

ICS

CCS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL — 2026

设施蔬菜生产物联网系统数据采集与应用 技术规范

Technical Specifications for Data Collection and Application of IoT Systems in
Facility Vegetable Production

（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 II

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 系统总体架构与要求 3

6 感知层数据采集技术要求 3

7 传输层通信技术要求 4

8 平台层数据管理与处理技术要求 4

9 应用层技术服务要求 5

10 系统实施、运维与安全要求 5

11 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。

设施蔬菜生产物联网系统数据采集与应用技术规范

1 引言

随着现代信息技术与农业生产的深度融合，物联网技术在设施蔬菜生产中的应用日益广泛，为实现生产过程的精准监测、智能控制和科学管理提供了重要技术支撑。然而，当前设施蔬菜物联网系统建设存在数据采集标准不一、设备接口混乱、数据质量参差不齐、应用深度不足等问题，严重制约了物联网技术效益的充分发挥和产业规模化发展。为规范设施蔬菜生产物联网系统的数据采集、传输、处理与应用，提升系统的互联互通性、数据准确性与应用有效性，推动设施蔬菜产业向数字化、智能化转型升级，特制定本技术规范。本规范立足于我国设施蔬菜生产实际需求，参考国内外相关标准与技术实践，对物联网系统中的感知设备、数据采集、通信协议、数据管理及应用服务等关键技术环节提出统一要求，旨在为设施蔬菜物联网系统的规划、设计、建设、验收和运维提供技术依据。本规范由广西产学研科学研究院联合行业相关单位共同研制。

2 范围

本规范规定了设施蔬菜生产物联网系统在数据采集、传输、处理、管理及应用等方面的技术要求。本规范适用于日光温室、连栋温室、塑料大棚等各类设施蔬菜生产环境中物联网系统的规划、设计、建设与运维。本规范涉及的物联网系统主要包括感知层、传输层、平台层和应用层四个部分，涵盖环境监测、作物生长监测、设备控制、生产管理等功能。

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/T 33745-2017 物联网术语

GB/T 34068-2017 物联网总体技术 智能传感器接口规范

GB/T 36478.1-2018 物联网 信息交换和共享 第1部分：总体架构

GB 5084-2021 农田灌溉水质标准

GB/T 20524-2018 农林小气候观测仪

GB/T 38869-2020 智慧农业 大棚温室监控系统技术要求

NY/T 3667-2020 农业物联网应用服务平台接入技术要求

HJ 192-2015 环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）（相关布点原则参考）

SL 364-2015 土壤墒情监测规范（相关技术要求参考）

4 术语和定义

4.1 设施蔬菜生产物联网系统：指基于物联网技术，通过部署在设施蔬菜生产环境中的各类信息感知设备，按约定协议进行信息采集、传输、处理和应用，实现环境智能监测、设备远程控制、生产精准管理的集成化系统。

4.2 感知节点：指部署在监测点位，集成传感器、数据采集与通信模块，用于采集特定参数信息的终端设备。

4.3 数据采集频率：指单位时间内采集数据的次数，通常以秒、分、小时为单位。

4.4 数据完整率：指在规定的采集周期内，实际采集到的有效数据量与应采集数据总量的百分比。

4.5 数据准确度：指测量值与被测量真值之间的一致程度。数据采集时间戳：指记录数据采集时刻的时间信息，应包含年月日时分秒，宜协调世界时（UTC）或北京时间表示。

4.6 数据质量控制：指为达到数据质量要求而采取的技术措施和管理活动。

4.7 设施蔬菜生产模型：指基于蔬菜生长与环境因子之间的定量关系，建立的用于模拟、预测或指导生产的数学模型或知识规则集。

5 系统总体架构与要求

设施蔬菜生产物联网系统应采用分层架构设计，包括感知层、传输层、平台层和应用层。各层之间应实现松耦合，支持模块化扩展与集成。系统应具备可靠性、稳定性、安全性和可扩展性，能够在设施农业特有的高温高湿、电磁干扰等复杂环境下稳定运行。系统平均无故障工作时间（MTBF）应不低于 8000 小时。系统应采用开放标准或通用协议，保证不同厂商设备与平台的互联互通。鼓励采用国产密码算法保障数据传输与存储安全，支持用户身份认证、访问控制和数据加密。系统平台应具备对接上级农业物联网平台或大数据平台的能力，符合 NY/T 3667-2020 的相关接入要求。

6 感知层数据采集技术要求

感知层是数据来源的基础，其核心是各类传感器与采集设备。环境信息采集方面，空气温湿度传感器的测量范围应覆盖 -10°C 至 60°C 和 $0\%\text{RH}$ 至 $100\%\text{RH}$ ，测量精度分别不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 3\%\text{RH}$ 。光照强度传感器的测量范围应为 0 至 200000 Lux ，精度不低于 $\pm 5\%$ 。二氧化碳浓度传感器的测量范围应为 0 至 5000 ppm ，精度不低于 $\pm (50\text{ ppm} + 3\%\text{读数})$ 。土壤温湿度传感器的测量范围应覆盖 -20°C 至 60°C 和 0% 至 100% 体积含水量，精度分别不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 和 $\pm 3\%$ 。土壤盐分（EC 值）传感器的测量范围应为 0 至 10 mS/cm ，精度不低于 $\pm 0.1\text{ mS/cm}$ 或 $\pm 3\%\text{读数}$ 。营养液相关参数采集应遵循 GB 5084-2021 的有关要求，pH 传感器精度不低于 ± 0.2 ，EC 传感器精度不低于 $\pm 0.1\text{ mS/cm}$ 。所有传感器应具备良好的长期稳定性，年漂移量应小于其精度指标值。传感器防护等级不低于 IP65，适应温室环境。

作物本体信息采集方面，可采用叶面温湿度传感器、茎秆微变化传感器、果实生长传感器、叶绿素荧光传感器或光谱成像设备等进行监测。相关传感器或设备应满足非破坏性、可长期原位监测的要求。采用图像或光谱方式监测作物长势、病虫害时，图像分辨率应不低于 200 万像素，光谱范围及分辨率应能满足具体监测模型的输入要求。采集设备与节点部署应科学合理。

数据采集器应支持多路传感器接入，具备数据缓存、时间同步、协议转换和无线通信功能。单个采集器接入传感器数量不宜超过 16 路。采集节点部署位置应具有代表性，避免靠近门窗、风机、加温管道等局部干扰源。空气环境监测点应依据温室面积和空间梯度布设，每 300 平方米至少设置 1 个监测点，高度位于作物冠层中部。土壤监测点应根据土壤质地差异和作物种植行布局，每 500 平方米至少设置 1 个剖面监测点，监测深度应涵盖主要根系活动层（如 $0\text{--}20\text{cm}$ ， $20\text{--}40\text{cm}$ ）。数据采集频率应根据参数特性和应用需求设定：空气温湿度、光照、二氧化碳宜每 5 至 10 分钟采集一次；土壤参数宜每 15 至 30

分钟采集一次；作物本体参数可根据模型需要设定，通常为每小时至每天一次。所有采集数据必须带有精确到秒的时间戳。

7 传输层通信技术要求

传输层负责将感知层数据可靠传输至平台层。通信方式可根据现场条件选择有线（如 RS-485、以太网）或无线方式（如 LoRa、ZigBee、NB-IoT、4G/5G）。无线传输时，应确保信号覆盖无盲区，网络链路可靠性不低于 99%。传输协议应采用开放标准协议，如 MQTT、CoAP 或 HTTP/HTTPS。鼓励采用轻量级 MQTT 协议，其 QoS 等级应根据数据重要性设定，控制指令和报警数据应采用 QoS 1 或 2。数据传输应支持断点续传功能，在网络中断恢复后能自动补传缓存数据。

数据包应包含设备唯一标识码、采集时间戳、参数代码及数值、数据状态标识等信息。通信模块的功耗应满足长期野外工作需求，电池供电的节点续航时间应不少于 1 年。传输层应具备网络状态自诊断和故障报警功能。

8 平台层数据管理与处理技术要求

平台层是数据的汇聚、处理与管理中心。数据接入应支持多协议适配，能够同时接收来自不同厂商、不同通信方式设备的数据，入库成功率不低于 99.9%。数据存储应采用时序数据库或关系数据库与时序数据库结合的方式，存储周期不应少于 3 年。原始采样数据、分钟级均值数据、小时级均值数据及日统计数据应分层存储。数据质量控制应包括完整性检查、范围合理性检查、时间一致性检查和空间一致性检查。对于连续缺失超过 6 小时的数据，系统应标注为异常。明显超出合理物理范围（如空气温度高于 50℃或低于-5℃）的数据应自动标识为无效。应建立数据质量评估指标，系统整体数据完整率应不低于 95%，数据有效可用率不低于 90%。平台应提供数据补录、修正和审核工具。数据处理与分析功能是核心。平台应能基于原始采样数据，自动计算生成不同时间尺度（如 5 分钟、小时、日）的统计值，包括平均值、最大值、最小值、累计值（如光照）等。应内置设施蔬菜主要环境参数的报警规则引擎，支持阈值报警、趋势报警和复合条件报警。报警阈值应可分级设置（如预警、报警），报警信息应通过平台界面、短信、APP 推送等多种方式实时通知相关责任人，报警从产生到送达的延迟应小于 3 分钟。平台应集成或提供接口，支持接入设施蔬菜生长模型、病虫害预测模型、灌溉施肥决策模型等。例如，可集成基于积温的作物发育期预测模型、基于 Penman-Monteith 方程的蒸散量计算模型、基于土壤水分

平衡的灌溉决策模型等。平台应具备基础的数据可视化能力，提供实时数据曲线、历史数据查询、多参数对比分析、数据报表导出等功能。

9 应用层技术服务要求

应用层面向用户提供具体的生产管理服务。环境智能调控服务应能基于设定的环境参数目标值或模型推荐值，通过逻辑控制策略（如 PID 控制、模糊控制）或规则策略，自动生成卷帘、风机、湿帘、补光、加温等设备的控制指令。控制指令下发到现场执行设备的延迟应小于 10 秒。系统应支持手动、自动和远程控制模式，并具备设备状态反馈与安全互锁机制。水肥一体化管理服务应能根据灌溉决策模型、预设灌溉计划或人工指令，自动控制水泵、阀门、施肥机等设备，实现按需灌溉和精准施肥。系统应记录每次灌溉的起止时间、水量、肥料用量等信息。生产信息管理服务应提供农事操作记录模块，支持通过移动终端便捷记录定植、整枝、打药、采收等作业信息，并与环境数据关联分析。病虫害监测预警服务可基于图像识别或环境诱因模型，提供早期预警。产品质量追溯服务应能汇集生产全过程的关键环境数据、作业数据、投入品数据，生成符合国家追溯标准要求的数据文件或二维码，支持消费者扫码查询。

10 系统实施、运维与安全要求

系统实施前应进行详细需求分析与方案设计，明确监测目标、布点方案、设备选型、通信网络 and 平台功能。设备安装应规范，传感器安装高度、方向、深度应符合测量要求，做好防雷、防浪涌保护。

系统建成后应进行不少于 30 天的试运行，对数据准确性、稳定性、报警功能、控制功能进行全面测试与校准。验收时，数据采集完整率、准确度、系统可用性、报警响应时间等指标应达到本规范要求。

日常运维应建立制度，包括定期巡检传感器与设备状态、清洁传感器探头、校准传感器（建议空气温湿度、二氧化碳传感器每 6 个月校准一次，土壤传感器每 12 个月校准一次）、检查网络连通性、备份系统数据等。应建立完整的系统文档，包括设计文档、设备清单、布线图、操作手册、运维记录等。系统安全应满足网络安全等级保护（至少第二级）相关要求，采取防火墙、入侵检测、访问控制列表、数据加密等措施保障平台安全。用户权限应分级管理，操作日志应完整记录并保存 180 天以上。

11 附则

11.1 本规范自发布之日起实施。各相关单位在开展设施蔬菜生产物联网系统规划、设计、建设和运维时，可参照本规范执行。

11.2 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。

11.3 随着物联网技术和设施蔬菜生产技术的进步，本规范将适时进行修订。
