

《自然生态系统土壤长期定位监测指南》

(征求意见稿)

Guidance on Long-term Soil Monitoring in Natural Ecosystems

编制说明

国家标准《自然生态系统土壤长期定位监测指南》制定工作组

二〇一二年十二月

项目名称：自然生态系统土壤长期定位监测指南

计划编号：20111831-T-326

项目负责单位：中国科学院南京土壤研究所

项目负责人：孙波

技术委员会：全国土壤质量标准化技术委员会（SAC/TC 404）

目 次

1 工作简况.....	3
1.1 任务来源.....	3
1.2 起草单位和协作单位.....	3
1.3 主要工作过程.....	3
2 编制原则.....	5
3 国内外相关标准分析.....	5
3.1 国际上自然生态系统土壤定位监测标准化现状.....	5
3.2 国内自然生态系统土壤定位监测标准化现状.....	5
4 技术内容的确定依据.....	6
4.1 总体框架和主要内容.....	6
4.2 长期采样地的设置.....	7
4.3 长期采样地的管理.....	7
4.4 监测指标.....	7
4.5 监测方法.....	9
4.6 质量保证、质量控制和数据管理.....	9
5 与标准草案的主要差异说明.....	10
6 标准实施的建议.....	10
参考文献.....	10

1 工作简况

1.1 任务来源

2011年12月30日中国标准化管理委员会下达了《关于下达2011年第三批国家标准制修订计划的通知》(国标委综合[2011]82号),其中《土壤硝态氮的快速测定 紫外分光光度法》获得批准成为2011年第三批国家标准制订计划项目,计划编号20111831-T-326,主管部门为农业部,技术归口单位为全国土壤质量标准化技术委员会,由中国科学院南京土壤研究所承担起草工作。

2012年5月8日,按全国土壤质量标准化技术委员会下达的《全国土壤质量标准化技术委员会关于2011年土壤质量标准项目制定工作组的安排》(土壤质量标委会函字[2012]4号),标准制定工作组开始征求意见稿和编制说明的编写工作。

1.2 起草单位和协作单位

本标准制定工作组成立于2012年5月,由中国科学院南京土壤研究所、中国林业科学院森林生态环境与保护研究所、中国科学院植物研究所、北京林业大学、中国科学院东北地理与农业生态研究所、中国科学院寒区旱区环境与工程研究所组成,其中中国科学院南京土壤研究所作为起草单位负责调研和资料准备、标准的起草和申报、标准研讨会议的组织工作,其余单位负责对标准的技术性内容进行审查和修改。

1.3 主要工作过程

1.3.1 调研和资料准备

2012年1月至3月开始查阅文献,收集国际、国家和行业的标准、规范和专著。

1.3.2 标准工作组讨论稿的修改

2012年4月至6月根据收集的资料修改和完善标准项目立项申请时的标准草案,形成工作组讨论稿。联系合作单位,成立标准制定工作组。

1.3.3 标准征求意见稿的形成

2012年7月在内蒙古奈曼旗和北京召开两次标准制定工作组研讨会，逐条讨论标准工作组讨论稿内容。2012年8月至12月，根据两次研讨会形成的结论修改标准工作组讨论稿，形成标准征求意见稿，并编写标准的编制说明。

1.3.4 重要工作组会议结论

2012年7月11日和2012年7月24日分别在内蒙古奈曼旗和北京召开标准编制启动会和工作组讨论会，对标准草案和标准编制说明内容进行讨论。

标准编制启动会（内蒙古奈曼旗）得到的主要结论有：

1) 标准的标题由《自然生态系统土壤长期监测技术规范》修改为《自然生态系统土壤长期监测技术指南》。

2) 增加关于采样和样品处理与保存、数据质量控制、数据管理部分的内容。

3) 监测指标中增加土壤生物、土壤根系和土壤动物监测的内容。

标准工作组讨论会（北京）得到的主要结论有：

1) 重新梳理标准的组成框架，确定本标准包括长期采样地设置与管理、监测指标体系、采样和分析方法、样品保存、质量控制和数据管理部分的原则性条文，在内容上具体操作性条文尽量引用已有的标准。

2) 范围部分，补充说明该指南也包括人工林、人工草场和高山草甸土壤。

3) 术语部分，将“草地”修改为“草原”，将“沼泽”修改为“湿地”；重新修改“森林生态系统”、“草地生态系统”、“荒漠生态系统”和“沼泽生态系统”的术语，使这四个术语的定义相互匹配；补充关于采样和样地设置方面的术语。

4) 长期采样地设置部分，将涉及到样地管理的内容转移到样地管理部分中，删除不必要的插图，针对不同生态系统只提要求、原则和面积，避免基本原则与不同生态系统特定原则的重复。

5) 监测指标部分，将土壤动物和微生物监测指标的监测频率修改为1次/5年；在附录中增加监测的土壤动物种类；草地和湿地生态系统增加对草根层的监测，荒漠生态系统增加对生物结皮层的监测，检测指标同森林生态系统的腐殖层。

6) 监测方法部分，本部分基本是与具体操作有关的内容，已经各种现行的标准对此进行规定，直接引用相应的标准；分析方法部分尽量引用国标和行标，做成表格放在资料性附录中。

7) 规范性附录A部分，修改了长期采样地背景信息调查表的“地理位置”、

“气候条件”、“水文条件”、“植被类型”和“侵蚀状况”部分的填写要求，使之更加准确。

2 编制原则

本标准按 GB/T1.1-2000 的要求进行编写，内容上参考国内外的监测规范，并考虑国内现有长期监测网络的监测能力和实际情况，确保指南的科学性、先进性、可行性和可操作性。

3 国内外相关标准分析

3.1 国际上自然生态系统土壤定位监测标准化现状

目前国际标准化组织的 ISO 16133:2004 给出了建立和维持一个土壤监测项目的指南，提出了土壤监测最基本的工作框架和流程。ISO 给出的土壤监测流程主要包括：设定监测目标、选择监测点、确定采样方法、土壤样品的野外和实验室测定、样品保存、数据管理和质量控制。美国长期生态学计划 (LTER) 在 1999 年出版了《Standard Soil Methods for Long-Term Ecological Research》一书，主要对 LTER 土壤监测项目的分析方法进行了规范，详细介绍了分析步骤。英国环境变化网络 (ECN) 也给出了土壤监测规范 (S Protocol, Version 1.1, 2001)，强调样地设置、样品采集和处理、样品保存的规范化。这些已有的标准规范都没有考虑不同的生态系统各自的特征，ISO 给出了一般性的监测指南，后两个监测规范则针对长期采样地确定以后的具体采样、分析、保存的环节，在样地设置、数据管理以及质量管理的环节上比较薄弱。

3.2 国内自然生态系统土壤定位监测标准化现状

国内涉及到土壤监测的长期监测网络主要有中国科学院的中国生态系统研究网络 (CERN)、农业部的全国化肥试验网、林业部的中国森林生态系统定位研究网络 (CFERN) 以及科技部在现有的上述不同主管部门的野外台站基础上整合建立起来的国家生态系统研究网络 (CNERN)。在土壤监测方面，CERN 陆续出版了《土壤理化分析与剖面描述》、《陆地生态系统土壤观测规范》和《陆地

生态系统土壤观测质量保证与质量控制》等专著。林业部则制定了一系列行业标准，对森林、湿地和荒漠生态系统长期监测的监测站建设、数字化建设、指标体系、观测方法和数据管理进行了规范，其中指标体系和观测方法的规范中对相应生态系统的土壤监测进行了规定。

另外，对于土壤监测中的大部分环节以及大多数土壤监测项目的分析方法，国内都已经制定了具体的国家或者行业标准，而自然生态系统土壤长期监测的整个流程的标准化还有所欠缺。因此有必要制定一个原则性的监测指南，规范监测的整个流程，而在具体监测环节上引用现有的国家和行业标准，从而为长时间区域尺度的土壤和生态系统联网监测提供标准化的平台。

4 技术内容的确定依据

4.1 总体框架和主要内容

在满足 GB/T1.1-2000 规定的前提下，本标准总体框架仿照 ISO 16133:2004 编排。首先是共性内容，如前言、范围、规则型引用文件、术语和定义，其次是具体的监测流程，如长期采样地的设置与管理、监测指标、监测方法，而后是质量保证与质量控制以及数据管理，最后是附录内容。总体内容涵盖了自然生态系统土壤长期定位监测开展所涉及到的各个环节，章节清楚，具有适用性和可操作性。根据以上框架原则，本标准涉及的内容主要有：

- (1) 范围；
- (2) 规则型引用文件；
- (3) 术语和定义；
- (4) 长期采样地的设置；
- (5) 长期采样地的管理；
- (6) 监测指标；
- (7) 监测方法；
- (8) 质量控制；
- (9) 监测人员、设备和环境；
- (10) 数据管理；
- (11) 监测常用表格；

(12) 资料性附录。

4.2 长期采样地的设置

根据ISO 16133:2004 和《陆地生态系统土壤观测规范》确定基本原则。每个生态系统的长期采样地设置中从该生态系统特殊的要求、面积和形状三个方面进行规范。不同的自然生态系统受人类活动干扰的程度不同，对于森林生态系统中的天然林生态系统、湿地生态系统和荒漠生态系统，按LY/T 1626-2005、LY/T 1753-2008 和LY/T 1780-2007 中对固定样地的要求，应保持原有生态系统的自然属性，避免人类活动干扰。对于森林生态系统中的人工林生态系统和草原生态系统，按《陆地生态系统土壤观测规范》中对综合观测场的要求，应保证其生态系统类型和管理方式的代表性，避免管理方式的随意变更。长期采样地的面积主要采用 1 hm²样地，草原和湿地生态系统为正方形，森林和荒漠生态系统考虑到地形的影响可以为长方形，甚至由多个规则样方组成的不规则形状。

样方和样点设置采用简单、可操作性强的设置方式。样方设置方法引自《陆地生态系统土壤观测规范》，样点设置方法则直接引用 LY/T 1952-2011。

4.3 长期采样地的管理

为了保证土壤定位监测的长期开展，强调应在开始监测前进行长期采样地空间变异调查和背景信息调查，背景信息调查内容列在规范性附录 A 中。日常管理中强调了长期采样地四周缓冲区的设置。长期采样地管理的原则参考 LY/T 1626-2005、LY/T 1753-2008、LY/T 1780-2007 和《陆地生态系统土壤观测规范》制定。

4.4 监测指标

自然生态系统土壤监测指标的构建一方面依据国内外大型生态系统研究网络使用的指标，另一方面指标的选择能够体现不同生态系统类型的特点。参照英国环境变化网络（ECN）、中国国家生态系统研究网络（CNERN）和中国森林生态系统定位研究网络（CFERN）的指标设置，确定本标准的指标体系如下：

1) 腐殖质层、草根层、结皮层指标

与深受人类活动影响的农田和城市生态系统相比，自然生态系统土壤表层经

常出现土壤微生物活动强烈的腐殖质层、草根层或者生物结皮层，这些层次是矿物质土层中有机质的主要来源，是土壤养分循环的纽带，对土壤的形成和物理化学性质产生深刻的影响。参照 CFERN 的指标体系，该项指标中设置厚度、有机质和全氮三个监测项目。

2) 土壤物理指标

土壤物理指标中，主要考虑了土壤的机械组成、容重、孔隙度和一些土壤水分特征参数，这些指标的状况可以表征土壤水、气、热、肥状况的协调程度。具体项目的设置则在不同类型的生态系统中各有侧重，森林生态系统监测机械组成、容重、孔隙度、田间持水量和饱和含水量，草原和荒漠生态系统监测机械组成和容重，湿地生态系统监测机械组成。这些项目主要针对剖面土壤样品，对于处于干旱和半干旱地区的草原和荒漠生态系统，则增加表层土壤容重和机械组成的监测。

3) 土壤化学指标

土壤化学指标主要包括土壤酸碱度、土壤速效养分、土壤全量养分、土壤阳离子交换性能、土壤氧化还原电位和土壤环境指标等，这些指标可以正确评估土壤化学性状，对研究生态系统中物质循环和全球变化具有重要意义。根据这些指标随时间变化程度的不同，选择在不同深度上进行监测，土壤速效养分和土壤阳离子交换性能只在表层土壤上进行监测，速效养分一般进行整个生长季的动态监测；而土壤酸碱度和土壤全量养分则在剖面土壤上进行监测，每 5 年进行一次。根据不同生态系统的土壤、水分和气候等特征，具体的项目也有所区别。对于土壤一般呈中性到酸性的森林和湿地生态系统，土壤阳离子交换性能指标包括阳离子交换量、交换性钙、交换性镁、交换性钾和交换性钠，在酸性土壤上还要监测交换性氢和交换性铝；而土壤呈石灰性到碱性的草原和荒漠生态系统，土壤阳离子交换性能指标则只包括阳离子交换量。对于位于干旱和半干旱区的草原和荒漠生态系统由于蒸发强烈，土壤面临盐渍化风险，额外增加了表层土壤的全盐量监测；对于干湿交替强烈或者长期淹水的湿地生态系统，增加了土壤的氧化还原电位、微量元素和可溶性有机碳监测；考虑到湿地生态系统与地表和地下水体的联系密切，还增加了重金属指标以监测环境风险。在土壤化学指标中，侧重对土壤酸碱度、有机质和大量养分元素的监测，将重金属、氧化还原电位、可溶性有机碳作为扩展的可选监测指标。

4) 土壤生物学指标

土壤生物学指标主要包括根系、土壤微生物群落结构和土壤动物。这些指标体现了整个监测指标体系设置的先进性和目前土壤学研究的热点,但由于测定方法多样和专业性强,目前在国内外的大型生态系统研究网络中都较少涉及,因此列为可选监测指标。参考《陆地生态系统生物观测规范》、《土壤微生物研究原理与方法》和《中国土壤动物》,土壤根系指标中只监测不同深度根系的生物量,土壤微生物群落结构包括土壤微生物的类别、数量和比率,土壤动物包括类别、名称和数量。

4.5 监测方法

监测方法包括样品采集、样品流转、样品制备、样品保存和样品测定。目前国内已经有数量众多的国家和行业标准对这些环节进行了详细的规定,因此本部分基本以引用其它标准为主。样品采集部分引用 LY/T 1952-2011 和 NY/T 1121.1-2006,样品流转部分引用 HJ/T 166-2004,样品制备和样品保存部分引用 NY/T 1121.1-2006。样品测定部分涉及的众多的国家和行业化学分析方法标准在正文中给出则体量太大,而且随着分析技术的不断发展,也不宜对监测项目的具体分析方法进行规范性的限定,因此将引用分析方法的标准列在资料性附录 D 中。

4.6 质量保证、质量控制和数据管理

土壤长期定位监测的质量保证与质量控制应该覆盖全部的监测过程,这是目前国内国外生态系统监测规范中规定较少的一个环节。本标准将质量保证列在第 9 章,主要包括对人员、设备和环境的规定。质量控制措施分为采样和制样和实验室分析两个主要部分列在第 8 章,数据产生后的质量控制则划分到第 10 章数据管理中。这些内容主要参考《陆地生态系统土壤观测质量保证与质量控制》和引用 HJ/T 166-2004、GB 17378.2-2007 和 GB/T 4091 的系列标准。

长期、连续的数据是科学规律发现的重要支撑条件,而长期的土壤定位监测数据为了实现共享,保证所产生数据的科学性以及在时间和空间上的可比性,必须对数据管理进行规范。本标准的数据管理包括元数据的定义、数据结果表示、异常数据判别、数据文档建立和数据备份要求。元数据的定义引用 GB/T

20533-2006, 异常数据判别引用 GB 17378.2-2007, 数据文档建立和数据备份要求参考 LY/T 1872-2010 和《陆地生态系统土壤观测规范》制定。

5 与标准草案的主要差异说明

1) 标准名称变化

将标准名称由《自然生态系统土壤长期定位监测规范》修改为《自然生态系统土壤长期定位监测指南》。目前国内关于土壤采样、处理、保存和实验室分析方面, 都有数量众多的国家和行业标准, 考虑到与现有标准的兼容性和土壤长期定位监测的目的的多样性, 提出一个原则性的指南比规范更加适合各种类型的自然生态系统土壤长期定位监测。

2) 标准章节增加

增加了质量控制, 监测人员、设备和环境, 数据管理三个章节, 使得标准内容更加丰富, 实现了自然生态系统土壤长期定位监测全部流程的标准化。

6 标准实施的建议

本标准建议列为推荐性国家标准, 以促进自然生态系统土壤长期定位监测的标准化, 实现长期监测土壤数据在时间和空间上的可比性, 服务于长时间大尺度的土壤学和生态学研究。

参考文献

- [1] ISO 16133:2004 Soil quality – Guidance on the establishment and maintenance of monitoring programmes
- [2] Robertson GP, Coleman DC, Bledsoe CS, Sollins P. Standard Soil Methods for Long-Term Ecological Research. Oxford University Press. Oxford. 1999
- [3] The ECN protocol for soil properties. UK Environmental Change Network (Version 1.1). 2001. <http://www.ecn.ac.uk/measurements/terrestrial/s>
- [4] 刘光崧. 土壤理化分析与剖面描述. 中国标准出版社. 北京. 1996
- [5] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统土壤观测规范. 中国环境科学出版社. 北京. 2007

- [6] 施建平, 杨林章, 等. 陆地生态系统土壤观测质量保证与质量控制. 中国环境科学出版社. 北京. 2012
- [7] LY/T 1626-2005 森林生态系统定位研究站建设技术要求
- [8] LY/T 1753-2008 荒漠生态系统观测研究站建设规范
- [9] LY/T 1780-2007 湿地生态系统定位研究站建设技术要求
- [10] LY/T 1952-2011 森林生态系统长期定位观测方法
- [11] LY/T 1606-2003 森林生态系统定位观测指标体系
- [12] LY/T 1698-2007 荒漠生态系统定位观测指标体系
- [13] LY/T 1707-2007 湿地生态系统定位观测指标体系
- [14] 中国生态系统研究网络科学委员会. 陆地生态系统生物观测规范. 中国环境科学出版社. 北京. 2007
- [15] 林先贵. 土壤微生物研究原理与方法. 高等教育出版社. 北京. 2010
- [16] 尹文英. 中国土壤动物. 科学出版社. 北京. 1999
- [17] NY/T 1121.1-2006 土壤检测 第1部分: 土壤样品的采集、处理和贮存
- [18] HJ/T 166-2004 土壤环境监测技术规范
- [19] LY/T 1872-2010 森林生态系统定位研究站数据管理规范