

# 生态环境监测数据的质量控制方法研究

陶松<sup>1</sup> 葛峰卫<sup>2</sup> 尚挺<sup>3</sup>

1. 浙江辰辉环保工程有限公司, 中国·浙江 台州 318010
2. 浙江鑫泰检测技术有限公司, 中国·浙江 台州 318010
3. 浙江科雅环境科技有限公司, 中国·浙江 台州 318010

**摘要:** 生态环境监测数据的质量控制在环境保护与管理中具有关键作用。有效的监测方案设计、科学选择和校准监测仪器、严格的现场操作规范和数据记录是数据采集阶段的质量保障。高效的数据传输技术和完善的误差校正机制确保了数据传输过程中的准确性和完整性。数据库设计与管理以及数据备份与恢复机制保障了数据存储的安全性。在数据处理与分析阶段, 预处理、清洗、分析方法选择和结果验证进一步提升了数据质量。论文旨在系统研究并优化生态环境监测数据的质量控制方法。

**关键词:** 生态环境; 监测数据; 质量控制方法

## Research on Quality Control Methods for Ecological Environment Monitoring Data

Song Tao<sup>1</sup> Fengwei Ge<sup>2</sup> Ting Shang<sup>3</sup>

1. Zhejiang Chenhui Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang, 318010, China
2. Zhejiang Xintai Testing Technology Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang, 318010, China
3. Zhejiang Keya Environmental Technology Co., Ltd., Taizhou, Zhejiang, 318010, China

**Abstract:** The quality control of ecological environment monitoring data plays a crucial role in environmental protection and management. Effective monitoring scheme design, scientific selection and calibration of monitoring instruments, strict on-site operation standards, and data recording are the quality assurance during the data collection stage. Efficient data transmission technology and a comprehensive error correction mechanism ensure the accuracy and integrity of the data transmission process. Database design and management, as well as data backup and recovery mechanisms, ensure the security of data storage. In the data processing and analysis stage, preprocessing, cleaning, selection of analysis methods, and result validation further improve data quality. The paper aims to systematically study and optimize the quality control methods of ecological environment monitoring data.

**Keywords:** ecological environment; monitoring data; quality control method

## 1 引言

生态环境监测数据是环境保护和资源管理的重要基础, 直接影响环境决策的科学性与有效性。随着环境问题的日益复杂化和多样化, 高质量的监测数据对准确评估环境状况、追踪污染源、分析环境变化趋势和风险评估至关重要。确保数据的准确性、可靠性和时效性是监测工作的重要任务之一, 因此数据质量控制方法的研究成为当前生态环境监测领域的焦点。

## 2 生态环境监测数据的重要性

生态环境监测数据在环境保护与资源管理中具有关键作用, 其重要性体现在多个方面。第一, 监测数据是评估环境质量状况的基础, 准确反映空气、水、土壤等环境要素的污染水平, 为环境决策提供科学依据。第二, 数据支持污染源追踪与污染物迁移转化过程的研究, 揭示污染物的来源、路径及影响范围, 有助于制定有效的污染控制措施。第三,

监测数据在环境变化趋势分析和环境风险评估中不可或缺, 通过长期数据积累, 识别环境问题的发生发展规律, 预测潜在环境风险。第四, 生态环境监测数据是环境管理与政策制定的重要参考, 通过数据分析, 评估环境政策与措施的实施效果, 指导环境管理策略的调整与优化。第五, 监测数据的公开与共享促进公众环境意识的提升与社会监督的加强, 推动环境治理的社会参与和共治共享<sup>[1]</sup>。

## 3 生态环境监测数据的采集阶段质量控制

### 3.1 监测方案设计

监测方案设计是生态环境监测数据采集阶段质量控制的基础环节, 其质量直接影响后续数据的可靠性和有效性。首先, 监测指标的选择应依据监测目的和环境特征, 确保选定的指标能全面反映环境状况及其变化趋势。例如, 对于大气环境监测, 应选择 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub> 等主要污染物作为监测指标。其次, 监测点位的布设要科学合理,

既要覆盖污染源影响区,又要包含对照点,以便进行数据对比和污染源分析。点位布设还需考虑地理条件和气象因素,避免因局部环境影响造成监测数据偏差。最后,监测频次和时间的安排应与环境变化周期相匹配,确保数据的时效性和代表性。定期的监测频次有助于掌握污染物的变化规律,而特定时间段的监测则能捕捉环境突发事件的影响。

### 3.2 监测仪器设备的选择与校准

监测仪器设备的选择与校准是确保生态环境监测数据质量的关键环节。首先,选择合适的监测仪器设备应基于监测指标和环境条件,确保设备的检测范围和精度能够满足监测要求。例如,在水质监测中,需选择具有高灵敏度和低检出限的分析仪器,以准确测定微量污染物。其次,仪器设备的校准至关重要,它直接关系到监测数据的准确性和可信度。校准应依据国家或国际标准,使用标准物质或标准气体进行,确保仪器的检测结果在规定误差范围内。再次,校准频次应根据仪器的使用情况和环境条件确定,通常在使用前后、定期维护时进行校准。为保证校准效果,需建立详细的校准记录,记录每次校准的时间、方法、结果及校准人员信息,以便追溯和检查。最后,监测仪器设备的日常维护与保养同样重要,应定期进行清洁、检修和保养,防止设备老化和故障对监测数据的影响。

### 3.3 现场操作规范与数据记录

现场操作规范与数据记录是生态环境监测数据采集阶段质量控制的重要组成部分,直接影响数据的准确性和完整性。首先,现场操作应严格按照标准操作规程进行,包括采样方法、采样工具的使用、样品保存等环节。例如,在大气样品采集过程中,应确保采样器的安装位置和高度符合规范,避免外界因素干扰。其次,操作人员应具备专业技能和知识,能够熟练使用监测仪器设备,并及时识别和排除采样过程中可能出现的异常情况。再次,数据记录需详尽准确,包含采样时间、地点、环境条件、设备状态及操作人员信息等,以确保数据的可追溯性。记录方式可采用电子记录或纸质记录,但应注意防止数据丢失或篡改。为提高数据记录的准确性和效率,可引入智能化数据采集系统,实现数据的实时传输与存储。最后,现场采集的数据需经过初步审核和校对,发现异常数据需及时分析原因并采取补救措施<sup>[2]</sup>。

## 4 生态环境监测数据的传输与存储阶段质量控制

### 4.1 数据传输过程中的误差与控制

#### 4.1.1 数据传输途径与技术

数据传输途径与技术 in 生态环境监测数据质量控制中起着至关重要的作用。主要传输途径包括有线传输和无线传输。有线传输通常采用光纤、以太网等,具有传输速率高、稳定性强的特点,适用于固定监测站点的数据传输。例如,光纤传输速率可达数十 Gbps,误码率低至  $10^{-12}$ ,确保数据传输的高效性和可靠性。无线传输则利用蜂窝网络、卫星通

信、无线传感器网络(WSN)等技术,适用于移动监测或远程地区监测数据的传输。蜂窝网络利用 4G/5G 技术,传输速率分别可达 100Mbps 和 1Gbps,广泛应用于大气监测车等移动监测设备的数据传输。卫星通信则适用于海洋监测和极地监测等特殊环境的数据传输,能实现全球范围内的数据实时传输。WSN 技术通过多节点自组织网络实现监测数据的传输和汇聚,适用于大面积、分散的监测区域。

#### 4.1.2 传输误差的识别与校正

传输误差是生态环境监测数据在传输过程中不可避免的问题,其识别与校正是确保数据质量的重要环节。传输误差主要来源于信号衰减、噪声干扰、数据丢包等因素。例如,光纤传输中信号衰减可达 0.2dB/km,长距离传输时需通过中继器放大信号以减少误差。识别传输误差的方法包括数据冗余校验、循环冗余校验(CRC)、哈希校验等。数据冗余校验通过在数据包中添加校验位检测传输误差,其误码检测率可达 99.99%。CRC 算法则利用多项式除法生成校验码,能够有效识别传输中的单比特或多比特误差。对于无线传输,常用的误差识别技术包括信道编码和调制解调技术,如前向纠错(FEC)和相位调制。误差校正则需采用纠错编码技术,如汉明码、里德-所罗门码等。汉明码能纠正单比特错误,适用于低误码率的场景;里德-所罗门码能纠正多比特错误,广泛应用于高误码率的无线传输中。此外,自动重传请求(ARQ)协议通过数据包重传实现误差校正,提高传输可靠性。

### 4.2 数据存储与管理

#### 4.2.1 数据库的设计与管理

生态环境监测数据的存储与管理需要科学设计数据库,以确保数据的高效存储、快速查询和可靠管理。数据库设计首先要选择适合的数据库管理系统(DBMS),如关系型数据库(RDBMS)和非关系型数据库(NoSQL)。关系型数据库如 MySQL、PostgreSQL 等,适用于结构化数据的存储与管理,具备 ACID(原子性、一致性、隔离性、持久性)特性,支持复杂查询和事务处理。对于非结构化或半结构化数据,如传感器数据、日志文件等,NoSQL 数据库如 MongoDB、Cassandra 更为合适,具有高扩展性和灵活的数据模型。

数据库设计应包括逻辑设计和物理设计。逻辑设计涉及数据库模式的定义,包括表结构、字段类型、索引和约束等。为了优化查询效率,需根据数据查询频率和关联关系设计合理的索引,如 B 树索引和哈希索引。在物理设计阶段,需考虑数据存储分区、表空间管理和数据压缩技术,以提高存储效率和性能。此外,数据库管理还需关注数据一致性和完整性,通过事务管理、并发控制和数据校验等机制,确保数据在多用户、多应用环境下的准确性和可靠性。

#### 4.2.2 数据备份与恢复机制

数据备份与恢复机制是保障生态环境监测数据安全与

可用性的关键措施。数据备份应包括全量备份、增量备份和差异备份三种策略。全量备份对整个数据库进行完全复制,适用于数据量较小或数据变动不频繁的场景,但耗时较长,数据量大。增量备份仅备份自上次备份以来变动的数据,备份速度快,占用存储空间小,但恢复时需依赖多次备份。差异备份介于两者之间,仅备份自上次全量备份以来变动的数据,恢复速度比增量备份快,但备份时间和存储空间逐渐增加。

备份数据应存储在异地或云端,防止本地灾害或设备故障导致数据丢失。备份频次应根据数据的重要性和变动频率确定,对于关键数据,建议每日或每小时备份。数据恢复机制需确保在数据丢失或损坏时能够迅速恢复。恢复策略包括日志恢复和快照恢复。日志恢复通过重放事务日志,将数据库恢复到特定时间点,适用于短时间内数据恢复。快照恢复则通过恢复备份快照,实现快速数据恢复,但需结合增量备份以确保数据完整性。此外,定期的备份验证和演练至关重要,确保备份数据的可用性和恢复流程的有效性。备份系统应具备自动化管理和监控功能,实时监测备份过程,及时发现和解决备份失败或异常情况<sup>[3]</sup>。

## 5 生态环境监测数据的处理与分析阶段质量控制

### 5.1 数据预处理与清洗

数据预处理与清洗是确保生态环境监测数据质量的重要步骤。数据预处理主要包括数据格式转换、缺失值填补和异常值处理。首先,数据格式转换需将不同来源、不同格式的数据统一转换为标准化格式,确保数据的一致性和兼容性。例如,将不同传感器的数据转换为统一的时间戳格式和单位。缺失值填补是预处理的重要环节,常用方法包括平均值填补、插值法和多重插补法等。平均值填补简单易行,但适用于数据缺失较少的情况;插值法如线性插值和样条插值,适用于时间序列数据的填补;多重插补法则通过多次迭代计算,能更准确地填补复杂数据的缺失值。

异常值处理也是数据清洗的重要环节,主要方法包括统计方法、机器学习方法和专家知识法。统计方法如 Z 分数法、箱形图法,通过计算数据分布特征识别异常值;机器学习方法如孤立森林算法、支持向量机(SVM),利用模型训练识别异常数据点;专家知识法则结合领域专家的经验,对数据进行人工审核和修正。此外,数据清洗还需进行噪声过滤和重复数据删除,确保数据的纯净度和唯一性。通过全面的预处理与清洗,能显著提升数据质量,为后续分析奠定坚实基础。

### 5.2 数据分析方法的选择与应用

在生态环境监测数据处理中,选择适当的分析方法是

获取准确和有价值结论的关键。常用的数据分析方法包括统计分析、时间序列分析和空间分析。统计分析方法如描述性统计、假设检验和回归分析,能够揭示数据的基本特征和变量之间的关系。例如,利用回归分析可以评估污染物浓度与气象因子之间的关联性。时间序列分析方法如自回归移动平均模型(ARIMA)、季节性分解等,适用于分析和预测环境变量的时间变化趋势。ARIMA 模型通过分析数据的自相关性,能有效预测短期环境变化;季节性分解则将数据分解为趋势、季节性和随机成分,便于识别长期变化规律。

空间分析方法如地理加权回归(GWR)、克里金插值,适用于处理具有空间相关性的环境监测数据。GWR 方法考虑了地理位置对变量关系的影响,能更准确地描述污染物的空间分布特征;克里金插值通过空间插值技术,可以估算未监测区域的污染物浓度。此外,机器学习方法如随机森林、支持向量机(SVM)也逐渐应用于环境数据分析,具备处理复杂非线性关系的优势。选择分析方法时需综合考虑数据特性、研究目标和计算资源等因素,确保方法的适用性和分析结果的可靠性<sup>[4]</sup>。

## 6 结语

总而言之,生态环境监测数据的质量控制在环境保护和管理中至关重要。通过精细化的监测方案设计、科学选择与校准监测仪器、严格的现场操作规范和准确的数据记录,可以有效提升数据采集阶段的质量。高效的数据传输途径与技术,以及完善的数据传输误差识别与校正机制,确保了数据在传输过程中的准确性和完整性。合理的数据库设计与维护,以及健全的数据备份与恢复机制,保障了数据存储的安全性和可靠性。在数据处理与分析阶段,细致的数据预处理与清洗、科学的分析方法选择与应用,以及严谨的分析结果验证与评价,能进一步确保数据质量和分析结果的可靠性。

### 参考文献:

- [1] 邹永春.加强质量控制,提升生态环境监测数据可靠性[J].环境经济,2023(18):64-65.
- [2] 王文雷,张凤菊,曹燕燕,等.生态环境监测机构数据质量技术判断常见方法探讨[J].中国环境监测,2023,39(4):15-22.
- [3] 薛志欢,韩嘉琪,吕玉新.浅析生态环境监测的质量控制方法[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(9):137-139.
- [4] 廖炜.环境监测中的数据处理与质量控制方法研究[J].资源节约与环保,2020(6):63+98.

作者简介:陶松(1990-),男,中国浙江台州人,本科,工程师,从事环境工程/生态环境监测与分析研究。