



# 中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 710.11—2014

---

## 生物多样性观测技术导则 大型真菌

**Technical guidelines for biodiversity monitoring—macrofungi**

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2014-10-31 发布

2015-01-01 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 观测原则.....	1
5 观测方法.....	2
6 观测内容和指标.....	4
7 观测时间和频次.....	4
8 数据处理和分析.....	4
9 质量控制和安全管理.....	4
10 观测报告编制.....	4
附录 A（资料性附录）地表大型真菌样方记录表.....	5
附录 B（资料性附录）木生大型真菌样方记录表.....	6
附录 C（资料性附录）濒危大型真菌样方记录表.....	7
附录 D（资料性附录）大型真菌标本采集鉴定记录表.....	8
附录 E（资料性附录）人为干扰活动分类表.....	9
附录 F（资料性附录）数据处理和分析方法.....	10
附录 G（资料性附录）大型真菌观测报告编写格式.....	12

# 前 言

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》，规范我国生物多样性观测工作，制定本标准。

本标准规定了大型真菌多样性观测的主要内容、技术要求和方法。

本标准附录 A、B、C、D、E、F、G 为资料性附录。

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：中国科学院微生物研究所、环境保护部南京环境科学研究所。

本标准环境保护部 2014 年 10 月 31 日批准。

本标准自 2015 年 1 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

# 生物多样性观测技术导则 大型真菌

## 1 适用范围

本标准规定了大型真菌多样性观测的主要内容、技术要求和方法。  
本标准适用于中华人民共和国范围内大型真菌多样性的观测。

## 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。

GB/T 7714	文后参考文献著录规则
GB/T 8170	数值修约规则与极限数值的表示和判定
HJ 623	区域生物多样性评价标准
HJ 628	生物遗传资源采集技术规范（试行）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### 真菌 *fungi*

指行吸收营养、具细胞壁、能产孢、无叶绿素、以有性或无性两种方式繁殖的真核有机体。

### 3.2

#### 大型真菌 *macrofungi*

泛指所有能够形成肉眼可见的子实体的真菌。

### 3.3

#### 盘菌 *cup fungi*

指有性阶段形成子囊盘的子囊菌，包括绝大多数肉眼可见的子囊菌，其子囊果为杯状、盘状、钟状、马鞍状、舌状、羊肚状等。

### 3.4

#### 地下真菌 *hypogeous fungi*

指子实体整个生长过程都在地表以下的大型真菌，包括子囊菌和担子菌的部分种类。

### 3.5

#### 外生菌根真菌 *ectomycorrhizal fungi*

指与木本植物根系形成外生菌根共生关系的一些大型真菌，绝大多数为担子菌，少数为子囊菌。

## 4 观测原则

### 4.1 科学性原则

观测样地和观测对象应具有代表性，能全面反映观测区域大型真菌的整体状况；应采用统一、标准化的观测方法，能观测到大型真菌群落和物种多样性的动态变化。

### 4.2 可操作性原则

观测方案应考虑所拥有的人力、资金和后勤保障等条件，确保观测工作切实可行。应采用效率高、成本低的观测方法。

### 4.3 持续性原则

观测工作应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起到指导及预警作用。观测样地、样线和样方一经确定，不得随意改动。

#### 4.4 保护性原则

大型真菌对其所处生态系统的形成、演化和稳定发挥着重要作用，任何对大型真菌的破坏行为都不可避免地给整个生态系统造成不良影响。应做到不破坏样地内部及周边的大型真菌和其他物种及其生境，避免超出客观需要的频繁观测。

#### 4.5 安全性原则

观测具有一定的野外工作特点。观测者应接受相关专业培训，做好防护措施。

### 5 观测方法

#### 5.1 观测准备

##### 5.1.1 组建和培训观测队伍

成立观测小组，明确观测者的责任，对观测者进行培训，使观测者掌握野外观测方法、物种识别知识和野外生存技巧。

##### 5.1.2 收集资料

收集观测区域气候、地理和植被等自然环境的资料，掌握常见大型真菌和植物的分布及识别知识，准备观测区域高分辨率地形图。

##### 5.1.3 观测仪器和工具

包括长卷尺、标桩、采集袋、采集刀、数码相机、全球定位系统（GPS）定位仪、海拔仪、观测记录表、记录笔、防蚊罩、防蚊药、大型真菌鉴定手册等。

#### 5.2 观测对象

观测对象主要为具有重要经济、生态价值和受威胁的大型真菌。包括可食用、药用及有毒的种类，与树木共生的外生菌根真菌，降解植物残体的腐生大型真菌，以及一些寄生于动植物、依靠寄主营养的种类等。

#### 5.3 样地设置

##### 5.3.1 代表性样地法

在观测区域内，选取物种种类和数量均较为丰富的地点，但其观测结果不能准确反映整个观测区域的情况，也不能用于统计分析。

##### 5.3.2 随机抽样法

将观测区域划分为若干样地。每个样地内划分为许多固定面积的样方并编号，然后用Fisher的随机数字表进行随机取样，通常采用不放回的方法。当样地地形复杂、到达取样地点耗时较长、大型真菌分布不均匀等因素会对结果造成影响时，采用分层随机抽样法。

##### 5.3.3 分层随机抽样法

根据生境类型、气候、海拔、土地利用类型或物种丰富度等因素进行分层。

#### 5.4 野外采样

##### 5.4.1 子实体显见的地生大型真菌采样

5.4.1.1 这种方法主要适用于地表子实体显见的大型真菌的抽样观测。

5.4.1.2 在所选的样地内设置若干条样线，样线不一定是直线。样线应覆盖样地内主要生境类型，每种生境类型至少有2条样线，每条样线至少保持50 m距离，每条样线长度在0.5~1 km。用GPS定位仪定位样线起点和终点坐标，在1:100000地图上标注样线。

5.4.1.3 沿着样线，每隔20 m设置一个半径1.26 m、面积5 m<sup>2</sup>的圆形样方，使每种生境类型的样方数量达50个左右。样方内生境必须尽可能同质。用一定标志标明样方的位置。

5.4.1.4 统计所选样方中地表大型真菌的种类、个体数量（样方记录表参见附录A）。对于

无法鉴别种类的大型真菌，记录其新鲜时的特征，拍摄原生境中子实体的照片，采集少量子实体，将其进行编号后，放入相应的标本袋内，带回室内鉴定并完善观测记录。样本采集按 HJ 628 的规定执行。

5.4.1.5 在进行样方采样时，应同时拍摄样方原生境照片，并详细记录采集日期、地点、海拔、生态特征（如着生基质、周围植被、共生生物等）、采集人等。

#### 5.4.2 子实体较小种类的样方取样

5.4.2.1 这种方法主要适合于子实体较小种类的观测（如子囊菌中的一些盘菌等）。

5.4.2.2 样地每年至少抽样两次，一般在子实体发生季节的中间和末尾进行。样本采集按 HJ 628 的规定执行。

5.4.2.3 在靠近 5.4.1 中大型真菌样方的附近建立样方。

5.4.2.4 以 0.56 m 为半径，建立 1 m<sup>2</sup> 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。

5.4.2.5 统计所选样方中子实体较小真菌的种类、个体数量，少量采集样方内各种该类真菌物种子实体用于鉴定，操作方法同 5.4.1.4，同时按 5.4.1.5 记录相关信息。

#### 5.4.3 木生大型真菌采样

5.4.3.1 按照 5.4.1.2 设置样线，沿着样线，每隔 20 m 设置一个半径 2.52 m、面积 20 m<sup>2</sup> 的圆形样方，使每种生境类型的样方数量达 50 个左右。

5.4.3.2 每个样方中用一彩色的塑料标牌标记并编号，在地图上标记其位置。样方内被调查的圆木（立木和倒木）直径需超过 1 cm。

5.4.3.3 统计每个样方内生长的木生大型真菌种类和个体数（记录表参见附录 B），并记录其基物树木的种类、直径和长度。对于无法鉴别种类的大型真菌，操作方法同 5.4.1.4，同时按 5.4.1.5 记录相关信息。

#### 5.4.4 濒危大型真菌采样

5.4.4.1 在所选择地内有濒危大型真菌分布的地块上，设置若干 10 m×10 m 的样方。

5.4.4.2 统计样方内濒危大型真菌的种类和个体数（记录表参见附录 C）。采集大小适中的个别子实体，对其称重，用于推测样方内该物种子实体的生物量，或通过以往年份采集子实体样品重量推测其生物量。样本采集按 HJ 628 的规定执行。同时按 5.4.1.5 记录相关信息。

### 5.5 标品制备、保存和鉴定

#### 5.5.1 大型真菌标本制备和保存

采集的标本应及时分离菌种或制作用于提取 DNA 的组织块。标本用烘干箱在 40~45 °C 温度下及时烘干。含水量较多且个体较大标本烘干时需要剖开、切成薄片后烘干。烘干的标本在自然条件下冷却至室温，置于 -40°C 以下的冰柜中冷冻，大多数标本通常冷冻 10~15 天，个别体积较大标本（如子实体直径或最大径超过 30 cm，或厚度超过 5 cm）的冷冻时间应延长至 20~30 天。冷冻后的标本保存在标本馆等适宜场所。

#### 5.5.2 用于提取 DNA 的组织块的制备和保存

用解剖刀或镊子从子实体上选取色泽较浅且较为干净的组织，用干净的吸水纸包裹后，放入装有变色硅胶的封口袋中干燥处理。及时更换变色硅胶，获得完全干燥的样品，将其保存在放有少量变色硅胶的自封袋内，并避开高温高湿的环境。

#### 5.5.3 大型真菌子实体的形态鉴定

对标本的宏观和微观形态特征以及化学显色反应进行观察和描述，条件允许的情况下进行显微镜拍摄或绘图，参照可靠的大型真菌鉴定手册和权威文献的描述，依据形态特征对大型真菌子实体进行鉴定。

#### 5.5.4 大型真菌子实体和培养物的分子鉴定

通过测序获得标本的核糖体 DNA 内转录间隔区 (ITS-rDNA) 和大亚基片段 (LSU-rDNA)

等特征性基因片段的序列信息，与 Genbank 数据库或观测者自测的来源明确、鉴定可靠的大型真菌基因序列相对比，结合形态学特征给出标本正确的名称。

## 6 观测内容和指标

- 6.1 大型真菌多样性观测指标，包括种类组成、分布、频度等。
- 6.2 特定大型真菌观测指标，包括遗传多样性、分布格局等。
- 6.3 环境变化对大型真菌的影响观测指标，包括样方的地理和地貌特征、植被类型和主要植物种类、郁闭度、温度、降水量、空气污染程度、土壤类型、子实体着生基质种类及其腐烂程度等。

## 7 观测时间和频次

- 7.1 大型真菌观测时间应贯穿观测区域大型真菌子实体的生长季节，北方地区在 6 月末至 9 月初，中南部亚热带地区在 5 月至 10 月，南方热带地区在 4 月至 11 月。
- 7.2 一般从生长季的初期至末期，每两周观测 1 次；在子实体发生盛季，每周观测 1 次。
- 7.3 对于一些形成革质或木栓质子实体的一年生种类，在生长季的初期、中期和末期各观测 1 次。
- 7.4 子实体多年生的种类在每个生长季的末期观测 1 次。
- 7.5 由于子实体的发生年际存在差异，在保证观测结果具有可比性的基础上，观测时间和频次可根据生长季作一定的微调。但观测时间和频次一经确定，一般应保持固定。

## 8 数据处理和分析

数据处理和分析方法参见附录 F。

## 9 质量控制和安全管理

- 9.1 严格按照标准要求进行观测样地、样线和样方的设置。采取相应措施保护好样地、样线和样方。
- 9.2 编制观测区域大型真菌鉴定手册，对观测者开展观测知识及技能培训，提升观测者的观测能力和水平。
- 9.3 认真填写观测记录表，如需更正时，应在错误数据（文字）上划一横线，在其上方写上正确内容，并在所划横线上加盖修改者签章以示负责。
- 9.4 保持记录本完整，作废的表格需写明原因并加盖经手人签章，不得撕毁其中任一表格。原始记录及数据整理过程记录都需要建档并存档。
- 9.5 建立数据审核程序，全面、细致地审核观测数据的准确性和完整性，发现可疑、缺漏数据及时补救。有效数字的计算修约规则按 GB/T 8170 的规定执行。
- 9.6 建立数据备份制度，将所有观测数据和文档转换成电子文档并进行备份（光盘、硬盘）。每半年检查并更新备份数据一次，防止由于储存介质问题引起数据丢失。
- 9.7 购买必要的防护装备、用品和应急药品，做好安全防护工作，防止毒蛇和昆虫叮咬，必要时观测者必须提前接种疫苗。在确保人身安全的情况下方可进行观测，避免单人作业。

## 10 观测报告编制

大型真菌观测报告应包括前言，观测区域概况，观测方法，观测区域大型真菌的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁，对策建议等。观测报告编写格式参见附录 G。

附录 A

(资料性附录)

地表大型真菌样方记录表

标准中地表大型真菌样方记录参见表 A。

表 A 地表大型真菌样方记录表

样地名称:		样线编号:		
样方编号:		观测日期:		
观测者:		记录者:		
样方海拔 (m):		样方经度:	样方纬度:	
样方地貌类型:		样方坡向:	样方坡度:	
样方植被类型:		样方郁闭度:		
样方内主要木本植物:				
样方内主要草本植物:				
前 1 周天气状况	最高气温:	最低气温:	总降雨量:	
当日天气状况	日照:	气温:	地温:	
样方土壤类型:		样方土壤 pH 值:	样方土壤含水量:	
人为干扰活动类型:		干扰强度:		
备注:				
序号	中文名	学名	株数	成熟个体数 (株)



附录 B  
（资料性附录）

木生大型真菌样方记录表

标准中木生大型真菌样方记录参见表 B。

表 B 木生大型真菌样方记录表

样地名称:		样线编号:		样方编号:	
观测者:		记录者:			
观测日期:		样方海拔 (m):			
样方经纬度:		样方坡向:			
样方地貌类型:		样方坡度:			
样方植被类型:		样方郁闭度:			
基物树木种名:		□腐木□活树		直径:	
前 1 周天气状况		最高气温:		最低气温:	
当日天气状况		日照:		总降雨量:	
人为干扰活动类型:		气温:			
		地温:			
人为干扰活动类型:		干扰强度:			
备注:					
序号	中文名	学名	株数	成熟个体数 (株)	

附录 C  
(资料性附录)

濒危大型真菌样方记录表

标准中濒危大型真菌样方记录参见表 C。

表 C 濒危大型真菌样方记录表

样地名称:		样方编号:		
观测者:		记录者:		
样方面积:		观测日期:		
样方海拔 (m):		样方纬度:		
样方经度:		样方坡向:		
样方地貌类型:		样方坡度:		
样方植被类型:		样方郁闭度:		
样方内主要木本植物:				
样方内主要草本植物:				
前 1 周天气状况	最高气温:	最低气温:	总降雨量:	
当日天气状况	日照:	气温:	地温:	
样方土壤类型:		样方土壤 pH:	样方土壤含水量:	
人为干扰活动类型:		干扰强度:		
备注:				
序号	中文名	学名	株数	成熟个体数 (株)

附录 D

(资料性附录)

大型真菌标本采集鉴定记录表

标准中大型真菌标本采集鉴定记录参见表 D。

表 D 大型真菌标本采集鉴定记录表

样地名称及编号:		样方编号:	标本编号:
采集人:	采集日期:		
中文名:	学名:		
组织块编号:	分离菌种编号:		
海拔 (m):	经度:	纬度:	
生境	<input type="checkbox"/> 针叶林 <input type="checkbox"/> 阔叶林 <input type="checkbox"/> 混交林 <input type="checkbox"/> 灌丛 <input type="checkbox"/> 草原		
坡向	<input type="checkbox"/> 阳坡 <input type="checkbox"/> 阴坡		
基物	<input type="checkbox"/> 地上 <input type="checkbox"/> 腐木 <input type="checkbox"/> 立木 <input type="checkbox"/> 粪上 <input type="checkbox"/> 枯枝 <input type="checkbox"/> 朽叶 <input type="checkbox"/> 地下		
习性	<input type="checkbox"/> 单生 <input type="checkbox"/> 散生 <input type="checkbox"/> 群生 <input type="checkbox"/> 丛生 <input type="checkbox"/> 簇生 <input type="checkbox"/> 迭生		
相关植物学名:			
宏观特征描述:			
显微特征描述:			
化学试剂及颜色反应:		孢子印颜色:	
鉴定依据文献:			
备注:			
鉴定人:		鉴定日期: 年 月 日	

附录 E  
(资料性附录)  
人为干扰活动分类表

标准中人为干扰活动记录参见表 E。

表 E 人为干扰活动分类表

干扰类型		干扰强度
A. 开发建设	1. 房地产开发; 2. 公路建设; 3. 铁路建设; 4. 矿产资源开发 (含采石、挖沙等); 5. 旅游开发; 6. 管线、风电、水电、火电、光伏发电、河道整治等开发建设活动。	分为强、中、弱、无四个等级。  <input type="checkbox"/> 强: 生境受到严重干扰; 植被基本消失; 野生动物难以栖息繁衍。  <input type="checkbox"/> 中: 生境受到干扰; 植被部分消失, 但干扰消失后, 植被仍可恢复; 野生动物栖息繁衍受到一定程度影响, 但仍然可以栖息繁衍。  <input type="checkbox"/> 弱: 生境受到一定干扰; 植被基本保持原样; 对野生动物栖息繁衍影响不大。  <input type="checkbox"/> 无: 生境没有受到干扰; 植被保持原始状态; 对野生动物栖息繁衍没有影响。
B. 农牧渔业活动	1. 围湖造田; 2. 围湖造林; 3. 围滩养殖; 4. 填海造地; 5. 草原围栏; 6. 毁草开垦; 7. 毁林开垦。	
C. 环境污染	1. 水污染; 2. 大气污染; 3. 土壤污染; 4. 固体废弃物排放; 5. 噪声污染。	
D. 其他	1. 放牧; 2. 砍伐; 3. 采集; 4. 捕捞; 5. 狩猎; 6. 火烧; 7. 道路交通等。	

附录 F  
(资料性附录)  
数据处理和分析方法

1 频度

指某物种在样地中出现的百分率，按式 (1) 计算：

$$F_i = \frac{Q_i}{\sum Q} \times 100 \quad (1)$$

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。

2 相对频度按式 (2) 计算：

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

式中： $RFE$ ——相对频度，%；  
 $F_i$ ——物种  $i$  的频度，%；  
 $\sum F_i$ ——所有物种的总频度，%。

3  $\alpha$ 多样性的测度方法

$\alpha$ 多样性是指在栖息地或群落中的物种多样性，用以测度群落内的物种多样性。测度  $\alpha$ 多样性采用物种丰富度（物种数量）、辛普森（Simpson）指数、香农-维纳（Shannon-Wiener）指数和均匀度指数。

3.1 辛普森指数 ( $D$ ) 按式 (3) 计算：

$$D = 1 - \sum P_i^2 \quad (3)$$

式中： $P_i$ ——物种  $i$  的个体数占群落内总个体数的比例， $i=1, 2, \dots, S$ 。  
 $S$ ——物种种类总数，个。

3.2 香农-维纳指数 ( $H'$ ) 按式 (4) 计算：

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad (4)$$

3.3 均匀度指数 ( $J$ ) 按式 (5) 计算：

$$J = - \sum P_i \ln P_i / \ln S \quad (5)$$

4  $\beta$ 多样性的测度方法

$\beta$ 多样性是指沿着环境梯度的变化物种替代的程度，用以测度群落的物种多样性沿着环境梯度变化的速率或群落间的多样性，可用科迪（Cody）指数和种类相似性指数等表示。

4.1 科迪指数按式 (6) 计算：

$$\beta_c = \frac{[g(H) + l(H)]}{2} \quad (6)$$

式中： $\beta_c$ ——科迪指数；  
 $g(H)$ ——沿生境梯度  $H$  增加的物种数目，个；  
 $l(H)$ ——沿生境梯度  $H$  失去的物种数目，即在上一个梯度中存在而在下一个梯度中没有的物种数目，个。

4.2 种类相似性指数

当 A、B 两个群落的种类完全相同时，相似性为 100%；反之，两个群落不存在共有种，则相似性为零。Sørensen 指数按式 (7) 计算：

$$C_s = \frac{2j}{a+b} \quad 10$$

(7)

式中:  $C_s$ ——Sørensen 指数, (%) ;

$j$ ——两个群落共有种数, 个 ;

$a$ ——群落 A 的物种数, 个 ;

$b$ ——群落 B 的物种数, 个。

5 大型真菌群落演替指数按式 (8) 计算:

$$E = 1 - \frac{S_{LMi}}{S_{LMo}}$$

(8)

式中:  $E$ ——演替速率;

$S_{LMi}$ ——第  $i$  时刻群落的相似性指数;

$S_{LMo}$ ——初始群落的相似性指数。

附录 G  
(资料性附录)  
大型真菌观测报告编写格式

大型真菌观测报告由封面、目录、正文、致谢、参考文献、附录等组成。

1. 封面

包括报告标题、观测单位、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) 观测区域概况；
- (3) 观测目标；
- (4) 工作组织；
- (5) 观测方法（生物多样性相关术语参见 HJ 623）；
- (6) 大型真菌的种类组成、区域分布、种群动态、面临的威胁等；
- (7) 对策建议。

4. 致谢

5. 参考文献

按照 GB/T 7714 的规定执行。