

电动汽车锂电池技术现状及发展

胡润天

伦敦大学学院, 英国 伦敦 WC1E6BT

DOI: 10.61369/SSSD.2025030008

摘 要： 在落实“双碳”行动的背景下，我国大力扶持电动汽车产业发展。凭借着用车成本低、低碳环保、系统智能等优势，电动汽车受到广大用车群体的青睐，我国电动汽车保有量不断提升。电池是电动汽车的能源供应核心，电池技术的发展与革新，关系到电动汽车的进一步推广和普及。本文阐述电动汽车锂电池的技术原理与类型，分析电动汽车锂电池技术的现状，并探讨电动汽车锂电池技术革新与未来发展趋势，为电动汽车产业壮大与发展提供参考。

关 键 词： 电动汽车；锂电池技术；现状；发展

Current Status and Development of Lithium Battery Technology for Electric Vehicles

Hu Runtian

University College London, London, UK WC1E6BT

Abstract： Against the backdrop of implementing the “Double Carbon” initiative, China has vigorously supported the development of the electric vehicle industry. With the advantages of low usage cost, low-carbon environmental protection, and intelligent systems, electric vehicles have been favored by the majority of vehicle users, and the ownership of electric vehicles in China has been continuously increasing. The battery is the core of energy supply for electric vehicles, and the development and innovation of battery technology are related to the further promotion and popularization of electric vehicles. This paper expounds the technical principles and types of lithium batteries for electric vehicles, analyzes the current status of lithium battery technology for electric vehicles, and discusses the technological innovation and future development trends of lithium batteries for electric vehicles, so as to provide reference for the growth and development of the electric vehicle industry.

Keywords： electric vehicle; lithium battery technology; current status; development

引言

电动汽车的运行主要依靠电池模块，尤其是动力电池，电池技术关系到车辆的续航、充电速度和行驶距离。伴随电池技术的发展和升级，锂电池逐步取代传统铅酸电池，不仅降低了电能利用效率，还提高了电动汽车的安全性能。

一、电动汽车锂电池简介

（一）锂电池技术原理

锂电池的工作原理是借助锂离子在正负极之间的迁移，实现化学能与电能的相互转换。在充电时，锂离子从正极材料中脱出，经过电解质向负极迁移，并嵌入负极材料中；放电时，锂离子则从负极脱出，反向迁移回正极。当外部电源施加电压时，正极材料中的锂原子失去电子，变成锂离子，电子通过外电路流向负极，而锂离子则通过电解质迁移到负极^[1]。在负极，锂离子与电子结合，以锂的形式存储在负极材料中，此时电池将电能转化为化学能储存起来。当电池放电时，负极中的锂原子再次失去电子，变成锂离子，电子通过外电路流向正极，为外部设备提供电

能，锂离子则通过电解质回到正极，化学能又转化为电能。这种独特的能量转换机制，使得锂电池具有较高的能量密度和较长的循环寿命，成为电动汽车的理想动力源^[2]。

（二）锂电池的类型

锂电池全称为锂离子电池，主要包含隔膜、电解液、正负极等构件。正负极材料的特征决定了锂电池的综合性能，这就要求正负极具备较长的循环寿命，较低的生产使用成本，较高的电子电导率与离子扩散率等^[3]。

1. 磷酸铁锂电池

在电动汽车领域，凭借充电循环次数长、安全性能优越的特性，磷酸铁锂电池在我国得到大范围地应用。在标准充电环境下，磷酸铁锂电池的循环寿命次数可超过1800次大关。同时，相

较于其他锂电池，该电池在安全性与成本上表现十分优越，能够在390℃的高温环境中保持稳定，在数量有限的情况下可以实现高电力输出，且电池置换成本较低。经过安全测试发现，对于短路、极端高温、过度充电、严重交通事故碰撞等情况，磷酸铁锂电池都能保持较高的稳定性，极大程度上保障了电动汽车整车的安全性^[4]。

2. 刀片电池

刀片式电池指的是从创新性角度出发，按照刀刃形状进行设计和布局的电池。从内部结构角度看，刀片电池组改变了传统动力电池电芯形状，以扁平化的设计思路，容纳多组刀片状的电芯，可以达到良好的散热效果，提升电池组整体的效率。与传统磷酸铁锂电池相比，刀片电池通过创新电池组的捆绑和集成方式，提高了能量密度，缩短了充电时间，为提升电池性能提供了新方向^[5]。

3. 三元锂电池

在性能指标的表现上，三元锂电池拥有突出的表现。在相同的使用环境下，相比于其他电池，三元锂电池能够保持200Wh/kg的能量密度，增加了电动汽车的续航里程^[6]。对比磷酸锂电池，三元锂电池的稳定性表现较差，但凭借高倍率放电、低温充电、重量轻等优势，也在电动汽车领域受到诸多厂商的欢迎。

4. 镍氢电池

镍氢电池即为镍金属氢化物电池，生产成本相对高昂，但能量密度高，续航里程可以满足重型运输和公共交通运输的需求。相比于锂离子电池，镍氢电池在稳定性和安全性方面也有卓越的表现，可以适应复杂的低温或高温环境^[7]。再加上镍氢电池的自放电率处在较低水平，大大延长了循环寿命，可以满足日常电动汽车的需求。当前，该类电池逐步应用在混合动力车型中，典型车型为丰田凯美瑞。

二、电动汽车锂电池技术的现状

（一）循环寿命

循环寿命是衡量锂电池性能的重要指标之一，它指的是电池在经历一次完全的充电和放电过程后，能够保持一定性能的充放电次数。在电动汽车生产和制造领域，锂电池的循环寿命越长，越能满足用户使用与绿色出行的双重需求，提高用车体验。材料选择是控制电池内部的副反应的重要方面，选用锂化合物纯度越高的正极材料，电池组的循环寿命和充放电稳定性往往越高^[8]。在不同应用场景中，各类型锂电池循环寿命表现存在差异性，伴随先进技术与新型材料的出现，固态电池的循环寿命次数将取得进一步突破。

（二）充电速率

近年来，电动汽车电池的充电速度不断提升，快速充电技术成为锂电池技术革新的重要方向。通过工艺技术创新和使用新材料，技术人员不断升级快充电池，将先进快充技术与锂离子电池融合，让低电量的电动车辆，能够在较短的时间能快速完成补电^[9]。以保时捷 Taycan 为例，在电量降低到20%左右时，凭借

搭载的800V 电池快充系统，可以在20分钟内将电量补满，满足长途驾驶用户的需求。同时，伴随新型快充电池的推出，充电桩运营商推出了高功率的快充设备，使得充电站的建设和布局更加高效。例如，理想推出了高倍率（如4C/ 5C）快充设备——理想5C 超充桩，使低电量电池在短短的11分钟内，将电量补充到80%。

（三）安全性能

当前，电动汽车锂电池的安全性不仅在技术测试环节得到了充分验证，在实际市场应用中也取得了良好表现，主要依赖于先进安全管理技术的开发和应用。在电动汽车动力电池模块，内部短路检测技术具有诊断和监控电池运行状态的功能，主要是监测电池短路现象，一旦诊断异常，通过自动中断充放电作业，切断车辆与电池组的连接，保障电动汽车与用户安全。现代电动汽车往往都引入了电池管理系统（BMS），该系统可以监测电池的电流、电压和温度数据，及时排查隐性的安全威胁，并按照制造商设定的预防性处理方案，如故障诊断、电池维护，及时优化电池系统，避免电池出现过热、过放或过充等异常情况^[10]。安全技术的发展和运用，提高了电动汽车的可靠性与安全性，这也是刺激消费者需求的重要因素。

（四）能量密度

能量密度决定了电动汽车的充放电速度、续航里程和循环寿命。在电池材料科学发展和应用过程中，科研人员不断推出高能量密度的锂离子电池，远超300Wh/kg，使电动汽车能够与燃油汽车的续航比肩。典型车型有特斯拉 Model S Long Range，该车型搭载的高能量密度电池，最大支持车辆达到约595 公里的续航里程。与此同时，开发兼具高安全性能与高能量密度的新一代电池技术，成为材料科学领域的研究重点。为更好地满足消费者长途驾驶需求，缓解高强度使用带来的续航焦虑，开发全固态锂电池成为研究重点方向，提高电动汽车在不同场景的适用性。

三、电动汽车锂电池技术革新与未来发展

（一）技术研发与革新

科研人员应重视锂电池循环寿命的延长技术的研发，利用跨学科科研平台，与国内外材料学、大数据、人工智能等领域的专家，开展跨学科研究，探索锂电池的材料优化与智能管理系统的优化方向。在材料来源、电池容量方面，硅碳负极材料整合了碳高循环性和硅高容量的优势，拥有较长的循环寿命和电池稳定性，制备所需的材料来源广泛，且能够在充放电的过程中，避免出现体积膨胀问题，展现出广阔的应用前景，未来有望替代传统石墨负极材料。同时，通过运用人工智能技术、神经学习算法、机器学习算法，开发和升级先进的电池管理系统（BMS），深入采集用户充放电数据，分析电池衰减情况，提高锂电池动态监测水平，及时调整预防性措施，避免电池过度充放电，延长电池的使用寿命。以慕尼黑工业大学的锂锑碲固态电池为例，主要采用锂锑化合物材料，搭建离子高速传导通道，将温度范围拓展至-40℃~150℃，降低了制备成本，使电动汽车实现1000公里

续航成为可能。在充电速率方面，国内外企业从电池材料与结构创新角度出发，不断研发新的快充与超充电池，以宁德时代2025年推出的磷酸铁锂电池（第二代神行电池）为例，该电池采用了全新的材料体系与结构方案，将首次实现磷酸铁锂电池的12C超充能力。在材料上，采用超晶石墨负极、均衡电子流技术、碳包覆纳米超导技术等技术，显著提升补能效率与低温性能，降低了高性能材料成本；结构上将CTP4.0成组技术与叠片工艺结合，引入了智能温控系统，提高了电池安全性能与循环寿命。安全性能是保障电动汽车发展的基础，也是各大厂商长期关注重点。固态电池采用固态电解质与无液态电解液，避免电池内部因短路出现热扩散现象，降低了电池过热失控的风险，提升了电池安全性^[11]。在电池的智能温度控制方面，利用人工智能技术的机器学习优势，开发新的温控系统，使得系统具备学习和记录电池温度变化的习惯，按照不同电池状态和使用环境，精准地调控防护策略，起到控制温度范围的效果。在未来2027-2028年，丰田汽车计划研发和推出固态电池的汽车，将智能热管理系统运用在固态电池组中，推动新型锂电池技术商业化应用。为了提升锂电池的能量密度，诸多厂商在新型材料与结构优化方面的投资力度不断加大，新型正极与负极材料的研发呈现出多元化的发展趋势。锂硫电池的正负极分别采用硫与锂化合物材料，材料来源十分广泛，制备成本较低，且理论电池密度达到600Wh/kg。在电池结构优化方面，CTP（Cell to Pack）与CTC（Cell to Chassis）技术成为主流趋势，主要通过优化电池组零件组成工艺，提升电池内部空间利用率，进而提高系统的能量密度。

（二）技术转化与应用

首先，为加快先进锂电池技术的研发、转化和应用，科研机构、企业与高校应建立协同研发平台，聚集一流的人力资源、物力资源，探索电池技术和工艺的新方向，解决技术难题。在地方部门的支持下，高校可以与科研机构、企业合作，牵头建立省级与市级电池技术创新中心，邀请知名科研人员与专家，提出不同技术方向的研究计划，分工开展研究与技术实验任务^[12]。在创新

中心的运行过程中，高校与科研机构利用优势资源，提出前沿技术课题与基础论证研究方案，将可行性的方案移交给企业，企业负责结合市场需求，开展产品开发、试验和推广，提升技术研发和转化效率。为调动企业参与积极性，地方政府应出台电池技术项目发展的扶持政策，推出电池技术产业扶持发展基金，定期筛选成功转化的示范性项目，加快电池技术的产业化步伐。其次，地方政府、企业可以统一整合区位优势资源，加大对电池关键领域的投资力度，将资金向新型电池材料、制造工艺、生产设备等方面倾斜，构建自主生产和供给循环格局，降低对进口材料的依赖水平。企业应紧跟电动汽车市场发展趋势，聚焦锂、钴、镍等新材料与技术研发，提高高性能电池材料研发和生产能力，并引入物联网、大数据和人工智能技术，建立自动化的电池生产线，降低人工干预对生产质量的影响，提升生产效率与制造质量。此外，上下游企业可以建立长期合作伙伴关系，通过共建产业创新基地，集聚地方的优势资源，打通供应链的各个环节，建立起集原料供给、自动化生产与产品的供给的一体化供应链，并严格按照最新政策和国家标准，建立电池性能与安全质量追溯体系，组建安全监管与服务部门，保证产品质量。

四、结束语

综上所述，在全球“双碳”目标驱动下，交通领域的减排需求日益迫切，电动汽车凭借零排放、低噪音等显著优势，成为大众响应低碳出行的重要交通工具。而锂电池作为电动汽车的“心脏”，其技术性能直接决定了车辆的续航里程、充电时间、安全性能等关键指标，进而影响着电动汽车的市场普及度。从电动汽车的发展历程角度看，早期电动汽车使用铅酸电池，由于存在能量密度低、使用时间短的问题，难以达到电动汽车日用需求。未来，随着新型材料、材料体系和结构体系优化，锂离子电池在能量密度、循环寿命等方面将取得更大的突破，带动电动汽车从“能用”向“好用”方向转变，为电动汽车产业高质量发展提供技术支撑。

参考文献

- [1] 李旭东. 电动汽车用锂电池新材料技术评测 [J]. 汽车知识, 2024, 24 (06): 179-181.
- [2] 余抒阳, 罗文雷, 解晶莹, 等. 锂离子电池释热机理与模型及安全改性技术研究综述 [J]. 化学进展, 2023, 35 (04): 620-642.
- [3] 王赞. 电动汽车电池技术的专利申请情况分析 [J]. 汽车画刊, 2024, (05): 125-127.
- [4] 金英爱, 余文宾, 马纯强. 新能源汽车储能系统快速充电策略研究综述 [J]. 电气工程学报, 2024, 19 (01): 23-32.
- [5] 梁会仁. 电动汽车电池技术发展现状与趋势 [J]. 汽车测试报告, 2023, (23): 149-151.
- [6] 薛媛媛, 陈清晨阿. 新能源汽车电池类型现状及发展趋势研究 [J]. 时代汽车, 2023, (19): 106-108.
- [7] 唐雁雁. 锂离子电池在电动汽车中的应用现状及发展综述 [J]. 环境技术, 2023, 41 (07): 94-100.
- [8] 李泓, 陈立泉. 固态电池关键材料体系发展研究 [J]. 中国工程科学, 2024, 26 (03): 19-33.
- [9] 刘洋. 电动汽车动力锂电池火灾危险性与救援技术研究 [J]. 专用汽车, 2023, (04): 100-102.
- [10] 廉玉波, 凌和平, 马晴婵, 等. 电动汽车锂离子电池脉冲加热技术研究进展 [J]. 汽车工程, 2023, 45 (02): 169-174.
- [11] 周志忠, 姚航. 电动汽车锂离子动力电池技术专利发展现状分析 [J]. 中国发明与专利, 2022, 19 (10): 26-32.
- [12] 李毓贵, 韩民义. 电动汽车电池的使用现状和发展趋势 [J]. 农机使用与维修, 2022, (10): 73-75.