



新能源汽车系列之一

2023年度 全球动力电池科创力坐标报告

智慧芽创新研究中心
2023年7月





研究综述	01
动力电池概况	04
动力电池创新全景篇	06
一. 技术发展基本情况	07
1.1 技术发展历程	07
1.2 技术发展现状	08
1.3 技术研发重点	09
二. 国家技术竞争格局	10
2.1 国家技术实力对比	10
2.2 技术目标市场对比	11
2.3 技术全球化流向特征	12
三. 电芯技术演进趋势	14
3.1 五种主要电芯类型简介	14
3.2 五种主要电芯类型技术发展趋势	15
3.3 锂离子电池技术	16
3.4 钠离子电池技术	17
四. 电池结构演进趋势	18
4.1 五种主要电池结构简介	18
4.2 五种主要电池结构技术发展趋势	21
动力电池创新生态篇	22
一. 全球动力电池科创领袖TOP50企业名单	23
二. 全球动力电池科创领袖TOP50特征分析	28
2.1 区域分布特征	28
2.2 企业类型特征	29
三. 全球动力电池科创领袖TOP50竞合格局	30
3.1 合作研发情况	30
3.2 相互引用情况	32
四. 2023年全球动力电池科创力坐标方法论	33
4.1 模型一：科创能力评估模型	34
4.2 模型二：科创路径识别模型	36

Li⁺



+

研究综述



为什么研究动力电池

动力电池是新能源汽车的核心价值环节，市场规模增长迅速，电池材料技术、电池结构技术方面的研发创新层出不穷。因此，本报告作为新能源汽车系列的第一期，将对动力电池垂直领域的科技创新一探究竟。

报告研究框架

本报告主要分为两个部分，即动力电池创新全景篇和动力电池创新生态篇。在动力电池创新全景篇中，我们将基于智慧芽专利数据库和研发情报库的数据和信息，研究整个动力电池行业的科技创新，洞察有趣有价值的现象、趋势及特征。在动力电池创新生态篇中，我们将通过智慧芽自研自建的“科创力坐标”方法论，找寻到全球动力电池行业科创表现最为突出亮眼的50家科创领袖企业，识别其最典型的气质画像，并分析这50家科创领袖企业的特征和彼此之间的竞合关系。

动力电池创新全景篇主要结论

在动力电池创新全景篇中，我们通过对时间、国家、技术路线等不同维度下的专利和技术表现进行研究分析，发现了以下洞察：

- 1) 在经历了铅酸蓄电池、镍镉和镍氢电池等技术路线演进之后，得益于国家政策的大力推动和整车、电池龙头企业的强强联手，动力电池的技术创新在千禧年，尤其是近20年，迎来蓬勃发展期。“成本”和“安全”是这20年间，动力电池技术研发过程中亟待解决的重点问题。
- 2) 中、日、美、德、韩是动力电池最主要的五大技术来源国和目标市场国。其中中国既是最大的技术来源国也是最大的技术目标市场国，日本是第二大的技术来源国但近几年正被美、德追赶，同时美国正以专利受理量的高速增长，有望超过日本成为第二大的技术目标市场国。
- 3) 锂离子电池是近20年动力电池的主流技术选择，中国是最大的技术来源国，“提升安全性”是锂离子电池技术发展的重点解决问题。而钠离子电池是近10年发展速度最快的动力电池技术，中国也是最大的技术来源国，“提升性能”是钠离子电池技术产业化初期的研发关键。
- 4) 由于对能量密度和空间利用率的更高要求，传统的模组电池CTM结构正在逐步被取代。由中国电池企业宁德时代提出的CTP结构是目前的主流电池结构技术，由美国整车企业特斯拉提出的CTC结构将成为整车厂、电池厂的下一个角力点。

动力电池创新生态篇主要结论

在动力电池创新生态篇中，我们通过智慧芽“科创力坐标”方法论，甄选出了全球动力电池科创表现最佳的50家科创领袖企业，其中“先锋派”11家、“思想者”11家、“匠心者”16家、“实干派”12家。

先锋派

博世、电装、东风汽车、东芝、FDK、丰田汽车、福特汽车、古河电工、雷诺、日立、现代汽车

思想者

大众汽车、Envision AESC、国轩高科、华为数字能源、梅赛德斯-奔驰、宁德时代、SK on、上汽集团、Stellantis、万向一二三、长安汽车

匠心者

宝马汽车、北汽集团、比亚迪、蜂巢能源、冠宇电池、广汽集团、马自达、奇瑞新能源、矢崎、松下、特斯拉、天能电池、小鹏汽车、亿纬锂能、长城汽车、中创新航

实干派

本田汽车、超威电源、GS YUASA、吉利汽车、京瓷、LG新能源、铃木汽车、日本碍子、日产汽车、三星SDI、通用汽车、住友电工

对这50家动力电池科创领袖企业的所在国家和企业类型进行分析，我们进一步发现：

- 1) 动力电池科创领袖企业中，共有20家中国企业，其次是日本17家，剩余的德、韩、美、法企业共13家。
- 2) 近半数动力电池科创领袖企业为整车企业，超四分之一为电池企业，剩余的电工电气企业、综合性集团公司、汽车零部件企业、能源企业共11家。

我们对这50家企业彼此之间的竞合关系进行研究，又发现了以下特征：

- 1) 从合作研发角度看，50家企业中共有64组合作研发关系，其中合作研发关系最紧密的企业组合是韩国电池企业三星SDI和德国汽车零部件企业博世。在动力电池科创领袖中拥有合作研发伙伴数量最多的前三家企业都是来自日本。结合所在国家看，日本科创领袖企业之间的合作研发最为常见，而从企业类型看，整车科创领袖企业之间的合作研发最为常见。
- 2) 从引用角度看，对其他动力电池科创领袖的技术引用次数最多的是韩国电池企业三星SDI，而被其他动力电池科创领袖引用次数最多的是韩国电池企业LG新能源。结合企业的气质类型来看，高效产出技术的“先锋派”和“实干派”引用技术次数和技术被引次数均高于厚积薄发的“思想者”和“匠心者”。

数据统计方法论

虽然本报告已通过智慧芽专利数据库去最大化还原真实世界中动力电池技术的发展状况，但在使用本报告中的数据对动力电池技术进行解读时，仍需知悉以下三点：

1) 不管是在全景篇讨论整个动力电池行业的技术发展，还是在生态篇讨论不同企业的动力电池技术表现时，我们讨论的都是“动力电池”相关的专利或技术，而非“电池”、“二次电池”或者“锂离子电池”等或大或小的概念内涵来替代。

2) 在抓取“动力电池”相关的专利或技术时，我们通过标题/摘要/权利要求、技术主题分类、战略性新兴产业分类等多个维度，根据“动力电池”、“铅酸蓄电池”、“锂离子电池”、“新能源汽车”等多个关键词，在智慧芽专利数据库中构建检索式。

3) 在统计“动力电池”相关专利或技术的具体数量时，我们用每件申请代表一件动力电池专利，用每组简单同族代表一项动力电池技术。在全景篇中，我们会根据研究需求的不同，采用不同的去重逻辑；而在生态篇中，我们想要评估的是企业的技术表现，所以我们统计的是企业的动力电池技术数量，而非动力电池专利数量。

Li⁺



+

动力电池概况

动力电池与新能源汽车

动力电池是新能源汽车的“心脏”，约占整车成本40%。动力电池作为新能源汽车的动力来源，是新能源整车中最重要的系统，也是区别于其他传统燃油汽车的标志性部件，占整车成本的40%-60%，且仍在不断上涨。

得益于新能源汽车的不断普及，动力电池出货量10年增长数百倍。2012年起，以特斯拉、比亚迪等为代表的新能源汽车高速发展，动力电池进入爆发期。2011年全球动力电池出货量才1.08GWh¹，而到了2022年全球动力电池出货量已高达517.9GWh¹，十年增长了近500倍。

动力电池发展方向

锂离子电池是最主要的动力电池，但由于近年来锂矿稀缺、需求旺盛，锂价一路上涨。目前市面上90%以上的动力电池都是锂离子电池，锂离子电池是动力电池的主力军。目前电池级锂材料价格为每吨50-60万元²，与动力电池行业爆发初期的每吨3-5万元²相比，已上涨10余倍。

电池材料创新和电池结构创新是锂离子动力电池降本的两条必由之路。原材料体系的性能优化以及封装工艺的改良，是锂离子动力电池降低成本的两条路径。电池材料方面，钠离子电池、固态电池正在逐步发展；电池结构方面，正从传统的模组电池向CTP、CTC、甚至是CTB转变。

动力电池产业链

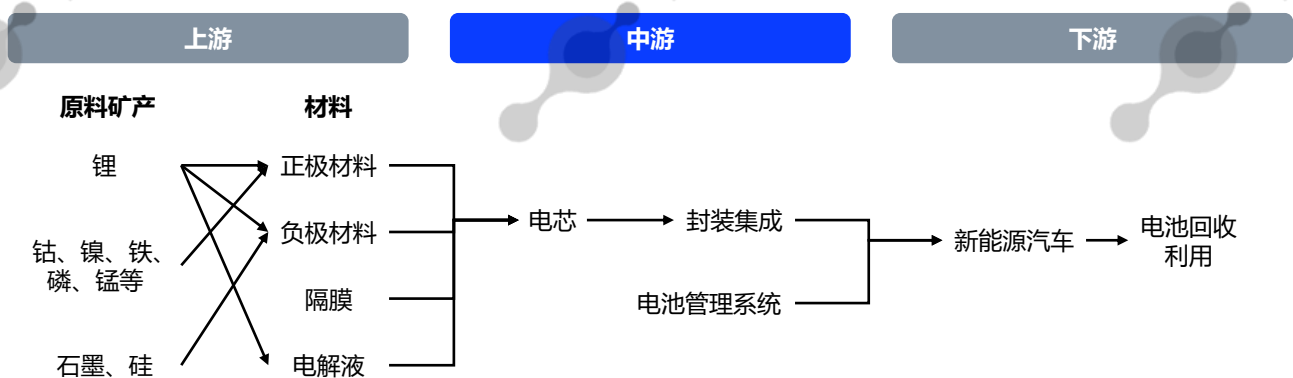
以锂离子动力电池为例，拆解动力电池产业链上下游。

上游为原料矿产和电池材料。锂离子电池的原材料包括锂、钴、镍、铁、磷、锰、石墨、硅等。原料矿产可以制成正极材料、负极材料、隔膜、电解液等电池材料。

中游为电芯生产和电池的封装集成，是本报告研究讨论的重点。正极材料、负极材料、隔膜、电解液是生产电芯的材料。电芯生产出来后，还需要被封装成电池模组或是电池包。

下游为新能源汽车和电池的回收利用。封装集成后的电池会和电池管理系统一起被装载到新能源整车上。动力电池退役后会被回收利用，废旧动力电池回收利用市场发展迅速。

图表1 锂离子动力电池产业链



资料来源：智慧芽根据公开资料整理

¹ 数据来自SNE Research、EVTank、GGII等。

² 数据来自网络公开资料。

Li⁺



+

动力电池创新全景篇

一. 技术发展基本情况

1.1 技术发展历程

从铅酸蓄电池的兴起到停摆，从锂离子电池的横空出世到蓬勃发展，动力电池技术发展“四渡赤水”。

萌芽期：19世纪下半叶，铅酸蓄电池在汽车市场广泛运用。1859年法国物理学家、发明家加斯东·普朗特发明了可充电的铅酸电池。随着铅酸蓄电池技术的发展，电动汽车19世纪下半叶在欧美得到了较为广泛的运用，形成了以蒸汽、电动和内燃机三分天下的车辆市场。

停滞期：20世纪上半叶，铅酸蓄电池汽车被内燃机汽车完全取代。由于美国德州石油的开发和内燃机技术的提高，续航里程孱弱的铅酸蓄电池汽车在1920年之后渐渐地失去了优势，车辆市场逐步被内燃机驱动的汽车取代，1920年之后电动汽车动力电池的发展完全停滞。

革新期：20世纪90年代，锂电池的横空出世让动力电池

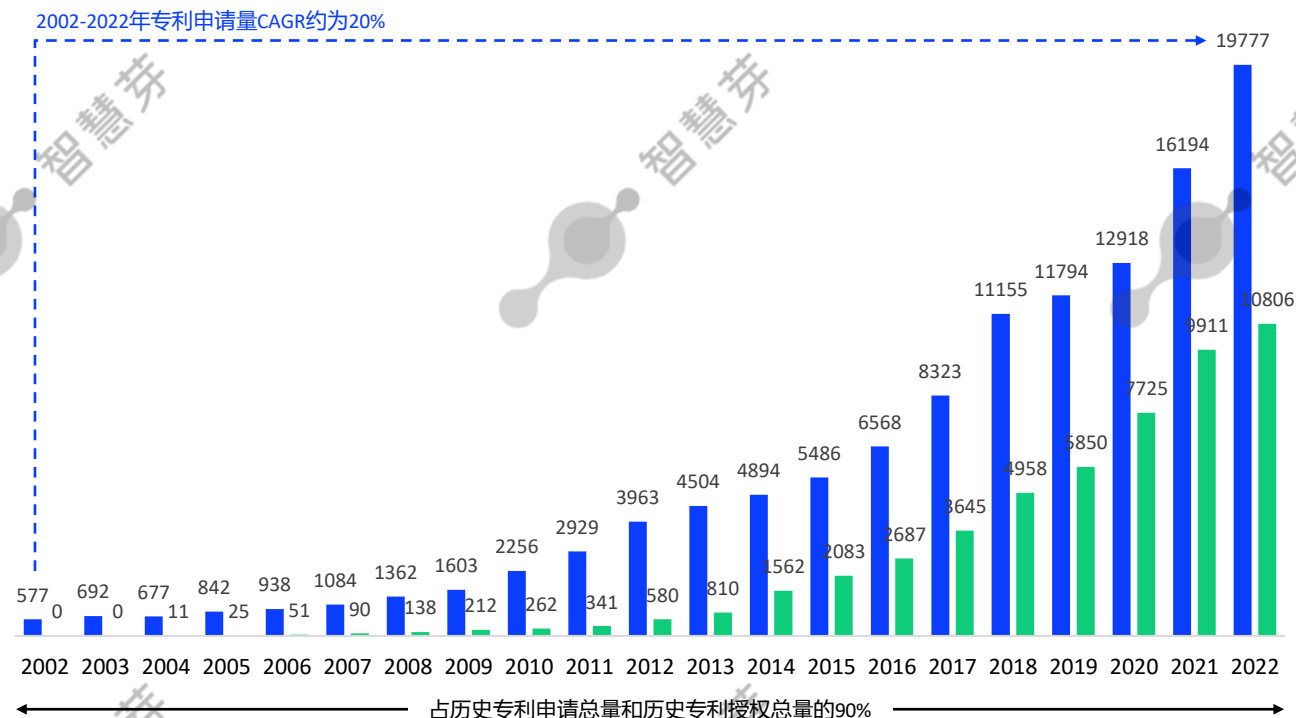
重回视野。1991年，日本索尼公司推出了第一块商品化锂离子电池。在石油资源日益减少、大气污染愈加严重的环境下，能量密度更高、循环性能更好、环境污染更少的锂离子电池使电动汽车重回大众视野。1996年，日本日产公司研发出世界上第一辆搭载圆柱形锂离子电池的电动车Prairie Joy EV，但日产没有信心把它投放到消费市场，最终仅出售了大约30台。虽然动力电池技术发生了革新，但汽车厂商对电动汽车和动力电池仍有顾虑，此后的时间里，再也没有大规模销售的电动汽车和动力电池产品出现。

井喷期：21世纪以来，动力电池技术进入蓬勃发展期。通过动力电池相关关键词在智慧芽全球专利数据库中检索发现，全球累计研发了11.3万项技术³，申请了13.5万件专利，其中5.7万件专利获得了授权。2002-2022年间，全球共研发了10万项技术³、申请了11.8万件专利、授权了5.2万件，均占到历史累计总量的九成之多。

图2 2002-2022年全球动力电池专利申请量和专利授权量

■ 专利申请量 ■ 专利授权量

(单位：件)



数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 按照公开（公告）日统计

³ 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术。



1.2 技术发展现状

千禧年以来，动力电池迅猛发展，主要得益于各主要国家政策大力推动，以及整车厂和电池企业合作创新两个方面。

一方面，新能源汽车、动力电池等相关政策红利持续释放。进入21世纪以来，尤其是到了近10年，中、日、韩、美、欧盟陆续出台相关政策，大力支持动力电池发展。中国在《节能与新能源汽车产业发展规划》中提出“到2030年，动力电池应满足500km以上纯电动汽车需求”。日本侧重固态电池研发，提出“到2030年普及第二代全固态电池”。韩国在《2030未来汽车产业发展战略》中规定“到2030年，所售新车中1/3为电动汽车或氢燃料电池汽车”。美国在《国家锂电池发展蓝图2021-2030》中

提出“到2030年，动力电池制造成本进一步降低50%”。而欧盟在2022年提出《电池2030+》，联合整个欧洲解决未来电池研发过程中的种种挑战。

另一方面，整车龙头和电池龙头跨界联手、合力研发，带动动力电池发展。特斯拉和松下合作研发生产动力电池，在ModelS车型上装载高镍三元NCA18650电池。2013年ModelS的成功打消了很多车企的顾虑，更多车企加入纯电动汽车行列，从此电动汽车新时代开启，动力电池快速发展。与此同时在中国，从ATL剥离出来的宁德时代成为宝马集团在大中华地区唯一的电池供应商，与宝马组建高规格的联合开发团队，为华晨宝马首款新能源电动汽车研发生产符合要求的动力电池。宁德时代向华晨宝马成功交付的同时，也积累了大量动力电池的关键核心技术，全球第一的动力电池供应厂商自此诞生。

图表3 近20年全球主要国家或地区推动动力电池发展的重大政策（不完全统计）

年份	政策名称	国家/地区
2004年	《汽车产业发展政策》	中国
2009年	《电动汽车产业发展体系》	韩国
2010年	《下一代汽车战略（2010）》	日本
2012年	《节能与新能源汽车产业发展规划》	中国
2013年	《电动汽车普及大挑战蓝图》	美国
2014年	《韩国绿色环保汽车计划》	韩国
2014年	《氢能及燃料电池战略路线图》	日本
2014年	“地平线2020”计划	欧盟
2016年	“电池500”计划	美国
2017年	《汽车产业中长期发展规划》	中国
2018年	《韩国动力电池技术路线图》	韩国
2018年	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	中国
2018年	《电池战略行动计划》	欧盟
2019年	《2030未来汽车产业发展战略》	韩国
2020年	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》	中国
2020年	《2050碳中和绿色增长战略》	日本
2021年	“2030二次电池产业（K-电池）发展战略”	韩国
2021年	《国家锂电池发展蓝图2021-2030》	美国
2021年	“欧洲电池创新”计划	欧盟
2022年	《电池产业战略》	日本
2022年	《电池2030+（BATTERY2030+）》	欧盟

资料来源：智慧芽根据公开资料整理



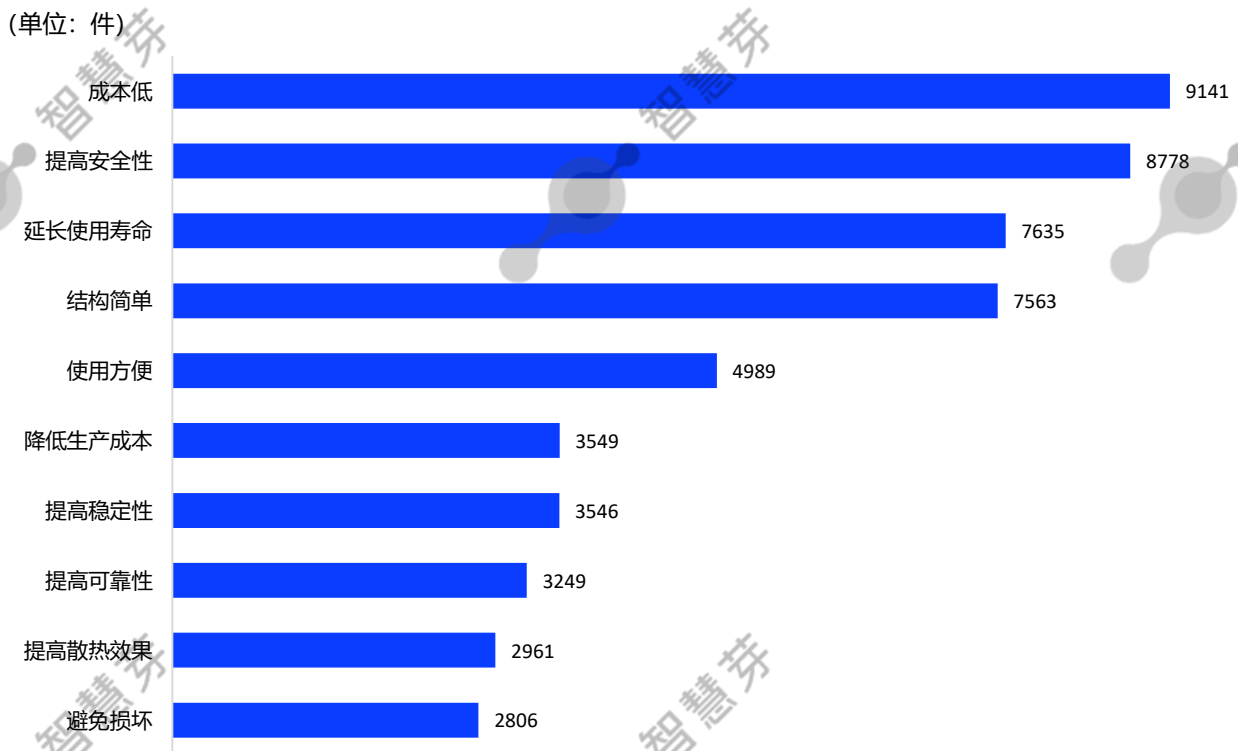
1.3 技术研发重点

近20年来，“成本”和“安全”是动力电池技术研发亟需解决的两大重要问题⁴。根据智慧芽“技术功效短语”数据显示，近20年来，全球累计申请了9141件专利用于降低动力电池成本、8778件专利用于提高动力电池安全性，“成本”和“安全”问题最受动力电池相关创新主体重视。在“成本”方面，动力电池约占整车成本的40%，高昂的动力电池制造成本导致新能源汽车价格居

高不下，限制新能源汽车发展。在“安全”方面，动力电池的自燃爆炸是新能源汽车安全隐患的最主要原因，亟待各大整车厂商、电池厂商解决。

其次是“电池寿命”和“电池结构”。根据智慧芽数据显示，2002-2022年间全球分别申请了7635件、7563件专利用于延长电池寿命、简化电池结构。

图表4 2002-2022年全球动力电池技术功效短语Top10



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：截止至2023年6月

⁴ 技术研发重点参考智慧芽自主研发、标注的技术功效短语。



二. 国家技术竞争格局

2.1 国家技术实力对比

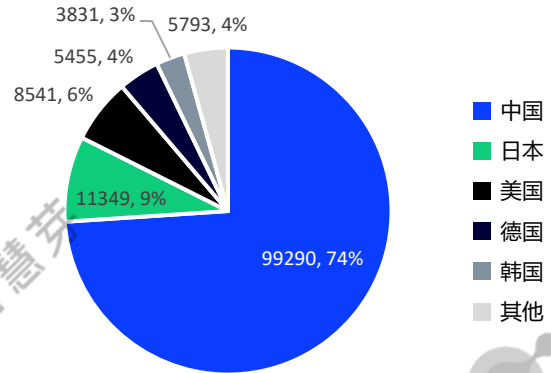
中、日、美、德、韩是最主要的五大动力电池技术来源国，其中中国是最大的动力电池技术来源国。智慧芽数据显示，全球共有94个国家或地区申请过动力电池专利，其中74%的专利申请来自于中国、9%来自于日本、美国6%、德国4%、韩国3%，Top5技术来源国共贡献了全部的96%。

自2008年起，中国就跃升为全球最大的动力电池技术来源国。2008年北京奥运会上，50辆锂离子电池奥运大巴零故障成功运营。紧接着2009年，中国国务院就出台了《汽车产业调整与振兴规划》并发布“十城千辆节能与新能源汽车示范推广应用工程”。“十城千辆”是中国电动汽车和动力电池产业狂飙突进的关键里程碑，从此中国的动力电池专利申请就以30%的年均复合增速高速增长。

日本虽然是第二大动力电池技术来源国，但近两年被美、德迎头追赶。近20年，日本共申请了8949件动力电池专利，美国6794件，德国4775件，韩国3479件。在2020-2022年间，日本申请了1554件、美国1840件、德国1155件，日、美、德在动力电池专利申请数量上的差异正在缩小，美国甚至已实现反超。

图表5 动力电池专利原始申请国分布

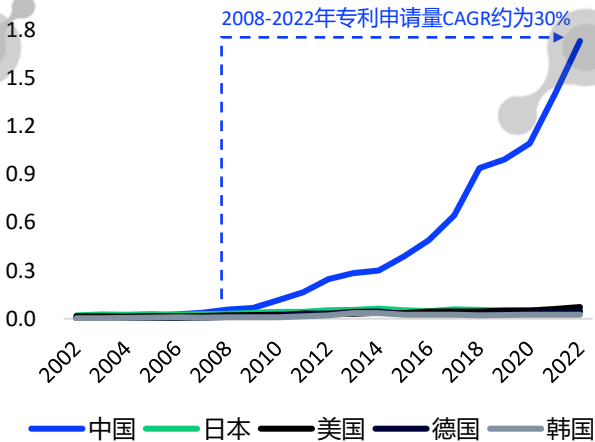
(单位：件)



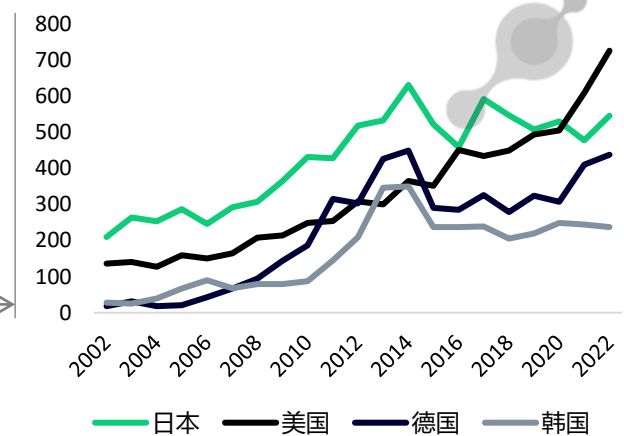
数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：截止至2023年6月

图表6 2002-2022年五大动力电池专利原始申请国专利申请趋势

(单位：万件)



(单位：件)



数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 按照公开（公告）日统计

2.2 技术目标市场对比

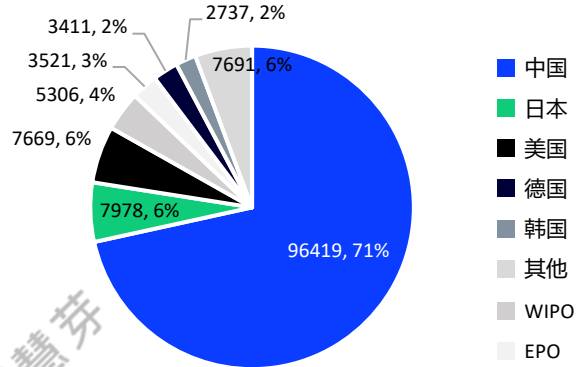
中、日、美、德、韩也是最主要的五大动力电池技术目标市场国，其中中国是最大的动力电池技术目标市场国。智慧芽数据显示，全球共有79个国家或地区的受理局受理过动力电池专利申请，除了世界知识产权组织（WIPO）、欧洲专利局（EPO）之外，前五位的受理局分别来自中国、日本、美国、德国和韩国。其中中国受理过71%的动力电池专利申请、日本6%、美国6%、德国2%、韩国2%，全球94个动力电池技术来源国共向Top5动力电池技术目标市场国布局了11.8万件专利，占到全部的87%。

也是从2008年开始，中国成为全球最大的动力电池技术目标市场国。“十城千辆”的启动推动中国电动汽车快速发展。巨大的动力电池下游应用市场的发展，吸引了全球各国来中国布局动力电池相关专利。自2008年起，中国受理动力电池专利的数量保持30%的年均复合增长。

自2015年起，美国动力电池专利年受理量开始超越日本，有望成为第二大动力电池技术目标市场国。2015年，全球共在美国布局了391件动力电池专利，美国首次超过日本成为全球第二大动力电池技术目标市场国。自2015年起，在美受理的动力电池专利申请以每年9%的速度增长，而在日本的这一增速为4%。

图表7 动力电池专利受理局分布

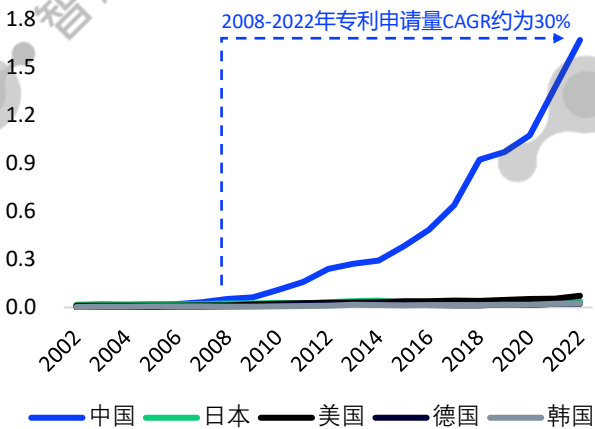
(单位: 件)



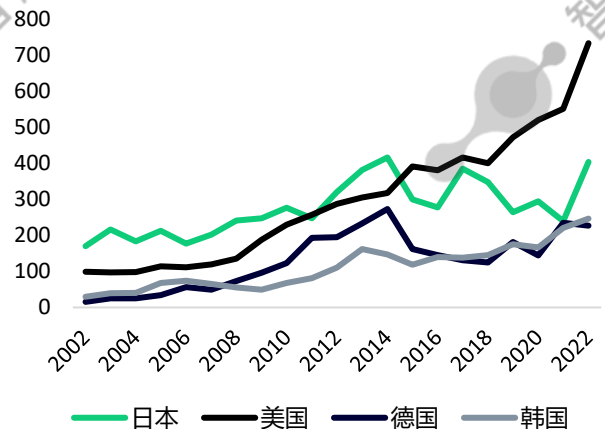
数据来源: 智慧芽专利数据库
统计说明: 截止至2023年6月

图表8 2002-2022年五大动力电池专利受理局专利受理趋势

(单位: 万件)



(单位: 件)



数据来源: 智慧芽专利数据库
统计说明: 1) 截止至2023年6月; 2) 按照公开 (公告) 日统计



2.3 技术全球化流向特征

动力电池五大主要国家之间技术布局相互交错，形成全球化的技术竞争格局。

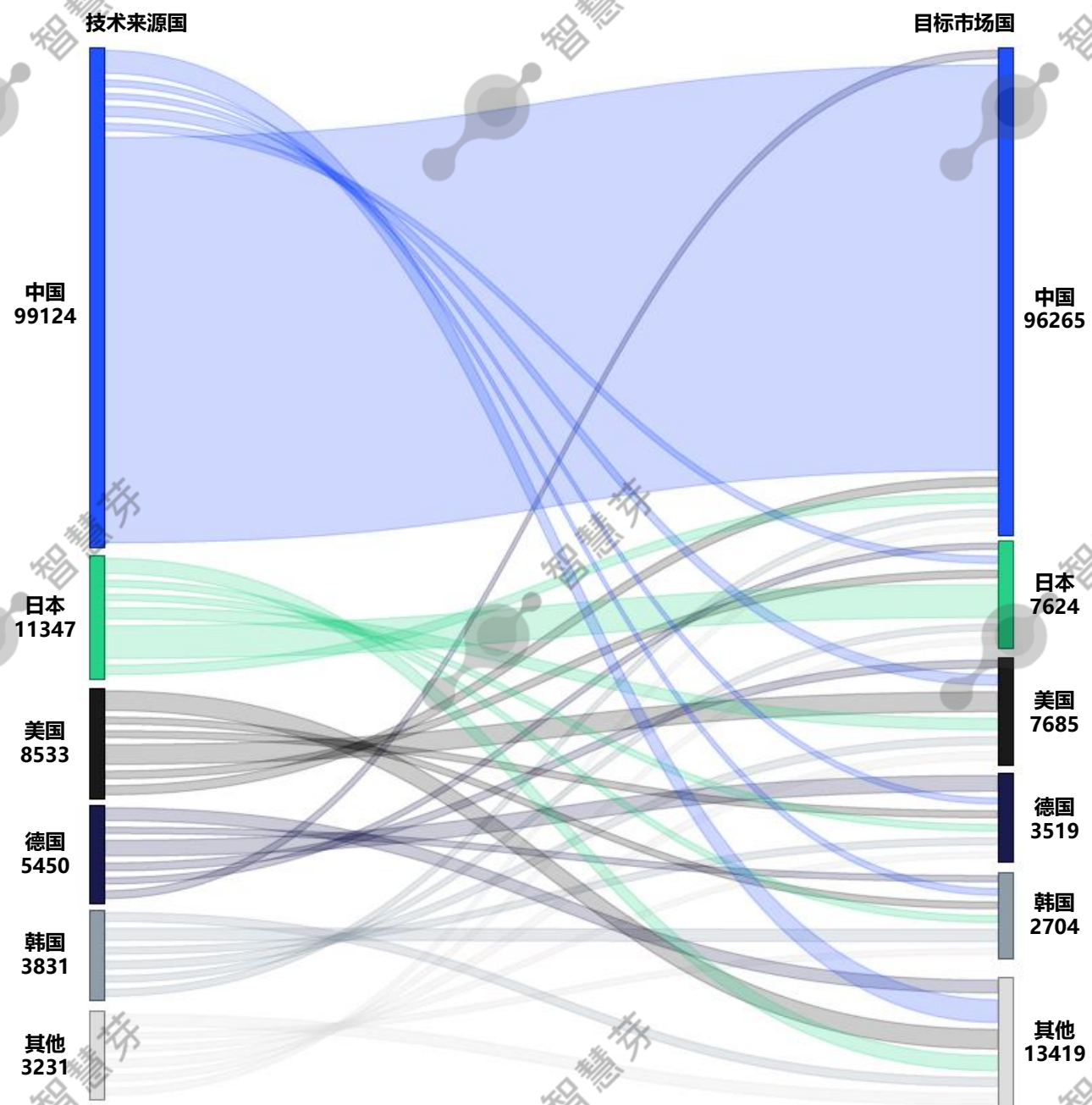
中国和美国从不同维度上引领技术全球化布局，技术出海程度最高。从向海外布局的专利数量来看，技术全球化布局最广的国家是中国，中国机构在动力电池上相关的海外专利申请达到5857件。从向海外布局的专利占比来看，技术全球化布局最深的国家是美国，动力电池相

关的海外专利申请占总申请的比重达到61.5%之高。

美国是海外机构最深度技术布局的竞技场，也是最重视的目标市场国。从海外机构进入布局的数量来看，美国本土有4402件来自海外的专利布局，而中国这一数字是3016件，日本、德国、韩国均只有一千余件。从海外机构布局的占比来看，在美国市场上整体专利申请中，海外专利占比达到57.3%，是唯一一个占比超过50%的主要国家，其次是韩国，占比在约44%。

图表9 五大主要国家动力电池专利的相互布局流向情况

(单位：件)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：截止至2023年6月

此外，还有一些值得关注的专利布局流向特征：

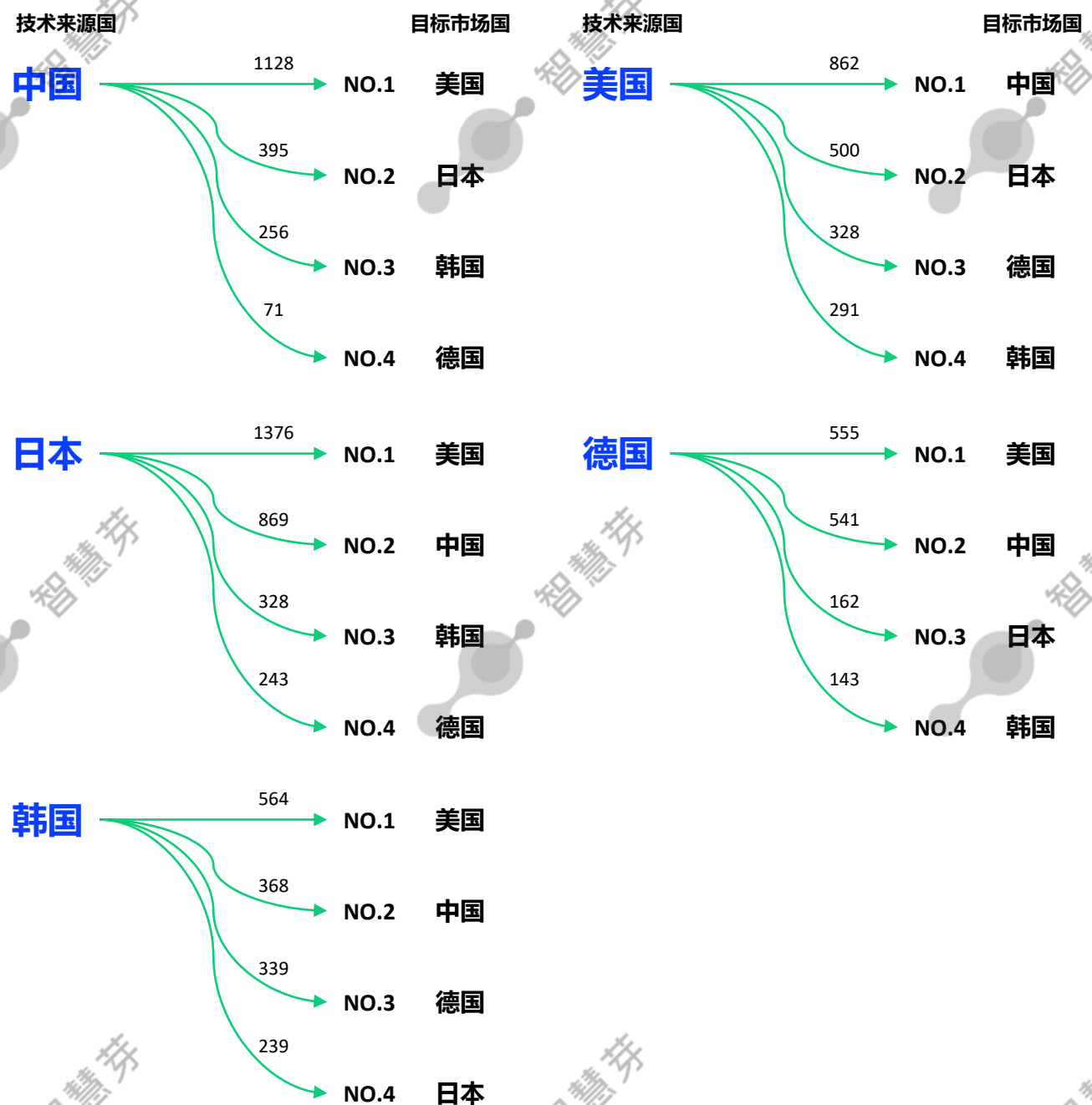
- 1) 美国是所有其他主要技术来源国的首要布局国家。中、日、德、韩四国动力电池的专利海外布局中，美国均为第一大目标市场国，尤其是中国在美国布局的相关专利量达到1128件，是第二大去向的近三倍。
- 2) 中、美之间是最为密切的双向专利布局关系。其中

中国机构在美国布局1128件动力电池相关专利，美国机构在中国布局862件动力电池相关专利，形成深度交错的双向竞争。

- 3) 日本至美国是最大的动力电池海外专利布局单一流向。日本相关机构在美国布局了1376件动力电池专利，超出其他任何国家间专利布局。

图表10 五大主要技术来源国的动力电池专利市场流向

(单位：件)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：截止至2023年6月



三. 电芯技术演进趋势

按技术首次出现的时间顺序，已经实现量产的动力电池按照电芯的不同可分为**铅酸蓄电池、镍镉电池、镍氢电池、锂离子电池、以及钠离子电池**。此外，镁离子电池、氟离子电池、钙离子电池等新一代电池技术正处于实验室研究开发阶段，在后续的研究分析中不作讨论。

3.1 五种主要电芯类型简介

铅酸蓄电池是诞生时间最早、使用时间最长的动力电池。自1859年被发明以来，铅酸蓄电池有150多年的使用历史，具有容量高、工作温度范围宽、大电流放电性能好、自放电率低、安全性能好、成本低廉等诸多优点，是全球第一代电动汽车广泛使用的动力电池。逐渐因为其能量密度低、循环寿命短、污染严重等缺点，在电动汽车动力领域被镍氢电池、锂离子电池取代。然而在电动汽车起动领域，铅酸蓄电池仍有着不可撼动的地位，基本所有电动汽车都采用铅酸蓄电池作为起动电池，因为：

①铅酸蓄电池在低温下的放电性能优于锂离子电池和镍氢电池，使电动汽车能够在低温环境下启动；②铅酸蓄电池是目前安全级别最高的电池，可以确保起动电源所在的汽车发动机舱的安全性。

镍镉电池缺点众多，已经被基本淘汰。镍镉电池经济耐用、使用寿命长、可在极端环境中工作，但有两大致命缺点：①镍镉电池中含有大量重金属镉，属于危险废物，环境污染严重；②镍镉电池在充放电过程中如果处理不当，会出现严重的“记忆效应”，使服务寿命大大缩短。

镍氢电池是镍镉电池的“升级版”，是混动车型的首选。

镍氢电池由镍镉电池改良而来，以储氢合金代替镉。目前99%的混合动力汽车都采用镍氢动力电池，商业化的代表是丰田的普锐斯——世界上最受欢迎、售卖最多的混动车型。在应用层面，镍氢电池相比于锂离子电池也具备一定的优势：①充放电效率更高；②使用的温度范围更宽；③寿命非常长，在浅充浅放的前提下镍氢电池的循环次数最高可达20万次以上；④安全性更佳，丰田全球1800万多辆新能源汽车无自燃记录。

能量密度更高的锂离子电池脱颖而出，成为新能源汽车动力电池的主流选择。与铅酸蓄电池、镍氢电池相比，在相同的体积和重量下，锂离子电池可以储存更多能量，更适用于纯电动汽车使用。目前主流的磷酸铁锂电池的能量密度在200Wh/kg以下，三元锂电池的能量密度在200-300Wh/kg之间，约是铅酸蓄电池的10倍、镍氢电池的5倍。

锂矿日益稀缺，工作原理类似的**钠离子电池**得到广泛关注。锂元素在地壳中的含量仅为0.0065%，钠资源是其440倍，且钠资源分布广泛、提炼简单。工作原理类似的钠离子电池，作为锂离子电池的替代品的角色，在电池领域得到越来越广泛的关注。但钠离子电池仍有其局限性：①能量密度低，钠原子质量是锂的3.3倍，导致钠离子电池的能量密度较低，仅有锂离子电池的50%左右；②循环寿命较短，钠离子的离子半径是锂离子的约1.3倍，导致钠离子脱出、嵌入困难。

图表11 主要电芯类型基本性能对比

	铅酸蓄电池	镍镉电池	镍氢电池	锂离子电池	钠离子电池
体积能量密度 (Wh/L)	50-80	80-150	100-300	250-400	~250
质量能量密度 (Wh/kg)	30-45	40-60	60-80	90-350	70-200
循环寿命 (次)	400-600	600-1000	800-1000	800-10000	~3000
成本 (元/Wh)	1-1.5	2-3	3-6	3-5	低于锂
自放电率 (月)	0%	25%-30%	30-35%	6-9%	-
环保性能	污染严重	污染严重	环保	无污染	无污染

数据来源：智慧芽根据公开资料整理

3.2 五种主要电芯类型技术发展趋势

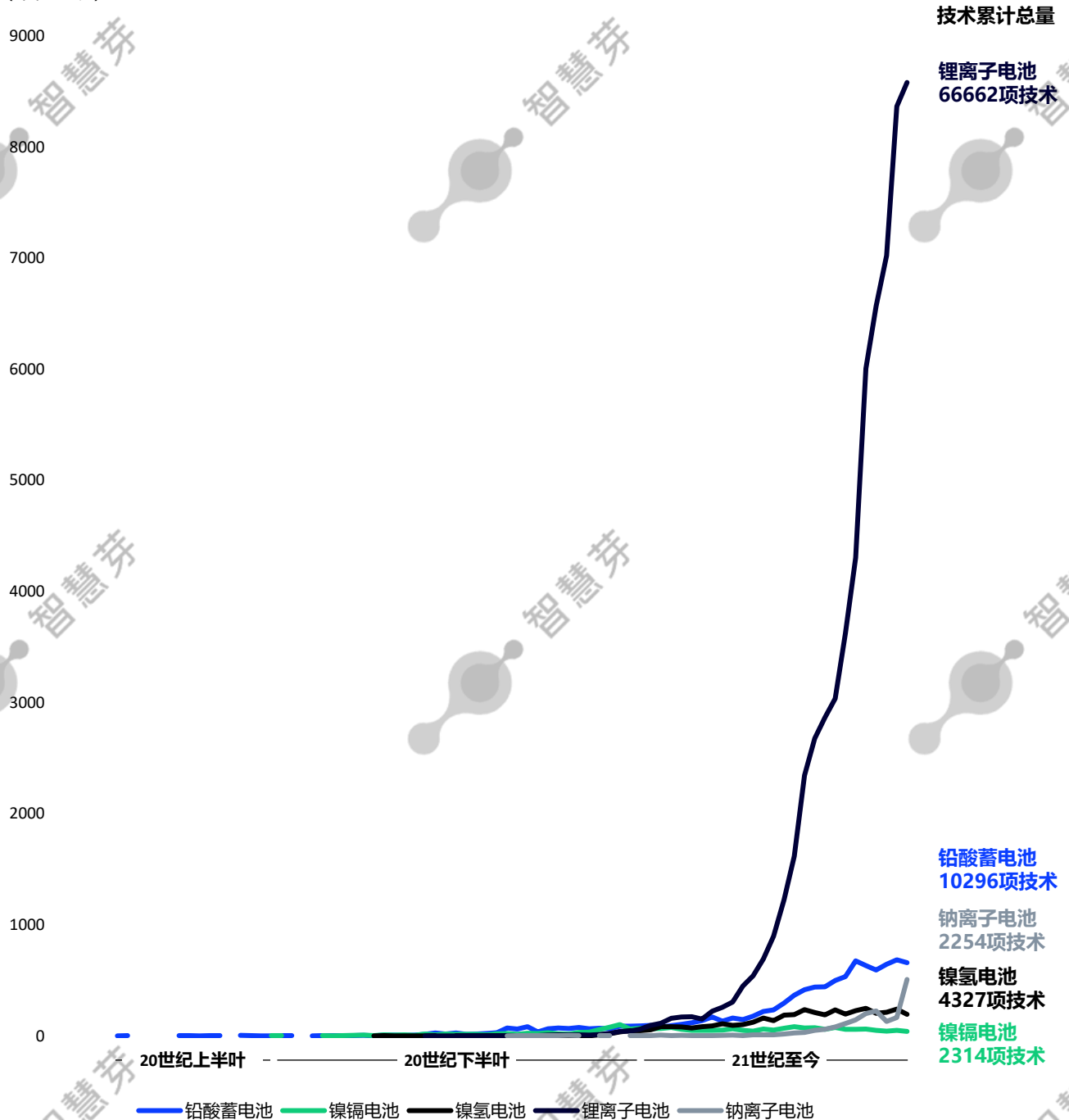
从时间维度看，动力电池电芯呈现出“铅酸蓄电池零星发展——各大技术路线齐头并进——锂离子电池一骑绝尘”的技术发展趋势。20世纪上半叶及之前，只有零星几项与动力电池相关的铅酸蓄电池技术。到了20世纪下半叶，尤其是后半程，各大技术路线的竞争开始激烈起来，镍镉电池和镍氢电池一度超过铅酸蓄电池，与此同时，锂离子电池开始萌发。进入21世纪之后，锂离子电池的技

术发展呈现“指数式”增长，远远超过其他技术路线，铅酸蓄电池作为启动电源稳健增长，镍镉电池因其两大致命缺点逐渐衰落，镍氢电池作为混合动力汽车的能量源保持稳定，近10年钠离子电池技术发展驶入快车道。

截止至目前，全球共有6.7万项锂离子电池技术，1.0万项铅酸蓄电池技术，4327项镍氢电池技术，2314项镍镉电池技术，2254项钠离子电池技术。

图表12 主要电芯类型的技术发展趋势

(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 按照公开（公告）日统计；3) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术



3.3 锂离子电池技术

锂离子电池是近20年最主流的技术选择。根据智慧芽专利数据库显示，近20年全球共诞生了6.2万项锂离子动力电池技术，7.5倍于铅酸蓄电池，16.8倍于镍氢电池，34.2倍于钠离子电池，50.6倍于镍镉电池。

按正极材料的不同，锂离子电池主要可分为磷酸铁锂、锰酸锂、钴酸锂以及三元锂。从成本、安全、性能等考量，当前市面上以磷酸铁锂电池及三元锂电池为主。磷酸铁锂安全，寿命长，资源丰富，但能量密度低，低温性能差。锰酸锂资源丰富，成本较低，但高温循环性能及电化学稳定性差。钴酸锂是最早实现商业化的锂电池正极材料，但比容量太低、安全性差，成本也较高。三元锂分为镍钴锰和镍钴铝两种，能量密度高，但安全性较差，钴元素有毒。

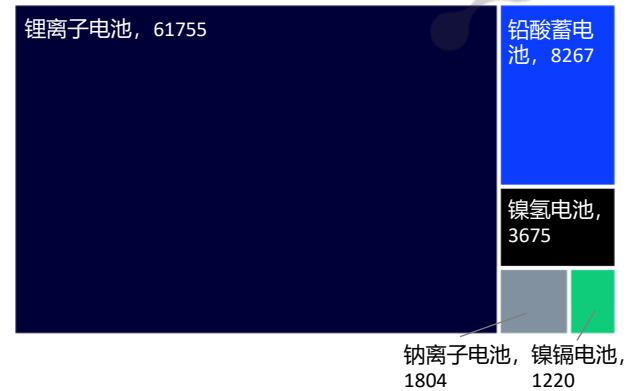
中国是近20年最大的锂离子电池技术来源国。中、日、美、德、韩是锂离子电池动力电池技术的Top5来源国，其中中国贡献了高达84%的锂离子电池动力电池技术，约5.1万项。

“安全性”是近20年锂离子电池技术研发最关心的问题。锂离子电池热失控、性能不稳定等问题让锂离子电池自燃事件频发，这也是电池厂商一直致力于解决的问题，智慧芽数据显示，2002-2022年间全球共产出了5670项技术用于提高锂离子电池的安全性。

从正极材料、负极材料到电解液，锂离子电池技术仍在不断完善升级。正极材料有两条升级路线，一是主流材料迭代，三元材料高镍去钴，磷酸铁锂向磷酸锰铁锂升级；二是钛酸锂、富锂锰基等新材料研发。负极材料正由石墨材料主导，向硅基材料升级。电解液的液体含量逐步降低，向固态电解质发展。

图表13 近20年不同电芯技术总量

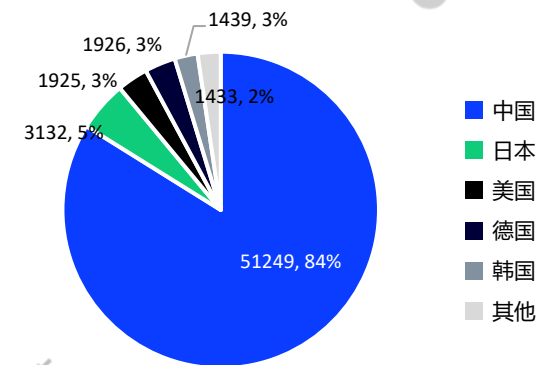
(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术

图表14 近20年锂离子电池技术来源国

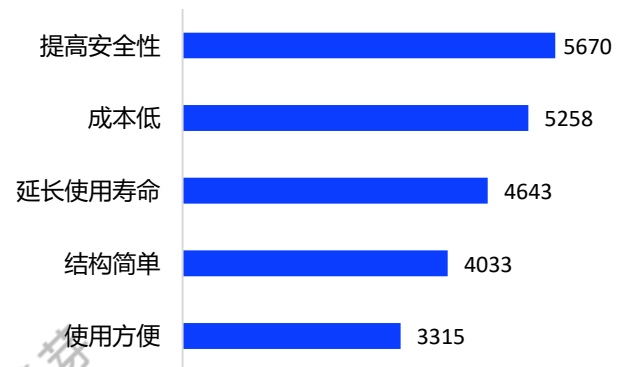
(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术

图表15 近20年锂离子电池研发重点Top5

(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术；3) 技术研发重点来源于智慧芽自主研发、标注的技术功效短语

3.4 钠离子电池技术

钠离子电池是近10年发展速度最快的动力电池技术。根据智慧芽专利数据库显示，2012年钠离子动力电池相关技术仅有32项，2022年已跃升至509项，年均复合增速高达32%，锂离子电池技术近10年年均增速仅为14%，铅酸蓄电池5%，镍镉和镍氢电池呈下降趋势。

钠离子电池仍在产业化发展初期，由少数企业开展多元探索。目前主要玩家有FARADION、Natron Energy、NAIADES、钠创新能源、中科海钠、宁德时代等。从上述企业公布的产品信息可以看出，钠离子电池的正极材料包括层状氧化物、普鲁士蓝、氟磷酸钒钠、普鲁士白等，负极材料主要是硬碳、无定形碳、普鲁士蓝等，电解液主要分为有机和水系。目前钠离子电池最高的能量密度为160Wh/kg，略逊于锂离子电池。

中国是近10年最主要的钠离子电池技术来源国。10年间，全球共有20个国家或地区研究开发钠离子动力电池技术，其中中国贡献了88%，约1500项，其次是日本。

“提升性能”是钠离子电池技术产业化初期的研发关键词。近10年钠离子电池技术的研发重点主要是与提升性能有关，如提升循环性能、提高电化学性能、提高循环稳定性、提高能量密度、提高导电性、提高倍率性能、提高容量等。

图表16 近10年不同电芯技术发展趋势

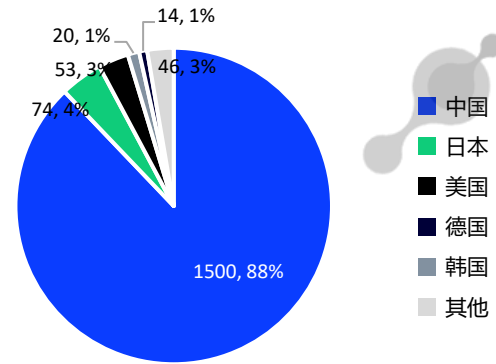
(单位：项)

	2012年	2022年	CAGR
铅酸蓄电池	415	660	4.7%
镍镉电池	71	40	-5.6%
镍氢电池	237	193	-2.0%
锂离子电池	2345	8581	13.9%
钠离子电池	32	509	31.9%

数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术

图表17 近10年钠离子电池技术来源国

(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术

图表18 近10年钠离子电池研发重点Top10

(单位：项)



数据来源：智慧芽专利数据库
统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术；3) 技术研发重点来源于智慧芽自主研发、标注的技术功效短语



四. 电池结构演进趋势

除了电芯材料层面的创新，结构创新也是动力电池技术更迭的重要方向。受到成本、资源、安全等诸多限制，动力电池材料层面的创新逐步放缓，结构层面的创新正成为本轮动力电池技术周期的发展主线，从传统的CTM开始，JTM、CTP、CTC、CTB等各类结构创新技术层出不穷。

4.1 五种主要电池结构简介

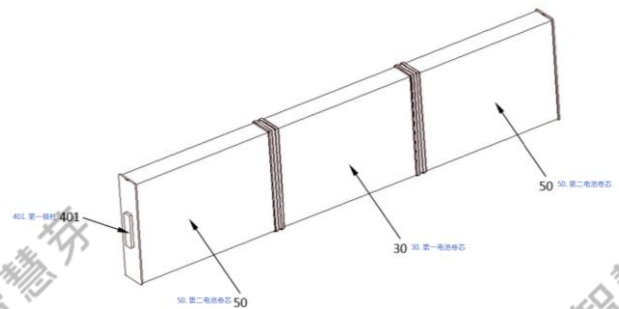
CTM (Cell to Module) 是传统的集成方式，空间利用率低。CTM是将电芯集成在模组上的集成模式，一般的配置方式是“电芯—模组—PACK—装车”。模组是针对不同车型的电池需求不同、电池厂家的电芯尺寸不同而提出的发展路径，有助于规模经济的形成与产品的统一，比较典型的是355、390、590模组。模组电池包的零件数量多达近600个，导致空间利用率只有40%，极大限制了其他部件的空间。

JTM (Jelly Roll to Module) 易于推动模组标准化，充分发挥梯次利用的价值。2021年国轩高科推出了JTM技术，即直接将卷芯放在模组里面，一次完成制作。JTM工艺制造过程简单，降低成本的同时，也可以提高电池的能量密度，而且易形成标准化。将模组标准化之后更好地梯次利用，充分发挥磷酸铁锂电池的高残余价值，用于储能、低速电动车等领域。

国轩高科的JTM通过卷绕工艺制作出电芯，再通过导电组件相连，串联放置于铝壳中组成一个大电池。在磷酸铁锂体系下，模组能量密度可以接近200Wh/Kg，系统能量密度180Wh/Kg，达到高镍三元水平，且模组成本仅相当于铅酸电池水平。

图表19 国轩高科JTM技术相关专利

公开(公告)号: CN111653721B



资料来源: 智慧芽研发情报库

CTP (Cell to Pack) 有效提升电池包的空间利用率和能量密度，推动整车厂商介入电池包开发，目前已成主流。CTP，即跳过标准化模组环节，直接将电芯集成在电池包上，也称“无模组电池”。从产品的性能看，CTP方式较传统电池包，体积利用率提高15-20%，零件减少40%，生产效率提升50%，能量密度可达200Wh/kg以上，从而有效降低成本。采用典型CTP技术的产品包括宁德时代的麒麟电池、比亚迪的刀片电池、蜂巢能源的短刀电池等。

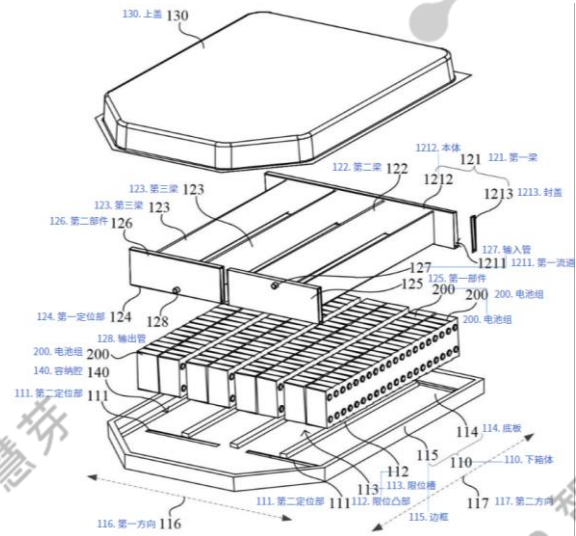
宁德时代于2019年9月推出第一代CTP集成技术，此后持续迭代，至2022年推出CTP3.0的麒麟电池。在宁德时代CTP第一代、第二代技术中，虽然模组被取消，但对电芯依然采用分模块管理。麒麟电池电芯被集成为一体化能量单元，系统集成效率达72%，能量密度可达255Wh/kg，轻松实现整车1000公里续航。

比亚迪的刀片电池于2020年3月发布，通过减薄电芯厚度、增加电芯长度，使得单体电池类似于“刀片”。采用CTP的结构创新，多个刀片单体电池跳过模组直接集成为电池包，从而实现空间利用率提升至60%以上，且安全系数有明显提升。

蜂巢能源于2021年12月正式推出了全域短刀化产品战略。短刀电池配合壳体和多个电芯，实现简约的CTP方案，减少非必要零部件，简化装配工序，在适应不同的电池包设计方面具有优势，采用磷酸铁锂电芯的龙鳞甲电池系统体积成组效率提升至76%。

图表20 宁德时代麒麟电池技术相关专利

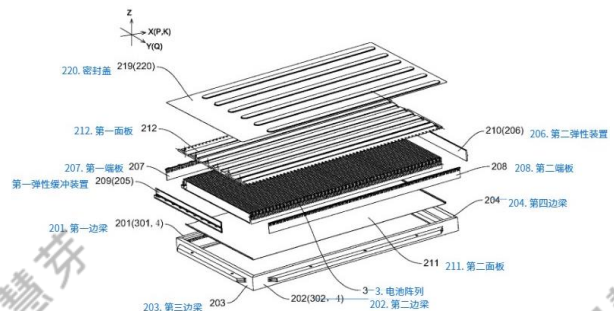
公开(公告)号: CN216648494U



资料来源: 智慧芽研发情报库

图表21 比亚迪刀片电池技术相关专利

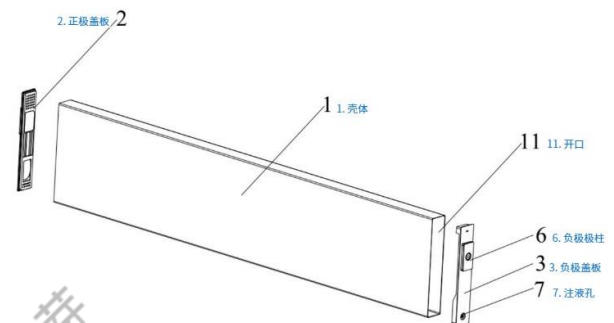
公开(公告)号: CN110165116B



资料来源: 智慧芽研发情报库

图表22 蜂巢能源短刀电池技术相关专利

公开(公告)号: CN213988965U



资料来源: 智慧芽研发情报库



CTC (Cell to Chassis) 被认为是新能源汽车下一个阶段的关键核心技术。CTC将电芯直接集成于车辆底盘，进一步加深了电池系统与电动车动力系统、底盘的集成，减少零部件数量，节省空间，提高结构效率，大幅度降低车重，增加电池续航里程。与CTP相比，CTC技术要求电池厂商从更早的阶段介入车型设计，要求电池厂商具备更强的研发设计能力，配合部分整车厂进行深度合作，对相应的底盘技术要求也更高，具有更高的技术壁垒。典型的CTC技术包括特斯拉的“CTC+一体化压铸”方案以及零跑汽车的MTC方案。

特斯拉的“CTC+一体化压铸”方案于2020年9月电池日全球首发，采用这一集成方式，可省370个零件，车身减重10%，度电成本降低7%，电池结构体积减少10%，续航能力提升15%。

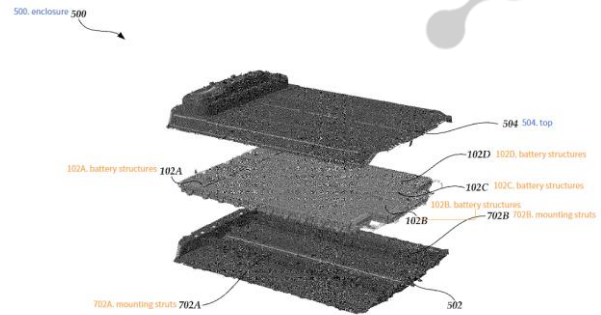
零跑汽车的MTC方案于2022年4月推出，通过MTC (“Module to Chassis”) 结构，实现零部件数量减少20%，结构件成本减低15%，整车刚度提高25%，整车垂直空间增加10mm，电池布置空间增加14.5%，综合提升整车续航里程10%，扭转刚度提升25%，轻量化系数达到2.4，提升20%。

CTB (Cell to Body) 是实现电池车身一体化的新型电芯集成方式。CTB是比亚迪提出的一种全新的电芯集成方式，实现从车身一体化向电池车身一体化的转变，有助于空间利用率的提高以及电动车性能的进一步释放。比亚迪的海豹系列是搭载CTB技术的全球首款车型，该车型已于2022年5月20日正式发售。

比亚迪的CTB技术将刀片电池的上盖与车身底板集成于一体，取消了单独的上盖板设计，但仍保留电池托盘，将电池“三明治”结构进化为整车“三明治”结构。经过优化后的结构让动力电池系统利用率提升66%，同时让系统能量密度提升10%，从而实现700km的续航里程。

图表23 特斯拉CTC技术相关专利

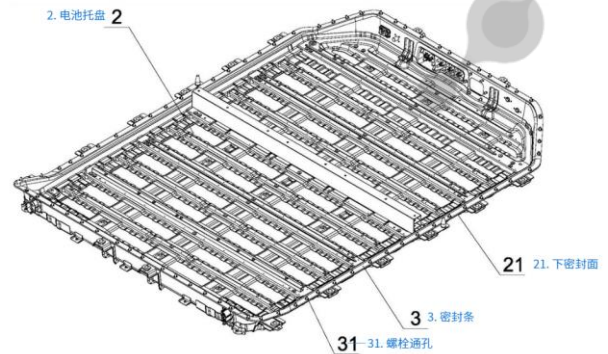
公开(公告)号: US20210159567A1



资料来源: 智慧芽研发情报库

图表24 零跑汽车MTC技术相关专利

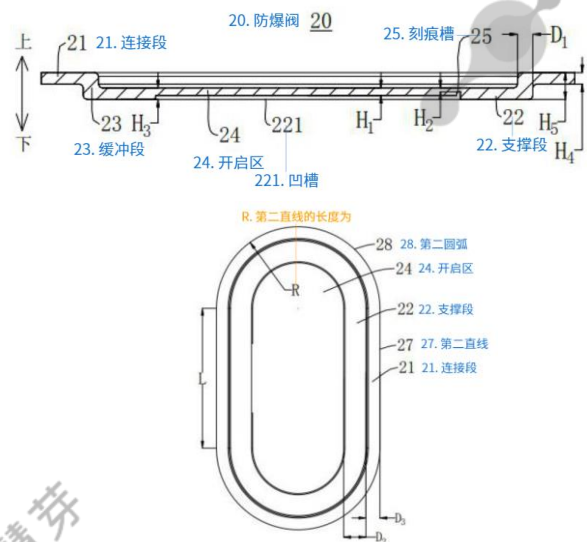
公开(公告)号: CN113690532A



资料来源: 智慧芽研发情报库

图表25 比亚迪CTB技术相关专利

公开(公告)号: CN216980795U



资料来源: 智慧芽研发情报库



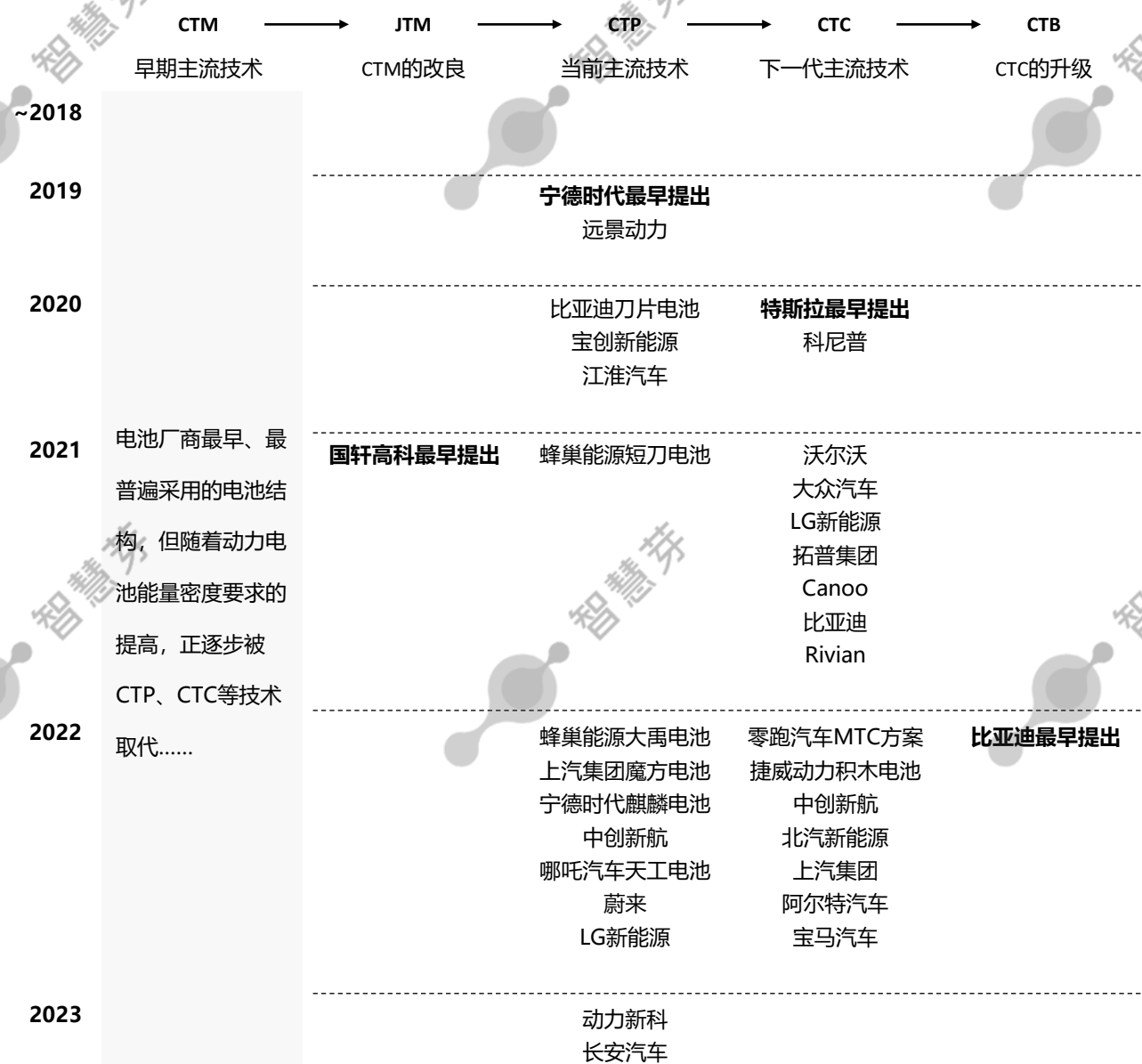
4.2 五种主要电池结构技术发展趋势

2019年起，JTM、CTP、CTC、CTB等新型电芯集成方式开始发展。2019年宁德时代开创性提出CTP，2020年特斯拉全球首发CTC，2021年国轩高科发布JTM方案，2022年比亚迪将CTB技术应用在海豹系列车型上。

者主要包括宝创新能源、蜂巢能源、中创新航、LG新能源等电池企业和江淮汽车、上汽集团、哪吒汽车等整车企业，CTC技术研发者主要包括LG新能源、捷威动力、中创新航等电池企业和沃尔沃、大众汽车、零跑汽车、宝马汽车等整车企业。

CTP和CTC是动力电池更为主流的封装集成方式。自2020年起，各大电池厂商、整车厂商“井喷式”发布其各自的CTP和CTC方案。据不完全统计，CTP技术研发

图26 主要电池结构的技术发展趋势（不完全统计）



图表说明：除标明最早提出的企业外，其他企业的排序与时间先后无关

资料来源：智慧芽根据公开资料整理

Li⁺



+

动力电池创新生态篇

一. 全球动力电池科创领袖TOP50企业名单



通过智慧芽“科创力坐标”，我们发现在过去一年里，这50家企业的动力电池技术实力令人瞩目。这50家企业在动力电池领域的科技创新代表了动力电池技术的最突出成就和发展里程碑，是当之无愧的动力电池技术的科创领袖。我们进一步发现，这50家企业沿着特色鲜明、独树一帜的不同科创路径带领着全球动力电池的研发创新，呈现出“先锋派”“思想者”“匠心者”“实干派”四类不同的气质特征。

由于我们评估评价的是企业在动力电池上的技术实力和技术表现，而非企业的整体技术实力和整体技术表现，因此在判定是企业的哪个创新主体能够成为全球动力电池的科创领袖时，我们遵循这样一条基本原则，那就是企业是否为一家独立运营的动力电池企业。

如果企业是一家独立运营的动力电池企业，不管它是从集团拆分出来的，还是自主成立的，我们都判定这家独立运营的动力电池公司是动力电池的创新主体。LG新能源、三星SDI、蜂巢能源等动力电池企业属于前者，LG

新能源和三星SDI分别是LG化学和三星旗下专门从事动力电池的独立附属公司，蜂巢能源脱胎于长城汽车，目前从结构上看已经与长城汽车没有从属关系。亿纬锂能、国轩高科等自主成立的动力电池企业则属于后者。以上动力电池企业均在2021-2022年全球动力电池装机量排行榜中名列前茅。

如果企业并不是一家独立运营的动力电池企业，而是由其专门的业务部门承接动力电池技术的研发创新，或者由旗下不同的附属公司承接，那我们则认为这家母公司为动力电池的创新主体。整车企业、电工电气企业多属于这里的第一种情况，他们与电池产业链密切协同，因此也积攒了动力电池技术的相关实力，但他们没有拆分独立的动力电池企业，只是由业务部门承接相关技术，因此我们认定母公司为动力电池的创新主体。日立、松下等综合性集团公司基本属于这里的第二种情况。例如，日立旗下日立高新技术、日立建机、日立安斯泰莫等诸多从属公司都在从事动力电池相关技术，因此我们选择日立母公司作为动力电池的创新主体。



科创领袖 TOP50



先锋派

PIONEER

聚焦前沿领域，快速突破

11家“先锋派”企业

全球动力电池科创领袖TOP50中有11家呈现出“先锋派”的气质特征。

超半数来自日本，中美德法韩各一

从所在国家看，来自日本的企业居多，占据6个席位，剩余5家分别来自中国、美国、德国、法国和韩国。

整车企业居多，来自中、日、韩、美、法五国

结合企业类型看，整车企业占到多数，共有5家，中、日、韩、美、法各有1家，剩余有综合性集团公司2家、电工电气企业2家、电池企业1家，均来自日本，汽车零部件企业1家，来自德国。

企业简称	企业全称	所在国家	企业类型
博世	Robert Bosch GmbH	德国	汽车零部件企业
电装	DENSO CORPORATION	日本	电工电气企业
东风汽车	东风汽车集团有限公司	中国	整车企业
东芝	TOSHIBA CORPORATION	日本	综合性集团公司
FDK	FDK CORPORATION	日本	电池企业
丰田汽车	丰田汽车公司	日本	整车企业
福特汽车	Ford Motor Company	美国	整车企业
古河电工	FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.	日本	电工电气企业
雷诺	Renault Group	法国	整车企业
日立	Hitachi, Ltd.	日本	综合性集团公司
现代汽车	Hyundai Motor Company	韩国	整车企业

说明：按企业简称的首字母排序

科创领袖 TOP50



思想者

THINKER

探索无人之境，激昂奋进

11家“思想者”企业

全球动力电池科创领袖TOP50中有11家呈现出“思想者”的气质特征。

中国企业过半，德国次之，荷、日、韩各一

从所在国家看，6家企业来自中国，超过五成，2家企业来自德国，剩余3家分别来自荷兰、日本和韩国。

以整车企业和来自中日韩的电池企业为主

结合企业类型看，整车企业和电池企业均有5家，其中整车企业来自荷、德、中，电池企业来自中、日、韩，还有1家来自中国的能源企业。

企业简称	企业全称	所在国家	企业类型
大众汽车	Volkswagen Group	德国	整车企业
Envision AESC	Envision AESC Japan Ltd.	日本	电池企业
国轩高科	合肥国轩高科动力能源有限公司	中国	电池企业
华为数字能源	华为数字能源技术有限公司	中国	能源企业
梅赛德斯-奔驰	Mercedes-Benz Group AG.	德国	整车企业
宁德时代	宁德时代新能源科技股份有限公司	中国	电池企业
SK on	SK on Co., Ltd.	韩国	电池企业
上汽集团	上海汽车集团股份有限公司	中国	整车企业
Stellantis	Stellantis N.V.	荷兰	整车企业
万向一二三	万向一二三股份公司	中国	电池企业
长安汽车	重庆长安汽车股份有限公司	中国	整车企业

说明：按企业简称的首字母排序



科创领袖 TOP50



匠心者

ARTISAN

专注技术打磨，精益求精

16家“匠心者”企业

全球动力电池科创领袖TOP50中有16家呈现出“匠心者”的气质特征。

以中国企业为主，日本企业次之

从所在国家看，中国企业高达11家，日本企业有3家，美国企业1家，德国企业1家。

以来自中国的整车企业和电池企业为主

结合企业类型看，整车企业9个席位⁵，其中中国厂商占到6席、美国、日本、德国厂商各1席，电池企业数量次之，均来自中国，共有6家⁵，剩余的2家综合性集团公司和电工电气企业均是日本企业。

企业简称	企业全称	所在国家	企业类型
宝马汽车	BMW AG	德国	整车企业
北汽集团	北京汽车集团有限公司	中国	整车企业
比亚迪	比亚迪股份有限公司	中国	整车企业、电池企业
蜂巢能源	蜂巢能源科技股份有限公司	中国	电池企业
冠宇电池	珠海冠宇电池股份有限公司	中国	电池企业
广汽集团	广州汽车集团股份有限公司	中国	整车企业
马自达	马自达汽车株式会社	日本	整车企业
奇瑞新能源	奇瑞新能源汽车股份有限公司	中国	整车企业
矢崎	YAZAKI Corporation	日本	电工电气企业
松下	Panasonic Corporation	日本	综合性集团公司
特斯拉	Tesla, Inc.	美国	整车企业
天能电池	天能电池集团股份有限公司	中国	电池企业
小鹏汽车	广州小鹏汽车科技有限公司	中国	整车企业
亿纬锂能	惠州亿纬锂能股份有限公司	中国	电池企业
长城汽车	长城汽车股份有限公司	中国	整车企业
中创新航	中创新航科技集团股份有限公司	中国	电池企业

说明：按企业简称的首字母排序

⁵ 因为比亚迪既是整车企业又是电池企业，所以在整车企业和电池企业数量统计时分别计数，故按企业类型加总“匠心者”数量为17家。

科创领袖 TOP50



实干派

DOER

致力成果落地，成就变革

12家“实干派”企业

全球动力电池科创领袖TOP50中有12家呈现出“实干派”的气质特征。

日本企业为主，中韩各两家，美国一家

从所在国家看，绝大部分来自亚洲，其中日本7家，中国和韩国各2家企业，美国1家企业。

整车企业和电池企业基本平分席位

结合企业类型看，整车企业共5家，其中日本3家、中国1家、美国1家，电池企业4家，其中韩国2家、日本1家，中国1家，此外还有2家来自日本的电工电气企业和1家日本的综合性集团公司。

企业简称	企业全称	所在国家	企业类型
本田汽车	Honda Motor Company	日本	整车企业
超威电源	超威电源有限公司	中国	电池企业
GS YUASA	GS Yuasa International Ltd.	日本	电池企业
吉利汽车	浙江吉利控股集团有限公司	中国	整车企业
京瓷	KYOCERA Corporation	日本	综合性集团公司
LG新能源	LG Energy Solution	韩国	电池企业
铃木汽车	Suzuki Motor Corporation	日本	整车企业
日本碍子	NGK INSULATORS, LTD.	日本	电工电气企业
日产汽车	Nissan Motor Co., Ltd.	日本	整车企业
三星SDI	Samsung SDI Co., Ltd	韩国	电池企业
通用汽车	General Motors	美国	整车企业
住友电工	Sumitomo Electric Industries, Ltd.	日本	电工电气企业

说明：按企业简称的首字母排序



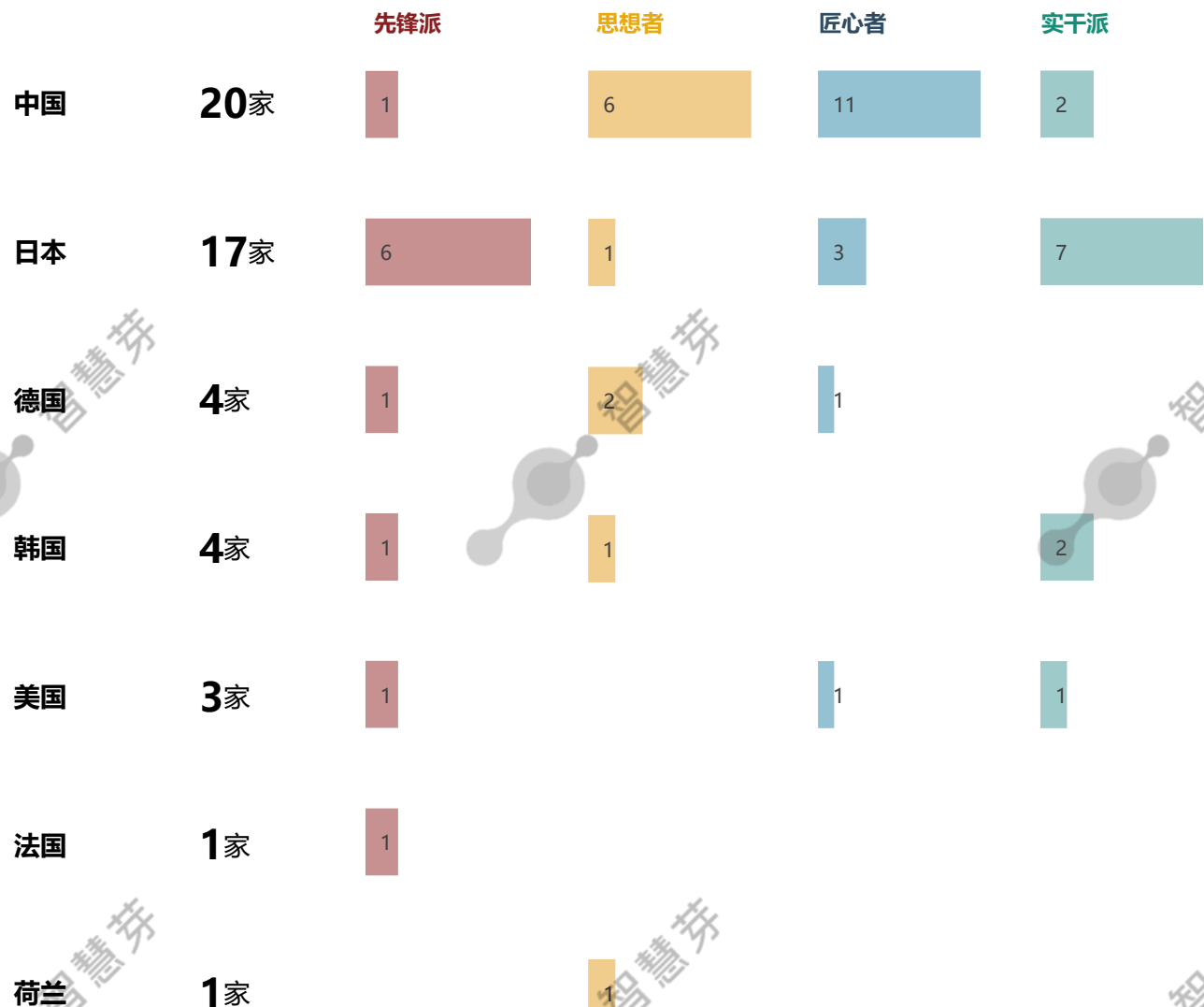
二. 全球动力电池科创领袖TOP50特征分析

2.1 区域分布特征

超七成动力电池科创领袖来自中日两国。全球动力电池科创领袖TOP50中有20家来自中国，占到40%，有17家来自日本，占到34%。其次是德国和韩国，分别占到TOP50中的4个席位。美国和法国分别上榜了3家和2家。

结合科创领袖企业的科创气质特征来看，来自中国的动力电池科创领袖以“思想者”和“匠心者”为主，在技术产出模式上更偏“厚积薄发”；来自日本的动力电池科创领袖以“先锋派”和“实干派”为主，在技术产出模式上更趋“高效进取”。此外，来自德国的4家动力电池科创领袖中，“思想者”有2家；来自韩国的4家动力电池科创领袖中，则有2家“实干派”。

图表27 全球动力电池科创领袖TOP50区域分布及其气质特征

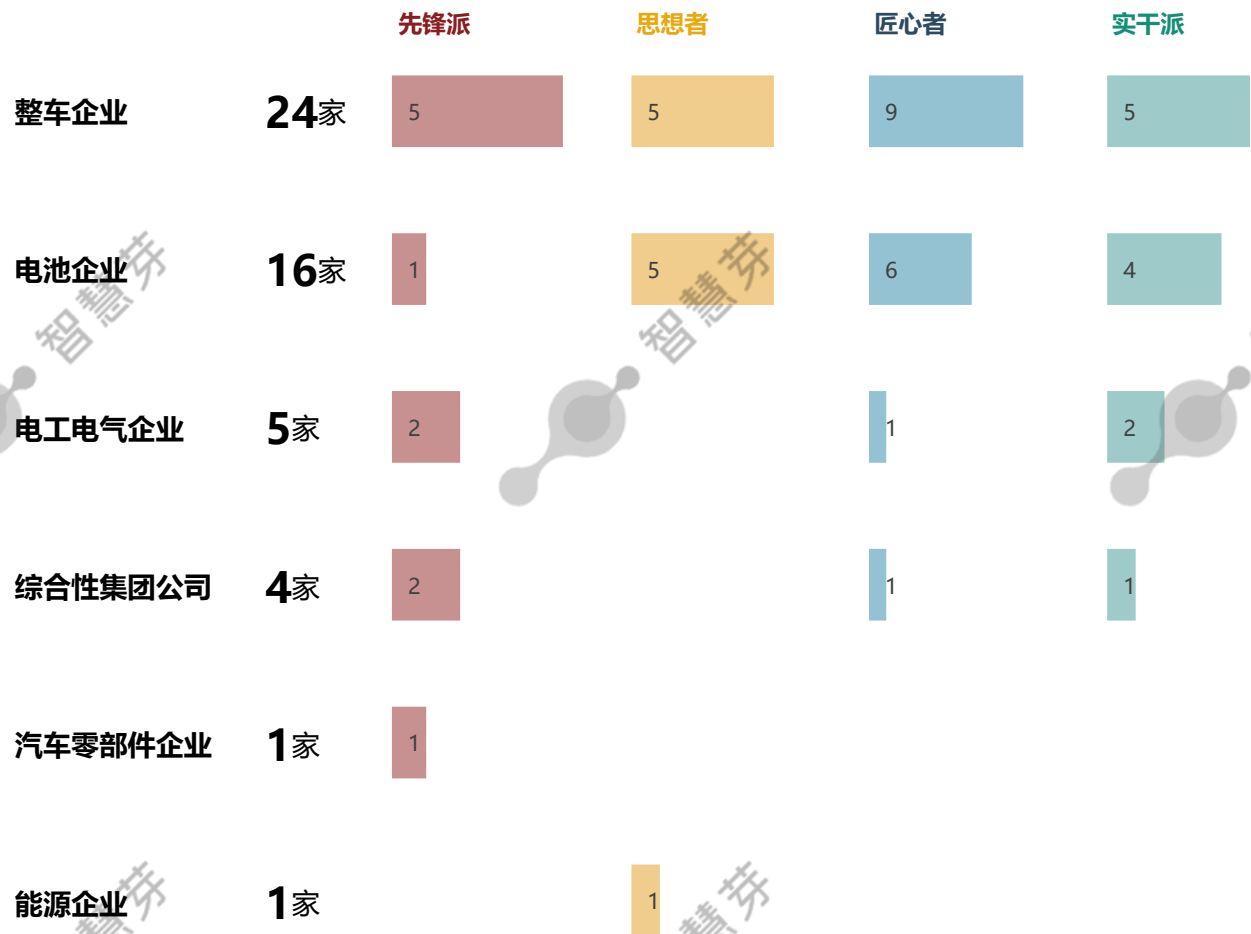


2.2 企业类型特征

动力电池科创领袖中近半数为企业，超四分之一为电池企业。全球动力电池科创领袖TOP50中整车企业有24家，占到48%，电池企业仅有16家，占到32%。这可能意味着，在本轮以电池结构创新为主的动力电池技术升级周期中，比起独立研发的电池企业，整车企业以及与整车企业合作的电池企业更具备创新优势。电工电气企业和综合性集团公司分别占到5席和4席。剩余2家为汽车零部件企业和能源企业。

结合科创领袖企业的科创气质特征来看，整车企业中动力电池科创领袖的科创气质特征各异；而电池企业的科创领袖中，“先锋派”较少，主要是“思想者”、“匠心者”和“实干派”。此外，电工电气企业中动力电池科创领袖以“先锋派”和“实干派”为主，在技术产出模式上更倾向于高效转化的“进取型”创新；综合性集团公司中则有2家“先锋派”，1家“匠心者”和1家“实干派”。

图表28 全球动力电池科创领袖TOP50企业类型及其气质特征



图表说明：因为比亚迪既是整车企业又是电池企业，所以在整车企业和电池企业数量统计时分别计数，故按企业类型加总求和为51家



三. 全球动力电池科创领袖TOP50竞合格局

3.1 合作研发⁶情况

动力电池科创领袖TOP50中共有64组合作研发关系，三星SDI和博世合作最为紧密。据智慧芽数据显示，50家动力电池科创领袖企业中有64组企业共同研发过1250项动力电池技术。其中，三星SDI和博世合作最为紧密，共同研发过701项动力电池技术。电装和丰田汽车、日产汽车和雷诺分别合作研发了124项、105项动力电池技术。合作研发动力电池技术 ≥ 10 项且 < 100 项的企业组合占到11%。除此以外，还有一些科创领袖企业之间有一些松散合作，合作研发技术数量不到10项。

拥有科创领袖企业合作研发伙伴数量最多的前三位企业分别是丰田汽车、本田汽车、GS YUASA，均来自日本。50家动力电池科创领袖企业中，共有30家企业与其他科创领袖企业开展合作研发。其中，丰田汽车拥有松下、东芝、宝马汽车、马自达等12位动力电池合作研发伙伴，共同产出了291项动力电池技术。本田汽车与东风汽车、日立、广汽集团等10家企业保持良好的合作研发关系，合作产出了41项动力电池技术。GS YUASA则与松下、博世、丰田汽车等10家企业合作研发了37项。

图表29 科创领袖企业之间合作研发的动力电池技术数量

合作研发动力电池技术大于等于10项的企业组合

合作方	合作方	合作数量	
三星SDI	↔	博世	701
电装	↔	丰田汽车	124
日产汽车	↔	雷诺	105
丰田汽车	↔	松下	68
矢崎	↔	丰田汽车	42
丰田汽车	↔	住友电工	26
日产汽车	↔	日立	15
铃木汽车	↔	电装	12
GS YUASA	↔	松下	10
日立	↔	本田汽车	10

≥ 100 项
约占5%

≥ 10 项
约占11%

数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 合作研发按照“原始申请(专利权人)”口径统计；3) 科创领袖企业的技术数量按照公司树口径聚合，并且排除掉了公司之间的合作研发情况；4) 技术数量按照简单同族统计，全球1组简单同族即全球1项技术；5) 动力电池相关技术通过“铅酸蓄电池”“镍镉电池”“镍氢电池”“锂离子电池”等关键词在智慧芽专利数据库里构建检索式去抓取

图表30 拥有科创领袖作为动力电池技术合作研发伙伴数量最多的Top3企业

Top3企业	动力电池技术合作研发伙伴数量
丰田汽车	12
本田汽车	10
GS YUASA	10

数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 合作研发按照“原始申请(专利权人)”口径统计；3) 动力电池相关技术通过“铅酸蓄电池”“镍镉电池”“镍氢电池”“锂离子电池”等关键词在智慧芽专利数据库里构建检索式去抓取

⁶ 合作研发按照“原始申请(专利权人)”口径统计

从所在国家看，来自德国和日本的科创领袖企业更倾向于和其他科创领袖企业合作研发，而日本科创领袖企业之间的合作研发情况更为常见。4家德国科创领袖全部开展合作研发，17家日本科创领袖中有16家开展合作研发，美法韩科创领袖中均有一半开展合作研发，上榜的20家中国科创领袖中只有5家开展合作研发。而在全部64组合作研发关系中，有43组为日本科创领袖之间的合作研发，占比近七成，其次是德国科创领袖之间的合作研发，仅有5组，其余情况均未超过5组。

从企业类型看，整车科创领袖更倾向于和其他科创领袖合作研发，且整车科创领袖之间的合作研发情况最常见，其次是整车企业与电工电气企业，接着才是整车企业与电池企业。24家整车科创领袖中有13家开展合作研发，占比55%，16家电池科创领袖中有8家合作研发，占比50%，上榜的其他类型企业数量过少，故不作分析。而在全部64组合作研发关系中，整车科创领袖之间合作研发的有16组，其次是12组整车企业和电工电气企业的合作，整车企业和电池企业的合作有8组，整车企业和综合性集团公司有7组，前四名的组合均涉及整车企业。

图表31 动力电池技术合作研发组合的所在国家和企业类型特征

动力电池技术合作研发组合的所在国家特征

所在国家特征	合作研发的企业组合数量
日本 + 日本	43
德国 + 德国	5
日本 + 德国	3
德国 + 美国	3
德国 + 韩国	2
中国 + 日本	2
中国 + 中国	2
中国 + 德国	1
日本 + 法国	1
韩国 + 法国	1
美国 + 日本	1

动力电池技术合作研发组合的企业类型特征

企业类型特征	合作研发的企业组合数量
整车企业 + 整车企业	16
电工电气企业 + 整车企业	12
电池企业 + 整车企业	8
整车企业 + 综合性集团公司	7
电池企业 + 电工电气企业	5
电工电气企业 + 电工电气企业	4
电池企业 + 综合性集团公司	3
电池企业 + 汽车零部件企业	2
整车企业 + 汽车零部件企业	2
综合性集团公司 + 综合性集团公司	1
电工电气企业 + 综合性集团公司	1
综合性集团公司 + 整车企业	1
电池企业 + 电池企业	1
综合性集团公司 + 电工电气企业	1

数据来源：智慧芽专利数据库
 统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 合作研发按照“原始申请(专利权人)”口径统计；3) 动力电池相关技术通过“铅酸蓄电池”“镍镉电池”“镍氢电池”“锂离子电池”等关键词在智慧芽专利数据库里构建检索式去抓取



3.2 相互引用⁷情况

三星SDI是引用其他科创领袖企业动力电池相关技术次数最多的企业，广泛借鉴其他企业技术成果。引用其他科创领袖企业的动力电池相关技术次数最多的前五名企业分别是三星SDI、丰田汽车、博世、LG新能源、日产汽车，分别引用了9626次、8432次、7330次、4936次、4119次。引用次数最多的电池企业三星SDI，主要借鉴了LG新能源、宁德时代等电池企业，汽车零部件企业博世，以及大众汽车、福特汽车、丰田汽车、现代汽车、宝马汽车等众多整车企业。

LG新能源的动力电池技术被其他科创领袖企业引用次数最多，技术含金量高、影响力大。被其他科创领袖企业引用动力电池相关技术次数最多的前五名企业分别是LG新能源、三星SDI、大众汽车、博世、丰田汽车，分别被引了10422次、7539次、6031次、5900次、5760次。被引次数最多的电池企业LG新能源，为三星SDI、SK on等电池企业，丰田汽车、现代汽车、日产汽车、通用汽车等整车企业，松下、日立、东芝等综合性集团公司以及汽车零部件企业博世，均提供了动力电池技术上的借鉴和参考。

从科创领袖企业的科创气质特征来看，技术产出上更高效进取的“先锋派”和“实干派”引用其他科创领袖企业以及被其他科创领袖企业引用的次数更多。“先锋派”和“实干派”的引用总次数分别是3.0万次和2.8万次，被引用总次数分别是2.6万次和2.6万次，均高于“思想者”和“匠心者”的数据。

图表32 科创领袖企业的动力电池技术引用方和被引方Top5

科创领袖企业动力电池技术的引用方和被引方Top5

引用方Top5	引用次数	被引方Top5	被引次数
三星SDI	9626	LG新能源	10422
丰田汽车	8432	三星SDI	7539
博世	7330	大众汽车	6031
LG新能源	4936	博世	5900
日产汽车	4119	丰田汽车	5760

数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 专利引用按照“当前申请(专利权人)”口径统计；3) 动力电池相关技术通过“铅酸蓄电池”“镍镉电池”“镍氢电池”“锂离子电池”等关键词在智慧芽专利数据库里构建检索式去抓取

图表33 不同科创“气质”的动力电池技术引用与被引情况

不同科创气质类型的动力电池技术引用和被引数量

	引用总次数	被引总次数
先锋派	30338	25677
思想者	8871	14574
匠心者	10146	10540
实干派	27514	26078

数据来源：智慧芽专利数据库

统计说明：1) 截止至2023年6月；2) 专利引用按照“当前申请(专利权人)”口径统计；3) 动力电池相关技术通过“铅酸蓄电池”“镍镉电池”“镍氢电池”“锂离子电池”等关键词在智慧芽专利数据库里构建检索式去抓取

⁷ 专利引用按照“当前申请(专利权人)”口径统计

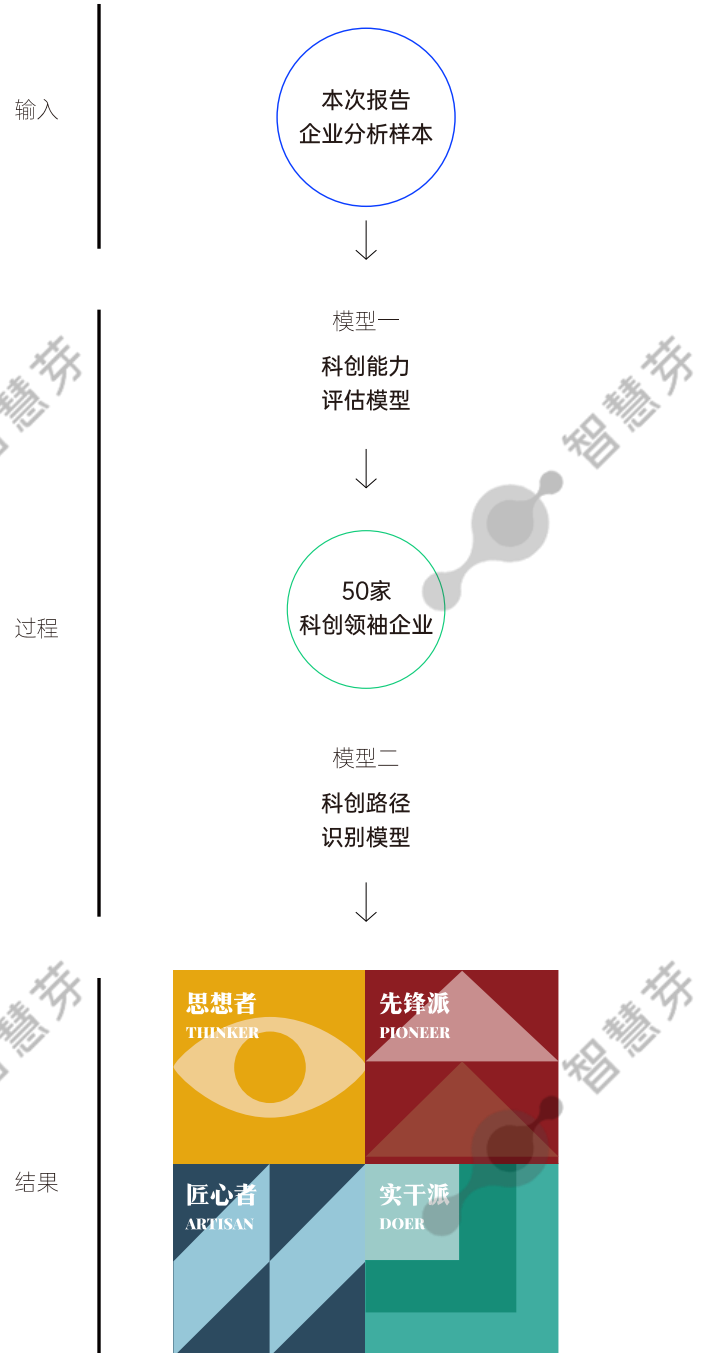
四. 2023年全球动力电池科创力坐标方法论

我们依据“两步走”模型分析，构建“2023年全球动力电池科创力坐标”。

首先，我们通过**科创能力评估模型**，从全球500多家科技创新表现优异的动力电池企业⁸中，找寻到过去一年内科技创新表现最突出亮眼的50家动力电池企业，即2023年全球动力电池行业的50家科创领袖企业。

然后，再通过**科创路径识别模型**，识别出每一家科创领袖企业的科创路径，并刻画其最为符合的“先锋派”、“思想者”、“匠心者”、“实干派”气质特征，从而形成2023年全球动力电池科创力坐标。

图表34 科创力坐标的构建流程



⁸ 参考智慧芽竞争情报库竞争格局分析中根据专利申请量排序的主要玩家名单，以及2021-2022年全球动力电池装机量排行榜等外部资料。



4.1 模型一：科创能力评估模型

① 模型设计

我们认为，企业的科创能力可以从**技术体量**、**技术质量**、**技术影响力**、**技术全球化**四方面去衡量。其中：

技术体量代表了企业执行科创活动的实力和意愿，是考察企业科创能力的最基本和首要维度，权重设定为35%；

技术质量是衡量企业科创成果价值的重要标准，是企业科创能力的关键指征之一，权重设定为25%；

技术影响力是通过外部机构对企业科创成果的反馈情况来评价企业的科创能力，权重设定为25%；

技术全球化通过观察企业的科技创新参与全球化的程度来评价其科创能力，权重设定为15%。

图表35 科创能力评估模型



② 指标体系构建

科创能力评估模型包括**技术体量**、**技术质量**、**技术影响力**、**技术全球化**四个维度，涵盖9个专利指标，数据来自智慧芽专利数据库。

技术体量维度上，模型选取**累计专利申请总量**、**有效发明专利总量**以及**近三年专利申请增速**三个指标。其中，累计专利申请总量反映研发的总体规模，有效发明专利总量反映技术资产的总体规模，增速指标则反映近期技术规模的稳定性和走势。

技术质量维度上，模型选取**发明专利申请占比**和**平均每件专利市场估值**两个指标。其中，发明专利是最具技术含量的专利类型，计算发明专利申请占比能很好地评估一个企业的技术含金量，发明专利申请占比的算法采用累计发明专利申请量占累计专利申请总量的比重。专利市场估值是智慧芽根据专利价值评估体系⁹对专利的系统性价值评估结果，可以很好地反映专利作为企业技术产出的综合价值。

技术影响力维度上，模型选取**专利被引次数**和**专利对外许可数**两个指标。其中，专利被其他企业和机构引用，体现本企业的技术对其他企业、整个业界、乃至全社会的科技创新过程提供启发和借鉴的作用；专利对外许可，则体现本企业的技术在外部机构得到更多应用。

技术全球化维度上，模型选取**PCT专利申请占比**和**专利布局国家或地区数量**两个指标。其中，PCT专利申请占比计算的是企业申请的PCT专利占累计专利申请总量的比重，代表一家企业的技术走向全球化的深度；专利布局国家或地区数量考察企业的技术所布局的国家或地区

数量，代表一家企业的技术走向全球化的广度。技术全球化一定程度上与企业的业务战略有关，但整体仍能表现为一家企业的技术在全球范围内的竞争力。

③ 企业认定标准

我们延续了上榜“2022年中国企业科创力坐标”的企业认定标准，在评选公司时，以“**一个独立、完整的科技创新主体**”的视角来作为判断一家企业是否是参与评选的主体的核心标准。

“一个独立、完整的科技创新主体”意味着能够独立判断技术方向、自主把控创新过程、系统性产出技术成果，是在“科技创新”领域的主动参与者、积极竞争者和独立贡献者。其中，“独立”意味着这家企业有较为独立的业务，是完全自主开展科技创新，或者即使隶属于某个集团母公司，也有较强的独立决策属性；“完整”意味着对每个企业以“技术并表”的方式去评析其科创能力，即将其控股子公司的专利进行汇总计算。

我们在智慧芽《2022年度中国企业科创力坐标报告》中对如何理解和判定“一个独立、完整的科技创新主体”做过详细展开和阐释，在本次报告中不再赘述。

④ 评选过程

根据科创能力评估模型，我们对全球500多家科创表现优异的动力电池企业打分、排名，从而评选出最能够代表过去一年内全球动力电池领域科技创新实力的50家**领袖企业**。

图表36 科创能力评估模型具体指标设计

	指标内涵	指标具体计算方法	指标权重	数据来源
技术体量 35%	累计专利申请总量	按公开日计，累计至今的专利申请总量	11.7%	智慧芽专利数据库
	有效发明专利总量	当前状态有效的授权发明专利总量	11.7%	
	近三年专利申请增速	2019-2022年三年当年专利申请量的平均增速	11.7%	
技术质量 25%	发明专利申请占比	累计发明专利申请总量占累计总专利申请总量的比重	10%	
	平均每件专利市场估值	智慧芽基于技术价值、法律价值、市场价值、战略价值、经济价值这5大维度共计80多个指标计算得到平均估值	15%	
技术影响力 25%	专利被引次数	专利被引用总次数	15%	
	专利对外许可数量	专利对外许可总量	10%	
技术全球化 15%	PCT专利申请占比	PCT专利申请总量占全部专利申请量的比重	7.5%	
	专利布局国家或地区数量	海外专利申请所承接的国家或地区数量	7.5%	

⁹ 智慧芽专利价值评估体系采用市场法估值方法，运用机器学习手段，通过对全球1.7亿件专利数据进行深度加工和计算，采用技术价值、法律价值、市场价值、战略价值、经济价值这5大维度共计80多个指标计算得到估值数据。



4.2 模型二：科创路径识别模型

① 模型设计

我们认为，可以从“在哪个方向创新（Where to Innovate）”和“以什么模式创新（How to Innovate）”这两个问题去理解企业的科创路径，即拆解为技术研发方向和技术产出模式。

从技术研发方向来看，创新可沿科技前瞻方向进行，指的是不断探索前沿、革新基础的前沿性创新，亦可沿应用技术方向进行，也就是实现技术落地、匹配市场的应用性创新。

从技术产出模式来看，创新可以快速转化的模式进行，指的是以即时效率为导向、快攻快打的进取型创新，亦可以厚积薄发的模式进行，也就是以长期主义为导向、重仓积累的积淀型创新。

这四条科创路径两两组合构成了企业的四类气质画像，即先锋派、思想者、匠心者、实干派。

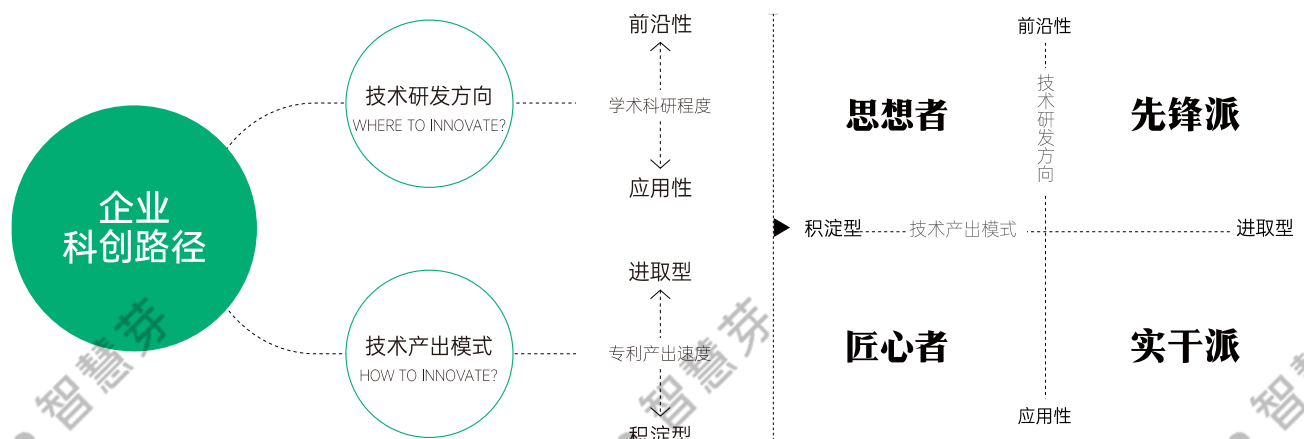
先锋派企业以进取型模式在前沿性方向创新，他们聚焦创新前沿领域、快速突破。

思想者企业以积淀型模式在前沿性方向创新，他们探索创新无人之境、激昂奋进。

匠心者企业以积淀型模式在应用性方向创新，他们专注钻研技术打磨、精益求精。

实干派企业以进取型模式在应用性方向创新，他们致力创新成果落地、成就变革。

图表37 科创路径识别模型



② 指标体系构建

a. 在哪个方向创新?

在“在哪个方向创新 (Where to Innovate)”的技术研发方向上，为辨识一家企业在“前沿性”和“应用性”之间的定位，采用“学术科研程度”指标进行评估，包含学术引用程度和学术合作程度两个子指标。

其中，学术引用程度计算一家企业在2022年全部申请的专利中平均引用的学术文献数量，代表企业在科技创新中直接学习学术成果的程度；学术合作程度计算一家企业2022年与高校、科研机构合作申请的专利数量的占比，代表企业在科技创新中直接参与开拓前沿基础领域的程度。

我们认为，一家企业的技术中来自学术科研的程度越高，则企业创新过程和成果中的前沿性越强，反之则应用性越强。

在数据来源上，专利引用的文献数量、与科研机构合作的专利数量、累计专利申请总量这三项数据均来自智慧芽专利数据库。

b. 以什么模式创新?

在“以什么模式创新 (How to Innovate)”的技术产出模式上，为辨识一家企业在“积淀型”和“进取型”之间的定位，采用“专利产出速度”指标进行评估，计算专利产出价值与研发投入价值的比值。

在本次研究中，采用2022年申请的专利的总价值估值与2022年的研发投入金额数据，其中，专利估值仍然采用智慧芽的自主专利估值模型，在企业年度总专利层面进行汇总。

在数据来源上，年度专利产出价值数据均来自智慧芽专利数据库，而年度研发投入数据则来自上市企业财报、企业招股书、企业高管访谈、电话调研等各类外部资料。

针对技术产出模式维度“专利产出速度”这一指标的更多细节阐述可见智慧芽《2022年度中国企业科创力坐标报告》。

图表38 科创路径识别模型具体指标设计





③ 坐标原点设定

为刻画上榜企业的科创“气质”，我们取50家企业学术科研程度和专利产出速度的平均值作为坐标原点。在技术研发方向纵轴上，高于“学术科研程度”平均值的企业，呈现出更为前沿性的路径特征，反之则更为应用性；在技术产出模式横轴上，高于“专利产出速度”平均值的企业，呈现出更为进取型的路径特征，反之则更为应用性。通过对纵轴上前沿性和应用性、横轴上进取型和积淀型的两两组合，我们得以对上榜的50家动力电池科创领袖企业其最为典型的科创“气质”作出判断。

需要指出的是，在使用先锋派、思想者、匠心者、实干派对上榜企业的科创“气质”进行描述和定位的时候，须充分理解科创力坐标的构建逻辑以及各类“气质”背后的具体内涵。主要包括以下两点：

第一，上榜Top50的企业在科创表现上同样优秀，各类“气质”不存在好坏强弱之分。与在“前沿性”方向上、以“进取型”模式创新的先锋派企业相比，实干派企业更关注与市场落地距离更近、更易实现技术产出的“应用性”方向，而思想者企业则是以长期主义为导向、采用厚积薄发的“积淀型”产出模式。在技术研发方向和技术产出模式上的不同路径主要取决于企业秉持的科创理念和制定的科创策略，而非科创能力。

第二，Top50企业的各类“气质”画像是在一个特定集合内相互比较进而得出的结果。其中，“特定集合”意味着，虽然在整个动力电池行业内可能存在着比本报告中的11家先锋派企业在科技创新上更为“先锋”的企业，但由于本报告观察的是过去一年内全球动力电池行业科创能力最为突出的50家科创领袖企业这个“特定集合”，因此没有通过科创能力评估模型的企业不会出现在四类“气质”画像的名单之中。“相互比较”则意味着，与先锋派相比，实干派在技术研发方向上更接近“应用性”，但这并不意味着，实干派完全不在技术前沿领域科技创新，而是说与先锋派相比，实干派在技术前沿领域执行创新活动相对较少一点；同样地，思想者在技术产出模式上更接近于“积淀型”，这一结论也是与先锋派的“进取型”相比较而得出的。

因此，在使用本报告的先锋派、思想者、匠心者、实干派对动力电池企业的科创“气质”进行描述时，需加上“2023年全球动力电池TOP50科创领袖企业”这一限定短语。

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

智慧芽

【版权声明】

本报告版权为智慧芽所有，并受法律保护。其他媒体、网站或个人以转载、摘编或其他方式使用本报告内容的，必须注明“来源：智慧芽”字样，否则不得进行商业性的原版原式转载，也不得歪曲和篡改本报告所发布的内容。违反上述声明者，我们将依法追究其相关法律责任。

【报告免责声明】

本报告版权归智慧芽所有，报告观点产出及调研数据分析基于撰写者通过调研获取客观数据的理解，本文不受任何第三方授意或影响。报告参考信息来源于已公开的资料、论文文献、智慧芽全球数据库及智慧芽生物医药免费数据库，智慧芽对此类信息的准确性、完整性或可靠性作尽可能的追求但不作任何保证。本报告所载的资料、意见及推测判断仅反映智慧芽于发布报告当日之前的判断。在不同时期，智慧芽可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。智慧芽不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，智慧芽对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者可自行关注相应更新或修改。本报告未经智慧芽事先书面同意，禁止对内容进行再版或重新发布。



智慧芽

连接创新 突破边界

关于智慧芽

智慧芽是一家科技创新信息服务商，致力于为全球创新企业和创新生态人群提供服务，提供创新数据以洞察信息，提供创新工具促进敏捷协作，以开放合作构建创新生态，实现“连接创新，突破边界”的使命和价值。

以机器学习、计算机视觉、自然语言处理（NLP）等人工智能技术和大数据加工厂2.0的卓越能力为基础，智慧芽构建起丰富的产品和解决方案矩阵——面向知识产权人群提供包括专利数据库、知识产权管理系统在内的知识产权信息服务，面向研发人群提供研发情报库和竞争情报库，面向生物医药行业提供新药情报库、生物序列数据库、化学结构数据库等，面向金融机构提供企业科创力评估、产业技术链、专利价值评估等。此外，智慧芽还打造了智慧芽学社、咨询、创新研究中心等，为广泛的科技创新人群提供无限价值。

截至目前，智慧芽已经服务全球50多个国家超12000家客户，涵盖了高校和科研院所、生物医药、材料、能源、智能制造、通信电子、能源汽车、半导体等50多个高科技行业。国内客户包括清华大学、北京大学、中科院、中国石化、海尔、美的、小米、宁德时代、小鹏汽车、大疆、药明康德、商汤科技、华大等；国际客户包括麻省理工学院、牛津大学、陶氏化学、戴森、Spotify等。

关于智慧芽创新研究中心

智慧芽创新研究中心是智慧芽旗下的研究机构，基于智慧芽的专利、科创、投融资等强大的科技创新全生命周期数据资源，并利用科创力坐标和研发指数等独家模型产品，围绕科技创新及各个垂直科技领域开展独立研究，形成报告、简报、榜单等多元化研究成果，致力于以独特视角传递对中国和世界科技创新的持续洞察，为科技创新赋能。

