

行走在高压线上的“芭蕾舞者”

■本报记者 沈春蕾

在多数人眼中，高压电线似乎自带“危险”的标签，比如触电危险、电磁辐射危险等。高压电线作为电力大动脉，为各行各业以及千家万户输送稳定的电力。因此，高压电线巡检工作显得尤为重要。此前，这项工作主要由人工来完成，不仅考验体力，还容易发生危险。

近年来，中国科学院自动化研究所研究员赵晓光团队着手开展电力巡检自动驾驶机器人的研究，并研制出由六旋翼无人机、自行走机器人和自主研发的智能感知系统组成的复合式空中巡检机器人。

“我们的设计方案是通过无人机将自行走机器人挂到高压线上，通过智能感知系统控制机器人在高压线上自主行走、检测线路，远看就像立足在高压线上的‘芭蕾舞者’。”日前，赵晓光在一场项目路演会上告诉《中国科学报》，“我们希望将这套方案推向市场，应用于高压电线的电力巡检。”

无人机巡检成趋势

高压电线巡线员脚下的线路离地面最矮距离为12米，最高可达800米，巡线员实施分段巡检，记录高压线上和线下所有的安全隐患。有些高压线跨越江河、翻山越岭，需要巡线员心理素质过硬。因此，电力部门每年招收巡线工，都必须经过严格的专业岗前培训及考试。

高压电线人工巡检暴露了诸多弊端，比如，劳动强度大、安全性差、效率低下，一些线路受制于地形因素导致无法巡检，造成了线路维护的困难。

近年来，随着国家电网公司智能电网的快速发展，传统的输电线路巡检模式已经不能完全适应电网发展的实际需求。为了消除人工巡检盲点，提高巡检效率与巡视质量，开展无人机输电线路立体化巡视工作势在必行。

“无人机巡检高压线在国外已有先例。”赵晓光向《中国科学报》介绍道，“无人机的特点是小巧轻便，可高频次在巡检人员难以抵达的线路区段内，通过搭载各类检测仪器，全方位获得输电线路资料，实现输电线路巡视的‘零死角’。”

使用无人机巡检高压线不仅可以节省大量人力物力，在故障查线中无人机还可迅速确定故障点，为检修抢占宝贵的时间。

当前，随着人工智能技术的逐步完



赵晓光向投资人介绍团队项目。

“赵晓光团队的设计方案是通过无人机将自行走机器人挂到高压线上，通过智能感知系统控制机器人在高压线上自主行走、检测线路。”

善，智能硬件已开始向小型化、低成本、低功耗的方向迈进，硬件成本的不断走低，也带来了无人机产业规模化持续稳定增长。赵晓光告诉记者：“国产的无人机技术已经相对成熟，也为我们的智能巡检提供了硬件的保证。”

目前，国家电网公司已将无人机巡检作业纳入输电线路精益化考核指标中。来自国家电网公司的统计数据显示，截至2017年年底，公司各系统单位共配有各类型无人机1800余架，2017年度无人机累计巡检杆塔超过21万架次，累计发现缺陷超过5万余处。由此可见，无人机已成为电力巡检作业的重要工具。

一次投放多个机器人

“既然市场上已经有无人机巡检高压线，那么你团队的项目如何在市场立足呢？”面对投资人的质疑，赵晓光回答：“我们在技术领域有自己的特色。”

她举例解释道，在电力巡检的跨谷、跨桥、跨公路的“三跨”领域，常规的

无人机巡检方案存在一定缺陷，比如，当常规无人机沿线路飞行时，受线路自摆动、飞行安全距离、天气环境和巡视角度等原因的影响，往往无法提供稳定清晰的电缆图像，无人机并不能有效完成线路巡检。

在“三跨”领域，赵晓光团队研发的巡检机器人受空间环境的影响较小，“因为我们有自主研发的自动控制系统和视频识别软件，具有技术优势和应用优势。”赵晓光说，在目前的试验阶段，团队的产品表现出较好的性能。

“这些技术指标并不是一蹴而就的。”赵晓光告诉记者，“我们团队从2002年开始承接国家‘863’项目，开展智能电网关键技术研发，随后，我们研制了50kg、30kg的挂式巡检机器人，但效果并不理想，比如电池电压不稳定，机器人太沉。”

2008年，赵晓光团队通过合作，研制出20kg的巡检机器人，但成本依然较高，并需要专用设备将机器人挂到电线上，在一些山区较难实施巡检作业。

“转眼就到了2012年，国外已有无人机巡检高压线的案例，但还存在不稳定的问题。”赵晓光团队开始思考如何进行技术改进，使用无人机巡检高压线，“我们必须先解决电源、重量、传感器等一些技术瓶颈”。

经过几年的钻研，团队研制出复合式空中巡检机器人。在具体技术和硬件指标上，复合式空中巡检机器人采用六旋翼无人机，稳定性较好；可实现无人机一键一次性投放多个自行走机器人，操作员无需培训，可携带远视距装置观测巡检；装备总重量小于10kg，方便车载和人工携带。

但新的难题也随之出现，“做技术我们在行，如何让市场接受，我们可不在行。”这也是自2015年以来困扰赵晓光团队的一大难题。

寻找志同道合投资人

来自中国产业信息网的数据显示，预计2020年电力巡检无人机市场规模在不放量的情况下约为87.68亿元。在1.5倍放量的情况下约为87.68亿元。“复合式空中巡检机器人项目一旦投产，仅电力巡检业务预计将占据1%市场，产值将达到5845万甚至8768万。”有专业投资人就该项目给出了预估。

“早在几年前，我就希望将复合式空中巡检机器人项目落地。”赵晓光回忆道，“当年，我们四处跟企业交流对接，但话不投机，面对企业的需求往往出现两难抉择，并在很长时间里难以磨合。”

这也是赵晓光带领团队参加投资人对接路演的原因。“希望找到志同道合的投资人。”她感叹道，“技术创新并不容易，我们的复合式空中巡检机器人打破了现有的巡检方式，及时发现问题，避免隐患。”

2017年之前，赵晓光团队主要在实验室解决工程技术问题，“既然要面向市场，那就不能空谈理论，我们的原理样机不仅开展了多次现场试验，还在每次试验之后及时发现问题并加以改进，以达到工业化设计和量产的要求”。

“未来，我们将在不同的环境里对复合式空中巡检机器人进行试验，以进一步验证其性能的稳定性。资金投入是必需的，但前景也是可期的。”赵晓光表示，该项目的顺利实施将建成研发及中试平台，实现科技成果落地转化，并为机器人作业和人工智能识别领域提供示范。

看台

甘肃 落实政策稳就业促创业

近日，甘肃省人社厅印发相关实施方案，在全省范围内开展就业政策落实服务落地专项活动，并确保专项行动尽早尽快落地见效，专项行动将持续到年底。

甘肃各地将全面梳理就业创业政策和服务项目，形成政策清单、服务清单和经办机构清单，及时公开发布，并加大宣传力度，切实提高各项政策措施、服务内容、办理程序的社会知晓度。统筹谋划系列政策推介活动，打包就业政策服务，广泛开展进校园、进企

业、进基地、进社区、进村居活动。通过微信、微博、手机APP客户端等新媒体渠道，加大政策宣传力度，推动政策推介广覆盖。统筹各方资源，加载税费减免、劳动用工供求信息等内容，打出政策推介“组合拳”。

专项行动将聚焦高校毕业生、农民工、退役军人、就业困难人员等重点群体，认真落实各项政策举措，就业见习补贴、求职创业补贴、一次性创业补贴、社会保险补贴、创业担保贷款和税收优惠等政策。

江西 打造经济与生态联动发展创新高地

近日，建设鄱阳湖国家自主创新示范区新闻发布会召开，会上江西省宣布紧抓鄱阳湖国家自主创新示范区建设契机，努力建设成为产业技术创新示范区、绿色发展引领区、开放协调发展先行区、创新政策和体制机制改革试验区，打造长江经济带经济与生态联动发展的创新高地。

8月29日，国务院正式批复同意江西省南昌、新余、景德镇、鹰潭、抚州、吉安、赣州等七个高新技术开发区建设国家自主创新示范区，享受国家自主创新示范区相关政策。在江西七个高新区建设的国家自创区，简称为“鄱阳湖国家自创区”。

为此，江西将立足鄱阳湖国家自主创新示范区的战略定位和

各高新区的产业特色，形成“一圈一带”的功能布局。其中，一圈，即以南昌高新区为核心区；一带，即环鄱阳湖经济圈，主要包括新余、景德镇、鹰潭、抚州4个高新区；一带，即赣南原中央苏区振兴发展示范带，包括吉安、赣州两个高新区。

江西明确鄱阳湖国家自主创新示范区发展目标，到2022年，形成优势互补、错位发展、特色明显的一体化创新格局。到2035年，形成居于全球价值链高端的现代化产业体系，拥有一批本土成长的跨国公司和高质量创新型中小企业；创新成果惠及广大人民群众，创新发展动力强劲；开放发展不断深化，全球跨区域整合能力突出，成为世界知名创新区域。

陕西 构建研发服务平台支持创新发展

陕西省科技厅等部门今年一季度以来共同组织构建的陕西省中小企业研发服务平台日前上线试运行。截至9月20日，平台内注册机构达402家，其中省级重点实验室173家、省级工程技术中心127家，省级工程实验室16家、省级工程研究中心86家；注册企业达5842家，其中科技型中小企、高新技术企业5665家。

平台运用大数据、人工智能等新一代信息技术，聚集省级科技创新平台等资源，充分挖掘利用大量存量科研成果，推动省重

点(工程)实验室、工程技术(研究)中心等省级科技创新平台开放共享，解决中小企业技术人员匮乏、自身研发能力薄弱、创新能力不足等问题，打通科技成果转化应用产业化通道，实现中小企业在线需求征集、分析及线上智能供需撮合、线下服务反馈，服务备案等及时、精准的一体化研发服务功能。

据介绍，平台正在努力形成健全的服务体系和长效工作机制，为中小企业研发提供“找得着、用得起、有保障”的科技支撑服务。

天津 园区新增280余家京企

日前，中科智造工场(天津)智能科技有限公司等十家企业集体落户天津滨海—中关村科技园，这些企业中有半数属智能科技类企业。目前，该园区已经集聚了一批智能科技企业，包括水下机器人、无人机等领域，人工智能产业的集聚将成为园区发展的一大特色。

据悉，中科院计算所旗下企业——中科智造工场(天津)智能科技有限公司此次签约落户后，将搭建智能制造平台，服务企业物联网、智能化升级转型，快速解决企业信息化的实际发展需求。按照计划，中科智造工场(天津)智能

科技中心将在园区内建设中科智产数字经济孵化中心，以中科院计算所天津分所孵化器(加速器)为核心，引进大数据、区块链等机器人、人工智能、数字经济领域的相关企业及相关业务。

滨海—中关村科技园成立两年多来，积极引入北京中关村的科技创新成果，产业聚集效应初步显现，以新一代信息技术、生命与生物科技、高端服务业为主要定位，园区新增注册企业1241家，来自北京的有280余家。以深之蓝、致序、威努特为代表的大数据、无人机等人工智能产业正成为科技园区发展的“生力军”。

郑州 出台科技企业孵化器管理办法

郑州市科技局日前出台《郑州市科技企业孵化器管理办法》，引导郑州市科技企业孵化器高质量发展，构建良好的科技创业生态和孵化育成体系，推动大众创业、万众创新再上新台阶。

申请认定郑州市级孵化器，需要具备以下条件：孵化器孵化场地集中，可自主支配的孵化场地面积不低于5000平方米；孵化器自有种子资金或合作的孵化资金规模不低于200万元人民币；专业孵化服务人员占机构总人数的70%以上，每15家在孵企业至少配备1名专业孵化服务人员；孵化器在孵

企业中已申请专利等知识产权的企业数量占在孵企业总数比例不低于20%；孵化器在孵企业数量不少于25家，累计毕业企业不少于3家。

根据《郑州市进一步加快推进创新创业载体发展的若干政策措施》规定，市级及以上创新创业载体每孵化毕业一家企业将奖励2万元，全年最高不超过50万元。在孵企业或毕业两年内的企业被认定为高新技术企业、新三板挂牌企业，每培育一家将分别奖励创新创业载体运营机构5万元、10万元，全年最高不超过100万元。

合肥 大力培育“专精特新”企业

近日，合肥市召开“专精特新”企业培训会。此次培训会旨在提高企业政策知晓度，100多位企业负责人参加培训。

目前，合肥市拥有525家市及以上“专精特新”企业，其中省级“专精特新”企业287户，占安徽省13.1%，4户企业入选工信部首批专精特新“小巨人”，数量均位居安徽省第一，累计39户企业登陆省“专精特新板”。

2016年开始，合肥市对新认定为国家级、省级、市级“专精特

新”小微企业，分别给予80万元、40万元、20万元一次性奖补；在今年2月新出台的《关于大力支持民营经济高质量发展的若干政策》中明确提出对“专精特新”“隐形冠军”等企业给予重点扶持；2019年培育新动能高质量发展政策中对新认定为工信部“专精特新”中小企业，按总量控制且与制造强省政策不重复享受原则，给予一定比例资金奖补。

栏目主持：雨田

让废弃生物质变废为宝

■郑金武

作为解决化石资源时代能源、材料和化学品短缺的重要途径，生物精炼技术正日益受到国内外研究者的关注与重视。

在北京林业大学有这样一支团队，他们致力于将秸秆、废弃木材等生物质变废为宝。日前，这支团队负责人、北京林业大学教授孙润仓介绍了团队的最新科研成果：“我们首创了木质纤维生物质多级资源化利用关键技术体系，实现了生物质全资源化利用。”

技术研发瞄准产业难点

生物质炼制是一种以木质纤维素可再生资源为主要原料基础，通过化工与生物技术相结合的加工过程，综合利用原料各组分和中间产物，以炼制生产液体燃料与大宗化工产品的新型工业模式。孙润仓团队研发的木质纤维生物质多级资源化利用关键技术正是依托于生物质炼制技术。

我国木质纤维生物质数量巨大，仅秸秆生物质年产量就超过7亿吨，是造纸、化工、纺织和生物能源等工业领域的主要原材料。众所周知，生物质主要是由少量抽提物、半纤维素、木质素及纤维素组成。然而，我国木质纤维生物质长期处于单一组分资源化利用状态，导致其他组分被破坏、遗弃，造成生物质资源巨大浪费。

比如，传统造纸工业和纤维乙醇产业仅利用纤维素。生产1吨纤维乙醇，废料高达5吨，特别是我国每年木质素产量超过1100万吨，但有效利用率不到20%。糠醛及木糖醇工业仅利用半纤维素，剩余物高达75%以上，资源浪费十分严重。

这种传统生物质单一组分直接转化利用，存在的弊病是资源严重浪费、产品附加值低、环境污染。

孙润仓介绍，木质纤维生物质炼制和多级资源化利用技术的发展，革新与产业化应用是对传统制浆造纸产业发展方式的变革与创新，同时对新兴的生物质材料和化学品产业具有直接的推

动作用。然而，木质纤维生物质多级资源化利用主要存在两个技术难点。“一是木质纤维生物质全组分清洁高效分离，二是分离组分高效转化利用与产业化集成。”孙润仓说。

经过多年攻关，孙润仓团队研发的木质纤维生物质多级资源化利用技术，成功解决了生物质利用单一资源化、原料严重浪费、环境重度污染等技术难题，团队还研发出生物活性分子产品、超高纯度低聚木糖、木质素酚醛胶等八大类生物质主导产品，实现了生物质全资源化利用。

为企业解决老难问题

山东龙力生物科技股份有限公司(以下简称龙力生物)是一家专业从事生物质能源开发的企业。一直以来，龙力生物将水解去除半纤维素后的玉米芯残渣(主要成分为纤维素及木质素)直接用来酶解发酵生产纤维乙醇，但由于木质素的存在，大幅降低了纤维素的酶解效率。

北京林业大学获悉此事后，由学校相关部门牵头，促成孙润仓团队与龙力生物的合作，将木质纤维生物质多级资源化利用技术推广到龙力生物。

孙润仓介绍道：“我们根据企业生产的实际需求，提出了工程化水热耦合稀碱处理新技术，即第一步仅水热预处理，第二步稀碱处理分离出高纯度木质素及纤维素，再分别制备木质素酚醛胶及纤维乙醇。”

龙力生物在孙润仓团队技术指导下研发的联产产品中，超高纯度低聚木糖纯度大于97%，收率提高24.7%；木糖及阿拉伯糖纯度大于98.5%，显著提升了半纤维素的转化效率，生产过程中，还分离出高纯度工业木质素。

双方合作后，龙力生物不仅脱除了吸附在纤维素表面的大部分木质素，还增加了酶接触纤维素的可及性，提高了酶水解效率。随后，龙力生物还对提取功能糖后的废渣进行二次开发，利用其



孙润仓团队研发了木质纤维生物质多级资源化利用技术。

中的纤维素生产二代生物燃料——纤维乙醇。纤维乙醇按照10%的比例加入汽油中，成为乙醇汽油，可以减少尾气污染物排放达30%以上，显著降低PM2.5的排放量。

孙润仓介绍，通过技术革新，1吨乙醇所需原料由4.9~5.4吨减少到3.2吨，1吨乙醇酶成本降低35%以上，提升了木质纤维生物质多级资源化利用的整体经济效益。

龙力生物还进一步提取玉米芯废渣中的木质素成分，生产新型绿色高分子材料木质素，可作为保温材料、隔热材料、染料分散剂、橡胶助剂等材料的新型原料，应用于化工、建筑、制造等领域。

据了解，由孙润仓团队牵头联合龙力生物等单位完成的“木质纤维生物质多级资源化利用关键技术及应用”项目获2016年度国家技术发明奖二等奖。

企业纷纷找上门要技术

与龙力生物的合作，使得孙润仓团队在业内声名鹊起。“近年来，我们团队与北京、山东、广东、湖南、新疆等地的实验室、工程中心及企业围绕协同创新开展合作，取得了明显的成效。”孙润仓告诉记者。

比如，孙润仓团队与北京碳世纪科技有限公司合作，研究石墨烯材料应用于木材改性及特种纸加工技术；与北京市第二中学合作，开展了纤维素酶解及

生物乙醇的制备研究。2016年，孙润仓团队与湖南炎陵县江陵木业有限公司合作，研制木质素基环保酚醛树脂胶黏剂。团队以技术转让的方式，手把手教企业生产木质素基环保酚醛树脂胶。孙润仓说：“通过一年的合作，2017年，该企业生产环保酚醛树脂胶20万吨，提升了整体盈利水平。”

此外，孙润仓团队还与江苏徐州飞亚木业有限公司合作，研发生物质木质素高强度耐胶黏剂制备技术；与山东临沂成宇化工有限公司合作，启动年产13.5万吨醋酸钠项目；与四川省西龙生物材料科技有限公司合作，研发竹本色纸品抑菌性能提升技术；与新疆中兴生物资源开发有限公司合作，启动利用农林废弃物开发与生产木醋液和活性炭等。

随着科研的深入，孙润仓团队在半纤维素、木质素研究等方面发表了一批高水平的SCI论文。“技术推动生产，生产反哺科研。”多年的企业合作也让孙润仓团队收获了丰硕的成果，孙润仓团队里有多年年轻学者获得国家优秀青年科学基金资助、国家杰出青年科学基金资助。

孙润仓指出，未来，我们希望建成一座生物质资源利用的研究基地，解决生物质转化为材料、化学品和新能源工业领域的深层次科学问题及重大工程关键技术，推动绿色低碳经济模式的建立。