

团 体 标 准

T/ACEF □□□—20□□

建设用地土壤健康评估技术指南

Technical guide for soil health assessment of construction land

（草案）

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	3
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原则和工作目标	2
5 工作程序和内容	3
6 资料分析	5
7 指标体系构建	6
8 调查监测	7
9 分层评估	9
附录 A 土壤健康指标分级赋分表.....	101
附录 B（规范性附录）土壤监测指标推荐分析方法.....	错误!未定义书签。2

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为首次发布。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会归口。

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国土地管理法》《中华人民共和国土壤污染防治法》和《工矿用地土壤环境管理办法（试行）》等法律法规，保障土壤生态系统服务功能，保护生态环境，加强建设用地土壤环境保护，指导建设用地土壤健康评价，制定本技术指南。

土壤是陆地生态系统的基础，具有支持农业及林业生产活动、提供养分、其他物质和水的储存过滤和转化、生物多样性、人类活动的物理和文化环境、碳库、地质考古遗产档案等功能；为植物和动物提供栖息场所，是支撑生命体活动和潜在动植物群落发展的重要载体，对于保护和提高生物多样性具有重要作用。开展建设用地土壤健康评价是提高陆地生物多样性、提升土壤碳汇能力、支撑区域绿色可持续发展的必要举措。

本文件由生态环境部环境规划院提出。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

建设用地土壤健康评估技术指南

1 适用范围

本技术指南规定了建设用地土壤健康评估的原则、内容、程序、方法和技术要求。

本技术指南适用于区域或地块尺度建设用地土壤健康评估，包括居住用地、公共管理与公共服务用地、商业服务业用地、工矿用地、仓储用地、交通运输用地、公用设施用地、绿地与开敞空间用地等土地利用类型。

2 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。

GB36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则

HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则

HJT 166 土壤环境监测技术规范

第三次全国土壤普查技术规程：土壤外业调查与采样技术规范（试行）

第三次全国土壤普查技术规程：土壤生物调查技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本技术规范。

3.1

土壤生态系统服务 soil ecosystem services

人类从土壤生态系统获得的惠益，可分为支持服务、调节服务、供给服务和文化服务四类，包括初级生产、养分循环、水质调节、气候调节、侵蚀调节、食物供给、原料供给、纤维与燃料供给、栖息地、

遗传资源、美学与精神、文化遗产等。

3.2

建设用地土壤健康 soil health of construction land

建设用地土壤满足其生态系统功能范围(适合其环境)的状态,包括维持植物和动物的生产力、维持或改善水和空气质量、促进植物生长和动物健康等。

3.3

土壤胁迫因子 soil stress factors

土壤胁迫因子是指影响土壤生态系统服务功能的环境或人为因子,通常包括水土流失、土壤侵蚀、土壤有机质、土壤污染、土壤压实板结、盐碱化、土壤占压等。

3.4

土壤健康评估 soil health assessment

对土壤所能提供的生态系统服务功能的评估,通常用可以反映土壤健康状况的具体指标进行表征。

3.5

土壤健康评估指标 soil health assessment indicators

土壤健康评估指标是指可以反映土壤健康状况的指标,一般可分为物理指标、化学指标和生物指标。

3.6

土壤健康指数 soil health index

土壤健康指数是指在土壤健康评估中,对土壤健康评估指标进行定量转换和加权,将其纳入最终的单一分值以表征土壤健康状况。

4 基本原则和工作目标

4.1 基本原则

4.1.1 系统性原则

综合考虑建设用地土壤有机质转化与累积、维持水气流动和根系生长、种子萌发和根系生长介质、

植物的养分和水分供给、生物多样性保护、土壤中物质过滤和缓冲、污染物转化、温室气体释放调节、地表土壤保持、自然和文化景观多样性保持等功能，系统评估建设用地土壤生态系统服务能力。

4.1.2 科学性原则

建设用地土壤健康评估指标的选取需满足科学原理可靠、可测量、对外界变化较为敏感、成本较低、具有较高的准确性和精确性等标准，从土壤类型、地理条件、气候条件、胁迫因子等因素，筛选适用指标形成最小数据集、解释指标以及整合评价指标，最终形成土壤健康指数。

4.1.3 可比性原则

土壤健康状况是一个长期、动态变化的过程，受城市建设、自然环境、人为活动等影响，因此在建设用地土壤健康评估指标体系构建和具体评估工作中，要体现空间、时间尺度的连续性和可比性，开展长周期连续监测和动态评价。

4.2 工作目标

构建系统科学的建设用地土壤健康评估框架和指标体系，规范指导建设用地土壤健康评估工作，逐步建立土壤健康评估数据库，掌握地块尺度和区域尺度建设用地土壤健康现状，作为土壤环境调查监测的数据基础和环境管理的重要支撑。

5 工作程序和内容

建设用地土壤健康评估工作内容包括资料分析、指标体系构建、调查监测、分层评估和综合评估。建设用地土壤健康评估程序见图 5-1。

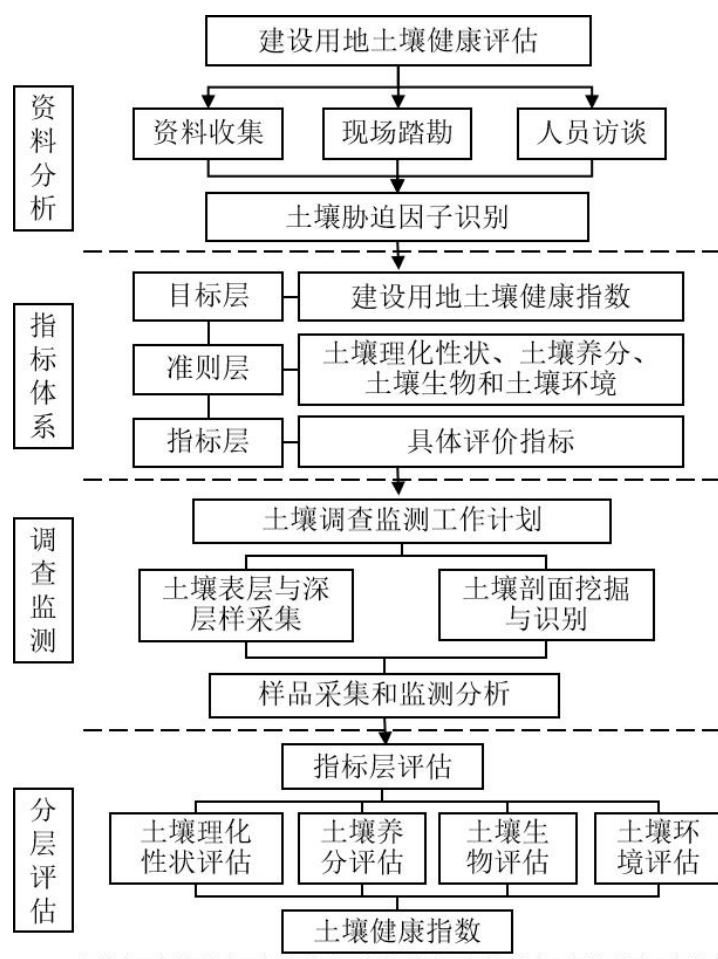


图 5-1 建设用地土壤健康评估程序

5.1 资料分析

收集土壤类型、地理条件、气候条件、土地利用现状及规划、社会经济、作物类型、土壤环境等相关资料和数据，识别建设用地土壤胁迫因子和关键影响因素，初步分析土壤健康状况。

5.2 指标体系构建

基于系统工程和生态经验的评分功能，对建设用地土壤健康相关的土壤理化性质、养分、生物和环境指标进行标准化，筛选形成最小数据集、解释指标以及整合评价指标，采用文献分析与专家打分相结合的方法确定指标权重与分级。

5.3 调查监测

在土壤相关资料和数据分析基础上，采集建设用地土壤样品，包括表层样、深层样、土壤剖面，根据构建的建设用地土壤健康评估指标体系，按照国家相关检测方法开展指标检测分析。

5.4 分层评估

分为指标层、准则层和目标层进行评估。在土壤调查监测基础上，按照土壤健康指标分级和赋值，分别对指标层进行评估，确定评估对象各指标分值；在指标层评估基础上，分别对准则层土壤理化性状、养分、生物和环境四类评估指标进行评估；根据指标权重确定土壤健康指数。

6 资料分析

6.1 资料收集

6.1.1 区域的自然和社会信息包括：自然信息包括地理位置图、地形、地貌、水文、地质、气象资料及土壤资源、森林资源、湿地资源等；社会信息包括人口密度和分布，区域所在地的功能定位、经济现状、发展规划和行业分布特征，国家和地方相关的政策、法规与标准等。

6.1.2 土地利用资料包括：区域土地利用现状、土地利用规划、土地利用强度，地块利用变迁过程变化情况，作物类型，以及相关历史遥感影像。

6.1.3 生态环境状况资料包括：土壤剖面、土壤侵蚀等科学研究数据；水土流失、土壤侵蚀、土壤有机质、土壤压实板结、盐碱化、土壤占压等资料；区域大气、水、生态环境状况等；自然保护区、重点生态区和生物多样性保护区等分布。

6.1.4 建设用地环境资料包括：土壤普查、土壤质量监测、土壤污染状况调查等有关部门组织的相关调查；地块土壤及地下水污染调查和评估报告，自行监测和监督性监测等环境监测数据，以及政府机关和权威机构所保存和发布的环境资料，公告、企业在政府部门相关环境备案和批复。

6.2 现场踏勘

对调查范围内的建设用地开展现场踏勘，包括建设用地利用现状及历史情况、周边敏感受体、周围区域的现状与历史等。

现场踏勘的重点包括：建设用地及周边区域利用现状、建（构）筑物情况；水土流失、土壤侵蚀、盐碱化、土壤占压等；历史污染事故等。

6.3 人员访谈

人员访谈是对收集资料和现场踏勘所涉及的疑问，以及补充信息等进行核实。

访谈对象包括：

(1) 地块管理机构和地方政府的官员，包括生态环境、自然资源、园林绿化、城乡规规划等行政主管部门的官员；

(2) 地块过去和现在各阶段的使用者，包括土地使用权人、管理人员和现场工作人员；

(3) 周边居民等。

访谈方法包括当面交流、电话交流、电子或书面调查表等方式。

6.4 土壤胁迫因子识别

评估人员根据资料分析和专业判断，从水土流失、土壤侵蚀、土壤有机质、土壤污染、土壤压实板结、盐碱化、土壤占压等方面，初步识别影响建设用地土壤健康的关键因子，分析资料缺失影响土壤健康评估的数据需求。

7 指标体系构建

7.1 指标筛选原则

7.1.1 所选指标与土壤功能密切相关，可反映土壤物理、化学或生物学属性；

7.1.2 所选指标具备操作性强、有效性高、准确性强、成本低廉等优势，并可在短时间内帮助决策；

7.1.3 对土壤管理、土地利用、气候变化等因素引起的土壤功能变化较为敏感；

7.1.4 测定指标能反映土壤功能与管理目标之间的关系，可以在相关的时间尺度进行决策，为土壤管理提供重要信息。

7.2 指标体系构建

建设用地土壤健康评估的重点是对植物生长的支撑作用、对人体健康的影响、养分循环、水质调节、气候调节等。采用文献分析与专家咨询相结合的方法确定建设用地土壤健康评估指标，包括目标层、准则层和指标层。其中，目标层是指建设用地土壤健康指数；准则层是指土壤理化性状、土壤养分、土壤生物和土壤环境四大类评估指标；指标层是指具体的评估指标。具体见表 7-1。

表 7-1 建设用地土壤健康评估指标体系

目标层	准则层	指标层	指标权重
建设用地土壤健康指数	土壤理化性状指标	土壤质地、土体构型、土壤厚度、土壤容重、土壤含水率、团聚体稳定性系数、土壤 pH、有机质质量比、阳离子交换量	5 名高级职称以上专家打分确定
	土壤养分指标	全氮、全磷、全钾、有效铁、有效硼、有效硒	5 名高级职称以上专家打分确定
	土壤生物指标	土壤脲酶活性、土壤酸性磷酸酶活性、土壤蔗糖酶活性、可溶性有机碳质量比、土壤呼吸速率、土壤蚯蚓数量	5 名高级职称以上专家打分确定
	土壤环境指标	《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB36600）》规定的污染物	5 名高级职称以上专家打分确定

7.2.1 土壤理化性状类评价指标包括土壤质地、土体构型、土壤厚度、土壤容重、土壤含水率、团聚体稳定性系数、土壤 pH、有机质质量比、阳离子交换量等。

7.2.2 土壤养分类指标包括土壤养分元素含量、土壤有益微量元素含量两类，包括全氮、全磷、全钾、有效铁、有效硼、有效硒等。

7.2.3 土壤生物类指标包括土壤脲酶活性、土壤酸性磷酸酶活性、土壤蔗糖酶活性、可溶性有机碳质量比、土壤呼吸速率、土壤蚯蚓数量等。

7.2.4 土壤环境类指标包括建设用地土壤环境质量相关标准规定的污染物，按照《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》对土壤污染风险进行评价。

7.3 指标权重确定

7.3.1 指标分级赋分。根据文献调研和专家评分结果，确定土壤健康评估指标分级赋分标准，见附录 A。

7.3.2 确定指标权重。采用主观赋值法，由专家打分或通过问卷调查的方式，得到各指标权重。见表 7-1。

8 调查监测

8.1 点位布设

8.1.1 调查对象为评估范围内的建设用地，已有建（构）筑物、路面硬化、地下管线等不具备采样条件的，不进行现场采样。

8.1.2 点位布设原则主要考虑全面性原则：布设的点位要全面覆盖不同类型调查监测单元区域；代表性原则：针对不同调查监测单元区域土壤的污染状况和污染空间分布特征采用不同布点方法，布设的点位要能够代表调查监测区域内土壤健康状况；客观性原则：具体采样点选取应遵循“随机”和“等量”原

则，避免一切主观因素，使组成总体的个体有同样的机会被选入样品，同级别样品应当有相似的等量个体组成，保证相同的代表性；可行性原则：布点应兼顾采样现场的实际情况，考虑交通、安全等方面情况；保证样品代表性最大化、最大限度节约人力和实验室资源；连续性原则：布点在满足调查监测要求的基础上，应兼顾以往土壤调查监测布设的点位情况，并考虑长期连续调查监测的要求。

8.1.3 土壤采样点位包括土壤表层采样点、土壤深层采样点、土壤剖面采样点，点位布设可参考 HJ25.2。土壤深层采样点与土壤表层采样点按照 1: 8 比例采样，即每 8 个表层样点位中选取一个点位作为深层样采样点位。土壤剖面采样点根据区域面积、土壤类型等综合确定。

8.2 采样方法

8.2.1 土壤表层样采样深度 0~20cm，深层样采样深度为 100cm~150cm 左右，样品应自规定的起始深度以下连续采 10~50cm 长的土柱，总量不少于 1000g，避免采集基岩风化层，采样方式可以使用土钻或者人工开挖的办法。每个采样区的样品为土壤混合样。混合样的采集主要有四种方法：对角线法，梅花点法，棋盘式法，蛇形法。具体见 HJT 166。

8.2.2 土壤剖面挖掘地点应在景观部位、土壤类型、土地利用等方面具有代表性；剖面的观察面应向着阳光照射的方向，避免阴影遮挡；剖面的观察面上部严禁人员走动或堆置物品，以防止土壤压实或土壤物质发生位移而干扰观察和采样；挖出的表土和心底土应分开堆放于土坑的左右两侧，观察完成后按土层原次序回填，以保持表层土壤的肥力水平。

（1）平原与盆地区。在平原与盆地等平缓地区，剖面尺寸为 1.2 m（观察面宽）× 1.2~2 m（观察面深；如遇岩石，则挖到岩石面）× 2~4 m（一般 2m）。

（2）山地与丘陵区。受地形和林灌植被等的影响，在无法选取相对平缓、植被少遮挡的景观部位挖掘剖面时，可选择裸露的断面或坡面作为剖面挖掘的点位，但是为了保证剖面的完整性和样品免受污染，修葺剖面时，应向自然断面或坡面内部延伸 20~40 cm，直至裸露出新鲜、原状土壤。

具体见《第三次全国土壤普查技术规程：土壤外业调查与采样技术规范（试行）》。

8.3 样品采集

参照 HJ166 等，开展样点现场确认、样点信息调查与填报、样品采集、样品包装与寄送等工作。

8.4 检测分析

8.4.1 土壤监测指标包括理化性状指标、养分指标、生物指标、环境指标，具体见 7.2。

8.4.2 数据评估主要包括（1）实验室检测分析。委托有资质的实验室对土壤样品进行检测分析。（2）数据评估。整理调查信息和检测结果，评估检测数据的质量，分析数据的有效性和充分性，确定是否需要补充采样分析等。

9 分层评估

参照 7.2 建立的土壤健康评估指标层、准则层和目标层，分层进行评估。

9.1 指标层评估

根据土壤检测结果，参照附录 A 对土壤健康指标进行分级赋分。

对于土壤理化性状指标、土壤养分指标、土壤生物指标三类指标，采用直接赋分法；对于土壤环境指标，参照 HJ25.3 计算各污染物致癌风险，取最大值，再对照赋分表进行赋分。

9.2 准则层评估

根据指标层评估结果，采用加权平均值分别确定准则层评估结果，即土壤理化性状指标、土壤养分指标、土壤生物指标、土壤环境指标的评估结果。按式（1）计算：

$$F = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_i f_i}{n} \dots\dots\dots (1)$$

式中， F 为准则层评估结果， x_i 为第 i 个土壤健康指标分值， f_i 为第 i 个土壤健康指标权重。

9.3 目标层评估

目标层评估结果为建设用地土壤健康指数。按式（2）计算：

$$SHI = \sum F_i \cdot W_i \dots\dots\dots (2)$$

式中， SHI 为土壤健康指数， F_i 为第 i 个土壤健康指标准则层分值， W_i 为第 i 个指标权重。

土壤健康指数大于等于 80（含）为优秀，大于 70（含）小于 80 为良好，大于 60（含）小于 70 为一般，小于 60 为较差。

若土壤环境指标中污染物含量超过 GB36600 规定的管制值，则土壤健康指数不得高于 60。

附录 A 土壤健康指标分级赋分表

(规范性附录)

	评价指标		指标分级及赋值					
			100	90	80	70	60	40
理化 性状 指标	土壤质地		壤土	黏土	黏土	砂土	砂土	砾质土
	土体构型		均质质地剖面	夹层质地剖面			体(垫)层质地剖面	
	土壤厚度/cm		≥150	[100,150)	[60,100)	[60,100)	[30,60)	[0,30)
	土壤容重/(g·cm ⁻³)		[1,1.25)	[1.25,1.35)	[1.25,1.35)	[1.35,1.45)	[1.45,1.55)	≥1.55 或 0~1
	土壤含水率/%		壤土: [15,25), 粘土: [25,30)		壤土: [10,15), 粘土: [20,25)		壤土: <10 或 ≥25, 粘土: <20 或 ≥30	
	团聚体稳定性系数/%		>45	(30,45]			[0,30]	
	土壤 pH 值		[6.0,7.9)	[5.5,6.0)或 [7.9,8.5)	[5.0,5.5)或 [8.5,9.0)		[4.5,5.0)	0~4.5 或>9.0
	有机质质量比/(g·kg ⁻¹)		≥40	[30,40)	[20,30)	[10,20)	[6,10)	[0,6)
	阳离子交换量/(cmol·kg ⁻¹)		>20	(15,20]		(10,15]		0~10
	养分 指标	土壤养分 元素含量	全氮质量比/(g·kg ⁻¹)	>2	1.5~2		1~1.5	0.75~1
全磷质量比/(g·kg ⁻¹)			>1	0.8~1		0.6~0.8	0.4~0.6	0~0.4
全钾质量比/(g·kg ⁻¹)			>25	20~25		15~20	10~15	0~10
土壤有益 微量元素 含量		有效铁质量比/(mg·kg ⁻¹)	>20	10.0~20.0		4.5~10.0	2.5~4.5	0~2.5
		有效硼质量比/(mg·kg ⁻¹)	>2.0	1.0~2.0		0.5~1.0	0.2~0.5	0~0.2
		有效硒质量比/(mg·kg ⁻¹)	>3.0	0.40~3.0		0.18~0.40	0.13~0.18	0~0.13
生 物 指标	土壤脲酶活性/(U/g)		>1000		700~1000		500~700	0~500
	土壤磷酸酶活性/(U/g)		>10		7~10		5~7	0~5
	土壤蔗糖酶活性/(U/g)		>50		30~50		20~30	0~20
	可溶性有机碳质量比/(mg·kg ⁻¹)		≥100	[80,100)	[60,80)	[40,60)	[20,40)	[0,20)
	土壤呼吸速率/(μg·(g·h) ⁻¹)		>1	(0.8,1]	(0.4,0.8]	(0.2,0.4]	(0.1,0.2]	[0,0.1]

	土壤蚯蚓数量/条每平方米	>20	(15,20]	(10,15]	(10,15]	(5,10]	[0,5]
环境 指标	致癌风险	$(0,10^{-6}]$	$(0,10^{-6}]$	$(10^{-6},10^{-5}]$	$(10^{-6},10^{-5}]$	$(10^{-5},10^{-4}]$	$\geq 10^{-4}$
	是否超过建设用地土壤污染风险管制值	若污染物含量超过建设用地土壤污染风险管制值，则目标层土壤健康指数不得高于 60。					