

区域生物多样性调查的空间样点设置方法及应用

刘继坤 何琦

北京育清生态环境科技有限公司 北京市 101100

【摘要】区域生物多样性调查的空间样点设置是生态学研究的基础环节，其科学性直接影响调查结果的可靠性。合理的样点布局需综合考虑地形特征、植被类型和物种分布格局等因素，采用系统抽样与分层抽样相结合的方法。现代调查技术引入地理信息系统支持空间分析，通过环境因子梯度识别关键采样区域。这种基于生态学原理的样点设置方法，能够有效捕捉生物多样性的空间异质性特征，为后续的保护决策提供数据支撑。

【关键词】区域生物多样性调查；空间样点设置方法；应用

Spatial sampling method and application of regional biodiversity survey

Liu Jikun He Qi

Beijing Yuqing Ecological Environment Technology Co., LTD Beijing 101100

【Abstract】 The spatial sampling design for regional biodiversity surveys is a fundamental aspect of ecological research, with its scientific rigor directly impacting the reliability of survey results. A rational sample layout must take into account factors such as topographic features, vegetation types, and species distribution patterns, employing a combination of systematic and stratified sampling methods. Modern survey techniques incorporate geographic information systems to support spatial analysis, identifying key sampling areas through the identification of environmental gradient factors. This method of sample design based on ecological principles can effectively capture the spatial heterogeneity of biodiversity, providing data support for subsequent conservation decisions.

【Key words】 regional biodiversity survey; spatial sampling method; application

引言

生物多样性调查的空间采样设计,需要遵循统计学原理与生态学规律的统一。样点密度与分布模式应根据目标类群的扩散能力和栖息地偏好进行优化配置,确保样本的代表性。环境异质性分析指导样点的空间分层,生态过渡带和关键生境需设置加密样点。通过遥感解译与地面验证相结合的技术路线,实现样点布设的科学性与可操作性平衡。这种系统化的空间采样策略,为区域生物多样性评估建立了标准化的工作框架。

1 区域生物多样性调查空间样点设置方法概述

1.1 空间样点设置的基本概念

空间样点设置是生物多样性调查的基础性工作,指在目标区域内按照特定规则布设采样点位的方法体系。该方法的核心在于通过科学的空间布局获取具有代表性的生态数据,其理论基础源于景观生态学与空间统计学。样点设置需遵循空间覆盖性与生态代表性原则,既要考虑地理空间的均匀分布,又要兼顾不同生境类型的合理包含。技术流程通常包括预调查、样点设计和实地验证三个环节,其中预调查阶段通过遥感解译与历史数据分析初步掌握区域生态特征。现代样点设置已发展出基于GIS的空间分析技术,能够实现样点布

设的数字化与可视化。

1.2 空间样点设置的重要性

科学的空间样点设置是保证生物多样性数据质量的前提条件,合理的样点布局能够有效捕捉生态系统的空间异质性特征。规范的样点设计可提高调查效率,避免重复采样与数据冗余,降低调查成本。系统化的样点网络有利于建立长期监测体系,为生态演变研究提供连续性的基础数据。标准化的样点设置方法确保不同区域调查结果的可比性,促进大尺度生物多样性评估的开展。优化的样点分布能准确反映物种-环境关系,为生态模型构建提供可靠参数。

2 常见的区域生物多样性调查空间样点设置方法

2.1 随机抽样法

随机抽样法是基于概率论原理的样点设置方法,其核心特征是所有采样单元具有相同的被选概率。该方法通过随机数生成器确定样点坐标,完全排除人为选择偏好的干扰,保证样本的客观性。实施过程需首先明确抽样总体范围,建立规则化的空间坐标网格系统,然后进行随机点位抽取。技术优势在于统计理论基础坚实,数据分析方法成熟,特别适用于均质化程度较高的生态系统调查。实际操作中常采用限制性随机抽样,规避明显不适宜采样的极端区域。数据收集阶段需记录每个样点的精确地理坐标与环境特征,便于后续的

空间格局分析。

2.2 系统抽样法

系统抽样法采用规则的空间网格布设样点,具有明确的几何分布特征与可重复性优势。该方法首先确定初始随机起点,然后按照固定间隔在纵横两个方向等距布设样点网络。样点间距的设定需考虑调查对象的空间自相关范围,通常通过半变异函数分析确定最佳采样尺度。技术特点包括操作简便、覆盖均匀,特别适用于大范围快速调查项目。在景观格局研究中,系统样点能有效捕捉空间周期性变化特征。实际应用中可结合飞行调查路线设计,实现样点布设与数据采集的协同优化。该方法需要预先评估区域环境梯度方向,确保样点走向与主要生态梯度保持适当角度。

2.3 分层抽样法

分层抽样法根据生态系统异质性特征进行空间分层,在各层内独立实施抽样设计。该方法的关键环节包括分层标准的确定、层内样点分配策略的制定以及层间边界处理。分层依据通常选择主导环境因子如海拔梯度、植被类型或土壤特征,确保层内同质性最大化。样点分配可采用比例分配或最优分配原则,重点区域可适当增加抽样强度。技术优势在于提高抽样效率,降低层内变异对总体估计的影响,特别适用于破碎化景观调查。实施过程需要高质量的环境分层底图支持,现代遥感技术大大提升了分层精度。该方法在生物多样性热点区域调查中表现优异,能有效捕捉特殊生境的生态特征。

2.4 聚类抽样法

聚类抽样法将调查区域划分为若干自然单元,随机选取完整单元作为调查样区。该方法适用于调查对象呈现明显聚集分布特征的场景,能显著降低野外工作成本。抽样单元可以是自然地理单元如流域或生境斑块,也可以是行政规划单元如保护区功能区划。技术实施需注意聚类规模的合理确定,过大会降低空间分辨率,过小则失去聚类优势。数据分析阶段需要采用专门的聚类抽样统计方法,校正样本间的空间依赖性。该方法在大型动物调查中应用广泛,特别适合活动范围明确的物种研究。实际操作中常采用多级聚类设计,逐步缩小调查范围提高定位精度。

2.5 自适应抽样法

自适应抽样法根据前期调查结果动态调整后续样点布设策略,具有灵活响应环境异质性的特点。该方法初始采用基础抽样框架,发现高价值区域后自动触发周边加密采样。技术核心在于预设的抽样规则系统,包括环境阈值触发条件和加密采样强度算法。实施过程需要实时数据处理能力支持,现代移动终端设备使野外即时调整成为可能。方法优势在于集中调查资源于关键区域,特别适用于稀有物种或特殊生境研究。数据收集阶段需详细记录抽样调整决策过程,确保方法可追溯性。该方法与地理信息系统深度整合,可实现采样路径的智能优化与动态导航。

3 区域生物多样性调查空间样点设置方法的应用案例

3.1 森林生物多样性调查样点设置

森林生态系统具有明显的垂直分层结构与复杂的物种组成特征,其样点设置需考虑乔木层、灌木层和草本层的协同调查。样点布局通常采用分层随机抽样方法,根据森林类型划分抽样层次,在每层内实施随机布点。地形因素是样点设置的关键考量,不同坡向与海拔梯度需设置代表性样点。对于原始林与次生林的过渡带,应增加样点密度以捕捉边缘效应。样点最小面积根据森林群落结构确定,热带雨林通常设置较大样方,温带森林则可适当缩小。调查路线设计需结合林分结构和动物活动通道,确保覆盖各类微生境。现代森林调查已普遍采用固定样地与临时样地相结合的方式,建立长期监测网络。无人机航拍技术辅助样点定位,提高复杂地形条件下的工作效率。

3.2 湿地生物多样性调查样点设置

湿地生态系统具有显著的水陆交错特征,样点设置需遵循水文梯度变化规律。核心区与缓冲区的划分决定样点的空间配置策略,重点保护区域需加密采样点位。水位波动带作为生物多样性富集区,应设置系列样点追踪水文变化影响。对于大型湖泊湿地,采用同心圆布点法确保从岸边到深水区的连续采样。沼泽湿地调查需特别关注微地形变化,在草丘与洼地交替区域布设配对样点。迁徙水鸟监测采用重点区域集群抽样,结合鸟类活动规律优化样点分布。水质采样点与生物样点需空间匹配,建立水文-生物协同监测网络。便携式水上交通工具的应用极大提升了湿地样点的可达性,卫星遥感辅助识别关键采样区域。

3.3 草原生物多样性调查样点设置

草原生态系统呈现均质化外观下的高度异质性特征,样点设置需破解“草原悖论”。放牧梯度决定样点的放射状分布格局,从饮水点到远离牧道设置系列样点。土壤类型变化要求样点覆盖主要土种边界,特别关注隐域性土壤的采样需求。对于退化草原监测,采用网格加密法追踪恢复进程,在修复区与对照区设置配对样点。啮齿动物活动区需设置特定样方调查洞穴系统影响。季节性变化要求样点设置考虑物候差异,建立动态调整机制。移动式围栏样地技术实现长期定位观测,减轻放牧干扰影响。草原火灾迹地调查采用时间序列样点设计,追踪植被自然恢复过程。近地面遥感技术辅助识别样点微生境特征,提高采样代表性。

3.4 农田生物多样性调查样点设置

农业景观具有强烈的人为干扰特征,样点设置需兼顾耕作制度与自然生态要素。田块边界效应决定样点的梯度分布,从田中心到地埂设置系列采样带。不同作物类型构成天然分层依据,按种植面积比例分配样点数量。沟渠路网作为生物廊道需设置专门样点,调查其连接度功能。有机农田与常规农田应设置对比样点,评估管理方式影响。传粉昆虫调查采用花色吸引法优化样点分布,提高目标物种捕获率。农

田林网监测需设置样点追踪树木生长与农作物相互作用。精准农业技术为样点定位提供高精度坐标支持,变量施肥区可作为天然实验样地。多时相遥感数据辅助选择关键采样时段,避开农事活动高峰期。

3.5 城市生物多样性调查样点设置

城市生态系统呈现高度破碎化特征,样点设置需遵循"斑块-廊道-基质"理论框架。绿地系统分级决定样点的层次分布,从市级公园到社区绿地设置梯度样点。建筑密度梯度影响样点布局策略,在城乡过渡带增加采样强度。不同功能区如商业区与居住区需设置对比样点,分析人为活动影响。行道树监测采用等距抽样法,结合道路等级确定样点间距。屋顶绿化调查采用目标抽样,优先选择示范性项目设置样点。城市湿地作为生物热点区需加密采样,追踪人工水体的生态功能。夜间灯光数据辅助识别特殊生境,优化样点时空分布。移动终端 APP 实现市民科学数据与专业样点的互补验证。

4 区域生物多样性调查空间样点设置方法的优化

4.1 结合新技术的优化策略

现代遥感技术为样点优化提供多源数据支持,激光雷达数据精确提取三维地形特征辅助样点布设。无人机航拍实现厘米级分辨率影像获取,支持微生境尺度的样点精确定位。物联网技术使样点设备智能化,实时传输环境参数与生物观测数据。人工智能算法分析历史调查数据,预测潜在的高生物多样性区域指导样点加密。区块链技术确保样点数据的不可篡改性,建立可信的监测数据链。云计算平台实现多团队样点数据的实时整合,支持动态调整采样策略。室内定位技术解决复杂环境下的样点导航问题,提高野外工作效率。数字孪生技术构建虚拟样点系统,预先模拟不同布设方案的效果。

4.2 多尺度空间样点设置的优化

跨尺度样点设计需建立等级理论框架,明确不同尺度样点的功能分工。宏观尺度样点反映区域整体格局,采用低密度系统抽样覆盖大范围。中观尺度样点捕捉景观异质性,基于生境类型分层抽样。微观尺度样点解析局部过程,采用集群抽样研究种间相互作用。尺度转换通过嵌套样方设计实现,上级样点包含下级样点网络。移动样点法适应动态监测需求,根据物候变化调整采样位置。梯度样点设计覆盖环境过渡带,捕捉生态阈值效应。长期固定样地与短期临时样点相结合,平衡连续性与灵活性需求。空间显式模型辅助优化多尺度样点配置,量化各尺度采样贡献率。

4.3 空间样点设置方法的未来发展趋势

智能化采样系统将整合多源实时数据流,实现样点布设的动态最优化。自主移动机器人平台应用于危险环境采样,扩展样点覆盖范围。环境 DNA 技术革新样点调查方式,通过水样或土样获取生物多样性信息。公民科学数据将纳入样点设计体系,形成专业-业余协同采样网络。数字标本技术使样点记录立体化,保存三维生物形态与环境背景。预测性采样算法基于生态模型指导,提前布局潜在变化敏感区。全球标准化样点框架正在形成,促进跨国界数据可比性。量子传感技术可能突破传统采样限制,实现非侵入式生物信息采集。元宇宙技术创建虚拟样点训练系统,提升调查人员的专业技能。

结束语

科学的样点设置方法提升了区域生物多样性调查的数据质量,为生态保护规划提供了可靠依据。空间采样策略的优化实现了调查效率与数据精度的平衡,推动了生物多样性监测的标准化进程。未来需要进一步整合多源环境数据,完善动态调整的智能采样系统。这种基于空间分析的调查方法将持续为生物多样性研究提供技术支持。

参考文献

- [1]王晓杰,王占金,陈健斌,等.黄河三角洲生物多样性调查评价信息平台构建与应用[J].环境科学研究,2025,38(01):190-200.
- [2]陈丽,赵家明,黄学文.草原区生物多样性调查与评价——以呼伦贝尔市新巴尔虎右旗为例[J].环境与发展,2024,36(05):29-33.
- [3]郑龙琼,韩云娟,尹宇莹,等.湘西北典型区域生物多样性现状调查与评价[J].温带林业研究,2024,7(03):27-33.
- [4]张超,于立繁,马菲,等.生物多样性调查智能终端应用程序的发展[J].植物检疫,2023,37(06):1-6.
- [5]肖能文,赵志平,李果,等.中国生物多样性保护优先区域生物多样性调查和评估方法[J].生态学报,2022,42(07):2523-2531.
- [6]陈章,罗遵兰,史娜娜.区域生物多样性调查的空间样点设置方法及应用[J].内蒙古大学学报(自然科学版),2021,52(01):33-40.
- [7]我国将加强生物多样性调查观测评估[J].中国环境监察,2019,(06):6.