

附件 13

生物多样性观测技术导则 森林生态系统
(征求意见稿) 编制说明

《生物多样性观测技术导则森林生态系统》编制组

2020 年 11 月

目 录

1. 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2. 标准制修订的必要性分析	2
2.1 适应新形势下全球生物多样性保护的要求	2
2.2 国家及生态环境主管部门的相关要求	3
2.3 国家相关标准技术体系的要求	3
2.4 现行生物多样性观测标准存在的主要问题	3
3. 国内外生物多样性观测及标准制订情况	4
3.1 地球观测组织生物多样性观测网络	4
3.2 美国	5
3.3 英国	7
3.4 瑞士	8
3.5 德国	9
3.6 中国	9
4. 标准制订的基本原则和技术路线	12
4.1 标准制订的基本原则	12
4.2 拟采用的方法	13
5. 标准的主要内容	16
6. 标准主要条文说明	17
6.1 规范性引用文件	17
6.2 术语和定义	17
6.3 观测方法	17
7. 对实施本标准的建议	27

1. 项目背景

1.1 任务来源

为推动环境保护事业发展，生态环境部下达了《生物多样性观测技术导则 陆地生态系统》国家环境保护标准制修订计划，项目统一编号为 2018-48。其中，《生物多样性观测技术导则 森林生态系统》为项目的重要组成部分，该部分内容由生态环境部南京环境科学研究所、中国科学院沈阳应用生态研究所和中国科学院植物研究所共同承担。

1.2 工作过程

2018 年 3-8 月，按照《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1 号）的有关要求，项目承担单位组织专家和相关单位成立了标准编制组。标准编制组成员查阅了国内外相关资料，在前期项目研究、文献资料分析和基础调研的基础上，编制组召开了多次研讨会，会议讨论并确定了开展标准编制工作的原则、程序、步骤和方法，形成了标准文本初稿。

2018 年 8 月 24 日，原环境保护部科技标准司组织专家对《生物多样性观测技术导则 陆地生态系统》项目进行了开题论证，与会专家和管理部门代表充分肯定了本标准编制工作的必要性，通过了标准的开题论证，形成如下意见：（1）标准主编单位提供的材料齐全、内容完整；（2）标准定位准确，内容合理可行；（3）《生物多样性观测技术导则 陆地生态系统》标准分为《生物多样性观测技术导则 森林生态系统》《生物多样性观测技术导则 草地生态系统》《生物多样性观测技术导则 荒漠生态系统》和《生物多样性观测技术导则 喀斯特生态系统》，并对标准初稿提出了许多宝贵的修改意见和建议。

2018 年 9 月 25-26 日，在北京召开了“生物多样性观测技术导则 陆地生态系统”标准研讨会，会议讨论并明确森林生态系统生物多样性观测的目标、主要内容、技术要求和方法，成立了森林生态系统生物多样性观测标准编制小组，针对森林生态系统生物多样性观测的要求和特点进一步完善标准初稿。

2018 年 10 月-2020 年 6 月，《生物多样性观测技术导则 森林生态系统》标准编制组根据开题论证意见，进行了深入的文献调研，并对观测场和样地设置、观测

指标及方法等内容进行了进一步修改、完善。主要修改内容包括：（1）对样地数量、样方大小、布点原则等提出原则性规定；（2）观测指标只选取需要采集原始数据的直接指标，并划分为生物指标、生境指标、干扰指标和响应指标四大类；（3）选取部分重要观测指标作为核心指标，其他指标作为可选指标；（4）观测方法和频度要考虑长期性和实用性；（5）进一步规范标准的文字和术语。同时，编制组选取了长白山生态系统定位观测站等野外台站进行实地调研，征求观测站专家对标准初稿的意见和建议。编制组对当地观测样地进行了考察，与观测一线的工作人员进行了交流，并征求专家对标准的意见和建议。在文献研究、专家咨询和实地调研的基础上，编制组对标准草案进行了进一步修改和完善，形成了标准征求意见稿和编制说明。

2020年7月28日，受生态环境部自然生态保护司委托，生态环境部环境标准研究所组织专家对《生物多样性观测技术导则 森林生态系统》征求意见稿进行了技术审查，与会专家和管理部门代表一致通过本标准审查，并提出了详细的修改意见和建议。编制组根据会议要求，对标准征求意见稿进一步修改后报标准管理部门。

2. 标准制修订的必要性分析

2.1 适应新形势下全球生物多样性保护的要求

我国是《生物多样性公约》的缔约方。《生物多样性公约》第7条要求通过抽样调查和其他技术，观测生物多样性组成部分及对生物多样性产生不利影响的活动。2010年10月，《生物多样性公约》缔约方大会第十次会议通过了意义重大的全球2020年生物多样性目标（即爱知目标）。该目标涵盖自然生境的保护和恢复、保护区的建设与管理、濒危物种的保护与恢复、遗传多样性的维护等方面。2021年5月，中国将主办《生物多样性公约》缔约方大会第十五次会议，届时将制定2030年全球生物多样性目标。实现全球生物多样性目标，并评估其进展情况，需要制定相关观测指标、方法和标准，建立观测系统，开展长期观测工作。

生物多样性和生态系统服务政府间科学-政策平台（IPBES）以及地球观测组织生物多样性观测网络（GEO BON）都提出了开展全球生物多样性状况评估的工作方向。制定生物多样性观测标准，建立全球生物多样性观测网络，是开展生物多样性评估的前提。

2.2 国家及生态环境主管部门的相关要求

2010年9月，经国务院常务会议第126次会议审议批准，原环境保护部发布了《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030年）。该战略和行动计划的中期目标为到2020年生物多样性观测、评估与预警体系得到完善，战略任务为进一步加强生物多样性观测能力建设、提高生物多样性预警和管理水平。

2014年新修订的《环境保护法》第十七条规定，“国家建立、健全环境监测制度。国务院环境保护主管部门制定监测规范，会同有关部门组织监测网络，统一规划国家环境质量监测站（点）的设置，建立监测数据共享机制，加强对环境监测的管理”。

2015年1月，国务院批准了关于启动生物多样性保护重大工程的请示。重大工程的实施被纳入《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》。构建全国生物多样性观测网络，是重大工程的七项重要任务之一。其目标是：到2020年，初步形成天地一体化的生物多样性观测技术体系，建立布局合理、层次清晰、功能完善的全国生物多样性观测网络。该标准作为生物多样性保护重大工程（2015-2020年）的重要配套，其制定和实施将有力地保障重大工程的有序推进。

2.3 国家相关标准技术体系的要求

《国家环境保护标准“十三五”发展规划》要求，继续完善生物多样性调查、观测和评估技术规范。2013年7月22日，原环境保护部科技标准司组织专家在北京对《生物物种监测技术指南》项目进行了开题论证，专家组认为该技术指南（即后来发布的生物多样性观测技术导则）为系列标准，即应针对不同生物类群和生态系统，分别制订专门的标准规范。研究制定森林生态系统的生物多样性观测要求和规范，是《生物多样性观测技术导则 陆地生态系统》系列标准的重要组成部分，对于提高陆地生态系统观测的科学化、标准化和信息化水平有着重要的意义。

2.4 现行生物多样性观测标准存在的主要问题

近年来，我国相关部门和各地开展了一些生物多样性观测项目，积累了生物多样性观测技术和经验，生物多样性观测工作处于快速发展阶段。就观测标准而言，我国制定了60多项有关生物多样性调查和观测的国家、行业标准，这些标准对生物

多样性调查和观测工作起到了一定的推动作用。但是，我国生物多样性观测标准体系建设与国家生物多样性保护需求仍有较大差距。针对物种多样性观测，生态环境部发布了维管植物、鱼类、淡水底栖大型无脊椎动物、两栖动物、爬行动物、鸟类、陆生哺乳动物等 13 项生物多样性观测技术导则，但尚缺少生态系统层次生物多样性观测标准规范。

森林是重要的陆地生态系统类型，但目前尚未建立森林生态系统生物多样性观测标准体系，无法满足对森林生物多样性规范化观测和管理的需求。因此，亟需制定森林生态系统生物多样性观测指标体系，明确生物、生境、干扰与响应等要素观测的技术要求，以提高我国陆地生态系统观测的科学化、标准化和信息化水平，实现对现有《生物多样性观测技术导则》的有力补充。

3. 国内外生物多样性观测及标准制订情况

3.1 地球观测组织生物多样性观测网络

2008 年，DIVERSITAS 和国际地球观测组织（GEO）宣布成立了收集、管理、共享和分析世界生物多样性现状和趋势的新机构——地球观测组织生物多样性观测网（GEO BON）。GEO BON 主要致力于在全球、区域和国家尺度推动生物多样性观测资料的收集、整理和分析，以更好地为保护全球生物多样性提供技术支撑。自 GEO BON 框架建议提出以来，得到了世界各国政府和非政府组织的响应，成立了多个地区性的观测网络，如欧洲观测网络（EBONE）、亚太观测网络（Asia-Pacific BON, AP BON）等多个国家的观测网络。

GEO BON 在生物多样性观测标准制定方面，主要开展了以下工作：

（1）重要生物多样性变量（Essential Biodiversity Variables, EBVs）

政府间气候变化专门委员会（IPCC）建立了气候变化领域的重要气候变化观测变量（ECVs），且在气候变化观测与评估中收到了良好的效果。受 IPCC ECVs 的启发，GEO BON 通过分析已有的生物多样性观测指标，提出了包括基因水平、物种种群、物种生活史、群落构成、生态系统结构和生态系统功能等几个方面的重要生物多样性变量，为在全球尺度制定一套系统规范、操作性强的生物多样性观测指标体系提供参考。

(2) 生物多样性观测网络手册

为推进全球层面的生物多样性观测工作，GEO BON 编写了生物多样性观测网络手册（GEO Handbook on Biodiversity Observation Network）。该手册共分 14 个章节，涉及生态系统、物种资源、遗传资源和生态系统服务等不同的层次，在生态系统层面又细化为陆地生态系统、海洋与海岸生态系统和淡水生态系统。观测手册还将就志愿者参与、能力建设、遥感观测和模型分析等几个内容分别进行介绍。

(3) 其他观测标准与指南

GEO BON 的各工作组也组织编写了部分观测标准与指南，指导区域或国家层面的生物多样性观测工作，如蝴蝶观测手册等。GEO BON 正在建设生物多样性观测网络设计和建设的工具箱（Bon in a Box）。作为一种技术支撑平台，该工具箱旨在提高生物多样性数据和信息的获取、协调和供给能力，使世界各国能获得最先进和最有效的观测标准、工具和软件，降低各国运营生物多样性观测网络的门槛，协调不同国家、不同地区的观测网络设计、数据采集、管理、分析和报告工作，特别是提高发展中国家生物多样性观测网络的建设和管理能力。

3.2 美国

20 世纪 80 年代，美国建立了长期生态学研究计划。经过 30 多年的建设与发展，已形成一个拥有一系列观测站点，代表湖泊、森林、草原、荒漠、冻原、农田、海岸和南极等重要生态系统类型的长期生态学研究网络（The Long Term Ecological Research Network, LTER）。LTER 至今已进行约 40 年的连续观测，为科学研究、政策制定和社会认知提供了必要条件和坚实基础。作为美国长期生态学研究网络成员之一，杜克森林是美国较为典型的长期定位生态研究地点，先后建立了 4 类样地，1931 至 1947 年，建立了 51 个永久性的每木调查森林样地，面积从 405 公顷到 4047 公顷不等。从 1930 年到 20 世纪 70 年代，建立了 8 个大型永久森林样地，共占地约 24 公顷，面积从 1 公顷到 6.5 公顷，约每 5 年重新观测一次，调查记录永久样地内所有的胸径大于 1cm 的树木（包括新萌生的幼树）的胸径和高度。此外，还建立了 5 组共 27 条详细调查的实生苗样带，这些样带分布在杜克森林内的 3 个成熟的硬木林地和 2 个森林发育介于火炬松林和硬木林之间的过渡性松树林里。这 5 块林地代

表示了杜克森林的主要森林类型以及这些林型的空间梯度变化，每个林地内设有 3-4 个宽 1m、长 50m 的永久实生苗样带。在调查植物种类组成的永久样地方面，1977 年，建立了 105 个 20m×50m 的永久样地，用来研究杜克森林的次生演替规律。每个样地的中线区又被划分成 25 个连续的 0.5m×2m 的小样方，研究人员调查统计了所有的林下地表层维管植物的频度和盖度。这些样地拥有非常详细的林木实生苗、草本植物种类、土壤养分、土壤质地、土壤化学和环境条件的信息。

2000 年由议会拨款，美国内政部下属的地质调查局（U.S. Geological Survey）牵头开展了首次国家级的两栖动物观测计划（Amphibian Research and Monitoring Initiative, ARMI），其目标包括：建立一个框架来观测美国两栖动物的分布、种群的状态和变化；了解全国两栖动物下降的范围和程度；收集影响两栖动物的环境因子；研究并识别导致两栖动物种群变动的威胁因素；为制定科学的保护和管理对策提供信息（<http://armi.usgs.gov/>）。ARMI 是一个多部门合作和广泛参与的观测计划。政府相关部门如农业部、渔业和野生动物管理局以及大学、科研院所、自然保护区等参与了这一项目。ARMI 分为三层：最下面一层是广泛而粗放的观测，在全国各地布设很多点，主要依靠志愿者、高校、科研机构提供关于两栖动物的编目、分布、种群等各种信息。中间一层的观测是整个观测体系的核心，主要在一些国家公园和保护区开展。观测的方法采用空间占有调查方法（Occupancy Approach），只记录某个地点物种的有无（Presence/Absence），例如观测蛙类占据的水塘的多少。观测地点在观测的区域随机选择，以推断观测区域的状态和变化。这种方法简单易行。最顶层是选择少数典型的地区，开展深入的种群观测和研究。这些地区不是随机选择的，而是精心选择的一些重要的和濒危物种的典型栖息地，观测这些物种的种群数量、动态、地理分布、繁殖、生活史、疾病等详细信息，研究环境变化和两栖动物种群动态之间的关系。

作为世界上最早的公众科学项目“圣诞节鸟类调查”（Christmas Bird Count, CBC, <http://birds.audubon.org/christmas-bird-count>）于 1900 年启动，至今已有 110 多年。调查人员在圣诞节前后数周内（一般从 12 月 14 日到翌年 1 月 5 日）的某一天调查一个直径为 24.14 km（15 miles）的圆形区域内的所有鸟类。在每一个调查区域内，组织至少 10 个志愿者分成若干小组，沿着预设的路线进行鸟类数量调查。该计

划自实施以来，已从最初的 25 个调查区域增加至 2008 年的 2124 个，并有 5000 个以上志愿者参与此计划的野外调查工作。目前，圣诞节鸟类调查区域已覆盖美国、加拿大、墨西哥、巴拿马、哥伦比亚、哥斯达黎加和巴西等多个美洲国家。

北美繁殖鸟类调查 (The North American Breeding Bird Survey, BBS) 于 1966 年启动，至今开展了 50 多年。该计划组织志愿者在每年鸟类繁殖高峰期，沿着公路开展鸟类调查。每条样线长 39.43 km (24.5 英里)，每隔 805 m (0.5 miles) 设置 1 个记录点。在每个记录点，调查者在 3 min 内按照样点法记录距调查者 402 m (0.25 miles) 范围内的所有听到或者看到的鸟类个体。每次调查从太阳升起的 1.5 h 后开始，持续记录 5 h 后结束 (<http://www.pwrc.usgs.gov/bbs/>)。到目前为止，BBS 计划在北美大陆设置了 4100 多条样线，记录了 420 多种鸟类，原始数据和 420 多种鸟的趋势估计资料都可从 BBS 网站下载 (<http://www.pwrc.usgs.gov/bbs/dataentry/>)。

3.3 英国

英国在各类观测计划的设计、组织和实施过程中，非常重视标准化工作，制定了一系列观测指南或手册，如林地、湿地、海洋等生态系统观测技术指南，并在观测工作中十分重视标准的培训工作。自 1962 年开始，英国先后组织实施了 90 余项观测计划。例如，英国鸟类观测计划采取分层随机抽样策略，在全国设有 2800 个 1 km × 1 km 的样方，采用样线法和样点法，每年开展 3 次观测，已有 2300 名志愿者参与各类样方观测工作。英国蝴蝶观测计划 (The UK Butterfly Monitoring Scheme, UKBMS) 目前有超过 1800 个样点，调查的样线长度超过 56 万公里，观测的蝴蝶达 71 种，该计划的主要任务是评估英国蝴蝶种群的现状和趋势。

英国两栖爬行动物观测计划 (National Amphibian and Reptile Recording Scheme, NARRS) 是一个全国范围的两栖爬行动物观测计划，从 2007 年开始实施，其目的是观测英国所有两栖爬行动物的保护状态 (<http://www.narrs.org.uk/>)。该计划由英国两栖爬行动物保护基金会 (The Amphibian and Reptile Trust Fund) 牵头。英国两栖爬行动物观测采用随机抽样的方法，将全国划分为 1 km × 1 km 的方格，从中随机选取 400 个方格。对于两栖动物观测，调查每个方格中池塘内的两栖动物，城市化或半城市化率大于 50% 面积的方格以及明显不适于两栖动物的生境 (如海洋、河口、

内陆深水区等)被排除在外;主要采用目视法(包括寻找卵)、网捕法、夜间灯光搜寻法,每个池塘进行 1-3 次重复调查;志愿者在每年的春季开展观测,记录两栖动物的种类、数量、成体、幼体、栖息地状况等信息。对于爬行动物观测,在这些方格中选择爬行动物喜于利用的微生物境,如荒野、草地、灌丛、林缘等;观测的主要方法是目视遇见法和人工覆盖物法;志愿者需要在晴朗的天气开展调查,早春时节在中午,晚春时节在早上;每个地点需 2-3 个小时,至少重复 3 次;记录的信息包括调查时间(包括开始和结束的时间)、气象信息、生境信息、行走的时间和距离、物种种类、性别、数量、位置等。

3.4 瑞士

瑞士于 20 世纪 90 年代就开始对鸟类、蝴蝶和植物等进行观测,积累了丰富的经验;从 1996 年开始着手建立全国性的观测计划——瑞士生物多样性观测计划(BDM)。该计划的目的是观测整个瑞士所有层次的生物多样性变化。BDM 选择了 34 个指标,其中 12 个状态指标、15 个压力指标、7 个响应指标(<http://www.biodiversitymonitoring.ch/en/home.html>)。大部分观测指标来自政府部门的统计数据,但 Z7-景观水平上的物种多样性和 Z9-生境水平的物种多样性要通过野外观测获得。BDM 采用系统抽样方法设计观测样地。观测的网格数目对观测成本有直接的影响,每个指标所选择的网格密度综合考虑精度和成本因素。BDM 规定的精度是 90%,根据双侧 T 检验计算,Z7 指标约需 500 网格,而 Z9 指标约需 1600 个网络。Z7 指标的实际观测网络是系统分布的 520 个 1km² 的正方形单元;在网格单元内,沿对角线方向设置 2.5 km 长的样线,在春季和夏末分别观测一次,记录样线两侧一定距离内的物种种数(维管植物、蝴蝶、鸟类等),以计算景观水平的生物多样性。Z9 指标的实际观测网络是 1600 个平均分布的 10 m² 观测点。调查样点内所有的维管植物、鸟类、软体动物等。BDM 项目从 2001 年开始实施,每年随机抽取样地总数的 1/5 进行观测。Z3-瑞士国家和区域层次的物种多样性和 Z4-瑞士国内面临全球灭绝的物种数量的指标值可从 Z7、Z9 的观测数值计算。

在植物观测方面,在取样单元内设置 2.5 km 样线,观测者从两端同时进行,记录样线两侧 2.5m 范围内的维管植物种类,春季和夏季末期分别进行一次,这样数

据收集可以最大限度地跨越花期变异。在蝴蝶观测方面，在取样单元内沿对角线设置两条 2.5km 长的样线，每隔 2—3 个星期，选择晴好天气（风力 ≤ 3 级，风速 $\leq 19\text{km/h}$ ，温度 $> 13^{\circ}\text{C}$ ，阳光 $\geq 80\%$ ），观测者分别从两端沿着样线行走，用掌上电脑记录下 5m 范围内所有的蝴蝶种类，低海拔地区观测时间在 4 月 21 日—9 月 21 日，高海拔地区在 7—8 月期间，高、低海拔均观测四次。在鸟类观测方面，在 4 月 15 日-7 月 15 日期间，由随意指派的鸟类志愿者，采用领域制图法开展观测。每个样地内，志愿者沿着不规则的样线调查，以覆盖整个样地，监测到所有繁殖鸟类，森林区域比开阔区域的样线要长。

3.5 德国

德国也开展了大量的生物多样性观测项目。蝴蝶观测项目开始于 2001 年，在联邦北莱茵州-威斯特法伦州进行。2005 年德国推出了一个全国性的蝴蝶观测计划。该计划是在亥姆霍兹环境研究中心（Helmholtz Centre for Environmental Research, UFZ）的协调下进行的，有超过 500 名志愿者用标准化的方法在德国境内开展蝴蝶观测。

综上，以美国、英国、欧洲等为代表的国家生态观测网络，基于国家生态网络观测规范，皆在解决人类所面临的生物多样性、气候、大气污染、土地利用/覆被等方面的生态学问题。其中，森林生态系统生物要素的观测内容主要涉及生物多样性、土壤质量、水资源、气候变化、大气污染、土地利用/覆被变化等，通过综合研究分子—有机体—种群—群落—生态系统等不同层次、不同尺度的生态现象，探索生态系统和生物多样性变化的成因和后果，预测其未来变化趋势并提出相应对策。

3.6 中国

中国科学院从 1988 年开始建设中国生态系统研究网络（CERN），以地面网络式观测、试验为主，结合遥感、地理信息系统和数学模型等手段，对我国主要类型生态系统和环境状况开展长期观测和研究，现有 42 个生态系统试验站。科技部牵头建设的国家生态系统观测研究网络，是在现有分别属于不同主管部门野外台站的基础上整合建立的跨部门、跨行业、跨地域的科技基础条件平台，目前由 26 个国家森林生态站、19 个国家农田生态站、9 个国家草地与荒漠生态站、7 个国家水体与湿

地生态站组成。

自 2004 年开始，中国科学院生物多样性委员会组织相关的研究所，并联合若干大学和科研机构开始建设中国森林生物多样性监测网络（Chinese Forest Biodiversity Monitoring Network, CForBi, <http://www.cfbiodiv.org>）。该网络是中国生物多样性监测与研究网络，也是全球森林生物多样性监测网络（CTFS-Forest GEO）最活跃的区域网络。截止 2015 年底，该网络已经建成 13 个大型森林固定样地和 61 个面积 1-5 公顷的辅助样地，样地面积已达 340 多公顷，占全球 24 个国家和地区组成的森林生物多样性监测网络的 1/5，标记的木本植物占全球森林生物多样性监测网络的 1/4。CForBio 非常重视长期定位监测，除每 5 年一次的复查外，在各样地内陆续开展了种子雨、幼苗、凋落物、功能性状、径向生长、草本植物、土壤、倒木及枯立木、野生动物等常规监测。过去连续十多年来，CForBio 对森林群落中植物、动物及微生物等结构、动态以及不同营养级之间的相互作用的监测以及内在机理进行探索，已成为支撑我国生态学发展最具影响力及研究进展最快的平台。基于该平台的监测工作和研究成果也带动了林业、环保和教育部门森林生物多样性监测的开展。2014 年，中国生物多样性监测与研究网络（Biodiversity Observation Network of China, Sino BON）成立。Sino BON 包含 10 个专项网和 1 个综合监测管理中心，其中包括了森林植物多样性监测网。该网络的建立进一步推动了我国森林植物多样性监测和保护。

国家林业局先后完成了多次全国森林资源清查。在观测内容方面，以森林资源面积和蓄积量为主，逐渐增加了森林健康、生态功能、生物多样性等生态状况指标，从 20 世纪 90 年代以来，抽样调查、遥感技术、地理信息系统、全球定位、数据库和模型分析等新技术逐渐得到了应用和推广，提升了森林资源观测的科技含量和技术水平。2003 年 3 月，国家林业局成立了中国森林生态系统定位研究网络（CFERN），现有 140 个生态系统定位观测研究站。在技术标准方面，国家林业局发布了《森林生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1606-2003）、《森林生态系统长期定位观测方法》（LY/T 1952-2011）、《森林生态系统生物多样性监测与评估规范》（LY/T 2241-2014）、《森林群落结构监测规范》（LY/T 2249-2014）、《森林生态系统服务功能评估规范》（LY/T 1721-2008）等标准。

2011 年以来，生态环境部（原环境保护部）以南京环境科学研究所为主要技术支持机构，组织全国相关高等院校、科研院所、保护机构和民间团体，以鸟类、两栖动物、哺乳动物、蝴蝶和植物等为指示生物类群，逐步建立了 749 个观测样区，设置样线和样点 11887 条（个），初步形成了在国际上具有一定影响的全国生物多样性观测网络（China BON）。观测对象涵盖森林、湿地、农田、草地、荒漠和城市等生态系统中野生鸟类、两栖动物、哺乳动物、蝴蝶和植物。观测的指标包括物种的种类、个体数量、分布范围、生境类型、人为干扰的类型和强度、温湿度等环境参数。生态环境部制订了《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》（HJ 710.1）和《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》（HJ 710.3）等 13 项生物多样性观测技术导则。

目前，已制定的有关森林生态系统的国家标准有《森林生态系统长期定位观测方法》（GB33027-2016）、行业标准主要包括林业局制定的《森林生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1606-2003）、《热带森林生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1687-2007）、《干旱半干旱区森林生态系统定位监测指标体系》（LY/T 1688-2007）、《暖温带森林生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1689-2007）、《寒温带森林生态系统定位观测指标体系》（LY/T 1722-2008）、《森林生态系统长期定位观测方法》（LY/T 1952-2011）、《森林生态系统生物多样性监测与评估规范》（LY/T 2241-2014）、《森林群落结构监测规范》（LY/T 2249-2014）、《森林生态系统服务功能评估规范》（LY/T 1721-2008）、《森林生态系统定位研究站数据管理规范》（LY/T 1872-2010）、以及中国生态系统研究网络（CERN）科学委员会出版的《陆地生态系统生物观测规范》等，这些标准主要涉及不同森林生态系统的生境要素、群落植物种类组成、群落生物量、乔、灌、草各层优势植物不同器官和凋落物的矿质元素含量与能值、物候、鸟类种类与数量、大型野生动物种类与数量、林地凋落物量季节动态、叶面积指数等方面的生物观测指标。然而，目前仍未形成统一的森林生物多样性观测规范与方法，且已有这些标准鲜少以生物多样性作为核心观测要素，来构建森林生态系统生物多样性指标体系和观测技术。此外，土壤微生物多样性在这些观测标准中也较少被考虑。

尽管生态环境部制定了一系列有关生物多样性的观测标准，如《生物多样性观

测技术导则 陆生维管植物》(HJ 710.1-2014)、《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》(HJ 710.3-2014)、《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ 710.4-2014)、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ 710.5-2014)、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6-2014)等,这些标准的制定,对于森林生态系统的生物多样性观测具有一定参考价值,但标准没有针对生物多样性的不同层级水平(个体—种群—群落)、不同群落(动物、植物和土壤微生物)、不同物种之间关系设置关键性指标和方法,进行统筹规划和同步观测。因此,现有的监测指标体系无法系统、全面地反映森林生态系统的生物多样性状况。

4. 标准制订的基本原则和技术路线

4.1 标准制订的基本原则

4.1.1 科学性原则

在开展观测前,必须明确四个与生物多样性观测相关的技术问题:即(1)为什么要观测?(2)在哪里观测?(3)观测什么?(4)如何观测?因此,选择观测样地,明确观测目标、观测指标和观测方法,并对此进行相应的验证,是获取区域内生物多样性有效观测数据的关键环节。事实上,关于生物多样性的观测,不论是长期观测还是短期观测,都要制订涵义清晰、内容明确、简便实用、数据可获得性强的观测指标。首先,生物多样性的观测指标应具有科学性,并能及时反映生物多样性的动态变化。其次,观测方法应具有先进性,应运用现代生物多样性观测的仪器设备,采用统一、标准化的观测方法,能检测到生物多样性相应的变化规律,以确保观测数据的可比性和长期性。第三,所选择的观测样地要有典型性和代表性,能真实反映区域生物多样性水平;此外,还应充分考虑观测样地空间变异性和可探测率的变化,尽量降低抽样误差和探测误差,应能在有限的观测面积中较好地反映目标区域内生态系统结构、过程和功能以及群落种类组成与数量特征。

4.1.2 可操作性原则

在制订观测标准时,应充分考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件,使观测标准切实可行。首先,观测标准要满足生物多样性保护和管理的需要,并能对生物多样性保护和管理的指导作用。其次,观测指标必需具有可操作性,

并能够量化测度，而且数据的采集成本要相对低廉、可行。在现实科研实践中，筛选高效率、低成本的观测方法是提高生物多样性观测有效性的重要因素之一。应定期对观测标准和观测结果进行评估，向相关部门报告观测结果及在观测工作中发现的问题，使观测标准与保护政策和行动紧密联系起来；同时还应对观测技术和方法进行评估，必要时可完善相关观测方法。

4.1.3 持续性原则

生物多样性容易受区域气候、植被、水文及其人为活动的影响。生物多样性的区域差异、生境变化对生物多样性的影响以及生物多样性对环境变化的响应等，这些问题必须用长期连续数据才能得到科学的答案，因此生物多样性的长期观测显得十分重要。同时，生物多样性观测是实施生物多样性保护的基础，是一项长期而艰巨的任务，因此标准的制定必需满足长期观测的需要。为保持观测工作的持续性，观测标准的编制应尽量考虑现有观测工作基础，并利用现有观测力量。

4.2 拟采用的方法

将从标准适用范围、规范性引用文件、术语和定义、观测原则、观测目标、观测准备、布点原则与样地设置、观测指标及方法、数据处理和分析、质量控制和观测报告编制等方面作出规定。

标准制定时，将通过咨询森林生态系统管理和保护的相关部门以及开展观测活动的相关机构，明晰森林生态系统生物多样性观测的具体需求。通过开展国内外关于森林生态系统观测的相关文献调研，掌握相关技术动态，构建森林生态系统观测指标及其方法库，建立观测指标初步框架。组织生物、生态、水文、土壤等领域的专家，在遵循科学性原则的基础上对观测指标进行凝练，建立森林生态系统的观测指标体系，以提高观测指标的代表性、有效性和实用性。观测指标体系确立后，分析国内外森林生态系统观测所采用的方法，比较各种技术和方法的优缺点，以便捷、实用和经济为前提确定相关指标的观测方法，起草观测标准草案。组织多学科、多部门的研讨会开展咨询论证，不断完善标准文本。选择长白山生态系统定位观测站等野外台站，对标准指标、方法、时间和频次等关键内容进行验证。在进一步修改完善后，形成适应我国森林生态系统观测工作要求的标准（图 1）。

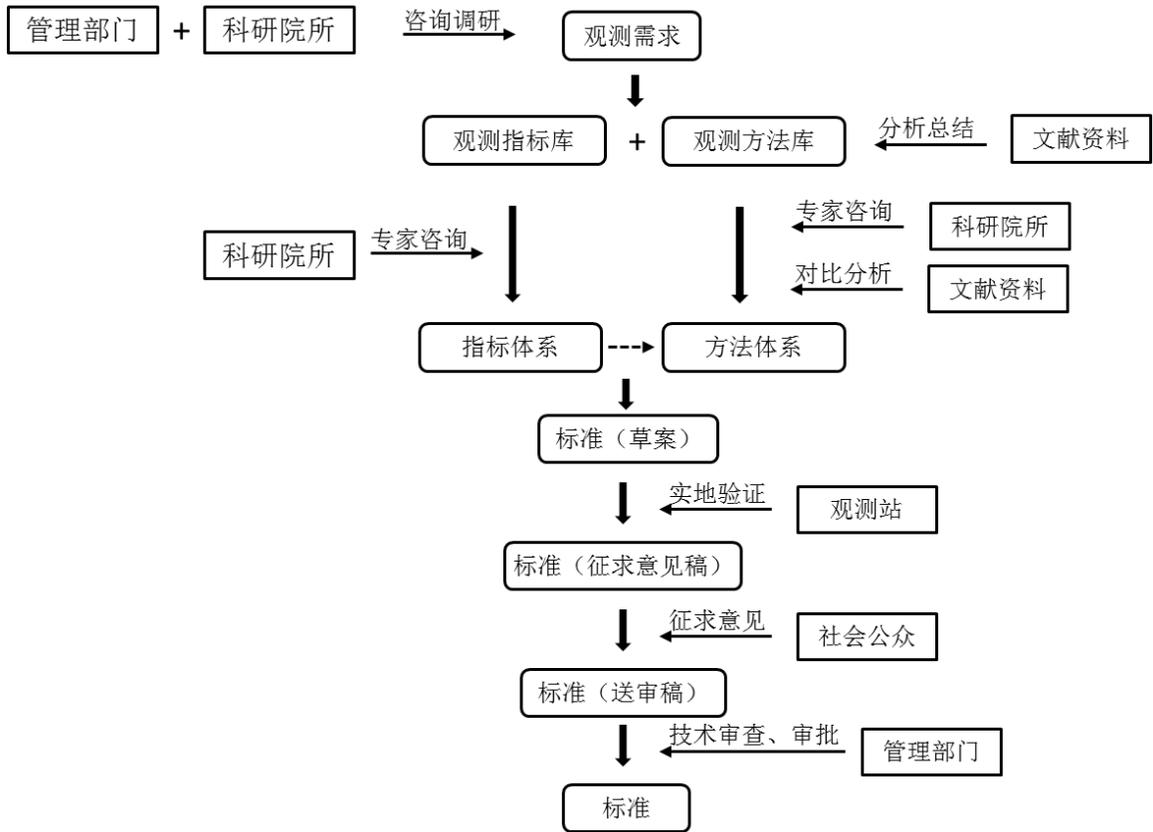


图 1 标准制订流程

在具体观测方法上，针对森林生态系统，可采用野外调查、遥感调查、激光雷达、无人机、地面传感器等。由于生态系统结构复杂、生物资源的异质性，需要采用多种观测方法综合获取观测数据。其中，常见动植物、气象、水文、物候和群落结构信息通常采取野外调查方法；栖息地格局、生态系统分布面积、生产力等重要参数利用高光谱遥感影像技术观测；地形、植被结构等参数利用激光雷达技术观测。观测场地包括主观测场、辅观测场、站区调查点。对不同区域的主要代表性植被类型进行长期观测，将其中一个最具代表性的群落类型的典型地段设为主观测场，其他类型设为辅观测场，在主观测场同时开展包括水文、土壤和小气候等环境因子在内的综合性观测。站区调查点主要用来完成动物资源及其他观测项目的调查。森林生态系统中生物多样性观测任务的实施过程是本标准的主要环节，其技术路线如图 2 所示。

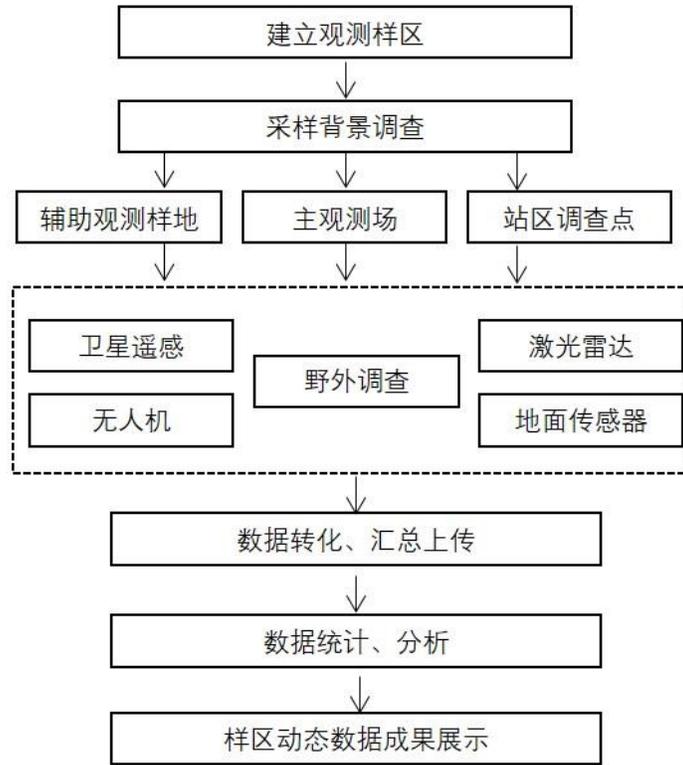


图 2 森林生态系统观测技术路线图

建立森林生态系统的观测指标体系时，将主要从生物、生境、干扰和响应等 4 个维度筛选出能反映该生态系统生物多样性现状及其变化趋势的重要指标开展观测活动。从森林生态系统的水（水质、水量）、气（气象、空气质量）、土（森林枯落物、土壤物理性质、土壤化学性质）三大环境要素入手筛选能表征生境现状的关键指标。同时针对森林生态系统的生物组成特点，从生物个体、种群、群落等层次筛选出能表征生物生存现状的关键指标。“干扰”主要指生态系统所面临的主要威胁，也就是自然和人为干扰情况。从生物及其生境所面临的人为干扰（如开发建设、农牧业活动等）和自然灾害（非生物灾害、生物灾害）筛选出影响生物多样性并能够表征生物多样性可能变化趋势的观测指标。“响应”主要指规划和处理这些问题的措施，从病虫害防治和防火角度筛选响应的观测指标（图 3）。

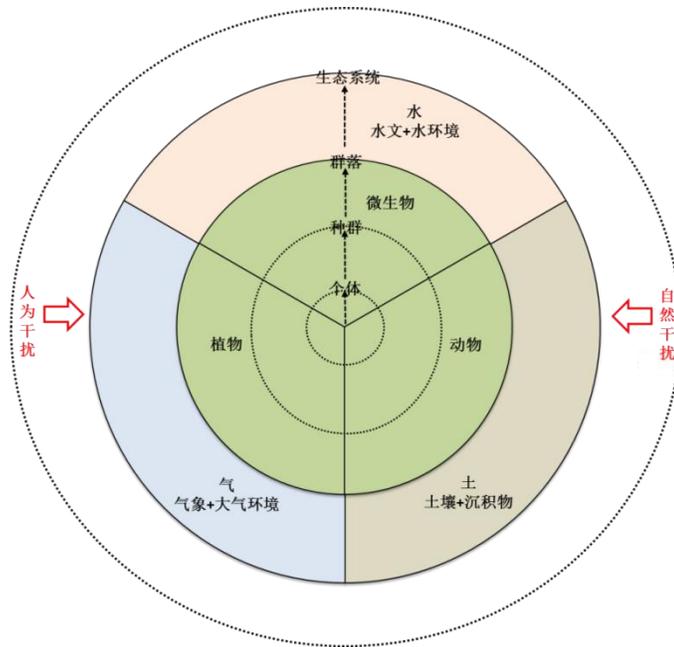


图 3 指标体系框架

5. 标准的主要内容

本标准规定了森林生态系统中生物多样性观测的主要内容、技术要求和方法，主要包括：

- (1) 适用范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 观测原则
- (5) 观测目标
- (6) 观测计划
- (7) 观测场和样地设置
- (8) 观测指标和方法
- (9) 数据处理和分析
- (10) 质量控制
- (11) 观测报告编制

6. 标准主要条文说明

6.1 规范性引用文件

本标准引用了《森林生态系统长期定位观测指标体系》(GB/T 35377)、《森林生态系统长期定位观测方法》(GB/T 33027)、《森林生态系统长期定位观测方法》(LY/T 1952)、《森林生态系统定位观测指标体系》(LY/T 1606)、《生物多样性观测技术导则 陆生维管植物》(HJ 710.1)、《生物多样性观测技术导则 陆生哺乳动物》(HJ 710.3)、《生物多样性观测技术导则 鸟类》(HJ 710.4)、《生物多样性观测技术导则 爬行动物》(HJ 710.5)、《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6)、《生物多样性观测技术导则 大中型土壤动物》(HJ 710.10)、《生物多样性观测技术导则 大型真菌》(HJ 710.11)中有关生物多样性的调查方法;《地面气象观测规范 天气现象》(GB/T 35224)、《地面气象观测规范 空气温度和湿度》(GB/T 35226)、《地面气象观测规范 风向和风速》(GB/T 35227)、《地面气象观测规范 降水量》(GB/T 35228)、《地面气象观测规范 蒸发》(GB/T 35230)、《地面气象观测规范 辐射》(GB/T 35231)、《地面气象观测规范 地温》(GB/T 35233)中相关气象参数的测量方法;水、土、气等生境质量测测方法;《文后参考文献著录规则》(GB/T 7714)中有关文献引用的规范等。

6.2 术语和定义

本标准定义了森林生态系统、主观测场、辅观测场、样方法和样线法等主要概念。

6.3 观测方法

6.3.1 观测准备

开展观测前,应根据观测目标明确观测对象,制定观测计划,组建观测队伍、开展人员培训,准备观测工具、材料。本标准对此作了相应规定。

(1) 选择观测对象。根据具体观测目标,确定观测对象。一般应从具有不同生态习性和生活史特征的类群中选择生物观测对象,应重点考虑:1) 受威胁物种、国家重点保护物种和特有物种;2) 优势种和对维持森林生态系统结构和功能具有重要作用的物种;3) 对环境或气候变化反应敏感的指示物种;4) 具有重要生态、科学、

社会价值的物种；5) 外来入侵物种。选择对生态系统生物多样性有重要影响的物理生境、气象、大气环境、水质、水流、土壤等指标。这些非生物指标应具有易于定量监测、且能反映区域尺度主要理化特征等特点。选取能反映调查区域人类活动特征、且对典型生态系统生物多样性具有显著影响的干扰指标。

(2) 制定观测计划。在制定观测计划时，应收集观测区域自然和社会经济状况的资料，了解观测对象的生态学及种群特征，必要时可开展一次预调查。观测计划应包括：观测内容、要素和指标，观测时间和频次，样本量和取样方法，观测方法，数据分析和报告，质量控制和安全管理等。

(3) 组建观测队伍。根据调查指标，挑选相关专业人员组建观测队伍。需事先对野外观测人员做好观测方法和野外操作规范的培训工作，确保观测人员能够熟练掌握各种仪器以及野外操作规范。同时做好安全培训，强调野外采样中应注意的事项，杜绝危险事件发生，加强安全意识。

(4) 准备观测工具和材料。准备典型生态系统中生物多样性观测所需的仪器、工具，检查并调试相关仪器设备，确保设备完好，对长期放置的仪器进行精度校正。根据调查样点数量准备足量现场记录表格、标本采集、保存用具等辅助材料。

6.3.2 观测样地设置

依据观测目标，设立主观测场和辅观测场。为了保证观测数据的代表性，应对森林生态系统的主要代表性植被类型（包括典型地带性植被类型、重要人工林、其他分布面积较广的群落类型）进行长期观测，将其中一个最具代表性的地带性植被类型的典型地段设为主观测场，其他的群落类型的典型地段设为辅观测场。同时，鉴于水物理要素观测要求以集水区为基本单元，主观测场应尽量设置在一个集水区内。在主观测场和辅观测场内或在附近立地条件相似的地段，开展动物类群及其他观测项目（如社会调查）。主观测场的面积应该尽可能足够大，至少应达到 10 hm^2 ；辅观测场的面积可以适当小于主观测场，但北方不小于 4 hm^2 ，南方不小于 1 hm^2 。将样地划分成若干样方。除动物以外，其他生物以及环境要素的调查均在观测场的样方内进行。环境要素的观测点位尽量与生物样点保持一致。

6.3.3 观测内容和指标

(1) 生物指标

1) **植物**。观测内容包括种类组成、空间分布、高度、多度、物候期等。乔木的观测指标包括种名*、胸径*、树高、冠幅、枝下高*、立木状况、郁闭度*、物候期等。灌木（丛）的观测指标包括种名*、盖度*、基径、多度*、平均高度、生长状况、物候期等。草本植物的观测指标包括种名*、盖度*、多度*、平均高度、生长状况、生物量、物候期等。藤本的观测指标包括藤高、蔓数；附（寄）生植物的观测指标包括种名和多度。

2) **哺乳动物**。观测内容主要包括种类组成、空间分布、种群动态等。观测指标包括种类*、数量*、性比、繁殖习性等。

3) **鸟类**。观测内容包括物种组成、鸟类多样性、珍稀濒危鸟类资源状况、迁徙活动规律等。观测指标包括种类*、数量*、珍稀/濒危/特有鸟类资源状况、迁徙活动规律等。

4) **爬行动物**。观测内容主要包括种类组成、空间分布、种群动态等。观测指标包括种类*、数量*等。

5) **两栖动物**。观测内容主要包括种类组成、空间分布、种群动态等。观测指标包括两栖动物的种类*、数量*、疾病状况等。

6) **昆虫**。观测内容主要包括种类组成、种群动态、空间分布等。观测指标包括种类、数量等。

7) **土壤动物**。观测内容包括土壤动物特征。观测指标包括种类、密度、频度、生物量等。

8) **微生物**。大型真菌的观测内容包括物种多样性。观测指标包括种类、株数、生物量等。土壤微生物观测指标包括土壤微生物的生物量碳和多样性。

(2) 生境指标

1) **常规气象**。从自动气象站获取区域空气温湿度*、地表温度、土壤温度*、降水*、辐射、蒸发量、风等信息，通过天气现象观测仪记录采样期间的天气现象。

2) **林内小气候**。通过森林小气候观测系统测量得到林内温度*、风向风速、总辐射、净辐射、光合有效辐射、土壤温度*、土壤热通量、土壤水分、降水量。

3) **气象现象**。定点观测初终霜*、初终雪*、土壤表面解冻和冻结*、池塘/湖泊水面解冻和冻结*、河流解冻和冻结*等指标。

4) **空气质量**。对生物多样性进行调查时，应同步测量负离子*（氧离子、氢氧根离子、碳酸根离子浓度）、痕量气体（CO、N₂O、SO₂、O₃、CH₄、NO、NO_x、NH₃、H₂S）、气溶胶*（TSP、PM₁₀、PM_{2.5}）等指标。

5) **水量**。观测水量空间分配格局。观测指标包括配对集水区与嵌套流域的降水量*、水位*、径流总量、地下水位*。

6) **水质**。对生物多样性进行调查时，应同步测量 pH*、温度*、溶解氧*、电导率*、浊度*、化学需氧量（COD）、五日生化需氧量（BOD₅）、NH₄-N、总氮、NO₃-N、硝酸盐（以 N 计）、总磷、磷酸盐；针对特定研究目的，还可适当增加微量元素（B、Mn、Mo、Zn、Fe、Cu）、重金属元素（Cd、Pb、Ni、Cr、Se、As、Ti）等指标。

7) **森林枯落物**。观测指标包括厚度*、年凋落量、持水量。

8) **土壤物理性质**。观测指标包括土壤容重*、土壤机械组成、土壤含水量等指标。

9) **土壤化学性质**。观测指标包括土壤 pH*、土壤有机质*、土壤全氮*、全磷*、全钾*、速效钾*、阳离子交换量、交换性钙和镁（盐碱土）、交换性钾和钠、交换性酸量（酸性土）、交换性盐基总量等指标。

（3）干扰指标

1) **开发建设**。公路、铁路等建设的观测指标包括位置、时间、工期、对山体与植被干扰程度；矿产资源开发的观测指标包括位置、时间、矿产类型、对山体与植被干扰程度；旅游开发的观测指标包括位置、时间、对山体与植被干扰程度等。

2) **农牧业活动**。观测指标包括毁林开垦的位置、时间、对植被干扰程度。

3) **非生物灾害**。旱灾的观测指标包括中旱及以上持续天数、成灾面积；火灾的观测指标包括过火面积、持续时间、形成林窗数及面积；水灾的观测指标包括成灾面积；酸雨的观测指标包括大气降水的酸度等。

4) **生物灾害**。林业有害生物的种类、危害程度、林木受灾株率、林木死亡株率。

（4）响应指标

1) **病虫害防治**。观测指标包括检疫管理措施的制定与实施情况；是否进行必要的混交；病虫害防治情况等。

2) **防火**。观测指标包括林火预报应用率、林火通讯覆盖率、防火阻隔带实施情况等。

6.3.4 生物指标采样方法

(1) 样方法

样方法是一种常用的观测方法。对于不同生物类群，样方的大小、数量及采样要求均有所不同。

1) **植物**。对于森林，一般在大于或等于 1 公顷（100 m×100 m）的大样方，以 20m×20m 的样方为单位，记录物种名称、胸径、坐标、生长状态等；对于灌丛，样方一般不少于 5 个，样方的面积为 5m×5m；对于草地，样方不小于 5 个，样方面积一般为 1 m×1 m，若样地植被分布呈斑块状或者较为稀疏，应将样方扩大至 2 m×2 m。可参考 LY/T 1952 等相关标准有关乔木植物的测量方法，包括乔木个体标记方法、乔木胸径测量方法、乔木个体定位方法和乔木树高测量方法等。

2) **哺乳动物**。当统计动物实体时，样方面积一般在 500 m×500 m 左右；当利用动物活动痕迹（如粪便、卧迹、足迹链、尿迹等）进行统计时，样方面积应不小于 50 m×50 m。观测小型陆生哺乳动物可以设置 100 m×100 m 样方。每个生境类型至少有 7 个样方。样方法可运用于有蹄类如麝类、马鹿、狍、梅花鹿、水鹿、驼鹿、黑尾鹿、野猪和小型陆生哺乳动物等的观测。

3) **两栖爬行动物**。在观测样地内随机或均匀设置一定数量的样方，样方应尽可能涵盖不同的生境类型和环境梯度。样方一般设置为方形，大小可设置成 5 m×5 m 或 10 m×10 m。样方之间应间隔 100 m 以上。每个观测样地的样方数应在 7 个以上。记录样方内见到的所有两栖爬行动物种类和个体数量。

4) **土壤动物**。样地的数量应符合统计学的要求，并考虑人力、资金等因素。单个样地面积通常不小于 1 公顷（100×100 m²）。每个样地内随机或均匀设置 5 个具有代表性的样方，每样方面积为 25 m²（5 m×5 m），样方间的距离通常超过 100 m。对中型土壤动物，在每样方中设 4 个 20 cm×20 cm 均匀分布的样点。对大型土壤动物，在样方中设 2 个 30 cm×30 cm 均匀分布的样点。针对中型土壤动物和大型土壤动物的观测需要，本标准规定了植物凋落物、土柱及土壤动物的采集方法。

5) **昆虫**。马来氏网法主要用于采集双翅目、膜翅目、半翅目等类群昆虫。每

种主要生境类型中设置不少于 3 个马来氏网诱捕昆虫。

6) 大型真菌。针对子实体显见或子实体较小的地生大型真菌、木腐大型真菌和濒危物种，分别规定了不同的方法。对于子实体显见的地生大型真菌，设置若干条样线，每条样线长度在 0.5-1 km，沿着样线，每隔 20 m 设置一个半径为 1.26 m、面积 5 m² 的圆型样方，使每种生境类型的样方数量达 50 个左右。对于子实体较小的大型真菌，在靠近子实体显见的地生大型真菌样方的附近，以 0.56 m 为半径，建立 1 m² 的圆形样方，以 1 周内可完成抽样调查为标准，确定样方数目。对于木生大型真菌，按照子实体显见的地生大型真菌样线设置方法设置样线，沿着样线，每隔 20 m 设置一个半径 2.52 m、面积 20 m² 的圆型样方，使每种生境类型的样方数量达 50 个左右，样方内被调查的圆木（立木和倒木）直径需超过 1 cm。对于濒危物种，设置若干 10 m×10 m 的样方。统计所选样方和圆木上生长的大型真菌种类和个体数。

(2) 样线法

样线是指观测者在观测样地内选定的一条观测路线。观测者记录沿该路线一定空间范围内出现的物种。

1) 哺乳动物。样线法是大范围区域内估计中、大型野生哺乳动物种群数量的有效方法之一，曾广泛应用于鹿类、野兔、猫科动物等哺乳动物的种群数量观测。样线应覆盖样地内所有生境类型，每种生境类型至少有 2 条样线。每条样线长度在 1 km 至 2 km。在晴朗、风力不大的天气条件下，沿样线步行、驱车或骑马匀速前进，步行速度一般为 2-3 km/h。针对至样线的垂直距离的不同，样线法分为可变距离样线法和固定宽度样线法两类。在可变距离样线法中，记录观测人员前方及两侧所见实体或活动痕迹的数量及至样线的垂直距离。固定宽度样线法与可变距离样线法的区别在于前者宽度固定，观测时只记录样线一定宽度内的个体数，不需测量哺乳动物与样线的距离，但必须通过预调查确定合适的样线宽度，保证样线内的所有个体都被发现。样线宽度的确定应考虑哺乳动物活动范围、景观类型、透视度和交通工具等因素，在森林中一般为 5-50 m。固定宽度样线法可用于原麝、鹿等偶蹄类动物以及猫科动物的观测。

2) 爬行动物。每个观测样地设置至少 7 条样线，每条样线 500-1000 m。在生境较复杂的山区，以短样线（50-100 m）为主。观测时以 2 km/h 的速度缓慢前行，

记录沿样线左右各 3-5 m、前方 3-5 m 范围内见到的爬行动物的种类和数量。

3) 两栖动物。在生境较为复杂的山地生态系统,可设置多条短样线,长度 20-100 m 之间。每个观测样地的样线应在 7 条以上,短样线可适当增加数量。样线的宽度根据视野情况而定,一般为 2-6 m。在水边观测两栖动物可以在水陆交汇处行走。观测时行进速度应保持在 2 km/h 左右,行进期间记录物种和个体数量,不宜拍照和采集。根据两栖动物的活动节律,一般在晚上开展观测。每条样线在不同天开展 3 次重复观测,应保持观测时气候条件相似。

4) 鸟类。观测者沿着固定的线路活动,并记录样线两侧所见到的鸟类。根据生境类型和地形设置样线。各样线互不重叠,每种生境类型应有 2 条以上观测样线,每条样线长度 1-3 km。调查时行进速度通常为 1.5-3 km/h。根据对样线两侧观察记录范围的限定,样线法又分为不限宽度、固定宽度和可变宽度 3 种方法。样点法是样线法的一种变形,即观测者行走速度为零的样线法。以固定距离设置观测样点,样点之间的距离应根据生境类型确定,一般在 200 m 以上。一般需要 30 个以上的样点数才能有效地估计大多数鸟类的密度。根据对样点周围观测记录范围的界定,样点法又分为不限半径、固定半径和可变半径三种方法。

5) 昆虫。样线应覆盖样地内所有生境类型,每种生境类型至少有 2 条样线。每条样线长度为不小于 200 m,扫网次数不少于 100 网,匀速采集。

(3) 标记重捕法

标记重捕法是指在一个边界明确的区域内,捕捉一定数量的动物个体进行标记,标记完后及时放回,经过一个适当时期(标记个体与未标记个体充分混合分布)后,再进行重捕并计算其种群数量的方法。该法适用于两栖爬行动物等的观测。

1) 两栖动物。参照《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6)进行。标记方法可采用剪指(趾)法和射频识别法。剪指(趾)法:用剪刀在动物个体上剪去一个或两个趾,并采用简单的号码表示不同个体;前肢或后肢只能剪除一个指或趾;对于雄性个体不能剪去其大拇指。射频识别法:用电子标签对两栖动物进行标识;每个电子标签如米粒大小,有惟一编号;用注射器把电子标签注入动物胯部上方的皮下;观测时用读取器读取标识数字。

2) 爬行动物。在每个观测样地内,设置 3-5 个 50 m×50 m 至 100 m×100 m 的

样方,捕获样方内所有爬行动物后进行标记。对于壁虎和小型蜥蜴类可采用剪指(趾)法标记,对于蛇、龟鳖类和大型蜥蜴可采用注射生物标签的方法进行标记,对龟类还可以在龟壳边缘刻痕或钻孔进行标记。

(4) 栅栏陷阱法

栅栏陷阱法由栅栏和陷阱两部分组成。栅栏可使用动物不能攀越或跳过的、具有一定高度的塑料篷布、塑料板、铁皮等材料搭建,设置成直行或折角状。在栅栏底缘的内侧或(和)外侧,沿栅栏挖掘一个或多个陷阱捕获器,陷阱捕获器可以是塑料桶或金属罐。该方法一般用于异质性较高生境中两栖爬行动物的观测。

1) **爬行动物**。栅栏的高度根据爬行动物的习性而定,一般在 30-100cm 之间。栅栏的底部埋入地下至少 20 厘米,预防动物在其下打洞爬过。陷阱为埋入地下的小桶,桶边与地面持平,陷阱边缘紧贴栅栏,桶底铺撒一薄层枯叶或其他轻软的碎屑覆盖物。在多雨地区或降雨季节,陷阱底部应有小孔排水,但要注意排水孔直径不能太大,以免动物逃走。在地面坚硬、不能挖土埋桶的地方,陷阱可以使用线网物质制成漏斗管状的捕获器,其主体是一圆筒,一端或两端各有一漏斗,使动物易进不易出。每个观测样地至少设置 5 个陷阱,实施 3 次重复观测。

2) **两栖动物**。参照《生物多样性观测技术导则 两栖动物》(HJ 710.6)进行。栅栏应有支撑物支持,保持直立,离地面 35~50 cm,埋入地下至少 10 cm。陷阱口沿要与地面平齐,陷阱边缘紧贴栅栏。陷阱内可放置一些覆盖物如碎瓦片等,以备落入其中的两栖动物藏身;同时加入少量水(1~5 cm),或者将海绵浸水后放入陷阱中,增加两栖动物的存活率。根据调查区内的物种情况设置陷阱深度。在雨季应防止雨水注满陷阱,发挥不了观测作用。每个样地至少设置 5 个陷阱,每天或隔天巡视检查 1 次,连续 10 天观测。

(5) 指数估计法/间接调查法

指数估计法是对一些与观测对象种群数量有关的指标进行统计,根据这些指标与目标动物种群数量之间的关系估算其种群数量的方法。该方法不是对实体的直接观测,将这些指标转化为动物的实体数量时,换算系数受多种内外因素的影响。该方法虽然模型简单,但相对于直接计数方法,其可靠性偏低。该方法有多种,主要包括痕迹计数法和粪堆计数法。

痕迹计数法指针对一些不容易捕捉或者观测到的哺乳动物，借助于其遗留、易于鉴定的活动痕迹开展计数，推测哺乳动物种群数量的一种方法。该方法的前提假设是动物的痕迹数量与种群大小呈线性关系，或者至少是单调的关系。痕迹计数法的不足是多种相近种类同域分布时，较难区分不同种类痕迹（北方雪地除外）；痕迹产生时间完全依靠个人经验判断；换算系数因生境、食物、季节的不同而变化。

粪堆计数法指通过计数哺乳动物遗留的粪堆数对哺乳动物种群数量进行估测的一种方法。该方法通过粪堆数量与动物种群数量之间的关系推算动物的种群数量，是一种简单易行的观测方法。

（6）其他观测方法

1) 红外相机自动拍摄法。红外相机自动拍摄法是利用红外感应自动照相机，自动记录在其视野范围内活动的动物影像的观测方法。红外感应自动照相机利用恒温动物自身的热量促发感应器，对动物进行拍照。应用红外相机自动拍摄法开展野生动物观测，已有四十多年的历史。红外感应自动照相机可较有效地发现和观测稀有或不易观测到或行踪诡秘的鸟类和哺乳动物。

2) 卫星定位追踪技术。卫星定位追踪由安装在动物身上的卫星发射器、安装在卫星上的传感器、地面接收站三部分组成。卫星上的传感器在接收到由卫星发射器按照一定间隔发射的卫星信号后，将此信号传送给地面接收站，经计算得出跟踪对象所在地点的经纬度、海拔高度等数据。由于设备成本高，分辨率相对无线电遥测较大，卫星跟踪适合于较大尺度范围的观测。

3) 人工庇护所法。该法适用于树栖型蛙类较多的南方森林。样地内随机设置 3 个 10 m×10 m 的样方，样方之间应间隔 100 m 以上。在 10 m×10 m 的样地内挑选树蛙常选择的产卵树 10 棵，每棵树捆绑固定 6 个竹筒（或 PVC 桶），2 个在地面，2 个离地面 70 cm，2 个离地面 150 cm，共布设 60 个竹筒（或 PVC 桶）。竹筒长 15-18 cm，内径 3-4 cm，竹筒内加入 5-10 cm 深的水。每 3 天巡视一次，记录两栖动物的种类以及成体、亚成体、幼体和卵的数量。连续进行 3 次。

4) 非损伤性 DNA 检测法。非损伤性取样法（noninvasive sampling）是在不触及或伤害野生动物本身的情况下，通过收集其脱落的毛发、粪便、尿液、食物残渣（含有口腔脱落细胞）或其他皮肤附属物等样品，进行遗传分析的取样方法。该取

样方法降低了样品采集难度，并且对动物无伤害。目前非损伤性 DNA 检测法已在大熊猫、雪豹等动物的保护遗传学、分子生态学、行为生态学等研究中得到广泛应用。非损伤性取样法的主要优点是在不伤害野生动物的情况下获取分析所需的 DNA，可用于物种鉴别、个体识别及种群数量和遗传结构分析等方面。

6.3.5 生境指标采集方法

(1) 物理生境指标

通过实地调查，结合相关文献资料、遥感数据解译等手段，定性评估物理形态、土地利用等特征，并对各个特征进行详细记录。

(2) 气象指标

气象特征有助于解释大尺度的生物多样性分布格局，因此，在区域或国家尺度的生物多样性调查中，有必要考虑气候指标。气候指标参照《地面气象观测规范》相关系列标准方法测量，应尽量使用调查区域内建成的气象监测系统数据。

(3) 水文和水质指标

在每个调查样点采集水样，采集位置与生物采样位置尽量保持一致。在水深小于 3m，且混合良好的河段，可只采集表层水样。为防止河道中的漂浮物混入水样，可将采样瓶置于 0.2m 水深处采集。对于水深超过 3m 的河段，用采水器采集表层（0.5m）和底层（离底 0.5m）两处形成混合样。采样瓶应事先清洗干净，采样时用河水先润洗 2-3 遍，再将水样装入瓶中。水样体积根据观测指标的多少确定。对于易于变化的指标，应现场测定；对于需要带回实验室测量的指标，可通过加酸、冷藏等手段抑制观测指标的变化。水样的保存应和水质指标分析方法要求一致，且应尽快测定。

(4) 土壤指标

土壤指标按照相关标准测定。

(5) 干扰指标采集方法

干扰指标主要通过现场观测、走访调查、历史资料收集、遥感影像解译等手段获取。干扰指标测定方法既可以定性记录特定干扰类型出现的有无情况，也可以在定性基础上，对重要干扰类型面积、强度等进行定量化测量。

6.3.6 数据处理和分析

本标准推荐了森林生态系统生物多样性测算方法。这些分析方法均来自权威的专业教科书。

6.3.7 质量控制和安全管理

本标准从设计调查方案、保证设备运行、野外观测与采样、数据记录整理与归档、人身安全防护等角度，提出了质量控制和安全管理要求。

6.3.8 观测报告编制

本标准规定了观测报告的编写格式和主要内容。

7. 对实施本标准的建议

本标准适用于各级政府环境管理、监测机构、科研院所、高等院校、民间团体组织开展的森林生态系统生物多样性观测项目。标准的实施无需制定相关配套管理措施。在开展森林生态系统生物多样性观测项目时，各单位应根据本标准的规定，制定具体实施方案，做到观测时间、地点和方法的相对统一，并经常开展观测技术培训，使观测人员熟练掌握相关观测要求，适当保持观测队伍的稳定。

目前，仅有少量科研机构开展了一些森林生物多样性观测项目，但观测指标、方法和时间均不统一。因此，建议尽快发布这一技术导则，并开展导则的宣贯工作，规范全国森林生态系统生物多样性观测工作。

应把生态系统生物多样性观测工作纳入各级政府环境监测、管理部门的日常工作范畴，并提供长期稳定的经费支持。同时，要对观测工作中遇到的科学问题，设立相关科研项目，组织攻关研究，提高观测工作的科学性和准确性。