|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 13.040.01 |
| CCS | |  | | --- | |  |   Z 10 |

团体标准

T/XZBX 0010—2025

环境监测中大气污染物实时监测

与数据分析规范

Specification for real-time monitoring and data analysis of atmospheric pollutants in environmental monitoring

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市质量与标准化协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc192685921)

[引言 V](#_Toc192685922)

[1 范围 1](#_Toc192685923)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc192685924)

[3 术语和定义 1](#_Toc192685925)

[4 总体要求 1](#_Toc192685926)

[5 监测技术要求 2](#_Toc192685927)

[6 数据采集与传输 2](#_Toc192685928)

[7 数据处理与分析 3](#_Toc192685929)

[8 质量控制 3](#_Toc192685930)

[9 数据应用 4](#_Toc192685931)

1. 前言

本文件按照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》的规定起草。

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。

本文件由西安市质量与标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：湖南省长沙生态环境监测中心、中国石油集团安全环保技术研究院有限公司、无锡市生态环境监测监控中心新吴分中心、郑州源致和环保科技有限公司、河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司、苏州克兰茨环境科技有限公司、成都市污染源监测中心锦江监测站、邹城市畜牧兽医事业发展中心。

本文件主要起草人：范茂清、杨川箬、邵云刚、薛航、刘葳、刘杰、李浩、卢文治、张冬梅。

1. 引言

随着我国工业化与城镇化的快速发展，大气污染问题已成为影响生态环境质量、公众健康和社会可持续发展的重要因素。传统的大气污染物监测方法存在数据时效性不足、分析维度单一等问题，难以满足污染精准防控和快速响应的需求。近年来，光学传感、物联网、大数据分析等技术的进步为大气污染物实时监测与数据深度挖掘提供了新的解决方案。然而，由于缺乏统一的技术规范，不同监测主体在设备选型、数据处理、质量控制等方面存在差异，导致监测数据可比性差、应用价值受限，制约了环境管理决策的科学性。

为规范大气污染物实时监测系统的建设与运行，提升数据采集、分析和应用的标准化水平，推动环境监测技术向智能化、精细化方向发展，特制定本文件。本文件的制定与实施，可为环境监测机构、第三方服务商及监管部门提供技术依据，助力实现大气污染“测-管-治”联动，为打赢蓝天保卫战和推动智慧环保体系建设提供支撑。

环境监测中大气污染物实时监测

与数据分析规范

* 1. 范围

本文件规定了大气污染物实时监测系统的总体要求、监测技术要求、数据采集与传输、数据处理与分析、质量控制及数据应用等内容。

本文件适用于环境监测机构、企事业单位及第三方检测单位开展大气污染物（如PM2.5、PM10、SO₂、NOx、CO、O₃等）的实时监测与数据分析工作。

* 1. 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。

GB 3095—2012 环境空气质量标准

* 1. 术语和定义

GB 3095—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

实时监测 real-time monitoring

通过连续或高频次采样技术，获取大气污染物浓度的瞬时或分钟级数据。

数据预处理 data preprocessing

对原始监测数据进行无效值剔除、异常值修正、单位统一等操作。

空气质量指数 air quality index（AQI）

根据污染物浓度计算的环境空气质量综合评价指标。

* 1. 总体要求
     1. 系统架构

实时监测系统应包含感知层（传感器/分析仪）、传输层（物联网通信模块）、平台层（数据存储与计算中心）和应用层（可视化与决策支持）四部分，支持模块化扩展。

系统兼容性要求：支持与生态环境部门现有监测平台（如国家环境空气质量监测网）数据接口对接。

* + 1. 性能指标

监测设备需满足以下精度要求（见表1）：

表1 监测设备性能指标

| 污染物 | 量程范围 | 最低检出限 | 相对误差 |
| --- | --- | --- | --- |
| PM2.5 | 0-1000 μg/m³ | ≤1 μg/m³ | ±10% |
| SO₂ | 0-500 ppb | ≤1 ppb | ±5% |
| NOx | 0-1000 ppb | ≤2 ppb | ±8% |

数据存储能力：原始数据本地存储≥30天，云端存储≥5年。

* 1. 监测技术要求
     1. 监测点位布设

点位类型：

1. 城市背景点：远离污染源，反映区域背景浓度，优先设置在城市主导风向上风向；
2. 交通污染点：距道路边缘≤20米，采样高度3～5米，监测机动车尾气排放贡献；
3. 工业监控点：设置在工业园区边界或主导下风向，监测工业源排放影响；
4. 空间密度：建成区每10平方公里至少1个监测点，工业园区每2平方公里至少1个监测点。
   * 1. 设备安装与调试

安装要求：

采样口与建筑物距离≥2倍建筑物高度，避免气流干扰。

电化学传感器需配备防潮装置，光学设备需避免强直射光干扰。

调试流程：

1. 开机预热：设备通电后预热≥30分钟；
2. 零点校准：通入零空气（Zero Air），调整基线至稳定状态；
3. 跨度校准：通入标准气体（如SO₂标气浓度为满量程80%），验证设备线性响应；
4. 平行比对：与国控站点同步监测24小时，数据相关系数R²≥0.85。
   1. 数据采集与传输
      1. 数据采集规则

时间戳要求：数据记录精确至秒级（如2023-10-01 08:30:15），时钟同步误差≤1秒/月。

数据字段：至少包含污染物浓度、设备状态码（正常/故障）、气象参数（温度、湿度、风速、风向）。

* + 1. 传输与容灾

传输频率：实时数据每1分钟上传一次，历史数据补传间隔≤1小时。

断网处理：设备内置缓存存储≥7天数据，网络恢复后自动续传并标记补传时段。

加密要求：采用TLS 1.2及以上协议加密，数据包签名防篡改。

* 1. 数据处理与分析
     1. 数据预处理

无效数据剔除规则：

1. 传感器故障标志（如状态码为“E01-E05”）对应的数据；
2. 超出量程上限150%或低于检出限的连续异常值（持续≥10分钟）。

数据插补方法：

1. 短时缺失（≤2小时）采用时间序列线性插值；
2. 长时缺失（＞2小时）结合邻近站点数据与气象模型进行空间插值。
   * 1. 高级分析模型

污染溯源：

1. 利用后向轨迹模型（HYSPLIT）分析污染物传输路径；
2. 结合正定矩阵因子分解（PMF）解析本地污染源贡献率。

预警模型：基于滑动窗口算法（窗口长度6小时）预测AQI变化趋势，触发黄/橙/红色预警。

* 1. 质量控制
     1. 日常运维

校准周期见表2：

表2 日常运维校准周期

| 设备类型 | 零点校准 | 跨度校准 | 全系统检查 |
| --- | --- | --- | --- |
| 光学设备 | 每周1次 | 每月1次 | 每季度1次 |
| 传感器 | 每日1次 | 每周1次 | 每月1次 |

维护记录：建立电子化台账，记录校准时间、人员、标准物质批号及结果偏差。

* + 1. 数据质控

自动校验规则：

1. 一致性校验：同一区域多设备浓度差异＞30%时触发报警；
2. 合理性校验：O₃浓度夜间（20:00-6:00）显著升高（＞50%）时标记可疑。

人工复核：每日抽查≥10%数据，重点审核峰值时段与异常波动。

* 1. 数据应用
     1. 污染应急响应

分级响应见表3：

表3 污染分级响应

| AQI区间 | 响应措施 |
| --- | --- |
| 151-200（黄色） | 加强巡查，通知企业限产 |
| 201-300（橙色） | 实施交通管制，重点企业停产 |
| ＞300（红色） | 启动区域联防联控，学校停课 |

* + 1. 治理评估

用倍率法计算减排效果，对比治理前后污染物浓度下降比例（见公式1）。

()

式中：

C前 ——治理前污染物的日均浓度均值（μg/m³或ppb）；

C后 ——治理后污染物的日均浓度均值（μg/m³或ppb）。

结合气象条件修正：利用多元线性回归模型剔除风速、降水等自然因素影响。

* + 1. 数据共享

通过API接口向公众开放实时AQI数据，响应延迟≤5分钟。

敏感数据（如企业排放源解析结果）需经脱敏处理后发布。

