

# 自动化电池研发破解三大难题

通过自主研发的电池设计自动化(BDA)软件,原本耗时数月的材料试验仅需数日即可完成性能预测;而锂电池企业在使用该软件后,研发成本大幅下降。这一幕正在宁德时代等新能源头部企业的研发中心上演。当人工智能(AI)与锂电池这一新能源核心产业相遇,一场颠覆传统研发模式的产业革新正悄然到来。

值得关注的是,BDA软件的应用边界已突破锂离子电池领域。不管是固态电池、钠电池,还是燃料电池,只要是电池领域都可以通用。



AI生成

## 开创电池研发新范式

我国已是全球锂离子电池生产与应用第一大国。研究机构EVTank数据显示,2024年中国锂离子电池出货量达到1214.6吉瓦时,同比增长36.9%,在全球锂离子电池总体出货量的占比达到78%,行业市值超过1万亿元。但光鲜的产业规模背后,研发环节却长期受制于低效的传统模式。

屹良科技创始人兼首席科学家郑家新表示,绝大多数锂电池企业的研发模式还是靠配方反复做试验,效率较低。锂电池研发堪称工业领域的“复杂系统工程”,其核心挑战集中在“跨尺度、长流程、多因素”三大特性。

更严峻的是,当前商业化锂电池能量密度已接近极限,而具有超高能量密度潜力的新一代金属电池和全固态电池,仍面临诸多科学与工程难题,难以商业化。为了破解这些交叉学科难题,企业只能依赖大量试验试错,不仅研发周期冗长(一款电芯从设计到定型的周期往往是一年数月到数年),成本也高得惊人,例如仅中试制浆环节,传统模式往往要投数十钢料,每钢料投入数十万元,单项耗费就达数百万元。

“这和早期芯片研发非常相似,迫切需要用EDA软件那样的数字化工具来赋能。”郑家新表示,尽管我国新能源产业规模已达数万亿元,但数字化、智能化工具应用仍处于起步阶段,适配电

行业的AI工业软件此前几乎是空白。

瞄准行业痛点,北京大学新材料学院联合屹良科技率先提出BDA概念,构建起以“跨尺度模拟+AI算法”为核心的全流程智能化平台,开创了电池研发的全新范式。

BDA软件的核心创新在于“物理仿真+AI”的双轮驱动模式。“这就像中西医结合:物理仿真对应西医,有明确的科学原理支撑;AI对应中医,能通过黑箱模型耦合众多复杂因素。”郑家新表示。这一模式精准破解了传统研发的三大难题:AI加速模拟进程,解决物理仿真速度慢的痛点;通过试验数据与仿真数据构建模型,精准处理数十个自变量的非线性耦合关系;依托跨尺度参数传递技术,实现从原子尺度到系统层级的全链条覆盖。

## 头部企业争相合作

技术创新的价值最终体现在产业应用中。目前,BDA软件已服务宁德时代、比亚迪、广汽、贝特瑞等多家新能源头部企业,其带来的“提效降本”效果堪称显著。

据郑家新介绍,一款传统电芯1年至2年的研发周期有望被压缩至半年,材料试验从数月缩短至数日;成本方面,通过计算机模拟推荐配方,制浆等环节仅需1钢至2钢料即可达标,帮助企业降

低30%至40%的研发成本。“我们的终极目标是达到EDA软件的成熟度,届时研发成本可降低90%以上。”郑家新透露。

除了直接的效率与成本优化,AI的精准预测还间接提升了电池安全性能。通过仿真模拟提前规避潜在工艺缺陷和性能风险,让研发出的电池更稳定可靠,这对于解决当前锂电池行业面临的安全质疑具有重要意义。某头部车企动力电池负责人表示,引入BDA软件后,其自研电芯的循环寿命提升了20%,安全测试通过率显著提高。

值得关注的是,BDA软件的应用边界已突破锂离子电池领域。“不管是固态电池、钠电池,还是燃料电池,只要是电池领域都可以通用。”郑家新介绍,由于底层算法不依赖具体电池材料,而是针对“跨尺度、长流程、多因素”的共性痛点,BDA软件已成功延伸至显示材料、半导体材料等领域,与京东方、飞凯新材等龙头企业达成合作。

BDA软件的成功落地,不仅改写了锂电池行业的研发逻辑,更预示着AI与工业融合的广阔前景。在郑家新看来,只要是涉及新材料、新配方、新工艺的行业,都存在与锂电池行业类似的研发痛点,这正是AI工业软件的用武之地。

“最具落地潜力的细分领域首先是精细化工,比如塑料、胶粘剂、橡胶等高分子材料;其次是光电信息材料、半导体材料、磁性材料、复合材

料等;还有燃料电池、工业催化相关材料等领域。”郑家新表示,这些行业的核心需求都是通过优化配方、工艺提升产品性能,降低研发成本,BDA的底层算法经过二次开发就能适配,落地难度较低。

未来3年至5年,AI将给工业生产模式、研发逻辑带来两大根本性变化。在研发端,将从“试验试错”全面转向“数字仿真+精准预测”,就像芯片行业的EDA软件一样,电池研发工程师将极有可能从工厂研发车间搬到写字楼,通过数字化工具完成设计;在生产端,将从“标准化大规模制造”向“定制化精准智能制造”转变,企业能基于用户需求快速优化材料配方和生产工艺,比如车厂可根据车型定位和用户习惯同上游电芯厂合作,精准研发型号适配的电池。

这一变革正在推动企业竞争格局的重塑。越来越多的工业企业开始自研核心材料和部件,就像华为自研芯片一样,掌握核心技术话语权,而AI工具正是这种转型的核心支撑。郑家新判断,锂电池行业目前还处于“小学生阶段”,未来低空经济、智能机器人、家庭和工业储能、电动船舶等场景将带来更广阔的市场空间,甚至可能超越芯片行业规模,而BDA软件将成为产业链必不可少的一环,参照EDA软件200亿美元的市场规模,其发展潜力巨大。

## 国产软件迎破局之路

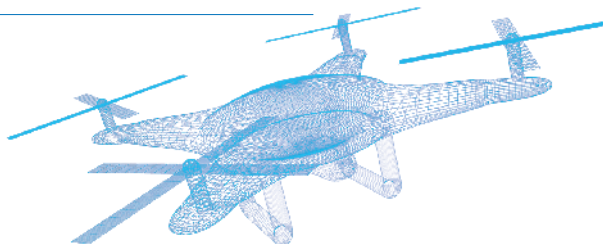
尽管成绩斐然,但AI与工业融合仍面临多重现实阻碍。人才储备不足是首要难题——AI工业软件需要物理、化学、材料、计算机交叉学科的人才,这类人才在国内极为稀缺,高校目前尚无对应的专业和课程体系。屹良科技70余人的团队中80%是研发人员,前几年招人也都异常困难。

行业认知培育也需时日。部分企业的企业文化相对保守,对新的数字化工具接受度不高,还有一些企业习惯了传统试错模式,对AI赋能的信任需要时间积累。此外,数据安全问题也不容忽视,工业企业尤其重视核心研发数据,这也是屹良科技采用私有化部署模式的重要原因。政策支持方面,目前缺乏针对AI工业软件这类基础核心领域的定向扶持,研发补贴多是“大锅饭”,生态建设有待完善。

“中国有全球领先的新能源产业基础,我们有机会做出能‘卡别人脖子’的核心工具,这不是简单的国产替代,而是‘从0到1’的创新。”郑家新表示,BDA软件的研发成功是我国坚持立足世界科技前沿、面向经济主战场的生动实践,为新能源产业升级提供了新质生产力工具,推动产业从“规模制造优势”向“核心技术优势”跨越。

据《证券时报》作者:陈霞昌

# 网络通信技术护航 低空经济新场景不断拓展



在杭州未来科技城,无人机从7公里外送咖啡只需10分钟;在成都天府新区万安街道,5G网联无人机实现智能巡检,精准捕捉城市的细微角落;在合肥市,电影大片中的“低空的士”已实现载人运输,飞行距离最长达30公里,未来可提供低空观光游览服务。

2024年11月,合肥、杭州、深圳、苏州、成都、重庆入选首批国家级低空经济试点城市。短短一年时间,各地加快布局低空经济,关于低空的畅想已从概念走向实景,“空中飞”加速转向“落地用”。在城市与运营商联合共建下,兼具通信、导航、遥感和空域监管功能的低空网络正在发展壮大,万亿级低空经济赛道加速铺开。

## 构筑智联网络基座

实现低空应用的前提,是部署好覆盖能力足够的5G-A基站,为其提供感知、数据传输、信号导航等服务。

2024年,杭州市低空专班在杭州未来科技城划设10平方公里试验区。试验区汇聚了多家行业企业,针对通信、导航、气象、监视、安全处置等低空基础设施进行不间断测试。随着5G网络在300米低空覆盖,中国移动浙江公司在区域内实现5G-A通感一体技术对无人机高度、位置、轨迹动态等数据的精准实时感知监测。

中国移动浙江公司杭州分公司5G技术专家岑曙炜介绍,今年5月,浙江公司成功构建了全球首个“5G-A+多模态”600米低空网络示范区,能够对低空飞行器的实时定位、轨迹追踪以及状态监测。

“为了保障600米空域内飞行器正常通信,确保空域飞行器所需要的网络不与地面用户网络抢占资源相互干扰,实现立体通信网络陆空双优,示范区采用最新128T通感设备,新增对空波束,提升空域覆盖能力。”岑曙炜说,在软件方面,示范区通过算法优化,推动低空网络感知高度升级,实现低空专网与大网普通用户的分层组网,确保实现600米空域的5G-A通信全覆盖。

在低空构筑智联网络,不一定要固守一处。中国移动安徽公司部署了国内首个可移动式低空智联网络建设设备体系,通过整合大疆机场2无人值守作业平台、Matrice 3TD飞行器、柴油发电机、5G网联车等设备,形成具备快速响应能力的移动机库系统。

据介绍,可移动式低空智联网络建设设备体系

采用模块化设计,可随时装车转运。其部署车辆采用专用低空涂装,可在应用现场实现15分钟快速组网。相比固定式低空基建,移动机库可节省90%前期施工周期。相比普通无人机作业,算法航点化配置使移动机库巡查效率提升3倍,其“速达速用速见效”特性正成为低空经济服务新标准。

## 破除低空管控痛点

基础设施建好了,低空管控痛点如何破除?岑曙炜介绍,在杭州未来科技城低空网络示范区内,基于中移凌云平台打造的7×24小时全天候无人机安防管控体系,通过电子围栏、轨迹跟踪、“黑飞”告警等监控体系,依托5G-A基站、雷达、摄像头等监控方式,可实时发现空中“黑飞”无人机并及时作出处置。

据了解,中移凌云平台在业内率先将5G-A与雷达、光电、频谱等10余种多源感知技术融合验证,协同智能目标识别、风险感知预警等监管运营能力,使空域监测感知效果大幅提升。在岑曙炜的电脑上,记者看到后台监控系统里标注着管控空域内各飞行器位置及状态,某架正在送外卖的无人机具体飞行轨迹可实时显示。基于中移凌云平台,中国移动安徽公司开发了全球范围内首个应用于eVTOL(电动垂直起降飞行器)载人场景的飞行安全保障系统。该系统融合5G-A、光电感知、雷达探测、频谱监测等多模态感知技术,通过中移凌云平台实现海量数据的实时汇聚与智能分析。

“该系统可精准设定电子围栏,智能监控飞行路线,实现对非法入侵目标的毫秒级预警,对

低空航路进行全时段、无间断态势感知与动态管控,确保每一次载人飞行全程可知、可控、可追溯。”中国移动安徽公司网络部网络优化室经理戴明艳介绍。

技术的保驾护航,为商业化运营奠定了基础。

今年3月,中国民航局颁发首批载人民用无人驾驶航空器运营合格证。“这是城市空中交通安全运营从概念验证走向大规模商业化运营的关键一跃。”有业内人士认为,这是我国低空经济正式跨入“载人时代”的标志。

## 搭建“空中大集市”

在低空空域实现“看得见、管得了、控得住”后,低空经济还要深挖民生保障、安全生产、城市治理等领域需求,让千行百业“用起来”。

新的应用场景正在不断拓展。例如,云南保山云瑞机场基于5G-A通感一体技术,能够监测空中“地雷”(无人机、空飘物、鸟类等)和跑道“杀手”(跑道上的人和车辆等),检测准确率达95%,实现全天候监测预警。广东佛山南海区打造的空天地一体化社会治理平台,融合卫星遥感监测、5G网联无人机集群巡查、地面物联感知,形成多维立体治理系统,能为违建巡查、河道巡检、大气监测等场景进行高效数据采集。平台运行以来已上线46项巡查场景应用,无人机累计飞行超4.7万架次,获取线索超7100条,大幅提升问题发现能力。

行业也在不断创新应用服务模式。在四川绵阳梓潼县七曲山景区门口,警务室民警张霖告诉记者,通过“低空智行”平台,在手机上“一键下单”就可远程调用无人机巡查森林。“低空智行”平台是一个低空经济全景、全流程运营服务平台,由中国移动四川公司联合绵阳科技城低空产业发展有限公司等单位共同打造。该平台采用空地融合共网技术和立体动态移动通信覆盖技术,实现全流程可追溯,可实时监控运输路径、飞行状态与物资状态,每一次配送都有完整的电子台账。它参考电商模式将应用上架,实现“手机下单、一键起飞、一网通管”。通过小程序下单,绵阳北川石椅羌寨茶园里的茶农可以购买农林植保服务,绵阳游仙区仙海广场的游客也可以购买航拍服务。

随着多样化低空服务搭建起“空中大集市”,低空经济应用场景形成规模效应的那天正加速到来。

据《科技日报》作者:杨雪

## ► 科工前沿

### 我国研发出全光计算芯片 可支持语义视觉生成模型

从一句话生成一张图,到几秒钟生成一段视频,生成式人工智能正在走向更复杂的真实世界应用。模型越大、分辨率越高,生成内容越丰富,对算力与能耗的需求就越惊人。然而,当前光电子芯片仍主要擅长加速判别类任务,距离支撑前沿大规模生成模型还有不小距离。如何让下一代算力光芯片能运行复杂生成模型?

日前,上海交通大学集成电路学院陈一舟课题组在新一代算力光芯片方向取得重大突破,研发出支持大规模语义视觉生成模型的全光计算芯片LightGen。相关研究近日发表于国际学术期刊《科学》上。

所谓“光计算”,可以通俗理解为:不是让电子在晶体管中运行,而是让光在芯片中传播,用光场的变化完成计算。光天然具备高速和并行的优势,因此长期被视为突破算力与能耗瓶颈的重要方向。然而,要把光计算真正用到生成式AI上,并非这么简单:生成模型往往规模更大,还需要在不同维度之间不断变换;如果芯片规模较小,则不得不频繁在光与电之间级联或复用,速度优势也会被延迟与能耗迅速抵消。因此,全光计算就显得更为重要和困难。

LightGen之所以能够实现惊人的性能飞跃,在于它在单枚芯片上同时突破了三项领域公认的关键瓶颈:单片上百万级光学神经元集成、全光维度转换、不依赖真值的光学生成模型训练算法。这三项中的任意一项单独突破都足以构成重要进展,而LightGen将它们同时实现,使得面向大规模生成任务的全光端到端实现成为可能。

更重要的是,LightGen展示的并不是电辅助光去做生成,而是让全光芯片完整实现“输入-理解-语义操控-生成”的闭环:输入图像进入芯片后,系统能够提取与表征语义信息,并在语义操控下生成全新的媒体数据,实现让光“理解”和“认知”语义。论文实验验证,LightGen可完成高分辨率图像语义生成、3D生成、高清视频生成及语义调控,同时支持去噪、局部与全局特征迁移等多项大规模生成式任务。

业内专家评价,LightGen为新一代算力芯片真正助力前沿人工智能开辟了新路径,也为探索更高速、更高效的生成式智能计算提供了新的研究方向。 据《光明日报》作者:颜维琦