

ICS

CCS

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL — 2026

主要农作物生长模型与智能决策数据应用 指南

Guidelines for Data Application of Major Crop Growth Models and Intelligent
Decision-Making

(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 基本原则	3
6 农作物生长模型构建要求	3
7 数据规范与治理	5
8 模型与数据集成及智能决策系统功能要求	6
9 应用指南	7
10 风险提示与注意事项	10
11 附 则	11

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。

主要农作物生长模型与智能决策数据应用指南

1 引言

当前，信息技术正引领全球农业产业变革，数字技术与农业生产全链条的深度融合，已成为破解农业“靠天吃饭”瓶颈、推动农业现代化转型、保障国家粮食安全的核心驱动力。主要农作物生长模型作为作物生理生态过程及其与环境因子互作关系的数字化、量化表达载体，融合大数据、人工智能、物联网、遥感监测等先进技术，构建起农业生产精准决策的科学支撑体系，为实现农业从“经验驱动”向“科技驱动”转变提供了关键路径。为统筹推进我国农作物生长模型技术研发与智能决策数据应用的规范化、标准化发展，提升技术成果的科学性、实用性与互操作性，促进农业知识、数据要素与技术体系的深度集成及协同创新，引领智慧农业健康有序发展，特制定本指南。本指南严格遵循国家相关法律法规、战略政策导向及标准化工作要求，立足我国农业生产实际与发展需求，兼顾技术先进性与实践指导性，旨在为科研机构、技术企业、农业生产经营主体及管理部门提供科学、系统、可操作的规范性指引，全面规范农作物生长模型构建、验证、数据治理及智能决策系统研发、集成与应用全流程，助力筑牢国家粮食安全屏障，推动农业高质量发展与可持续发展。

2 范围

本指南确立了主要农作物生长模型构建与智能决策数据应用的基本原则、总体框架及技术要求，旨在统筹规范我国农作物生长模拟与智能决策领域的技术研发、应用推广及产业协同发展。本指南适用于水稻、小麦、玉米、大豆、棉花等主要粮食作物和经济作物生长模型的开发、验证、迭代优化，以及配套数据资源的采集、治理、共享交换，同时覆盖模型与数据的集成应用，以及基于模型的智能决策支持系统的设计、开发、部署与推广。本指南可作为农业科研创新、技术推广服务、生产经营管理、政府宏观调控决策及相关软硬件产品研发的重要依据和参考，为保障国家粮食安全、推进农业现代化、发展智慧农业提供坚实技术支撑。

3 规范性引用文件

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

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

GB/T 35274-2017 信息安全技术 大数据服务安全能力要求

GB/T 34678-2017 智慧农业 术语

GB/T 39490-2020 农业物联网 数据交换与共享

NY/T 2133-2020 农业信息化 数据资源分类与编码

NY/T 3660-2020 主要农作物生长模型构建技术规程（通则）

农业部办公厅关于印发《农业数据资源目录编制指南（试行）》的通知（农办市〔2018〕19号）

注：本指南所列引用文件，研制单位在标准正式报批前，须依据国家最新发布的标准规范体系进行全面核实与更新，确保所有引用文件均为现行有效版本，保障指南的科学性与时效性。

4 术语和定义

GB/T 34678-2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

4.1 农作物生长模型 基于作物生理生态学原理与系统科学方法，通过数学公式定量刻画作物生长发育进程、干物质积累与分配、产量形成规律，以及与光、温、水、肥、土壤等环境因子和农业管理措施之间动态响应关系的计算机模拟程序或算法体系。按建模思路可分为机理型模型、统计型模型及机理-统计融合型模型。

4.2 智能决策支持 依托农作物生长模型核心能力，融合多源农业数据挖掘分析、领域知识规则引擎与人工智能算法，为农业生产全链条提供情景模拟推演、生长态势预测、风险预警防控、管理方案评估与优化推荐的信息化、智能化服务过程。

4.3 模型参数 模型中用于表征特定作物品种遗传特性、土壤理化属性、环境响应规律的常数或系数，是连接模型理论与实际生产场景的关键纽带，需通过长期田间试验观测数据进行科学率定与验证。

4.4 模型验证 采用独立于模型参数率定数据集的田间观测数据、区域尺度验证数据等，对模型模拟结果的准确性、可靠性、稳定性及区域适用性进行系统评估的过程，是模型推广应用的必要前提。

4.5 数据治理 围绕农业数据全生命周期开展的规划、采集、存储、加工、共享、应用、归档及销毁等系列管理活动，核心目标是保障数据的可用性、完整性、一致性、安全性及合规性，提升数据要素价值。

4.6 互操作性 不同农作物生长模型、智能决策系统、软硬件组件或多源数据源之间，能够实现信息高效交换、共享利用并协同完成特定任务的能力，是推进技术集成应用的核心技术要求。

5 基本原则

为保障农作物生长模型与智能决策数据应用的高质量发展，服务国家农业现代化战略需求，研发与实践过程应严格遵循以下基本原则：一是坚持科学性与实用性相统一，以坚实的农学、生态学、数学及信息技术理论为支撑构建模型，同时紧密对接农业生产实际需求，确保技术成果可落地、能应用、见实效；二是坚持先进性与成熟性相协调，积极吸纳大数据、人工智能、遥感监测、物联网等前沿技术成果，优先采用经过长期实践验证的成熟技术与方法，平衡技术创新突破与应用稳定可靠；三是坚持开放性与安全性相结合，推动模型接口、数据标准的规范化与开放共享，促进跨领域、跨区域、跨主体技术协同，同时严格落实数据安全、系统安全与隐私保护要求，筑牢技术应用安全防线；四是坚持通用性与扩展性相兼顾，构建具备广泛适用性的模型框架与数据规范体系，同时预留灵活扩展接口，便于针对不同生态区域、作物类型、生产模式及应用场景进行定制化调整与功能升级。为保障农作物生长模型与智能决策数据应用的高质量发展，研发与实践过程应严格遵循以下基本原则：一是坚持科学性与实用性相统一，以坚实的农学、生态学、数学及信息技术理论为支撑构建模型，同时紧密对接农业生产实际需求，确保技术成果可落地、能应用；二是坚持先进性与成熟性相协调，积极吸纳大数据、人工智能、遥感监测、物联网等前沿技术成果，优先采用经过长期实践验证的成熟技术与方法，平衡技术创新与应用稳定性；三是坚持开放性与安全性相结合，推动模型接口、数据标准的规范化与开放共享，促进跨领域、跨区域技术协同，同时严格落实数据安全、系统安全与隐私保护要求，筑牢技术应用安全防线；四是坚持通用性与扩展性相兼顾，构建具备广泛适用性的模型框架与数据规范体系，同时预留灵活扩展接口，便于针对不同生态区域、作物类型、生产模式及应用场景进行定制化调整与功能升级。

6 农作物生长模型构建要求

主要农作物生长模型构建需聚焦国家粮食安全与农业现代化核心需求,明确模型的核心目标与适用范围,针对特定作物类型(如水稻、玉米、小麦等)及典型生产区域(如东北黑土区、黄淮海平原、长江中下游稻区等)开展针对性设计。模型结构应具备清晰性、层次性与模块化特征,核心模块需涵盖物候发育模拟、光合生产过程、干物质积累与分配、产量形成机制、水分平衡调控、氮磷钾等养分循环与吸收利用等关键环节。模型算法选择应优先采用机理性或半机理性方法,增强模型的解释能力、外推能力与抗干扰能力;对于数据积累充足的场景,可融合机器学习等数据驱动算法提升模拟精度。模型参数体系需完整系统,全面涵盖品种遗传参数、土壤理化参数、气象驱动参数及农业管理参数等,明确各参数的生物学/物理学意义、计量单位、获取方法及适用范围。针对光合作用-蒸腾作用耦合、养分胁迫响应、病虫害影响机制等关键过程,应借鉴国际国内主流模型的成熟技术方案,结合我国农业生产实际进行优化改进。模型开发过程中,需同步编制完整的技术文档,详细记录模型假设条件、核心数学公式、算法实现流程、输入输出变量说明、参数列表及率定方法等关键信息,保障模型的可追溯性与可复现性。模型构建完成后,必须开展严格的敏感性分析、参数率定与多维度验证。验证工作应基于不同生态区域、不同年份、不同品种类型及不同管理水平的独立试验数据集,采用决定系数(R^2)、均方根误差(RMSE)、归一化均方根误差(nRMSE)和一致性指数(d)等多元评价指标,参照NY/T 3660-2020或相关领域共识明确评价标准。针对作物生育期、叶面积指数、生物量、产量等核心模拟变量,需制定明确的精度控制要求,例如:成熟期模拟误差应控制在 ± 5 天以内,产量模拟误差应控制在 $\pm 15\%$ 以内(相对于实测值);对于区域尺度模拟,需额外验证模型的空间一致性与稳定性。主要农作物生长模型构建需聚焦国家粮食安全与农业现代化需求,明确模型的核心目标与适用范围,针对特定作物类型(如水稻、玉米、小麦等)及典型生产区域(如东北黑土区、黄淮海平原、长江中下游稻区等)开展针对性设计。模型结构应具备清晰性、层次性与模块化特征,核心模块需涵盖物候发育模拟、光合生产过程、干物质积累与分配、产量形成机制、水分平衡调控、氮磷钾等养分循环与吸收利用等关键环节。模型算法选择应优先采用机理性或半机理性方法,增强模型的解释能力、外推能力与抗干扰能力;对于数据积累充足的场景,可融合机器学习等数据驱动算法提升模拟精度。模型参数体系需完整系统,全面涵盖品种遗传参数、土壤理化参数、气象驱动参数及农业管理参数等,明确各参数的生物学/物理学意义、计量单位、获取方法及适用范围。针对光合作用-蒸腾作用耦合、养分胁迫响应、病虫害影响机制等关键过程,应借鉴国际国内主流模型的成熟技术方案,结合我国农业生产实际进行优化改进。模型开发过程中,需同步编制完整的技术文档,详细记录模型假设条件、核心数学公式、算法实现流程、输入输出变量说明、参数列表及率定方法等关键信息,保障模型的可追溯性与可复现性。模型构建完成后,必须开展严格的敏感性分析、参数率定与多维度验证。验证工作应基于不同生态区域、不同年份、不同品种类型及不同管理水

平的独立试验数据集，采用决定系数（ R^2 ）、均方根误差（RMSE）、归一化均方根误差（nRMSE）和一致性指数（d）等多元评价指标，参照 NY/T 3660-2020 或相关领域共识明确评价标准。针对作物生育期、叶面积指数、生物量、产量等核心模拟变量，需制定明确的精度控制要求，例如：成熟期模拟误差应控制在 ± 5 天以内，产量模拟误差应控制在 $\pm 15\%$ 以内（相对于实测值）；对于区域尺度模拟，需额外验证模型的空间一致性与稳定性。

7 数据规范与治理

高质量数据是支撑农作物生长模型精准运行与智能决策科学有效的核心基础，是激活农业数据要素价值的关键。数据资源应构建全要素、全链条的多源数据体系，涵盖环境数据、作物数据、土壤数据、管理数据和经济社会数据五大类核心数据。其中，环境数据主要包括逐日或逐小时气象数据（气温、降水、日照时数、太阳辐射、相对湿度、风速等），可通过地面气象站点观测、遥感反演、数值天气预报产品等多渠道获取；作物数据包括关键生育期、叶面积动态变化、植株氮磷钾含量、干物重积累、产量及其构成要素等田间实测数据；土壤数据包括质地、容重、田间持水量、萎蔫系数、有机质含量、pH值、初始养分含量等基础理化参数；管理数据包括播期、种植密度、灌溉时间与水量、施肥时间、肥料种类与用量、病虫害防治措施等生产管理记录；经济社会数据包括农产品市场价格、生产成本、农业补贴政策等关联数据。所有数据应严格遵循统一的数据标准与规范，参照 NY/T 2133-2020 等国家标准进行分类与编码，建立完善的元数据描述体系，明确数据来源、采集时间、采集方法、精度等级、适用范围等关键信息。数据采集过程应强化质量管控，确保数据的准确性、代表性和及时性，大力推广物联网传感器、无人机遥感、卫星遥感等自动化、立体化、智能化采集技术，提升数据采集效率与标准化水平。建立健全全流程数据治理体系：一是构建数据质量控制流程，采用自动化检测与人工复核相结合的方式，对缺失、异常数据进行精准识别、科学清洗与合理插补，保障数据质量；二是制定数据存储与管理规范，采用分布式存储、云存储等先进技术，建立数据安全备份机制，确保数据存储安全与高效访问；三是完善数据共享与交换规则，在明确数据所有权、保障数据安全的前提下，建立跨部门、跨区域、跨行业的数据共享机制，促进数据要素有序流动与高效利用。数据应用全过程需严格遵守《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规，参照 GB/T 35274-2017 等标准落实数据安全保护要求，防范数据泄露、滥用风险。高质量数据是支撑农作物生长模型精准运行与智能决策科学有效的核心基础。数据资源应构建全要素、全链条的多源数据体系，涵盖环境数据、作物数据、土壤数据、管理数据和经济社会数据五大类核心数据。其中，环境数据主要包括逐日或逐小时气象数据（气温、降水、日照时数、太阳辐射、相对湿度、风速等），可通过地面气象站点观测、遥感反演、数值天气预报

产品等多渠道获取；作物数据包括关键生育期、叶面积动态变化、植株氮磷钾含量、干物重积累、产量及其构成要素等田间实测数据；土壤数据包括土壤质地、容重、田间持水量、萎蔫系数、有机质含量、pH 值、初始养分含量等基础理化参数；管理数据包括播期、种植密度、灌溉时间与水量、施肥时间、肥料种类与用量、病虫害防治措施等生产管理记录；经济社会数据包括农产品市场价格、生产成本、农业补贴政策等关联数据。所有数据应严格遵循统一的数据标准与规范，参照 NY/T 2133-2020 等国家标准进行分类与编码，建立完善的元数据描述体系，明确数据来源、采集时间、采集方法、精度等级、适用范围等关键信息。数据采集过程应强化质量管控，确保数据的准确性、代表性和及时性，大力推广物联网传感器、无人机遥感、卫星遥感等自动化、立体化、智能化采集技术，提升数据采集效率与标准化水平。建立健全全流程数据治理体系：一是构建数据质量控制流程，采用自动化检测与人工复核相结合的方式，对缺失、异常数据进行精准识别、科学清洗与合理插补，保障数据质量；二是制定数据存储与管理规范，采用分布式存储、云存储等先进技术，建立数据安全备份机制，确保数据存储安全与高效访问；三是完善数据共享与交换规则，在明确数据所有权、保障数据安全的前提下，建立跨部门、跨区域、跨行业的数据共享机制，促进数据要素有序流动与高效利用。数据应用全过程需严格遵守《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规，参照 GB/T 35274-2017 等标准落实数据安全保护要求，防范数据泄露、滥用风险。

8 模型与数据集成及智能决策系统功能要求

推动经过充分验证的农作物生长模型与多源、多尺度、多维度农业数据的深度融合集成，是构建智能决策支持系统的核心关键，也是提升农业决策科学化水平的重要路径。集成架构应具备模块化、松耦合特征，支持模型的便捷调用、数据的动态输入输出及结果的可视化展示，保障系统的灵活性与可扩展性。智能决策支持系统需满足以下核心功能要求：一是数据接入与融合功能。具备多源数据接入能力，可高效整合实时传感器数据、遥感影像数据、历史观测数据、数值预报数据及人工录入数据等；构建时空数据融合引擎，完成不同来源、不同尺度数据的时空匹配、格式标准化与融合处理，形成统一的高质量数据集。二是模型模拟与情景分析功能。支持用户自定义气候情景（如极端高温、干旱情景）、土壤条件、品种特性及管理方案等参数，驱动生长模型开展模拟运算，精准预测作物生长进程、产量潜力、水肥需求规律及环境影响等关键信息，为管理决策提供科学依据。三是智能诊断与预警功能。基于模型模拟结果与实时监测数据的对比分析，结合作物生理生态知识规则库，构建智能诊断模型，对作物长势、干旱胁迫、养分亏缺、病虫害发生风险、倒伏风险等进行动态诊断与分级预警，及时推送预警信息与精准防控建议。四是优化决策推荐功能。集成线性规划、遗传算法、机器学习等优化算法，在资源限量（如

水肥资源)、成本控制、环境约束(如减排目标)等多重条件下,对灌溉、施肥、施药等管理措施的实施时间、用量、方式进行精准优化,生成个性化、量化的管理方案;同时对不同方案的预期经济效益、资源利用效率、环境效应进行综合评估,辅助用户科学决策。五是结果可视化与交互功能。采用图表、地图、动画等多元化可视化方式,直观展示模拟预测结果、诊断预警信息、决策建议及评估结论;构建友好的人机交互界面,支持用户查询数据、调整参数、反馈应用效果,实现模型与用户的良性互动,提升系统的易用性。此外,系统设计需充分考虑与现有农业信息平台(如数字农业平台、精准农业作业系统、农业农村大数据平台)的互操作性,预留标准化接口,推动技术融合与数据共享,形成协同高效的智慧农业技术体系,助力农业数字化转型。推动经过充分验证的农作物生长模型与多源、多尺度、多维度农业数据的深度融合集成,是构建智能决策支持系统的核心关键,其集成架构应具备模块化、松耦合特征,支持模型的便捷调用、数据的动态输入输出及结果的可视化展示,保障系统的灵活性与可扩展性。智能决策支持系统需满足以下核心功能要求:一是数据接入与融合功能。具备多源数据接入能力,可高效整合实时传感器数据、遥感影像数据、历史观测数据、数值预报数据及人工录入数据等;构建时空数据融合引擎,完成不同来源、不同尺度数据的时空匹配、格式标准化与融合处理,形成统一的数据集二是模型模拟与情景分析功能。支持用户自定义气候情景(如极端高温、干旱情景)、土壤条件、品种特性及管理方案等参数,驱动生长模型开展模拟运算,精准预测作物生长进程、产量潜力、水肥需求规律及环境影响等关键信息,为管理决策提供科学依据。三是智能诊断与预警功能。基于模型模拟结果与实时监测数据的对比分析,结合作物生理生态知识规则库,构建智能诊断模型,对作物长势、干旱胁迫、养分亏缺、病虫害发生风险、倒伏风险等进行动态诊断与分级预警,及时推送预警信息与防控建议。四是优化决策推荐功能。集成线性规划、遗传算法、机器学习等优化算法,在资源限量(如水肥资源)、成本控制、环境约束(如减排目标)等多重条件下,对灌溉、施肥、施药等管理措施的实施时间、用量、方式进行精准优化,生成个性化、量化的管理方案;同时对不同方案的预期经济效益、资源利用效率、环境效应进行综合评估,辅助用户科学决策。五是结果可视化与交互功能。采用图表、地图、动画等多元化可视化方式,直观展示模拟预测结果、诊断预警信息、决策建议及评估结论;构建友好的人机交互界面,支持用户查询数据、调整参数、反馈应用效果,实现模型与用户的良性互动,提升系统的易用性。此外,系统设计需充分考虑与现有农业信息平台(如数字农业平台、精准农业作业系统、农业农村大数据平台)的互操作性,预留标准化接口,推动技术融合与数据共享,形成协同高效的智慧农业技术体系。

9 应用指南

为充分发挥本指南的指导作用，推动农作物生长模型与智能决策技术在生产实践中落地见效，服务农业现代化发展大局，应遵循以下应用流程与实施建议：一是明确应用场景与核心目标。结合国家、区域及主体层面的实际需求，精准定位应用场景，如区域尺度粮食产量预测与安全预警、田块尺度精准水肥管理、农场尺度生产计划优化、政府部门农业灾害防控与宏观调控决策支持等；基于应用场景明确核心目标，为技术选型、模型选择及数据准备提供方向指引。二是科学选择模型与准备数据。根据应用场景与核心目标，选择经过验证的、适配性强的农作物生长模型，如水稻种植区可选用经过本地化验证的ORYZA2000模型，玉米、小麦种植区可选用DSSAT-CERES系列模型等；同步开展数据准备工作，按照数据规范要求，收集整理环境、作物、土壤、管理等相关数据，确保数据质量满足模型运行与决策分析需求。三是强化模型本地化率定与验证。模型本地化应用是提升模拟精度与决策效果的关键环节，需利用当地多年、多点的田间试验数据、生产调查数据，对模型的关键品种参数、土壤参数等进行系统校准与验证，确保模型能够精准反映当地作物生长规律与生产实际，模拟精度达到应用要求。四是优化系统部署与产品设计。构建或部署智能决策支持系统时，应充分考虑不同用户群体（如种植户、农技人员、农场管理者、政府工作人员）的需求差异与使用习惯，采用“技术封装、产品简化”的设计思路，将复杂的模型运算与数据分析过程封装为简洁易懂的服务产品。例如，为种植户提供基于手机客户端的“播种期推荐”“追肥建议单”“灌溉提示”等轻量化服务；为农技部门提供基于WebGIS的“区域作物长势监测与产量预报图”“灾害风险预警看板”等专业化服务；为农场管理者提供基于PC端的“全年生产方案模拟与优化报告”“资源利用效率评估报告”等决策支撑服务。五是加强技术培训与推广应用。建立多层次、精准化技术培训体系，针对不同用户群体开展定制化培训，重点讲解模型决策的基本原理、使用方法、结果解读及局限性，提升用户的数字素养与技术应用能力，避免盲目依赖模型决策；同时，通过建立示范基地、开展试点应用、总结典型案例等方式，发挥示范引领作用，推动技术在更大范围推广应用。六是建立持续更新与迭代机制。结合品种更替、气候变化、生产技术进步等实际情况，定期收集新的试验数据与生产数据，对模型参数、知识规则库进行更新优化；跟踪前沿技术发展，及时吸纳大数据、人工智能等新技术成果，推动模型与系统的迭代升级，保障技术的时效性与先进性。七是推动协同创新与经验共享。鼓励建立跨区域、跨学科、跨主体的协作网络，整合农业科研院所、高校、企业、推广部门等多方资源，共享模型算法、数据资源、技术成果及最佳实践案例，开展联合攻关，解决技术应用中的共性问题，共同推动技术迭代升级与广泛应用，构建产学研用深度融合的技术创新体系。八是强化效益评估与反馈优化。建立多维度技术应用效益评估体系，从经济效益（如增产、节本、增效）、社会效益（如保障粮食安全、提升农业现代化水平、促进农民增收）、生态效益（如节约资源、减少污染、提升农业可持续性）等方面开展全面评估；基于评估结果与用户反馈，及时优化模型、系统及服务

模式，形成“研发-应用-评估-优化”的良性循环，持续提升技术应用价值。为充分发挥本指南的指导作用，推动农作物生长模型与智能决策技术在生产实践中落地见效，应遵循以下应用流程与实施建议：

一是明确应用场景与核心目标。结合实际需求，精准定位应用场景，如区域尺度粮食产量预测、田块尺度精准水肥管理、农场尺度生产计划优化、政府部门农业灾害防控决策支持等；基于应用场景明确核心目标，为技术选型、模型选择及数据准备提供方向指引。二是科学选择模型与准备数据。根据应用场景与核心目标，选择经过验证的、适配性强的农作物生长模型，如水稻种植区可选用经过本地化验证的ORYZA2000模型，玉米、小麦种植区可选用DSSAT-CERES系列模型等；同步开展数据准备工作，按照数据规范要求，收集整理环境、作物、土壤、管理等相关数据，确保数据质量满足模型运行与决策分析需求。三是强化模型本地化率定与验证。模型本地化应用是提升模拟精度与决策效果的关键环节，需利用当地多年、多点的田间试验数据、生产调查数据，对模型的关键品种参数、土壤参数等进行系统校准与验证，确保模型能够精准反映当地作物生长规律与生产实际，模拟精度达到应用要求。四是优化系统部署与产品设计。构建或部署智能决策支持系统时，应充分考虑不同用户群体（如种植户、农技人员、农场管理者、政府工作人员）的需求差异与使用习惯，采用“技术封装、产品简化”的设计思路，将复杂的模型运算与数据分析过程封装为简洁易懂的服务产品。例如，为种植户提供基于手机客户端的“播种期推荐”“追肥建议单”“灌溉提示”等轻量化服务；为农技部门提供基于WebGIS的“区域作物长势监测与产量预报图”“灾害风险预警看板”等专业化服务；为农场管理者提供基于PC端的“全年生产方案模拟与优化报告”“资源利用效率评估报告”等决策支撑服务。五是加强技术培训与推广应用。建立多层次技术培训体系，针对不同用户群体开展精准培训，重点讲解模型决策的基本原理、使用方法、结果解读及局限性，提升用户的数字素养与技术应用能力，避免盲目依赖模型决策；同时，通过建立示范基地、开展试点应用、总结典型案例等方式，发挥示范引领作用，推动技术广泛推广。六是建立持续更新与迭代机制。结合品种更替、气候变化、生产技术进步等实际情况，定期收集新的试验数据与生产数据，对模型参数、知识规则库进行更新优化；跟踪前沿技术发展，及时吸纳大数据、人工智能等新技术成果，推动模型与系统的迭代升级，保障技术的时效性与先进性。七是推动协同创新与经验共享。鼓励建立跨区域、跨学科的协作网络，整合农业科研院所、高校、企业、推广部门等多方资源，共享模型算法、数据资源、技术成果及最佳实践案例，开展联合攻关，解决技术应用中的共性问题，共同推动技术迭代升级与广泛应用。八是强化效益评估与反馈优化。建立技术应用效益评估体系，从经济效益（如增产、节本）、社会效益（如保障粮食安全、提升农业现代化水平）、生态效益（如节约资源、减少污染）等多维度开展评估；基于评估结果与用户反馈，及时优化模型、系统及服务模式，形成“研发-应用-评估-优化”的良性循环。

10 风险提示与注意事项

在应用农作物生长模型与智能决策技术过程中，需充分认识其固有的不确定性与局限性，强化风险防控意识，保障技术科学合理应用，更好服务农业高质量发展：一是明确模型的适用边界。模型是对现实农业生产系统的简化抽象，其模拟精度与可靠性受限于对作物生理生态过程的认知深度、数学表达的准确性及输入数据的质量。同时，气象预测的不确定性、土壤空间异质性、突发性生物灾害（如病虫害爆发）与非生物逆境（如极端天气）等因素，均可能导致模型模拟结果与实际情况存在偏差。因此，智能决策推荐仅作为辅助决策工具，不能替代人工判断，最终管理决策需结合农户实践经验、田间实地勘察情况及实时环境变化综合确定。二是严守数据安全底线。农业数据涉及生产隐私、资源分布、国家粮食安全相关等敏感信息，数据采集、存储、共享、应用全过程需严格遵守《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规，建立健全数据安全管理制度，落实数据加密、访问控制、安全审计等技术措施，防范数据泄露、篡改、滥用等风险，保障数据安全与合规使用。三是重视配套条件建设。技术的成功应用依赖于“硬技术”与“软环境”的协同支撑。硬件方面，需完善物联网传感器、数据传输网络、计算存储设备等基础设施，构建覆盖全域的农业数据采集与传输体系；软件方面，需提升用户数字素养，加强技术推广服务队伍建设，建立完善的技术服务体系；政策方面，需健全相关扶持政策，激励农户、企业等主体积极应用新技术，营造良好的技术推广与创新环境。四是强化风险预判与应对。针对极端天气、品种适配性不足、管理措施执行偏差等可能导致的技术应用风险，需建立常态化风险预判与应对机制，提前制定应急预案；在推广应用过程中，坚持试点先行、逐步扩大应用范围的原则，及时发现并解决应用中的问题，保障技术应用的稳定性与安全性，切实发挥技术对农业发展的支撑作用。在应用农作物生长模型与智能决策技术过程中，需充分认识其固有的不确定性与局限性，规避应用风险，保障技术科学合理应用：一是明确模型的适用边界。模型是对现实农业生产系统的简化抽象，其模拟精度与可靠性受限于对作物生理生态过程的认知深度、数学表达的准确性及输入数据的质量。同时，气象预测的不确定性、土壤空间异质性、突发性生物灾害（如病虫害爆发）与非生物逆境（如极端天气）等因素，均可能导致模型模拟结果与实际情况存在偏差。因此，智能决策推荐仅作为辅助决策工具，不能替代人工判断，最终管理决策需结合农户实践经验、田间实地勘察情况及实时环境变化综合确定。二是严守数据安全底线。农业数据涉及生产隐私、资源分布等敏感信息，数据采集、存储、共享、应用全过程需严格遵守国家数据安全与个人信息保护相关法律法规，建立健全数据安全管理制度，落实数据加密、访问控制、安全审计等技术措施，防范数据泄露、篡改、滥用等风险，保障数据安全与合规使用。三是重视配套条件建设。技术的成功应用依赖于“硬技术”与“软环境”的协同支撑。硬件方面，

需完善物联网传感器、数据传输网络、计算存储设备等基础设施；软件方面，需提升用户数字素养，加强技术推广服务队伍建设，建立完善的技术服务体系；政策方面，需健全相关扶持政策，激励农户、企业等主体积极应用新技术，营造良好的技术推广环境。四是强化风险防控意识。针对极端天气、品种适配性、管理措施执行偏差等可能导致的技术应用风险，需建立风险预判与应对机制，提前制定应急预案；在推广应用过程中，加强试点示范，逐步扩大应用范围，及时发现并解决应用中的问题，保障技术应用的稳定性与安全性。

11 附则

11.1 本规范自发布之日起试行，在试行过程中应根据国家新出台的法律法规、政策标准及实践反馈及时进行修订完善。

11.2 各研学旅行基地（营地）可依据本规范，结合自身实际情况，制定更为具体的实施细则。

11.3 本规范中所引用的国家、行业标准若经修订，其最新版本自动适用于本规范。