

ICS 07.040
CCS

TB

团 体 标 准

T/CSGPC XXX-2026

农田多要素数据遥感获取与处理技术规范

Technical specification for multi-factor farmland data acquisition and
processing of remote sensing

（征求意见稿）

（本稿完成时间： 2026 年 7 月 14 日）

20XX -XX-XX 发布

20XX -XX-XX 实施

中国测绘学会 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 缩略语	3
5 总体要求	4
5.1 农田多要素数据分类	4
5.2 基本原则	4
5.3 技术流程	4
6 技术设计	5
6.1 任务与成果设计	5
6.2 数据与验证设计	5
6.3 质量控制与技术设计书	6
7 数据获取	6
7.1 一般要求	6
7.2 卫星遥感数据获取	7
7.3 航空遥感数据获取	8
7.4 地面参考数据获取	9
7.5 辅助数据获取	10
7.6 数据获取记录	11
8 数据处理	11
8.1 一般要求	11
8.2 数据预处理与匹配	12
8.3 农田基础设施数据处理	14
8.4 作物生长数据处理	15
8.5 土壤理化数据处理	16
8.6 农田环境数据处理	17
8.7 数据后处理与过程记录	17
9 质量要求与检查	18
9.1 一般要求	18
9.2 基础数据质量与检查	19
9.3 农田基础设施数据质量与检查	19
9.4 作物生长数据质量与检查	20
9.5 土壤理化数据质量与检查	21
9.6 农田环境数据质量与检查	21
9.7 数据成果一致性检查	22
9.8 质量评价报告	22
10 成果交付	23
10.1 成果组成	23
10.2 农田基础设施数据成果	23
10.3 作物生长数据成果	23

10.4 土壤理化数据成果 24

10.5 农田环境数据成果 24

10.6 成果配套文件 25

10.7 成果组织与交付 25

11 证实方法 27

11.1 一般要求 27

11.2 证实方法 27

11.3 证实结果与记录 28

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。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件主要起草单位：青岛中科蓝迪信息科技有限公司、中国石油大学（华东）、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、武汉大学、中国科学院空天创新信息研究院、中国标准化研究院。

本文件主要起草人：何亚文、李召良、丁浩楠、余强毅、万利、贺威、朱小华、李文娟、姚芳怡、唐晗璐、邓锦绣、马翔宇。

引 言

农田多要素数据是高标准农田建设监测、耕地质量评价、农情监测和农业生产管理的重要基础，在耕地资源保护、农业生产能力评估、农田水肥管理和农业绿色发展中具有重要作用。卫星遥感、航空遥感、地面调查和传感器观测等技术已广泛应用于农田基础设施识别、作物生长监测、土壤理化属性反演和农田环境分析。受数据来源、观测尺度、处理方法和应用目标差异影响，不同项目在数据获取、数据预处理、多源数据匹配、模型构建、质量评价和成果交付等方面仍存在技术要求不统一、处理过程记录不完整、成果形式不一致等问题，影响农田多要素数据成果的一致性、可比性和可复现性。

本文件编制目的是为了规范农田多要素数据遥感获取与处理技术流程，提高数据成果的一致性、准确性和可比性，推动农田多要素遥感获取与处理方法在高标准农田建设监测、耕地质量评价、农情调查、农业资源监测、农业生产管理、农田水肥管理、农业灾害监测和农业信息化平台建设等工作中的应用。通过本文件，将实现对农田多要素数据遥感获取、地面验证、多源数据处理、质量控制和成果表达等流程的统一，对数据成果质量评价方法的统一，为业务部门、科研院所、公司企业等利用遥感技术获取和处理农田多要素数据提供规范化的技术支撑。

农田多要素数据遥感获取与处理技术规范

1 范围

本文件规定了农田多要素数据遥感获取与处理的总体要求、技术设计、数据获取、数据处理、质量要求与检查、成果交付，描述了对应的证实方法。

本文件适用于高标准农田建设监测、耕地质量评价、农情监测、农业资源调查和农业生产管理等应用中农田多要素遥感数据成果的生产与质量控制。

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。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/T 14950 摄影测量与遥感术语

GB/T 18314 全球定位系统测量规范

GB/T 30600 高标准农田建设通则

GB/T 33130 高标准农田建设评价规范

GB/T 36296 遥感参数遥感产品验证通用要求

GB/T 39636 遥感产品数据格式

DZ/T 0203 航空遥感摄影技术规程

NY/T 3530 农业遥感监测获取技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

农田多要素数据 multi-factor data of farmland

表征农田生产条件、生产过程和环境状态的多类型数据集合，包括农田基础设施数据、作物生长数据、土壤理化数据和农田环境数据。

3.2

农田基础设施数据 farmland infrastructure data

表征田块边界、灌溉与排水设施、田间道路、防护林、泵站、闸门和渠系节点等农田基础设施空间位置、形态和属性的数据。

3.3

作物生长数据 crop growth data

表征作物类型、种植结构、覆盖度、长势、物候和生物物理参数等作物生长状况的数据。

3.4

土壤理化数据 soil physicochemical data

表征土壤水分、有机质、养分、盐分及其他土壤理化属性的数据。

3.5

农田环境数据 farmland environmental data

表征农田地表温度、蒸散发、气温、降水、湿度、风速、水分供需和农业气象环境状况的数据。

3.6

地面参考数据 ground reference data

通过地面调查、样点采集、实验室分析、定位测量或传感器观测获得，用于遥感数据校准、模型训练、结果验证和成果核查的数据。

3.7

多源数据匹配 multi-source data matching

在统一空间参考、时间基准和数据语义的条件下，对不同来源、不同尺度和不同类型的数据进行空间配准、时间对齐、尺度转换和属性关联的过程。

4 缩略语

DEM: 数字高程模型 (Digital Elevation Model)

GNSS: 全球导航卫星系统 (Global Navigation Satellite System)

MAE: 平均绝对误差 (Mean Absolute Error)

OA: 总体精度 (Overall Accuracy)

OBIA: 面向对象影像分析 (Object-Based Image Analysis)

PPK: 后处理动态差分定位 (Post Processed Kinematic)

R^2 : 决定系数 (Coefficient of Determination)

RMSE: 均方根误差 (Root Mean Square Error)

RTK: 实时动态差分定位 (Real-Time Kinematic)

SAR: 合成孔径雷达 (Synthetic Aperture Radar)

5 总体要求

5.1 农田多要素数据分类

农田多要素数据应划分为下列类别:

- a) 农田基础设施数据;
- b) 作物生长数据;
- c) 土壤理化数据;
- d) 农田环境数据。

5.2 基本原则

农田多要素数据遥感获取与处理应遵循下列原则:

- a) 适用性原则, 数据来源、技术方法和成果尺度应满足应用目标;
- b) 一致性原则, 多源数据应在空间、时间、尺度和语义方面保持一致;
- c) 可验证原则, 数据成果应采用独立地面参考数据或其他可靠资料进行验证;
- d) 可追溯原则, 数据来源、处理步骤、关键参数和质量结果应完整记录;
- e) 可重复原则, 处理流程和模型参数应能够支持结果复现;
- f) 安全合规原则, 数据获取、处理和交付应符合数据安全和信息保护要求。

5.3 技术流程

农田多要素数据遥感获取与处理应包括下列环节:

- a) 明确任务目标和数据成果要求;
- b) 编制技术设计书;
- c) 获取卫星遥感、航空遥感、地面参考和辅助数据;
- d) 开展数据预处理和质量检查;
- e) 进行多源数据空间、时间、尺度和属性匹配;
- f) 开展农田基础设施提取、作物生长监测、土壤理化反演和农田环境分析;
- g) 进行结果验证和质量评价;
- h) 形成农田多要素数据成果;

- i) 编制元数据、技术报告和质量评价报告；
- j) 开展成果检查和交付。

6 技术设计

6.1 任务与成果设计

开展农田多要素数据遥感获取与处理前，应根据应用需求开展任务与成果设计，并应明确下列内容：

- a) 应用目的和业务需求；
- b) 监测区域和空间范围；
- c) 监测对象和数据要素；
- d) 成果类型和表达形式；
- e) 监测时间、数据时效性和更新频次；
- f) 空间分辨率、时间分辨率和成果精度要求；
- g) 每项监测要素对应的数据成果；
- h) 数据成果的处理方法、质量指标和交付形式；
- i) 成果文件格式、命名和交付要求；
- j) 地面参考数据和验证资料需求。

6.2 数据与验证设计

数据与验证设计应根据监测对象、空间尺度、时间要求和成果质量要求确定，并应符合下列要求：

- a) 农田基础设施数据宜采用高空间分辨率卫星影像、航空影像、地面核查数据和工程资料；
- b) 作物类型、种植结构、长势和物候数据宜采用多时相光学遥感、SAR、高光谱、航空遥感和作物地面调查数据；
- c) 土壤水分、有机质、养分、盐分和其他土壤属性数据宜采用光学、高光谱、热红外、SAR、地面土壤样点以及地形和环境数据；
- d) 地表温度、蒸散发、气象要素、水分平衡和灌溉需求数据宜采用热红外、光学、地面观测、气象数据或再分析数据；
- e) 采用多源数据时，应明确各数据源的用途、时间和空间尺度及其相互关系；

- f) 应明确地面参考数据用于模型训练、模型校准、独立验证或成果核查的具体用途；
- g) 样点或样方应覆盖主要地物类型、作物类型、土壤类型、地形条件和管理方式，并具有空间代表性；
- h) 空间差异较大的区域应适当增加样点密度；
- i) 训练样本和独立验证样本应相互独立；
- j) 地面参考数据采集时间应与遥感数据获取时间相匹配；
- k) 样点位置、采集时间、采集方法、测试方法和数据质量应完整记录；
- l) 地面参考数据数量和属性范围应满足模型构建和成果质量评价要求。

6.3 质量控制与技术设计书

质量指标、评价方法和验收阈值应在数据处理前确定，技术设计应形成技术设计书，技术设计书至少应包括下列内容：

- a) 项目概况和任务目标；
- b) 监测区域和基础条件；
- c) 监测要素、成果类型和表达形式；
- d) 数据源及其时间和空间尺度；
- e) 地面参考数据获取和样本划分方案；
- f) 数据获取方法和质量要求；
- g) 数据预处理与多源数据匹配方法；
- h) 数据处理、模型构建和验证方法；
- i) 原始数据、预处理数据和数据成果的质量指标；
- j) 多源数据匹配误差和样本质量要求；
- k) 异常数据识别与处理方法；
- l) 质量检查节点和责任人员；
- m) 成果组织、命名和交付要求；
- n) 成果验收方法和验收阈值；
- o) 进度计划和人员分工。

7 数据获取

7.1 一般要求

数据获取应根据技术设计，按照数据来源分别组织卫星遥感数据、航空遥感数据、地面参考数据和辅助数据。各类数据应根据6.2确定的组合关系，用于农田基础设施、作物生长、土壤理化和农田环境数据的处理与成果形成。数据获取还应符合下列要求：

- a) 数据覆盖范围应满足任务区域要求；
- b) 数据获取时间应满足监测周期和关键农时要求；
- c) 数据应具有明确的数据来源、获取时间、空间范围和处理级别；
- d) 数据应附带完整元数据；
- e) 多源数据应具备空间和时间匹配条件；
- f) 数据获取过程中发现缺失、异常或质量不合格时，应进行补充获取或说明；
- g) 原始数据不得因格式转换、压缩或编辑造成有效信息丢失。

7.2 卫星遥感数据获取

7.2.1 数据类型

卫星遥感数据可包括下列类型：

- a) 可见光和近红外多光谱数据；
- b) 高光谱数据；
- c) 热红外数据；
- d) SAR数据；
- e) 其他满足任务要求的卫星遥感数据。

7.2.2 空间分辨率和时间分辨率要求

卫星遥感数据的空间和时间要求应符合下列规定：

- a) 空间分辨率应满足目标对象识别或参数反演要求；
- b) 农田基础设施和地块边界提取宜采用空间分辨率优于1m的数据；
- c) 作物和土壤区域监测宜根据地块尺度选择相应空间分辨率的数据；
- d) 作物生长关键时期应提高数据获取频次；
- e) 多时相数据应覆盖目标作物的主要生育阶段；
- f) 作物长势、土壤水分等变化较快要素的遥感数据与地面参考数据获取时间差宜不大于3天，农田基础设施、土壤有机质等变化相对缓慢要素的时间差可根据任务要求确定。

7.2.3 影像质量

卫星遥感影像应符合下列要求：

- a) 有效覆盖范围满足任务要求;
- b) 无严重条带、缺行、异常噪声和辐射失真;
- c) 云、云影、雪、积水和其他干扰区域应识别并标记;
- d) 光学影像的有效像元比例应满足目标成果形成要求;
- e) SAR数据应记录极化方式、入射角和轨道方向等参数;
- f) 高光谱数据应记录波段范围、光谱分辨率和无效波段信息;
- g) 影像质量不满足要求时, 应补充其他时相或其他数据源。

7.2.4 元数据

卫星数据元数据至少应包括:

- a) 卫星和传感器名称;
- b) 获取日期和时间;
- c) 轨道和观测方式;
- d) 空间分辨率和波段信息;
- e) 坐标参考系统;
- f) 数据处理级别;
- g) 云量或有效覆盖情况;
- h) 数据生产和分发单位。

7.3 航空遥感数据获取

7.3.1 平台与传感器

航空遥感平台和传感器应根据任务范围和成果精度选择, 并应符合下列要求:

- a) 平台应具备稳定飞行、航线控制和数据记录能力;
- b) 传感器可包括可见光、多光谱、高光谱、热红外和激光雷达传感器;
- c) 传感器应完成检定、标定或校准;
- d) 平台应具备满足任务要求的定位和定姿能力;
- e) 采用RTK或PPK定位时, 应保存定位解算资料;
- f) 设备状态和参数设置应在作业前检查。

7.3.2 航线设计

航线设计应符合下列要求:

- a) 航线应覆盖全部任务区域, 并设置必要的外扩范围;

b) 飞行高度应根据目标地面分辨率确定；

c) 航向重叠度和旁向重叠度应根据传感器类型、地表覆盖状况、影像匹配条件和成果精度要求确定，并应在技术设计书中明确；

d) 重叠度应满足影像匹配、空中三角测量和正射影像制作要求；

e) 地形起伏较大或作物高度变化明显时，应适当提高重叠度；

f) 应根据光照条件、风速和地形条件确定飞行时间；

g) 应合理布设像控点或检查点。

7.3.3 航空作业

航空作业应符合下列要求：

a) 应避免在强风、降雨、浓雾和低能见度条件下作业；

b) 光学和高光谱数据获取期间，光照条件应保持相对稳定；

c) 应记录飞行日期、时间、航线、飞行高度、速度、重叠度和设备状态；

d) 应现场检查影像清晰度、曝光、覆盖范围和数据完整性；

e) 发现漏拍、模糊、严重曝光异常或定位异常时，应及时补飞；

f) 原始影像、飞行记录和定位数据应完整保存。

7.4 地面参考数据获取

7.4.1 一般要求

地面参考数据获取应符合下列要求：

a) 应按照技术设计书确定的样点、样方或调查路线实施；

b) 应采用统一的调查、采样、测试和记录方法；

c) 应记录样点唯一编号、坐标、时间、环境条件和调查人员；

d) 样点定位应采用GNSS设备，定位精度应满足样点与遥感数据匹配要求；

e) 地面参考数据应进行完整性、合理性和异常值检查；

f) 用于独立验证的样本不应参与模型训练和参数优化。

7.4.2 农田基础设施调查

农田基础设施调查应重点核查泵站、闸门、渠系节点和重要排水设施，农田基础设施调查应包括下列内容：

a) 设施类型和名称；

b) 空间位置和范围；

- c) 几何形态和连通关系;
- d) 使用状态和主要属性;
- e) 现场照片或影像;
- f) 与设计资料、竣工资料或管理资料的对应关系。

7.4.3 作物地面调查

作物地面调查应符合下列要求:

- a) 应采用样点、样方或样线方式;
- b) 应记录作物类型、品种、生育阶段、株高、覆盖度和长势状况;
- c) 样点应覆盖主要作物类型和典型生长状况;
- d) 调查时间与遥感数据获取时间差宜不大于3天;
- e) 应根据成果类型区分训练样本和验证样本;
- f) 现场照片应与样点编号关联。

7.4.4 土壤样点采集

土壤样点采集应符合下列要求:

- a) 应根据土壤类型、地形、灌溉条件、种植制度和空间异质性布设样点;
- b) 同一监测区域内同类样点采样深度应保持一致;
- c) 耕层土壤采样深度宜为0cm~20cm;
- d) 应记录采样时间、采样深度、土壤表面状况、前期降水、灌溉和耕作情况;
- e) 土壤测试应采用统一的实验室分析方法;
- f) 应设置必要的平行样、重复样或质量控制样;
- g) 样点数据应包括测试值、单位、测试方法和质量控制信息。

7.4.5 地面气象和环境观测数据

气象和环境数据获取应符合下列要求:

- a) 应明确数据来源和观测设备;
- b) 应记录气温、降水、空气湿度、风速、辐射和其他任务所需指标;
- c) 自动监测数据的采样间隔宜不大于1小时;
- d) 应检查数据缺失、时间重复、异常突变和传感器漂移;
- e) 不同来源数据的时间基准和计量单位应统一。

7.5 辅助数据获取

辅助数据应具有明确来源、时间、比例尺或空间分辨率，并应评估其与任务区域和目标时间的适用性，辅助数据可包括下列内容：

- a) 行政区划和基础地理信息数据；
- b) 农田地块和土地利用数据；
- c) DEM及地形数据；
- d) 土壤类型和土壤调查数据；
- e) 作物种植和农业统计资料；
- f) 高标准农田设计、施工和竣工资料；
- g) 灌溉、排水和农田管理资料；
- h) 区域气象产品或再分析数据；
- i) 历史遥感和历史监测数据。

7.6 数据获取记录

数据获取完成后，应形成数据获取记录，至少包括：

- a) 数据名称和编号；
- b) 数据来源和获取方式；
- c) 获取日期和时间；
- d) 空间范围和坐标参考系统；
- e) 数据质量状况；
- f) 缺失、异常和补充获取情况；
- g) 数据保管位置和责任人员。

8 数据处理

8.1 一般要求

获取的数据应先进行遥感数据预处理和多源数据匹配，再按照农田基础设施、作物生长、土壤理化和农田环境四类数据开展专题处理。数据处理应符合下列要求：

- a) 按照技术设计书确定的流程实施；
- b) 处理软件、算法、版本和关键参数应记录；
- c) 原始数据和处理数据应分别保存；
- d) 处理过程应具有可重复性；

- e) 不同来源数据应统一空间参考、时间基准、数据格式和属性定义;
- f) 自动处理结果应进行人工或独立数据核查;

8.2 数据预处理与匹配

8.2.1 光学遥感数据

光学遥感数据预处理宜包括:

- a) 辐射定标;
- b) 大气校正;
- c) 几何校正或正射校正;
- d) 云、云影、雪和异常像元识别;
- e) 影像拼接、裁剪和重采样;
- f) 多时相影像辐射一致性处理。

8.2.2 SAR数据

SAR数据预处理宜包括:

- a) 轨道校正;
- b) 辐射定标;
- c) 斑点噪声处理;
- d) 地形校正;
- e) 几何配准;
- f) 后向散射系数或其他特征计算;
- g) 入射角归一化。

8.2.3 高光谱数据

高光谱数据预处理宜包括:

- a) 辐射定标和大气校正;
- b) 几何校正;
- c) 无效波段和低信噪比波段识别;
- d) 水汽吸收波段和异常波段处理;
- e) 条带噪声、随机噪声和坏像元处理;
- f) 光谱平滑、变换或标准化;
- g) 光谱与地面样点匹配。

8.2.4 航空遥感数据

航空遥感数据预处理宜包括：

- a) 影像质量筛选；
- b) 相机或传感器校正；
- c) 空中三角测量；
- d) 影像拼接；
- e) 正射校正；
- f) 辐射一致性处理；
- g) 点云生成；
- h) 像控点和检查点精度评价。

8.2.5 空间匹配

空间匹配应符合下列要求：

- a) 所有数据应统一至同一坐标参考系统；
- b) 空间配准误差应满足目标数据成果的空间精度要求；
- c) 用于叠加分析或数据融合的栅格数据，应统一或建立明确的像元大小、像元起始位置和空间范围对应关系；
- d) 矢量与栅格数据应按照地块、对象或像元建立对应关系；
- e) 不同尺度数据应采用适宜的重采样、聚合或尺度转换方法；
- f) 匹配过程中不应产生明显的几何偏移和边界错位。

8.2.6 时间匹配

时间匹配应符合下列要求：

- a) 多源数据应采用统一的日期和时间格式；
- b) 作物长势、土壤水分等变化较快要素应优先采用同步数据，不能同步获取时，遥感数据与地面参考数据的时间差宜不大于3 d；
- c) 土壤有机质、基础设施等变化相对缓慢的要素，时间差可根据任务需求确定；
- d) 多时相数据应建立连续且可追溯的时间序列；
- e) 时间差超出技术要求时，应说明原因并评估其影响。

8.2.7 样点与像元匹配

样点与像元匹配应符合下列要求：

a) 应核查样点坐标和遥感影像空间位置；

b) 应综合考虑样点定位精度、遥感数据空间分辨率、地面采样代表范围和地表均一性，采用样点所在像元值、样点邻域像元统计值或样点所在地块统计值进行匹配；

c) 样点邻域存在道路、建筑、水体、植被覆盖或其他混合地物时，应进行筛选或剔除；

d) 匹配区域应与实际采样或调查范围一致；

e) 应记录匹配方式、窗口大小、筛选规则 and 有效样本数量；

f) 训练样本和验证样本应分别建立匹配数据集。

8.2.8 语义和属性匹配

语义和属性匹配应符合下列要求：

a) 农田要素名称、类别和编码应统一；

b) 同类属性字段的定义、数据类型和计量单位应一致；

c) 不同数据来源的分类体系应建立对应关系；

d) 缺失值、异常值和无效值应采用统一编码；

e) 属性转换和分类映射规则应记录。

8.3 农田基础设施数据处理

8.3.1 数据提取

农田基础设施数据提取应符合下列要求：

a) 应根据目标对象的形态、纹理、光谱特征和空间关系，选择人工解译、面向对象影像分析（OBIA）、机器学习或深度学习等方法；

b) 田块边界、田间道路、渠系和防护林等要素应保持空间连续性；

c) 泵站、闸门和渠系节点等设施应建立点位和属性信息；

d) 线状设施应检查断裂、悬挂和重复线段；

e) 面状设施应检查缝隙、重叠和自相交；

f) 自动提取结果应采用人工核查、地面调查数据或工程资料进行修正。

8.3.2 属性处理

农田基础设施属性宜包括：

a) 唯一标识码；

b) 设施类型；

c) 名称或编号；

- d) 空间位置;
- e) 几何尺寸;
- f) 功能和等级;
- g) 使用状态;
- h) 数据来源;
- i) 获取或更新时间。

8.3.3 成果形成

农田基础设施数据成果应采用点、线、面矢量形式表达，并应完成空间位置、属性完整性和拓扑关系检查。

8.4 作物生长数据处理

8.4.1 时间序列构建与物候提取

作物时间序列构建与物候提取应符合下列要求：

- a) 应完成云、云影、异常值和无效观测处理;
- b) 应统一不同数据的时间基准，建立覆盖目标作物主要生育周期的时间序列;
- c) 可采用插值、平滑或重构方法补充缺失观测，并应记录所采用的方法和参数;
- d) 关键生育阶段应具有有效观测数据，不应将长时间缺测区域直接作为有效时序成果;
- e) 开展作物物候提取时，应明确物候阶段定义、提取指标和提取方法;
- f) 物候提取结果应采用地面调查记录、农业生产记录或其他可靠资料进行验证;
- g) 物候日期成果应明确时间基准、时间单位和不确定性;
- h) 缺少有效观测或不满足物候提取条件的区域应进行标记。

8.4.2 作物类型和种植结构提取

作物类型和种植结构提取应符合下列要求：

- a) 应明确分类体系和类别定义;
- b) 样本应覆盖主要作物类型和典型种植区域;
- c) 训练样本和验证样本应相互独立;
- d) 应说明使用的遥感特征、模型和参数;
- e) 分类结果应进行空间滤波、地块约束或合理性检查;
- f) 应形成混淆矩阵和分类精度评价结果。

8.4.3 作物长势和参数反演

作物长势、覆盖度和其他连续参数反演应符合下列要求：

- a) 应明确目标参数定义和地面测量方法；
- b) 应根据作物类型和生育阶段选择遥感特征；
- c) 模型训练应基于具有代表性的地面样本；
- d) 应采用独立样本验证模型；
- e) 应记录模型输入、参数、训练过程和适用范围；
- f) 应识别超出训练样本范围的区域；
- g) 应形成精度评价和不确定性说明。

8.5 土壤理化数据处理

8.5.1 样点质量控制

土壤样点数据处理应符合下列要求：

- a) 应检查坐标、采样时间、采样深度和分析方法；
- b) 应统一计量单位和数据格式；
- c) 应识别缺失值、重复值和异常值；
- d) 异常值处理应具有明确依据并保留原始记录；
- e) 应检查样点空间分布和属性范围的代表性；
- f) 训练样本和验证样本应相互独立。

8.5.2 遥感特征处理

遥感特征处理可包括：

- a) 原始波段或后向散射特征；
- b) 光谱指数；
- c) 纹理特征；
- d) 光谱变换特征；
- e) 地形和环境特征；
- f) 多时相变化特征。

8.5.3 模型构建

土壤理化参数反演模型构建应符合下列要求：

- a) 应根据样本数量、变量特征和目标参数选择适宜的统计、机器学习、深度学习或物理模型；

- b) 应说明训练集、验证集和测试集的划分方式;
- c) 应避免训练样本与验证样本在空间或时间上的信息泄漏;
- d) 应记录模型参数、训练过程和随机种子等复现信息;
- e) 应评估模型在不同土壤类型、地表状况和空间区域的适用性;
- f) 模型外推区域应进行标记或限制;
- g) 采用辅助变量时, 应说明其来源、时间和空间尺度。

8.5.4 区域反演

区域反演应符合下列要求:

- a) 输入数据应完成质量检查和空间匹配;
- b) 反演区域应处于模型适用范围内;
- c) 缺失、异常和非农田区域应进行掩膜;
- d) 反演结果应进行范围检查和空间合理性检查;
- e) 不宜采用无依据的平滑处理改变原始空间分布;
- f) 应形成相应的不确定性或质量标识数据。

8.6 农田环境数据处理

农田环境数据处理可包括地表温度、蒸散发、土壤温度、气温、降水、水分平衡、灌溉需求和农业气象灾害相关指标, 并应符合下列要求:

- a) 应明确数据来源于遥感反演、地面观测、气象数据或再分析数据;
- b) 不同来源数据应统一坐标参考系统、时间基准和计量单位;
- c) 遥感反演结果应采用地面观测数据或其他可靠参考数据进行验证;
- d) 采用空间插值时, 应说明插值方法、输入样点、关键参数和适用条件;
- e) 时间序列数据应进行缺失值、异常值和突变检查;
- f) 派生指标应说明计算方法、输入数据和时间尺度;

g) 开展灌溉需求分析时, 应综合采用降水、蒸散发、土壤水分和作物生长数据, 并说明分析时段、适用条件和不确定性;

- h) 数据成果应明确空间分辨率、时间分辨率和有效范围。

8.7 数据后处理与过程记录

8.7.1 数据后处理

数据后处理应符合下列要求:

- a) 应对分类和反演结果进行完整性检查；
- b) 应识别并处理异常斑块、孤立像元和边界错位；
- c) 连续变量数据可根据应用需求进行空间平滑，但应记录方法和参数；
- d) 应统一数据范围、分辨率、坐标系统和无效值编码；
- e) 应完成农田范围掩膜和任务区域裁剪；
- f) 应建立数据成果属性表；
- g) 应生成质量标识或不确定性数据；
- h) 应检查不同数据成果之间的空间、时间和属性对应关系。

8.7.2 处理过程记录

处理过程记录至少应包括：

- a) 输入数据名称和版本；
- b) 处理软件和版本；
- c) 处理步骤和流程；
- d) 关键参数；
- e) 样本划分和模型参数；
- f) 异常数据处理情况；
- g) 最终成果的名称及存储位置；
- h) 处理人员和处理时间。

9 质量要求与检查

9.1 一般要求

农田多要素数据质量检查应包括基础数据质量检查和专题数据成果质量检查。基础数据质量检查应覆盖原始数据和预处理数据，专题数据成果质量检查应按照农田基础设施、作物生长、土壤理化和农田环境数据类别开展，并应符合下列要求：

- a) 质量检查与评价应覆盖原始数据、预处理数据和专题数据成果；
- b) 具备定量评价条件时，应优先采用定量评价方法；
- c) 专题数据成果应采用独立验证样本或其他可靠参考资料进行评价；
- d) 质量指标、评价方法和验收阈值应在技术设计阶段确定；
- e) 不同类型数据成果应采用与其数据特征相适应的质量指标；

- f) 质量检查过程、验证样本、计算方法和评价结果应完整记录并可追溯;
- g) 不符合质量要求的数据应进行补充获取、重新处理、修正或作出说明。

9.2 基础数据质量与检查

9.2.1 原始数据

原始数据应从下列方面进行质量检查:

- a) 数据覆盖范围和完整性;
- b) 数据获取时间和时效性;
- c) 空间分辨率和时间分辨率;
- d) 遥感数据的辐射、光谱和几何质量;
- e) 云、云影、积雪、积水、噪声和异常像元情况;
- f) 地面参考数据的样点数量、空间分布、属性范围和时间匹配情况;
- g) 辅助数据的来源、时效性、比例尺或空间分辨率;
- h) 元数据完整性;
- i) 数据来源、处理级别和版本。

9.2.2 预处理数据

预处理数据应从下列方面进行质量检查:

- a) 几何校正、正射校正和空间配准精度;
- b) 正射影像的错位、重影、接边异常和局部变形情况;
- c) 辐射定标和大气校正结果的合理性;
- d) 云、云影、积雪、无效波段和异常像元识别结果;
- e) SAR数据的辐射定标、斑点噪声处理和地形校正结果;
- f) 高光谱数据的低信噪比波段、水汽吸收波段和异常波段处理情况;
- g) 重采样、聚合和尺度转换造成的空间信息变化;
- h) 处理步骤、软件、算法和关键参数记录情况。

9.3 农田基础设施数据质量与检查

农田基础设施数据应对下列内容进行检查:

- a) 空间位置准确性;
- b) 要素提取完整性;
- c) 要素分类正确性;

- d) 属性完整性和正确性;
- e) 几何形态合理性;
- f) 点、线、面要素拓扑关系正确性;
- g) 道路、渠系和防护林等线状设施的空间连续性;
- h) 泵站、闸门和渠系节点等关键设施的位置和属性正确性;
- i) 灌溉与排水设施连通关系合理性;
- j) 数据现势性。

9.4 作物生长数据质量与检查

9.4.1 分类数据

作物类型和种植结构分类数据应采用独立验证样本形成混淆矩阵,并宜采用下列指标进行评价:

- a) OA;
- b) 用户精度;
- c) 生产者精度;
- d) F1值;
- e) Kappa系数;
- f) 各类别验证样本数量及空间分布。

9.4.2 连续参数数据

作物长势、覆盖度和其他连续参数数据宜采用 R^2 、RMSE、MAE、系统偏差、相对误差和不确定性范围等指标进行评价。

评价结果应同时说明验证样本数量、样本参数范围、样本空间分布和成果适用范围。

9.4.3 时序和物候数据

作物时序和物候数据应检查下列内容:

- a) 时间序列完整率;
- b) 有效观测比例;
- c) 关键生育阶段的数据覆盖情况;
- d) 物候阶段或物候日期提取误差;
- e) 缺失值处理方法和处理比例;
- f) 异常时间点数量和比例;

g) 时间序列重构方法和参数。

9.5 土壤理化数据质量与检查

9.5.1 质量评价指标

土壤理化数据成果应采用独立样本进行评价，并宜采用下列指标：

- a) 决定系数；
- b) 均方根误差；
- c) 平均绝对误差；
- d) 平均偏差；
- e) 相对误差；
- f) 相对分析误差；
- g) 不确定性范围。

9.5.2 样本与模型检查

具体精度要求应根据应用目标、空间尺度、样本条件、目标参数和任务要求确定，不宜对不同区域、不同数据源和不同土壤参数统一规定固定阈值。土壤理化数据质量检查应包括下列内容：

- a) 训练样本、验证样本和测试样本的数量及划分方式；
- b) 训练样本和独立验证样本的独立性；
- c) 样本空间分布和属性范围的代表性；
- d) 采样深度、测试方法和计量单位的一致性；
- e) 模型输入变量、参数和适用范围；
- f) 训练样本与验证样本之间是否存在空间、时间或辅助信息泄漏；
- g) 模型外推区域及超出训练样本范围的像元比例；
- h) 反演结果是否存在明显异常值或不合理空间分布；
- i) 不确定性或质量标识数据是否完整。

9.6 农田环境数据质量与检查

农田环境数据宜采用数据完整率、时间连续性、空间覆盖完整性、RMSE、MAE、系统偏差、时间匹配误差和异常值比例等指标进行评价，并应检查下列内容：

- a) 数据来源、数据版本和处理方法；
- b) 空间分辨率和时间分辨率；

- c) 遥感反演结果的验证情况;
- d) 空间插值方法、输入样点和关键参数;
- e) 再分析数据或区域气象数据的适用范围;
- f) 不同来源数据的时间基准和计量单位;
- g) 水分平衡、灌溉需求等派生指标的计算方法和输入数据。

9.7 数据成果一致性检查

存在叠加分析、联合统计或数据融合需求的数据成果，应根据应用要求满足下列一致性要求：

- a) 坐标参考系统一致;
- b) 空间范围和边界一致;
- c) 栅格数据的像元大小、像元起始位置和空间范围应统一，或建立明确的对应关系;
- d) 时间格式和时间基准一致;
- e) 属性字段定义、数据类型和计量单位一致;
- f) 要素分类体系和编码规则一致;
- g) 缺失值、异常值和无效值编码一致;
- h) 数据成果版本与元数据记录一致;
- i) 同类数据成果的命名和目录结构一致。

9.8 质量评价报告

质量评价报告应包括下列内容：

- a) 评价对象;
- b) 评价依据;
- c) 质量要求和验收阈值;
- d) 验证数据或参考资料来源;
- e) 验证样本数量、属性范围和空间分布;
- f) 评价方法和计算指标;
- g) 评价结果;
- h) 主要误差来源;
- i) 不确定性分析;
- j) 不合格数据及其处理情况;

- k) 复查结果;
- l) 数据成果适用范围和限制条件。

10 成果交付

10.1 成果组成

农田多要素数据成果应根据任务要求由下列内容组成:

- a) 原始数据;
- b) 预处理数据;
- c) 农田基础设施数据成果;
- d) 作物生长数据成果;
- e) 土壤理化数据成果;
- f) 农田环境数据成果;
- g) 地面参考数据;
- h) 元数据;
- i) 技术报告;
- j) 质量评价报告;
- k) 数据处理过程记录。

10.2 农田基础设施数据成果

农田基础设施数据成果宜采用点、线、面矢量格式,具有唯一标识、分类代码、数据来源和更新时间等基本属性,可包括下列内容:

- a) 田块边界数据;
- b) 灌溉与排水设施数据;
- c) 田间道路数据;
- d) 防护林数据;
- e) 泵站、闸门和渠系节点数据;
- f) 设施属性表;
- g) 数据质量检查结果。

10.3 作物生长数据成果

作物生长数据成果可包括下列内容，其中分类数据应附分类体系和类别编码，连续参数数据应附计量单位、数值范围和无效值定义：

- a) 作物类型数据；
- b) 种植结构数据；
- c) 作物覆盖度数据；
- d) 作物长势数据；
- e) 作物物候数据；
- f) 其他作物生物物理参数数据；
- g) 地块统计表；
- h) 分类或反演精度评价资料。

10.4 土壤理化数据成果

土壤理化数据成果可包括下列内容：

- a) 土壤样点数据表；
- b) 土壤水分空间分布数据；
- c) 土壤有机质空间分布数据；
- d) 土壤养分、盐分或其他土壤属性数据；
- e) 模型输入变量和参数说明；
- f) 模型验证结果；
- g) 不确定性或质量标识数据；
- h) 成果适用范围说明。

10.5 农田环境数据成果

农田环境数据成果可包括下列内容：

- a) 地表温度数据；
- b) 蒸散发数据；
- c) 土壤温度数据；
- d) 气象时间序列数据；
- e) 水分平衡数据；
- f) 灌溉需求分析数据；
- g) 农业气象灾害相关数据；

h) 质量评价和适用范围说明。

10.6 成果配套文件

10.6.1 元数据

每项数据成果应编制元数据，至少包括下列内容：

- a) 数据成果名称和编号；
- b) 数据类别和成果类型；
- c) 数据来源；
- d) 获取日期和生产日期；
- e) 空间范围和坐标参考系统；
- f) 空间分辨率和时间分辨率；
- g) 数据处理方法；
- h) 质量指标；
- i) 数据格式和无效值定义；
- j) 版本号；
- k) 生产单位和责任人员；
- l) 使用限制和适用范围。

10.6.2 技术报告和质量评价报告

质量评价报告应符合9.8的规定，技术报告至少应包括下列内容：

- a) 任务概况；
- b) 数据来源和获取情况；
- c) 数据处理流程；
- d) 模型、算法和关键参数；
- e) 成果内容；
- f) 质量控制措施；
- g) 主要问题和处理情况；
- h) 成果适用范围。

10.7 成果组织与交付

10.7.1 成果组织

成果宜按照下列类别组织：

- a) 原始数据;
- b) 预处理数据;
- c) 地面参考数据;
- d) 专题数据成果;
- e) 质量评价资料;
- f) 技术文档;
- g) 元数据。

10.7.2 数据格式

数据格式应符合下列要求:

- a) 栅格数据宜采用GeoTIFF、NetCDF或其他通用格式;
- b) 矢量数据宜采用GeoPackage、Shapefile或其他通用格式;
- c) 表格数据宜采用CSV或通用电子表格格式;
- d) 文档宜采用PDF或可编辑文档格式;
- e) 数据格式应支持长期保存和跨平台读取;
- f) 同类数据应采用统一格式。

10.7.3 数据命名

10.7.3.1 数据命名宜采用下列结构:

区域代码_要素类型_成果类型_数据源_获取日期_版本号

10.7.3.2 命名应符合下列要求:

- a) 名称简洁、明确且具有唯一性;
- b) 日期宜采用YYYYMMDD格式;
- c) 空间分辨率应标明数值和单位;
- d) 版本号应保持统一;
- e) 不宜使用空格和含义不明确的特殊字符。

10.7.4 成果检查与交付

成果交付前应检查下列内容:

- a) 成果种类、数量和范围是否符合任务要求;
- b) 数据文件是否能够正常打开、读取和使用;
- c) 数据格式、文件命名和目录结构是否符合规定;

- d) 坐标参考系统、空间范围和时间信息是否正确；
- e) 元数据是否完整并与数据成果一致；
- f) 技术报告、质量评价报告和处理过程记录是否齐全；
- g) 数据成果与技术设计规定的监测要素是否对应；
- h) 不同数据成果之间是否保持空间、时间、属性和版本一致；
- i) 无效文件、临时文件和重复文件是否清理；
- j) 交付介质、数据备份和成果交接记录是否完整。

11 证实方法

11.1 一般要求

本文件规定的技术要求应采用文件审查、记录核查、现场检查、测量、计算、独立样本验证、结果复现和成果抽查等一种或多种方式进行证实。

证实方法应与被证实条款的对象、技术活动和质量指标相适应，证实过程中取得的资料、记录、数据和评价结果应客观、完整并可追溯。

第9章规定的质量检查和评价结果，可作为证实相应质量要求得到满足的依据。

11.2 证实方法

本文件各章主要技术要求的证实方法应符合表1的规定。

表1 证实方法

对应条款	证实对象	主要证实方法	主要证实材料
第5章	总体要求	文件审查、内容核对	任务文件、数据成果清单、技术流程说明
第6章	技术设计	文件审查、内容核对	技术设计书、任务与成果设计资料、数据与验证设计资料、质量控制方案
第7章	数据获取	元数据核查、记录核查、现场检查、抽样检查	原始数据、元数据、飞行记录、采样记录、调查记录、现场照片和数据获取记录
第8章	数据处理	过程记录核查、参数核对、结果复现	处理日志、软件及版本、算法说明、关键参数、样本数据、模型文件
第9章	质量要求与检	测量、计算、独立样本	检查点、验证样本、混淆矩阵、精度指

	查	验证、资料比对、成果 抽查	标、误差分析、质量评价报告
第10章	成果交付	成果清单核查、数据读 取、格式检查、元数据 检查、抽样核查	成果文件、元数据、技术报告、质量评 价报告、处理记录和成果交接记录

- a) 采用文件审查时，应核查文件内容的完整性、规范性及其与任务要求的符合性；
- b) 采用记录核查时，应核查记录的真实性、连续性和可追溯性；
- c) 采用现场检查时，应对设备、样点、作业过程或实际成果进行核查，并可通过照片、视频或定位记录保留证据；
- d) 采用测量和计算时，应明确测量设备、计算方法、数据来源和计算结果；
- e) 采用独立样本验证时，应保证验证样本未参与模型训练、参数优化和特征选择；
- f) 采用结果复现时，应根据处理软件、算法、输入数据和关键参数重新执行主要处理步骤，并对复现结果与提交成果的一致性进行检查；
- g) 采用成果抽查时，应根据成果类型、空间范围和数据数量选取具有代表性的样本进行检查。

11.3 证实结果与记录

采用11.2规定的方法取得的证据表明相关要求得到满足时，应判定为符合；存在不符合项时，应记录不符合内容，采取补充获取、重新处理、成果修正或其他相应措施，并进行复查。

证实记录应包括下列内容：

- a) 证实对象；
- b) 证实依据；
- c) 证实方法；
- d) 使用的数据、样本或参考资料；
- e) 证实人员和时间；
- f) 证实结果；
- g) 存在的问题；
- h) 处理措施；
- i) 复查结果。

