

## 1. 物联网农业智能节水灌溉系统

该技术已获得实用新型专利（ZL 201821484972.2）；  
计算机软件著作权（2018SR903058）“物联网痕量灌溉系  
统 v1.0”）。

### ◆ 技术原理

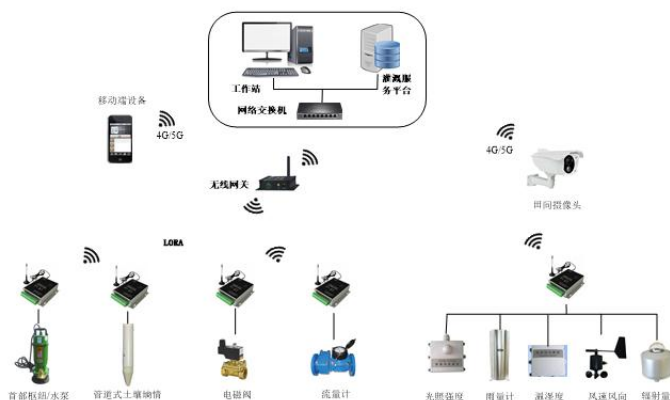
物联网农业智能节水灌溉系统利用物联网协同感知技术、Lora 无线通讯技术、数据挖掘技术、智能决策技术，实时监测农作物生态环境参数，建立生态环境参数与作物需水量关系模型，获得农作物生长最佳需水量和灌溉时间，实现对农作物的适时精量灌溉。

### ◆ 技术特点

（1）感知层方面：全方位利用物联网协同感知技术，综合集成了土壤墒情、气象信息、管道流量、首部枢纽控制终端、电磁阀控制终端、视觉感知终端等传感器及控制终端，实现对农田灌溉用水量计量、土壤墒情监测、作物长势、阀门控制状态、作物生态环境等信息的协同感知。

（2）网络层方面：综合运用 Lora 技术、4G/5G 技术等通信技术构建系统通信网络，组网方式灵活便捷，满足农田高效实时、安全可靠、低成本、低功耗、覆盖范围广的数据传输需求。

（3）应用层方面：系统将作物需水量预测模型与实时采集的数据相结合，获得农作物生长最佳需水量和灌溉时间，自主根据作物需求驱动设备完成智能化灌溉，实现农作物不同生长周期水量的合理配置，以使得农作物的产量达到最大产出效益。



■ 物联网农业智能节水灌溉系统图

### ◆ 技术指标

(1) 电磁阀控制器工作功耗 $<0.048\text{W}$ （系统上电模式）、 $<0.038\text{W}$ （接收模式）、 $<0.45\text{W}$ （发送模式）、 $<0.08\text{W}$ （休眠模式）。

(2) 管式墒情传感器实验室测量精度 $\pm 3\%$ ，野外测量精度 $\pm 5\%$ ，湿度分辨率 $0.1\%$ ，温度分辨率 $0.1^{\circ}\text{C}$ 。

(3) 系统智能化灌溉与目标值之间误差小于 $5\%$ ，数据传输误差均未超过 $1\%$ 。

(4) 系统响应时间 $<0.1\text{s}$ ，系统最大并发用户数为1000户。

### ◆ 应用范围及前景

适用于农业节水管理及农业高效节水灌溉。

该系统使用单位为农田示范基地管理单位，厂区、园林、高校等单位的绿地运行管理部门。目前已在广州市流溪河灌区管理中心、长沙沁园灌溉有限公司、广东水联网农业科技有限公司等单位投入运行。



■流溪河灌区物联网农业痕量灌溉系统农田示范区

技术名称：物联网农业智能节水灌溉系统

持有单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院

广东华南水电高新技术开发有限公司

联系人：陈高峰

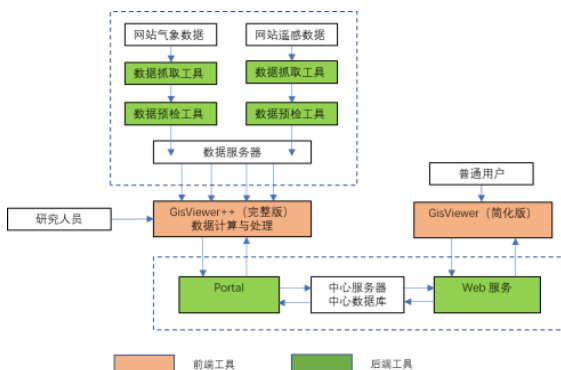
电话：020-87117188、15920179188

## 2. 灌区用水信息测报平台

该技术集成多项核心成果，已获得发明专利“一种农田灌区面积遥感提取的方法及系统”（ZL201810149904.9）和“基于光谱参量的冬小麦冠层含水率监测模型建立方法”（ZL201910416336.9），获得实用新型专利“基于物联网的农作物生长监测装置”（ZL201920682186.1）和“一种基于农作物需水量的计量灌溉装置”（ZL201820375915.4）。

### ◆ 技术原理

灌区用水信息测报平台集成卫星遥感解译技术、数据融合同化技术、大数据技术，基于逐日气象监测数据、天气预报数据以及高分辨率卫星遥感影像产品，提出了基于多源信息融合同化的高效及一体化处理技术方法，形成了基于 AI 学习和专家系统的全国遥感实时监测及预报系统，实现区域灌溉面积、种植结构、作物需耗水反演、作物长势模拟等水情信息的实时监测及预报，并进行旱情预警及智能灌溉决策预报。



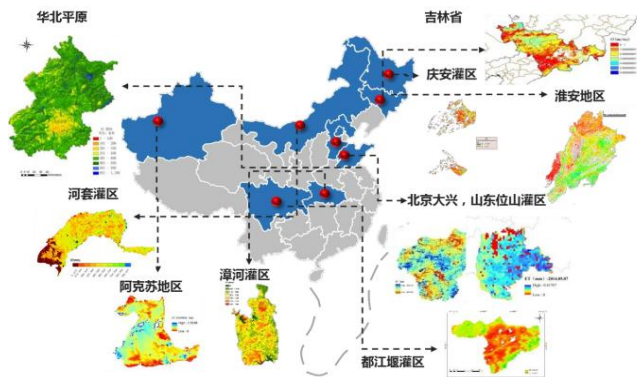
■ 灌区水情信息测报平台开发架构

## ◆ 技术特点

该技术突破解决了区域遥感解译仅停留在研究阶段，不能真正做到实时化、自动化、标准化数据采集、解译、发布的瓶颈。

## ◆ 技术指标

- (1) 空间分辨率：16~1000m。
- (2) 时间分辨率：全国通用产品 8 天，灌区及灌域 1 小时-每日。
- (3) 计算效率：全国范围≤3 小时，灌区及灌域范围≤1 小时。
- (4) 测报预见期：15~40 天。
- (5) 测报精度：作物种植结构≥90%，作物需耗水、土壤墒情≥85%。
- (6) 发布周期：标准化产品每日更新，精细化产品每小时更新。
- (7) 使用环境：无需本地安装，支持各种主流浏览器访问。

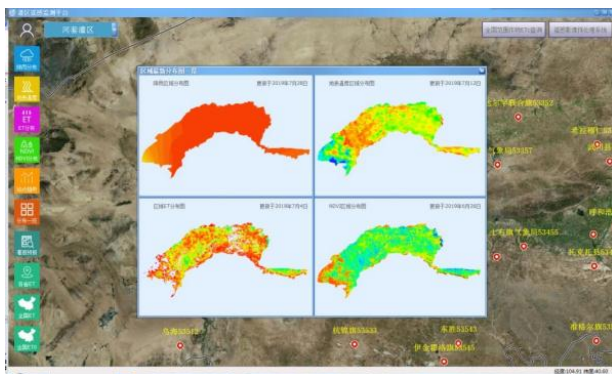


■ 平台在全国灌区应用情况示意图

## ◆ 应用范围及前景

适用于大中型灌区管理部门、高校及科研机构以及普通用水户，提供区域水情信息实时监测预报诊断。

在灌区管理部分方面，该平台已在内蒙古河套灌区、陕西泾惠渠灌区、黑龙江庆安灌区、吉林省玉米主产区、北京大兴区、山东位山灌区、江苏淮安灌区、四川省都江堰灌区、湖北漳河灌区、新疆阿克苏地区等 10 个地区/灌区开展应用，范围包括东北平原雨养农业区、华北平原半干旱半湿润地区、西北干旱绿洲区、南方湿润区。



■ 内蒙古河套灌区灌溉调度管理系统界面

其中以内蒙古河套灌区的应用最为典型。该平台通过地面监测网络远程传输、卫星遥感数据自动下载解译、气象数据自动下载插值，构建河套灌区天地一体化数据库。集成分布式灌区用水全过程模拟模型，实时反演并发布灌区作物需水、耗水、土壤墒情空间分布，并进行缺水诊断。构建天气预报驱动的灌区作物需耗水预报模型，结合分区优化调控技术，实现灌区用水预报决策。开发的平台被纳入《内蒙古河套灌区现代化灌区规划》（2021-2035），并

已应用于河套灌区灌溉调度管理系统中，平台推送的数据为河套灌区科学高效用水提供支撑，并作为“河套灌区水循环立体监测与用水生态高效调控”成果的一部分，获得 2018-2019 年度“大禹杯”农业节水科技奖一等奖。

在高校和科研机构方面，该平台已在河海大学、天津农学院、新疆水科院以及灌溉试验总站开展应用，为这些机构提供自动更新的标准化数据库，并进行图表生成及分析工作，支撑这些单位和机构开展数据管理与分析以及更深入的科研工作，取得显著效益。

在联合国粮农组织（FAO）2019 年主办的“基于耗水的用水管理（Consumption-based Water Management）”国际研讨会中，该平台作为将遥感技术在水资源核算和水资源配置框架中应用的范本进行推介和展示，并将以此为蓝本向亚太国家或地区进行推广。

技术名称：灌区用水信息测报平台

持有单位：中国水利水电科学研究院

联系人：魏征

电话：010-68785226、18710047605

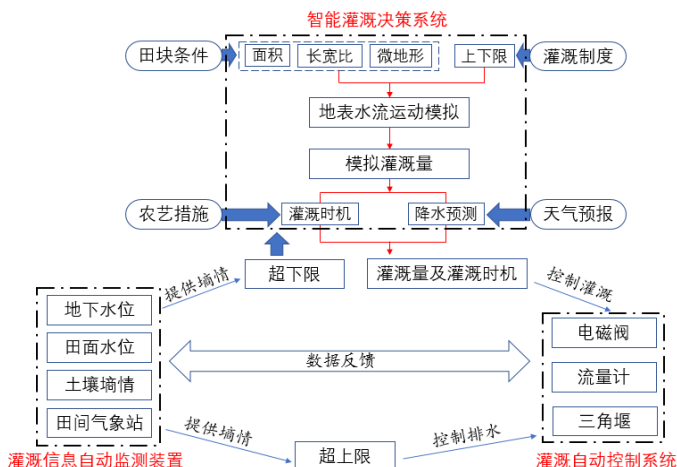
### 3. 水田量-控-灌一体化智能决策系统(PFIS)

#### V1.0

该技术已获得发明专利（ZL 20171 1322257.9）“测定土壤脱湿及吸湿过程的水分特征由线的装置及方法”；计算机软件著作权（2019SR1191281）“水田灌溉智能监控管理软件[简称：PFI] V1.0”；美国发明专利（Patent No.:US10,579,756 B2）。

#### ◆ 技术原理

水田灌溉智能监控系统集成物联网技术、大数据技术，基于逐日田间墒情和田面水位监测数据、气象数据以及水稻灌溉制度、农艺措施，构建了水田灌溉水运动模拟模型，形成了包含灌溉信息自动监测装置、智能灌溉决策系统和灌溉自动控制系统为一体的水田灌溉智能监控系统。



■ 水田灌溉智能监控系统开发架构

## ◆ 技术特点

（1）该系统开发了基于田面水层和土壤含水量双信息的水田灌溉智能监控系统，与目前常见的基于田面水层的智能控制系统相比，能更好地促进东北稻田控制灌溉技术的实施。

（2）研发基于全生育期灌溉性能最优的智能灌溉决策系统，考虑了泡田灌溉与生育期补充灌溉时灌溉水流运动特点，克服了传统的基于水量平衡确定灌水量的缺陷，同时提出降雨补偿机制和农艺联动机制对预灌溉方案进行修正，达到精准灌溉的目的。

（3）监测、决策数据实时上传至云平台，可为灌区管理者提供灌溉管理工具。



■ 灌溉智能监控系统界面

## ◆ 技术指标

（1）测量精度：水位传感器测量误差 $\pm 0.5\text{cm}$ ，土壤墒情传感器测量误差 $\leq 5\%$ ；水位传感器测量范围 $0\sim 50\text{cm}$ 。

（2）功耗：水位传感器静态功耗小于 $2\text{mA}$ ，最大功

耗小于 30mA；土壤墒情传感器最大功耗小于 30mA；无线传输模块最大功耗小于 100mA。

（3）工作环境：- 40℃～ + 70℃；设备防水性 IPX3；管理记录数 1000 万；数据增长频率 3.4 万条/月。

（4）计算效率：单次灌溉量模拟 $\leq 10\text{min}$ ，灌溉控制优化决策 $\leq 15\text{min}$ 。

（5）典型田块模拟精度：地表水流推进时间绝对误差 3.6min，田面水位变化过程相对误差 $\leq 4\%$ 。



■ 灌溉信息自动监测装置

#### ◆ 应用范围及前景

适用于灌区管理部门、高校、科研机构以及农业合作社、种粮大户、普通农户等。

水田灌溉智能监控系统已分别在黑龙江省庆安县、四川省金堂县进行推广应用。黑龙江省和四川省分别是我国

东北、西南地区水稻主产区，具有代表性。

案例 1：庆安县推广应用 10 套、应用面积 5000 亩，2019 年 4 月投入运行，从水稻泡田期开始至黄熟期收割，累计运行 160 天。与同期未安装系统的田块对比，累计节水 14.15 万吨，节电 1.7 万度。累计增产 90 吨，以平均 9 吨/公顷的产量计算，可增产约 3%。安装产品后，累计节省人工 1000 人次。综合节水、节电、高产和省工效益，累计增收 42.92 万元。节水增产效果显著。

案例 2：金堂县推广应用 2 套、应用面积 1000 亩，2019 年 4 月投入运行，从水稻泡田期开始至黄熟期收割，累计运行 125 天。与同期未安装系统的田块对比，累计节水 5 万吨，节电 1.125 万度。累计增产 18.01 吨，累计节省人工 200 人次，综合节水、节电、高产和省工效益，累计增收 9.19 万元。节水增产效果显著。

技术名称：水田量-控-灌一体化智能决策系统（PFIS）V1.0

持有单位：中国水利水电科学研究院

联系人：白美健

电话：010-68786091、18618498726

## 4. 农村生活排水土地处理技术（装配式污水处理湿地）

该技术已获得发明专利（ZL 201610154347.0）和实用新型专利（ZL 201920755239.8）。

### ◆ 技术原理

装配式污水处理湿地技术是针对农村分散生活污水特点，以生态、简易为技术导向，基于长期技术积累，在水平流、垂直流、复合流等传统潜流湿地技术基础上研发形成。

### ◆ 技术特点

该技术成果在湿地工艺结构、运行方式、基质填料选择、冬季保温等方面形成新的突破，显著提高了人工湿地的好氧降解能力和除磷效果。可为农村生活污水处理提供更为经济适用的解决方案，并与乡村水生态景观建设融为一体，提升美丽乡村品质。

### ◆ 技术指标

运行水力负荷  $0.1\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 条件下，湿地出水主要水质指标满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级 B 标准要求，即出水主要指标满足  $\text{CODCr} \leq 60\text{mg/L}$ 、 $\text{BOD5} \leq 20\text{ mg/L}$ 、氨氮  $\leq 8(15)\text{mg/L}$ 、总氮  $\leq 20\text{ mg/L}$ 、总磷  $\leq 1.0\text{ mg/L}$ 。

实际运行中出水主要水质指标可达到或接近一级 A 标准要求，即  $\text{CODCr} \leq 50\text{mg/L}$ 、 $\text{BOD5} \leq 10\text{ mg/L}$ 、氨氮  $\leq 5(8)\text{mg/L}$ 、总氮  $\leq 15\text{ mg/L}$ 、总磷  $\leq 0.5\text{ mg/L}$ 。

### ◆ 应用范围及前景

适用于乡村、民俗旅游户外生活污水处理，以及河湖受污染水体水质改善。

典型案例：建成北京市房山区琉璃河镇西南召村、房山区琉璃河镇官庄村 2 处推广示范工程，每处工程设计处理规模为  $30 \text{ m}^3/\text{d}$ ，实际处理水量分别为  $30 \text{ m}^3/\text{d} \sim 57 \text{ m}^3/\text{d}$  和  $14 \text{ m}^3/\text{d} \sim 30 \text{ m}^3/\text{d}$ 。两处示范工程对农村地区生活污水的净化均有较好效果，达到或接近一级 A 标准。

技术名称：农村生活排水土地处理技术（装配式污水处理湿地）

持有单位：北京市水科学技术研究院

联系人：黄炳彬

电话：010-68731916、13391766979

## 5. 城镇污泥无害化处理与农林资源化利用 技术

该技术基于省部计划项目，已获得发明专利（ZL 20141 0273490.2）“一种基于污泥治理的生产经济林和生物炭肥的生态种植方法”；实用新型专利（ZL 201420545595.4）“一种集雨节水型缓释固废有机肥分的装置”）。

### ◆ 技术原理

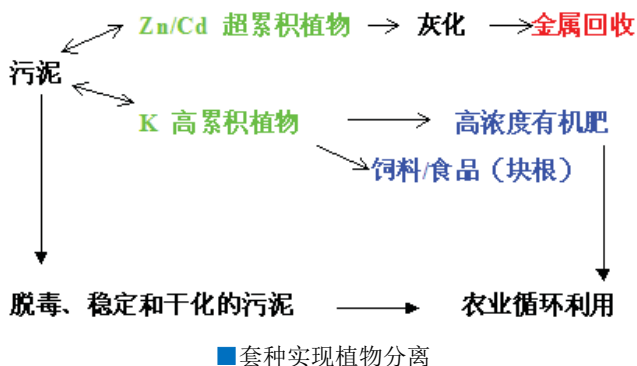
针对城镇污泥亟需无害化处理与农林业资源化处置技术的现状，基于循环经济理念与节能减排政策，以关键技术攻关、绿色产品开发等为重点，着重突破污泥植物处理、生物转化及其资源化利用的一套关键技术，形成污泥资源化利用的环保产品。创建了重金属超富集植物套种耐性植物的污泥植物处理技术，明显提高污泥中重金属提取效率，促进有机污染物降解，收获的耐性植物重金属含量可达到国家卫生标准；定量研究了污泥-土壤-植物-淋溶液的系统重金属锌、镉、铅的环境行为，实现了污泥残渣可回收 80%以上的重金属，淋溶液中重金属含量符合灌溉水达标标准，从而设计出一种污泥施肥器组合耐性植物的淋溶液安全利用模式。

### ◆ 技术特点

（1）创建了重金属超富集植物套种耐性植物的污泥植物处理技术，筛选的超富集植物包括遏蓝菜、东南景天等，耐性植物包括皇竹草、海芋、玉米等；该技术可明显

提高污泥中重金属提取效率，促进多环芳烃和邻苯二甲酸酯的降解，收获的耐性植物重金属含量可达到国家卫生标准。

（2）定量研究了污泥-土壤-植物-淋溶液系统中重金属锌、镉、铅的环境行为，实现了污泥残渣可回收 80% 以上的重金属，淋溶液中重金属含量符合灌溉水标准，从而设计出一种污泥施肥器组合耐性植物的淋溶液安全利用模式。



### ◆ 技术指标

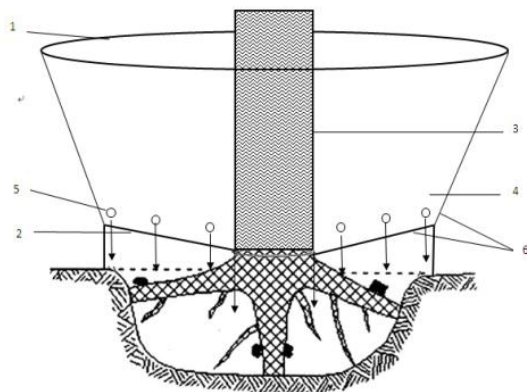
以该技术为基础，已经建立了规模化污泥循环高效利用的产业化基地，构建了污泥高效循环利用的技术-产品-管理模式的完整产业技术体系。

（1）城镇污泥无害化处理与农林业资源化利用技术，实现污泥资源利用率 90% 以上，产品质量指标符合国家标准。

（2）污泥无害化处理后，污泥含水率低于 60%，病原菌杀死率在 95% 以上。

（3）通过利用污泥淋溶液养分技术，将含较高浓度

氮磷钾的淋溶液用于蔬菜灌溉水，可节约一半的化肥施用量；同时减少污泥重金属释放率 $\geq 80\%$ 。



■ 污泥淋溶液利用示意图

#### ◆ 应用范围及前景

适用于固废处置、城镇环保、节水施肥、环境监测、水土保持、科学研究等多个领域。



■ 植物套种现场试验

该技术成果自 2000 年开始在广东省污泥处置行业和肥料行业推广应用，累计推广应用工程实例 35 个。至 2018 年，在广东省形成核心区，在东莞市圣茵环境技术有限公司、中滔环保集团等多家单位建立了城市污泥资源化利用产业化基地，成功将其应用于山坡林地上经济植物栽培和旱地示范种植蔬菜施用。污泥资源化产品覆盖新疆、江苏、广西、海南、湖南、贵州等省区的推广应用网络。近 3 年累计处理城市污泥 200 万吨，产品推广面积约 150 万亩，减少化肥用量约 10 万吨，减少氮、磷等面源污染排放量约 1.5 万吨，累计经济效益约 8 亿元。该技术成果取得了显著的经济效益和社会效益。

技术名称：城镇污泥无害化处理与农林资源化利用技术

持有单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院

广州珠科院工程勘察设计有限公司

联系人：陈高峰

电话：020-87117188、15920179188