

团 体 标 准

T/GDDL 17—2024

红树林无人机遥感调查技术规范

Technical specifications for drone-based remote sensing survey of  
mangrove forests

2024-05-18 发布

2024-05-20 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 调查对象与内容 .....	2
5 调查流程 .....	2
6 调查前准备 .....	3
7 数据采集与预处理 .....	4
8 红树林遥感参数提取 .....	6
9 成果整理与归档 .....	8
附录 A（资料性）相关调查记录表 .....	10



## 前 言

本文件按照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。

本文件由南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）、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：南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）、广东省科学院广州地理研究所、广东省生态环境监测中心、广东省海洋发展规划研究中心、广西壮族自治区海洋环境监测中心站、广州中科云图智能科技有限公司、广东省深圳生态环境监测中心站、广东省广州生态环境监测中心站、中科珠江（广州）技术有限公司、广东省林业调查规划院。

本文件主要起草人：侯志伟、孙嘉、杨骥、柴子为、刘花、蓝文陆、尹小玲、刘伟龙、陈鸿展、王伟民、王成荣、邓应彬、李瑞瑜、严惠华、张洒洒、舒思京、杨传训、胡泓达、刘樾、贾凯、李勇、邓丽明、荆文龙、潘屹峰、黄吴蒙、赵晓丹、屈明，张春霞，刘锡辉。



# 红树林无人机遥感调查技术规范

## 1 范围

本文件规定了红树林无人机遥感调查的调查对象与内容、调查流程、调查前准备、数据采集与预处理、红树林遥感参数提取、成果整理与归档。

本文件适用于利用无人机遥感系统开展红树林分布、面积、生长状况、生态质量、威胁因素等的调查、监测、评价与管理工作。

## 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 2260-2007 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语

CH/T 3005 低空数字航空摄影规范

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 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

CH/T 3014 数字表面模型 机载激光雷达测量技术规程

CH/Z 3001 无人机航摄安全作业基本要求

T/CAOE 20.2 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 2 部分：海岸带生态系统遥感识别与现状核查

T/CAOE 20.3 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红树林

## 3 术语和定义

GB/T 38152界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**红树 mangrove**

生长于热带、亚热带海岸潮间带的木本植物。

### 3.2

**红树林 mangroves; mangrove forest**

生长在热带、亚热带海岸潮间带，受周期性潮水浸淹，以红树植物为主体的常绿植物群落。

### 3.3

**红树林湿地生态系统 mangrove wetland ecosystem**

红树林与其周边生长环境及其生物共同构成的统一体。

### 3.4

**无人机** unmanned aerial vehicle; UAV

由遥控设备或自备程序控制装置操纵,机上无人驾驶的航空器。

### 3.5

**载荷** payload

用遥感手段对地观测的传感器。

### 3.6

**无人机遥感数据** UAV remote sensing data

无人机组载获取的各种数据集,包括原始数据和数据产品。

### 3.7

**遥感影像解译** remote sensing imagery interpretation

根据地物的光谱特性、空间特性、时间特征和成像规律,从影像中识别出地物类别、特性和某些要素或者测算某种数据指标,并把它们表示在地理底图上的过程。

### 3.8

**解译标志** interpretation key

指在遥感图像上能反映和判别地物或现象的影像特征,包括目标物的形状、大小、阴影、颜色、纹理、图案、位置、布局等。

### 3.9

**潮间带** intertidal zone

平均大潮高潮线到平均大潮低潮线之间的区域。

## 4 调查对象与内容

### 4.1 调查对象

海岸潮间带的红树林生态系统。

### 4.2 调查内容

红树林植被的面积、分布、林带宽度、物种、盖度、植株密度、株高、胸径、冠层、幼苗密度、幼树密度、生物量、碳储量等。红树林生态系统的干扰因素,包括:

- a) 自然干扰:外来入侵物种、病虫害、灾害;
- b) 人为干扰:生态保护/修复工程、污染物排放、滩涂养殖、人为破坏、海洋/海岸工程、海滩垃圾/海漂垃圾等;
- c) 红树林湿地的潮滩地形、水质、沉积物等环境条件。

## 5 调查流程

红树林无人机遥感调查工作包括调查准备工作、无人机数据采集与预处理、地面验证数据采集、无人机遥感数据后处理、数据分析与结果评价、成果整理与归档。技术流程如图1所示。

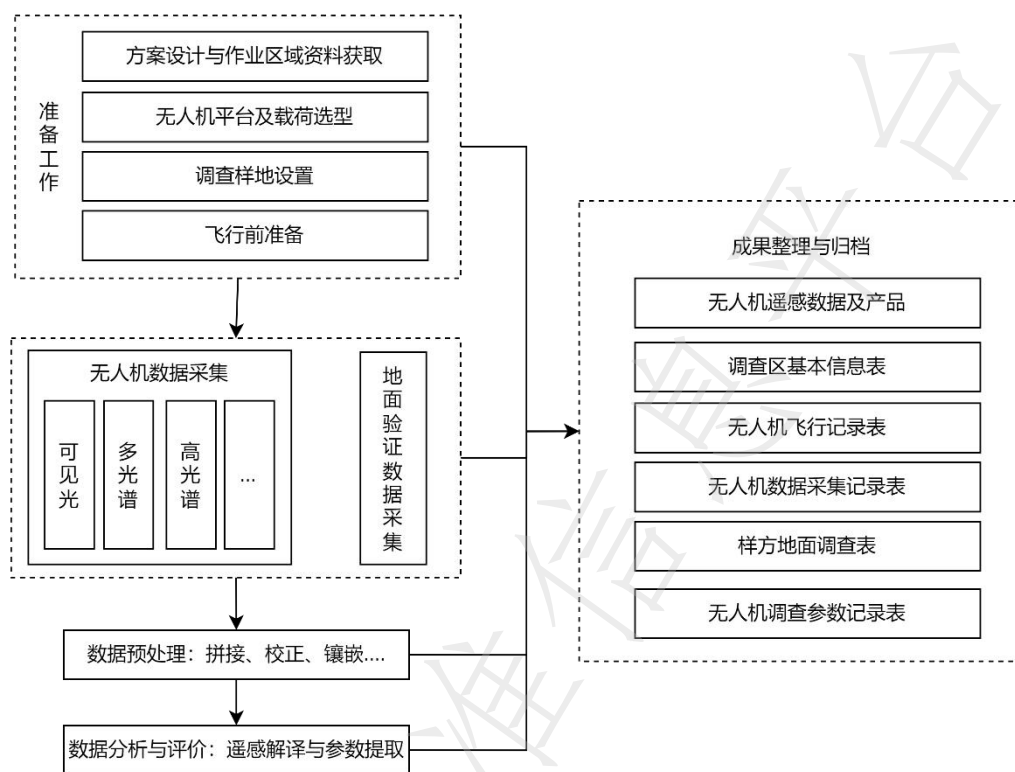


图 1 基于无人机遥感的红树林调查技术流程

## 6 调查前准备

### 6.1 方案设计与作业区域资料获取

根据飞行任务区域范围、数据需求，获取卫星高清影像、地形图、交通图、潮汐表、水系图、海图、海岸线修测数据、保护区数据、生态保护红线数据，以及历史文献及专项调查相关作业资料，设计红树林无人机遥感调查方案。

飞行作业前，应结合作业资料赴飞行任务区域实地踏勘验证作业区域范围、面积、潮位、潮滩地形等地理条件，实地踏勘应按照 CH/Z 3001 中相关规定执行。其中包括但不限于以下信息：

- 优选起飞点：寻找测区范围内或邻近测区的无人空旷平地为起飞点与转场点，增加有效数据采集时间并确保飞行安全；
- 测区组成：寻找不同植物群落、不同潮位、不同保护水平的红树林区域，保证测区具有典型性、代表性。

### 6.2 无人机平台及载荷选型

根据飞行任务所规定的的数据需求，调查对象对无人机的敏感性、调查范围、调查区气象和起降场地等条件，进行飞行平台与载荷设备选型。

#### 6.2.1 无人机平台选型

无人机类型基本要求如下：

- 宜选择噪声小、续航时间长、抗风能力强的无人机；
- 面积较大的调查区域宜选择固定翼无人机；

- c) 特征缺乏的调查区域（如大面积潮滩等），宜选择支持实时动态（RTK）或后处理（PPK）载波相位差分技术的无人机；
- d) 应考虑无人机与载荷的适配性。

### 6.2.2 载荷选型

应根据调查内容与参数需求进行载荷设备选型。

- a) 红树林变化监测宜选择高分辨率可见光相机；
- b) 获取植被参数，宜选择多光谱相机；光谱范围不超过 400 nm ~ 840 nm，光谱通道数不低于 4 个，并至少包括红、绿、红边、近红外波段；
- c) 进行红树林种间分类，宜选择高光谱相机，或多光谱相机与激光雷达；
- d) 获取红树植物垂直结构信息，宜选择激光雷达。

### 6.3 调查样地和样方设置

除红树林面积、分布、盖度、林带宽度之外的植被要素调查及验证数据获取采用样方调查，应根据不同植被类型设置不同样方法：

- a) 乔木型植被调查应设置 10 m×10 m 的调查样方，调查样方内成年植株和幼树（株高大于 1 m、小于 2 m，胸径小于 5 cm）的物种、数量、株高、胸径。在样方中，布设 1 m×1 m 嵌套样方，记录样方内的幼苗（株高小于等于 1 m）和附生草本植物的物种、数量、株高，气生根的类型、数量。相关参数调查按 HY/T 081 规定执行，数据记录表见 T/CAOE 20.3；
- b) 灌木型植被调查应设置 5 m×5 m 的调查样方，如植被茂密，可设置 2 m×2 m 调查样方，调查参数及调查方法同乔木型植被调查方法；
- c) 在设置样地前，宜采用无人机载多光谱或可见光相机对调查区域获取全局概况图，包括调查区域面积、植被群落分布、植被长势空间分布等信息，影像空间分辨率需优于 50cm；
- d) 红树林植被生物量调查采用各自的立木生物量模型进行计算，具体按 GB/T 30363 规定执行；
- e) 样地内野外精度验证点应使用手持 GPS 或 RTK 野外实测，记录坐标、树种类型、群落类型等信息。

### 6.4 飞行前准备

为保证飞行任务正常开展，对于天气状况、空域状态与设备状态需逐一确认，以保证飞行任务可正常开展。

- a) 飞行条件评估。在计划飞行任务日期前，评估飞行任务当天的光照条件（如阴天、多云、雨雪、雾霾、风暴潮等天气不可执行任务）与风速，确定飞行时段。应选择微风天气飞行，并尽量选择晴朗无云的天气采集数据，尤其是对于进光量要求较高的高光谱传感器；
- b) 数据采集时段：应选择低潮时段采集数据，尽量避免航片中出现水面从而带来误差；宜选择在正午时段采集数据，以减少地物阴影的影响；
- c) 空域申请。至少提前 3 天明确无人机限飞区，包含警示区、加强警示区、授权区、限高区、禁飞区等的空间范围与限飞高度，向空域管理部门申请飞行任务区域的飞行空域，并经批准后开展飞行任务；
- d) 设备检查。至少提前 1 天对使用设备进行全面检查，并对执行飞行任务区域进行室内飞行任务模拟，以保证飞行任务开展当天硬件设备状态与飞行作业流程正常。

## 7 数据采集与预处理

### 7.1 飞行作业要求

### 7.1.1 影像重叠度

航向重叠率应不低于 80%，旁向重叠率应不低于 70%。

### 7.1.2 飞行高度

无人机飞行高度应至少高于树冠约 40m，减少数据采集的时间与无人机撞击异物的风险。进行滩涂高程测量时，飞行高度宜在 110 m 左右，以兼顾航测用时和高程提取精度。

### 7.1.3 悬停定位精度

应满足垂直方向误差不大于 0.1 m，水平方向误差不大于 0.3 m，可通过 RTK 设备保证空间信息定位精度；地理位置信息宜采用经纬度表示。

### 7.1.4 高植被覆盖地区地形数据采集

植被盖度超过 90%时，激光雷达无法获取地面点，可在植被枯黄期进行地形数据采集，将获取的地形信息作为计算基准；也可利用全站仪、RTK 测量设备等进行地形数据的获取。其他操作要求参照 CH/Z 3001、CH/T 8024、CH/T 3005 要求。

## 7.2 数据预处理方法

为保证单景影像中研究目标细节信息准确度，需对单景影像进行畸变校正，用于修正因镜头畸变引起的影像内目标形变。多光谱数据预处理方法如下：

- a) 用于物种识别的近地面飞行多光谱数据预处理包括通道配准、辐射校正两部分：
  - 1) 通过提取原始多光谱数据特征点生成多通道配准矩阵，根据配准矩阵将原始影像校正为配准影像；
  - 2) 结合载荷的实验室辐射定标结果与经验线性场地辐射校正法，综合运用反射率靶标图像及下行光辐射信息同步测量结果，将 DN 值形式的遥感影像转换为反射率影像。
- b) 用于参数提取的低空飞行数据预处理包括通道配准、辐射校正和影像拼接三部分：
  - 1) 通道配准及辐射校正参照近地面数据处理方式；
  - 2) 在此基础上，将通道配准后的合并光谱影像进行空中三角测量、点云加密与正射镶嵌，最终生成多波段的全局拼接大图，同时拼接大图具备投影信息；
  - 3) 激光雷达点云数据预处理流程包括航带拼接、去噪、滤波、生成基础数据产品与归一化。
- c) 航带拼接：不同航带之间点云数据同名点的平面位置误差应小于平均点云间距；
- d) 去噪：去噪是提高点云数据质量的关键处理环节，主要是去除目标物周围的一些噪点和杂点等异常值；
- e) 滤波：滤波可以从原始点云中分离出植被点和地面点；
- f) 生成基础数据产品：基础数据产品包括数字高程模型、数字表面模型、冠层高度模型，其处理要求如下：
  - 4) 数据高程模型通过对地面点插值得到；
  - 5) 数字表面模型通过首次回波点插值得到；
  - 6) 冠层高度模型通过数字表面模型减去数字高程模型获得。
- g) 归一化：利用每个点的高程值与其最近的地面点高程值或 DEM 数据做差。

## 7.3 数据质量控制

### 7.3.1 参照 CH/T 3005，对光学遥感影像质量检查相关要求进行检查：

- a) 数据采集完整，无漏拍；
- b) 影像质量良好，影像无拖影、无畸变；
- c) 影像中不可有大面积（大于 10 %）的阴影、烟雾、过曝等缺陷；
- d) 数据信息准确，读取部分数据并通过读取检验；
- e) 拼接影像色彩均衡，无明显模糊、重影和错位现象；

7.3.2 参照 CHT 8024-2011 中关于精度的要求，点云数据质量检验的内容如下：

- a) 航带重叠满足要求，无遗漏；
- b) 点云数据覆盖范围大于数据采集目标区域，样地边界数据扫描角不超过 $\pm 30^\circ$ ；
- c) 接边无明显分层和数据缺失，满足使用要求；
- d) 点云无明显离群点，不影响后续产品生成；
- e) 点云密度满足使用要求；
- f) 点云数据精度优于 1:500 地形图数据精度要求。

#### 7.4 数据存储

数据获取完成后，以文件夹的方式管理，并列数据清单。数据至少包含以下内容：

- a) 原始数据：无人机获取的原始数据。
- b) 处理结果：经过几何畸变纠正的单景影像以及处理过程中的辅助信息，数据命名方式应与原始数据对应；
- c) 飞行设置：飞行中的重要参数设置，如航线，飞行高度，重叠度设置等，建议以录屏或截图等方式进行记录；
- d) 外业现场照：外场作业时现场拍摄的照片，其中包括人员、设备、场景等要素；
- e) 无人机飞行记录表：见附录 A 表 A. 2。

注：处理结果至少包括参考板信息、经过反射率校正的单景影像、经过反射率校正的拼接影像等；激光雷达数据处理结果至少包括点云数据和点云分类产品（数据格式为 LAS1.0 以上版本），以及 GeoTiff 格式的数字高程模型、数字表面模型和冠层高度模型。

#### 7.5 地面验证数据采集

##### 7.5.1 植物多样性信息

在无人机获取影像数据的每个样地内，按照 6.3 方法设置样方，统计每一样方内红树植物或入侵植物的种类、数量等数据，计算植物多样性参数。

##### 7.5.2 植被结构信息

采用群落学调查法，采用米尺测量优势物种高度，其均值作为样方高度。样方照片与目测结合估测样方盖度。

##### 7.5.3 地上生物量

地上生物量野外观测应选择植物生长高峰期时进行，主要方法是将样方内植物地面以上所有绿色部分用剪刀齐地面剪下，不分物种按样方分别装进信封袋，做好标记。对于每一个样方，对采集的样本进行称量鲜重后， $65^\circ\text{C}$  烘干称量干重，得到该样本的生物量。

### 8 红树林遥感参数提取

#### 8.1 影像处理

按照 CH/T 3007.1 规定，进行正射纠正、拼接、匀色等影像处理，生成拼接后数字正射影像图。按照 CH/T 3014 和 H/T 8023 处理机载激光雷达数据。

#### 8.2 遥感解译

参照 T/CAOE 20.2 执行。

#### 8.2 参数提取

基于无人机遥感数据，可以提取多种红树林遥感参数。部分代表性遥感参数计算如下表所示。

表 1 特征变量列表

特征变量	公式	说明
VDVI	$(2 \times \text{Green} - \text{Red} - \text{Blue}) / (2 \times \text{Green} + \text{Red} + \text{Blue})$	可见光波段差异植被指数
NGRDI	$(\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red})$	归一化绿红差异指数
VARI	$(\text{Green} - \text{Red}) / (\text{Green} + \text{Red} - \text{Blue})$	可见光大气阻抗指数，用于突出处于光谱中可见光部分的植被，同时减轻光照差异和大气效应。
NDVI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})$	归一化植被指数，反映植被绿度
EVI	$2.5 \times (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + 6 \times \text{Red} - 7.5 \times \text{Blue} + 1)$	增强型植被指数，反映植被绿度
MVI	$(\text{NIR} - \text{Green}) / (\text{SWIR1} - \text{Green})$	红树林植被指数
CMRI	$(\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}) - (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$	综合红树林识别指数
mNDWI	$(\text{Green} - \text{SWIR1}) / (\text{Green} + \text{SWIR1})$	改进的归一化水体指数，反映水体分布
NDBI	$(\text{SWIR1} - \text{NIR}) / (\text{SWIR1} + \text{NIR})$	归一化建筑指数，突出建设用地特征
IR	$(\text{SWIR1} - \text{SWIR2}) / (\text{SWIR1} + \text{SWIR2})$	红外指数，对湿地较敏感
SBL	$\text{NIR} - 2.4 \times \text{Red}$	土壤背景线指数，突出土壤背景
TCB	$0.3037 \times \text{Blue} + 0.2793 \times \text{Green} + 0.4743 \times \text{Red} + 0.5585 \times \text{NIR} + 0.5082 \times \text{SWIR1} + 0.1863 \times \text{SWIR2}$	缨帽变换亮度分量
TCG	$-0.2848 \times \text{Blue} - 0.2435 \times \text{Green} - 0.5436 \times \text{Red} + 0.7243 \times \text{NIR} + 0.0840 \times \text{SWIR1} - 0.1800 \times \text{SWIR2}$	缨帽变换绿度分量
TCW	$0.1509 \times \text{Blue} + 0.1973 \times \text{Green} + 0.3279 \times \text{Red} + 0.3406 \times \text{NIR} - 0.7112 \times \text{SWIR1} - 0.4572 \times \text{SWIR2}$	缨帽变换湿度分量
FVC	$(\text{NDVI} - \text{NDVI}_s) / (\text{NDVI}_v - \text{NDVI}_s)$	NDVI <sub>v</sub> 指纯植被 NDVI 值；NDVI <sub>s</sub> 指纯裸土 NDVI 值。
FVC	$n_{vegfirst} / n_{first}$	激光雷达数据统计单元内植被覆盖度； <i>nvegfirst</i> 为首次回波的植被点数； <i>nvegfirst</i> 为首次回波的总点数
CHM	DSM - DEM	冠层高度模型

注：表中的 Blue、Green、Red、NIR、SWIR1 和 SWIR2 分别表示遥感影像的蓝、绿、红、近红外、短波红外 1 和短波红外 2 波段。DSM 为数字表面模型，DEM 为数字高程模型

### 8.3 植被高度

#### 8.3.1 提取方法

高度可由激光雷达点云数据和冠层高度模型进行计算。根据得到的数字表面模型与数字高程模型，通过二者的相减，即可生成冠层高度模型。高度信息则可以通过冠层高度模型或归一化的点云进行统计得到（包括统计单元内的最大高度、最小高度、平均高度、分位数高度等）。

#### 8.3.2 精度要求

提取的高度结果平均误差不大于 2 cm。

#### 8.3.3 结果整理

像元级高度结果存为植被高度影像文件，以“高度-调查区号-样地号”或“盖度-调查区号”命名，记录在附录 A.5。

### 8.4 生物量测定

#### 8.4.1 测定方法

异速生长方程法是测定红树林生物量最常用的方法。它以生物量清查为基础，对样木的地

上和地下部分生物量进行实测。在此基础上，根据树木的胸径、株高、盖度等一系列便于测量的外部生长特征值建立与树木各器官生物量的回归方程。

首先将地面调查样方的生物量调查数据，与多光谱相机以及激光雷达等载荷获取的参数信息获取的信息建立回归模型，并对模型精度进行验证，确保满足生物量调查的精度要求；其次，以样方生物量数据为桥梁，结合样地多光谱数据、激光雷达数据等，利用样方尺度建立的回归模型，通过尺度上推方法获得样地生物量。

具体是，在每个样方中，测量胸径 $\geq 3$  cm的所有树木的胸径和树高。以胸径和树高为自变量，采用异速生长方程，分别建立叶片、树枝、树干、花果和根的生物量经验模型(公式 1)，计算出红树叶片、树枝、树干、花果和根的生物量，再通过累加获得样地单位面积的生物量。

$$\lg B = \lg a + b * \lg (D^2 * H) \text{ 或 } B = a (D^2 * H)^b \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B(kg)——生物量；

D(cm)——树木 1.3 m 处的胸径；

H(m)——树高；

a 和 b——关系系数，其取值参照文献或表 2。

表 2 红树植物各组分生物量异速生长方程的相关系数和有机碳含量

植物组分	有机碳含量(%)	a	b	相关系数
叶	50.23	0.0675	0.4855	0.87
枝	51.22	0.1240	0.5762	0.95
皮干	50.41	0.4884	0.2542	0.88
花果	51.34	0.0007	1.0610	0.85
根	49.94	0.0644	0.9919	0.95

#### 8.4.2 精度要求

利用机载数据估算的样地尺度生物量的误差不大于 20%；

#### 8.4.3 结果整理

样地、样方尺度生物量记录在附录 A.5。

#### 8.5 碳储量测定

红树林生物碳储量是通常通过测定植被生物量来实现的，在生物量的基础上乘以植被含碳系数来计算其碳储量。早期的研究中通常选择系数 0.45，目前国际上多采用系数 0.5。

### 9 成果整理与归档

设置数据归档表，便于野外实验数据的归类和管理。数据归档表内容主要分为以下五个部分：

- 调查区基本信息表，记录调查区域和调查工作的基本情况，包括样地编号、样地植被群落类型、数据采集人、数据采集日期、样地所属行政区划、数据采集点位十进制精度与十进制纬度、样地土壤类型、样地海拔等。见附录 A 表 A.1。
- 无人机飞行记录表，记录实际作业中的操作情况，包括飞行的具体时间、地点、参加人员、天气情况、风力等级；记录飞行信息，包括飞行高度、飞行目的以及飞行器型号、载荷、使用的反射率靶标信息；记录每个架次的飞行操作流程，并在备注中记录遇到的问题，以便后期的汇总解决。见附录 A 表 A.2。

- c) 无人机数据采集记录表，记录无人机数据采集工作的基本情况，包括采集的具体时间、地点、参加人员、天气情况、风力等级；记录数据情况，包括采集数据的内容、类型、数据的大小（单位为 GB）等；记录每次采集的流程，并在备注中记录遇到的问题，以便后期的汇总解决，见附录 A 表 A. 3。表中的数据存档编号由 16 位数字与字母构成，分四段，结构见图 2：

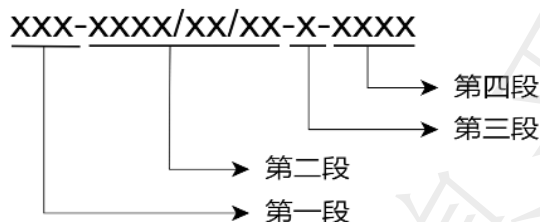


图 2 数据存档编号要求

注：数据存档编号代码第一段采用 GB/T 2260-2007 中的三位字母代码，代表数据采集地点的市/县/区级行政区划。第二段代表数据采集的日期，以 8 位数记录，例如：20230101 代表 2023 年 1 月 1 日。第三段代表数据的类型，其中，K 代表可见光、D 代表多光谱、G 代表高光谱、H 代表合成孔径雷达、J 代表激光雷达、Q 代表倾斜摄影、S 代表视频。第四段代表数据在单次采样数据集中的编号，不满四位的编号前要加“0”。

- d) 样方地面调查表，记录地面传统方法的调查结果，包括样地编号、样方编号、样方物种表，中文名-学名等，以及相应地点的无人机获取的参数。见附录 A 表 A. 4；
- e) 无人机调查参数记录表，记录基于无人机调查的红树林生物多样性参数，以及对应的无人机采集的原始数据。见附录 A 表 A. 5。

附录 A  
(资料性)  
相关调查记录表

表 A.1 红树林野外调研记录表

项目名称				
调查单位				
调研时间	20 年 月 日 时 分			
记录人		调查点统一编号		
地理位置	省	市	县/区	乡/镇/街道
经纬度	°	'	" E °	'
			" N	高程 (m)
地形		周边环境		
无人机数据	可见光 <input type="checkbox"/> 多光谱 <input type="checkbox"/> 激光雷达 <input type="checkbox"/> 高光谱 <input type="checkbox"/> 合成孔径雷达 <input type="checkbox"/> 倾斜摄影 <input type="checkbox"/> 视频 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> :			
优势树种			覆盖度	
沉积物类型			林源	
威胁因素	<input type="checkbox"/> 海水养殖 <input type="checkbox"/> 污染物 <input type="checkbox"/> 海岸工程 <input type="checkbox"/> 生物入侵 <input type="checkbox"/> 自然灾害 <input type="checkbox"/> 其他:			
人类活动强度	<input type="checkbox"/> 高度 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 轻度 <input type="checkbox"/> 其他:			
道路可达性	距离调查点最近的道路: <input type="checkbox"/> 国道 <input type="checkbox"/> 省道 <input type="checkbox"/> 高速公路 <input type="checkbox"/> 一般城市公路 <input type="checkbox"/> 县道 <input type="checkbox"/> 乡道 <input type="checkbox"/> 无道路 <input type="checkbox"/> 其他:			
备注				

表 A.2 无人机飞行记录表

飞行记录表：单号			
时间		地点	
天气		风力	
飞行高度			
飞行目的			
飞行器型号、载荷及其他信息			
作业人员			
流程简介	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
备注			
记录人：		记录日期：	

表A.3 无人机数据采集记录表

采集记录表			
时间		地点	
天气		风力	
数据类型	K 可见光 <input type="checkbox"/> D 多光谱 <input type="checkbox"/> J 激光雷达 <input type="checkbox"/> G 高光谱 <input type="checkbox"/> H 合成孔径雷达 <input type="checkbox"/> Q 倾斜摄影 <input type="checkbox"/> S 视频 <input type="checkbox"/>		
原始文件名称		采集信息名称	
处理结果名称		数据总量	
参加人员		飞行记录表	单号
数据存档编号	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
备注			
记录人:		记录日期:	



表 A.5 无人机调查参数记录表

样地编号		参数生产日期	
物种丰富度		物种频度	
盖度	(样地尺度的盖度影像编号、对应的原始采集数据存档编号)		
高度	(样地尺度的高度影像编号、对应的原始采集数据存档编号)		
生物量	(样地尺度的生物量影像编号、对应的原始采集数据存档编号)		