

附录 1

中国鸟类鸣声监测网络 标准化监测操作手册v1.0 ——森林生态系统版

目 录

1.监测点设置 3

 1.1 监测点选择..... 3

 1.2 监测点布设要求..... 3

2.仪器参数 4

 2.1 麦克风与设备规格..... 4

 2.2 录音采样频率..... 4

 2.3 录音时间设置..... 4

 2.4 录音文件格式..... 4

 2.5 录音文件前缀设置..... 4

3.设备安装要求 4

 3.1 安装位置与高度..... 4

 3.2 麦克风朝向规范..... 5

 3.3 路线轨迹与点位标记..... 5

 3.4 安装环境拍照与环境记录要求..... 5

4.配件与清单 6

 4.1 电池与存储卡配置..... 6

 4.2 安装与防盗配件..... 6

5.维护与数据采集周期 7

 5.1 设备维护频率 7

 5.2 年度维护计划建议 8

 5.3 数据采集周期设置 8

 5.4 维护时机选择 8

6.数据管理与存储..... 8

 6.1 文件命名与前缀设置 8

 6.2 数据存储介质推荐 9

 6.3 元数据整理要求 9

7. 辅助调查建议：人工鸟类观察配合 10

 7.1 调查建议 10

 7.2 操作指引 10

 7.3 数据整理要求 10

 外出前快速检查清单(PAM-CHINA)11

本手册为中国鸟类鸣声监测网络(PAM-CHINA)提供森林生态系统中的标准化操作指导,旨在为全国范围内的合作单位开展鸟类多样性被动声学监测提供统一、可实施的技术规范。被动声学监测是一种利用环境声音长期、非侵入式记录鸟类活动的技术,具备在不干扰生态系统的前提下持续监测森林鸟类多样性变化的能力,能够支持对生态系统结构与功能变化的动态评估。通过规范化的数据采集与处理流程,本手册将为中国森林鸟类多样性评估、长期监测与保护研究提供高质量的数据支持,并推动全国范围内的技术协同与数据共享,助力构建覆盖多生态区的声学监测网络体系。

1.监测点设置

为了全面评估森林生态系统中鸟类的声学多样性或特定物种的鸣声活动节律,监测点设置应覆盖不同类型的代表性森林样地,并满足一定的空间与环境要求。

1.1监测点选择

监测点选择依据: 选择典型的地带性森林群落类型,如阔叶林、针叶林和混交林等,确保监测点能够代表所在区域的主要森林生态系统类型。

涵盖海拔梯度: 尽可能在不同的海拔高度带上设置监测点,以获取垂直分布梯度上的鸟类声学信息。

监测范围估算: 在每个代表性群落中,应布设一个由一台或多台设备组成的监测阵列(或称样组)进行监测。但考虑到声音传播范围较广,单台被动声学监测设备的有效监测范围大约为半径200米的圆形区域(根据设备型号、地形与植被密度,可能存在一定误差),因此还要根据群落面积、内部一致性等实际情况调整监测阵列的数量搭配。

1.2监测点布设要求

布设位置规范: 监测点应设置在具有足够空间范围的典型森林植被斑块核心区域。为保证声学数据的生境代表性,监测点位应距离林缘、道路及其他人为干扰源至少 50 米(或依据设备实际有效拾音半径设定缓冲距离),以确保录制的绝大部分生物声来自目标生境内部,避免边缘效应及外部环境噪声的干扰。

点位间距要求：不同监测点之间应保持至少500米的距离，以防止录音信号重叠，确保数据的空间独立性与可比性。

2. 仪器参数

2.1 麦克风与设备规格

推荐使用高灵敏度(不低于-40 dB)、低噪声(信噪比高于65 dB)、宽频带(100 Hz – 20000 Hz，幅频响应 ± 3 dB)的全向麦克风与低功耗被动声学监测设备。

2.2 录音采样频率

建议录音采样频率为48 kHz，以完整覆盖森林鸟类主要鸣声频段以及各类环境声音。

2.3 录音时间设置

建议每10分钟录制1分钟，24小时循环录制，以兼顾数据代表性与长期监测的需求。

2.4 录音文件格式

录音格式为WAV，不低于16 bits。

2.5 录音文件前缀设置

设备应具备自定义录音文件前缀名的功能，以区分监测网络中各监测点的数据，具体命名规则请见6.1。

3. 设备安装要求

3.1 安装位置与高度

设备应使用铅封、铁丝等工具固定在健康树木上，推荐安装高度为1.5–2米，以避免地面反射和灌木层干扰。安装位置应稳固、安全，避免长时间暴晒，并选择垂直树干或倾斜树干的上侧以减少树干径流冲刷，并便于后续维护操作(见图1)。



图1 设备安装示意图

3.2 麦克风朝向规范

麦克风指向应避免正对溪流、道路或常年强风口，以获取稳定、高质量的鸟类鸣声信号。必要时，对麦克风的防风罩加装防护笼以防野生动物破坏。

3.3 路线轨迹与点位标记

建议在安装设备前，使用具备轨迹记录功能的APP标记行走路线，并使用“兴趣点(POI)”功能记录设备安装点位和其他关键位置信息(如岔路口、显著标志物等)，以便后期巡检和维护快速定位点位。

3.4 安装环境拍照与环境记录要求

安装完成后，使用具备时间、地点与水印功能的APP(如“今日水印相机”)对安装现场进行拍照留档，也可视情况添加至3.3中APP所记录轨迹或兴趣点的附件中。照片要求如下：

①设备照片：近距离拍摄设备固定位置，照片中需清晰显示设备编号及水印中包括的点位编号、拍摄时间与GPS坐标信息(图2a)。

②生境照片：从设备点周围拍摄反映该点植被类型与环境特征的广角照，包括林型、植被密度、地形坡度等要素(图2b)。

在监测点确定后同步记录详细的环境背景信息，包括：点位编号、设备编号、GPS坐标、海拔、坡度、生境描述等，以便后续数据分析与复查。



图2a 设备照片示意图



图2b 生境照片示意图

4.配件与清单

4.1电池与存储卡配置

推荐使用高性能碱性干电池供电，最佳能源方案以及设备续航情况请咨询设备生产商，以便安排维护日程。

每台设备推荐配置2张SD存储卡，以便巡检时可直接更换卡片并带回原始数据。按照2.仪器参数部分的建议，单声道文件每个大概5.5MB左右，一天录制144条文件，单天数据量约800MB，每月数据量23.5GB左右。

4.2安装与防盗配件

推荐使用专用铅封等配件，用于设备的固定与上锁(见图3)。铅封可定制编号与项目LOGO，用于设备身份管理。推荐长度：

- 90 cm 铅封：适用于固定在胸径约 20 cm 的树上；
- 20 cm 铅封：适用于设备外壳锁定。



图3 建议使用图片所示的铅封，方便、坚固、可定制编号

5.维护与数据采集周期

5.1 设备维护频率

根据设备电池续航能力和存储容量，建议最长每6个月进行一次现场维护。维护内容包括：更换电池和存储卡、检查设备运行状态和固定是否牢靠、检查树木生长状况避免铅封过紧等。

每次外出维护检查应携带以下物资：

- 足量的备用电池(如碱性一号电池)；
- 至少1张空白 SD 存储卡(最好256 GB)；
- 备用录音设备1套，用于在设备故障或遗失时替换，避免监测中断；
- 备用铅封与剪钳；
- 备用防风罩；
- GPS设备或手机导航APP；
- 记录工具(如纸质记录表、笔，或电子表单设备)。

5.2 年度维护计划建议

建议每年维护设备2–3次。在冬季气温较低(电池性能下降显著)的区域, 维护频率应提高至每年3–4次, 以保障数据连续性与设备运行安全。

5.3 数据采集周期设置

建议每个监测点连续采集不少于1年, 以完整覆盖森林鸟类的繁殖期(春季)与迁徙季(春秋季节), 从而获得具有全季节代表性的声学数据。若受限于设备续航或野外维护条件无法实现全年监测, 则最低要求应确保完全覆盖当地鸟类的核心繁殖季。在此期间鸟类鸣唱最为活跃, 是评估区域鸟类多样性本底的关键窗口。

5.4 维护时机选择

森林通行条件受地形、降雨和植被季节变化影响, 建议选择降雨较少或林道通行良好的季节开展维护。同时应根据设备续航能力提前制定年度维护时间表, 减少野外操作风险与难度。

6.数据管理与存储

6.1 文件命名与前缀设置

在设备首次配置时, 必须按照监测网络统一的命名规则设置音频文件前缀信息(表1)。多数被动声学设备在未设定前缀时, 文件名仅记录录音的开始日期和时间, 极易造成多点数据混淆。因此, 务必在安装前确认前缀设置正确无误。注意: 有些品牌设备对前缀字符(如仅可输入字母和数字)和字数有限制, 可视情况进行调整, 但是要做好名称转换信息表, 以方便后期数据分析时正确转换。

特别需要强调的是音频文件命名的规范性。为确保全局唯一性并便于自动化管理, 建议采用包含城市、监测点、设备ID和时间戳的高度结构化命名规则。推荐格式为: <City>_<Site>_<DeviceID>_<YYYYMMDD>_<HHMMSS>.wav。尤为重要是, 所有时间相关的元数据(包括文件名中的时间戳)均应统一采用协调世界时(UTC), 以消除因时区不同可能导致的数据混乱与分析错误。下面以GZ_SM_01_20240601_060000.WAV的文件名为例, 说明各部分的具体含义:

表1 音频文件前缀信息命名规则

缩写	内容	含义说明
GZ	所在城市*	表示城市代码，如广州为GZ
SM	监测点编号*	指明监测点位置，如石门国家森林公园为SM
01	设备编号*	标记当前使用的设备编号为01
20240601_060000	录音时间	表示录音的开始时间(年月日_时分秒)
.WAV	文件格式	无损音频文件格式

*注：鉴于目前缺乏通用的缩写标准，且需兼顾设备文件名的长度限制，建议在参与城市间采用内部统一定义的拼音缩写，并在元数据备注说明文件中建立严格的对应索引表，以确保区域标识的唯一性。

6.2 数据存储介质推荐

原始音频数据体量较大，建议使用4TB及以上的大容量机械硬盘进行本地集中存储与定期备份。具备条件的单位可配置NAS(网络附加存储)系统，以提升数据存取效率和长期稳定性，降低物理硬盘损坏所带来的风险。各节点单位应在完成本地备份的基础上，每季度或每半年通过邮寄方式，将数据拷贝硬盘寄送至中国鸟类鸣声监测网络管理委员会，以便统一进行异地备份与云端存储管理，确保数据安全与全国层面的统一归档。

6.3 元数据整理要求

每次设备布设与回收后，应及时整理并归档元数据信息，包括但不限于：设备编号、型号与参数设置(特别注意增益值)；监测点编号与GPS坐标；名称转换信息表（如有）；安装与回收时间、现场人员；安装环境说明与拍摄图像信息；以及是否存在丢失、损坏和挪动等情况说明。

7. 辅助调查建议：人工鸟类观察配合

7.1 调查建议

为了评估被动声学监测(PAM)数据的代表性与物种识别准确性，建议在有条件的监测点开展同步的人工鸟类观察调查，以构建声学数据的“实地参照”。

7.2 操作指引

调查人员组成：每次调查应由2位观鸟水平相近的研究人员组成，共同开展同步观察，减少观察偏差。调查时间：建议在日出后1小时内开始，调查时长为15分钟，在鸟类晨间活跃期内完成观察记录。调查范围：以声学设备安装点为圆心，半径150米为标准调查范围。记录范围内所有听见或目视到的野生鸟类。

记录包括：鸟种名称；同一物种的个体数量；鸣叫/飞行/栖息等行为简述(如可观察)；背景噪声等级(如：低、中、高)。附加记录：观察半径以外、或调查点之间移动途中所发现的鸟类，也应作为补充信息记录，并注明“非核心监测点记录”。

7.3 数据整理要求

调查数据应填写在标准的《人工鸟类观察记录表》中，标明调查日期、监测点编号、观察人员姓名、天气情况等。记录表建议在调查结束后24小时内电子化归档，并与声学数据同步编号保存。

外出前快速检查清单(PAM-CHINA)

检查项类别	子项目	核查内容	✓ 是否准备
设备类	录音设备	完好，已设置前缀命名、参数配置无误(采样率48kHz、录音间隔10分钟录1分钟，WAV，16Bits)；设备编号贴纸已粘贴并牢固	☐
	备用录音机	至少1台备用设备，预防主设备故障或遗失	☐
	电池	足量正确型号的电池(根据设备型号准备)，已测试电量	☐
	SD卡	每台设备2张SD卡(建议256GB)，至少1张空卡用于更换	☐
	铅封与剪钳	每台设备至少配套90cm铅封2根和20cm铅封2根，剪钳1把	☐
记录材料	记录表	《PAM-CHINA 点位信息表》和《鸟类人工调查记录表》打印或电子版备齐	☐
	笔/平板	纸质记录笔或电子表单填写设备	☐
	拍照APP	已安装“今日水印相机”等应用，调试正常	☐
	拍照指引	确认将拍摄“设备编号图”“生境概貌图”	☐
辅助工具	GPS设备或APP	已安装“两步路”或其他轨迹记录软件	☐
	望远镜	用于人工辅助观察	☐
	工具包	螺丝刀、绑带、固定支架等野外维修必需工具	☐