

附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□—20□□

生物多样性遥感调查与观测技术指南

Technical guidelines for biodiversity survey and observation

by remote sensing

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 前 言 | ii |
| 1 适用范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语和定义..... | 1 |
| 4 调查与观测的基本原则..... | 2 |
| 5 技术流程与工作程序..... | 3 |
| 6 工作方案编制要求..... | 3 |
| 7 数据获取和预处理..... | 4 |
| 8 遥感指标提取..... | 5 |
| 9 遥感指标分析与应用..... | 9 |
| 10 成果及归档..... | 9 |
| 附录 A (规范性附录) 卫星数据收集和预处理 | 10 |
| 附录 B (规范性附录) 航空遥感数据获取及预处理..... | 12 |
| 附录 C (规范性附录) 主要调查与观测指标及遥感获取方法..... | 14 |
| 附录 D (规范性附录) 遥感专题图件制作 | 18 |
| 附录 E (规范性附录) 生物多样性遥感调查与观测报告编制目录..... | 19 |

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，切实有效推动生态文明建设，统一规范生物多样性遥感观测技术、方法和指标体系，进一步将遥感技术纳入常规生物多样性调查与观测工作，加强和完善我国生物多样性观测网络建设，提高区域生物多样性观测和预警能力，制定本标准。

本标准规定了生物多样性遥感调查与观测的对象、技术流程与工作程序、遥感数据获取、指标提取、指标分析以及成果归档的技术要求。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部自然生态保护司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部卫星环境应用中心、中国科学院植物研究所、中国环境科学研究院、生态环境部南京环境科学研究所、四川省环境保护科学研究所。

本标准生态环境部 20□□年□□月□□日批准。

本标准自 20□□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

生物多样性遥感调查与观测技术指南

1 适用范围

本标准规定了生物多样性遥感调查与观测的对象、技术流程与工作程序、遥感数据获取、指标提取、指标分析以及成果归档的技术要求。

本标准适用于利用卫星遥感、航空遥感、地面遥感技术（传感器包括但不限于：多光谱/高光谱成像仪、高分辨率相机、荧光探测传感器、热红外相机、激光雷达、合成孔径雷达等）进行区域范围内的生物多样性遥感调查与观测工作，所涉及生物多样性指标主要为生态系统多样性、物种及相关生境，不涉及遗传多样性；所指区域包括了生物多样性保护优先区域、自然保护区、行政区域及其他有类似需求的区域。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 15968 遥感影像平面图制作规范

GB/T 34514 陆地观测卫星遥感数据分发与用户服务要求

3 术语和定义

3.1

生物多样性 biodiversity

来自陆地、海洋和其他水生生态系统及其所属的生态综合体所有生物有机体的多样性和变异性，涵盖了不同组织层次上生物实体的多样性，包括遗传多样性、物种多样性和生态系统多样性。本标准中的遥感指标不涉及遗传多样性。

3.2

植被结构 vegetation structure

构成生境的各个组分在空间上的不同配置和形态特征，包括水平分布上的镶嵌性、垂直分布上的成层性和时间上的发展演替特征，即水平结构、垂直结构和时空分布格局。

3.3

生态系统干扰 ecosystem disturbance

来自于生态系统外部某种因子的突然作用或连续存在因子的超出正常范围的波动，会引起生态系统结构或者质量发生部分甚至全部的明显变化，包括地质灾害、气象灾害、人类活动等。

3.4

植被覆盖度 fractional vegetation cover

单位面积内植被（包括叶、茎、枝）垂直投影面积所占百分比。

3.5

地上生物量 above ground biomass

植物的枝、叶、花等组成在土壤以上的生物量。

3.6

净初级生产力 net primary production

绿色植物在单位面积、单位时间内所累积的有机物数量，是由光合作用所产生的有机质总量中扣除自养呼吸后的剩余部分。

3.7

可见光遥感 visible remote sensing

利用人类眼睛可见谱段（波长 $0.4 \sim 0.7 \mu\text{m}$ ）进行空间遥感技术应用的总称。由于红外摄影和多波段遥感的相继出现，可见光遥感已把工作波段外延至近红外区（约 $0.9 \mu\text{m}$ ）。本标准中的可见光遥感包括了近红外区的数据。

3.8

高光谱遥感 hyperspectral remote sensing

具有高光谱分辨率的遥感数据获取、处理、分析和应用的科学与技术。

3.9

雷达遥感 radar remote sensing

主动微波遥感的工作方式，由遥感平台发射波长较长（波长 $1 \text{ mm} \sim 1 \text{ m}$ ）的电磁波，然后接收辐射和散射回波信号，主要探测地物的后向散射系数和介电常数。

3.10

激光雷达遥感 lidar remote sensing

通过测定传感器发出的激光在传感器与目标物体之间的传播距离，分析目标地物表面的反射能量大小以及反射波谱的幅度、频率和相位等信息，进行目标定位信息的精确解算，从而呈现目标地物精确的三维结构信息。

4 调查与观测的基本原则

4.1 科学性

生物多样性遥感调查与观测应坚持科学、严谨的技术方法和流程规范，保证调查与观测结果的一致性，采用已有专题产品前，应对其精度进行验证。

4.2 全面性

对调查区域进行全面遥感调查与观测，并结合调查区域的具体特点，对重要生态系统、重点物种的生境开展重点观测。

4.3 可操作性

根据需求和调查区域的具体情况，选取可操作性高的指标和计算方法，保障常态化的定期调查与观测。

5 技术流程与工作程序

生物多样性遥感调查与观测工作，以摸清家底、完善生物多样性观测网络、服务保护状况评估为目标，以遥感技术为主要手段，以生态系统和重要物种及生境为主要对象，开展本底调查和动态观测，结合地面数据，开展深入分析，形成定期报告，服务于生物多样性保护工作。生物多样性遥感调查与观测技术流程和工作程序见图 1。

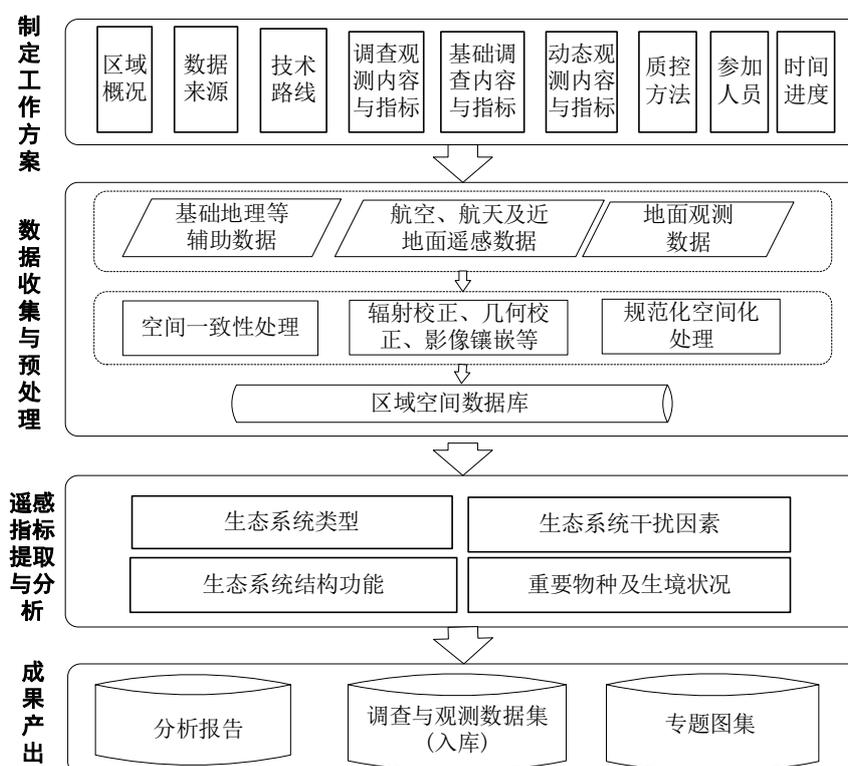


图 1 生物多样性遥感调查与观测技术流程和工作程序

6 工作方案编制要求

生物多样性遥感调查与观测工作应根据工作要求和区域特点，制定科学合理、可操作性强的工作方案，具体应包括区域概况、调查观测内容与指标、数据来源、技术路线、基础调查内容与指标、动态观测内容与指标、质控方法、参加人员、时间进度等方面。

针对区域尺度的生物多样性遥感观测，建议以卫星遥感手段为主，无人机等航空遥感主要用于获取地面验证数据；针对景观尺度的生物多样性观测建议采用无人机、有人机或高分辨率遥感数据。

7 数据获取和预处理

7.1 基础资料收集及空间化处理

7.1.1 资料内容

基础资料包括区域内的重要物种资源、关键生态系统、生物多样性保护方面的最新资料，以及气象、水文、地形等相关自然状况和人口分布、开发建设等相关社会经济状况数据资料。

7.1.2 空间化处理

将可空间化的基础资料进行空间化处理，包括坐标转换、投影转换和数据序列化处理等，统一为一致的坐标和投影。

7.2 地面遥感数据获取及处理

7.2.1 观测内容

地面观测为开展遥感指标提取提供所需要的模型参数，以及为检验和提高遥感指标测量精度提供地面验证数据。主要包括：植被遥感参数地面测量、生态系统类型和干扰类型的地面核查。

7.2.2 固定样地/核查样点设置

固定样地用于进行植被遥感参数的地面测量，布设应遵循以下原则：在不同海拔、不同地形地貌区设置；能够反映当地的主要生物多样性特征；不易被自然灾害或人为破坏；尽可能与巡护线路、重点观测物种、观测样带（线、点）结合，并根据所在区域生态系统类型，设置合适的样方大小。

核查样点根据生态系统类型和干扰类型的地面核查要求确定，要求每平方公里至少 2 个，根据实际情况进行加密，需覆盖所有类型。

7.2.3 地面观测数据处理

观测数据首先要进行数据筛选，剔除异常数据，对数据进行插补，确保数据完整和连续；其次，对数据结构进行标准化、规范化处理，统一数据格式并进行规范化存储，注明数据来源和数据格式；最后对观测数据或采样数据进行加工处理，生成遥感指标提取和验证所需要的数据。

7.3 遥感数据获取及预处理

7.3.1 卫星遥感数据

根据观测区域的特点，搜集历史卫星遥感数据，并定期获取不同分辨率的卫星数据。低

分辨率卫星数据以 250~1000 m 空间分辨率的卫星数据源为主,中分辨率卫星数据以 15~30 m 空间分辨率的卫星数据源为主, 高分辨率卫星数据以优于 10 m 空间分辨率的卫星数据源为主, 可根据工作目标进行调整。具体数据获取及预处理流程见附录 A。

7.3.2 航空遥感数据

航空遥感平台观测的尺度更贴近地面,能够连接地面观测和卫星遥感,包括无人机和有人机航空平台,可搭载多种类型传感器。具体数据获取及预处理流程见附录 B。

8 遥感指标提取

结合遥感数据特点和优势,生物多样性遥感调查与观测的重点为生态系统层次和物种层次,具体包括生态系统空间分布、干扰状况、生态系统结构功能遥感参数和重要物种及生境状况 4 个方面,为开展区域内生物多样性保护及威胁状况提供科学一致、长时间序列的空间化观测信息。为保证数据质量,每个指标均应进行质量控制,达到相应精度要求。

8.1 生态系统类型空间分布

8.1.1 指标与方法

8.1.1.1 生态系统类型

将生态系统类型划分为两级,一级类型的划分标准依据所属陆地生态系统的大类设定,包括森林、灌丛、草地、湿地、农田、荒漠、冰川/永久性积雪等;二级类型划分主要参照所属地块覆盖的植被型作为划分的主要依据。适用于本标准的生态系统类型划分体系见附录 C 中表 C-1,可在此框架下,根据区域特点自行定义三级类型。

生态系统类型遥感调查可采用机器分类和人工判读相结合的方法,调查方法及流程可参考附录 C。对生态系统类型的空间分布,可通过空间专题图、定性和定量描述的方式进行展示和表达。

8.1.1.2 生态系统面积和比例

对各类生态系统类型,通过计算该类型所有斑块面积之和,统计得到该类型生态系统面积。通过计算该类型生态系统面积与区域总面积的比例,得到该生态系统比例。

8.1.1.3 自然生态系统比例

自然生态系统比例为区域内除农田和城镇之外的所有生态系统类型面积占区域总面积的比例。

8.1.2 遥感数据源

生态系统一级类型所采用的卫星遥感数据源空间分辨率优于 30 m,二级类型所采用的卫星数据源空间分辨率优于 10 m。所采用卫星数据源的时相以植被生长季为宜,针对具体类型可采用多时相的卫星数据,也可结合高光谱或合成孔径雷达等载荷数据。

8.1.3 时间和频次

生态系统类型信息提取频次可一年一次,涉及不同观测目标和任务的特殊类型调查可适当增加调查频次。

8.1.4 质量控制

生态系统类型遥感结果需根据实地调查数据开展质量控制和精度评估,要求一级类型总精度高于 90%,二级类型总精度高于 80%。

8.2 生态系统干扰状况

8.2.1 指标与方法

8.2.1.1 干扰类型

生态系统干扰包括自然干扰和人为干扰,类型参见附录 C 中表 C-2,干扰类型一般通过人工解译或计算机分类的方法获得。

8.2.1.2 干扰面积和分布

干扰面积指一次干扰中生境所受到直接影响的面积,一般可用直接受到干扰的面积占生境类型面积的比例关系来衡量干扰程度。

干扰分布,指不同干扰类型的空间分布,可通过空间专题图、定性和定量描述的方式进行展示和表达。

8.2.1.3 干扰起止时间

干扰起止时间指一次干扰从开始到干扰结束的时间,遥感干扰持续时间表现为生境发生剧烈变化开始时间至生境变化稳定之间持续的时间。

8.2.2 遥感数据源

生态系统干扰所采用的卫星遥感数据源应为优于 5 m 空间分辨率的可见光卫星数据,时相无固定要求,可采用多时相数据。红外数据、合成孔径雷达数据可作为光学遥感数据的补充。

8.2.3 时间和频次

对于人类活动干扰,观测频次应保证一年一次;对于自然干扰和重点关注的人类活动干扰,需要在干扰发生后的最短应急时间内进行观测。

8.2.4 质量控制

干扰类型的遥感识别结果需根据实地调查数据开展精度评估和质量控制,要求二级类型总精度高于 90%,三级类型总精度高于 80%,最小上图图斑不多于 5×5 个像元。

8.3 生态系统结构功能遥感参数

8.3.1 指标与计算方法

8.3.1.1 植被覆盖度

植被覆盖度主要反映了植被的覆盖比例,具体计算方法见附录 C。

8.3.1.2 地上生物量

地上生物量是林分、林龄、密度、演替阶段以及生产力的一个间接反映指标，是影响生境选择和生物多样性的一个重要指标，具体计算方法见附录 C。

8.3.1.3 净初级生产力

净初级生产力是生产者能用于生长、发育和繁殖的能量值，也是生态系统中其他生物成员生存和繁衍的物质基础，具体的计算方法见附录 C。

8.3.1.4 冠层高度

冠层高度是指树木冠层顶端相对于地面的高度，用来反映生境范围内植被在垂直维度的总体情况。冠层高度模型（CHM）基于数字表面模型（DSM）和数字高程模型（DEM）二者的差值得到，按公式（1）计算：

$$CHM = DSM - DEM \quad (1)$$

式中：*CHM*——冠层高度模型；

DSM——数字表面模型；

DEM——数字高程模型。

8.3.1.5 冠层高度剖面

冠层高度剖面是指冠层在垂直方向的分布情况，反映了林分垂直结构的复杂性，也是预测鸟类、昆虫及其他生物的生境和生物多样性的一个重要指标。冠层高度剖面的计算是基于激光雷达数据，用一定高度间隔内（如 0.5 m）点云数量/能量占总点云数量/总能量的比值表示，即分层覆盖度随高度变化的分布。

8.3.2 遥感数据源

植被覆盖度、地上生物量、净初级生产力所采用的卫星数据源依观测区域大小而定，对于单轨中分辨率卫星能完整覆盖的观测区域，采用 30 m 左右的中分辨率遥感数据源；对于需要多轨中分辨率覆盖的观测区域，为保障参数连续性，采用 250 m 左右的低分辨率遥感数据源。

冠层高度和冠层高度剖面的数据源为卫星或航空平台的激光雷达遥感数据。

8.3.3 时间和频次

生态功能参数的调查和观测时间均应为观测区域内的植被生长季节。

植被覆盖度调查时间应覆盖整个植被生长周期，最佳观测频次为旬；草地和湿地地上生物量观测频次为年，森林地上生物量观测频次最低为 5 年 1 次，可根据实际情况，每 2~3 年观测 1 次；净初级生产力的观测频次为年；冠层高度的卫星观测最佳频次为季度，航空观测根据实际观测时间确定；冠层高度剖面根据实际观测时间确定，每 2~3 年观测 1 次。

8.3.4 质量控制

植被覆盖度、地上生物量、净初级生产力和冠层高度的遥观测结果需通过地面采样点

所获取的值进行精度评估和质量控制，地面采样点布设应在不同生境类型进行分层布点，样点个数根据研究区范围大小和复杂程度设定，植被覆盖度、净初级生产力和冠层高度总体反演精度不低于 80%，地上生物量总体反演精度不低于 60%。

冠层高度剖面获取精度受激光雷达点密度、穿透性和光斑大小等影响，应根据观测范围大小和冠层覆盖状况选取合适的平台和传感器确保数据获取精度，总体反演精度不低于 70%。

8.4 重要物种及生境状况

重要物种的选取根据区域实际情况而定，主要考虑区域旗舰种、特有种、外来入侵物种以及对气候和环境变化具有指示意义的物种，同时物种的适宜性生境具有一定空间范围和规律，可通过模型进行表达。物种及生境状况的主要观测指标为：种群数量和分布面积、适宜性生境空间分布、生境干扰类型及分布、生境破碎化状况。

8.4.1 观测指标与计算方法

8.4.1.1 种群数量和分布

针对部分可通过卫星或航空遥感数据的光谱、纹理等信息识别的动植物物种，通过人工或计算机分类的方法获取其种群数量和空间分布。

8.4.1.2 适宜性生境空间分布

物种的适宜性生境可能包括一种或多种生态系统类型。可通过以下两种方式获取：

a) 适宜性生境为特定生态系统或多种生态系统，可从区域生态系统类型调查和观测数据获取，对于特殊的生境类型也可以直接通过遥感数据分类获取，一般可采用计算机分类或人工解译的方法获取。地面调查作为提取该类生境遥感影像特征的重要补充方式。

b) 通过建立物种分布模型获取物种的适宜性生境空间分布。

8.4.1.3 生境干扰类型及分布

针对区域内的生境干扰类型，获取各类型面积及空间分布，可参考 8.2 生态系统干扰状况部分。

8.4.1.4 生境破碎化状况

生境破碎化也称生境片段化，是指由于人为或自然原因使得原来大面积连续分布的生境分离为片段化的生境，不仅使得生境的面积减少，同时使得各个小生境之间产生一定空间距离隔离、中心与边界的距离变小。生境破碎化状况可用生境破碎度表征，按公式 (2) 计算：

$$C_i = \frac{N_i}{A_i} \quad (2)$$

式中： C_i ——第 i 类生境的破碎度；

N_i ——第 i 类生境的斑块数；

A_i ——第 i 类生境的总面积。

8.4.2 遥感数据源

重要物种生境信息提取所采用的遥感数据源依其分布范围确定,可根据实际情况选取中、高分辨率遥感数据源,其中光学数据为主要数据源,高光谱、激光雷达可作为信息提取的补充数据源。

8.4.3 调查频次

建议针对重要物种生境信息的调查频次为 2~5 年 1 次。

8.4.4 质量控制

适宜性生境空间分布、生境干扰类型及分布采用地面实地验证的方式进行精度评估,精度不低于 90%。

9 遥感指标分析与应用

生态系统分布、生态系统干扰状况、生态系统结构和功能遥感参数均为调查区域全覆盖,可以用于分析生态系统多样性、健康或退化状况以及威胁情况,表征生态系统层次的生物多样性状况,同时也可以用于指示物种种群的生境状况。

重要物种及生境状况围绕物种分布及适宜生境区域开展观测,结合地面物种调查,可以了解物种种群状况、适宜生境分布、威胁因素和生境质量,为物种保护规划和监管提供有效数据支撑。

10 成果及归档

数据归档与存储是遥感影像处理和应用的重要环节,生物多样性遥感调查与观测工作的成果包括:调查与观测数据集、专题图集以及报告等。其中:

调查与观测数据集应包括原始遥感数据、预处理后遥感数据集,参见 GB/T 34514;

专题图的制作应符合 GB/T 13989、GB/T 15968 的规定,参见附录 D;

报告编制应包括调查与观测区概况、调查观测内容指标与方法、数据来源、技术路线、成果内容等部分,参见附录 E。

附录 A
(规范性附录)
卫星数据收集及预处理

A.1 数据源

A.1.1 低分辨率遥感卫星数据

250~1000 m 空间分辨率卫星数据, 如: NOAA AVHRR、MODIS 等遥感数据。

A.1.2 中高分辨遥感卫星数据

30 m 以下空间分辨率卫星数据, 如: 环境 1 号卫星 CCD 数据、高分一号卫星 2 m/8 m/16 m 宽覆盖多光谱相机和全色多光谱相机、高分二号卫星 1 m/4 m 全色多光谱相机、高分四号多光谱相机、高分五号卫星高光谱相机、全谱段光谱成像仪、Landsat TM/ETM 数据、哨兵 2 号等遥感数据。

A.1.3 其他主动遥感卫星数据

包括星载合成孔径雷达数据(如: EnviSat、ERS、RadarSat、JERS、CALIOP 等)和星载激光雷达数据(如: ICESat 1 & 2、GEDI 等)。

A.2 数据处理

A.2.1 影像质量检测

获取的卫星数据质量在很大程度上决定了调查与观测指标提取的精度, 故在数据选取时需要对数据质量进行检查, 选择高质量卫星数据。

a) 时相: 光学影像应尽量选取 6 月至 9 月数据, 也可根据观测区和观测内容及指标选择合适时相。

b) 云量要求: 光学影像单景平均云量应小于 10%, 重点观测区、变化较快的区域要求尽量无云覆盖, 非重点观测区或不易发生变化的区域, 可适当放宽。

c) 噪音: 单景影像噪音面积要求小于 10%。

d) 变形、条带: 单景影像变形或条带严重, 不符合要求, 需重新查找补充和替代影像。

A.2.2 辐射定标

按照载荷定标系数进行定标, 将 DN 值转换为实际的物理量。

A.2.3 几何精校正

A.2.3.1 确定校正方法

根据高分卫星数据几何畸变的性质和数据源来确定几何校正的方法, 一般选择多项式校正方法。

A.2.3.2 控制点输入

一般要求均匀分布在整幅高分卫星数据上, 尽量选择明显、清晰的定位识别标志, 如

道路交叉点等特征点。

A.2.3.3 重采样

对原始输入的高分卫星数据进行重采样，得到消除几何畸变后的影像，一般选用双线性内插法。

A.2.3.4 精度评价

将几何校正后的影像与控制影像套合，检验精度，要求几何校正精度在3~5个像元以内。

A.2.4 影像镶嵌

对于面积较大的观测区域而言，需要多景影像才能覆盖，要求进行影像镶嵌。流程包括：

a) 指定参考图像作为镶嵌过程中对比匹配以及镶嵌后输出图像的地理投影、像元大小、数据类型的基准。

b) 在重叠区内选择一条连接两边图像的拼接线，进行影像镶嵌，要求景与景的接边精度控制在3~5个像元以内。

A.2.5 影像裁切

镶嵌后的影像需要用观测区域边界裁切出来，得到每个观测区域的遥感影像。流程包括：

a) 对观测区域的矢量边界进行投影转换，与几何校正好的卫星数据一致。

b) 利用遥感软件，将卫星数据用观测区域边界裁切出来。

A.2.6 大气校正

利用卫星遥感数据计算生态功能遥感参数前，需选用合适的大气校正模型，消除大气影响所造成的辐射误差，得到地物真实的表面反射率。

附录 B
(规范性附录)
航空遥感数据获取及预处理

B.1 航空遥感数据采集

B.1.1 数据采集前准备

为了保证数据采集的顺利开展，航空遥感数据采集前需要一系列准备工作，具体包括：区域资料收集、数据采集路线初步设计、实地勘察等过程。

B.1.2 采集方案设计

在前期准备的基础上，结合已收集的观测区相关资料进行采集方案的设计，方案设计主要包括采集路线设计、数据采集流程、地面控制与校检过程、应急预案设计等。

B.1.3 控制点布设

航空遥感平台获取的遥感数据需要进行拼接处理；搭载多种类型传感器的航空平台需对多源遥感数据进行融合。为保证数据拼接质量以及提高融合匹配的空间精确度，要在观测区域以及边缘地带设置一定数量的高反光白板（标靶）。标靶放置的位置距离地面高度需一致，标靶大小至少应能满足 100 m 低空飞行时获取 2~3 个空间像元。

B.1.4 作业路线规划

同期开展作业路线规划工作。在此期间需要架设 GPS 地面站，在地面资料较为完备以及前期实地勘察的基础上，进行数据采集路线（地面行走轨迹或航线）规划，路线规划应对观测区全覆盖，根据传感器的幅宽，采集路线的重叠度应到 30%及以上，影像航向重叠度 60%，旁向重叠度不小于 30%，航线向外延伸至少一条，保证作业区完全覆盖。激光雷达数据航线应根据扫描角度和激光雷达有效测距确保采集路线能满足采集数据的完整性，同时对于地面标靶区域应重点覆盖，确保标靶至少一次能被清晰捕捉。

B.1.5 数据检查和精度控制

航空遥感数据获取完成后，要进行数据的初步拼接检查以确保数据的完整性以及是否达到既定空间分辨率要求。

B.2 数据预处理

B.2.1 光学航空影像数据预处理流程

B2.1.1 畸变差校正

基于原始影像和航摄传感器校检信息对影像进行畸变差校正，减少原始影像数据的几何变形。

B2.1.2 空三加密

基于控制资料和经过畸变差校正后的影像进行空三加密，生成空三加密资料。

B2.1.3 制作数字正射影像

完成无人机数据拼接，生成数字正射影像，对影像进行质量检查。

B.2.2 激光雷达航空数据预处理流程

B2.2.1 点云拼接

将多站或多条航带数据拼接成完整的统一坐标系下的数据。

B2.2.2 点云去噪

对拼接后数据进行去除噪点处理，消除孤立点、飞点、低点等异常点。

B2.2.3 点云滤波

对去除噪点后的点云数据进行滤波处理，分离地面点和非地面点。

B2.2.4 基础产品生成

利用滤波后的点云生成数字高程模型(DEM)、数字表面模型(DSM)和冠层高度模型(CHM)。

附录 C
(资料性附录)
主要调查与观测指标及遥感获取方法

C.1 生态系统类型和干扰调查分类体系

表 C-1 陆地生态系统类型调查 I、II 级分类体系

| I 级编码 | I 级名称 | II 级编码 | II 级名称 |
|-------|-------|--------|---------|
| 1 | 森林 | 101 | 常绿阔叶林 |
| | | 102 | 落叶阔叶林 |
| | | 103 | 常绿针叶林 |
| | | 104 | 落叶针叶林 |
| | | 105 | 针阔混交林 |
| | | 106 | 稀疏林 |
| 2 | 灌丛 | 201 | 常绿阔叶灌木林 |
| | | 202 | 落叶阔叶灌木林 |
| | | 203 | 常绿针叶灌木林 |
| | | 204 | 稀疏灌木林 |
| 3 | 草地 | 301 | 草甸 |
| | | 302 | 草原 |
| | | 303 | 草丛 |
| | | 304 | 稀疏草地 |
| 4 | 湿地 | 401 | 森林沼泽 |
| | | 402 | 灌丛沼泽 |
| | | 403 | 草本沼泽 |
| | | 404 | 湖泊 |
| | | 405 | 水库/坑塘 |
| | | 406 | 河流 |
| 5 | 农田 | 501 | 水田 |
| | | 502 | 旱地 |
| | | 503 | 乔木园地 |
| | | 504 | 灌木园地 |
| 6 | 城镇 | 601 | 居住地 |
| | | 602 | 乔木绿地 |

| I 级编码 | I 级名称 | II 级编码 | II 级名称 |
|-------|----------|--------|----------|
| | | 603 | 灌木绿地 |
| | | 604 | 草本绿地 |
| | | 605 | 工业用地 |
| | | 606 | 交通用地 |
| | | 607 | 采矿场 |
| 7 | 荒漠 | 701 | 沙漠/沙地 |
| | | 702 | 苔藓/地衣 |
| | | 703 | 裸岩 |
| | | 704 | 裸土 |
| | | 705 | 盐碱地 |
| 8 | 冰川/永久性积雪 | 801 | 冰川/永久性积雪 |
| 9 | 其他 | 901 | 其他 |

表 C-2 生态系统干扰 I、II、III 级分类体系

| I 级编码 | I 级名称 | II 级编码 | II 级名称 | III 级编码 | III 级名称 |
|-------|-------|--------|--------|---------|---------|
| 1 | 自然干扰 | 11 | 地质灾害 | 111 | 地震 |
| | | | | 112 | 滑坡 |
| | | | | 113 | 泥石流 |
| | | | | 114 | 地面塌陷 |
| | | | | 115 | 其他 |
| | | 12 | 气象灾害 | 121 | 台风 |
| | | | | 122 | 洪涝 |
| | | | | 123 | 干旱 |
| | | | | 124 | 其他 |
| | | 13 | 生物灾害 | 131 | 病虫害 |
| | | | | 132 | 外来物种入侵 |
| | | | | 133 | 其他 |
| | | 14 | 火灾 | 141 | 火灾 |
| 2 | 人为干扰 | 21 | 开发建设 | 211 | 矿山开发 |
| | | | | 212 | 路桥建设 |
| | | | | 213 | 房屋建造 |

| I 级编码 | I 级名称 | II 级编码 | II 级名称 | III 级编码 | III 级名称 | | |
|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----|---------|
| | | | | 214 | 旅游开发 | | |
| | | | | 215 | 水坝建设 | | |
| | | | | 216 | 其他 | | |
| | | 22 | 农林牧渔活动 | | | 221 | 毁林、毁草开垦 |
| | | | | | | 222 | 围湖造田、造林 |
| | | | | | | 223 | 树木砍伐 |
| | | | | | | 224 | 水产养殖 |
| | | | | | | 225 | 其他 |
| | | 23 | 环境污染 | | | 231 | 土壤污染 |
| | | | | | | 232 | 水污染 |
| | | | | | | 233 | 大气污染 |
| | | | | | | 234 | 其他 |

C.2 生态功能遥感参数计算方法

C.2.1 植被覆盖度

基于遥感估算植被覆盖度可采用植被指数法、回归模型、机器学习等方法，可根据区域特点和数据基础确定具体模型方法。植被指数法即通过对各像元中植被类型及分布特征的分析，建立植被指数与植被覆盖度的转换关系来直接估算植被覆盖度。如：用归一化植被指数（NDVI）估算植被覆盖度的方法模型，按公式（3）计算：

$$f = \frac{NDVI - NDVI_i}{NDVI_v - NDVI_i} \quad (3)$$

式中： f ——所计算像元的植被覆盖度；

$NDVI$ ——所计算像元的 NDVI 值；

$NDVI_v$ ——完全被植被所覆盖的像元的 NDVI 值，即纯植被像元的 NDVI 值；

$NDVI_i$ ——裸露地表(土壤或者建筑表面)覆盖区域的 NDVI 值，即无植被覆盖像元的 NDVI 值。

C.2.2 地上生物量

地上生物量估算可采用植被指数法、异速生长方程法等方法进行计算，可根据区域植被特点和数据基础确定具体方法。植被指数-生物量统计模型法即采用实地测量的植被生物量数据和遥感植被指数建立统计模型，然后在遥感数据的基础上反演得到整个区域的生物量。如：通过 NDVI 估算生物量，按公式（4）计算：

$$B = \frac{1}{\alpha + \beta \left[\frac{1}{NDVI\varphi^2} + \gamma\varphi \right]} \quad (4)$$

式中： B ——生物量；

$NDVI$ ——植被指数；

φ ——纬度；

α 、 β 、 γ ——回归系数。

C.2.3 净初级生产力

净初级生产力（NPP）可利用统计模型（如 Miami 模型）、过程模型（如 BIOME-BGC 模型、BEPS 模型）和光能利用率模型（如 CASA 模型）进行计算。可根据区域植被特点和数据基础确定具体方法。

通过 CASA 模型来计算净初级生产力，按公式（5）计算：

$$NPP(x,t) = APAR(x,t) \times \varepsilon(x,t) \quad (5)$$

式中： NPP ——净初级生产力；

$APAR$ ——植被所吸收的光合有效辐射；

ε ——光能转化率；

t ——时间；

x ——空间位置。

附录 D
(资料性附录)
遥感专题图件制作

D.1 图面配置

图面内容安排也可称图面配置,指地图的主图及辅助要素在图面上的位置和大小的一种安排。配置原则是既要充分地利用地图幅面,又要使图面配置在科学性、艺术性和清晰性方面相互协调。

良好的图面配置总体效果包括:符号及图形的清晰与易读;整体图面的视觉对比度强;图形突出于背景;图形的视觉平衡效果好;图面设计的层次结构合理。

D.2 图面内容

a) 主图,专题地图图幅的主题,应占有突出位置及较大的图面空间。

b) 副图,指补充说明主图内容不足的地图。

c) 图名,图名要尽可能简练确切。

d) 图例,位置应安排在读者读图的方便处,挂图的下方;桌面用图视纸面安排在图的两侧或下方。

e) 比例尺,专题地图的比例尺一般被安置在图名或图例的下方。

f) 统计图表与文字说明,是对主题的概括与补充比较有效的形式。

g) 图廓,单幅图地图一般都以图框作为制图的区域范围。

D.3 表示方法

现代专题地图常采用两种以上表示方法配合使用,以提高图面表达效果和增加传输信息量。表示方法配合的基本原则包括:在图上呈点状符号的表示方法和呈面状符号的表示方法能够配合;图上呈点状符号的表示方法和呈线状符号的表示方法能够配合;图上呈线状符号的表示方法和呈面状符号的表示方法能够配合;图上呈点状符号的表示方法不易互相配合;图上呈线状符号的表示方法不易互相配合;图上呈面状符号的表示方法不易互相配合。

附录 E
(资料性附录)
生物多样性遥感调查与观测报告编制目录

题目：XXX 区生物多样性遥感调查与观测报告

E.1 调查与观测区概况

内容要求：介绍调查与观测区的行政区划、基础地理、资源环境、重要物种、关键生态系统、生物多样性保护方面的当地最新政策与情况。

E.2 调查观测内容、指标与方法

内容要求：详细介绍调查与观测的时间、指标体系及采用的方法。

E.3 数据来源

内容要求：要求数据获取时间满足调查时间的要求。

E.3.1 空间矢量数据来源及概况

E.3.2 遥感数据来源及概况

E.3.3 其他数据来源及概况

E.4 技术路线

E.5 成果内容

内容要求：成果展示要求展示本阶段调查成果，及本次调查结果与历史调查结果的对比结果，如本次生态系统类型本底调查结果与历史生态系统类型本底调查结果的变化矩阵等。

E.5.1 生态系统空间分布遥感调查与观测结果

E.5.2 生态系统干扰状况遥感观测结果

E.5.3 生态系统结构功能遥感参数调查与观测结果

E.5.4 重要物种及栖息地遥感调查与观测结果

E.5.5 总体分析与应用

E.5.6 对策与建议

E.6 致谢

E.7 参考文献