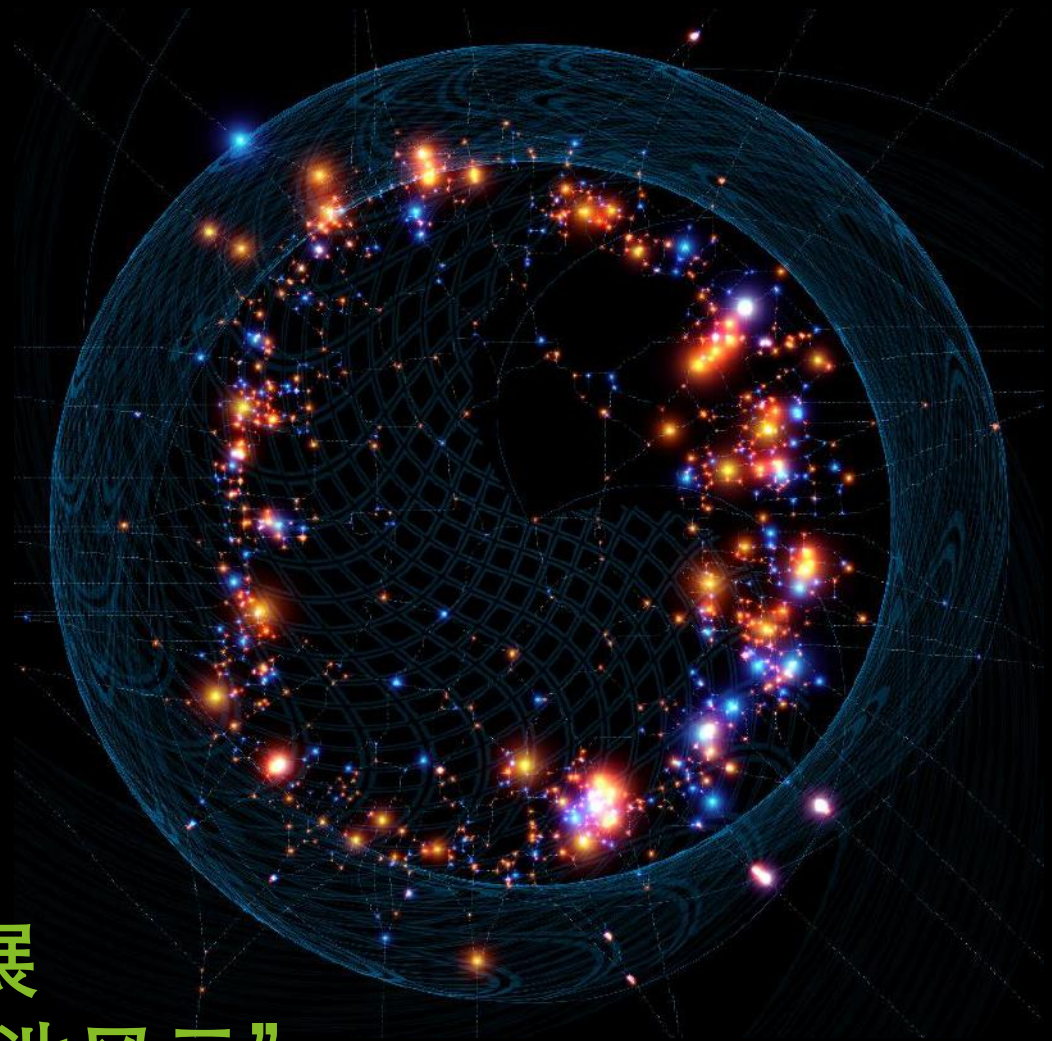
Deloitte.

德勤



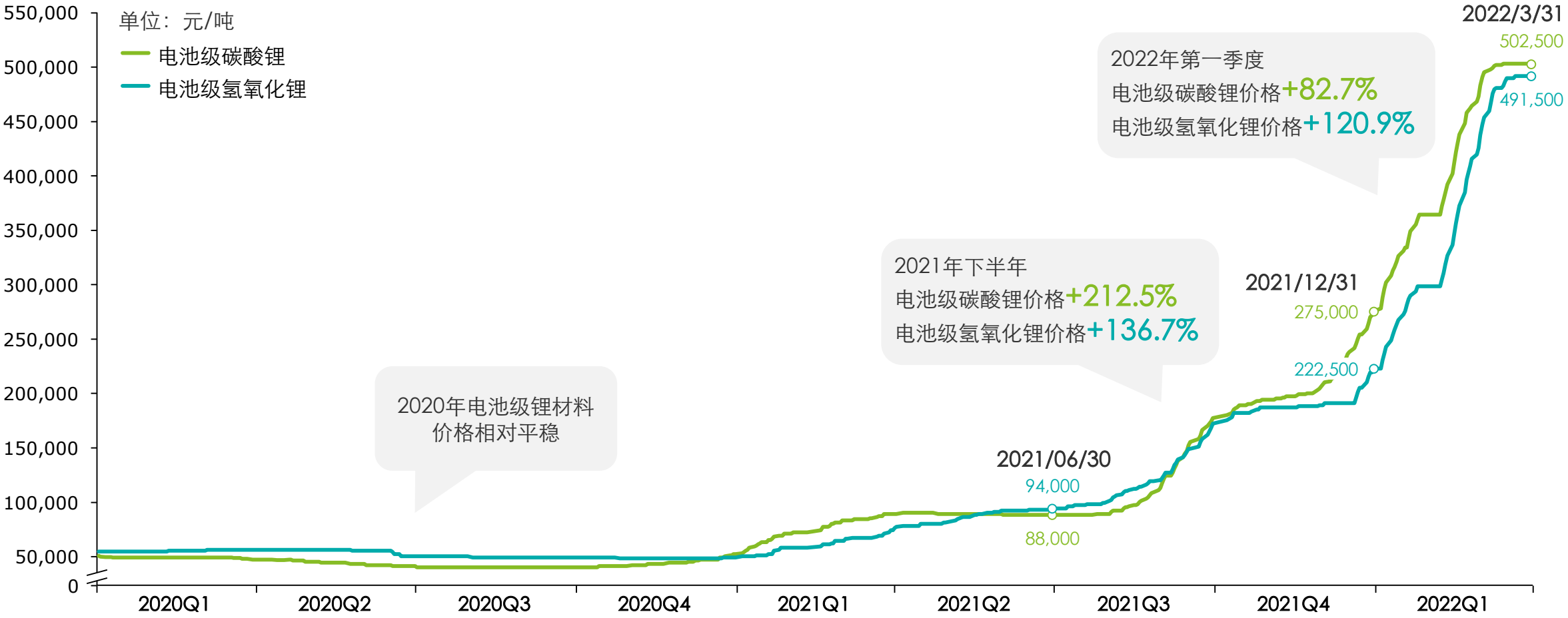
中国锂电行业发展
德勤观察2.0“电池风云”

德勤管理咨询 | 2022年4月

电池级锂材料价格走势

2021年下半年以来，锂电池市场强势增长，电池级锂材料价格持续走高，远超市场预期

中国电池级锂材料价格走势图



来源：Wind，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

核心观点

在全球碳中和大趋势和新能源汽车渗透率快速增长的背景下，全球锂电行业保持高度景气，其中**动力锂电池是拉动行业增长的主要因素。**随着行业成熟度不断提升，**动力锂电池的技术革新已由政策驱动过渡为市场驱动**，供应端企业积极布局各项技术推动锂电池中期到远期的发展。



从锂电池**中期**发展来看，主要通过**现有材料体系的迭代升级和结构革新**推动能量密度提升，实现增效降本：

- **材料迭代**：正负极材料是决定动力电池能量密度的核心因素，**正极材料的突破**最有可能带来动力电池能量密度颠覆性的提升。中短期内正极材料仍将维持**磷酸铁锂和三元材料并行的格局**，并在当前化学体系基础上进行技术迭代；**高镍三元**在半固态向全固态发展的过程中仍有适配价值，前景广阔。
- **结构革新**：在已实现成熟应用的锂电池材料体系下，**在电芯、模组、封装方式等方面进行结构上的改进和精简**，以提升电池的系统性能，如比亚迪刀片电池、宁德时代CTP技术等，结构革新是除材料迭代以外另一条重要的技术发展路径。



从锂电池**长期**发展来看，**不断降低电解液含量向固态电池发展**是行业内较明确的趋势，但全固态电池仍面临相对大的技术挑战：

- **固态趋势明确**：固态电池相较于传统液态电池在能量密度和安全性方面的优势明显，产业链上的锂电企业及整车企业都积极增加研发投入以布局固态电池技术，目前行业进度处于**半固态向全固态发展**的阶段。
- **全固态难度大**：虽然行业内对向固态发展的趋势普遍持有共识，但全固态电池界面阻抗等关键技术难题攻克挑战大，实现规模上车仍较遥远；从现实角度综合考虑技术困难和成本问题，**将电解液含量降到极低的固液混合电池可能是更符合商业实际的解决方案。**



从锂电池**远期**发展将受锂资源短缺制约来看，**钠离子电池已展现成为重要的备选路线**，实现商业化后将与锂电池形成互补的格局：

- **钠锂互补格局**：钠离子电池在资源丰富度和成本上具备显著优势，但因其化学体系在能量密度上的局限，在乘用车动力电池领域目前难以撼动锂电池的地位，可在**低能量密度要求或中低端场景替代锂电池**，预计未来率先在储能、低速车等场景实现规模化商业应用。

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

电池结构总览

锂电池主要由正负极材料和电解液等构成，企业在各结构环节都积极寻求技术创新与突破

锂离子电池结构及技术趋势

负极材料

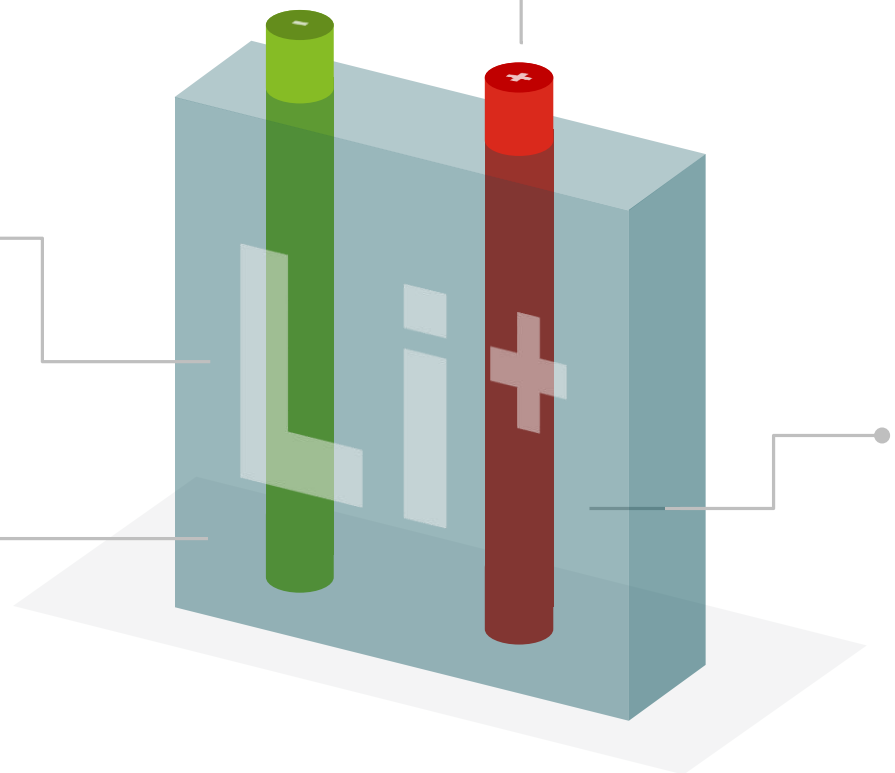
石墨材料主导，
向硅基材料升级

封装外型

方形、圆柱、软包
三大路线并行

结构革新

- 电芯结构改造
- 电池结构精简



正极材料

主流材料迭代：
- 三元材料高镍去钴
- 磷酸铁锂向磷酸锰铁锂升级

新材料研发：
- 富理锰基材料等

电解液

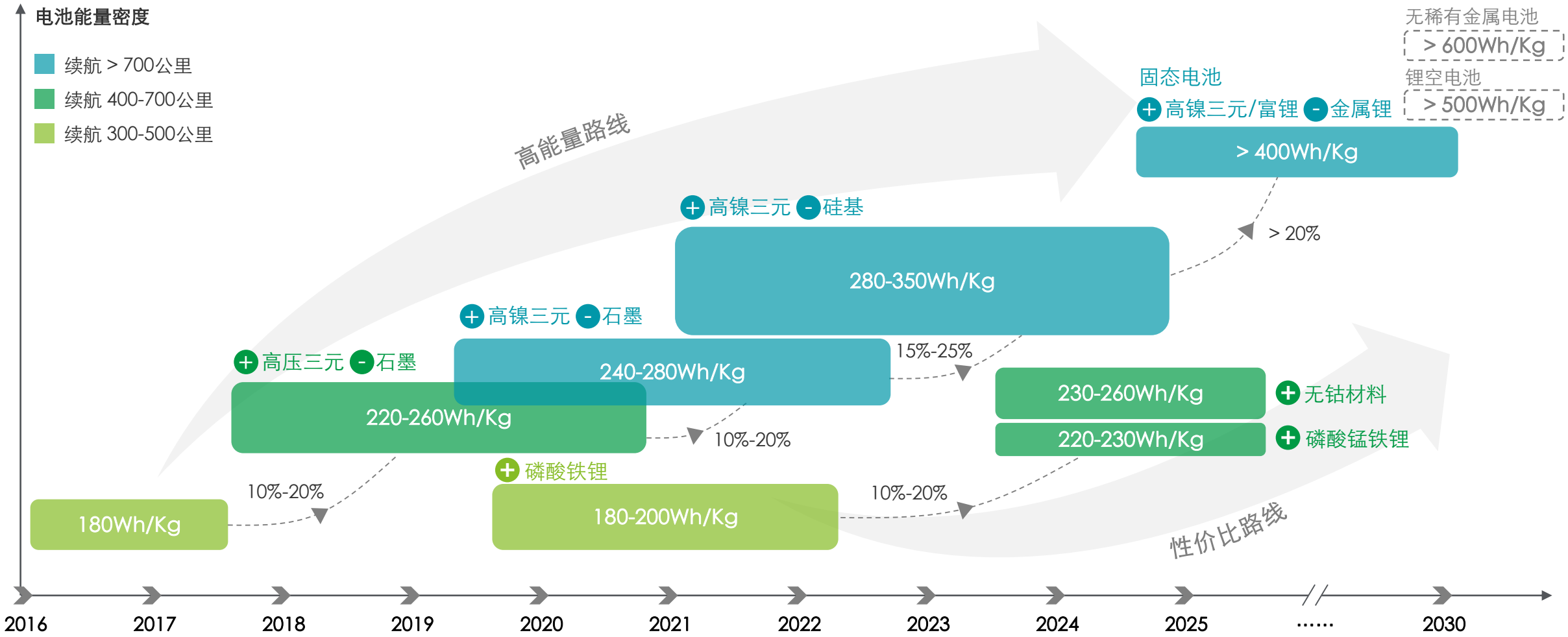
液体含量逐步降低，
向固态电解质发展

来源：公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

动力电池技术路线图

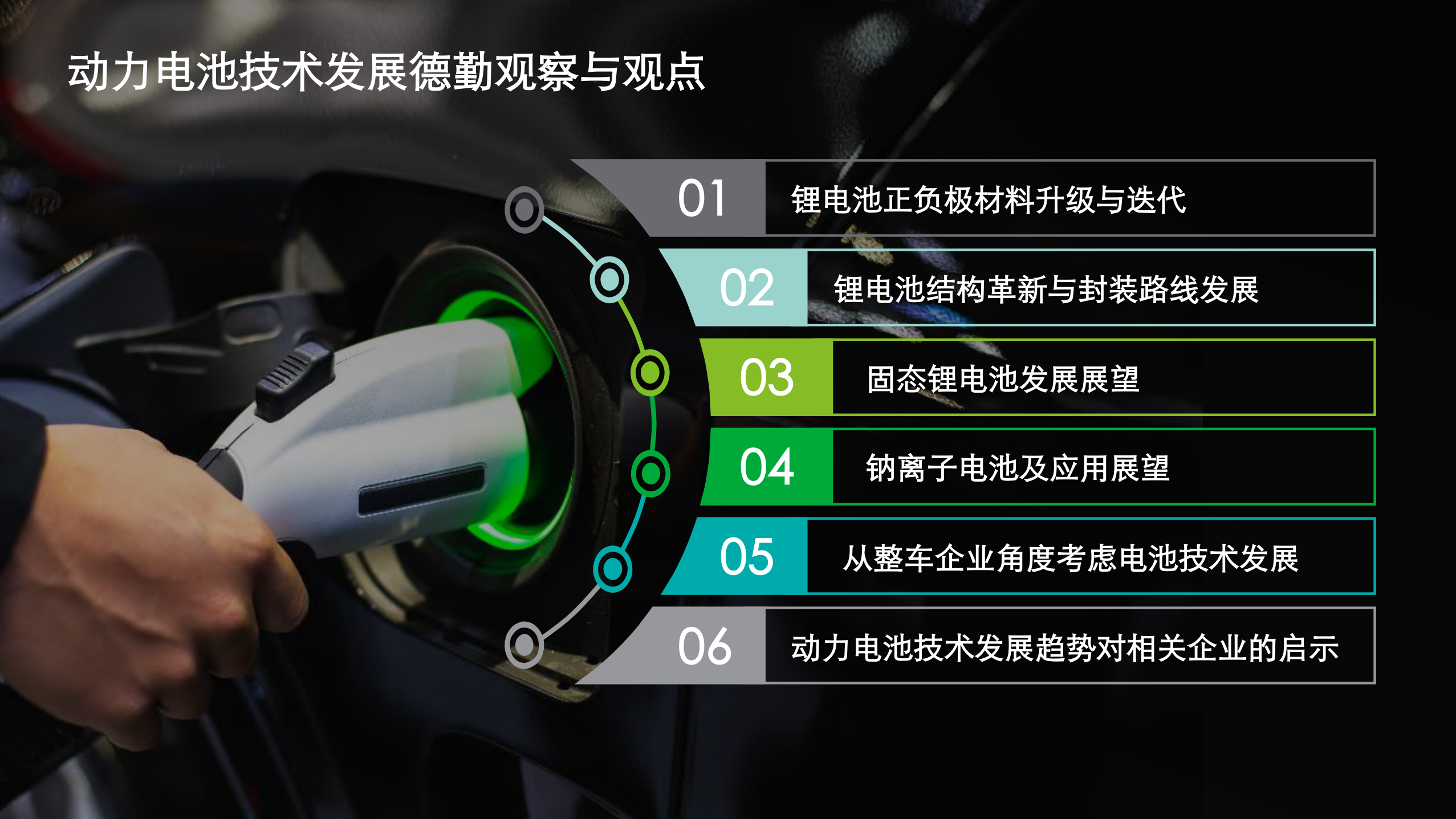
动力电池的技术发展主要可以分为高能量和性价比两条路线，化学体系的迭代是动力电池行业发展的核心



来源：专家访谈，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

动力电池技术发展德勤观察与观点



01 锂电池正负极材料升级与迭代

02 锂电池结构革新与封装路线发展

03 固态锂电池发展展望

04 钠离子电池及应用展望

05 从整车企业角度考虑电池技术发展

06 动力电池技术发展趋势对相关企业的启示



锂电池正负极材料升级与迭代

正极材料升级方向——三元电池高镍去钴

具备能量密度优势的三元电池高镍去钴是锂电企业和整车企业共同努力的方向，但无钴电池突破概念炒作实现性能的实质提升仍有待观察

三元电池高镍去钴是发展趋势



降低成本

钴是稀缺资源，价格昂贵，且供应情况不稳定，减少钴含量有利于控制三元电池的材料成本。

提升能量密度

钴在三元电池中的起到稳定结构的作用，不参与电化学反应，降低钴占比，提升镍占比可提升电池的能量密度。



- 为了降低成本和提升能量密度，全球电池供应商和车企在电池产品研发中都在尽力降钴和突破钴在三元材料中的最低含量界限。
- 目前NCM811是已实现量产的钴含量最低的镍钴锰三元电池。

真正意义的三元去钴电池道阻且长

蜂巢能源“无钴”电池

- 2021年8月，蜂巢能源研发的无钴电池率先实现量产装吸引了业界广泛关注，同时其技术路线也引发了争议。

正极材料

- 蜂巢能源无钴电池的正极材料为镍锰酸锂，并不是真正的三元去钴，而是直接采用了一类本来就不含钴的二元材料。

能量密度

- 真正意义的三元去钴后能量密度应该有所提升，而蜂巢能源的无钴电池能量密度240Wh/kg只与早期的NCM523相近，与NCM811的能量密度难以相比。

- 目前市面上宣传的无钴电池多为直接采用不含钴的正极材料或将三元中的钴替换为其他起稳定作用的元素，但性能都比不上钴。
- 三元电池真正去钴后的安全性、电解液匹配等技术难题仍有待突破。

来源：经济观察网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

正极材料升级方向——磷酸锰铁锂

磷酸锰铁锂并非完全是新技术，随着磷酸铁锂因其安全性和经济性日益受重视，被视为升级版磷酸铁锂的磷酸锰铁锂重新受到热议，企业产业化布局脚步也有所加速，未来短期内预计将以复合使用为主

磷酸锰铁锂的性能优势及发展方向

综合性能突出

- 与目前主流的正极材料相比，磷酸锰铁锂的理论能量密度较磷酸铁锂更高，同时安全性和成本相较三元材料有优势。

	磷酸锰铁锂	磷酸铁锂	三元（镍钴锰）
理论能量密度	697 Wh/kg	578 Wh/kg	1204 Wh/kg
安全性	高	高	一般
理论寿命	长	长	一般
成本	低	低	高

两大发展方向

替代磷酸铁锂

- 磷酸锰铁锂能量密度比磷酸铁锂提高15%-20%，而价格只高5%-6%，在性价比上有替代磷酸铁锂的机会。

三元复合使用

- 磷酸锰铁锂包覆三元材料配合使用，兼具低成本、高安全性及高能量密度的优势，可以成为下游整车成本控制的解决方案之一。

企业积极布局，2022下半年四轮有望放量

力泰锂能

- 拥有2000 吨磷酸锰铁锂生产线。2021 年 9 月至 2022 年 3月，计划新增建设年产 3000 吨磷酸锰铁锂设备；
- 两轮车到2021年底对磷酸锰铁锂电池的采购量已经很大，四轮车预计2022年下半年大规模上量。

天能股份

- 集团旗下天能锂电2021年推出衡科技系列电池产品，采用其自主研发的磷酸锰铁锂体系电芯材料。

德方纳米

- 2021年公司公告称拟在曲靖经济技术开发区建设“年产10万吨新型磷酸盐系正极材料生产基地项目”。
- 新型磷酸锰铁锂已开始送样，预计1-2年后可实现产业化。

宁德时代

- 2017年申请磷酸锰铁锂和石墨烯复合正极材料及其制备方法的专利，拥有磷酸锰铁锂技术储备。

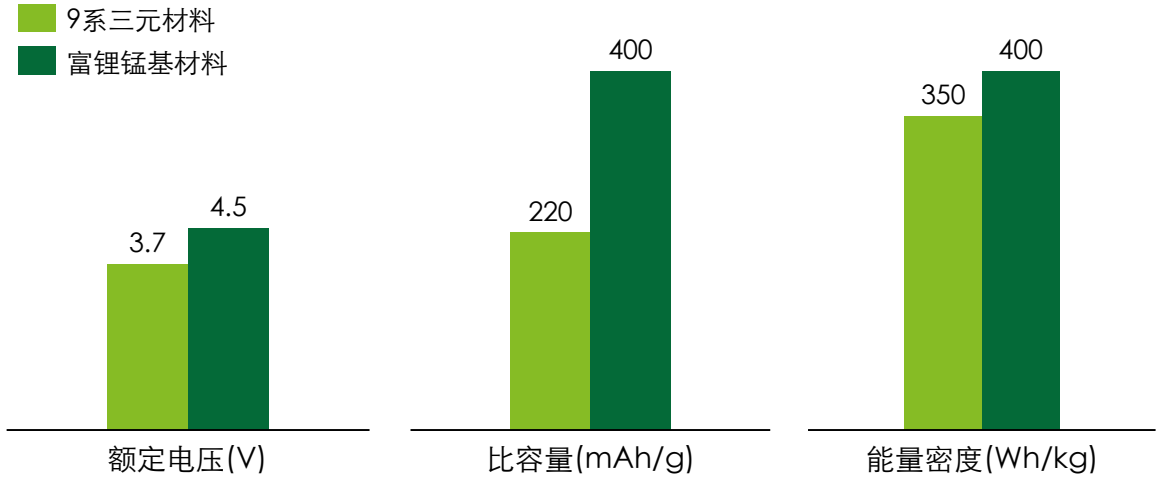
来源：招商证券，中泰证券，专家访谈，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

正极新材料——富锂锰基

富锂锰基正极材料的特性具备一定颠覆性，被视为下一代电池的突破口，但其产业化道路仍受掣肘

富锂锰基具备成为新一代正极材料的特性



- 富锂锰基正极材料可以认为是由Li_2MnO_3与$LiMO_2$(M=镍钴锰)两种组分构成的层状氧化物。
- 即使与高镍三元材料相比，富锂锰基因其高电压和高放电比容量的先天优势，已显现出了将现阶段锂电池能量密度“天花板”提升到400Wh/kg的曙光。
- 2021年由中国汽车工业协会牵头发布的项目成果中发现富锂锰基电池对比三元锂电池的成本可降低30%，展现其利用前景。

富锂锰基产业化应用仍处于较初期阶段

应用制约

- 目前，富锂锰基正极材料的产业化应用主要受其待解决材料劣势制约：

1. **首次库伦效率低**，富锂锰基正极材料在首次放电过程中造成较高不可逆的容量损失，影响电池的容量和循环性能。
2. **能量衰减严重**，富锂锰基正极材料循环过程中晶粒表面化学反应和内部扩散的共同作用导致电压严重衰减，影响电池寿命。

产业化现状

- 宁波富理公司率先开展富锂锰基正极材料产业化，北京当升、江特电机、容百科技、桑顿新能源等也有研发布局。

宁波富理电池材料科技有限公司是中科院宁波材料所动力锂电池工程实验室技术团队在2016成立的初创公司。

- 重点开发用于长续航动力锂电池的新一代正负极材料：**富锂锰基正极材料**和硅碳复合负极材料。
- 目前已建成富锂锰基正极材料**中试生产线**，是全球唯一能批量供应高容量富锂锰基正极材料的企业。

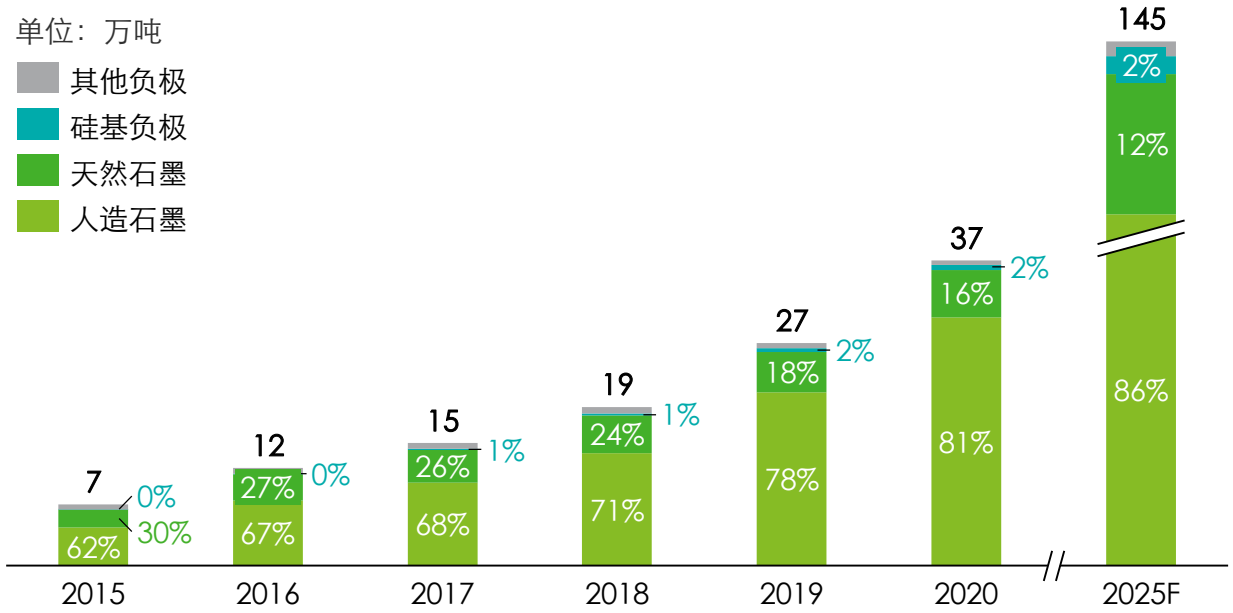
来源：专家访谈，德邦证券，中科院，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

负极材料升级方向——硅基负极材料

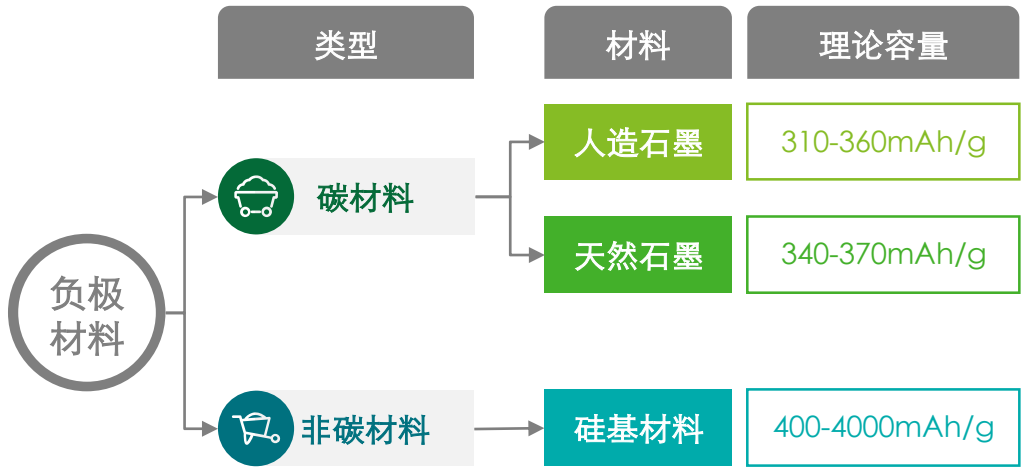
人造石墨和天然石墨是当下最广泛应用的锂电池负极材料，为突破能量密度极限，具备更高理论容量的硅基负极材料成为主要研发方向之一

2015-2025年中国锂电池负极材料出货类型占比及预测



- 人造石墨在循环性能、安全性能、充放电倍率等性能表现上均优于天然石墨，且成本与克容量均与天然石墨接近，使其成为目前锂电负极材料的主流选择。
- 天然石墨主要供应松下、SDI等海外企业，国内企业逐步转向人造石墨。

主流负极与硅基负极材料理论容量对比



- 目前市场上的高端石墨材料已经可以达到360～365 mAh/g的容量，相应地锂电池能量密度的提升也相当有限，而理论容量更高的硅基负极材料被认为是极具潜力的下一代高能量密度锂离子电池负极材料。

来源：GGII，开源证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

硅基负极材料的技术路线及产业化进程

硅基负极材料研发和应用皆存在技术壁垒，国内尚未实现大规模量产，部分先行企业已有批量化应用

硅基负极材料技术路线

- 硅基负极材料虽在容量上与石墨材料相比具备绝对优势，但因硅材料本身膨胀大，导电性能差等特点，要实现大规模应用还有技术问题待解决，在技术路线选择上，主要分为两种：

氧化亚硅负极材料

- 日韩企业在这一路线上起步较早，处于领先地位，已经推出了多种较为成熟的SiOx产品。
- 国内厂家近年来也开始尝试将SiOx负极材料推向市场，但是相比于日韩厂家仍然有一定的差距。

硅碳复合负极材料

- 国外部分企业已经实现了硅碳负极材料的量产。日立化成是全球最大的硅碳负极供应商，特斯拉使用的硅碳就由其供应。
- 而大部分国内企业硅碳负极的产业化应用都在推进中，动作相对较慢。

- 硅基负极材料的生产集中度很高，国内大多企业处于研发及小试阶段。
- 材料性能的技术突破、材料成本有待降低以及整体生产工艺未够成熟是目前硅基负极材料产业化的制约因素。

国内主要玩家及产业化进程

贝特瑞

- 于 2013 年实现硅基负极材料的产业化并批量销售，是国内最早量产硅基负极材料的企业之一。
- 2022年，公司公告拟在深圳市光明区投资建设年产 4 万吨硅基负极材料项目。

杉杉股份

- 硅碳负极材料已建成一条中试产线，开始逐步放量，但目前出货占比不高。
- 高容量硅合金负极材料已产业化并已对宁德时代供货。

国轩高科

- 2016年投建5000吨硅基负极材料项目。
- 2021年1月，210Wh/kg软包磷酸铁锂电芯正式发布，并宣布首次在磷酸铁锂化学体系中成功应用硅负极材料。

璞泰来/紫宸科技

- 与中科院物理所合作建立中试车间，第二代硅基产品已具备产业化的基本条件；在溧阳还建立了氧化亚硅中试线。
- 璞泰来全资子公司紫宸科技研发的硅碳负极材料系列可用于3C数码电池、储能电池、动力电池等。

来源：光大证券，开源证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

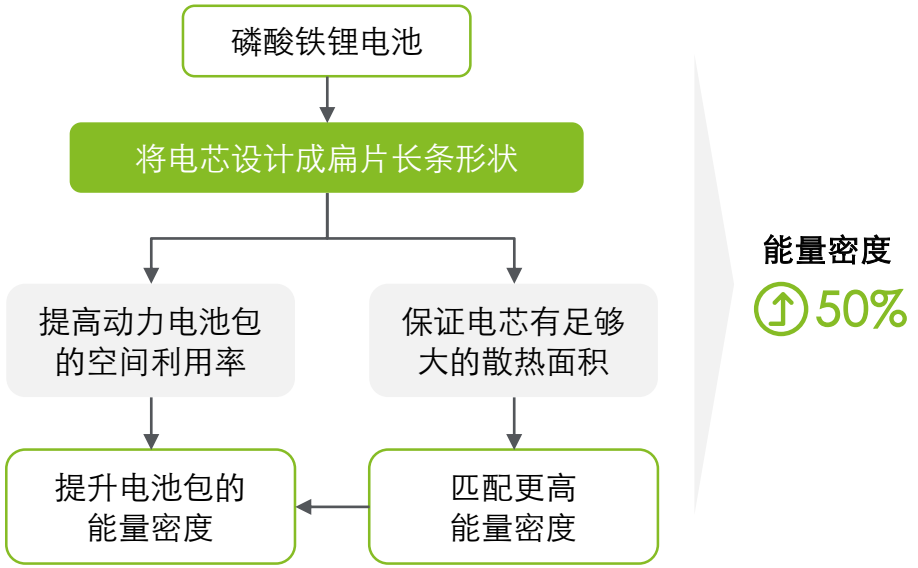


锂电池结构革新与封装路线发展

结构改进——比亚迪刀片电池（1/2）

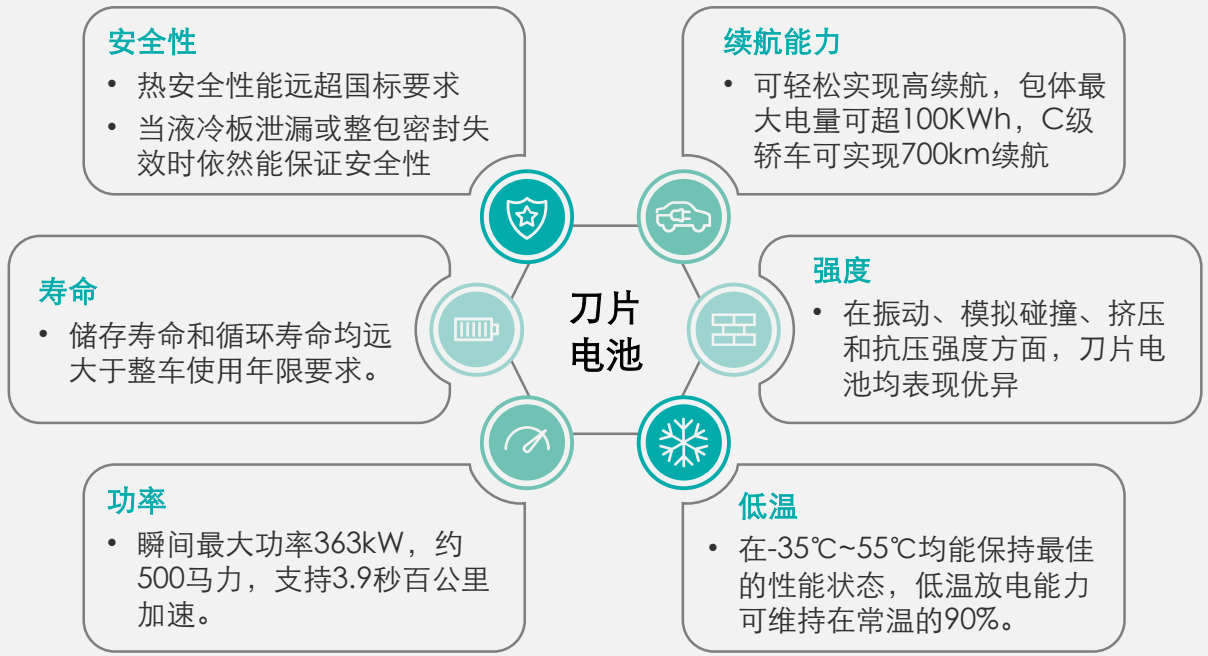
比亚迪刀片电池在现有材料体系上通过结构改进有效切中并解决电池起火、续航里程不足和低温性能不佳等动力电池行业的发展痛点

比亚迪刀片电池技术改进



- 比亚迪研发的刀片电池属于新一代的磷酸铁锂电池，通过改变电芯现状设计和利用电池包内部的空间排布，在相同体积下有效提升电池包能量密度。

在动力电池关键性能指标上，比亚迪刀片电池表现优异



来源：比亚迪发布会，光大证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

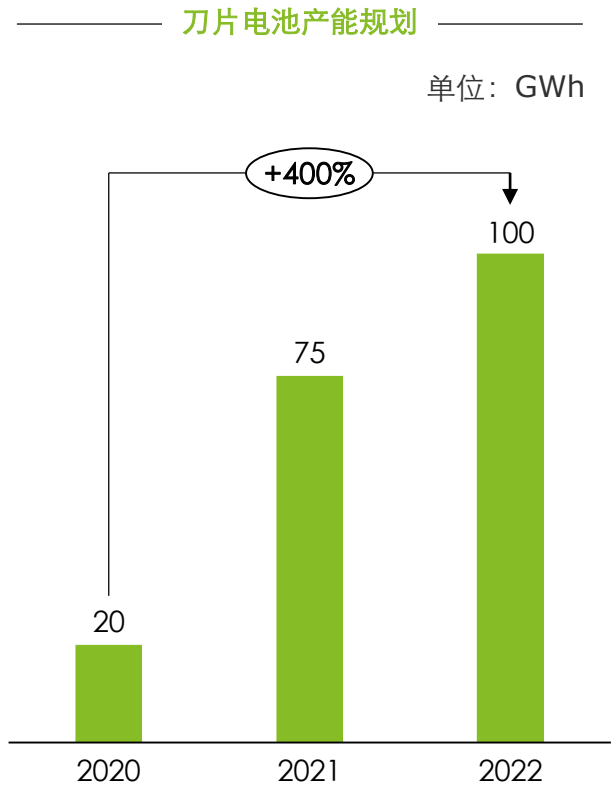
结构改进——比亚迪刀片电池（2/2）

比亚迪通过收购、新建、旧产线改造等方法积极提升刀片电池产能；除了自产自销以外，刀片电池也开启外供，产品性能得到行业认可

比亚迪：弗迪电池[1]国内产能规划

弗迪电池基地	产能规划
广东惠州	20GWh
广东深圳	14GWh
青海西宁	24GWh
重庆璧山	45GWh
陕西西安	30GWh
湖南长沙	20GWh
贵州贵阳	15GWh
安徽蚌埠	20GWh
安徽无为	40GWh
江苏盐城	30GWh
山东济南	30GWh
江西抚州	20GWh
湖北襄阳	30GWh
吉林长春	45GWh
安徽滁州	一期5GWh
浙江绍兴	产能未定

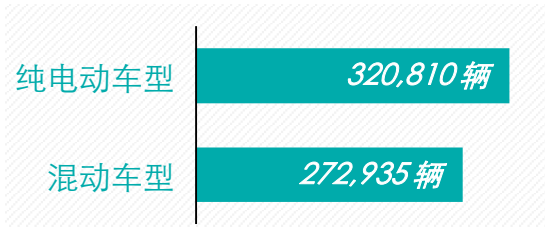
公开透露为生产刀片电池



刀片电池商业化应用

自销

- 2021年比亚迪以超过59万的销量成为中国新能源乘用车年度销量冠军。

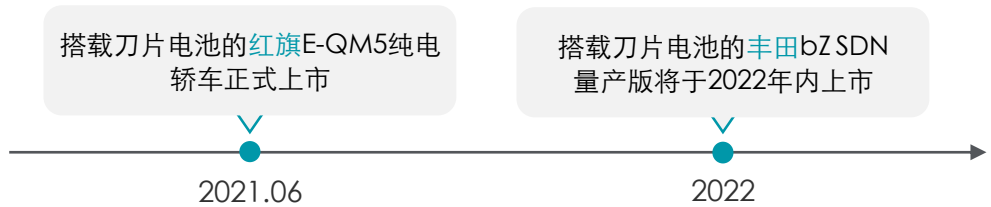


- 除全系列新款纯电动车型外，DM-i混动车型也搭载刀片电池。



外供

> 几乎每一个你能想到的汽车品牌，都在与弗迪电池洽谈合作。刀片电池将陆续搭载在国内外各主流品牌的新能源车型上。
>
> ——比亚迪CEO王传福



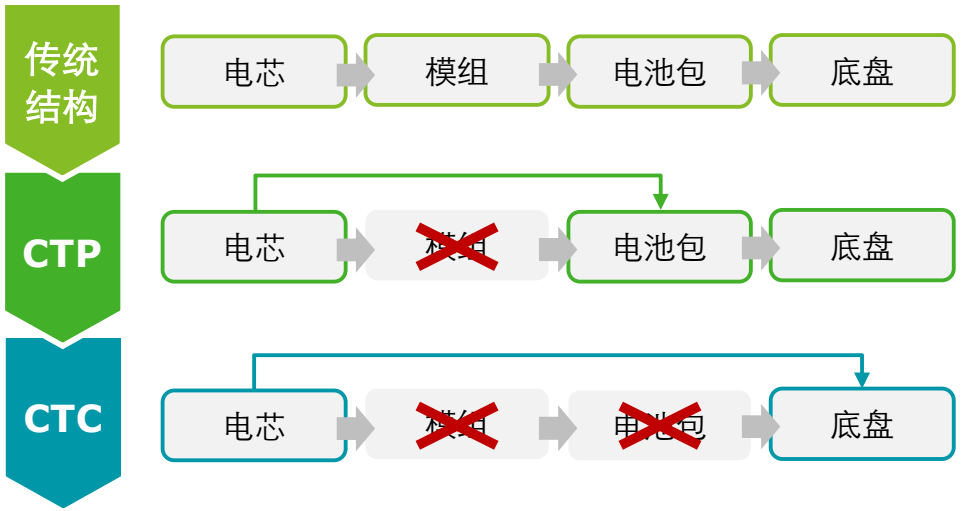
注：1. 2019年比亚迪将电池业务独立，成立全资子公司弗迪电池。
来源：比亚迪发布会，比亚迪公司年报，乘联会，光大证券，天风证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

结构精简——宁德时代从CTP到CTC[1]

比电池更大的野心：为车企降本增效的同时提高了自身在车型开发过程中参与度，要实现CTC的构想未来或将把电池系统和电驱系统有机结合

宁德时代电池结构技术路线



- 继2019年提出CTP概念后，2020年宁德时代公布了关于电池结构的开发路线图，除了第二代、第三代CTP电池系统以外，还提出了从电芯直接跨越到底盘的集成化CTC电池系统。

CTP/CTC优势及商业化应用

CTP

与传统结构电池相比		商业化情况
空间利用率 15%-20%	零件数量 40%	已配套上车多款新能源车型 • 三元电池+CTP方案 北汽新能源、蔚来、威马 • 磷酸铁锂+CTP方案 特斯拉Model 3
能量密度 10%-15%	电池包成本[2] 10%-15%	

CTC

- **降低成本**
  CTC技术将使新能源汽车成本可以直接和燃油车竞争
- **提升续航**
  CTC技术最大程度降低电池包重量和空间，续航里程至少可达到800公里

- 计划在2025年左右推出第四代高度集成化的CTC电池系统。
- 2021年9月，宁德时代公告披露计划设立专注电动汽车驱动控制系统的合资公司，其核心目的是掌握CTC技术推广应用的基础，加快CTC技术落地。

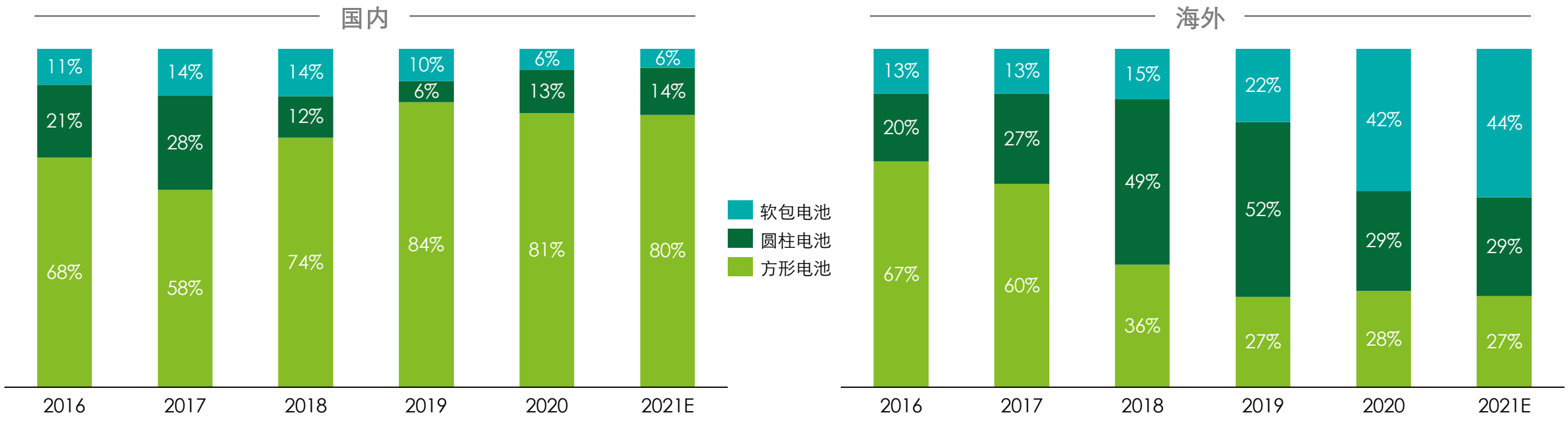
注：1. CTP-Cell to Pack，CTC-Cell to Chassis；2. 根据光大证券动力电池成本模型估计
来源：宁德时代发布会，宁德时代公司公告，光大证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

动力电池封装路线市场份额

方形、圆柱和软包是动力电池的三个主要封装路线，2017年以前各路线份额国内外趋势较为一致，但近年来随着不同路线代表企业的崛起和实现放量，国内外呈现出不同的发展趋势

动力电池封装外型出货占比



- 近年来，国内动力电池封装外型以方形电池主导，宁德时代和比亚迪是主要代表，方形电池的出货份额遥遥领先。
- 而海外市场近三年的趋势则与国内截然不同，圆柱电池在特斯拉和松下的带动下，份额在2018年快速提升；2020年，随着软包大本营欧洲新能源车型的快速渗透和LG化学放量，软包电池的份额翻番；而方形电池的份额则不断受到挤压。

来源：GGII，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

三种封装路线对比及未来展望

三种封装路线的未来发展主要受到龙头企业和技术创新的影响，固态电池的发展趋势或将搅动封装路线的格局，拉动软包封装路线的份额提升

	方形电池	圆柱电池	软包电池
技术优势	• 安全性高 • 系统能量效率高，能量密度较高 • 结构较简单，稳定性好，扩容相对方便	• 成组灵活度高 • 工艺技术成熟，产线高度标准化 • 成本较低	• 尺寸变化灵活度高，重量轻 • 能量密度高 • 内阻小，安全性好
技术劣势	• 工艺难统一，单体差异性较大 • 在大规模应用中，存在系统寿命远低于单体寿命的问题	• 成组后散热设计难度大 • 单体容量小，能量密度较低	• 机械强度差，封口工艺难 • 成组结构复杂，设计难度大 • 成本较高
代表企业	CATL 宁德时代、BYD、SAMSUNG SAMSUNG SDI	Panasonic、LG Energy Solution	LG Energy Solution、SK innovation
未来展望	• 中期来看，为突破电池能量密度上限，业界纷纷在电池结构上求创新，其本质是利用电芯外壳的支撑作用，减少模组结构件使用，提升电池包的能量密度。软包外壳缺乏支撑作用，在精简模组环节难度较大，因此中期来看方形和圆柱电池更能适应结构上的创新。		• 但从长期来看，基于固态电池的发展趋势，未来不再需要液态电解液后，硬壳的必要性下降，因此软包被认为是固态电池适配的封装方式。

长期发展趋势

来源：鑫椤锂电，钜大锂电，公开信息，德勤分析

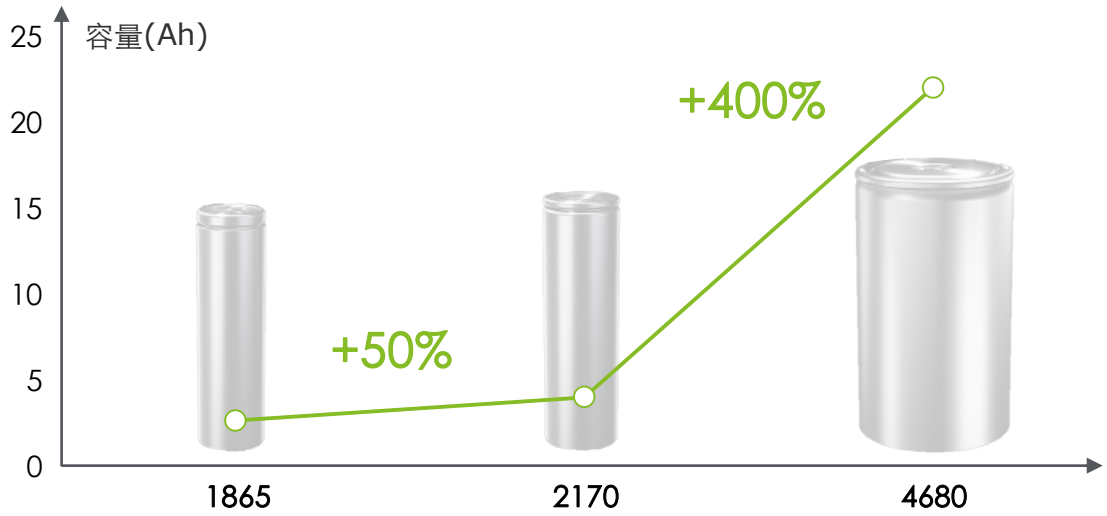
© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

案例分析——特斯拉4680大圆柱电池

特斯拉4680电池计划掀起大圆柱电池研发热潮，带动上游电池厂商产能布局，国内厂商也加快步伐，有望加入特斯拉4680电池订单争夺

特斯拉圆柱电池发展历程

- 随着圆柱电池外径的增加，电池能量有显著的提升，同时成本也将逐步降低。



	1865	2170	4680
直径	18 mm	21 mm	46 mm
高度	65 mm	70 mm	80 mm
容量	2.65 Ah	4 Ah	22 Ah
用量	7000节/车	4000-5000节/车	900-1000节/车

特斯拉4680大圆柱电池应用规划及对电池厂商的影响

- 圆柱电池的应用主要由特斯拉带动，电池厂商加快大圆柱研发，储备相关技术

特斯拉

2020

2020年9月，在特斯拉电池日宣布了4680大圆柱电池计划。规划2022年产能达到每年100 GWh，2030年达到每年3 TWh。

2021

2021年7月，特斯拉第二季度财报电话会议透露，4680电池正取得重大进展。

2021年11月，特斯拉宣布在加拿大建设电池设备工厂，推动4680电池量产，计划2022年初4680电池在美国开始装车，德州量产基地2022年底产能达100GWh。

2022

2022年2月宣布第100万块4680电池已于今年1月完成生产。

电池厂商

松下

在财报中透露公司正加快4680研发速度，原型生产设备计划在2022财年内完成安装

比克电池

公司于2021年3月发布4680大圆柱电池，表示预计2023年实现批量生产

亿纬锂能

2021年表示已完成大圆柱电池战略布局，具备46系大圆柱电池的技术储备

来源：特斯拉电池日，公司官网，华尔街见闻，36氪，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。



固态锂电池发展展望

固态锂电池发展展望

液态锂电池难以实现中长期动力电池能量密度发展要求，固态锂电池优势显著，但仍有极大的技术难题待突破

固态锂电池发展路线及动力电池单体能量密度发展要求



固态锂电池优势明显

- **能量密度高：**与传统液态锂电池相比，得益于更高的电化学窗口，可以匹配高能正极材料和金属锂负极，固态电池的理论能量密度更高。
- **安全性能高：**液态电池的安全隐患主要归因于液态电解质，固态电池以固态电解质替换，热稳定性更强，大大降低了自燃、爆炸的风险。
- **电池重量低：**固态电池不需要电解液和隔膜，可简化封装、冷却系统等，整体电池包的重量和体积得以缩减，提升续航能力。

全固态电池商业应用的技术瓶颈仍面临较大挑战

- **界面问题影响电池性能：**固与固的界面阻抗大，影响电池功率，同时界面接触差在循环过程中界面将不断被破坏，影响电池寿命。
- **固态电解质影响快充性能：**固态电解质中锂离子的迁移率较低，尤其是聚合物和氧化物固态电解质，电池的快充性能将有所受限。

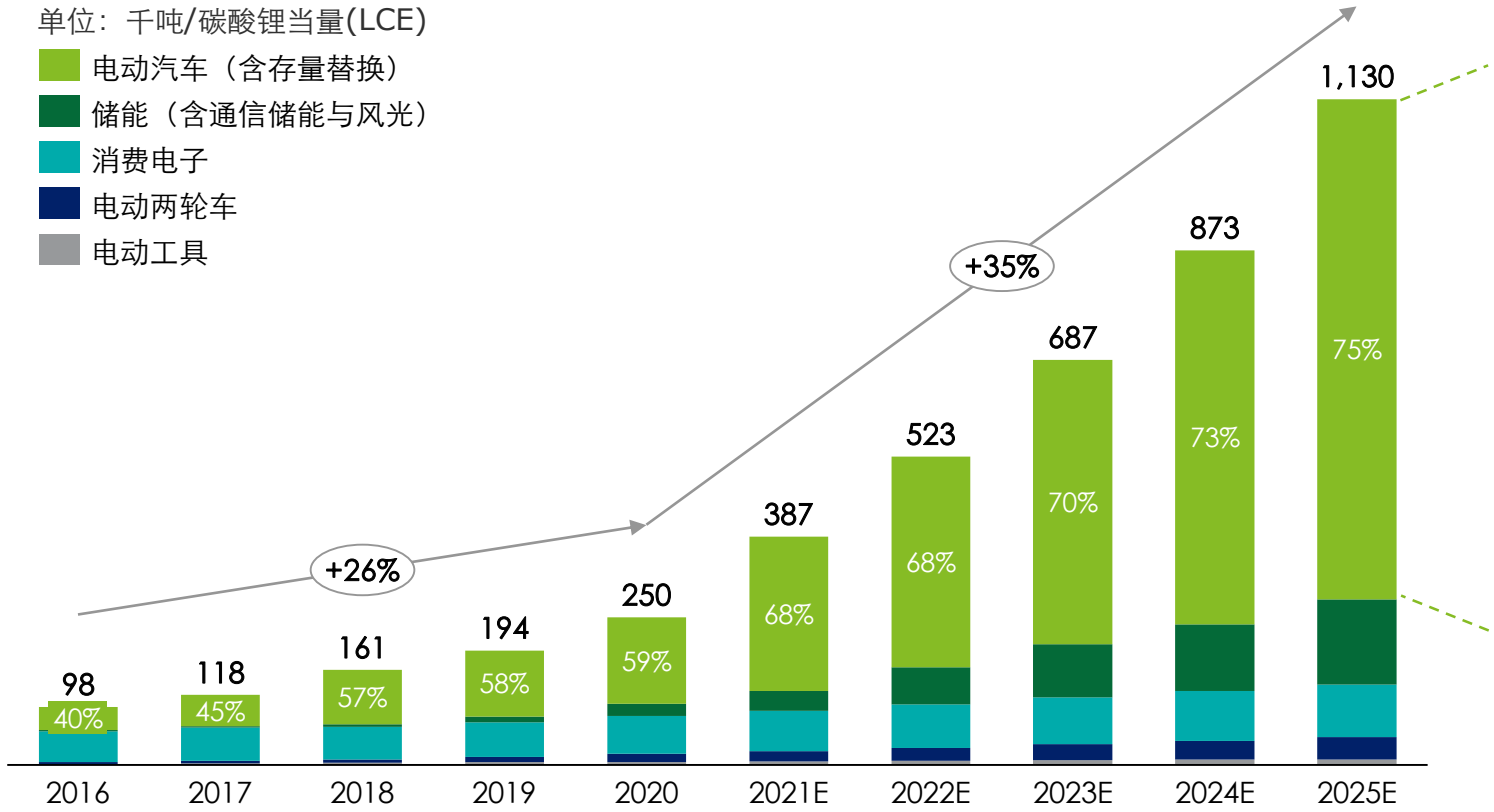
来源：光大证券，专家访谈，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

固态电池发展对锂需求的影响

动力电池需求的大幅上升将成为全球锂行业上游需求的主要增长动力，固态电池的发展将丰富负极材料端的锂应用场景，预锂化和金属锂负极等应用将对锂需求有显著拉动作用

全球电池级锂应用及需求变化预测



液态 → 凝胶/半固态 → 准/全固态

锂应用

液态	凝胶/半固态	准/全固态
现阶段动力电池以液态电池主导，锂目前主要被应用于正极材料和电解液中。	凝胶/半固态电池已崭露头角，锂将在负极材料预锂化等技术中得到更多应用。	随着准/全固态电池商业化试点，金属锂负极将得到应用，进一步增加锂应用场景。

电动汽车锂需求（千吨/LCE）						20-25 CAGR
2020	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	
147	262	358	483	635	849	42%

- 中期内全球锂需求将维持快速增长，主要由锂在电动汽车领域的应用拉动，电动汽车的普及率增加及随电池固态化发展而更加丰富的锂应用场景是重要原因。

来源：五矿证券研究所，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

固态电解质技术路线

固态电解质目前主要有三大技术路线，聚合物最早实现商业化但存在致命缺点，氧化物体系目前进展较快，而硫化物处于开发进度早期但潜力巨大

固态电解质材料三大技术路线

	聚合物固态电解质	氧化物固态电解质	硫化物固态电解质
性能对比	电导率低 → 电导率高		
	材料：聚环氧乙烷、聚丙烯腈等 **优点**：高温下工作性能好，易大规模制备薄膜 **缺点**：常温下电导率低，电化学窗口窄 **成本**：高	**材料**：LiPON、NASICON等 **优点**：循环性能良好，电化学稳定性高 **缺点**：材料总体电导率较低，界面接触差 **成本**：低	**材料**：LiGPS、LiSnPS、LiSiPS等 **优点**：电导率高，工作性能表现优异 **缺点**：易氧化，界面稳定性较差 **成本**：较低
布局企业	• 选择聚合物路线的以**欧美企业**为主，高能聚合物是未来的研发方向。 Bolloré、batScap、ionic MATERIALS、solid energy、Solid Power、SEEO	• **国内企业**较多选择氧化物路线，非薄膜型已尝试打开消费电子市场。 ProLogium、清陶能源、SAKTI3、SONY、赣锋锂业 GanfengLithium	• 硫化物路线受**日韩企业**热捧，性能好且最适配全固态电池，但同时研究难度也最大。 TOYOTA、CATL 宁德时代、SAMSUNG SAMSUNG SDI、Panasonic

- 氧化物体系因研发成本和难度相对较低，较多新玩家和国内企业选择这一路线，也有望在半固态和准固态电池中应用最快实现规模化上车；从长远的角度来看，硫化物固态电解质虽然研发难度高，但因其优异的性能和巨大的潜力吸引实力和资本雄厚的电池玩家不断投入研发，头部玩家已有十几年的技术积累，一旦实现突破将形成高技术壁垒。

来源：天风证券，光大证券，公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

案例分析——氧化物路线代表：辉能科技（1/2）

辉能科技从穿戴设备电池切入车用动力电池，持续迭代核心技术，产业化速度领先固态电池行业强手

专注于固态电池研发，目前主要靠融资手段进行研发布局

固态电池布局起步早

- 2006年，辉能科技成立，成立之初创始人已确立将固态电池产业化的目标。
- 2012年，推出软板固态电池。
- 2014年，推出推出软包固态电池，并在消费者电子领域实现商业化运用。
- 消费性电子及穿戴设备客户给辉能带来稳定的收入，并累积了小容量固态电池的量产经验。

转攻动力电池，开启产业化道路

- 2017年，建成40MWh中试线并实现自动化卷式生产，走向量产的开端。
- 2018年，发布BiPolar+技术，威马展示搭载辉能科技固态电池的样车。
- 2019年，发布Multi Axis BiPolar+ (MAB)车用固态电池包，陆续与蔚来、爱驰、天际等车企达成战略合作以实现规模化搭载目标，天际展示搭载辉能科技固态电池的样车。

规模化产能布局

- 2020年，完成D轮融资，一汽产业基金参与其中，深化与一汽集团的合作。
- 确定大陆区总部及全球产业基地项目落户杭州，规划2023年产能达到7GWh。
- 2021年，正式推出CIP (cell is pack)技术。
- 已与多家车企签订示范运营框架协议，每家规模约为3000-5000台，将会真实投入到市场。

- 辉能科技专注于研发**氧化物固态电池**，目前主要有三方面的核心技术，分别是分别是锂陶瓷电池技术（LCB）、多轴双极电池包（MAB）和主动安全机制（ASM）。
- 目前辉能电芯中胶状物质的体积占比小于10%，重量占比小于4%，实现从准固态到全固态产业化大概只需要15%的微调，不存在大的技术难题，预定**在2023年进行全固态锂金属电池试产，2024年量产**。量产全固态电池将在IT产业试用后再应用到动力电池领域。

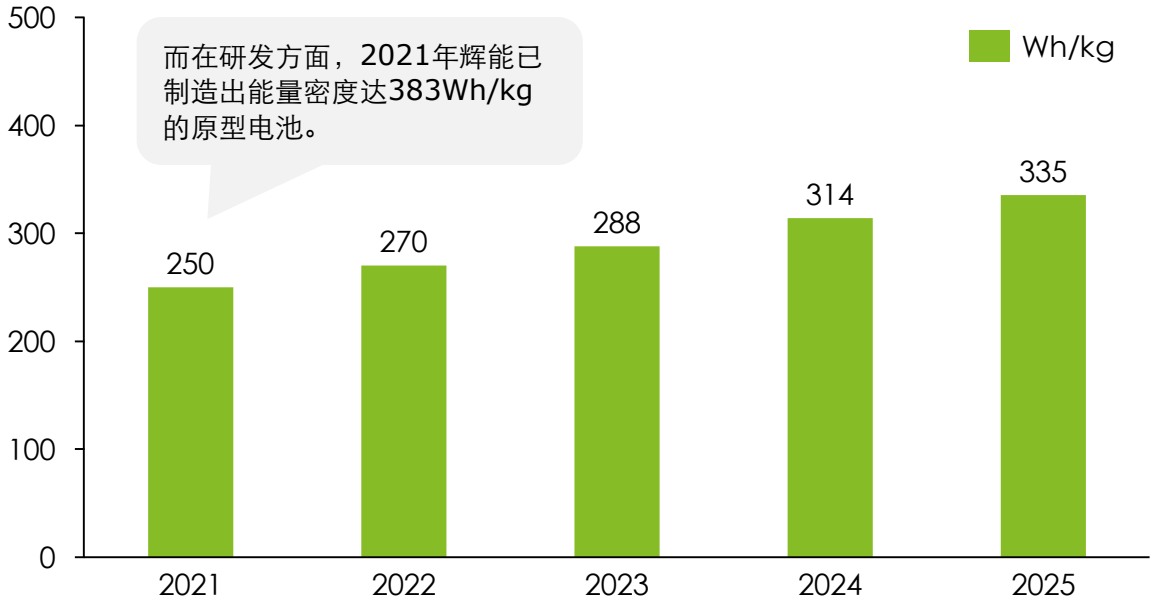
来源：辉能科技公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

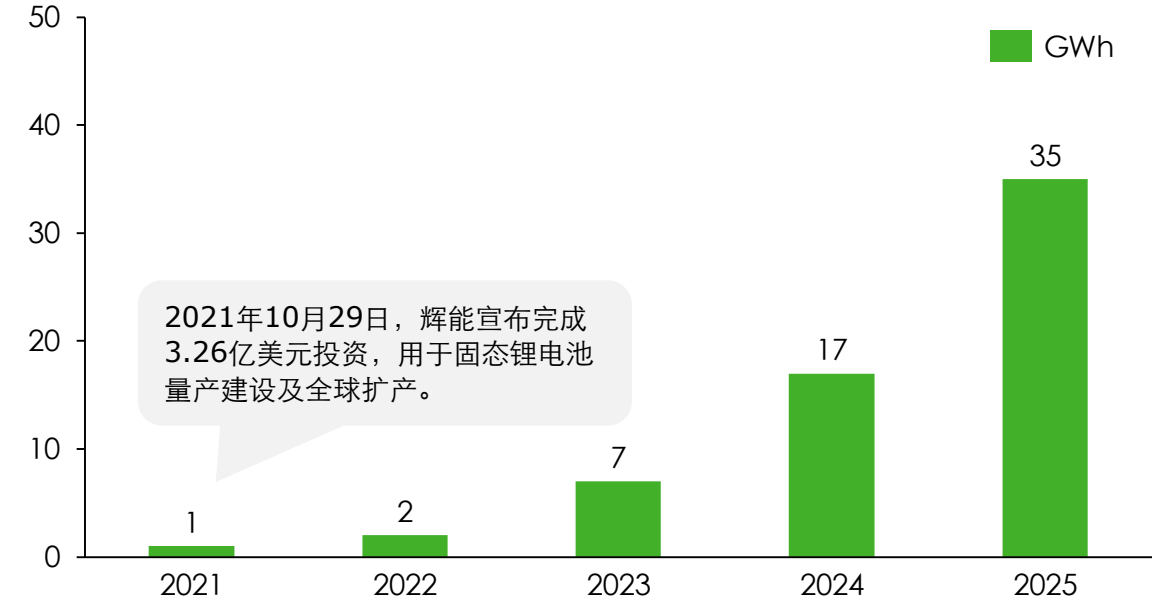
案例分析——氧化物路线代表：辉能科技（2/2）

辉能量产规划路线清晰，稳步提升能量密度同时积极规划产能，计划于2022年中期实现规模化上车搭载

固态电池量产品能量密度规划



固态电池量产产能规划



- 虽然电芯成本高于同等能量密度的液态电芯，但整体电池包有明显的成本有优势，根据辉能公布的测算数据，当量产规模达到7GWh时，固态电池价格就能与液态电池持平。
- 目前辉能量产品主营市场为消费电子（FLCB、PLCB）、极端环境耐受设备（LCB）领域、储能等领域，同时未来将聚焦新能源汽车市场的不同车型定位，提供固态铁锂（平价车型）和固态三元（高端车型）两种方案。

来源：辉能科技公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

案例分析——硫化物路线代表：丰田（1/2）

内燃机领军企业丰田以电动转化为己任，以实现碳中和为目标，多年致力于电池研发，大力投资全固态电池

基于整车制造视角布局固态电池

从混动搭载初衷开始的固态电池研发

- 1997年推出第一代普锐斯，是新能源汽车的先驱。
- 2004年，丰田开始全固态电池的研发，初始目的是通过提升能量密度，缩小用于混动汽车的电池尺寸。
- 2010 年，丰田推出硫化物固态电池。
- 2014 年有消息称，丰田实验原型固态电池能量密度已达 400 Wh/kg。

期望通过本土龙头抱团加速量产计划

- 2017年，丰田投入200余人加速研发固态电池技术。
- 2018年，丰田与松下、本田、日产等23家汽车、电池和材料企业，以及京都大学、日本理化学研究所等15家学术机构，共同合作研究全固态电池核心技术。
- 2019年，与松下宣布将共同设立开发、生产电动汽车（EV）等车载电池的合资公司，该公司致力于开发、量产固态电池。

循序渐进实现全固态商业化

- 2020年，丰田制造了一辆配备全固态电池的汽车并在测试路线上进行了试运行，获得了行驶数据。同年获得了全固态电池车辆的牌照并进行了试驾。
- 2021年，丰田表示希望在纯电动车型上应用固态电池，目前正在构建稳定的电池供应体系，致力于实现全固态电池商业化。
- 2022年，丰田表示第一款配备全固态电池的丰田汽车将为混动车型。

- 丰田早期坚持走混动路线，纯电动车型发展较慢，但实际上新能源技术也处于多元发展的状态，如燃料电池、固体电池、镍氢电池、锂电池、氟电池以及新能源汽车技术每个环节或零部件都有布局，在纯电动汽车的技术储备上并没有掉队。
- 丰田已将全固态电池搭载原型车进行试验，而缺乏工作原型正是许多固态电池创业公司的短板之一。

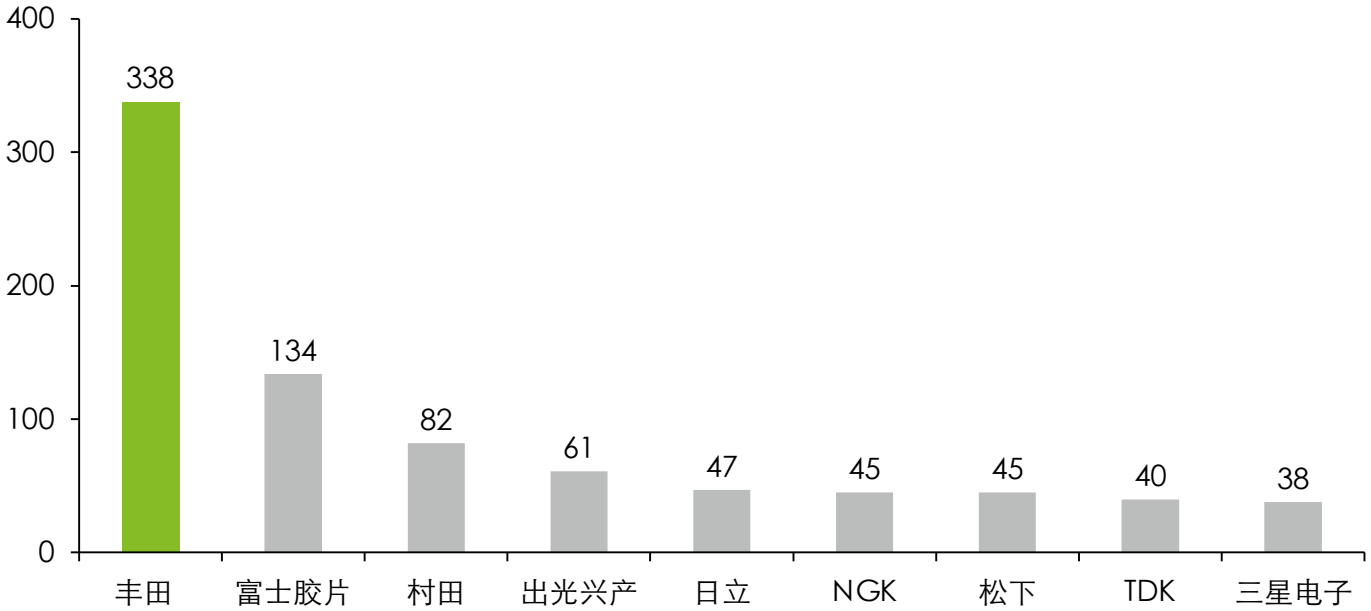
来源：丰田公司发布会，公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

案例分析——硫化物路线代表：丰田（2/2）

丰田已在固态电池领域深耕多年，是硫化物电解质路线的技术领头羊，具备全固态电池量产规划

全球企业固态电解质专利申请数量（截至2020年）



丰田固态电池量产规划

2021年
- 未来10年针对车载电池投资 1.5万亿日元以上，其中2/3将用于电池产能

2025年前
- 全固态电池将实现小规模量产，首先搭载在混动车型上

2030年前
- 全固态电池要实现持续的、稳定量的生产

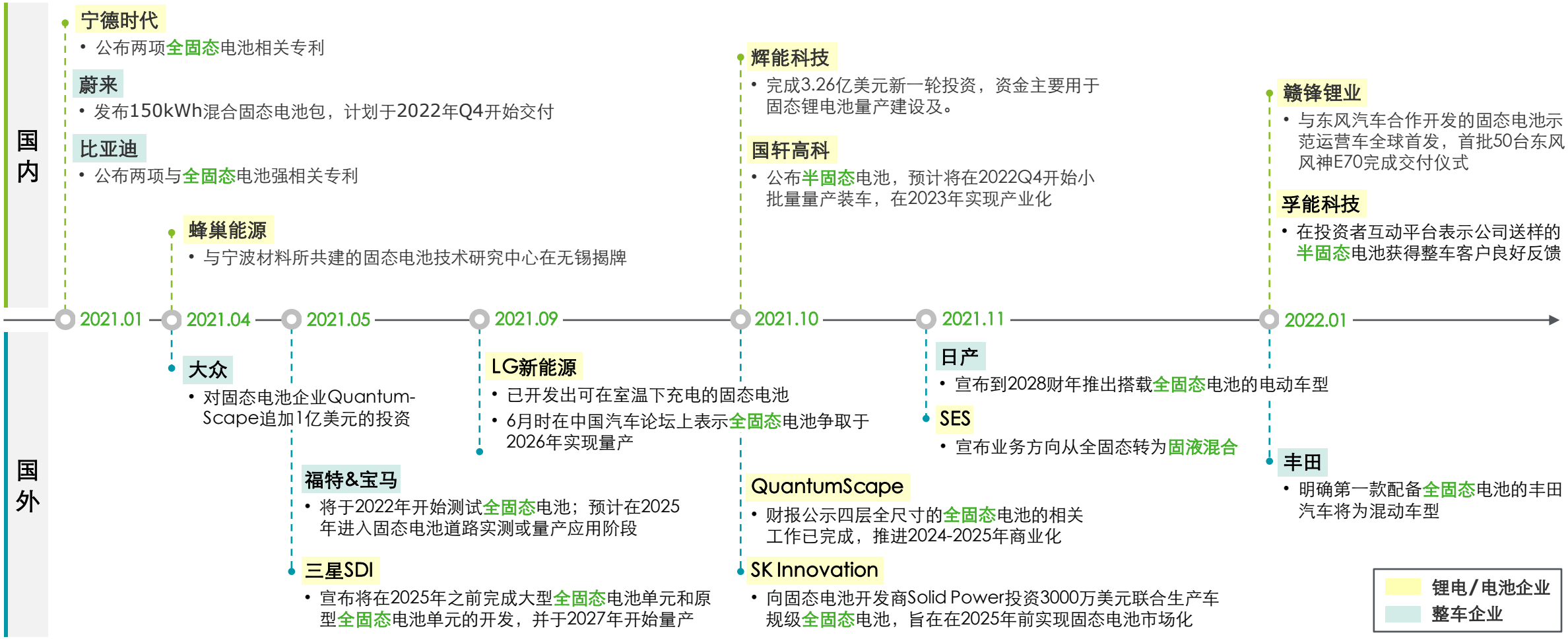
- 经过十几年固态电池研发的技术积累，丰田不仅获得了固态电解质材料、固态电池的制造技术等方面的专利，还研发了一整套的正极材料和硫化物固态电解质材料回收的技术路线和回收工序，是全球拥有固态电池相关专利数量最多的企业。
- 量产前，丰田还需要解决其全固态电池在样车测试中发现的使用寿命短等问题。

来源：Derwent Innovations Index专利数据库，丰田公司发布会，公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

国内外固态电池研发及产业化现状

锂电/电池企业及整车企业都积极布局固态电池技术，但目前行业尚处于半固态向全固态发展的阶段，全固态电池的技术难题仍有待解决，真正实现产业化及规模上车仍需要较长时间



来源：前瞻经济学人，公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

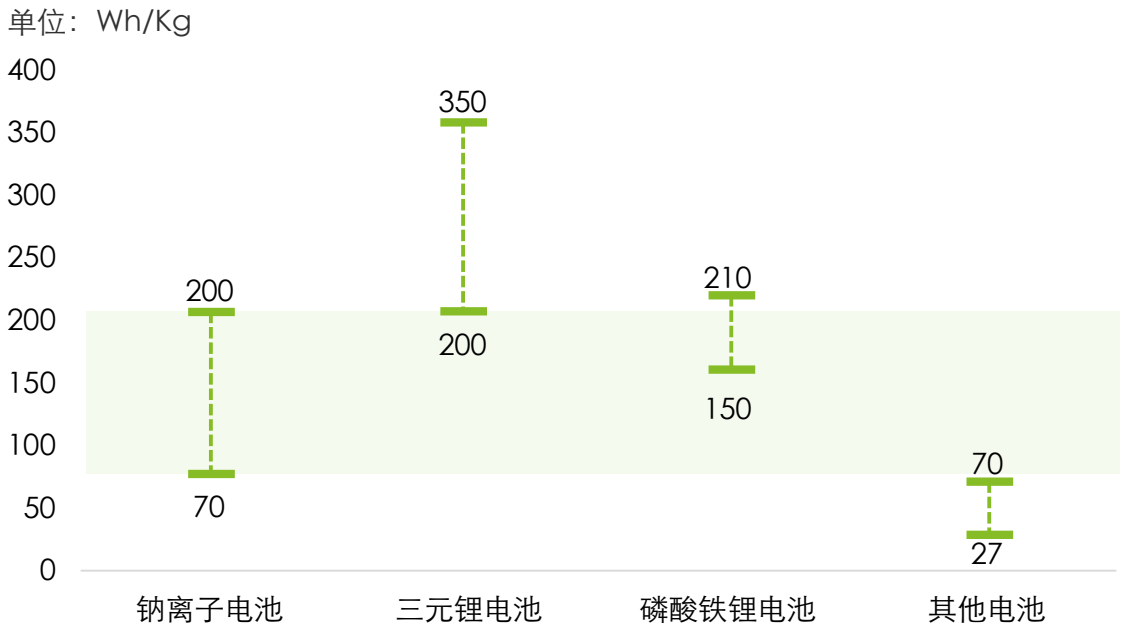


钠离子电池及应用展望

钠离子电池的特性与优势

锂离子电池发展远期将受锂资源短缺限制，资源储备丰富、具备成本和安全性优势的钠离子电池路线崭露头角，未来或将成为电池行业的重要备选路线

钠离子电池与锂离子电池能量密度对比

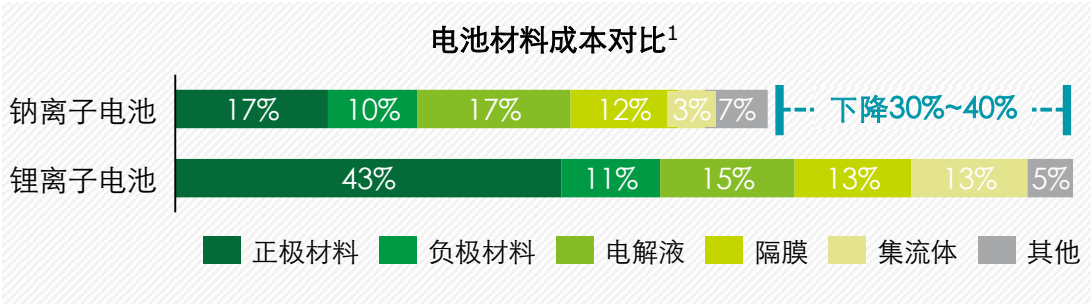


- 钠离子电池有快充性能好、低温容量高的特点，其能量密度区间与磷酸铁锂电池有重叠范围，但循环寿命小于锂离子电池。

钠离子电池具备其独特优势，降本控安全

成本优势

- 得益于**钠资源的丰富储量**和适用**成本更低的铝箔负极集流体**，钠离子电池的材料成本有显著优势。



高安全性

- 钠离子化学性能稳定性高，电阻稍高，受热受冷表现都比锂离子电池好，示范产品在国标测试中**热稳定性远超安全要求**。

设备兼容

- 钠离子电池与锂离子的**工作原理和电池结构相近**，钠离子电池的电解液及隔膜研发可借鉴锂离子电池的成熟技术，同时可以**兼容现有的锂电生产设备**。

注：1. 钠离子电池选用NaCuFeMnO/软碳体系，锂离子电池选用磷酸铁锂/石墨体系。
来源：中科院物理所，光大证券，天风证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

钠离子电池的应用场景

钠离子电池在储能场景具有巨大的应用潜力，未来预期将形成钠电与锂电互补的格局

钠离子电池应用场景展望

- 由于钠离子电池由于本身能量密度较低且提升空间有限，目前预测在行业内更多地扮演新能源细分领域替代者的角色，**有望率先在对能量密度要求不高、成本敏感性较强的储能、低速交通工具以及部分低续航乘用车领域实现替代和应用，对中高端乘用车市场影响相对有限。**

应用展望1：储能



- 家庭/商业储能



- 新能源储能电站



- 基站电源/储能

应用展望2：动力

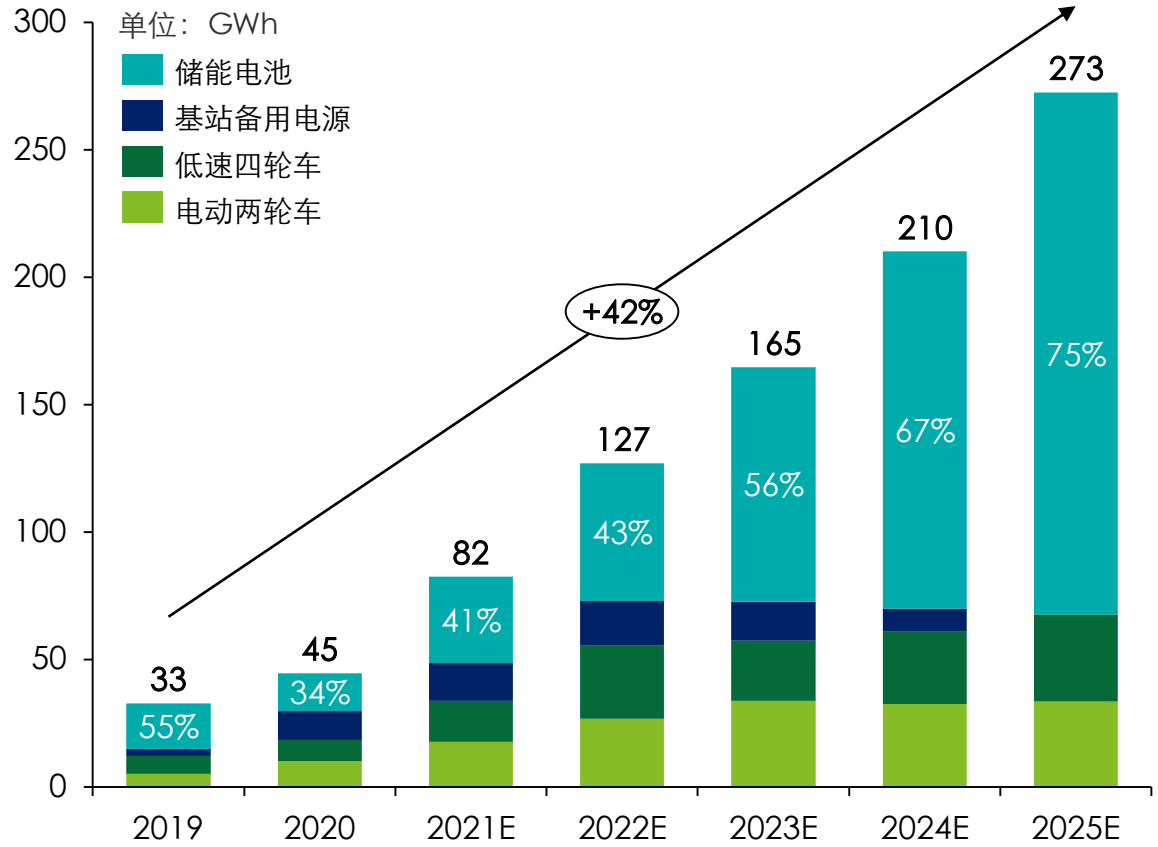
- 电动两轮车



- 低速四轮车



钠离子电池潜在应用场景装机量预测



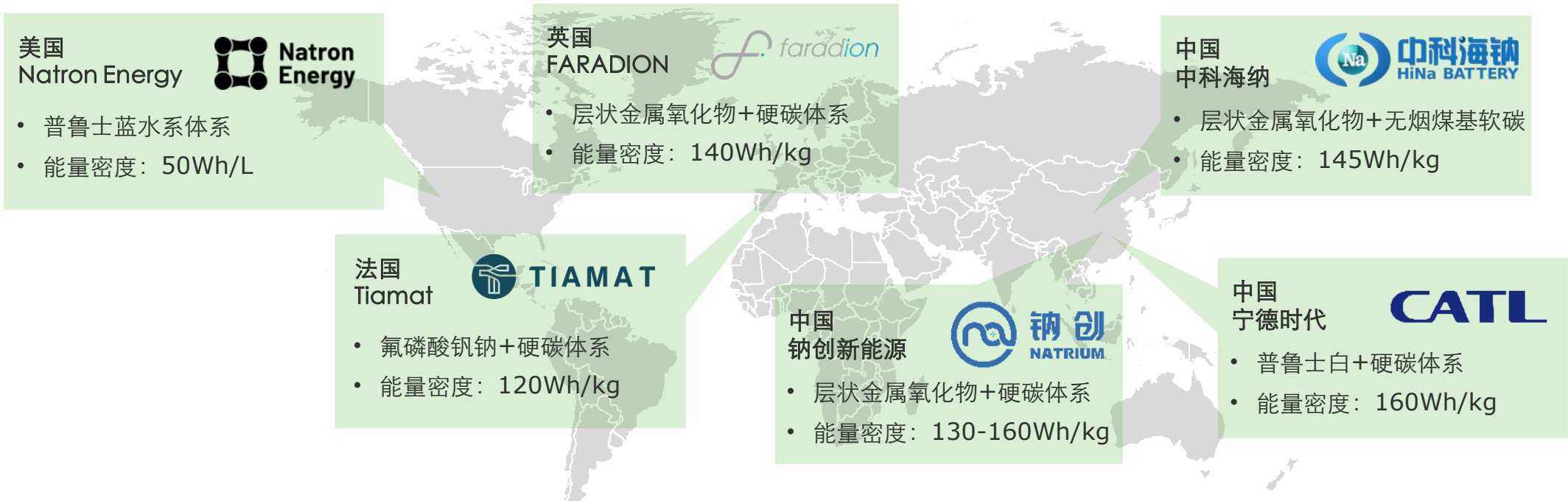
来源：中国自行车协会，乘联会，光大证券，方正证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

钠离子电池全球发展进程

全球钠离子电池的产业化进程仍在导入期，我国企业的钠离子电池技术水平已处于国际领先地位

全球钠离子电池主要企业技术水平概览



- 英国Faradion公司是全球第一家专注钠离子电池产业化的企业，自其于2011年成立后，钠离子的产业化进程在全球迎来全面增长；
- 不同体系路线各有优劣势，例如以国内钠离子龙头中科海纳为代表的层状金属氧化物路线具有与锂离子电池工艺兼容的优势，但同时有机体系存在安全隐患问题仍待解决。

来源：中国储能网，公司官网，宁德时代钠离子电池发布会，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

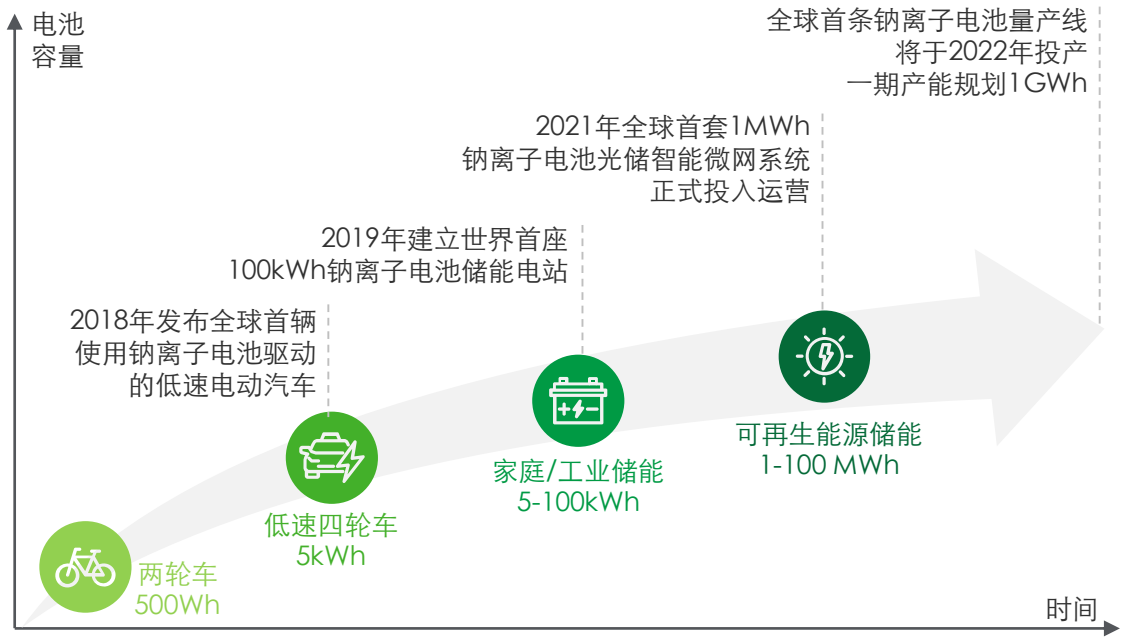
案例分析——中科海纳&宁德时代

钠离子电池龙头中科海纳积极推进产业化，应用重点聚焦储能场景；宁德时代入局加速产业链完善和产业化进程，并有望拓展钠离子电池应用场景

国内钠离子电池龙头：中科海纳

- 中科海纳成立于2017年，技术依托于中国科学院物理研究所，其研发的钠离子电池产品的产业化进程领先行业。

中科海纳产业化路径



钠离子电池应用创新者：宁德时代

- 锂电池龙头宁德时代于2021年7月发布了第一代钠离子电池，并已经开始了与车企和储能客户进行商业化合作，预计在2023年形成基本产业链。

能量密度达全球最高水平

第一代 160Wh/kg → 第二代 200Wh/kg

通过对正负极材料的改性，第一代电池单体能量密度突破全球上限，第二代或引入无负极技术进一步提升能量密度。

创新性锂钠混搭电池包

AB电池系统解决方案



宁德时代创新性地将钠离子和锂离子电池混搭在一个电池包中，通过BMS系统对不同电池体系进行精准控制。

- 宁德时代布局钠离子电池，一方面帮助企业卡位潜力巨大的储能市场，另一方面其在钠离子电池能量密度上的突破以及创新性搭载方案有望进一步拓展钠离子电池在动力电池领域的应用场景。

注：1. BMS-Battery Management System 电池管理系统
来源：公司官网，宁德时代钠离子电池发布会，光大证券，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。



从整车企业角度考虑电池技术发展

整车企业对动力电池技术发展应该考虑的三个高阶战略性问题

整车企业需要综合考虑消费者产品需求、整车平台及相关技术开发的先进性、原材料供应和价格的稳定性

战略问题	消费者对不同产品体验的需求会如何影响整车企业对电池的选择?	电池技术迭代迅速，整车企业如何确保整车平台及相关技术的先进性?	原材料供应紧张，价格上涨，如何保证供应稳定与成本优化?
具体挑战	消费者对于电池使用体验仍然存在诸多**痛点**，并且**不同类型消费者**对于电池的**关注点**各有不同 – 基于不同细分市场的需求和产品矩阵规划，如何选用和配置现有的**电池材料体系**? – 如何影响或管控**合作供应企业的电池技术开发**以满足终端市场的期待?	电池技术升级**周期短**，随着正负极材料迭代，结构革新，电解液固态/半固态化等新技术不断涌现，整车企业对电池**技术迭代的控制力**减弱 – 企业短、中、长期的**车型规划**与动力电池的**技术发展趋势**是否匹配? – 作为整车企业需要具备**哪些能力**来应对电池技术的研发和快速迭代升级?	**锂、钴**等原材料价格持续上涨，供应短缺，引起电池价格和供应不稳定 – 结合供应和需求的情况，是否考虑**向上游渗透**进入电池制造环节? 如果是，通过什么方式进入? – 面对远期锂/钴资源短缺对行业的制约，企业有什么**战略考量**及**风险规避措施?**
对车企的高阶建议	• 根据客户需求，选择相匹配的电池材料和技术方案 • 综合考虑三电技术整合，打造具有独特优势的产品卖点和应用场景 • 权衡不同车型的电池成本、销量，以及收益，优化整体电池技术应用方案	• 打造电池技术前瞻性研究能力，预判未来电池技术迭代速度和演进路线 • 加强和电池厂商合作，在平台生命周期内快速整合供应商新技术 • 强化电池结构设计的标准化和模块化，为材料化学迭代提供兼容性和扩展性	• 加强与电池生产商（一家或多家）的合作，保证稳定的电池价格和供货 • 垂直整合中游关键材料供应商 • 适当投资产业链上游原材料企业，深入了解原材料市场动态和趋势并对冲原材料供应风险

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

消费者的产品需求对电池选择的影响

整车企业需根据其产品定位及目标客群的需求选择配套的电池技术方案

三大类用户需求[1]



注：1.“使用寿命”指充放电次数，“经济性”指因电池技术不同导致的整车购买价格差异

对整车企业的启示

1 根据不同类型客户需求，选择相匹配的电池技术路线

- 深入理解不同细分市场各类消费者的对电池的核心诉求，转化为对应的电池技术需求
- 根据电池技术需求设计对应的电池技术方案，规格，并选取相应的技术路线

2 综合考虑三电技术整合，打造具有独特优势的产品卖点和应用场景

- 基于电池技术，考虑其与整车其他功能模块深度融合（如BMS、电驱动、制动、转向等）
- 考虑消费者整个生命周期电池使用需求，包括充换电、车电分离等业务生态的部署

3 权衡不同车型的电池成本、销量，以及收益，优化整体电池技术应用方案

- 考虑多种电池技术路线和方案，全面覆盖具目标细分市场客户需求
- 构建跨平台，跨产品的动力电池的整合财务测算模型，优化动力电池技术方案的整体经济性

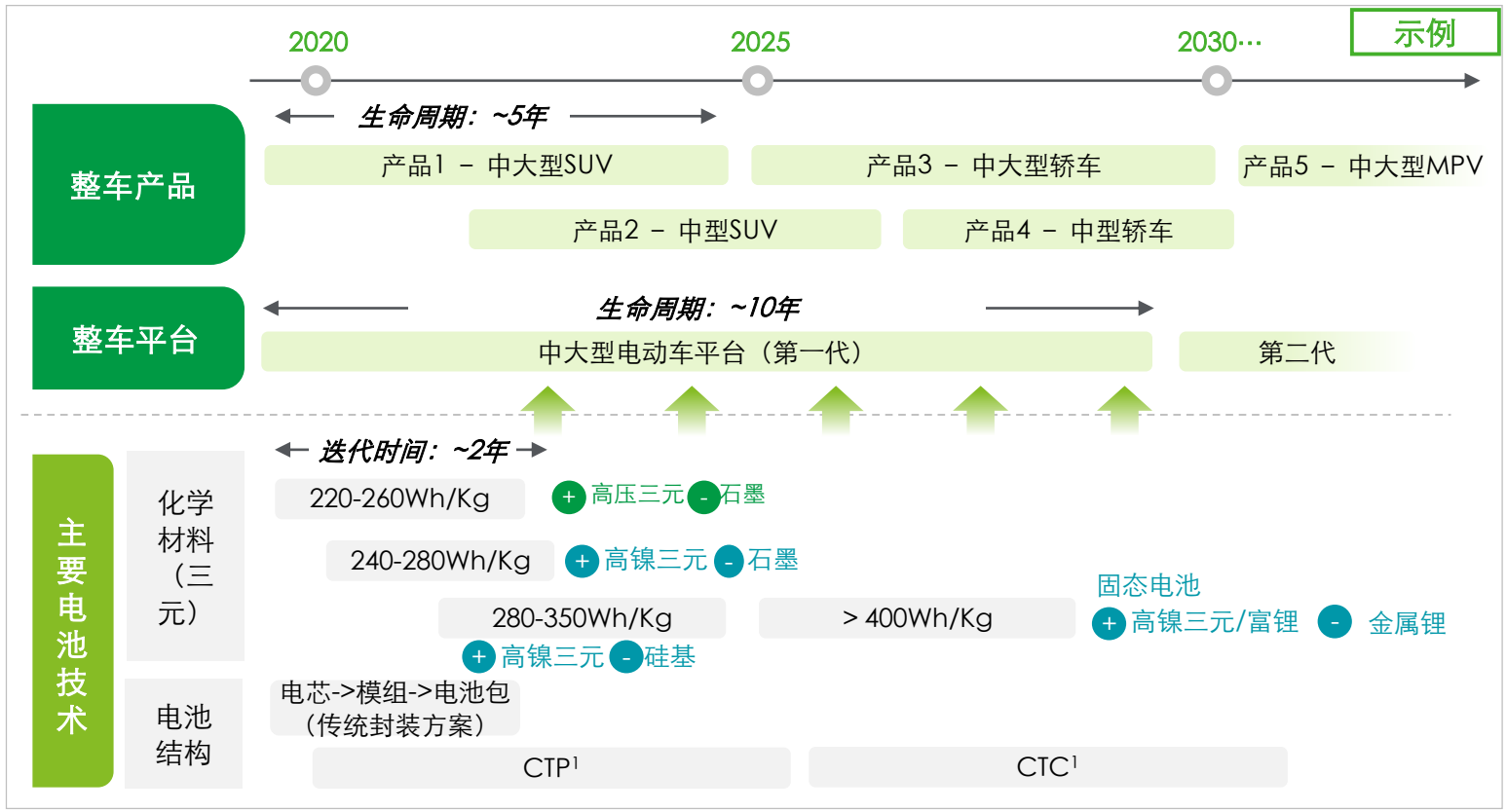
来源：德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

整车平台及相关技术的先进性

电池技术迭代迅速的背景下，整车企业需加强相关领域同步开发以快速集成电池技术

电动车平台vs电池技术迭代示意



对整车企业的启示

电动车整车平台一般以每十年一个周期进行技术迭代，而动力电池技术的迭代速度远快于电动车平台，同时由于传统车企对电池技术的掌控权不足，可能导致整车平台技术缺乏整体竞争力。因此，车企在进行整车平台及核心技术规划时需要做到：

- **打造电池技术前瞻性研究能力，预判未来电池技术迭代速度和演进路线**
  - 如特斯拉底盘一体压铸技术设计之初就考虑到适配CTC电池结构，以求大幅减少车重
- **加强和电池厂商合作，在整车平台生命周期内快速整合供应商新技术**
  - 如蔚来和宁德时代深度绑定，基于蔚来NP平台不断整合CPT、三锂电池包、半固态电池等创新电池技术
- **强化电池结构设计的标准化和模块化，为材料化学迭代提供兼容性和扩展性**
  - 如大众集团MEB平台在传统集成模式下，灵活设计电池布置灵活，可根据电池模组数量的不同提供不同续航里程的车型

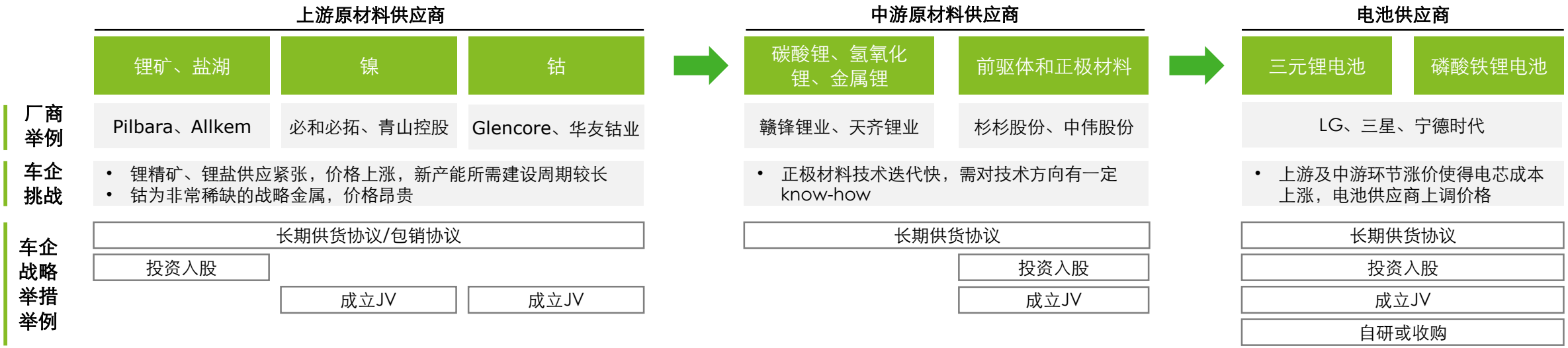
注：1. CTP-Cell to Pack，CTC-Cell to Chassis
来源：公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

原材料供应稳定与成本优化

整车企业需加强和电池供应商的合作，适当对中上游供应商进行垂直整合

整车企业对上游产业链的布局示意



对整车企业的启示

- **加强和电池供应商（一家或多家）的合作，保证稳定的电池价格和供货**
  - 通过签订战略供应协议（如宝马和宁德时代）、投资入股（如大众入股国轩高科），成立JV的方式（部分国内车企和宁德时代）保证电池原材料供应和价格的稳定性；少部分车企会选择自主研发电池（如长城、广汽）
  - 在合作伙伴的考虑上，可考虑引入符合其技术、供应要求的第二梯队供应商，以提升车企议价权，减少对现有供应商的过度依赖
- **垂直整合并中游关键材料供应商**（如宝马和赣锋锂业签订长期供货协议、大众和华友钴业共同设立三元正极材料公司）
- **部分产业链整合能力较强的车企可适当投资上游原材料企业，深入了解原材料市场动态和趋势并对冲原材料供应风险**
  - 与上原材料供应商签订战略供货协议/包销协议（如长城包销澳洲Pilgangoora矿），直接投资矿产资源或成立JV（如丰田入股Orocobre公司）

来源：公司官网，公开信息，德勤分析

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。



动力电池技术发展对相关企业的启示

动力电池技术发展对锂电及电池企业的启示

基于锂电池中期到远期的发展趋势，锂电及电池领军企业需要从战略高度思考以下问题：

整体战略规划
（Where to play）

- 企业是否有3-5年、5-10年匹配自身技术特点的、清晰合理的**电池技术路线图**?
- 对电池技术的**商业化应用及产能建设**有哪些规划？企业电池产品的优势、定位和核心应用领域是什么?
- 如何看待与**上下游企业的关系**？是否需要切入上游锁定电池材料甚至锂资源等原材料？与下游整车企业以供应关系为主还是建立战略合作关系?

技术研发布局
(How to win)

- 面对**材料体系迭代升级和结构革新**两条主要技术发展路线，企业选择或侧重哪条路线?
- 如何平衡或布局不同技术路线的研发投入，加速电池的研发进程和技术突破以应对行业内的激烈竞争?

- **研发目标**聚焦固液混合电池，还是将半固态作为过渡方案坚持以全固态形式为终极目标?
- 研发投入和技术布局要达到何种深度？如何避免“踏空”？
- 面对液态到固态较大的**产线改造**，是提前规划还是暂时观望?

- 面对远期锂资源短缺对行业的制约，企业目前有什么战略考量及**备选方案**?
- 考虑企业的可持续发展，是否需要储备**其他材料体系电池**的技术？是否考虑切入与锂电池原理相近的钠电池技术开发?

中短期 → 长期 → 远期

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。

动力电池技术发展对整车企业的启示

基于锂电池中期到远期的发展趋势，整车企业领军企业需要从战略高度思考以下问题：

整体战略规划
（Where to play）

- 企业3-5年、5-10年的**车型规划**如何与动力电池的技术发展趋势进行匹配?
- 选择什么技术路径进行电池研发？**独立自研还是与外部合作开发**？需要建立**哪些能力和优势**?
- 结合供应和需求的情况，是否考虑**向上游渗透进入电池制造环节**？如果是，进入哪个环节？通过什么方式进入?

技术研发布局
(How to win)

如何满足市场需求并实现产品差异化?

- 基于不同细分市场的需求和产品矩阵规划，**如何选用和配置现有的电池材料体系**？三元电池还是磷酸铁锂或其他电池?
- 如何影响或管控合作供应企业的电池技术开发以满足终端市场的期待?

如何打造电池技术的领先优势?

- 是否考虑加快固态电池技术布局，加大研发投入?
- 选择哪条**电解质路线**？聚合物、氧化物还是硫化物路线?
- 采用哪种方式进行布局？**是否考虑提升自研能力**以避免未来对电池企业依赖较大的局面?

如何维持原材料和电池产能供应的稳定性?

- 面对远期锂资源短缺对行业的制约，企业目前有什么战略考量及**备选方案**?
- 如何看待**钠离子电池**在动力电池领域甚至乘用车领域应用的可行性？是否考虑进行相关布局?

中短期 → 长期 → 远期

© 2022。欲了解更多信息，请联系德勤中国。