

《环境空气质量（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）  
传感器法网格化自动监测系统运行和质控技术规范》  
（征求意见稿）

编制说明

标准编制组

二〇二六年七月

# 目录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 目的意义.....              | 1  |
| 1.1 产业与政策发展背景.....       | 1  |
| 1.2 行业现存问题与制定必要性.....    | 2  |
| 1.3 标准协调性及负面清单符合性说明..... | 4  |
| 1.4 编制可行性.....           | 4  |
| 1.5 预期经济与社会效益.....       | 5  |
| 2 任务来源.....              | 5  |
| 3 编制过程.....              | 6  |
| 3.1 前期调研与团体标准立项阶段.....   | 7  |
| 3.2 标准起草与实验验证阶段.....     | 7  |
| 3.3 团体标准初审与完善阶段.....     | 8  |
| 3.4 地方标准推进说明.....        | 8  |
| 4 标准主要技术内容及编制依据.....     | 8  |
| 4.1 范围.....              | 8  |
| 4.2 规范性引用文件.....         | 9  |
| 4.3 术语和定义.....           | 9  |
| 4.4 系统构成与要求.....         | 14 |
| 4.5 运行维护.....            | 15 |
| 4.6 质量保证和质量控制.....       | 16 |
| 4.7 数据有效性判断.....         | 21 |
| 4.8 附录 A.....            | 22 |
| 5 与相关法律法规和国家标准的关系.....   | 22 |
| 5.1 与国家标准的协调.....        | 22 |
| 5.2 与地方标准的比较与优化.....     | 23 |
| 5.3 与国外技术文件的参考关系.....    | 23 |
| 6 标准实施建议.....            | 23 |
| 6.1 组织措施.....            | 23 |
| 6.2 技术措施.....            | 24 |

|                      |    |
|----------------------|----|
| 6.3 过渡办法.....        | 24 |
| 7 标准起草单位与人员分工.....   | 24 |
| 附件一：标准论证实验比对报告 ..... | 26 |
| A.1 参加比对实验仪器情况 ..... | 27 |
| 1.1 实验仪器基本情况 .....   | 27 |
| 1.2 厂家遴选说明 .....     | 27 |
| A.2 实验数据统计 .....     | 28 |
| 2.1 实验方案 .....       | 28 |
| 2.2 数据统计 .....       | 28 |
| A.3 测试结果分析 .....     | 29 |
| 3.1 精密度测试.....       | 29 |
| 3.2 准确度测试.....       | 30 |

# 《环境空气质量（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）传感器法网格化自动监测系统运行和质控技术规范》编制说明

## 1 目的意义

### 1.1 产业与政策发展背景

近年来，我国持续深化大气污染防治工作，大气环境管理逐步向精细化、网格化、溯源化转型。传感器法环境空气网格化自动监测系统凭借部署灵活、成本较低、点位密集等优势，成为基层生态环境监管、区域空气质量研判的核心技术手段，在全国范围内得到大规模推广应用。

国家及江苏省先后出台多项政策文件，持续推动网格化监测网络建设：

（1）2015 年国务院办公厅印发《生态环境监测网络建设方案》（国办发〔2015〕56 号），明确要求提升大气监管的精细化、信息化能力，实现污染物实时监控与精准排查；

（2）2018 年生态环境部启动“千里眼计划”，以 3km×3km 网格划分重点监管区域，为传感器监测设备规模化应用奠定政策基础。

（3）同年，江苏省发布《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，提出全面推进区县、乡镇两级空气质量监测网络建设。2019 年，江苏省投入 1.98 亿元建成省级大气网格化监测系统，从全省 1.3 万个网格中筛选 1993 个热点网格，共计布设 4240 台传感器法微型监测设备，设备占比超 97%，打造出国内规模领先的省级传感器空气质量监测网络。该系统运行以来，有效支撑区域大气管控，助力江苏省 PM<sub>2.5</sub>浓度在 2020-2022 年保持“八连降”和“九连降”，2023-2025 年持续保持低位稳步改善。

（4）2023 年国务院印发《空气质量持续改善行动计划》，提出 2025 年前实现县城监测全覆盖的目标，进一步推动传感器法监测设备从重点区域向县域、乡镇基层延伸，行业应用规模持续扩大。

国内外传感器法空气网格化自动监测技术调研情况如表 1。从全球发展来看，国外针对低成本空气传感器的研究与应用以实验室测试、局部科研试点为主。美国、欧盟先后搭建传感器性能评估平台，如美国南海岸空气质量管理区（AQ-SPEC）、USEPA CAIRSENSE 项目、欧洲 EuNetAir 网络，形成了“实验

室模拟+现场比对”的评估模式，但相关规范仅聚焦单一传感器性能，未覆盖网格化系统全流程运维与质控。国内相关研究起步较晚，现阶段以设备比对、示范应用为主，国内学者先后开展多区域传感器监测试验，证实该类设备可作为传统国标监测网络的有效补充，但 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等气态污染物传感器在稳定性、准确性方面仍存在短板，行业整体技术与运维水平有待提升。

表 1 国内外同类技术调研情况

| 项目名称 |                               | 技术总结                                               |
|------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| 国外技术 | 美国南海岸空气质量<br>管理区<br>(AQ-SPEC) | 1.建立实验室与现场联合测试体系，包含传统手工称重/<br>自动设备比对、温湿度控制下的梯度浓度测试 |
|      |                               | 2.制定传感器性能评估标准，覆盖准确度、精密度等核心<br>指标                   |
|      | 美国<br>EPACAIRSENSE<br>项目      | 1.开展传感器现场测试(SAFT)和无线传感器网络(WSN)<br>长期测试             |
|      |                               | 2.结合实验室校准与长期数据验证                                   |
|      | 欧盟 EuNetAir 计划                | 1.建立低成本传感器现场校准方法性能比对机制                             |
|      |                               | 2.重点评估传感器在复杂环境条件下的长期稳定性                            |
| 国内技术 | WANG 等(2015)                  | 1.依据 USEPA 方法对 3 种低成本颗粒物传感器进行实验<br>室校准             |
|      |                               | 2.验证传感器在标准浓度梯度下的响应特性                               |
|      | 西安 PUWP 监测网<br>络              | 1.开发低成本颗粒物传感器阵列，覆盖住宅、商业等 7<br>类区域                  |
|      |                               | 2.实现城市尺度颗粒物时空分布动态监测                                |
|      | 上海多参数传感器<br>比对研究              | 1.对 PM2.5、PM10 等 6 类污染物进行连续监测                      |
|      |                               | 2.发现 PM2.5 监测与国控点数据高度相关(r>0.9)                     |
|      |                               | 3.验证多参数同步监测的可行性                                    |
|      | 济南两步校准模型                      | 1.结合固定站与移动平台数据构建校准模型                               |
|      |                               | 2.将 PM2.5 传感器相关系数从 0.89 提升至 0.98                   |
|      | 智能数据修正模型                      | 1.针对零点漂移、温湿度干扰等问题开发基因算法修正模<br>型                    |
|      |                               | 2.实现多传感器数据协同校准                                     |

### 1.2 行业现存问题与制定必要性

当前传感器法网格化空气监测行业快速发展，但配套标准体系不完善，行业乱象逐步凸显，主要问题如下：

#### （1）现有标准覆盖范围不足

国外对大气网格化监测设备主要依托权威机构发布的标准与规程，重点关注“传感器与设备”本身的性能评估与标准化。典型代表有美国环保局发布的《USEPA 手册》与欧盟在 2013 年制定的《EU Protocol of Evaluation and Calibration

of Low Cost Gas Sensors for the Monitoring of Air Pollution (2013)》。这些文件主要从实验室与现场比对两方面，对传感器的检测方法、性能指标和校准流程提出了系统建议。然而，其内容主要集中于单个传感器或设备的技术评价，尚未拓展到覆盖布点、联网、数据传输、平台质控及体系化运维等网格化监测系统全流程的管理规范，在系统性、长效性质控机制方面仍有完善空间。

国家层面，HJ 817、HJ 818 等行业标准针对传统大型国标监测站制定，不适用于低成本传感器微型设备；原生态环境部 2017 年发布的《大气 PM<sub>2.5</sub> 网格化监测系统质保质控与运行技术指南》仅针对 PM<sub>2.5</sub>单一指标，未覆盖 PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO 六项常规污染物。

地方层面，长三角 DB32/T 310015 仅针对气态污染物实验室检测和设备出厂生产，未解决现场运维质控。河北、山西等地网格化标准侧重设备安装、验收环节，运行、质控规定较为笼统，在具体操作流程、技术指标及评价方法等方面存在模糊地带，可执行性和规范性仍有提升空间

(2) 设备运维与质控缺乏统一准则

国内市场传感器设备品牌繁多，不同厂家产品原理、工艺差异较大，在高温、高湿等复杂工况下性能波动明显。行业内无统一的日常巡检、定期校准、故障处置要求，设备长期运行易出现性能漂移，不同点位、不同批次设备数据可比性差。

(3) 全生命周期质控体系缺失

从设备选型、现场部署、日常运维到数据审核、报废更换，尚未建立量化、可落地的全链条质量控制体系，直接影响监测数据的有效性与公信力，制约网格化监测数据在环境管理、污染溯源、执法监管中的应用。

基于以上现状，结合江苏省大规模网格化监测网络的实际运维需求，制定本地方标准十分必要。本标准全面覆盖 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO 六项常规大气污染物，系统性规范传感器法网格化自动监测系统的系统构成、运行维护、质量控制、数据有效性判定等全流程要求，填补现有标准空白。

表 2 国内外标准调研情况

| 序号 | 规范文件                                    | 与本标准的区别                                                  |
|----|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 国外 | 美国环保局发布《Air Sensor Guidebook》           | 主要针对“单体传感器探头”在实验室环境下性能评估，尚未形成覆盖大规模户外部署、长期运行过程中质量控制与体系化运维 |
|    | 美国环保局发布“EPA 手册”                         |                                                          |
|    | 欧盟 2013 年《EU Protocol of Evaluation and |                                                          |

| 序号 | 规范文件                                                                                                                                                           | 与本标准的区别                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|    | Calibration of Low Cost Gas Sensors for the Monitoring of Air Pollution》                                                                                       | 的管理规范                                                              |
| 国标 | HJ 817《环境空气颗粒物（PM <sub>10</sub> 和PM <sub>2.5</sub> ）连续自动监测系统运行和质控技术规范》、HJ 818 环境空气气态污染物（SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub> 、CO）连续自动监测系统运行和质控技术规范 | 针对传统大型国标监测站制定，与传感器法原理差异显著，无法直接套用                                   |
|    | 原环保部，2017 年印发，《大气 PM <sub>2.5</sub> 网格化监测系统质保质控与运行技术指南》（环办监测函[2017]2027 号）                                                                                     | 仅涵盖 PM <sub>2.5</sub> 单项指标，缺乏对 PM <sub>10</sub> 及其他四项气态污染物的覆盖。     |
| 地标 | 2023 年《长三角环境空气气态污染物（SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、NO、O <sub>3</sub> 、CO）传感器法自动监测系统技术要求及检测方法》                                                               | 仅规范气态污染物，缺失颗粒物要求，侧重实验室检测和设备出厂生产，未解决现场运维质控。                         |
|    | 2017 河北地标《大气污染防治网格化监测系统技术要求及检测方法》（DB13/T2544）、《大气污染防治网格化监测系统点位布设技术规范》（DB13/T2545）<br>《大气污染防治网格化监测系统安装验收与运行技术规范》（DB13/T2546）                                    | 侧重设备安装、验收环节，运行、质控规定较为笼统，在具体操作流程、技术指标及评价方法等方面存在模糊地带，可执行性和规范性仍有提升空间。 |
|    | 山西省 2020 年 5 月发布了《空气质量网格化监测技术规范》                                                                                                                               |                                                                    |

### 1.3 标准协调性及负面清单符合性说明

现行国家、生态环境行业标准（HJ 817、HJ 818 等）针对传统大型空气自动监测站制定，暂无适用于传感器法微型网格化空气监测系统的国家标准。本标准采用传感器技术路线，规范网格化监测系统全流程运行质控要求，不存在与国家标准内容一致、简单重复制定标准的情形。

对比长三角地方标准 DB32/T 310015，两项标准领域相近但侧重点明显区分：DB32/T 310015 重点规定气态污染物传感器实验室测试、设备出厂技术指标；本标准聚焦网格化监测现场布设、日常运维、全过程质量控制与数据有效性判定，不存在照搬、重复现有地方标准的情况。

对照地方标准制定相关管理要求核查，本标准拟规范事项不在地方标准制定负面清单范围内，不属于负面清单所列重复上位标准、无地方实际需求无需立项制定地方标准的情形，符合地方标准编制相关规定。

### 1.4 编制可行性

实践基础充足：江苏省自 2019 年建成四千余台规模的省级网格化监测网络，积累了多年一线运维、现场比对、故障处置、数据质控的实战经验。编制组依托

省内成熟监测体系，完成 6 家主流厂家、25 台设备的为期 5 个月室外比对试验，获取大量实测数据，为标准技术指标、操作流程的设定提供扎实的数据支撑。

**技术团队专业：**本标准由江苏省环境监测中心牵头，联合设备生产、系统集成、第三方质控等多家行业单位共同编制，团队成员长期从事大气监测、标准编制、设备检测工作，熟悉国家、行业及地方相关标准，具备标准编制的技术能力与经验。

**政策与市场支撑有力：**国家及江苏省持续推进大气精细化管控，基层网格化监测需求旺盛，行业企业、监测机构、运维单位均亟需统一标准规范作业，标准落地具备良好的市场基础与政策环境。同时本标准与 GB 3095、HJ 653、HJ 654 等现行国标、行标协调一致，无技术冲突，可顺利落地实施。

## **1.5 预期经济与社会效益**

### **1.5.1 社会效益**

**规范行业发展秩序：**统一传感器法网格化监测系统的运维流程与质控指标，终结行业标准混乱、数据质量参差不齐的现状，引导行业规范化、良性发展。

**提升环境监管效能：**保障监测数据的准确性、连续性与可比性，充分发挥网格化监测“高密度、全覆盖、快响应”的优势，助力生态环境部门开展污染溯源、热点网格管控、应急预案，支撑区域大气污染精准治理。

**完善地方标准体系：**补齐江苏省大气网格化监测领域运行与质控标准短板，完善生态环境地方标准体系，也可为国内其他省市提供参考借鉴。

### **1.5.2 经济效益**

**降低运维成本：**标准化的巡检、校准、故障处置流程，可减少无效运维工作，降低大型监测网络的人力、交通、备品备件投入。

**延长设备使用寿命：**规范的日常维护与定期性能校准，减缓传感器老化与性能漂移，减少设备故障频次与报废率，降低设备采购、更换的重复投入。

**减少数据返工成本：**统一数据有效性判定规则，提升数据合格率，避免因数据无效、数据异常产生的二次监测、数据复核等额外开销，提升数据利用效率。

## **2 任务来源**

2025 年 3 月，省市场监督管理局印发《2025 年度江苏省地方标准立项指南》（苏市监标〔2025〕42 号）。

2025 年 4 月，为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，落实国务院《空气质量持续改善行动计划》、江苏省《打赢蓝天保卫战三年行动计划》等政策要求，解决省内大规模传感器法大气网格化监测网络运维不规范、质控体系缺失等问题，本标准编制组行政主管部门江苏省生态环境厅向省市场监督管理局提交了江苏省地方标准立项申报书及标准草案。

2025 年 9 月，省市场监督管理局印发《关于征求 2025 年度江苏省地方标准立项建议的函》。

2025 年 10 月，省市场监督管理局在其官方网站发布了《关于 2025 年度江苏省地方标准立项计划的公示》。

2025 年 11 月，省市场监督管理局下达 2025 年度江苏省地方标准制修订计划（立项编号：2025074），标准名称为《环境空气（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）传感器法网格化自动监测系统运行和质控技术指南》。承担单位为江苏省环境监测中心，江苏省生态环境厅为对口省行政主管部门。江苏省生态环境管理标准化技术委员会（JS/TC12）为归口标准化技术委员会。

### 3 编制过程

本标准的编制遵循“需求调研—框架设计—实验验证—意见征询”的技术路线，充分依托江苏省 2019 年以来大气 PM<sub>2.5</sub> 网格化监测系统的建设与运维实践，结合团体标准先行验证，逐步形成了本标准的技术内容。技术路线图如下：

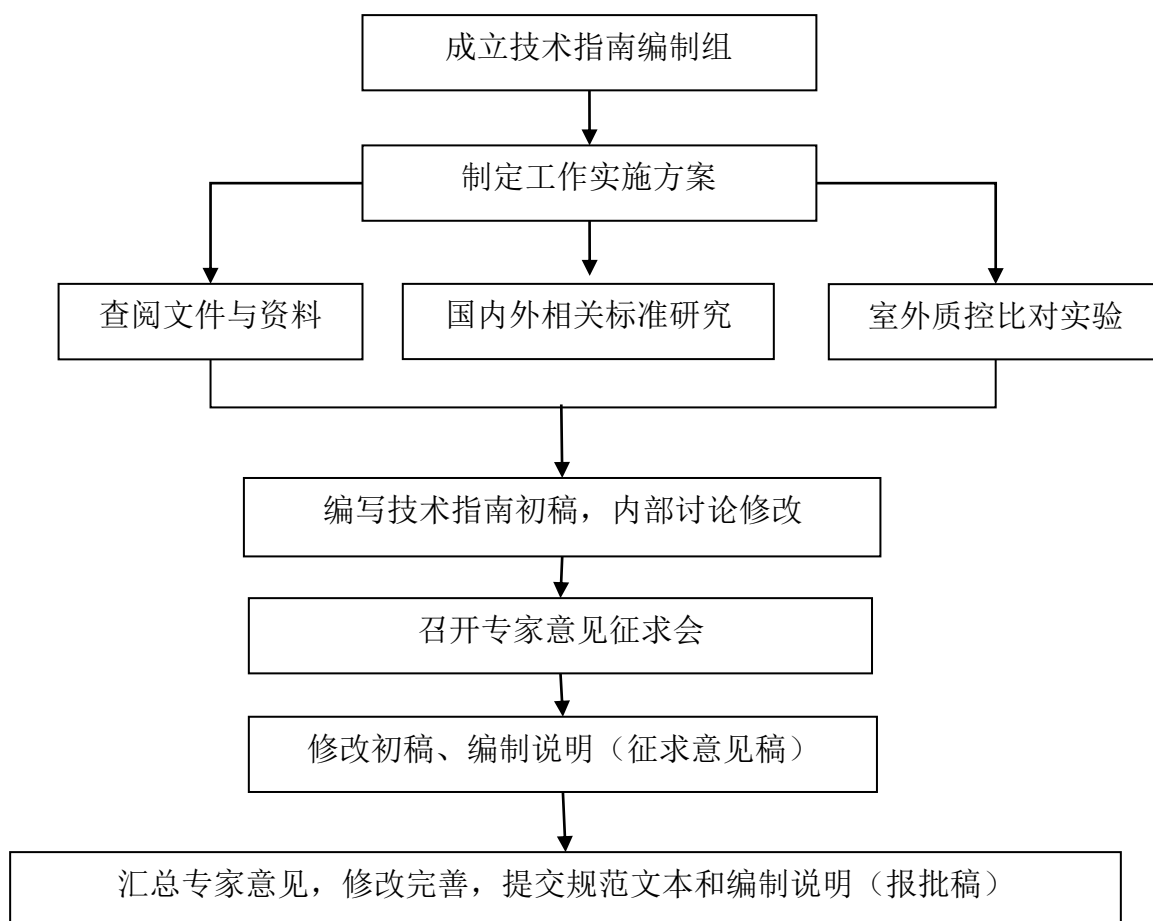


图 1 团体标准的技术路线

### 3.1 前期调研与团体标准立项阶段

2019 年，江苏省建成国内最大规模的省级传感器法网格化监测系统，布设传感器微型设备超 4200 台。

2020—2024 年期间，江苏省环境监测中心持续开展网格化系统的运行维护与季度质控比对工作，积累了丰富的运维经验和质控数据，为本标准技术指标的设定奠定了实践基础。

2024 年 1 月—12 月，编制组系统开展了国内外相关标准、技术文献及政策文件的调研工作，通过座谈、研讨会等形式，广泛听取仪器厂商、领域专家及一线监测技术人员的意见，明确了本标准的定位与核心要素。同时，汇总了江苏省 PM<sub>2.5</sub> 网格化监测项目的运维经验及季度质控比对数据，为编制提供了实证支撑。

2025 年 4 月 2 日，召开团体标准立项论证会，本标准以团体标准形式正式获批立项（归口：江苏省环境科学学会）。

### 3.2 标准起草与实验验证阶段

2025 年 5 月—10 月，编制组组织国内 6 家主流生产厂家共 25 台传感器微型设备，在南京市开展了为期 5 个月的专项室外比对测试，获取了平行性、斜率、截距、相关系数、误差等核心性能数据，进一步验证和优化了技术指标。

2025 年 10 月—2026 年 3 月，依据调研结论和实验数据，编制组多次内部研讨，完成了标准征求意见稿及编制说明

### **3.3 团体标准初审与完善阶段**

2026 年 4 月，编制组组织召开了团体标准初审会，邀请 5 位专家对标准文本进行了逐条审议。专家一致认为标准技术内容合理、可操作性强，并提出了修改意见。编制组根据专家意见修改完善，形成了挂网征求意见稿。

### **3.4 地方标准推进说明**

2025 年 11 月，本标准已纳入 2025 年度江苏省地方标准制修订计划（《省市场监管局关于下达 2025 年度江苏省地方标准制修订计划的通知》）

本标准在团体标准基础上，技术内容完整、指标明确、实验数据充分，且已通过专家初审论证。根据《江苏省地方标准管理规定》及主管部门意见，标准成熟时可直接召开征求意见稿审查会，无需重复开题、座谈等环节。编制组已将前期调研、座谈讨论、实验验证等工作内容在本编制说明中如实体现，满足地方标准管理要求。

下一步将按地方标准程序，直接申请召开征求意见稿审查会，公开征求意见后形成送审稿。

## **4 标准主要技术内容及编制依据**

本文件遵循“协调现有标准、科学实验依据、聚焦应用可操作性”的原则，核心技术内容集中于运行维护与质量保证及质量控制。

### **4.1 范围**

#### **标准条款：**

本文件规定了环境空气（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）传感器法网格化自动监测系统组成与要求、运行维护、质量保证与质量控制、数据有效性判断等技术要求。

本文件适用于各级环境监测站（中心）以及其他环境监测机构在采用上述系统进行监测时的运行管理与质量控制工作。

#### **编制说明：**

**规约对象：**传感器法微型空气质量自动监测设备（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）。

**核心内容：**系统组成、运行维护、质量保证与质量控制、数据有效性判断。

**适用机构：**各级环境监测站（中心）及其他环境监测机构，为其提供统一的技术依据。

#### **4.2 规范性引用文件**

**标准条款：**本文件引用的规范性文件包括国家环境空气质量标准（GB 3095）、生态环境部发布的连续自动监测系统技术要求与运行质控规范（HJ 653、HJ 654、HJ 817、HJ 818），以及长三角区域传感器法自动监测系统技术要求（DB32/T 310015）。

#### **编制说明：**

**国家与行业标准：**GB 3095是环境空气质量评价的基础依据；HJ 653、HJ 654规定了标准监测设备的技术要求；HJ 817、HJ 818规定了标准设备的运行与质控方法。上述标准为本文件提供了量值溯源和质控比对的基准。

**地方标准：**DB32/T 310015 为气态污染物微型设备的平行性、相关性及误差指标的设定提供了区域性实践经验。

此外，本标准在编制过程中还参考了《环办监测函[2017]2027 号》及相关河北、山西地方标准（DB13/T 2544、DB13/T 2546、DB14/T 2009）中的技术思路和管理经验，上述文件虽未列入规范性引用文件，但已在编制说明中说明本标准技术内容的重要参考内容。

#### **4.3 术语和定义**

本标准定义了 4 个核心术语：环境空气质量网格化监测、微型设备、标准设备、质控设备。这 4 个术语是按照“四个维度”的逻辑框定的，它们共同构成了本标准质控体系的完整概念框架如下：

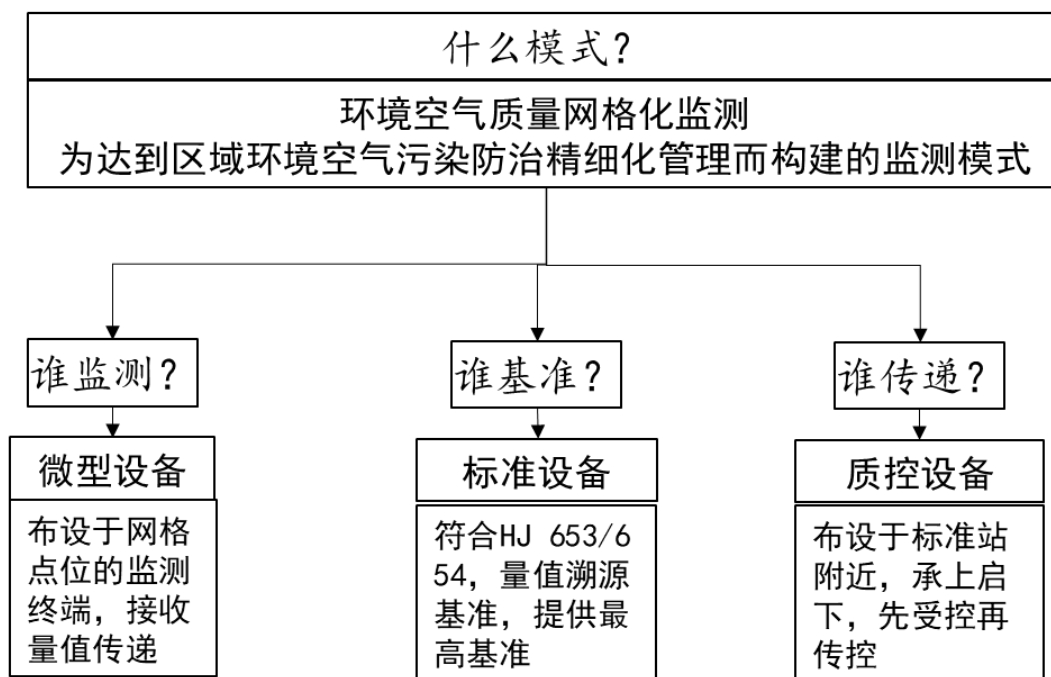


图 2 术语概念框架

#### 4.3.1 环境空气质量网格化监测

##### 标准条款：

##### 3.1 环境空气质量网格化监测

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，对各网格中相关环境空气污染物浓度进行连续自动监测。

**编制说明：**与“3.1 术语”相关的调研结果如表 3。“网格化监测”在不同文件中的命名存在差异（如环办监测函称“网格化监测”，河北地标称“大气污染防治网格化监测”）。为精准界定本标准的适用范围，增加“环境空气质量”作为限定词，直接点明监测对象（环境空气质量）与核心目标（空气质量评估与污染防治），使术语指代更清晰，为后续技术条款的展开奠定基础。

表 3 与“3.1 术语”相关调研结果

| 参考文件                   | 术语定义                                                                                                                                                                                |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 本标准                    | <b>3.1 环境空气质量网格化监测</b><br>根据不同监控需求及环境特征，将目标区域划分为不同的网格进行点位布设，对各网格中 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、O <sub>3</sub> 、CO 一项或多项环境空气污染物浓度进行连续自动监测。 |
| 环办监测函<br>[2017] 2027 号 | <b>3.1 网格化监测</b><br>为达到区域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。                                                                                        |

|                               |                                                                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 河北地方标准<br>DB 13/T 2546—2017   | 3.1 大气污染防治网格化监测<br>为达到区域大气污染防治精细化管理的目的，根据不同污染源类型及监控需求，将目标区域分为不同的网格进行点位布设，对各点位相关污染物浓度进行实时监测。 |
| 山西地方标准<br>DB14T 2009-2020     | 3.1 网格化监测<br>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                            |
| 长三角区域标准<br>DB32/T 310015—2023 | 无相关定义                                                                                       |

#### 4.3.2 传感器法微型空气质量自动监测设备

##### 标准条款：

##### 3.2 传感器法微型空气质量自动监测设备

采用光散射、电化学或金属氧化物等传感器检测技术开展连续自动监测环境空气质量的微型设备，简称为“微型设备”。

##### 编制说明：

参考标准：与“3.2术语”相关的调研结果如表4。本术语参考了环办监测函[2017]2027号及河北、山西、长三角等地标中关于微型空气质量监测设备的定义，综合了光散射（颗粒物）、电化学（气态）、金属氧化物（气态）等主流技术路线，形成了覆盖颗粒物和气态污染物的统一定义。定义中保留了“等”字，为未来新技术预留空间。

技术解释：监测参数仅列出常规六项污染物，气象参数不作为本术语的强制或扩展内容，其监测要求在第4章系统组成中另行规定。为行文简洁，本标准将“传感器法微型空气质量自动监测设备”简称为“微型设备”。

表 4 与“3.2 术语”相关调研结果

| 参考文件                           | 术语定义                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 本标准                            | 3.2 传感器法微型空气质量自动监测设备<br>采用光散射、电化学或金属氧化物等传感器检测技术开展连续自动监测环境空气质量的微型设备，简称为“微型设备”。                                                                                                                                          |
| 环办监测函<br>[2017] 2027<br>号      | 3.4 网格化监测设备<br>指采用光散射的检测方法，体积小、重量轻，用于连续自动监测环境空气中 PM <sub>2.5</sub> 污染状况的设备。                                                                                                                                            |
| 河北地方标准<br>DB 13/T<br>2546—2017 | 3.2 微型空气监测站<br>采用光散射、电化学、金属氧化物或光离子的传感器检测方法的，体积小于 0.1m <sup>3</sup> 、重量小于 5kg，且可以直接用于室外监测大气污染状况的监测设备，检测参数可以包含 PM <sub>10</sub> 、PM <sub>2.5</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO、O <sub>3</sub> 、TVOC 等其中的一种或几种。 |
| 山西地方标准<br>DB14T                | 3.3 微型空气质量监测设备<br>采用光散射、电化学、光离子化或金属氧化物半导体的传感器检测方法，体积                                                                                                                                                                   |

|                            |                                                                                                                                   |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2009-2020                  | 小、重量轻，用于连续自动监测空气质量状况的设备。                                                                                                          |
| 长三角区域标准 DB32/T 310015—2023 | 3.1 传感器法自动监测系统<br>采用电化学、金属氧化物等传感器检测方法，可以直接用于室外监测大气气态污染物 SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、NO、O <sub>3</sub> 、CO 等一种或几种浓度状况的自动监测系统 |

### 4.3.3 标准空气质量自动监测设备

#### 标准条款：

#### 3.3 标准空气质量自动监测设备

符合 HJ 653 和 HJ 654 空气质量连续自动监测设备，简称为“标准设备”。

#### 编制说明：

本术语明确了传感器法网格化监测体系中作为量值溯源基准的设备所应具备的技术标准。技术依据严格遵循 HJ 653 和 HJ 654，以此作为设备合格与否的唯一判据。参考了环办监测函[2017]2027 号及河北地标中“质控设备”的核心理念，强调标准设备必须符合国家标准并用于质量控制。为与“微型设备”区分，本标准简称为“标准设备”。

表 5 与“3.3 术语”相关调研结果

| 参考文件                       | 术语定义                                                                                                                                                                              |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 本标准                        | 3.3 标准空气质量自动监测设备<br>符合 HJ 653 和 HJ 654 空气质量连续自动监测设备，简称为“标准设备”。                                                                                                                    |
| 环办监测函[2017] 2027 号         | 3.3 标准监测设备<br>指符合 HJ653 标准技术要求的空气质量连续自动监测设备。                                                                                                                                      |
| 河北地方标准 DB 13/T 2546—2017   | 3.8 标准空气质量监测站<br>符合 HJ653 和 HJ654 标准要求的空气质量监测系统,检测参数包含 PM <sub>2.5</sub> 、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、CO 和 O <sub>3</sub> 。在本标准中用作微型六参数监测站和微型颗粒物监测站的质控设备。 |
| 山西地方标准 DB14T 2009-2020     | 3.4 小型空气质量监测设备<br>符合 HJ653 和 HJ654 要求的小型化、便于移动且直接用于监测空气质量状况的设备。                                                                                                                   |
| 长三角区域标准 DB32/T 310015—2023 | 无相关定义                                                                                                                                                                             |

### 4.3.4 质控传递微型设备

#### 标准条款：

#### 3.4 质控传递微型设备

在传感器法网格化监测系统中，通过与标准设备进行数据比对与校准，并承担向其周边（或同网格内）微型设备传递质量控制与校准参数的特定微型设备，简称为“质控设备”。其与标准设备的距离通常不超过 10 m。

## 编制说明：

创设目的：在构建传感器法网格化监测质控体系时，发现现有文件对“承担量值传递枢纽功能的设备”定义不统一。环办监测函中“网格化监测质控设备”指微型设备，而河北、山西地标中的“质控设备”指符合国标的标准设备。概念冲突易导致技术方案混乱。本标准定义“质控传递微型设备”术语，精准定义此类枢纽设备。

名称确定：吸纳环办监测函中“质控”与河北地标中“传递校准”的核心内涵；用“微型设备”界定技术属性，与“标准设备”明确区分；将“质控”与“传递”组合，直观反映设备“先受控（接受标准设备校准），再传控（向其他微型设备传递参数）”的工作逻辑。

距离限定：参考环办监测函“半径 10 m 范围内”及河北地标“周围 10 m”的规定，本标准明确质控设备与标准设备的距离通常不超过 10 m。该距离既保证比对数据的代表性，又兼顾现场布设的灵活性。

功能闭环：定义中“通过与标准设备进行数据比对与校准”明确了自身先被质控；“承担向周边微型设备传递质量控制与校准参数”定义了核心职责，构成完整的质控传递闭环。

表 6 术语“3.4”与同类标准的对比

| 参考文件                           | 术语定义                                                                                                                     |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 本标准                            | <b>3.4 质控传递微设备</b><br>在传感器法网格化监测系统中，通过与标准设备进行数据比对与校准，并承担向其周边（或同网格内）微型设备传递质量控制与校准参数的特定微型设备，简称为“质控设备”。其与标准设备的距离通常不超过 10 m。 |
| 环办监测函<br>[2017] 2027 号         | <b>3.5 网格化监测质控设备</b><br>指安装在标准监测设备附近，以标准监测设备为中心半径 10m 的范围内，通过与标准监测设备比对并对其周边网格化监测设备进行微值传递的大气 PM <sub>2.5</sub> 网格化监测设备。   |
|                                | <b>3.7 质控点</b><br>使用标准监测设备，达到 HJ655 标准技术要求的空气质溢连续自动监测系统，标准空气自动监测固定站点或移动站点，用于网格化监测质控设备的质控传递和校验，每个质控点安装至少 3 台网格化监测质控设备。    |
| 河北地方标准<br>DB 13/T<br>2546—2017 | <b>3.7 质控设备</b><br>采用标准方法的可用于校准微型空气监测站的监测设备。                                                                             |
|                                | <b>3.15 传递校准 n</b><br>将质控设备（如移动式空气质量监测站）置于待校准的微型空气监测站周围 10m（污染源区域 5m）范围内，通过数据比对的方式对待校准设备进行校准                             |
| 山西地方标准<br>DB14/T 2009-2020     | <b>3.7 质控设备</b><br>符合 HJ653 和 HJ654 要求的空气质量监测设备，用于对空气质量网格化监测                                                             |

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
|                                  | 站进行传递校准。 |
| 长三角区域标准<br>DB32/T<br>320015—2023 | 无相关定义    |

## 4.4 系统构成与要求

### 标准架构说明：

本标准将网格化监测系统划分为监测单元、质量保证实验室、室外比对平台、系统支持实验室和数据中心五个组成部分。其中，监测站点进一步细分为微型单元、标准单元和质控单元三类，体现了“监测—基准—传递”的分级质控理念。

### 编制说明：

“4.1 系统构成”：本条款明确了系统的五大组成部分，为后续运行维护和质量控制条款提供了硬件架构基础。

“4.2 监测单元”：本标准将监测单元细分为三类，各司其职。微型监测单元负责基础数据采集；标准监测单元作为量值溯源基准，优先依托现有生态环境主管部门建设的标准设备；质控监测单元是布设在标准站附近（ $\leq 10\text{ m}$ ），由质控设备组成，作为量值传递的枢纽，承接标准站的校准参数并向周边微型设备传递。三类监测单元的划分参考了环办监测函中“质控点”和“传递校准”的理念，并针对网格化监测的特点进行了优化。

“4.3 质量保证实验室”：本条款规定了实验室的主要功能、基本要求和仪器配置。其中，仪器配置清单（表 1）参考 HJ 817、HJ 818质控实验室配置要求，结合传感器微型监测设备特性优化调整。参照 HJ 817设置多台比对仪器的溯源思路，新增3台质控传递微型设备，用于设备平行精密度测试、量值传递与校准建模，满足标准6.3精密度、准确度审核不少于3台设备同步测试的技术要求。条款明确多个微型监测站可共用一间质保实验室，兼顾质控需求与资源共享。。

“4.4 室外比对平台”：本条款规定了比对平台的功能、场地要求和设备配置。比对平台用于定期对微型设备进行集中性能评估，与日常运行的质控站形成互补。设备配置方面，1套标准设备用于相关性比对（量值溯源基准），3台经过校准的质控设备用于平行性比对（作为参照）。该设计参考了环办监测函中“每个质控点安装至少3台质控设备”的要求，结合小型化网络的实际需求进行了优化。

“4.5 系统支持实验室”：本条款规定了实验室的功能、基本要求和仪器配置。除了日常维护的设备和储存柜等设备，还需配备一定数量的备用监测仪器，是针对传感器法网格化监测设备数量大、故障可能集中出现的特点提出的管理措施。多个微型监测站可共用一个系统支持实验室

“4.6 数据中心”：本条款规定数据中心为网格化监测系统底层数据承载单元，承担原始监测数据接收、存储、解析、质控统计等基础数据处理职能。征求意见阶段专家提出，本标准 4.6 数据中心与 5.2 运行维护管理平台均涉及监测数据信息化相关表述，易产生功能混淆、边界不清的问题。编制组采纳专家意见，对本条款内容进行细化优化，明确数据中心聚焦原始传感数据的底层加工、标准化输出，作为全系统数据供给底座，仅输出成品数据，不承担运维流程管理相关功能，从功能定位上与运维管理平台进行清晰划分。

#### **4.5 运行维护**

##### **标准架构：**

第 5 章围绕网格化监测系统的运行维护工作，构建了“基础保障—平台支撑—日常运维—故障处置”的四级结构，先保障资源与工具，再实施分级运维，最后规范故障处置，与第 6 章质量控制形成“运维发现问题—质控评判—校准修正”的闭环。

##### **编制说明：**

“5.1 一般要求”：明确了运维机构在组织、资源、人员方面的基本资质要求。与立项初稿相比，删除了对人员和车辆数量的具体规定（如每 100 站 3 人、每 200 站 1 车），改为原则性要求，使标准更具普适性和灵活性，与 HJ 817、HJ 818 等国家标准的写法保持一致。

“5.2 运行维护管理平台”：本条款规定运维信息化工具的建设要求。征求意见技术审查会上，针对专家提出的 4.6 和 5.2 两处数据信息化管理表述易冲突的意见，编制组完成条款文字修订，明确运行维护管理平台不直接处理原始监测数据，仅调取数据中心生成的标准化数据开展运维研判；条款新增设备预警、工单管理、故障处置、运维台账等专属运维功能描述，突出平台面向巡检、维修、备件管理的运维业务属性，与 4.6 数据中心底层数据处理功能形成上下游分工，消除两处条款内容重叠歧义，逻辑边界清晰无冲突。

### “5.3 日常维护”：

“5.3.1 微型设备例行运行维护”：构建了“周监控、月巡检、季检查、年维护”四级运维体系，核心设计遵循“线上监控预警、线下精准执行、管理与技术条款联动”的原则。其中，周监控强调 24h 内响应处置；月巡检明确了数据有效率低于 80% 的阈值判断，并与第 6.2 节校准联动；季检查的抽检比例（5%）和不合格率阈值（10%）参考了同类标准，并与第 6.3 节数据质量审核方法直接挂钩；年维护要求设备返回实验室后完成第 6.1 节量值溯源检查及第 6.2 节校准，形成“维护—检查—校准”闭环。

### “5.4 故障检修”：

“微型设备故障检修”：确立了分级分类的故障处理原则，明确从现场简易修复到实验室深度维修的流程，并规定了合理的备机比例（ $\geq 10\%$ ），以应对大规模网络故障集中出现的风险。特别强调检修后设备重新入网前必须完成第 6.1 节量值溯源检查及第 6.2 节校准，形成了运维检修工作的质量闭环，有效防止“带病”设备重返监测网络。

## 4.6 质量保证和质量控制

### 标准架构：

本章是本标准的技术核心，构建了“量值溯源—校准—质量审核”的三级质控体系，确保监测数据从设备基础状态到最终输出全链条可控。

### 编制说明：

#### “6.1 量值溯源和传递要求”

本条款规定了微型设备入网前或年度维护后须完成的基础状态检查（湿度、温度、气压、气体流量），检查用标准计量器具须按计量检定规程周期检定，确保量值溯源的有效性。

微型设备基础状态的检查是后续性能核查和质量审核的前提条件。各项检查均要求测量三次取平均值，以消除随机误差。限值依据如下：湿度 $\pm 10\%RH$ 、温度 $\pm 5^{\circ}C$ 、气压 $\pm 1\text{ kPa}$ 、流量 $\pm 10\%$ ，参考了《环办监测函》传感器通用技术条件及环境监测设备运行经验，其中微型设备流量充分考虑到泵吸式和风扇扩散式进气的不同，流量检查新增扩散式微型设备对风扇转速的检查。

#### “6.2 校准”

本标准将校准分为算法校准和标气校准两类。

“6.2.1 算法校准”：适用于所有微型设备，尤其是无法通入标气的颗粒物和扩散式气态设备。本条款要求微型设备建立将原始信号转换为质量浓度的动态计算系统，利用质控设备与标准设备的持续数据比对，定期修正模型参数。算法模型每月更新一次（以连续 7 天有效同步数据计算相关系数等参数），每季度按 6.3 节方法验证有效性。该设计参考了《环办监测函》“动态计算系统”和《河北地标》“组合校准”的理念，结合江苏省大规模网格化监测的实践经验，实现了远程、自动化的批量校准。

“6.2.2 标气校准”：仅适用于泵吸式气态微型设备。当算法校准提示持续异常，或设备更换传感器、维修后，运维人员应到现场执行标气校准。零点漂移限值（ $\pm 10$  ppb, CO 为  $\pm 1$  ppm）和跨度漂移限值（ $\pm 10\%$ ），参考了《DB32/T 310015》中 24h 漂移要求，并与第 6.3 节的室外比对误差指标协调一致。本条款将标气校准定位为“按需执行”的故障排查手段，而非周期性强制任务，既降低了运维成本，又保证了校准的有效性。

### “6.3 监测数据质量审核”

#### “6.3.1 审核要求”

##### 标准架构：

本标准第 6.3.1 条“审核要求”在原征求意见稿中仅包含“审核范围与限值”一项内容（即原 6.3.1），规定了每季度抽检 5% 设备的总体要求及表 2、表 3 的限值指标。在征求意见稿技术审查会上，专家提出以下意见：

a) 单位不统一问题：本标准涵盖 6 参数（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO），在精密度审核和准确度审核的数据统计计算过程中，不同参数涉及不同的浓度单位。颗粒物常用  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，气态污染物在传感器行业习惯使用 nmol/mol（对应原 ppb）和  $\mu\text{mol}/\text{mol}$ （对应原 ppm），但 HJ 663《环境空气质量评价技术规范》要求标准设备统一使用质量浓度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  进行环境空气质量评价。在公式“式中”部分逐一标注各参数的不同单位，导致条文冗长且易产生歧义。

b) 数据修约规则缺失：原条款未对质控审核过程中的数据记录、中间量计算、结果修约等环节作出规定，在实际操作中缺乏统一的数值处理依据。

为此，本次修改在 6.3.1 中新增 6.3.1.2 “数据记录、计算与修约”和 6.3.1.3

“浓度单位及换算”两个子条款，与原 6.3.1.1 “审核范围与限值”共同构成完整的审核要求框架。

**编制说明：**

**“6.3.1.1 审核范围与限值”**

本条款沿用了原征求意见稿的规定，明确了每季度抽检不少于总设备数量 5% 的微型设备开展数据质量审核，并将审核分为精密度审核和准确度审核两类。表 2（颗粒物）和表 3（气态污染物）给出了平行性、相关性、误差的具体限值。颗粒物采用相关系数、斜率、截距三项指标，全面评价准确性、零点偏差和趋势；气态污染物仅要求相关系数（不强制斜率、截距）。该差异化设计基于 6 家厂家 25 台设备的比对实验（比对实验结果见附件 1），比对过程中发现低浓度下气态传感器斜率、截距统计意义不强，强行要求相关性指标会导致大量设备误判，为此除了相关性指标外，辅以分段误差进行评价（低浓度绝对误差、高浓度相对误差）。审核不合格的设备应按 6.2 节执行相应校准，形成“审核—校准”闭环。

**“6.3.1.2 数据记录、计算与修约”**

本条款为征求意见技术审查会后新增内容。

a) 实时原始监测数据：要求设备存储的实时原始监测记录格式及小数保留位数应符合附录 A.1 的规定，原始数据不得删减、篡改或提前修约。此要求参考了 HJ 653-2021 中“所有测试数据均应保留原始数据，不得对数据进行修约、修改或删除”的规定，确保数据可追溯。

b) 质控中间量计算：规定均值、标准偏差、回归系数、绝对或相对误差等质控中间计算量的结果应比实时原始数据多保留 1 位小数。此要求同样参考了 HJ 653-2021 中“计算平均值或中间量时，其结果应较原始数据位数多 1 位”的规定，避免因中间量的过早修约累积计算误差。

c) 质控判定指标修约：平行性、平均相对误差、平均绝对误差计算结果保留 1 位小数；相关系数计算结果保留 4 位小数；斜率计算结果保留 2 位小数；截距计算结果保留 1 位小数。修约后的结果应与表 2、表 3 规定的限值进行比对，以判定设备是否合格。此要求依据 GB/T 8170 《数值修约规则与极限数值的表示和判定》中关于测定值或其计算值与标准规定的极限数值进行比较的方法。参考同类标准中相关系数通常保留 4 位小数、百分比指标保留 1 位小数的通行做法。

### “6.3.1.3 浓度单位及换算”

本条款为征求意见技术审查会后新增内容，对第 6.3 节各公式中浓度变量的单位作出统一规定，主要依据如下：

a) 颗粒物（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）：统一以质量浓度表示，单位为  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。此与 HJ 663《环境空气质量评价技术规范》及 GB 3095《环境空气质量标准》的要求一致。

b) 气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>）：统一以质量浓度表示，单位为  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；其体积浓度（nmol/mol）与质量浓度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）的换算按附录 A.2 执行。此规定参考了 DB32/T 310015-2023《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NO、O<sub>3</sub>、CO）传感器法自动监测系统技术要求及检测方法》中气态污染物同时标注质量浓度与体积浓度的做法。在公式计算和判定过程中统一使用质量浓度，便于 6 参数在同一框架下进行统计计算；对外数据发布和记录时可按附录 A.2 换算为体积浓度。

c) CO：同样以质量浓度表示，单位为  $\text{mg}/\text{m}^3$ ；其体积浓度（ $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ）与质量浓度（ $\text{mg}/\text{m}^3$ ）的换算按附录 A.2 执行

### 6.3.2 质控设备筛选

#### 标准架构：

本条款为征求意见稿技术审查会后新增内容。专家指出，本标准第 3 章术语和第 4 章系统构成中已明确质控设备的概念及功能，但原 6.3 节在实际操作层面未体现质控设备在精密度、准确度审核中的二级传递作用。为此新增 6.3.2 条，将质控设备筛选作为开展普通微型设备精密度、准确度审核的前置步骤。

#### 编制说明：

质控设备的筛选分两步进行：6.3.2.1“质控设备平行性比对”从监测网络中选取 3 台候选设备，测试至少 336 组有效样品，计算 3 台设备间平行性 P，颗粒物  $P \leq 15\%$ 、气态  $P \leq 20\%$  即为通过；6.3.2.2“质控设备相关性比对”以 1 套标准设备为一级基准与 3 台候选设备同步比对，每组数据需满足组内标准偏差  $\leq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  且相对标准偏差  $\leq 5\%$  方为有效。

颗粒物相关系数判定要求  $r \geq 0.85$  参考了环办监测函〔2017〕2027 号的规定，气态污染物相关系数判定要求  $r \geq 0.8$  则与 DB32/T 310015-2023《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NO、O<sub>3</sub>、CO）传感器法自动监测系统技术要求及检测方法》

保持协调。两步均达标后正式确认为质控设备，用于后续精密度和准确度审核，填补了从系统构成规定到具体操作执行之间的逻辑断点。

### 6.3.3 普通微型设备精密度审核

#### 标准架构：

本条款在原精密度审核基础上修改完善，明确了以 6.3.2 筛选合格的 3 台质控设备作为固定比对基准的核心方法。

#### 编制说明：

普通微型设备精密度（平行性）计算方法参考《大气 PM<sub>2.5</sub>网格化监测系统质保质控与运行技术指南（试行）》（环办监测函〔2017〕2027 号）。以经筛选合格的 3 台质控设备均值作为量值基准，逐级计算待测微型设备组内相对标准偏差，采用均方根法计算整体平行性；计算范式与本标准 6.3.2 质控设备筛选平行性计算保持统一，保证标准技术体系一致性，由公式（6）～（7）逐级计算每组相对偏差和整体精密度 P。同时建立了质控设备同步复核机制，每组测试中质控设备数据须按 6.3.2 指标复核，若平行性 P 或相关系数 r 超出限值，则该组待测数据作废。此设计确保了精密度审核全过程中比对基准持续有效，消除了不同批次间环境波动引入的误差。

### 6.3.4 普通微型设备准确度审核

#### 标准架构：

本条款在原准确度审核基础上细分为 6.3.4.1“室外比对相关性”和 6.3.4.2“室外比对误差”两个子条款。

#### 编制说明：

6.3.4.1 仅选取 3 台设备做回归：参照 HJ 653-2021 参比方法比对测试的要求，相关性比对应选取每批次中的 3 台待测微型设备作为代表性设备进行线性回归，其余待测设备仅参与环境同步监测，不纳入回归计算。此做法与 6.3.3 精密度审核中全部抽取设备参与计算形成明确区分：精密度审核评价全批次的离散程度，需要全部设备参与；相关性验证仅需代表性样本即可说明设备与标准方法之间的量值关系。

6.3.4.2 使用全部设备计算误差：误差统计应使用本批次全部抽取的普通微型设备的日均浓度值参与计算，不局限于 6.3.4.1 中参与相关性回归的 3 台设备。

误差评价需要评估整批次设备的准确度水平，仅用 3 台代表性设备无法反映批次整体偏差情况。

质控设备的环境稳定性监控：3 台质控设备在准确度审核全过程中同步参与监测，其功能为监控比对环境的稳定性。每组同步采集的质控设备数据应先按 6.3.2.1 和 6.3.2.2 规定的判定指标进行复核，超出限值时本批次比对数据作废。此机制确保了准确度审核过程中标准设备与待测设备比对条件的持续有效。

#### **4.7 数据有效性判断**

##### **标准条款：**

- a) 监测系统正常运行时的所有数据均为有效数据，全部参与统计。
- b) 出现以下情况时，该时段的数据为无效数据：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；设备启动至设备预热完成时段内的数据；远程查看设备无明显故障，但经异常值剔除机制剔除的数据。
- c) 对于缺失和判断为无效的数据均应注明原因，并保留原始记录。
- d) 数据统计有效性应满足 GB 3095 的规定。
- e) 数据有效率按公式（10）计算，在准确度审核室外比对期间，数据有效率 $\geq 90\%$ 。

##### **编制说明：**

本章规定了监测数据有效性的判定原则以及数据有效率的技术要求，是质量控制的最终环节。

条款 a)至 c)明确了有效数据的基准及无效数据的具体情形，参考了 HJ 817、HJ 818 及环办监测函中的相关内容。其中，无效数据包括非正常监测期间、预热时段及经异常值剔除的数据，同时要求对无效或缺失数据注明原因并保留原始记录，确保数据可追溯。

条款 d) 引用了 GB 3095 中关于数据统计有效性的规定（如日均值应至少包含 20 个小时均值，月均值至少 27 个日均值等），保证本标准的有效性判断与国家环境空气质量评价体系保持一致。

条款 e) 规定了数据有效率的计算方法及技术要求。本标准明确，数据有效率 $\geq 90\%$ 的判定适用于准确度审核室外比对期间（即 14 天或 336 小时），与 HJ 653-2021 及长三角地标的要求一致。该指标为设备在准确度审核过程中的数据质

量基准，不直接等同于长期运维期间的数据有效率考核。对于长期运维中的有效数据率及阶梯支付规则，属于运维合同商务条款范畴，本标准不作规定。

## 4.8 附录 A

### 编制说明：

本附录规定了环境空气传感器法自动监测系统在数据记录与处理过程中的格式要求及单位换算方法，为第 6 章“监测数据质量审核”提供统一的数据规范。在 6.1 节开头明确引用本附录：“监测数据质量审核中，数据记录格式见附录 A.1，气态污染物浓度单位换算见附录 A.2。”从而建立了附录与正文的规范性关联，符合 GB/T 1.1 对附录的引用要求。

**A.1 数据格式要求：**本条款明确了监测数据记录时各参数的小数位要求。表 A.1 在原长三角地标（DB32/T 310015）附录 A 的基础上，根据本标准的六参数监测范围进行了扩展，增加了 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、采样流量等项目的记录格式要求（见标准文本表 A.1）。

**A.2 参比状态下气态污染物体积浓度与质量浓度单位的换算：**本条款给出了气态污染物从体积浓度（nmol/mol 或 μmol/mol）换算为质量浓度（μg/m<sup>3</sup>或 mg/m<sup>3</sup>）的公式。公式中的气体摩尔体积采用 24.5 L/mol（GB 3095 修订前气体摩尔体积为 22.4 L/mol），对应参比状态（25℃，101.325 kPa），与 GB 3095-2012 修订单及长三角地标（DB32/T 310015）的规定保持一致。该换算是气态污染物监测数据质量审核的必要步骤，确保监测结果以国家标准要求的浓度单位表示，便于与 GB 3095 的环境空气质量标准限值直接比对。

## 5 与相关法律法规和国家标准的关系

本标准在制定过程中，全面调研并分析了国内外相关技术标准及技术文件，确保本标准的科学性、先进性与协调性。

### 5.1 与国家标准的协调

本标准所有指标均与现行国家标准不存在冲突。颗粒物指标直接引用或参考 HJ 653 的相关要求（平行性≤15%、相关系数≥0.85、斜率 1±0.15、截距±10 μg/m<sup>3</sup>），其中斜率采用 HJ 653-2013 的限值（1±0.15），而非 HJ 653-2021 更严格的 1±0.10，体现了对传感器设备技术阶段的客观认识。数据有效性要求与 GB 3095 保持一致。

## 5.2 与地方标准的比较与优化

本标准在平行性、数据有效率等基础指标上与河北、山西、长三角等地标保持兼容，确保已按地方标准运行的监测网络可平稳过渡。同时，本标准在以下方面进行了优化升级：

**颗粒物指标：**引入斜率与截距（地方标准仅要求相关系数），使评价从单一的“趋势跟踪”升级为“准确定量+趋势跟踪+零点控制”三位一体。

**气态污染物指标：**采用以相关系数为主、误差分析为辅的务实设计，未强制要求斜率和截距。其室外比对误差的分段评价方法（低浓度绝对误差、高浓度相对误差）参考了河北、长三角等地标及 RJGF 008-2021 团标的技术思路，并结合本次 6 家厂家 25 台设备的比对数据进行了优化，更科学地评估传感器在宽浓度范围内的测量准确性。

**体系完善：**建立了覆盖运行维护、量值溯源、校准、质量审核的全流程质控体系，弥补了地方标准在长效质控机制方面的不足。

## 5.3 与国外技术文件的参考关系

国际现有文件主要聚焦于单体传感器或设备的技术评价，尚未拓展到覆盖布点、联网、数据传输、平台质控及体系化运维等网格化监测系统全流程的管理规范，在系统性、长效性质控机制方面仍有完善空间。

本标准在借鉴国际传感器性能评价理念的基础上，首次针对传感器法网格化监测系统，构建了覆盖“量值溯源—校准—质量审核—运维管理—数据有效性”的全链条质控体系，实现了从“设备性能评估”到“系统运行质控”的跨越。

# 6 标准实施建议

为确保本标准能够顺利实施并有效提升网格化监测数据质量，提出以下具体建议：

## 6.1 组织措施

为统一认识、规范执行，建议采取两项核心组织措施：

**开展专项培训：**建议在标准发布后，由主管部门或行业协会组织系统性的解读会与操作培训。重点针对新增的斜率、截距等关键指标进行讲解，确保设备生产商、运维单位和地方环境管理人员能够准确理解技术内涵与判定要求，这是标准得以正确执行的基础。

纳入管理流程：建议各级环境管理部门在规划、招标采购和验收网格化监测项目时，明确将本标准作为微型监测设备的技术准入门槛和数据质控依据。可将符合本标准的第三方检测报告作为设备入网的必备文件，从管理源头保障数据质量。

### 6.2 技术措施

为解决标准实施的技术支撑问题，建议从以下两方面着手：

建立统一的测试能力：鼓励和支持有资质的检测机构，尽快依据本标准建立规范化的室外比对测试流程与评价能力，为市场提供客观、公正的第三方性能认证服务，解决“谁来评、怎么评”的问题。

配套技术工具：可组织编制《室外比对测试实施指南》，对场地、气象条件、数据采集与处理方法等提供细化指导。同时，鼓励开发自动计算斜率、截距、平行性等核心指标的软件工具，降低人工计算误差，提升标准执行的效率和一致性。

### 6.3 过渡办法

为平衡技术升级与现实情况，建议采用稳步推进的过渡策略：

设置合理过渡期：建议标准正式实施后，设立 6 至 12 个月的过渡期。在此期间，新采购设备和新建项目应直接执行本标准；对于大量已部署的现有设备，则不宜要求立即改造，而是在其进行定期维护、校准或更换时，逐步按照新标准进行性能复测和调整。

新老划断，平稳衔接：对于过渡期前已按原有地方标准验收的设备，其历史数据有效性应予承认，避免重复投入。过渡期后，所有新建、更换和重要的质控环节，均应统一以本标准为技术依据，最终实现全国范围内技术要求和尺度的统一。

通过以上组织、技术和过渡措施的系统推进，可以保障本标准平稳、有效地落地实施，切实引导行业技术进步，最终服务于环境监测网络数据质量的整体提升。

## 7 标准起草单位与人员分工

本标准制定的单位包括江苏省环境监测中心、北京英视睿达科技股份有限公司、北京雪迪龙科技股份有限公司。起草人单位人员信息如下：

表 7 起草单位人员信息

| 序号 | 姓名  | 单位名称            | 职务/职称   | 项目分工                   |
|----|-----|-----------------|---------|------------------------|
| 1  | 王爱平 | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 项目负责人，统筹协调，编制标准文本和编制说明 |
| 2  | 钟声  | 江苏省环境监测中心       | 正高级工程师  | 标准框架，传感器微型设备技术研究       |
| 3  | 陆维青 | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 标准框架，微型设备质控技术要求        |
| 4  | 茅晶晶 | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 传感器微型设备数据中心管理          |
| 5  | 杨雪  | 江苏省苏力环境科技有限责任公司 | 高级工程师   | 比对实验数据统计分析             |
| 6  | 余进海 | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 设备校准技术研究               |
| 7  | 徐政  | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 标准框架，微型设备运维技术要求        |
| 8  | 刘雯  | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 调研国内外标准                |
| 9  | 吴祺  | 江苏省环境监测中心       | 工程师     | 调研国内外标准                |
| 10 | 马茜雅 | 江苏省环境监测中心       | 工程师     | 开展标准实施的经济、环境效益         |
| 11 | 丁铭  | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 量值溯源技术要求               |
| 12 | 孙鹏  | 江苏省环境监测中心       | 高级工程师   | 实验室比对仪器维护              |
| 13 | 刘笑媛 | 江苏省苏力环境科技有限责任公司 | 工程师     | 会议筹备，汇总征求意见            |
| 14 | 袁琦  | 江苏省苏力环境科技有限责任公司 | 工程师     | 实验室比对仪器维护              |
| 15 | 顾晨  | 江苏省环境监测中心       | 工程师     | 会议筹备，汇总征求意见            |
| 16 | 金锋  | 北京英视睿达科技股份有限公司  | 副总工     | 比对实验仪器协调               |
| 17 | 吴娟  | 北京雪迪龙科技股份有限公司   | 高级/技术总监 | 比对实验仪器原理分析             |
| 18 | 陈凯  | 北京英视睿达科技股份有限公司  | 项目经理    | 比对实验仪器协调               |
| 19 | 高冬冬 | 北京英视睿达科技股份有限公司  | 综合分析    | 比对实验数据异常审核             |
| 20 | 李永帅 | 北京雪迪龙科技股份有限公司   | 中级/产品经理 | 比对实验仪器协调               |
| 21 | 吴庆玲 | 北京雪迪龙科技股份有限公司   | 中级/综合分析 | 比对实验数据分析               |

附件一：标准论证实验比对报告

## 标准论证比对实验报告

标准名称：环境空气（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）  
传感器法网格化自动监测系统运行和质控技术  
规范

标准牵头单位：江苏省环境监测中心

项目负责人及职称：王爱平/高级工程师

通讯地址：南京市建邺区和路 100 号

电 话：13770556886

报告日期：2026 年 3 月 20 日

# 标准论证比对实验报告

本次室外比对实验于南京市开展，依托主流厂家网格化监测设备，完成颗粒物（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）及气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）的精密度、准确度全维度比对测试。实验覆盖行业主流技术路线与规模化应用设备，通过海量有效监测数据验证本标准各项质控限值的科学性、合理性与可落地性，为标准指标体系制定提供核心实测依据。



图 A.1 室外比对实验现场

## A.1 参加比对实验仪器情况

### 1.1 实验仪器基本情况

本次实验共计遴选 6 家主流设备厂商，25 台同批次全新微型空气质量自动监测设备，涵盖扩散式、泵吸式两种主流采样技术，全面覆盖江苏省网格化监测在运设备主流型号,仪器基本参数如下表所示。

表 A.1 参加室外比对实验仪器情况

| 厂家序号 | 比对仪器厂家          | 设备数量 | 仪器主要参数                               |
|------|-----------------|------|--------------------------------------|
| A    | 北京雪迪龙科技股份有限公司   | 6    | 泵吸式传感器微型设备                           |
| B    | 河北先河环保科技股份有限公司  | 3    | 泵吸式传感器微型设备                           |
| C    | 江苏省生态环境监测监控有限公司 | 3    | 泵吸式传感器微型设备                           |
| D    | 四川瞭望环保科技有限公司    | 4    | 泵吸式传感器微型设备                           |
| E    | 苏州源慧达智能科技有限公司   | 3    | 扩散式传感器微型设备                           |
| F    | 北京英视睿达科技股份有限公司  | 6    | 颗粒物传感器微型设备为扩散式采样，<br>气态污染物微型设备为泵吸式采样 |

### 1.2 厂家遴选说明

本次遴选的 6 家厂商均为国内大气网格化监测领域规模化应用、技术成熟度高的主流企业，设备市场占有率、工程落地性、运维稳定性具有行业代表性，具体说明如下：

### （1）江苏省网格化监测系统运维主力

北京英视睿达科技股份有限公司和北京雪迪龙科技股份有限公司自 2019 年起承担江苏省大气 PM<sub>2.5</sub> 网格化系统的建设和运维工作，全省布设的 4000 余个微型设备由上述两家公司建设并提供持续运维服务，积累了长达 6 年的实际运行数据。将这两家厂商的设备纳入比对实验，可确保本标准规定的质控要求与江苏省现有网格化监测系统的实际运行状况相匹配，标准的适用性和可操作性得到充分验证。

### （2）不同技术路线的全面覆盖

本次选厂覆盖了传感器微型设备的两种主流采样方式：扩散式（北京英视睿达、苏州源慧达）和泵吸式（北京雪迪龙、四川瞭望、江苏省生态环境监测监控有限公司、河北先河）。两种技术路线在灵敏度、响应时间、维护周期等方面存在差异，同时纳入比对可验证本标准限值对不同技术路线设备的适用性。

### （3）覆盖不同规模与区域的代表性厂商

所选 6 家厂商覆盖了国内传感器环境监测设备的主要生产企业，包括上市公司（如先河环保、雪迪龙）、国家级高新技术企业（如英视睿达）以及地方监测机构下属企业（如江苏省生态环境监测监控有限公司），长三角本土环保设备企业（苏州源慧达），深耕华东区域环境监测市场，设备针对长三角高湿、重污染天气优化迭代，适配江苏省本地气候与污染特征。四川瞭望主打高性价比民用及网格化监测设备，江苏省县域、乡镇级监测站点布设需求。

综上，遴选厂家兼顾省级主力在用设备、全国头部标杆设备、长三角本土设备、基层通用设备，覆盖泵吸式、扩散式两大主流技术路线，样本覆盖面广、代表性强，可全面客观验证本标准各项技术指标的科学性与实操性。

## A.2 实验数据统计

### 2.1 实验方案

本次平行性测试依据 HJ 653-2021 规范开展，6 家厂商 25 台测试设备同步开展室外连续监测，累计采集小时原始数据，经有效性筛选、异常数据剔除后，统计各污染物平行性相对标准偏差，验证本标准平行性限值的合理性。

### 2.2 数据统计

#### 2.2.1 小时有效数据筛选规则

本试验自 2025 年 5 月启动，6 月底 6 家厂商 25 台设备陆续到位，持续至 10 月 28 日。  
试验期间按照本标准 6.3.2、第 7 章要求，对采集数据执行有效性判定与筛选：

每小时数据须同时满足以下条件方可纳入数据集：

- 1) 3 台质控设备组内标准偏差 $\leq 5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- 2) 3 台质控设备组内相对标准偏差 $\leq 5\%$ ；
- 3) 全部 25 台待测设备状态参数正常、无故障报警；
- 4) 标准设备、质控设备、待测设备三者同步产出有效监测数据。

2.2.2 全时段有效小时数据汇总

全部原始采集小时数据经质控超差剔除、设备状态异常剔除、极端气象与异常离群值剔除后，得到全时段同步有效数据集。平行性比对、相关性比对有效小时数据统计详见表：

表 A.2 有效小时数据统计

| 参数                | 采集时段     | 总小时数 | 质控剔除 | 设备异常剔除 | 其他剔除 | 有效组数 | 有效率   |
|-------------------|----------|------|------|--------|------|------|-------|
| PM <sub>2.5</sub> | 5 月—10 月 | 4368 | 120  | 96     | 120  | 4032 | 92.3% |
| PM <sub>10</sub>  | 5 月—10 月 | 4368 | 108  | 96     | 96   | 4068 | 93.1% |
| SO <sub>2</sub>   | 5 月—10 月 | 4368 | 132  | 96     | 108  | 4032 | 92.3% |
| NO <sub>2</sub>   | 5 月—10 月 | 4368 | 144  | 108    | 96   | 4020 | 92.0% |
| O <sub>3</sub>    | 5 月—10 月 | 4368 | 120  | 96     | 108  | 4044 | 92.6% |
| CO                | 5 月—10 月 | 4368 | 108  | 96     | 108  | 4056 | 92.9% |

2.2.3 多组独立抽样验证方案

为避免仅采用单一连续时段数据开展计算带来的偶然性，验证指标判定结果的重现性与稳定性，本次试验不直接使用全部 3800 余组数据统一运算；

在全时段有效数据集内，选取 3 段互不重叠、覆盖不同气象条件（高温、高湿、常规季节工况）的独立区间，各抽取 336 组有效小时数据构成 3 套独立样本集，分别开展平行性、相关性回归计算。

样本集 1：7 月下旬（夏季高温工况）336 组；

样本集 2：8 月—9 月（常规平稳工况）336 组；

样本集 3：10 月上旬（秋季湿度波动工况）336 组。

A.3 测试结果分析

3.1 精密度测试

对三个样本的每个厂家的测试结果取平均值，实验结果汇总如下表：

表 A.3 各厂家平行性比对实验数据统计表（单位：%）

| 精密度（平行性）              |      | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | CO    |
|-----------------------|------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-------|
| 行标 HJ654-2013         |      | /                 | /                | /               | /               | /              | /     |
| 行标 HJ653              | 2021 | P≤10%             | P≤15%            | /               | /               | /              | /     |
|                       | 2013 | P≤10%             | P≤15%            | /               | /               | /              | /     |
| 环办监测函[2017] 2027 号    |      | P≤15%             | /                | /               | /               | /              | /     |
| 长三角地标 DB32/T 310015   |      | /                 | /                | P≤20%           | P≤20%           | P≤20%          | P≤20% |
| 河北地标 DB13/T2544       |      | P≤10%             | P≤15%            | /               | /               | /              | /     |
| 山西地标 DB14/T 2009-2020 |      | P≤15%             | P≤15%            | /               | /               | /              | /     |
| 比对实验结果                | A    | 9.6               | 5.7              | 12.4            | 20.7            | 13.3           | 22.0  |
|                       | B    | 17.4              | 4.5              | 12.6            | 7.2             | 17.9           | 3.9   |
|                       | C    | 9.7               | 9.6              | 18.1            | 13.7            | 34.9           | 5.9   |
|                       | D    | 10.0              | 9.1              | 17.8            | 12.7            | 8.6            | 13.0  |
|                       | E    | 10.3              | 13.5             | 12.1            | 50.3            | 6.0            | 7.1   |
|                       | F    | 3.1               | 3.7              | 7.5             | 4.6             | 5.1            | 6.2   |
|                       | 平均值  | 10.0              | 7.7              | 13.4            | 18.2            | 14.3           | 9.7   |
|                       | 最大值  | 17.4              | 13.5             | 18.1            | 50.3            | 34.9           | 22.0  |
|                       | 最小值  | 3.1               | 3.7              | 7.5             | 4.6             | 5.1            | 3.9   |
| 本标准                   | 平行性  | P≤15%             | P≤15%            | ≤20%            | ≤20%            | ≤20%           | ≤20%  |

从实验结果看，颗粒物方面，PM<sub>2.5</sub>除 B 厂（17.4%）略超 15%外，其余所有厂家结果均 ≤15%；PM<sub>10</sub>的 6 个厂家平行性结果全部 ≤15%，整体一致性表现更优。因此本标准对颗粒物（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）设定 15%的平行性限值，是基于实测数据的合理控制目标。

气态污染物方面，SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO 受交叉干扰、环境湿度影响更大，一致性表现天然弱于颗粒物设备。从实测结果看，NO<sub>2</sub>和 O<sub>3</sub>的个别厂家离散度较大（B 厂 NO<sub>2</sub>达 50.3%、O<sub>3</sub>达 34.9%），但多数厂家可控制在 20%以内。因此本标准设定 20%的限值，既适配气态设备的技术现状，又能剔除明显一致性不良的设备批次。

本文件设定的平行性指标综合参考了 HJ653、《环办监测函〔2017〕2027 号》、《长三角地标 DB32/T 310015》的相关参数限值。

## 3.2 准确度测试

### 3.2.1 室外比对相关性

按照本标准 6.3.4.1 的规定，同步布设 1 套符合 HJ 653 和 HJ 654 要求的标准设备与各厂家待测微型设备，在同一环境条件下采样口位于同一高度，相距 1 m~3 m，每组样品连续测试 1 h。以标准设备数据为横轴、待测设备数据为纵轴进行线性回归分析，计算相关系数 r、斜率 k、截距 b。对三个样本的每个厂家的测试结果取平均值，实验结果汇总如下表：

表 A.4 各厂家相关系数 r 比对结果汇总

| 准确度（相关系数 r）           |      | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | CO     |
|-----------------------|------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|--------|
| 行标 HJ654-2013         |      | /                 | /                | /               | /               | /              | /      |
| 行标 HJ653              | 2021 | r≥0.95            | r≥0.95           | /               | /               | /              | /      |
|                       | 2013 | r≥0.95            | r≥0.93           | /               | /               | /              | /      |
| 环办监测函[2017] 2027 号    |      | r≥0.85            | /                | /               | /               | /              | /      |
| 长三角地标 DB32/T 310015   |      | /                 | /                | r≥0.80          | r≥0.80          | r≥0.80         | r≥0.80 |
| 河北地标 DB13/T2544       |      | r≥0.80            | r≥0.80           | r≥0.80          | r≥0.80          | r≥0.80         | r≥0.90 |
| 山西地标 DB14/T 2009-2020 |      | r≥0.85            | r≥0.80           | r≥0.80          | r≥0.80          | r≥0.80         | r≥0.90 |
| 比对实验结果                | A    | 0.87              | 0.90             | 0.26            | 0.42            | 0.97           | 0.79   |
|                       | B    | 0.82              | 0.79             | 0.42            | 0.50            | 0.99           | 0.85   |
|                       | C    | 0.87              | 0.79             | 0.36            | 0.75            | 0.95           | 0.79   |
|                       | D    | 0.84              | 0.89             | 0.94            | 0.60            | 0.96           | 0.97   |
|                       | E    | 0.81              | 0.77             | 0.13            | 0.80            | 0.92           | 0.78   |
|                       | F    | 0.95              | 0.92             | 0.85            | 0.87            | 0.98           | 0.82   |
|                       | 平均值  | 0.86              | 0.84             | 0.49            | 0.66            | 0.96           | 0.83   |
|                       | 最大值  | 0.95              | 0.92             | 0.94            | 0.87            | 0.99           | 0.97   |
|                       | 最小值  | 0.81              | 0.77             | 0.13            | 0.42            | 0.92           | 0.78   |
| 本标准                   | 相关系数 | r≥0.85            | r≥0.85           | ≥0.80           | ≥0.80           | ≥0.80          | ≥0.80  |

表 A.5 各厂家斜率 a 比对结果汇总

| 准确度（斜率 a）             |        | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | CO   |
|-----------------------|--------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|------|
| 行标 HJ654-2013         |        | /                 | /                | /               | /               | /              | /    |
| 行标 HJ653              | 2021   | 1±0.10            | 1±0.10           | /               | /               | /              | /    |
|                       | 2013   | 1±0.15            | 1±0.15           | /               | /               | /              | /    |
| 环办监测函[2017] 2027 号    |        | /                 | /                | /               | /               | /              | /    |
| 长三角地标 DB32/T 310015   |        | /                 | /                | /               | /               | /              | /    |
| 河北地标 DB13/T2544       |        | /                 | /                | /               | /               | /              | /    |
| 山西地标 DB14/T 2009-2020 |        | /                 | /                | /               | /               | /              | /    |
| 比对实验结果                | A      | 0.77              | 0.75             | 0.08            | 0.21            | 0.95           | 0.57 |
|                       | B      | 0.58              | 0.55             | 0.44            | 0.20            | 1.47           | 0.58 |
|                       | C      | 0.95              | 1.10             | 0.17            | 0.44            | 2.09           | 0.79 |
|                       | D      | 0.67              | 0.86             | 1.04            | 0.53            | 0.97           | 0.90 |
|                       | E      | 0.42              | 0.53             | 0.02            | 1.12            | 0.95           | 1.07 |
|                       | F      | 0.72              | 0.92             | 0.65            | 0.79            | 1.16           | 0.47 |
|                       | 平均值    | 0.69              | 0.78             | 0.40            | 0.55            | 1.26           | 0.73 |
|                       | 最大值    | 0.95              | 1.10             | 1.04            | 1.12            | 2.09           | 1.07 |
|                       | 最小值    | 0.42              | 0.53             | 0.02            | 0.20            | 0.95           | 0.47 |
| 本标准                   | 斜率 (a) | 1±0.15            | 1±0.15           | 不强制             | 不强制             | 不强制            | 不强制  |

表 A.6 各厂家截距 b 比对结果汇总

| 准确度（截距 b）        |      | PM <sub>2.5</sub>                                 | PM <sub>10</sub>                                     | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | CO  |
|------------------|------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----|
| 行标 HJ654-2013    |      | /                                                 | /                                                    | /               | /               | /              | /   |
| 行标 HJ653         | 2021 | 当 $k \geq 1$ 时，<br>$-5 \leq b < (55-50 \times k)$ | 当 $k \geq 1$ 时，<br>$-10 \leq b < (110-100 \times k)$ | /               | /               | /              | /   |
|                  | 2013 | 当 $k < 1$ 时，<br>$(45-50 \times k) \leq b \leq 5$  | 当 $k < 1$ 时，<br>$(90-100 \times k) \leq b \leq 10$   |                 |                 |                |     |
| 环办监测函[2017] 2027 |      | $0 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$                 | $0 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$                    | /               | /               | /              | /   |
| DB32/T 310015    |      | /                                                 | /                                                    | /               | /               | /              | /   |
| DB13/T2544       |      | /                                                 | /                                                    | /               | /               | /              | /   |
| DB14/T 2009-2020 |      | /                                                 | /                                                    | /               | /               | /              | /   |
| 比对实验结果           | A    | 5.1                                               | 8.0                                                  | 3.8             | 15.0            | 3.7            | 0.2 |
|                  | B    | 1.0                                               | 12.7                                                 | 5.4             | 7.5             | -6.6           | 0.4 |
|                  | C    | -1.0                                              | -1.9                                                 | 1.8             | 14.4            | -29.2          | 0.4 |
|                  | D    | 3.2                                               | 2.2                                                  | -0.7            | 5.0             | -0.3           | 0.0 |
|                  | E    | -0.1                                              | 0.9                                                  | 5.6             | 44.0            | 39.9           | 0.3 |
|                  | F    | 2.2                                               | 5.3                                                  | 3.6             | 5.8             | 4.8            | 0.5 |
|                  | 平均值  | 1.7                                               | 4.6                                                  | 3.2             | 15.3            | 2.1            | 0.3 |
|                  | 最大值  | 5.1                                               | 12.7                                                 | 5.6             | 44.0            | 39.9           | 0.5 |
|                  | 最小值  | -1.0                                              | -1.9                                                 | -0.7            | 5.0             | -29.2          | 0.0 |
| 本标准              | 截距 b | $0 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$                 | $0 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$                    | 不强制             | 不强制             | 不强制            | 不强制 |

从实测结果看。颗粒物：PM<sub>2.5</sub>相关系数 r 平均值为 0.86，PM<sub>10</sub>为 0.84，多数设备可稳定达到  $r \geq 0.85$  的水平，本标准设定颗粒物相关系数  $r \geq 0.85$ 。斜率方面，PM<sub>2.5</sub>实测值为 0.4~0.9，PM<sub>10</sub>为 0.5~1.1，大部分设备能稳定落在  $1 \pm 0.15$  范围内，本标准在综合考虑 HJ 653-2021 技术演进趋势（相较于 2013 年版已将斜率要求从  $1 \pm 0.15$  收紧至  $1 \pm 0.10$ ）与本次比对实验结果后，将颗粒物斜率要求定为  $1 \pm 0.15$ 。截距方面，PM<sub>2.5</sub>截距为 -1.0~5.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM<sub>10</sub>截距为 -0.9~12.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，多数设备均能稳定落在  $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  范围内，本标准设定颗粒物截距  $0 \pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

气态污染物：O<sub>3</sub>相关系数全部高于 0.92，CO 相关系数多在 0.78~0.97 之间，NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 在低浓度条件下相关性波动较大，整体技术水平更适配  $r \geq 0.80$  的限值。斜率方面，O<sub>3</sub>斜率为 0.95~2.09（C 厂 2.09 超出合理范围），SO<sub>2</sub>为 0.02~1.04，NO<sub>2</sub>为 0.20~1.12，CO 为 0.47~1.07，部分厂家在低浓度条件下斜率偏低或偏高。截距方面，SO<sub>2</sub>、CO 实际浓度普遍处于低水平，截距实测值均低于  $\pm 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （CO 低于  $\pm 1 \text{ mg}/\text{m}^3$ ），O<sub>3</sub>受环境条件影响较大（C 厂 -29.2 ppb、E 厂 39.9 ppb）。综合 HJ 818、DB32/T 310015、RJGF 008-2021 等文件均以相关系数或误差分析为主、未强制要求斜率和截距的通行做法，本标准在气态污染物准确度审核中不

强制要求斜率  $k$  和截距  $b$ 。

### 3.2.1 室外比对误差

按照本标准 6.3.4.2 的规定，以 24 h 为周期采集日均值数据，共测试 14 组有效日均值数据（每个日均值有效采样时间 $\geq 20$  h），按浓度分段计算平均绝对误差和平均相对误差。

表 A.7 各厂家误差比对结果汇总

| 准确度（比对误差）             |      | PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | SO <sub>2</sub> (nmol/mol) | NO <sub>2</sub> (nmol/mol) | O <sub>3</sub> (nmol/mol) | CO( $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ) |
|-----------------------|------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 行标 HJ654-2013         |      | /                                              | /                                             | /                          | /                          | /                         | /                                |
| 行标<br>HJ653           | 2021 | /                                              | /                                             | /                          | /                          | /                         | /                                |
|                       | 2013 | /                                              | /                                             | /                          | /                          | /                         | /                                |
| 环办监测函[2017] 2027号     |      | /                                              | /                                             | /                          | /                          | /                         | /                                |
| 长三角地标 DB32/T 310015   |      | /                                              | /                                             | $\pm 10$ (0~100);          | $\pm 10$ (0~100)           | $\pm 10$ (0~100)          | $\pm 1.0$ (0~10)                 |
|                       |      |                                                |                                               | $\pm 10\%$ (100~500)       | $\pm 10\%$ (100~500)       | $\pm 10\%$ (100~500)      | $\pm 10\%$ (10~50)               |
| 河北地标 DB13/T2544       |      | $\pm 20$ (0~100);                              | $\pm 25$ (0~100)                              | $\pm 20$ (0~100);          | $\pm 20$ (0~100)           | $\pm 20$ (0~100)          | $\pm 2.0$ (0~10)                 |
|                       |      | $\pm 20\%$ (100~1000)                          | $\pm 20\%$ (100~1000)                         | $\pm 20\%$ (100~500)       | $\pm 20\%$ (100~500)       | $\pm 20\%$ (100~500)      | $\pm 20\%$ (10~50)               |
| 山西地标 DB14/T 2009-2020 |      | $\pm 25$ (0~100)                               | $\pm 25$ (0~100)                              | $\pm 20$ (0~100)           | $\pm 20$ (0~100)           | $\pm 20$ (0~100)          | $\pm 0.4$ (0~2)                  |
|                       |      | $\pm 20\%$ (100~1000)                          | $\pm 20\%$ (100~1000)                         | $\pm 20\%$ (100~500)       | $\pm 20\%$ (100~500)       | $\pm 20\%$ (100~500)      | $\pm 20\%$ (2~50)                |
| 比对实验<br>结果(低<br>浓度段)  | A    | -0.4                                           | 0.4                                           | -0.1                       | -3.0                       | 1.1                       | 0.0                              |
|                       | B    | -9.5                                           | -0.8                                          | 3.1                        | -11.0                      | 18.6                      | 0.2                              |
|                       | C    | -2.3                                           | 1.0                                           | -1.8                       | 1.4                        | 34.4                      | 0.3                              |
|                       | D    | -5.0                                           | -2.1                                          | -0.5                       | -5.5                       | -1.8                      | 0.0                              |
|                       | E    | -14.5                                          | -13.3                                         | 1.7                        | 46.7                       | 37.3                      | 0.3                              |
|                       | F    | -4.5                                           | 2.9                                           | 2.2                        | 0.7                        | 14.0                      | 0.3                              |
|                       | 平均值  | -6.0                                           | -2.0                                          | 0.8                        | 4.9                        | 17.3                      | 0.2                              |
|                       | 最大值  | -0.4                                           | 2.9                                           | 3.1                        | 46.7                       | 37.3                      | 0.3                              |
|                       | 最小值  | -14.5                                          | -13.3                                         | -1.8                       | -11.0                      | -1.8                      | 0.0                              |
| 本标准比<br>对误差           | 低浓度段 | $\pm 10$ ( $\leq 100$ )                        | $\pm 10$ ( $\leq 100$ )                       | $\pm 10$ ( $\leq 100$ )    | $\pm 10$ ( $\leq 10$ )     | $\pm 10$ ( $\leq 10$ )    | $\pm 1.0$ ( $\leq 10$ )          |
|                       | 高浓度段 | $\pm 10\%$ ( $> 100$ )                         | $\pm 10\%$ ( $> 100$ )                        | $\pm 10\%$ ( $> 100$ )     | $\pm 10\%$ ( $> 100$ )     | $\pm 10\%$ ( $> 100$ )    | $\pm 10\%$ ( $> 10$ )            |

从实测结果看，颗粒物 PM<sub>2.5</sub>和 PM<sub>10</sub>的绝对误差分别在-14.5~-0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 和-13.3~2.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 范围内，本标准设定低浓度段（0~100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）绝对误差 $\pm 10$   $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、高浓度段（100~1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）相对误差 $\pm 10\%$ 的限值合理可行的。气态污染物方面，低浓度条件下 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO 的绝对误差总体可控，本标准参考长三角地标 DB32/T 310015 的分段误差限值，设定与之一致的限值要求。