

附件 8

土壤生物调查技术规范

(试行)

国务院第三次全国土壤普查领导小组办公室

2022 年 5 月

目 次

1 适用范围.....	1
2 总则.....	1
3 规范性引用文件.....	3
4 术语和定义.....	3
5 土壤生物调查方法.....	6
6 土壤生物调查和评价指标体系与分析方法.....	10
7 土壤生物调查质量控制.....	12
8 土壤质量和土壤健康的生物学综合评价.....	12
9 土壤生物调查成果管理.....	13

1. 适用范围

本文件规定了全国第三次土壤普查（以下简称“三普”）土壤生物调查技术规范，包括土壤生物调查评价指标体系、调查样点布设原则与方法、野外样品采集与保存运输方法、室内检测方法、调查全程质量控制、调查数据综合分析方法、调查数据和成果的管理等。

本文件适用于全国尺度基于土种样点采样的土壤生物调查，包括对土壤生物群落的生物量、活性、物种和功能多样性、重要功能种群组成的调查；适用于全国尺度耕地基于土壤生物学性状质的土壤质量和土壤健康评价。

2. 总则

2.1 调查目标

土壤生物调查在土壤普查中具有基础性、重要性和复杂性特征。基于第三次土壤普查设定的总体目标和任务预算，针对“三普”涉及土属的重要土种，以调查植物生长旺盛期微生物群落以及线虫和蚯蚓等土壤动物群落的多样性及其生物功能为目标，开展土壤生物多样性与生物功能的概要性调查与评价，为全国第三次土壤普查提供土壤质量与土壤健康管理及评价的生物学性状数据。

2.2 调查工作流程

参见图 1。

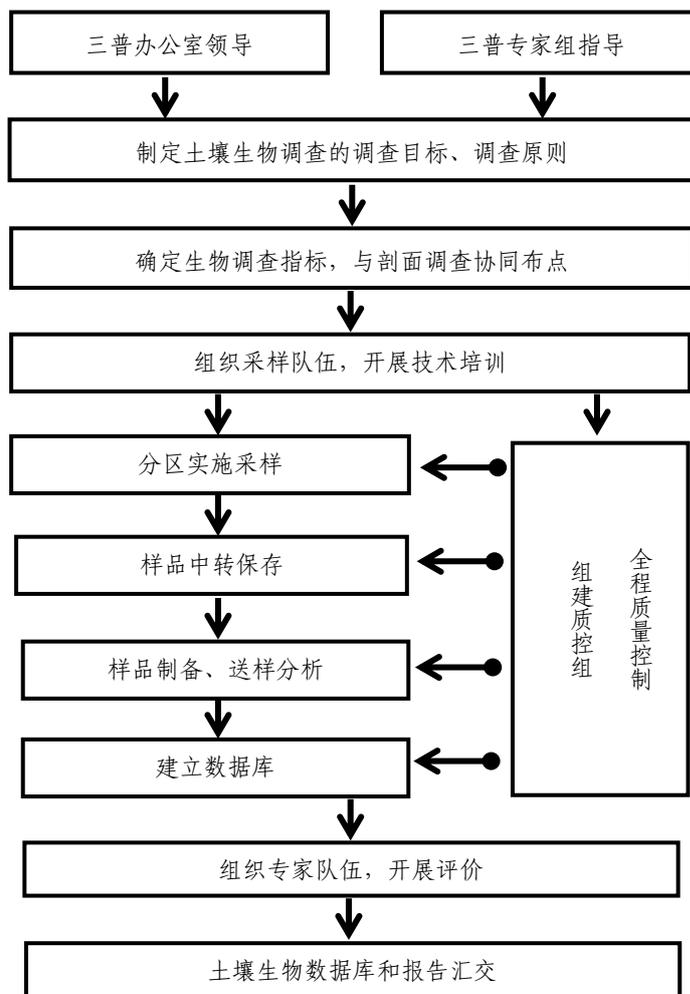


图 1 土壤生物调查工作流程

2.3 调查原则

2.3.1 土壤生物评价指标选取原则

土壤生物驱动了土壤中的养分等元素的转化和循环，影响了土壤结构的形成，从而影响了土壤质量和土壤健康水平。由于土壤生物的复杂多样，在土壤中形成复杂的生物群落，不同生物之间存在随机性和确定性的相互关联和相互作用，共同影响土壤生物的多功能性。土壤生物的生物量、群落组成、功能和活性等是评价土壤质量变化的敏感指标，需要综合考虑选择土壤生物指标。

2.3.1.1 多功能性兼顾原则：集成土壤生物培育土壤质量和提升植物生产力的功能，重点考虑土壤生物对碳、氮、磷养分蓄积和转化的功能，兼顾土壤生物影响植物生长和病害发生的功能；

2.3.1.2 重要性和代表性指标相结合原则：考虑土壤生物指标对主要功能的贡献度、对主要生产力提升过程的制约作用、以及在同类生物指标中的代表性；

2.3.1.3 稳定性和敏感性指标相结合原则：在考虑土壤生物的演替过程与生物功能之间协同变化的敏感性指标基础上，考虑土壤生物群落在长期演替中的稳定性指标；

2.3.1.4 分子生物学与经典生态学指标相结合原则：考虑调查和分析方法的先进性、可靠性和低成本性，兼顾分子生物学分析和经典细胞与群落尺度的生物多样性和功能分析。

2.3.2 土壤生物调查样点布设原则

紧密结合全国第三次土壤普查总体布点思路，土壤生物调查遵循先“气候带主导”、后“农用地主导”再“以土种作为基本分区单元”的原则布设样点。

2.3.2.1 气候带主导、兼顾自然地理分区

土壤生物受干湿度等气候因素以及地形地貌、经济发展水平等条件影响。我国地势西高东低，年降水量从东往西逐渐减少，经济发展水平从东往西逐次递减。土壤生物调查样点分布采取东、中部并重，兼顾西部的思路。土壤生物调查样点布设将全国分为东部湿润区、中部半湿润半干旱区、西部干旱区三个大区，东部湿润区包括黑（东部）、吉（东部）、辽（东部）、鲁（胶东）、苏、沪、浙、皖、赣、鄂、湘、渝、川、贵、桂、滇、粤、琼（大部）、闽、藏（东南）等 20 个省市地区（不含港澳台）；中部半湿润半干旱区包括黑（西部）、吉（西部）、辽（西部）、内蒙古（东部）、京、津、冀、鲁（大部）、豫、晋、陕（大部）、甘（东部）、宁（南部）、藏（大部）、青（东部）、新（山地）、琼（西部）等 16 个省（区）；西部干旱区包括新（大部）、甘（西部）、宁（北部）、藏（西北）、青（西部）等 5 个省（区）。

2.3.2.2 农用地主导、兼顾其他用地类型

覆盖“三普”定义的土壤利用方式范围，以耕地和园地为主，兼顾林地、草地和其他后备耕地资源，根据不同区域不同土地利用方式组成的变化，调节土壤样点的布设比例。针对耕地，兼顾不同区域土壤质量等级的比例，调节土种样点的比例。

2.3.2.3 覆盖“三普”全部土属、以土种作为基本分区单元

形成土属的气候、地形、成土母质、人为耕作条件也驱动了土壤生物多样性形成以及土壤生物功能的演变。土种反映了土层厚度、黏粒、盐分等微域土壤质量特征，受区域气候、地形、母质、土地利用等影响，代表了土壤改良利用的方向。土壤生物调查覆盖“三普”在我国大陆调查的所有土属，包含各土属中的主要土种；以土种作为样点选择的基本分区单元，根据土种面积占比及大小，确定选择调查土种类型及样点数量。

2.3.3 土壤生物样品采集原则

土壤生物调查坚持土壤样品采集的景观性原则、随机性原则和等量性原则。为了保证土壤样品表征典型土种，必需坚持样品采集的景观性原则，在一定区域景观类型下采集到形成的典型土种的土壤生物。为了保证土壤样品的代表性，必须坚持土壤生物样品采集的随机性原则，使组成总体的个体有同样的机会被选入样品，即组成样品的个体应当是随机地取自总体，避免人为因素的影响。为了保证采集的混合土壤生物样品具有可比性，土壤生物样品采集数量必须坚持等量性原则，采集相同数量的个体样品组成混合样品。

2.3.4 土壤生物调查样地和调查样品的编码原则

以“三普”土壤剖面表层样品编号为样地编号，添加2位数表示土壤生物调查样品的编码。其中第1数字表示土壤生物类型（0-微生物，1-线虫，2-蚯蚓），第2位数字表示土壤生物调查样品的重复数序。

2.3.5 土壤生物调查质量控制和数据管理原则

土壤生物调查质量控制涉及调查和评价的全部过程。质量保证和质量控制目的是保证所产生的土壤生物调查分析资料具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性。

土壤生物调查数据管理按照“三普”数据管理制度执行，目标是保证土壤生物调查的正确性和安全性，遵守“三普”数据的产权保护政策与共享制度。

3. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 36197-2018 土壤质量 土壤采样技术指南

GB/T 32740-2016 自然生态系统土壤长期定位监测指南

GB/T 33469-2016 耕地质量等级

GB/T 17296-2009 中国土壤分类与代码

GB/T 10111-2008 随机数的产生及其在产品质量抽样检验中的应用程序

NY/T 1634-2008 耕地地力调查与质量评价技术规程

4. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1 土壤生物 soil organism

在土壤中生活的微生物和动物的总体，包括细菌、放线菌、真菌、藻类、原生动物、后生动物等。

4.2 土壤生物群落 Soil biome

在一定的土壤区域环境和一定的时间聚集的各种生物种群的集合。土壤生物群落的基本特征包括群落的空间结构、时间组配和种类结构、群落物种多样性、相对丰度、优势种、营养结构等。

4.3 土属 soil genus

土壤分类系统中的中级分类单元。是在相同的气候、地形等自然环境条件以及共同的人为生产活动条件下，由于区域性的成土母质及风化壳、水文状况差异形成的具有一定土壤属性的一群土壤。具有一定的成土过程、土壤理化属性和土壤改良利用方向。

4.4 土种 soil species

土壤分类系统中的基层单元。是处于相同或相似景观部位，具有相似土体构型和土壤剖面性状特征的一群土壤。在土属范围内反映了土层厚度、黏粒、盐分含量等性状的差异。

4.5 样点 sampling site

按照一定调查原则确定的具有代表性、典型性的土壤调查区域。

4.6 样地 sampling plot

在土壤调查区域中，为进行科学性调查采样确定的具有一定边界的地段。

4.7 样方 sampling quadrat

在土壤调查样地中，开展土壤或者地段依附性强的调查确定的采样地块。

4.8 分区随机采样法 Block random sampling method

将样地划分为地形条件、生物群落类型、土壤属性较为一致的不同采样区块，利用随机布点和随机选择样方的方式进行土壤采样的方法。

4.9 土壤质量和土壤健康的生物学评价 biological assessment of soil quality and soil health

土壤质量是土壤在生态系统范围内维持生物的生产力、保护环境质量以及促进动植物健康的能力。土壤健康是土壤持续支撑农产品安全生产、维持生态环境质量和保障动植物及人类健康的功能。土壤质量和土壤健康相互关联，土壤质量是形成土壤健康的物质基础，而土壤健康是发挥土壤质量的功能保障。土壤中的生物群落形成多级生物网络，驱动了土壤中养分等生源要素和有害物质的转化与循环过程，从而影响了土壤质量和土壤健康水平。利用土壤生物的生物量、活性、多样性和功能性指标可以从生物学角度评价土壤质量和土壤健康，

为土壤可持续管理提供依据。

4.10 土壤生物样品中转站 soil organism sample transferring station

具备一定的土壤生物样品保存、处理和相关数据管理条件的站点。负责收集野外采集的土壤生物样品、开展样品编号和存放、分发样品至检测单位、收集整理数据。

4.11 土壤微生物生物量 soil microbial biomass

单位土壤中体积小于 5×10^3 立方微米微生物的总重量。

4.12 土壤呼吸强度 soil respiration quotient

单位时间内从单位面积土壤中扩散出来的二氧化碳量。

4.13 土壤多酚氧化酶 soil polyphenol oxidase

含铜氧化还原酶类。在土壤碳循环中参与木质素及多酚类物质的降解，能够通过分子氧化酚或多酚生成对应的醌。

4.14 土壤 β -葡萄糖苷酶 soil β -D-Glucosidase

纤维素酶类。在土壤碳循环中参与纤维素的降解，能够水解结合于末端非还原性的 β -D-葡萄糖键生成葡萄糖。

4.15 土壤脲酶 soil urease

酰胺水解酶类。在土壤氮循环中参与有机尿素的分解，催化尿素水解成氨和二氧化碳。

4.16 土壤硝酸还原酶 soil nitrate reductase

氧化还原酶类。在土壤氮循环中参与硝酸盐转化，催化硝酸离子还原成亚硝酸离子。

4.17 土壤氨单加氧酶 soil ammonia monooxygenase

氧化还原酶类，是硝化作用的限速酶。在土壤氮循环中参与氨氧化过程，催化铵根离子 (NH_4^+) 氧化转化为羟胺 (NH_2OH)。

4.18 土壤磷酸酶 soil phosphatase

将土壤中正磷酸单脂水解成磷酸盐的一类非特异性磷酸单脂酶。在酸性和碱性条件下测定其水解活性，分别称为酸性磷酸酶活性和碱性磷酸酶活性。

4.19 青枯菌 *Ralstonia solanacearum*

革兰氏阴性菌，属于 β 变形菌纲，薄壁菌目，假单胞菌科，劳尔氏菌属。青枯菌是一种广泛分布的病原细菌，可引起马铃薯、番茄等多种植物发生青枯病。

4.20 尖孢镰刀菌 *Fusarium oxysporum*

尖孢镰刀菌属半知菌类 (Imperfecti fungi)、从梗孢目 (Moniliales)、瘤座孢科 (Tuberculariaceae)、镰刀菌属 (*Fusarium*)。尖孢镰刀菌是一种广泛分布的土传病原真菌，

可产生小型分生孢子、大型分生孢子和厚垣孢子三种类型，可引起茄科、豆科等多种植物发生枯萎病。

4.21 土壤线虫 soil nematode

一类虫体透明、结构简单且两侧对称原体腔无脊椎动物，是土壤动物中数量和功能类群最丰富的类群。根据食性分为食细菌线虫、食真菌线虫、植食性线虫、杂食性-捕食性线虫。

4.22 土壤蚯蚓 soil earthworm

属于环节动物门寡毛纲的陆栖无脊椎动物，通过取食、消化、排泄蚯蚓粪、分泌粘液和掘穴等活动影响土壤物质循环和能量传递作。根据生活习性分为生活在土壤腐殖质层、喜食凋落物、不形成洞穴的表层种蚯蚓；生活在土壤表层、形成水平洞穴、喜食富含有机质土壤的内层种蚯蚓；形成垂直洞穴、上食下居的深层种蚯蚓。

4.23 基因拷贝数 gene copies

基于实时荧光定量 PCR 法，即利用荧光化学物质测定聚合酶链式反应循环后产物总量的方法，分析得到某一生物的基因在基因组中的个数。

4.24 土壤微生物高通量测序 soil microbial high - throughput sequencing

通过对微生物 16Ss rDNA、18S rDNA、ITS 区域进行扩增测序的技术，用于分析土壤微生物群落结构和多样性。

4.25 土壤宏基因组测序 soil metagenomic sequencing

针对土壤中细菌、真菌、古菌、原生动物、显微藻类等生物群落，通过从土壤样品中提取全部微生物的 DNA，分析功能宏基因的测序分析技术。用于构建宏基因组文库，分析土壤生物功能多样性。

4.26 土壤动物线粒体基因测序 soil animal mitochondrial genome sequencing

基于不同土壤动物线粒体 DNA 中可变区碱基排列顺序的差异，利用土壤动物线粒体基因组中一段公认的、相对较短的 DNA 序列片段来进行物种鉴定的一种分子生物学技术。

4.27 土壤生物数据库 soil database

通过建立数据中心屏蔽室，形成单独部署的数据库，避免入侵或信息泄露风险，达到 B 级防护标准，用于存放土壤生物调查数据。

5. 土壤生物调查方法

5.1 土壤生物调查样点布设方法

基于全国县级 1:50000 的土壤类型图、土地利用类型图、县级行政区划图、地形地貌图的叠加分析，参考全国 1:100 万的土属图、耕地质量等级图和生态区类型分布图，根据上

述全国土壤生物调查样点布设原则，按气候区类型、土地利用类型分布比例、耕地质量等级、土种面积比例等确定土壤生物调查样点的分布比例，基于土种的典型分布区，在全国典型土壤剖面调查点分布图的基础上，确定土壤生物调查样点分布。在没有土种分布图的地区，综合利用土地利用、地形地貌等信息确定土壤生物调查样点分布。最终通过专家组评估修定得出全国土壤生物调查样点分布图及采样位置。详细过程见操作手册第 2 章。

5.2 土壤生物调查样点布设数量与区域

5.2.1 根据气候带主导，兼顾自然经济条件原则，土壤生物调查样点分布比例大约为东部：中部：西部为 65%：30%：5%。在我国南北温度梯度带上，通过土壤生物调查样点的空间合理布点实现对不同气候带的全覆盖。

5.2.2 根据农用地主导、兼顾其他用地类型原则，根据各地耕地、园地、林地：草地、后备耕地面积占比确定土壤生物调查样点比例；其中耕地样点，结合全国各地耕地质量等级面积占比，确定不同等级耕地土壤生物调查样点比例，覆盖全国高、中、低三个等级的耕地。

5.2.3 根据覆盖“三普”所有调查土属、以土种作为基本分区单元原则，依据土属之土种分布面积所占比例，确定同一土属下土壤生物调查的土种类型，每个土属至少调查一个土种类型；合理调整不同区域和土地利用方式下的不同土种样点的数量，面积较大的土种，可根据土壤空间分布状况、行政单元、土地利用类型、气候、地形和植被条件等布设多个样点，例如在不同土属中可按土种面积占比和面积大小选择前 10-20%的土种布置两个样点。

5.3 土壤生物调查样地设置

5.3.1 土壤生物调查样地布设应以“三普”土壤剖面调查点为中心，设置在剖面调查点周边，具有与土壤剖面调查点相一致的土壤立地条件与生产利用情况。

5.3.2 每个土壤生物调查样地面积应大于 1 公顷。在平原区地形地貌简单、土种分布面积较大的地区，可按 100 m×100 m 正方形确定；在山区、湿地、梯田等地形地貌复杂、土种面积分布较小的地区，可根据具体土种形状与面积适当调整样地面积与形状，如丘陵山区狭长地带，可以采用 50m×200m 长方形确定样地，保证样地中土种类型的一致性。

5.4 土壤生物样品采集

每个样点的样地根据样地的地形、土壤条件划分为 3 个条件相对一致的采样区块（图 2），采用分区随机采样法采集土壤生物样品。

5.4.1 土壤微生物和线虫的土钻法采样：在每个采样区块，清除表层杂物或凋落物层，利用直径 50mm 的不锈钢土钻随机采集 20 个 0-20 cm 土层的土壤样品，按四分法混合成 1 个土壤微生物样品和 1 个线虫样品，上述步骤再重复一次，每个采样区块采集 2 个混合样，每个样点共采集 6 个混合样，作为 6 个重复。详细过程见操作手册第 3 章。

5.4.2 土壤蚯蚓的手拣法采样：在每个采样区块随机选择 2 个 1.0 m×1.0 m 的样方，利用手拣法采集 0-30 cm 土层中的所有蚯蚓。每个采样区块采集 2 个混合样，每个样点共采

集6个混合样，作为6个重复。详细过程见操作手册第4章。

5.4.3 根据微地形调整采样区块形状与深度：土壤生物样品采集过程中如遇到垄作等微地形情形，应选择地表相对一致、生物活动活跃的采样区块，条件不能满足时可适当调整采样区块形状与深度，尽可能满足土壤生物样品采集面积与深度的要求。

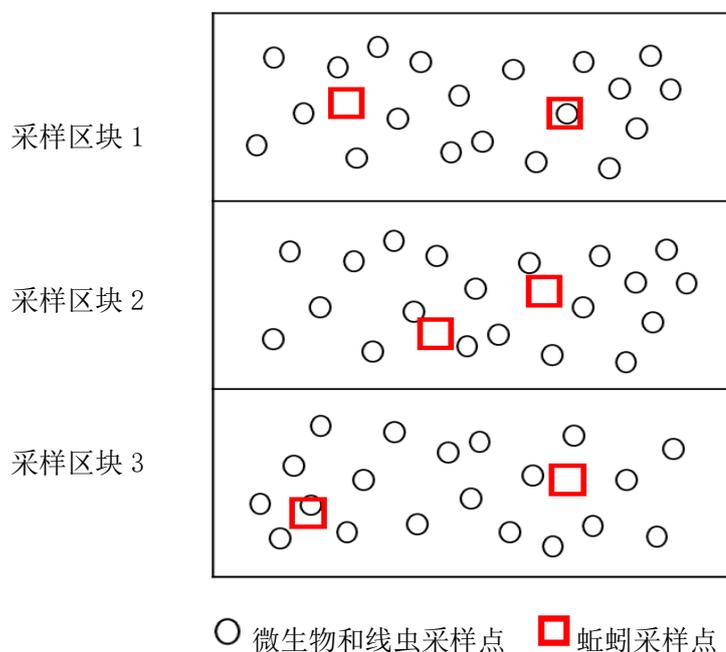


图2 土壤生物调查样地采样分区与随机采样点及样方布设

5.5 土壤生物调查人员组成和调查时间选择

5.5.1 土壤生物调查在全国9个农业区域分区开展采样。根据每个区域根据调查样点数量，组织3-5支采样队伍。每队由3-5名具备丰富野外采样工作经验的人员组成，包括土壤微生物调查专业人员1-2名、土壤动物调查专业人员1-3名，至少1人具有高级职称，其中1人担任队长。

5.5.2 土壤生物调查原则上在植物生长旺盛期，即土壤生物多样性和功能最高的时期采样。在耕地类型下，选择在作物生长旺盛期或多季作物的夏粮收获期进行（表1）。

表1 全国耕地划分区内土壤生物调查采样时间选择

耕地划分区	采样时间
东北区	6月-7月
内蒙古及长城沿线区、黄土高原区、黄淮海区、甘新区	6月-8月
青藏区	7月-8月
长江中下游区、西南区、华南区	6月-7月或9月-10月

5.5.3 土壤生物调查应避免导致土壤生物群落显著变化的环境和管理条件。在实施野外采样时，根据区域天气和农业管理条件的变化，避开降雨等天气、以及施肥和灌溉等管理时期。

5.5.4 土壤生物调查可与土壤剖面调查同时进行。由土壤剖面调查人员负责立地条件与生产利用状况等调查，土壤剖面表层样品的理化分析数据可以用于土壤生物多样性和土壤生物健康评价。土壤生物调查选择的土种样点在没有土壤剖面调查点时，需要同时进行土地利用等调查和土壤表层样品的基础物理化学分析。

5.6 土壤生物样品中转站建设管理

5.6.1 中转站条件

应具备收集、处理、储存土壤微生物和线虫、蚯蚓样品功能的设备和设施，包括4℃低温冷藏箱、-80℃超低温冰箱、土壤生物DNA提取设备、土壤线虫和动物形态学观察与鉴定设备等。详细过程见操作手册第3章、第4章。

5.6.2 土壤生物调查样品制备

土壤生物样品中转站应承担制备土壤生物分析样品，管理土壤生物样品二维码信息等功能。详细过程见操作手册第3章、第4章。

5.7 土壤生物调查样品分析测试单位选择

土壤生物样品分析单位应具有符合国家与行业相关分析要求的认证资质，并且在相关行业具有较好的口碑；具有独立承担民事责任的能力；具有良好的商业信誉和健全的财务会计制度；具有履行合同所必需的设备和专业技术能力；生物测序公司还需获得高通量测序行业认证资质证书并从事相关业务3年以上。

5.7.1 认证资质

5.7.1.1 行业资质认证：ISO9001质量管理体系认证证书、PacBio官方认证测序服务商证书，Illumina官方认证测序服务商证书等。

5.7.1.2 国家资质认证：中国计量认证（CMA）证书和中国合格评定国家认可委员会认证（CNAS）证书。

5.7.2 分析技术与设备要求

5.7.2.1 分析技术：具有进行土壤微生物和动物样本保存和种群鉴定，基因高通量测序和分析的技术能力。

5.7.2.2 设备要求：应配备有支撑土壤生物调查所需的专业设备，包括样本保藏室、生物培养室、第二代高通量基因测序平台（如Illumina HiSeq、MiSeq）、体视显微镜等。

5.7.3 数据分析软件与处理要求

土壤微生物、线虫、蚯蚓基因测序数据分析软件、比对数据库、处理软件应具备行业内公认的权威性。如测序分析软件Qiime、Uclust、Mothur、Chromas等，比对数据库Silva、NCBI、NGDC等，处理软件OriginLab等。

6. 土壤生物调查和评价指标体系与分析方法

6.1 土壤生物评价指标体系

依据土壤生物评价多功能性指标的重要性和代表性，将评价指标分为三个层次，第一层包括：土壤微生物生物量、土壤微生物活性、土壤微生物组成和多样性、土壤生物功能多样性、土壤动物组成和多样性。第二层基于其功能分为相互独立的指标群。第三层包括在一定功能类群下的核心指标和补充指标（表 2）。在省域尺度开展土壤普查时，需要基于土壤生物调查目标选择生物学指标，如开展基于土种样点采样的土壤生物详查标可选择核心生物学指标进行调查，而开展基于网格布点的表层土壤生物多样性普查可以选择土壤微生物生物量碳、土壤呼吸强度、细菌和真菌 Alpha-多样性进行调查。详细过程见附件操作手册第 1 章。

表 2 土壤质量和土壤健康生物学调查和评价指标体系

第一层	第二层	第三层核心指标	第三层补充指标
1. 土壤微生物生物量	土壤微生物生物量	土壤微生物生物量碳	
	土壤微生物绝对丰度(荧光定量 PCR 定量)	细菌绝对丰度 真菌绝对丰度 古菌绝对丰度	1. 固碳菌绝对丰度 2. 固氮菌 DNA 丛枝菌根菌 DNA
2. 土壤微生物活性	土壤呼吸强度	葡萄糖底物诱导呼吸强度	呼吸熵
	土壤典型碳、氮、磷转化酶活性	1. 碳：多酚氧化酶活性 2. 氮：氨单加氧酶活性 3. 磷：磷酸酶活性	1. 碳：β-葡萄糖苷酶活性 2. 氮：脲酶活性、硝酸还原酶活性
3. 土壤微生物组成和多样性	第二代高通量测序土壤微生物群落组成物种组成和多样性	1. 细菌、真菌、古菌群落组成 2. 细菌、真菌、古菌 Alpha-多样性 (Shannon 指数, Chao1 Richness 指数, Evenness 指数)	1. 细菌、真菌、古菌群落 Beta-多样性 (基于 Bray-Curtis 的非度量多维尺度分析 NMDS 以及 PCA 分析) 2. 优势功能微生物 (纤维素分解菌, 硝酸菌, 亚硝酸菌, 固氮细菌, 解磷菌, 解钾菌, 青枯菌, 尖孢镰刀菌) 组成
4. 土壤生物功能多样性	宏基因组测序土壤微生物功能多样性	土壤养分循环功能基因 alpha-多样性 (Shannon 指数, Chao1 Richness 指数, Evenness 指数)	1. 土壤养分循环功能基因 Beta-多样性 (基于 Bray-Curtis 的 NMDS, PCA) 2. 土壤耐逆 (盐碱、酸、旱等逆境) 功能基因相对丰度
5. 土壤动物组成和多样性	线虫密度、组成和多样性	1. 线虫密度 2. 形态学鉴定线虫组成 (植食性线虫, 食细菌线虫, 食真菌线虫, 捕食类线虫, 杂食性线虫)	分子生物学鉴定线虫组成

	蚯蚓生物量、组成和多样性	1. 蚯蚓生物量 2. 蚯蚓形态学鉴定组成（表生型蚯蚓，内生型蚯蚓，深栖型蚯蚓）	分子生物学鉴定蚯蚓组成
--	--------------	---	-------------

6.2 土壤微生物生物量

氯仿熏蒸提取-重铬酸钾法/碳光谱分析法。见操作手册第 5 章。

6.3 土壤细菌、真菌、古菌和重要碳氮磷功能基因丰度

实时荧光定量 PCR 法。见操作手册第 6 章。

6.4 土壤呼吸强度

葡萄糖底物诱导呼吸法。见操作手册第 7 章。

6.5 土壤酶活性

6.5.1 苯酚-次氯酸钠比色法测定土壤脲酶活性。见操作手册第 8 章第 2 节

6.5.2 酚二磺酸比色法测定土壤硝酸还原酶活性。见操作手册第 8 章第 3 节

6.5.3 夹心酶联免疫吸附法测定土壤氨单加氧酶活性。见操作手册第 8 章第 4 节

6.5.4 磷酸苯二钠比色法测定土壤磷酸酶活性。见操作手册第 8 章第 5 节

6.5.5 甲基伞形酮- β -D-葡萄糖苷荧光底物法测定土壤 β -葡萄糖苷酶活性。见操作手册第 8 章第 6 节

6.5.6 左旋多巴比色法测定土壤多酚氧化酶活性。见操作手册第 8 章第 7 节

6.6 土壤宏基因组

第二代高通量测序法。见操作手册第 9 章。

6.7 土壤微生物群落组成

高通量测序方法。见操作手册 10 章。

6.8 土壤优势功能微生物分离培养及鉴定

6.8.1 纤维素培养基培养纤维素分解菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.2 亚硝酸盐培养基培养硝化细菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.3 铵盐培养基培养亚硝化细菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.4 YEM 培养基培养固氮细菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.5 NBRIIP 培养基培养解磷细菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.6 Aleksandrov 培养基培养解钾菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.7 SAMA 培养基培养青枯菌及二代测序鉴定法。见操作手册第 11 章

6.8.8 Komada 培养基培养尖孢镰刀菌及二代测序法。鉴定见操作手册第 11 章

6.9 土壤线虫群落分析

6.9.1 贝尔曼漏斗法分离法。见操作手册第 12 章

6.9.2 光学显微镜下的线虫鉴定法。见操作手册第 12 章

6.9.3 线虫测序鉴定法。见操作手册第 12 章

6.10 土壤蚯蚓群落分析

6.10.1 乙醇麻醉与固定法。见操作手册第 13 章

6.10.2 蚯蚓形态学鉴定法。见操作手册第 13 章

6.10.3 蚯蚓线粒体基因测序鉴定法。见操作手册第 13 章

7. 土壤生物调查质量控制

土壤生物调查质量控制目标是保证土壤生物调查数据和分析资料具有代表性、准确性、精密性、可比性和完整性。质量控制涉及土壤生物调查和评价的全部过程。

7.1 建立土壤生物调查质量控制体系

对土壤生物样品采集、指标分析、数据产生、上报和入库过程进行数据检验和数据质量控制。

7.2 建立健全测试单位规章制度

加强分析检测人员技术和责任心培训，控制分析差错。

7.3 土壤生物采样过程质量控制

保证样品采集的随机性和等量性。

7.4 土壤生物样品分析过程中系统误差、随机误差和差错控制，见操作手册第 14 章

7.4.1 校正仪器和量具，控制试剂质量，选用合适的分析方法以及对照试验，控制系统误差。

7.4.2 进行 10%~15% 平行双样分析，控制精密度。

7.4.3 设置土壤生物调查质控样品，督查分析单位的分析质量，控制准确度。

7.5 土壤生物数据质量控制，见操作手册第 15 章

7.5.1 分析过程中数据质量控制包括平行样数据录入、缺失和低于检测限数据录入、有效数字计算修约。

7.5.2 分析数据上报前的检验包括范围和逻辑检查、完整性检查、一致性和有效性检查。

7.5.3 分析数据上报后对可疑数据开展系统误差、过失错误分析，对离群数据（可疑数据）采用统计学方法判别。

8. 土壤质量和土壤健康的生物学综合评价

8.1 建立评价土壤质量和土壤健康生物学评价的最小指标集

8.2 标准化生物学评价指标值，确定转换阈值

8.3 建立生物学评价指数评分方程

8.4 从生物学角度评价土壤质量和土壤健康等级，撰写评价报告

根据评价结果，采用地理信息系统软件绘制土壤质量和土壤健康的生物学评价图，撰写评价报告，提出土壤质量和土壤健康的生物学调控对策。评价方法见操作手册第 16 章。

9. 土壤生物调查成果管理

9.1 建立土壤生物调查数据库

基于“三普”技术规范，在全国农业技术推广服务中心《耕地地力调查与质量评价技术规程 NY1634-2008》、《县域耕地资源管理信息系统数据字典》基础上，完善土壤生物调查数据标准。按数据库规范建立物理隔离的全国土壤生物调查数据库，包括空间数据、属性数据、相关参数、模型等，为“三普”提供土壤生物学性状数据支撑。

9.2 开展土壤生物调查数据分析与评价，提交土壤生物调查报告

组织土壤生物调查数据分析和评价专家组，撰写土壤生物调查总结报告、土壤质量和土壤健康的生物学评价报告，与土壤生物调查数据库一起提交第三次全国土壤普查办公室。