



国际顶级学术期刊以特刊方式关注中国医疗机器人

TA与国际领先者并跑的背后

本报记者 华凌

可以灵巧剖析一颗葡萄的高精度腹腔镜手术机器人、将外太空抓取技术用于商用领域的高精度机械臂、定位精细到毫米级的肺部穿刺手术机器人……近日，科技日报记者在北京市医疗器械产业创新中心（以下简称医疗机器人创新中心）看到了这些在行业中颠覆性的创新成果。

医疗机器人是一个具有交叉特性的领域，作为新兴科技代表，正在成为各国竞相投入和角逐的新战略高地。不久前，国际顶级学术期刊《自然》用特刊方式聚焦中国医疗机器人发展，关注医疗机器人

创新中心成果转化的最新动态。截至目前，医疗机器人创新中心已聚集、服务包括北京天智航医疗科技股份有限公司（以下简称天智航）、北京术锐技术有限公司（以下简称术锐）、北京思灵机器人科技有限责任公司（以下简称北京思灵）等25家行业领先企业，参与投资多家创新企业，其中一些企业的技术产品即将或已实现自主研发国产关键零部件的突破，开始与国际上领先的同行“并跑”。

9月4日，医疗机器人创新中心聚集的企业在2020中国国际服务贸易交易会上纷纷亮相。记者走访北京中关村科学城的产业创新中心，探究其加速医疗机器人成果转化的路径。

瞄准行业难点，构建创新生态

周期长、行业准入门槛高及创新要素要求全面等因素，给医疗机器人行业的创新和发展都增加了壁垒。针对这种状况，2017年12月，在北京海淀区政府指导下，医疗机器人领军企业天智航和北京清华工业开发研究院等单位，共同发起建立了医疗机器人创新中心。这也是第一家在政府指导下成立的医疗机器人技术协同创新平台。

中国工程院院士田伟表示：“医疗机器人的目的不是取代医生，而是为他们提供一种拓展能力的工具。随着第三代医疗机器人在临床精度和适应性方面取得重大技术突破，如何提升机器人结构的灵活性、人机交互技术的高效性，以及可远程操作的机器人，都将成为今后的关注重点。”

“与其他行业相比，构建医疗机器人的创新生态更具挑战性。”医疗机器人创新中心总经理王彬彬介绍说，医疗机器人从立项、研发，一直到上市，是一个比较长的过程，从技术、产品到应用推广，包括后期的服务保障，对创业团队的综合能力有比较全面的要求；同时，医疗机器人想在临床过程中得到医生或者医护人员的认可，一定要在技术

方面独到之处，否则很难赢得市场青睐；此外，医疗机器人在国内外都必须经过各国药监部门审批才能够上市，入市后收费、定价、医保进入等，也需要政府部门的同意。

同时，医疗机器人涉及的门类较多，每一种医疗机器人产品，都有独特的技术和市场以及产品定位。

因此，“构建医疗机器人的创新生态，要解决两个普遍性问题：一是要找到共性技术的交叉点或者着眼点，同时还要具有代表性，所以进行平台创新建设时，从哪个角度着手突破，如何为行业构建平台优势，非常考验创新平台的着力点和发力点。”王彬彬表示。

“其次，还要解决个性的问题，每一个产品具体适应的法律法规和要求可能都不一样，在做创新平台构建时，很难一下子做全，把所有医疗机器人门类都非常清晰地摆到一个平台上。”王彬彬说。

医疗机器人创新中心瞄准行业难点，并针对难点搭建研发、成果转化平台，最终助推医疗机器人的推广应用。王彬彬说，构建医疗机器人的创新生态，是医疗机器人创新中心的目標。

全程服务，助企业迈过转化途中的“死亡谷”

“整体来说，我国医疗机器人的创新应用尚处于开始阶段，无论是机器人本身的技术还是医护人员对医疗机器人的操控能力，以及产业发展环境，都还在培育的过程中。从应用的效果来看，医疗器械一定是向着智能化和自主化方向发展，所以规模化使用医疗机器人是临床上的一个必然趋势。”王彬彬表示。

在关键部件和核心技术，我国医疗机器人与国外尚存在很大差距。医疗机器人创新中心希望通过引进先进技术团队，补齐短板，并融合专业产业链，加强国际化的研发和创新。”王彬彬说，为此，2018年

营造氛围，加速科研成果开花结果

如何高效驱动医疗机器人的发展？“这场医疗机器人‘掀起’的新医学革命，有一个非常明显的特征，即医、工、企的跨学科、跨行业合作。通过合作，不同领域最顶尖的专家，集合各自最擅长的研究成果进行协同创新，最终形成创新产品。在这个过程中，我们需要有更多了解临床需求的医疗专家，愿意使用AI或机器人技术来弥补诊断和治疗不足；也需要工学院的专家，做更多基础材料和基础科学的创新。”田伟院士指出。

田伟院士表示，医疗机器人领域的很多企业刚刚起步，需要得到各方面更大地支持，其中，资本的持久支持尤为重要，希望更多的投资人愿意放长

2月，医疗机器人创新中心从德国引入思灵机器人研发团队，成立了北京思灵。从初期的适应、环境搭建、人才引进，直到产品性能测试、认证，医疗机器人创新中心都为北京思灵提供了高质量的专业服务。企业迅速成长，短短两年多时间，其颇具特色的产品便在市场上亮相，并且立即获得了资本注入。

为补齐国内医疗机器人创新所需的公共服务短板，解决创新企业痛点，医疗机器人创新中心先后设立了前沿技术中心、共性技术中心、产品设计中心、样机制造中心（医疗器械 CDMO）、检测评估中心以及临床研究中心，这些中心提供的科技服务覆盖新产品设计开发、质量体系搭建、创新产品申报、优化临床试验等医疗机器人创新全生命周期过程，而这些服务助力创新企业迈过了技术成果走向大规模市场应用中遭遇的“死亡谷”。

经过多年深耕，在医疗机器人创新中心和创新企业的共同努力下，医疗机器人产业已成为中关村科学城的优势领域之一。

线，让医疗机器人的创新企业慢慢发展壮大。

怎样加速医疗机器人科研成果开花结果？清华大学副秘书长、北京清华工业开发研究院院长、中关村科学城管委会副主任金勤献也给出了建议，他认为，加速成果转化，应构建应用场景给予支持，例如，手术机器人进入北京海淀医院，就是很好的应用场景。同时，要营造医疗机器人产业的创新氛围。此外，在资金方面还需要加大投入，新成立的中关村科学城创新发展有限公司，就采取市场化的手段对医疗机器人创新中心提供了具体的支持，这对医疗机器人的研发及成果转化无疑有很大帮助。

降低电厂PM_{2.5}排放并可治理脱硫废水

历时19年，这项原本无人问津的技术成为行业标准

张娟 本报记者 陈瑜

历经19年，华中科技大学张军营教授团队的团聚强化除尘协同脱硫废水零排放技术（以下简称团聚协同技术），近日成功应用于三峡电站湖北能

源集团鄂州发电有限公司。

团聚协同技术可实现一套设备同时对PM_{2.5}、二氧化硫、脱硫废水等多污染物的协同治理，开创了在空气预热器前端利用高温烟气以废治废的环保新思路，从源头降低气溶胶的形成，并实现脱硫废水零排放。

在中国动力工程学会近日组织的“燃煤电厂颗粒物团聚强化除尘协同脱硫废水零排放”科技成果鉴定会上，中国工程院院士、清华大学教授岳光翎认为：“该技术的应用没有增加新的污染问题，是一种比较简约、低成本的降低电厂PM_{2.5}排放的技术，而且达到了脱硫废水治理效果。”

得知自己的发明成果得到业界肯定，张军营感慨万千：“一项全新的科技成果最终转化成产品，又从产品一步步走进市场投入应用，每一个环节都充满挑战。19年来，我带领团队跨过一个又一个台阶，亲眼见证了团聚协同技术从一开始的无人问津到大规模推广应用，再到今天成为行业标准得到业内广泛认同，艰辛虽多，但也切切实实地体会到做科研的无尽乐趣与成就感！”

为快速打开市场而免费提供技术

一直以来，脱硫废水是燃煤电厂处理难度最大的废水之一，含有重金属和高浓度氯离子，pH值偏酸性、固溶物含量高且具腐蚀性，这当中最难解决的就是氯离子和腐蚀性问题。

除了“水难治”，困扰燃煤电厂的难题还在于

“霾难防”。去年冬天大面积雾霾现象，再一次证明了PM_{2.5}、SO₂微细颗粒形成的气溶胶是雾霾形成的最大元凶。

2002年，在科技部支持下，张军营带领团队，开始在成千上万种化合物中寻找最合适的材料。2009年，他们从果冻获得灵感，从有机化合物入手，结果PM_{2.5}降低率可以达到50%以上，效果非常明显。2012年，张军营和他的团队发明的“燃煤超细颗粒化学团聚促进剂”获得国家发明专利授权。

有了技术专利，张军营想找企业进行成果转化，但没料到，推广使用一项新技术，比研发这项技术更为艰难。“企业问，技术没有工业实际应用，怎么证明技术好呢？实验室测试的技术结果不能代表工业应用效果，必须通过工业示范才能验证技术的可行性。”

就在张军营一筹莫展之际，武汉天空蓝环保科技有限公司（以下简称天空蓝环保公司）负责人李慧慧眼识珠相中了这项技术。

尽管看好团聚协同技术前景，但创业初期，李营同样四处碰壁。“第一次去江西的电厂时，他们认为这个新技术，不可能达到我们所说的效果。”

没有别的选择，张军营和李营决定免费提供技术来快速打开市场。2016年底，该技术在江西国电丰城发电有限公司首次安装使用。2017年江西省环保厅的检测数据显示，技术投入使用后完全满足超低排放每立方米10毫克的要求，鉴定结果是每立方米1.7毫克。并且，相比湿式电除尘技术，初投资可节约三分之二，运行维护费用可以节约一半。

首次应用大获成功后，团聚协同技术作为华中科技大学科技成果转化的典型，又相继在江西、山西、新疆、河南、安徽、湖北7省区的30多家企业进行应用。

从大规模推广应用到大造行业标准

为更好地推广技术，张军营加入了李营创办的天空蓝环保公司，成为公司首席科学家。

“看到这些设备就像看到我的孩子一样，经过19年的努力终于长大成人，最大的愿望就是我们的技术能够不断推广应用，为我们的蓝天保卫战作一份贡献。”

今年6月1日，团聚协同技术被中国环境保护产业协会纳为团体技术标准，国内首个关于烟气中颗粒物团聚装置的标准得以落地。

李营认为，一流企业做标准，二流企业做品牌，三流企业做产品。一流企业执行的标准，不仅是行业内最高的标准，也意味着其在技术创新和质量控制上具有绝对优势，拥有巨大的“标准红利”。

此前，团聚协同技术是独家发明，市面上并无相似技术。“由于没有相关标准参考，就没有办法进行规范招投标，工程监理和工程验收也没有依据，造成企业不敢选用这种新型先进技术。现在有了技术标准，等于给相关企业吃了‘定心丸’，技术推广实施方也可实现以点带面的示范效应，团聚协同技术迎来大规模推广应用的未来可期！”李营说。

秀成果

北斗、5G加持 无人驾驶农机 完成水稻“耕种管收”

本报记者 叶青 通讯员 方玮

“粮仓已满，请来接粮。”通过5G信号，无人驾驶收获机向它的合作伙伴无人驾驶运粮车发出信息。

“收到。”在田边等候的运粮车，立即开到收获车旁边。收获机伸出卸粮筒，哗哗哗……将稻谷卸到运粮车中，仅几十秒就完成了一次卸粮过程。

近日，华南农业大学增城教研科学基地，中国工程院院士、华南农业大学教授、广东农村科技特派员罗锡文团队的水稻无人农场喜获丰收。“我们的水稻无人农场已经实现耕、种、管、收的全程全面机械化，未来该项技术有望推广至全国各地。”罗锡文说。

实现全程无人机械化作业

华南农业大学水稻无人农场已经出产了首批大米，这批大米的耕、种、管、收均由无人驾驶的农机完成，在国内尚属首次。

5月3日，采用无人驾驶旋耕机完成土地耕整；5月9日采用无人驾驶水稻旱直播机进行水稻播种；之后采用无人驾驶高地隙喷雾机和无人直升机完成了施肥和施药等作业；8月30日，由无人驾驶收获机和运粮车协同完成收获作业，在收获现场，专家组采用五点抽样法测产，无人农场的水稻理论亩产量为558.6公斤。

“无人农场能把作业人员从繁重的驾驶操作中解放出来，大大提高了作业效率。”罗锡文介绍说，无人农场是实现智慧农业的一种途径，包括耕种管收生产环节全覆盖，机库田间转移作业全自动，自动避让障碍物停车保安全，作物生产过程实时监控，智能决策精准作业全无人等五大特点。

在无人农场，旋耕机、拖拉机、收割机等，按照设计好的程序，自己从机库开到田间作业再回到机库，轻松将农活完成，全程实现无人化。

自2004年，罗锡文团队就开始研究农业机械导航及自动作业，突破了十大关键技术，先后研制出无人驾驶旋耕机、播种机、插秧机、高地隙幅宽喷雾机和收获机，实现了耕整、种植、田间管理和收获全程无人机械化作业。

大范围推广还需具备两大条件

无人农场的实现，靠三大技术，“生物技术、智能农机和信息化技术。”罗锡文特别提到，“在智能农机和信息化技术方面，主要依托北斗导航定位系统和5G通信系统。”

“你们刚刚看到了，第三次卸粮时运粮车停靠位置有点超前，收获机就通过信息提醒。这是北斗导航定位系统和5G通信系统协同作业，从而实现精准导航、多台农机精准作业的结果。”他说，北斗导航定位系统主要提供精准定位，5G通信系统实时处理大量信息且信息传输速度快。目前，无人农机直线行走精度可达2.5厘米。

业内专家认为，罗锡文团队研发的基于北斗导航的农业机械自动驾驶作业成果，总体达到了国际先进水平，其中水田自动驾驶作业和主导航技术居国际领先水平，满足旱地和水田的耕整、种植、植保和收获等环节精准作业需要，打破了国外技术垄断，为我国现代农业智慧生产提供了重要支撑。

对于无人农场何时能大范围推广的问题，罗锡文表示需要具备两大条件。“一是基础设施要好，农田的水网、路网、电网、通讯信号等都要满足一定的条件；二是地块要大，要把面积小、零散分布的土地有效整合。”他表示，现阶段以试验示范为主，之后再逐步推广。

目前，罗锡文团队已与上海、山东等地确定了初步合作意向，计划试验种植面积逾万亩。“9月份，我们将在佛山市进行花生无人农场试验。”他透露，完成水稻无人农场的首轮试验后，11月将在该地块上进行油菜无人农场的试验。

平整度仅为1毫米

京沈客专无砟轨道板创佳绩



科技日报讯（记者矫阳）近日，京沈客专北京段无砟轨道工程全部铺设完毕，轨道板顶面平整度大大低于2毫米的允许误差，首创精度达到1毫米，处于国际先进水平。

全长698公里的京沈客专是我国“十三五”规划重点建设项目，起自北京星火站，终止沈阳站，设计时速350公里。建成后，北京到沈阳只需2.5小时，承德到北京1小时。

京沈客专北京段管段铺设的CRTSI型预制轨道板，为我国自主研发、拥有完全自主知识产权，其工艺复杂，施工标准高，难度非常大。为保证轨道上的平顺，中铁二十二局设计了独特的底板反拱，增加排水系统，并成功研发出集成智能机器人和三维成像仪的自动化检测系统，通过40余次反复测量、计算、试验，使轨道板预制过程中反拱曲率与翘曲曲率实现平衡，轨道板顶面平整是标准允许的一半，仅为1毫米。

