

环境监测实验中数据处理与质量控制方法研究

王娅静

山西梦盛环保科技有限公司 山西 晋城 048000

摘要：环境监测实验是环境保护的关键环节，数据处理与质量控制至关重要。本文探讨了环境监测实验中的数据处理方法，包括统计处理、时序分析及异常识别等，借助Excel、MATLAB等工具提升处理效率。同时，研究质量控制方法，强调规范数据采集、提高设备性能、健全技术标准及全过程管控的重要性。引入大数据、人工智能等新技术，以期提高数据处理的准确度和可靠度，为环境保护决策提供科学依据。

关键词：环境监测实验；数据处理；质量控制方法

引言：随着环境问题日益凸显，环境监测的重要性不言而喻。在环境监测实验中，数据的准确性和可靠性直接关系到环境保护措施的制定与实施效果。本研究致力于探讨高效的数据处理方法和严格的质量控制措施，以确保环境监测数据能够真实反映环境质量状况。通过深入分析数据处理技术和质量控制策略，旨在为提高环境监测数据的准确性和可靠性提供理论支持和实践指导，为环境保护事业贡献力量。

1 环境监测数据概述

1.1 环境监测数据的定义和分类

(1) 各类环境参数的监测数据。主要涵盖三大核心领域：大气环境监测数据，包括PM2.5、二氧化硫、臭氧等污染物浓度及温度、湿度等气象辅助参数；水质监测数据，涉及pH值、化学需氧量(COD)、氨氮、重金属含量等指标，覆盖地表水、地下水、饮用水源等场景；土壤监测数据，包含土壤pH值、有机质含量、重金属(如镉、汞)及农药残留量等，同时还包括噪声、辐射等特殊环境要素的监测数据。(2) 数据的来源和获取方式。来源主要分为人工监测与自动监测两大类。人工监测通过工作人员现场采集样品，送至实验室利用专业仪器分析得出数据；自动监测则依靠布设的自动监测站(如大气自动监测站、水质自动监测浮标)，实时采集数据并通过网络传输至管理平台，部分数据还可通过卫星遥感、无人机巡查等技术获取，实现大范围、立体化监测。

1.2 环境监测数据的重要性

(1) 对环境保护决策的支持作用。环境监测数据是环保决策的“眼睛”，为政策制定提供科学依据。例如，通过分析区域大气污染物浓度变化数据，可精准判断污染趋势，为制定限行、限产等管控措施提供参考；依据水质监测数据，能确定重点治理流域，合理分配环

保资金，确保决策符合实际环境需求。(2) 对环境质量评估和污染源治理的意义。在环境质量评估中，监测数据是量化指标的核心，可直观反映区域环境质量是否达标，如判断空气质量是否符合国家标准、饮用水源是否安全；在污染源治理中，通过追踪监测数据，能精准定位污染源头，评估治理措施效果，为后续优化治理方案提供支撑，推动污染问题从根源上解决^[1]。

2 环境监测数据处理方法研究

2.1 数据处理方法概述

(1) 统计处理方法。统计处理是环境监测数据处理的基础手段。集中趋势分析通过计算均值、中位数、众数，反映数据的整体分布中心，如某区域月均PM2.5浓度；离中趋势分析借助方差、标准差、极差，体现数据的离散程度，可判断监测值波动是否正常；相关分析则探究不同参数间的关联，例如分析降水量与河流水质COD值的相关性，为揭示环境要素相互作用提供依据。

(2) 时序分析方法。该方法聚焦数据随时间的变化规律，适用于长期监测数据。通过时间序列图、滑动平均、趋势分解等技术，提取数据的趋势性、周期性和随机性特征。比如对某湖泊水质监测数据进行时序分析，可识别出水质指标在季节交替中的周期性变化，预测未来一段时间内的水质变化趋势，为提前制定防控措施提供支持。(3) 异常识别方法。主要用于排查数据中的异常值，避免其干扰分析结果。常用方法包括基于统计的 3σ 准则(剔除超出均值 ± 3 倍标准差的数据)、箱线图法(识别超出四分位距范围的数值)，以及基于距离的聚类分析法。例如在大气自动监测数据中，若某时刻PM2.5浓度远超正常范围，通过异常识别方法可快速判定其是否为仪器故障导致的无效数据。

2.2 数据处理工具与技术

(1) 常用工具的应用。Excel表格适合基础数据处

理,如数据录入、简单计算和生成基础图表,操作便捷,适合非专业技术人员初步分析;MATLAB凭借强大的矩阵运算和算法工具箱,可实现复杂统计分析、时序建模和可视化,常用于科研中的深度数据处理;Origin则在图表绘制上优势显著,能生成高精度折线图、柱状图、散点图等,清晰呈现数据分布与趋势。(2)数据分析算法的探索。机器学习与人工智能算法为数据处理提供新路径。例如,利用随机森林、支持向量机算法可构建水质污染预测模型,通过历史监测数据训练模型,实现对未来水质的精准预测;神经网络算法能处理非线性、高维度的监测数据,在污染源溯源中,可通过分析多参数数据,快速定位污染源头,提升治理效率^[2]。

2.3 数据处理流程与实例

(1)数据清洗。以某区域土壤重金属监测数据为例,首先排查缺失值,采用均值填充法补充少量缺失的镉含量数据;删除因仪器重复记录产生的重复值;通过箱线图法识别并剔除超出合理范围的异常汞含量数据,确保数据准确性。(2)数据转换。因不同监测点土壤pH值单位统一,但部分重金属含量单位为“mg/kg”,部分为“μg/kg”,需将后者统一转换为“mg/kg”;同时对数据进行标准化处理(如Z-score标准化),消除量纲差异,为后续多参数综合分析奠定基础。(3)数据可视化。利用Origin生成土壤重金属含量空间分布热力图,直观展示不同区域污染程度;通过MATLAB绘制重金属含量随时间变化的折线图,分析污染趋势,为土壤污染治理提供直观的数据支撑。

3 环境监测数据质量控制方法研究

3.1 数据质量控制概述

(1)数据质量控制的定义和目的。数据质量控制是指在环境监测全流程中,通过制定标准、规范操作、验证评估等手段,保障监测数据符合预期质量要求的系统性工作。其核心目的是消除数据误差、剔除无效信息,确保数据能够真实反映环境状况,为环保决策、质量评估和污染源治理提供可靠依据,避免因数据失真导致决策偏差或治理失效。(2)数据质量指标的设定与评估。核心数据质量指标包括四类:准确性,指数据与真实环境状况的吻合程度,通过与标准样品比对、平行实验等方式评估;可靠性,指数据在重复监测中保持一致的能力,可通过计算平行样相对偏差判断;一致性,指数据格式、单位、监测方法等的统一程度,需核查数据记录是否符合行业规范;时效性,指数据获取与应用的时间匹配度,评估监测数据是否及时支撑决策需求。

3.2 数据采集阶段的质量控制

(1)监测点位的准确设置。需结合监测目标与区域特征科学布点,如大气监测点需避开污染源直接影响区、高层建筑遮挡区;水质监测点需覆盖上游对照段、中游污染段、下游消减段,同时采用GPS定位确保点位固定,避免因点位偏差导致数据代表性不足。(2)采集频次与时间的合理规划。根据监测参数特性设定频次,如PM_{2.5}需连续24小时监测,水质COD可每月监测1-2次;采集时间需避开特殊干扰时段,如降雨初期不采集地表水样品,避免雨水稀释影响数据准确性,确保数据能反映常规环境状况。(3)样品采集、保存与运输的规范性操作。采集时需使用洁净无污染的采样容器,如采集重金属样品需用酸洗过的玻璃瓶;样品保存需添加固定剂(如测氨氮水样加硫酸调pH至2以下),并控制温度(如冷藏保存水样);运输过程中需防震、防泄漏,同时记录运输时间与条件,避免样品变质或污染^[3]。

3.3 数据处理阶段的质量控制

(1)数据处理流程的标准化与规范化。制定统一的处理流程手册,明确数据录入、计算、转换的步骤与标准,如规定用Excel录入数据时需设置数据有效性校验,避免录入错误;使用MATLAB等工具处理数据时,需记录算法参数与操作日志,确保处理过程可追溯。(2)错误数据的识别与剔除。结合人工核查与算法识别,人工检查数据格式是否异常(如负数浓度值),通过 3σ 准则、箱线图法识别超出合理范围的异常值;对疑似错误数据,需回溯采集、保存记录,确认是仪器故障或操作失误后再剔除,避免误删有效数据。(3)数据误差的控制与修正。针对系统误差(如仪器校准偏差),定期用标准物质校准监测仪器,如每月校准大气自动监测站的PM_{2.5}分析仪;针对随机误差(如环境波动导致的偏差),通过增加平行样数量、计算平均值减少误差影响,确保数据精度符合要求。

3.4 数据分析与评估阶段的质量控制

(1)分析方法的验证与优化。新分析方法需通过检出限、精密度、准确度验证,如用高效液相色谱法测农药残留时,需验证方法能否准确检出最低浓度样品;对现有方法,根据仪器更新、标准修订及时优化,确保分析方法始终符合最新行业规范。(2)数据结果的验证与比对。采用实验室间比对、加标回收率实验验证结果,如将同一土壤样品送3家不同实验室分析,比对结果偏差;加标回收率需控制在80%-120%范围内,确保分析结果可靠,若偏差过大需重新核查分析过程。(3)数据质量报告的撰写与发布。报告需包含监测方法、质量控制措施、数据质量评估结果(如合格率、偏差率)等内

容,明确标注数据适用范围与局限性;发布前需经技术审核与多级签字确认,确保报告信息完整、结论客观,为数据应用方提供清晰的质量参考^[4]。

4 环境监测数据处理与质量控制的挑战与对策

4.1 面临的挑战

(1)数据来源的多样性与复杂性。当前环境监测数据来源涵盖自动监测站、人工采样、卫星遥感、无人机巡查等多种渠道,不同渠道数据格式、精度、量纲差异大,如自动站实时数据与人工实验室分析数据难以直接整合;同时,海量数据(如大气监测站每秒生成的多参数数据)增加了数据筛选与整合难度,易出现数据冗余或信息遗漏,影响处理效率与质量。(2)数据处理技术的局限性。传统统计方法与基础工具(如Excel)难以应对高维度、非线性的监测数据,如复杂流域水质数据中多污染物的关联分析;部分机器学习算法虽能处理复杂数据,但存在模型训练需大量样本、对异常数据敏感等问题,且技术应用门槛高,基层监测机构难以熟练掌握,导致数据深度挖掘能力不足。(3)质量控制标准的制定与执行难度。不同地区、不同监测领域(如大气、土壤)的质量控制标准存在差异,缺乏统一的全国性规范,如部分地区土壤重金属监测的平行样偏差标准不统一;同时,部分基层监测机构因成本限制、人员意识不足,存在简化质量控制流程(如省略样品保存固定剂添加)的情况,导致标准执行不到位,数据质量难以保障。

4.2 应对策略与建议

(1)加强监测技术与设备的更新与升级。加大资金投入,推广高精度、智能化监测设备(如全自动水质采样器、多参数大气监测仪),提升数据采集精度;引入云存储与大数据处理平台,实现多来源数据的统一整合与高效运算,同时优化机器学习算法,开发适配基层的

简易数据分析工具,降低技术应用门槛。(2)提升监测人员的专业素质与技能水平。定期组织培训,内容涵盖数据处理工具操作(如MATLAB、Python数据分析)、质量控制标准解读、异常数据识别等;开展跨区域监测机构技能竞赛与经验交流,提升人员实操能力;建立人员考核机制,将数据处理与质量控制成效纳入考核,强化责任意识。(3)完善质量控制体系与标准制定。由国家环保部门牵头,制定覆盖全监测流程、统一各领域的质量控制标准(如统一数据格式、平行样偏差范围);建立多层级监督机制,通过省级抽查、市级巡查,确保基层机构严格执行标准;推动质量控制标准与国际接轨,参考先进国家经验优化本土规范,提升数据质量的权威性与通用性。

结束语

综上所述,环境监测实验中的数据处理与质量控制对于保障数据准确性、支撑科学决策具有重要意义。通过不断探索和优化数据处理方法,结合严格的质量控制措施,我们能够有效提升环境监测数据的质量,为环境保护工作提供更加可靠的依据。未来,随着科技的进步,我们应持续关注并引入新技术、新方法,以适应环境监测领域的新的挑战,推动环境监测事业持续健康发展。

参考文献

- [1]王铭杰.土壤环境监测的重要性及发展研究[J].山西化工,2024,44(9):241-242.
- [2]韩宁宁.试论土壤环境监测技术的不足与发展[J].皮革制作与环保科技,2023,4(16):173-175.
- [3]曾铭,王晋研,王刚志.物理实验数据的线性与非线性拟合[J].大学物理实验,2017,30(02):116-118.
- [4]曹久莹,于陆军.基于最小二乘法拟合的流量计不确定度分析方法[J].中国测试,2022,48(S1):122-124.