

## 1 适用范围

本作业规范规定了无人机环境遥感监测的系统配置要求、方案设计要求、外业要求、内业要求等。

本作业规范适用于我国环保系统无人机环境遥感监测，适用于固定翼无人机飞行平台。旋翼无人机、三角翼、飞艇等飞行平台的环境遥感监测可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款，凡是标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本作业规范；凡是未标注日期的引用文件，其最新版本适用于本作业规范。

GB/T 17694-2009/ISO/TS 19104:2008 地理信息术语

GB/T 14911-2008 测绘基本术语

GB/T 19391-2003 全球定位系统(GPS)术语及定义

CH/T 2021-2010 数字航摄仪检定规程

CH/T 3001-2010 无人机航摄安全作业基本要求

CH/T 3002-2010 无人机航摄系统技术要求

GJB 6703-2009 无人机测控系统通用要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本作业规范：

### 3.1 无人机

无人机是指利用无线电遥控设备和自动驾驶仪操纵的不载人飞机。

### 3.2 无人机环境遥感监测

指利用无人机搭载光学相机、红外相机、成像光谱仪、机载雷达等任务载荷，对水环境、大气环境、生态环境等进行航空遥感监测，获取环境遥感影像并进行处理、专题信息提取和分析应用。

## 4 无人机环境遥感监测系统配置要求

无人机环境遥感监测系统配置包括飞行平台、飞行控制系统、视频传输系统、任务载荷系统、地面测控系统、地面保障系统等方面。

### 4.1 飞行平台

#### 4.1.1 飞行高度

相对航高一般不超过 1500m。

#### 4.1.2 续航能力

无人机的续航时间不小于 1h。

#### 4.1.3 抗风能力

无人机应具备 4 级风力条件下安全飞行的能力。

#### 4.1.4 飞行速度

无人机作业巡航速度一般不超过 120km/h，最大不超过 150km/h。

#### 4.1.5 自动驾驶仪

航路点存储数量不少于 250 个，曝光点的存储数量不少于 3000 个。

#### 4.1.6 导航定位 GPS

- a) GPS 数据输出频率应不小于 4Hz;
- b) 可使用双天线 GPS 导航和自动修正旋角;
- c) 可使用带数据存储功能的双频 GPS 差分定位或精密单点定位来计算实际曝光点坐标。

#### 4.1.7 惯性测量装置

可使用惯性测量装置辅助内业空中三角测量计算。

#### 4.1.8 测控范围

无人机环境遥感监测系统应配备数传电台和地面测控站，测控半径应不小于 10km。

#### 4.1.9 任务载荷

无人机搭载任务载荷（含稳定装置）的能力应不小于 2kg。

#### 4.1.10 起降性能

- a) 无人机应具备不依赖机场起降的能力;
- b) 滑跑起飞时，最短可在 80 米长、6 米宽的一般道路起飞；滑跑降落时，最短可在 200 米的道路降落；

c) 复杂地形条件下，无人机可采用弹射起飞、车载起飞、伞降等起降方式。

#### 4.1.11 其他要求

无人机飞行作业应遵守我国空域管理部门的相关规定。

### 4.2 飞行控制系统

飞行控制系统用于无人机的航线规划、自主飞行控制和飞行管理，主要包括飞行控制计算机、自动驾驶仪、GPS、航姿测量系统、高度计等。

#### 4.2.1 功能

- a) 具备自动检测功能；
- b) 具备手动、辅助、任务、返回四种飞行管理模式；
- c) 可测量风速、气压高度、空气温度、发动机转速等信息；
- d) 可稳定控制飞行姿态、高度、速度；
- e) 能按预设航线稳定飞行，中途可手动控制；
- f) 无人机失控时，能自动或手动安全返回；
- g) 旋翼无人机可手动或自动控制旋停。

#### 4.2.2 性能要求

- a) 飞行姿态控制稳度：侧滚角误差小于 $\pm 2^\circ$ ，俯仰角误差小于 $\pm 2^\circ$ ，偏航角误差小于 $\pm 6^\circ$ ；
- b) 航迹控制精度：偏航距小于 $\pm 20\text{m}$ ，航高差小于 $\pm 20\text{m}$ ，直线航迹弯曲度小于 $\pm 5^\circ$ 。

### 4.3 任务载荷系统

任务载荷系统包括光学相机、视频传输系统、红外相机、成像光谱仪、差分 GPS(DGPS)、惯性测量装置(IMU)等传感器及配套设备，具备单载荷独立工作和多载荷协同工作能力。

#### 4.3.1 光学相机

- a) 有效像素不低于 1500 万；
- b) 存储量不小于 32G；
- c) 感光度不低于 ISO100；
- d) 影像获取速率优于 1 幅/s；
- e) 相机镜头应为定焦镜头；

- f) 最高快门速度应不低于 1/1000s。

#### 4.3.2 视频传输系统

用于机载视频数据的获取、传输和显示，主要由机载摄像机、视频发射/接收机、视频发射/接收天线、显示计算机等组成。其性能要求如下：

- a) 视频图像为全动态 DVD 品质，不低于 92 万像素（1280\*720），每秒不低于 25fps；
- b) 视频传输距离不小于 10km（无遮挡情况下）；
- c) 视频图像传输速率不低于 1Mbps；
- d) 视频图像传输误码率小于  $1 \times 10^{-5}$ ；
- e) 视频图像延时小于 50ms。

#### 4.3.3 红外相机

- a) 像元数大于  $320 \times 280$ ；
- b) 热灵敏度小于 100mK；
- c) 测量精度小于  $\pm 3K$ ；
- d) 图像传输速率不低于 40HZ。

#### 4.3.4 成像光谱仪

- a) 像元数大于  $480 \times 480$ ；
- b) 波段数大于 150；
- c) 光谱分辨率优于 10nm；
- d) 帧频不低于 50fps。

#### 4.3.5 DGPS/IMU

- a) 定位精度优于 0.8m；
- b) 速度精度优于 0.08m/s；
- c) 加速度精度优于  $0.05m/s^2$ ；
- d) 陀螺偏速小于 0.1deg/hr。

#### 4.3.6 其它任务载荷

根据不同环保任务需求选择相应的无人机任务载荷。

### 4.4 地面测控系统

地面测控系统包括移动指挥控制车、接收机、测控计算机、供电系统等硬件，以及航线

规划、地面测控等软件。

#### 4.4.1 功能

- a) 具备野外移动运载能力；
- b) 可控制无人机飞行和起降；
- c) 具备飞行任务规划能力；
- d) 具备无人机起飞前设备状态自检能力；
- e) 可实时接收和测控无人机飞行状态信息；
- f) 具备在机载电池电压不足、GPS 卫星失锁、发动机停车、无人机失速、飞行数据误差超限等状况下的报警功能。

#### 4.4.2 性能要求

- a) 地面移动指挥控制车应集成化设计，各设备拆装方便；
- b) 测控计算机应满足一定的防水、防尘要求，能在野外较恶劣环境中正常工作；
- c) 测控计算机配置应满足航线规划和测控软件的运行需要，以及飞行控制系统的硬件接口需求；
- d) 地面测控软件能以图形、数字等形式显示无人机飞行状态；
- e) 电源供电系统应保障地面测控系统连续工作时间大于 5h。

### 4.5 地面保障系统

地面保障系统是无人机环境遥感监测的基本保障，包括包装运输箱、保障安全工作所需要的灭火器等设备。其性能要求如下：

- a) 包装运输箱应采用高质量材料制作，内部采用泡沫等材料填充，具有一定的抗冲击、抗震动性能；
- b) 包装运输箱应有良好的密封性，具备一定的防水、防潮、防尘功能；
- c) 灭火器等设备应质量可靠，适合野外使用。

### 4.6 信息处理系统

信息处理系统主要用于实现无人机影像处理、信息提取和分析应用，包括影像快速拼接、精细拼接、信息提取等功能。其性能要求如下：

- a) 影像快速拼接应在飞行结束后 24 小时（飞行面积  $30\text{km}^2$ ）之内完成；

- b) 影像精细拼接应在飞行结束后 72 小时（飞行面积 30km<sup>2</sup>）之内完成；
- c) 影像快速拼接精度应优于 3 个像元，影像精细拼接精度应优于 1 个像元；
- d) 信息提取应在影像拼接结束后 48 小时（飞行面积 30km<sup>2</sup>）之内完成。

## 5 无人机环境遥感监测方案设计要求

无人机作业前应制定工作方案，主要内容包括飞行区概况、任务目标、组织管理及人员分工、飞行计划、预期成果、保障措施等。

### 5.1 飞行区概况

主要包括飞行区域的自然地理状况、环境背景状况、产业布局、道路交通情况、周边机场及军事敏感区分布等。

### 5.2 任务目标

说明任务实施要达到的总体目标及主要工作内容。

### 5.3 组织管理及人员分工

建立任务实施的组织管理机制，规定任务执行所需人员数量并明确人员分工。

### 5.4 技术要求

#### 5.4.1 任务载荷

根据无人机环境遥感监测目标的不同，选择可以获取目标信息并满足精度要求的任务载荷。

#### 5.4.2 地面分辨率

根据无人机环境遥感监测制图要求，综合考虑图像用途、飞行区域地形条件、制图精度、制图周期、经济成本等因素确定无人机作业地面分辨率。

#### 5.4.3 航线分区划分

根据作业区域的自然地理特征，利用已有的地图、遥感影像、DEM 等资料，对作业区域的形状与空间分布特征等进行分析，选择最优方案：

- a) 应对作业区域摄影全覆盖；

- b) 航摄分区内的地面高差应小于 1/6 相对航高。

#### 5.4.4 航线敷设

a) 航线一般按东西向平行于图廓线敷设，特殊条件下亦可按南北向或沿线路、河流、海岸等方向敷设；

- c) 水域监测应尽可能避免像主点落水，确保所有岛屿完整覆盖。

#### 5.4.5 时相选择

a) 无人机环境遥感监测应选择作业区域最有利的气象条件，尽量避免地表植被和其他覆盖物（如积雪、洪水、扬尘等）对作业的不利影响，确保图像能够真实显现地物细节；

- b) 无人机环境遥感监测时，应保证具有充足的光照度；

c) 在沙漠、戈壁等区域执行任务时，正午前后 2 小时内可见光传感器不应开展作业；

- d) 陡峭山区和高层建筑物密集区域应在正午前后 2 小时内作业。

#### 5.4.6 飞行质量要求

##### 5.4.6.1 像片重叠度

a) 航向重叠度一般不小于 30%；

b) 旁向重叠度一般不小于 20%。

##### 5.4.6.2 像片倾角

像片倾角一般小于  $5^{\circ}$ ，最大不超过  $12^{\circ}$ 。

##### 5.4.6.3 像片旋角

像片旋角一般不大于  $15^{\circ}$ 。

##### 5.4.6.4 作业区边界覆盖

航向覆盖超出作业边界线应不少于两条基线，旁向覆盖超出作业边界线应不少于像幅的 50%。

##### 5.4.6.5 飞行记录填写

每次飞行结束，应填写无人机环境遥感监测飞行记录表（参见附录 A）。

### 5.5 保障措施

#### 5.5.1 人员保障

无人机环境遥感监测应配备业务指导人员、无人机操控手、地面站工程师、机械师、影像处理和信息提取人员、司机等后勤保障人员。

### 5.5.2 设备保障

无人机环境遥感监测应配备飞行平台、任务载荷、地面测控设备、通讯设备、图像处理系统、移动指挥控制车、后勤保障车辆、个人防护用品等。

## 6 无人机环境遥感监测外业要求

无人机环境遥感监测外业工作主要包括现场勘查和飞行作业。

### 6.1 现场勘查

主要勘查飞行区域的地形地貌等自然地理状况、环境污染及生态破坏情况、道路交通情况、周边机场及军事敏感区分布等，为无人机起降场地选取、航线规划等提供依据。

现场勘查时，应携带地图、GPS、测距仪、数码相机等设备，记录无人机起降场地和重要目标的坐标位置，结合任务要求测算确定无人机飞行高度。

#### 6.1.1 无人机起降场地选取

根据无人机起降方式的不同，选取适合的起降场地。非应急情况下，无人机起降场地应满足以下要求：

- a) 距离机场及军事敏感区须在 10km 以上；
- b) 起降场地相对平坦、通视良好；
- c) 远离人口密集区，半径 200m 范围内不能有高压线、高大建筑物、重要设施等；
- d) 附近应无正在使用的雷达站、微波中继、无线通信等干扰源。在不能确定的情况下，

应测试信号的频率和强度，如对系统设备有干扰，须另选起降场地。

#### 6.1.2 现场环境背景数据采集

通过采集环境背景数据，判断现场环境是否适合无人机飞行。环境背景数据主要包括：

- a) 环境敏感点、风险源等；
- b) 地形地貌、海拔高度；
- c) 云高、云量、光照、能见度；
- d) 风向、风速；
- e) 温度、湿度；
- f) 电磁环境和雷电。

## 6.2 飞行作业

### 6.2.1 飞行前检查

每次飞行前，须逐项检查无人机的地面测控站、任务载荷、飞行平台、燃油和电池、动力系统、电气系统等设备。每项内容须两名操作员交叉检查。

#### 6.2.1.1 地面测控站检查

检查地面测控站并记录检查结果（见表 6.1），存在问题的应注明。

表 6.1 地面测控站检查项目

检查项目	检查内容
线缆与接口	检查线缆无破损，接插件无水、无尘、无锈，针孔无变形、无短路
测控站主机	放置应稳固，接插件连接牢固
测控站天线	数据传输天线应完好，架设稳固，接插件连接牢固
测控站电源	正负极连接正确，电压在额定电压范围之内，记录电压数值

#### 6.2.1.2 任务载荷检查

检查任务载荷并记录检查结果（见表 6.2），存在问题的须注明。此处任务载荷为光学相机，其他任务载荷的检查项目和检查内容可参照执行。

表 6.2 任务载荷检查项目

检查项目	检查内容
镜头	镜头焦距须与技术设计要求相同，镜头应洁净，记录镜头编号
对焦	设置为手动对焦，对焦点为相对航高距离
快门速度	根据天气条件和机体振动情况正确设置，宜采用快门优先或手动设置
光圈大小	根据天气正确设置，F 值不小于 5.6
拍摄控制	应选择单张拍摄模式
感光度	根据天气条件正确设置
影像品质	影像品质设置正确
影像风格	影像风格选择正确，包括锐度、反差、饱和度、白平衡等
日期和时间	相机设置的日期、时间应正确
试拍	连接电池和存储设备，对远处目标试拍数张，检查影像是否正常
电量	检查相机电量是否充足
清空存储设备	相机装入机舱前，应清空存储设备

### 6.2.1.3 飞行平台检查

检查无人机飞行平台并记录检查结果（见表 6.3），存在问题的须注明。此处飞行平台指正常布局、机翼和尾翼可拆卸的固定翼无人机，其他类型无人机飞行平台检查项目和检查内容可参照执行。

表 6.3 无人机飞行平台检查项目

检查项目	检查内容
机体外观	应逐一检查机身、机翼，副翼、尾翼等有无损伤，修复过的地方应重点检查
连接机构	机翼、尾翼与机身连接件的强度、限位应正常，连接结构部分无损伤
执行机构	应逐一检查舵机、连杆、舵角、固定螺丝等有无损伤、松动和变形
螺旋桨	应无损伤，紧固螺栓须拧紧，整流罩安装牢固
发动机	零件应齐全，与机身连接应牢固，注明最近一次维护的时间
机内线路	线路应完好、无老化，各接插件连接牢固，线路布置整齐，无缠绕
机载天线	接收机、GPS、飞行控制等机载设备的天线安装牢固，接插件连接牢固
空速管	安装应牢固，胶管无破损、无老化，连接处应密闭
飞控及 飞控舱	各接插件连接牢固，线路布置整齐无缠绕，减震机构完好，飞控与机身无硬性接触
相机及 相机舱	快门接插件连接牢固，线路布置整齐无缠绕，减震机构完好，相机与机身无硬性接触
降落伞	应无损伤，主伞、引导伞叠放正确，伞带结实、无缠绕、无老化
伞舱	舱盖能正常弹起，伞舱四周光滑，伞带与机身连接牢固
油箱	无漏油现象，油箱与机体连接应牢固，记录油量
油路	油管应无破损、无挤压、无折曲、油滤干净，注明最近一次油管清洗时间
起落架	外形应完好，与机身连接牢固，机轮旋转正常
飞行器 总体	重心位置前后左右平稳，向上提伞带使无人机离地，模拟伞降，无人机落地姿态平稳

### 6.2.1.4 燃油和电池检查

检查燃油和机载电池（见表 6.4）。

**表 6.4 燃油、电池检查项目**

检查项目	检查内容
燃油	确认汽油、机油的标号及混合比符合要求，汽油应无杂质
机载电源	机载电池（包括点火电池、接收机电池、飞控电池、舵机电池等）装入无人机之前，记录电池的编码、电量，确认电池已充满，电池与机身之间应固定连接，电源接插件连接牢固
遥控器电源	记录电池的编号，确认电池已充满

### 6.2.1.5 弹射架检查

采用弹射起飞方式的无人机系统，应检查弹射架（见表 6.5）。此处弹射架指使用轨道滑车、橡皮筋的弹射机构。

**表 6.5 弹射架检查项目**

检查项目	检查内容
稳固性	支架在地面的固定方式应因地制宜，有稳固措施，用手晃动测试其稳固性
倾斜度	前后倾斜度应符合设计要求，左右应保持水平
完好性	每节滑轨应紧固连接，托架和滑车应完好
润滑性	前后推动滑车进行测试，应顺滑；必要时涂抹润滑油
牵引绳	与滑车连接牢固、完好、无老化
橡皮筋	应完好、无老化，注明已使用时间和次数
弹射力	根据海拔高度、发动机动力，确定弹射力是否满足要求，记录每次弹射的弹力
锁定机构	用手晃动无人机机体，测试锁定状态是否正常
解锁机构	释放解锁机构，检查解锁机构工作是否正常

### 6.2.1.6 设备通电检查

设备通电后，检查地面测控系统、数据传输系统、飞行控制系统等设备的工作状态（见表 6.6）。

表 6.6 通电检查项目

检查项目	检查内容
测控站设备	地面测控站设备运行应正常
设计数据	检查设计数据是否正确，包括调取的底图、整个飞行航线是否闭合，各航路点相对起飞点的飞行高度，单架次航线总长度，曝光模式（定点、定时、等距）、曝光控制数据的设置
数据传输系统	地面测控站至机载飞行控制系统的数据传输、指令发送应正常
信号干扰情况	舵机及其他机载设备工作状态是否正常，有无被干扰现象
遥控器	记录遥控器的频率；发射通道设置正确；遥控通道控制正常，各舵面响应（方向、量）正确；遥控开伞响应正常；遥控器的控制距离正常；遥控和自主飞行控制切换正常
飞行控制系统	检查 GPS 定位、卫星失锁后的保护设置；检查机体静态情况下的陀螺零点；转动飞机（偏航、侧滚、俯仰），观察陀螺、加速度计数据的变化；检查高度、空速、转速传感器的工作状态；启用应急开伞功能，应急开伞高度应大于 100m
数据发送与回传	将设计数据从测控站上传到机载飞行控制系统，并回传，检查上传数据的完整性和正确性
指令响应	发送开伞指令，开伞机构响应正常；发送相机拍摄指令，相机响应正常；发送高度置零指令，高度数据显示正确

### 6.2.1.7 发动机启动后检查

发动机启动后，检查无人机和机载设备的工作状态（表 6.7）。

表 6.7 启动发动机后检查项目

检查项目	检查内容
飞行控制系统	在发动机整个转速范围内，飞控系统各项传感器数据跳动在正常范围内
发动机响应	油门以及风门响应线性度正常；发动机工作状态正常，无异常抖动
发动机风门	发动机风门最大值、最小值、停车位置设置正确
转速	转速显示正确；用测速表测最大转速并记录，最大转速应与标称值相符
舵面中立	各舵面中立位置正确，否则用遥控器调整

发动机动力	发动机动力随海拔高度、使用时间而变化，根据需要进行拉力测试
停车控制	测控站停车控制正常；遥控器停车控制正常

### 6.2.1.8 关联性检查

设备检查时,任何一项内容发现问题并调整正常后,要对其相关内容进行追溯性检查。

## 6.2.2 飞行操控

### 6.2.2.1 起飞阶段操控

- a) 起飞前,根据地形、风向决定起飞方向,无人机须迎风起飞;
- b) 飞行操控手在征得地面站工程师、机械师等的肯定答复后,方能操控无人机起飞;
- c) 地面站工程师应准确记录起飞时间;
- d) 起飞阶段,地面站工程师应每隔 5-10s 向飞行操控手通报飞行高度、速度等数据。

### 6.2.2.2 不能起飞的情形

- a) 风速大于 5 级;
- b) 设备突发故障。

### 6.2.2.3 飞行模式切换

遥控模式何时切换到自主飞行模式,由地面站工程师向飞行操控手下达指令。

### 6.2.2.4 视距内飞行操控

- a) 自主飞行模式下,无人机应在视距范围内按照预先设置的航线飞行 2-5min,以观察无人机及机载设备的工作状态;
- b) 飞行操控手应密切观察无人机的工作状态,随时做好应急准备;
- c) 地面站工程师应密切监视无人机是否按照预设的航线和高度飞行,观察飞行姿态、发动机转速等数据是否正常;
- d) 地面站工程师在判断无人机及机载设备工作正常情况下,方能引导无人机飞往作业区。

### 6.2.2.5 视距外飞行操控

- a) 视距外飞行阶段,地面站工程师须密切监视无人机的飞行高度、发动机转速、机载电源电压、飞行姿态等,一旦出现异常,应及时发送应急指令进行干预;
- b) 其他岗位人员须密切监视地面设备的工作状态,如发现异常,应及时采取措施。

### 6.2.2.6 降落阶段操控

- a) 无人机完成预定任务返航时,地面站工程师须及时通知其他岗位人员做好降落准备;

- b) 地面站工程师、机械师等应协助判断风向、风速，并随时提醒飞行操控手；
- c) 自主飞行何时切换到遥控飞行，由地面站工程师向飞行操控手下达指令；
- d) 遥控飞行模式下，地面站工程师根据具体情况，每隔 5-10s 向飞行操控手通报飞行高度；
- e) 无人机落地后，地面站工程师应记录降落时间。

#### **6.2.2.7 飞行现场管理**

飞行现场管理关系到人员安全、设备安全以及工作效率，应认真组织，规范操作。

- a) 指定一名现场负责人，负责飞行作业的统一协调和指挥；
- b) 设备应集中、整齐摆放，设备周围 30m×30m 范围设置明显的警戒标志，飞行前的检查和调试工作在警戒范围内进行，非工作人员不得进入；
- c) 发动机在地面点火时，操作人员不能站立在发动机正侧方和正前方 5 m 以内；
- d) 现场噪音过大或操作人员之间相距较远时，应采用对讲机、手势方式联络，应答要及时，用语和手势要简练、规范；
- e) 滑行起飞和降落时，与起降方向相交叉的路口须派专人把守，禁止车、人通过，应确保起降场地上没有非工作人员；
- f) 弹射起飞时，发射架前方 200m、90° 夹角扇形区域内不能有人站立；
- g) 无人机伞降时，应确保无人机预定着陆点半径 50m 范围内没有非工作人员。

#### **6.2.2.8 应急预案**

无人机航摄作业前，应制定应急预案，在发生紧急情况下执行，主要包括：

- a) 无人机出现故障后的人工应急干预方法，安全迫降的地点和迫降方式；
- b) 根据地形地貌，制定事故发生后无人机的搜寻方案，并配备相应的便携地面导航设备、快捷的交通工具以及通信设备；
- c) 发动机停车处置预案。

### **6.2.3 飞行后检查**

#### **6.2.3.1 飞行平台检查**

对无人机进行飞行后检查并记录（见表 6.8），如果无人机以非正常姿态着陆并导致无人机损伤，应优先检查受损部位。

**表 6.8 飞行平台检查**

检查项目	检查内容
动力装置	检查发动机有无损伤，排气管，化油器中是否有泥土等污物；检查螺旋桨、桨罩有无损伤，与机体连接处有无松动
机体	检查机身、机翼、副翼、尾翼等有无损伤，重点检查起落架与机身连接部位
连接机构	检查机翼、副翼、尾翼与机身连接机构有无损伤
执行机构	检查舵机、连杆、舵角等执行机构有无损伤
降落伞	用伞降时，检查降落伞有无损伤，伞带与机身连接处有无损伤
供油系统	检查油箱是否漏油；检查油路有无损伤和漏油

**6.2.3.2 油量、电量检查**

检查所剩的油量、电量（见表 6.9），测算现场条件下油量和电量的消耗情况，为后续飞行提供参考数据。

**表 6.9 油量、电量检查**

检查项目	检查内容
油量	检查剩余油量，计算每小时的油耗
电量	检查点火电池、飞控电池、舵机电池、任务载荷电池的剩余电量，计算每小时电量消耗

**6.2.3.3 机载设备检查**

检查机载设备并记录（见表 6.10）。

**表 6.10 机载设备检查**

检查项目	检查内容
机载天线	检查接收机、GPS、数传等机载设备的天线有无损伤，接插件有无松动
飞行控制设备	检查飞控有无损伤，接插件有无松动；检查减震机构位置有无变化、变形
任务载荷	检查任务载荷有无损伤，位置有无变化，接插件有无松动

**6.2.3.4 影像数据检查**

从机载设备中导出影像数据、位置和姿态数据，并进行检查（见表 6.11）。

表 6.11 影像数据检查

检查项目	检查内容
影像数据	检查影像质量是否合格、数量与技术设计是否相符
位置和姿态数据	检查影像的位置和姿态数据与影像是否一一对应

### 6.2.3.5 飞行资料整理及设备使用统计

对无人机飞行资料进行整理，填写相关飞行表、设备和主要部件使用时间统计表，主要包括：

- a) 无人机飞行记录表(见附录 A)；
- b) 飞行平台使用时间统计表（见附录 B）；
- c) 飞行控制使用时间统计表（见附录 C）；
- d) 发动机使用时间统计表（见附录 D）；
- e) 相机使用时间统计表（见附录 E）；
- f) 接收机使用时间统计表（见附录 F）；
- g) 舵机使用时间统计表（见附录 G）；
- h) 电池使用时间统计表（见附录 H）；
- i) 事故统计表（见附录 I）。

## 7 无人机环境遥感监测内业要求

无人机环境遥感监测内业工作主要包括航空遥感影像处理、专题信息提取等。

### 7.1 影像处理

主要包括无人机影像快速拼接、精细拼接及拼接质量要求。

#### 7.1.1 快速拼接

通过机载位置和姿态数据对影像进行姿态计算和校正，快速自动匹配生成具有投影信息的拼接影像。主要过程自动完成，较少人工干预。

#### 7.1.2 精细拼接

利用无人机影像处理软件，定义任务载荷参数、内外方位元素及相关信息，计算图像金字塔，进行空中三角测量，完成无人机数据的精细拼接，形成正射影像等成果。

### **7.1.3 拼接影像质量要求**

a) 影像应清晰，层次丰富，反差适中，色调柔和；应能辨认出与地面分辨率相适应的细小地物；

b) 拼接影像应无明显模糊、重影和错位现象。

## **7.2 专题信息提取**

在无人机环境遥感影像拼接的基础上，结合观测区其他环境背景数据，根据监测任务目标，提取环境敏感信息并进行分析，编制无人机环境遥感监测专题图和报告。专题信息提取方法主要包括人工目视解译和自动信息提取。

### **7.2.1 人工目视解译**

根据遥感影像目视解译标志(色调、颜色、阴影、形状、纹理、大小、位置、图型、相关布局等)和工作人员的解译经验，结合多种非遥感信息资料，运用地学、环境学、生态学等相关知识，从遥感影像中获取需要的环境专题信息。

### **7.2.2 自动信息提取**

利用遥感影像处理软件的自动信息提取功能，根据地物的波谱、纹理等特征，提取需要的环境专题信息。

附录 A：无人机飞行记录表

日期：\_\_年\_\_月\_\_日      起飞：\_\_时\_\_分      降落：\_\_时\_\_分

摄区	摄区名称		摄区代号		航摄分区		地面分辨率	
	绝对航高		摄影方向		航线条数		地形地貌	
飞行器	飞行器型号		编号		导航仪			
载荷	载荷型号		载荷编号		镜头号码		焦距	
	滤光镜		光圈		曝光时间		感光度	
影像	盘号				摄影时间			
	摄影前试片				摄影后试片			
天气	天气状况		水平能见度		垂直能见度			
机组	操控手		地面站人员		摄影测量员		机械师	

填表人：\_\_\_\_\_

附录 B：飞行平台使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	飞行地点	任务性质	起飞时间	降落时间	飞行时间	时间累计	操作员 (签字)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

备注：

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

### 附录 C：飞控使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	飞行地点	任务性质	开机时间	关机时间	使用时间	时间累计	操作员 (签字)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
备注：								

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

附录 D：发动机使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	飞行地点	任务性质	着车时间	关车时间	使用时间	时间累计	操作员 (签字)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

备注：

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

附录 E：相机使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	使用地点	任务性质	搭载飞行平台 的型号和编号	曝光次数	曝光累计	操作员 (签字)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
备注：							

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

附录 F：接收机使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	飞行地点	任务性质	通电时间	关电时间	使用时间	时间累计	操作员 (签字)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

备注：

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

### 附录 G：舵机使用记录

型号：\_\_\_\_\_

编号：\_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	飞行地点	任务性质	通电时间	关电时间	使用时间	时间累计	操作员 (签字)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
备注：								

前期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 本期累计 (h)：\_\_\_\_\_ 累计 (h)：\_\_\_\_\_ 审核人：\_\_\_\_\_

**附录 H： 电池使用记录**

编号： \_\_\_\_\_

开始时间： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

类别： \_\_\_\_\_

标称电压： \_\_\_\_\_

供给设备： \_\_\_\_\_

编号	使用日期 (年月日)	充电日期 (年月日)	开始充电 时间	结束充电 时间	充电器 规格型号	充电后 电压	操作员 (签字)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

说明：

前期累计充电次数： \_\_\_\_\_ 本期充电次数： \_\_\_\_\_ 累计充放电次数： \_\_\_\_\_

统计人： \_\_\_\_\_

审核人： \_\_\_\_\_

附录 I: 事故统计表

1 基本情况

事发地点					事发时间	年 月 日		
无人 机	型号		发 动 机	型号		飞 控	型号	
	编号			编号			编号	
事故原因								
损失情况								
损失总额		元						

2 备注（包括今后应注意事项）