

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/GAAI XXXXX—XXXX

基于无人机遥感的天空地一张图技术规范

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

广西人工智能学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 监测技术	2
5.1 基本要求	2
5.2 监测范围	2
5.3 监测流程	3
5.4 监测设备	3
5.5 数据获取	3
5.6 监测结果	3
6 统一空间	5
6.1 空间数据获取方法	5
6.2 空间数据的坐标转换	5
6.3 地球坐标系统	5
6.4 地图投影坐标系统	6
6.5 坐标变换	6
6.6 空间数据格式转换	6
7 多元数据融合技术	7
8 二三维数据可视化	8
8.1 空间信息可视化	8
8.2 空间数据建模流程	8
8.3 二维空间数据可视化	8
8.4 三维空间数据可视化	8
8.5 二三维一体化数据可视化	9
9 数据服务	9
9.1 基础地理信息服务	9
9.2 空间智能分析服务	10
9.3 成果管理服务	10
10 天空地一张图决策平台	11
10.1 实时指挥决策	11
10.2 多端任务派发	11
10.3 快速云端建图	11
10.4 动态视频地图	11
10.5 三维数字孪生	11
10.6 AI 深度学习识别	11
10.7 天空地一张图管理	11

T/GAAI XXXXX—XXXX

参考文献..... 12

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。

本文件由提出。

本文件由归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

基于无人机遥感的天空地一张图技术规范

1 范围

本文件规定了基于无人机遥感的天空地一张图技术的术语与定义、监测技术、统一空间、多元数据融合技术、二三维数据可视化、数据服务、决策平台。

本文件适用于基于无人机遥感的航空、航天、地面一张图监测的设计、试验与应用。

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。

CH/T 9008.2 基础地理信息数字成果 1:500 1:1000 1:2000 数字高程模型

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

航天遥感监测

一般指卫星监测，卫星影像数据包括航天、航空多种平台上多个传感器产生的数据，如全色、多光谱、高光谱、红外、合成孔径雷达(SAR)、激光雷达(LiDAR)等。通过系统录入最新的卫星遥感数据，这些遥感数据首先经过系统的自动匹配、校正，形成与历史影像完全套合的比对数据，然后将最新数据与历史影像进行自动比对，生成变化图斑。

3.2

低空无人机遥感监测

无人机监测包括周期性监测和机动监测，机动监测主要是应对从卫星遥感影像上已经发现的疑似变化需要进一步确认的情况。作为一项空间数据获取的重要手段，具有高时效、高分辨率等性能，而且与卫星遥感相比，更加方便、快捷，响应能力快，是卫星遥感的有力补充。

3.3

地面监测

通过移动测量车、手持智能终端及GPS、RTK等其他一些地面测量设备实现，用于高精度信息的采集，具有精度高、机动性强等特点。通过与卫星、无人机设备配合使用，可突破传统地面监测手段的局限，实现较大范围内的高精度监测。

3.4

天地空一张图

基于卫星监测、无人机监测、地面监测数据，结合软件平台，对监测数据进行处理、分析，形成全方位、实时、准确的监测画面，指导监测者采取相应的措施等决策。

3.5

变化监测图

变化监测图是反应同一区域不同时期地表变化特征与过程的数据。

3.6

实景地图

实景地图指指通过倾斜摄影和数据处理形成的、反应真实地形地貌的三维实景产品。

3.7

专题图产品

专题图产品指突出表示某一种或者几种自然和人文现象特征的产品。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

LBS: 基于位置的服务 (LocationBasedServices)

GIS: 地理信息系统 ((Geographic Information System)

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

UAV: 无人机 (Unmanned Aerial Vehicle)

5 监测技术

5.1 基本要求

5.1.1 多元化

具有多种数据类型, 数据之间多尺度、多粒度, 观测范围各不一样, 产生的数据格式也不尽相同, 可广泛应用于各行业。

5.1.2 演化性

监测数据随时间和空间的变化而变化, 对数据处理快速处理。

5.1.3 准确性

基于无人机遥感的天空地一张图技术数据源多、数据多样, 在数据分析之前, 应该处理信息源之间的内容冲突, 消除信息的歧义。同时, 通过获取多个信息源的数据进行融合关联, 可以补全信息或者对信息进行相互印证, 从而提高数据的准确性。

5.1.4 可视化

可视化展现技术是使海量数据集变得直观、易于理解的有效方式。典型的可视化包括多维信息可视化、专业领域知识可视化和预测分析结果的可视化。通过研究可视化分析工具集, 提供全方位互联互通可扩展的可视化分析工具, 确保基于无人机遥感的天空地一张图技术可视化问题。

5.2 监测范围

监测范围包括但不限于以下内容:

- a) 突发事件的发生, 如群体躁乱、植物病虫害、交通事故等;
- b) 预定兴趣时间发生, 如植被覆盖达到一定程度, 违建面积达到一定大小等;
- c) 事态发展趋势, 如植被覆盖逐年向好或者递减、土壤侵蚀变化情况等;
- d) 关联事件的影响, 如地理位置与降雨量对粮食产量的影响趋势, 交通要道随时间变化的影响趋势等;

e) 其他行业领域。

5.3 监测流程

监测技术主要包括卫星监测、低空无人机遥感、地面监测等，监测流程如图1所示。

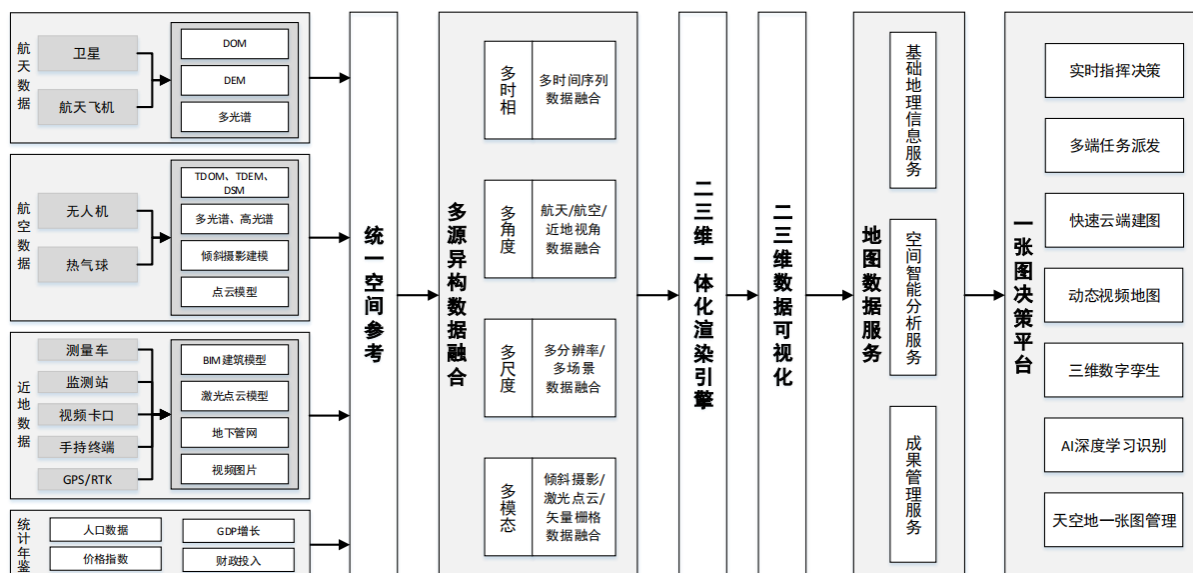


图1 天空地一张图监测技术流程

5.4 监测设备

主要包括无人机（UAV）、卫星、移动测量车、手持智能终端及RTK等。

5.5 数据获取

5.5.1 通过卫星、航天飞机获取多光谱等航天数据。

5.5.2 通过无人机、热气球获取光学影像数据、SAR、InSAR 数据、多光谱、高光谱数据等航空数据。

5.5.3 通过移动测量车监测数据获取全景数据、激光点云数据；手持智能终端监测数据获取照片数据、定位数据等；RTK 监测数据获取测量点数据等。

5.6 监测结果

5.6.1 数字高程模型 (DEM) 制作

5.6.1.1 数据处理

5.6.1.1.1 对于点云数据处理过程中出现的零散、小面积无数据区域，根据实际情况设置构网距离进行插值，保证插值结果反映完整地形。

5.6.1.1.2 对不满足要求区域(如地质灾害或地物遮蔽严重区域处)进行外业补采，保证地形细节完整。

5.6.1.1.3 对于建筑物、立交桥、高架路等高于地面的人工构筑物，一般只保留地面点云数据。

5.6.1.2 模型制作要求

5.6.1.2.1 格网尺寸及精度

地质灾害变形监测精度要求较高，参考CH/T 9008.2中1:500~1:2000比例尺数字高程模型格网尺寸及一级精度指标。

5.6.1.2.2 数据覆盖范围

数字高程模型应覆盖整个监测区域，并适当外扩200m~500m。

5.6.2 数字表面模型(DSM)制作

5.6.2.1 数据处理

对于崩塌、滑坡、地面塌陷点云数据分别进行分类编辑。

5.6.2.2 特征线采集

采集带有高程信息的特征线，不同地物特征线应放置在不同图层内，确保接边处无缝连接。

5.6.2.3 模型制作要求

利用已处理后的点云数据和特征线构建不规则三角网，将不规则三角网一定的格网尺寸进行内插生成数字表面模型。

数字表面模型应覆盖整个监测区域，并适当外扩200m~500m。

5.6.3 数字正射影像制作

在可见光影像基础上，利用DSM/DEM数据，进行影像空三平差（有控制）、正射纠正、匀色（适用于卫星平台）、镶嵌、分幅，形成数字正射影像产品。其处理流程如图2所示。

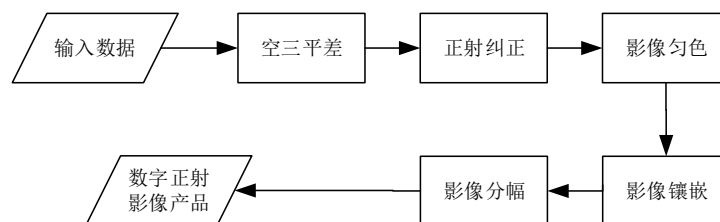


图2 可见光数字正射影像产品处理流程图

5.6.4 实景地图

利用可见光影像进行融合处理（适用于航空平台）、实景地图制作，形成实景地图产品。其处理流程如图3所示。

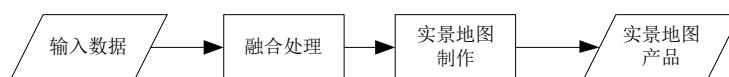


图3 实景地图产品处理流程图

5.6.5 变化监测图

在可见光影像基础上，进行变化信息提取、变化监测图生成，形成变化监测图产品。其处理流程如图4所示。

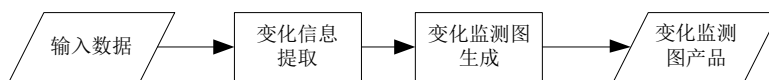


图4 变化监测图产品处理流程图

5.6.6 专题图产品

在高光谱影像基础上，进行高光谱分类、专题图制作，形成专题图产品。其处理流程如图5所示。

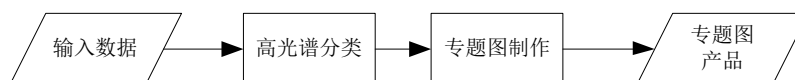


图5 专题图产品处理流程图

5.6.7 特殊情况提取

当监测画面出现特殊情况时，应立即提出画面并将自动提醒。

6 统一空间

6.1 空间数据获取方法

空间数据是地理信息系统(GIS)的基础，如数字城市等大型GIS应用系统的建设中，其空间数据来源不是单一的，空间数据的获取一般可以考虑以下几种方法：

- a) 模拟地图数字化；
- b) 航空、航天遥感数据；
- c) 实地数字测量；
- d) 相关区域小型GIS数据转入；
- e) 非GIS数据转入。

作为一个整体，多源空间数据应在系统内部从各个方面达成统一。

6.2 空间数据坐标转换

空间坐标系应精确且可转换，是最大限度、最有效地利用信息资源的基础设施，是测绘科学和地球信息科学研究的重要内容之一。

6.3 地球坐标系

可分为笛卡尔坐标系三维空间直角坐标系、曲线坐标系和平面直角坐标系，按照坐标系原点所处的位置分类，可以分为地心坐标系和参心坐标系，具体见图6。

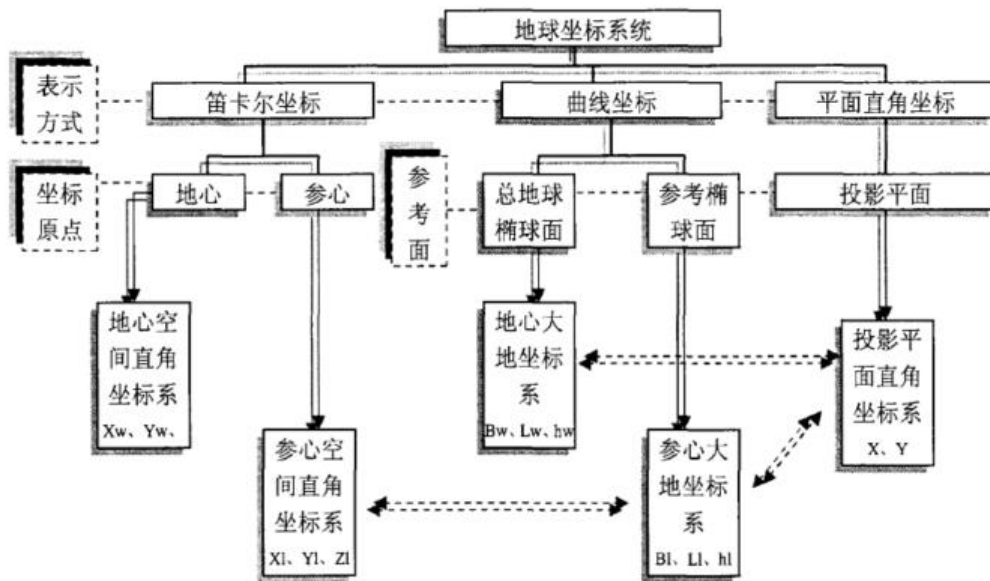


图6 地球坐标系

6.4 地图投影坐标系

地图投影坐标系是建立地理信息一体化空间坐标系统的重要内容，通过建立地图的数学基础，把地球球面上的坐标系统转化为平面上的坐标系统，具体见图7。

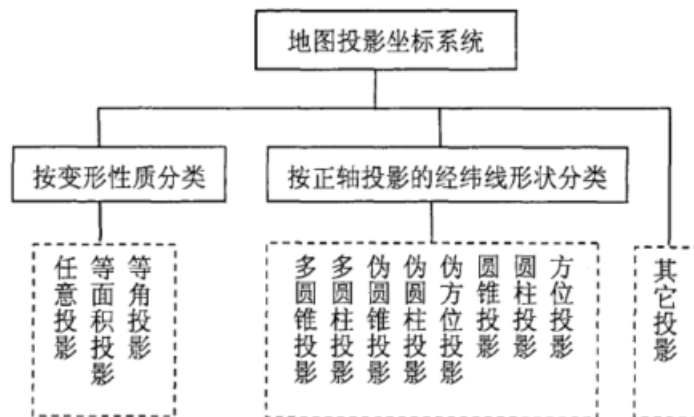


图7 地图投影坐标系

6.5 坐标变换

坐标变换的实质是建立两个平面点之间的一一对应关系，坐标变换有两种途径，一是通过严密的数学公式进行解析变换，二是通过数学逼近模型和控制点进行数值变换。

6.6 空间数据格式转换

6.6.1 地理空间信息数据建模

地理空间数据作为地理空间信息的载体是各种地理信息系统应用和研究的核心对象。常用的地理空间信息的数据建模方法如下：

- a) 离散地理空间实体模型；
- b) 影像或连续的地理现象模型；
- c) 地形表面模型。

6.6.2 系统功能模块设计

天空地一张图技术的设计目标是着眼于地理信息融合、空间数据共享和一体化应用，建立面向全球的一体化空间坐标系统模型，研制通用化的地理空间坐标系统处理软件，能够将不同数据格式、不同数据类型、不同比例尺、不同分辨率、不同坐标系统、不同数学基础的地理信息归化至统一的地理空间坐标系统内，为最大限度地利用信息资源，实现多源地理信息综合处理，建立地理空间信息保障体系提供技术基础支撑。

7 多元数据融合技术

7.1 天空地一张图技术系统的总体架构应建立在大数据、云计算架构的基础之上，确保数据存储和计算的高效、稳定及系统的可扩展性。

7.2 天空地一张图技术系统采用分层架构，自下而上分为基础设施层(IAAS)、平台支撑层(PAAS)和业务应用层(SAAS)。

7.3 根据传感器和平台的不同，监测数据分为天基、空基和地基观测数据。

7.4 应用卫星遥感、低空遥感及地面移动监测等天、空、地多层次数据采集并进行多元数据融合，实现多时相、多角度、多尺度、多模态的监测技术。以监测洪水为例，主要包括以下技术内容：

- a) 以天基卫星遥感所采集的多分辨率、多时相、多波段遥感影像作为监测的主要信息源，进行流域、区域空间尺度的超标准洪水为主、局部超标准洪水为辅的遥感远程监测，全天时、全天候地监控洪灾变化趋势。
- b) 以低空无人机遥感技术(见图8)，开展对区域及局部尺度的超标准洪水相关监测指标的观测，同时配合地基手段完成精细尺度的监测目标动态跟踪，并进行应对突发事件的数据应急采集。
- c) 以地面移动监测作为天基和空基遥感监测的配合和补充手段，实现流域、区域和局部不同尺度的超标准洪水的精准监测。

7.5 通过天、空、地不同层次的观测手段互相补充配合，形成了立体多维的对地综合观测体系，实现面向监测对象的全天候、全天时、全要素的监测。针对系统建设过程中的数据感知与处理、数据融合关联、分析建模及应用四个环节，研究和探讨各个环节涉及的关键技术，为系统的实现提供技术保障。



图8 无人机低空航拍遥感平台

8 二三维数据可视化

8.1 空间信息可视化

运用地图学、计算机图形学和图像处理技术，将地学信息输入、处理、查询、分析 以及预测的数据及结果用图形符号、图形、图像，结合图表、文字、表格、视频等可视化形式显示，并进行交互处理的理论、方法和技术。

8.2 空间数据建模流程

空间数据建模流程如图9所示。

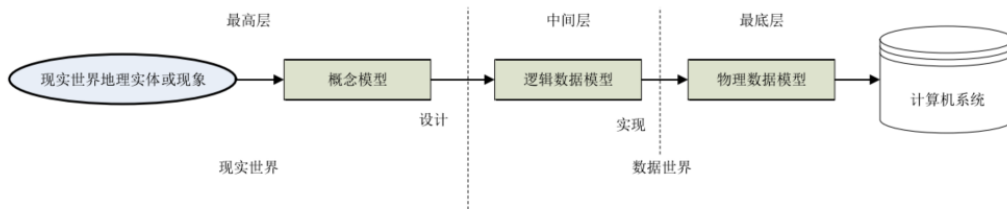


图9 空间数据建模

8.3 二维空间数据可视化

二维数据可视化主要包含以下工作，具体如图10所示：

- a) 图形数据的检索及预处理；
- b) 符号化；
- c) 二维图像的输出。

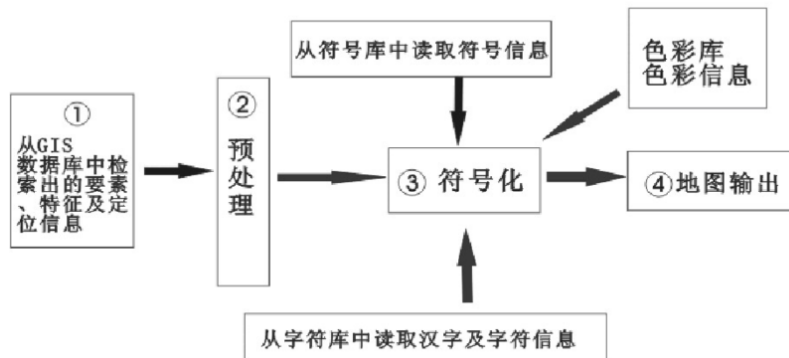


图10 二维空间数据可视化

8.4 三维空间数据可视化

三维空间数据可视化主要分为以下几种方法：

- a) 几何内插法；
- b) 几何图层法；
- c) 纹理贴图法。

8.5 二三维一体化数据可视化

功能设计充分考虑二三维系统特点和相应专题数据的二三维展示优势，互利集成，发挥二三维一体的最大优势。二三维一体化数据可视化系统如图11所示。

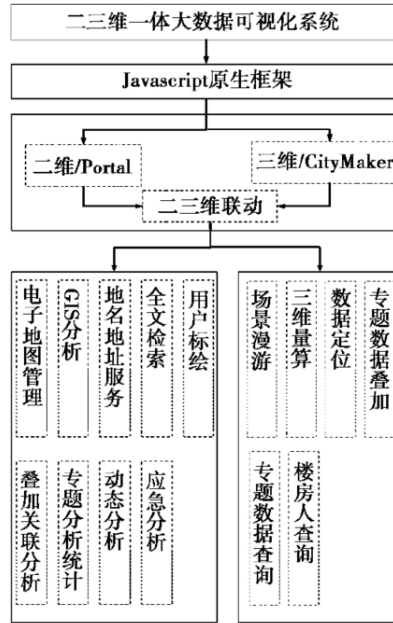


图11 二三维一体化数据可视化

9 数据服务

9.1 基础地理信息服务

9.1.1 采用基础地理信息、遥感信息、社会经济统计信息、行业信息等数据源，将地理信息转化为辅助用户进行行为决策。

9.1.2 主要技术包括信息获取技术、信息处理技术、信息传输技术、信息终端技术以及信息表现技术（如图 12 所示）。

9.1.3 地理信息服务具有以下特征：

- a) 提供的产品主要是地理信息，其次才是让用户享受服务所必须的软硬件；
- b) 其实施过程具有持续的特征，不同于一般 GIS 项目具有明确的期限；
- c) 用户个体的不确定性和随机性；
- d) 具有持续的经济收益或者社会效益的回报。

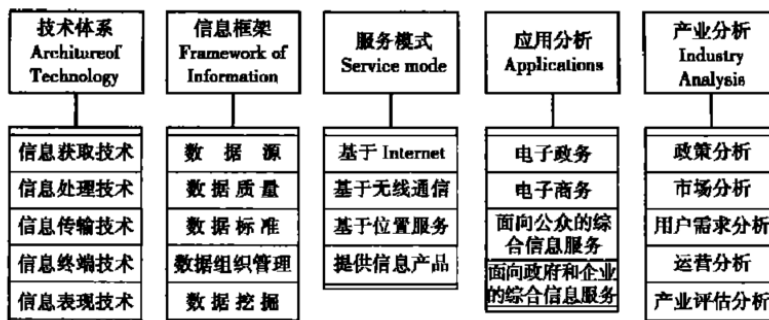


图12 基础地理信息服务框架

9.2 空间智能分析服务

9.2.1 应用人工智能技术，建立智能化时空数据处理和分析模型，在人工智能理论支持下对时空信息进行处理和分析。

9.2.2 通过计算机工作模式、可视化计算、隐LBS与智慧应用，云GIS与人工智能时空决策等提供智能空间分析服务。

9.3 成果管理服务

9.3.1 服务功能

成果服务主要包括以下功能：

- a) 存储已完成任务的结果，按时间降序排列；
- b) 可通过执行人、任务时间查询任务；
- c) 地图显示成果列表的任务执行点；
- d) 可查看、下载拍摄的照片和视频。

9.3.2 实时查看

可实时查看图片、视频，具体见图13。

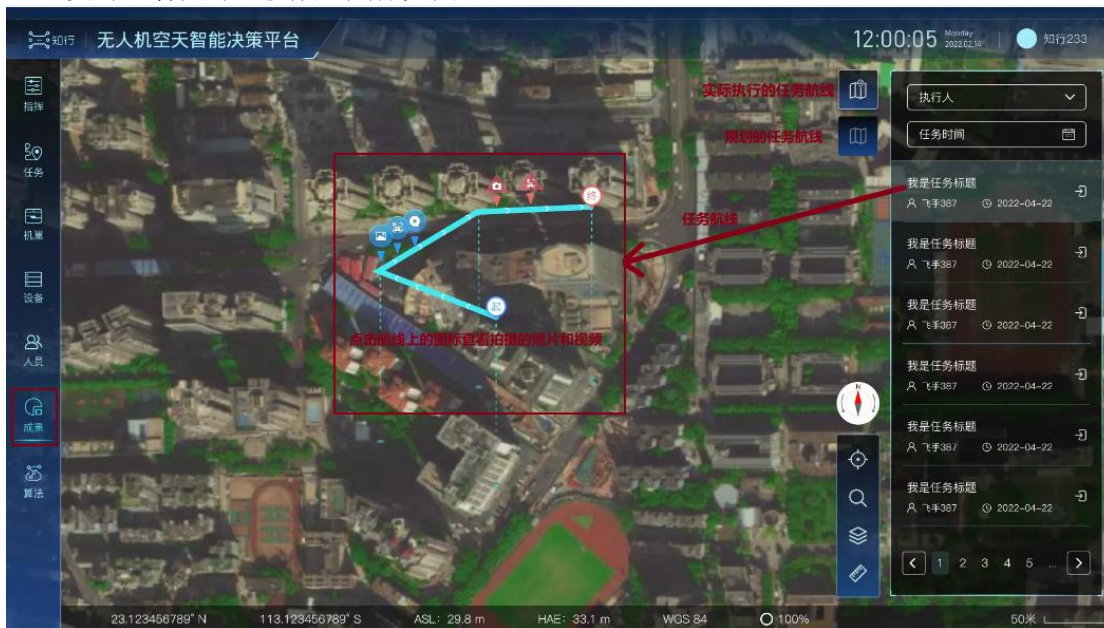


图13 成果图

注：飞机拍摄的照片，点击  可查看；飞机AI识别的图片，点击  可查看；飞机拍摄的视频，点击  可查看；飞手指挥员在web标注的视频，点击  可查看；飞手指挥员在web端标注的AI视频截图，点击  可查看。

9.3.3 查看任务结果

可在决策平台查看该任务的拍摄结果（照片、视频）列表。

10 天空地一张图决策平台

10.1 实时指挥决策

10.1.1 平台给指挥主体（即指挥中心）提供整体态势信息，并通过相关指令/手段，指挥或操作飞手、无人机、无人机机库以及相关设备。

10.1.2 态势信息包括 GIS 基础信息，任务信息，人员、设备的实时位置、状态信息，无人机实时视频。

10.1.3 指挥沟通手段包括文字、语音、图片、标绘。

10.2 多端任务派发

平台可同时直接向移动端手机/平板、无人机遥控器、无人机以及无人机机库等派发任务指令，同时执行任务。

10.3 快速云端建图

平台将无人机飞行过程中的实时照片/视频上传至云端，快速自动生成二维正射影像以及三维高程模型并叠加到地图上。

10.4 动态视频地图

10.4.1 将无人机拍摄的实时视频画面，进行地理配准，并同时叠加在地图上，形成动态视频地图。

10.4.2 可实时、直观、清晰观察监测对象。

10.5 三维数字孪生

10.5.1 系统集成地理空间数据、物理模型数据、传感器数据、时间历史数据等，在游戏引擎中完成虚拟仿真，并以三维可视化的形式进行展示。

10.5.2 采用数字孪生技术，实现对监测空间的虚拟仿真，管理人员可清晰直观地掌握的有效信息，实现透明化与信息化应用，进而有效提升工程管理与监控数据的效率，实现立体式、可视化、信息化的运行管理。

10.6 AI 深度学习识别

针对低空影像数据的深度学习AI实时图像识别，自动对比、分析，完成无人机实时飞行中的AI图像识别，提高监测的准确度。

10.7 天空地一张图管理

10.7.1 融合航天卫星、航空无人机、近地遥测设备的影像数据为一体，将行业复杂决策问题转化为“一张地图”管理。

10.7.2 可广泛且准确应用于社会安全领域、地质灾害识别评价、生态安全实时守护、旅游产业效益监测评价、石漠化治理等林产业效益监测评价等并提供高效管理。

10.7.3 对监测对象开展监测活动并及时采取应对措施。

参 考 文 献

- [1] GB/T 18314—2009 全球定位系统(GPS)测量规范
 - [2] CH/T 100—2005 测绘技术设计规定
 - [3] CH/T 1016—2008 测绘作业人员安全规范
 - [4] CH/T 1034—2014 测绘调绘成果质量检验技术规程
 - [5] CH/T 1054—2022 无人机航空摄影成果质量检查与验收
 - [6] CH/Z 3001—2010 无人机航摄安全作业基本要求
 - [7] CH/Z 3002—2010 无人机航摄系统技术要求
 - [8] CH/T 3004—2021 低空数字航空摄影测量外业规范
 - [9] CH/T 3005—2021 低空数字航空摄影规范
 - [10] DZ/T 0221—2006 崩塌、滑坡、泥石流监测规范
 - [11] DZ/T 0296—2016 地质环境遥感监测技术要求1：250000
 - [12] DZ/T 0392—2022 矿山环境遥感监测技术规范
 - [13] GA/T 669.9—2008 城市监控报警联网系统技术标准 第9部分：卡口信息识别、比对、监测系统技术要求
 - [14] YS/T 5206—2020 工程地质测绘规程
-