

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—2025

低空农业数据运营平台技术

Low-altitude agricultural data operation platform technology

(征求意见稿)

2025 - XX - XX 发布

2025 - XX - XX 实施

中国商业企业管理协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 平台要求	1
5 数据采集	3
6 数据技术	4
7 功能要求	5
8 测试方法	8
9 维护设计	9

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。

本文件由金华浙农信息技术有限公司提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：金华浙农信息技术有限公司、金华市农业农村局、金华市金东区农业农村局（金华市金东区林业局）、武义县农业农村局、东阳市种植业技术推广中心（东阳市植保植检站）、中国农业大学、浙江大学、嘉兴大学、南京大学、杭州电子科技大学、北华航天工业学院、浙江经济职业技术学院、浙江省农科院、金华市农科院、金华职业技术大学、浙江交通职业技术学院、上海财经大学浙江学院。

本文件主要起草人：吴小勇、陈志伦、傅曙明、赵剑波、吴岳、金伟妮、谢奇珩、王芸、李雪草、刘飞、李杰义、慕号伟、张垚、文斌、徐志杰、田俊策、沈建生、陈长卿、黄赞、任杰华、石含宁、章跃洪、章正伟、罗平。

低空农业数据运营平台技术

1 范围

本文件界定了低空农业数据运营平台技术（以下简称“平台”）的术语和定义、平台要求、数据采集、数据技术、功能要求、测试方法及维护设计。

本文件适用于基于无人机影像的非涉密低空农业共享数据的采集、存储、分析及平台的规划、设计、开发、运营与维护。

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/T 17859 计算机信息系统 安全保护等级划分准则
- GB/T 20257.1—2017 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1：500 1：1000 1：2000地形图图式
- GB/T 25058 信息安全技术 网络安全等级保护实施指南
- GB/T 27919—2011 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范
- GB/T 28827.1 信息技术服务 运行维护 第1部分：通用要求
- GB/T 31916.1 信息技术 云数据存储和管理 第1部分：总则
- GB/T 35273—2020 信息安全技术 个人信息安全规范
- GB/T 35627—2017 室内多维位置信息标记语言
- GB/T 37025 信息安全技术 物联网数据传输安全技术要求
- GB/T 37973 信息安全技术 大数据安全管理指南
- GB/T 38058—2019 民用多旋翼无人机系统试验方法
- GB/T 38637.1 物联网感知控制设备接入第1部分：总体要求
- GB/T 38637.2 物联网感知控制设备接入第2部分：数据管理要求
- GB/T 42203 智能制造 工业数据 云端适配规范
- GB 50174 数据中心设计规范（附条文说明）
- NY/T 3501—2019 农业数据共享技术规范
- NY/T 3892—2021 农机作业远程监测管理平台数据交换技术规范
- 国务院〔2016〕51号《政务信息资源共享管理暂行办法》
- 农业部〔2017〕10号《农业部政务信息资源共享管理暂行办法》
- 国务院〔2015〕664号《地图管理条例》
- 《中华人民共和国数据安全法》2021版
- 《中华人民共和国网络安全法》2016版

3 术语和定义

NY/T 3501—2019和NY/T 3892—2021界定的术语和定义适用于本文件。

4 平台要求

4.1 平台逻辑框架

平台逻辑架构包括：

- a) 感知控制层：平台底层，负责接收并响应上层传送的控制指令，向上层传送感知数据；
- b) 网络层：负责异构网络的转换、组网、数据传送；
- c) 数据层：对应用层和感知控制层传送的数据进行预处理、存储等；

d) 应用层：平台上层，负责实现并部署平台各种应用。

4.2 平台性能要求

平台主要性能指标应符合但不限于表1的要求。

表1 平台性能指标

项目	性能指标	指标解释
系统数据及状态传输卡顿最大允许时间	≤2 s	感知控制设备向平台发送数据或响应平台下发指令的延时
页面响应时间	≤5 s	打开或刷新首页、功能切换到其他页面的响应时间
查询检索时间	<3 s (简单查询)	简单查询：对数据库单个表结构进行匹配查询
	<30 s (组合查询)	组合查询：对数据库多个表结构进行匹配查询
文件上传速率	≥500 KB/S	文件上传需应有进度条提示
数据分析时间	≤60 s (简单分析)	简单分析：针对单个功能模块进行数据分析
	≤300 s (复杂分析)	复杂分析：针对多个功能模块进行综合数据分析

4.3 平台基础设施要求

4.3.1 一般要求

平台基础配套设施应符合以下要求：

- e) 应配置存储设备，包括数据存储服务器、企业级硬盘等；
- f) 应配置网络接入设备，包括网络交换机等；
- g) 应配置网络安全设备，包括防火墙、入侵防御系统、网络审计系统、网络防毒系统等；
- h) 应配置数据管理及转发设备，包括流媒体服务器、WEB服务器、数据库服务器等；
- i) 应配置操作、显示设备，包括智能终端、个人计算机（PC）、可视化设备等；
- j) 机房环境应符合 GB 50174 的要求。

4.3.2 信息传输要求

基础网络设备信息传输应符合以下要求：

- a) 无线传感器网络频段应≤780 MHz ISM/SRD；
- b) 标量无线传输速率下行应≥76.8 Kbps，上行应≥76.8 Kbps；
- c) 标量有线传输速率应≥100 Kbps；
- d) 视频有线、无线传输速率应≥144.4 Mbps；
- e) 信息传输安全要求应符合 GB/T 37025 的要求；
- f) Wi-Fi 无线局域网频段宜采用 2.400 GHz~2.4835 GHz、5735 GHz~5835 GHz 等。

4.3.3 感知控制设备接入要求

感知控制设备接入应符合以下要求：

- a) 感知控制设备接入技术应符合 GB/T 38637.1 和 GB/T 38637.2 的要求；
- b) 有线模拟信号输入/输出接口宜采用 4 mA~20 mA、0 V~5 V、0 V~10 V 等；
- c) 有线数字信号输入/输出接口宜采用 UART、RS-485、RS-232、SDI-12、USB、I/O、SPI、I²C 等；
- d) 网卡接口宜采用 RJ45 插头；
- e) 无线接口应根据实际应用需求，宜采用与 4.3.2 中的一种或多种传感器网络无线通信频率要求匹配的无线接口；
- f) 光纤接口宜采 SC 接口、LC 接口等。

4.3.4 系统通信要求

系统通信应符合以下要求：

- a) 分布式数据接收与发送：系统应具有分布式数据传输要求的双向/单向接收与发送功能；

- b) 数据及状态采集与传输最大允许误码率：传感器及其他有线或/和无线部件或设备数据及状态采集输出最大允许误码率应符合标量（BER） $\leq 10E^{-6}$ 、视频（BER） $\leq 10E^{-8}$ ；系统数据及状态传输最大允许误码率应符合标量（BER） $\leq 10E^{-4}$ 、视频（BER） $\leq 10E^{-6}$ ；
- c) 数据及状态采集与传输最大允许丢包率：传感器及其他有线或/和无线部件或设备数据及状态采集输出最大允许丢包率应 $\leq 0.3\%$ ；系统数据及状态传输最大允许丢包率应 $\leq 0.5\%$ ；
- d) 物联网感知层网关通信安全应符合 GB/T 37024 的要求；
- e) 平台宜采用 RRpc API 接口，实现由服务端请求设备端并能够使设备端响应的功能，等待设备回复时间应 $\leq 8\text{ s}$ 。

5 数据采集

5.1 无人机

无人机应符合GB/T 38058—2019的要求。

5.2 飞行环境适用性

无人机飞行环境适用性应符合GB/T 38058—2019中6.8的要求。

5.3 影像采集

5.3.1 基本要求

影像采集应符合 GB/T 27919—2011 的要求。

5.3.2 飞行地图可视化看板

可视化看板应能实时显示无人机飞行轨迹、飞行状态、作业区域等信息，具备多维度数据展示和交互查询的功能。

5.3.3 飞行计划制定与执行追踪

平台应提供飞行计划制定工具，支持手动和自动规划飞行路径，实时追踪飞行执行情况，包括飞行高度、速度、位置等参数。

5.3.4 像控点管理

应具备支持像控点的采集、导入、导出和编辑的功能。

5.3.5 无人机机场采集

应支持无人机机场接入及自动化任务飞行，包括航线规划、断点续飞及多机场协同调度功能；同时应兼容kmlz等标准航线文件，并支持航点、高度、速度等参数解析。

5.4 云端上传

5.4.1 云端上传数据适配性应符合 GB/T 42203 的要求。

5.4.2 影像文件格式应包括但不限于 JPEG、TIFF、PNG、RAW（需标注具体型号兼容性）等，分辨率应不低于 1200 万像素。

5.4.3 元数据文件应采用 JSON 或 XML 格式，并与影像文件绑定上传。

5.4.4 影像压缩率应 $\leq 80\%$ （无损压缩优先），以满足后期 AI 分析需求。

5.4.5 每张影像应包含拍摄时间（UTC 时间戳）、地理坐标（WGS84 坐标系）、飞行高度等信息。

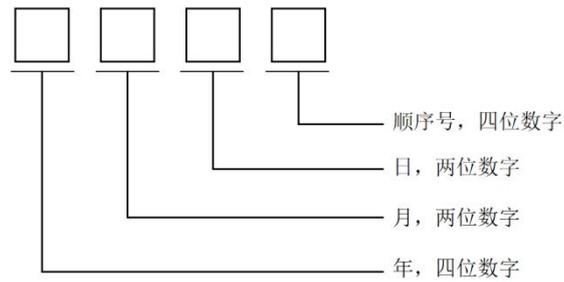
5.4.6 云端上传数据应关联飞行任务编号、飞行员信息及设备序列号。

5.4.7 应标注影像农田、林地、水域等采集场景。

5.4.8 应可选标注作物类型、生长阶段等农业相关标签。

5.5 编码规则

无人机数据采集编码宜参照以下方式进行编制：



6 数据技术

6.1 传输格式

传输格式应符合NY/T 3892—2021中5.1的要求。

6.2 传输模式

传输模式应符合NY/T 3892—2021中5.2的要求。

6.3 传输加密

传输加密应符合NY/T 3892—2021中5.3的要求。

6.4 数据共享

6.4.1 数据共享应符合NY/T 3501—2019中第7章的要求。

6.4.2 数据共享目录的编制应符合国发〔2016〕51号和农办发〔2017〕10号的规定。

6.4.3 共享数据应符合国发〔2015〕664号规定，禁止包含军事设施、个人隐私区域。

6.4.4 应记录共享发起人、接收方、共享时间、数据范围及使用次数，日志保留时间应≥3年。

6.4.5 跨境共享应通过国家数据出境安全评估，并标注数据主权归属。

6.5 数据交换

6.5.1 原则

数据交换工作应符合数据传输的一般要求和数据交换中数据规范、传输安全、效率合理、便于迭代的基本原则。

6.5.2 交换流程

6.5.2.1 数据交换应采用以下方式进行数据传输：

- a) 设备与平台之间应采用报文形式进行数据交换；
- b) 平台与平台之间应采用HTTP协议，以JSON数据格式进行数据交换。

6.5.2.2 数据发送方应根据预设协议和数据格式与数据接收方进行数据传输。

6.5.2.3 数据交换应依据不同设备及定义的协议进行数据传输，并识别数据包采用的感知层协议，判断感知层协议是否属于预设协议类型。

6.5.2.4 判断源数据地址到目的地址的交换路径时，接收前端设备发送的数据包，并按照预设路径扫描业务数据的风险系数，业务数据、源地址和目的地址。

6.5.2.5 数据传输的双方应依据设备类型制定规约，对数据传输所采用的协议以及数据格式予以约定。

6.6 数据接口

6.6.1 数据接口概述

数据接口概述应符合NY/T 3501—2019中9.3.1的要求。

6.6.2 数据结构

数据结构应符合NY/T 3501—2019中9.3.2的要求。

6.7 数据安全

在数据交换过程中应保证数据安全。数据安全应符合GB/T 17859、GB/T 25058和GB/T 37973的规定，同时满足以下要求：

- a) 数据交换过程中宜采用数据加密、数据校验、数据鉴别、数字签名、数字信封、数字证书等技术；
- b) 数据交换过程中，应保证数据的完整性和一致性。

7 功能要求

7.1 影像拼图

7.1.1 无人机完成飞行任务后，机载系统应自动触发影像拼图任务指令，通过加密链路实时上传全量飞行数据至云端服务器，经数据解析、几何纠正、特征匹配融合及质量校验等处理流程，生成符合GB/T 20257.1—2017的数字地图产品。

7.1.2 正射影像拼接后，地物接边误差应 ≤ 1 个像元，平面定位精度应符合GB/T 35627—2017要求。

7.1.3 应具备影像匀色、去噪、畸变校正功能。

7.1.4 拼图算法应兼容可见光、多光谱，并应支持RGB、多波段等常见格式。

7.1.5 拼接成果应保留时间戳、坐标系、分辨率等原始影像元数据。

7.1.6 拼图成果应与飞行任务、像控点数据关联，并应支持按项目、区域、时间等多维度检索。

7.1.7 拼图任务执行期间，原始数据与中间成果应隔离存储，拼图任务结束后应自动清理临时文件。

7.2 影像查询

7.2.1 通过地图交互界面，采用点、线、面几何图形绘制空间范围，叠加飞行日期时间属性参数，系统自动执行空间关系运算与时间区间匹配，可视化列表形式呈现并支持预览选择操作。

7.2.2 影像查询应能按时间范围、地理区域（经纬度或行政区划）、项目名称、影像类型（正射影像、多光谱）进行联合检索。

7.2.3 应能通过绘制多边形、矩形或圆形区域进行空间范围检索，并返回覆盖该区域的所有影像数据。

7.2.4 应具备缓冲区查询功能。

7.2.5 应能基于相机参数（分辨率、焦距）、作物类型等扩展元数据进行精细化过滤。

7.2.6 应采用空间—时间联合索引，响应时间应 ≤ 0.5 s。

7.2.7 查询结果应支持多种输出格式，包括GeoTIFF、JPEG2000、PNG及矢量格式（SHPN）。

7.2.8 应具备缩略图预览功能，支持动态生成不同分辨率影像的预览图。

7.3 影像共享

7.3.1 用户应提交使用申请，经发布者批准后方可使用数字地图或下载原始影像。

7.3.2 应提供标准化RESTful API接口，支持OGC标准与第三方GIS平台（ArcGIS、QGIS）无缝集成。

7.3.3 共享数据需支持通用格式：正射影像（GeoTIFF、JPEG2000）、矢量数据（SHP、GeoJSON）。

7.3.4 共享数据包应包含采集时间、区域、设备信息等完整元数据及数据使用协议等信息。

7.3.5 共享数据应设置有效期，超期后应自动关闭访问权限。

7.3.6 单次共享任务设置最大下载次数应 ≤ 10 次。

7.3.7 传输过程应符合GB/T 35273—2020要求，禁止明文传输敏感信息。

7.4 影像存储

7.4.1 影像数据应通过加密链路实时上传至云端服务器进行存储并应符合GB/T 31916.1的要求。

7.4.2 应采用分布式对象存储引擎，支持PB级数据横向扩展，单集群节点数应 ≥ 3 ，保障数据冗余与高可用性。

7.4.3 存储系统应兼容冷热数据分层策略，近期采集数据存储于SSD介质，历史数据自动迁移至HDD或磁带库。

7.4.4 原始影像、正射影像、DSM/DEM 等数据应按 GeoTIFF、COG 等标准格式存储，元数据与影像文件应绑定存储于同一命名空间。

7.4.5 应具备数据版本控制，保留历史修改记录，可追溯至任意时间点快照的功能。

7.4.6 数据更新时应自动生成增量备份。

7.4.7 元数据库应包含时间、地理坐标、项目编号、设备信息、作物类型等，并支持 Elasticsearch 全文检索与 PostGIS 空间索引。

7.4.8 元数据更新应与影像文件同步。

7.4.9 应基于 COG (Cloud Optimized GeoTIFF) 技术实现亚秒级影像定位，并支持按空间范围、时间戳等条件快速切片读取。

7.4.10 应针对高频访问数据建立 Redis 缓存，缓存命中率应 $\geq 95\%$ 。

7.4.11 存储集群应支持无缝扩容，新增节点时应可自动平衡数据分布，业务无感知。

7.5 影像管理

7.5.1 影像数据的采集、上传、存储、处理、共享、归档及销毁全流程应可追溯。

7.5.2 基于 RBAC 模型，按管理员、操作员、审计员等角色，分配数据上传、删除、共享管理权限。

7.5.3 应具备元数据批量导入/导出功能，支持 CSV、JSON 格式。

7.5.4 自动校验影像应完整、地理坐标应有效及分辨率应合规。

7.5.5 应建立数据关联机制，支持跨项目调用历史影像。

7.5.6 可视化审计看板应支持按时间、操作类型、用户等进行多维度分析。

7.5.7 数据管理应符合国发〔2015〕664号规定、《中华人民共和国数据安全法》的要求，禁止存储涉密或敏感区域影像。

7.6 影像绘图

7.6.1 应具备支持在线绘制农田边界、沟渠、道路等点、线、面矢量要素，提供自由绘制、矩形、圆形等规则形状及吸附至影像地物边缘的功能。

7.6.2 应具备允许用户自定义作物类型、面积、权属信息等要素属性，支持字段动态扩展的功能。

7.6.3 应具备提供要素平移、旋转、缩放、节点编辑的功能，支持撤销/重做操作。

7.6.4 应具备支持农田编号、病虫害标记等文字标注、符号标注，标注内容可关联元数据的功能。

7.6.5 绘图成果应支持标准矢量格式 (SHP、GeoJSON、KML) 及栅格格式 (PNG、PDF)，兼容 ArcGIS、QGIS 等主流 GIS 平台。

7.6.6 绘图坐标系应与影像数据一致 (默认 WGS84)，应支持 CGCS2000、UTM 等动态投影转换。

7.6.7 矢量要素平面精度应满足农业应用需求，边界定位误差应 $\leq 0.5\text{ m}$ (正射影像分辨率 $\geq 0.1\text{ m}$ 时)。

7.6.8 大规模矢量图层 (应 ≥ 10 万要素) 加载时间应 $\leq 3\text{ s}$ ，编辑响应时间应 $\leq 0.5\text{ s}$ 。

7.6.9 应支持多图层叠加显示 (应 ≥ 20 层)，支持图层透明度、样式 (颜色、线宽) 自定义的功能。

7.6.10 应具备支持多用户在线协同绘图的功能，实时同步编辑内容，冲突自动检测与提示。

7.6.11 应支持版本分支管理，实现绘图数据按团队或项目隔离。

7.6.12 应基于管理员、编辑员、查看员等角色分配绘图权限，实现对权属边界等敏感图层修改与下载的限制。

7.6.13 应具备支持要素级权限控制的功能。

7.7 模型算法

7.7.1 预处理算法

7.7.1.1 影像校正

应具备支持几何校正、辐射校正和正射校正的功能，基于 RTK/PPK 数据或地面控制点 (GCP) 实现亚像素级精度 (误差应 ≤ 0.1 像素)。校正过程需兼容 WGS84、CGCS2000 等坐标系，输出标准 GeoTIFF 或 COG 格式。

7.7.1.2 影像拼接

7.7.1.2.1 应采用特征点检测与全局优化算法，实现多视角无人机影像的无缝拼接。

7.7.1.2.2 拼接成果分辨率一致性应 $\geq 99\%$ ，接缝区域过渡应自然，无明显色差或形变。

7.7.1.3 影像增强

应具备去噪、锐化、对比度增强等预处理功能，改善低光照、雾霾等复杂环境下的影像质量，增强地物边缘及纹理特征的可识别性。

7.7.1.4 光谱处理

应支持多光谱与高光谱数据的波段配准、反射率反演及指数计算；且计算精度应满足农业监测需求，指数偏差应 $\leq 5\%$ 。

7.7.1.5 点云处理

应基于LiDAR或SfM算法生成高精度点云，并应支持点云滤波（去除噪声点）、分类（地面/非地面）及三维重建功能；同时应确保点云密度应 ≥ 10 点/ m^2 ，且DSM/DEM生成误差应 ≤ 0.2 m。

7.7.1.6 数据裁剪与分区

应支持按地理范围、时间戳或项目编号自动裁剪影像与点云数据，并提供规则网格分区（如 $1\text{ km}\times 1\text{ km}$ ）及自定义分区功能；同时应确保分区边界重叠率应 $\leq 10\%$ ，以避免数据丢失。

7.7.1.7 自动化质量检测

应支持基于影像模糊度、覆盖率、色彩异常等质量指标的自动评估，并生成质量报告；对模糊度 ≥ 0.5 等低于阈值的影像，应自动标记并支持人工复核。

7.7.2 深度学习算法

7.7.2.1 模型框架支持

7.7.2.1.1 平台应兼容主流深度学习框架，支持预训练模型导入与本地微调。

7.7.2.1.2 模型推理应适配国产化硬件和操作系统。

7.7.2.2 地物分割

7.7.2.2.1 应采用语义分割模型对农田、林地、水体、建筑物等地物进行像素级分类，分割精度应 $\geq 85\%$ 。

7.7.2.2.2 应支持多尺度特征融合，以适应 $0.05\text{ m}\sim 1\text{ m}$ 分辨率的不同影像。

7.7.2.3 作物分类

7.7.2.3.1 应基于卷积神经网络或Transformer模型实现粮油、果蔬、药材等作物的精细分类，分类准确率应 $\geq 90\%$ 。

7.7.2.3.2 应支持时序影像输入，并结合物候特征提高分类鲁棒性。

7.7.2.4 模型训练与优化

模型训练与优化应具备以下能力：

- 标注工具应具备支持人工与半自动标注（点、线、面），生成标准训练数据集（COCO、Pascal VOC格式）的功能；
- 应具备支持数据翻转、旋转、色彩抖动等增强，提升模型泛化的能力；
- 采用混合精度训练与模型剪枝技术，降低推理延迟，单帧推理时间 $\leq 0.5\text{ s}$ （基于GPU/国产NPU）；
- 模型版本应可追溯，支持A/B测试与在线评估，记录训练参数、指标和数据集版本。

7.7.2.5 模型部署与推理

模型部署与推理应具备以下能力：

- 模型容器化部署；
- 在线推理与批量推理模式，在线推理响应时间应 $\leq 1\text{ s}$ ，批量处理速度应 ≥ 1000 张/h；
- 模型动态更新，基于增量数据自动触发再训练，更新周期可配置。

7.7.3 算法性能

7.7.3.1 一般要求

7.7.3.1.1 预处理算法单帧处理时间应 ≤ 2 s（分辨 DJI Mavic Mini 影像，分辨率 ≥ 0.1 m）。

7.7.3.1.2 深度学习推理应支持多线程与 GPU 加速，推理并发数应 ≥ 8 。

7.7.3.1.3 算法模块应支持断点续算，处理进度应可恢复。

7.7.3.2 可扩展性

7.7.3.2.1 算法模块需支持分布式计算，兼容 Hadoop、Spark 等大数据框架，实现 PB 级影像数据处理。

7.7.3.2.2 应支持动态扩展计算节点，单集群节点数应 ≥ 3 。

7.7.3.3 安全性与合规性

7.7.3.3.1 算法处理应遵守《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国网络安全法》的规定。

7.7.3.3.2 模型参数与训练数据应隔离存储，基于 RBAC 实现访问权限分配。

7.7.3.3.3 禁止处理涉密或敏感区域影像数据，敏感模型输出应进行二次审批。

7.7.3.4 国产化适配

7.7.3.4.1 算法模块应适配国产化硬件及操作系统，并通过信创认证。

7.7.3.4.2 应支持 MindSpore、PaddlePaddle 等国产深度学习框架。

7.7.4 算法管理

7.7.4.1 版本控制

算法代码与模型应支持版本管理（Git、SVN），保留历史修改记录，并可追溯至任意版本。

7.7.4.2 日志审计

应记录算法运行日志（含输入、输出、参数、耗时），支持 Elasticsearch 全文检索，日志保留周期应 ≥ 6 个月。

7.7.4.3 监控与告警

应提供 CPU、GPU、内存使用率等算法运行状态监控，并应在推理超时、模型崩溃等异常发生时触发告警。

7.7.4.4 文档与接口

文档与接口应符合以下要求：

- a) 提供 API、参数说明、示例代码等算法开发文档，支持 Swagger/OpenAPI 标准；
- b) 算法模块应暴露标准 RESTful 或 gRPC 接口，支持 JSON、Protobuf 格式；
- c) 接口响应时间 ≤ 0.2 s，QPS（每秒查询率） ≥ 1000 。

8 测试方法

8.1 性能测试

模拟 500 并发用户，测试页面响应时间（ ≤ 3 s）与查询检索时间（ ≤ 5 s）。通过上传 1 TB 影像数据，验证文件上传速率（ ≥ 500 KB/s）与断点续传功能。平台性能应符合 4.3 的要求，系统吞吐量应 ≥ 500 MB/s，满足高并发需求。

8.2 影像拼图功能测试

上传多组无人机原始影像（含 POS 数据），触发云端自动拼图任务。验证拼接成果的地物接边误差（ ≤ 1 个像素）、符合 GB/T 35627—2017 要求的平面精度。检查影像匀色、去噪及畸变校正效果，人工目视评估色彩一致性与接缝完整性。拼接成果应符合 7.1 的要求，元数据完整可追溯。

8.3 影像查询功能测试

使用多边形、矩形及圆形工具绘制空间范围，叠加时间范围检索影像。验证多条件组合查询的准确性。检测缩略图生成时间（ ≤ 2 s）与动态分辨率调整功能。影像查询功能应符合7.2的要求，检索响应时间 ≤ 3 s，返回数据地理覆盖完整。

8.4 影像共享功能测试

模拟用户申请共享数据，验证权限审批流程与时效控制。检查共享数据包是否包含完整元数据及脱敏处理。使用Burp Suite检测共享接口的SQL注入与越权访问漏洞。

8.5 影像存储功能测试

模拟PB级数据读写，测试分布式存储集群的IOPS（ ≥ 500 MB/s写入， ≥ 1 GB/s读取）。影像存储应符合7.4的要求，数据持久性 $\geq 99.9999999\%$ ，RTO ≤ 1 h。

8.6 影像绘图功能测试

8.6.1 在线绘制农田边界、沟渠等矢量要素，验证编辑功能（平移、缩放、撤销）与属性关联。

8.6.2 加载10万要素矢量数据，测试渲染时间（ ≤ 3 s）与操作流畅度。

8.6.3 模拟多用户协同编辑，检测数据同步冲突解决机制。

8.7 模型算法功能测试

使用标准测试集验证农作物识别精度（ $\geq 90\%$ ）、设施类地物精度（ $\geq 95\%$ ）。模型算法功能应符合7.7的要求，可解释性报告应完整。

9 维护设计

9.1.1 数据运行维护应符合GB/T 28827.1的要求，同时应满足以下要求：

- a) 应制定维护计划，确定系统维护的类型、内容，明确服务的目标和能力，确定服务流程；
- b) 设备提供方应升级维护接口，更新后应及时通知数据使用方；
- c) 接口升级后，宜兼容历史版本，不能兼容的，应保留历史版本接口。

9.1.2 数据备份与恢复策略应符合GB/T 31916.1的要求。

9.1.3 维护期间的数据安全措施应符合GB/T 37973的要求。
