

ICS 13.040.20
CCS Z 50
备案号: 94937-2023

DB 11

北京市地方标准

DB11/T 2056—2022

环境空气总悬浮颗粒物网格化监测
技术规范

Technical specification for grid monitoring of ambient air total
suspended particulate matter

2022-12-27 发布

2023-04-01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	11
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 系统构成与要求.....	2
5 点位布设要求.....	3
6 日常运行维护要求.....	4
7 质量保证与质量控制.....	5
8 数据有效率与有效数据判断.....	8
参考文献.....	9

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。

本文件由北京市生态环境局提出并归口。

本文件由北京市生态环境局组织实施。

本文件起草单位：北京市生态环境监测中心。

本文件主要起草人：王莉华、安欣欣、景宽、李云婷、刘保献、姜南、王欣、金萌、袁建昭、张章。

环境空气总悬浮颗粒物网格化监测技术规范

1 范围

本文件规定了环境空气总悬浮颗粒物网格化监测的系统构成、点位布设、日常运行维护、质量保证与质量控制以及数据有效性等要求。

本文件适用于环境空气总悬浮颗粒物网格化监测。

2 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 环境空气质量标准

HJ 653 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法

HJ 655 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统安装和验收技术规范

HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）

HJ 817 环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统运行和质控技术规范

HJ 1263 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法

DB11/T 1819 环境空气颗粒物网格化监测评价技术规范

3 术语和定义

GB 3095、HJ 664、HJ 817和DB11/T 1819界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网格化监测 grid monitoring

为达到大气污染防治精细化管理的目的，根据不同监控需求及环境特征，将目标区域分为不同的网格进行点位布设，对各网格中相关污染物浓度进行实时监测。

3.2

网格化监测设备 grid monitoring equipment

用于环境空气总悬浮颗粒物网格化监测的设备，宜采用光散射的监测方法。

3.3

标准监测设备 equivalent monitoring equipment

为对网格化监测设备进行颗粒物质量浓度在线校准与定期检查，采用振荡天平或β射线测量方法的环境空气总悬浮颗粒物连续自动监测设备。

3.4

在线校准 online calibration

对网格化监测设备在运行过程中进行的环境空气总悬浮颗粒物质量浓度校准。

4 系统构成要求

4.1 系统构成

环境空气总悬浮颗粒物网格化监测系统由监测点位系统、系统支持实验室、在线校准系统、质量保证实验室、比对平台和数据中心组成。

4.2 监测点位系统

网格化监测点位系统由网格评价点、路边交通点和其它污染监控点等组成。网格评价点由网格化监测设备、设备杆、围栏和安装固定辅助装置等组成。路边交通点与其它污染监控点由网格化监测设备和安装固定辅助装置等组成。

网格化监测设备为环境空气总悬浮颗粒物网格化监测系统的感知测量单元，由进气口、气路、颗粒物传感器、温度传感器、湿度传感器、采样动力、流量测控、信号处理和数据传输等模块组成，采样口平均抽气速度应不小于 0.3 m/s。

4.3 系统支持实验室

4.3.1 主要功能

对监测设备的备品备件进行管理，根据监测设备的运行要求对监测设备进行定期维护，并对发生故障的监测设备进行检修等。

4.3.2 基本要求

系统支持实验室应能保证操作人员正常工作，配备必要的实验台和存储柜，配备良好的通风设施。实验室供电电源标准电压为 AC 220 V ± 22 V，应配有电源过压、过载和漏电保护装置，接地电阻 ≤ 4Ω。

4.3.3 仪器设备配备

系统支持实验室应配备测试与维修用设备和工具，及必要的备用设备和零配件。备用网格化监测设备的数量宜不少于设备总数的 10%。

4.4 在线校准系统

4.4.1 主要功能

在运行过程中对网格化监测设备进行校准。

4.4.2 仪器设备配备

在线校准系统应配备标准监测设备、符合 HJ 1263 规定的手工监测设备及其所需的配套装置。标准监测设备可以是固定或移动设备，设备数量根据网格化监测设备数量与监测环境等实际情况确定，宜不少于网格化监测设备总量的 2%，当设备总量不足 150 台时，应不少于 3 台。本文件未规定的标准监测设备相关技术要求可参照 HJ 653、HJ 655 与 HJ 817 中对 PM₁₀ 连续自动监测系统的规定执行。

4.5 质量保证实验室

4.5.1 主要功能

对网格化监测设备进行量值传递、校准和性能审核，对检修后的设备进行校准和主要技术指标的性能测试，并开展有关监测质量控制与质量保证措施的制定和实施。

4.5.2 基本要求

质量保证实验室面积应能保证操作人员正常工作，配备必要的实验台和存储柜，配备良好的通风设施和废气排出口。实验室供电电源标准电压为 AC 220 V±22 V，应配有电源过压、过载和漏电保护装置，接地电阻≤4 Ω。实验室温度控制在 25 ℃±5 ℃范围内，相对湿度控制在 80% 以下。

4.5.3 仪器设备配备

质量保证实验室应配备开展网格化监测系统质量保证工作必要的设备，包括流量计、温度计、湿度计和质量浓度校准装置等。

4.6 比对平台

4.6.1 主要功能

对标准监测设备进行与参比方法的一致性比对。对网格化监测设备进行与标准监测设备的一致性和平行性比对。

4.6.2 基本要求

比对平台是用于网格化监测系统相关监测设备性能比对的室外场地，应配置网格化监测设备稳定运行的供电系统，可容纳不少于 3 台参比方法采样器、3 台标准监测设备与全网设备数量 5% 的网格化监测设备同时运行，参比方法采样器与其他设备采样口间距不小于 2 m，标准监测设备与其他设备采样口间距不小于 1 m，网格化监测设备间采样口间距不小于 0.5 m，所有采样口高度一致。比对平台离地面高度应在 3 m~20 m 范围内，周围应开阔，采样口至障碍物顶部与平台水平线夹角应不大于 30°，周围环境 50 m 内无明显污染源。

4.6.3 仪器设备配备

比对平台应配有不少于 3 台标准监测设备和不少于 3 台参比方法采样器。

4.7 数据中心

数据中心包括设备监控系统与数据存储等模块。

5 点位布设要求

5.1 点位布设基本要求

点位布设应满足科学性、完整性、代表性、可比性和稳定性的原则，并符合下列基本要求。

- a) 监测点周围环境应符合以下要求：
 - 1) 无高大障碍物阻碍空气流通，从监测点采样口到附近最高障碍物水平距离，至少是该障碍物高出采样口垂直距离的 2 倍以上；
 - 2) 无电磁干扰，电力供应稳定，无线通信良好；
 - 3) 环境地质条件相对稳定，避免受山洪和塌方等局地灾害影响，具备安全和防火措施；
 - 4) 具备通畅和便利的出入通道。
- b) 监测设备采样口位置应符合以下要求：
 - 1) 水平面应保证 270°捕集空间范围内环境空气流动不受任何影响；
 - 2) 多台网格化监测设备共同监测时，各采样口间距应大于 0.5 m；

- 3) 采样口离地面的高度宜在 2 m~5 m 范围内。

5.2 点位布设要求

5.2.1 网格评价点

以监测网格内的空气质量整体状况和变化趋势为目的而设置的监测点。

网格评价点的布设应符合下列要求。

- a) 网格评价点应在网格内均匀分布，用以表征本地人口居住区空气质量整体状况和变化趋势。
- b) 网格评价点应建立在地面，四周应相对平坦，不能布设在建筑物的顶部、山顶及地势较高的坡面上。
- c) 网格评价点周边 50 m 内应无明显污染源。

5.2.2 路边交通点

为监测道路交通污染源对环境空气质量影响而设置的监测点。

路边交通点应设置在车流量较大或易拥堵的道路附近，以及进出京重点路段等受交通源影响明显的地点。

5.2.3 污染监控点

为监测主要固定污染源及工业园区等污染源聚集区对当地环境空气质量的影响而设置的监测点。

污染监控点的布设应符合下列要求。

- a) 污染监控点应布设在对环境空气总悬浮颗粒物有明显影响的工业区和施工工地等污染源周边。
- b) 主导风向比较明显的情况下，应在污染源的下风向布设监测点，以捕捉到最大污染特征为原则进行布设。污染源上风向可酌情布设监测点作为对照。
- c) 对污染源较多且比较集中的工业园区和施工工地等区域，污染监控点应设置在主导风向下风向的边界，兼顾排放强度大的污染源。
- d) 根据监测目的、污染源规模和排放特征等确定污染监测点数量与具体位置。

6 日常运行维护要求

6.1 基本要求

环境空气总悬浮颗粒物网格化监测点位的监测设备应全年连续运行。运维单位应负责监测点位及辅助设备日常巡检和网格化监测设备日常维护等工作，监测点位所在街道（乡镇）应负责点位用地、用电和运维出入等日常运行所必需的基础条件保障工作。因网格化监测设备日常维护、质量控制、停电、故障或其他不可抗力导致系统停运的，应采取有效措施及时恢复运行。

6.2 日常维护

6.2.1 监测点位及辅助设备日常巡检

应对监测点位及辅助设备定期进行定期巡检，每季度至少巡检 1 次，巡检工作主要包括以下内容。

- a) 监测点位周边环境是否发生变化，是否存在干扰监测的行为。
- b) 监测点位的监测设备等是否完好无损。
- c) 电力供应、配电箱内开关和线路等是否正常。
- d) 及时清除监测点位范围内的杂草和积水等。

- e) 在经常出现雷雨的地区，应检查避雷设施是否正常。
- f) 记录巡检情况。

6.2.2 网格化监测设备日常维护

主要包括日监控、季检查以及设备年度更换。

- a) 日监控：每日至少 1 次，在线检查设备状态（包括设备报警情况和运行维护工单完成情况等）和网络运行情况（包括全网设备在线率和质控合格率等），并对故障设备安排现场运行维护操作。

注1：“全网设备在线率”为在线设备占全网设备的比例；“质控合格率”为质控合格的数据占全网数据的比例。

- b) 季检查：每季度至少 1 次，现场对网格化监测设备进行检查，包括设备安装是否稳固，设备内气路是否有漏气或堵塞现象，设备内线路是否正常，并对采样口和通风口进行清洁等工作；若遇沙尘、植物飞絮以及重污染等天气，应增加采样头的检查与清洁工作。
- c) 年度更换：每年至少 1 次，将连续运行的网格化监测设备进行更换，并运送至系统支持实验室进行气路清理、质量浓度、温度、湿度和流量检查等工作。

6.3 故障设备处理

对于在现场能够诊断明确，并且可以通过现场操作解决的问题，如气路堵塞等，可在现场进行检修。对于其他不易诊断和检修的故障，应在现场进行设备更换，将发生故障的设备送至系统支持实验室进行检修。在每次故障检修完成后，根据检修内容和更换部件的情况，对设备进行检查，并在比对平台完成平行性与一致性测试。

7 质量保证与质量控制

7.1 质量控制要求

7.1.1 质量控制时间要求

质量控制的时间要求如下。

- a) 网格化监测设备在正常运行时，应每个季度检查 1 次。
- b) 网格化监测设备返回系统支持实验室完成检修和清理等工作，或新设备在进行平行性与一致性比对工作前，应进行检查。

7.1.2 质量控制内容要求

质量控制的内容要求如下。

- a) 温度检查。用标准温度计对设备测量的温度进行检查，实测温度与设备显示温度相差应在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内，超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，应进行校准。
- b) 湿度检查。用标准湿度计对设备测量的相对湿度进行检查，实测相对湿度与设备显示相对湿度相差应在 $\pm 10\%$ 范围内，超过 $\pm 10\%$ 时，应进行校准。
- c) 流量检查。用标准流量计对设备测量的流量进行检查，实测流量与设定流量相差应在 $\pm 10\%$ 范围内，超过 $\pm 10\%$ 时，应进行校准。
- d) 质量浓度检查。用标准监测设备对网格化监测设备测量的环境空气总悬浮颗粒物质量浓度进行检查，连续测量不少于 3 组有效数据，取平均值。当实测质量浓度不小于 $6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，实测质量浓度与设备显示质量浓度相差应在 $\pm 20\%$ 范围内，超过 $\pm 20\%$ 时，应将设备返回检修和校准。

7.2 在线校准要求

在线校准方式可以是固定式或移动式校准，校准频率不低于每周 1 次。

7.3 质量保证要求

对用于传递的湿度计、温度计及流量计等，应按计量检定规程的要求进行周期性检定。

7.4 平台比对要求

7.4.1 比对测试内容与要求

标准监测设备应在比对平台与参比方法进行一致性比对测试。一致性比对测试要求为相关系数 $r \geq 0.90$ 。

每台网格化监测设备安装使用前，均应在比对平台进行平行性测试以及标准监测设备比对测试。平行性测试要求为 $\leq 15\%$ ；标准监测设备比对测试要求为相关系数 $r \geq 0.85$ ，斜率 $k = 1 \pm 0.15$ 、截距 $b = (0 \pm 10) \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

7.4.2 标准监测设备一致性比对

在同一试验环境条件下，参比方法使用的采样器至少 3 台，与标准监测设备同步测量环境空气中总悬浮颗粒物质量浓度，每组样品的采样时间为 $23 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ ，共测试不少于 23 组样品。记录标准监测设备数据 C_j 和参比方法数据 $R_{i,j}$ ， i 是参比方法采样器序号 ($i = 1 \sim m, m \geq 3$)， j 是有效比对样品的个数 ($j = 1 \sim n, n \geq 23$)，每组参比方法测量结果的平均值为 \bar{R}_j 。当 \bar{R}_j 小于 $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，测试结果无效。

分别计算每组参比方法测试结果的标准偏差或相对标准偏差，应小于等于 $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 或 5% ，否则该组参比方法测试数据无效。

当参比方法 \bar{R}_j 有效时，与 C_j 组成一对有效数据。将参比方法数据与待测标准监测设备数据进行线性回归分析，以参比方法数据为横轴，待测标准监测设备数据为纵轴，按公式 (1) 计算回归曲线的相关系数 r 。

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_j - \bar{R}) \times (C_j - \bar{C})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_j - \bar{R})^2 \times \sum_{j=1}^n (C_j - \bar{C})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- r ——比对测试回归曲线相关系数；
- \bar{C} —— n 组待测标准监测设备数据的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- \bar{R} —— n 组参比方法数据的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- C_j ——待测标准监测设备测量第 j 个样品的浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- \bar{R}_j ——参比方法测量第 j 个样品的平均浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- n ——有效样品总数， $n \geq 23$ 。

7.4.3 网格化监测设备平行性比对

在同一试验环境条件下，对不少于 3 台待测网格化监测设备进行设备的平行性测试。测量环境空气中的总悬浮颗粒物质量浓度，取各设备同一时段的小时值为一组数据，检测样品数不少于 336 组 (14 天)。记录每台待测网格化监测设备测得的总悬浮颗粒物样品浓度值 $C_{i,j}$ 。其中 i 为待测网格化监测设备的编号 ($i = 1 \sim m, m \geq 3$)， j 为检测样品组的序号 ($j = 1 \sim n, n \geq 336$)，每组待测网格化监测设备每个样品测量结果的平均值为 \bar{C}_j 。当 \bar{C}_j 小于 $6 \text{ g}/\text{m}^3$ 时，测试结果无效。按公式 (2) 计算每一批次待测网格化监

测设备第 j 个样品组测试结果的相对标准偏差 P_j ，按公式 (3) 计算每一批次待测网格化监测设备平行性 P 。

$$P_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (C_{i,j} - \bar{C}_j)^2}{m-1}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P_j ——待测网格化监测设备第 j 个样品组测量的的相对标准偏差，%；

$C_{i,j}$ ——第 i 台待测网格化监测设备第 j 个样品组的总悬浮颗粒物浓度值， mg/m^3 ；

\bar{C}_j ——每批次待测网格化监测设备测量第 j 组样品的总悬浮颗粒物浓度的平均值， mg/m^3 ；

m ——网格化监测设备总数， $m \geq 3$ 。

$$P = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n (P_j)^2} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

P ——仪器的平行性，%；

n ——有效样品总数， $n \geq 336$ 。

7.4.4 网格化监测设备与标准监测设备比对测试

在同一试验环境条件下，标准监测设备至少 3 台，用标准监测设备与待测网格化监测设备同步测量环境空气中总悬浮颗粒物质量浓度，取同一时段的小时值为一组数据，检测样品数不少于 336 组（14 天）。记录待测网格化监测设备数据 C_j 和标准监测设备数据 $R_{i,j}$ 作为一个数据对， i 是标准监测设备的序号（ $i=1\sim 3$ ， $m \geq 3$ ）， j 是比对样品的个数（ $j=1\sim n$ ， $n \geq 336$ ），每组标准监测设备每个样品测量结果的平均值为 \bar{R}_j 。当 \bar{R}_j 小于 $6 \text{ g}/\text{m}^3$ 时，测试结果无效。

分别计算每组标准监测设备测试结果的标准偏差或相对标准偏差，应小于等于 $5 \text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或 5%，则该组标准监测设备数据有效。

当标准监测设备 \bar{R}_j 有效时，与 C_j 组成一对有效数据。将标准监测设备数据与相应的待测网格化监测设备数据进行线性回归分析，以标准监测设备数据为横轴，待测网格化监测数据为纵轴，按公式 (4) 计算回归曲线的斜率 k 。

$$k = \frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_j - \bar{R}) \times (C_j - \bar{C})}{\sum_{j=1}^n (C_j - \bar{C})^2} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

k ——比对测试回归曲线斜率；

\bar{C} —— n 组待测网格化监测设备数据的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

\bar{R} —— n 组标准监测设备数据的平均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_j ——待测网格化监测设备测量第 j 个样品的浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

\bar{R}_j ——参比方法测量第 j 个样品的平均浓度值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

n ——有效样品总数， $n \geq 336$ 。

按公式 (5) 计算回归曲线的截距 b 。

$$b = \bar{R} - k \times \bar{C} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

b ——比对测试回归曲线截距， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

按公式 (6) 计算回归曲线的相关系数 r 。

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_j - \bar{R}) \times (C_j - \bar{C})}{\sqrt{\sum_{j=1}^n (\bar{R}_j - \bar{R})^2 \times \sum_{j=1}^n (C_j - \bar{C})^2}} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

r ——比对测试回归曲线相关系数。

8 数据有效性规定

网格化监测系统每个点位在一周及以上统计时段内小时均值数据有效率应不低于 90%。数据有效性判断主要包括下列情况。

- a) 网格化监测设备正常运行，且点位与网格内无干扰监测行为时获得的数据为有效数据。
- b) 对设备进行检查、校准、维护保养或设备出现故障等非正常监测期间的数据为无效数据。
- c) 设备启动至设备预热完成时段内的数据为无效数据。

按照公式（7）计算数据有效率。

$$D = \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

D ——数据有效率，%；

T_1 ——统计时段总小时数；

T_2 ——统计时段内点位获得小时均值有效数据的小时数。

参 考 文 献

- [1] 大气PM_{2.5}网格化监测点位布设技术指南（试行）（环办监测〔2017〕2027号）
 - [2] 大气PM_{2.5}网格化监测系统质保质控与运行技术指南（试行）（环办监测〔2017〕2027号）
-