

ICS

CCS

T/GXDSL

团

体

标

准

T/GXDSL — 2026

主要农作物水肥一体化智能管理技术规范

Technical Specifications for Intelligent Management of Water and Fertilizer
Integration for Major Crops

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间: 2026-01-22)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	III
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
5 总则	2
6 系统总体架构与组成	3
7 智能感知技术要求	3
8 智能决策与控制技术要求	4
9 系统集成、安装与验收	4
10 运行维护与数据管理	5
11 人员培训与安全要求	5
12 附则	5

前　　言

本文件依据GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广西产学研科学研究院提出并宣贯。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

主要农作物水肥一体化智能管理技术规范

1 引言

水肥一体化技术是实现农业水资源高效利用与化肥减量增效的关键途径，对保障国家粮食安全、促进农业绿色可持续发展具有重大战略意义。随着物联网、大数据、智能控制等现代信息技术的快速发展，传统水肥一体化系统正加速向智能化、精准化、自动化方向演进。然而，当前我国主要农作物水肥一体化智能管理的实践应用中，普遍存在技术标准不统一、设备接口不规范、决策模型缺乏、管理水平参差不齐等问题，严重制约了该技术规模化应用效益的充分发挥。为规范主要农作物水肥一体化智能管理系统的建设、运行与维护，明确智能感知、决策与控制的技术要求，提升系统运行的可靠性、精准性与易用性，特制定本规范。本规范聚焦于小麦、玉米、水稻、马铃薯、棉花等主要大田作物及常见设施果蔬，针对其水肥需求特性，对智能管理系统的架构、核心设备、控制策略、数据模型及运维服务提出系统性技术规定，旨在为农业生产者、技术服务机构及设备厂商提供科学、实用的操作指南。本规范由广西产学研科学研究院联合农业科研单位、技术推广部门及行业企业共同研制。

2 范围

本规范规定了主要农作物水肥一体化智能管理系统的总体架构、智能感知设备、智能控制单元、决策支持模型、系统集成安装、运行维护及数据安全管理等方面的技术要求。本规范适用于大田及设施栽培条件下，主要农作物水肥一体化智能管理系统的规划、设计、建设、验收与运维管理。其他作物可参照执行。

3 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB 5084—2021 农田灌溉水质标准

GB/T 50485—2020 微灌工程技术规范
GB/T 28418—2012 土壤墒情监测规范
GB/T 40456—2021 农田灌溉水 pH 测定与调节规范
NY/T 3242—2018 水肥一体化技术规范 总则
NY/T 2135—2023 肥料合理使用准则 水肥一体化
GB/T 37025—2018 信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求
《国家农业节水纲要（2012—2020 年）》（国发〔2012〕55 号）
《到 2025 年化肥减量化行动方案》（农农发〔2022〕1 号）

4 术语和定义

- 4.1 水肥一体化智能管理系统：指集成环境信息感知、作物需肥需水模型、智能决策与自动控制功能，能够根据作物生长阶段和实时环境状况，实现灌溉与施肥的精准、自动、协同管理的成套技术系统。
- 4.2 智能灌溉施肥机：指能够按预设程序或实时决策指令，独立完成水源加压、肥料（母液）精量吸取、肥水混合、pH 及 EC（电导率）在线调控、并输送至田间管网的核心控制设备。
- 4.3 墉情传感器：指用于测量土壤体积含水量或基质势的传感设备。
- 4.4 EC/pH 一体化传感器：指能够实时在线监测灌溉水中电导率（表征养分浓度）和酸碱度的复合传感设备。
- 4.5 决策支持模型：指基于作物生理生态学原理，融合环境数据与农艺知识，用于动态计算作物最佳需水量与需肥量的算法或知识库。
- 4.6 灌溉施肥制度：指针对特定作物在特定生长阶段，综合考虑气候、土壤、目标产量等因素而制定的灌溉时间、灌溉量、施肥配方、施肥量及施肥时机等一系列参数集合。

5 总则

主要农作物水肥一体化智能管理应遵循“按需供给、精准调控、水肥协同、智能高效”的原则。系统建设应以提高水肥利用效率为核心目标，兼顾增产提质与生态环保。所有硬件设备、软件系统及水溶肥料的选择与使用，必须符合国家相关产品质量、环境保护及食品安全标准。系统应具备高可靠性、易操作性及可扩展性，适应不同规模、不同作物的管理需求。鼓励采用国产化、自主可控的先进技术和设备。系统的设计与运行应保障数据安全与网络安全。

6 系统总体架构与组成

水肥一体化智能管理系统应采用“感知-传输-决策-控制”的闭环架构。系统主要由以下四层构成：感知层、传输层、决策控制层和应用层。感知层由部署在田间的各类传感器组成，负责实时采集土壤、气象、作物及水质等数据，是系统精准调控的基础。传输层负责将感知层数据稳定、安全地传输至决策控制中心，并将控制指令下发至执行设备，可采用有线（如 RS485、CAN 总线）或无线（如 4G/5G、LoRa、NB-IoT）通信方式，并确保网络覆盖率与通信可靠性不低于 99%。决策控制层是系统的核心，由智能灌溉施肥机、中央控制器及部署于本地服务器或云平台的决策支持软件构成，负责数据处理、模型运算、智能决策及指令生成。应用层为用户提供可视化监控界面、参数设置、数据查询、报警管理及远程操作等人机交互功能，支持电脑、手机等多种终端访问。系统各组成部分应实现标准化接口与模块化设计，确保兼容性与可维护性。

7 智能感知技术要求

精准、可靠的感知数据是智能决策的前提。系统应配置以下基本感知设备：土壤水分传感器，其测量范围应覆盖 0% 至饱和体积含水量，测量精度不低于 $\pm 2\%$ （绝对值），建议每 20-30 亩至少设置 1 个监测点，深度应根据作物主要根系分布层确定，如 0-20cm、20-40cm、40-60cm。土壤温度传感器，测量范围 -10°C 至 60°C，精度 $\pm 0.5\%$ 。田间气象站，至少包含空气温湿度、风速、风向、太阳辐射、降雨量传感器，其中太阳辐射传感器测量精度不低于 $\pm 5\%$ 。EC/pH 一体化传感器，应安装于灌溉系统首部肥水混合后的主管道上，EC 测量范围 0-20 mS/cm，精度 $\pm 0.1 \text{ mS/cm}$ 或 $\pm 2\%$ 读数（取较大值）；pH 测量范围 2-12，精度 $\pm 0.1 \text{ pH}$ 。流量传感器与压力传感器，用于监测各级管道的水流量与压力状态，流量测量精度不低于 $\pm 2\%$ ，压力测量精度不低于 $\pm 1\% \text{ FS}$ （满量程）。所有传感器应具备良好的长期稳定性。

性、抗腐蚀性与抗电磁干扰能力，防护等级不低于 IP65。数据采集频率可根据管理需求设定，土壤墒情、气象数据宜每 10—30 分钟采集一次，EC/pH、流量压力数据宜每 1—5 分钟采集一次或连续监测。

8 智能决策与控制技术要求

智能决策与控制是系统的“大脑”。智能灌溉施肥机应具备以下基本功能：支持至少 4 种以上肥料（或母液）的独立通道注入；施肥比例可调范围宽，且控制精度不低于±2%；具备 EC 与 pH 的实时在线检测与自动调节功能，调节精度分别为±0.2 mS/cm 和±0.2 pH；具备反冲洗与防堵塞自动保护功能；支持手动、自动、定时、远程等多种控制模式。

决策支持模型是智能化的关键。系统应集成或支持接入符合当地作物与气候条件的灌溉决策模型与施肥决策模型。灌溉决策可基于土壤墒情阈值法、作物蒸发蒸腾量（ET₀）与作物系数（K_c）计算法、或两者相结合的混合模型。例如，可采用基于 Penman-Monteith 公式的 ET₀ 计算模型，并结合不同生育期 K_c 值动态计算作物需水量。施肥决策应基于作物养分需求规律、土壤养分供应状况及目标产量，推荐采用“总量控制、分期调控”的施肥策略。系统应内置或允许用户自定义主要作物在不同生育阶段的推荐施肥配方（N-P2O5-K2O 比例）及总量。模型应能根据实时环境数据（如光照、温度）对灌溉施肥量进行动态微调。对于设施园艺等高价值作物，鼓励引入基于图像识别或光谱分析的作物长势诊断模型，实现更精准的按需施肥。

控制系统应能根据决策模型的输出，自动生成并执行灌溉施肥计划。具备根据气象预报（如未来 24 小时降雨概率超过 60%）动态调整灌溉计划的能力。系统应建立完备的报警机制，对传感器故障、通信中断、EC/pH 超标、管道压力异常、设备故障等情况进行多级报警（声光、短信、APP 推送），报警响应延迟不超过 1 分钟。

9 系统集成、安装与验收

系统集成设计应遵循“因地制宜、经济实用”的原则。根据水源条件（井、河、塘）、地形地貌、田块分布、作物布局、电力供应等情况，进行管网水力计算、首部枢纽设计与设备选型。管网设计应符合 GB/T 50485—2020 的要求，确保灌水均匀度不低于 85%。施肥机、过滤器、水泵等首部设备应集中安装在设备房内，做好防雨、防盗、防冻措施。田间传感器安装位置应具有代表性，避免田边、沟渠、树荫等特殊区域的干扰。电线、信号线应规范敷设，做好标识与防护。

系统安装调试完成后，应进行为期至少一个完整灌溉施肥周期的试运行。验收内容应包括：硬件设备安装规范性检查、传感器数据准确性校验（与标准仪器比对）、通信网络连通性与稳定性测试、决策控制功能验证（如自动启停、按量施肥、EC/pH 调节）、报警功能测试、软件界面与报表功能检查。主要性能指标，如施肥控制精度、EC/pH 调节精度、灌溉均匀度、系统可用性等，应达到设计要求及本规范规定。验收合格后，需提供完整的系统图纸、设备清单、操作手册及培训记录。

10 运行维护与数据管理

建立规范的运行维护制度是保障系统长期稳定运行的关键。日常运行中，操作人员应通过监控界面定时巡查系统状态，确认数据正常、设备无报警。定期维护内容包括：每周清理过滤器、检查传感器探头清洁度；每月对 EC/pH 传感器进行校准；每季对施肥泵、电磁阀等执行机构进行检查；每年灌溉季开始前，对全系统（包括管网）进行彻底检查与试运行。应详细记录每次灌溉施肥的时间、面积、用水量、用肥量、EC/pH 值、操作人员等信息，形成电子档案。

所有采集的环境数据、操作数据、决策日志应安全存储于本地或云端服务器，存储时间不少于 3 年。数据管理应遵循安全性、完整性与保密性原则。系统访问应实行分级权限管理。鼓励利用历史数据进行深度分析，评估水肥利用效率，优化决策模型参数。

11 人员培训与安全要求

系统管理、操作和维护人员必须经过专业培训，培训内容包括系统原理、设备操作、软件使用、日常维护、故障排查及安全注意事项，每年培训时长不少于 16 小时。所有电气设备的安装与操作必须符合国家电气安全规范，设备金属外壳应可靠接地。进行设备检修时，必须切断电源并悬挂警示牌。使用的水溶肥料必须完全溶解且混合兼容，防止产生沉淀堵塞灌水器。灌溉水质必须符合 GB 5084-2021 的要求。

12 附则

12.1 本规范自发布之日起实施。

12.2 各相关单位在开展主要农作物水肥一体化智能管理系统建设与运营时，可参照本规范执行。

12.3 本规范所引用的国家标准和行业标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

12.4 随着技术进步与实践发展，本规范将适时进行修订和完善。
