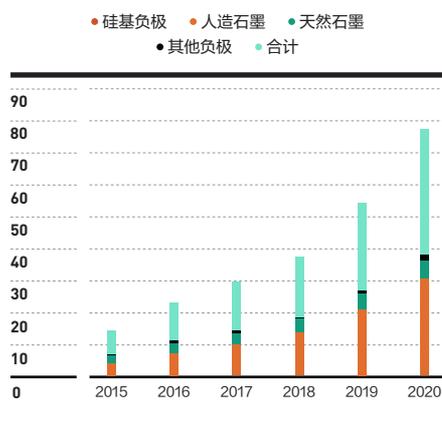
与此同时，快充的快速到来也对硅基负极市场起到了催化作用。

据天风证券，目前主流的动力电池包已能支持2C充电倍率，往上提升类似木桶效应，短板在负极，负极析锂问题还待解决。由于硅的析锂风险小，且相较于碳所能接受的0.1V电压，硅可忍受0.4V，采用硅

负极成为解决负极短板的方法之一。

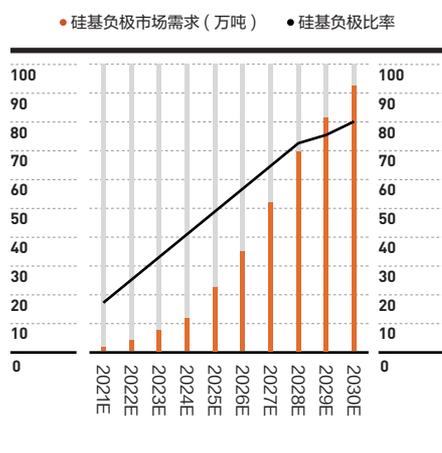
在动力电池与快充等因素的加持下，高工锂电数据显示，我国硅基负极出货量由2015年的0.03万吨增长至2020年的0.6万吨，年复合增速达到了82%，已达到稳定批量生产状态。信达证券则表示，在具体应用方面，硅基负极搭配高镍三元使用效果更加突出，预计硅基负极掺杂比例将逐年提升，2025年全

中国历年硅基负极出货量(万吨)



资料来源：GGII、信达证券研发中心、第一财经

全球硅基负极需求预测(万吨)



资料来源：信达证券研发中心、第一财经

球硅基负极需求量将达 23.1 万吨。

2.1.2 量产企业较为有限

当前，布局硅基负极的企业大体可分为三类：一是自身从事负极研发生产的企业，如贝特瑞、杉杉股份、璞泰来等；二是科研院所的创始团队，如天目先导等；三是跨界布局的电池企业或，如国轩高科等。

虽然参与企业众多，但是可实现量产的企业有限，因此目前市场集中度较高。

行业代表企业贝特瑞硅碳负极材料的技术已更新至第三代产品，比容量从第一代的 650mAh/g 提升至第三代的 1500mAh/g，更高容量的第四代硅碳负极材料产品也正在开发中。同时，硅氧负极材料部分产品的比容量达到 1,600mAh/g 以上。

公司在 2022 年 2 月发布公告称，拟在深圳市光明区内投资建设年产 4 万吨硅基负极材料项目，项目预计总投资 50 亿元。

杉杉股份则在硅氧负极布局上较为领先，公司第三代硅氧产品（克容量 1350mAh/g）首次效率已达到 90%，2021 年硅氧负极出货量实现百吨级。

2022 年 6 月，公司发布公告称，拟 50 亿元投建年产 4 万吨锂离子电池硅基负极材料一体化基地项目。其中，一期规划年产能 1 万吨，预计 2022 年底开工；二期项目规划年产能 3 万吨，预计 2024 年底开工。客户方面，杉杉股份的高容量硅基负极在 2017 年就实现了量产并供货，并于 2018 年为宁德时代供货测试。

2.2 硬碳负极

硬碳负极是当下钠离子电池首选的负极材料。

目前可以作电池负极材料的碳基材料主要包括石墨类碳材料和无定形硬碳和软碳材料。由于钠离子的半径为 0.102nm，远大于锂离子的 0.069nm，钠离子在石墨层间的脱嵌过程更容易破坏石墨的结构，因此石墨较不适合作为钠电负极的材料。

而层间距较大的无定形碳材料因具有较高的储钠容量、较低的储钠电位和优异的循环稳定性，或成为最具应用前景的钠离子电池负极材料。

2.2.1 硬碳材料的三大技术路线

硬碳材料的制备通常是通过热解各种含碳前驱体得到的，前驱体不同会导致硬碳材料电化学性能的差

别，天风证券认为，前驱体材料的选择是硬碳生产过程中门槛较高的环节。根据前驱体来源不同主要可以分为三类硬碳：树脂基（酚醛树脂、环氧树脂、聚糠醇等）硬碳、沥青基（煤焦油沥青、石油沥青、天然沥青等）硬碳、生物质基（纤维素、木质素、淀粉等）硬碳。

最常见的树脂基硬碳是酚醛树脂基硬碳，该材料具备最佳的电化学性能，但成本也是最高的，自 2021 年以来酚醛树脂价格稳定在 12000 元/吨左右；沥青基硬碳制备价格低廉、原料易获取，但其制备工艺要求高，在材料制备过程中批次之间容易出现偏差，还存在环境污染；生物质基硬碳原料来源广泛、价格低廉、绿色环保，但含有较多杂质和灰分，收率低且首周库伦效率较低，需要先进行酸碱浸泡预处理除杂。

第一财经获悉，生物质材料硬碳的生产过程目前已经比较成熟，产品的首效比石墨要低一点，但已经到了能够产业化的阶段，再加上硬碳的循环性能、低温性能、倍率性能都不错，完全满足现在的应用要求。

不同硬碳制备工艺对比

原材料种类	生物质椰壳	树脂基	沥青基
前驱体价格（元/吨）	4000-5000	12000-14000	2000-2500
转化率（%）	10-30	35-40	50-60
克容量发挥（mAh/g）	250-400	280-450	230-320
首次库伦效率（%）	80-85	80-88	82-90
优点	制备工艺成熟、杂质较少、产品综合性价比	产品一致性好、纯度高、工艺可塑性强	原料来源广泛、价格低
缺点	国内原料供应不足，进口依赖度高	成本高	存在环保问题、工艺不成熟、产品性能差

资料来源：智谱投研、第一财经

业内人士表示，未来3~4年应该还是不同技术路线共存，如果后续形成非常稳固、大量的需求，沥青基成为最终方案的可能性非常大。

2.2.2 硬碳材料降本空间大

第一财经调研了解到，目前硬碳成本仍是大问题，但是暂时还没有更优的技术出现。

从成本占比来看，中科海钠测算钠电池的负极材料占钠电池总成本的16%左右，高于锂电池的5%~8%。这是因为硬碳原材料的收得率较低，例如从生物质到硬碳的收得率大约只有30%，而石墨负极的收得率大约为80%。兴业证券认为，钠电负极原材料的选择是目前研发的瓶颈所在，选择适合大规模量产的前驱体材料是当前钠电发展亟待解决的问题。

上述业内人士认为，硬碳降本可从三方面入手：一是技术路线选择，随着需求量增加，未来考虑用相对低成本的原材来做硬碳负极，生物质基椰壳可能进一步提升性能然后定义成高端产品，沥青基做中低端，不同技术路线形成产品层次划分；二是规模化效应形成，目前加工成本还是比较高的，日本可乐丽售价超20万元/吨，国内售价也要达到8~9万元/吨，按照目前的小规模生产，生产成本需要占到5~6万元/吨，现在的产线只有百吨级，后续如果有数千或者上万吨的产线，生产成本有望下降；三是良品率，现在只是具备了初步量产的能力，良品率约80%，比石墨负极还是要低一些，还有待提高。

相关企业中，日本的可乐丽、吴羽化学属于较早布局的企业；国内贝特瑞(835185.BJ)、杉杉股份(600884.SH)已拥有百吨级的产能，正向千吨和万吨级出发，选择的技术路线主要是以生物基作为基础，同时为了适应未来大规模需求在开发沥青基、树脂基等新路线。

PART 2

03

电解液用锂盐

作为电解液的核心材料，溶质锂盐在很大程度上决定着电池的功率密度、能量密度、循环及安全性能等。

目前成本相对较低的六氟磷酸锂仍为电解液溶质锂盐主流选择。但是，在动力锂电池高电压和高镍化的趋势下，各大电池企业似乎已达共识，即通过添加新型锂盐优化电解液配方，为电池综合性能表现赋能。因此，以双氟磺酰亚胺锂、二氟磷酸锂等为代表的下一代新型有机锂盐备受市场关注。

3.1 双氟磺酰亚胺锂盐(LiFSI)

LiPF₆(六氟磷酸锂)化学性质并不稳定，但由于成本较低，常年占据市场主流。而拥有高离子电导率、高电化学稳定性和热稳定性的LiFSI(双氟磺酰亚胺锂)却因为收率

低、价格较高等原因仍未得到大规模应用。但长期来看，LiFSI或逐步得到下游认可，有望从新型添加剂进化为主流锂盐。

3.1.1 成本有望降至与六氟相当

溶质锂盐作为电解液的核心组分，在电解液中的质量占比仅约13%，但在制造成本方面占比高达60%以上。因此，LiFSI虽然性能更加优越，但高昂的生产成本在一定程度上阻碍了其市场的扩展。

造成LiFSI成本较高的原因主要有两方面，首先是技术壁垒高，制备工艺复杂、收率低、不易量产，康鹏科技招股书显示，LiFSI制造费用在总成本中的占比高达5~6成，人工占1成，而六氟磷酸锂人工制造合计成本仅占总成的约2成；其次是污染较大，天赐材料的调研显示，生产双氟的污染物每吨处理费高达1万元，若不能实现资源循环利用，将会抬高生产成本。

随着技术的不断成熟，叠加产品规模化带来的边际效应，LiFSI的经

LiFSI 市场价格 (万元 / 吨)



资料来源：鑫椴资讯、第一财经

济性开始显现。

“目前 LiFSI 工艺处于快速发展阶段，更新较快，氯磺酸法 LiFSI 的制造成本已可控制在 12 万元 / 吨左右，LiFSI 制造工艺中，部分核心原料使用效率偏低，后续仍有较大提升空间，随着工艺进步和产业规模化效应的推动，未来氯磺酸法每吨 LiFSI 成本预计可以降至 10 万左右，基本接近头部企业六氟的生产成本。”此前有基金经理在接受第一财经采访时表示。

LiFSI 的价格也证明了成本确实在逐步优化。2017-2021 年，LiFSI 的单吨价格分别为 70 万、55 万、49 万、45 万、40 万元，而六氟磷酸锂的价格在 2021 年最高涨至 56.5 万元吨，一度超过了 LiFSI。

随着价格的下降，多家研究机构认为，LiFSI 有望从目前的添加剂角色升级为单独使用。高工锂电数据显示，头部电池企业的 LiFSI 添加比例约为 0.5%-3%，部分企业添加 LiFSI 的主流配方已经提升至 3%-6%。高工锂电预测，将 LiFSI 作为通用锂盐添加剂的情况下，2025 年需求量将达到 13 万吨，市场规模约

105 亿元；如果作为溶质来替代现有的锂盐，2025 年需求量将达到 21 万吨，市场规模高达 170 亿元。

3.1.2 全球产能看中国

目前国内企业纷纷加码布局 LiFSI，根据已披露的企业规划统计，LiFSI 产能有望在 2023-2024 年迅速增长，加速 LiFSI 在锂盐领域的渗透。”上述基金经理称。据中信证券统计，未来 5 年全球 LiFSI 规划新增产能中 98% 来自中国企业。

从具体企业来看，天赐材料 (002709.SZ) 的 LiFSI 产能 2020 年已占全球总产能的 32%，2025 年预计可达 43%。

多氟多 (002407.SZ) 2020 年的 LiFSI 产能位居全球第三，截至 2022 年 4 月，公司已具备 1600 吨 LiFSI 产能。

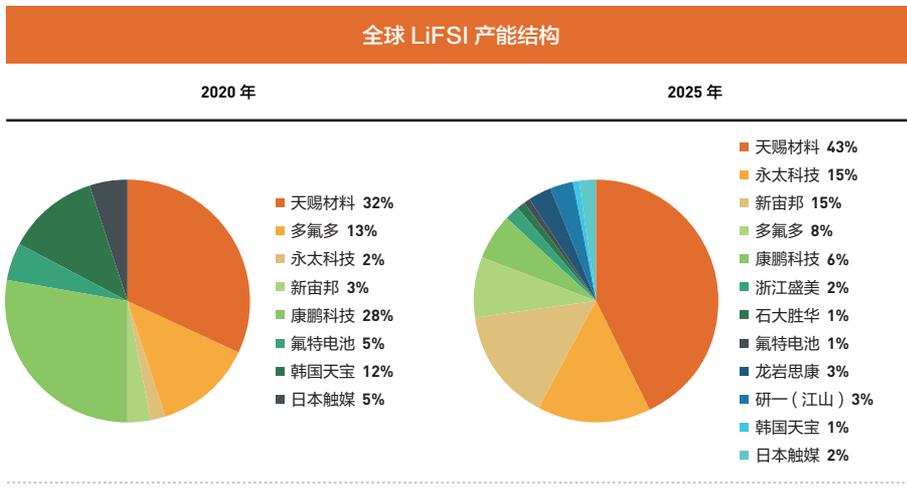
相较于其他企业，天赐材料和多氟多成本优势突出。据中信证券测算，若 LiFSI 市场价格为 45 万元 / 吨，

则 LiFSI 的毛利率普遍在 40% 以上，天赐材料和多氟多目前披露的工艺路线多个环节转化效率超 95%，毛利率可超 70%。

永太科技 (002326.SZ) 的 LiFSI 产能 2020 年仅占全球 3%，中信证券预测其 2025 年将跃增至 15%，与新宙邦 (300037.SZ) 并列第二。

从目前下游市场情况看，永太科技表示，下游接受度比较高。当前市场对电池能量密度、热稳定性、安全性的要求越来越高，LiFSI 相对于六氟磷酸锂具有明显的性能优势，需求也越来越明显。短期来看，LiFSI 与六氟磷酸锂是并存的局面，但 LiFSI 作为六氟磷酸锂的升级替代产品，未来在极端情况下也可能出现全部使用 LiFSI 的情况，这也需要整个行业的产能逐步放量形成坚实的保障。

3.2 小众锂盐：二氟磷酸锂 (LiDFP)



资料来源：相关公司公告、中信证券研究部、第一财经

二氟磷酸锂最初是被用于提高石墨 NMC 电池倍率性能的添加剂，可以提高电池的低温性能。这是因为单独添加二氟磷酸锂或与其他添加剂时界面阻抗降低。业界相关研究报告还显示，使用二氟磷酸锂作为电解液添加剂可以使得富镍正极在 4.8V 超高截止电压下稳定循环 200 次。

2021 年 9 月，特斯拉申请了“用于储能设备的二氟磷酸盐添加剂化合物及其方法”的专利。特斯拉的目标旨在改变电池单元性能，同时降低其生产成本。

据公开资料显示，当前布局二氟磷酸锂的企业并不多。

高工锂电显示，宏氟锂业是国内最早实现二氟磷酸锂产业化的企业之一，也是国内仅有的几家在二氟磷酸锂领域具备百吨以上产能规模的企业。2019 年 2 月，公司首条 300 吨二氟磷酸锂生产线正式量产。

上市公司方面，天赐材料到 2022 年 6 月二氟磷酸锂产能规划为 0.72 万吨；2021 年 7 月，石大胜华公告新增一万吨二氟磷酸锂产能；

另有新宙邦、天际股份等在二氟磷酸锂领域也有所布局。

PART 2
04

导电剂

导电剂是锂电池材料的重要组成部分，可以增加活性物质之间的导电接触、提升电子在电极中的传输速率，从而增强锂电池的倍率性能、改善循环寿命。

常用导电剂包括炭黑类、导电石墨类、VGCF(气相生长碳纤维)、碳纳米管以及石墨烯等。其中，碳纳米管和石墨烯为新型导电剂材料，石墨烯由于高倍率性能不理想，尚未得到广泛应用，而碳纳米管材料凭借突出的性能优势，市场关注度不断提升。

4.1 碳纳米管材料

作为提升锂电池性能的关键辅材，新型碳纳米管材料正悄然搅动导电剂市场格局。

天奈科技(688116.SH)、道氏技术(300409.SZ)、黑猫股份(002068.SZ)等纷纷公告加码相关产能，宁德时代(300750.SZ)、比亚迪(002594.SZ)也已将触角伸到这一新兴领域。

高工锂电表示，未来几年新型导电剂特别是碳纳米管导电剂将逐步代替传统导电剂，中国碳纳米管导电浆料出货量预计将从 2022 年的 12 万吨增至 2025 年的 32 万吨，成为锂电池导电剂领域成长性最高的种类。

4.1.1 性能优势突出，经济性逐渐显现

碳纳米管(CNT)又称巴基管，是一种力学、电学、热学等性能突出纤维状导电剂，主要应用在动力电池领域。“相比其他导电材料，碳纳米管的最大优势在于添加量少、对材料的冲击强度影响小、不会脱碳、综合性价比高等。”泰信现代服务业混合基金经理黄潜轶表示。

除性能优势贴合下游需求，碳纳米管的经济性开始逐步显现。

由于原料及能源价格不断上涨，2021 年底炭黑报价涨至约 10 万元/吨；碳纳米管则伴随规模化的到来快速降本，根据天奈科技公告，2021 年前三季度碳纳米管粉体均价已降至 22.2 万元/吨，同比下降 38.6%。国信证券中性预测，

特斯拉二氟磷酸锂相关专利

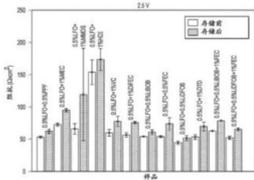
- 71 申请人 特斯拉汽车加拿大无限责任感
地 址 加拿大安大略省
- 72 发明人 马琳 马晓伟 S·L·格莱齐尔 李晶 J·R·德恩

权利要求书 2 页 说明书 33 页 附图 107 页

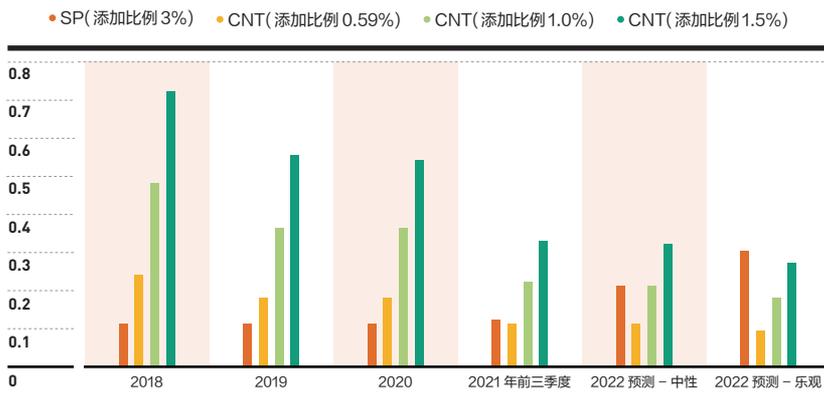
54 发明名称
基于二氟磷酸锂的新型电池系统

57 摘要

一种用于锂离子电池的非水电解质：包含锂盐、第一非水溶剂、以及包含二氟磷酸锂的第一有效添加剂和氟代碳酸乙烯酯或碳酸亚乙烯酯的第二有效添加剂的添加剂混合物。一种锂离子电池包括负极、正极以及非水电解质，该正极包含具有微米级晶粒的 NMC，改非水电解质具有溶解在第一非水溶剂中的锂离子、和具有氟代碳酸乙烯酯或碳酸亚乙烯酯的第一有效添加剂以及 1,3,2- 二氧杂硫环戊烷 -2, 2- 二氧化物、另一含硫添加剂或二氟磷酸锂的第二有效添加剂的添加剂混合物。



单吨正极材料添加不同类型导电剂对应成本(万元)变动趋势



资料来源：天奈科技公告、鑫椏资讯、国信证券经济研究所、第一财经

2022年单吨正极材料添加3%炭黑SP的成本为0.21万元，添加0.5%/1.0%/1.5%碳纳米管成本为0.11万/0.21万/0.32万元，两者基本相当。

4.1.2

三元、铁锂应用市场预计超200亿元

事实上，由于导电剂仅占电池成本约1%，成本敏感度低，下游电池厂商接受度较高。

当前，碳纳米管在动力电池领域开始加速渗透，主要应用领域包括磷酸铁锂、高镍三元以及硅基负极。

其中，磷酸铁锂电池添加的碳纳米管导电剂比例更高。据悉，石墨烯复合导电浆料与碳纳米管粉体等以7:3的配比混合搅拌，适配磷酸铁锂电池性能更好。

伴随磷酸铁锂电池装机占比提升，碳纳米管出货量有望快速增长。高工锂电数据显示，2021年全球磷酸铁锂电池碳纳米管浆料需求量为5万吨，市场规模达到18亿元，预

计到2025年需求量将达到39万吨，市场规模达到150亿元。

与此同时，在4680等高能量密度电池带动下，高镍正极有望持续放量。高能量密度电池所使用的导电剂主要为碳纳米管导电浆料，以此来弥补高镍正极导电性差的问题。高工锂电数据显示，2021年全球三元电池碳纳米管浆料需求量为3.2万吨，市场规模达到13亿元，预计到2025年需求量将达到16.6万吨，市场规模达到63亿元。

硅基负极中碳纳米管尚未开始大规模应用。碳纳米管分为单壁管和多壁管，硅基负极所使用的碳纳米管为单壁管，全球目前仅俄罗斯的OCSiAl可以量产90吨/年的单壁碳纳米管，价格较高。

道氏技术当前批量试产产品的G/D比等技术指标已处于国际领先水平，“目前公司的1-4代导电剂产品主要应用于磷酸铁锂和三元电池领域，我们正在组织第5代单壁管于2022第三季度实现量产。单壁管未来的使用方向主要是导电剂和硅碳负极中的应用。”道氏技术称。

4.1.3

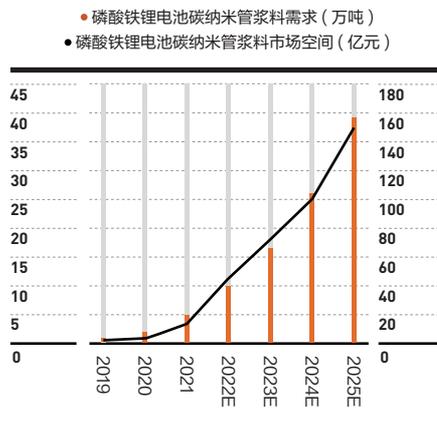
头部厂商加码产能

随着碳纳米管市场的逐步放量，多家公司相继开展业务布局。

其中，行业龙头天奈科技分别于2022年5月、6月公告了三次碳纳米管项目投资。

高工产研锂电数据显示，最近两

全球磷酸铁锂电池碳纳米管浆料需求及市场空间(万吨、亿元)



资料来源：高工锂电、天奈科技公告、国信证券经济研究所、第一财经

年天奈科技碳纳米管导电浆料产品销售额稳居行业首位，2021年市场份额占比43.4%。公司目前共有三代产品实现批量供货，第四代、第五代正处于中试阶段。东吴证券预计上述项目将于2024年起贡献产量，从而进一步加强公司在碳纳米管的领先优势。

另一行业领先者道氏技术则获得了比亚迪的“加持”。

道氏技术表示，比亚迪一直是公司核心客户，未来公司将和比亚迪在战略层面进行全方位的合作。除比亚迪外，公司产品也已小批量供货宁德时代等三元客户。

产能方面，目前公司规划青岛、江门、龙南、兰州四大生产基地，预计2022年底浆料产能达4万吨。

炭黑龙头黑猫股份也于2022年4月发布公告称布局碳纳米管领域。

此外，为完善产业链布局，锂电池巨头宁德时代也不甘示弱，于2021年12月快速步入碳纳米管行业。

4.1.4 碳纳米管和炭黑将呈并存格局

2021年国内碳纳米管导电剂渗透率约21%。“随着对电池高能量密度的追求提升，碳纳米管导电剂的性能优势不断凸显，市场接受度有望持续提升，碳纳米管渗透率2025年有望提升至61%。”黄潜轶称。

高工锂电则预计，2025年中国新型导电剂市场占比将达57%，其中碳纳米管导电剂占比将达55%。这意味着碳纳米管和炭黑等未来会是并存的格局。

华创证券认为，不同的导电剂在成本、导电性能、吸液性能等方面

各具优势，综合考量下，未来导电剂体系逐步从单一化走向多元复合化将是大势所趋。

PART 3

结语

动力电池的革新之路从未停止。中国科学院院士、清华大学教授欧阳明高曾公开表示，中国动力电池创新，要从电池结构创新逐步发展到材料体系创新。这是一个更加复杂、更需要时间积累的领域，也是全球动力电池创新的制高点。

“现在动力电池还处于创新非常活跃、百花齐放的时候。”欧阳明高表示，相信再过10年局面应该会比较清晰。

其间无论技术和材料如何变革，创新势必始终是我国动力电池产业竞争力提升的最有效手段，也将决定谁将成为我国乃至全球动力电池产业的终极王者。

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展
CTP	电池包	宁德时代 (300750.SZ)	"2023年3月21日,宁德时代宣布麒麟电池已量产,首批合作厂商包括吉利、华为。麒麟电池磷酸铁锂系统能量密度160wh/kg,三元高镍可达250wh/kg,较4680电池能多装13%的电量。"
		比亚迪 (002594.SZ)	"刀片电池直接采用了无模组的设计,大幅度减少内部的线缆和结构,电池体积利用率相较于传统电池包提升了50%以上、零部件数量减少40%、生产效率提升50%,最终成本下降30%。"
		蜂巢能源	CTP第一代减少24%的零部件;第二代成组效率提升5-10%,空间利用率提升5%,零部件数量再减少22%。
		中创新航 (3931.HK)	"One-Stop Battery 无传统壳盖,通过多功能复合封装、一体桥接电连接、高剪切外色绿等技术,使结构重量降低了40%、零部件数量减少了25%、空间利用率提高5%。"
		远景动力	软包CTP同等空间内电池容量将增加一倍,续航延长至1000km。
		捷威动力	基于软包大模组概念推出的积木电池技术已成熟。
	电池设备	先惠技术 (688155.SH)	公司是国内较早进入新能源智能制造装备领域的龙头企业,为宁德时代、孚能科技、亿纬锂能等电池生产企业提供动力电池模组/电池包(PACK)生产线。
	电池托盘	和胜股份 (002824.SZ)	公司是宁德时代电池托盘第一大供应商,2021年新能源汽车业务50%以上的份额来自宁德时代,客户还包括蔚来、小鹏、理想、北汽等。广发证券预计2023年公司电池托盘销量达100万支。
	电池箱体	祥鑫科技 (002965.SZ)	公司此前在互动平台表示,已向宁德时代、国轩高科等知名厂商供应新能源汽车动力电池箱体上盖、托盘等金属结构。当前公司的电池箱体产品结构主要为CTP结构,应用了FDS、FSW等连接技术,属于行业内的主流技术。公司已经储备了丰富的电池箱体连接技术,能够根据客户需求提供各种电池箱体解决方案。同时,公司与客户在CTC技术和CTB技术上建立了共同开发的合作意向。
	CTC	电池-整车	特斯拉
宁德时代 (300750.SZ)			将电芯与车身、底盘、电驱动等集成一体,使行驶里程突破1000公里、百公里电耗降至12度以下。
沃尔沃			第三代电池系统集成技术中采用CTC技术,进一步减少模组层级不必要的结构。
福特			处于设计构想阶段。
车身结构件		文灿股份 (603348.SH)	公司2020年就开始为特斯拉开发、生产车身结构件产品。
电池托盘		和胜股份 (002824.SZ)	公司是国内动力电池托盘一体化的龙头企业。2022年3月,公司公告称收到某全球领先的锂离子电池研发制造项目企业的4款新能源汽车动力电池箱体项目的《供应商定点意向书》,预估项目周期4-8年,项目交易额36亿元-40亿元。2023年2月,公司在互动平台表示,目前正在开发新一代电池托盘产品。
电池结构件	科达利 (002850.SZ)	公司与特斯拉建立了长期稳定的战略合作关系,具有生产4680电池结构件的技术和能力,有望受益于特斯拉销量快速增长及4680电池装车量产,公司精密结构件业务将迎来新的增长点。	
CTB	电池-整车	比亚迪 (002594.SZ)	CTB以刀片电池为基础首次发布,将率先搭载于海豹车型。该方案可将电池包空间利用率提升至66%、能量密度提升10%,中金公司预计电池包能量密度或接近160kg/Wh,进而实现700km的续航里程。
	电池箱体	祥鑫科技 (002965.SZ)	公司董秘称,主要向比亚迪供应新能源汽车车身结构件,包括车身高强钢结构件、座椅骨架部件、流水槽等,并已建立持续开发的合作意向。
MTC	电池-整车	零跑	可以使电池布置空间增加14.5%、零部件数量减少20%、结构件成本减低15%,整车刚度提高25%,综合工况续航增加10%。
		LG	由于自身结构特性,软包电芯无法独立固定,因此采用MTC模式。

创新领域：系统结构创新
动力电池技术创新

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展	
刀片电池	正极材料	湖南裕能 (301358.SZ)	2023年3月,公司在互动平台表示,公司生产的正极材料磷酸铁锂有供货给比亚迪用于刀片电池生产,目前公司是比亚迪磷酸铁锂最主要的供应商。	
		万润新能 (688275.SH)	东吴证券预计2022-2023年公司供给宁德及比亚迪铁锂正极出货量合计为10万吨、23万吨。	
		龙蟠科技 (603906.SH)	公司在互动平台表示,比亚迪是常州锂源的现有客户之一。常州锂源是龙蟠科技的控股子公司。	
	负极	贝特瑞 (835185.BJ)	中国宝安在互动平台表示,比亚迪为子公司贝特瑞的客户。	
		中科电气 (300035.SZ)	2022年9月,中科电气宣布与比亚迪旗下电池公司重庆弗迪成立合资公司,共同建设10万吨负极产能	
	隔膜	星源材质 (300568.SZ)	基于软包大模组概念推出的积木电池技术已成熟。	
		恩捷股份 (002812.SZ)	公司是国内较早进入新能源智能制造装备领域的龙头企业,为宁德时代、孚能科技、亿纬锂能等电池生产企业提供动力电池模组/电池包(PACK)生产线。	
		中兴新材	2022年前三季度,中兴新材对比亚迪销售金额分别为1.75亿元,销售金额占主营业务收入的比重分别为43.82%,比亚迪为公司的第一大客户。	
	电解液	多氟多 (002407.SZ)	公司在互动平台表示,比亚迪是公司的重要客户。	
		天际股份 (002759.SZ)	公司在互动平台表示,比亚迪、江苏国泰和新宙邦等产商均为公司长期合作伙伴。	
	铜箔	嘉元科技 (688388.SZ)	嘉元科技是国内高性能锂电铜箔行业领先企业之一,宁德时代、比亚迪等电池知名厂商的核心供应商。	
		中一科技 (301150.SZ)	公司在互动平台表示,公司的锂箔产品可用于锂离子电池,客户有宁德时代、比亚迪、国轩、瑞浦等。	
	锂电设备	德新科技 (603032.SH)	2022年9月,公司发布公告称,全资子公司致宏精密与深圳市比亚迪供应链管理有限公司(就切刀的生产与购销事宜签订刀片电池长切刀《购销协议》,合同总金额为3.22亿元(不含税价格)。	
		赢合科技 (300457.SZ)	公司董秘表示,比亚迪是公司重要的长期合作客户,近年来一直都有订单合作。	
	铝塑膜	紫江企业 (600210.SH)	控股子公司紫江新材通过增资扩股分别引入比亚迪、宁德新能源等作为公司战略投资者。招股说明书显示,2022年上半年,来自比亚迪的收入占营业收入的比例为59.9%。	
4680大圆柱电池	电池	亿纬锂能 (300014.SZ)	2022年6月,公司公布了多项重大电池项目投资,其中,“乘用车锂离子动力电池项目”总投资金额43.75亿元,项目达产后,将形成年产20GWh大圆柱46系列动力储能锂离子电池产能。	
		宁德时代 (300750.SZ)	已收到客户宝马公司《定点通知书》,将为宝马新款电动车型提供圆柱形电池供应。	
		江淮汽车 (600418.SH)	与CBAK能源科技签署了一项为期三年的联合产品开发战略协议,双方将联合开发4680锂电池及电池组。	
		蜂巢能源	"2021年初切入大圆柱领域,公司曾在上海车展创新日展示4680电芯研发成果,采用与特斯拉相同的无极耳结构。"	
		比克电池	国内首发4680全极耳大圆柱电池的电池企业,此前预计4680电芯样品在2021年内批量下线。	
短刀电池	蜂巢能源	2022年12月,蜂巢能源第三届电池日发布了最新的电池解决方案——龙鳞甲电池,已确定搭载SUV和轿跑两款重磅车型,将在2023年下半年量产上市。		
弹匣电池	电池	埃安	3月30日,埃安发布了弹匣电池2.0电池安全技术,首次解决了多电芯瞬时短路、爆裂性破坏等极端环境下的电池安全难题。	
		复合铝箔	英联股份 (002846.SZ)	公司在互动平台表示,2023年2月与江苏高邮经开区签署《投资协议》,于高邮投资30.89亿元建设100条复合铜箔、10条铝箔生产线,项目建设期约3年,其中2023年计划建设10条复合铜箔和1条铝箔生产线。
			诺德股份 (600110.SH)	公司复合铝箔产品目前在少量给客户送样进行交流,并已规划安排中试线进行量产可行性分析和成本核算。

动力电池技术创新
创新领域：电芯结构创新

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展
钠离子电池	电池	宁德时代 (300750.SZ)	推出第一代钠离子电池，采用自主设计的普鲁士白正极、硬碳负极材料。
		猛狮科技	已交付小批 18650 圆柱钠离子电芯。
		三峡能源 (600905.SH)	正在与中科海钠合作建设全球首条钠离子 1GWh 级规模化量产线。
		鹏辉能源 (300438.SZ)	选择重点攻坚聚阴离子方向，公司研发的无负极磷酸钠体系能力密度超 160wh/kg，并推出循环寿命在 6000 次以上的量产产品。
		亿纬锂能 (300014.SZ)	公司有钠离子电池相关技术储备。
	补钠技术	欣旺达 (300207.SZ)	拥有钠离子电池补钠技术及钠离子电池相关发明专利。
	隔膜	振华新材 (688707.SH)	正极具备层状氧化物正极材料吨级生产能力，电压 3.8~3.9V，比容 145~150mAh/g，循环次数 5000~6000。
		格林美 (002340.SZ)	公司目前已经具备万吨级钠离子电池前驱体材料以及钠离子电池正极材料产能，并将有进一步钠离子电池材料产业规划。
		当升科技 (300073.SZ)	公司已推出了新一代钠电正极材料，随着钠离子电池的应用场景成熟会形成商业化应用。
		容百科技 (688005.SH)	具备钠电正极材料的吨级生产能力，正在配合下游客户规划开发钠离子电池。
	隔膜	山东章鼓 (002598.SZ)	持有安德新材料股份，该公司拥有钠离子固态隔膜生产技术。
	电解液	天赐材料 (002709.SZ)	已具备钠离子电池电解液量产技术。
	设备	博众精工 (688097.SH)	拥有钠离子电池顶桥焊接机构专利。
半固态电池	电池	国轩高科 (002074.SZ)	工程研究院总院副院长徐兴无在公司第 11 届科技大会上透露，公司研发的单体能量密度高达 360Wh/kg、系统能量密度达到 260Wh/kg 的半固态电池将在 2022 年实现装车。同时，公司研发的 400Wh/kg 三元半固态电池目前在实验室已有原型样品。
		比克电池	三年内推出能量密度超 330Wh/kg 的准固态产品。
		卫蓝新能源	正在与蔚来合作，计划基于蔚来 ET7 推出单次充电续航 1000km 的混合固液电解质电池，且该电池最早预计于 2022 年底或 2023 年上半年开始量产。
		孚能科技 (688567.SH)	公司第一代半固态电池（能量密度 330Wh/Kg）送样给整车厂客户获得了良好反馈，已经具备量产条件，将根据客户需求决定量产时间。
凝聚态电池	电池	宁德时代 (300750.SZ)	据宁德时代介绍，他们的新型电池能量密度超过 500Wh/kg，明显高于目前常规锂离子电池的能量密度。同时，该电池可在数分钟内完成充电。
	材料	道氏技术 (300409.SZ)	公司在互动平台表示，公司的碳材料产品石墨烯导电剂和碳纳米管导电剂可以应用于凝聚态电池。
800V 高压快充	电池	孚能科技 (688567.SH)	作为国内首个拥有可量产的 800V 高压平台的企业，其 800V 快充系统有望于年内某品牌装车，于 2023 年初交付用户。
		欣旺达 (300207.SZ)	公司开发的 800V 平台快充电池可同时支持三元和磷酸铁锂路线。其副总裁张耀 2022 年 3 月在中国电动汽车百人会论坛上表示，欣旺达 2022 年底量产的 BEV 超级快充电池续航里程可达到 700 公里，充电 10 分钟续航可达到 400 公里，不限快充次数，做到不起火无热蔓延。
	汽车	保时捷	2019 年保时捷推出了第一台 800V 快充量产车型 Taycan，最大充电功率可达 350KW，5%-80%SOC 充电时间约 23 分钟。
		极狐	目前极狐 HI 版具备技术领先的 800V 高压充电系统，拥有全行业最丰富的充电解决方案，支持多场景充电和用电需求，超级快充技术充电 10 分钟，可行驶近 200km。
		比亚迪 (002594.SZ)	公司 e 平台 3.0 支持充电 5 分钟，续航 150km。
		东风岚图	公司拥有 800V 高压超级快充技术，整车高性能电池搭载 4C 电芯，在 360kW 超级充电桩的支持下，充电速率可提升 125%，实现充电 10 分钟，续航 400 公里。

创新领域：全新技术路线

动力电池技术创新

创新领域：配套技术创新

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展	
800V 高压快充	汽车	吉利极氪	公司具备 400V 和 800V 两种电压架构, 10%~80%SOC 充电时间为 30 分钟, 充电 5 分钟可行驶约 120 公里。	
		小鹏	小鹏汽车是中国首个量产 800V 的高压 SiC 平台, 最高支持 600A 电流输出, 电驱动效率超过 95%, 实现了“充电 5 分钟, 续航 200 公里”。	
	充电桩	特锐德 (300001.SZ)	公司在市场上的布局也是以快充为主, 特来电的群管群控系统, 每个变压器为 800~1000kVA。同时, 广汽埃安的超级快充系特来电研发生产。并推出循环寿命在 6000 次以上的量产产品。	
		星星充电	公司 2018 年之后建设的所有公共充电站都支持到了 1000V, 电压范围在 200V~1000V, 恒功率段是 300V~1000V, 对于 800V 车型的兼容完全可以做到。	
	材料	贝特瑞 (835185.BJ)	自主研发的氧化亚硅表面改性技术、大容量硅碳产品开发技术已实现量产, 可改善电池的放电倍率和循环行为。	
		璞泰来 (603659.SH)	在溧阳自建碳化产能以满足高端产品对快充的需求。同时, 硅负极量产带动 PAA 粘结剂需求, 璞泰来则参股了 PAA 龙头茵地乐。	
		天奈科技 (688116.SH)	公司计划与上海锦源晟 (璞泰来子公司)、国城矿业共同成立正极公司和先驱体公司。合资公司将重点研发生产高导电性的正极材料, 实现差异化产品, 更好满足电动车快充的需求。	
	零部件	比亚迪半导体	作为国内首批自主研发并量产应用 SiC 器件的公司, 在 2022 年 6 月推出 1200V1040ASiC 功率模块。	
		均胜电子 (600699.SH)	是全球最早实现高压平台产品量产的供应商之一, 覆盖 400V/800V 多合一高压快充平台产品和 800V 高压电池管理系统 (BMS) 已实现量产, 2022 年新获 800V 高压平台项目订单超 90 亿元, 预计 2023 年开始量产, 率先打开未来高压快充市场的增量通道。	
	全极耳	设备	联赢激光 (688518.SH)	公司 4680 电池激光焊站样机已完成设计生产进入工艺实验阶段, 并根据实际数据进行整线设计。
			逸飞激光	公司拥有丰富的圆柱电池量产的工程经验和装备技术积累, 推出了适应不同电池尺寸、不同结构和工艺的大圆柱全极耳智能制造解决方案, 产线生产效率最高达 450PPM (日产 450, 000 只电池)。2018 年至 2020 年, 公司圆柱全极耳锂电池激光焊接设备及其全自动组装机产品国内市场占有率均排名第一。
			海目星 (688559.SH)	公司高速激光制片机在行业内率先量产, 已进入特斯拉供应链。
亿纬锂能 (300014.SZ)			CN113113735A 专利提出设置揉平轮、偏转机构和旋转机构来形成揉平装置。	
易泽赛尔			对揉平机构重新设计, 目前已推出第四代揉平方案, 自动揉平机已在相关厂家正常运行。	
锰基正极	磷酸锰铁锂	容百科技 (688005.SH)	2022 年 7 月, 容百科技在战略新品发布会上展示了 4 种磷酸锰铁锂和高镍三元混合使用的产品。	
		德方纳米 (300769.SZ)	公司在 2021 年和 2022 年与云南省曲靖经开区管委会共签订了 100 亿元的新型磷酸盐系正极材料生产基地项目的投资协议, 布局内容为石墨烯复合磷酸铁锰锂离子电池正极材料的关键技术研发。	
		当升科技 (300073.SZ)	已开发出高性能的磷酸锰铁锂材料, 并将加快相关业务拓。	
		鹏欣资源 (600490.SH)	公司参与投资的力泰锂能目前主打产品磷酸锰铁锂材料用作制造锂电池正极。	
		百川股份 (002455.SZ)	3 万吨磷酸铁锂 / 磷酸锰铁锂项目取得备案证。	
		万润新能 (688275.SH)	磷酸锰铁锂在研发中。	
		富临精工 (300432.SZ)	子公司江西升华具有磷酸锰铁锂的技术工艺和产品研发及产能规划。	
		丰元股份 (002805.SZ)	对于磷酸锰铁锂具有充足的技术储备。	
		龙蟠科技 (603906.SH)	磷酸锰铁锂正极材料目前正在做客户应用的验证工作, 尚未对下游客户供货。	
		合纵科技 (300477.SZ)	控股子公司湖南雅城目前已完成磷酸锰铁锂前驱体产品的研发并已向下游客户送样。	

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展	
动力电池材料创新	磷酸锰铁锂	宁德时代 (300750.SZ)	宁德时代拥有力泰锂能 60% 股权，成为其第一大股东；力泰锂能主打产品就是磷酸锰铁锂材料，且拥有多项磷酸锰铁锂国家注册专有技术知识产权专利。	
		厦门钨业 (600549.SH)	小试阶段。	
	富锂锰基	当升科技 (300073.SZ)	推进富锂锰基战略新产品开发。	
		容百科技 (688005.SH)	富锂锰基正极材料工艺达到小试阶段。	
		振华新材 (688707.SH)	在研项目：富锂锰基固溶体研究。	
		中伟股份 (300919.SZ)	依托于前驱体合成机理的研究，开发方向涵盖了富锂锰基等新型正极材料的前驱体。	
		昆工科技 (831152.BJ)	已拥有富锂锰基研究所需人员、专利等基本要素。	
		天原股份 (002386.SZ)	聘请吴锋院士担任公司锂电首席科学家，与其团队在富锂锰基方面开展联合技术攻关工作。	
		多氟多 (002407.SZ)	在研项目：高比容量动力性富锂锰基材料锂离子电池产业化项目。	
		国轩高科 (002074.SZ)	全资子公司合肥国轩近年来重点完成了高电压高容量的富锂锰基材料等科研项目研究。	
	锰基正极	锰资源	青岛中程 (300208.SZ)	公司持有东帝汶锰矿约 476 公顷，目前勘探面积为 103.47 公顷，储量约 34 万吨，锰含量约为 45%-60%。
			三峡水利 (600116.SH)	拥有锰矿开采、电解锰生产加工及销售的完整产业链。
			五矿资本 (600390.SH)	拥有亚洲最大的四氧化三锰厂和国内最大的电解金属锰生产基地，市场占有率超 50%。
			中钢天源 (600367.SH)	全球最大的四氧化三锰制造商。
			红星发展 (002057.SZ)	子公司大龙锰业主要生产一次电池和锂电池用的电解二氧化锰（锰酸锂的主要原材料）、三元正极材料使用的高纯硫酸锰等产品。
	单晶三元	单晶中镍 / 高镍	振华新材 (688707.SH)	" 已批量销售多款一次颗粒大单晶 5 系、6 系和 8 系产品；公司主力出货产品为 Ni65，更低的钴含量能够降低有效成本，预计 2022 年有望迎来明显上量。"
			当升科技 (300073.SZ)	目前仍以单晶 5 系为主，单晶高镍小批量生产。
			容百科技 (688005.SH)	单晶高镍已量产，单晶 9 系进入试生产。
			长远锂科 (688779.SH)	NCM523 单晶镍含量 50%-58% 系列产品、NCM622 单晶镍含量 60%-65% 系列产品实现量产；NCM811 已实现量产，第二代单晶产品已经完成中试开发验证；9 系 NCM 单晶产品率先完成设计开发，客户进入吨级试产阶段。
厦钨新能 (688778.SH)			目前主力出货产品为单晶中镍，Ni8 系以上高镍产品出货量现阶段相对较少。	
硅基负极	硅基负极	贝特瑞 (835185.BJ)	目前公司有硅基负极产能 3000 吨 / 年，2022 年扩建产能 2000 吨 / 年，2022 年投资建设 4 万吨 / 年硅基负极项目，一期 1.5 万吨 / 年将于 2023 年底投产。	
		杉杉股份 (600884.SH)	" 目前公司有硅基负极产能 1000 吨 / 年，2022 年投资建设 4 万吨 / 年硅基负极项目，一期 1 万吨 / 年将于 2022 年底开工，建设周期 12 个月。"	
		胜华新材 (603026.SH)	2021 年投资建设 2 万吨 / 年硅基负极项目，预计 2023 年 12 月建成投产；2022 年投资建设 3 万吨 / 年硅基负极项目，预计 2024 年 4 月建成投产。	
		国轩高科 (002074.SZ)	硅基负极材料项目推进顺利，目前已具备 5000 吨硅碳负极材料的生产能力。	
		璞泰来 (603659.SH)	2021 年建设 1 万吨 / 年锂电池用硅碳负极材料。	
		璞泰来 (603659.SH)	2014 年开始布局硅氧负极，2021 已完成第二代产品研发，硅氧负极计划产能 1000 吨，预计 2022 年底量产。	

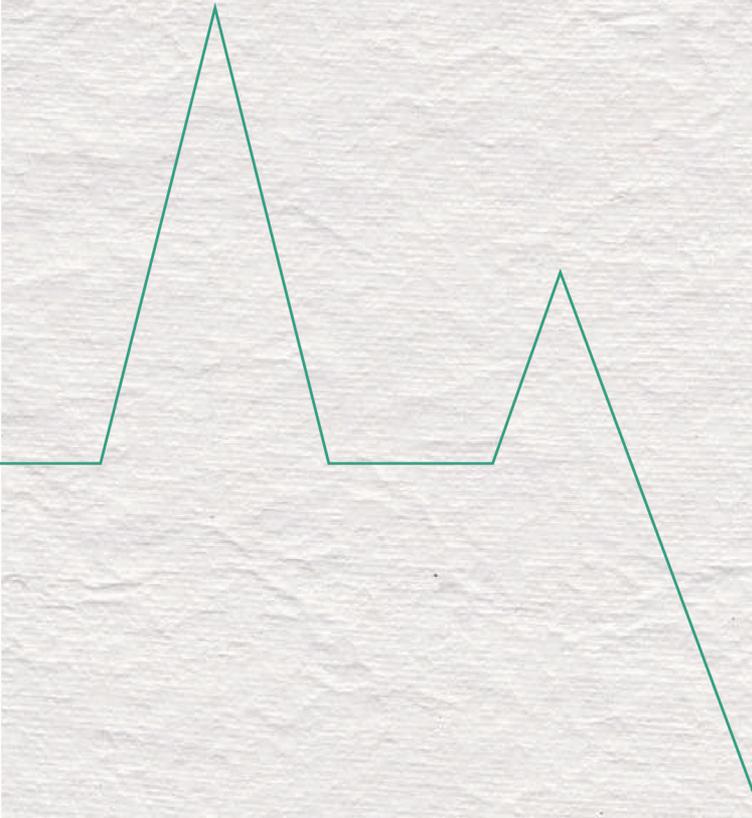
动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展
动力电池材料创新	硅基负极	中科电气 (300035.SZ)	在硅碳负极产品有研发投入, 目前已建设完成中试产线。
		杰瑞股份 (002353.SZ)	2021 年成立合资公司投建一期硅基复合负极 6000 吨, 二期硅基复合负极 12000 吨, 预计 2022 年年底建成一期项目。
		翔丰华 (300890.SZ)	硅基负极已经具备产业化基本条件。
		宁德时代 (300750.SZ)	全资持有屏南时代 100% 股权, 屏南时代一期年产 430 吨硅基负极材料已于 2019 年投产, 二期项目正在加速建设中。
	硬碳负极	日本可乐丽	已实现量产, 产品售价高于 20 万元 / 吨。
		元力股份 (300174.SZ)	主业活性炭业务, 目前推进生物质活性炭产品包括: 稻壳、果壳类活性炭, 竹基颗粒炭等路线, 主要应用于储能产品 (目前与金龙鱼共同布局马来西亚 3 万吨椰子)。
		佰思格	三代产品布局, 2000 吨 / 年自动生产线已达产。计划到 2023H1 将硬碳产能扩大至 1 万吨左右, 2025 年进一步把产能扩大至 5 万吨, 对应电池产能 20-30GWh。
		圣泉集团 (605589.SH)	布局年产 10 万吨生物质硬碳负极项目, 打造生物质精炼一体化产业集群。目前圣泉集团硬碳出货量已达百公斤级, 生物炭出货更多。预计到 2023 年 3 月, 大庆工厂满产, 公司计划在 2023H1 建设 1 万吨产量的硬碳装置。
		贝特瑞 (835185.BJ)	2009 年起开始研究和布局硬碳、无定形碳等负极材料, 目前拥有硬碳产能 400 吨。已有量产硬碳、软碳, 产线较小, 约 50 吨 / 年。2023 年扩产 10000 吨, 可以匹配 1GWh 硬碳的使用量。
		珈钠能源	目前正处于小中试阶段, 具备初期产业化、十公斤级的产品制备实力, 并已送样给电池头部企业进行全电池测试、验证。正在筹划百吨级的中试线, 预计 2023 年 4 月实现中试线产品稳定输出。
		多氟多 (002407.SZ)	2023 年公司 will 配套 1GWh / 年钠电池产线, 完成 5000 吨 / 年正极以及 2000 吨 / 年负极产线的投产
		翔丰华 (300890.SZ)	针对钠离子电池, 开发了高性能硬碳负极材料。目前正在相关客户测试中。
中科海纳	硬碳、软碳均有布局, 硬碳使用酚醛树脂作为前驱体, 乙醇作为造孔剂; 软碳使用无烟煤、沥青作为前驱体。两个千吨级的正负极材料产线, 产线基本上设备到位, 在做联调。		
电解液用锂盐	双氟磺酰亚胺锂盐 (LiFSI)	多氟多 (002407.SZ)	" 董事会于 2021 年审核通过了《关于拟投资建设 10 万吨六氟磷酸锂及 4 万吨双氟磺酰亚胺锂 (LiFSI) 和 1 万吨二氟磷酸锂项目的议案》。2022 年 4 月, 公司在互动平台表示, 目前已具备 1600 吨 LiFSI 产能。公司是业内较早从事 LiFSI 的企业, 目前该业务盈利情况比较乐观, 但由于规模较小, 对公司的利润贡献较为有限。2021 年, 公司与宁德时代签订了 5.5 年的长约, LiFSI 是协议中的产品之一, 未来宁德时代将采购公司 80% 的 LiFSI 产能。"
		新宙邦 (300037.SZ)	公司控股子公司湖南福邦投资建设年产 2,400 吨双氟磺酰亚胺锂 (LiFSI) 项目, 2022 年上半年投产部分产能, 同时厂区容量和配套设施支持公司实施进一步扩产计划。
		永太科技 (002326.SZ)	在技术方面, 公司主攻液态 LiFSI, 相对于固态 LiFSI 可同时降低公司和下游的成本。未来的应用目标就是将 LiFSI 的成本降至与六氟磷酸锂相当, 客户根据需求自行采购。
	天赐材料 (002709.SZ)	公司量产进度及规模行业第一, 6000 吨产能率先实现量产, 另有 2 万吨在建产能将于 2022 年下半年陆续投产, 预计年底天赐材料 LiFSI 产能将达 3 万吨。此前, 公司还公告了九江基地规划 3 万吨、南通基地规划 2 万吨产能, 建设周期分别为 18 个月、24 个月, LiFSI 总产能规划达 5.6 万吨。	
	小众锂盐: 二氟磷酸锂 (LiDFP)	宏氟锂业	国内最早实现二氟磷酸锂产业化的企业之一, 也是国内仅有的几家在二氟磷酸锂领域具备百吨以上产能规模的企业。2019 年 2 月, 公司首条 300 吨二氟磷酸锂生产线正式量产。
		天赐材料 (002709.SZ)	2022 年 6 月二氟磷酸锂产能规划为 0.72 万吨。
		新宙邦 (300037.SZ)	拥有二氟磷酸锂专利。
		天际股份 (002759.SZ)	子公司江苏泰际材料科技有限公司试生产的双氟代磺酰亚胺锂、二氟磷酸锂、草酸二氟硼酸锂、双草酸硼酸锂等及氟化盐系列产品已送样认证及销售过程中。
		胜华新材 (603026.SH)	公告新增一万吨二氟磷酸锂产能。

动力电池企业梳理

创新方案	创新环节	涉及公司	最新进展	
动力电池材料创新	导电剂	碳纳米管材料	天奈科技 (688116.SH)	2022年5月,公司发布公告称,拟设立子公司投资建设天奈科技西部基地项目,建设年产1万吨多壁碳纳米管及1600吨氢气(副产),预计固定资产总投资约30亿元。6月25日,公司宣布,拟投资32亿元建设年产450吨单壁碳纳米管项目;同日,公司发布公告,拟投资20亿元建设年产12万吨导电浆料及1.55万吨碳管纯化(含500吨单壁碳管纯化)生产基地项目。
			道氏技术 (300409.SZ)	2022年4月,道氏技术发布公告称,为了提升公司碳材料业务运营平台格瑞芬的竞争力,拟由母公司道氏技术、员工持股平台对格瑞芬增资,并引进比亚迪等战略股东,拟增资金额6亿元。格瑞芬下属子公司包括青岛昊鑫、江门昊鑫、江门道氏、赣州昊鑫,涵盖碳纳米管粉体、碳纳米管导电浆料、石墨烯导电浆料等研发体系。2021年,格瑞芬已实现约6500万元的净利润。
			宁德时代 (300750.SZ)	2021年12月,宁德时代全资子公司问鼎投资入股无锡东恒,增资至约5704.73万元。无锡东恒成立于2013年,主要产品为碳纳米管导电粉末和浆料,2020年导电剂市占率5.2%。此前,宁德时代旗下晨道投资入股捷邦科技,捷邦科技控股子公司东莞瑞泰为碳管导电浆料厂商。
			黑猫股份 (002068.SZ)	拟出资4500万元在景德镇设立全资子公司黑猫高材,由其为主体投资新建“年5000吨碳纳米管粉体及配套产业一体化项目”,项目预计投资总额6.8亿元。

资料来源:公司公开信息、第一财经



出品：第一财经投研中心

策划：钱焜

主笔：李泓霖

编辑：黄宇

运营：符乐乐

审定：钱焜 王媛丽