

ICS 编号
CCS 编号

团体标准

T/CHES xxx-2021

生产建设项目水土保持监测无人机 应用技术导则

Application Technical Guidelines of UAV for Soil and
Water Conservation Monitoring of Production and
Construction Projects
(征求意见稿)

2022-XX-XX发布

2022-XX-XX实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	2
3 术语.....	4
4 基本规定.....	6
4.1 基本原则.....	6
4.2 监测内容.....	6
4.3 监测指标.....	7
4.4 重点监测对象.....	9
5 基础影像采集.....	11
5.1 无人机遥感系统配置.....	11
5.2 作业方案.....	11
5.3 影像采集.....	12
6 监测信息提取.....	13
6.1 基础影像处理.....	13
6.2 基础信息提取方法.....	13
6.3 监测指标获取.....	14
7 分析评价.....	17
7.1 水土流失情况评价.....	17
7.2 水土保持效果评价.....	17

8 监测成果及要求.....	18
8.1 监测成果.....	18
8.2 监测成果质量及要求.....	19
附录.....	20
附录 A 无人机航拍作业流程图.....	21
附录 B 无人机飞行记录表.....	22
附录 C 基础影像（栅格）质量控制表.....	23
附录 D 无人机成果统计表.....	24
条文说明.....	25
5 基础影像采集.....	25
5.2 作业方案.....	25
7 分析评价.....	27
7.2 水土保持效果评价.....	27

前 言

本导则根据中国水利学会《关于批准<河湖生态空间管控与护技术导则>等48项标准立项的通知》（水学〔2021〕96号）计划安排，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

本导则共8章和4个附录，主要技术内容包括：范围、规范性引用文件、术语、基本规定、基础影像采集、监测信息提取、分析评价、监测成果及要求等。

本导则的某些内容可能涉及专利，本导则的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本导则由中国水利学会归口。

主编单位：长江水利委员会长江科学院、北京渤海嘉实工程咨询有限责任公司、水利部科技推广中心

参编单位：深圳市深水水务咨询有限公司、水利部海河水利委员会海河流域水土保持监测中心站、北京水保生态工程咨询有限公司、北京华夏山川生态环境科技有限公司、水利部长江勘测技术研究所、长江勘测规划设计研究有限责任公司、黄河水利委员会黄河水利科学研究院、中水珠江规划勘测设计有限公司、北京水利学会、北京市怀柔区水土保持和水生态工作站、北京市延庆区白河流域水务所、北京市路政局道路建设工程项目管理中心、北京市顺义区水务局仁和水务所、北京中水渤海工程监理有限责任公司

主要起草人：许文盛、凌峰、秦百顺、李建明、娄瑜、卢进波、丁敏飞、沈盛斌、巩琼、李书、张新、孔祥兵、杨晶、吴楠、廖伯营、冯晓东、邵亚鹏、陈梁擎、蒲坚、伊进鹏、张帆、陈宇、黄金权、刘宾、方舒、王志刚、郭凯、聂峰、王周萼、常进、李佩、王一峰、刘德军、张久权、彭桂云、关宏、邓肯、赵长利、刘鑫、包福顺、李想、柳红、蔡道明、姜玉辉、赵辉、高翔

主要审查人：

生产建设项目水土保持监测无人机应用技术导则

1 范围

1.0.1 本导则规定了无人机技术应用于生产建设项目水土保持监测的基本原则、监测内容与指标、重点监测对象、基础影像采集、监测信息提取、分析评价、监测成果等内容。

1.0.2 本导则适用于生产建设项目水土保持监测全过程的无人机应用工作。

1.0.3 生产建设项目水土保持监测无人机应用除应符合本导则规定外，还应符合国家和行业现行有关标准的规定。

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 51240—2018 生产建设项目水土保持监测与评价标准

GB 50433—2018 生产建设项目水土保持技术标准

GB/T 50434 生产建设项目水土流失防治标准

SL 592 水土保持遥感监测技术规范

SL 341 水土保持信息管理技术规程

CH/T 3007.1 数字航空摄影测量 测图规范 第1部分： 1:500
1:1000 1:2000 数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

CH/T 3007.2 数字航空摄影测量 测图规范 第1部分： 1:5000
1:10000 数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

CH/Z 3001 无人机航摄安全作业基本要求

CH/Z 3003 低空数字航空摄影测量内业规范

CH/Z 3004 低空数字航空摄影测量外业规范

CH/Z 3005 低空数字航空摄影规范

CH/T 3006 数字航空摄影测量 控制测量规范

GB/T 17941 数字测绘成果质量要求

GB/T 38996 民用轻小型固定翼无人机飞行控制系统通用要求

GB/T 38997 轻小型多旋翼无人机飞行控制与导航系统通用 要求

3 术语

3.1 无人机遥感系统 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) remote sensing system

一种由机上无人驾驶的飞行平台、任务载荷、飞行控制系统等组成，可完成照片、视频等获取的系统。

3.2 作业方案 work plan

为实现生产建设项目水土保持监测目标，在遵守无人机相关管理规定情况下，根据作业区域具体情况，合理确定飞行平台、任务载荷、作业人员和航飞计划等内容的总称。

3.3 基础影像 basic imagery

由无人机任务载荷采集的原始照片、视频等。

3.4 基础信息 basic information

由基础影像处理成果提取的经纬度、高程、长度、坡度、坡长、面积、体积、林草覆盖率、植被覆盖度等数据信息，以及基于基础影像（或其处理成果）通过人工判读可获得的信息。

3.5 监测指标 monitoring indicators

生产建设项目水土保持监测内容所对应的指标。

3.6 监测信息 monitoring information

基于基础信息直接获取或计算获得的生产建设项目水土流失

及其防治效果的信息。

4 基本规定

4.1 基本原则

4.1.1 无人机应用应针对生产建设项目全过程不同阶段水土流失防治的目标和要求开展，确保监测结果的可靠性、时效性与一致性。

4.1.2 无人机应用应以程序化和系统化的方式规范工作程序和工作方法，确保监测结果的科学性、合理性与客观性。

4.1.3 无人机应用应根据无人机技术水平监测可实现的内容，并与卫星遥感、调查监测、地面观测等监测方法相结合，确保无人机应用切实可行。

4.1.4 无人机应用应严格遵守国家相关部门对民用无人驾驶航空器的空中交通、实名登记、驾驶员管理及运行等相关规定，确保工作的合法性、合规性与安全性。

4.1.5 无人机应用应根据生产建设项目实际结合水土保持分区开展，监测频次应满足国家与行业相关规范的要求。

4.2 监测内容

4.2.1 监测内容应符合GB/T 51240—2018第5章的要求，包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害及水土保持措施。

4.2.2 水土流失影响因素的监测内容应包括：项目区地形和植被因素；项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损

毁情况；水土流失防治责任范围变化情况；项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式。

4.2.3 水土流失状况的监测内容应包括水土流失的类型、形式、面积及分布。

4.2.4 水土流失危害和水土保持措施的监测内容应按照GB/T 51240—2018第5章第5.0.4条和第5.0.5条执行。

4.3 监测指标

4.3.1 监测指标应包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害及水土保持措施的监测指标。

4.3.2 水土流失影响因素监测指标应包括位置、坡度、坡长、高程、面积、体积、林草覆盖率、类型、分布、生长状况、边界、堆放方式、拦挡情况、取料方式等定量和定性指标。水土流失影响因素监测指标见表4.3.2。

表4.3.2 水土流失影响因素监测指标

监测内容	监测指标
地形	坡度、坡长、高程
植被	类型、面积、分布、生长状况、林草覆盖率
对原地表占压和损毁情况	土地利用类型、边界、面积
对水土保持设施损毁情况	类型、面积
对植被占压和损毁情况	类型、面积
水土流失防治责任范围	边界、面积
弃土（石、渣）场	位置、边界、面积、体积、堆放方式、拦挡情况
取土（石、料）场	位置、边界、面积、体积、取料方式

4.3.3 水土流失状况监测指标应包括类型、形式、强度、面积、分布等定量和定性指标。水土流失状况监测指标见表4.3.3。

表4.3.3 水土流失状况监测指标

监测内容	监测指标
水土流失状况	类型、形式、强度、面积、分布

4.3.4 水土流失危害监测指标应包括位置、方式、数量、程度、体积等定量和定性指标。水土流失危害监测指标见表4.3.4。

表4.3.4 水土流失危害监测指标

监测内容	监测指标
对主体工程造成危害	位置、方式、数量、程度
水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点	位置、数量、程度
对高等级公路、铁路、输变电、输油（气） 管线造成危害	位置、数量、程度
造成沙化、崩塌、滑坡泥石流	位置、数量、程度
对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、 塘坝、航道危害	位置、数量、程度
有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影 响的弃土（石、渣）情况	位置、体积、程度

4.3.5 水土保持措施监测指标应包括面积、数量、林草覆盖率、植被覆盖度、进度占比、类型、分布、完好程度、种类、生长状况等定量和定性指标。水土保持措施监测指标见表4.3.5。

表4.3.5 水土保持措施监测指标

监测内容	监测指标
工程措施	类型、数量、分布、完好程度
植物措施	种类、面积、分布、生长状况、 林草覆盖率、植被覆盖度
临时措施	类型、数量、分布
主体工程各项水土保持措施的实施进展情况	进度占比

4.4 重点监测对象

4.4.1 重点监测对象应符合GB/T 51240—2018第8章的要求，包括弃土（石、渣）场、取土（石、料）场、大型开挖（填筑）区、施工道路及临时堆土（石、渣）场。

4.4.2 弃土（石、渣）场的重点监测内容应包括弃渣前的原始地形、植被情况，弃渣期间的扰动面积、弃渣量、防护措施实施情况及弃渣结束后的土地整治、植被恢复（或复耕）等水土保持措施实施情况。

4.4.3 取土（石、料）场的重点监测内容应包括取料前的原始地形、植被情况，取料期间的扰动面积、废弃料处置情况和取料结束后的边坡防护、土地整治、植被恢复（或复耕）等水土保持措施实施情况。

4.4.4 大型开挖（填筑）区的重点监测内容应包括开挖（填筑）前的原始地形、植被情况，开挖（填筑）面的面积、坡度以及水土保持措施实施情况。

4.4.5 施工道路的重点监测内容应包括施工前的原始地形、

植被情况，施工期的扰动面积、弃土（石、渣）量、水土流失危害、拦挡和排水等水土保持措施情况，以及施工结束后的扰动区域恢复情况和水土保持措施实施情况。

4.4.6 临时堆土（石、渣）场的重点监测内容应包括扰动前的原始地形、植被情况，施工期的临时堆土（石、渣）场数量、面积、临时措施情况和完工后的场地恢复情况。

4.4.7 各重点监测对象的监测内容所对应的监测指标应根据实际从本导则第4.3节中选择。

5 基础影像采集

5.1 无人机遥感系统配置

5.1.1 飞行平台应满足国家相关部门技术规范要求，宜选择微、轻型无人机，能搭载工作需要的任务载荷。

5.1.2 任务载荷宜选择可见光相机、近红外相机等传感器及配套设备，宜包含视频传输系统，具备单载荷独立工作和多载荷协同工作能力。

5.1.3 飞行控制系统应满足GB/T 38996和GB/T 38997的要求。

5.2 作业方案

5.2.1 应根据生产建设项目水土保持监测目标明确无人机应用的作业任务。

5.2.2 准备工作应符合下列要求：

- 1 根据生产建设项目实际，分析作业任务的重点和难点。
- 2 按无人机运行相关管理规定，申请空域、制定电子围栏、接受无人机云监控等。
- 3 收集生产建设项目作业区域的降雨、降雪、风力、雷电、大雾等气象预告信息，保障作业安全。

5.2.3 应根据飞行平台和任务载荷类型要求，配备满足民用无人机驾驶员管理相关规定的作业人员。

5.2.4 应根据作业任务、作业区域、禁飞区、无人机续航能

力、影像分辨率需求等制定航飞计划，包括航飞高度、航点、航线等。

5.2.5 应急预案制定

应符合CH/Z 3001第9.5节的要求。

5.3 影像采集

5.3.1 航拍前，应现场查勘作业区域的地形地貌、水域、高压线路、高大建筑物、电磁场干扰等，规避飞行风险。

5.3.2 航拍应符合下列要求：

1 航拍前检查、操控、后检查，应符合CH/Z 3001第6章的要求。

2 采用规划航线航拍时应按CH/Z 3005相关规定预估航向重叠率、旁向重叠度等。

3 若布设像片控制点，宜参照CH/Z 3004第4章和CH/T 3006第6章相关要求执行。

5.3.3 影像成果整理与质量检查应符合下列要求：

1 航拍结束后，及时导出照片、视频、定位定姿系统（Position and Orientation System, POS）数据等成果并备份。

2 影像成果按本导则第8.2节的要求进行质量检查，若未达到任务目标或成果质量要求，及时补拍。

6 监测信息提取

6.1 基础影像处理

6.1.1 原始照片和视频宜适当剪裁（辑）或加工，突出生产建设项目水土保持监测的对象和内容。

6.1.2 数字正射影像（Digital Orthophoto Map，DOM）应按CH/Z 3003第9章的相关规定制作。

6.1.3 数字表面模型（Digital Surface Model，DSM）宜参考CH/Z 3003第8章的数字高程模型（Digital Elevation Model，DEM）制作。

6.1.4 基础影像处理成果的空间分辨率应满足生产建设项目水土保持监测工作的实际需求，宜参考SL 592第4.1节的相关规定；其中，弃土（石、渣）场的空间分辨率应符合GB 50433—2018第4章第4.2.3条的相关规定。

6.1.5 在处理基础影像满足相应要求的空间分辨率时，可参考CH/T 3007.1或CH/T 3007.2的相关方法。

6.2 基础信息提取方法

6.2.1 位置信息提取可采用以下方法：

1 经纬度可通过基础影像、DOM、DSM等拾取。

2 高程宜通过DSM拾取。

6.2.2 长度宜基于DOM量测。

6.2.3 坡度宜基于DSM计算。

- 6.2.4 坡长宜基于DSM计算。
- 6.2.5 面积宜基于DOM计算。
- 6.2.6 体积宜基于不同时相的DSM计算。
- 6.2.7 林草覆盖率宜基于DOM计算。
- 6.2.8 植被覆盖度宜基于多光谱影像计算，方法参考SL592第5.3节执行。

6.3 监测指标获取

- 6.3.1 监测指标包括定量指标和定性指标，定量指标具体信息可采用本导则第6.2节中的方法获取，定性指标具体信息可基于基础影像、DOM、DSM等采用人工判读的方法获取。
- 6.3.2 监测指标具体信息获取方法可参照表6.3.2执行。

表 6.3.2-1 定量指标具体信息获取方法

基础信息	监测指标	对应监测内容
经纬度	弃土（石、渣）场位置	水土流失影响因素
	取土（石、料）场位置	
	对主体工程造成危害位置	水土流失危害
	掩埋冲毁农田、道路、居民点位置	
	对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线造成危害位置	
	造成沙化、崩塌、滑坡泥石流位置	
	对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道危害位置	
	有可能进入江河湖泊或产生行洪安全的弃土（石、渣）场位置	
高程	地形的高程	水土流失影响因素
坡度	地形的坡度	
坡长	地形的坡长	
面积	原植被的面积	
	占压和损毁的原地表面积	
	水土保持设施损毁面积	

基础信息	监测指标	对应监测内容
	占压和损毁植被面积	
	水土流失防治责任范围面积	
	项目弃土（石、渣）场面积	
	项目取土（石、料）场面积	
	水土流失面积	水土流失状况
	植物措施面积	水土保持措施
体积	弃土（石、渣）场的堆放体积	水土流失影响因素
	取土（石、渣）场的取料体积	
	有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）体积	水土流失危害
林草覆盖率	原地表的林草覆盖率	水土流失影响因素
	植物措施的林草覆盖率	水土保持措施
植被覆盖度	植物措施的植被覆盖度	水土保持措施
经纬度、长度、面积、体积或基于基础影像（或其处理成果）通过人工判读获得的信息	对主体工程造成危害数量	水土流失危害
	水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点数量	
	对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线造成危害数量	
	造成沙化、崩塌、滑坡泥石流数量	
	对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道危害数量	
	工程措施数量	水土保持措施
	临时措施数量	
	水土保持措施进度占比	

表 6.3.2-2 定性指标具体信息获取方法

基础信息	监测指标	对应监测内容
基于基础影像（或其处理成果）通过人工判读可获得的信息	植被分布	水土流失影响因素
	水土流失分布	水土流失状况
	工程措施分布	水土保持措施
	植物措施分布	
	临时措施分布	
	占压和损毁原地表的边界	水土流失影响因素
	水土流失防治责任范围边界	
	弃土（石、渣）场的边界	
	取土（石、渣）场的边界	
	植物的种类	水土流失影响因素/水土保持措施
	植物生长状况	

基础信息	监测指标	对应监测内容
	工程措施类型	水土保持措施
	工程措施完好程度	
	临时措施类型	
	土地利用类型	水土流失影响因素
	植被类型（含植被被占压和损毁的类型）	
	水土保持设施损毁的类型	
	水土流失类型	水土流失状况
	水土流失形式	
	水土流失强度	
	弃土（石、渣）场堆放方式	水土流失影响因素
	弃土（石、渣）场拦挡情况	
	取土（石、料）场取料方式	
	对主体工程造成危害的方式	水土流失危害
	对主体工程造成危害的程度	
	水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点的程度	
	对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线造成危害的程度	
	造成沙化、崩塌、滑坡泥石流的程度	
	对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道危害的程度	
	弃土（石、渣）有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的程度	

7 分析评价

7.1 水土流失情况评价

7.1.1 基于无人机应用的水土流失情况评价应符合GB/T 51240第9.1节的要求，主要内容包括水土流失防治责任范围、地表扰动面积、弃土（石、渣）状况以及水土流失面积与分布等的变化情况。

7.1.2 水土流失情况应依据基于监测指标计算分析的结果，按GB/T 51240第9.1节的要求进行评价。

7.2 水土保持效果评价

7.2.1 基于无人机应用的水土保持效果评价应符合GB/T 51240第9.2节的要求，主要内容包括水土保持措施实施情况、防治效果及水土流失防治目标达标情况。

7.2.2 水土保持措施实施情况、防治效果及水土流失防治目标达标情况，应依据基于监测指标计算分析的结果，按照GB/T 51240第9.2节的要求进行评价。

7.2.3 基于水土流失防治指标的水土流失防治目标分析计算应符合GB/T 50434的要求，水土流失防治指标应包括水土流失治理度、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率及林草覆盖率。

8 监测成果及要求

8.1 监测成果

8.1.1 监测成果应包括无人机应用获取的影像资料、数据表（册）、图件等。

8.1.2 影像资料应包括无人机应用过程中获得的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的原始和处理后的照片、视频等。

8.1.3 数据表（册）应包括无人机应用获取的原始记录表和汇总分析表。

8.1.4 图件成果应包括以下内容：

1 对点型项目，图件应包括无人机应用获取的项目区地理位置图、扰动地表分布图、压占和损毁水土保持设施情况图、监测分区与监测点分布图、水土保持措施分布图，以及弃土（石、渣）场和取土（石、料）场的扰动地表分布图等。

2 对线型项目，图件应包括无人机应用获取的项目区地理位置图、监测分区与监测点分布图，以及大型弃土（石、渣）场、大型取土（石、料）场和大型开挖（填筑）区的扰动地表分布图、水土保持措施分布图、对周边（重要设施）造成水土流失危害情况图等。

8.1.5 监测成果管理应符合SL 341的相关要求，做好数据备份，并妥善保存。

8.2 监测成果质量及要求

8.2.1 照片、DOM及DSM等影像（栅格）的质量，应按照GB/T 17941第5章的相关要求执行。

8.2.2 视频应满足图像质量要求，连贯、不抖动，能清晰地表达监测内容和指标。

附录

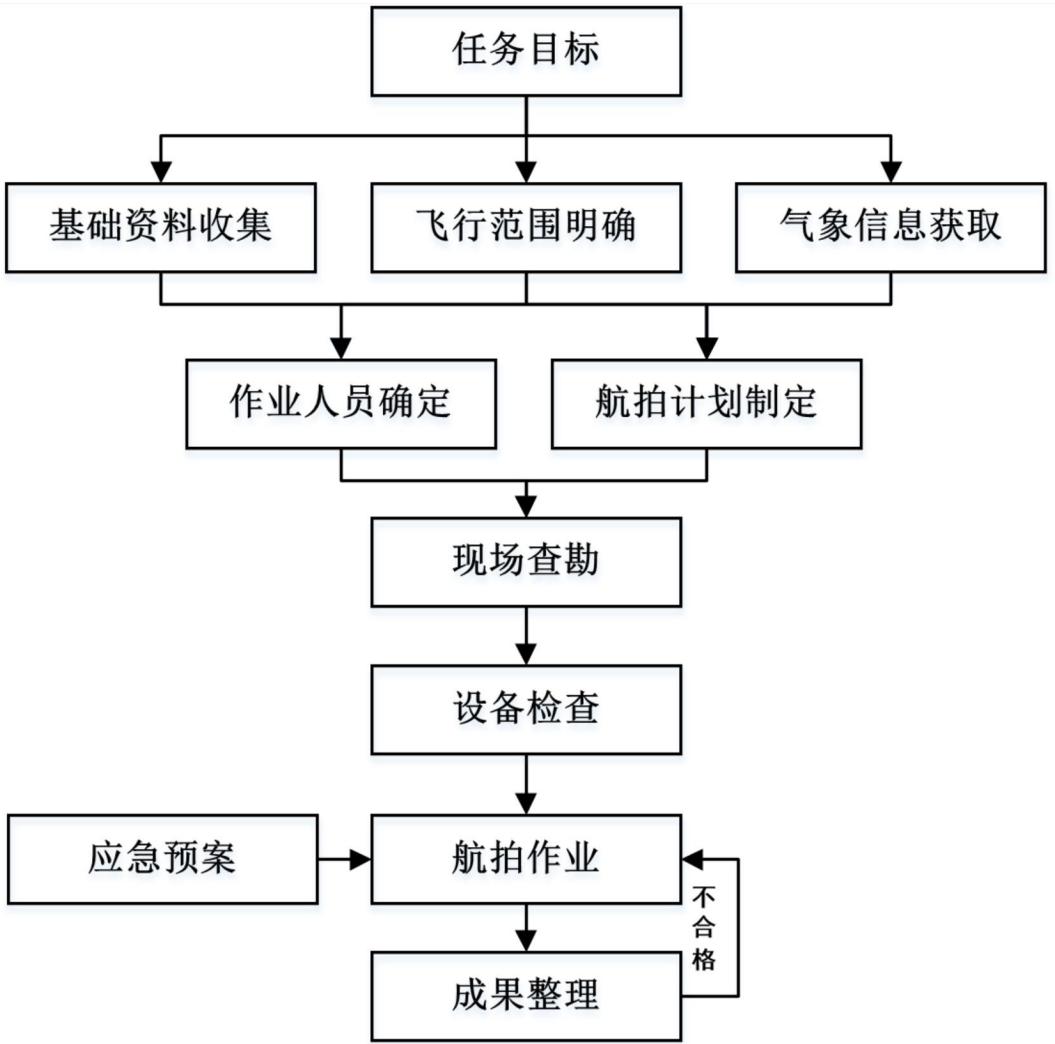
A 无人机航拍作业流程图

B 无人机飞行记录表

C 基础影像（栅格）质量控制表

D 无人机监测成果目录

附录A 无人机航拍作业流程图



附录B 无人机飞行记录表

无人机飞行记录表			
生产建设项目名称			
建设单位名称			
作业区域名称		航拍日期	
航拍地点	县 乡 村	航拍时段	
起飞点经纬度		天气状况	
无人机型号		无人机编号	
任务载荷型号		相对航高	
成果类型	☐ 普通照片 ☐ 视频 ☐ 正射照片 ☐ 倾斜照片		
作业人员			
飞行路径示意图			

附录C 基础影像（栅格）质量控制表

基础影像（栅格）质量控制表									
序号	影像（栅格）类型	影像（栅格）名称	采集（生产）时间	检查项目					备注
				分辨率	色彩	空间属性	噪声	清晰度	

- 注：1、成果类型包括照片、视频、DOM、DSM等原始、中间、最终数据；
 2、空间属性主要包括全球卫星导航系统（Global Navigation Satellite System, GNSS）信息、空间参考等空间信息内容；
 3、检查项目各项合格打√，不合格打×。

附录D 无人机成果统计表

序号	成果名录	有无该项成果		成果形式（图片、视频、表格、文档）	保存份数	备注
		有 (√)	无 (×)			
1	项目区地理位置图					
2	扰动地表分布图					
3	压占和损毁水土保持设施情况图					
4	监测分区与监测点分布图					
5	水土保持措施分布图					
6	弃土(石、渣)场影像					
7	取土(石、料)场影像					
8	大型开挖(填筑)区影像					
9	对周边（重要设施）造成水土流失危害情况图					
	...					

条文说明

5 基础影像采集

5.2 作业方案

5.2.2 准备工作应符合下列要求：

2 按照中国民用航空局发布的《轻小型无人机运行规定（试行）》和《民用无人驾驶航空器系统空中交通管理办法》等规定执行。

（1）申请空域

开展民用无人驾驶航空器系统飞行活动，除满足以下全部条件的情况外，应通过地区管理局进行空域使用申请：

- A、机场净空保护区以外；
- B、民用无人驾驶航空器最大起飞重量小于或等于7千克；
- C、在视距内飞行，且天气条件不影响持续可见无人驾驶航空器；
- D、在昼间飞行；
- E、飞行速度不大于120千米/小时；
- F、民用无人驾驶航空器符合适航管理相关要求；
- G、驾驶员符合相关资质要求；
- H、在进行飞行前驾驶员完成对民用无人驾驶航空器系统的检查；
- I、不得对飞行活动以外的其他方面造成影响，包括地面人

员、设施、环境安全和社会治安等；

K、运营人应确保其飞行活动持续符合以上条件。

（2）制定电子围栏

A、对于Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ和Ⅶ类无人机，应安装并使用电子围栏；

B、对于在重点地区和机场净空区以下运行Ⅱ类和Ⅴ类无人机，应安装并使用电子围栏。

（3）接受无人机云监控

A、对于重点地区和机场净空区以下使用的Ⅱ类和Ⅴ类的民用无人机，应接入无人机云，或者仅将其地面操控设备位置信息接入无人机云，报告频率最少每分钟一次；

B、对于Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ和Ⅶ类的民用无人机应接入无人机云，在人口稠密区报告频率最少每秒一次。在非人口稠密区报告频率最少每30秒一次；

C、对于Ⅳ类的民用无人机，增加被动反馈系统；

D、对于未接入无人机云的民用无人机，运行前需要提前向管制部门提出申请，并提供有效监视手段。

7 分析评价

7.2 水土保持效果评价

7.2.3 水土流失防治指标计算

1 水土流失治理度应基于无人机应用获取的项目扰动面积、水土保持工程措施面积、植物措施面积、硬化面积及项目扰动范围内的水域面积（如有）指标，依据以下公式计算：

水土流失治理度=（工程措施面积+植物措施面积+硬化面积）/（项目扰动面积-项目扰动范围内水域面积）

2 渣土防护率应基于不同时段无人机应用获取的弃土（石、渣）体积及其拦挡措施工程实施情况指标，依据以下公式计算：

渣土防护率=（实际挡护的永久弃土（石、渣）体积+实际挡护的临时堆土体积）/（永久弃土（石、渣）体积+临时堆土体积）

3 表土保护率应基于不同时段无人机应用获取的剥离表土体积及其拦挡苫盖措施工程实施情况指标，依据以下公式计算：

表土保护率=实际保护的表土体积/可剥离表土的总体积

4 林草植被恢复率应基于无人机应用获取的植物措施面积、复耕面积、工程措施面积、硬化面积及项目扰动范围内的水域面积（如有）指标，依据以下公式计算：

林草植被恢复率=植物措施面积/（项目扰动面积-硬化面积-项目扰动范围内水域面积-复耕面积-工程措施面积）

5 林草覆盖率应基于无人机应用获取的植物措施面积和项目

水土流失防治责任面积指标，依据以下公式计算：

林草覆盖率=植物措施面积/项目水土流失防治责任面积