

宋延林： 打印出“世界上最小的点”

本报记者 刘 晓



宋延林(右)在实验室工作。受访者供图

“下面我跟大家介绍一下，绿色印刷盲文出版技术……”在实验室，中国科学院化学研究所研究员宋延林娓娓道来。6分多钟的视频中，一项突破性的原理和成果，把绿色印刷的神奇和无限可能呈现在人们眼前。

2022年，在哔哩哔哩网站(B站)上，一个名为《盲文印刷》的视频意外走红。短短几天，视频便收获了数百万的浏览量。主持这项研究的正是宋延林和他的研究团队。从一滴墨的“产生”与“落地”，宋延林开发出一条绿色印刷路线，用“印刷”让世界变得更加美好。

从“减法”变“加法”

读书、读报、包装、刷卡……在人们的生活中，随处可见印刷产品的身影。

对于印刷术，中国人有深厚情感，但传统的印刷产业面临污染挑战。宋延林说，从最早的雕版印刷到活字印刷，再到以激光照排为代表的化学成像阶段，印刷一直是一种“减法”的技术。例如，激光照排会造成感光废液的排放和大量感光材料的浪费。

如何用“加法”代替“减法”，让印刷变得绿色无污染？宋延林提出了一个设想：在亲水的版材上，打出亲油的图案。“图案能沾油墨，空白区不沾油墨，这样就直接可以印刷了。”

在宋延林看来，这个大胆的想法源于他曾从事的信息储存研究。“信息储存和显示都可以转化为‘0’和‘1’的方式。沾油墨的地方是‘1’，没有油墨的区域‘0’，接下来就是探索用什么材料去实现。”

水滴在荷叶上自由滚落的场景，启发了宋延林寻找印刷材料的探索。“荷叶表面有一种微纳复合结构。我们靠纳米材料，增强其亲水性和亲油性的反差，并利用纳米颗粒复合增强耐印力，直接打印出能够沾油墨的图文区。”

回想起这段实现纳米绿色印刷技术突破的经历，宋延林感慨道，科学研究一定要敢于“想”，也要科学地“想”，直面和解决科研中的困难。“只有大胆创新、勇敢挑战、长期坚持，才可能取得突破性的成果。”

破解基础科学难题

“我们开始做纳米绿色印刷时立下一个目标，希望能够控制每一个墨滴精确成

型，做世界上‘最小的点’‘最细的线’‘最薄的面’。”宋延林说。

几年前，当宋延林团队提出“纳米印刷”的概念时，也曾遭遇质疑。“当时国际上印刷的精度还在微米尺度，从微米到纳米要跨越3个数量级，精度要提高1000倍。”宋延林直言，要想实现印刷精度的突破，必须直面很多基础科学问题的挑战。

其中之一叫作“咖啡环效应”——一滴咖啡在固体表面干燥的过程中，会不均匀地扩散，边缘厚、中间薄，形成一个不均匀的斑点。如果不能解决这一难题，精确控制印刷墨滴就成了不可能完成的任务。

为此，团队成员通过对液滴和材料表面相互作用的深入研究和精确控制，突破传统墨滴尺寸的局限，使打印的斑点实现纳米的精度，甚至可以精确地控制每一个墨滴里纳米颗粒的个数，打印出了“世界上最小的点”。

此后，宋延林团队又相继解决了“瑞利不稳定性”“马拉格尼效应”等“线”和“面”的基础科学难题，真正把印刷术的整体精度从微米尺度推进到了纳米尺度。

“同时，我们还希望对每一个过程给出一个量化公式或相图，指导今后更深入的研究，为印刷技术的发展作出更大贡献。”宋延林说。

做有温度的科研

几年前，宋延林听到了一位小女孩演唱的歌曲——《你是我的眼》。歌词里描述的盲人生活，让他辗转反侧。

“我们的研究能不能为盲人做些什么？”宋延林把目光投向了盲文印刷领域。

传统盲文是通过金属板冲压的方式印制出来，印刷过程繁琐、盲文容易磨平不

说，盲文书的价格也相当昂贵，可达正常图书的15—20倍之多，这极大限制了盲童获取知识的机会。

“在精确控制墨滴成型的基础上，只要控制每一个墨滴，形成一个微凸起的结构，就能代表一个盲文的基本字符。”在此前研究成果的基础上，宋延林团队用打印的方法，把原本特殊印制的盲文变成了普通打印的盲文，大大减少了印刷的成本。

“我们打印的第一本书是《没头脑和不高兴》，希望孩子们读了以后，能够高兴起来。”宋延林说。

除了打印文字、图书，新的打印方法还能打印图形——团队在魔方各面上打印了不同的图案，让盲童可以通过玩魔方开发智力和想象力。

2018年，宋延林和同事给北京盲校的孩子捐赠了一批图书和教具。合影时，有位盲童手里拿着魔方，喜欢得不肯撒手，这个画面一直印在宋延林的心里。如今，盲文印刷技术不仅在国内推广，还受到国际上盲文出版机构的关注。2022年北京冬奥会开幕式上，残奥运动员第一次触摸到了盲文对照的印刷品。

“科学家不是一个冷冰冰的群体，要做出有温度的科研。”宋延林说，“科学家要有人文导向，通过科研，让这个世界更加美好。”

探寻印刷精度极限

做惯了印刷技术的研发，宋延林时常天马行空地想——这个东西能不能变成墨水？那个图案能不能印出来？为此，他给团队提了一个口号：万物可为墨、世界皆可印。

宋延林说，从电子电路及器件、光子器件到生物芯片，“纸张”和“墨”的概

念可以拓展到很多领域。“印刷术的应用领域非常广泛，比如太阳能电池的栅极、各种各样的柔性电路、可穿戴的器件等。我们几乎可以把不同的材料都做成墨水，让它们变成我们想要的各种形状，同时具有特定的功能。”

近年来，宋延林团队用透明墨水打印出了全彩色图案，用一滴墨打印出一片隐形眼镜，用印刷芯片检测新冠病毒……这些都颠覆了人们对“印刷”的认知。

在纳米印刷之后，印刷术的精度有没有新的极限？宋延林认为，肥皂泡的壁就是极限。

“肥皂泡破裂以后，留下的痕迹能达到分子尺度，这是人类能够想象到的最细的线条。”宋延林说，泡沫物理学已经开创了200多年，但还没有人能吧肥皂泡做成图案。这其中更多的基础问题需要破解。

“目前我们正在做分子印刷的研究。通过设计好的模板，就可以把气泡演化成各种各样的图案，气泡破裂以后，我们就实现了纳米、亚纳米，甚至分子尺度的印刷术。”宋延林说。

从“不可能”(impossible)到“我能够”(I'm possible)，这是宋延林对团队年轻人的期望。“很多重要的课题，全世界很多人都想做、在做，我们有没有独特的方法和思路？想清楚这些问题，科研工作就会少走很多的弯路。”

“希望将来中国的印刷术，会再一次成为我们的骄傲。”宋延林说。

科创正青春

中国科协科学技术传播中心与本报合作推出

太空实验室空间应用成果频现

本报记者 刘诗瑶

中国空间站已于2022年底全面建成，工程随即转入应用与发展阶段，全面实现了载人航天工程“三步走”发展战略目标。近日，载人航天工程空间应用与发展情况介绍会召开。中国载人航天工程新闻发言人、中国载人航天工程办公室副主任林西强等专家介绍了载人航天工程立项实施以来，特别是空间站建造期间空间科学、空间应用、空间技术领域取得的进展成果，以及未来发展前景。

空间站规划和建造期，中国载人航天研制部署了一批国际领先的空间科学研究与应用设施，持续滚动开展大规模的科学研究与应用项目，中国国家太空实验室目前已正式运行，建立了独具中国特色的近地空间科学与应用体系，空间应用有序开展、成果频现。

首先，建成了功能完善、性能国际先进的国家太空实验室研究平台，学科覆盖全面。中国空间站舱内25个科学实验机柜与一系列舱外设施接口，能够支持空间生命科学与生物技术、空间天文与天体物理等诸多学科方向的研究与应用；空间站平台为应用载荷提供强大的机、电、热、信息、排气以及机械臂、货物进出舱等基础支持条件；优化提升了货船、人船天地往返运输能力。

其次，瞄准前沿战略系统谋划，构建空间站应用专家体系。建立了由空间站空间科学与应用专家委员会、各领域专家组和科学讨论组组成的层次化专家组织架构，广泛吸纳了能够代表国家空间科学的最高水平的专家队伍。

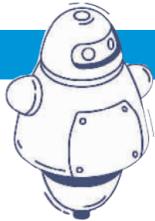
同时，面向应用项目全寿命周期管理，优化应用项目征集、遴选、培育、立项和择优机制。此外，还形成了完善的载荷研制能力和人站人机制、强大的在轨实验支持能力。

截至目前，空间站已安排在轨实施110个空间科学项目与应用项目，涉及空间生命科学与人体研究、微重力物理和空间新技术领域，获得原始数据近100TB，下行了近300个实验样品，部分项目已取得阶段性应用成果。

载人飞船阶段任务，安排我国当时规模最大、领域方向最广的空间科学与应用计划，29项科学实验与技术试验均为国内首次开展，对我国空间生命、材料等基础研究起到开创奠基作用；空间实验室阶段任务，进一步拓展了空间科学与应用领域，实施了70余项科学实验与技术试验；空间站阶段任务，立足建设国家太空实验室，研制了我国覆盖空间科学与应用领域最全、具有国际一流水平的舱外实(试)验设施。

服务国计民生，空间应用成果转移转化成效显著。4000余项成果广泛应用于国家各行各业。空间生命科学研究成果直接应用于生物材料、药物、医疗和农业技术；微重力流体、燃烧和材料科学等方面的研究成果为解决国家材料短板问题、改进相关产品生产加工工艺等作出了贡献；航天育种搭载实验3000余项，育成主粮审定品种240多个，蔬菜、水果、林草、花卉新品种400多个，创造直接经济效益逾3600亿元，年增产粮食约26亿公斤。此外，工程应用取得的成果还在自然资源与生态环境保护、防灾减灾、公共服务等国民经济各领域广泛应用。

林西强介绍，进入应用与发展阶段，将长期高效运行体系完善、水平领先的国家太空实验室，持续开展空间科学研究与应用。展望未来，中国空间站有望获取一系列重大科学发现和一大批创新科技成果。



“机器人+”加速产业融合

强劲灵活的手腕、高扭矩的设计，4个红色的机械臂上下挥舞，为汽车车身进行点焊作业……在2023世界机器人大会上，沈阳新松公司针对汽车工业研发的白车身点焊机器人工作站引人注目。

“这一款机器人我们从2012年开始研发，经过不断提质升级，现在设备的重复定位精度达到正负0.2毫米。目前公司和国内多家汽车厂商展开合作，已经部署了100台左右。”新松公司行业经理马骋说。

中国经济的快速回暖让社会和产业需求增多，加之新材料、新能源、生命科学等技术与机器人的交互融合发展，机器人产业正在广泛深入工业制造业、农业生产、商贸物流、医疗健康、商业社区服务等领域。

据统计，2022年中国机器人全行业营业收入超过1700亿元，继续保持两位数增长；工业机器人销量占全球的一半以上，连续10年居世界首位。2023年上半年工业机器人产

量达到22.2万套，同比增长5.4%；服务机器人产量353万套，同比增长9.6%。产业协同融合的持续提速，极大改变了社会生产生活方式，为发展注入强劲动力。

工业和信息化部副部长辛国斌表示，中国保持旺盛的发展活力，机器人品牌实力不断增强，机器人领域专精特新“小巨人”企业达273家，10家机器人企业成长为制造业单项冠军。机器人产业链持续拓展延伸，制造业、科技巨头、新锐企业都在发挥不同优势进行差异化布局，形成交叉融合、相互依存、共同发展的格局。

目前，工业机器人应用领域已覆盖65个行业大类、206个行业子类，在卫浴、陶瓷、五金、家具等传统行业应用更加广泛，在新能源汽车、锂电池、光伏等新兴行业应用快速拓展。在民生服务领域，教育、导航、配送、清洁等机器人大量应用在学校、酒店、餐厅、商场、写字楼等诸多场景。同时，在载人航天、探月探火、中国天眼、青藏铁路等重大工程中，机器人也发挥着越来越重要的作用。

在机器人大会的“机器人+医

疗”健康板块，集中展示了机器人在手术、辅助检查、辅助巡诊、康复、检验采样、院内治疗、远程医疗及院后康复追踪等整体病程服务体系中的应用。“机器人+农业”板块集中展示了机器人在自动播种、除草、浇水、收割、施肥、灌溉、土地调查、采摘、分拣等方面的功能。还有养老、商业服务、应急和极限环境等应用场景，各种设备引出无限遐想。

本次机器人大会上发布的《中国机器人技术与产业发展报告(2023年)》提出，我国拥有广阔的机器人应用市场，随着“机器人+”行动稳步实施，机器人应用领域正加速拓展，在新能源汽车、医疗手术、电力巡检、光伏等领域的应用不断走向深入，有力支撑行业数字化转型、智能化升级。

对于我国机器人产业的未来发展，辛国斌说，中国加快推进“机器人+”应用行动，鼓励新兴领域先行探索，通过机器人的融合应用加速农业、工业、服务业的智能转型，培育机器人融合创新生态圈，在更高层次壮大机器人产业规模，丰富产业发展形态。

(据新华社电)



“乡村研学”收获多

近日，福建福州长乐区吴村村陶源里文创街区举行“乡村研学”活动，许多小学生来此体验非遗文化、传统手工等项目，感受乡村文化，丰富暑期生活。

图为老师指导学生制作陶艺作品。王旺旺摄(人民视觉)