江苏省地方标准

《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》

（征求意见稿）编制说明

标准编制组

2023 年 1 月

项目名称：土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南

计划编号：

项目负责单位：中国科学院南京土壤研究所、生态环境部环境规划院、江苏省环境工程技术有限公司

项目负责人：宋静

技术委员会：江苏省土壤修复标准化技术委员会

目 次

1 项目背景 1
1.1 任务来源 1
1.2 编制单位 1
2 编制过程 2
2.1 预研阶段 2
2.2 立项阶段 2
2.3 起草阶段主要工作内容 2
3 标准制订的必要性分析 4
3.1 土壤污染调查和损害鉴定评估结果的准确性亟待进一步提高 4
3.2 土壤污染异质性增大了损害调查结果的不确定性 4
3.3 现行土壤污染调查和损害鉴定评估标准中采样方法存在局限性 4
4 国内外相关标准研究进展 5
4.1 土壤污染调查技术规范 5
4.2 土壤环境损害鉴定评估技术规范 9
4.3 决策单元多点增量采样方法 12
5 编制原则、技术路线和编制方法 14
5.1 编制原则 14
5.2 技术路线 14
5.3 编制方法 15
6 指南主要条文的编制说明 16
6.1 范围 16
6.2 规范性引用文件 16
6.3 术语和定义 17
6.3.1 数据质量目标 data quality objective 17
6.3.2 现场二次抽样 field subsampling 18
6.3.3 现场采样平行样 field sampling replicates 19
6.3.4 单孔采样单元样本 single borehole sampling unit sample 20
6.3.5 实验室二次抽样平行样 laboratory sub-sampling replicates 20
6.4 基本原则 20
6.4.1 规范性 20
6.4.2 针对性 21
6.4.3 代表性 21
6.5 工作程序 22

6.6 采样方案编制 23
6.6.1 采样单元划分 23
6.6.2 分点位置 24
6.6.3 分点数量 25
6.6.4 样本质量 26
6.6.5 采样深度 27
6.7 现场采样及质量控制 28
6.7.1 采样工具 28
6.7.2 土壤样本采集 34
6.7.3 现场采样质量控制 35
6.8 实验室二次抽样与质量控制 36
6.8.1 湿样 36
6.8.2 干样 37
6.8.3 实验室分析与质量控制 38
6.9 数据质量评价 39
6.10 污染和损害范围确定 40
7 与国内、国际同类标准水平的对比情况 41
8 本标准与现行有关法律法规和国家标准的关系 42
9 重大分歧意见处理过程及结果 43
10 贯彻标准的要求、措施和建议 43
11 其它应予说明的事项 44
12 参考文献 46
附表 1 标准开题专家咨询会意见及回复情况 48
附表 2 标准征求意见稿专家咨询会意见及回复情况 50
附表 3 标准征求意见稿技术审查会意见及回复情况 55

1 项目背景

1.1 任务来源

土壤采样是土壤污染调查的基础，采样调查结果的精度直接影响污染风险评价结果的准确性和风险管理决策的合理性。传统的土壤环境调查通常在每个采样单元中采集 1 个离散点（Discrete sample）或少量点位（3 点、5 点和 9 点等）的混合样。然而，传统采样方式由于分点数少、样品量小，当采样单元中变异较大时，容易造成样品代表性不强，平均值估算误差大，甚至导致决策错误。大量研究表明，土壤监测各环节对总误差的贡献，现场采样＞室内制样＞实验室分析。而我国现行土壤采样相关导则中现场平行样从同一点位采集，未能充分考虑土壤污染物的空间异质性对土壤调查结果不确定性的影响。因此，评估和控制现场采样和实验室制样的误差对降低土壤监测数据总误差，提高数据质量和环境决策可靠性至关重要。针对上述问题，中国科学院南京土壤研究所宋静研究员课题组从 2017 年起对欧美国家近些年来兴起的一种新型采样方法决策单元多点增量采样法（Decision Unit Multi Increment Sampling, DUMIS）展开系统研究。

江苏省污染地块和环境损害案件均较多。在土壤污染和损害调查过程中，由于土壤污染物的空间异质性和传统采样方法的局限性，往往会出现平行样质控不合格、土壤污染程度和边界难以确定等情况，增大决策的不确定性。

2021 年 1 月，中国科学院南京土壤研究所联合生态环境部环境规划研究院申报了江苏省地方标准《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南》，2021 年 4 月 1 日江苏省市场监督管理局下达该标准制定的立项通知。

1.2 编制单位

本标准牵头编制单位为中国科学院南京土壤研究所，参与编制单位为生态环境部环境规划院、江苏省环境工程技术有限公司。

2 编制过程

2.1 预研阶段

在土壤污染调查采样技术方面，宋静课题组在国内最早开展决策单元-多点增量采样方法（DUMIS）的研究，近年来课题组基于 DUMIS 方法开展了土壤环境背景值调查、农田土壤-作物协同监测、地块土壤污染调查、地块修复效果评估等不同情景下采样方法的对比研究，在此基础上制定了《土壤质量 决策单元多点增量采样法》国家推荐性标准。目前，该标准待国家标准化委员会正式发布。

在生态环境损害鉴定评估方面，中国科学院南京土壤研究所宋静课题组于2013 年参与《生态环境损害鉴定评估技术指南 损害调查》的编制，该指南于2016 年 6 月印发。该指南通过对中外环境损害调查和环境监测体系进行全面对比，提出了理论上全面完整以及符合中国环境损害事件特点的环境损害调查范围，设计了相应的损害调查项目以及环境损害调查程序。

2.2 立项阶段

2021 年 1 月，经江苏省土壤修复标准化技术委员会推荐，南京土壤研究所联合生态环境部环境规划院申报了《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南》江苏省地方标准的制定项目。

2021 年 4 月 1 日，江苏省市场监督管理局下达了该项目的立项通知。

2.3 起草阶段主要工作内容

2021 年 4 月成立了《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南》编制组，根据工作进度的安排，编制组收集查阅了国内外相关文献、政策、规范、标准等，对土壤污染调查和环境损害鉴定评估采样技术进行了详细的调研和总结。为编制《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南》征求意见稿，开展了如下工作：

（1）资料收集和整理

2021.4-2021.6：对国内外与土壤污染调查技术和生态环境损害鉴定评估技术相关的政策、法规、标准进行了收集、整理和分析。

（2）完成开题报告

2021.6-2022.2：通过分析当前相关标准、规范和指南的不足，并结合前期工作成果，明确了标准的适用范围、原则、程序和内容，确定了标准的体系框架，完善标准本文内容，形成了《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南（草案）》及开题报告。2022 年 2 月 18 日，召开了本标准的开题专家咨询会，专家和代表参加会议并对标准编制工作提出了意见和建议，共提出 4 条意见，4 条意见均采纳。具体意见及回复情况如附表 1 所示。根据开题专家咨询会意见将标准名称更改为《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》。

（3）完成征求意见稿及其编制说明

根据开题专家咨询会的意见修改标准文本，完成了《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南（征求意见稿）》及其编制说明。

（4）征求意见稿专家咨询会

2022 年 8 月 12 日，江苏省土壤修复标准化技术委员会在南京组织召开了江苏省地方标准《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》（征求意见稿）专家咨询会，专家和代表参加会议并对标准编制工作提出了意见和建议，共提出意见 28 条，其中采纳意见 26 条，不采纳意见 2 条。具体意见及回复情况如附表 2 所示。

（5）征求意见稿技术审查会

2023 年 1 月 19 日，江苏省土壤修复标准化技术委员会在南京主持召开了江苏省地方标准《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》（征求意见稿）专家评审会（线上会议，腾讯会议号：592-535-576）。会议邀请五位专家组成专家组。与会人员听取了标准编制单位中国科学院南京土壤研究所的汇报，对文

本内容逐条进行了讨论，并提出了相关意见和建议，共提出意见6条，6条意见均采纳。具体意见及回复情况如附表3所示。

3 标准制订的必要性分析

3.1 土壤污染调查和损害鉴定评估结果的准确性亟待进一步提高

随着工业化和城市化进程的加快，我国近年来的土壤污染和损害事件频发，包括突发环境事件、长期累积排放污染、固体废弃物堆放和填埋、工矿企业历史遗留污染等，导致土壤环境受到严重损害。构建科学、完善的土壤环境污染调查和损害鉴定评估制度体系已经成为土壤环境保护实践的前沿工作。

土壤污染调查与土壤损害调查结果的准确性决定了后续环境决策的合理性。对污染土壤进行处置时需要根据污染的程度和范围来确定处置方式，因此准确地进行土壤污染程度和污染范围的量化尤为重要。此外，土壤环境损害鉴定评估往往涉及到刑事案件量刑和生态环境损害赔偿及责任追究等活动，《中华人民共和国民法典》的实施将生态环境损害赔偿的改革成果上升为国家基本法律，因此对于土壤环境污染和损害调查的准确性和科学性应当有更高的要求，以确保得到真实可靠的调查结论。

3.2 土壤污染异质性增大了损害调查结果的不确定性

土壤是由大小、形状不同的土粒经排列组合形成的不均匀体，水分、密度、持水性能及孔隙度是土壤基本的物理性质，许多研究表明这些物理性质在不同的空间尺度上都存在着空间异质性。同时，土壤分布于地球陆地表面，不仅受到气候、生物、地形等自然因素的影响，也受到人为因素的影响，污染物在土壤中的聚集往往因人为活动的增强而呈现出高度的空间变异性，小范围内土壤中同种污染物的浓度有时会呈现出数量级的差异。高度的空间异质性提高了了采集代表性样本的难度，从而增大了损害调查结果的不确定性。

3.3 现行土壤污染调查和损害鉴定评估标准中采样方法存在局限性

如此高的异质性提高了对调查采样方法的要求，目前已有的土壤污染调查和损害鉴定评估指南通常采用离散采样方法或分点数较少（5-9 个）的混合采样方法。如《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017）中规定，详细调查时对初步调查筛选的潜在污染区域，土壤采样点位每 400 m^2 不少于 1 个，其他区域每 1600 m^2 不少于 1 个。而《生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水》（GB/T 39792.1-2020）规定土壤损害详查阶段采样点位布设参照 HJ 25.1，即在初步调查识别的损害区域内采用系统布点法进行加密布点，在面积不大于 1600 m^2 的采样单元内采集一个离散样本。事实上当土壤污染物存在较大的空间变异时，离散采样或分点数较少的混合采样方法无法克服采样单元中污染物小尺度上的空间异质性，容易导致样本代表性不强、数据重现性差等问题。此外，现行相关标准中缺少评价土壤污染与土壤损害调查结果不确定性的相关内容。

近年来欧美国家出现了一种新型的采样方法——决策单元多点增量采样方法（Decision Unit Multi Increment Sampling，DUMIS），与传统的采样方法相比，DUMIS 方法通过提高分点数和样本量，通过多点采集分样、增大样本量以及选择合适的采样工具来提高样本的代表性，并强调现场采样、室内制样和实验室分析的全过程质量控制，以保证结果具有较强的重现性和可靠性。为了采集更具有代表性的土壤样本，降低调查结果的不确定性，本工作总体上参考 DUMIS 方法进行土壤污染调查和损害鉴定评估的采样工作，旨在制定科学、合理、可靠的土壤污染调查和损害鉴定评估采样技术指南。

4 国内外相关标准研究进展

4.1 土壤污染调查技术规范

（1）美国

美国环保署的土壤采样和质量控制主要包括土壤采样质量保证导则（EPA/

600/ 8-89/ 046）、土壤采样的准备规范（EPA-600/ 4-83-020）和挥发性有机物的采样和分析方法（EPA 1.2:G 91/ 12）等。

为了鼓励快速、经济、高效地开展场地环境调查，美国环保署（EPA）支持在场地评估、表征和修复过程采用简化程序，如三合会方法（The triad approach）进行采样，分析和数据管理。三合会方法包括：（1）系统的项目计划，通过识别场地概念模型（CSM）中的信息缺口将项目目标和必要的数据收集等活动联系起来，并以 CSM 指导现场工作并随着场地工作的推进和数据的获取及时更新 CSM;（2）动态的工作策略，实时的决策需要快速（实时）的数据反馈，动态方法的成功取决于授权经验丰富的员工在工作团队尚在现场的时候基于在项目计划阶段制定的决策逻辑“拍板”的能力;（3）实时测定，可在现场或固定的实验室中实现，除了分析技术，“实时”还包括采用快速的采样平台（如直压技术）、地球物理工具以及使实时决策成为可能的现场数据管理和可视化的软件。

美国测试和材料学会（American Society for Testing and Materials, ASTM）制定了针对土壤、地下水、空气及废弃物地采样和现场测试方法。、测试挥发性有机物的废弃物和土壤的采样方法（ASTM D4547）、土壤样品的保存和运输方法（ASTM D4220）、用螺旋土钻采样器的采样方法（ASTM D1452）、用薄管采样器的采样方法（ASTM D1587）、用环型衬管式采样器的采样方法（ASTM D3550）、用劈管式采样器的采样方法（ASTM D1586）、土壤样品的定性描述方法（ASTM 3550）等。

同时美国不同的州也颁布了相应的技术导则，如美国安大略省 1996 年发布的《安大略污染地点使用的抽样和分析方法指南》，美国怀俄明州 2000 年发布的《土壤取样确认指南》，新泽西州 2011 年发布的《污染场地指南》，加州 2001 年试行的《确认取样和分析计划》，夏威夷 2016 年颁布的《夏威夷州紧急应变

计划》等。

（2）日本

日本早在 1970 年就颁布了《农业用地土壤污染防治法》并作了数次修订，并制定了土壤质量标准和分析方法，1991 年 8 月修订了 Cd 等 10 项标准，于 1994 年 2 月增加了有机氯化合物等 15 项土壤环境限制标准。在颁布的《土壤污染对策法实施规则》中将监测物质分成三种，分别为特定有害物质（主要是挥发性有机物）、特定有害物质（主要是重金属等）和特定有害物质（主要是农药等）。针对土壤污染调查监测规定了点位布设、样品采集及样品分析检测等方法。

（3）英国

英国标准局（BSI）于 1988 年颁布了《潜在污染土壤的调查规范》（草案）（DD175:1988），该规范规定了一般土壤污染调查的程序和方法指导，包括准备、布点方法、样品采集数量、样品采集方法、质量控制及报告编写等内容。此外，还积极采纳了 ISO 的有关土壤采样与制样标准。例如《土壤质量理化分析用土壤样品的制备》（ISO 11264）、《土壤质量土壤 pH 的测定》（ISO 10390）、（ISO 1038226）《土壤质量用于好氧菌评价的土壤样品收集、处理和贮存导则》，以及《一系列土壤质量采样指南》（草案）（ISO 10381/ DIS），包括调查方法、取样设计、取样方法及安全防护方法等。

（4）加拿大

加拿大在 1999 年的场地管理流程中《联邦污染场地指南》）中规定了相关场地调查及采样工作简单流程；澳大利亚在 2011 年发布的《污染场地咨询报告指南》规定了对场地调查程序、技术要求等；新西兰在 2011 年发布的《污染场地管理指南卷 5——场地土壤调查和分析》中主要对污染场地调查做了统一性要求，包括场地调查的原则、土壤采样、实验室检测、数据分析，在布点、样品采集、评估方法方面做了简单要求。

（5）中国

我国现行的场地和农田土壤环境调查技术规范主要包括:《土壤环境监测技术规范》(HJT 166-2004)、《场地环境调查技术导则》(HJ 25.1-2014)、《场地环境监测技术导则》(HJ 25.2-2014)、《工业企业场地环境调查评估与修复工作指南(试行)》(2014 年)、《建设用地土壤环境调查评估技术指南》(2017)和《农田土壤环境质量监测技术规范》(NYT 395-2012)等。

此外，2018 年国家标准委发布了数个与土壤采样相关的推荐性标准，包括:《土壤质量 土壤采样技术指南》(GBT 36197-2018)、《土壤质量 土壤采样程序设计指南》(GBT 36199-2018)、《土壤质量 自然、近自然及耕作土壤调查程序指南》(GBT 36393-2018)和《土壤质量 城市及工业场地土壤污染调查方法指南》(GBT 36200-2018)等。

目前对于建设用地的土壤污染调查，布点方式主要有系统随机布点法、专业判断布点法、分区布点法及系统布点法等。每种布点方式的适用条件不同，且地块内可能存在污染程度不均匀以及污染情况复杂的情况，一种布点方法往往不能准确的得出整个区域土壤环境总体质量的正确结论，在实际操作中，一般会采用多种方式进行。对于采样布点数量，初步调查阶段，地块面积≤5000 m^2，土壤采样点位数不少于 3 个；地块面积＞5000 m^2，土壤采样点位数不少于 6 个，并可根据实际情况酌情增加。详细调查阶段，对于根据污染识别和初步调查筛选的涉嫌污染的区域，土壤采样点位数每 400 m^2 不少于 1 个，其他区域每 1600 m^2 不少于 1 个。地下水采样点位数每 6400 m^2 不少于 1 个。场地样品采集完成后，根据相关技术规范及场地生产工艺确定实验室检测指标。在实验室完成检测后，根据场地未来用地规划（即保护对象暴露情况的不同）将场地分为一类用地或二类用地，确定每个检测指标的评价标准。采用逐点比对法，某一污染物检测指标低于评价标准，则此污染物对人体无健康风险，高于评价标

准，则此污染物可能对人体存在健康风险，需要进一步的风险评估。当风险评估确定污染物对人体存在健康风险，通过插值法确定此污染物在土壤中的污染方量。

对于农用地的土壤污染调查，其布点方式主要按照不同监测目的和污染类型来确定布点方法。农田土壤需要采集混合样品，每个土壤单元至少有 3 个采样点组成，每个采样点的样品为农田土壤混合样。

土壤采样调查是获取土壤污染物空间分布信息最重要的手段，采样调查结果的精度直接影响污染风险评价结果的准确性和风险管理决策的合理性。总的来说，现行的采样方法多采用离散点采样和分点数较少（5-9）的混合采样方法，当土壤中污染物存在较大空间变异时，容易造成样本代表性不强，数据重现性不高等问题。此外，目前常用的地统计学插值法比较依赖污染物分布的空间自相关性，用离散点进行空间插值来预测未知点污染物含量存在较大的不确定性。针对现行采样方法存在的问题，中国科学院南京土壤研究所宋静研究员牵头编制了《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》国家推荐性标准，该标准通过多点采集增量、提高样本量以及选择合适的采样工具提高样本的代表性，并通过现场采样、实验室制样和实验室分析全过程的质量控制，确保数据的重现性和结论的可靠性。目前该标准已经在待发布的阶段。

4.2 土壤环境损害鉴定评估技术规范

（1）美国

美国是世界上第一个建立完备的环境损害评估和赔偿制度的国家，并随着环境形势的变化和结合环境损害应对实践经验不断改进，逐步建立了完善的生态环境损害评估与赔偿的法律体系、工作机制、技术方法体系，创造性地构建了一套完整的自然资源环境损害评估（Natural Resource Damage Assessment）制度。

美国涉及自然资源环境损害评估的主要联邦规章（Code of Federal Regulation）主要包括以下两种：一种是在超级基金的法律框架下，美国内政部（DOI）颁布的自然资源损害评估规章（43 CFR part11）；另一种是在与油污法有关的诉讼下，商贸部的国家海洋和大气管理局（NOAA）颁布的自然资源损害评估规章（油污法规章）（15 CFR part 990）。在美国自然资源损害评估中，有针对生物资源、地表水资源、地下水资源、地质资源以及空气资源的损害确认技术，明确界定了每一种自然资源的定义和是否发生损害的判定标准。但没有专门针对土壤资源的损害确认进行描述。

（2）欧盟

2004 年欧盟委员会制定了《预防和补救环境损害的环境责任指令》（Directive on Environmental Liability with Regard to the Prevention and Remedying of Environmental Damage）（以下简称《指令》），专门针对环境损害的预防与补救设置了环境损害评估及责任制度，基本上形成了欧盟环境污染损害评估与赔偿法律制度。《指令》只适用于环境损害的保护与补救，“环境”包括物种和栖息地、土地和《水框架指令》所指的水体三大类。除此之外，《指令》还规定了环境损害的修复目标，对于水体、受保护物种和自然栖息地，受损害的自然资源和被削弱的服务功能回到基线状态；对于土地损害，需要满足不会对人类健康产生重大风险的标准。

（3）中国

基于对国外相关环境损害鉴定评估的总结与归纳，结合国内土壤环境研究工作的进展，生态环境部颁布了一系列关于环境损害鉴定评估的技术导则。如针对《环境污染损害数额计算推荐方法（第Ⅰ版）》存在的问题与不足，生态环境部环境规划院于 2014 年推出了《环境损害鉴定评估推荐方法（第 II 版）》；尽管生态环境部先后发布的《环境污染损害数额计算推荐方法（第Ⅰ版）》和

《环境损害鉴定评估推荐方法（第 II 版）》在环境损害鉴定评估中得到了一定的认可，但仍需要进行进一步总结，上升为国家或行业标准，真正为环境司法实践提供技术依据。为此，根据生态环境损害赔偿制度改革工作的需要，生态环境部于 2016 年 4 月颁布了《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲》，以及为了进一步完善生态环境损害鉴定评估技术体系，规范生态环境损害鉴定评估工作，颁布了《生态环境损害鉴定评估技术指南 土壤与地下水》等技术指南，系统的对损害调查确认、因果关系分析和损害量化等程序提供了指导方法。2020 年生态环境部发布了《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 1 部分：总纲》（GB/T 39791.1-2020）、《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 2 部分：损害调查》（GB/T 39791.2-2020）、《生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水》（GB/T 39792.1-2020）等生态损害鉴定评估标准，作为对先前相关标准的补充和优化。

现行的生态损害鉴定评估相关标准在土壤损害调查和土壤环境基线水平确定环节都采用现行的采样方法，即离散点采样方法或分点数较少的混合采样方法，因此容易出现样本代表性不强、数据重现性差等问题，导致鉴定评估结果存在较大的不确定性。此外，在损害量化部分，现行的生态损害鉴定评估相关标准规定采用离散点空间插值来确定损害范围，如《生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水》（GB/T 39792.1-2020）要求采用空间插值方法，模拟未采样点位土壤和地下水的损害情况，获得受损土壤和地下水的二维、三维空间分布；对于不满足插值条件的情形，也可通过分析调查点位所能代表的区域，确定损害范围。实际上，一个特定点位的样本只能代表该点位的土壤，因此无论是空间插值方法还是用单个点位代表一定区域，都可能存在较大的不确定性，这种不确定性对土壤损害鉴定评估结果的准确性造成了非常不利的影响。

4.3 决策单元多点增量采样方法

基于现行采样方法的局限性，欧美等国家基于 Pierre Gy 固体颗粒采样理论提出的一种新型采样方法，该方法通过多点采集分样、增大样本量以及选择合适的采样工具来提高样本的代表性，并强调现场采样、室内制样和实验室分析的全过程质量控制，以保证结果具有较强的重现性和可靠性。目前，美国环境保护局（USEPA）以及美国各州环保局、美国陆军工程兵团（USACE）、美国州际技术及管理委员会（ITRC）等都陆续开展了相关的案例研究，验证了多点增量采样方法在军事和建设场地土壤和沉积物调查中的适用性，并制定了相关的技术导则；丹麦也基于 Pierre Gy 采样理论出台了相关标准，用于不同介质代表性样品的采集。DUMIS 方法的国外应用情况见表 1。我国目前的相关研究处于起步阶段，有国内学者将多点增量采样方法应用到场地修复效果评估和重金属污染农田土壤-作物协同监测当中，验证了该方法的合理性和优点。

表 1 DUMIS 方法的国外应用情况

组织机构		颁布时间	指南	说明
美国陆军工程兵团（USACE）		20 世纪 90 年代	《Multi Incremental Sampling》（MIS）	用于提高军事基地土壤中 TNT 和其他爆炸物的数据可靠性。
		2013 年 8 月	《Incremental Sampling Methodology (ISM) for Metallic Residues》	用于金属残留物分析。
美国环境保护署（USEPA）		2011 年	《User Guide - Uniform Federal Policy Quality Assurance Project Plan for Soils Assessment of Dioxin Sites.》	建议使用 ISM 来表征二噁英场地的指南。
		2019 年 8 月	《Incremental sampling methodology（ISM）at polychlorinated biphenyl（PCB）clean up sites》	批准在 PCB 污染场地清理中采用增量采样方法（ISM）。
美国州际技术和监管委员会（ITRC）		2012 年 7 月	《Incremental Sampling Methodology》（ISM）	文件表明在土壤和沉积物场地风险评估和修复中取得进展。
		2020 年 10 月	《Incremental Sampling Methodology》（ISM）	2018 撤回，2019 年重新修订，2020 年再次发布。
美国部分州	阿拉斯加州	2009 年	《Implementation of Incremental Sampling (IS) of Soil for the Military Munitions Response Program》	将增量采样应用于弹药成分的表层土壤采样中。
	缅因州	2015 年 4 月	《Incremental Sampling Methodology for Site Investigation and Risk Assessment》	规定了在调查和评估土壤和其他介质时，使用多点增量采样的一般程序。
	密歇根州	2015 年 6 月	《Incremental Sampling Methodology and Applications》	为当地有关人员提供使用增量采样技术的方法。
	爱达荷州	2015 年 6 月	《Pile Sampling White Paper》	描述了代表性土堆采样的具体要求。
	俄亥俄州	2016 年 4 月	《Incremental Sampling for Soils and Sediments》	描述了增量采样的一般流程。
	夏威夷州	2016 年 8 月	《TGM for Implementation on the State Contingency Plan》	系统描述了增量采样方法的操作步骤、应用案例及注意事项等问题。
丹麦		2013 年 7 月	《Representative sampling-horizontal standard》	介绍采样理论（TOS）的重要性。

5 编制原则、技术路线和编制方法

5.1 编制原则

本标准按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写，并遵从以下原则：

（1）科学性

在前期实践结果的基础上，充分调研、分析并借鉴国内外相关标准、规范、指南和技术导则，并结合实际情况提出本标准，保证标准的科学性和合理性。

（2）规范性

参照国家、行业、地方相关标准，采用程序化、系统化的方式涉及工作规范进行指南的编制，标准应当符合相关环境保护政策法规的要求。

（3）准确性

针对土壤污染调查与土壤损害鉴定评估中污染范围、程度和方量存在不确定性的区域，参考DUMIS方法进行土壤样本的采集，提高样本的代表性，并通过全过程质量控制评估各环节数据误差，保证结论的准确性。

（4）可操作性

根据当前土壤污染调查和损害鉴定评估采样工作面临主要问题和技术难点，结合当前行业发展状况和技术水平，制定切实可行的工作方法。

5.2 技术路线

标准编制的技术路线如图1所示。

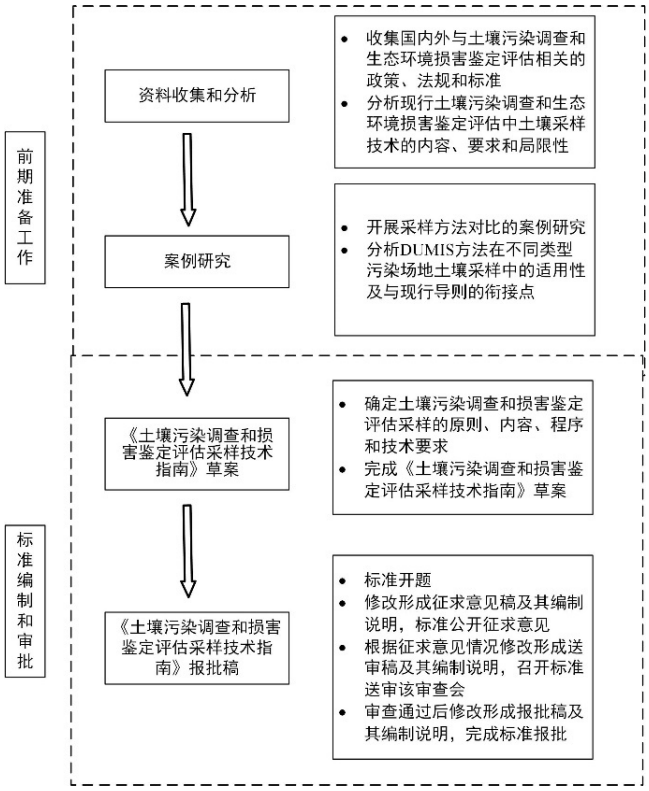

图 1 标准编制技术路线

5.3 编制方法

通过文献调研、案例研究、数据收集和资料整合，在参考借鉴现有相关标准、规范，导则和技术政策的同时，针对现行采样技术存在的局限性，选择更加科学合理的技术方法，确立技术框架，编制符合江苏省土壤污染情况和环境管理需求的土壤污染调查和损害鉴定评估采样技术指南。

（1）调研现行的与土壤污染调查和土壤损害鉴定评估有关的标准、规范，导则和技术政策，分析当前土壤污染调查和土壤损害鉴定评估采样工作存在的问题和局限性。

（2）开展 DUMIS 方法在不同污染类型场地的应用案例研究，探究该方法的适用范围，参考 DUMIS 方法制定适用于土壤污染调查和土壤损害鉴定评估的采样方法。

（3）确定本标准的适用范围、内容、程序和技术要求等，并进行标准的编制。

6 指南主要条文的编制说明

6.1 范围

【文本内容】

本文件提供了土壤样本采集的基本原则、工作程序、采样方案编制、现场采样与质量控制、实验室二次抽样与质量控制、实验室分析与质量控制、数据质量评价、土壤污染和损害范围确定等方面的指导和建议。

本文件主要适用于因现场平行样质控不合格导致土壤污染范围、程度存在不确定性的区域的采样。

本文件不适用于含有放射性污染和生物污染的土壤采样。

【编制说明】

由于自然和人为因素的共同干扰，土壤中的污染物通常存在着较强的空间异质性，这种异质性增大了采样过程的误差，不利于代表性样本的采集。现行的土壤污染调查和土壤损害鉴定评估过程中往往采用离散点采样或分点数较少的混合采样方法，无法克服小尺度上污染物的空间异质性问题，数据的不确定性较大，容易高估或低估土壤污染或损害的范围和程度。本标准参考 DUMIS 方法，通过提高分点数和样本量以及进行从采样到分析的全过程质量控制，使得样品的代表性更强、数据重现性更好。因此针对土壤污染调查与土壤损害鉴定评估中因现场平行样质控不合格导致污染范围和程度存在不确定性的区域，建议采用本标准中的采样方法进行采样以提高结果的可靠性。

6.2 规范性引用文件

【文本内容】

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本文件。

GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 36197-2018 土壤质量 土壤采样技术指南

GB/T 36199 土壤质量 土壤采样程序设计指南

GB 36600-2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 39791.2-2020 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 2 部分：损害调查

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/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样

NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

【编制说明】

本标准中采样器具的选择具体参考 HJ/T 166、GB/T 36197-2018 附录 A；个人保护和交叉污染预防按照 GB/T 36197 的要求执行；除本标准规定的质量控制外，每批次土壤样品的其他现场采样质量控制（包括运输空白样、全程序空白样、设备空白样）按照 HJ 25.2 和 HJ 1019 的要求执行；土壤样本的保存与流转按照 GB/T 36199、NY/T 395、HJ/T 166 的要求执行；土壤污染物分析方法按照 GB 36600-2018 表 3 和 GB 15618-2018 表 4 执行；生物毒性测试方法的选择参考 GB/T 39791.2-2020 附录 C 表 C.10 的相关方法；实验室分析的质量控制按照 HJ 166、NY/T 395 的规定进行。

6.3 术语和定义

6.3.1 数据质量目标 data quality objective

【标准文本】

采样前根据已知信息、采样目的和数据用途等因素确定的采样精度、数据精密度和准确度等方面的要求。

【编制说明】

在采样调查工作开始前，根据已知信息、采样目的和用途等因素确定数据质量目标有利于调查工作的高效开展。ITRC ISM 导则（2020 版）中数据质量目标（Data quality objectives，DQOs）是指支持环境决策所需的数据的类型、数量和质量。数据质量是指决策错误的允许水平。而夏威夷导则的在问题陈述（初步建立地块概念模型）、确定调查目的和关注污染物之后，第三步是确定数据信息需求，包括确定已有的有效环境数据、数据缺口分析、识别需要的额外信息的类型和来源、识别关注的介质、识别关注污染物的潜在环境危害、确定采样和分析方法、确定需要检测的污染物以及评价标准等。

本标准数据质量目标特指调查的精度和数据精密度的要求。其中调查的精度需要综合考虑数据最终用途或使用人对调查精度的要求，调查精度也受到工作经费和时间等客观因素的限制。数据精密度主要指现场采样、实验室二次抽样和实验室分析平行样的数据重现性。精密度用三次重复的相对标准偏差来表征。当采样单元土壤污染物实际平均含量非常接近于评价标准时，采样分析全过程的误差容易造成数据重现性差，可能导致环境决策错误，这种情况下对样本的代表性和数据收敛性的要求更高。而当采样单元土壤污染物实际平均含量远远低于或远远高于评价标准时，即使样本的数据重现性略差也不会对最终的决策判断造成影响。

6.3.2 现场二次抽样 field subsampling

【标准文本】

针对通过钻孔采集的表下层土壤样本，为减少样本总质量，在现场从各分样中多点采集子样本，合并组成的代表性土壤样本。

[来源：土壤质量 决策单元-多点增量采样法]

【编制说明】

对于厚度或深度较大的采样单元，需要采用钻探设备进行分样的采集。例如，0-1.5m 厚度的土壤可以用带 1.5m 取样管的直推式钻机采集，每根取样管中的所有土壤为一个分样，所有取样管中的分样合并得到一个表下层土壤的代表性样本。但考虑到直接把所有取样管中的土壤合并导致现场样本量过大，增加了后续处理的工作量和难度，因此需要在现场进行二次抽样。具体做法是从每根取样管中等间距多点采集子样本，再把从各取样管中采集的所有子样本合并，组成该采样单元的代表性样本。

6.3.3 现场采样平行样 field sampling replicates

【标准文本】

对于给定的采样单元，按照多点采集分样的原则进行独立多次采样得到的一组三平行样本。

【编制说明】

现行的采样方法主要注重对实验室分析环节的质量控制，而对可能引入更大误差的现场采样和室内制样环节的质量控制则相对较少。NY/T 395-2012 和 HJ/T 166-2004 中均未明确给出现场采样平行样或类似概念的定义，也未明确描述现场采样平行样的采样技术要求。《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ 25.2-2019）中要求从相同的点位收集平行样并单独封装和分析，但实际上从相同点位收集平行样只能反映出现场分样的精度，并不能对样品的代表性进行有效评估。此外，国内一般采集平行双样，通过平行双样的相对百分偏差评估采样误差，但统计学上要求至少有三个样本才能进行统计。美国夏威夷州应急计划实施技术指导手册（TGM）和国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布）中规定通常选择 10 %的决策单元作为现场采样的质控措施，计算三平行样本的相对标准偏差（RSD）来反映采样误差。本标准参考 TGM 的相关规定，建议选取至少 10 %的采样单元采集现场三平行

样，并建议三平行样是从三组互相独立的增量点位采集的，确保三次采样具有真正意义上的空间代表性。

6.3.4 单孔采样单元样本 single borehole sampling unit sample

【标准文本】

仅为判断给定点位和层次的土壤污染状况，将单个钻孔指定层次的土壤视为一个采样单元，通过等间距采集分样得到的一个代表性样本。

【编制说明】

为了判断某个位置和深度土壤是否污染时，可以把单个钻孔中不同层的土壤作为采样单元，即单孔采样单元（Single borehole sampling unit）。采样时从给定位置和深度的钻孔中通过等间距多点采集分样合并成可代表该段土芯的单孔采样单元样本。单孔采样单元样本与表下层采样单元样本数据结合起来，可以为表下层土壤污染物的三维空间分布提供更详细的信息。

6.3.5 实验室二次抽样平行样 laboratory sub-sampling replicates

【标准文本】

对于给定的土壤样本，在实验室中按照多点采集分样的原则进行独立多次抽样得到的一组三平行样本。

【编制说明】

对于分析重金属和无机物的土壤，为了评估实验室二次抽样过程可能产生的误差，本标准建议选择至少 10%的土壤样本按照多点采集分样的原则进行实验室二次抽样，重复抽样三次得到实验室二次抽样平行样，并且每次抽样的分点位置都是相互独立的。

6.4 基本原则

6.4.1 规范性

【标准文本】

按照国家、行业、地方相关标准、规范和指南，采用程序化、系统化的方式规范进行土壤污染调查和损害鉴定评估采样工作，相关工作应遵守国家和地方有关法律法规。

【编制说明】

本标准按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写，参考和借鉴了其他相关标准、规范和指南。相关工作遵守国家和地方有关法律法规，保证土壤污染调查和损害鉴定评估工作的规范性和合法性。

6.4.2 针对性

【标准文本】

针对土壤污染调查与损害鉴定评估中土壤污染范围和程度存在不确定性的区域，采用合适的采样策略和方法降低结果的不确定性。

【编制说明】

土壤污染调查的结果通常作为后续风险评估和管控、修复效果评估等环境决策的依据，调查结果的准确性直接影响后续决策的准确性和合理性。土壤损害调查得到的土壤损害的程度和范围等结果也是土壤损害鉴定评估工作的直接依据，并且土壤环境损害鉴定评估往往涉及到刑事案件量刑和生态环境损害赔偿及责任追究等活动，对调查结果的准确性要求更高。而实际工作中，因土壤空间异质性和现行采样方法的局限性，可能会出现污染范围和程度不确定的情况，如现场平行样质控不合格，或根据采样结果划定的污染区域的外围依然出现污染超标，或对照区域的污染物浓度反而高于划定的污染区域等现象。针对这种“不确定区域”，本标准采用更加科学的采样策略来提高样本的代表性，降低结果的不确定性。

6.4.3 代表性

【标准文本】

在给定的采样单元中，通过均匀布设多个分点并增大样本质量，提高现场采样的代表性。采用多点抽样的方法进行实验室二次抽样，提高实验室二次抽样的代表性。

【编制说明】

现行的土壤采样相关技术规范对现场采样的代表性和实验室二次抽样的代表性重视不够，而大量研究表明，土壤监测数据的总误差主要来源于现场采样和实验室二次抽样，因此，本标准强调通过多点采集分样的方法提高现场采样的代表性和实验室二次抽样的代表性，以降低土壤监测数据的总误差，提高环境决策的可靠性。

6.5 工作程序

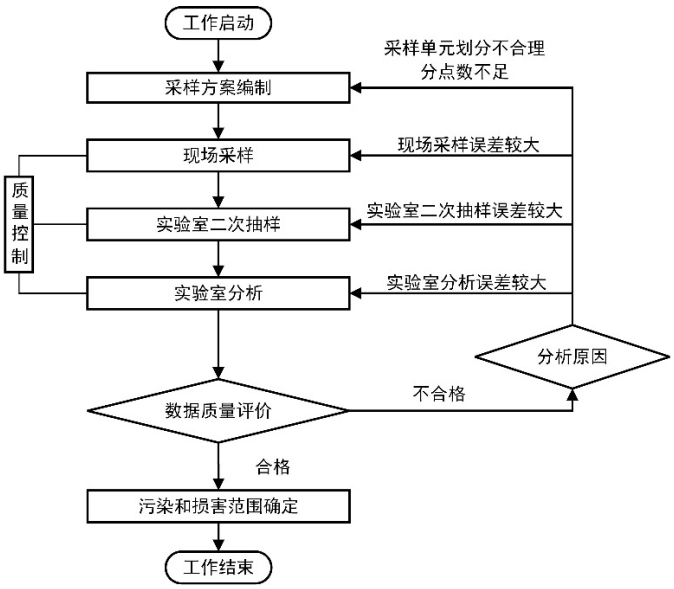

图 2 土壤污染调查与损害鉴定评估采样工作程序

【编制说明】

本标准在参考国内现行相关导则采样流程的基础上，借鉴夏威夷导则、ISM 导则等国外导则以及国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布）的采样流程，制定了土壤污染调查和损害鉴定评估工作中土壤样

本采集的一般程序。第一步是采样方案的编制，包括确定数据质量目标、划分采样单元、确定分样的位置、数量、采样深度和样本质量。第二步是进行现场采样，包括采样前的准备、样品采集、保存和流转、现场采样的质量控制以及个人保护和二次污染预防。第三步是实验室二次抽样。第四步是实验室分析。从现场采样、实验室二次抽样到实验室分析全过程都需要进行质量控制。第五步是进行数据质量评价，数据质量达到采样前确定的数据质量目标时才能开展下一步工作，对于不达标的数据需要分析可能的原因，通过重新划分采样单元、调整分点数量、重新进行现场采样、实验室二次抽样和实验室分析等措施提高数据质量。第六步是污染和损害范围确定，包括采样单元污染物浓度的计算、土壤污染或损害的范围和程度的确定。

6.6 采样方案编制

6.6.1 采样单元划分

根据夏威夷 TGM、ISM 导则和国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》(待发布)，在 DUMIS 方法中决策单元（采样单元）的划分（位置和面积等）是数据质量目标的一部分，是以识别风险和优化治理的需要为依据的，应当在现场采样前根据数据最终的用途、使用人的精度要求以及项目经费、时间等因素由利益相关方共同确定。对于可能存在小尺度高异质性的污染物（例如，铅弹、PCB 等），应设定较小的决策单元并增加在决策单元中采集的增量数量和质量。如果前期未能充分识别污染源区域，误将污染源区域与周边清洁区域划在一个决策单元中就会导致平行样数据之间出现较大差异，这表明原先设定的决策单元内局部仍存在污染源，这时应将原先的决策单元划分为更小的决策单元，重新进行采样。不恰当地使用的过小的决策单元也可能干扰现场调查。尽管精细地区分污染区和清洁区很重要，但使用过小的决策单元（例如，小于几十平方米）通常会增加不必要的调查成本且效果一般。

国内相关导则对不同类型污染场地采样单元的大小作了具体规定。对于建设用地土壤采样单元，《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）中规定：单个工作单元的面积可根据实际情况确定，原则上不应超过 1600 m^2。对于面积较小的地块，应不少于 5 个工作单元。《建设用地土壤环境调查评估技术指南》（2017）规定，详细调查时对初步调查筛选的污染区域，土壤采样点位每 400 m^2 不少于 1 个，其他区域每 1600 m^2 不少于 1 个。对于农田土壤采样单元，NY/T 395-2012 详细规定了不同调查目的每个点的代表面积。例如，农田土壤背景值调查，每个点代表面积 200 hm^2-1000 hm^2；农产品产地污染普查，污染区每个点代表面积 10 hm^2-300 hm^2，一般农区每个点代表面积 200 hm^2-1000 hm^2。农产品产地安全质量划分，污染区每个点代表面积 5 hm^2-100 hm^2，一般农区每个点代表面积 150 hm^2-800 hm^2。禁产区确认，每个点代表面积 10 hm^2-100 hm^2。污染事故调查监测，每个点代表面积 1 hm^2-50 hm^2。此外，《耕地污染治理效果评价准测》（NY/T 3343-2018）规定了耕地污染治理区域效果评价点位布设的密度要求。如治理面积小于等于 10 hm^2，评价点位数量为 10 个。本标准结合国内相关技术规定给出了建议值，建议建设用地单个采样单元的面积不大于 1600m^2，无论何种情况地块内宜不少于 3 个采样单元；建议农用地决策单元的大小在（3-150）亩之间，无论何种情况区域内宜不少于 3 个采样单元。

6.6.2 分点位置

本标准参考 DUMIS 方法进行采样点位的布设。DUMIS 方法在采样时需在决策单元内布设增量，一个决策单元内的所有增量合并成该决策单元的一个代表性样本。我国现行土壤采样相关技术规范中无多点增量的概念，最接近该概念的是农田土壤环境监测中表层混合样的各采样分点。例如，HJ/T 166 规定，每个土壤单元设 3-7 个采样区，单个采样区可以是自然分割的一个田块，也可

以由多个田块所构成，其范围以 200 m×200 m 左右为宜。每个采样区的样品为农田土壤混合样。对于污灌农田土壤，采用对角线法，对角线分 5 等份，以等分点为采样分点；对于面积较小，地势平坦，土壤组成和受污染程度相对比较均匀的地块，以梅花型布点，设分点 5 个左右；对于中等面积、地势平坦、土壤不够均匀的地块，设分点 10 个左右；受污泥、垃圾等固体废物污染的土壤，分点应在 20 个以上，上述两种情形，均采用棋盘布点；对于面积较大、土壤不够均匀且地势不平坦的地块，设分点 15 个左右，采用蛇形布点。

本文件建议在布设分样点位时先根据采样单元面积和确定的分样数量计算得到各分点之间的间距。分点的初始位置随机确定，其余分点的位置按照系统网格方式等间距均匀分布在采样单元内部，以此保证分点位置的随机性和空间的代表性，降低错过采样单元内局部高浓度区域、低估采样单元土壤污染物的平均含量的几率，从而降低决策的不确定性。

对于面积较大的采样单元，需通过测绘和空间分析软件确定各分点的精确坐标。现场采样时通过导航设备导航到各分点位置。对于面积较小的采样单元，可通过卷尺、滚轮测距仪、旗杆等工具标记采样网格或各分点的位置。每个分点的具体坐标无需记录，但建议记录每个采样单元采集的分样数量和间距。

6.6.3 分点数量

对于一个给定的采样单元，采集一个代表性土壤样本所需的分样数并不取决于采样单元的面积，而是取决于采样单元内部土壤污染物的空间变异。当空间异质性越大时，采集一个代表性样本所需的分样数量越多，样本质量越大。中科院南京土壤研究所毛娟等在重金属污染农田土壤-作物协同监测研究中采用不同的分点数进行采样，结果表明分点数为 5 点和 50 点时，采集的三重复样本的精密度不合格，而当分点数增加到 100 点时，样本的代表性更强，数据重现性更高。

本标准参考夏威夷 TGM、ISM 导则、《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布）以及相关案例研究结果，对于表层土壤采样单元，建议根据土壤污染物可能的空间异质性大小布设 30-100 个分点。若污染物的空间变异性未知，建议分析挥发性有机物（VOCs）的土壤样本分点数不宜少于 60 个，分析其他污染物的土壤样本分点数不宜少于 50 个。最终建议通过现场采样平行样的 RSD 来评估样本的代表性和数据的精度。当采样单元中土壤污染物平均含量非常接近土壤评价标准，则建议布设较多的分点数以降低现场采样误差和决策的不确定性。

对于表下层采样单元土壤样本的采集，考虑到钻探费用和地块面积等因素，建议表下层采样单元分样数量（即钻孔数量）在 10-30 个，具体数据根据实际情况确定。例如面积较小的地块（如加油站）很难实施 30 个左右的钻孔，可根据实际情况削减。但值得注意的是，分样数过少会影响表下层土壤样本的空间代表性、数据重现性和决策的可靠性。

6.6.4 样本质量

现行土壤污染调查相关导则并未对样本质量作出明确规定。当土壤中污染物空间异质性较大时，少量的样本质量通常存在非常大的随机性，无法代表土壤母体中的污染物浓度。本标准建议通过增大样本质量来提高样本的代表性。一般情况下建议单个分样的质量在 5 g-50 g 之间，一个代表性样本的总质量为 300 g-3000 g。对于测定非挥发性有机物的土壤样本，建议过 2 mm 筛后的土壤样本质量在 1000 g-2500 g 之间。

对于挥发性有机物，目前《地块土壤和地下水挥发性有机物采样技术导则》（HJ 1019-2019）等我国现行土壤采样相关技术导则均禁止采集混合样，而是用一次性塑料注射器等非扰动取样器取 5 g 土样置于装有 5 或 10 ml 甲醇的 40 ml 棕色玻璃瓶中。在异位修复土堆的修复效果评估中，每 500 m^3 的土壤采集 1

个 5 g 的样本，分析样本（5g）与采样单元土壤总质量（约 800 吨）的比例为 $6.25*10^{-9}$，考虑到 VOCs 的空间异质性，离散的 5g 样本难以代表采样单元土壤，VOCs 调查、风险评估和修复效果评估结论存在着非常大的不确定性。本标准建议分析 VOCs 的代表性土壤样本的每个分样重量为 5 g，分样数为 60，单个土壤代表性样本总重量为 300 g。

6.6.5 采样深度

HJ 166 规定“一般农田土壤环境监测采集耕作层土样，种植一般农作物采集 0-20 cm，种植果林类农作物采集 0-60cm”。HJ 25.2-2019 规定“原则上应采集 0-0.5 m 表层土壤样品”。据此，本标准建议表层土壤采样深度为：一般农作物耕作层土壤 0 cm-20 cm、种植果林类农作物表层土壤 0 cm-60 cm、建设用地表层土壤 0 cm-50 cm。采样深度应扣除地表非土壤硬化层厚度。

对于表下层土壤，采样深度宜根据地块的地质及水文地质条件、污染源所在深度及污染物纵向迁移能力、地块调查纵向的分辨率等因素综合确定。本标准参考 HJ 25.2-2019 6.2.1.1 中“建议 0.5 m-6 m 土壤采样间隔不超过 2 m”，提出将采样单元分为多个采样单元层，每层的厚度不宜超过 2 m，并建议不同性质的土层至少采集一个土壤样本。

纵向上采样单元层划分示意图如图 4 所示。图中纵向设置了表层采样单元、表下层采样单元 A、表下层采样单元 B、表下层采样单元 C。采样单元层中，每一段钻孔中的“所有”土壤为该采样单元层的一个分样。由于每个分样（每段土芯的土壤质量）的质量过大，导致样品运输和实验室制样的工作量增加。因此，通常需要在现场从每段土芯中等间距二次抽样（如每隔 10 cm 取 5 g），合并成质量合适的代表性样本。

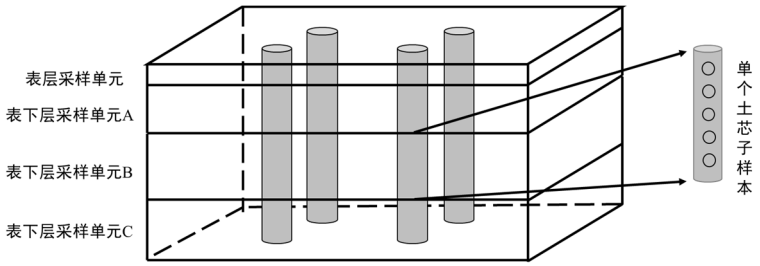

图 4 纵向上采样单元层划分示意图

此外，如果采样的目的不是为了估计采样单元层土壤污染物的平均浓度，而是为了判断某个位置和深度土壤的污染状况时，可以将单个钻孔中不同层的土壤作为采样单元。夏威夷 TGM 中把这类采样单元称为单孔决策单元（Single borehole DUs）。采样时从给定位置和深度的钻孔中通过等距离多点采集分样合并组成代表该段土芯的样本。单孔样本与表下层样本数据结合起来，可以为表下层采样单元中土壤污染物的三维空间分布提供更详细的信息，可为精细化修复方案的制定提供依据。需要明确的是，虽然单孔样本的代表性强于离散点样本，但单孔样本仍然不能代表其周边的土壤。因此，用单孔样本的数据进行空间插值，仍然具有不确定性。

6.7 现场采样及质量控制

6.7.1 采样工具

6.7.1.1 表层土壤采样工具

（1）采样管

在采集土壤分样时，虽然使用刮刀比较方便且易于清洁，但是这种工具容易采集楔形的分样。这会使得样本偏向目标采样单元层的一侧，样本的空间代表性出现偏差。建议使用圆柱形的采样工具（例如采样管），因为它在垂直和水平方向都能代表目标采样单元层。然而对于坚硬或砾石质土壤，不可避免地要使用刮刀或类似工具，也应尽量采集圆柱形分样，确保分样能代表采样单元的全部厚度。不同形状的手工土钻见图 5。

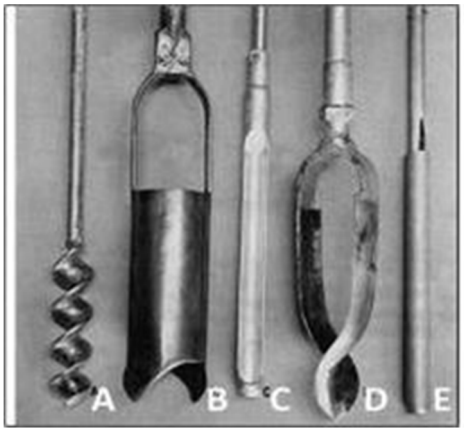

图 5 不同形状的不锈钢手工土钻

小直径 2 cm-4 cm 采样管通常适合松软不含岩石的粘土到沙质土壤。这种采样管简单、快捷而有效，并且在多个近表层采集分样时，有助于尽量避免板结和干扰场地。对于快速采样、工作量庞大、需要大量步行的采样单元以及只有一个人采集样本的情况，这是十分合适的初步采样工具。小直径采样管能从 10 cm-15 cm 的表层土壤中采集 30 g-50 g 的分样，非常适合多点样本的采集。

较大直径（5 cm 及以上）采样管从同一个位置采集的土壤量相对较多，一般需要在现场或实验室进行二次采样形成最终的代表性样本。需要注意的是，质量较大的样本一般都更有代表性，所以在选择采样管时需综合考虑现场高效利用、预计的污染物异质性和实验室处理成本这三个方面。

采样管一般与延长杆和 T 形把手一起使用。采样管被旋入地下的预定深度，插入土壤并在开放的中空筒芯内留下土壤。然后将管抽出来，提取来自地下的分样。采样管与延长杆和 T 形把手联用示意图见图 6。

图 6 采样管与延长杆和 T 形把手联用

（2）脚踏式采样工具

将芯筒推入土壤后抽回，分样被挤入带有弹簧柱塞的容器内。使用脚踏式采样工具，能够在没有碎石的疏松土壤中非常迅速地土壤样本。脚踏式土芯采样工具见图 7。

图 7 脚踏式土芯采样工具

（3）平底铲

当采样管和筒芯在缺乏足够粘附力的疏松土壤中不能正常工作，无法采集颗粒时，通常使用平底铲或类似的手工工具。平底铲见图 8。

图 8 平底铲

（4）便携式手提钻机

对于没有太大碎石的中度到重度板结土壤而言，通常是便携式手提钻机配合圆形纸板一起使用，既省时又经济，但缺点是需要两个人操作。在分点位置的上方放置一块预先切割了 2.5 厘米开孔的纸板，将纸板中心按下去，防止土

壤在纸板下方鼓堆。将开孔处撕裂的部分拢到一起，尽量减少土壤损失。保持钻机垂直，将钻头推入目标深度（在钻头上游标记），使用 2.5 厘米中空螺旋钻头每钻探 15 厘米，就能采集 30 g-50 g 土壤。便携式手提钻机采样见图 9。

图 9 便携式手提钻机

（5）滑动锤

对于较为坚硬的土壤而言，使用滑锤更高效，但在现场需要耗费大量精力和能量。加重的滑锤沿着滑轨机械地上升和下降，推动固定的工具刺入土地，从而采集浅层土壤样本。滑动锤采样见图 10。

图 10 手动、液压或电动滑锤

（6）锤击电钻等

对于严重板结或碎石质的土壤，推荐采用带有水泥钻头或铲形钻头的锤击电钻、十字镐或重型岩石锤，将土壤推向一边，翻松土壤，再使用平底的木质或不锈钢铲采集分样。使用平底的木质或不锈钢铲采集分样，确保在整个目标深度中采集等量的土壤。

6.7.1.2 表下层土壤采样工具

（1）Geoprobe

Geoprobe 可以在适合的土壤类型条件下找到目标深度区间，并快速高效地采集优质的连续土芯。液压锤将钢杆逐步推入土壤，利用钻机的重量为钻柱提供恒定力。外壳是通过内置推杆固定就位的一个固定点向前推进的。4 cm-6 cm 直径的内杆和芯筒通常搭配 8 cm -11 cm 直径的外壳。推杆的每一段都被推入地下时，可以加装另一段外壳和推杆，从而达到更深的深度。达到预定土壤区间的顶部（即采样单元层的顶部）时，就会将杠杆和驱动头从地下拉出，只将外壳留在原地。从内杆末端拆下固定点，加装劈管采样器。通常使用 50 cm-150 cm 驱动杆和采样器，具体取决于目标采样单元层的深度和厚度。Geoprobe 钻机采样见图 11。

图 11 直推钻机（Geoprobe）

（2）空心杆螺旋钻机

螺旋钻机通常比直推钻机大。整个钻机竖立时高度可达 5 m-15 m，因而要求提供很高的净空高度。螺旋钻通常具有 15 cm-25 cm 的外径，螺旋钻本身为中空，并以螺旋在外部环绕。在钻机利用重量施加压力时，旋翼开始旋转并将土壤碎屑带到地表。旋翼钻入地下后，可以加装新的旋翼，从而达到更深的深度。最后必须逐个拆卸旋翼，以便从钻孔中取出钻柱。空心杆螺旋钻机采样见图 12。

图 12 空心杆螺旋钻机

（3）大型车载旋转钻机

旋转钻法通常用于岩土工程或穿过基岩打井，而不是采集土壤样本。这类钻机不太适合采集用于测试污染物的表下层土壤样本。且不论运行钻机耗费的大量费用和空间，在钻探过程中还很难从粘土、粉土和砂子等未固结或半固结岩性层中完整地回收土芯。加装钻头的钻杆朝向钻孔底部连续旋转，以粉碎并打散遇到的物质。空气或专门配制的泥浆被泵入钻孔后，在压力作用下又被推回地表，从而将粉碎后的碎片带向地表。旋转芯筒的直径通常为 2.5 cm-25 cm。单管芯筒由于样本回收率差且有样本中断，所以很少使用。双管芯筒最常用于岩土工程中的岩芯采样。三管芯筒用于硬度和结持度多变的区域。在这种设计中，双管芯筒中会单独加装不会旋转的内衬，以便改善样本回收率并尽量减少

样本搬运次数。大型车载旋转钻机采样见图 13。

图 13 大型车载旋转钻机

6.7.2 土壤样本采集

代表性样本的质量和分样数量与采样单元的面积无关，而与土壤颗粒组成以及污染物分布的空间变异性有关。如果土壤中存在离散的高浓度固体颗粒（例如如铅弹或含铅油漆碎片等），即便采用 50 或 75 个分样，在同一采样单元中采集的平行样之间的污染物浓度也可能出现数量级的差异。在这种情况下，现场估计分点数的一个办法是在采样单元中采集较大数量的离散土壤样本，用便携式 X 射线荧光（XRF）等快速检测设备进行测定。这样可以指示采样单元的均匀程度，为确定代表性样本所需的分点数提供参考。此外，需要根据土层性质选择合适尺寸的采样工具，确保每个土壤分样采自目标土层，各个分样质量基本一致，且总质量在 300 g-3000 g 之间。

本标准参照夏威夷 TGM 规定了表层土壤、表下层土壤的采集方法。其中，根据表层土壤的质地，推荐了不同的表层土壤采样工具（详见 6.7.1）。采样工具内径过大可能导致样本量过大，样本代表性更强的同时也增加了样本运输、保存和实验室制样的工作量。

对于表下层土壤采集，考虑到较大的分样数会导致钻探费用过高，此外，有的地块面积较小（如加油站），很难实现 30 个以上的钻孔。故从可操作的角度考虑，表下层采样单元的分样数量（即钻孔的数量）在 10-30 个，具体数据根据实际情况确定。

关于分析 VOCs 的土壤样本采集方法，现行方法如 HJ 1019-2019（地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则）和 HJ605-2011（土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集/气相色谱-质谱法），均基于 5 g 小样本的分析。其主要问题在于小样本的空间代表性比较差。美国环保署 5035a 方法（Method 5035A, Closed-System Purge-And-Trap And Extraction For Volatile Organics In Soil And Waste Samples, http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/pdfs/5035a_r1.pdf）明确指出，当空间变异性较大时需要采集更多的子样本（Larger subsample masses or more subsample increments are preferred as the heterogeneity of the material increases）。美国夏威夷等州的相关导则和美国州际技术管理委员会（ITRC）的 ISM 导则以及国内的《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布）均要求用多点增量方法采集分析土壤 VOCs 的样本。因此，本标准特别说明了分析 VOCs 的土壤分样采集方法。采集分析 VOCs 的土壤的分样时，预先准备装有 300 mL 甲醇的 1 L 棕色玻璃瓶。采样时，用刮刀刮去最外侧的土壤后用普通非扰动采样器、一次性塑料注射器或不锈钢专用采样器等非扰动采样器采集分样，倾斜瓶口并迅速加入分样。

6.7.3 现场采样质量控制

与我国现行土壤采样技术导则一样，本标准建议现场采样每批次土壤样品均采集运输空白样、全程序空白样、设备空白样，具体参考 HJ 25.2 和 HJ 1019。本标准与我国现行土壤采样相关技术导则的一个重要区别就是现场采样平行样的采样方法以及通过现场三平行的相对标准偏差来评估现场采样的误差。

我国现行采样相关技术导则中均没有现场采样平行样的明确定义。目前，国内不同行业不同单位采集现场采样平行样的方式各不相同。有的从现场同一位置和深度采集的一份样本中分出一半作为现场采样平行样，有的从紧密相邻的位置重新采集一份样本作为现场采样平行样（如目前 VOCs 现场采样平行样

的采集），有的在最初的钻孔相邻位置重新打一个钻孔取样。事实上，上述三种方式都无法评估现场采样的空间代表性。第一个只是评估了现场样本均质化和二次抽样的质量而后两个只是评估了极小尺度的变异，并不能说明所采集的样品的空间代表性。此外，国内一般采集平行双样，计算平行双样的相对百分偏差。事实上，统计上要求，至少有三个样本才能进行统计。由于现场采样平行样采样方式的内在缺陷，样本代表性问题往往体现不出来。样本代表性存在问题必然导致决策的不确定性。例如，国内有农田重金属稳定化修复项目，加了钝化剂后，土壤有效态金属含量不降反升。在国内地块的调查和修复效果评估中，也常常出现开挖到被认为已经足够保守的边界后，采样测定仍然超标等。

因此，本标准规定现场采集三平行样本（包括一份初始样本和两份平行样本），平行样本必须从与初始样本独立的位置采集，以保证样本的空间代表性。通过现场三平行样本的相对百分偏差（RSD）来估计采样环节的误差。

6.8 实验室二次抽样与质量控制

6.8.1 湿样

HJ/T 166 中规定，分析挥发性、半挥发性有机污染物或可萃取有机物无需二次抽样。新鲜样用特定的方法进行前处理。但 HJ/T 166 中未对“特定的方法”进行详细说明。NY/T 395 规定，分析挥发性、半挥发性有机污染物（酚、氰等）或可萃取有机物“无需”制样，使用新鲜样直接测定，同时测定含水率。实践中，实验室通常从样品瓶中随机挖一勺土称重进行提取，另外再挖一勺测水分，用于矫正干基的污染物含量。事实上，瓶子中的土样同样存在空间变异性。按瓶子容积为 250 ml，容重 1.6 g cm^{-3} 计，瓶子中土壤的重量约为 400 g，而 SVOCs 提取一般需要 10 g 土壤。因此，实验室二次抽样的比例是 2.5% (10/400)。在实践中，经常发生调查单位对实验室提供的结果有质疑，要求实验室复测。实验室再次从剩余的土壤中随机挖一勺，两次测定的结果可能存在数量级的差异。

因此，“无需制样”导致的实验室二次抽样的随机性，进一步增加了土壤有机物监测数据的不确定性。

本标准建议在制备拟检测石油烃、非挥发性多环芳烃（PAHs）等半挥发有机物（SVOCs）时，在可能的情况下将新鲜的土壤样品通过湿筛去除石子、砖块、植物残体等>2 mm 的杂质后混匀。若样品湿筛不可行，制样时需确保采集<2 mm 的土壤颗粒。将新鲜土壤样本置于搪瓷或塑料托盘中，混合并铺成约 0.5 cm-1.0 cm 的泥饼（slabcake），划分 30-100 个正方形网格，网格数量根据污染物可能的异质性大小确定。从每个网格中用平底勺等量取样合并成待测样品。用同样的方法取样测定含水率。

在采集拟分析 VOCs 的土样样本时，现场直接将分样装入含 300 ml 甲醇的棕色瓶中，实验室无需再进行二次抽样，摇匀静止后取上清液直接测定。

6.8.2 干样

HJ/T 166 和 NYT 395 中制样程序要求，在现场采集的土壤样本在实验室二次抽样时首先将风干的样品倒在有机玻璃板上，用木锤敲打，用木滚、木棒、有机玻璃棒再次压碎，拣出杂质，混匀，并用四分法取压碎样，过孔径 2 mm(10 目)尼龙筛。过筛后的样品全部置无色聚乙烯薄膜上，并充分搅拌混匀，再采用四分法取其两份，一份交样品库存放，另一份作样品的细磨用。粗磨样可直接用于土壤 pH、阳离子交换量、元素有效态含量等项目的分析。用于细磨的样品再用四分法分成两份，一份研磨到全部过孔径 0.25 mm（60 目）筛，用于农药或土壤有机质、土壤全氮量等项目分析；另一份研磨到全部过孔径 0.15 mm（100 目）筛，用于土壤元素全量分析。

本标准建议进行实验室二次抽样时不采用四分法，而是同现场采样一样采用多点采集分样方法进行二次抽样。土壤样本风干、去除杂质后全部过 2 mm（10 目）筛。之后根据不同分析项目所需的土壤粒径和质量，再制备 2 mm、

0.25 mm、0.15 mm 等粒径的供试土壤。值得注意的是，在制备各粒径供试土壤时，均从过 2 mm 的大样本中二次抽样。例如，2 mm 供试样品的制备：将所有过 2 mm 筛的土壤置于搪瓷或塑料托盘中，混匀并铺成约 0.5 cm-1.0 cm 的薄层，划分约（30-100）个正方形网格（具体数量取决于污染物的特性，若污染物水溶性强，可划分 30 个分点。若污染物以固体“块金”或自由相存在，至少划分 75 个分点。最终通过二次抽样三平行的 RSD 判断分样数是否足够。），从每个网格中用平底勺等量取样，合并成 2 mm（10 目）的供试样品。0.25 mm 待测样品的制备：将剩余的 2 mm 土壤重新摊平，用上述方法分取一定量（>100 g）2 mm 的土壤，全部过 0.25 mm（60 目）筛。0.15 mm 待测样品的制备：再次将剩余的 2 mm 土壤重新摊平，用上述方法分取一定量（>100 g）过 2 mm 的土壤，全部过 0.15 mm（100 目）筛。

虽然现场采样误差对土壤监测数据总误差的贡献最大，但若实验室不按多点采集分样的方法进行二次抽样或不正确使用该方法也会影响样本的代表性。因此，送样前需要与检测实验室确认不同类型检测指标土壤样本前处理的操作流程以及剩余样本的保存技术要求。并通过要求实验室制备二次抽样三平行样来评估实验室二次抽样过程的误差（至少选取样品总数的 10%制备三平行样），三次平行样本的制备步骤宜保持一致。必要时，可由调查单位或第三方的制样单位承担制样工作，再送给实验室检测。

6.8.3 实验室分析与质量控制

DUMIS 方法同样重视实验室分析的质量控制。为了降低实验室称样和分析的误差，一些实验室专门针对 DUMIS 样本制定了标准操作程序（SOP），包括增大土壤称样量，采用无歧视的平底称样勺、采用大容量的消煮管等。如对于 <2 mm 的土壤样本，至少称 10 g 子样本用于分析。如果可能，尽量采用更大质量的子样本（如 30 g 以上）。由于样本量大于常规，相应的药剂使用量以及消

解、提取等程序也需要进行优化。此外，与常规实验室分析要求做平行双样不同的是，DUMIS 方法要求实验室平行样数量为 3。如果实验室二次抽样平行和实验室分析平行数据 RSD 较大，这就说明样本中污染物空间变异较大，解决途径是进一步研磨样本，缩小土壤粒径或增加称样量。由于实验室针对 DUMIS 样本制定的标准操作程序可能涉及知识产权，且一般情况下，实验室分析的误差对总误差的贡献相对较小，因此，本标准仍沿用国内现有分析方法对实验室分析质量控制的要求，未来条件成熟时再规定 DUMIS 方法配套的实验室前处理方法标准。

6.9 数据质量评价

我国现行的土壤采样相关技术导则主要规定了实验室分析质量控制技术要求。例如，HJ/T 166 和 NY/T 395 均规定了土壤监测平行双样测定值的精密度和准确度允许误差和土壤监测平行双样最大允许相对偏差。但对数据总误差贡献更大的现场采样误差和实验室二次抽样误差却未做规定。

本标准参考夏威夷 TGM 导则和《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布），分别计算现场采样三平行、实验室二次抽样三平行以及实验室分析三平行的 RSD，分别评估现场采样、实验室二次抽样和实验室分析的数据质量。

实验室分析和实验室二次抽样三平行的 RSD 与污染物类型和采用的分析方法有关。一般地，实验室分析和实验室二次抽样三平行的 RSD 控制在 15-30%以内，若实验室分析和实验室二次抽样三平行的 RSD＞30%，则需分析误差产生的原因并重新进行二次抽样和分析。

当现场采样三平行 RSD≤35%时，表明三平行的样本数据具有良好的精度，数据可用于决策；

当 35%＜现场采样三平行 RSD≤50%时，表明三平行的样本数据精度一般，宜分析现场采样、实验室二次抽样和实验室分析各阶段的误差；

当 50%＜现场采样三平行 RSD≤时，表明三平行的样本数据精度较差，须分析现场采样、实验室二次抽样和实验室分析各阶段的误差；若实验室二次抽样和实验室分析误差较小，现场采样误差较大，则根据需要提高分样数和样本总质量或重新划分采样单元进行重新采样；

当现场采样三平行 RSD＞100%时，表明三平行的样本数据精度极差，须分析现场采样、实验室二次抽样和实验室分析各阶段的误差，对现场采样数据质量极差的采样单元及与其接壤的外围采样单元进行重新采样。

6.10 污染和损害范围确定

对于采集了三平行样本的采样单元，当 RSD 符合数据质量要求时，表明数据重现性较好，因此三平行样本的平均值可以较为准确地反映采样单元内土壤污染物的真实浓度。对于其他未采集三平行样本的采样单元，规定其浓度值=实测值±实测值×RSD％（式中，RSD 为同一类型采样单元现场平行样的 RSD）。

本标准参考 DUMIS 方法进行采样，目的是获得采样单元土壤污染的平均浓度，因此在后续的土壤污染或损害的确认和量化时时，需要将采样单元视为一个整体进行污染物浓度的计算，将每个调查区域采样单元污染物浓度与土壤环境标准或土壤环境基线水平进行比较，超过土壤环境标准即可认为该采样单元土壤超标，超过土壤环境基线水平即为受到损害。

对于土壤损害范围的确定，GB/T 39792.1-2020 的要求为“采用空间插值方法，模拟未采样点位土壤和地下水的损害情况，获得受损土壤和地下水的二维、三维空间分布，并根据需要模拟土壤和地下水中污染物的迁移扩散情况，明确土壤和地下水当前的损害范围及在评估时间范围内可能的损害范围，计算目前和在评估时间范围内可能受损的土壤、地下水面积与体积。对于不满足插值条件、调查点位分布规律的情形，也可通过分析调查点位所能代表的区域，确定损害范围。对于无法找到损害边界的情况，根据对污染物迁移模拟扩散能力和

条件的分析，判定可能的损害范围，合理确定损害边界”。

实际上，利用离散点数据进行插值具有一定的局限性。空间插值的前提是要素具有空间自相关性，只有污染物在场地空间中的分布是相关的且可预测，通过离散采样数据外推获得的污染物三维分布的结果才能更接近场地真实状态。但实际上土壤本身具有不均匀性，而人为因素干扰下的土壤中污染物的空间分布也具有较大的异质性，这使得用空间插值方法进行未知点污染物含量的预测存在较大的不确定性。此外，现行采样技术导则中通常用一个离散点代表 400m^2 或 1600m^2 的面积。如《建设用地土壤环境调查评估技术指南》中规定，详细调查时对初步调查筛选的潜在污染区域，土壤采样点位每 400 m^2 不少于 1 个，其他区域每 1600 m^2 不少于 1 个。由于土壤污染可以在很小的尺度上呈现较强的空间异质性，因此用一个离散点的样本代表如此大的面积显然会存在较大的不确定性。而本标准建议通过在采样单元中均匀布设多个分点采集代表性样本，获得采样单元内土壤污染物的平均浓度，在进行污染或损害范围确定时，污染物超标的采样单元和外围未超标的采样单元的边界即为土壤污染或损害的边界。

7 与国内、国际同类标准水平的对比情况

美国夏威夷州卫生署编制的《夏威夷州应急计划实施技术指导手册》（TGM for the Implementation of the Hawai'i State Contingency Plan）是目前国际上最完善的涉及土壤决策单元多点增量采样的技术规范，本指南参考了 TGM 的相关内容，并结合十余个农用地和建设用地土壤调查采样方法比较案例，制定并完善了基于 DUMIS 方法的土壤污染调查和损害鉴定评估采样技术指南。此外，本指南参考了国家现行的土壤污染调查技术导则（HJ25.2-2019、HJ/T 166-2004、NYT395-2012）和生态环境损害鉴定评估相关标准（GB/T 39791.2-2020、GB/T 39792.1-2020）以及国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》

（待发布），在此基础上制定了本标准。因此，本标准达到了国内、国际同类水平。

8 本标准与现行有关法律法规和国家标准的关系

本标准在遵循现行法律法规的基础上，制定科学合理的土壤污染调查和损害鉴定评估采样技术指南，旨在提高鉴定评估结果的可靠性。因此，本标准与现行法律、法规无冲突。

我国现行的土壤污染调查技术导则主要包括：

(1) 《建设用地土壤污染状况调查技术导则》（HJ25.1-2019）

(2) 《建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则》（HJ25.2-2019）

(3) 《污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则》HJ 25.5-2018

(4) 《农田土壤环境质量监测技术规范》（NYT395-2012）

(5) 《土壤质量 城市及工业场地土壤污染调查方法指南》（GB/T 36200-2018）

(6) 《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）

(7) 《建设用地土壤环境调查评估技术指南》 环办〔2017〕72 号

(8) 我国现行的土壤环境损害鉴定评估技术导则主要包括：

(9) 《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 1 部分：总纲》（GBT 39791.1-2020）

(10) 《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 2 部分：损害调查》（GB/T 39791.2-2020）

(11) 《生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水》（GB/T 39792.1-2020）

我国现行的污染调查技术导则和损害鉴定评估技术导则在污染损害调查和基线确定工作中通常采用离散采样方法或分点数较少（5-9 个）的混合采样方法。

而本标准总体上参考了国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布），采用 DUMIS 方法开展土壤污染调查和损害鉴定评估的采样工作，通过提高分点数、点位覆盖率以及样本质量来提高样本的代表性和数据的重现性。针对国家现行导则缺乏数据不确定性评估的问题，本标准通过现场采样、实验室二次抽样和实验室分析全过程的质量控制评估各环节的不确定性，对数据进行质量评价。此外，国家现行的相关导则一般采用插值方法进行污染和损害范围的量化，而本标准根据DUMIS方法的特点，将每个采样单元作为一个整体来确定土壤污染和损害的范围。总的来说，本标准在整体工作思路和程序上与国家相关现行导则保持一致，继承和借鉴了国家相关现行导则的部分概念和内容，但采用了新的采样方法来提高结论的可靠性，是对国家现行导则的有益补充。

9 重大分歧意见处理过程及结果

无

10 贯彻标准的要求、措施和建议

本标准调研、分析和借鉴了国内外与土壤污染调查和生态损害鉴定评估相关的技术导则、规范和指南。本标准应与 GB/T 36199、GB 36600、GB 15618、GB/T 39791.2、国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》（待发布）、HJ 25.2、HJ/T 166、NY/T 395 等国家和行业标准配合使用。

关于标准培训工作的要求和建议：对采样人员、样品制备人员、样品分析人员、数据分析人员等进行相关理论和实践培训，保证各环节操作的正确性和规范性，确保采样所得样品及数据的可靠性。

关于推广应用标准的手段和方式建议：鼓励有关部门贯彻实施，开展各类培训会，在各个学术交流会议上进行标准方法的介绍和推广。

关于标准贯彻效果检查和评估的建议：有关农业、生态环境、国土、司法

等相关部门进行贯彻实施并对贯彻实施效果进行监督、检查和评估。

建议本标准实施后，根据本标准实施情况及国内外土壤污染调查和生态环境损害鉴定评估采样技术的发展以及国家、地方环境管理法则、要求等对本标准进行修订。

11 其它应予说明的事项

关于标准名称变更的说明：根据开题咨询会专家提出的意见，本标准名称由《土壤污染调查和损害鉴定评估技术指南》变更为《土壤污染调查和损害鉴定评估采样技术指南》。

关于增加编制单位的说明：为了进一步加强标准编制的科学性和合理性，增加了江苏省环境工程技术有限公司作为编制单位。江苏省环境工程技术有限公司在生态环境损害调查和鉴定评估方面有着较为丰富的理论知识和实践经验，能够为本标准的编制提供有力的支持。该单位的具体介绍如下：

江苏省环境工程技术有限公司（原江苏省环科院环境科技有限责任公司）成立于2007年，原为江苏省环境科学研究院全资子公司，2019年底整体划转至新成立的江苏省环保集团，是专业从事环境工程总承包、环境业务咨询、管理支撑、环境科研的综合性科研和技术服务企业。公司现有员工 299 人，其中正高级工程师 9 人，高级工程师 80 人，博士 23 人，硕士 213 人，各类国家注册工程师 115 人，司法鉴定人 9 人，留学归国人员 16 人；江苏省有突出贡献的中青年专家 1 人，江苏省“333 高层次人才”培养对象 8 人，省“六大人才高峰”高层次培养对象 3 人，省产业教授 5 人，省科协青年科技人才托举工程 1 人，省环境科学学会优秀环境科技工作者奖 1 人。

研究领域涵盖废水处理及资源化、大气环境治理、固危废处理处置、土壤污染防治、生态环境风险与损害鉴定评估、工业园区及企业环保综合整治、自然生态保护与综合治理等多个方向，形成一支高水平科研和技术转化服务团队，

参与国家重大水专项、土壤专项、大气专项等省部级以上科研课题，取得了丰富的科研成果并广泛应用于各个领域，在省内外具有较高的社会认可度和客户满意度。

围绕全省生态环保中心，先后在环保政策、标准、法规制定生态环境保护规划、生态文明建设、长江生态大保护、太湖流域监控预警体系建设、生态修复、流域水环境综合整治等方面，主动参与政府宏观决策，积极提供战略性、前瞻性技术支撑。公司团队成员承担厅局级以上课题 100 余项，拥有授权专利 30 余项，申请专利 40 余项，拥有软件著作权 60 余项。发表 SCI、El 论文 40 余篇、核心期刊论文 50 余篇，出版专著 20 余部。主持及参与制定标准 10 余项，是“国家技术标准创新基地（水环境技术与装备）”首批共建单位。牵头获批省发改委“江苏省重点行业减污降碳协同控制工程研究中心”。主持完成各类技术服务项目数千项，其中各类环保规划和规划环评 300 余项；环保核查、环境监理、环境损害鉴定评估近 200 项；土壤污染状况调查、风险评估、修复技术方案编制等近 200 项；完成清洁生产审核 300 多项；积极开展园区综合整治、司法鉴定、生物多样性调查、大气污染源排放清单编制、“三线一单”划定等业务；环境工程领域完成各类设计近 400 个，在废水、废气治理、固体废物处理处置等方面形成核心技术，同时开展了工程总承包、环保管家、环保设施委托运营管理等工作。

公司拥有多项资质资信证书，主要包括环境工程甲级设计资质证书（废水、废气、固废）、工程咨询乙级资信证书（生态建设和环境工程）、市政行业（排水工程）乙级资质证书、建筑业企业资质证书一级（环保工程）、建筑施工企业安全生产许可证、江苏省环境污染治理工程设计能力评价证书（污染土壤修复）、江苏省 AAA 级信誉咨询企业资质，并通过 ISO 体系认证，同时是江苏省环境科学学会理事长单位，江苏省环境保护产业协会环境影响评价行业分会常务副理

事长单位。

公司拥有面积约 1000m^2 的独立实验室，其中包括各专业科研实验室和专业检验检测实验室，具有先进的检验检测仪器设备和专业研发的科研试验装置，并配备有专业的检验检测专职人员和科研人员。公司拥有各类仪器设备及科研试验装置 70 余台套，主要仪器有：电感耦合等离子体发射光谱仪（ICP）、气相色谱-质谱联用仪、原子荧光分光光度计、快速溶剂萃取仪、便携式 X 射线荧光分析仪等，具备检验检测机构资质（CMA）约 340 项因子的检测能力，涵盖水和废水、空气和废气、噪声、固体废物、土壤和沉积物五大门类，可为科研、环境损害评估、司法鉴定工作开展提供有力的支撑。

12 参考文献

[1] GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

[2] GB/T 36197-2018 土壤质量 土壤采样技术指南

[3] GB/T 36199 土壤质量 土壤采样程序设计指南

[4] GB 36600-2018 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）

[5] GB/T 39791.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节第 1 部分：总纲

[6] GB/T 39791.2-2020 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 2 部分：损害调查

[7] GB/T 39792.1 生态环境损害鉴定评估技术指南 环境要素 第 1 部分：土壤和地下水

[8] HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则

[9] HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则

[10]HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

[11]NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

[12]《生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲》(环办政法〔2016〕67号)

[13]《生态环境损害鉴定评估技术指南 损害调查》(环办政法〔2016〕67号)

[14]《生态环境损害鉴定评估技术指南 土壤与地下水》(环办法规〔2018〕46号)

[15]国家推荐性标准《土壤质量 决策单元多点增量采样方法》(待发布)

[16]Brewer R. A critical review of discrete soil sample data reliability Part 1-field study results[J]. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 2017, 26(1): 1-22.

[17]Brewer R. A critical review of discrete soil sample data reliability Part 2-implications[J]. Soil and Sediment Contamination: An International Journal, 2017, 26(1): 23-44.

[18]Hawaii Department of Health (HIDOH). 2016. Technical Guidance Manual: Hawaii Department of Health, Office of Hazard Evaluation and Emergency Response (2016 and updates), Honolulu, Hawaii, USA.

[19]Interstate Technology & Regulatory Council (ITRC). Incremental Sampling Methodology: ISM-2[S]. Washington, DC: ITRC, 2020.

[20]Pitard F F. Pierre Gy's sampling theory and sampling practice[M]. 2nd. Boca Raton: CRC Press, 1993.

[21]赵晓峰, 宋静, 李娟, 等. 决策单元-多点增量采样(DUMIS)在镍污染地块基坑清挖效果评估中的应用. 环境科学研究, 2021,38(4):172-178.

[22]毛娟, 黄永杰, 宋静, 等. 决策单元-多点增量采样法在重金属污染农田土壤-作物协同监测中的应用[J]. 农业环境科学学报, 2021,40(3):535-543.

附表 1 标准开题专家咨询会意见及回复情况

序号	涉及章节	专家意见	是否采纳	解释
1	标准名称	建议标准名称改为《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》，并按照新名称修改文本内容。	采纳	已将标准名称改为《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》，并根据新的标准名称，删去了“损害确认”、“因果关系分析”、“损害价值量化”等内容。
2	1 范围	删去“不适用于固（危）废填埋的土壤污染调查与损害鉴定评估”。	采纳	已删去“不适用于固（危）废填埋的土壤污染调查与损害鉴定评估”。
3	1 范围	标准不适用于破坏生态行为导致的土壤环境损害的鉴定评估采样，应当在范围里说明。	采纳	已在范围里说明“本文件不适用于破坏生态行为导致的土壤环境损害的鉴定评估采样”。
4	建议增加的章节	增加“土壤污染调查和损害鉴定评估报告编制”的内容。	采纳	已将标准名称改为《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》，无需报告编制的内容。

2021 年度江苏省地方标准编制项目

征求意见稿及开题专家咨询会参会人员签到表

2022 年 2 月 18 日

姓 名	工作单位	职称/职务	签 字
侯凤丽	江苏省质量和标准化研究院	研究员	侯凤丽
焦文涛	中国科学院生态环境研究中心	研究员	焦文涛
顾爱良	江苏大地益源环境修复有限公司	教高	顾爱良
沈仁容	南京中船绿洲环保有限公司	研高	沈仁容
袁翔	南京城建土地整理开发有限公司	高工	袁翔
张松	中科土壤环境科技有限公司	高工	张松
尹业新	南京贻润环境科技有限公司	高工	尹业新
许倩薇	南京贻润环境科技有限公司	工程师	许倩薇
章玉霞	江苏省环境工程技术有限公司	高工	章玉霞
黄真真	南京贻润环境科技有限公司	工程师	黄真真
王东哲	中科院南京土壤研究所	硕士生	王东哲
潘伟	中科院南土所	工程师	潘伟
宋静	中科院南京土壤所	研究员	宋静
王何琦	南京贻润环境科技有限公司	工程师	王何琦
陈志成	南京贻润环境科技有限公司	工程师	陈志成

江苏省地方标准开题报告

专家咨询会意见

标准名称	土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南		
主持单位	中国科学院南京土壤研究所		
项目承担单位	中国科学院南京土壤研究所		
时间	2022 年 2 月 18 日	地点	南京
咨询意见	通过 ☑	不通过 ☐	

2022 年 2 月 18 日，江苏省土壤修复标准化技术委员会在南京组织召开了江苏省地方标准《土壤污染调查与损害鉴定评估技术指南》开题报告专家咨询会。会议邀请五位专家组成专家组。专家组审阅了开题报告，听取了编制单位中国科学院南京土壤研究所的汇报，经质询和讨论，形成如下意见：

一、开题报告内容较全面，思路清晰，技术路线合理可行，总体符合环境保护标准编制工作要求，经修改完善后可作为下一步工作依据。

二、建议

1. 将标准名称修改为“土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南”；

2. 加强与现有相关技术规范的衔接，细化适用范围。

专家组：顾爱良 沈仁容 章玉霞 焦文涛 侯凤丽

年 月 日

附表 2 标准征求意见稿专家咨询会意见及回复情况

序号	专家/管理部门代表姓名	意见及问题	涉及章节	是否采纳	解释
标准名称					
1	俞学如	标准名称不清晰	标准名称	采纳	已明确本标准适用于土壤污染调查和损害鉴定评估的采样，而不是仅适用于损害鉴定评估的采样。
2	姚琪	标准名称不清晰	标准名称	采纳	已明确本标准适用于土壤污染调查和损害鉴定评估的采样，而不是仅适用于损害鉴定评估的采样。
3	候月丽	标准名称中“污染调查”和“损害鉴定评估”不明确	标准名称	采纳	已明确本标准适用于土壤污染调查和损害鉴定评估的采样，而不是仅适用于损害鉴定评估的采样。
1 范围					
4	俞学如	“本文件提供了……等方面的指导”，明确指南的范围，不应出现“等”	1	采纳	已将“本文件提供了土壤污染调查和损害鉴定评估采样时涉及的前期准备、第一阶段采样和第二阶段采样等方面的指导。”改为“本文件提供了土壤样本采集的程序、内容和技术要求以及实验室二次抽样、实验室分析、数据质量评价、土壤污染评价方面的指导和建议。”

5	俞学如	“污染环境行为”和“破坏生态行为”不清楚，需要给出解释	1	采纳	已删去“污染环境行为”和“破坏生态行为”。
6	姚琪	进一步明确标准的适用范围	1	采纳	已根据意见明确标准的适用范围为“适用于对土壤污染调查与土壤损害鉴定评估中污染范围、程度和方量存在不确定性的区域的采样。”
7	姚琪	能否界定在什么情况下需要用到本标准的采样方法	1	采纳	已界定在“对土壤污染调查与土壤损害鉴定评估中污染范围、程度和方量存在不确定性的区域”使用本标准的采样方法。
8	侯月丽	精确描述标准的适用范围	1	采纳	已精确描述标准的适用范围。
3 术语与定义					
9	俞学如	“评估区域”的术语是否与 GB/T 39792.1 相同，如相同需注明来源	3.2	采纳	已删去“评估区域”的术语。
10	侯月丽	部分术语和定义不需要作为术语定义，可以放到正文中	3	采纳	已删去“评估区域”、“对照区域”、“不确定区域”的术语定义，将“实验室二次抽样”的术语放到正文中。
11	孔德洋	引用的术语和定义注明来源	3	采纳	已注明术语“数据质量目标”、“单孔采样单元样本”和“现场二次抽样”的来源。
4 基本原则					
12	俞学如	“根据现场实际情况选择合适的采样工具”的表述太笼统	原 4.3	采纳	已删去“根据现场实际情况选择合适的采样工具”
5 工作程序					
13	俞学如	应增加“采样方案编制”的程序	5	采纳	已增加章节“采样方案编制”
14	姚琪	说明是否都要进行不确定区域的识别	5	采纳	已删去不确定区域识别的内容
6 前期准备					

15	俞学如	资料收集可直接引用 GB/T 39792.1	原 6.1	采纳	修改后的标准不涉及资料收集的内容
16	姚琪	“根据资料分析的结果明确下一步工作的重点”可删去	原 6.4	采纳	已删去资料收集的内容
7 第一阶段采样					
17	侯月丽	“具体参考 HJ/T 166 和 GB/T 39792.1 附录 A”改为“具体参考 HJ/T 166、GB/T 39792.1 附录 A”	原 7.1.1 现 7.1.2	采纳	已将“具体参考HJ/T 166和GB/T 39792.1附录A”改为“具体参考HJ/T 166、GB/T 39792.1附录A”
18	俞学如	要考虑采样人员资质的问题，对于司法鉴定案件的采样需要有司法鉴定人员到场	原 7.1.2 现 7.1.1	采纳	已改为“组织具有野外采样经验、熟悉土壤采样技术规程以及具有相关资质的专业人员组成采样组，采样前组织采样人员学习有关技术规范和工作方案。”
8 第二阶段采样					
19	姚琪	数据质量目标的制定过于主观，对于不同案件不应当有不同标准	原 8.1 现 6.1	不采纳	实际工作中，采样精度和数据精密度、准确度等要求需要根据工作经费和采样时间等因素确定，无法确定统一的标准。
20	姚琪	土壤环境基线的确定是否按照国家标准分为四种方法	原 8.8.1	采纳	已删去土壤环境基线确定的内容
21	姚琪	采样单元内各分点位置如何记录	原 8.3.1 现 6.3	采纳	采样单元内各分点位置无需记录，分样合并后得到代表整个采样单元平均浓度的代表性样本，不再关注采样单元内部污染物的空间变异性。
22	焦文涛	在编制说明中增加样本质量的制定依据	原 8.3.1	采纳	已在编制说明中增加样本质量的制定依据。
23	孔德洋	土堆的采样是否涉及到固废问题	原 8.4.1.5 现 7.2.5	采纳	本标准为采样技术指南，不涉及固废处理问题。

标准整体					
24	俞学如	标准涉及到的采样区域面积较大，而实际损害鉴定案件涉及到的区域面积通常较小，是否考虑分级分类进行采样	标准整体	采纳	已规定“建议建设用地单个采样单元的面积不大于 1600m^2，无论何种情况地块内宜不少于 5 个采样单元；建议农用地单个采样单元面积在2000 m^2-100000 m^2（3 亩-150 亩），无论何种情况区域内宜不少于 5 个采样单元。”
25	姚琪	采样成本和时间花费过高，能否减少成本和时间	标准整体	不采纳	采样成本和时间与数据质量目标（采样精度、数据精密度、准确性等要求）相关，如希望降低采样成本和时间，则需降低对数据质量的要求。
26	姚琪	两阶段的采样方法不适用于损害鉴定评估的采样以及涉及挥发性污染物的采样	标准整体	采纳	已将两阶段的采样改为一阶段的采样
27	候月丽	按照指南语言的表述进行指南的编写	标准整体	采纳	已按照指南语言的表述对文本进行修改
28	孔德洋	采样方法和基线确定与国家标准不一致，地方标准要和国家标准保持一致	标准整体	采纳	已删去基线确定的内容

江苏省环境保护标准征求意见稿专家咨询会
参会人员签到表

姓名	工作单位	职称/职务	签字
孔德洋	生态环境部环境规划院	研究员	
	南京市水利院	高工	
	南京大学环境规划集团	高工	
	江苏省质量和标准化研究院	研究员	
	中国科学院生态环境研究中心	研究员	

江苏省地方标准专家咨询会意见

标准名称	土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南		
主持单位	中国科学院南京土壤研究所		
项目承担单位	中国科学院南京土壤研究所、生态环境部环境规划研究院、江苏省环境工程技术有限公司		
时间	2022 年 8 月 12 日	地点	南京
审查结论	通过 ☑	不通过 ☐	

2022 年 8 月 12 日，江苏省土壤修复标准化技术委员会在南京组织召开了江苏省地方标准《土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术指南》（征求意见稿）专家咨询会。会议邀请五位专家组成专家组。与会人员听取了标准编制单位中国科学院南京土壤研究所的汇报，经质询和讨论，形成如下意见：

一、标准制定紧密结合了我省土壤污染调查与损害鉴定评估采样工作需求，针对土壤污染调查与损害鉴定评估采样技术开展研究，标准编制技术路线合理可行，标准内容较全面，总体符合地方标准编制要求，专家组一致同意该标准修改完善后公开征求意见。

二、建议

1. 进一步明确标准的适用范围；

2. 加强与国家现行标准的衔接。

专家组：

年　月　日

附表 3 标准征求意见稿技术审查会意见及回复情况

序号	专家/管理部门代表姓名	意见及问题	涉及章节	是否采纳	解释
标准名称					
1	孔德洋	标准名称不明确	标准名称	采纳	已明确本标准适用于土壤污染调查和损害鉴定评估的采样，而不是仅适用于损害鉴定评估的采样。
1 范围					
2	孔德洋	约束适用范围，明确标准边界	1	采纳	已将“本文件主要适用于因现场平行样质控不合格导致污染范围、程度存在不确定性的区域的采样。”改为“本文件主要适用于因现场平行样质控不合格导致土壤污染范围、程度存在不确定性的区域的采样。”
3 术语和定义					
3	焦文涛	术语标明出处	3	采纳	引用自《土壤质量 决策单元-多点增量采样法》的术语已表明了出处。
6 采样方案编制					
4	焦文涛	引用其他标准时应当更具体	原 6.8 现 7.5	采纳	已将“个人保护和二次污染预防方案按照GB/T 36197-2018的规定进行”改为“采样过程中的个人保护和二次污染预防按照GB/T 36197-2018中第6章节的规定执行。”
11 污染和损害范围确定					

6	焦文涛	将章节标题由“污染和损害实物量化”改为“污染和损害范围确定”，并删去实物量化的内容。	11	采纳	已将章节标题“污染和损害实物量化”改为“污染和损害范围确定”，并删去了实物量化的内容