

全固态电池即将迎来量产元年

2024中国全固态电池产业研究

亿欧智库 <https://www.iyiou.com/research>

Copyright reserved to EO Intelligence, November 2024

报告背景

- ◆ 随着全球能源结构的转型和新能源汽车市场的快速增长，市场对高性能、高安全性电池的需求日益增加。全固态电池因其卓越的安全性、高能量密度和长循环寿命等特性，成为了能源存储和动力电池领域的研究热点。这种电池技术不仅对电动汽车行业的未来至关重要，也是推动能源革命和实现可持续发展的关键。
- ◆ 多个国家和地区，包括中国、美国、欧洲、日本和韩国，都在积极推动全固态电池技术的研发和产业化。国家的政策支持、企业研发投入和学术界的创新研究，共同构成了全固态电池技术发展的全球网络。技术突破和成本降低将加速全固态电池的商业化进程，预计2026年及之后有望实现大规模生产和应用。
- ◆ 科研、机器人等对成本敏感度较低的特殊领域，有望成为全固态电池早期应用的突破口。部分车企如丰田、宝马、大众、福特等已经明确了他们的全固态电池投产时间线，这些时间线的公布不仅显示了全固态电池技术发展的紧迫性，也反映了行业对这一技术趋势的共识。随着电池厂商、各场景应用方的积极布局，全固态电池的未来发展备受期待。

核心观点

- ◆ 全固态电池作为一种新型电池技术，它具有更高的能量密度和安全性，技术路线主要分为**氧化物、硫化物、聚合物三种类型**。预计到2030年，中国全固态电池产业规模将**超过1000亿元**。全球范围内，全固态电池技术也受到了欧美、日韩地区的重视，各地区根据自身特点发展出不同的模式。
- ◆ 全固态电池技术目前正处于发展初期，面临**材料、界面接触和生产制造**等挑战。硫化物全固态电池需要克服空气稳定性差、界面易反应和高制造成本等问题，恩力动力为代表的制造商正通过材料研发和工艺改进来解决问题。氧化物技术路线的挑战在于材料的易脆性、接触不良和特殊工艺要求，太蓝新能源等制造商正在通过技术攻关来克服难题。而聚合物路线则需要解决电解质的低导电率、化学和热稳定性差以及低机械强度的挑战，欣旺达等制造商正在通过材料创新和工艺改进来应对挑战。
- ◆ 全固态电池因高安全性和强环境适应性有望在**科研和新兴科技领域率先应用**。随着规模化生产的实现，预计成本将降低，性能将提升，应用将逐渐扩展至传统电子和电动载人工具场景。预期全固态电池技术成熟后，成本将显著下降，全固态电池有望应用在对成本敏感且对安全性要求高的工业和储能场景。
- ◆ **人工智能**为代表的新兴技术将推动全固态电池材料发现、电池设计、电池制造、BMS等关键环节的进步。预计**中、日、韩**为代表的技术领先国家将在全球市场展开激烈竞争，随着全固态电池的应用推广，竞争逐渐走向白热化。全固态电池的应用有望**从单一场景拓展至多元场景**，推动产业良性发展，加速**能源产业重构**。

目录 CONTENTS

01 中国全固态电池的发展背景介绍

- 1.1 全固态电池的概念和特征
- 1.2 全固态电池产业驱动因素
- 1.3 产业发展趋势与产业规模

02 中国全固态电池产业现状分析

- 2.1 中国全固态电池的产业图谱
- 2.2 中国硫化物全固态电池当前发展情况
- 2.3 中国氧化物全固态电池当前发展情况
- 2.4 中国聚合物全固态电池当前发展情况

03 中国全固态电池的应用场景研究

- 3.1 全固态电池落地场景分类
- 3.2 典型落地场景分析
- 3.3 全固态电池场景拓展路线研究

04 中国全固态电池产业发展趋势洞察

- 4.1 技术趋势
- 4.2 产业趋势
- 4.3 生态趋势
- 4.4 竞争趋势

目录 CONTENTS

01 中国全固态电池的发展背景介绍

- 1.1 全固态电池的概念和特征
- 1.2 全固态电池产业驱动因素
- 1.3 产业发展趋势与产业规模

02 中国全固态电池产业现状分析

- 2.1 中国全固态电池的产业图谱
- 2.2 中国硫化物全固态电池当前发展情况
- 2.3 中国氧化物全固态电池当前发展情况
- 2.4 中国聚合物全固态电池当前发展情况

03 中国全固态电池的应用场景研究

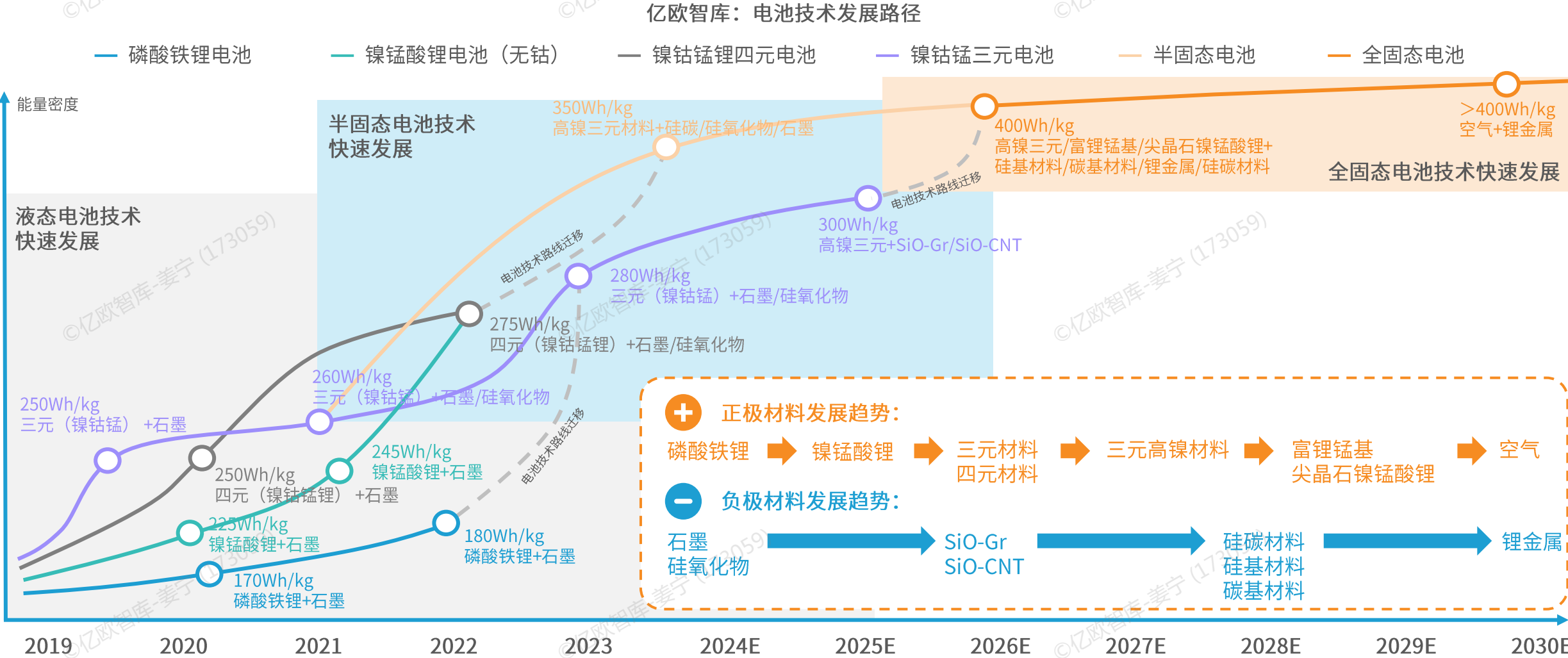
- 3.1 全固态电池落地场景分类
- 3.2 典型落地场景分析
- 3.3 全固态电池场景拓展路线研究

04 中国全固态电池产业发展趋势洞察

- 4.1 技术趋势
- 4.2 产业趋势
- 4.3 生态趋势
- 4.4 竞争趋势

1.1.1 全固态电池是采用固态电解质的新型电池，具有巨大的应用潜力

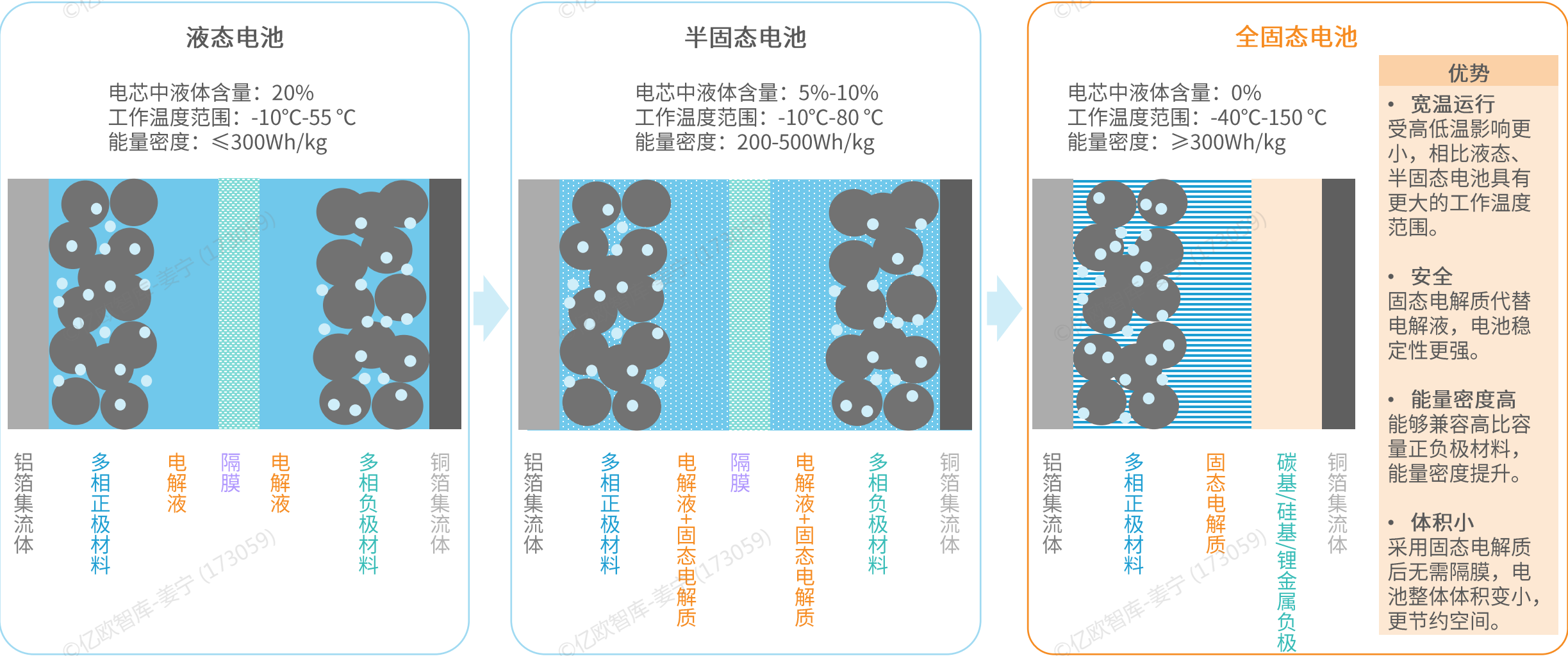
- ◆ 当前动力电池领域较多使用磷酸铁锂电池和三元材料电池，随着市场对电池能量密度需求的提升，电池技术更新迭代迫在眉睫。
- ◆ **全固态电池是构成电池的所有部件均是“固态”的电池。**该类型电池通过使用固态电解质替代电解液，不仅实现了更稳定的化学性能，还拓宽了电化学窗口，使得电池能够适配高电压正极材料以及高比容量负极材料，进而显著提高电池的能量密度，预期该类型电池2026年将迎来量产。



数据来源：东京工业大学、亿欧智库

1.1.2 全固态电池结构简洁，具有宽温运行、安全、能量密度高、体积小的优势

- ◆ 全固态电池采用固态电解质替代电解液后，电芯不再需要隔膜，电池结构趋于简洁。
- ◆ 与液态及半固态电池相比，全固态电池能够在更宽广的温度范围内稳定运行，展现出更高的热稳定性和化学安全性。此外，全固态电池支持更高的能量密度，这意味着在相同电能输出下，电池体积更为紧凑，有助于节省空间并提高设备的能效比。



1.1.3 当前全固态电池按照电解质分为氧化物、硫化物、聚合物三种类型

- ◆ 从固态电解质的化学体系角度看，全固态电池主要包括**聚合物、氧化物和硫化物三种类型**。
- ◆ 聚合物电解质对负极界面相容性好，剪切模量低，但是离子电导率较低、循环寿命较短，目前更多是与其他材料复合提升导电率和循环寿命；氧化物电解质电化学窗口宽，具有高热稳定性和高空气稳定性，但是柔韧性差；硫化物电解质具有高导电率，高热稳定性，但对水分敏感。

亿欧智库：当前全固态电池主要类别

主要类别	有机物电解质类	无机物电解质类	
	聚合物电解质全固态电池（复合材料为主）	氧化物电解质全固态电池	硫化物电解质全固态电池
电解质材料	聚氧化乙烯（PEO）/聚丙烯腈（PAN）/聚硅氧烷（PS）/聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）等聚合物电解质+其他类别电解质材料	晶态：NASICON/LLZO/LLTO 非晶态：LiPON	LPS体系：LiGPS LPGS体系：LiSnPS/LiSiPS
电解质离子导电率	PEO：10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶ S/cm PAN、PS：10 ⁻⁵ -10 ⁻⁴ S/cm PMMA：10 ⁻⁴ -10 ⁻³ S/cm	NASICON：10 ⁻⁴ S/cm LLZO：10 ⁻⁶ -10 ⁻⁵ S/cm LLTO：10 ⁻⁵ -10 ⁻³ S/cm	LiSiPS：10 ⁻⁷ -10 ⁻⁶ S/cm LiSnPS、LiGPS：10 ⁻³ -10 ⁻² S/cm
电化学窗口	较窄（0-4V）	宽（0-5.5V）	较宽（0-5V）
界面抗阻	较大	很大	大
界面相容性	高	高	低
热稳定性	高	高	高
空气稳定性	高	高	较差（水解生成H ₂ S）
能量密度	预期达600Wh/kg	预期达700Wh/kg	预期达900Wh/kg
技术难点	离子电导率较低、循环寿命较短	机械加工容易脆裂	对空气敏感

1.1.4 硫化物路线性能好、成本高，氧化物路线和聚合物复合路线性价比较好

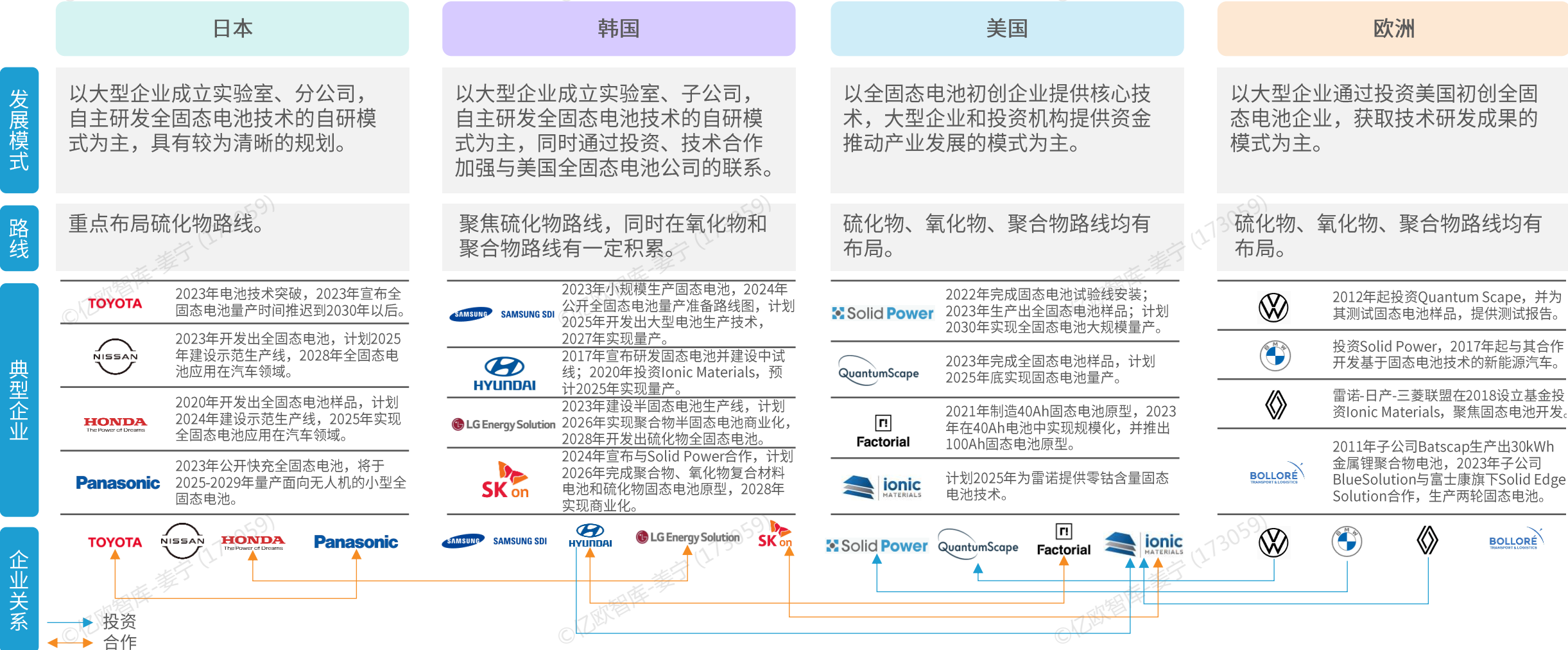
- ◆ 从成本角度看，硫化物路线由于采用了价格较高的原材料，材料成本相对其他路线更高，其导电率和能量密度也相对较高；聚合物复合电解质路线的制备过程涉及复杂的合成步骤和精细的加工技术，其制造成本相比其他路线更高；氧化物路线材料成本和制造成本居中，整体平衡性较好。
- ◆ 亿欧智库认为随着技术进步和规模化生产的实现，全固态电池的整体成本将逐步降低。

亿欧智库：典型全固态电池电池性能和成本估算表

		聚合物复合电解质路线			氧化物电解质路线			硫化物电解质路线	
电芯性能	能量密度:	400-600Wh/kg			450-700Wh/kg			450-900Wh/kg	
	电芯电压:	3.6-5V			3.6-5.5V			3.6-5V	
电解质材料	材料:	LLZO+PEO			LATP（属于NASICON）/LLZO/LLTO			LPS/LPGS	
	成本:	50-60万元/吨			30-40万元/吨			200-250元/吨	
正极材料	材料:	高镍三元	富锂锰基	尖晶石镍锰酸锂	高镍三元	富锂锰基	尖晶石镍锰酸锂	高镍三元	富锂锰基
	克容量:	280mAh/g	300mAh/g	133mAh/g	280mAh/g	300mAh/g	133mAh/g	280mAh/g	300mAh/g
	成本:	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨	16.8万元/吨
负极材料	材料:	硅碳	硅氧	锂金属	锂金属			硅碳	硅氧
	克容量:	610mAh/g	300mAh/g	3860mAh/g	3860mAh/g			610mAh/g	300mAh/g
	成本:	12万元/吨	9万元/吨	70万元/吨	70万元/吨			12万元/吨	9万元/吨
预估成本									
	总成本: 1.9-3.5元/Wh 制造成本: 1.4-2.2元/Wh 材料成本: 0.5-1.3元/Wh 总成本: 2.8-4.6元/Wh 制造成本: 1.3-1.8元/Wh 材料成本: 1.5-2.8元/Wh 总成本: 3.7-6.2元/Wh 制造成本: 1.1-1.4元/Wh 材料成本: 2.6-4.8元/Wh								
		聚合物复合电解质路线			氧化物电解质路线			硫化物电解质路线	

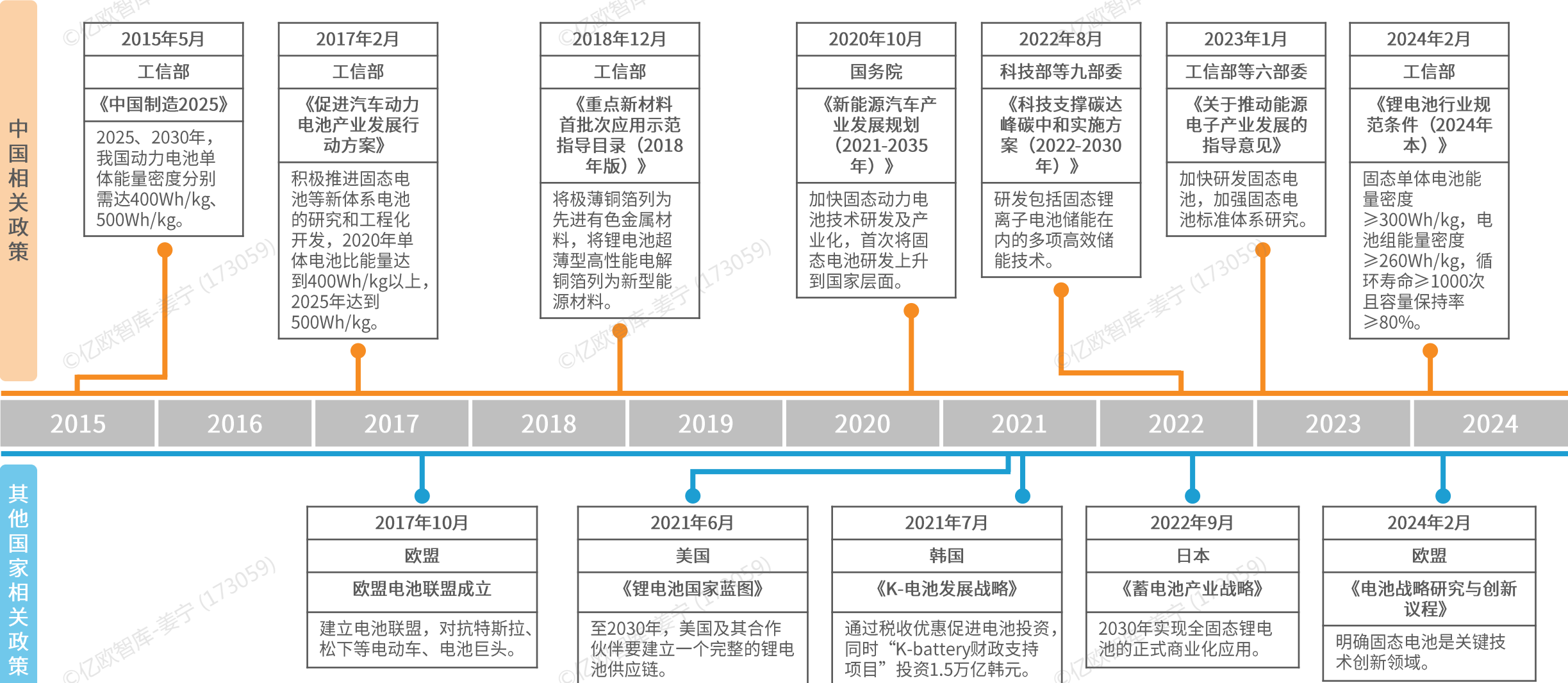
1.2.1 日韩领衔全固态电池技术发展，欧美地区全力跟进

- ◆ 日本、韩国在全固态电池发展方面较为领先，日韩以大型企业设立实验室、子公司的形式支持全固态电池发展，在技术路线上更加聚焦硫化物路线的发展。欧美地区通过投融资全力支持全固态电池初创企业发展，技术路线具有多样性。
- ◆ 在企业关系方面，日韩企业更多以技术合作、业务合作的形式加强联系，美欧企业在相关产业上的投融资合作密切。



1.2.1 中国积极出台政策支持固态电池发展，为产业发展指明方向

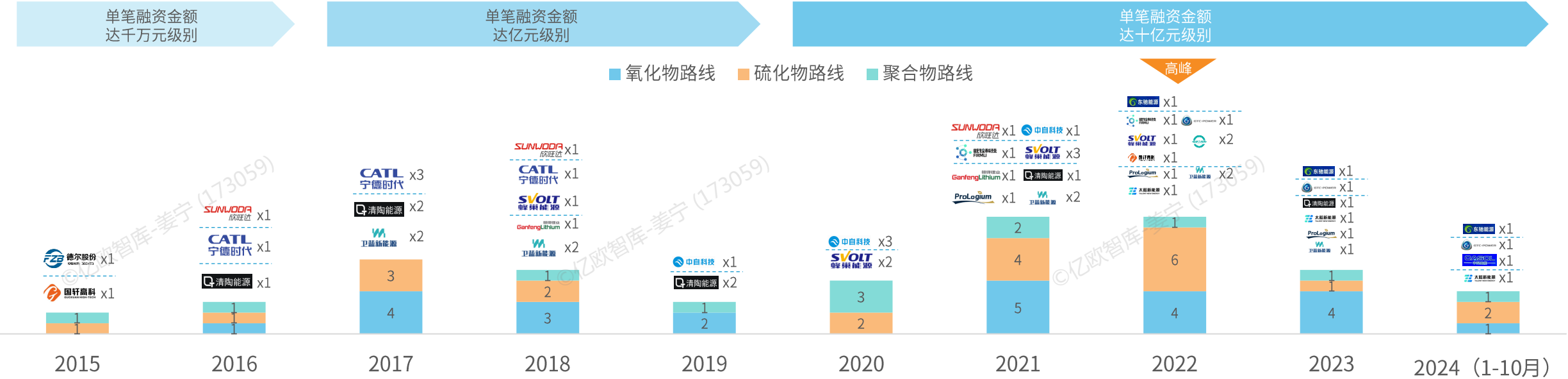
◆ 在全球电池产业快速发展的背景下，各国政府纷纷出台政策以促进本国电池产业的繁荣。中国在这一领域的政策支持尤为显著，不仅发布时间较早，而且在推动固态电池等先进技术发展方面态度明确，为未来电池产业的发展方向提供了强有力的指引。



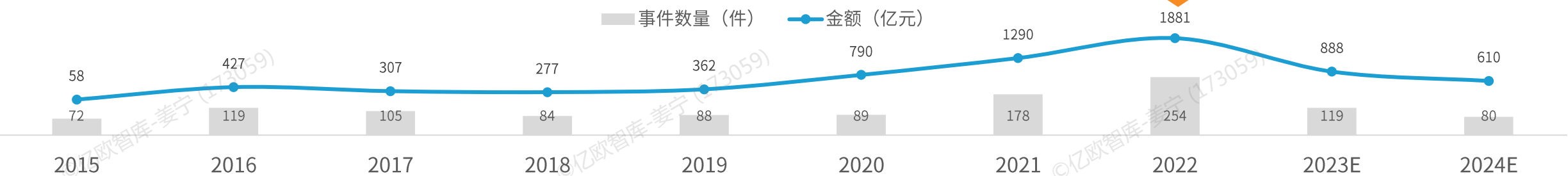
1.2.2 行业融资金额不断上升，融资事件向头部厂商集中，理性投资引领行业健康发展

- ◆ 中国全固态电池领域与动力电池行业的投融资趋势具有高度相关性，融资事件聚焦具有全固态电池研发实力的动力电池厂商。近年来氧化物、硫化物技术路线的融资案例增长突出，预计这种趋势将保持并可能进一步增强。
- ◆ 从单笔融资金额上看，全固态电池融资量级不断上升，2020年后单笔融资量级达到十亿元级别，头部企业与尾部企业在融资能力方面的差距逐渐拉大。从融资事件数量方面看，2022年达到高峰，之后相关融资事件数量逐渐下降，融资事件聚焦具有核心技术能力的头部企业。

亿欧智库：2015年1月-2024年10月 18家典型中国全固态电池厂商融资事件数量跟踪



亿欧智库：2015年-2024年 中国动力电池行业投资交易事件数量及金额



数据来源：亿欧数据、天眼查、IT桔子

- ◆ 用户对于消费电子、电动汽车、储能系统等场景使用的电池普遍存在担忧和焦虑，**用户痛点集中在续航、充电、安全三个方面**。其中续航能力低、充电频率高和充电时间长是引发用户电池焦虑的主要因素。
- ◆ 全固态电池具有能量密度高、安全性强的优势，能够有效缓解用户对于电池的焦虑，用户需求将推动全固态电池技术加速发展。

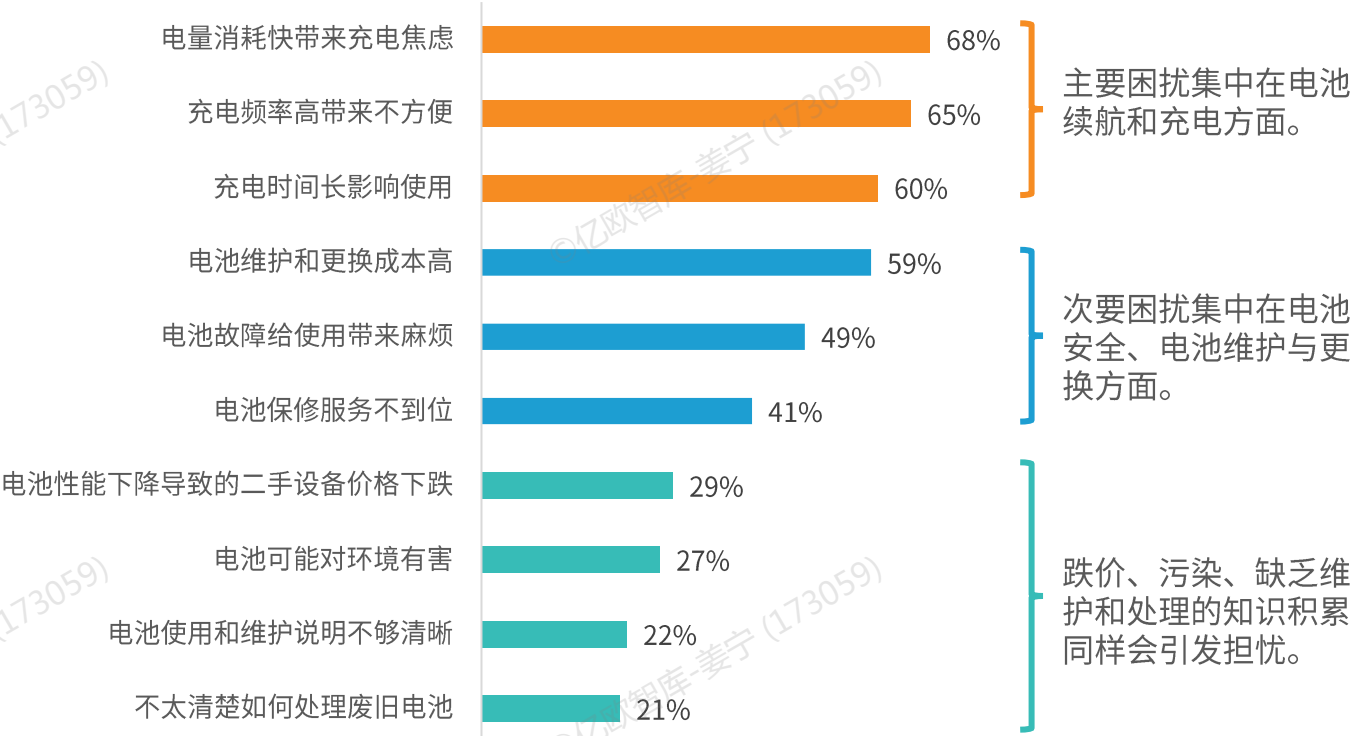
亿欧智库：2024年用户对电池的主要痛点

用户对于电池的痛点集中在**续航、充电、电池安全**等方面。这意味着如果使用能量密度更高、充电倍率更高、安全性更强的全固态电池与当前使用的传统电池技术互补，能够有效缓解用户用电焦虑。



亿欧智库：2024年用户对电池担忧的TOP10因素

由于当前电池技术的限制，电池普遍存在**电池续航能力不足，充电频率高，充电时间长**的问题。根据调研，60%以上的用户表示会因为电池电量消耗快、充电频率高、充电时间长而担忧。用户急需能量密度大、续航能力强、充电倍率高的电池技术与当前电池技术互补，缓解焦虑和担忧。

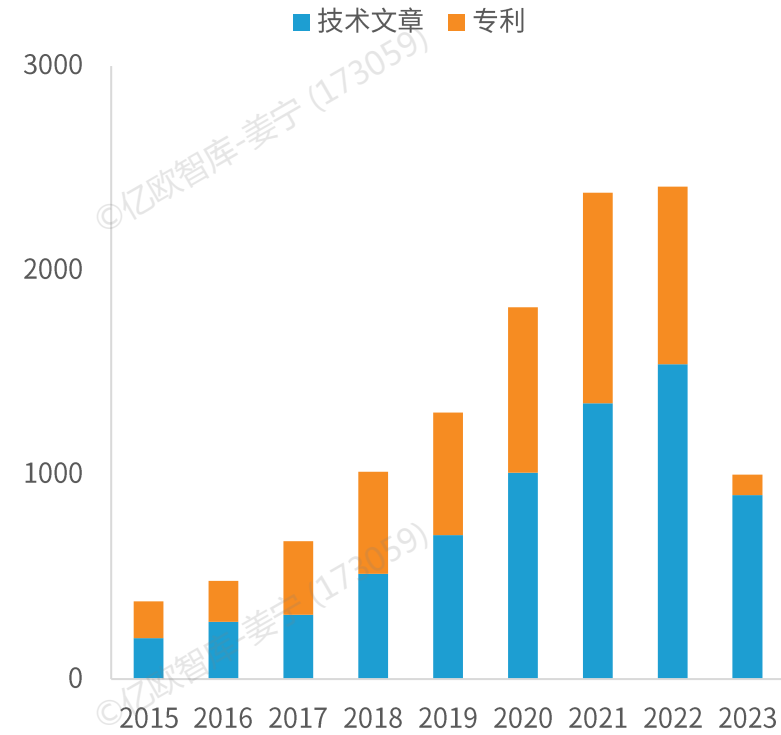


1.2.4 相关学术成果和专利技术快速增长，中国引领固态电池技术突破

- ◆ 固态电池和固态电解质技术正成为研发焦点，全球范围内相关技术论文与专利层出不穷，实验室到量产的转化进程正逐步加速。
- ◆ 中国固态电池领域的发展势头强劲，近年来在技术领域取得重要进展。中国固态电池、固态电解质相关的技术文章和专利数量超越欧美、日韩等老牌强国，展现强大的技术研发实力。

亿欧智库：2015-2023年全球固态电池和固态电解质相关技术文章、专利发表数量和占比情况

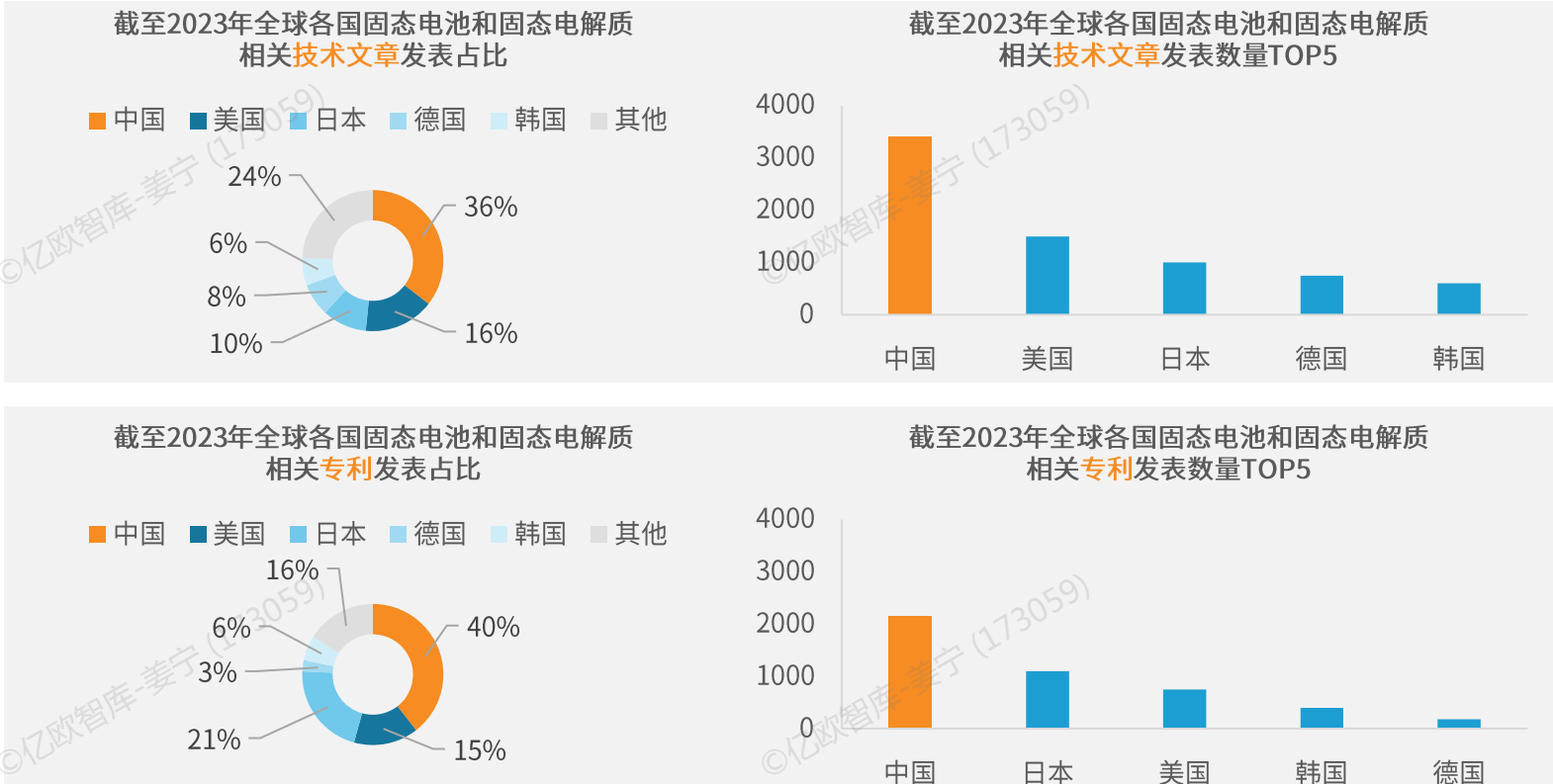
固态电池技术受到全球范围的广泛关注。随着学术和产业界在固态电池领域的深入探索，相关技术成果持续涌现，推动着固态电池技术向成熟化、市场化迈进。



数据来源：《Solid-state lithium batteries-from fundamental research to industrial progress》

亿欧智库：至2023年全球各国固态电池和固态电解质相关文章、专利发表情况

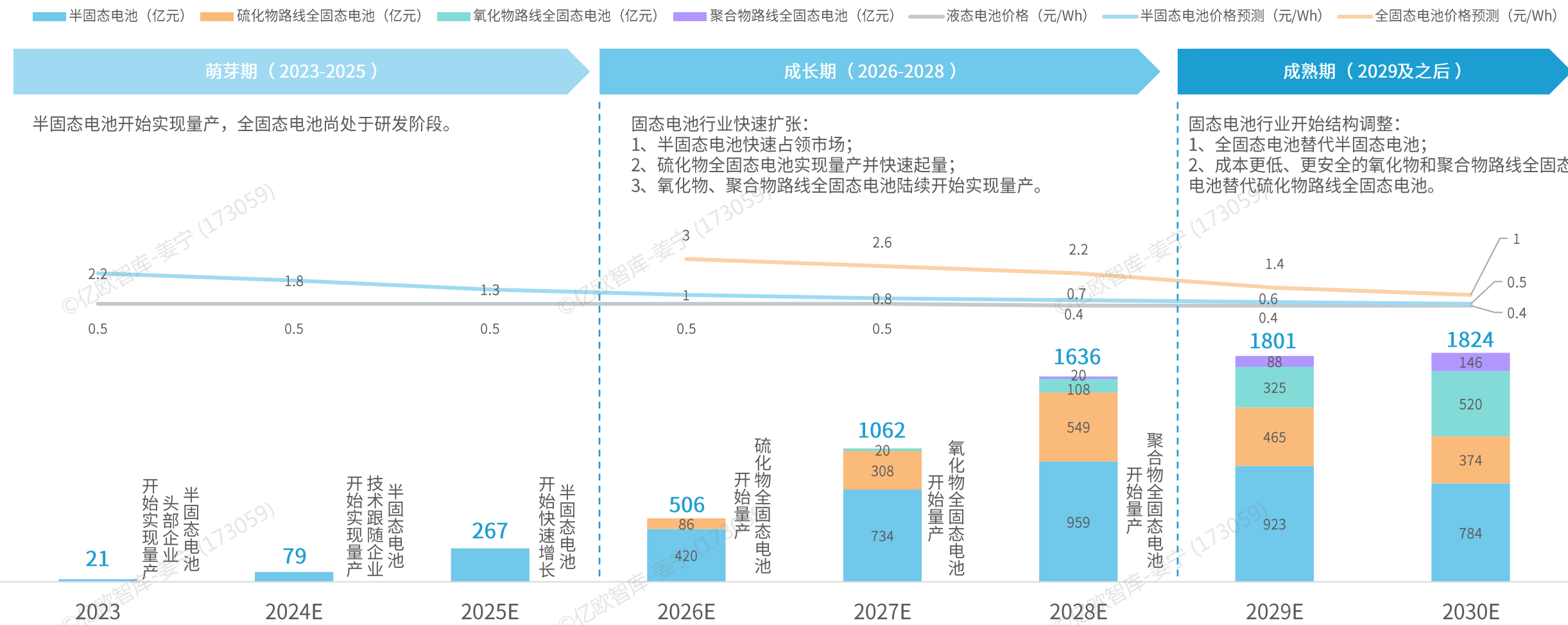
近年来，中国在电池领域的技术文章和专利数量正逐步赶超传统电池强国，全球创新格局正在经历着深刻的变革。中国通过在固态电池技术领域的深入研发，在学术研究上取得了重要进展。中国正在努力实现电池领域的弯道超车，展现出强大的竞争力和发展潜力，未来有望在全球固态电池产业中占据更加重要的地位。



1.3 预期2026年全国固态电池将初步实现量产，至2030年产业规模超1000亿元

◆ 2026-2028年是不同技术路线全国固态电池实现量产的关键阶段，其中**硫化物路线有望在2026年率先实现量产**。2029年之后，随着全国固态电池价格下降，固态电池产业将进入成熟期的结构调阶段。亿欧智库认为全国固态电池替代半固态电池，氧化物和聚合物路线全国固态电池替代成本更高的硫化物路线全国固态电池或是成熟期的调整方向。**预期2030年全国固态电池产业规模超1000亿元**，固态电池产业规模超1800亿元。

亿欧智库：中国固态电池产业规模



目录 CONTENTS

01 中国全固态电池的发展背景介绍

- 1.1 全固态电池的概念和特征
- 1.2 全固态电池产业驱动因素
- 1.3 产业发展趋势与产业规模

02 中国全固态电池产业现状分析

- 2.1 中国全固态电池的产业图谱
- 2.2 中国硫化物全固态电池当前发展情况
- 2.3 中国氧化物全固态电池当前发展情况
- 2.4 中国聚合物全固态电池当前发展情况

03 中国全固态电池的应用场景研究

- 3.1 全固态电池落地场景分类
- 3.2 典型落地场景分析
- 3.3 全固态电池场景拓展路线研究

04 中国全固态电池产业发展趋势洞察

- 4.1 技术趋势
- 4.2 产业趋势
- 4.3 生态趋势
- 4.4 竞争趋势

2.1.1 电池厂商把控产业关键环节，是推动研发和量产的中坚力量

◆ 全国态电池的产业链涵盖了从原材料的开采到最终应用的各个环节。技术的不断进步和产业化的加速推进，预示着全国态电池未来将在多个领域发挥重要作用。**电池制造商是主导研发、推动产业化发展的核心力量**，锂电池巨头重点把控电池设计、组装和测试等关键环节。全国态电池未来应用领域广泛，**有望在消费领域率先落地**。

亿欧智库：中国全固态电池产业图谱



注：图谱仅包含代表领域的部分企业，未包含全部企业，且排序不分先后，应用场景不包含军工领域

2.1.2 动力电池厂商积极布局全固态电池技术研发，部分厂商已实现原型样件的开发

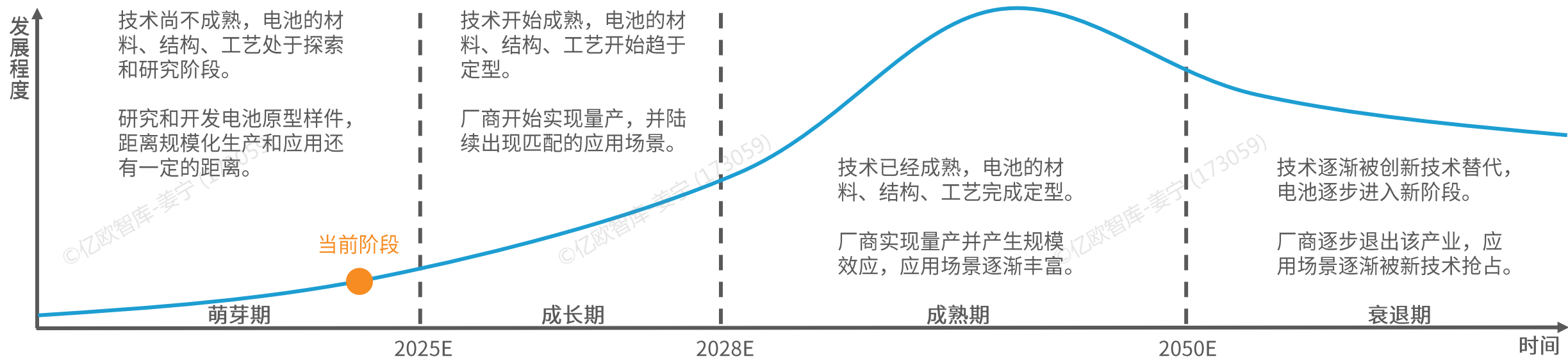
- ◆ 中国动力电池厂商积极布局全固态电池的研发，部分厂商已实现全固态电池A样的生产与测试，并聚焦生产工艺和电池材料的进一步探索。
- ◆ 随着越来越多的全固态电池厂商取得技术进展，亿欧智库认为全固态电池技术有望在未来几年内实现重要突破。

硫化物路线	CATL 宁德时代 研发比能量$\geq 400\text{Wh/kg}$全固态电池，10Ah级别的验证平台下，通过加压全电池3C倍率能实现6000次超长循环。	国轩高科 GUOXUAN HIGH-TECH 研发比能量350Wh/kg全固态电池，电池循环寿命可达3000圈，预期2026-2027年实现小批量上车实验。	ENPOWER 研发比能量350Wh/kg全固态电池，电池循环寿命可达1000圈，预期2026-2027年实现实现量产。	弗迪科技 Firdine Technology 研发比能量280Wh/kg全固态电池，电池容量$\geq 60\text{Ah}$，2026-2027年实现小批量生产，电池预期搭载在比亚迪高端车型上。
氧化物路线	Q 清陶能源 研发比能量$\geq 500\text{Wh/kg}$全固态电池，积极探索通过高电压锰基正极材料提升电池单体电压的方法。	太蓝新能源 TALENT NEW ENERGY 研发比能量720Wh/kg全固态电池，电池容量达120Ah，预期使用在3C数码、无人机、汽车场景。	ProLogium 研发比能量383Wh/kg全固态电池，电池可在室温环境下循环500次，并与与梅赛德斯奔驰合作开发电动车专用固态电池。	赣锋锂业 Ganfeng Lithium 与长安汽车合作全固态电池研发，预期2025年量产全固态电池。
聚合物复合路线	SUNWODA 欣旺达 研发比能量500Wh/kg的第二代全固态电池，预期2026年400Wh/kg的第一代全固态电池将实现量产。	FZB 德尔股份 股票代码：300473 全固态电池处于测试和研发阶段，与江铃集团展开战略合作，探索固态电池应用于新能源车型。	中自科技 积极与国内高校合作开发固态电池以及固态电池核心材料。	卫蓝新能源 当前聚焦半固态电池的研发与生产，预计2027年实现全固态电池量产。

2.1.3 要实现全固态电池技术的成熟和量产，必须解决材料、界面接触和生产制造问题

- ◆ 全固态电池当前处于**技术萌芽期**，材料和工艺尚处于探索和研究阶段，距离规模化量产还有一定的距离。
- ◆ 全固态电池在技术方面主要需要解决材料和界面接触问题，在生产制造方面主要需要解决工艺不成熟、制造设备不完善的问题。

亿欧智库：中国全固态电池技术发展尚处于初始阶段



当前阶段主要面临的问题

技术方面：材料问题

固态电解质的离子电导率偏低
相比于液态电解质，固态电解质的离子迁移能垒较高，导致离子电导率较低。

金属锂的可充性问题
金属锂作为负极材料时，其在充放电过程中容易产生枝晶。

技术方面：界面接触问题

固-固界面接触不良导致导电性差
固态电解质缺乏流动性，导致其与电极之间的接触面积较小，从而增加了界面阻抗。

固-固界面接触的化学稳定性差
界面处的化学稳定性不佳导致空间电荷层的形成，界面反应生成界面层和元素的相互扩散。

生产方面：生产制造问题

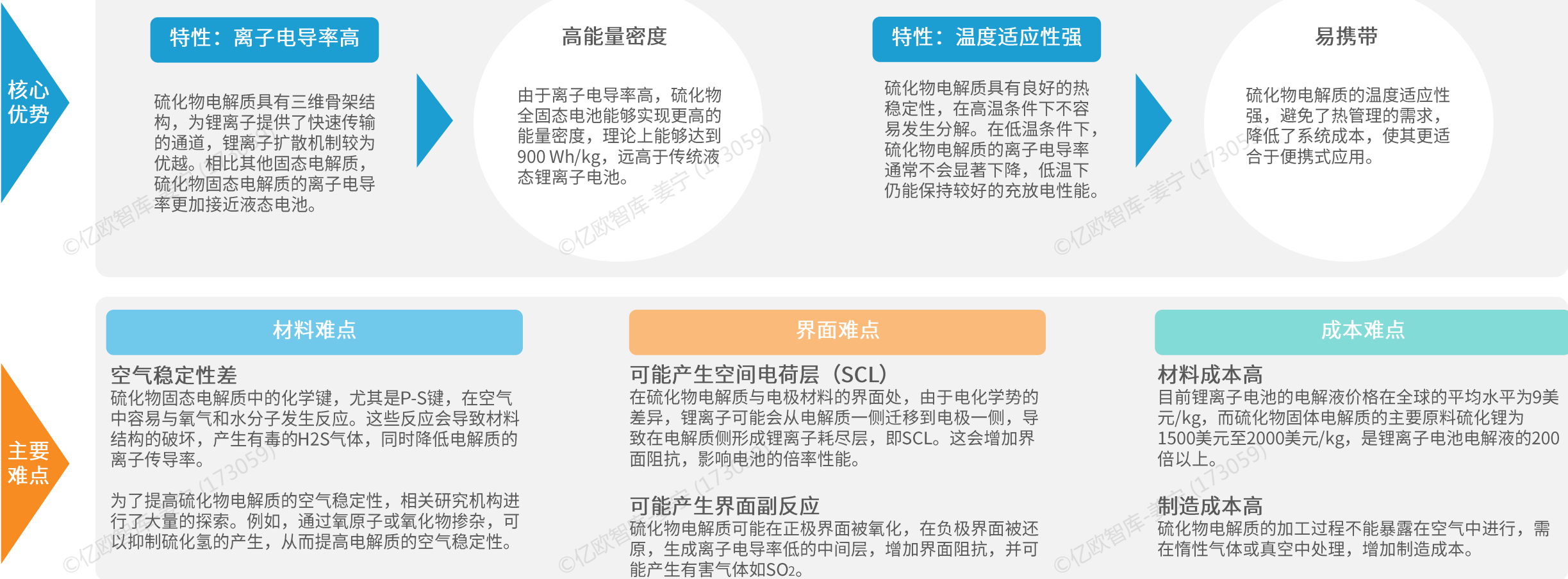
生产工艺缺失
适合全固态电池的量产技术尚未成熟，部分工艺尚处于研究和改进阶段。

制造设备不完善
全固态电池需要的部分独特环节需要特定的制造设备，部分设备尚未实现量产。

2.2 硫化物路线主要需要解决空气稳定性、界面反应、材料制造成本等方面的问题

- ◆ 由于离子电导率高、温度适应性强，硫化物全固态电池具有能量密度高和易携带的核心优势。
- ◆ 目前该技术路线面临多个挑战，包括硫化物电解质特性导致的空气中稳定性差，可能产生空间电荷层和界面副反应，以及材料和制造成本较高。为了克服这些挑战，相关企业正在探索改良电解质配方、优化界面处理技术，并寻求成本效益更高的材料和制造工艺。

亿欧智库：硫化物全固态电池的核心优势与主要难点



2.2 材料技术研发、生产工艺改进和生态合作三者结合，有望解决硫化物路线面临的难题

- ◆ 针对硫化物技术路线面临的难题，恩力动力通过整合材料技术、生产工艺和产业链合作，展示了解决硫化物全固态电池技术挑战的潜力。
- ◆ 该公司通过采用改性材料和界面保护材料来增强电池的稳定性，同时自主研发设备来优化生产流程。此外，恩力动力还与上下游合作伙伴紧密协作，以降低成本和提高生产效率。预计到2026年，硫化物全固态电池将实现大规模生产。这些高性能电池预计将首先应用于高价值领域，如DEMO机器人等，以满足这些特殊场景对电池性能的严苛要求。

亿欧智库：恩力动力通过加强研发与合作保障自身优势

恩力动力综合利用**新材料开发、新工艺研究、上下游合作**多种方式，保障硫化物技术路线的稳定性，并降低产品成本，逐步实现硫化物全固态电池的开发与生产。

材料改性提升空气稳定性

通过元素掺杂实现材料改性，从而增加材料稳定性。元素掺杂可以改变电解质的晶体结构，形成更稳定的化学键，减少有害反应产物，增强硫化物电解质空气稳定性。

上下游合作降低材料成本

与上游材料公司合作，选择高效合成路线，大幅缩短工艺流程，解决硫化锂材料高的问题，实现原材料价格优势，并保障材料具有较高的离子电导率。

保护材料提升界面稳定性

与日本相关产业头部厂商合作，研发界面层亚微米极的保护材料及材料导入，通过复合界面保护材料的应用来增加界面稳定性。

研发设备提升生产效率

与璞泰来合作，从头开始研发全固态电池专用设备，重点研究十兆瓦、百兆瓦级别干法设备。通过应用专用设备，提高生产效率，降低生产成本。

亿欧智库：恩力动力针对不同需求设计不同类型的电池产品



Fleet LMB Energe

- ✓ 锂金属作为电池负极
- ✓ 高能量密度
- ✓ 超薄



Horizon LFP Power

- ✓ 利用超锂离子和磷酸铁锂等传统化学物质
- ✓ 充放电速度快
- ✓ 高能量密度和功率



Roadz and Kosmos

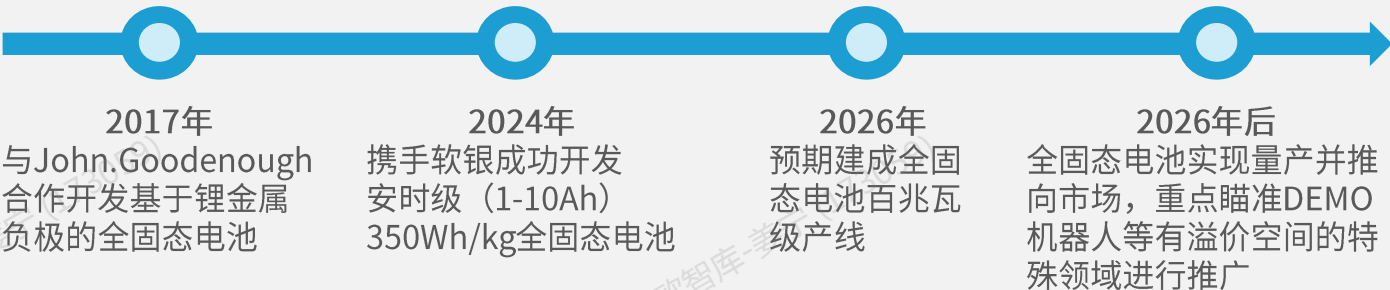
- ✓ 半固态电池 (Roads) 预期2025年量产
- ✓ 全固态电池 (Kosmos) 预期2026年量产



Swift Si-C Power

- ✓ 超薄锂金属
- ✓ 功率大、重量轻
- ✓ 充放电性能快
- ✓ 预期2024年底-2025年推出

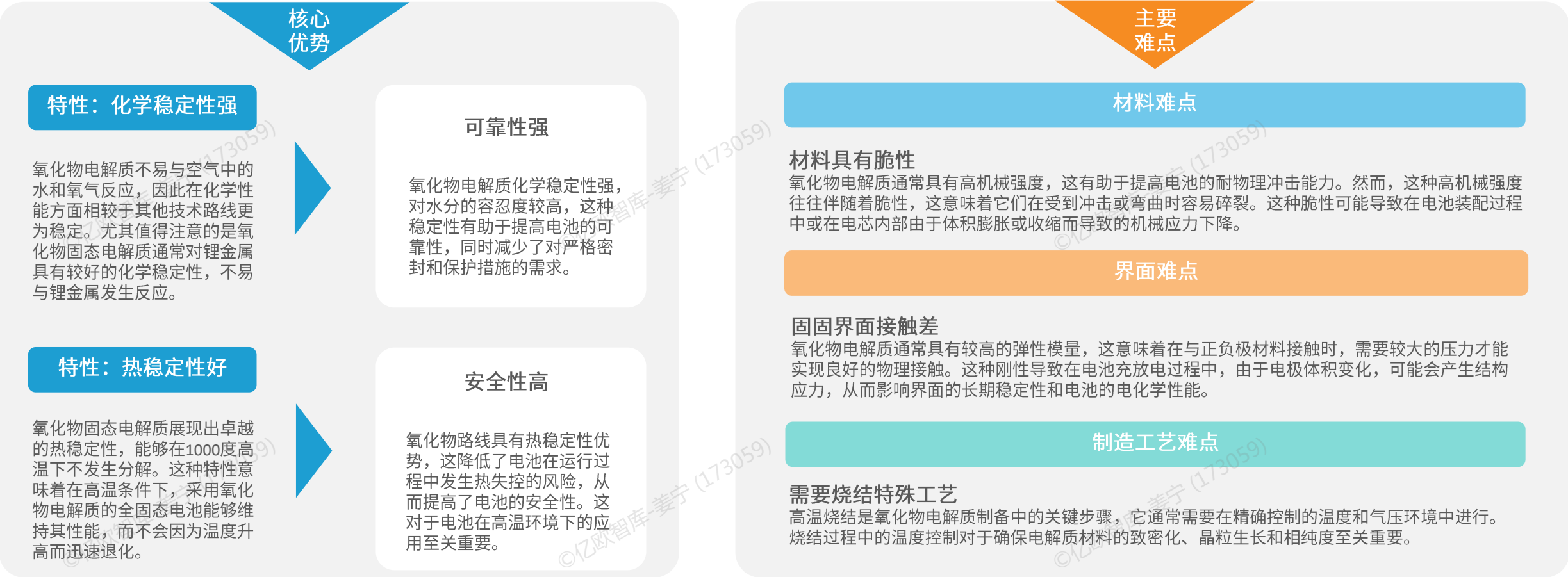
亿欧智库：预计恩力动力2026年及以后实现硫化物全固态电池量产



2.3 氧化物技术路线需要解决氧化物材料带来的易脆、接触不良、需要特殊工艺难题

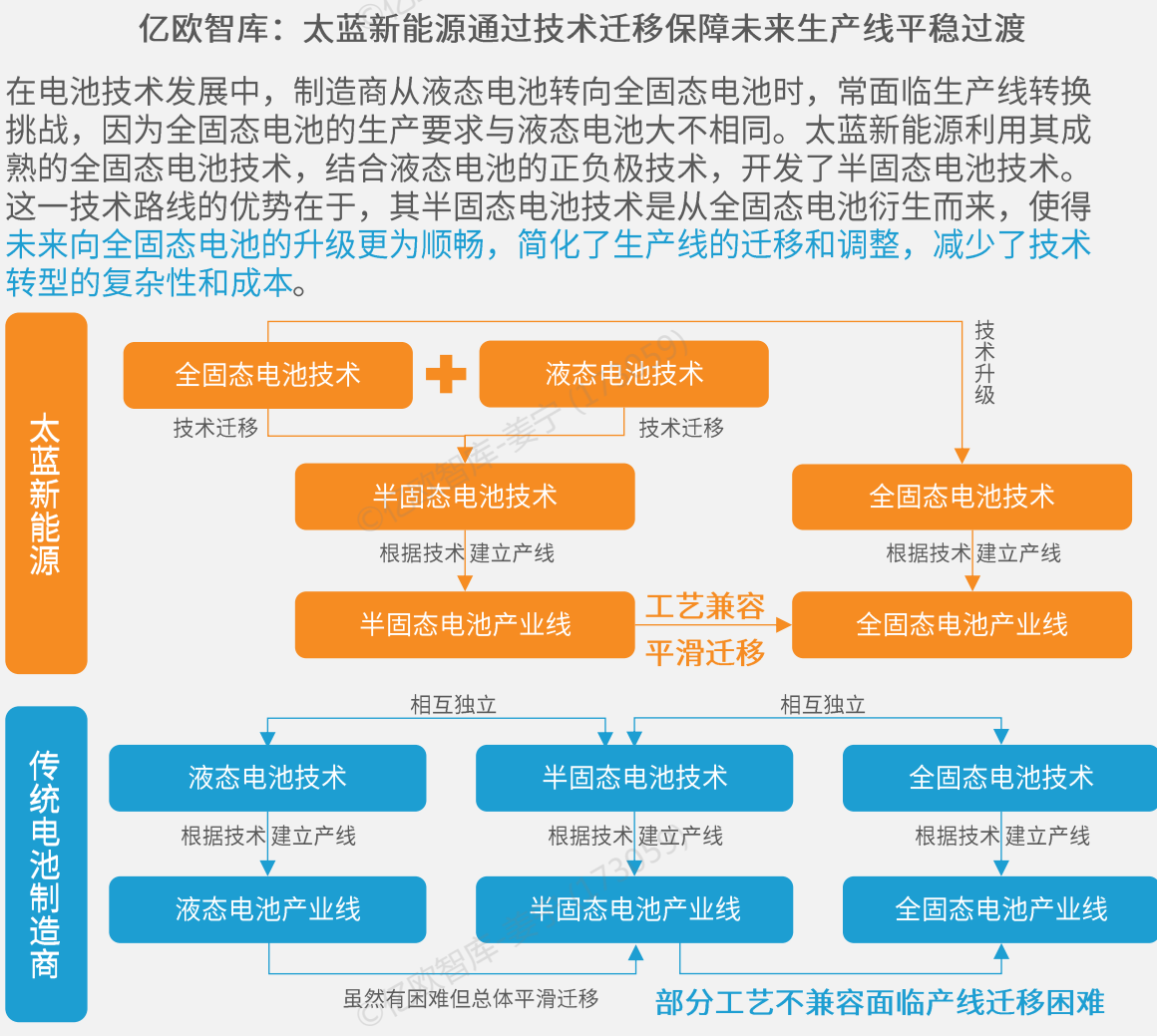
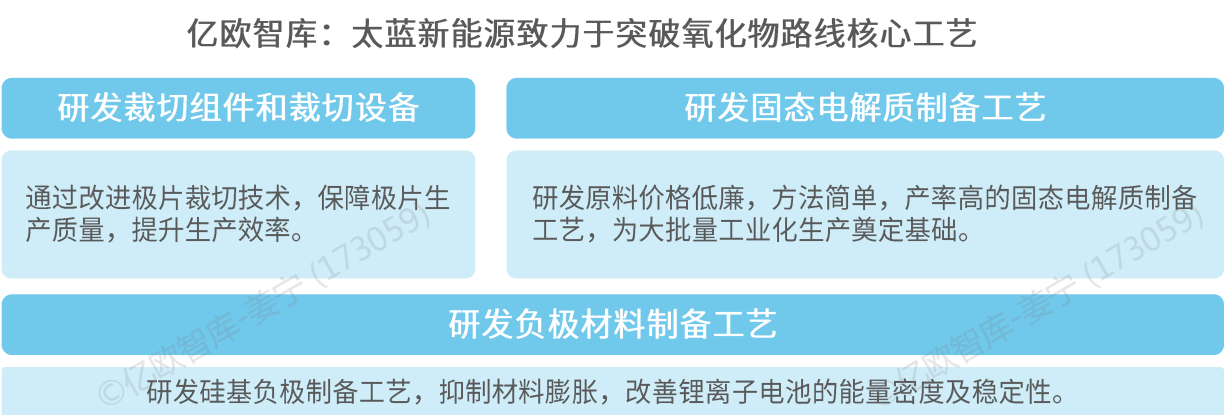
- ◆ 氧化物技术路线采用氧化物电解质，该类电解质在化学稳定性和热稳定性方面表现优异，具有较强的可靠性和安全性。
- ◆ 氧化物电解质机械强度高伴随着脆性大的特质，这种特质带来了固固界面接触不良的问题，以及需要在高温高压条件下进行烧结的工艺难题。为了解决氧化物电解质特性带来的难题，相关企业正在探索多种策略，包括界面修饰、材料创新以及优化电池设计等。

亿欧智库：氧化物全固态电池的核心优势与主要难点



2.3 材料研发与技术攻关是解决氧化物技术路线问题的关键，同时需要考虑产线迁移问题

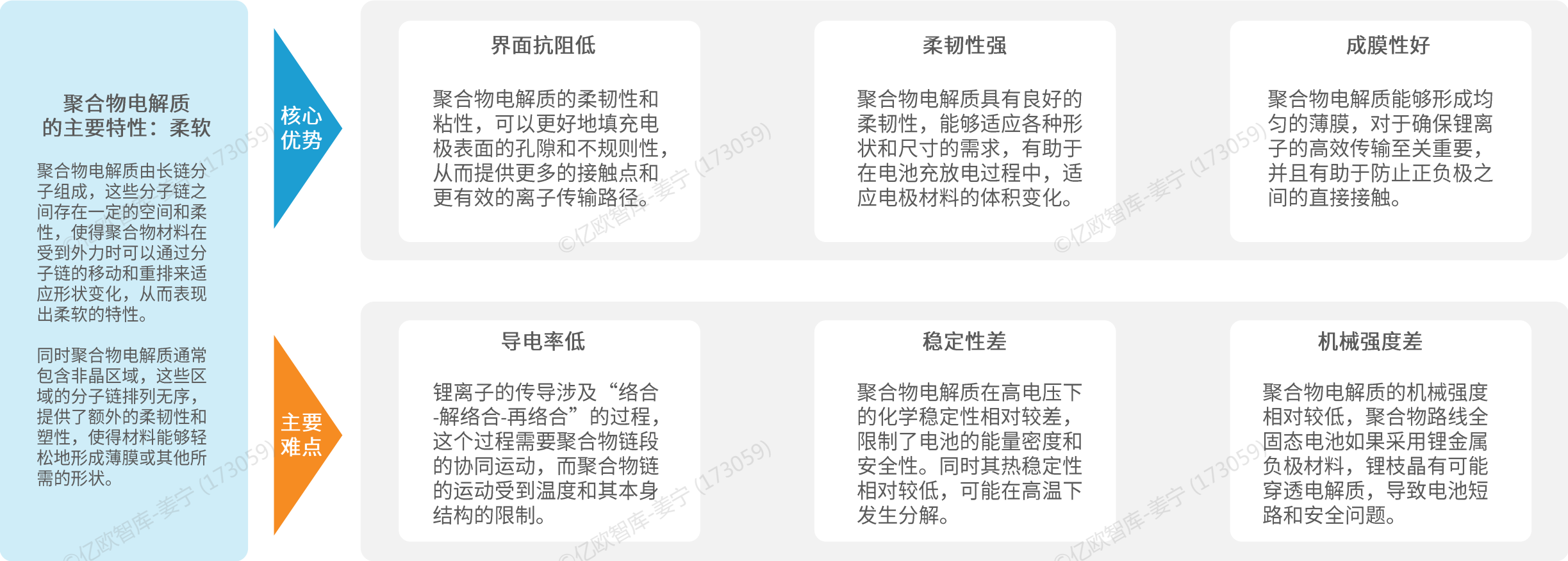
- ◆ 针对氧化物路线的技术难题，太蓝新能源积极研发“高导锂氧聚复合材料技术”、“原位亚微米工业制膜（ISFD）技术”和“界面柔化技术”等核心技术，攻关氧化物路线离子电导率低、固固接触不稳定、材料脆性问题。同时聚焦工艺改进，提升生产质量、降低生产成本。
- ◆ 太蓝新能源凭借全固态电池技术优势，通过技术迁移确保未来半固态电池生产线平稳过渡至全固态电池生产线。



2.4 聚合物路线当前面临聚合物电解质特性带来的导电率低、稳定性差、机械强度低难题

- ◆ 聚合物电解质材质柔软，因此具有界面抗阻低、柔韧性强、成膜性好的优势，能够较好克服全固态电池常见的固固界面接触不良的问题。
- ◆ 聚合物技术路线当前主要需要解决导电率低、化学稳定性和热稳定性差、机械强度差的问题。相关企业正在探索多种策略，包括物理调控、化学调控、优化聚合物结构、引入无机填料、使用新型锂盐、以及通过添加剂工程和电解质形貌调控等方法攻克上述难题。

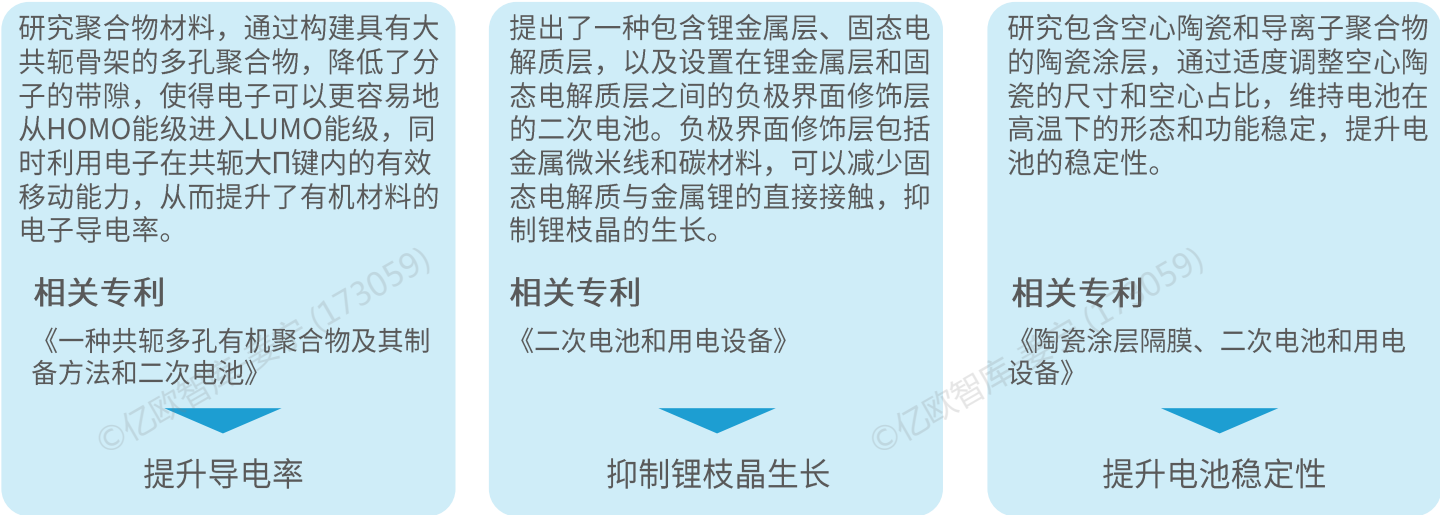
亿欧智库：聚合物全固态电池的核心优势与主要难点



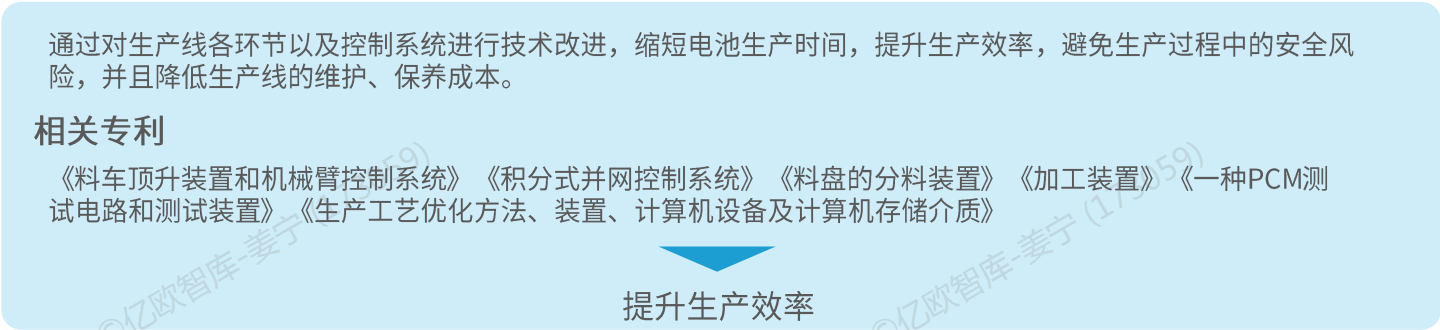
2.4 创新电池材料和改进生产工艺，有望实现聚合物复合全固态电池技术成熟

- ◆ 欣旺达通过研发新材料，增强固态电解质离子电导率，避免电池稳定性不足的问题。该方案在电池界面修饰层方面，能够有效降低锂枝晶生长带来的安全风险。
- ◆ 预计2026年，聚合物复合全固态电池有望进入中试生产阶段，预期该类型电池有望率先应用在对电池安全性要求较高的领域。

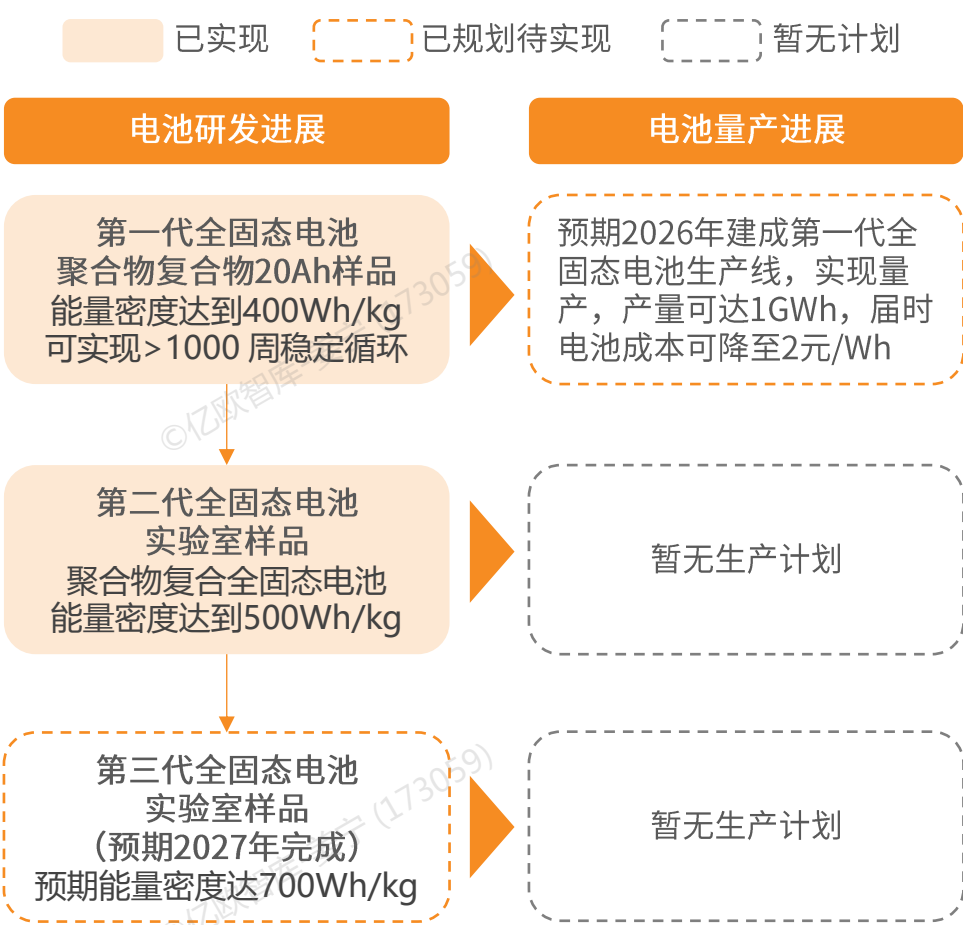
亿欧智库：欣旺达**电池材料**改进相关的专利技术



亿欧智库：欣旺达**电池生产线**改进相关的专利技术



亿欧智库：欣旺达全固态电池研发和量产进展



目录 CONTENTS

01 中国全固态电池的发展背景介绍

- 1.1 全固态电池的概念和特征
- 1.2 全固态电池产业驱动因素
- 1.3 产业发展趋势与产业规模

02 中国全固态电池产业现状分析

- 2.1 中国全固态电池的产业图谱
- 2.2 中国硫化物全固态电池当前发展情况
- 2.3 中国氧化物全固态电池当前发展情况
- 2.4 中国聚合物全固态电池当前发展情况

03 中国全固态电池的应用场景研究

- 3.1 全固态电池落地场景分类
- 3.2 典型落地场景分析
- 3.3 全固态电池场景拓展路线研究

04 中国全固态电池产业发展趋势洞察

- 4.1 技术趋势
- 4.2 产业趋势
- 4.3 生态趋势
- 4.4 竞争趋势

3.1.1 全固态电池落地场景可按照对成本的敏感性和能力密度要求建立坐标体系

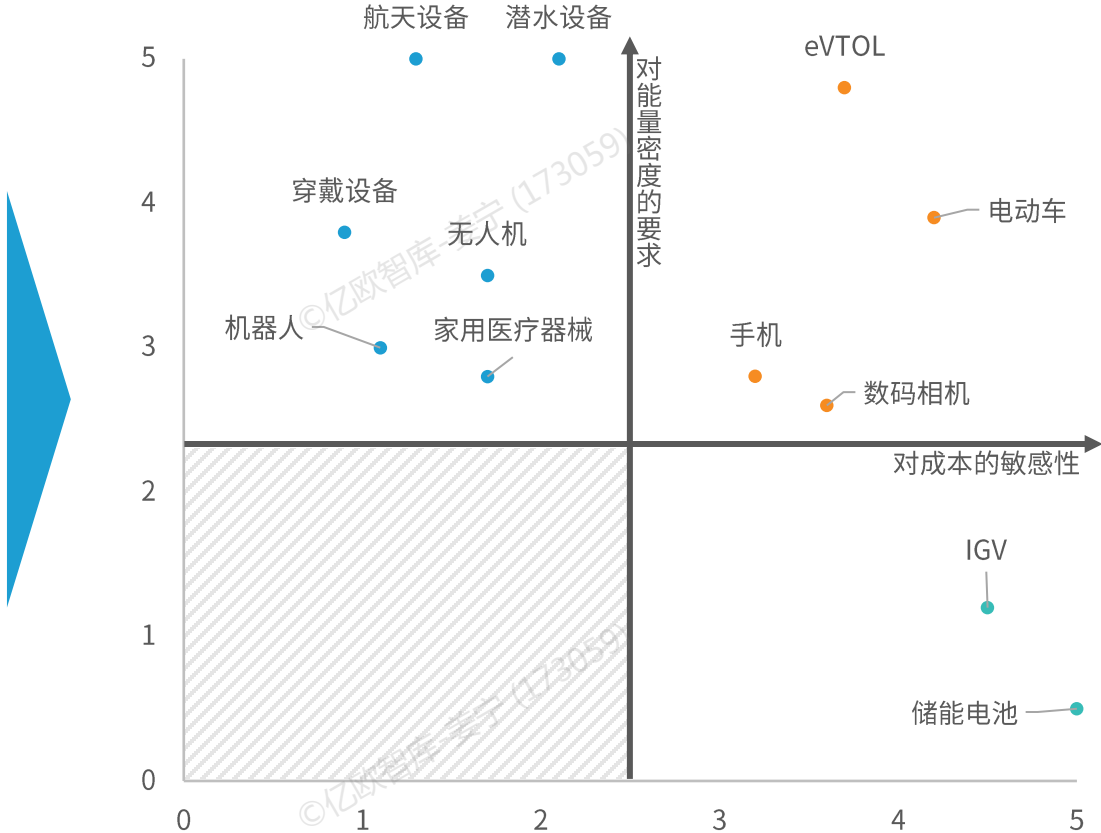
◆ 亿欧智库根据专家访谈结果，总结了12种全固态电池可能落地应用的场景，并从“对成本的敏感性”和“对能量密度的要求”维度进行专家打分，在此基础上建立坐标系，标定不同场景在坐标系中的位置。其中，成本敏感性越高意味着越注重电池的性价比，而能量密度要求越高则表示越重视电池的性能和续航能力。

亿欧智库：全固态电池潜力应用场景与打分

场景	不同场景的市场需求特点	对成本的敏感性	对能量密度要求
手机	用户期待电池具有较大的容量，能够支持更长的使用时间，具有较快的充电速度，最好能够适应多样化的环境，并期待新电池技术尽量不影响手机性价比。	3.2	2.8
数码相机	用户期待电池具有较高的能量密度，以支持长时间的拍摄和录制视频，同时希望电池能够在各种光线和温度条件下保持稳定性能。	3.6	2.6
无人机	用户需要电池具有长续航能力，以支持无人机进行长时间的飞行和数据收集，同时要求电池能够在极端天气条件下保持性能，且具有轻量化设计，以减少无人机的负载。	1.7	3.5
机器人	用户期待电池能够提供持续稳定的电力输出，以支持机器人长时间任务执行，并且期待电池体积小、容量大、重量轻、充电快，提升机器人的工作效率。	1.1	3
穿戴设备	用户需要电池具有小尺寸和轻量化设计，以适应穿戴设备的紧凑空间和佩戴舒适性。用户还期待电池能够提供足够的电量，支持设备在一天中的正常使用。	0.9	3.8
家用医疗器械	用户期待电池具有高可靠性和稳定性，以确保医疗设备在关键时刻能够正常工作。用户还希望电池能够提供足够的电量，支持设备在没有电源的情况下长时间运行。	1.7	2.8
电动车	用户期待电池具有长续航能力，以支持电动车的长途行驶。用户还希望电池能够快速充电，并在不同的气候条件下保持性能稳定。此外，用户期待电池技术的进步能够带来更安全、更环保的电动车使用体验。	4.2	3.9
eVTOL	用户需要电池具有高能量密度和高瞬时放电倍率，以支持eVTOL的起飞、巡航和降落。用户还期待电池具有良好的热管理系统和高安全性，以适应高空飞行的特殊要求。用户也希望电池的寿命周期内更换频率低减少维护成本。	3.2	4.8
潜水设备	用户期待电池能够在高压和低温的深海环境中稳定工作，提供持续的电力供应。用户还希望电池具有高能量密度，以支持潜水设备的长时间作业。此外，用户期待电池的设计能够适应潜水设备的空间限制。	2.1	5
航天设备	用户需要电池具有高可靠性和长寿命，以保证航天任务的连续供电。用户还期待电池具有高能量密度和高效率，以适应航天器的轻量化和小型化需求。此外，用户希望电池能够在极端的空间环境中保持性能。	1.3	5
IGV	用户期待电池能够提供稳定且持续的电力，以支持IGV设备的长时间运行。用户还希望电池具有快速充电和高循环寿命的特点，以减少停机时间和维护成本。	4.5	1.2
储能电池	用户需要电池具有高容量和长寿命，以实现大规模能量的存储和释放。用户还期待电池具有高效率 and 低成本，以提高储能系统的经济性。	5	0.5

亿欧智库：建立坐标系对潜力应用场景进行分类

在分析市场需求的基础上，根据不同场景在“对成本的敏感性”和“对能量密度的要求”维度上展现的水平，建立坐标系，对不同场景进行分类。

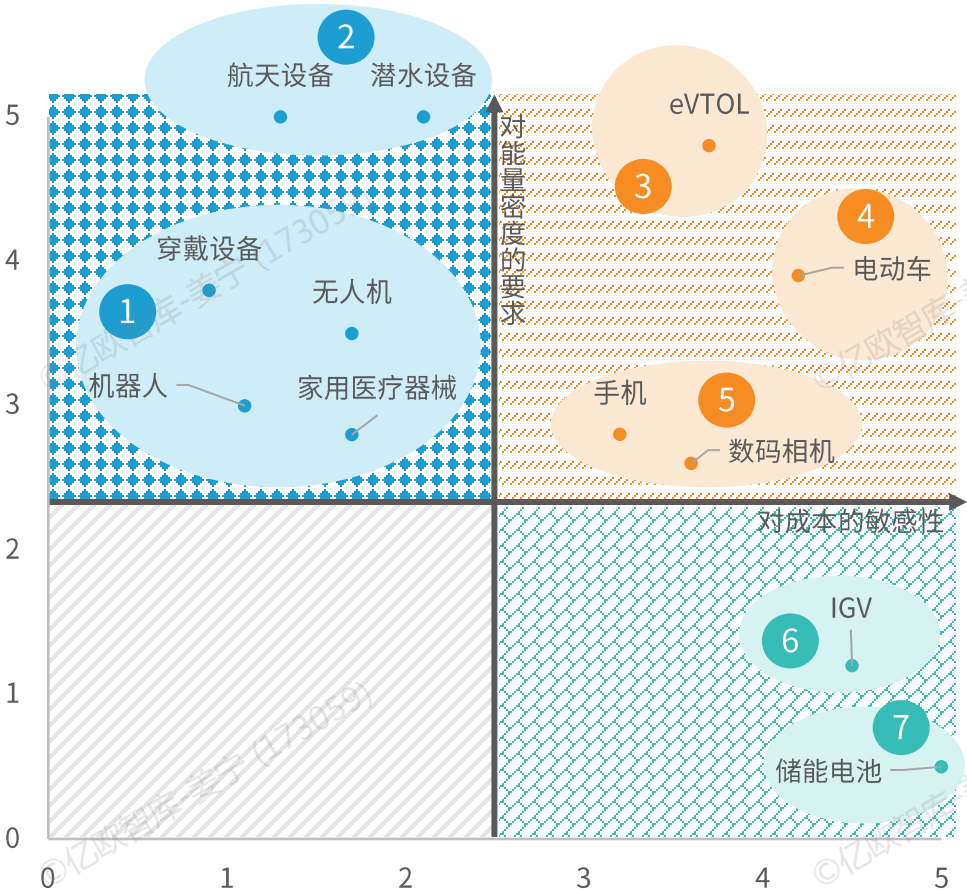


数据来源：专家访谈、用户访谈 注：“对成本的敏感性”和“对能量密度的要求”的打分规则是满分5分，最低分0分，根据场景需求特点进行打分

3.1.2 根据应用场景的特点和相对距离远近进行聚类，可聚合成为3大类6小类

◆ 通过构建一个以“成本敏感度”和“能量密度需求”为轴的坐标系，我们可以对不同应用场景进行分类。并在此基础上，根据这些场景的特点、在坐标系中的位置及其相互之间的距离，我们可以将它们聚类为六个主要的应用领域：新兴科技、科研、载人飞行器、电动汽车、传统消费电子、工业以及储能领域。这种聚类方法有助于我们更好地理解各个领域的特点。

亿欧智库：潜力应用场景在分类的基础上进行聚类分析



数据来源：亿欧智库

对能量密度要求高但对成本不敏感的场景

1 新兴技术领域

穿戴设备 机器人
无人机 家用医疗器械

2 科研领域

航天设备 潜水设备

对能量密度要求高且对成本敏感的场景

3 载人飞行器领域

eVTOL

4 电动汽车领域

电动车

5 传统消费电子领域

手机 数码相机

对能量密度要求不太高但对成本敏感的场景

6 工业领域

IGV

7 储能领域

储能电池

3.2.1 新兴技术与科研领域追求电池高性能、高安全度，对成本不敏感

- ◆ 无人机、机器人等新兴应用场景更加重视通过优良的电池性能提供给用户更优质的体验。与手机和电脑等传统消费电子产品相比，这些新兴领域能够接受全固态电池等先进电池技术所带来的较高成本，高性能和轻量化在当前阶段受到厂商重视。
- ◆ 航天、深潜等科研领域追求极致性能，对成本不敏感，其对于能量密度和电池寿命的要求非常高，并且要求电池对于极端环境有较强的适应能力。

新兴技术领域的主要需求点



高能量密度



轻量化设计



高安全性



快速充电能力

典型细分场景分析——机器人：要求电池容量大、体积小、重量轻、充电快

大电池容量

整体上要求充电续航能够达到2小时及以上，其中服务型机器人对续航要求较高。

应用方向	电池容量需求	预期运行时间
巡逻	6-10Ah	2-4小时
运输	12-15Ah	4-6小时
服务	20-30Ah	9-12小时

轻量化

整体上要求轻量化设计，人形机器人电池重量的容忍度相对较高。

类型	体积要求	重量要求
四足机器狗	1000-2500cm³	2-3kg
人形机器人	2500-6000cm³	3-6kg

具有快充能力

基本均要求3C及以上充电倍率，1-3小时内能够充满。



优必选 WalkerX
3C充电倍率
充电2h



宇树 Go2
3C充电倍率
充电1.5h

科研领域的主要需求点



高能量密度



高适应性



高安全性



长循环寿命

典型场景分析——航天设备：对电池寿命有非常高要求，并且能够在极端温度条件下仍然保持高能量密度

长寿命

一般要求电池具有50000次以上的充放电循环周期，并且使用时长能够达到15年及以上。



循环寿命
≥50000次



工作时长
≥15年

超强适应能力

要求能够适用于-80℃至500℃的温度区间，在极端高温和极端低温情况下能够保持电池稳定运行。

典型航天器工作温度区间	-200℃-10000℃
航天器电池工作范围要求	-80℃-500℃

高能量密度

要求电池在25℃室温条件下能量密度能够达到500Wh/kg，在-60℃温度下能够达到300Wh/kg。



25℃条件下
达到500 Wh/kg



-60℃条件下
达到300 Wh/kg

3.2.2 载人飞行器、电动汽车和传统消费电子类场景既注重电池能量密度又注重性价比

- ◆ 以eVTOL为代表的载人飞行器对于能量密度和功率密度的要求较高，同时由于电池占总成本比重较大因此要求具有较强的性价比。
- ◆ 电动汽车要求较高的能量密度和较高的充电倍率以提升用户使用体验，同时要求电池具有性价比以提升产品价格吸引力。
- ◆ 在传统消费电子领域，如手机，对电池容量和环境适应性的要求通常较高，电池容量多在3000mAh以上，并需适应多种环境，同时对于成本具有较强的敏感性。

载人飞行器领域的主要需求点

电动汽车领域的主要需求点

传统消费电子领域的主要需求点



长续航能力

快速充电能力

高安全性

低成本

长续航能力

较大电池容量

较好的环境适应能力

较快的充电速度

典型场景——eVTOL：
尤其对电池能量密度和功率密度有很高要求

指标	参数要求
能量密度	目前：285Wh/kg 2030年目标：500Wh/kg 2040年目标：1000Wh/kg
功率密度	2030年目标：1.25kW/kg 2040年目标：2.5kW/kg
倍率	≥5C（达到商用标准）
循环次数	≥10000次
单机电池价格	约60万元， 占总成本约20%

高能量密度
eVTOL垂直起飞需要的动力是地面行驶的10-15倍，如果要实现商业化能量密度至少需要达到400Wh/kg，预期2030年能够达到500Wh/kg。

大功率密度
eVTOL的电池通常需要具有较高的放电功率，这是为了在有限的体积和重量内提供最大的推力。eVTOL对于峰值功率密度的要求通常在1.5-2.0kW/kg，预期2030年功率密度能够达到1.25kW/kg。

典型场景——电动车：
尤其对电池能量密度和电池充电倍率有较高要求

指标	参数要求
能量密度	≥500Wh/kg
倍率	≥4C
循环次数	≥1000次
电池成本	<0.8元/Wh

较高能量密度
能量密度是续航里程的基础，当前电动汽车的能量密度集中在125-160Wh/kg，车主普遍存在因续航里程不足产生的里程焦虑。需要全固态电池技术显著提升能量密度，以缓解车主里程焦虑

较高充电倍率
充电倍率决定了电动汽车充电所需的时间。当前电动汽车的充电倍率集中在2C-3C水平。4C及以上快速充电可以大大减少用户的等待时间，提高使用便利性。

典型场景——手机：
对于容量和环境适应性有较高要求

比较项	当前参数	用户期望参数
容量	3000-6000mAh	≥5000mAh
能量密度	200-250Wh/kg	≥200Wh/kg
温度区间	能够在0°C至35°C区间正常工作	能够在-20°C至50°C区间正常工作
循环寿命	500-800次	≥500次
充电倍率	1C-2C	2C-3C

较大的电池容量
截至2024年，手机电池容量已经成为用户选择智能手机时考虑的重要因素之一。随着移动应用的增多和用户对于续航时间的更高要求，各大手机品牌厂商都在不断提升电池容量，以满足市场需求。目前大多数品牌能够达到到3000-6000mAh的水平。

较强环境适应性
对于工作的温度区间要求较高，需要能够适用较宽的温度区间。

3.2.3 储能和工业领域对电池成本的敏感性较高，注重高安全、长寿命、低成本

- ◆ 储能和工业领域均极为重视电池的安全性，同时需要电池具有高性价比以支持大规模应用。
- ◆ 储能场景需要电池做到安全、性价比、容量和循环寿命四个方面的平衡；工业场景由于涉及高危环境尤其注重电池的稳定性，需要电池即使在极端温度、极端天气条件下依然能够保障安全性，并且同时具有高性价比、长循环寿命的特点。

储能领域的主要需求点



安全稳定



高容量



高循环寿命



低成本

典型场景——储能电池：兼顾安全、性价比、容量与循环寿命

电化学储能相比抽水储能、压缩空气储能具有能量转化效率方面的优势，以锂离子电池储能为代表的电化学储能技术在安全性和循环寿命上表现突出，未来仍将是主流储能技术。

比较项	当前参数
容量	280-350Ah
成本	0.3-0.7元/Wh
充电倍率	0.5C-1C
循环寿命	5000-6000次



高安全性
要求电池能够长期保持稳定，不发生安全事故。



低成本
普遍要求电池成本控制在0.3-0.6元/Wh的区间范围内，以降低前期投入。



超大容量
通常要求电芯达到280Ah及以上，用以支撑庞大的储能需求。



长寿命
根据相关行业标准，循环寿命应达到5000次以上。

工业领域的主要需求点



安全稳定



高循环寿命



宽温运行



低成本

典型场景——IGV：尤其注重安全稳定与环境适应能力

IGV当前已经投入港口、矿山、园区等场景应用，这些场景对于电池的安全稳定性、循环寿命有较高的要求，并且需要电池能够在较宽的温度区间正常工作。

比较项	当前参数
能量密度	100-250Wh/kg
循环寿命	500-2000次
温度区间	-20°C-60°C
成本	0.5-0.9元/Wh

高电池稳定性
对电池的结构设计、保护功能、性能稳定性等多方面均有要求。

安全稳定性要求

结构安全

性能稳定

防水防尘

配备BMS

强环境适应能力
对于电池在极端天气情况中的稳定性，以及能够在工业环境中的高温和低温情况有一定的适应力。

IGV电池需要达到的适应性要求



台风



扬尘



暴雨

-20°C低温 ≤ 60°C高温

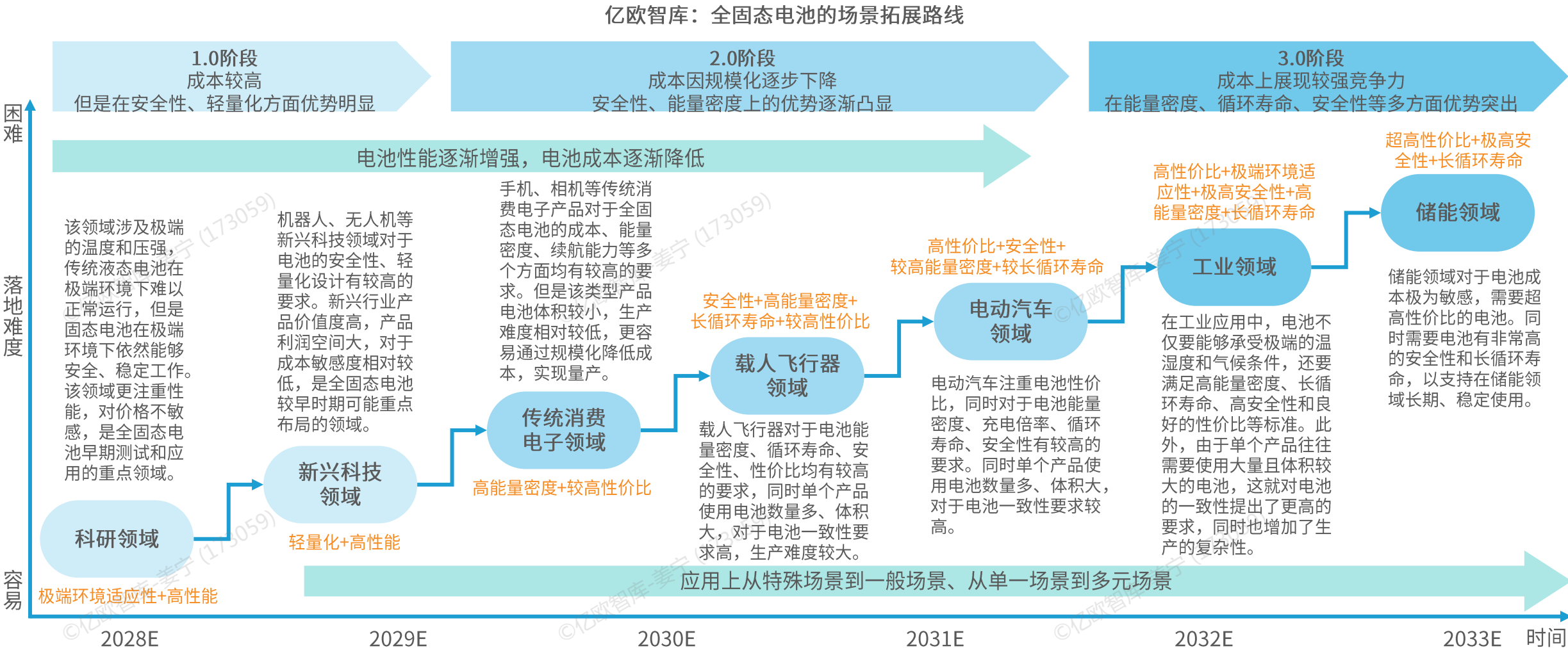
温度适应性

数据来源：亿欧智库

获取更多维度报告数据，请访问亿欧网 (www.iyiou.com) 30

3.3 落地场景遵循从特殊场景到一般场景、从单一场景到多元场景的拓展路径

◆ 亿欧智库认为全固态电池最初将在科研和新兴科技领域得到应用，这些领域对电池的安全性和环境适应性有着特别的需求。随着全固态电池的规模化生产，预计其成本会降低，性能将提升，应用范围有望逐渐扩展到传统消费电子、载人飞行器和电动汽车等市场，这些市场在注重性价比的同时，也对电池性能有较高要求。随着全固态电池技术的成熟，预计其成本将大幅降低，进而打入对成本敏感且安全性要求高的工业和储能领域。



目录 CONTENTS

01 中国全固态电池的发展背景介绍

- 1.1 全固态电池的概念和特征
- 1.2 全固态电池产业驱动因素
- 1.3 产业发展趋势与产业规模

02 中国全固态电池产业现状分析

- 2.1 中国全固态电池的产业图谱
- 2.2 中国硫化物全固态电池当前发展情况
- 2.3 中国氧化物全固态电池当前发展情况
- 2.4 中国聚合物全固态电池当前发展情况

03 中国全固态电池的应用场景研究

- 3.1 全固态电池落地场景分类
- 3.2 典型落地场景分析
- 3.3 全固态电池场景拓展路线研究

04 中国全固态电池产业发展趋势洞察

- 4.1 技术趋势
- 4.2 产业趋势
- 4.3 生态趋势
- 4.4 竞争趋势

4.1 全固态电池产业链将与以人工智能为代表的新兴技术紧密结合

- ◆ 当前，人工智能技术已经在全固态电池领域的材料探索、电池设计、制造过程以及电池管理系统（BMS）等多个关键环节发挥着重要作用。它不仅提高了电池设计和制造的效率，还显著增强了电池的性能与安全性。
- ◆ 亿欧智库认为，以人工智能技术为代表的新兴技术将与全固态电池产业链紧密结合，全面提升该产业链的智能化水平。

人工智能技术在全固态电池中的应用越发广泛，对产业链关键环节的渗透越发深入

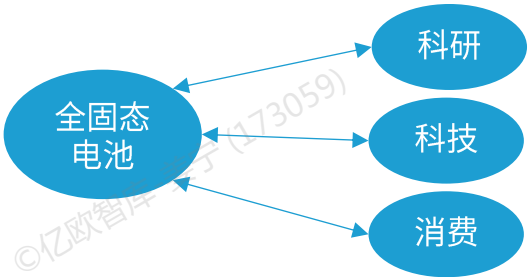
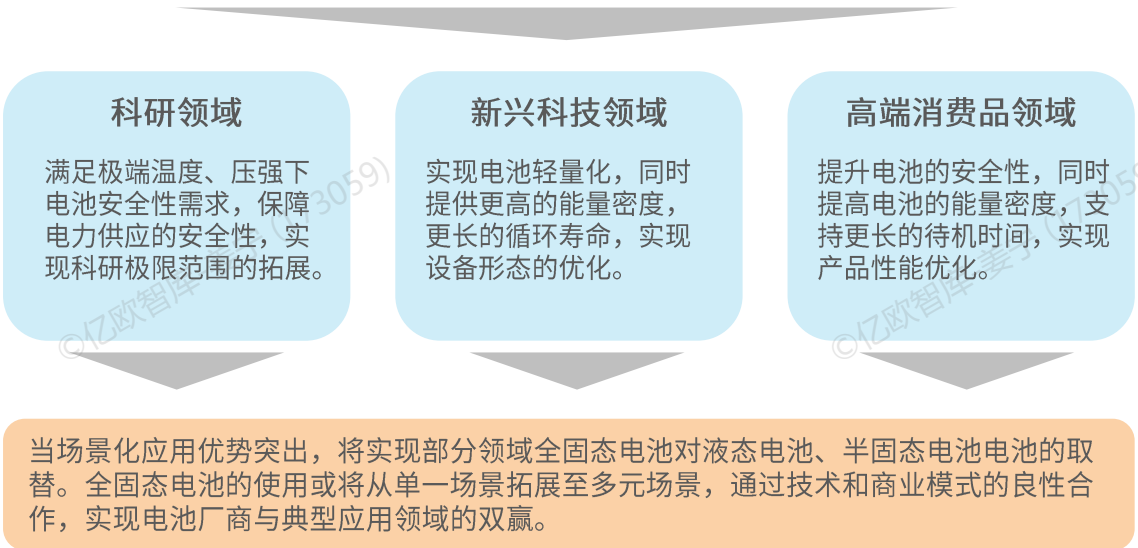
领域	材料发现	电池设计	电池制造	BMS
AI应用	AI技术可以通过模拟和预测材料的性质和结构，加速全固态电池材料的设计和发现过程。机器学习算法能够分析大量实验数据，提取关键特征，预测新材料的性能，从而缩短研发周期并降低成本。	在全固态电池设计过程中，会产生大量的数据，如充放电曲线、循环寿命测试结果等。人工智能技术可以帮助处理和分析这些数据，提取有关全固态电池性能的关键信息。通过这些分析，研究人员可以更好地理解电池性能特点，并据此调整和改进电池结构设计。	通过建立基于AI的电池制造分析框架，采用跨行业标准流程（CRISP），可以有效地对全固态电池制造过程中的各个步骤进行预测和敏感性分析。这种框架包括业务理解、数据理解、数据准备、建模、评估和部署等步骤，从而提高全固态电池生产效率和质量。	AI技术可以提高BMS的故障诊断能力。通过机器学习算法，BMS可以识别全固态电池的异常行为，并在发生故障之前进行预警，从而提高电池的安全性和可靠性。同时，AI技术还可以帮助BMS进行更有效的热管理。通过分析全固态电池的温度分布和热失控风险，AI算法可以优化电池的冷却系统，确保电池在安全的温度范围内工作。
案例	2021年，丰田汽车公司宣布，其正在使用人工智能技术来加速全固态电池的开发。该公司利用AI技术来分析电池材料的属性，以预测和优化电池性能。丰田利用机器学习算法来处理和分析大量的材料数据，从而加速新材料的发现。	2023年，麻省理工学院的研究团队开发了一种人工智能框架，用于分析全固态电池在充放电过程中的行为。通过AI技术，研究人员能够识别出影响电池性能的关键参数，并设计出更优化的电池结构。	2023年，IBM研究院与宝马集团合作，开发了一种基于人工智能的分析框架，用于优化全固态电池的制造过程。人工智能为基础的分析框架，使得制造过程更加高效，能够快速识别和解决生产中的潜在问题，从而提高电池的生产效率。	2022年，辉能科技宣布利用人工智能技术来提升其电池管理系统（BMS）的性能。该公司开发了一套先进的AI算法，这些算法能够分析从全固态电池中收集的数据，以识别电池的异常行为和潜在的故障模式。

4.2 全固态电池将从单一场景向多场景拓展，并推动电池产业链上下游洗牌

- ◆ 全固态电池的发展离不开与典型应用场景的深度合作，预期未来全固态电池的使用场景将从单一场景向多场景拓展，并围绕全固态电池形成互惠共赢的新合作机制，拓展典型场景价值度的同时，实现全固态电池产业的良性发展。
- ◆ 全固态电池应用范围的拓展是未来发展趋势，亿欧智库认为全固态电池产业链典型企业的价值度将上升，推动电池产业上下游洗牌。

亿欧智库：全固态电池应用场景从单一向多元拓展，或将形成新合作机制

通过尝试全固态电池，更充分满足使用需求，为场景化应用提供新想象空间



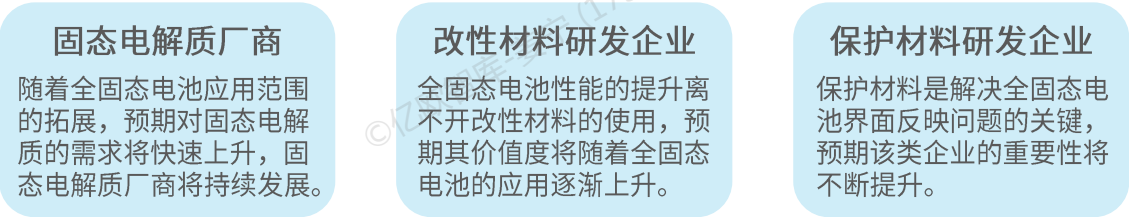
全固态电池将替代液态、半固态电池与典型领域实现技术、商业模式上的深度合作，通过互惠共赢，实现从单一场景向多元场景的拓展和价值的提升。

在合作过程中，全固态电池产业链将越发成熟，逐渐形成规模效应，降本增效，实现良性循环。

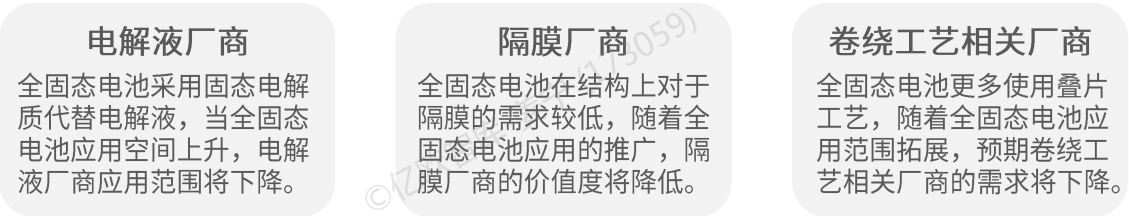
亿欧智库：全固态电池的发展将加速电池产业链洗牌

全固态电池的工艺流程与传统液态、半固态电池有显著区别，随着全固态电池应用范围的拓展以及对液态、半固态电池的取替，电池产业链相关企业的竞争格局也将随之发生变化。

随迁全固态电池的推广，与全固态电池深度关联且特有环节上的关键企业将脱颖而出

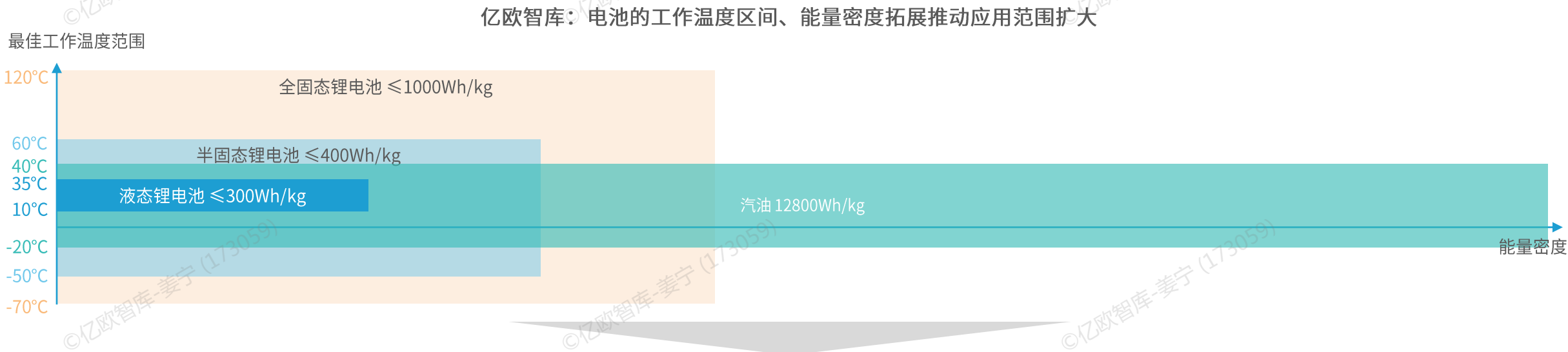


当全固态电池的市场份额逐渐扩大与液态电池、半固态电池深度绑定且难以迁移的产业环节价值将下降

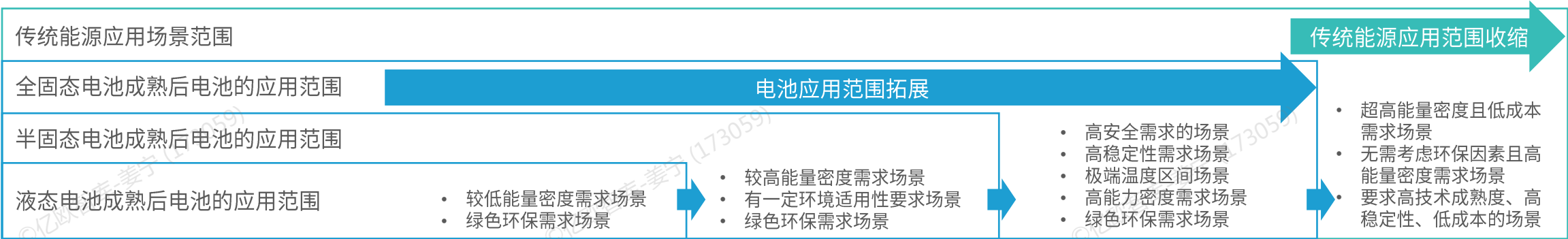


4.3 全固态电池将拓展电池的应用范围，加速能源产业重构

- ◆ 全固态电池技术将拓展电池的能量密度和工作范围，这预示着电池能够满足更多使用场景的能源供给需求，电池的应用范围有望拓展。
- ◆ 亿欧智库认为电池将随着全固态电池技术的成熟和应用的拓展，逐渐蚕食传统能源的应用场景，加速能源产业重构。

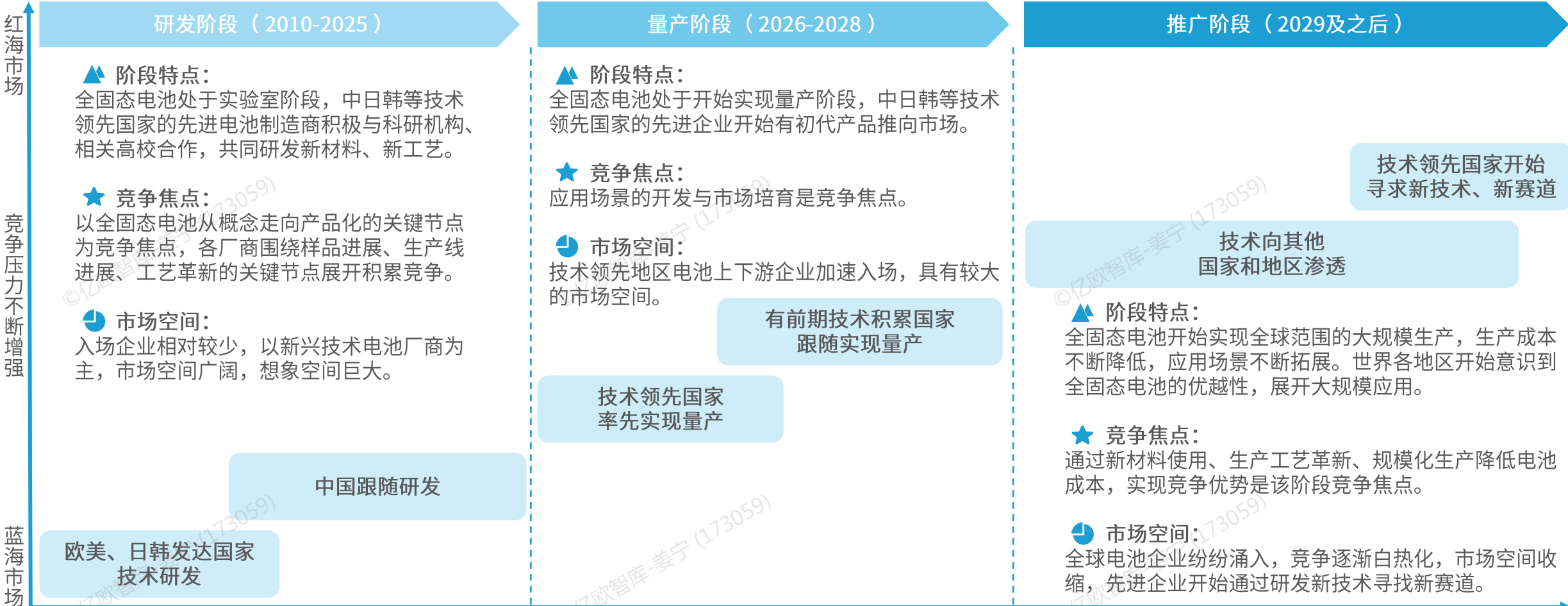


随着全固态电池技术的不断成熟和广泛应用，其在电池应用领域的比例将逐步增加，预计将逐步取代传统能源的应用场景，从而加快新能源产业对传统能源产业的替代进程。全固态电池技术在稳定性、成本控制和良品率方面的持续改进，将为能源消费结构的转型和升级提供强有力的支撑，这不仅预示着能源产业的未来发展方向，也将为实现可持续发展的目标奠定坚实的基础。



4.4 预期全固态电池的竞争将聚焦中日韩等国的话语权争夺

◆ 亿欧智库认为全固态电池的竞争将围绕中日韩等技术领先国家展开，各国先进技术企业是关注焦点。2025年及之前竞争更多聚焦工艺创新和新材料开发；随着2026至2028年间量产的实现，中日韩等技术领先国家的竞争焦点将转移到市场培育和电池应用场景拓展；展望2029年及以后，全固态电池将在全球迅速普及，中日韩等技术领先国家的竞争焦点将是降本增效，先进企业或将开始探索新技术和新赛道，引领电池技术的下一轮革新。

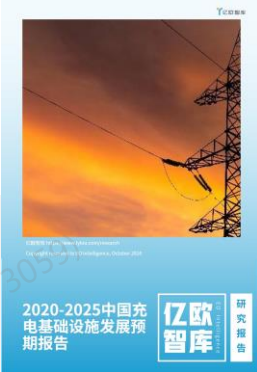


- ◆ 全固态电池以其高能量密度和安全性，成为电池技术的新热点，预计2030年中国产业规模将超1000亿元。目前，全固态电池面临材料、界面接触和生产制造挑战，电池厂商在推动发展中起核心作用。全固态电池有三条主要技术路线，硫化物路线需解决稳定性和成本问题，氧化物路线要克服材料脆性，聚合物路线则要提高导电率和稳定性，相关电池厂商正在积极攻克技术难题，推动全固态电池技术从理论走向应用。随着技术的成熟和规模化生产，全固态电池将从科研、新兴技术等低成本敏感性领域扩展至传统消费电子、载人飞行器和电动汽车领域，最终进入高成本敏感性的工业和储能领域。人工智能等新兴技术将优化全固态电池产业链，全固态电池应用场景将从单一场景向多元场景拓展，并推动产业链上下游洗牌。全固态电池应用范围拓展将加速能源产业重构。全球市场竞争将聚焦中日韩等技术领先国家的话语权争夺。
- ◆ 由于时间和精力有限，本报告对于全固态电池的研究与讨论难免存在疏漏与偏差，敬请谅解。在此特别感谢**恩力动力**、**太蓝新能源**等企业对本报告给予的支持，为报告撰写输出了宝贵的专业观点和建议。
- ◆ 亿欧智库将持续关注能源领域的最新动态，通过深度洞察输出更多有价值的研究成果。欢迎读者朋友们与我们交流联系，共同助力中国能源产业发展。

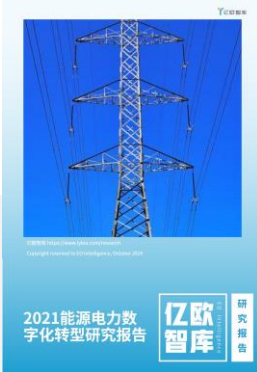
亿欧智库已发布能源相关报告



2020宁德时代企业研究报告



2020-2025中国充电基础设施发展预期报告



2021能源电力数字化转型研究报告



2022全球新能源汽车动力电池发展研究



2023中国智能电动汽车超级快充补能体系研究



2023年中国储能产业发展研究报告



2024工商业储能研究报告

持续关注
敬请期待