



中华人民共和国环境保护标准

HJ □□—20□□

生物物种监测技术指南 土壤动物

Technical Guidelines for Species Monitoring Soil Animals

（征求意见稿）

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

环 境 保 护 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 监测原则.....	1
5 监测方法.....	2
6 监测内容和指标.....	5
7 监测时间和频次.....	5
8 数据处理和分析.....	6
9 质量控制和安全管理.....	8
10 监测报告编制.....	8
附录 A（资料性附录）监测样地生境要素记录表.....	9
附录 B（资料性附录）土壤动物样方、样点记录表.....	10
附录 C（资料性附录）植物凭证标本记录标签.....	10
附录 D（资料性附录）土壤动物监测报告编写格式.....	11

前言

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》和《中国生物多样性保护战略与行动计划》（2011-2030 年），规范我国土壤动物监测工作，掌握土壤动物多样性的现状及其受环境变化的影响，保护生物多样性，制定本标准。

本标准规定了中型和大型土壤无脊椎动物多样性监测的主要内容、技术要求和方法。

本标准附录 A、B、C、D 为资料性附录。

本标准为指导性标准。

本标准为首次发布。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国科学院上海生命科学研究院植物生理生态研究所和环境保护部南京环境科学研究所。

本标准环境保护部 2014 年□□月□□日批准。

本标准自 2014 年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

生物物种监测技术指南 土壤动物

1 适用范围

本标准规定了中型和大型土壤无脊椎动物多样性监测的主要内容、技术要求和方法。

本标准适用于中华人民共和国范围内中型和大型土壤无脊椎动物多样性监测。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

ISO:1994	中型土壤动物指示种
ISO 20963:2005	土壤昆虫指示种
ISO 15952:2006	大型土壤动物指示种
HJ623-2011	区域生物多样性评价标准
HJ628-2011	生物遗传资源采集技术规范（试行）
GB8170	数值修约规则
GB10111	利用随机数骰子进行随机抽样的办法
GB4883	数据的统计处理和解析 正态样本异常值的判断和处理
GB/T 7714-2005	文后参考文献著录规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 中型土壤动物 medium sized soil animal/mesofauna

指土壤或地表凋落物中生活的体宽 0.1-2mm 的无脊椎土壤动物。

3.2 大型土壤动物 large soil animal/macrofauna

指土壤或地表凋落物中生活的体宽 2-20mm 的无脊椎土壤动物。

3.3 功能群 functional group

指依据形态、生理、行为、生化、在土壤中的功能、或对环境的反应等将土壤动物划分不同的功能类群。

4 监测原则

4.1 科学性原则。监测样地和监测对象应具有代表性，涵盖监测区域主要生境类型，应在有限的监测面积中较好地反映监测区域内动物群落的基本特征，不可在两个群落的过渡带上设置样方。

4.2 可操作性原则。监测方案应考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，使监测工作切实可行。应采用效率高、成本低的监测方法。采用GPS仪等对样地做好定位标识。

4.3 持续性原则。监测工作应满足生物多样性保护和管理的需要，并能对保护管理起到指导和预警的作用。监测样地、样方和样点一经确定，不得随意改动。

4.4 保护性原则。土壤动物是土壤中的主要生物类群之一，在生态系统中具有重要的生态功能，因此，在监测中必须始终将保护放在第一位，坚持保护优先原则。

5 监测方法

5.1 监测程序

5.1.1 明确监测目标和监测区域。监测目标为掌握区域内土壤动物的种类组成、分布和种群动态；或评估各种威胁因素对土壤动物及土壤产生的影响；或分析土壤动物和土壤保护政策的有效性，并提出适应性管理措施。在确定监测目标后应明确监测区域。

5.1.2 确定监测对象。土壤动物监测对象为大型和中型土壤动物，包括：（1）环节动物门寡毛纲；（2）软体动物门腹足纲；（3）缓步动物门缓步类；（4）节肢动物门蛛形纲、软甲纲、唇足纲、倍足纲、综合纲、躑躅纲和昆虫纲。

5.1.3 收集监测区域资料，提出监测计划。收集监测对象的生态学及种群特征资料以及监测区域地形图、植被图、气候、水文、土壤等基础资料，并制订监测计划。监测计划应包括：监测对象，样地、样方、样点的设置，监测方法，监测内容和指标，监测时间和频次，数据分析和报告，质量控制和安全管理等。

5.1.4 准备监测器具。包括铁铲、镊子、样品袋、塑料瓶、酒精、毒瓶、保存液、草纸、直尺、塑料杯、定量采样器等采集工具，GPS仪、土壤动物收集设备、土壤动物数字成像系统（DIP）、电子天平、烘箱等监测仪器，配有微距镜头的数码相机、监测记录表等记录工具，光学显微镜、解剖镜、动物分拣和解剖器具、手持放大镜、专业工具书等鉴定工具。

5.1.5 实施野外监测。在实施野外监测前，应对监测方法和操作规范进行培训，组织好监测队伍。严格按照野外操作规范采集数据，详细记录各种调查表。

5.1.6 分析数据和编制监测报告。

5.2 监测样地和样点的设置

5.2.1 监测样地设置

5.2.1.1 采用简单随机抽样法或系统抽样法选择样地（图1）。

5.2.1.2 简单随机抽样法。将监测区域划分成网格，每个网格编上号码，在决定样地数量后，随机抽取规定数量的样地，其对应的网格号即为样地设置位点。

5.2.1.3 系统抽样法。按环境梯度如海拔、水分等距离取样。

5.2.1.4 样地的选择应覆盖主要生态系统类型。一般样地数量不小于10个，单个样地面积不小于400m²。对于土壤类型或环境相似的区域，可采用较少的样地；对于土壤类型或环境变异较大的区域，则要增加样地数量。

5.2.1.5 采用GPS仪对监测样地准确定位，并在地形图上标注样地的位置（样地生境要素描述见附录A）。

5.2.2 样方和样点设置

5.2.2.1 在样地中心设置1个样方，面积为20m×20m（图2、3）。

5.2.2.2 对中型土壤动物，在样方中设25个20cm×20cm均匀分布的样点（图2）。

5.2.2.3 对大型土壤动物，在样方中设9个30cm×30cm均匀分布的样点（图3）。

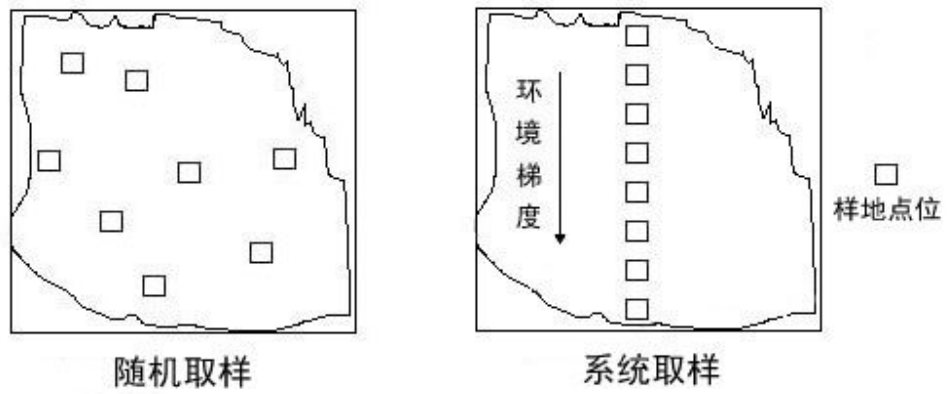


图 1 样地布设方式示意图

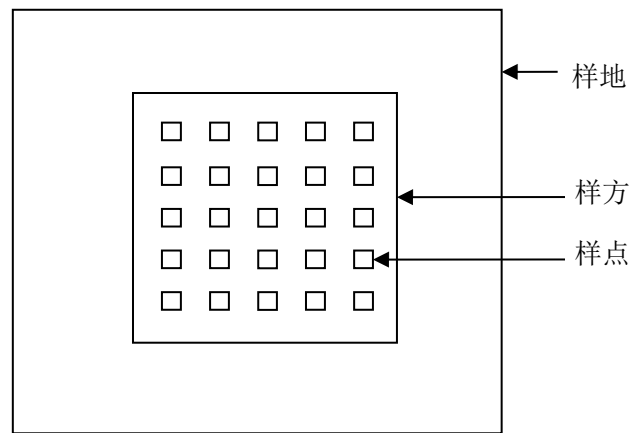


图 2 中型土壤动物样方和样点布设示意图

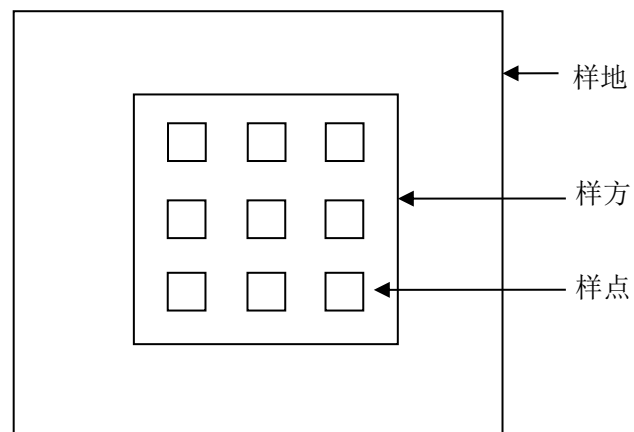


图 3 大型土壤动物样方和样点布设示意图

5.3 野外采样方法

5.3.1 中型土壤动物

5.3.1.1 将每样点内 (400 cm^2) 的植物凋落物按凋落物层 (L 层)、发酵分解初期层 (F1 层)、发酵分解后期层 (F2 层) 和腐殖质层 (H 层) 分层取样, 分别装入采集袋中 (图 4)。通常没有完整的 4 层, 有几层采几层。

5.3.1.2 在该植物凋落物下面采 2 个土柱, 每个土柱 20 cm^2 (截面) $\times$ (0—15) cm (土层深度), 一个用于干法收集的土壤动物, 一个用于湿法收集的土壤动物。

5.3.1.3 将该土柱根据土层深度 (0—5、5—10 和 10—15cm) 分成 3 个小土柱 (图 4), 分别装入塑料袋并置于阴凉处 (如有条件可在采样时随时冷藏) (记录表见附录 B)。

5.3.2 大型土壤动物

5.3.2.1 将每样点内 900 cm^2 ($30\text{ cm} \times 30\text{ cm}$) 的植物凋落物装入采集袋中。

5.3.2.2 调查该植物凋落物下面土方 900 cm^2 (截面) $\times 20\text{ cm}$ (土层深度) 的土壤样品。将整个土方的土用铁铲等小心并快速取出 (不分层), 放在旁边铺在地上的大塑料布上 (或大的容器等中), 用手拣法 (用镊子或戴手套) 将其中的大型土壤动物拣出并保存在相应的保存液 (见 5.4.5) 中。

5.3.2.3 设置采样陷阱。采用 7 cm 口径、10cm 高的塑料杯 (可用一次性喝水杯) 作为陷阱, 以乙二醇或 Torne 氏收集液 (1000 ml 异丙醇, 30 ml 冰醋酸, 3 ml 福尔马林) 作为收集保存液, 用量 1/3-1/2 杯, 在每样点旁土未被破坏的地方 (5.3.2.2 中取土样方的周边, 可以在取土之前也可以在取土后), 轻轻拨开凋落物, 将下面的土壤挖一个与塑料杯体积相似大小的洞, 将塑料杯镶埋在洞里, 杯口略低于土表约 0.5cm, 平整好塑料杯周围的土壤, 使土壤动物方便进入杯中, 48 小时后取出塑料杯 (记录表见附录 B)。

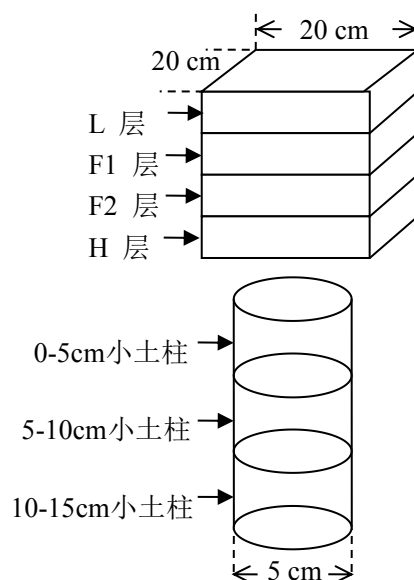


图 4 中型土壤动物的土表植物凋落物和凋落物下土壤样品采集示意图

5.4 样品保存和处理方法

5.4.1 在规定的时间内将土壤样品中的土壤动物在定量驱虫设备 (高温高梯度土壤动物烘虫

装置)上收集,收集效率需达 90%以上。

5.4.2 中型土壤动物干法类群。主要为小节肢类土壤动物。用高温高梯度 Tullgren 干法设备(筛网网眼为 1.5mm),将土壤动物从植物凋落物或土壤样品中分离出来。收集温度:植物凋落物样品从 20℃ 开始,每 12 小时升 10℃,升到 40℃ 为止,共持续 24 小时;土壤样品从 20℃ 开始,每 12 小时升 5℃,升到 40℃ 为止,共持续 48 小时。用乙二醇或 Torne 氏收集液(1000 ml 异丙醇,30 ml 冰醋酸,3 ml 福尔马林)收集,然后转移到 75%的酒精中。

5.4.3 中型土壤动物湿法类群。主要为环节动物,大多生活在土壤中,凋落物中较少。用高温湿法设备,将土壤动物从土壤样品中分离出来。从用于湿法收集土壤动物的土壤样品中取土,每样 20-50 g(视土壤动物的密度而定,以后换算),加水后,液面超过土样约 1cm,收集温度为 50℃,持续 48 小时。用清水收集,然后转入 5℃ 冰箱,并在 2 天内进行鉴定和计数。

5.4.4 大型土壤动物。用高温高梯度 Tullgren 干法设备将植物凋落物样品中的土壤动物分离出来(方法同 5.4.2,但筛网网眼为 4mm)。土壤样品采用现场边调查边收集的方法(见 5.3.2)。陷阱杯取出后收集杯内的土壤动物标本并将其保存在相应保存液中(见 5.4.5)。

5.4.5 标本的制备和保存。收集的土壤动物可保存在 75%的酒精或永久性保存液(80-95%酒精,少量甘油)中(小节肢类土壤动物、大型土壤昆虫和大部分其他土壤动物类群)、福尔马林(蚯蚓)、清水或保存液(线蚓)和防压标本盒内(大型土壤昆虫)。

5.4.6 种类鉴定。利用光学显微镜、解剖镜、解剖器材以及工具书,对采集的土壤动物标本进行鉴定。应在各类群要求的最佳鉴定保存期内完成,以免某些分类特征消失。

6 监测内容和指标

土壤动物的监测内容和指标见表 1。

表 1 土壤动物监测内容和指标

监测内容	监测指标	监测方法
生境特征	生境类型、土壤、地貌、水文、海拔等基础资料	资料查阅、野外调查或直接测量法
	种类组成	样方法
	频度	样方法
土壤动物特征	密度	样方法
	生物量	干重法
	功能群	样方法

注:具体指标、计算、适用类群和条件等见第 8 节。

7 监测时间和频次

7.1 监测时间为春季或秋季土壤动物生长旺盛期。春季在 4-5 月份,秋季在 10-11 月份。

7.2 监测频次为一年 1-2 次,一般春季 1 次或秋季 1 次或春、秋各 1 次。

8 数据处理和分析

8.1 重要性指数

8.1.1 密度。密度指单位面积上某物种的个体数目，按式（1）计算。

$$D_i = N_i / A \quad (1)$$

式中： D_i ——物种 i 的密度，只或条/ m^2 ；

N_i ——样方内某物种 i 的个体数，只或条；

A ——样方面积， m^2 。

8.1.2 频度。频度是指某物种在全部调查样方中出现的百分率，按式（2）计算。

$$F_i = \frac{Q_i}{\sum Q} \times 100 \quad (2)$$

式中： F_i ——物种 i 的频度，%；

Q_i ——样地内某物种 i 出现的样方数，个；

$\sum Q$ ——样地内被调查的样方总数，个。

8.1.3 生物量。将样方内采集的待测生物所有个体在烘箱内 65°C 下烘干至恒重（48h），再用电子天平（感量 0.001g ）称重，即为生物量。

8.1.4 种群优势度。每种群个体数占总个体数比例的分布。种群优势度按式（3）计算。

$$D = \frac{T_1}{T}, \frac{T_2}{T}, \dots, \frac{T_n}{T} \quad (3)$$

式中： D ——种群优势度；

T_1 ——最高优势种个体数，个；

T_2 ——次高优势种个体数，个；

T_n ——最低优势种个体数，个；

T ——各种群总个体数，个。

8.1.5 物种累积曲线。物种累积模型按式（4）计算。

$$S(X) = \frac{a}{b} [1 - \exp(-bx)] \quad (4)$$

式中， $S(X)$ ——物种累加数，个；

x ——样方数，个；

a 、 b ——特征参数， a/b 代表双曲线的形状。

8.2 多样性指数

8.2.1 丰富度指数

Patrick（1949）丰富度指数 $D = S$

Margalef（1958）丰富度指数 $D_{\text{Ma}} = (S - 1) / \ln N$

Menhinick (1964) 丰富度指数 $D_{Mc} = S / \sqrt{N}$

式中, S ——物种数;

N——所有物种的个体数。

8.2.2 物种多样性指数

Shannon-Wiener 多样性指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i$

Simpson 多样性指数 $D = 1 / \sum P_i^2$

式中, P_i ——物种 i 的个体数占总个体数的比例, $i=1, 2, \dots, S$ 。

8.2.3 均匀度指数

Pielou 的均匀度指数1 $J_{sw} = (-\sum P_i \ln P_i) / \ln S$

Pielou 的均匀度指数2 $J_{st} = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/S)$

8.2.4 Sørensen 相似性指数。当 A、B 两个群落(或样地)的种类完全相同时, 相似性为 100%, 反之, 相似性为零。Sørensen 指数按式 (5) 计算:

$$C_s = \frac{2j}{a+b} \quad (5)$$

式中, C_s ——相似性指数, (%);

j——两个群落或样地共有种数, 个;

a——样地 A 的物种数, 个;

b——样地 B 的物种数, 个。

8.3 功能群

8.3.1 蜚蠊亚纲中气门目雌雄性比按式 (6) 计算。

$$R = \frac{M}{F} \quad (6)$$

式中, R——雌雄性比例;

M——样方内某种群的雄性个体数;

F——样方内某种群的雌性个体数。

8.3.2 蜚蠊亚纲甲螨目的 MGP 指数按式 (7) 计算。

$$\begin{aligned} \text{M群: } MGP - I_M &= \frac{M_s}{S}, & MGP - II_M &= \frac{M_n}{N} \\ \text{G群: } MGP - I_G &= \frac{G_s}{S}, & MGP - II_G &= \frac{G_n}{N} \\ \text{P群: } MGP - I_P &= \frac{P_s}{S}, & MGP - II_P &= \frac{P_n}{N} \end{aligned} \quad (7)$$

式中, $MGP - I_M$ ——M 群 MGP 种类指数;

$MGP - II_M$ ——M 群 MGP 个体数多度指数;

$MGP - I_G$ ——G 群 MGP 种类指数;

$MGP-II_G$ ——G 群 MGP 个体数多度指数；
 $MGP-I_P$ ——P 群 MGP 种类指数；
 $MGP-II_P$ ——P 群 MGP 个体数多度指数；
 M_s ——某样地的 M 群种数；
 S ——某样地的甲螨总种数；
 M_n ——某样地的 M 群个体数；
 N ——某样地的甲螨个体总数；
 G_s ——某样地的 G 群种数；
 G_n ——某样地的 G 群个体数；
 P_s ——某样地的 P 群种数；
 P_n ——某样地的 P 群个体数。

8.3.3 蜚螨亚纲中气门目的MI指数按式（8）计算。

$$MI = \frac{\sum_{i=1}^s K_i}{\sum_{i=1}^s K_i + \sum_{i=1}^s r_i} \quad (8)$$

式中， MI ——成熟度指数；

S ——种数；

K_i ——样地中蜚螨亚纲中气门目第 i 个 K-选择种；

r_i ——样地中蜚螨亚纲中气门目第 i 个 r-选择种。

9 质量控制和安全管理

9.1 数据填报。采用法定计量单位，测量数据只保留一位可疑数字，有效数字的计算修约规则按GB8170执行。采样、计算失误造成的离群数据和异常值的判断和处理执行GB4883。

9.2 数据质量控制。严格按照操作规范如实记录。严格按照不同样品对分析条件、精度、分析步骤、仪器设备等的要求，完成各项样品指标的测定和分析。记录字迹要清楚，需要更正时，应在错误数据（文字）上划一横线，在其上方写上正确内容，并在所划横线上签字以示负责。原始记录及数据整理过程记录都需要建立档案并存档。将各种数据转换成电子文档，并进行必要的备份。

9.3 购买必要的防护用品和应急药品，做好安全防护工作，防止毒蛇和昆虫叮咬，在确保人身安全的情况下方可进行监测，避免单人作业。

10 监测报告编制

土壤动物监测报告应包括前言，监测区域概况，监测方法，监测区域土壤动物的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁，对策建议等。监测报告编写格式见附录 D。

附录 A
(资料性附录)
监测样地生境要素记录表

样地名称:		样地面积:	
调查人:		调查日期:	
植被类型:		群落优势种:	
群落郁闭度:		群落高度:	
光照:		湿度:	
地貌	主要地貌类型:	经度:	坡向:
	海拔 (m):	纬度:	坡度:
土壤	土壤类型:		
	凋落物层特征: 厚度、分层等		
	土壤理化: pH, 有机质, 机械组成等		
地下水位或水深:			
备注:			

审核人: 审核日期: 年 月 日

注: 植被类型依据《中国植被》(吴征镒, 1980);

群落郁闭度和高度根据有经验的调查人员进行目测;

光照依据光度计实测;

温湿度依据温湿度计实测;

地貌类型、土壤类型参见《陆地生物群落调查观测与分析》(中国标准出版社 1996);

经纬度、海拔依据 GPS 仪实测;

坡向、坡度依据坡度计测量;

土壤 pH 根据土壤酸度计实测;

地下水位或水深可以通过资料查阅和野外实测获得。

附录 B
(资料性附录)

土壤动物样方、样点记录表

样地名称 (编号):			样方号:		样点号:	
光照:			湿度:			
调查人:			调查日期:			
序号	中文名	学名	个体数	密度 (个/m ²)	调查面积	凋落物层/ 土壤层

审核人:

审核日期:

附录 C
(资料性附录)

植物凭证标本记录标签

采集号:		采集日期:	
采集人:		记录者:	
样地名称:		采集地点 (省市县):	
样方号:		样点号:	
经度:	纬度:	海拔:	
生境:			
着生基质:		植株高:	
植物体性状:			
中文名及学名:			科名:
俗名或土名:			
附记:			

附录 D
(资料性附录)
土壤动物监测报告编写格式

土壤动物监测报告由封面、报告目录、正文、致谢、参考文献、附录等组成。

1. 封面

包括报告标题、监测单位、编写单位及编写时间等。

2. 报告目录

一般列出二到三级目录。

3. 正文

包括：

- (1) 前言；
- (2) 监测区域概况；
- (3) 监测目标；
- (4) 工作组织；
- (5) 监测方法；
- (6) 土壤动物的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁；
- (7) 对策建议。

4. 致谢

5. 参考文献

按照《文后参考文献著录规则》(GB/T 7714-2005)的标准执行。