



新能源汽车废旧动力电池该如何处理

□ 王震坡

截至2024年8月底,全国新能源汽车保有量已超过2650万辆,动力电池累计装机量超1340GWh。新能源汽车的普及和广泛应用,不仅为环保事业作出了重要贡献,也带动了相关产业链的快速发展。然而,随之而来的废旧动力电池处理问题,却如同一把双刃剑,成为亟待解决的问题。特别是2024年,正值实施2016年质保标准的第八年,标志着电池质保到期的高峰即将来临,大量动力电池即将退役并进入回收和再利用环节。面对这一现状,探索并实施高效、环保的废旧动力电池处理策略,不仅关乎资源的循环利用,更直接影响到生态环境的保护与可持续发展,也是动力电池行业加快形成新质生产力的产业基础。

我国政府对废旧动力电池回收利用高度重视,国家部委与地方主管部门积极出台政策,行业企业也加快技术创新,实现了该行业的快速发展。一是政策体系方面,自2018年起,多部门在溯源管理、行业规范、试点示范、财税支持等方面实施了一系列政策,已初步建立符合国情的回收利用管理机制。特别是,我国建立了全球首个新能源汽车国家监测与动力电池回收利用溯源管理平台,实现动力电池全程可追溯,有效引导产业发展升级。二是回收体系方面,截至2023年底,我国已建成万余个动力电池回收服务网点,多省市开展动力电池回收利用区域中心(站)培育工作,工业和信息化部也遴选培育了148家符合行业规范条件的企业,线下实体回收利用渠道快速建立。同时,“互联网+回收”服务平台也在探索“线上+线下”结合的新型回收模式。我国多元化回收体系正在逐步构建,有效促进了废旧动力电池的就近回收、高效流通。

退役的动力电池并不意味着完全报废,报废的动力电池仍含有许多有价值的金属元素,如锂、钴、镍等。因此,在保证安全可控前提下,应按照先梯次利用后再生利用原则,对废旧动力电池开展多层次、多用途的合理利用,以实现资源的高效回收和环境的可持续发展。

梯次利用是废旧动力电池经拆解、分类、检测、重组与装配等相关工艺

后,再次应用到基站备电、储能、低速动力等领域的过程。这不仅可以延长动力电池的使用寿命,使动力电池的使用价值最大化,还可以减少对新动力电池的需求。再生利用是对废旧动力电池进行拆解、破碎、分选、材料修复及冶炼等处理,提取出锂、钴、镍等高价值金属材料的过程。经过我国在废旧电池回收利用领域的长期研发投入和积累,国内产业技术目前已处于国际先进水平,废旧电池回收专利申请数量远超其他国家或地区,占全球约72.0%的技术输出。然而,随着行业新需求的不断变化和技术进步,废旧动力电池种类更迭加快,回收利用过程变得更为复杂,部分关键技术仍待突破。

一是废旧动力电池拆解效率低。无论是梯次利用还是再生利用,均需先拆解检测。因动力电池种类繁多,型号、服役和使用时间、应用车型及使用工况各异,国内多采用人工或半自动化拆解,处理过程耗时耗力,效率低且存在安全隐患。此外,前端动力电池产品设计趋向无模组化,即减少或去除电池模组,直接将电芯、电池壳整合到车身底盘中,或是将电池和底盘/车身融合在一起,这种技术趋势下需要采用灌胶的方式进行封装电池包,进一步增加了后端拆解难题。

二是梯次产品一致性和安全性管控难,经济性较差。由于不同电池的内阻特性、电化学特性、热特性各不相同,经过重组装配得到的梯次产品的一致性和安全性管控难度较大。如果动力电池在服役期间没有完整的数据记录,再利用过程中进行电池寿命预测时,准确度可能会下降。而且,梯次利用过程成本较高,但动力电池新产品价格在不断下探,进一步影响梯次利用市场需求,阻碍梯次利用产业规模化发展。

三是再生过程中有价金属元素的提取存在污染高、能耗高和流程长等问题。有价金属元素提取的主流方法有湿法冶金和火法冶金。湿法冶金是通过酸性或碱性溶液将电池材料中的金属转化为金属离子,再通过沉淀、萃取、沉积等一系列步骤进行回收,但流程复杂且会伴随着大量废气和酸性高盐有机废水污染物的排放问题。火法冶金是将被机

械拆卸后的电池材料进行持续高温冶炼(高于1000℃),从而获得金属化合物粉末,能耗较高且回收率较低,也存在废气排放问题。为解决这些问题,行业目前已开始研发并应用湿法-火法工艺联用、全组分回收以及选择性提锂等技术手段,但在提高有价金属回收率的同时,也带来了回收流程复杂冗长和原料消耗增加的问题。

总体来说,动力电池回收利用过程面临安全高效、绿色低碳发展的压力,需继续推动环境友好型处理技术创新及推广应用。除了关键环节技术存在不足之处,由于法律法规不健全、回收体系不完善等,现阶段我国废旧动力电池的回收市场并不规范,利益驱动下不规范的回收企业仍然存在。这些企业扰乱正规回收渠道,且往往缺乏专业的处理技术和设备,导致废旧动力电池得不到规范处理。

为了有效解决新能源汽车废旧动力电池的处理问题,我们需要从技术创新、政策引导等方面着手,推动绿色安全高效的技术和装备研发应用,促进行业规范、高效、绿色发展。

技术创新方面,一是鼓励从产品生产设计出发,提升经济性。通过改进电池绿色设计和制造工艺、开发先进的电池管理系统等方式来延长电池使用寿命,并通过设计标准化的电池模块,可以更方便地进行电池的拆卸、更换、分选和组装,实现不同应用场景下的灵活配置和组合,从而降低成本,推动梯次利用产业的规模化发展。二是推动自动化技术进步,提升拆解和生产效率。加大对废旧动力电池前端处理关键技术研发攻关的支持力度,重点突破柔性拆解、智能化拆解、智能识别分类等关键技术,结合机器学习和人工智能算法,减少人工操作的成本和错误率,减少人员接触风险,从而提高拆解、生产效率和产品品质。三是加快再生技术革新,开发清洁绿色高效的回收技术。在现有的回收技术基础上,补齐再生过程中浸提、纯化等环节的短板,加快带电破碎、多级控氧热解、短流程深度提锂、高效除杂、石墨提纯及再生修复等核心技术研发。电池材料再生利用过程会产生大量废气、废水和废渣,因此在高效

回收有价金属的同时,要注重突破回收过程污染控制技术瓶颈。四是鼓励融合应用大数据和人工智能技术,以提升行业回收效率。推动构建“大数据+大模型”驱动的动力电池线上性能和安全性评估检测体系,形成基于线上快速分选评估的市场定价机制,促进行业市场化发展。充分利用物联网、大数据和人工智能等新技术,对回收过程进行智能分析和预测,优化回收路线、调整回收策略,从而降低运营成本、提升回收效率。

政策引导方面,一是以专项支持、基金、政策补贴等方式,强化共性关键技术创新。充分调动科研机构和企业积极性,鼓励突破行业共性关键技术,提高科技成果转化和产业化水平,并开展工程示范和区域示范,促进先进技术和装备推广应用,引导企业采用更加高效、节能、环保的技术和设备,以推动整个产业链的智能化、绿色化转型。二是加大行业监管力度,健全配套举措。进一步提升动力电池回收利用管理政策法律层级,增加强制性和约束力,提高监管力度和企业准入门槛,推动行业向更加规范化、标准化的方向发展。进一步完善动力电池全生命周期溯源的责任主体范围,覆盖全流通环节,充分发挥新能源汽车国家监测与动力电池回收利用溯源综合管理平台的监管作用,建立跨部门信息共享机制,加快研究数字化管理工具,实现动力电池全生命周期流向监控管理。

总之,面对即将到来的动力电池退役高峰期及其带来的广阔市场空间,必须认识到技术是支撑这一产业发展的核心力量,而形成完整的闭环产业链则是实现高效回收和资源再利用的关键所在。因此,我们应加快绿色安全高效技术和装备的研发步伐,鼓励融合应用新技术,不断提升行业回收效能。同时,持续完善适应新发展形势的政策体系,加强行业监管,确保动力电池回收利用工作有序进行。

(作者系北京理工大学电动车辆国家工程研究中心主任、教授)



党的二十届三中全会审议通过《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出,支持有能力的民营企业牵头承担国家重大技术攻关任务。这一改革举措不仅标志着对民营企业在科技创新中作用与地位的高度认可,更预示着在涉及科技战略的关键领域,民营企业将迎来更为广阔的舞台。落实好这一改革举措,既为加快实施创新驱动发展战略、实现高水平科技自立自强注入澎湃动力,也为民营企业迈向世界一流企业、民营经济实现高质量发展提供重要契机。

科技立则民族立,科技强则国家强。当前,世界百年未有之大变局正加速演进,新一轮科技革命和产业变革深入发展,经济社会发展的复杂性和不确定性增加,现阶段美西方国家不断加大对我国科技封锁与遏制的力度,加快解决关键核心技术“卡脖子”问题迫在眉睫。民营企业作为科技创新的重要主体,贡献了全社会70%的技术创新成果,涵盖了80%的国家专精特新“小巨人”和90%的高新技术企业。民营企业以其独特的创新基因、扎实的技术基础、敏感的市场嗅觉、灵活的管理机制等优势,在解决关键核心技术“卡脖子”问题、推动经济向创新驱动转型中发挥着重要作用。新征程上,支持有能力的民营企业牵头承担国家重大技术攻关任务,对我国实施创新驱动发展战略、实现高水平科技自立自强具有重大战略意义。

加大科技创新投入、提升科技创新能力,是民营企业在国内外市场激烈竞争中立于不败之地的“法宝”,是加快迈向世界一流企业、民营经济实现高质量发展的必由之路。民营企业围绕发展需要和重点领域开展自主创新,在各自领域赛道上取得不小成绩,但受国内外复杂形势影响,当前民营企业发展预期不稳、信心不足问题较为突出。推动支持有能力的民营企业牵头承担国家重大技术攻关任务改革举措落地实施,能够为民营企业提供更加具体明确的创新指引、更加充足高质的资源要素、更加精准有效的政策措施、更加开放公平的制度环境,进而在创新实践中促进民营企业不断提升迈向世界一流企业的创新能力,有效强化民营企业预期,提振民营企业信心,促进民营经济高质量发展。

随着创新驱动发展战略的持续实施,民营企业参与国家重大技术攻关任务的数量不断增加、范围持续扩展,如参与承担新能源汽车、信息光子技术、高性能制造技术与重大装备等国家重点研发计划重点专项;国家重点研发计划相关重点专项积极吸纳民营企业参与“十四五”实施方案和年度指南编制,凝练提出产业发展中的共性需求和关键科学问题。又如,民营企业参与航天领域高精尖技术研发,并承担一部分关键技术设备,这表明了民营企业的科技创新能力已获认可。但项目申报门槛设置高、融资成本高、财务制度不兼容、部分关键信息获取不对称、部分行业壁垒难以打破等,仍然是有能力的民营企业牵头承担国家重大技术攻关任务的制约因素。让有能力的民营企业在国家重大技术攻关任务中“挑大梁”,亟须破除这些制约因素,进一步释放民营企业的创新动力和活力。

支持民营企业牵头承担国家科技重大项目。完善民营企业参与国家科技重大项目和计划机制,建立国家科技重大项目对民营企业倾斜的立项机制,建立民营企业科技项目纳入国家科技计划体系新机制,实施项目分级分类管理和差异化指导。推动国家重大科技项目组织方式改革,试点探索民营企业自主设立课题、牵头攻关、集聚资源、组织实施、成果转化的全过程模式,消除不



在国家重大技术攻关中的作用

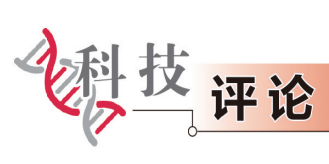
□ 公丕明

更好发挥民营企业

合理门槛和隐性歧视政策。引导有能力的民营企业开展高价值技术研究,牵头承担工业软件、云计算、人工智能、工业互联网、基因和细胞医疗、新型储能等领域重大攻关任务。广泛吸引民营企业参与国家实验室建设和重大科技基础设施建设。有序推动重大科研基础设施、大型科学仪器等科技资源等向民营企业开放共享。完善民营企业参与国家科技决策咨询和评估机制。

赋予民营企业更大项目自主权。支持构建由科技领军企业、科技“小巨人”企业、链主企业等龙头企业牵头整合高校院所、产业链上下游企业的协同攻关机制,鼓励民营企业以创新联合体形式牵头承担国家重大技术攻关任务,开展关键共性技术研发、技术标准编制。赋予民营企业技术路线制定权、攻关任务分解权、参与单位决定权以及经费使用、资源调度等方面更大自主权。改革项目经费管理制度,探索实行项目经费“包干制+负面清单”制度,放宽结余经费使用限制。建立完善民营企业科技创新奖励制度、风险补偿基金制度、项目容错机制,保护民营企业自主创新热情。

优化民营企业项目组织实施支持生态。细化财政补贴制度,重点加大对初创环节补贴,加大增值税、所得税等税收政策优惠力度,提高研发费用加计扣除比例。积极支持科技咨询、技术转移、成果转化、知识产权、法律服务等专业化科技服务中介机构发展。完善科技金融体系,建立支持民营企业科技创新的信贷产品体系,探索民营企业科技创新贷款差异化监管,优化金融体系风险监管追责机制以及考核体系。进一步完善长期资本投早、投小、投长期、投硬科技的支持政策。畅通高校院所、国有企业和民营企业的人才流动机制,健全人事管理、档案管理、社会保障等接续政策,探索创新成果、职称评审结果跨单位、跨地区互通互认,加大民营企业创新创业领军人才、高技能人才等评定和购房、子女教育等优厚力度。



构建面向人工智能时代的科研生态

□ 武晨箫 王 硕

当前,以深度学习、大语言模型为代表的人工智能(以下简称AI)技术深度赋能科学研究,带来科研范式和产业形态的新变革。人工智能驱动的科学研(Al for Science,以下简称AI4S)已在蛋白质三维结构预测、分子动力学模拟、芯片全自动设计、新型药物研发等领域展现出超越传统科研范式的强大优势,有望成为驱动科学研究的“第五范式”。近年来,美国、欧盟、日本加速推动AI4S,我国也启动了人工智能驱动的科学研究专项部署工作,将AI4S提升到国家科技战略的高度。AI4S不仅代表着一种新型科研技术手段和方法,更是一种全新的知识生产模式,要求对科学研究的思维、行为和组织模式进行全方位变革。我国在AI技术、科研数据和算力资源等方面有良好基础,但是传统科研生态在人才培养、科研组织、科研资源和科技伦理等方面面临突出挑战。推动构建与AI4S发展相适应的科研生态有助于增强我国基础科学研究实力,促进“人工智能+”赋能新质生产力发展,助推实现高水平科技自立自强。

人才培养:从专门人才到复合人才

人类特有的非线性抽象思维与机器的逻辑推理模式在AI4S中深度融合。科研工作者通过提供创新思维和专业知来优化AI模型,AI则以其强大的数据处理能力为科研工作者提供海量知识库、模拟自然现象并推断未知规律。“人类在环”模式是AI4S的关键,它强调了在科研过程中人类角色的不可或缺性。从提出研究要求、设定目标,到提供专业知识、控制过程和评估结果,每

一步都离不开的参与。尽管AI科学家和工程师的协助至关重要,但在各领域的智能化建模中,本领域的科学家仍需占据主导地位。这一模式对科研人才的能力提出了更高要求。

因此,必须转变传统的“专门人才”培养模式,积极构建面向AI4S的复合型人才培养体系。一要重视培养具备深厚AI技术理论基础和实践应用能力的专业人才。建设面向AI4S基础设施、基本算法的研究人才梯队,支撑并引领AI4S发展。二要完善交叉学科人才培养体系。促进科研人员跨学科学习,实现AI技术与本领域知识的融合应用,形成既懂AI又懂专业领域知识的复合型人才队伍。三要加强思想引导与技能提升。引导科研人员认识到AI4S在各学科领域的重要性,鼓励他们主动拥抱这一新型科研范式。同时,提升科研人员进行高水平人机交互的能力,使他们熟练运用AI工具开展科学研究。

科研组织:从作坊模式到平台模式

在AI4S模式下,各学科之间、科学与产业、科学与工程之间的界限日益模糊,形成了一个跨学科、跨行业、跨领域的“大熔炉”,促进了知识和技术的大融合与大重构。AI4S以大数据、全样本、多学科为基础条件,传统的个体科学家或单一研究团队开展科学研究的“作坊模式”已不能完全适应AI4S的特点。而“平台模式”能够整合来自不同领域的多元主体,形成兼具广度与深度的研究网络,为解决复杂问题提供多元视角、方法和创新方案。

对此,必须改变传统的“作坊模

式”,积极构建面向AI4S的研究平台。一是培育AI4S创新联合体,促进数学、计算机科学、建模仿真与各学科的协作,打造世界领先的创新集群。二是通过跨领域大科学模型与垂直领域专业模型的协同,实现科研与AI技术的相互促进,推动各领域的前沿发展和AI技术自身的理论与实践创新。三是建立科研、工程、市场的紧密联系,打破传统的从科研、工程技术到产品的线性创新模式,促进科研链、创新链、产业链的深度融合。

科研资源:从数据孤岛到整合共享

数据是AI4S的基石,其开放共享与有效利用对科研突破至关重要。然而,数据采集、管理、共享等环节需要大量的人力和经费投入。有效的科研数据整合和开放共享能够营造一种多赢局面。但我国科研数据正面临以下挑战:开放意愿不足、共享效能低、平台标准不一、数据质量参差不齐,尤其依赖国外高质量数据。若这些问题得不到解决,将制约我国在国际科技竞争中的地位,面临数据被“卡脖子”的风险。

为此,必须加快解决“数据孤岛”问题,推动科研数据的有效整合与开放共享。加强科研数据库建设,确立统一的数据采集标准,确保数据质量,提升数据的一致性和标准化水平。推进科研数据的开放共享,打破高校、科研机构和企业之间的数据壁垒。提升数据分析服务能力,加快数据产业发展,培育高质量、标准化的数据服务提供商。积极参与国际科学数据标准的制定和数据库建设,与全球科学界合作开展跨时空的分布式研究。