

申报 2021 年度北京市科学技术奖项目公示材料

一、项目名称

主要粮食作物高效灌溉水肥一体化关键技术与产品研发及应用

二、提各单位

中国农业科学院

三、主要完成单位

中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所、中国水利水电科学研究院、全国农业技术推广服务中心、内蒙古自治区水利科学研究院、中国科学院地理科学与资源研究所、黑龙江省水利科学研究院、新疆农业科学院土壤肥料与农业节水研究所等

四、主要完成人

王建东、张彦群、吴 勇、王耀生、李昊儒、郝卫平、李经纬、万书勤、王传娟、陈广锋、郑文生、莫 彦、马晓鹏、申利刚、王海涛

五、推荐奖种和申报奖项等级

申报2022年度北京市科学技术奖一等奖或二等奖

六、提名意见

面对我国农业节水化和绿色发展的需求，亟需提高我国粮食作物的水肥利用效率和效益，支撑国家粮食安全和粮食安全。项目针对北方主要粮食作物（冬小麦、玉米和马铃薯）高效灌溉水肥一体化关键技术与产品开展了11年科技攻关，定量揭示了喷灌和滴灌水肥精量施控

下主要粮食作物耗水机制、光合生理响应、水肥高效利用调控途径与制度，创制了系列具有高效低耗特征的喷滴灌水肥精量施控关键产品，构建了主要粮食作物适宜的喷灌和滴灌水肥精量施控技术模式。项目成果促进了主要粮食作物节水减肥提效，丰富了我国农业水肥高效利用技术与理论体系。

项目获国家发明专利授权15件，制定行业和地方标准8项，发表论文143篇（SCI/EI论文65篇），出版专著3部，获软件著作权7项。集成的粮食作物喷灌和滴灌水肥精量技术应用模式在2010-2019年间累计推广应用3030.67万亩，增收节支等经济效益达100.06亿元，并取得显著生态和社会效益。

提名该项目为北京市科学技术奖科学技术进步奖一等奖或二等奖。

七、项目简介

发展高效节水灌溉对支撑我国农业绿色发展、保障国家粮食安全和粮食安全意义重大。项目针对北方主要粮食作物高效灌溉水肥一体化关键技术与产品开展了11年科技攻关，定量揭示了喷灌和滴灌水肥精量施控下主要粮食作物水肥高效利用调控途径，自主创制了具有高效低耗特征的水肥精量施控关键产品，构建了主要粮食作物适宜的高效灌溉水肥精量施控技术模式，主要创新成果如下：

- 1.定量揭示了喷滴灌水肥精量施控措施下主要粮食作物耗水机制与光合生理响应及效益提升调控途径。揭示了喷灌下粮食作物耗水过程及优化调控途径，阐释了农艺覆盖滴灌下蒸发减少30%-50%的同时蒸腾增加6%-9%的耗水结构；明晰了蒸腾和光合作用对粮食作物节水增产的作用机理，发现滴灌相比传统雨养，作物光合能力平均提高17.1%，产量平均提高16.7%，水分利用效率平均提高16.3%。

2.明晰了主要粮食作物水分和氮素耦合互作的信号传导机制和根系高效吸收理论，定量提出了精准水肥耦合监测方法与高效利用调控制度。提出了基于碳氧稳定同位素技术（ $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ ）的精准水分和养分监测技术，明确了决定水肥高效吸收利用的根系特性及其监测方法；建立了喷灌节水增效水肥管理方法及配套耕作措施，建立了以施肥总量、施肥比例和施肥时间等为核心要素的滴灌水肥精量管理制度，确定了华北地区滴灌水肥一体化下玉米、小麦和马铃薯平均节水潜力分别为41mm、87mm和42mm，平均节肥潜力分别为68kg N hm⁻²、88 kg N hm⁻²和60 kg N hm⁻²。

3.自主创制了喷灌适时适量自动控制系统、长距离铺设灌水器、低压高均匀性灌水器及文丘里施肥器等喷滴灌水肥精量高效施控关键设备。开发了喷灌适时适量灌溉自动控制系统，研制的低压高均匀性灌水器流态指数达到了0.4，性能指标居国际领先；研制的长毛管灌水器实现铺设距离同比增加1倍以上，降低滴灌系统亩均投资15%以上；创制的低能耗文丘里施肥器吸肥启动压差为4 m，启动吸肥量达到70 L/h，解决了低耗下吸肥低或不能启动等突出问题。

4.集成构建了多种适用于大田小麦、玉米和马铃薯的喷滴灌水肥精量施控技术应用模式。基于自主研发的技术与产品，集成构建了秸秆覆盖地表滴灌、低耗膜下滴灌、浅埋滴灌、精量喷灌等水肥一体施控技术应用模式等，节水节肥增产效果显著，较地面灌节水25%-50%，节肥21%-30%，增产10%-29%，提高水分和肥料利用效率20%-25%和57%-84%。

项目获国家发明专利授权15件，制定行业和地方标准8项，发表论文145篇，出版专著3部，获软件著作权7项。集成的粮食作物水肥精量施控技术模式累计推广应用3030.67万亩，经济效益达

100.06 亿元。

八、主要支撑材料目录

序号	目录名称
1	发明专利：一种微灌管道末端用多功能阀门
2	发明专利：一种基于流量需求的锯齿型灌水器逆向设计方法
3	发明专利：一种低压滴灌锯齿型灌水器流道结构优化设计方法
4	发明专利：一种管道系统、文丘里施肥器选型方法及其应用
5	发明专利：配方施肥肥料选择器
6	发明专利：被动式配方施肥机及施肥方法
7	农业行业标准：灌溉施肥技术规范
8	农业行业标准：水肥一体化技术规范 总则
9	农业行业标准：春玉米滴灌水肥一体化技术规程
10	地方标准：露地玉米浅埋滴灌技术规程
11	代表作：Evapotranspiration, crop coefficient and yield for drip-irrigated winter wheat with straw mulching in North China Plain
12	代表作：Vigorous root growth is a better indicator of early nutrient uptake than root hair traits in spring wheat grown under low fertility
13	代表作：Drip fertigation significantly increased crop yield, water productivity and nitrogen use efficiency with respect to traditional irrigation and fertilization practices: A meta-analysis in China
14	代表作：Drip fertigation regimes for winter wheat in the North China Plain
15	代表作：覆盖滴灌水肥高效利用调控与模拟
16	推广应用证明：北京市农业技术推广站
17	推广应用证明：陕西省耕地质量与农业环境保护总站
18	推广应用证明：河南省土壤肥料站
19	推广应用证明：内蒙古自治区土壤肥料与节水农业工作站
20	推广应用证明：山西省土壤肥料工作站
21	推广应用证明：黑龙江杜尔伯特蒙古族自治县农技推广中心
22	推广应用证明：黑龙江肇州县水务局

23	推广应用证明：内蒙古通辽市水利技术推广站
24	推广应用证明：新疆昌吉州奇台县农业技术推广中心
25	鉴定意见：覆盖滴灌粮食作物水肥高效利用关键技术与产品
26	鉴定意见：内蒙古东部节水增粮高效灌溉技术集成研究与规模化示范
27	查新报告：覆盖滴灌粮食作物水肥高效利用关键技术与产品
28	查新报告：内蒙古东部节水增粮高效灌溉技术研究与规模化示范
29	检测报告：低压高均匀性滴灌带检测报告
30	验收意见：节水增粮高效灌溉关键技术与装备
31	验收意见：内蒙古东部节水增粮高效灌溉技术集成研究与规模化示范