

团 体 标 准

T/COSOCC 034—2025

设施种植 东西垄栽培水肥变量管控 技术要求

Protected cultivation—Technical requirements of practice for variable water-fertilizer
management in east-west ridge cultivation

2025 - 08 - 28 发布

2025 - 08 - 28 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 1

 4.1 温室条件 1

 4.2 栽培模式 1

 4.3 水质要求 2

 4.4 肥料要求 2

5 灌溉管控系统设计 2

 5.1 分区与配置 2

 5.2 传感器选型与部署 2

 5.3 水肥变量管控 2

6 系统运行管理与维护 3

附录 A（规范性） 传感器性能要求 4

参考文献 5

前 言

本文件按照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。

本文件由中国基本建设优化研究会提出并归口。

本文件起草单位：农芯科技(北京)有限责任公司、蓝象标准（北京）科技有限公司、中移物联网有限公司、北京麦麦趣耕科技有限公司、北京市农林科学院智能装备技术研究中心、北大荒集团有限公司建三江分公司、北京中城汇标准化技术院、北京爱标标准科技有限公司、农芯（南京）智慧农业研究院有限公司、国信正通（北京）检验认证有限公司、北京嗨标领航科技有限公司、嵩嘉标准化技术服务(北京)有限公司。

本文件主要起草人：孙蕊卿、段小莉、陈勇、任鸿昌、张钟莉莉、苗立强、卢宪祺、张德保、秦希、南婷、王新亮、阙晗、李龙岩、杨海洋、李友丽、张红艳、姜冰、王致远、邱天、乔华阳。

引 言

设施农业在提稳菜篮子、缓解菜粮争地等方面发挥了巨大作用。2023年6月《全国现代化设施农业建设规划（2023-2030年）》中重点提出要建设宜机化设施种植业，推进绿色化、标准化、机械化、智能化生产。日光温室作为我国设施农业的特有形式，也是我国主流的农业模式之一，被广泛应用于蔬菜栽培，为保障菜篮子生产提供重要支撑。传统农艺模式下，采用南北垄向栽培农机作业存在“地难下、边难耕、头难掉”的瓶颈问题，为了适应机械化生产的要求，东西垄栽培应运而生，通过增加垄长、降低垄数，有效提高生产效率、降低人工投入成本。

东西垄向种植情况下，传统均量灌溉难以满足不同田畦作物水肥差异化需求，同一畦上的光热分布条件一致，以田畦为单元、累积光辐射为驱动的水肥变量灌溉调控技术能有效解决上述问题，这种方式已在京郊、天津、河北、宁夏等多地生菜、番茄等主栽作物东西垄栽培上推广应用。然而，现有标准主要是针对设施水肥精准灌溉调控技术的均量灌溉，分区变量灌溉调控的标准缺乏，亟需制定相关标准填补本领域的空白，推动宜机化的东西垄栽培模式发展。

本文件旨在通过规范东西垄栽培水肥变量控制技术，助力产业升级与效益提升，帮助种植户减轻工作负担，实现节水、减肥、省工、增效。

设施种植 东西垄栽培水肥变量管控技术要求

1 范围

本文件规定了东西垄水肥变量管控的基本要求、灌溉管控系统设计、系统运行管理与维护等内容。
本文件适用于指导日光温室东西垄水肥管理，设施种植中塑料大棚的东西垄栽培、连栋温室相关模式栽培也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB/T19812（所有部分） 塑料节水灌溉器材
- GB/T 20203—2017 管道输水灌溉工程技术规范
- GB/T 40115 灌溉水表
- GB/T 40119—2021 射频卡灌溉智能控制系统通用技术条件
- GB/T 42958 肥料产品使用说明编写指南
- GB/T 50485—2020 微灌工程技术标准
- NY 2266 中量元素水溶肥料
- NY/T 3744 日光温室全产业链管理技术规范 番茄

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

日光温室 solar greenhouse

由保温或保温蓄热墙体、保温后屋面和采光前屋面构成的充分利用太阳能，夜间用保温材料对采光屋面外覆盖保温，进行作物越冬生产的单屋面温室。

[来源：GB/T 51424-2022，2.1.3，有修改]

3.2

变量灌溉 variable irrigation

基于作物需水差异性，以田畦为单位进行分区灌溉的精准调控方式。

4 基本要求

4.1 温室条件

应具备良好的保温性、通风性及光照条件，应采用东西垄向种植，垄的延伸方向与温室东西轴线保持一致，使同一垄上的光热分布条件一致，便于分区变量灌溉。

4.2 栽培模式

土壤栽培，畦参数宜根据作物类型设定：

- 果菜类：大行距 1.4 m~2.0 m，小行距 0.30 m~0.40 m，株距 0.30 m~0.40 m；
- 叶菜类：大行距 1.0 m~1.2 m，小行距 0.20 m~0.30 m，株距 0.20 m~0.30 m。

4.3 水质要求

灌溉水质应符合GB 5084的规定，进入水肥机的水质应符合GB/T 50485—2020中第6章的水质要求。

4.4 肥料要求

肥料质量应符合NY 2266的要求，肥料使用应按照GB/T 42958的规定执行，优先采用有机无机配施。

5 灌溉管控系统设计

5.1 分区与配置

5.1.1 分区

应按照日光温室东西方向起垄作畦，依据田畦间作物水分吸收利用差异，以畦为单位划分灌溉小区。

5.1.2 配置

灌溉方式宜采用滴灌，滴灌带延栽培行方向布设，管道、滴灌带等配水管道材料选择应符合GB/T 19812（所有部分）的规定；水表数量应根据灌溉分区确定，其性能应符合GB/T 40115的要求。

5.2 传感器选型与部署

5.2.1 传感器选型应适配日光温室环境及作物监测需求，气象参数和土壤参数传感器性能应符合附录A的要求。作物图像传感器分辨率应 ≥ 200 万像素。

5.2.2 空气温度传感器、空气相对湿度传感器应布设在无遮挡、无光线直射或其它温度源辐射的位置，且不应正对通风口；宜安装于监测区域中央，且距地面垂直高度1.5 m处；采集频率宜1 h/次。

5.2.3 光辐射传感器应布设于四周无遮挡的位置；宜安装在小区中央，且距离作物冠层上方0~20 cm处；采集频率宜1 h/次。

5.2.4 土壤温度传感器、土壤湿度传感器应埋于土壤中，埋层深度应根据栽培的设施蔬菜种类确定；采集频率宜1 h/次。

5.2.5 作物图像传感器应根据信息采集目标确定，宜安装于作物冠层上方至少30 cm处，采集植株群体冠层覆盖度、长势等信息；采集频率宜每天采集1张图片及以上。

5.2.6 对于单体规模较大的温室，传感器的数量与布设位置应综合考量环境空间差异等因素，可采用机器学习聚类法等技术设计最优部署方案，确保数据采集的代表性。

5.3 水肥变量管控

5.3.1 灌溉要求

定植水应采用滴灌方式对各分区一次性浇透，达到畦面均匀湿润且沟内无明水的要求，灌溉量可按照NY/T 3744的规定。

定植水后，以累计光合有效辐射作为触发灌溉启动的驱动因子，通过修正的Penman-Monteith公式估算作物需水量 ET_c 再决策获得灌溉量，实施分区的变量灌溉管控。其中，果菜类作物的累计光辐射阈值推荐范围宜12 MJ/m²~25 MJ/m²，叶菜类作物的累计光辐射阈值推荐范围宜21 MJ/m²~25 MJ/m²。上述推荐值仅供参考，实际应用中需结合具体气候条件、土壤性质、作物种类及生育期等因素综合确定。灌溉量按公式（1）、公式（2）和公式（3）计算。

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{1713(e_a - e_d)}{T + 273}}{\Delta + 1.64\gamma} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ET_0 ——参考作物腾发量，单位为毫米每日（mm/d）；

R_n ——地表净辐射，单位为兆焦每平方米每日（MJ/（m²·d⁻¹））；

G ——土壤热通量，单位为兆焦每平方米每日（MJ/（m²·d⁻¹））；

e_a ——饱和水汽压，单位为兆帕（kPa）；

- e_d ——实际水汽压，单位为兆帕（kPa）；
 Δ ——饱和水汽压曲线斜率，单位为兆帕每摄氏度（kPa/℃）；
 γ ——干湿表常数，单位为兆帕每摄氏度（kPa/℃）；
 T ——室内平均气温，单位为摄氏度（℃）。

$$ET_c = ET_0 \times k_c \quad (2)$$

式中：

ET_c ——作物蒸散量，单位为毫米每日（mm/d）；

k_c ——作物系数，可通过联合国粮农组织灌溉排水丛书第56分册查询。

$$I = k \times ET_c \quad (3)$$

式中：

I ——灌溉量，单位为毫米每日（mm/d）；

k ——灌溉系数，应依据栽培作物种类、土壤类型、灌溉方式等确定。

5.3.2 施肥要求

遵循有机-无机养分协同管理原则，应基于土壤理化性质（pH、有机质、速效养分库容及中微量元素有效性）、作物需肥规律与目标产量制定方案。基肥宜以腐熟有机肥为主，配合缓释化肥；追肥应结合生育期需肥规律与土壤养分监测，采用水肥一体化精准施用技术。

5.3.3 管控装备

5.3.3.1 硬件装置

变量灌溉控制硬件系统由传感器等在线监测模块、中央控制模块、无线阀门控制模块、灌溉执行模块等组成，性能应符合GB/T 40119—2021中第十章的要求，以满足东西垄栽培分区变量灌溉调控需求。

5.3.3.2 数字化管理

基于灌溉管控、灌溉计量、设备运维管理、物联网元数据管理等功能的数字化管理平台，可根据监测数据和动态作物模型，提供精准科学的变量灌溉调控，并可实现智能决策、远程控制。

6 系统运行管理与维护

6.1.1 运行前测试：运行前应完成系统功能全面测试（包括通信性能、采集精度、控制响应速度等），确保环境监测、指令传输、分区执行等模块联动正常。

6.1.2 运行中监控：运行期间应每日检查系统运转状态，重点检查滴灌带通畅性、阀门开关密封性及传感器数据稳定性，详细记录巡查结果；同时每日通过软件平台查看环境参数、灌溉量、设备状态等数据，建立自动备份存档机制，确保数据可追溯。

6.1.3 运行后维护：作物收获后应立即对系统软、硬件进行全面检查，软件部分按照GB/T 40119—2021中第12章的规定开展运维，确保程序运行稳定；硬件部分应重点对灌溉设备（管道、滴灌带、阀门等）进行清洗、保养，更换损坏的零部件，应根据GB/T 20203—2017中第13章的规定完成全面检修，排空管道积水以避免冻裂或堵塞，保障下一茬作物种植时系统正常启用。

附录 A
(规范性)
传感器性能要求

气象参数感知传感器性能要求见表A.1。

表 A.1 气象参数感知传感器性能要求

传感器类型	测量范围		测量精度	
	单位	数值	单位	数值
空气温度传感器	℃	-30~50	℃	±0.5
空气相对湿度传感器	%	5~100	%	±3
光辐射传感器	W/m ²	0~1800	%	±5

土壤参数感知传感器性能要求见表 A.2。

表 A.2 土壤参数感知传感器性能要求

传感器类型	测量范围		测量精度	
	单位	数值	单位	数值
土壤温度传感器	℃	-20~60	℃	±0.5
土壤水分传感器	m ³ /m ³	0~60	m ³ /m ³	±3

参考文献

- [1] GB/T 51424 农业温室结构设计标准
 - [2] ALLEN R G, PEREIRA L S, RAES D, et al. Crop evapotranspiration—Guidelines for computing crop water requirements—FAO Irrigation and drainage paper 56[B]. Fao, Rome, 1998, 300(9): D05109.
-