

Quality Control and Quality Assurance of Soil Monitoring

Qiyue Zhao, Ye Xia, Xiue Shen

Beijing Municipal Eco-Environment Monitoring Center, Beijing
Email: qiyuezhao@126.com

Received: Jul. 6th, 2020; accepted: Jul. 29th, 2020; published: Aug. 5th, 2020

Abstract

The importance and main contents of quality assurance and quality control in soil environmental monitoring are demonstrated in this paper. Problems being found, and improvement methods are put forward, in order to provide references for the quality assurance and quality control of soil environmental monitoring in China. At the same time, the status of soil contamination can be better understood by management departments on the basis of good quality control of monitoring data, helping to make correct decisions on soil pollution prevention control.

Keywords

Soil, Environmental Monitoring, Error, Quality Assurance

土壤环境监测的质量保证与质量控制

赵起越, 夏 夜, 沈秀娥

北京市环境保护监测中心, 北京
Email: qiyuezhao@126.com

收稿日期: 2020年7月6日; 录用日期: 2020年7月29日; 发布日期: 2020年8月5日

摘 要

本文对土壤环境监测中质量保证与质量控制工作的重要性和主要内容进行介绍, 分析了该工作目前存在的主要问题, 并提出了改进方法, 为我国土壤环境监测的质量保证与质量控制工作提供参考, 为管理部门更加全面地了解土壤污染状况, 做出有针对性的污染防治决策提供技术支持。

关键词

土壤, 环境监测, 误差, 质量保证

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

土壤是生物生存和人类社会可持续发展的重要物质基础。近几十年,我国工业、矿业、农业的粗放式发展导致土壤环境不断恶化,土壤有害物质逐渐增加,已超过土壤本身的自净能力,它们通过农作物、地表水及地下水威胁着生态环境、食品安全及公众健康,阻碍社会经济的可持续发展[1][2][3]。一直以来,我国对土壤环境污染不够重视,导致基础调查薄弱,资料缺乏。2016年,国家正式发布《土壤污染防治行动计划》,全面开始进行土壤环境质量调查。土壤环境监测点位多,覆盖面广,参与人员多,项目繁杂,耗时长,为保证监测数据的代表性、准确性、精密性、可比性及完整性,质量保证和质量控制工作非常重要[4][5]。

2. 土壤环境监测中质量保证工作的重要性

土壤污染指人类活动向土壤中引入有害物质,土壤污染非常复杂,污染物在水平和垂直方向的分布不均匀,时间、空间变化规律也很难寻找。另外,土壤环境监测环节很多,从布点、采样到分析和评价,涉及的人员众多,步骤繁琐,因此,土壤环境监测具有很大的不确定性。许多人只关注土壤污染监测的统计结果,而忽视了监测本身的统一性及一致性。土壤环境监测是一项长期的工作,数据的偏差通常随时间无规律地变化,如果没有对人为误差的严格控制,可能会导致做出错误的判断。

数据的代表性及一致性是研究比较的前提,为了保证土壤环境监测的一致性和代表性,需要建立一套评估监测数据的体系,对数据时间、空间分布、使用方法及方法溯源建立标准,通过对监测数据的内容、来源、质量、结构等进行说明与判定,定量土壤监测的不确定性,对土壤环境监测实行质量保证。该工作使土壤环境监测的统计结果与真实环境变化相符,从而获得正确的结论与变化趋势[6]。另外,土壤环境监测质量控制体系是土壤监测的管理指导,它明确规定了各个步骤的管理标准,据此对现有工作进行调整,可以提高土壤环境监测的管理水平[7][8]。

3. 土壤环境监测中质量保证工作的主要内容

土壤环境监测流程长,步骤多,每一环节都可能对最终结果产生影响。如果没有相应的质控措施,很可能造成监测误差。土壤环境监测可以分成布点、采样、制样、分析和数据处理及报告审核几个部分,现将各部分引起误差的因素、质控要求及措施归纳列于表1[9][10][11][12]。通过对各部分可能产生误差的因素进行识别,并针对性地采取质量控制措施,可以有效地控制监测数据的质量。

Table 1. Factors identification, quality control requirements and specific measures in soil environmental monitoring

表 1. 土壤环境监测中各环节要素识别、质控要求与具体措施

监测环节	误差来源	质控要求	具体措施
采样布点	根据监测任务,把监测区域划分成很多监测单元,尽可能缩小相同采样单元内的差异,尽可能地拉大不同采样单元之间的差异,尽可能避免干扰影响,突出采样点位和采样单元的典型性和代表性,避免下述情况:1. 农用地布点避开洼地、坡脚地形,选取地势平缓,土壤条件好、自然状态稳定的位置;工业用地要避开水泥铺设和工业生产车间接纳区;2. 水土流失严重、表层土壤被明显破坏的地方不能设采样点。3. 避开排水管网、通信设施、光缆和天然气管道等公共设施。4. 公路和铁路附近至少300米以上才宜采样。5. 刚刚喷酒化肥、农药的地块不宜采样。	1. 区域环境土壤样品,如城市土壤、农田土壤和建设用各地土壤成分,通常以200m×200m为一个单元,其中设3-7个采样点;城市土壤设置网格时要考虑功能区;建设项目用地每公顷不少于5个采样点,且总数不少于5个,项目大的还要配合柱状采样。2. 重点区域,污水处理厂、工业企业周边和园区周边、固废处理设施周边监测点依据污染源种类周边布设5-7个点,饮用水源地在水流方向上布设4-5个点。3. 污染事故监测,在事故中心进行表层和分层采样,并以同心圆方式周边布设不少于5个监测点,同时设置背景点2-3个	

Continued

样品采集	<p>采样人员经验不足, 器具不符合要求, 采样顺序等细节不到位</p> <p>采样人员熟悉土壤采样规范, 掌握采样方式, 能正确使用 GPS 定位及航迹保存和导出, 采样工具及用品齐全, 依据采样点位分布图、地形地貌, 结合调查的土壤类型、利用方式, 农药使用情况, 正确进行土壤样品的采集</p>	<p>采样时先采有机样品, 后采无机样品。有机样品可以使用铁铲、不锈钢铲等工具, 无机样品使用竹铲、木铲。采样前应清除土壤表面的腐殖质, 采样时剔除土壤中的石头、植物根系等杂物, 不能斜向挖取土壤, 采样点位间注意及时清理采样工具, 避免交叉污染, 采样结束在现场逐项检查, 如现场记录表, 样品标签, 采样点位图等, 如有缺失立即补齐, 同时使用相机记录点位周边环境情况。</p>
样品流转	<p>样品不同、项目不同运输方式, 贮存条件都不相同, 如相互混淆会造成损失, 样品交接过程中也会因人为原因混淆样品, 影响结果</p> <p>流转包括样品运输、保存与交接。运输时针对不同样品采取不同容器和保护, 以免样品沾污; 对不同性质的样品, 根据其中分析项目不同, 保存条件不一样。样品交接需要采样人与制样人按照交接规范进行。</p>	<p>对光敏感的样品可采用避光器皿保存、包装; 挥发性及易分解的样品采用可密封的聚乙烯或玻璃容器低温保存, 全程控温。有机物样品采用棕色玻璃瓶保存。样品交接时相关人员对样品进行清点核对, 并在清点无误后在交接单上签字。保存环节根据样品不同性质区别对待, 挥发性有机物的样品在 4°C 冷藏箱中进行保存。样品保存区周围不得出现有干扰性的物质, 以免受到影响。预留样品在样品库中登记造册, 入库、领用及清理都要有记录。</p>
样品制备	<p>土壤样品种类不同, 制备环境、制备时人员、材料和工具及操作均会引起误差</p> <p>样品制备环境风干和研磨室分别设置, 制样工具也要避免污染, 样品避免混淆, 制样人员具有制备资质。</p>	<p>风干室整洁, 通风良好, 无尘, 无其他挥发性化学物质存在, 样品避光保存, 制备样品要求两人以上; 过筛、磨样及辅助制样工具齐全, 分装容器材质规格符合要求, 如开始制备时使用白色搪瓷盘及木盘, 将土样摊成 2~3 cm 薄层, 过 1 mm、0.25 mm 等尼龙筛后, 用玛瑙研磨机及研钵磨样, 且每次制样完成后制样工具清洗干净。制样流程按照干燥、破碎、研磨、筛分、混匀、缩分和装瓶操作规范, 样品标签、数量完整, 原始记录填写正确、及时, 制样后小组人员要自查。</p>
样品分析	<p>土壤样品基体复杂, 检测过程长, 容易带入误差</p> <p>实验室内部从实验人员、测试设备和数据报送方面进行质量控制, 关键在于数据准确度、精密度和干扰的控制, 还要结合实验室外部质量控制, 对分析质量进行全面把控。</p>	<p>实验室内控</p> <p>精密度控制: 每一批样品、每一个项目均要进行 20% 或以上的平行样品测定, 平行双样的误差在允许范围内分析判定合格, 否则需要重新测试带平行样品的整批样品, 直至合格;</p> <p>准确度控制: 标准物质或质控样品测定, 或进行样品的加标回收率实验, 加标回收率或质控样(标准物质)测定值必须落在规定范围内, 同时分析的精密度达到要求。条件允许的情况下, 绘制准确度质控图, 对质量自控进行评估。</p> <p>干扰情况的处理: 在实验室发生意外状况, 如停电、断水等情况终止实验, 待情况恢复后, 必须将整个批次样品进行重新测试。</p> <p>除此以外, 实验室内质控还包括空白样品的测试及平行双样的比较、仪器稳定性校核记录、样品检出率等。实验室外部质控: 包括定期开展实验室间能力验证比对活动, 密码平行样品的发放、统一监控, 留样复测等, 以检测实验室技术水平和质量控制能力, 如果偏差过大, 必须查找原因, 积极纠正, 并再次核实合格为止。</p> <p>分析人员操作要严谨、规范, 仪器使用前必须检查合格, 留有记录, 并定期校准。</p>
数据审核	<p>数据审核和报告编写人员的专业素质不够, 审核报告时引入误差</p> <p>监测报告要进行逐级严格审核, 以保证数据的准确性, 审核人员定期开展培训, 不断提高业务水平。</p>	<p>采取质量管理责任制审核报告, 严格执行三级审核制度, 分工明确, 责任到人, 层层把关, 发现可疑问题积极进行查证, 多方面协商解决。报告编制人员通过培训, 不断累积工作经验, 提升报告水平, 建立报告定期审查制度, 定期抽查监测报告, 核对原始数据及审查情况, 减少人为误差。</p>

4. 土壤环境监测质量保证存在的问题

土壤环境监测开展数年来, 质量保证工作逐步实现制度化, 2013 年, 国家颁布了《2013 年土壤环境

质量试点监测质量保证和质量控制方案》，2016年以后，每年进行的国家网土壤监测工作报告都附有质量控制工作报告。然而，在实际工作中，土壤监测质控工作还存在一些问题，归结如下：

4.1. 人员综合素质有待提高

大气和水的监测工作进行得较早，土壤环境监测是监测系统的一项新工作，实验室工作量增加，导致监测人员、仪器设备变得更加紧张，由于工作责任心不强，监测任务多，一些地方存在“重结果，轻质控”的现象，把质量控制工作作为监测工作的负担，虽然有成熟的质量控制制度，但没有很好地落实，出现现场采样记录填报不及时，不分析现场平行样品等情况；另外，报告编制、审核人员对前端土壤监测过程不熟悉，造成监测报告质量控制工作流于形式；质量控制人员对土壤监测知识缺乏足够的认知，部分质量控制工作没有抓住重点，缺乏对产生误差环节的有效把控。

4.2. 对现场采样的质量保证工作不够重视

研究表明：土壤样品采集时产生的误差在整个土壤样品检测中占比最大，采样时操作不当会影响样品的代表性，使后续分析及评估工作受到很大影响[13] [14]。因此采样时的质量控制工作非常重要。很多地方由于质控人员少，现场工作繁琐，外出麻烦等原因，存在重视实验室分析质量控制、忽视现场采样的质量控制工作的问题。另外，由于质控人员不熟悉现场采样的步骤，缺乏野外采样知识和技能，进行现场质量控制工作时没能抓住重点环节，质控工作针对性不强，影响采集土壤样品的代表性。

4.3. 分析实验室内部质量控制流于形式

众所周知，实验室内部质控至少要增加 20%的工作量[15]，因此，工作量饱满的实验室认真做好质控工作有一定难度，有些实验人员采取一些方法应付质控工作，使实验室质控流于形式。比如很多地方的质控报告中密码样与平行、加标样品合格率均为 100%，不符合实际情况[14] [15]；有的实验室加标回收实验加标量过高，其回收率不能反应土壤样品的数据质量；有的实验室使用有证标准物质，其浓度及基质与所分析的样品相差很远，则其分析结果不能代表同批次土壤样品的分析水平；一些实验室为了减少工作量，不进行现场平行样品的分析工作，使采样误差难以评估。实验人员责任心和专业知识的缺乏，导致一份份看似完美的质量控制报告后隐藏了很多问题，使土壤监测数据的可信度大打折扣。

4.4. 实验室外部质量控制操作方法单一，针对性不强

目前，环境监测实验室外部质量控制一般都采用上级或平级质控部门对实验室进行性能评价、质量控制考核的方法，有时也采用能力验证取代。由于实验室进行这些工作时均采取最优阵容，即最好的人员、最先进仪器及最佳条件，考核样品通常是不含基质的标样，或含简单基质的高浓度样品，因此其结果不能代表实验室常规样品分析水平，尤其是土壤样品分析水平。

4.5. 数据及报告的审核覆盖面不够

土壤监测报告是监测的最终结果，它源于对原始数据的汇总，分析，并在此基础上进行评价及预测，因此土壤监测报告审核的质量保证工作应该包括对土壤监测全程序的核查。但是，如果报告的编制及审核人不熟悉采样及分析，三级审核就会流于形式，难以对报告的质量进行有效的把控。

5. 主要问题的改进方法

针对土壤监测质量控制工作中的主要问题，建议针对性地采取下述措施：

5.1. 提高监测人员的素质

土壤监测包括样品的采集、制备和分析等,其中质量保证工作主要来源于监测人员的自我检查和行为约束,比如现场规范采集土壤样品、分析中进行仪器校准及质控样分析等,因此应创造多种途径培养监测人员,提高他们的综合素质,使他们无论在何种情况下,都能坚定地执行标准操作流程,将监测数据误差控制在允许范围内。除此以外,加强监测人员的培训,鼓励他们创新监测分析方法,提高土壤环境监测的工作质量。

5.2. 加强样品采集中的质量保证和质量控制

质控部门应对土壤样品采集活动进行有效的质量控制工作,详细核查采样计划,配合现场检查,从操作、工具到人员等诸多方面进行确认,要求采样人员熟悉采样方法、掌握工具使用及清洗方法、正确选择容器盛装样品,并按规范保存和运输等,尤其要正确采集现场平行样品,以确保采集到的土壤样品具有代表性。

5.3. 分析中要选取适合的质控方法

实验室的例行工作很多,应根据不同的任务和要求,选取适合的质量控制方法。比如国家网土壤监测要求全指标、全项目、全覆盖,因此每批次样品和项目分析必须使用空白、平行、质控样和加标回收的质控措施,而其他项目则在不违反质量控制规范的前提下,可以抓住关键,重点解决易产生误差的环节;对于新持证人员和经验丰富的老员工在批次质控时也可以区别对待,这样既节省时间、人力、物力,也可以有效地对监测数据的质量进行把控。

5.4. 建立土壤监测报告的核查制度,提高监测报告质量

土壤监测报告的质量控制工作应由末端前移至产生报告的整个过程,报告编制及审核人员应熟悉原始数据产生的所有环节,参与各环节的质量控制工作,明确可能的误差来源。应定期对报告进行纵向审核,以一定比例抽取监测报告有关的原始记录,包括采样记录、样品交接记录、制样记录及分析记录(含仪器使用校准记录)等,核实数据的可靠性,实现对监测报告的质量保证。

6. 结论

近几年,我国对土壤环境监测工作越来越重视,管理部门对土壤监测的要求也越来越高,而质量保证和质量控制工作是监测工作的基础和保障,因此,应予以高度重视,并在实际工作中全面落实,只有这样,才能全面提升土壤环境监测质量,使土壤环境监测能及时、准确、全面地反应土壤环境质量状况,并得出客观的发展趋势,为环境管理、规划和污染防治等工作提供有效的技术支持。

参考文献

- [1] 肖玲,马燕天,甘志伟,等.土壤动物对鄱阳湖湿地冬季凋落物分解过程的影响[J].湖泊科学,2020,32(2):395-405.
- [2] 庄金辉.农用地土壤监测程序及质量控制措施研究[J].环境与发展,2019(12):157,154.
- [3] 冯胜.土壤监测过程中质量控制研究与难点分析[J].污染防治技术,2019,32(2):76-79.
- [4] 梁耀杰.土壤监测全程序质量保证和质量控制[J].节能,2019(8):91-92.
- [5] 单中柄.浅析土壤监测质量控制问题[J].中国资源综合利用,2019,37(8):135-137.
- [6] 王建英,张得思,刘开隆.土壤环境中现场采集和实验室分析质量控制浅析[J].环境研究与监测,2019,32(3):31-33.
- [7] 刘琳娟,黄娟,张晔霞,等.建立土壤监测分析质量管理及评估体系的探讨[J].环境监测与预警,2019,11(3):

58-62.

- [8] 杨超. 强化环境监测质量管理体系建设[J]. 环境与发展, 2020(2): 145, 147.
- [9] 程晓东. 基本农田土壤环境质量监测中的质量保证和质量控制实践[J]. 农业环境与发展, 2004(3): 40-43.
- [10] 潘玉虎, 李宏波, 王丽君. 土壤监测的全程序质量保证及质量有效控制[J]. 环境与发展, 2019(9): 178-179.
- [11] 朱广钦. 土壤监测过程中质量控制及难点要点分析[J]. 节能与环保, 2019(12): 79-80.
- [12] 陈剑侠, 姜能座, 杨冬雪, 等. 质量保证和质量控制技术在茶园土壤重金属监测中的应用[J]. 福建分析测试, 2019, 19(4): 49-54.
- [13] 姜军成, 夏锡荣, 纪灵. 海洋环境监测质量控制工作存在的主要问题及对策[J]. 海洋开发与管理, 2013(4): 42-43.
- [14] 何明. 环境监测质量保证工作中的问题与建议[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(16): 120-121.
- [15] 杨冬雪. 土壤监测几种质量控制指标及评价方法探讨[J]. 中国环境监测, 2010, 26(4): 78-82.