



智慧节水「解渴」农田

本报记者 田兆玉

五月的通州，绿意盎然。在中国农业大学北京通州实验站（以下简称“通州实验站”）的智慧农业示范田里，银色的滴灌带蜿蜒穿梭在田埂间，纤细的管道如毛细血管般延伸至每一株作物根部；田间地头，身着白大褂的科研人员正俯身调试传感器，屏幕上跳动的数据流实时反馈着土壤湿度、作物需水量等关键信息；实验室里，青年科研者们围着微小的灌水器反复测试，专注的目光聚焦在这根决定滴灌效率的“核心芯片”上。

这里，是引领全国的农业智慧节水装备创新加速器，是面向华北的农业高效节水灌溉技术策源地，更是立足北京的农业节水高产创建示范样板区。自2012年由中国农业大学与通州区政府合作签约建设以来，通州实验站深耕节水农业领域，构建起“研发—中试—示范”的全链条创新体系，突破多项“卡脖子”技术，培育出一支以青年人才为核心的科创队伍，用智慧与实干破解我国农业节水难题，为保障国家粮食安全、推动农业绿色发展注入强劲动能。

背景赋能：立足国情破困局，节水农业势在必行

水是农业的命脉，更是国家粮食安全的基石。我国农业用水量约占总用水量的60%，而农业节水，更是我国最大的节水潜力所在。“习近平总书记说，要让中国人的饭碗牢牢端在自己手中。灌溉是农业保障的核心，我们不能靠天吃饭。”通州实验站相关负责人陈伟杰站在示范田边，望着长势喜人的作物说道。

我国水资源分布的先天矛盾，让农业节水更具紧迫性。北方耕地辽阔，却水资源匮乏；南方水资源充沛，耕地面积却相对有限，土地与水资源的不匹配，加之农业用水、工业用水与生活用水的矛盾日益尖锐，让农业节水成为破解水资源瓶颈、保障粮食安全的关键举措。尤其是在国家全面实施新一轮千亿斤粮食产能提升行动的背景下，节水农业的重要性愈发凸显。

“习近平总书记对中国农大有三次回信，我们始终牢记嘱托，践行‘强国先强农、农大做先锋’的使命，聚焦农业节水领域深耕细作。”陈伟杰介绍，滴灌作为最节水、最先进的灌溉技术，成为实验站的核心研究方向，但我国滴灌技术与国际先进水平仍有差距：结构设计及优化方法未实现突破，高感性功能材料及配方缺失，智能制造的稳定性和精度有待提升，更关键的是，国外滴灌技术多应用于设施农业和经济作物，而我国滴灌主要用于大田，老百姓对成本极为敏感，且黄河水、再生水等多元化水源易造成滴灌管堵塞，这些都是我国独有的难题。

在此背景下，通州实验站应运而生，肩负起“破解节水难题、赋能粮食安全”的使命。作为集教学、科研、示范推广、科普为一体的创新平台，实验站已正式纳入中国农业大学实验站网及通州区科技创新体系，依托中国农业大学在农业领域的深厚积淀，聚焦集约化现代农业、籽种农业和设施农业需求，全力打造智慧节水农业创新高地。

科创破局：三位一体筑闭环，攻克节水“卡脖子”技术

走进通州实验站的实验室，灌水器放大数倍后，其内部的流道清晰可见。通道蜿蜒曲折，水流经过时能实现压力精准调控，确保200米长的滴灌带首尾末端流量完全一致。“很多人以为滴灌带就是一根黑色管子，其实最考验技术的是管内的灌水器，它相当于滴灌带的‘心脏’，直接决定灌溉均匀度和使用寿命。”陈伟杰拿起一个小小的灌水器，向记者展示其核心结构。

灌水器的研发，正是实验站突破“卡脖子”技术的关键。传统灌水器流道复杂易堵塞，尤其是在黄河水等含沙量高的水源中，细小沙粒、肥料结晶和微生物繁殖极易造成通道堵塞，影响灌溉效果。为解决这一难题，实验站科研团队历经上千次试验，利用水的惯性原理，设计出“漩涡洗壁”结构，让水流在流道内旋转前进，避免杂质残留，这一创新获得国家专利。

“我们用了将近1026种材料，通过智能算法计算原材料性能、混配比例与产品抗压、抗自爆性能的关联，最终筛选出最优配方，让灌水器不仅防堵塞，还能适配不同水源和地域。”陈伟杰介绍，实验站研发的小流量高抗堵灌水器，单根滴灌带可铺设150米，远超市场同类产品的70米，能减少主管铺设和阀门数量，单亩成本大幅降低，解决了大田滴灌“成本高、难推广”的痛点。

除了核心的灌水器，实验站在滴灌带材料、配套技术上持续创新。针对滴灌带易被虫咬、鸟啄的问题，研发出兼具防虫、驱鸟功能的银色滴灌带，今年已在家乡乡花梅地投入使用，有效解决了“覆土被虫咬、不覆土被风刮”的难题；通过材料减薄技术，减少滴灌带用料，进一步降低成本，同时实现滴灌带回收重塑、循环利用，践行绿色发展理念；针对黄河水等高含沙水源，研发出逐级调控过滤技术，将传统过滤每亩每年40—60元的成本降至10—15元，安全运行时间实现翻倍。

这些技术突破的背后，是实验站构建的“三位一体”协同创新体系。“我们打造了‘通州智慧节水农业产业研究院（技术策源地）、通州实验站（研发验证场）、737亩智慧农业应用场（产业示范田）’的创新闭环，一公里外的研究院负责核心研发，实验站进行中试迭代，南侧的示范田开展实地测试，形成‘基础研究—中试熟化—产业应用’的全链条布局。”陈伟杰说，这种模式让科研成果能快速落地，也能从实际应用中发掘新需求，形成良性循环。

截至目前，实验站已累计获得国家专利30余项，研发的智慧滴灌技术、装备及综合解决方案，已在全国13个示范区、4600余亩土地上推广应用，覆盖小麦、玉米、大豆、棉花等12种粮食经济作物，在黑龙江八五九农场，实验站利用研发成果，连续两年突破该农场建厂以来最高产量，粮食增产达40%，获得企业高度认可。在国际同领域，实验站的大田滴灌技术、抗堵塞灌水器研发处于领先地位，其针对不同地域的节水模式适配技术，更是为全球干旱、半干旱地区节水农业发展提供了“中国方案”，成为国际节水农业领域的重要创新力量。

青春担当：青年人才挑大梁，赋能节水产业升级

在通州实验站的科创团队中，青年人才占比超过60%，他们来自中国农业大学各个专业，带着创新热情，扎根实验室、深耕田间地头，成为节水技术研发与推广的核心力量。张家舟，中国农业大学2025届硕士，主要负责轻量化智慧滴灌云服务管理平台的维护，这个00后，用大数据、云计算技术，为智慧节水注入青春动能。

“这个平台是利用大数据、云计算、物联网、AI等技术开发的多工程通用管理终端，既能对滴灌工程进行实时监控和控制，也能为滴灌决策提供全域化数据支持。”张家舟指着屏幕上的监控界面，熟练地操作着，“我们整合了全国各地的气象数据、土壤数据、作物需水耗肥数据，结合传统作物生长模型和数据驱动算法，开发出精准预测模型，能对不同作物不同生育期的需水需肥情况进行预判，为灌溉决策提供评估和预报。”

为了让技术更易推广，张家舟和团队成员还将多年的技术推广经验和科研成果整理成知识库，通过RAG技术，开发出滴灌领域垂直大模型，用户只需输入相关问题，就能快速获取滴灌监管、技术应用等方面的专业答案。“我们希望通过数字化手段，让智慧滴灌技术更接地气，让农户和农业企业能轻松掌握、便捷使用。”张家舟说，他和团队经常深入田间地头，收集农户反馈，不断优化平台功能，确保技术贴合实际需求。

像张家舟这样的青年科研人员，在实验站还有很多。在灌溉装备研发车间，95后工程师李明正在调试自主研发的铺管机，这款机器能实现施肥、铺管、下种、覆膜一体化，解决了大规模农田滴灌带铺设效率低的问题；在材料实验室，青年研究员王倩正在测试新型滴灌带材料，通过优化配方，进一步提升材料的抗老化、抗腐蚀性；在示范田，青年志愿者们在烈日下，安装传感器、调试滴灌设备，记录每一组实验数据，为技术迭代提供支撑。

“青年人才有活力、有创新力，他们不仅是技术研发的参与者，更是技术推广的主力军。”陈伟杰表示，实验站始终重视青年人才培养，依托中国农业大学的教学资源，构建“导师带徒、项目历练、实践赋能”的培养模式，让青年人才在科研项目中快速成长。截至目前，实验站已培养硕士、博士30余人，不少青年人才已成为行业内的骨干力量，先后参与国家重点研发计划项目、北京市科技计划项目等10余项，在核心期刊发表论文40余篇，用青春智慧助力节水农业发展。

“我们这一代青年，生逢其时，也重任在肩。”张家舟感慨道，“农业节水关乎粮食安全、关乎生态保护，能投身这个领域，用自己的专业知识为国家作贡献，我感到非常自豪。未来，我会继续深耕智慧滴灌领域，不断优化技术，让更多农户受益，让节水理念深入人心。”

全域赋能：精准适配拓版图，智慧节水绘就兴农新图景

“不同区域的气候、土壤、种植模式不同，节水技术不能‘一刀切’。”陈伟杰介绍，实验站立足全国不同地域特点，研发适配性的节水模式，让智慧滴灌技术在各地落地生根、开花结果。在西北干旱区，针对新疆蒸发量大、降雨量少的特点，推广膜下滴灌技术，在滴灌带上方覆盖地膜，减少水分蒸发，让珍贵的水资源得到充分利用；在东北，结合当地风力大、土壤条件好的特点，推广浅埋滴灌技术，将滴灌带浅埋5厘米左右，既防止被风吹走，又减少塑料污染；在华北，针对冬小麦、夏玉米轮作的模式，推广地下滴灌技术，将滴灌带埋在30厘米以下，不影响农机作业，使用寿命可达5—8年。

除了地域适配，实验站还在技术赋能上持续升级，突破“节水+增产+提质”的多重目标。通过纳米气泡技术，将气体高压打入水体，形成纳米级气泡，不仅能提高水分利用效率，每亩节水可达20%—40%，还能增强作物根系养分吸收，提升产量和品质——在实验地块，用纳米气泡水滴灌的番茄、黄瓜、西瓜，产量提升20%—30%，可溶性糖、维生素含量大幅增加，经济价值显著提升。

智慧管控技术的应用，更是让节水农业实现“精准化、自动化”。在实验站的智慧管控中心，大屏幕上实时显示着各地示范田的用水量、灌溉水利用系数、作物生长情况等数据，通过电磁阀、传感器等设备，实现灌溉、施肥的自动开关和精准调控。“我们将通州实验站的场景采集并投射到虚拟空间，通过数字孪生技术，实现数据监控实验站、用于实验站，同时将这套模式复制到全国各地，让智慧节水技术惠及更多农户。”张家舟介绍。

如今，通州实验站的技术不仅在国内外广泛推广，还逐步走向国际，为丝绸之路沿线国家提供节水农业解决方案，助力全球农业绿色发展。“北京没有大规模农田，但我们可以打造示范样板，依托北京智能制造、信息技术优势，输出标准化的产品、模式和标准，带动京津冀协同发展，甚至辐射全球。”陈伟杰表示，实验站正全力打造全国领先的智慧农业节水创新高地，让每一滴水都发挥最大价值。

从明朝《群芳谱》中记载的滴灌雏形，到如今的智慧滴灌系统；从破解“卡脖子”技术难题，到培育青年科创力量；从立足通州，到辐射全国、走向世界，实验站的这支青年团队深耕细作，通过不断深化科技创新，优化人才培养，推动节水农业技术迭代升级，智慧赋能兴农之路。

