

T/GXAS

团 体 标 准

T/GXAS 784—2024

糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理规程

Code of practice for collection and processing of unmanned aerial
vehicle remote sensing data of sugarcane

2024 - 07 - 23 发布

2024 - 07 - 29 实施

广西标准化协会 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 技术流程	2
5 前期准备	3
6 数据采集	4
7 数据处理	5
8 质量检查	6
9 报告编写	6
附录 A（资料性） 航高与地面分辨率的关系	7
附录 B（资料性） 像片控制点布设示例图	8
附录 C（资料性） 无人机航空摄影测量作业应急预案示例	12
附录 D（资料性） 漫反射标准板布设示例图	14
参考文献	15

前 言

本文件参照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。

本文件由广西壮族自治区农业科学院提出并宣贯。

本文件由广西标准化协会归口。

本文件起草单位：广西壮族自治区农业科学院、广西壮族自治区农业科学院农业科技信息研究所、广西甘蔗生产服务有限公司、广西壮族自治区农业科学院甘蔗研究所、广西壮族自治区自然资源信息中心、南宁师范大学、广西南亚热带农业科学研究所、广西壮族自治区气象科学研究所、广西财经学院、广西泛糖科技有限公司、广西前沿智能科技有限公司、广西大数据产业发展有限公司。

本文件主要起草人：黄启厅、谢国雪、杨绍锸、覃泽林、潘桂颖、王泽平、温国泉、莫彬、杨妮、梁永检、马瑞升、李宇翔、唐利球、阮晓静、苏秋群、朱明、凌玉荣、何新洁、张家玫、段炼、张秀龙、林焱君、黄清平、彭崇、陈燕丽、马灿达、谢意、孙明、宁夏、梁存穗、李敏、张小秋、申焱阳、刘书田、邓树林、阮慧琳、鄢忠波、张洋洋、陈智、颜梅新、蓝奕丹、黄海荣、刘琦、赖容、刘世平、周燕新、闫青云。

糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理规程

1 范围

本文件界定了糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理涉及的术语和定义，给出了糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理的程序，规定了前期准备、数据采集、数据处理、质量检查、报告编写等操作指示。本文件适用于糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理。

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 7931	1:500 1:1 000 1:2 000地形图航空摄影测量外业规范
GB/T 14950	摄影测量与遥感术语
GB/T 39612	低空数字航摄与数据处理规范
CH/T 1004	测绘技术设计规定
CH/Z 3001	无人机航摄安全作业基本要求
CH/T 3003	低空数字航空摄影测量内业规范
CH/T 3004	低空数字航空摄影测量外业规范
CH/T 3005	低空数字航空摄影规范
CH/T 8023	机载激光雷达数据处理技术规范
CH/T 8024	机载激光雷达数据获取技术规范
NY/T 4151	农业遥感监测无人机影像预处理技术规范

3 术语和定义

GB/T 14950、GB/T 39612、CH/T 1004、CH/Z 3001、CH/T 3003、CH/T 3004、CH/T 3005、CH/T 8023、CH/T 8024和NY/T 4151界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

糖料甘蔗 sugarcane

供糖厂制糖用的原料甘蔗。

[来源：GB/T 10498—2010，3.1]

3.2

点云 point cloud

以离散、不规则方式分布在三维空间中的点的集合。

[来源：CH/T 8023—2011，3.3]

3.3

多光谱影像 multispectral image

多光谱相机通过摄影或扫描的方式，在同一时间内获取相同目标若干谱段信息的数字图像。

[来源：NY/T 4151—2022，3.2]

3.4

高光谱影像 hyperspectral image

利用很窄而连续的光谱通道，对目标地物进行持续成像且光谱分辨率在 $10^{-2}\lambda$ 数量级范围内的光谱影像。

3.5

数字正射影像图 digital orthophoto map; DOM

经过正射投影纠正的影像数据集。

[来源: GB/T 14950—2009, 6.26]

3.6

辐射定标 radiometric calibration

根据用户需求获取地物的光谱反射率或光谱辐射亮度时,或需对不同时间、不同传感器获取的图像进行对比时,将图像的亮度灰度值转换为绝对的辐射亮度的过程。

4 技术流程

糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理流程图见图1。

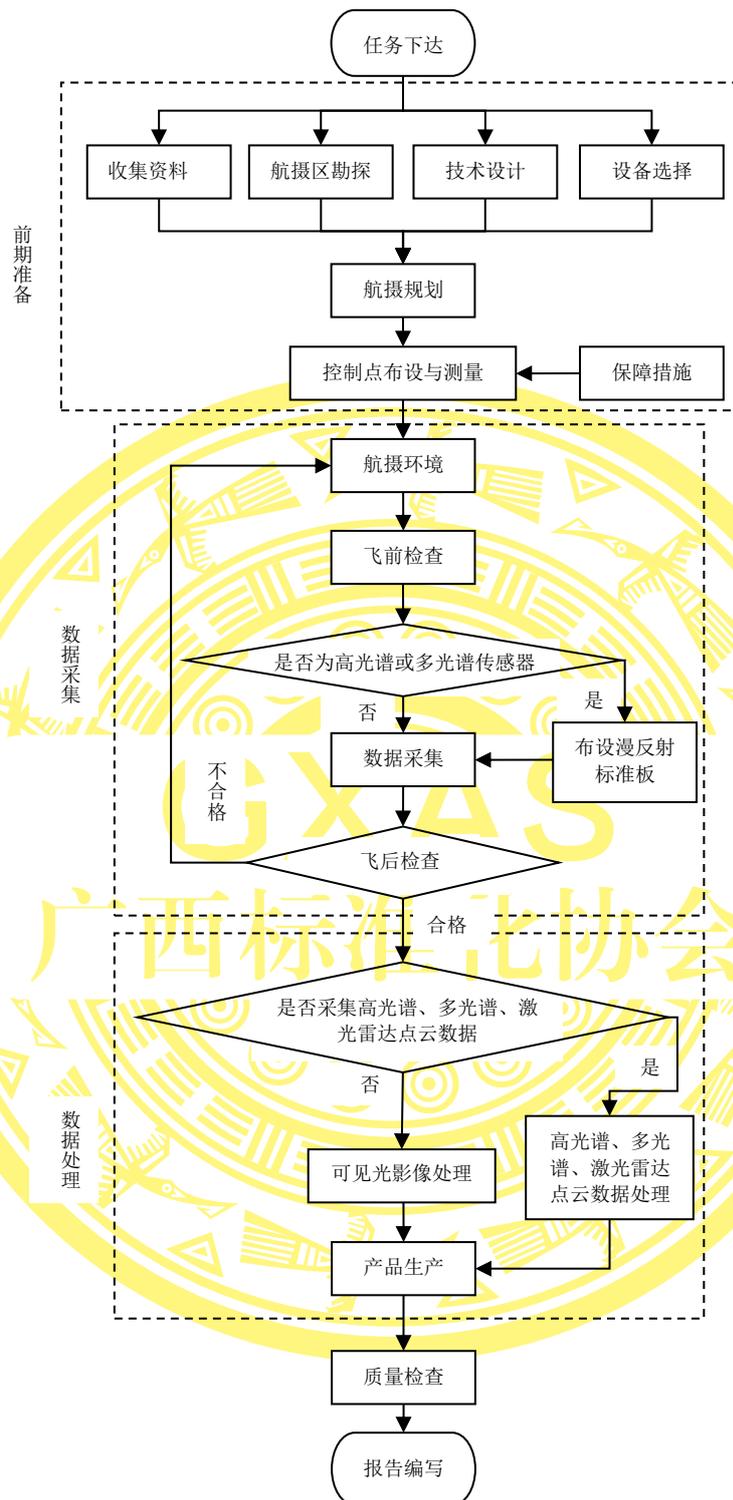


图1 糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理流程图

5 前期准备

5.1 资料收集

按照CH/Z 3001的要求收集资料，并对收集资料进行核查。

5.2 航摄区踏勘

按照CH/Z 3001的要求执行。

5.3 技术设计

参照CH/T 1004的要求，制定技术设计书或项目设计书。

5.4 设备选择

无人机和传感器的选择可根据用户或用途而定：

- 用于糖料甘蔗面积监测时，宜采用固定翼无人机搭载可见光或多光谱传感器；
- 用于糖料甘蔗长势监测、病虫害监测时，宜采用多旋翼无人机搭载高光谱传感器或多光谱传感器；
- 用于糖料甘蔗高度测量时，宜采用多旋翼无人机搭载激光雷达。

5.5 航摄规划

- 5.5.1 航摄区从需要采集的糖料甘蔗种植地块边界外扩不少于 50 m，确保覆盖全部糖料甘蔗种植区域。
- 5.5.2 根据航摄区范围大小规划飞行范围，航摄区面积较大时，分成若干个飞行区块，相邻区块间有重叠部分，每个飞行区块离无人机起降位置不超过 1.5 km。
- 5.5.3 依据任务需求的地面分辨率大小设置航高，并满足飞行安全和地面分辨率要求。航高与地面分辨率的关系见附录 A。
- 5.5.4 采用激光雷达采集点云时，飞行高度综合考虑点云密度、点云精度、激光有效距离和激光对人眼的安全性等要求。
- 5.5.5 规划航摄任务时，像片航向重叠度控制在 60%~80%，像片旁向重叠度控制在 30%~60%，航向超出航摄区范围两条基线，旁向超出航摄区 50% 像幅。

5.6 像片控制点布设与测量

- 5.6.1 像片控制点布设均匀分布且覆盖整个航摄区，地形起伏较大或山区地形加密像控。实时根据不同航摄区形状，调整像片控制点布设。航摄区为规则矩形、不规则区域或带状区域的像片控制点布设图见附录 B。
- 5.6.2 像片控制点标识采用直角模具涂刷和标靶布的方式，样例见附录 B：
 - 直角模具涂刷标识方式，用直角模具涂刷或航测专用标识，涂刷大小 ≥ 50 cm，且菱角不虚边。编号涂刷字体清晰，字体高度 ≥ 30 cm；
 - 标靶布标识宜采用黑白相间、大小为 60 cm \times 60 cm 的标靶布制作。
- 5.6.3 像片控制点测量时，平面点和平高点对最近基础控制点的平面位置中误差不超于地物点位置中误差的 1/5。
- 5.6.4 像片控制点选点布设、整饰及测量与精度按照 GB/T 7931 和 CH/T 3004 的要求执行。

5.7 保障措施

- 5.7.1 参与无人机遥感数据采集的人员应经过专业培训，并通过相关部门的岗位技能考核。
- 5.7.2 开展无人机遥感数据采集的单位或者个人应遵从《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》规定，经空中交通管理部门批准后，方可实施无人机遥感数据采集。
- 5.7.3 根据掌握的环境数据资料和设备性能指标，判断环境条件是否适合无人机航摄，若不合适，应暂停或取消飞行。
- 5.7.4 在航摄区现场，相关负责人负责统一协调、指挥，以免发生意外。
- 5.7.5 制定应急预案，应急预案模板见附录 C。

6 数据采集

6.1 航摄环境

- 6.1.1 航摄环境按照 CH/Z 3001、CH/T 3005、CH/T 8024 和 GB/T 39612 的要求执行。

6.1.2 常规作业时，根据无人机的起降方式和现场地形条件，选择和布置起降场地。起降场地选择在糖料甘蔗种植地边缘或者种植地中的平坦且通视性良好的安全空地，且远离机场领域、高压线、高建筑物、多金属等易造成磁场干扰的地方。应急航摄作业中，在确保飞行安全的前提下，可适当降低起降场地要求。

6.1.3 航摄在晴天、低空（1 km 以下）无云雾遮挡、风速 <8 m/s、能见度 >5 km、太阳高度角 $>45^\circ$ 的情况下进行，航摄时间段宜在 8:00~17:00。

6.2 飞行前检查

飞行前检查各个软硬件设备与其相关参数设置是否正常，包括地面基站（如设备连接、静态采集参设等）、飞行载体相关仪器（如相机、传感器、电池电量、螺旋桨等）以及飞行任务参数设置（如航高、航速、曝光度、重叠度等）等。检查操作按照CH/T 3001的要求执行。

6.3 漫反射标准板布设

6.3.1 获取高光谱或多光谱影像数据时，采用漫反射标准板对数据进行辐射定标。

6.3.2 在航拍区域内铺设白色和黑色两块漫反射标准板作为地物面辐射定标的参照物，并确保漫反射标准板周围无遮挡，见附录 D。

6.3.3 将照度计打开，对准漫反射标准板读取当前照度值并记录，根据标准板的反射率和照度值，计算合适的积分时间，在飞控系统中进行相应设置后，开始数据采集。

6.3.4 获取可见光影像或激光雷达点云时，不使用漫反射标准板。

6.4 采集数据

6.4.1 飞行作业

测量与精度按照CH/T 3004的要求执行。

6.4.2 飞行质量与影像质量要求

飞行质量与影像质量按照GB/T 39612的要求执行。

6.4.3 激光雷达点云采集

激光雷达点云采集按照CH/T 8024的要求执行。

6.5 飞后检查

6.5.1 飞行质量检查

航摄结束飞机返场后，操作人员利用飞行管理软件评价当天飞行质量，影像质量在符合6.4.2的条件下，通过目视观察检查影像是否出现缺失、模糊、阴影、错位等。成果影像质量检查方法及事项按照CH/T 3005的要求执行。有不合格航线的（如航线未覆盖摄区边界、出现绝对漏洞或相对漏洞、POS数据丢失等），立即组织补摄。

6.5.2 仪器检查

航摄结束飞机返场后，对飞行器及各个配件进行检查并做好记录。飞行后仪器检查操作按照CH/Z 3001的要求执行。

7 数据处理

7.1 可见光影像处理

7.1.1 空中三角测量

7.1.1.1 空中三角测量可通过区域网平差等方式获取每一张影像的准确参数及加密点坐标，也可进行点云加密，获取无人机影像三维点云，提高数字正射影像和数字高程模型的空间分辨率及精度。

7.1.1.2 经过空中三角测量后，检查点的精度应符合NY/T 4151的规定。

7.1.1.3 在多镜头或多相机获取多光谱无人机影像条件下，几何校正后各波段影像的相对位置中误差小于1个像元。

注：可根据农业遥感监测对影像几何精度的实际要求，适当放宽平面精度和高程精度要求。在仅需正射影像要求下，可适当放宽高程精度要求。

7.1.2 正射校正

在空中三角测量获取的加密点坐标基础上，利用数字高程模型数据，采用正射纠正方法对影像进行倾斜改正和投影差改正，将影像重采样成正射影像。

7.2 高光谱、多光谱影像处理

7.2.1 辐射定标

高光谱、多光谱影像通过辐射定标，对原始影像进行处理，将像元亮度值转换成对应像元的辐射率或反射率。

7.2.2 几何校正

通过基于无人机影像提取连接点，导入地面控制点进行空中三角测量，对图像进行几何校正。

7.2.3 影像拼接

对校正后的影像进行拼接，形成覆盖整个采集区域的遥感影像。

7.3 激光雷达点云处理

7.3.1 定位定姿系统（POS）数据处理

7.3.1.1 获取全球定位系统（GPS）基准站坐标，联合机载GPS观测数据，按照后处理精密动态测量模式进行处理，获取飞行各时刻GPS天线的基准坐标。

7.3.1.2 基于差分GPS结果与惯性测量单元（IMU）数据，进行POS数据联合处理。

7.3.2 点云解算

联合POS数据和激光测距数据，附加系统检校数据，进行点云数据解算，生成激光雷达点云。

7.4 产品生产

数字高程模型、数字正射影像、数字表面模型的生产按照NY/T 4151的要求执行。点云数据生产按照CH/T 8023的要求执行。

8 质量检查

8.1 数字高程模型、数字正射影像、数字表面模型的质量检查按照NY/T 4151的要求执行，激光雷达点云质量检查按照CH/T 8023的要求执行。

8.2 质检合格后对原始数据、过程数据和产品妥善储存。

9 报告编写

编写糖料甘蔗无人机遥感监测数据处理报告，主要内容包括：

- 蔗区概况、数据采集设备、处理时间、处理人员、检查人员等信息；
- 影像处理流程；
- 像片数量、控制点数量及分布图；
- 产品质量检查报告；
- 数字正射影像等成果专题图。

附录 A
(资料性)
航高与地面分辨率的关系

公式 (B.1) 给出了航高与地面分辨率的关系。

$$H = \frac{f \times GSD}{a} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

H ——为摄影航高, 单位为米 (m);

f ——为镜头焦距, 单位为毫米 (mm);

a ——为像元尺寸, 单位为毫米 (mm);

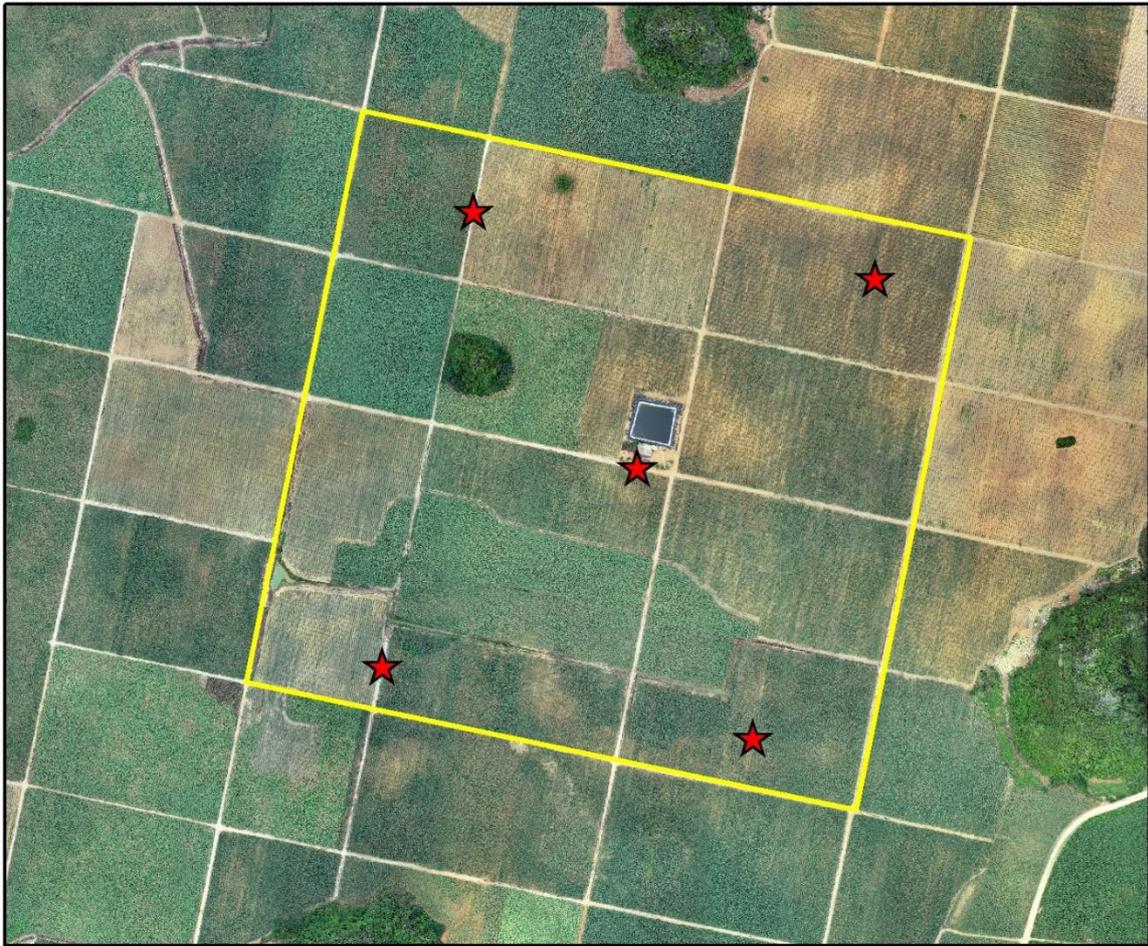
GSD ——为地面分辨率, 单位为米 (m)。



附录 B
(资料性)
像片控制点布设示例图

B.1 规则航摄区像片控制点布置示例图

图B.1给出了规则航摄区像片控制点布置示例图。



图B.1 规则航摄区像片控制点布置示例图

B.2 不规则航摄区像片控制点布置示例图

图B.2给出了不规则航摄区像片控制点布置示例图。



图B.2 不规则航摄区像片控制点布置示例图

B.3 带状航摄区像片控制点布置示例图

图B.3给出了带状航摄区像片控制点布置示例图。



图B.3 带状航摄区像片控制点布置示例图

B.4 直角型像片控制点标识示例图

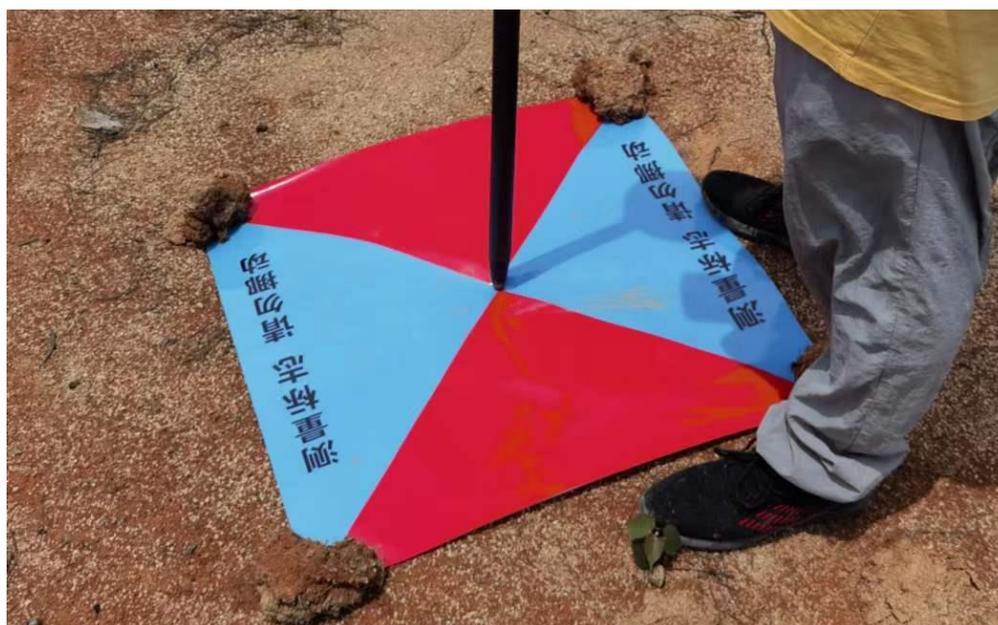
图B.4给出了直角型像片控制点标识示例图。



图B.4 直角型像片控制点标识示例图

B.5 标靶布像片控制点标识示例图

图B.5给出了标靶布像片控制点标识示例图。



图B.5 标靶布像片控制点标识示例图

附录 C
(资料性)

无人机航空摄影测量作业应急预案示例

下面给出了无人机航空摄影测量作业应急预案示例。

示例：

无人机航空摄影测量作业应急预案

一、作业单位：*****

二、伤害类别：碰撞、跌落、短路、落水等

三、事故与后果：

(1) 无人机及附属设备在运输、搬运、组装、调试过程中，发生跌落、线路错接短路，有可能造成设备损坏、财产损失。

(2) 无人机在起飞、飞行、降落过程中的非正常坠落，有可能造成人员伤亡、设备损坏、财产损失。

(3) 无人机在降落过程中，降落在预定地点之外，有可能发生无人机落水，或与地物、地面人员碰撞，造成人员伤亡、设备损坏、财产损失。

(4) 天气炎热、虫蛇出没，操作人员可能发生中暑、虫蛇伤害，造成人员伤亡。

四、适用范围：本应急预案适用于*****进行无人机航空摄影测量的全体人员。

五、安全人员组织机构：

成立应急自救小组。组长：***，副组长：***。应急自救小组在*****安全生产领导小组的直接领导下开展工作。

六、保障措施

(1) 工作人员需对作业现场及周围进行实地踏勘，并收集以下资料：

- ①作业区域地形地貌、地物的影像、地形图资料；
- ②作业区域的水文、气象资料；
- ③作业区域内及周围军用设施、商用机场、重要设施情况；
- ④城镇、乡村布局、道路交通、人口密度等资料。

(2) 无人机起降场地的选择应满足下列要求：

- ①距离军用设施、商用机场须在10 km以上；
- ②起降场地相对平坦、通视良好；
- ③远离人口密集区，半径200 m范围内不能有高压线、高大建筑物、重要设施等；
- ④附近应无正在使用的雷达站、微波中继站、无线通讯等干扰源，在不能确定的情况下，应测试信号的频率和强度，如对系统有干扰，须改变起降场地；

(3) 飞行现场管理

①飞行现场关系到人员安全、设备安全及工作效率，须认真组织，规范操作；现场工作人员应注意检查安全隐患。现场管理主要包括：

- ②指定1名负责人，负责飞行现场的统一协调和指挥；
- ③设备应集中、整齐摆放，设备周围30 m×30 m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，非工作人员不允许进入；
- ④发动机在地面着车时，人员不能站立在发动机正侧方和正前方5m；
- ⑤配备防中暑饮料及药品、虫蛇咬伤应急药品等。

(4) 无人机飞行高度、航线设置保障措施：

- ①设计飞行高度应高于摄区和航路上最高点100 m以上；
- ②设计航线总航程应小于无人机能达到的最远航程。

(5) 飞行前检查：

①飞行前依据《无人机航摄安全作业基本要求》CH/Z 3001第6章，进行地面监控站设备检查、任务设备检查、无人机飞行平台检查、电池检查、各通电检查、发动机通电检查、附设设备检查、关联性检查等，并分别按要求填写检查记录表。

②对无人机的动力系统、电气系统、执行机构以及航路点数据等应重点检查，每项内容须有两名操作员同时检查或交叉检查。

(6) 飞行操控

- ①起飞前，根据地形、风向决定起飞方向，无人机须迎风起飞；
- ②飞行操作员须询问机务、监控、地勤等岗位操作员能否起飞，在得到肯定答复后，方能操控无人机起飞；
- ③在自主飞行模式下，无人机应在视距范围内按照预设检查航线（或制式航线）飞行2 min~5 min，以观察无人机及机载设备的工作情况；
- ④飞行操作员须手持遥控器，密切观察无人机的工作状态，做好应急干预的准备；
- ⑤监控操作员应密切监视无人机是否按预设的航线和高度飞行，观察飞行姿态、传感器数据是否正常；
- ⑥视距外飞行阶段，监控操作员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，应及时发送指令进行干预；
- ⑦其他岗位操作员须密切监视地面设备的工作状态，如发现异常，应及时通报监控操作员并采取措
- ⑧无人机完成预定任务返航时，监控操作员须及时通知其他岗位操作人员，做好降落前的准备；机务、地勤操作员应协助判断风向、风速，并随时提醒遥控飞行操作员；
- ⑨自主飞行何时切换到遥控飞行，由监控操作员向飞行操作员下达指令；
- ⑩在遥控飞行模式下，监控操作员应根据具体情况，每隔数秒向飞行操作员通报飞行高度。

(7) 飞行后检查

飞行降落后对无人机飞行平台、电量、机载设备、影像数据等进行检查，并分别按要求填写检查记录表。

七、救援、救护措施

- (1) 加强现场人员安全教育，提高职工安全保护意识，严格执行《无人机航摄安全作业基本要求》、院和*****安全生产规定；
- (2) 无人机在飞行过程中出现普通故障，须由地面站操作员对故障进行排查、修复，如果无效，应立即操作无人机返航；
- (3) 无人机与地面站无线电连接中断时，地面站操作员须立即采取措施进行无线电通讯的恢复，如无效，无人机将自动返航至预设降落点；
- (4) 无人机发生坠机、失联时，应立即向上级领导汇报，并协调业主、地方政府，调动行政区域内的社会力量参与应急救援和搜寻。根据机载GPS定位的最后位置，组织人员进行搜索。搜索中应注意安全，避免产生二次伤害；
- (5) 发生人员受伤、财产损害时，应立即拨打报警、急救电话。为避免伤者伤势恶化，在送往医院前，应对受伤人员进行简单的急救措施；
- (6) 发生毒虫、毒蛇叮咬时，应立即服用应急药品，并尽快送医。

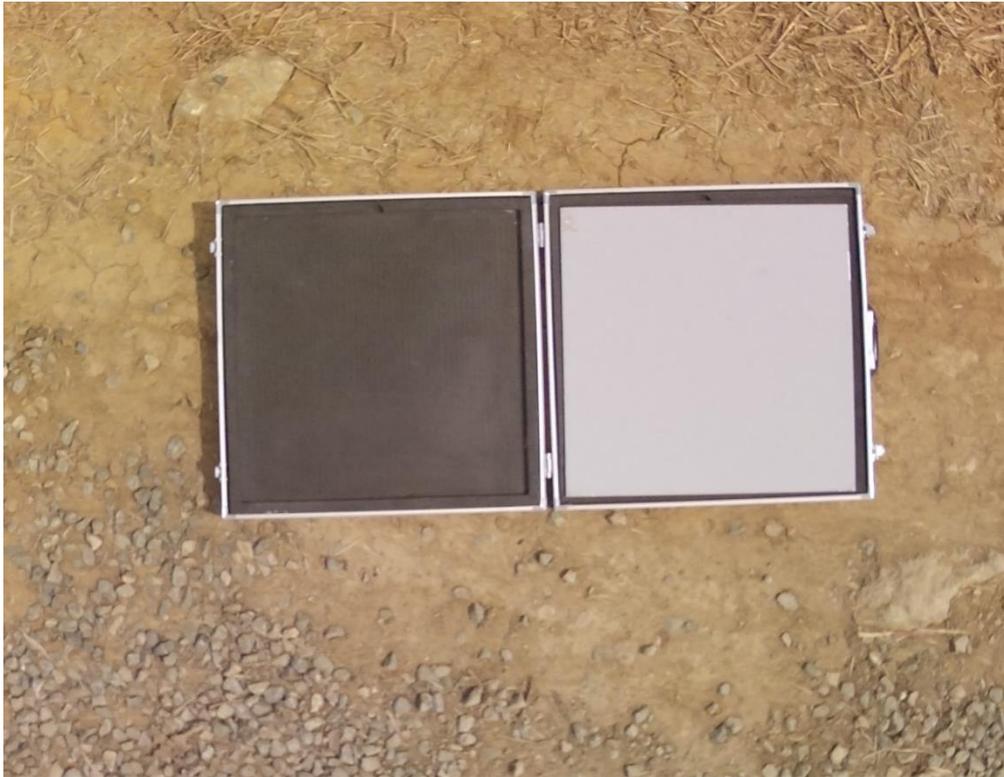
八、报警与联系电话

- (1) 报警电话：110
- (2) 急救电话：120
- (3) ***人民医院电话：*****
- (4) 现场司机电话：*****

****年*月**日

附录 D
(资料性)
漫反射标准板布设示例图

图D.1给出了漫反射标准板布设示例图。



图D.1 漫反射标准板布设示例图

参 考 文 献

- [1] GB/T 10498—2010 糖料甘蔗
 - [2] QB/T 5017—2016 糖料甘蔗术语
 - [3] 无人驾驶航空器飞行管理暂行条例（国令第761号）
-



中华人民共和国团体标准

糖料甘蔗无人机遥感数据采集与处理规程

T/GXAS 784—2024

广西标准化协会统一印制

版权专有 侵权必究