

团 体 标 准

T/GDDL 26—2024

海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价技术
规范

Technical regulation of low-altitude remote sensing survey and
evaluation of coastal garbage by unmanned aerial vehicles

2024-12-17 发布

2024-12-20 实施

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 总则	2
5 工作流程	3
6 调查要求	4
7 垃圾信息提取	5
8 现场调查验证	5
9 海岸带垃圾分布状况及潜在影响分析	5
10 成果要求	6
附录 A（规范性）海岸带垃圾调查记录表	7

前 言

本文件按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。

本文件由广东省科学院广州地理研究所提出。

本文件由广东省地理学会归口。

本文件起草单位：广东省科学院广州地理研究所、广西壮族自治区海洋环境监测中心站、中科珠江（广州）技术有限公司、南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）、广州中科云图智能科技有限公司。

本文件主要起草人：贾翊文、邓应彬、李昭、邓琰、彭小燕、徐健淞、尹小玲、孙嘉、李鑫、陈建球、杨骥、蓝文陆、荆文龙、李勇、梁枝浩、赵学凯、凌姣、莫涛源、刘国强、舒思京、温开祥。

海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价技术规范

1 范围

本文件规定了海岸带垃圾无人机低空遥感调查的总则、工作流程、调查要求、垃圾信息提取、现场调查验证、海岸带垃圾分布状况及潜在影响分析、成果要求。

本文件适用于海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价过程中的指导工作。

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 14950 摄影测量与遥感术语
- GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
- CH/T 1029.2 航空摄影成果质量检验技术规范 第2部分：框幅式数字航空摄影
- CH/T 9008.3 基础地理信息数字成果1:500 1:1000 1:2000数字正射影像图
- CH/T 3005 低空数字航空摄影规范
- 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 3001 无人机航摄安全作业基本要求
- CH/Z 3002 无人机航摄系统技术要求
- GDEILB 007 无人机数字航空摄影测量与遥感外业技术规范

3 术语和定义

GB/T 14950界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海岸带 coastal zone

海洋与陆地相互接触、相互作用和相互影响的地带。

3.2

海岸带垃圾 coastal zone debris; coastal zone litter

在海岸带中具持久性的、人造的或经加工的被丢弃的固体物质。包括故意弃置于海岸带的已使用过的物体，恶劣天气条件下意外遗失的渔具、货物等。

3.3

无人机 unmanned aerial vehicle (UAV)

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飞机。

注：无人机全称无人驾驶飞机，英文缩写为“UAV”。

[来源：GDEILB 007-2014，定义 3.7]

3.4

遥感 remote sensing

不接触物体本身，用传感器收集目标物的电磁波信息，经处理、分析后，识别目标物、揭

示其几何、物理特征和相互关系及其变化规律的现代科学技术。

[来源：GB/T 14950-2009，定义 3.1]

3.5

低空遥感 low-altitude remote sensing

相对航高为 2000 米以下，采用无人机搭载传感器进行航摄的遥感技术。

3.6

航向重叠 longitudinal overlap; end overlap; forward overlap

本航线内相邻像片上具有同一地区影像的部分，通常以百分比表示。

[来源：GB/T 14950-2009，定义 4.53]

3.7

旁向重叠 lateral overlap; side overlap; side lap

相邻航线的相邻像片上具有同一地区影像的部分，通常以百分比表示。

[来源：GB/T 14950-2009，定义 4.54]

3.8

目视判读 visual interpretation

判读者通过直接观察或借助判读仪以研究地物在遥感影像上反映的各种影像特征，并通过地物间的相互关系来推理分析，识别所需地物信息的过程。

3.9

训练样本 training sample

可由实地调查或目视判读方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元集，作为样本用于海岸带垃圾信息提取模型的建立或训练。

3.10

验证样本 validation sample

可由实地调查或目视判读方法选取确定的已知地物属性或特征的图像像元集，作为样本用于验证海岸带垃圾信息提取结果。

3.11

解译标志 interpretation signs

遥感影像解译时，用来区分目标物的影像特征。

4 总则

4.1 总体目标

基于无人机航拍影像，通过目视解译或算法识别等方式，获取调查区域垃圾分布类型、面积、密度等信息，摸清垃圾时空分布底数，支撑海岸带垃圾精准管理。

无人机航摄应符合 CH/T 1029.2、CH/T 9008.3、CH/Z 3001、CH/Z 3002、CH/Z 3003、CH/Z 3004、CH/T 3005、GDEILB 007 等文件的相关规定。

4.2 海岸带垃圾分类

4.2.1 按尺寸规格分类

按切割物体形心的最大尺寸可分为：

- a) 特大块垃圾：尺寸>5m；
- b) 大块垃圾：尺寸>1m 且 ≤5m；
- c) 中块垃圾：尺寸>10cm 且 ≤1m

d) 小块垃圾：尺寸 $\geq 2.5\text{cm}$ 且 $\leq 10\text{cm}$ 。

注：本规范不涵盖海岸带环境中小于 2.5cm 垃圾的监测。

4.2.2 按材料类型分类

按照垃圾材料类型，可分为塑料类、聚苯乙烯泡沫类、木制品类、玻璃类、金属类、橡胶类、织物（布）类、纸制品类和其他类型。

注：不包含混凝土、砖瓦等物体。

4.3 调查内容

海岸带垃圾无人机低空遥感调查内容如下：

- a) 垃圾的类型；
- b) 垃圾的面积；
- c) 垃圾的密度；
- d) 垃圾的分布。

5 工作流程

海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价流程包括：技术准备、数据获取与预处理、垃圾识别模型构建与测试、调查成果制作与整理，工作流程见图 1。

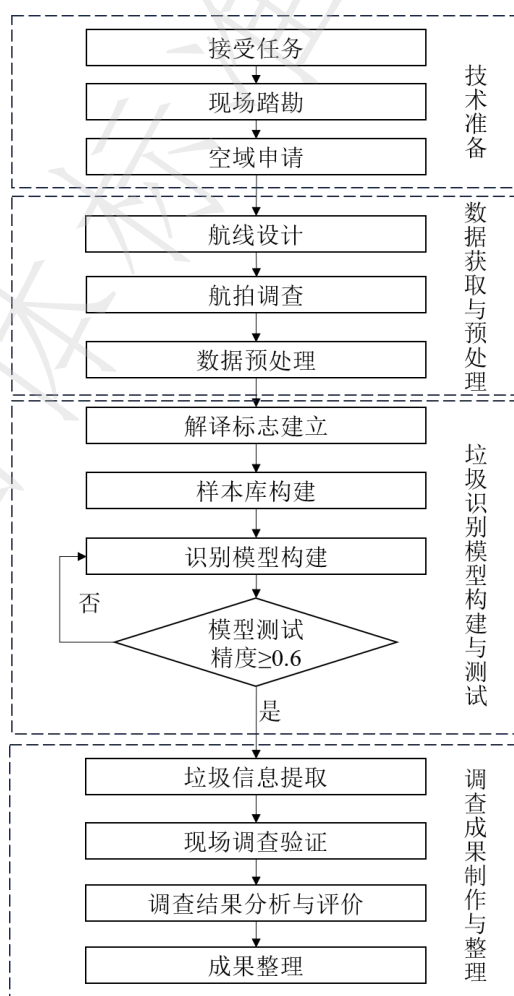


图 1 海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价流程

6 调查要求

6.1 人员要求

参与无人机航摄作业的操作人员需经过专业培训，并通过有关技术部门的岗位技能考核；参与垃圾识别的人员需具备丰富的外业调查与遥感影像解译经验，掌握不同类型垃圾的无人机影像特征。

6.2 调查时间和频率要求

每年至少开展一次海岸带垃圾无人机低空遥感调查，时间宜为9月~10月。可依据实际情况适当提高调查频率，监测周期与时段应根据垃圾分布特征、垃圾数量变化趋势以及监测目的与要求综合确定。

6.3 无人机作业环境要求

无人机作业环境应符合如下规定：

- a) 作业区域的环境和气象条件应满足飞行平台的作业要求；
- b) 作业区域电磁环境应满足无人机通信、导航及监视系统正常工作要求；
- c) 作业区域地理环境、建筑物和障碍物情况等应符合作业要求。

6.4 接受任务要求

依据任务需求确定无人机机型、飞行高度、成果格式等，确保作业区域无禁飞要求。

6.5 现场踏勘要求

接受任务后需对测区及周边地区进行实地踏勘，收集地形地貌信息以及周边重要设备和交通信息，为无人机的起飞、降落、航线规划提供资料。

6.6 空域申请要求

无人机作业前应向相关部门申请空域，未经批准不可执行飞行任务。

6.7 航拍调查要求

航拍作业开始前，需进行测区海拔、地形地貌、风力、风向等作业环境的检查以及无人机相机、电池等设备的检查。

航拍作业开始时，保证航向重叠度60%~80%，最低不小于53%；旁向重叠度15%~60%，最低不小于8%。为有效识别尺寸 $\geq 2.5\text{cm}$ 且 $\leq 10\text{cm}$ 的小块垃圾并分辨垃圾类型，需保持拍摄的无人机影像地面分辨率处于0.01~0.03m最佳检测区间内。采用式(1)进行不同型号无人机飞行高度的计算。

$$\text{GSD} = \frac{H}{f} \times a \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- GSD——地面分辨率 (m)；
- H——相机投影中心到地面的距离(m)；
- f——摄影镜头焦距(mm)；
- a——像元大小(mm)。

航拍调查结束后，将作业情况记录于附录A。

6.8 影像处理要求

6.8.1 影像处理流程

航拍调查完毕后，使用专业软件对航拍影像进行处理，包括影像配准、生成点云与纹理、正射影像生成等流程，得到调查区域正射影像。

6.8.2 质量检查

对正射影像进行纹理、噪声、阴影等外观要素以及调查区域完整性的检查，质量不合格的影像需查找和分析原因，并进行处理。

7 垃圾信息提取

不同类型垃圾在光谱特征、纹理特征或几何形状特征上有较为显著的区别，可借助算法（机器学习、深度学习等）进行自动化识别，通过构建训练样本与验证样本对算法进行训练和测试，提取垃圾分布范围、面积和类型等信息。

7.1 影像解译标志

应以光谱特征为主，结合几何特征、纹理特征等，建立海岸带垃圾遥感解译标志。

7.2 样本库构建

基于影像解译标志构建样本库，具体应包含以下内容：

- a) 样本数据包括训练样本数据和验证样本数据；
- b) 样本数据采用目视判读勾绘不同类别海岸带垃圾的方式获取；
- c) 在监测区域内选择若干具有代表性的样区进行样本选取，样本在空间上宜均匀分布，每类垃圾样本数不少于 300，且正样本数量不少于负样本数量，具体样本数量应依据调查区域垃圾特点与任务需求合理选择。

7.3 垃圾信息智能提取

海岸带信息智能提取包含以下内容：

- a) 基于海岸带垃圾样本库中的训练样本，根据调查区域和影像采集时间等不同需求场景，训练不同识别模型；
- b) 识别模型训练完成后，基于海岸带垃圾样本库中的验证样本，进行模型的验证，验证方法见式(2)，若垃圾识别平均精度 ≥ 0.6 ，可认为该模型有效，否则，通过收集漏检、误检样本制作新数据集的方式，对模型进行迭代优化，提高垃圾识别测试平均精度，直至满足要求：

$$\text{识别平均精度} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{S} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- n——验证样本中垃圾总类别数；
- S_i ——第 i 类垃圾正确调查出的面积（ m^2 ）；
- S——验证样本中垃圾总面积（ m^2 ）。

- c) 将处理后的调查区域无人机影像输入满足精度要求的识别模型中，获得垃圾位置、垃圾类型与垃圾面积等信息，实现垃圾信息智能提取。

8 现场调查验证

垃圾信息智能提取完成后，需对疑似垃圾或无法判别垃圾类型的区域开展现场调查，获取真实垃圾空间分布数据，进一步校正调查结果。调查完毕后，将垃圾调查结果记录于附录 A。

9 海岸带垃圾分布状况及潜在影响分析

9.1 海岸带垃圾分布状况

海岸带垃圾分布状况评价内容包括：

- a) 监测区域海岸带垃圾的类型，以及不同类型海岸带垃圾的密度和比例；
- b) 不同监测区域海岸带垃圾的密度分布；
- c) 采用式(3)进行垃圾密度的计算。

$$r = \frac{S}{A} * 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- r——海岸带垃圾密度（%）；
- S——调查区域垃圾总面积（m²）；
- A——调查区域海岸带总面积（m²）。

9.2 海岸带垃圾来源

结合监测区域的周边环境特点，分析海洋垃圾潜在来源：

- a) 雨水径流和河流携带；
- b) 污水处理排放；
- c) 滨海旅游；
- d) 海水养殖和捕捞；
- e) 航运和船舶弃置；
- f) 固体废弃物弃置和堆放(如生活垃圾和医疗废弃物等)；
- g) 海洋石油平台；
- h) 工业活动；
- i) 非法倾倒。

9.3 变化趋势

当监测数据累积三年及以上时，对海岸带垃圾种类和密度的变化，以及不同监测区域海岸带垃圾的分布进行长时序变化趋势分析与评价。

9.4 潜在影响分析

结合监测区域功能区类型和自然环境特点，分析海岸带垃圾的潜在影响：

- a) 滨海风景区或旅游度假区：分析评估海岸带垃圾对海洋景观的影响；
- b) 近岸航道区：分析评估海面漂浮垃圾对航行安全的影响，如废弃渔网缠住渔船、货轮和客轮等；
- c) 生态敏感区(如海洋保护区)：分析海岸带垃圾对海洋生物的潜在影响。

10 成果要求

10.1 成果形式

海岸带调查与评价完成后，对成果进行整理、汇总，形成海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价成果体系，包含：

- a) 专题图件：不同调查区域垃圾时空分布专题图件；
- b) 矢量数据：不同调查区域垃圾时空分布矢量数据，包含垃圾类型、垃圾面积、垃圾质心坐标；
- c) 外业数据：海岸带垃圾无人机调查记录表（附录 A）、外业验证照片与文字资料；
- d) 文字报告：海岸带垃圾无人机低空遥感调查与评价报告。

10.2 制图要求

专题图应包含以下要素：

- a) 专题图名称；
- b) 图例；
- c) 垃圾分布信息（垃圾边界、类型等）；
- d) 比例尺；
- e) 经纬度坐标；
- f) 制图时间；

g) 制图单位。

10.3 调查报告编制要求

调查报告应做到内容简明扼要，重点突出，论据充分，结论明确，文、图、表齐全准确，包括但不限于以下内容：

- a) 报告名称；
- b) 无人机作业概况；
- c) 调查方法；
- d) 调查结果与评价；
- e) 调查总结。

