

中国科学院
地理科学与资源
研究所

微灌精准灌溉与水肥一体化技术

成果简介

微灌（滴灌、微喷灌、涌泉灌）作为现代农业高效灌溉技术，具有节水、增产、优质、省肥、省工等特点，对缓解水资源紧缺和发展节水型现代农业具有重要作用。然而，微灌是典型的多学科交叉、技术密集度高、系统性很强的农业高新技术。相关学科包括气象学、土壤学、农田水利学、农业水土工程学、水力学、作物栽培学、植物生理学、植物营养学等。工程设计方面要考虑的因素包括地形地貌（坡度、坡位、坡向等）、土壤及其空间变异性、作物种类及其种植方式、作物需水需肥规律（包括作物生长、耗水、耗肥空间变异等）、可能发生病虫害空间变异、关键设备选型、轮灌组的灌水时间、管网系统规模、田间压力调节、与用户特点相适应的控制管理模式等诸多因素。

综合考虑国内外微灌技术现状，尤其考虑我国现阶段微灌技术应用现状，尚有诸多科学技术问题还没有很好解决，包括：在水力学设计方面，因为微灌系统灌水器数量庞大、管网复杂，已有方法都基于假设条件，不能将支管单元等水力学相对独立的单元作为整体并考虑实际灌水器的分布情况计算，设计精度不高，往往造成压力分布不均匀，存在“先天不足”问题的微灌系统不少。在农田水分管理和水肥一体化施肥灌溉技术方面，针对类似我国绝大部分文化教育程度不高用户的易掌握、操作简便、适时适量精确施肥灌溉的水肥一体化技术还未形成，用户只好参考地面灌溉的灌水施肥方法应用微灌，与真正意义上的微灌施肥灌溉有很大距离，总体效益普遍远低于以色列和美国等国家。在微灌成套设备和技术方面，缺少适合类似我国种植分散、一家一户经营等特点的技术产品，很多微灌系统因用户难掌握、难操作而搁置不用。

中国科学院地理科学与资源研究所与创新联盟企业合作，历时 26 年，从微灌系统水力学原理、微灌农田“土壤-植物-大气”系统水分养分循环与调控的过程机理入手，通过在我国北方不同类型区建立十多个试验基地开展长期系统田间试验，研究出了准确快速微灌系统水力学设计方法、易操作易掌握的适时适量精确灌溉技术、适合传统农业各类用户的“傻瓜化”成套技术产品，构建起微灌精准灌溉与水肥一体化技术。

1. 提出了 3 套可严格按照要求灌水均匀度和灌水器平均流量准确设计微灌系统的新方法。

2. 发现控制灌水器正下方 20cm 深度处土壤基质势可有效控制作物根区水分状况, 提出了简便高效适时适量农田水分精确管理和水肥一体化方法。

3. 建立了“分户灌溉”、“分组灌溉”和“统一灌溉”3 种微灌模式, 并为这些模式创新了过滤系统、控制系统、注肥系统等关键设备; 与适时适量灌溉和施肥灌溉水肥一体化技术、水盐调控技术等相结合, 形成了集用户模式、自主知识产权设备、关键技术等为一体的模块化产品并实现了产业化。

建立的微灌精准灌溉与水肥一体化技术简便、可操作性强、成本低, 根据不同用户“量体裁衣”, 真正实现了复杂微灌精准灌溉、水肥一体化与水盐调控的“一键式”智能化, 能够“傻瓜化”进行操作, 用户易掌握。技术成果共获国家专利授权 20 多项, 计算机软件著作权 7 项。发表论文 110 多篇 (其中国际学报 SCI 论文 30 多篇), 出版专著、技术教程和手册 3 部。项目产出微灌系统设计方法 2 套、微灌农田水分管理技术 1 套、微灌用户模式 3 套、关键设备产品 15 套 (件)。在北京、宁夏、内蒙等十多个地区建立了示范区, 先后近 40 期为全国培训各类技术人员 7000 人以上。研究成果通过地方政府和与企业建立的创新联盟, 在北京、天津、河北、宁夏、新疆、甘肃、青海、内蒙、河南等十多个省市进行了示范推广。