

1. 基于智能手机的水稻水分亏缺诊断技术

该技术核心成果基于省部计划项目自主研发。

◆ 技术原理

水稻水分亏缺导致叶片蒸腾降低，叶片温度随之升高。在水稻各生长阶段，基于水稻叶片温度获得作物水分亏缺指数 CWSI，探究叶片光合指标（气孔导度、光合速率和蒸腾速率等）与 CWSI 的定量关系，确定叶片光合能力下降时的叶片 CWSI 阈值，形成基于冠层温度的水稻水分亏缺诊断方法。采用基于安卓手机平台的 Flir ONE 红外热像仪，开发了配套的智能手机平台诊断 App，并通过 App 实时读取红外热像仪获取的冠层温度，由 App 实时计算拍摄目标冠层的 CWSI，并根据事先设定的 CWSI 阈值显示水分亏缺程度。

◆ 技术特点

（1）充分利用智能手机强大的数据处理能力、信息展示能力与良好的人机交互体验，将繁琐的水分亏缺指数计算过程内置到 App 后台算法，实现作物水分亏缺诊断的实时、实地诊断以及量化诊断结果的图形化展示。

（2）明确节水灌溉水稻各生育期缺水 CWSI 阈值，形成基于冠层温度的水稻水分亏缺诊断方法。

（3）利用 Flir ONE 与安卓手机，配套开发成本低、易于操作的便携式实时实地诊断工具。

◆ 技术指标

（1）冠层温度测量分辨率：0.1℃；

（2）冠层温度测量精度：±2℃；

（3）红外摄像头像素：160×120；

（4）水稻水分亏缺诊断结果：高、中、低、无，App 内可设置对应阈值；

（5）可拍摄冠层面积：不大于 50m²；

（6）数据保存形式：图片及带有地理位置信息的文本保存；

（7）外接 Flir one 红外摄像头：重量小于 100g，累计续航时间 30 分钟；

（8）安卓手机终端：安卓 4.3 及以上版本，且手机具备 OTG 功能。

◆ 应用范围及前景

适用于节水灌溉管理的稻田，在确定其它作物的 CWSI 阈值后，也可通过 App 内修改阈值的方式，应用于其它作物上。

典型案例：昆山锦溪长云灌区项目。在示范区应用该技术产品 1 套，按照各生育期推荐的 CWSI 阈值进行灌溉管理，选择田间无水层的晴天正午进行水分亏缺诊断，诊断效率高，200 亩的示范区约有 30 块田，一个农民在 1 小时能完成一次诊断。相对于常规灌溉稻田，示范区产量指标增加为 120kg/hm²，节约用水 36.4%，水分利用效率增加 8.4%。

技术名称：基于智能手机的水稻水分亏缺诊断技术

持有单位：河海大学

昆山市城市水系调度与信息管理处

联系人：徐俊增

电话：13584012436

2. 基于根系层浅水埋深的水稻节水灌溉技术

该技术核心成果基于国家计划项目自主研发。

◆ 技术原理

针对水稻节水灌溉技术的发展与规模化应用现状，以提高水分利用效率、优化灌溉指标监测方法为目的，以解决现行节水灌溉技术应用中土壤水分空间变异性大、监测成本高、监测精度较难保障等问题为前提，以测桶试验和 Hydrus-1d 模型为载体，重点研究控灌模式下不同耗水情景对田间根系层浅水埋深（田表距浅层地下水位的距离）与土壤水分分布的相关关系以及对水稻产量与水分利用效率的影响，确定不同生育阶段控制灌溉根系层浅水埋深控制临界值，配套开发基于根系层浅水埋深调控的稻田灌水下限监测预警装置，通过不同田间尺度试验验证，形成该项技术，以满足规模化水田应用的需求。

◆ 技术特点

该技术充分利用灌排系统内稻田区域根系层浅水位连续性好、易于监测的特点，并通过配套监测预警装置实现监测探头对地表水层与根系层浅水位的贯通式监测，解决了现行水稻节水灌溉技术应用中土壤水分空间变异性大、监测成本高、监测精度较难保障等问题，以更好地满足规模化水田应用需求。

◆ 技术指标

形成基于根系层浅水埋深的水稻节水灌溉技术；配套

开发一种基于根系层浅水位调控的节水灌溉稻田灌水下限预警装置。可节约灌溉用水 20~30%，水分利用效率增加 5~8%，在确保产量无显著差异前提下具有明显节水效果。

◆ 应用范围及前景

该技术作为对节水灌溉稻田灌水控制指标的改进，适用范围为节水灌溉稻田。

该技术在我国高品质稻米生产基地庆安县下辖平安镇进行了推广应用，严格按照技术要求确定根系层浅水埋深控制临界值，在插秧前作设备布置，以控制标准指导灌溉。示范区水稻根系层土壤含水率与根系层浅水埋深同步性很好，具有紧密的二次抛物线关系，其相关系数均达到 0.9 以上，满足同区域土壤含水率与根系层浅水埋深互相转换条件；相对于常规灌溉稻田，示范区产量指标增加为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，节约用水约 21.4%，水分利用效率增加 5.4%，节水效果明显，且以根系层浅水埋深作为灌溉指标更有益促进植株分蘖，亩均投入成本更低。

技术名称：基于根系层浅水埋深的水稻节水灌溉技术

持有单位：河海大学

联系人：徐俊增

电话：13584012436

3. 粳稻灌区田间节水灌溉技术集成模式

该技术基于国家计划项目“大型灌区节水技术集成与示范”课题在东北片区的试验研究成果。

◆ 技术原理

针对灌区渠道工程老化、冻胀破坏严重，及格田碎片化、田间用水浪费等问题，将渠道节水、沟道生态化、标准化田间工程、田间节水、灌区用水管理等技术有机结合，构建水田高效节水灌溉技术集成模式，实现输水渠道装配化、排水沟道生态化、田间工程标准化、灌区管理信息化。

渠道采用装配化技术，性能指标 C50，F300，使用寿命达 30 年以上；沟道采用生态透水砖等材料，提升沟道水生植物和动物的宜生性环境；提出 $0.5\sim 1\text{hm}^2$ 大格田技术，满足“适度规模化、全程机械化、高度集约化”现代灌区发展的新需求；田间采用控制灌溉及水肥一体化节水技术，亩均减少用水量 100m^3 以上；建立灌区用水管理系统，实现用水总量控制、定额管理，提高灌区运行与管理能力。



■ 机电井智能灌溉控制

◆ 技术特点

（1）输水渠道装配技术。采用工厂预制生产的定型装配式输水渠道、满足寒冷地区的输配水工程防渗、防冻

胀要求，提高土地利用率，解决渗漏严重及渠系水利效率低等问题。

（2）排水沟道生态技术。综合考虑材料学、生态学、景观学及冻胀性的要求，提出生态型材料与优化断面结构相结合，满足寒冷地区沟道排水要求，改善沟道水生植物和动物的宜生性环境。

（3）田间标准化工程技术。针对灌区田块碎片化、土地平整精度差、灌水和机械化作业效率低的现状，提出农机作业效率高、土地利用率高、灌水均匀度高的田间标准化工程。

（4）田间节水灌溉技术。将水分与肥料有机结合，提高农田灌溉水利用率并增加产量。提出控制灌溉条件下水肥高产栽培技术，确定分段施肥比例为基肥：蘖肥：穗肥：花肥=4.5：2：1.5：2。根据综合抗旱力指数和相对产量提出各积温带生产上主栽审定的水稻品种，粮食增产 5%以上，水分生产效率提高 15%以上。

（5）灌区用水管理技术。针对用水户和管理者开放不同平台，满足实际需求。



■ 矩型渠道施工现场

◆ 技术指标

（1）平均亩节水达到 100m^3 ，作物水分利用效率提高到 $1.84\text{kg}/\text{m}^3$ 。

（2）灌溉水利用率提高到 0.51 以上。

（3）土地利用率提高 1%以上。

（4）改善灌区管理人员管理手段，提高管理效率。



■ 富南灌区自动控制闸门

◆ 应用范围及前景

适用于水田灌区的新建、改建与扩建、灌区节水改造项目及高标准农田建设等。



■ 庆安灌溉试验站示范区

典型案例：黑龙江省庆安县和平灌区，示范面积 1.05 万亩。2018 年 6 月起，“粳稻灌区田间节水灌溉技术”在和平灌区进行了应用，采用该技术后，亩节水 100m^3 。

增产 5%以上，水分生产效率提高 15%以上；研发的输配水渠系工程预制混凝土矩型渠及相关的产品，提高了末级渠道的输配水效率，减少占地面积；标准化格田后土地利用率先提高 3%以上。该技术实现了灌溉渠道、排水沟道、渠系建筑物以及耕作道路等高标准综合配套，为灌区发展提供了技术支撑。

技术名称：粳稻灌区田间节水灌溉技术集成模式

持有单位：黑龙江省水利科学研究院

联系人：黄彦

电话：0451-86689253、13836004072

4. 多年生牧草地地下滴灌技术

该技术获得发明专利“种腾散力自动测试系统及方法”（ZL201410058635.7），实用新型专利“牧草地地下滴灌水肥药一体化系统”（ZL201820303005.5）、“一种智能滴灌控制系统”（ZL201820656145.0）、“一种牧草地埋滴灌精量播种机”（ZL201520648324.6）、“地埋滴灌铺管气吸式精量点播机”（ZL201621239407.0）。

◆ 技术原理

该技术是借助压力系统将灌溉水通过地埋毛管上的灌水器缓慢、均匀地渗入多年生牧草根系生长发育区域，使主要生长发育区域土壤始终保持疏松和适宜的含水量，再借助毛细管作用或重力扩散到整个作物根层的灌溉技术。

◆ 技术特点

（1）基于多年生牧草地地下滴灌关键技术参数、灌水、施肥、施药、加气等综合技术，研发了多年生牧草地地下滴灌灌溉管理决策系统。

（2）有利于机械作业，节省用工；节水效果好，避免无效蒸发，增加灌溉水利用率；灌溉均匀；减轻病虫害；对土壤和地形的适应性强；减少土壤污染；增产效果明显。

（3）解决了可多年反复使用且随着牧草不同生长年限根系变化适宜的地下滴灌带材质、壁厚、流量、间距、埋深等技术参数难题，提出了多年生牧草地地下滴灌关键技术参数，提出了多年生牧草播种、施肥和铺管一体化技术模式。

◆ 技术指标

水源工程、首部、输配水管网、滴灌带、管道布置、滴灌带布置、首部安装、过滤器、施肥（药）装置、控制及量测设备与输配水管网安装、需水量计算方法、需水量、需水关键期、灌水定额、灌水次数与灌溉定额、灌水时间、播前准备、播种、施肥、田间管理、收获与贮藏等主要技术指标均符合内蒙古自治区质量技术监督局发布的《荒漠化草原紫花苜蓿地埋滴灌技术规程》（DB 15/T 907-2015）。

◆ 应用范围及前景

适用于农业技术领域，以及花卉及其他经济作物的栽培。

该技术已在内蒙古自治区的鄂尔多斯市、巴彦淖尔市等多个地区进行了试验与推广。其中，鄂托克前旗鄂尔多斯市恒丰节水工程技术有限公司与独立牧户推广应用面积 300 亩左右，鄂托克旗棋盘井镇草籽场社区推广应用面积 3000 亩左右，均取得了良好的应用效果，节水增产效益显著。

技术名称：多年生牧草地下滴灌技术

持有单位：水利部牧区水利科学研究所

联系人：郑和祥

电话：0471-4690857、13514718842

5. 户型饲草料地光伏提水滴灌技术

◆ 技术原理

该技术以户型饲草料地（ $1\sim 2\text{hm}^2$ ）为单元，采用光电板接收、转换太阳能为电能，直接驱动水泵提水，经过输配水管道进入田间滴灌管，实施滴灌。同时通过动态监测作物生长、土壤水分及田间小气候，结合作物生物学特性，制定合理的灌溉制度，适时适量实施灌溉，实现饲草料作物生产节水、高效、增产。主要工艺流程为光伏提水系统设计安装（光伏阵列→逆变控制器→水泵及管道→首部计量及安全装置）→田间输配水管道系统设计建设→节水高效灌溉制度。

◆ 技术特点

（1）在我国西部牧区发展太阳能提水滴灌技术，可充分利用分布广泛的绿色能源，有效解决能源短缺的问题，促进草业生产节水、高效。

（2）采用该技术相比原有管道输水地面灌溉，灌溉保证率提高到 75%以上，灌溉水利用率达到 0.86，综合产量提高 15 倍，产值提高 443%。

◆ 技术指标

（1）光伏阵列功率为 1.2kW；离心交流潜水泵，流量 8t/h，扬程 50m；逆变器功率 2~3kW；首部设施肥罐、过滤器、闸阀等。

（2）选直径 16mm、滴头间距 30cm 的滴灌管，水平地面单管布置长度 50m，顺坡可延长 10%，逆坡则缩短 20%；滴灌管间距按作物行宽布置。

(3)作物一般为苜蓿和青贮玉米，控制面积 $1\sim 2\text{hm}^2$ ，系统流量 $7.5\text{m}^3/\text{h}$ 左右，无需传统能源，一人操作运行。

◆ 应用范围及前景

该技术主要用于解决户型饲草料和粮食作物灌溉，以及农牧区安全饮水和草原生态保护等问题。适用于内蒙古阴山北麓、中西部干旱牧区、半农半牧区的粮食作物灌溉、农牧区安全饮水以及草原生态建设等。

推广应用案例分别位于内蒙古达茂旗希拉穆仁镇哈拉乌素嘎查水利部牧科所试验基地牧草种植试验区和白彦淖尔嘎查刘敖腾家庭饲草料地，面积均为 1hm^2 ，作物为紫花苜蓿和青贮玉米。2011 年 4 月设计安装，5 月完成调试，至今仍运行正常。案例中系统灌溉保证率 75%，灌溉水利用系数 0.85，节约用水 $100\text{m}^3/\text{亩}$ 以上。

技术名称：户型饲草料地光伏提水滴灌技术

持有单位：水利部牧区水利科学研究所

联系人：刘虎

电话：0471-5306671、15947315380