

T/JXEA

江西省工程师联合会团体标准

T/JXEA 351-2026

生物多样性智能监测技术规程

Technical regulations for intelligent monitoring of biodiversity

（征求意见稿）

2026—XX—XX 发布

2026 - XX- XX 实施

江西省工程师联合会 发布

目 次

前 言 I

引 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体原则 2

5 监测系统建设与部署 2

6 数据采集与质量控制 3

7 监测指标体系与分析方法 4

8 监测实施与运维管理 4

9 数据共享与成果应用 5

前 言

本文件依据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。

本文件由江西省工程师联合会提出。

本文件由江西省工程师联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

生物多样性是区域生态安全与可持续发展的核心基石，江西省作为长江中下游重要生态屏障，生态类型多样、生物资源富集，生物多样性保护与监测任务紧迫。传统监测手段存在效率低、覆盖有限、时效性不足等局限，以卫星遥感、物联网、人工智能、环境 DNA 为核心的智能监测技术，成为生物多样性动态观测的关键支撑。本规程立足江西省生态特征与保护管理需求，规范生物多样性智能监测全流程技术要求，统一原则、系统建设、数据质控、指标分析、运维及共享应用标准，旨在提升监测科学性、精准性与系统性，为区域生物多样性保护、生态治理决策提供技术依据，助力江西生态文明建设提质增效。

生物多样性智能监测技术规程

1 范围

本文件规定了生物多样性智能监测的总体原则、监测系统建设与部署、数据采集与质量控制、监测指标体系与分析方法、监测实施与运维管理、数据共享与成果应用等内容。

本文件适用于自然保护区、重要生态功能区、生物多样性保护优先区域及其他具有重要生态价值区域的生物多样性智能监测工作，涵盖植物、动物、微生物等生物类群，以及森林、湿地、草地、荒漠、农田、城市等各类生态系统类型。企业、科研机构、高校等各类主体开展生物多样性智能监测活动，以及传统人工调查监测向智能化监测的升级改造，均可参照本文件执行。

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 30115 卫星遥感影像植被指数产品规范

GB/T 36625.3 智慧城市 数据融合 第3部分：数据采集规范

GB/T 37721 信息技术 大数据分析系统功能要求

GB/T 41280 卫星遥感影像植被覆盖度产品规范

GB/T 41539 卫星遥感影像地表温度产品规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物多样性智能监测系统 intelligent biodiversity monitoring system

集成生物声学传感器、红外相机、环境DNA（eDNA）采集装置、卫星遥感平台、无人机航测平台等多元感知设备，通过无线数据传输网络、边缘计算和云端智能分析平台，实现对生物多样性状况的持续、自动化、精准监测的综合性技术系统。主要由感知采集层、传输通信层、数据处理层和应用层组成。

3.2

物种多样性指数 species diversity index

反映特定空间范围内物种丰富度与均匀度综合状况的量化指标，常用Shannon-Wiener多样性指数（H'）、Simpson多样性指数（D）或Margalef丰富度指数（R）等表征，数值越高表示生物多样性越丰富。

3.3

植被覆盖度监测精度 vegetation coverage monitoring accuracy

通过卫星遥感或无人机遥感手段获取的植被覆盖度产品与实地调查结果的吻合程度，是评价遥感监测质量的核心指标之一。

3.4

生物声学监测 bioacoustic monitoring

利用高灵敏度声学传感器（含超声波传感器）对生物发出的声信号进行长期自动录制，结合人工智能算法自动识别物种种类、个体数量及行为特征的非侵入性监测方法，适用于鸟类、蛙类、蝙蝠、鲸豚类等发声动物的监测。[

3.5

环境DNA监测 environmental DNA monitoring (eDNA监测)

通过采集土壤、水体或空气样品,提取其中生物体脱落的DNA片段,利用高通量测序或qPCR等分子生物学技术进行物种检测与多样性评估的新型监测方法,具有非侵入性、高灵敏度、可同时检测多种物种等优点。

3.6

栖息地质量指数 habitat quality index (HQI)

综合反映生物栖息地在植被覆盖、食物来源、庇护空间、水源条件等关键生态要素方面满足目标物种生存需求程度的综合评价指标,数值介于0~1之间,数值越接近1表示栖息地质量越优良。

4 总体原则

总体原则包括科学性原则、系统性原则、长期连续性原则、最小干扰原则、数据开放共享原则和多技术融合原则。科学性原则要求以生态学、保护生物学、环境科学及信息技术等多学科理论为基础,选取科学合理的监测指标、监测设备与分析方法,确保监测数据的准确性、可靠性和代表性。系统性原则要求监测方案设计应涵盖目标区域的主要生物类群、生态系统类型及关键生境要素,监测网络布局应能系统反映区域生物多样性的空间格局与动态变化。长期连续性原则要求对同一监测对象和监测点位实施连续、稳定的长期监测,监测周期一般不少于3年,全面系统监测的频次应根据生态系统类型、目标生物类群的活动规律及资源条件合理确定,原则上每年不少于1次。对于重点区域和关键物种,鼓励提高监测频次,重要物种或关键区域应实现全年不间断自动化监测。最小干扰原则要求监测活动的设计与实施应遵循对监测对象和生态环境影响最小化的原则,优先采用红外相机、声学记录仪、遥感等非接触式、非侵入性监测手段,减少对野生动植物正常生命活动及其栖息地的干扰与破坏。数据开放共享原则要求在保护数据安全和隐私的前提下,推动监测数据的互联互通与开放共享,鼓励建立多机构联合监测网络,实现监测数据、分析方法和成果的共建共享,提升生物多样性保护的整体效能。多技术融合原则要求综合运用卫星遥感、无人机航测、地面传感器网络、生物声学、环境DNA、人工智能识别等多种技术手段,发挥各类技术的互补优势,提升监测的精度、时效性和覆盖范围。

5 监测系统建设与部署

5.1 监测方案制定

开展监测工作前,由监测机构或委托方组织制定详细监测方案,明确监测目标、监测对象、监测范围与精度要求、监测周期与频次、核心监测指标、技术路线、设备配置、数据传输与管理方式、质量控制措施、时间安排与人员分工等内容。方案制定需充分考虑区域生物多样性本底状况、保护管理需求及现有监测基础,合理配置监测资源,优先在生物多样性热点区域、生态脆弱区及重要保护物种的关键栖息地加密布设监测点位,确保方案的科学性与可操作性。

5.2 监测团队组建与培训

建立多学科监测工作团队,成员涵盖生态学专家、遥感与地理信息专业技术人员、物联网与数据工程师、动植物分类鉴定专家及数据统计分析人员,明确各成员岗位职责并制定岗位操作规程。监测人员须具备相应专业背景和实践经验,正式开展工作前需参加专业机构组织的系统性技术培训,培训内容包括设备操作、数据采集规范、物种识别技能、数据质量控制等,且需通过考核后方可参与监测工作。

5.3 监测体系分层建设

感知采集层建设:根据监测目标和区域特征,按照GB/T 36625.3-2021的规定,合理选择并配置红外相机、声学记录仪、eDNA采集装置、水质传感器、土壤生态传感器、小型气象站及无人机遥感系统等监测设备,确保设备技术指标满足监测精度要求,设备安装前须完成校准并留存校准记录。

传输通信层建设:依托现有4G/5G移动通信网络、LoRaWAN窄带物联网或卫星通信手段,保障监测数据从野外端到数据处理中心的稳定传输;数据传输采用符合国家技术标准的加密传输方式,保障

数据安全；针对偏远地区或无信号覆盖区域，配备星链或其他卫星通信终端，或采用存储卡人工回收方式传输数据。

数据处理层建设：依托云计算平台，建立生物多样性监测数据管理与智能分析系统，集成物种自动识别算法（含鸟声识别、兽类图像识别、植物图像识别等人工智能模型）、数据清洗与质量审核模块、多源数据融合分析模块及可视化展示模块，系统大数据分析功能须符合GB/T 37721-2019的相关要求。

综合应用层建设：面向生物多样性保护决策、科学研究、公众科普教育等不同用户群体，开发相应专题应用功能模块，提供监测结果的多维度展示与查询服务，实现监测成果的多元化应用。

5.4 监测点位布设

监测点位布设遵循生态代表性原则、均匀性原则和重点区域加密原则，在目标区域内构建点线面结合的立体监测网络。监测样地或样点需涵盖区域内主要生态系统类型，在脊椎动物重要栖息地、珍稀濒危植物分布区、候鸟迁徙停歇地及关键水源地等特殊保护区域，适当加密监测点位。监测方案中需明确各监测点位的坐标、海拔、生境类型、目标监测物种等基本信息，并建立完整的监测点位档案，实现点位可追溯、可管理。

6 数据采集与质量控制

6.1 数据采集原则

数据采集严格遵循真实性、完整性、时效性、规范性和可溯源性原则。监测数据须客观反映监测对象的真实状态，严禁伪造、篡改或选择性记录；监测记录需完整覆盖规定的监测时段、监测点位和监测物种；及时完成数据整理与上传，避免因时间延误导致数据失真；数据采集须按照本文件规定的标准化方法、规范化格式进行记录；所有监测数据需保留原始采集记录，确保数据可追溯。

6.2 数据类型与获取方式

收集的数据主要分为四类，具体获取方式如下：

生物种群监测数据：包括各生物类群的物种名称、种群数量、分布范围、出现频率及行为特征等信息，通过红外相机触发照片与视频、声学记录仪录音、eDNA样品分析、样方人工调查、系统抽样等方式获取。

栖息地环境数据：包括植被类型与覆盖度、土地利用/覆盖变化、地表温度、土壤理化性质及水体理化参数等，通过卫星遥感影像解译（参见GB/T 30115-2013、GB/T 41280-2022、GB/T 41539-2022）、无人机航拍及地面传感器自动采集等手段获取。

气象水文数据：包括气温、降水量、相对湿度、光照强度、地表径流等环境要素，通过自动气象监测站和水文监测设备连续采集。

人类活动干扰数据：包括农业开发、旅游活动、道路建设、外来物种入侵等人类干扰强度及空间分布信息，通过高分辨率遥感影像解译、实地调查和访谈等方式获取。

6.3 数据采集技术手段

综合运用自动化传感网络监测、卫星遥感与无人机航测、人工野外调查和实验室分析等多种技术手段协同开展数据采集。自动化传感网络按设计频率持续运行，红外相机定期检查更换电池与存储介质；遥感影像获取根据植被物候特征合理安排采集时间窗口，优先选取云量低于10%、无明显大气污染的晴朗天气影像；人工野外调查在每年物种活动旺盛的关键物候期开展，调查方法标准统一，调查人员配置满足数据采集精度要求；eDNA样品采集在无污染环境下进行，严格遵守实验室操作规程，防止样品交叉污染。

6.4 数据质量控制要求

数据质量控制实行三级审核制度：一级审核由数据采集人员在现场或实验室完成初步检查，重点核实数据格式、设备运行状态、记录完整性等；二级审核由专业技术人员对原始数据进行审核，核查物种识别准确性、数值异常情况、数据逻辑一致性等，发现疑问及时反馈原始采集人员；三级审核由专家组对关键指标计算结果和综合分析报告进行复核，确保监测结论科学可靠。

对于缺失数据，因设备故障或通讯中断等造成的短期缺失，在下次检查维护时补采，关键监测节点缺失数据通过补充人工监测弥补；对于异常数据，查明原因并记录，经专家确认后方可剔除或修正，严禁无故删除原始数据。所有原始数据、采集记录、审核修正说明、处理后数据及分析报告，采用电子和纸质双重方式分类存档，数据保存期限不少于10年，重要基准年份数据永久保存。对于具有重要科学价值或历史基准意义的监测数据（如模式标本记录、重大生态事件数据），建议永久保存。

7 监测指标体系与分析方法

7.1 监测指标体系构建原则

监测指标体系的构建遵循系统性、代表性、可操作性和可比性原则，以全面反映区域生物多样性状况及动态变化为核心目标，围绕物种多样性、生态系统多样性、遗传多样性和栖息地质量四个维度，分三个层级构建综合监测指标体系，确保指标覆盖全面、重点突出、便于实施且可对比分析。

7.2 各维度监测指标

物种多样性监测指标：下设三类二级指标，分别为物种丰富度指标（含总物种数、各生物类群物种数、国家重点保护物种数量与分布）、物种多度指标（含目标物种种群数量、遭遇率、密度）、物种动态指标（含迁入/迁出动态、繁殖率与存活率、候鸟迁徙种类与数量动态、外来入侵物种发生面积与扩散速率）。

生态系统多样性监测指标：下设两类二级指标，分别为生态系统类型指标（含各类生态系统类型面积及其变化、自然生态系统面积占比、生态系统连通性指数，参照GB/T 41280-2022）、生态系统功能指标（含植被覆盖度NDVI、净初级生产力NPP、碳储量动态、水源涵养功能评估指数）。

栖息地质量监测指标：下设三个二级指标，分别为栖息地面积与破碎化程度、栖息地质量指数（HQI）、关键连接廊道完整性。

遗传多样性监测指标：以eDNA宏条形码多样性指数（ASV丰富度、Shannon多样性）为核心，设置种群遗传结构动态作为补充指标，全面反映区域生物遗传特征及变化。

7.3 监测分析方法

分析方法根据监测目的、数据类型和问题复杂程度灵活选择：物种多样性分析采用多样性指数计算（Shannon-Wiener指数、Chao1估算量等）、物种累积曲线、生物地理格局分析等方法；栖息地分析综合运用遥感影像分类（支持向量机、随机森林、深度学习等算法）、景观格局分析、InVEST生态系统服务功能评估模型等方法，遥感数据产品符合GB/T 30115-2013、GB/T 41539-2022等国家标准；物种分布模型构建采用MaxEnt、随机森林、集成模型等算法，结合气候、地形、植被等环境变量，预测关键物种潜在适宜栖息地分布范围；时间序列动态分析通过多年连续监测数据进行趋势分析（Mann-Kendall检验等）、季节性分解和异常变化识别，评估生物多样性长期变化趋势及关键驱动因素；多源数据融合分析依托GB/T 37721-2019规定的大数据分析系统，整合多源异构数据，构建时空一体化的生物多样性综合评估体系。

8 监测实施与运维管理

8.1 监测实施流程

监测实施按既定方案有序推进，典型工作流程包括七个环节：准备复核阶段，对监测区域本底资料、监测点位条件、设备运行状态及人员配置进行全面核查；系统部署阶段，按照监测方案完成设备安装调试，建立数据传输链路并完成系统联调测试；数据采集阶段，按照规定监测频次同步启动各类传感器和人工调查工作；数据传输与存储阶段，确保数据完整上传至数据管理平台并完成备份；数据处理与审核阶段，按照三级审核制度完成数据质量控制；指标计算与综合分析阶段，依据既定方法计算各项监测指标，开展多维度综合分析；成果报告编制阶段，形成年度监测报告和专项评估报告，全面呈现监测成果。

8.2 运维管理保障体系

运维管理建立人员、设备、制度三位一体的保障体系：人员保障方面，明确各监测设备的专职维护人员及联系方式，建立24小时应急响应机制，设备出现重大故障须在24小时内响应；设备保障方面，建立设备巡检制度，红外相机和声学记录仪每30天巡检1次，电池更换、数据回收及设备清洁纳入常规巡检，水质和土壤传感器每季度进行1次现场校准，无人机平台定期进行飞行前安全检查；制度保

障方面，建立监测数据安全管理制度，设定分级访问权限，定期对数据管理平台进行安全漏洞扫描和系统升级，制定数据备份与灾难恢复预案，确保数据安全可靠。

8.3 监测质量监督与评估

监测实施全过程接受内部质量监督与必要的外部独立评估。内部监督包括定期开展数据质量自查、设备运维审计及方法有效性评估；对于政府委托的重要监测任务、自然保护地验收监测及生态补偿绩效评价等，引入具备资质的第三方机构开展独立质量评估。监测方案与技术方法须与国际通行的生物多样性监测框架（如全球生物多样性信息平台GBIF数据标准、生物多样性遗产图书馆BHL协议等）保持协同兼容，确保数据可在国际平台共享交换。

9 数据共享与成果应用

9.1 监测成果分析

监测成果分析围绕现状诊断、变化趋势评估和影响因素识别三个维度展开：现状诊断综合各类监测指标，系统评估区域生物多样性现状水平，识别优先保护物种与重要保护区域；变化趋势评估以多年连续监测数据为基础，分析物种多样性、栖息地质量、生态系统功能的时间动态变化规律，区分自然波动与人为干扰驱动的变化信号；影响因素识别通过将生物多样性监测数据与气候变化数据、人类活动强度数据进行关联分析，定量评估气候变化、栖息地损失、外来物种入侵、环境污染等关键驱动因素的影响程度与方式，为制定针对性保护干预措施提供科学依据。

9.2 数据共享要求

数据共享在确保数据安全与保护敏感物种信息的前提下，积极推动监测数据开放共享。遵循GB/T 36625.3-2021关于数据采集规范及数据共享的相关要求，建立统一的数据格式标准与数据交换接口；对于国家重点保护动植物的精确位置信息，须按照国家相关保密法规进行脱敏处理后方可对外共享；鼓励通过国家生态环境监测数据平台、中国生物多样性大数据平台等官方渠道，实现跨机构、跨区域的数据汇聚与共享交换。监测数据的共享范围和方式须在监测合同或委托协议中明确约定，保护数据提供方的合法权益。

9.3 监测成果应用

基于监测成果开展多层次应用：在政策制定与规划层面，为自然保护地体系优化、生物多样性保护优先区域划定、重要生态功能区监管考核及生态红线调整提供科学依据；在保护管理层面，为重点保护物种种群管理、栖息地恢复重建、外来入侵物种防控和生态廊道建设提供精准决策支撑；在科学研究层面，长期连续监测数据为生物多样性格局与过程研究、物种响应气候变化研究及生态系统功能评估等提供宝贵基础数据；在公众教育层面，通过生态地图、物种图鉴、科普故事等方式开展宣传教育，提升全社会生物多样性保护意识。在不违反涉密规定的前提下，年度监测报告向利益相关方公示，建立完善反馈机制，定期根据新技术发展和保护管理需求优化监测指标体系、分析方法和实施流程，提升监测体系的科学性和实用性。
