

树立创新旗帜 推进全国科技创新中心建设

——“2017年北京市科学技术奖”获奖项目巡礼(五)

编者按 发展高精尖产业,是坚持创新驱动发展、构建科技创新链条的重要环节。近年来,北京紧紧围绕首都城市战略定位,把握“舍”与“得”的辩证关系,深入实施非首都功能疏解,大力优化调整产业结构,加快从聚集资源求增长到疏解功能谋发展的重大转变,

努力构建高精尖经济结构。

北京市科委顺应产业演进趋势,围绕全国科技创新中心建设,在去年“10+3”高精尖产业发展政策的基础上,又制定出台了北京智慧、医药健康协同创新等行动计划,全面启动北京市科技创新基金,多措并举扶持高端“硬技术”

创新。如今,北京的高精尖产业发展政策体系更加完善,推进高质量发展的基础更加稳固。

在2017年度的北京市科学技术奖获奖项目中,涌现出了一批由高新技术企业,特别是民营科技企业完成的获奖成果。这些获奖成果以产业为牵引,打造发展新引擎,壮大发展

新动能,抢占科技竞争的制高点,在全球产业发展的激烈竞争中占据重要地位,提升了我国科技实力和国际竞争力,也体现了北京构建高精尖经济结构,推动经济高质量发展所取得的积极成效。本期我们为您介绍其中的两个代表项目。

动中通天线：“针尖对麦芒”的连接

本报记者 申明

打电话、发朋友圈、刷微博、看视频,如今手机已经成为我们生活习惯的一部分。但在没有网络信号的大海上,这些看似平常的生活习惯,却是一种奢侈。

渔民出海打渔,只能靠海事卫星电话与陆地上的家人联系,高额的话费让渔民消费不起,手机也成了“摆设”。

不过如今浙江舟山的渔民却很幸福,他们只需要在船上装上一个银白相间、外形像“锅”的产品,当渔船在海上航行时,通信终端就可以接收到卫星发射的信号,将其转化为WiFi信号,之后就可以直接畅享互联网,观看视频直播,使用微信,而且费用还很低。

“这个‘锅’叫船载动中通天线。”项目负责人、北京星网卫通科技发展有限公司总经理徐烨烽告诉记者,动中通天线能够实现实时、高带宽、不间断地传递图像、视频、语音等多媒体信息,是应急通信、移动通信、边远地区通信的最优选择。

近年来,由徐烨烽、张仲毅等技术人才带领的研发团队,依托自身在北斗和惯性等领域的技术优势,独立自主研制开发了基于惯性/北斗的动中通天线跟踪指向系统,突破了动中通天线自动寻星技术、低成本惯性测姿技术、动中通天线稳定跟踪技术等关键技术,有效提升了产品性能,并大幅降低了使用成本,推动了动中通天线跟踪指向系统的产业化应用。在2017年度北京市科学技术奖评选中,该项目荣获二等奖。

研制高性价比的伺服跟踪系统

“您所拨打的用户不在服务区”。在生活中,由于没有通信信号我们偶尔会遇到这样的情况,但在卫星通信面前,这都不是事。“所谓站得高,才能看得远”,区别于地面

移动通信网络覆盖方式,卫星通信不受地面环境影响,无论您身处哪里都可以自由地与外界进行无障碍通信。

尤其是当发生地震、洪水、台风等自然灾害时,常规的地面通信可能遭到破坏,常常导致通信拥挤、堵塞、中断、瘫痪等不同程度的通信障碍,灾情信息无法快速准确获取,在一定程度上制约了应急指挥、决策。因此,建设机动灵活、安全可靠、规模适度的抢险应急动中通卫星通信系统就十分重要。

动中通天线是利用地球同步卫星作为中转站,在我们日常所见的移动载体平台(如运动中的车、船、飞机等)上依然能够实时精确对准天上的卫星,从而实现高可靠性、高带宽的通信。据了解,目前动中通天线已经成为移动卫星通信终端中不可或缺的关键产品。

“天上卫星资源短缺和地面通信终端价格贵、可靠性差等因素,一定程度上制约了宽带卫星通信的发展。”徐烨烽说。

据悉,宽带卫星通信的前提是地面的卫星天线始终精确对准天上的通信卫星,但在地面载体移动过程中,由于其姿态和地理位置发生变化,会引起原对准卫星天线偏离卫星,使通信中断,因此必须对载体的这些变化进行隔离,使天线不受影响并始终对准卫星。

“移动载体需要不间断地跟踪对准卫星,这非常难,就好比针尖对麦芒。”徐烨烽说。

另外,高昂的成本也限制了卫星通信的发展。其中,伺服跟踪系统是技术关键,也是成本最高的地方。徐烨烽告诉记者,一般伺服跟踪系统有两种解决方案。途径一是高精度光纤惯性导航,虽然测量精度很高,但成本极高,一般用户很难承受,渔民只是望洋兴叹;途径二是采用低成本MEMS陀螺加卫星信号,通过信标信号修正提升系统精

度,使得系统在确保跟踪性能的情况下整体成本大幅度降低。

“其中定位测姿系统、机械传动系统、稳定跟踪系统约占动中通天线总成本的70%。我们的研发思路就是要研制高性价比的伺服跟踪系统。”徐烨烽介绍说。

创新的寻星算法

传统的卫星天线主要依靠高精度惯性导航系统给出的位置及姿态角信息来计算天线的寻星指令角,以此控制天线对准卫星。

但是,这种方案对惯导系统的要求较高,为了确保天线能够锁定最大的卫星信号,惯导系统的自主寻北精度必须达到0.1°以上,而如此高精度的惯导系统的成本已远远超过移动卫星通信天线本身的成本,这是大多数研制单位和用户无法承受的。

“为了有效地降低成本,必须选用低精度的惯导系统,而低精度惯导无法自主寻北输出正确的航向,因此,天线无法得到准确的对星指令角。”徐烨烽说。

为了解决基于低精度惯导的移动卫星通信天线初始化问题,目前大多数研制单位均采用天线方位轴0°—360°扫描加卫星信标信号峰值识别技术来实现天线寻星,但不能很好地解决动中通天线如何利用寻星的辅助信息在不同姿态下,计算惯导系统初始航向的难题。

“目前已有方法主要采用平面解算算法,估计得到的惯导航向误差较大,从而使得移动卫星通信天线的跟踪性能大大降低。”徐烨烽说。

针对上述技术问题,研发团队提出一种移动卫星通信天线的初始化方法,该方法利用天线方位轴0°—360°扫描来寻找卫星,再通过完整的三维坐标转换加迭代递进的算

法来估计低精度惯导系统的初始航向角。由于这种方法具有较好的环境适应性,可适用于载体在任意姿态角下的初始寻星过程,初始化结束后,利用寻星辅助信息推算得到的惯导系统的初始航向精度可达到0.1°以上。

“相比现有的基于平面坐标推算的初始化算法,本项目提出的方法可以在任意姿态环境中精确地估计载体惯导系统的初始航向,从而确保天线在初始化结束后可以精确地跟踪卫星。”徐烨烽说。

同时,项目团队创新性地设计了一种北斗/惯性组合导航和伺服稳定跟踪一体化方法,提高系统集成度和控制精度。传统的组合导航系统一般作为独立部件通过外购方式来解决,姿态测量与伺服控制作为两个分系统各自独立运行。这样便会带来伺服系统延迟大、同步性差、开环控制误差发散等缺陷,在高动态情况下系统控制精度无法提高等问题。

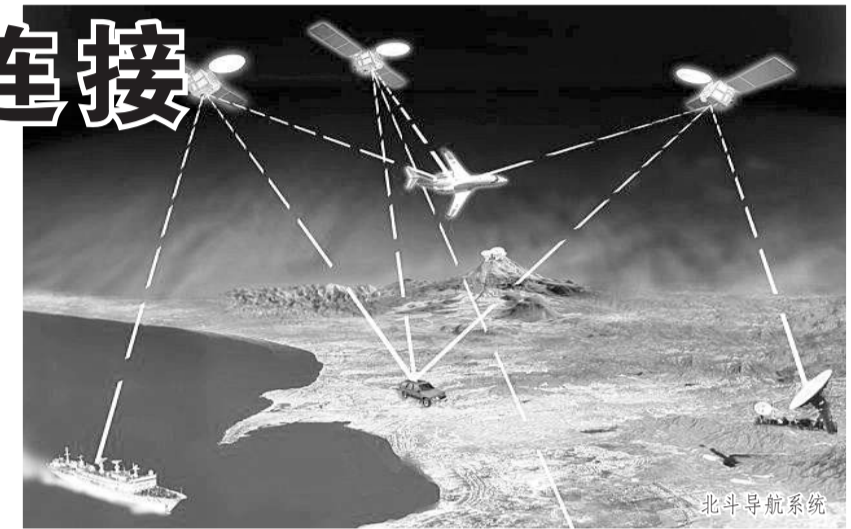
针对该问题,研发团队使用单CPU实现导航算法与控制算法的一体化运行,减少了导航系统与控制之间数据交互的延迟,大大提升了控制系统带宽,解决了高动态环境跟踪精度难以提高的难题。

系统性能比肩国际领先水平

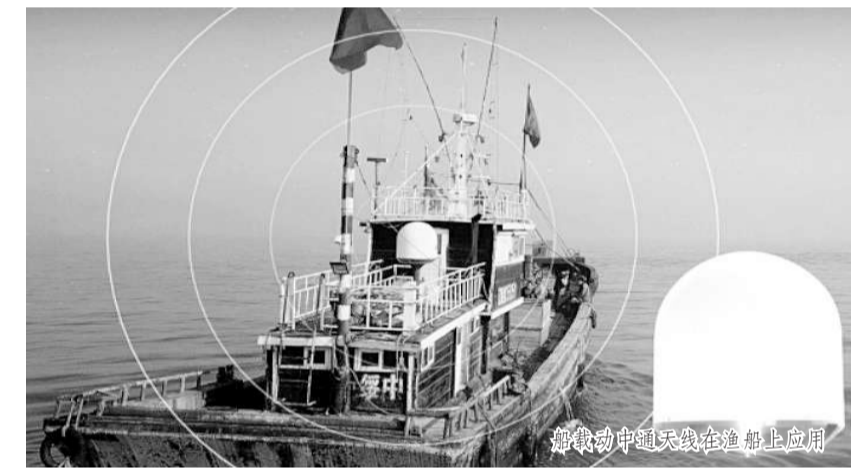
“这套系统性能在一次国家级的公开招标测试中名列第一,系统性能比肩国际领先水平。”徐烨烽自豪地说。

据了解,北京星网卫通科技发展有限公司已研发了数十款不同型号的新型产品,面向海上渔船等新兴市场,取得了良好的市场占有率。

“我们的产品已经用于多个行业和单位。”徐烨烽说,“在2013年发生的四川芦山地震中,我们的‘动中通’卫星通信车能够在



北斗导航系统



动中通天线在渔船上应用

地面通信系统瘫痪的情况下实时地将现场的图像、语音、数据传送到地面指挥中心。”

同时,高精度的北斗导航系统为动中通、便携站等各类移动卫星通信设备提供了高精度的定位导航信息,与卫星信标及惯性导航技术融合实现了高精度的卫星跟踪和伺服稳定性能。缩短了初始对星时间,提高了跟踪精度,完全摆脱了对GPS及其它卫星导航系统的依赖。

北斗导航系统与卫星通信系统的融合应用,为推动高精度北斗导航系统的产业化应

用创造了一条新的途径。实现了高精度北斗导航系统在高附加值、高技术含量的产业化项目中的批量应用。

近年来,北京市在市场准入、要素供给、降低成本、产权保护、公共服务等方面实施了一系列支持政策,鼓励、支持和引导民营经济持续健康发展。以北京星网卫通科技发展有限公司为代表的一批民营科技企业迎来了重要的发展机遇,并展现出实力强、活力足、业态新、贡献大、辐射广等突出特点,成为了推动首都高质量发展的重要力量。

攻克高镍三元材料 给电动汽车续航

本报记者 申明

“这车能跑多少公里啊?”“充一次电要多长时间?”“电池是否安全?”

近日,在北京的一家新能源汽车4S店里,前来买车的一家人围着销售经理刘利不停地问着自己关心的问题。“现在大家在买新能源汽车时,询问最多的就是有关续航里程、充电时间、冬天好不好充电的问题。”刘利说。

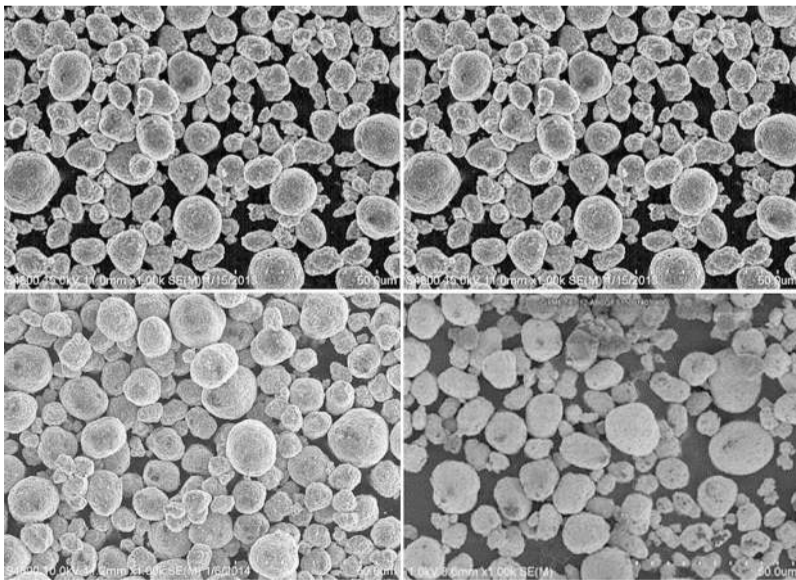
动力电池已经成为电动汽车性能对标的标杆。然而,很多人不知道,决定锂电池性能的关键是正极材料。

“正极材料才是动力电池最为关键的原材料,它的性能直接决定了锂电池的主要性能指标,在总成本中占据30%以上的比例。”北京当升材料科技股份有限公司副总经理陈彦彬告诉记者。

长期以来,缺乏高性能的正极材料是我国新能源汽车及其动力电池产业发展的“痛点”。作为国内专注于锂电正极材料研发的上市公司技术创始人,陈彦彬带领研发团队于2014年在国内率先开发成功并量产的车用动力电池正极材料,其具有比容量高、循环寿命长、压实密度高、低温性能优异等四大性能优势,相应的动力电池单体能量密度达到230Wh/kg,循环寿命达到4000次,低温充放电性能优势也十分突出,已成为国内外高端电动车用动力电池的首选正极材料。在2017年度北京市科学技术奖评选中,该项目荣获二等奖。

高镍型高能量,电动汽车长续航

据了解,目前已经商业化应用的锂电池正极材料包括钴酸锂、锰酸锂、磷酸铁锂和NCM(镍钴锰)三元材料等产品。国内电动汽车发展初期,动力电池由采用磷酸铁锂正极材料的电池主导,虽然这种正极材料制作的电池的循环寿命较好,但能量密度比较低,这



就导致电动汽车的续航里程相对较短。

“能量密度、循环寿命、高温存储稳定性、低温特性、安全性、成本是动力电池的几项关键指标。”陈彦彬说。

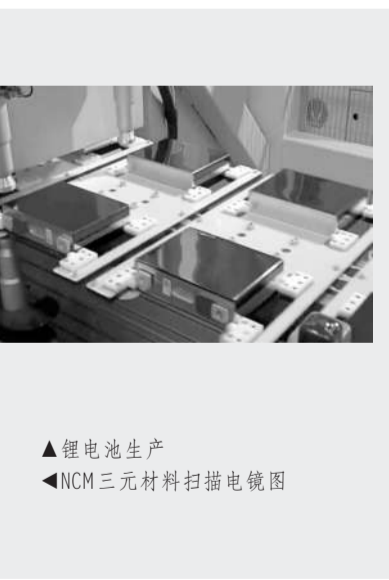
随着乘用车对长续航里程的需求越来越迫切,必须开发更高能量密度的锂电池正极材料。“高镍三元材料可以显著提升锂电池的能量密度,在单位体积或单位重量的电池中可储存的电量更多,因而逐渐成为乘用车动力电池市场的主流。”陈彦彬说,从技术角度来看,三元材料能量密度、输出特性、循环寿命、存储稳定性、安全性等主要性能指标相对而言比较均衡,因此是未来动力电池正极材料的主流方向。

与常规三元材料NCM111、NCM523相比,NCM622比容量高,用其制作的电池能量密度可达到230Wh/kg以上。

“更高镍含量的NCM811和NCA尽管能量密度高,但制备难度大,生产成本低,安全风险大,目前主要用于小尺寸的圆柱电池(5Ah以下),应用于大型的方形电池和铝塑膜软包装电池(50Ah以上)还面临诸多的技术挑战。”陈彦彬说,“因而NCM622是当前乃至未来几年内高端大型动力电池的首选正极材料。”

相关资料显示,2018年大众、宝马在其配套的动力电池选择上,采用了高镍NCM622,未来会采取更高镍含量的三元材料。动力电池企业中,包括松下、LG、SK、三星等国际企业都在向高镍三元材料动力电池进军。

在国内市场,无论是北汽新能源、比亚迪、吉利、众泰等主流电动车企,还是宁德时代、孚能、卡耐、捷威动力等主流的动力电池企业,都在加大高镍三元电池的开发和应用。“从未来市场趋势来看,电池单体的能量



▲ 锂电池生产
▲ NCM三元材料扫描电镜图

密度要达到280Wh/kg,甚至300Wh/kg以上,所以高镍三元材料的应用将会成为一个长期的主流趋势。”陈彦彬说道。

攻难关破瓶颈,掌握关键技术

然而,NCM622材料的开发并不容易。“做高能量密度的三元材料,通过高镍化或者提高工作电压,把能量密度做上去很容易,但是它的循环寿命、高温存储特性会比较差,同时它的安全风险也在加大,要解决这些问题的技术难度很大。”陈彦彬说。

目前国际上只有少数技术领先的公司进行了动力电池高镍三元NCM622的开发,现在也仅有三五家实现量产。国内大部分公司开发的NCM622材料碱性杂质含量高,循环性能差、热存储稳定性差,尚不能用于高端动

力锂电池的生产。

“对三元材料来讲,很大的一个问题就是因团聚颗粒的断裂、粉化所产生的‘孤岛’不能参与充放电过程,形成的裂缝新界面还会发生更多的副反应,这些会导致锂电池综合性能的下降。要想有稳定的颗粒结构和优秀的综合性能,就要从前驱体开始进行全流程系统设计。”陈彦彬说。

陈彦彬带领研发团队,系统开发了高镍材料制备的诸多关键技术,包括前驱体沉淀技术、烧结工艺、掺杂技术、表(界)面协同修饰技术,增强了颗粒体相结构、表面与内部界面稳定性,使材料的循环寿命、存储性能和安全性有一个大幅度的提升。

通过对关键工艺技术的不断改进,陈彦彬带领团队攻克了高镍三元材料产品的众多行业关键难题,建立了一整套处于行业领先水平的产品及其清洁高效制造技术。

首先采用硫酸盐体系连续法合成一定规格的高密度球形前驱体,所得的前驱体具有特定的粒度分布,良好的球形度、结晶度、内部结构和颗粒强度,有利于制备综合性能优异三元材料。

进一步,将前驱体与碳酸锂通过高效混合设备快速混合,在一定的烧结温度曲线以及气氛条件下进行高温烧结,使锂盐与前驱体充分接触并完全反应。烧结料经过粉碎、分级,制备出微米级的超细粉体,再经过多元素、多物相的表(界)面协同改性处理,大幅提升了材料的稳定性,有效抑制了解液在正极表面的氧化分解和对正极材料的侵蚀溶解等副反应,达到提升材料结构稳定性和化学稳定性的目的,最终制备出综合性能优异的NCM622材料。

对于企业而言只有将实验室的研究成果产业化才能实现其商业价值。当升科技研发团队通过不断优化改进制备工艺技术及设

备,率先设计并建立了全自动产能全密闭的前驱体清洁高效生产线和正极材料生产线。

“这是国内首条大产能、自动化、无断点、全密闭的前驱体生产线和正极材料生产线,设备流程采用立体布局,最大程度的利用重力作用来减少物流成本和人工;碱洗、水洗实现了梯次利用,生产单耗大幅度降低;烧结窑炉单线产能比原来翻了三倍,单位产品的能耗、人工等大幅度降低。”陈彦彬说。

工程化产业化,成果转化促发展

我国锂电正极材料行业从起步到现在才不过十余年的时间。在锂电正极材料的制备技术方面,整个行业的技术水平不高。

项目团队所研发的高能量密度NCM622正极材料,实用电池的常温充放电寿命可达4000次以上,远高于国际同行2200次的水平,高低温性能、安全性也大幅提高,该产品在2014年研发成功并出口国际高端锂电市场,并在中高端电动汽车上大规模应用。

该项技术的产业化不仅满足了高端锂电材料的市场需求,同时也推动了国内锂电正极材料工艺技术从传统制造向清洁高效自动化智能化的方向发展。目前,当升科技已拥有国际前十大锂电客户,是全球同时向中、日、韩高端锂电池企业提供高品质锂电正极材料的两家供应商之一,对促进行业整体水平的提高起到了示范引领作用。

项目的研发历程也是近年来北京市高新技术企业科技创新的一个缩影,在北京市“10+3”高精尖产业发展政策的指引下,这些科技型企业紧密结合首都发展新形势和产业发展新趋势,把技术创新作为发展战略的核心,不断增强创新能力和核心竞争力,为北京建设具有全球影响力的全国科技创新中心贡献了重要力量。