

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1166—2021

全国生态状况调查评估技术规范 ——生态系统遥感解译与野外核查

**Technical specification for investigation and assessment of national ecological
status**

——Remote sensing interpretation and field verification of ecosystem

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2021-05-12 发布

2021-08-01 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 总则	2
5 技术流程	2
6 遥感解译	2
7 野外核查	4
8 生态系统类型解译结果.....	5
附录 A（规范性附录） 全国生态系统分类体系表.....	6
附录 B（规范性附录） 解译目标特征表.....	7
附录 C（规范性附录） 野外详细核查和精度验证表.....	8



前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》及相关法律法规，以及《全国生态状况定期遥感调查评估方案》（环办生态〔2019〕45号），制定本标准。

本标准规定了生态系统遥感解译与野外核查的总则、技术流程、遥感解译与野外检查以及生态系统类型解译结果等要求。

本标准的附录 A～附录 C 为规范性附录。

本标准为首次发布。

本标准与以下标准同属全国生态状况调查评估技术规范系列标准：

《全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测》（HJ 1167—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——草地生态系统野外观测》（HJ 1168—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测》（HJ 1169—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——荒漠生态系统野外观测》（HJ 1170—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统格局评估》（HJ 1171—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统质量评估》（HJ 1172—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估》（HJ 1173—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估》（HJ 1174—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——项目尺度生态影响评估》（HJ 1175—2021）；

《全国生态状况调查评估技术规范——数据质量控制与集成》（HJ 1176—2021）。

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、中国科学院生态环境研究中心。

本标准生态环境部 2021 年 5 月 12 日批准。

本标准自 2021 年 8 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

全国生态状况调查评估技术规范

——生态系统遥感解译与野外核查

1 适用范围

本标准规定了生态系统遥感解译与野外核查的总则、技术流程、遥感解译与野外检查以及生态系统类型解译结果等要求。

本标准适用于全国及省级行政区陆域生态系统遥感解译与野外核查，其他地理区域可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

HJ 1176	全国生态状况调查评估技术规范——数据质量控制与集成
DD 2013—12	多光谱遥感数据处理技术规程
GDPJ 06	遥感影像解译样本数据技术规定
GDPJ 11	地理国情普查外业调查技术规定
TD/T 1055	第三次全国国土调查技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

生态系统遥感解译 remote sensing interpretation of ecosystem

根据生态系统解译标志，从遥感影像上定性、定量地提取出生态系统的类型、面积、分布、结构等有关信息的过程。

3.2

生态系统类型 type of ecosystem

在自然界一定的空间内，生物与环境构成的一类生态系统，本标准中主要包括森林、灌丛、草地、湿地、农田、城镇、荒漠和其他生态系统类型。

3.3

解译标志 interpretation mark

能够直接或间接反映和判别地物信息的影像特征，包括形状、大小、阴影、色调、颜色、纹理、图案、位置及布局等直接标志和水系、地貌、植被等间接标志。

3.4

人机交互 human-computer interaction

将计算机自动分类和识别与目视解译相结合，在遥感影像分类信息提取过程中，一方面发挥解译人员的经验，同时又能发挥计算机处理图像信息优势的一种遥感影像解译方法。

3.5

野外核查 field verification

根据抽样点位，利用定位和拍摄仪器等对定位信息和数据进行采集，判断每个抽样点遥感解译生态系统类型与实际生态系统类型是否一致，并拍摄、记录每个抽样点位具体核查内容的过程。

4 总则

生态系统遥感解译与野外核查应遵循规范性、可操作性、先进性和经济与技术可行性的原则。

5 技术流程

本标准制定了遥感解译与野外核查的相关技术流程，具体如图 1。

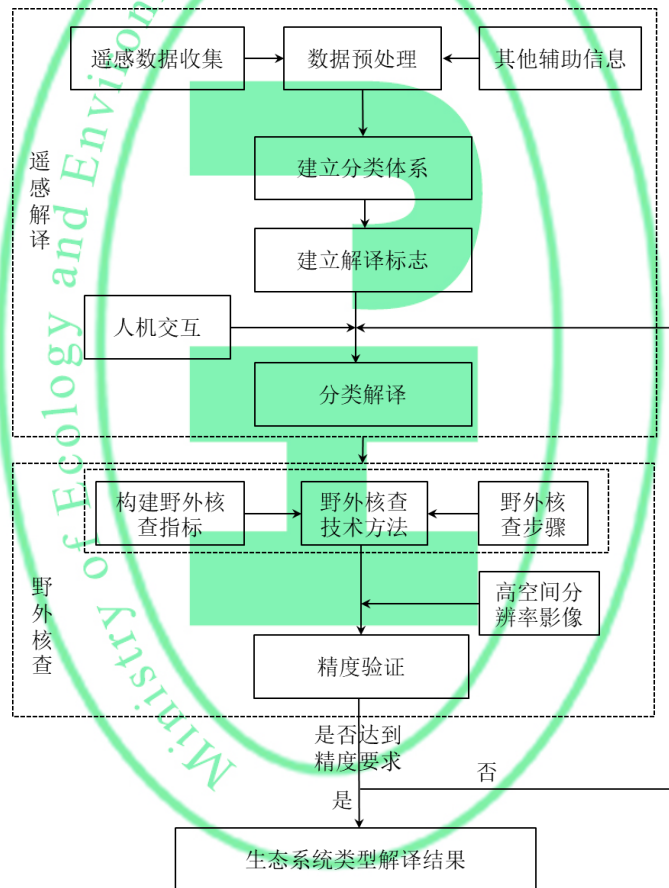


图 1 生态系统类型遥感解译与野外核查总体技术流程

6 遥感解译

6.1 数据收集与预处理

6.1.1 数据收集

需要收集的数据包括遥感数据、地面调查数据和其他辅助数据：

- a) 遥感数据：收集获取待解译区域的多源遥感影像数据，全国尺度优于 30 m。
- b) 地面调查数据：获取野外调查样本和地面采集数据等。
- c) 其他辅助数据：收集区域内自然地理、地形地貌、社会经济等其他辅助信息和相关资料。

6.1.2 数据预处理

通过对获取的遥感数据进行辐射校正、几何精校正、大气校正、图像配准、图像融合、波段合成、图像增强、拼接与裁剪等一系列处理，形成适用于开展解译的影像数据，遥感数据质量控制具体依据 HJ 1176 的相关要求执行，预处理方法可参考 DD 2013-12 和 TD/T 1055 的相关要求执行。

6.2 建立分类体系

根据解译完整性的要求和所描绘复杂地物要素的数量、要素状态的描述深度、细节等特性建立分类体系，本标准主要采用全国二级分类系统，共分为 I 级类 8 个，II 级类 24 个，具体指标体系详见附录 A 中表 A.1。

6.3 建立解译标志

解译标志是能够直接或间接反映和判别地物信息的影像特征等，主要包括形状、大小、阴影、色调、颜色、纹理、图案、位置、布局等直接标志和水系、地貌、植被等间接标志，解译标志建立可参考 GDPJ 06 的相关要求执行，形成解译目标特征表，详见附录 B 中表 B.1。

6.4 人机交互解译

6.4.1 信息源制备

6.4.1.1 根据先验知识，对图像上各种物体特征进行选取、分析、比较、推理和判断，然后依据分类体系对地物类别进行调整。

6.4.1.2 对图像上的各种关系进行描述，包括：

- a) 图像上的点、线、面关系；
- b) 各种类型地物波谱曲线在不同坐标系中的分布关系；
- c) 不同地理要素之间的关系，如水系、地形、地表覆盖物之间的关系；
- d) 各类地物在时间和空间上的变化和联系等。

6.4.1.3 从系统的地学观点为图像上的属性、类别和关系做解释并做综合分析，得出规律性的认识以及有价值的结论。

6.4.2 图像解译系统

处理遥感影像的相关软硬件系统。

6.4.3 交互环境

采用遥感与地理信息系统等的可视化环境。

6.4.4 交互方式

采用由底向上控制和由顶向下控制两种交互方法相结合的解译方法。

6.4.5 人机交互解译

6.4.5.1 结合目视解译与处理过程，改进自动分类体系。

6.4.5.2 融合多源参考数据，如遥感信息之间或遥感与非遥感信息之间的信息，构成一组新的空间信息、一种新的合成图像。

6.4.5.3 利用参考数据和自动化分类体系，进行遥感影像自动化解译，最后进行目视解译调整。

7 野外核查

7.1 野外核查步骤

7.1.1 确定核查区域

根据核查目标、区域气候条件、自然地理、地貌等基础地理特征确定核查区域。

7.1.2 选择抽样方法

根据生态系统结构、景观格局特征、核查区域地理复杂程度等选择抽样方法。服务于生态系统类型地面核查的抽样方法主要有三种：

a) 简单随机抽样是从总体 N 个点位中任意抽取 n 个作为样本，每个样本被抽中的概率相等，适用于总体个数较少的区域；

b) 系统抽样是按照一定的抽样间隔，从总体中抽取样本，适用于总体个数较多的区域（如大片均匀地类区）；

c) 分层抽样是将总体按照属性特征分成若干类型，然后在各类型中随机抽取样本，适用于总体由差异明显的几部分组成的区域（如地形复杂区或交错带等）。

7.1.3 抽样点位空间设计

根据样本空间总量、空间代表性以及历史调查数据情况，规划抽样点空间分布，满足抽样样本总量设计需求，平均每 100 km^2 不少于 1 个核查点。

7.1.4 确定核查时间和路线

7.1.4.1 根据遥感影像时相等确定核查时间。

7.1.4.2 根据道路、水系、人口聚集度、解译标志和任务要求等确定地面核查的具体路线，具体可参考 GDPJ 11 相关要求执行。

7.1.5 样点核查

根据地面核查结果，结合样点信息，对样点生态系统类型的准确性进行核查，形成生态系统类型野外详细核查表，详见附录 C 中表 C.1。

7.2 野外核查指标体系

生态系统类型野外核查指标见表 1，生态系统类型野外核查指标包括：定位信息、自然地理因素和生态系统类型。

表 1 生态系统类型野外核查和参数验证指标

核查内容	核查指标	指标含义
生态系统类型野外核查	定位信息	野外核查点的经度、纬度和高程等，用定位工具获得
	自然地理因素	影响生态系统生长发育的自然地理因素，包括地形、地貌、气候、植被、水源等因素
	生态系统类型	包括一、二级各生态系统类型，详见附录 A 中表 A.1

7.3 野外核查技术方法

7.3.1 定位信息

利用 GPS 等定位工具及其他辅助信息，获取样点的经纬度坐标（采用 2000 国家大地坐标）和高程等信息并记录。

7.3.2 自然地理因素

利用观察法对样点的地形、地貌、气候、植被、水源等自然地理特征进行调查并记录。

7.3.3 生态系统类型

基于 GPS、相机、记录本、解译标志、相关专业书籍等工具和资料，通过简单随机抽样、系统抽样、分层系统抽样方法相结合的方式布设样点和样线，采用野外目视判断、无人机、高空间分辨率影像等手段，获取生态系统类型并填写生态系统类型野外详细核查表，详见附录 C 中表 C.1。

7.4 精度验证

结合高空间分辨率遥感影像以及野外核查点位照片，对比每个样点解译结果，以每个类型解译的正确样点数与样点总数的百分比作为解译精度，并采用 Kappa 系数进行辅助验证。统计记录每个生态系统类型的解译精度，要求生态系统一级类型解译精度达到 95%，二级类型达到 85%，未达到解译精度的重新进行解译，达到解译精度的保留解译结果，填写生态系统类型野外精度验证表，详见附录 C 中表 C.2 和表 C.3。

8 生态系统类型解译结果

经过人机交互遥感解译、野外核查和精度验证等步骤，最终获得质量合格的生态系统类型解译结果数据，生态系统类型应与附录 A 中表 A.1 一致，解译结果为生态系统评估等提供数据依据。

附 录 A
(规范性附录)
全国生态系统分类体系表

表 A.1 全国生态系统分类体系表

I 级代码	I 级分类	II 级代码	II 级分类	分类依据
1	森林生态系统	11	阔叶林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 阔叶
		12	针叶林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 针叶
		13	针阔混交林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C\geq 0.2$, $25\%<F<75\%$
		14	稀疏林	$H=3\sim 30\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
2	灌丛生态系统	21	阔叶灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 阔叶
		22	针叶灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C\geq 0.2$, 针叶
		23	稀疏灌丛	$H=0.3\sim 5\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
3	草地生态系统	31	草甸	$K\geq 1$, 土壤湿润, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		32	草原	$K<1$, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		33	草丛	$K\geq 1$, $H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C\geq 0.2$
		34	稀疏草地	$H=0.03\sim 3\text{ m}$, $C=0.04\sim 0.2$
4	湿地生态系统	41	沼泽	地表经常过湿或有薄层积水, 生长沼泽生和部分湿生、水生或盐生植物, 有泥炭积累或明显的浅育层, 包括森林沼泽、灌丛沼泽、草本沼泽等
		42	湖泊	自然水面, 静止
		43	河流	自然水面, 流动
5	农田生态系统	51	耕地	人工植被, 土地扰动, 水生或旱生作物, 收割过程
		52	园地	人工植被, $C\geq 0.2$, 包括经济林等
6	城镇生态系统	61	居住地	城市、镇、村等聚居区
		62	城市绿地	城市的公共绿地、居住区绿地、单位附属绿地、防护绿地、生产绿地以及风景林地等
		63	工矿交通	人工挖掘表面和人工硬表面, 工矿用地、交通用地
7	荒漠生态系统	71	沙漠	自然, 松散表面, 沙质, $C<0.04$
		72	沙地	分布在半干旱区及部分半湿润区的沙质土地, $C<0.04$
		73	盐碱地	自然, 松散表面, 高盐分
8	其他	81	冰川/永久积雪	自然, 水的固态
		82	裸地	自然, 松散表面或坚硬表面, 壤质或石质, $C<0.04$

注: C : 覆盖度/郁闭度; H : 植被高度 (m); F : 针叶树与阔叶树的比例; K : 湿润指数。

附 录 B
(规范性附录)
解译目标特征表

表 B.1 解译目标特征表

表编号：_____ 建立人：_____

编号	生态系统类型	影像特征	空间特征	影像示例	置信度
1					
2					
3					
.....					

注 1：生态系统类型为解译目标的生态系统类型。
注 2：影像特征为遥感影像的形状、大小、阴影、色调、颜色、纹理、图案、位置、布局等特征。
注 3：空间特征为各生态系统类型的空间分布、相邻地物、位置、布局、地形等特征。
注 4：影像示例为不同生态系统类型的遥感影像示例。
注 5：置信度填“确定”或“疑似”。

附录 C
(规范性附录)
野外详细核查和精度验证表

表 C.1 生态系统类型野外详细核查表

_____省_____市_____县 核查日期：_____ 核查人：_____

序号	核查点号	经度	纬度	高程	遥感生态系统类型	实际生态系统类型	个体照片号	景观照片号	说明	日期
1										
2										
3										
...										

注 1：核查点号按照解译后的生态系统类型抽样出的野外核查点位的编号填写。
注 2：经纬度采用十进制度填写，至少保留 6 位小数。
注 3：高程按照测得的高程填写。
注 4：遥感生态系统类型按照核查点遥感解译出的类型填写；实际生态系统类型按照实地核查的类型填写。
注 5：个体照片号为近景照的编号，一般按照“行政区划代码+核查点号+个体照片号”的形式填写。
注 6：景观照片号为全景照的编号，一般按照“行政区划代码+核查点号+景观照片号”的形式填写。

表 C.2 I 级生态系统类型野外精度验证表

调查日期：_____ 调查人：_____

编号	生态系统类型名称	验证点总数量	准确的点数量	准确率
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

注 1：生态系统类型名称为附录 A 中表 A.1 中的 I 级分类的名称。
注 2：验证点总数量填写各生态系统类型野外核查点位的总数量。
注 3：准确的点数量填写经野外核查遥感生态系统类型与实际生态系统类型一致的点数量。
注 4：准确率=准确的点数量/验证点总数量×100%，单位为%。

表 C.3 II 级生态系统类型野外精度验证表

调查日期：_____ 调查人：_____

编号	生态系统类型名称	验证点总数量	准确的点数量	准确率
11				
12				
13				
14				
21				
22				
23				
31				
32				
33				
34				
41				
42				
43				
51				
52				
61				
62				
63				
71				
72				
73				
81				
82				

注 1：生态系统类型名称为附录 A 中表 A.1 中的 II 级分类的名称。

注 2：验证点总数量填写各生态系统类型野外核查点位的总数量。

注 3：准确的点数量填写经野外核查遥感生态系统类型与实际生态系统类型一致的点数量。

注 4：准确率=准确的点数量/验证点总数量×100%，单位为%。