|  |  |
| --- | --- |
| ICS |  |
| CCS | 点击此处添加CCS号 |

|  |
| --- |
|  |

宁夏回族自治区地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

无人机应急测绘技术规程

Technical specification for UAV emergency surveying and mapping

（本草案完成时间：2024年12月8日）

202X - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

宁夏回族自治区市场监督管理厅  发布

目次

[1 范围 1](#_Toc153812438)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc153812439)

[3 术语和定义 1](#_Toc153812440)

[4 总则 2](#_Toc153812441)

[5 应急响应 2](#_Toc153812442)

[5.1 前期准备 2](#_Toc153812443)

[5.2 响应措施 2](#_Toc153812444)

[5.3 预规划 3](#_Toc153812445)

[6 飞行计划 3](#_Toc153812446)

[6.1 航线规划 3](#_Toc153812447)

[6.2 飞行准备 3](#_Toc153812448)

[7 数据采集 3](#_Toc153812449)

[7.1 像控点布设及测量 4](#_Toc153812450)

[7.2 航飞影像采集 4](#_Toc153812451)

[8 数据处理 4](#_Toc153812452)

[8.1 数学基础 4](#_Toc153812453)

[8.2 数据预处理 4](#_Toc153812454)

[8.3 空中三角测量 4](#_Toc153812455)

[8.4 快拼影像生产 5](#_Toc153812456)

[8.5 实景三维MESH模型生产 5](#_Toc153812457)

[8.6 成果初分析 5](#_Toc153812458)

[9 数据提交 5](#_Toc153812459)

[10 其他要求 6](#_Toc153812460)

[附录A（资料性） 无人机航飞记录表 7](#_Toc153812461)

[附录B（资料性） 成果移交清单 8](#_Toc153812462)

无人机应急测绘技术规程

* 1. 范围

本文件规定了在应急测绘中，采用无人机进行测绘的总则、前期准备、数据采集、数据处理、数据提交等。

本文件适用于无人驾驶航空器（以下简称无人机）在应急测绘中开展的生产作业使用。

* 1. 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。

AP-45-AA-2017-03 民用无人驾驶航空器实名制登记管理规定；

AC-91-FS-2015-31 轻小无人机运行规定（试行）；

AC-61-FS-2013-20 民用无人驾驶航空器系统驾驶员暂行规定；

CH/Z 3001-2010 无人机航摄安全作业基本要求；

GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范；

CH/T 3004 低空数字航空摄影测量外业规范；

国令第761号 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例；

宁夏回族自治区自然资源厅应急测绘保障预案。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

应急测绘

为应对突发自然灾害、事故灾难、公共卫生事件、社会安全事件等突发公共事件高效有序地提供地图、基础地理信息数据、公共地理信息服务平台等测绘成果，根据需要开展遥感监测、导航定位、地图制作等技术服务。

无人机

利用无线电遥控设备和自备的程序控制装置操纵的不载人可搭载不同传感器的飞行器。

操控员

由运营人指派对多旋翼无人机的运行负有必不可少责任并在飞行期间适时操控多旋翼无人机的人员。

辅助作业人员

由运营人指定的训练有素的人员，协助操控员安全实施多旋翼无人机的飞行以及其他作业任务。

DEM

数字高程模型。

DOM

数字正射影像。

DSM

数字表面模型。

实景三维模型

以倾斜数字航空摄影为主，获取可反映地理要素在三维空间中的位置、几何形态、表面纹理、细节特点、场景效果和属性信息的可量测模型。

* 1. 总则

主要任务是为了抢险救灾，战时等提供相应测绘产品的工作，主要是测绘成果提供流程上采取方便快捷，便于为指挥部提供最新测绘成果，满足现场使用。当然也包括相应的快捷测量技术，比如航空摄影。

无人机应急测绘飞行作业时应符合国家相关法律法规的要求。

无人机应急测绘作业流程包括应急响应、数据采集、数据处理、成果汇交。

* 1. 应急响应
     1. 前期准备

无人机应急测绘操控员应取得符合国家规定要求的相应无人机驾驶资格证书。

应急测绘无人机应当有固定存放区域，便于应急测绘时快速取出，存放区域配备灭火器、防汛沙袋。

应急测绘无人机设备应按照出厂要求定期保养和检查，确保突发状况发生时随时可用。

应急测绘无人机电池应定期检查电池最大容量及可用容量，一般不超过15天，确保随时处于电量充足可用状态。

无人机配套硬件设施，如GNSS接收机、便携式工作电脑、移动式发电机、对讲机等设备，均应定期检查维护，确保处于可用状态。

操控员和辅助作业人员需掌握无人机出厂性能，如续航时间、最大航高、最大载荷重量、最大抗风等级、最大航速等，以便根据不同突发状况针对性选择无人机应急测绘航飞方式。

无人机应急测绘作业车辆应处于可用状态，以应对突发状况时第一时间集合出车。

* + 1. 响应措施

根据应急测绘保障领导小组指挥，按照突发事件响应级别制定应急测绘飞行计划。

接到应急测绘指令后，应急人员于1小时内集结，完成无人机、作业车辆、仪器设备等装备出发前的准备工作。

赶赴突发事件发生地点，同时申请空域。

收集测区相关资料，包括卫星或无人机航测影像资料、地形图、交通图、禁飞区范围、控制点等。

获取测区气象资料，包括温度、湿度、风力、风向、降雨等。

联络现场指挥部，获取测区情况，为航线规划做准备。

* + 1. 预规划

根据突发事件情况，进行航线预规划，确定航飞范围边界。

确定地面分辨率，根据任务设备参数，确定航飞高度。

1. 无人机航摄地面分辨率

| 比例尺 | 地面分辨率(cm） | 适用类型 |
| --- | --- | --- |
| 1:500 | 5 | 地裂缝、受困人员等 |
| 1:1000 | 10 | 崩塌、泥石流等 |

确定重叠度，一般航向重叠度不低于75%，旁向重叠度不低于65%。

* 1. 飞行计划
     1. 航线规划

航线设计宜采用仿地飞行，航摄高度设计需综合考虑地形地貌。

曝光点分布均匀，根据地形起伏分布、建筑物高低等情况采用DEM或DSM设计。

确定航线角度，航飞高度及速度，拍照模式宜采用定距模式。

航线规划应尽量避免垂直影像像主点落水，像主点处于水域内，或被云影、阴影、雪影等覆盖，或无明显地物，但落水范围的大小和范围不影响数据处理时，可按正常航线布设。

对地形复杂，建筑物高大、密集等重点区域应加大航向和旁向重叠度。

航向覆盖超出航摄区域边界范围不少于两条基线，旁向覆盖超出整个航摄区域边界线一般不少于一条航线。

* + 1. 飞行准备

航飞作业前，需仔细检查设备紧固件及连接件，确保无机械性故障。

对现场气象条件进行判别，避免雨、雾、霾等能见度低的气象条件，以及积雪、洪水、扬尘等覆盖物的不利影响。选择合适的气象窗口期进行航飞。任务紧急时，可适当放宽气象条件。

打开遥控器和地面站电源，检查电池电量、电源电压。

打开无人机和任务设备电源，进行预热。

进行载荷相机试拍，检查设备状态，确认曝光参数是否合适，必要时进行修改。

检查POS数据采集状态，检查IMU是否正常工作，GNSS数据回传正常，数据记录正确，地面站数传、图传正常。

* 1. 数据采集
     1. 像控点布设及测量

像控点连线应尽量覆盖全部成图区域，且尽量布设平高点。

对于现场环境恶劣，不具备布设像控点的区域，可适当放宽条件。

像控点测量采用GNSS接收机，使用NXCORS系统，采集固定解。在满足精度要求的情况下也可选择其它商用CORS。像控点测量按照GB/T 18314-2009规范要求执行。

* + 1. 影像数据获取

场地确定

选择场地坚硬、平整，周围开阔，无高大建筑物遮挡，适宜无人机起飞的起降场地。同时确定备降场地，场地要求同起降场地，位置应选在航摄范围内的其他区域。

执行航线

（1）无人机起飞后，驾驶员应密切关注无人机状态显示信息，确保无人机状态正常。

（2）航摄飞行过程中应及时观察 GNSS 信号状态，根据实际情况及时处理出现的问题。

（3）时刻观察存储设备容量，确保数据采集存储正常。

（4）航线采集数据包括POS数据、航拍影像、实时图传等。

（5）做好飞行情况记录，如遇雾、阵风等可能需要补测的区域，记录补测区域并制定预案。

* 1. 数据处理
     1. 数学基础

(1)坐标系统采用2000国家大地坐标系（CGCS2000），投影采用高斯——克吕格投影，按6°分带。宁夏地区中央子午线为105°E。

(2) 高程基准建议采用1985国家高程基准。

* + 1. 数据预处理

几何校正

原始影像应进行畸变纠正，可使用相机参数通过专用软件改正畸变差，也可在空中三角测量中利用内、外方位元素进行纠正。

匀光匀色

针对因传感器自身性能、太阳光照条件等因素对影像辐射亮度产生的影响，进行像片匀光匀色处理，消除影像色差，让影像在辐射特征上更具一致性。

数据检查

进行影像及POS的数量和质量检查，对于不符合要求的数据，要及时补飞。检查内容及要求包括：

（1）影像数量与预估数量一致性检查；

（2）影像数据和POS数据一致性检查；

（3）影像质量满足应急测绘精度要求，主要测绘目标成像清晰，纹理结构正常、色调柔和；

（4）影像上无大面积曝光、噪点、烟雾等缺陷，如局部存在少量缺陷，不影响成图及重要位置判读，可不进行处理；

* + 1. 空中三角测量

空中三角测量是利用获取的多视倾斜影像、POS等数据建立区块，通过多视倾斜影像的连接点建立严密的相对定向结果，然后利用像控点成果绝对定向、整体平差得到每张影像的外方位元素。

空三加密准备工作。

（1）作业前认真检查软硬件配置，确保设备硬件性能良好，软件配置正确。

（2）查验原始影像资料完整性。

（3）检查外业控制点文件和相机文件输入的正确性，确保空三加密原始数据的完整无误。

加密要求。

（1）加密过程要认真、仔细、准确，对于像控点要根据像控点点之记仔细判读，避免点位量测错误。

（2）像控点量测时，应量测主要的、地物点无遮挡、无阴影的像片，否则会降低加密精度。

（3）多余像控点在区域网平差时可以作为检查点使用。

相对定向。

（1）密集匹配连接点应分布均匀。

（2）空三加密出现分层或者失败时，应手动选刺一些连接点保证空三结果。

绝对定向及区域网平差计算。

（1）每个像控点应刺不小于5张像片。

（2）应急测绘空三可不进行分区，如需分区，相邻的区域网间要保证公共控制点数量，以方便后期检查接边精度；

* + 1. 快拼影像生产

（1）通过专业软件快速拼接，输出快速拼接影像。

（2）生成的快拼影像应通过互联网、测绘专网、交通运输等方式快速传递至指挥中心。

* + 1. 实景三维MESH模型生产

利用空三成果和影像，通过空三匹配的同名点构TIN，在TIN表面自动映射纹理形成应急测绘区域完整的实景三维mesh模型。

建模要求

（1）设置区块原点和模型原点，坐标系选择CGCS2000，6度分带，中央子午线105E，区块原点为X：3900000，Y：432000。模型原点设置坐标见表2。

1. 模型原点设置坐标表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 行政区名称 | | 模型原点坐标 | |
| X | Y |
| 石嘴山市 | 惠农区 | 4348500 | 652500 |
| 大武口区 | 4314000 | 623000 |
| 平罗县 | 4314000 | 623000 |
| 银川市 | 银川市城区(包括贺兰城区、望远工业园) | 4261500 | 608000 |
| 贺兰县暖泉工业园 | 4289000 | 612000 |
| 永宁县 | 4239000 | 609500 |
| 苏银产业园 | 4250000 | 629500 |
| 宁东工业园区 | 4228500 | 637000 |
| 灵武市 | 4218000 | 618000 |
| 吴忠市 | 利通区 | 4206000 | 600000 |
| 青铜峡市 | 4206000 | 600000 |
| 盐池县 | 4186000 | 711000 |
| 红寺堡区 | 4144500 | 594000 |
| 同心县 | 4093500 | 580000 |
| 中卫市 | 中卫市城区 | 4158500 | 517000 |
| 沙坡头区工业园（中卫市北侧） | 4158500 | 517000 |
| 中宁县石空镇 | 4152000 | 559500 |
| 中宁县城区 | 4152000 | 559500 |
| 中宁县工业园（县城南） | 4152000 | 559500 |
| 海原县城区 | 4048000 | 558000 |
| 海原县海兴开发区 | 4029000 | 597500 |
| 固原市 | 原州区 | 3988000 | 613000 |
| 彭阳县 | 3970500 | 647500 |
| 泾源县 | 3930500 | 621000 |
| 西吉县 | 3982000 | 565500 |
| 隆德县 | 3943500 | 600500 |

（2）数据格式选择OSGB和OBJ。

（3）建模的瓦片格网建议为100\*100米，如实际无法达到可不做要求。

实景三维mesh模型修饰要求

应急测绘实景三维MESH模型需对大面积水域产生的破洞进行修饰。

DOM生成

在实景三维mesh模型生成后，软件重建区块再次提交生成真正射影像图产品，产品类型选择Orthophoto/DSM，正射影像格式选择TIFF格式，设置参考坐标系、生成范围参数信息并提交软件运行。

DSM及点云数据生成

根据实景三维模型，在软件中输出DSM和点云数据，DSM数据格式为TIFF，点云数据格式为LAS。

* + 1. 成果初分析

根据已生成的实景三维模型和正摄影像成果，精准确定应急测绘整体区域及核心范围，绘制KML范围线，随时准备根据应急需求再次进行数据采集。

* 1. 数据提交

无人机应急测绘成果类型及成果格式应满足表2要求。

1. 无人机应急测绘成果类型表

| 序号 | 成果类型 | 成果格式 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 数字正射影像图（DOM） | \*.tiff |
| 2 | 数字高程模型（DEM） | \*.tiff |
| 3 | 实景三维模型 | \*.osgb、\*.obj |
| 4 | LIDAR点云 | \*.Las |

数据成果采用移动存储介质进行存储传送。

主要内容包括：

a）原始航飞影像数据；

b）POS数据；

c）像控点实测数据及简略点之记；

d）数字正射影像、数字高程模型、实景三维模型、LIDAR点云数据产品成果；

填写无人机航飞记录表（附表A）及成果移交清单（附表B）。

将应急测绘成果数据并入全区基础测绘地理信息数据库，进行数据更新。

* 1. 其他要求

对于无人机使用，本规定未尽事宜以无人机厂家使用说明书为准。

无人机应急测绘作业结束后，应持续对无人机及其他设备设施进行保养维护，以应对下一次突发状况，保持待命状态。

2. （资料性）  
   无人机航飞记录表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 记录项目及内容 | | | | | |
| 作业地点 |  | | 作业时间 | 年 月 日 | |
| 操控员 |  | | 作业开始时间 | 时 分 | |
| 辅助人员姓名 |  | |  |  | |
| 作业航线类型 | □ S 型 □ 井字形 □仿地飞行 其他： | | | | |
| 任务航线名称 |  | | 设计影像分辨率 |  | |
| 航测设备名称 |  | | 相机焦距 |  | |
| 相对航高 |  | | 光圈 |  | |
| 绝对航高 |  | | 曝光时间 |  | |
| 航线方向 |  | |  |  | |
| 是否已报备相关 管理部门 | □是，管理部门名称： 。  □否 | | | | |
| 作业区域 |  | | | | |
| 测区周围情况 |  | | | | |
| 环境温度 |  | 环境湿度 |  | 光照情况 |  |
| 风速 |  | 风向 |  | 风速 m/s |  |
| 多旋翼无人机型号 | | 预定架次 |  | 预定拍照数量 |  |
| 实际架次 |  | 实际拍照数量 |  |
| 预定作业速度 |  | 预定航线高度 |  |
| 实际作业速度 |  | 实际航线高度 |  |
| 重叠度 | | 航向重叠 |  | 旁向重叠 |  |
| 无人机工作状况 | 作业前 | □正常 □不正常，出现的问题： | | | |
| 作业中 | □正常 □不正常，出现的问题： | | | |
| 作业后 | □正常 □不正常，出现的问题： | | | |
| 作业面积 | 平方千米 | | | | |
| 作业结束时间 | 时 分 | | | | |
| 其他情况记录 |  | | | | |

记录人：

1. （资料性）  
   成果移交清单

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 接收日期 |  | | 接收部门 | |  |
| 测绘目的 | | |  | | |
| 测绘内容 | | |  | | |
| 成果名称 | | 成果格式 | | | 成果数量（文件大小） |
| 数字正射影像 | | tiff | | | 2GB |
| …… | | …… | | | …… |
|  | |  | | |  |
|  | |  | | |  |
|  | |  | | |  |
|  | |  | | |  |
|  | |  | | |  |
| 移交单位（签字）：  日期： | | | | 接收单位（签字）：  日期： | |