

附件 1

征求意见部门和单位名单

1. 生态环境部监测司
2. 中国环境监测总站
3. 上海市生态环境局
4. 浙江省生态环境厅
5. 安徽省生态环境厅
6. 江苏省环境监测中心
7. 江苏省南京环境监测中心
8. 江苏省扬州环境监测中心
9. 江苏省宿迁环境监测中心
10. 江苏省盐城环境监测中心
11. 江苏省苏州环境监测中心
12. 江苏省淮安环境监测中心
13. 江苏省环境科学研究院
14. 南京市环境科学研究院
15. 江苏省环境保护产业协会
16. 江苏省环境监测协会
17. 江苏省计量科学研究院
18. 南京大学环境学院
19. 东南大学能源与环境学院
20. 河海大学环境学院
21. 南京理工大学环境与生物工程学院

22. 江苏省环境工程技术有限公司
23. 南京大学环境规划与设计研究院集团股份公司
24. 江苏环保产业技术研究院股份公司
25. 中科三清科技有限公司
26. 青岛容广电子技术有限公司
27. 国电环境保护研究院有限公司
28. 江苏新锐环境监测有限公司
29. 江阴秋毫检测有限公司
30. 南京德泽环保科技有限公司

道路积尘负荷走航监测技术规范

Technical specification for cruise monitoring of dust load on road

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

江苏省市场监督管理局 发 布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法原理	1
5 走航监测系统	2
6 监测方法	3
7 走航监测报告	4
8 质量保证与质量控制	4
9 数据有效性判断	4
10 安全防护要求	5
附 录 A （资料性） 道路积尘负荷换算公式.....	6
附 录 B （规范性） 颗粒物监测仪比对测试.....	7

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。

本文件由江苏省生态环境厅提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：江苏省苏力环境科技有限责任公司、江苏省生态环境监测监控有限公司、江苏中吴环保产业发展有限公司。

本文件主要起草人：

道路积尘负荷走航监测技术规范

1 范围

本文件规定了道路积尘负荷走航监测的方法概述、走航监测系统、监测方法、走航监测报告、质量保证与质量控制、数据有效性判断及安全防护要求。

本文件适用于使用水泥混凝土、沥青混凝土等材料铺设的铺装道路的道路积尘负荷走航监测工作。其他道路或地面可参照执行。

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 1589 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

GB 7258 机动车运行安全技术条件

HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则

HJ 194 环境空气质量手工监测技术规范

HJ/T 393 防治城市扬尘污染技术规范

JJG 846 粉尘浓度测量仪检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铺装道路 paved road

采用沥青或水泥等材料进行硬化的道路。

3.2

道路积尘负荷 dust load on road

道路或地面单位面积上的松散颗粒物在车辆碾压的作用力下进入环境空气中形成扬尘污染的积尘质量。

3.3

走航监测 cruise monitoring

利用车载式快速监测设备在行进中连续自动监测，结合定点监测，对污染物进行定性定量分析，并基于地理位置信息显示沿行进路线污染物空间连续分布。

[来源：DB32/T 310002-2021，3.2]

4 方法原理

利用车载式光散射或其他原理颗粒物走航监测系统，在行进时对道路积尘负荷进行连续自动监测，并根据地理位置，显示沿行进路线的道路积尘负荷空间连续分布。

5 走航监测系统

5.1 系统构成

道路积尘走航监测系统应至少包含以下部分：走航监测车、颗粒物采样系统、颗粒物浓度监测系统、车载卫星定位系统及电子地图、数据采集传输系统、供电系统、气象监控系统、其他设备等。

5.2 技术要求

5.2.1 走航监测车

- 5.2.1.1 车辆应符合 GB 7258 要求。
- 5.2.1.2 车辆应选用 M1 类轻型载客车辆，最大总重量 $\geq 1.5t$ ，车内装置的总质量不应超过车辆最大装载质量的三分之二，车内装置和人员总质量不应超过车辆的最大装载质量。
- 5.2.1.3 在环境温度 $-10^{\circ}C\sim 40^{\circ}C$ 、湿度 0%~90%的外部环境条件下可正常工作。
- 5.2.1.4 车辆内部布局应按人机工程考虑，满足监测设备安装条件，并有便携式监测设备固定条件；车内空间应使人员易于操作和提高效率，具备工作人员专用座椅或工作室，车内照明应能适应夜间工作。

5.2.2 颗粒物采样系统

- 5.2.2.1 颗粒物采样系统采用泵吸方式将含有颗粒物的气流运输至颗粒物浓度监测系统，至少包含两个采样口，分别用于车辆扬起颗粒物和对照点颗粒物的采集。
- 5.2.2.2 采样管路应确保内壁光滑以减少对颗粒物的吸附，管道弯曲时应平滑过渡避免突变，管内径为 $50mm\pm 10mm$ 。
- 5.2.2.3 用于路面颗粒物采集的采样口应安装在远离车辆排气管侧后车轮的后方，采样口正对胎面，距离地面高度 $200mm\pm 20mm$ ，距离胎面 $50mm\pm 10mm$ 。
- 5.2.2.4 用于对照点颗粒物采集的采样口安装在车顶，高出车顶不小于 $100mm\pm 10mm$ ，采样口与车辆行驶方向保持一致。
- 5.2.2.5 采样泵的工作流量范围为 $80 L/min\sim 120L/min$ 。

5.2.3 颗粒物浓度监测系统

颗粒物浓度监测系统基于光散射或其他原理对车辆扬起颗粒物及环境空气中颗粒物质量浓度进行测定。主要技术参数应满足表1要求。

表1 颗粒物浓度监测系统技术参数

序号	技术参数	要求
1	监测指标	PM _{2.5} 、PM ₁₀ 、TSP
2	测量范围	0-1000 $\mu g/m^3$
3	浓度分辨率	$\leq 1 \mu g/m^3$
3	响应时间	$\leq 2s$
4	参比方法比对测试	浓度 $\leq 100\mu g/m^3$ 时，绝对误差 $\leq \pm 25\mu g/m^3$ ； 浓度 $> 100\mu g/m^3$ 时，相对误差 $\leq \pm 25\%$ ；

5.2.4 车载卫星定位系统及电子地图

应配备车载卫星定位系统，可进行道路引导，在走航监测时记录经纬度坐标，并在地图上实时显示行进路径。车载定位系统定位精度在2m以内。

5.2.5 数据采集传输系统

5.2.5.1 数据采集传输系统用于采集、处理、存储和传输所有监测数据。依托监控平台可实现设备参数状态实时监控、状态异常报警、走航地图叠加展示、浓度负荷实时监测及历史数据回看等功能。

5.2.5.2 浓度负荷实时监测频次 $\leq 2s$ ，测试路段道路负荷为有效监测数据的平均值。

5.2.5.3 应具备数字通讯接口，可实现无线或有线通讯。

5.2.5.4 具有断电数据保存功能。

5.2.5.5 数据存储大于3个月，具有查询历史数据功能。

5.2.5.6 监测平台可显示实时数据，包括但不限于含区域名称、道路名称、车速、积尘负荷浓度、扬尘浓度、经纬度等信息。

5.2.5.7 具备导出监测报告的功能，报告内容应包含走航轨迹、尘负荷浓度分布、气象参数信息及必要图件等内容。

5.2.6 供电系统

监测车除固有电气系统外，按需配置专用蓄电池、逆变器或不间断电源、发电机等供车内专用设备用电。供电设备应至少满足走航监测系统连续运行8h以上。

5.2.7 气象监控系统

应配备符合HJ/T 55中要求的气象参数实时测量与记录系统，能够测定环境温度和压力、相对湿度、风向和风速等气象参数，确定和记录气象条件。相应气象参数的测量范围和精度满足HJ 194要求。

5.2.8 其他设备

根据需要配备视频监控或其他辅助监测道路积尘负荷的现场设备。

6 监测方法

6.1 监测方案制定

6.1.1 走航区域确定

依据环境管理要求和解决实际环境问题需求规划监测区域。掌握区域内气象状况条件、道路交通信息、主要环境管理问题等，合理确定走航监测区域。

6.1.2 资料收集与调查

对目标区域开展走航监测前，宜调查区域内环境空气质量现状、涉及颗粒物排放的污染源信息、道路交通信息、道路尘负荷历史监测信息及常年气象状况等。

6.1.3 走航路线规划

结合目标区域道路交通情况、污染源分布及环境管理需求，规划走航监测路线。走航监测在满足区域管理要求和保证安全前提下，尽量靠道路右侧车道进行监测。

6.2 走航监测实施

6.2.1 监测条件

走航监测宜在风速4.5m/s以下，无降水且路面干燥的条件下开展。

6.2.2 系统准备

启动监测设备和车辆，在周边开展小范围走航试验，确认车辆、采样系统、监测设备、气象监控系统等运行正常，数据采集传输单元正常上传监测数据，电子地图显示定位准确，无明显延迟。

6.2.3 监测实施

6.2.3.1 按照规划路线开展走航监测，必要时可对路线进行适当调整。

6.2.3.2 监测过程中发现道路积尘负荷浓度高值区域时，及时记录周边环境状况，可在该点附近进行巡查。

6.2.3.3 路况运行情况下监测车辆宜在偏右车道上行驶监测，行驶速度应控制在 30 km/h ~60km/h，加速度 $\leq 0.7\text{m/s}^2$ ，避免急刹。

7 走航监测报告

7.1 报告应包含走航背景、天气状况、人员安排、走航区域及路段信息、走航时段、走航目标及预期效果等。

7.2 走航报告应记录走航期间的道路积尘负荷浓度范围，以表格形式呈现相对高值点位台账，以地图标记形式展示空间分布。

8 质量保证与质量控制

8.1 对走航监测设备应采取防震措施。

8.2 走航监测前，应对采样口、采样管路进行检查，确保采样管路内壁清洁干燥，并进行气路系统检漏工作。走航监测结束对采样系统及时进行清理。

8.3 每半年至少一次使用在计量认证有效期内的适宜标准流量计在采样口处对设备采样流量进行检查，采样流量示值与标准流量计示值的相对偏差应不超过 $\pm 2\%$ 。

8.4 道路积尘负荷与走航采样监测的颗粒物浓度换算关系按照仪器说明书或相关要求设定，道路积尘负荷换算公式见附录 A。每半年至少开展一次走航监测系统准确性核查。选取道路积尘负荷均匀稳定的代表性路段，同时采用 HJ/T 393 中城市道路积尘负荷监测方法与走航监测方法测量路面道路积尘负荷。测试范围内的比对数据不少于 3 组，数据相关系数 ≥ 0.70 。

8.5 每半年至少开展一次颗粒物监测系统参比方法比对测试，比对测试指标包括 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ ，比对测试结果相对误差应满足 5.2.3 相关要求，测试方法按附录 B 执行。

8.6 建立质量控制文件，包括但不限于标准操作规范、日常运行维护与质量控制规范、维修记录、比对测试记录、准确性核查记录。质量控制文件应随车存放。

9 数据有效性判断

9.1.1 以下情况下数据为无效数据：

- a) 在仪器故障、运行不稳定或其他监测质量不受控情况下，颗粒物监测仪检测结果为零值或负值的数据为无效数据；

- b) 车辆加速度或车辆行驶速度不满足监测要求时的数据;
 - c) 其他特殊情况下采集到的无效数据。
- 9.1.2 无效数据不参与统计,对于缺失和判断为无效的数据应注明原因,并保留仪器内电子原始记录。

10 安全防护要求

- 10.1 车辆应配备驾驶人员和专业监测人员,车辆行驶过程中驾驶人员不应操作监测系统,驾驶人员应避免疲劳驾驶。
- 10.2 优先保障行车安全。沿城市或园区内部道路开展走航监测时,应通过开启危险报警闪光灯或鸣笛等方式对周边车辆进行警示。
- 10.3 在园区内部开展走航监测时,应遵守园区安全管理要求,车辆宜安装防爆设施。
- 10.4 应注意监测车内人员的安全健康防护。根据需要配备防护装备,采样废气不应直接排放至车内。

附录 A
(资料性)
道路积尘负荷换算公式

A.1 道路积尘负荷换算公式

基于PM_{2.5}浓度值的道路积尘负荷的换算公式见(1)：

$$SL = a \cdot T^b \cdot v^{-c} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

SL——道路积尘负荷，g/m²

a——常数系数；

T——路面颗粒物与环境空气颗粒物PM_{2.5}浓度差值，mg/m³

b——指数常数，不具备实验条件时可选用推荐值0.7752

v——监测车行驶速度，km/h

c——指数常数，不具备实验条件时可选用推荐值1.8613

A.2 常数确定方法

常数系数*a*与监测车重量、车载移动监测系统的安装等因素有关，选定监测车安装完成后通过实验确定。

在同一行车道上，选取不同积尘负荷级别的道路进行积尘负荷采样，每个积尘负荷级别的比对数据不少于3组，同时采用车载移动监测系统测试*T*和*v*，将上述测试结果代入公式(A.1)计算常数系数*a*，取所有测试道路*a*的平均值。

A.3 其他测试指标

选择PM₁₀或TSP作为监测指标时，换算公式为(A.1)，可依据A.2的方法自行确定常数*a*、*b*、*c*。

附录 B
(规范性)
颗粒物监测仪比对测试

B.1 颗粒物相关参数的检测，应将整个待测仪器放到粉尘模拟舱内，发尘物质为 ISOA 1 尘，参比仪器为 PM_{2.5} 和 PM₁₀ 监测仪。

B.2 将待测颗粒物浓度分析仪与参比仪器在同一环境条件下，分别记录待测颗粒物浓度分析仪与参比仪器的小时均值。考察浓度范围为设备量程范围，考察该量程 20%、50%、80% 附近浓度点。

B.3 计算步骤

比对结果在低浓度范围以绝对误差表示，高浓度范围以相对误差表示，分别按公式 (B.1)、公式 (B.2) 计算，低、高浓度范围分别取绝对值最大者作为比对测量测试结果。

$$\Delta z = A_{zi} - A_{z0} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\Delta z = \frac{A_{zi} - A_{z0}}{A_{z0}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

Δz ——相对误差 (%) / 绝对误差， $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A_{zi} ——待测颗粒物浓度分析仪测量值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$

A_{z0} ——参比仪器测量值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$

B.4 比对测试 PM_{2.5}、PM₁₀ 测量误差应符合 5.2.3 的要求。

附件 3

《道路积尘负荷走航监测技术规范（征求意见稿）》编制说明

《道路积尘负荷走航监测技术规范》标准编制组

二〇二五年四月

目 录

1.	标准制定的必要性分析.....	1
1.1	道路扬尘是大气细颗粒物的重要来源	1
1.2	生态环境管理工作的需要	1
1.3	相关生态环境标准需求	2
1.4	提高现代化生态环境监测水平	3
2.	工作简况	3
2.1	任务来源.....	3
2.2	编制原则.....	4
2.3	技术路线.....	5
2.4	工作过程.....	6
3.	国内外研究进展.....	7
3.1	国内外相关方法研究进展	7
3.2	省内道路积尘负荷走航车使用情况	9
4.	主要内容的确定	12
4.1	适用范围的确定.....	12
4.2	规范性引用文件的确定	12
4.3	术语与定义.....	13
4.4	方法概述.....	13
4.5	走航监测系统.....	14
4.6	监测方法	20
4.7	走航监测报告	22
4.8	质量保证与控制.....	22
4.9	数据有效性判断.....	23
4.10	安全防护要求.....	24
5.	规范验证	24
5.1	验证方案.....	24
5.2	方案验证过程.....	29
5.3	方案验证结论.....	30
6.	征集意见及处理情况.....	30
7.	采标情况	31

8.	重大分歧意见的处理.....	31
9.	与有关的现行法律、法规、和强制性国家标准的关系	31
10.	标准推广实施的建议.....	31
11.	起草单位和起草人员信息及分工.....	32
11.1	起草单位	32
11.2	起草人信息及分工	32
12.	其他应予说明的对象.....	33
附件 1	方法验证报告.....	35

1. 标准制定的必要性分析

1.1 道路扬尘是大气细颗粒物的重要来源

扬尘主要是指地表松散的颗粒物在外力作用下进入环境所形成的大气颗粒物。我国《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393-2007）将城市扬尘划分为道路扬尘、施工扬尘、土壤扬尘和堆场扬尘四种类型。随着城市经济的快速发展和人类物质生活水平的提高，我国城市机动车数量不断增加、道路长度不断扩大，道路扬尘对城市空气颗粒物的贡献率逐年增大。扬尘源是由多源混合而成的复杂污染源，是大气污染的主要来源之一，多年来的城市颗粒物源解析结果也表明，近年来扬尘虽然得到一定程度的控制，但大多数城市扬尘对 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度的分担率仍然较高，研究显示，南京市溧水区 2019 年细颗粒污染主要来源于机动车尾气源、扬尘源、工业工艺源，其中扬尘源占比达 20%^[1]，泰州、无锡等市 $\text{PM}_{2.5}$ 高值区细颗粒物来源中，扬尘源贡献达 5%~7.5%^[2]。

1.2 生态环境管理工作的需要

“十四五”以来，江苏省出台若干文件，强化大气污染防治工作。2021 年江苏省大气污染防治计划提出，要实施精细化扬尘管控，推动道路交通扬尘污染精细化管控。综合运用车载光散射、走航监测车等高科技监测、评价手段，鼓励建设“智慧道路”扬尘在线监控系统^[3]。

相比于传统道路积尘固定站点在线监测，走航监测机动性

强，能够快速掌握道路积尘负荷的动态空间分布及其污染特征，是对颗粒物污染跟踪溯源的重要技术手段，也是自动站固定监测数据支撑不足的一种补充技术手段。走航监测作为我省环境空气颗粒物排放监管的重要手段，亟需出台相关技术规范指导工作开展，更好地服务于管理需求，进而为我省大气污染防治攻坚战提供技术支撑。

1.3 相关生态环境标准需求

目前，现行的道路积尘负荷监测主要依据《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393），该要求使用人工刷扫或真空吸尘器吸扫路面积尘，经烘干、冷却、筛分后核算得到道路积尘负荷，耗时长、误差大、影响交通，难以用于日常大规模快速监测评估。道路积尘负荷走航监测由于其快速响应、精准锁定污染源等优势，近年来得到快速发展，在实际监测工作中已有大量成熟的运用。当前，我省各市（县、区）基本均有开展道路积尘负荷走航监测工作，其中南通等地还将尘负荷纳入街道乡镇考核，道路积尘走航监测在臭氧专项防控、秋冬季专项行动、重大活动保障等工作中及时提供了数据支持，有效支撑了大气颗粒物污染的精准监管。

然而，省内对于道路积尘负荷走航监测没有统一的规范性要求，相关标准体系处于空白状态，各地区开展走航监测的方法不一，程序各异，不同形式改装的走航设备数据可比性较差，亟需制定相关技术规范，对道路积尘走航监测工作进行规范化

和标准化。

1.4 提高现代化生态环境监测水平

随着我省各地对道路积尘走航监测认识逐渐深入，工作开展频次日益加密，在工作中也集中暴露了最突出的问题：即由于缺乏设备统一的技术规范和相关方法标准，不同形式改装系统原理不一、监测质量控制和质量保证不到位，数据可比性较差，数据准确性也尚未得到系统验证，为此大量的不同区域走航数据，系统和关联性分析难以成为体系，目前应用更多的局限于较为分散的、对区域污染排放线索定性“侦查”，更精准的服务管理由于数据质量问题受到限制。

因此，亟需制定技术规范，在设备系统、工作程序、质量控制、数据分析等各环节都统一规定，实现监测作业的规范化，从而提高走航监测数据的一致性和通用性，为提高我省生态环境监测水平，实现精准溯源、助力颗粒物削峰提供数据支撑。

2. 工作简况

2.1 任务来源

为进一步改善大气环境，国务院印发《打赢蓝天保卫战三年行动计划》，明确要求加强道路扬尘综合整治。2022年1月，中共江苏省委江苏省人民政府发布了“关于深入打好污染防治攻坚战的实施意见”，意见提出了“到2025年，全省PM_{2.5}浓度降至30μg/m³左右”的目标，以及深化扬尘污染综合治理，强化建筑工地、道路、堆场等扬尘管控的措施。为科学评价全省道路

扬尘污染状况，规范监测技术方法，江苏省生态环境监测监控有限公司申报了《道路积尘负荷走航监测技术规范》地方标准，并于 2023 年 8 月通过江苏省市场监管局正式立项。

2.2 编制原则

2.2.1 指导思想

积极贯彻执行各级政府关于打赢打好污染防治攻坚战决策部署，以加强道路扬尘污染防控、改善环境质量为目标，规范道路积尘走航监测工作，提升走航监测数据的规范性、一致性，科学制定道路积尘走航监测技术规范，为实施精细化扬尘管控提供科技标准支撑。

2.2.2 基本原则

本标准依据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》和《环境监测分析方法标准制修订技术导则》（HJ 168-2010）的要求进行编制。

（1）可操作原则。广泛了解国内外尘负荷走航现状，总结省内道路积尘走航监测工作经验，以满足我省道路积尘走航监测工作和环境管理部门需求为目的，不断深入研究和完善，保证本标准的可操作性和适用性。

（2）标准可比性原则。本标准制定将参考国家、地区已出台的相关标准以及长三角地区相关地方标准，通过横向比较提高标准的合理性。

（3）多方参与原则。标准制定中将采取多种方式，听取政府、行业、企业、专家、公众、环境管理部门等意见，兼顾各

方利益诉求，以保证标准的科学性、针对性、可操作性。

2.3 技术路线

本研究技术路线如下：

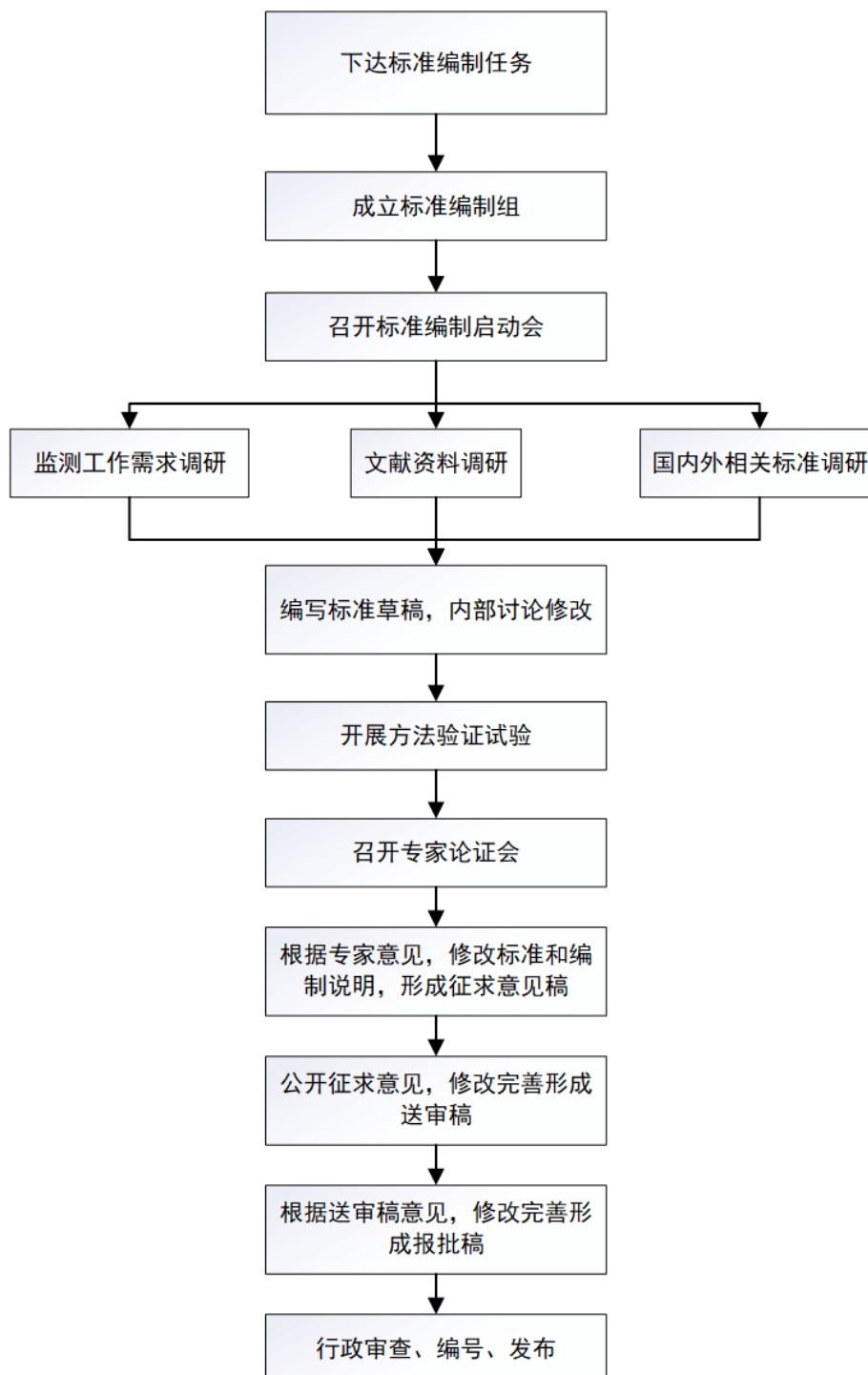


图 1 标准编制技术路线

2.4 工作过程

第一阶段：成立编制组、编制标准草案

2023年8月江苏省市场监督管理局《关于下达2023年江苏省地方标准项目计划的通知》（苏市监标[2023]173号）下达后，江苏省生态环境监测监控有限公司组织成立了规范编制组，明确主要标准内容，部署任务分工。

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》（国环规科技〔2017〕1号）的相关规定，编制组对国内外相关标准和文献资料进行了检索、查询和收集，并对省内已有开展道路积尘走航监测工作的典型地市开展了现场调研。基于标准、文献调研及监测工作需求分析研究，编制组明确了规范编制的技术路线，组织专家开展技术研讨，并在此基础上编制形成标准草案及编制说明。

第二阶段：进行开题论证、形成标准征求意见稿

由省生态环境厅监测处、法规科技处组织，邀请相关专家进行开题论证。根据开题论证会的专家意见和建议，对标准的内容进行了集中研讨，开展技术规范测试验证，在此基础上形成《道路积尘走航监测技术规范》（征求意见稿）和《道路积尘走航监测技术规范编制说明》（征求意见稿）。

第三阶段：进行征求意见、形成标准送审稿

编制组根据意见征求情况，进行修改完善，形成《道路积尘走航监测技术规范》送审稿、编制说明、征求意见汇总处理表，报送技术归口单位审查。

第四阶段：送审稿材料和技术审查，形成报批稿

技术归口单位江苏省生态环境厅进行材料审查，认为材料齐全符合要求后，将送审材料及技术审查会议方案建议报送省市场监督管理局。省市场监督管理局组织开展送审稿技术审查。起草单位按照送审稿技术审查意见进行修改并形成报批稿材料，报技术归口部门及省市场监督管理局审核。

第五阶段：公示发布

省市场监管局将经审核通过后的标准报批稿及编制说明，在其门户网站向社会公示，公示时间不少于 30 日。公示无异议或经核查异议不成立的，由省市场监管局在 15 日之内予以批准、编号发布，并向社会公布。

3. 国内外研究进展

3.1 国内外相关方法研究进展

国外学者在道路扬尘检测方法的研究领域起步较早，但受到当时科学技术水平较低、科学认知不足的影响，道路扬尘检测方法并未得到较快发展。直到 20 世纪 60 年代，各种分析仪器和测试技术手段不断涌现，带动了道路扬尘检测方法的进步和发展。相比之下，我国道路扬尘检测方法的研究起步较晚，主要依靠引用或改进国外道路扬尘检测技术。常见的道路扬尘排放的检测方法包括：降尘法、AP-42 法、TRAKER 法、通量塔法、暴露高浓度剖面法、隧道法等。近年来，为了满足城市精准治理道路扬尘的需要，以及随着激光传感器、大数据等新兴技术的发展，出

现了新的道路环境颗粒物监测方法,如:道路环境微观站监测法、道路环境移动监测法等。综合相关文献调研发现:降尘法、AP-42法、TRAKER法、道路环境微观站监测法和道路环境移动监测法是我国当前被广泛应用的道路扬尘检测方法。

表 3-1 不同采样方法的比较^[4]

采样方法	优势	不足
降尘法	实施安全、操作简单、误差较小;能够反映一定时间内道路降尘的平均状况,具有代表性;能够较好地反映行驶车辆对道路积尘的激发情况;适合于对道路扬尘化学组分的分析	评估周期较长、评估成本较高;极易受天气状况的影响(如大风天、降雨水等);自然沉降使得收集细粒子扬尘较难、收集不完全;无法定量描述扬尘与车流量、车速和车重之间的关系
AP-42 法	能够反映和评价路面污染程度,便于道路日常管理;技术相对成熟,应用较为广泛;成本较低,实施条件简单,能够满足快速评估需求	无法衡量车辆激发扬尘的真实情形、无法反映风蚀扬尘;模型本身具有不确定性,忽略了车速对扬尘的影响;难以开展多轮检测,一次检测结果只能用于评估短时间内的路面扬尘污染情况,存在较大误差;消耗大量人力物力、操作复杂、安全系数低
TRAKER 法	快速准确、简单安全;可实时在线显示道路扬尘污染状况、不同地点的污染程度;可对路面进行连续性监测;可在短时间内监测更多的活动水平	目前在国外尚没有形成标准;转换公式为经验公式,误差较大
道路扬尘微观站监测法	网格化监测、可迅速识别污染源;适用于城市道路扬尘管理和精细化治理;省时省力、安全;传感器设备价格低廉、易于安装	尚未形成标准,各地采用的仪器型号、规格、站点数量及位置等无明确规定;目前无法用于计算道路扬尘排放量、编制道路扬尘排放清单;数据易发生漂移,造成数据不准确
大气环境移动监测车监测法	可对城市近路面环境实现动态监测;适用于城市道路扬尘管理和精细化治理;监测环境颗粒物的同时,可人为直观地发现污染源现场;可利用成熟监测仪器自行改装和搭建监测车,成本与道路扬尘微观站监测法相比较低	若提高检测范围,需要多台监测车辆同时进行监测;监测数据质量有待提高

目前国内涉及道路积尘负荷监测的标准有《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393）、《城市道路清扫保洁与质量评价标准》（CJJ/T126），我省尚无相关标准方法。《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393）以道路积尘负荷作为评价指标，推荐使用的办法为人工法，测试耗时长、误差大，因此不适用于道路扬尘污染的日常监测和评价；《城市道路清扫保洁与质量评价标准》（CJJ/T126）以路面尘土残存量（路面尘土量）为评价指标，评价指标的粒径较粗，适用于考核道路清扫保洁程度，不适用于测试和评价道路扬尘污染状况。

3.2 省内道路积尘负荷走航车使用情况

规范编制过程中，对省内各地市道路积尘负荷走航车使用情况进行调研。江苏省内主流道路积尘负荷走航产品及服务供应商为青岛容广电子技术有限公司、江苏省苏力环境科技有限责任公司、中科三清科技有限公司。道路积尘负荷监测系统主要是利用光散射原理测量颗粒物浓度，并通过建立计算模型将扬尘浓度转化为道路尘负荷。各地区产品及服务使用情况见表 3-2。

表 3-2 省内道路积尘负荷走航监测产品及服务情况

序号	设区市	产品品牌	产品型号	颗粒物监测系统 主要技术指标	车辆 类型	安装位置	颗粒物采样系统 主要技术指标	走航技术服务单位	备注
1	南通	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A	检出限： $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； 积尘负荷测量范围： $0\sim 30\text{g}/\text{m}^2$ ，响应时间： $\leq 5\text{s}$ ；监测频次： $\leq 2\text{s}$	SUV	采样口距离地面高度： 220mm ； 采样口与胎面距离： 50mm ； 安装位置：右后轮后侧，采样口正对胎面； 采样管打孔位置：不同车辆及设备放置位置不同不固定 避开车辆主架梁	1.1 采样泵的工作流量为： $(80\sim 120)\text{L}/\text{min}$ ； 1.2 流量控制器量程范围： $(0.2\sim 30)\text{m/s}$ ，精度 $\geq 2.5\%$	江苏苏力	如皋、海门、海安
2	泰州	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A					江苏苏力	
3	淮安	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A					江苏苏力	盱眙、金湖
4	徐州	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A					江苏苏力	邳州、新沂
5	宿迁	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A					江苏苏力	泗洪
6	盐城	江苏苏力	JSEP-MQ-G4010A					江苏苏力	东台
7	扬州	青岛容广	RGR-4	积尘负荷测量范围： $0\sim 30\text{g}/\text{m}^2$ ；检出限： $\leq 0.05\text{g}/\text{m}^2$ ；分辨率： $\leq 0.01\text{g}/\text{m}^2$ ；响应时间： $\leq 5\text{s}$ ；监测频次： 1s	SUV	采样口距离地面高度： 200mm ； 采样口与胎面距离： 60mm ； 安装位置：车辆的右后轮后侧（采样口指向胎面方向）； 采样管打孔位置：不同车辆及设备放置位置不同不固定 避开车辆主架梁	1.1 采样泵的工作流量为： $(80\sim 120)\text{L}/\text{min}$ ； 1.2 流量控制器：量程范围： $(0.2\sim 30)\text{m/s}$ ，精度 $\geq 2.5\%$ ；	青岛容广	仪征
		青岛容广	RGR-4		SUV			江苏苏力	宝应
8	连云港	青岛容广	RGR-4		SUV			青岛容广	连云区
9	无锡	青岛容广	RGR-4		/			江阴秋毫检测 江阴市环保局	江阴市
10	苏州	青岛容广	RGR-4		/			江苏新锐环境监测有限公司	张家港市
		青岛容广	RGR-4		SUV			青岛容广	工业园区
11	南京	青岛容广	RGR-4		SUV			青岛容广	高淳

序号	设区市	产品品牌	产品型号	颗粒物监测系统 主要技术指标	车辆 类型	安装位置	颗粒物采样系统 主要技术指标	走航技术服务单位	备注
		青岛容广	RGR-4		/			南京顺泽环保设备有限公司（溧水） 南京浦蓝大气环境研究院有限公司 南京格维恩环境技术有限公司（建邺） 南京市栖霞生态环境局 南京大展环保科技有限公司	溧水、浦口、栖霞、鼓楼、建邺
12	常州	中科三清	RGR-4	积尘负荷测量范围：0~30g/m ² ；检出限：≤0.05 g/m ² ；分辨率：≤0.01 g/m ² ；响应时间：≤5s；监测频次：2s；	SUV	采样口距离地面高度:220mm； 采样口与胎面距离:50mm； 安装位置：车辆的右后轮后侧（采样口指向胎面方向）； 采样管打孔位置：不同车辆及设备放置位置不同不固定 避开车辆主架梁	1.1 采样泵的工作流量为：（80~120）L/min； 1.2 流量控制器：量程范围：（0.2~30）m/s，精度≥2.5%；	中科三清科技有限公司	金坛区
									武进区
									新北区
									钟楼区
									天宁区
									京口区
									润州区
13	镇江								丹徒区

4. 主要内容的确定

4.1 适用范围的确定

本规范适用于江苏省范围内道路积尘负荷走航监测的开展，结合相关规范及主要内容，确定该部分为：“本文件规定了道路积尘负荷走航监测的方法概述、走航监测系统、监测方法、走航监测报告、质量保证与质量控制及安全防护要求。”

本文件适用于使用水泥混凝土、沥青混凝土等材料铺设的铺装道路的道路积尘负荷走航监测工作。其他道路或地面可参照执行。

4.2 规范性引用文件的确定

本标准共引用了 6 项技术文件，主要在车辆系统技术要求、质量控制与管理方法、监测技术方法等方面部分引用或借鉴了相关标准。本规范的制定是对道路积尘负荷走航监测工作要求的完善和补充，与现行规范标准具有一定的匹配性。具体引用标准包括：《汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值》（GB 1589）、《机动车运行安全技术条件》（GB 7258）、《防治城市扬尘污染技术规范》（HJ/T 393）、《粉尘浓度测量仪检定规程》（JJG 846）、《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55）、《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194）。

其中，车辆系统方面要求引用了 GB1589、GB7258 相关要求，质量保证与质量控制章节部分指标和技术方法及技术指标要求引用了 JJG 846、HJ/T 393 等相关标准中的要求，气象监测系

统里面引用了 HJ/T 55、HJ 194 的相关要求。上述标准中引用的要求都构成了本文件的必不可少的条款。

4.3 术语与定义的确定

标准规定了“铺装道路”、“道路积尘负荷”和“走航监测”3 个术语：

铺装道路（paved road）：本规范中铺装道路的定义完全引用了北京市地方标准 DB11/T 1926-2021，3.2 节的定义，铺装道路是指采用沥青或水泥等材料进行硬化的道路。

走航监测（cruise monitoring）：本规范中该术语定义完全引用了长三角地方标准 DB32/T 310002-2021，3.2 节中的定义，走航监测是指利用车载式快速监测设备在行进中连续自动监测，结合定点监测，对污染物进行定性定量分析，并基于地理位置信息显示沿行进路线污染物空间连续分布。

道路积尘负荷（dust load on road）：该术语无引用出处，结合《防治城市扬尘污染技术规范》内容，本规范规定为：道路或地面单位面积上的松散颗粒物在车辆碾压的作用力下进入环境空气中形成扬尘污染的积尘质量，单位为 g/m^2 。

4.4 方法概述

本标准解释了道路积尘负荷走航监测的方法原理为：利用车载式光散射或其他原理颗粒物走航监测系统，在行进时对道路积尘负荷进行连续自动监测，并根据地理位置，显示沿行进路线的道路积尘负荷空间连续分布。

4.5 走航监测系统

4.5.1 系统构成

按照上述道路积尘负荷走航监测的方法概述,本规范明确了走航监测系统的构成部分,主要包括走航监测车、颗粒物采样系统、颗粒物浓度监测系统、车载卫星定位系统及电子地图、数据采集传输系统、供电系统、气象监控系统、其他设备等。后面章节也逐项对系统构成的各要素单元技术要求做相关规定。

4.5.2 技术要求

(1) 走航监测车

对于走航监测车辆的选取,考虑车辆排放标准、安全性能、载荷要求、环境条件及改装的人机工程因素,规定了相关的技术要求,技术指标的选取参考了现行的相关国家标准、行业标准的有关要求。

走航监测车除满足 GB 1589 规定外,还需符合以下要求:

a) 车辆应满足最新国家排放标准,车辆安全应符合 GB 7258 要求;

b) 车辆应选用 M1 类轻型载客车辆,最大总重量 $\geq 1.5\text{t}$,车内装置的总质量不应超过车辆最大装载质量的三分之二,车内装置和人员总质量不应超过车辆的最大装载质量;

c) 在环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $0\%\sim 90\%$ 的外部环境条件下可正常工作;

d) 车辆内部布局应按人机工程考虑,满足监测设备安装条件,并有便携式监测设备固定条件;车内空间应使人员易于操作

和提高效率，具备工作人员专用座椅或工作室，车内照明应能适应夜间工作。

（2）颗粒物采样系统

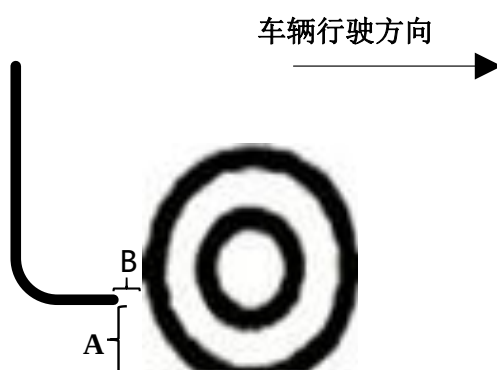
颗粒物采样系统主要包括采样口、采样管、流量计、采样泵等，是引导测试其他进入颗粒物浓度监测系统的装置。采样系统主要考虑采样点位的代表性，能实际反映车轮起尘的特征，同时还需考虑减少气流传输过程中颗粒物的损失。

在采样点位的代表性方面，有研究显示^[5]，汽车运动中前、后车轮周围流场对其附近地面扬尘及轮胎磨损颗粒物的运动有较大影响。在车轮中间位置，由于车轮滚动的泵吸效应会使一部分颗粒物吸入轮毂，部分颗粒物沿轮毂外侧上扬。偏出车轮后，气流在后方和侧方均形成一定尺度的涡。前轮形成的气流场倾向于向外侧发散，气流携带颗粒物向车轮外侧扩散，后轮形成的气流场倾向于向上发散，颗粒物随着气流向车轮上方、后窗附近运动。李招武等研究显示^[6]，在一定车速下，近地面扬尘浓度最大，随着截面高度的增加，平均浓度呈现逐渐衰减的趋势。而实际情况下，车辆在道路上行驶时车轮周围的流场环境更为复杂。已经发布的北京市地方标准，对车轮后的颗粒物采样口的相对位置作如下规定：采样口安装在远离车辆排气管侧后车轮的后方，采样口正对胎面，距离地面高度 $200\text{mm}\pm 20\text{mm}$ ，距离胎面 $50\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 。根据前期调研，表 3-2 中列出的省内主要的道路积尘负荷监测系统的情况显示，采样口的安装均为上述要求，因此，本规范对车轮后的颗粒物采样口的相对位置作如下规定：采

样口安装在远离车辆排气管侧后车轮的后方，采样口正对胎面，距离地面高度 $200\text{mm}\pm 20\text{mm}$ ，距离胎面 $50\text{mm}\pm 10\text{mm}$ 。

同时，对颗粒物采样系统的其他技术要求做了如下规定：

- a) 采样管路尽量短且确保内壁光滑以减少对颗粒物的吸附，管道弯曲时应平滑过渡避免突变，管内径为 $50\text{mm}\pm 10\text{mm}$ ；
- b) 用于对照点颗粒物采集的采样口安装在车顶，高出车顶不小于 $100\text{mm}\pm 10\text{mm}$ ，采样口与车辆行驶方向保持一致；
- c) 采样泵的工作流量： $80\text{ L/min}\sim 120\text{L/min}$ 。



A——采样口距离地面高度；B——采样口与胎面的距离。

图 4-1 采样口安装位置示意图

(3) 颗粒物浓度监测系统

颗粒物浓度监测系统是道路积尘负荷监测的核心分析模块，主要用于测量从对照点及车轮扬尘点采集的气流中颗粒物的浓度。监测方法是基于光散射原理对车辆扬起颗粒物及环境空气中颗粒物质量浓度进行测定。

针对国内现有用于道路积尘颗粒物分析仪进行了调研。其主要性能指标汇总如下：

表 4-1 国内道路积尘颗粒物分析仪主要技术指标

品牌名称	产品型号	主要技术指标
青岛容广	RGR-4	1. 采样泵的工作流量为：（80～120）L/min； 2. 流量控制器：（0.2～30）m/s，精度≤2.5%； 3. 设备 TSP 监测浓度范围：（0～20）mg/m³，检出限：1μg/m³； 4. 积尘负荷测量范围：0～30g/m²；检出限：≤0.05 g/m²；分辨率：≤0.01 g/m²；响应时间：≤5s； 5. 监测频次：≤2s； 6. 主机尺寸长度：600mm、宽度：330mm、高度：570mm。
航天环创	HC-JC005	1. 检测方法：激光散射法（道路积尘再激发） 2. 测量范围： PM_{2.5} 0-10mg/m³,分辨率≤1μg/m³,检出限≤10μg/m³ PM₁₀ 0-120mg/m³,分辨率≤1μg/m³,检出限≤10μg/m³ 3. 积尘负荷值测量范围 0～20g/m²,分辨率 ≤0.01g/m²,检出限≤0.05g/m² 4. 工作环境温度 -10℃~50℃ 5. 工作环境湿度 5~95%，
深圳奥斯恩	OSEN-DLJC	1. 测量原理：激光散射 2. 测量范围： PM_{2.5} 0-1000μg/m³,可达 30mg/m³,误差:≤100μg/m³,±10μg/m³; 100~1000μg/m³,±10% PM₁₀ 0-1000μg/m³,可达 30mg/m³,误差:≤100μg/m³,±15μg/m³; 100~1000μg/m³, ±15% TSP 0-1000μg/m³,可达 30mg/m³,误差:≤100μg/m³,±20μg/m³; 100~1000μg/m³, ±20% 3. 环境温度-10℃至 40℃，环境相对湿度≤80%，环境风力低于 4 级 4. 监测频次：≤1s
天津智易时代	ZWIN-CFH08	1. 监测频次：≤1s 2. 量程范围 0-10000μg/m³ 3. 环境温度-10℃至 40℃，环境相对湿度≤80%，环境风力低于 4 级
中科三清	AQCMS-SL100	1. 测量原理：激光散射法； 2. 积尘负荷测量范围：0～30g/m²；检出限：≤0.05 g/m²；分辨率：≤0.01 g/m²；响应时间：≤5s； 3. 采样泵的工作流量为：（80～120）L/min； 4. 监测频次：≤2s； 5. 主机尺寸 600*330*570（长*宽*高，mm）；

光散射颗粒物分析仪测量颗粒物浓度需要与手工重量法浓度做比对，确定仪器的性能好坏。结合文献调研及实际已有项目采集数据情况，颗粒物浓度范围一般在 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以内，本规范将设备的测量范围设定为 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。相对误差参照中国环境保护产品认证技术规范《网格化环境空气质量监测仪》中对于颗粒物的测量误差要求。后续将在规范验证方案中对指标加以验证是否可行。

颗粒物浓度监测系统的主要指标要求如下：

- a) 可监测 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 、TSP 等指标；
- b) 浓度测量范围： $0\text{-}1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- c) 浓度分辨率： $\leq 1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
- d) 相对误差：
 $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，绝对误差 $\leq \pm 25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
 $> 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，相对误差 $\leq \pm 25\%$ ；
- e) 响应时间： $\leq 2\text{s}$ 。

（4）车载卫星定位系统及电子地图

定位导航系统主要是车辆路线引导功能，可获取车辆走航监测时的位置信息。通过配备车载卫星定位系统，在走航监测时，同步记录经纬度坐标、行进速度等信息。本规范对车载定位系统的定位精度参考了《车载卫星定位系统技术规范》中，开阔天空场景水平定位精度应优于 2m 的要求。

本规范对车载卫星定位系统及电子地图的技术要求为：应配备车载卫星定位系统，可进行道路引导，在走航监测时记录经纬

度坐标，并在地图上实时显示行进路径。车载定位系统定位精度在 2m 以内。

（5）数据采集传输系统

数据采集传输系统用于采集、处理、存储和传输所有监测数据。依托监控平台可实现设备参数状态实时监控、状态异常报警、走航地图叠加展示、浓度负荷实时监测及历史数据回看等功能。相关技术要求如下：

- a) 浓度负荷实时监测频次 $\leq 2s$ ，测试路段道路负荷为有效监测数据的平均值；
- b) 应具备数字通讯接口，可实现无线或有线通讯；
- c) 具有断电数据保存功能；
- d) 数据存储大于 3 个月，具有查询历史数据功能；
- e) 监测平台可显示实时数据，包括但不限于含区域名称、道路名称、车速、积尘负荷浓度、扬尘浓度、经纬度等信息；
- f) 具备导出监测报告的功能，报告内容应包含走航轨迹、尘负荷浓度分布、气象参数信息及必要图件等内容。

（6）供电系统

监测车除固有电气系统外，按需配置专用蓄电池、逆变器或不间断电源、发电机等供车内专用设备用电。考虑走航监测作业的需求，本规范规定供电设备应至少满足走航监测系统连续运行 8h 以上。

（7）气象监控系统

走航监测应配备气象监测系统，能测定环境温度、气压、风

速、风向和相对湿度等气象参数,用于走航监测数据的获取状态,便于后续数据分析处理及报告编制。

本规范规定的气象监控系统要求为:应配备符合 HJ/T 55 中要求的气象参数实时测量与记录系统,能够测定环境温度和压力、相对湿度、风向和风速等气象参数,确定和记录气象条件。相应气象参数的测量范围和精度满足 HJ 194 要求。

4.6 监测方法

4.6.1 监测方案制定

(1) 走航区域确定

道路积尘负荷走航监测需要围绕目的需求开展,在实施前制定走航监测方案十分重要。需要事先调查区域内气象状况条件、道路交通信息、主要环境管理问题等,为此本规范特对走航区域的确定原则做了要求:依据环境管理要求和解决实际环境问题需求规划监测区域。掌握区域内气象状况条件、道路交通信息、主要环境管理问题等,合理确定走航监测区域。

(2) 资料收集与调查

确定走航区域后,对目标区域开展走航监测前,宜调查区域内环境空气质量现状、涉及颗粒物排放的污染源信息、道路交通信息、道路尘负荷历史监测信息及常年气象状况等,为后续走航方法和走航路线设定提供参考依据。

(3) 走航路线规划

结合目标区域道路交通情况、污染源分布及环境管理需求,规划走航监测路线。走航监测在满足区域管理要求和保证安全前

提下，尽量靠道路右侧车道进行监测。

4.6.2 走航监测实施

(1) 监测环境

路面超时或降水时，光散射原理测量颗粒物浓度会偏高，故要求在路面干燥无降水条件下开展。此外，风速过大会改变车轮起尘的烟羽状况造成测试误差。参照《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T 55）中风速大于 4.5m/s 时，不适宜进行无组织排放监测的说法，本规范规定走航监测宜在风速 4.5m/s 以下开展。

(2) 系统准备

系统准备是开展走航监测实施前的环节，是确定仪器状态可靠的必要内容。本规范规定系统准备的技术要求为：启动监测设备和车辆，在周边开展小范围走航试验，确认车辆、采样系统、监测设备、气象监控系统等运行正常，数据采集传输单元正常上传监测数据，电子地图显示定位准确，无明显延迟。

(3) 监测实施

按照规划路线和制定方案开展走航监测，必要时根据具体情况可对路线进行适当调整。监测过程中，发现浓度高值时，应及时记录周边环境状况，并根据需要开展点位附近的巡查工作，这也是为后续走航报告编制及数据分析提供现场状况条件支撑。

车辆行驶速度控制在 30km/h-60km/h，是有通过方法验证确定在该车速范围内，车载移动监测系统的重复性测试变异系数<0.2，重复性较好。美国、韩国及国内机构的相关研究结果显示，

车速过低，环境风速会改变烟羽形状和中心位置，干扰采样和测试；车速增加会导致车轮起尘浓度升高超出仪表测试范围，并影响作业安全；北京市地方标准对车速控制的要求为20km/h-70km/h。本规范的车辆行驶速度符合上述研究的范围。实际监测过程中，应保持车速相对恒定，一定区域车速一致以便于数据同一水平上分析。

4.7 走航监测报告

本规范对走航报告内容做了规定。要求报告应包含走航背景、天气状况、人员安排、走航区域及路段信息、走航时段、走航目标及预期效果等，应记录走航期间的道路积尘负荷浓度范围，以表格形式呈现相对高值点位台账，以地图标记形式展示空间分布。

4.8 质量保证与控制

结合走航监测工作的实际，本标准中规定了走航监测前后系统清洁维护和关键设备的准确性检查相关要求，同时规定了建立质量控制文件的措施。

在采样系统方面，规定走航监测前，应进行气路系统的检漏工作，应对采样口、采样管路进行检查，确保采样管路内壁清洁干燥。走航监测结束对采样系统及时进行清理。

在流量方面，参考 HJ653 相关要求，每半年至少一次使用在计量认证有效期内的适宜标准流量计在采样口处对设备采样流量进行检查，采样流量示值与标准流量计示值的相对偏差应不超过 $\pm 2\%$ 。

在尘负荷浓度换算方面，本规范不明确规定换算的公式及系数，相关内容按设备的具体设计参数来确定。但本规范在附录 A 中给出了道路积尘负荷换算的参考性资料文件，可供参考使用。该参考性文件是引用了北京市地方标准的相关描述。

在颗粒物监测仪的准确性核查方面，本规范参照中国环境保护产品认证技术规范《网格化环境空气质量监测仪》（编号：RJGF008-2021）相关要求，提出了比对测试的要求及评价依据。提出每半年至少开展一次颗粒物监测系统参比方法比对测试，比对测试指标包括 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ ，比对测试结果应满足 5.2.3 相关要求。并在本规范的附录 B 中给出了规范性的测试方法要求。

在走航监测系统的准确性核查方面，规定了每半年至少开展一次走航监测系统准确性核查。选取道路积尘负荷均匀稳定的代表性路段，同时采用 HJ/T 393 中城市道路积尘负荷监测方法与走航监测方法测量路面道路积尘负荷。测试范围内的比对数据不少于 3 组，数据相关系数 ≥ 0.70 。相关系数在方案验证中得以确认。

4.9 数据有效性判断

为确保走航监测系统测试数据准确有效，需要剔除异常数据，规范提出按以下情况判断数据是否有效并进行处理：

- a) 在仪器故障、运行不稳定或其他监测质量不受控情况下，颗粒物监测仪检测结果为零值或负值的数据为无效数据；
- b) 车辆加速度或车辆行驶速度不满足监测要求时的数据；

c) 其他特殊情况下采集到的无效数据。

d) 无效数据不参与统计,对于缺失和判断为无效的数据均应注明原因,并保留仪器内电子原始记录。

4.10 安全防护要求

考虑走航监测的实际情况,本规范对安全防护做了规定,在车辆人员方面,要求车辆应配备驾驶人员和专业监测人员,车辆行驶过程中驾驶人员不应操作监测系统,驾驶人员应避免疲劳驾驶。在行车安全方面,要求优先保障行车安全,沿城市或园区内部道路开展走航监测时,应通过开启危险报警闪光灯或鸣笛等方式对周边车辆进行警示。在园区内部开展走航监测时,应遵守园区安全管理要求,宜对车辆安装防爆设施。在人员健康防护方面,应注意监测车内人员的安全健康防护。根据需要配备防护装备,采样废气不应直接排放至车内。

5. 规范验证

5.1 验证方案

本方案主要用于指导道路积尘负荷走航监测技术规范验证工作,规范中提出的颗粒物浓度监测系统、走航监测实施条件、质量保证与质量控制相关的主要技术参数通过验证试验和实际工作情况确定。参与验证的技术人员均为长期开展道路积尘走航监测工作的技术人员,选取的设备为省内市场主流应用的设备。

本次编制规范验证的方案使用三种型号道路积尘走航监测系统设备,根据规范规定的设备性能和质控检查方法中的性能指

标进行相关测试，汇总分析测试结果并同编制规范中的技术指标要求进行比较评判，验证编制标准中各性能指标的科学性和合理性。

5.1.1 不同车速重复性测试数据

固定 1 辆走航监测车，选择同一路段，在不同车辆行驶速度下连续测试道路积尘负荷浓度，同一车速同一路段重复测量 4 次，评价 4 次监测结果的可重复性。车辆行驶速度设定为 10km/h-20km/h、20km/h-30km/h、30km/h-40km/h、40km/h-50km/h、50km/h-60km/h 五个区间，采用变异系数 COV（coefficient of variation）评价测试结果的重复性。以变异系数 0.20 作为参考，重复性小于 0.20 的行驶车速确定为本规范规定的走航监测时车辆行驶速度。

变异系数 COV 计算方法见公式如下：

$$COV_i = \sigma_i / \mu_i$$

式中： σ_i 为第 i 次重复测量 4 次数据的标准差； μ_i 为第 i 次重复测量 4 次数据的平均值。

5.1.2 走航监测系统准确性核查

选取道路积尘负荷均匀稳定的代表性路段，采用 HJ/T 393 中城市道路积尘负荷监测方法与走航监测方法分别测量路面道路积尘负荷。测试路段范围内获得 6 组标准手工方法道路积尘负荷数据，及对应 6 组三家验证单位分别走航监测的数据，形成 6 组数据对，分别计算每家验证单位的数据相关系数 r。以相关系数 r 的均值与标准中质量控制要求提出的技术指标值进行比较评

判。

参照防治城市扬尘污染技术规范(HJ/T 393-2007)附录 B 道路积尘负荷的监测方法要求,标准手工法采集路面道路积尘负荷的具体方案如下:

(1) 仪器与设备

真空吸尘器、配套纸袋、配套电源、托盘天平或电子天平,感量 $\leq 0.1\text{g}$ 、烘箱、瓷坩埚、干燥器等。

(2) 采样点位

取代表性路段,每隔 3km (d) 采集一个样品,每个样品至少需要三个子样品混合(即每隔 $0.5\text{-}1\text{km}$ 采一个子样,然后将子样品混合成一个样品)。对于长度小于 2km 的路,整个路段采集 3 个样品,不做混合处理。假设路长为 RL ,可在 $[0, RL]$ 中选取 3 个随机数 x_1 、 x_2 、 x_3 ,然后在 x_1 、 x_2 、 x_3 距离处采样。采样点布置如下图:

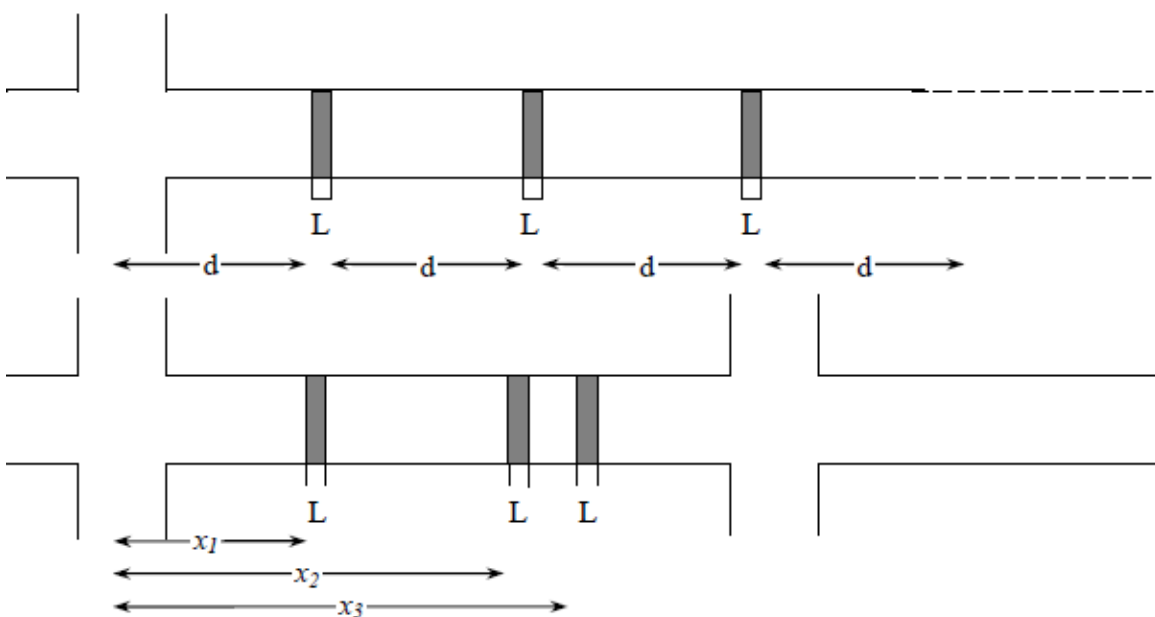


图 5-1 标准手工法采样点位设置示意图

(3) 采样量

采用真空吸尘方式，单个样品量不低于 30g。

(4) 采样步骤

①确认采样安全。采样地点应设在车流能够完全监视并且行驶车辆的司机也能看见采样作业人员的地点。若采样点在车流量大的路段，应由一人监视并引导车流绕过采样作业人员。

②视路面洁净程度，用带状标示物横跨道路标出 0.3~3 米(L) 宽的采样区域，计算采样面积，每个样品的采样面积累计记为 S（单位： m^2 ）。

③用真空吸尘器吸扫路面积尘，按照 $1\text{min}/\text{m}^2$ 的速度进行均匀清扫。

④采样完毕后，取下吸尘纸袋，检查是否撕裂或其他裂缝。将吸尘纸袋装入一个密封袋或容器中。

⑤记录采样信息。

(5) 测定步骤

① 105°C 条件下将单个道路积尘样品烘至恒重，取出放入干燥器中冷却，称重，记为 W_0 （单位：g）；

②用柔软毛刷或高压气流将筛子处理干净，使之不粘带杂物；

③将 20 目、200 目筛子由上而下层叠放入摇床内，称取 30~100g 道路积尘，放入 20 目筛中，重量记为 W（单位：g）；

④封闭摇床，启动摇床摇摆振动操作，持续 10 分钟，取出称量 20 目的筛上物，记为 W_{20} （单位：g）

⑤将 200 目的筛上物在摇床中振摇，直至 200 目筛子筛上物前后两次重量差小于 3%，总时间不超过 40 分钟，取出称量 200 目的筛上物，记为 W_{200} （单位：g）

⑥按照下面公式计算道路表面积尘负荷 SL_{qi} （g/m²）：

$$SL_{qi} = \frac{W - W_{20} - W_{200}}{W} \times \frac{W_0}{S}$$

⑦相同特性路段，采用走航监测方法同步获取路面道路积尘负荷 SL_{cmi} 。走航监测车辆行驶速度在本节（一）确定的速度范围内。

（6）相关系数计算

$$r = \frac{\sum_{i=1}^6 (SL_{cmi} - \overline{SL_{cmi}})(SL_{qi} - \overline{SL_{qi}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^6 (SL_{cmi} - \overline{SL_{cmi}})^2 \sum_{i=1}^6 (SL_{qi} - \overline{SL_{qi}})^2}}$$

5.1.3 颗粒物浓度分析仪比对测试

（1）参比仪器

PM_{2.5} 或 PM₁₀ 监测仪，β 射线原理或振荡天平原理，能够量值溯源，量程至少覆盖（0~1000）μg/m³，MPE：±5%。

（2）测量方法

将走航监测系统的颗粒物监测仪连接到粉尘模拟仓内，在仪器量程 20%、50%、80%附近浓度点及低于 100μg/m³的浓度点，与参比仪器在相同环境条件下，分别记录颗粒物浓度分析仪与参比仪器的测量均值，测量指标为 PM_{2.5} 和 PM₁₀。计算分析仪测量值与参比仪器测量值的绝对误差/相对误差。

比对结果在低浓度范围以绝对误差表示，高浓度范围以相对误差表示，低、高浓度范围分别取绝对值最大者作为比对测量测试结果与本规范制定的颗粒物监测分析仪性能指标进行比较评判。

相对误差及绝对误差计算公式如下：

$$\Delta z = A_{zi} - A_{zo}$$

$$\Delta z = \frac{A_{zi} - A_{zo}}{A_{zo}}$$

式中： Δz 为相对误差（%）/绝对误差（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）， A_{zi} 为待测颗粒物浓度分析仪测量值（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）， A_{zo} 为参比仪器测量值（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）。

5.2 方案验证过程

验证工作由江苏省生态环境监测监控有限公司组织，选取江苏省主流道路积尘监测设备供应商和集成商开展验证。验证单位为江苏省苏力环境科技有限责任公司、青岛容广电子科技有限公司、中科三清科技有限公司。

车速重复性测试和走航监测系统准确性核查选取车流量较小、道路积尘浓度均匀稳定的代表性路段开展，颗粒物浓度分析仪比对测试委托有资质的计量机构开展。按照标准文本的要求和验证方案开展验证测试，得到了预期的测试数据，并做汇总分析，形成《方法验证报告》，详见附件一。

5.3 方案验证结论

1.走航监测系统准确性核查：3家验证单位开展走航监测系统准确性核查，测试结果显示，车载移动走航监测系统与标准手工监测法具有较好的一致性，相关系数为 0.689~0.794，平均相对系数为 0.729。确定系统准确性核查数据相关系数 ≥ 0.7 。

2.颗粒物监测仪比对测试：PM₁₀ 颗粒物浓度 $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，PM₁₀ 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的绝对误差范围为 -8.49~-15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，误差最大值为-15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。仪器设备量程点 20%的浓度时，相对误差为 12.4%~18.3%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 8.7%~9.2%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为-4.0%~-4.7%。仪器设备量程点 20%的浓度时，PM_{2.5} 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的相对误差为 7.9%~12.0%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 0%~-2.5%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为 0.2%~-1.0%。确定颗粒物浓度监测系统比对结果误差要求为： $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时， $\leq \pm 25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； $> 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时， $\leq \pm 25\%$ 。

3.车辆行驶速度测试：车辆行驶速度 30km/h -60km/h 时，变异系数为 0.08~0.17，小于 0.20，车载移动监测系统的重复性较好。确定走航监测车辆行驶速度为 30km/h ~60km/h 范围内。

6. 征集意见及处理情况

待征求意见后补充。

7. 采标情况

本标准在编制过程中，未采用国际标准或国外先进标准，故不需要国际、国外同类标准水平对比论述。

8. 重大分歧意见的处理

本标准暂无重大意见分歧。

9. 与有关的现行法律、法规、和强制性国家标准的关系

目前，国外环境分析领域均没有关于道路积尘走航监测相关技术规范，北京地区出台了《道路尘负荷车载移动监测与评价技术规范》，但其中对走航监测规范化的程序并没有明确规定，且标准中提出的平行性和参比方法测试存在一定操作局限性，此外，方法中涉及的道路积尘负荷转化关系为本地化的研究成果，在其他地区的适用性有待验证。因此，基于我省道路积尘走航监测需求和仪器技术现状，本规范参考上述标准的部分要求，取长补短，有机融合，对走航监测系统技术要求、走航方案制定、走航工作实施、报告编制及质量控制等内容进行详细规定，具有较强的应用意义。

10. 标准推广实施的建议

1. 本标准由江苏省市场监督管理局负责管理，由江苏省生态环境监测监控有限公司提出立项申请，技术归口单位为江苏省生态环境厅，由江苏省生态环境监测监控有限公司牵头起草并负责具体技术内容的解释。

2. 本标准主要使用对象为：各级生态环境管理部门、生态环

境技术服务机构等。

3.为了有效保证标准的顺利实施，建议加强对本标准的宣贯和执行，宣传标准的内容和作用，提高道路积尘走航监测人员对本标准的理解和技术的掌握，为标准的实施提供技术支撑。

4.及时评估，适时修订。本地方标准为辖区内首次制定，在标准的实施过程中，对涉及的问题及时反馈和整理，对新技术及应用效果进行追踪和梳理，以便于本标准的修订和完善。

11.起草单位和起草人员信息及分工

11.1 起草单位

主编单位：江苏省苏力环境科技有限责任公司、江苏省生态环境监测监控有限公司、江苏中吴环保产业发展有限公司

验证单位：江苏省苏力环境科技有限责任公司、青岛容广电子技术有限公司、中科三清科技有限公司

11.2 起草人信息及分工

标准起草人信息及分工情况见下表。

表 11-1 标准起草人信息及分工

起草人员	职务/职称	专业	单位	分工
侯鹏	高级工程师	环境工程	江苏省生态环境监测监控有限公司	全面主持起草、编制说明
吴越	高级工程师	化学工程	江苏省苏力环境科技有限责任公司	资料收集、验证测试组织、验证报告编制
周美春	正高级工	环境科学	江苏中吴环保产业	资料收集

起草人员	职务/职称	专业	单位	分工
	程 师		发展有限公司	
伍杰	助理工程 师	环保设备 与工程	江苏省苏力环境科 技有限责任公司	资料收集、验证 测试
单凯	工程 师	环境工程	江苏省苏力环境科 技有限责任公司	验证测试
杜超	工程 师	环境科学	江苏省苏力环境科 技有限责任公司	资料收集
陈诚	高级工程 师	环境工程	江苏省生态环境监 测监控有限公司	资料收集
王恺	高级工程 师	环境工程	江苏中吴环保产业 发展有限公司	资料收集

12.其他应予说明的对象

无其他需要说明的事项。

参考文献：

- 1.谈健康,于小平.南京市溧水区夏季大气细颗粒物来源解析[J].环境保护前沿, 2020, 10(5): 653-662.
2. 程滢, 彭婷, 王玉祥, 吴莹, 2020 年泰州市细颗粒物质量浓度高值区污染来源解析. 环境监控与预警, 2021, 13(6): 51-56.
- 3.《关于印发江苏省 2021 年大气污染防治工作计划的通知》(苏大气办[2021]1 号)
- 4.李冬, 基于 AP-42 法和 TRAKER 法联用的道路扬尘排放特征研究, 中国环境科学研究院
- 5.黄海波,余旭东,刘清国,张涛,董家楠.汽车车轮周围气流场的数值模拟研究[J].系统仿真学报,2019, 31 (4): 641-647.
- 6.李招武, 张鸿雁, 崔海航, . 基于一般浓度入射条件的汽车扬尘数值模拟研究[J]. 环境工程, 2015, 33(1): 85-89.

附件 1 方法验证报告

方法验证报告

方法名称： 道路积尘走航监测技术规范

承担单位： 江苏省生态环境监测监控有限公司

验证单位： 江苏省苏力环境科技有限责任公司

青岛容广电子科技有限公司

中科三清科技有限公司

项目负责人及职称： 侯鹏 高级工程师

通讯地址： 南京市建邺区江心洲街道宏俊路 33 号

报告编制人及职称： 吴越 高级工程师

报告日期： 2025 年 3 月

1 验证单位基本情况

本方法参与验证共有 3 家单位,为江苏省道路积尘走航监测主要设备供应商和集成商。

附表 1-1 参与验证实验人员基本情况表

姓名	性别	年龄	职称	专业	从事相关工作年限	验证单位	单位编号
伍杰	男	32	工程师	环保设备与工程	9 年	江苏省苏力环境科技有限责任公司	1
单凯	男	31	工程师	环境工程	10 年		
霍德轩	男	30	助理工程师	环境工程	8 年		
官浩	男	29	/	自动化	7 年	青岛容广电子技术有限公司	2
潘顺怡	男	28	工程师	化学工程	7 年	中科三清科技有限公司	3

附表 1-2 参与验证走航监测设备基本情况表

验证单位	车辆类型	采样系统参数	浓度监测仪参数
江苏省苏力环境科技有限责任公司	M1	车重: 2 吨, 采样口距离地面高度: 220mm, 采样口距离胎面距离: 50mm	测量范围: 0-1000ug/m ³ , 分辨率 1ug/m ³
青岛容广电子技术有限公司	M1	车重 1.8 吨, 采样口高度 200mm, 采样口距离胎面 60mm,	测量范围: 0-1000ug/m ³ , 分辨率 1ug/m ³
中科三清科技有限公司	M1	车重: 2.2 吨, 采样口距离地面高度: 220mm, 采样口距离胎面距离: 50mm	测量范围: 0-1000ug/m ³ , 分辨率 1ug/m ³

2 测试数据

2.1 不同车速重复性测试数据

固定 1 辆走航监测车（中科三清），选择同一路段，在不同车辆行驶速度下连续测试道路积尘负荷浓度，同一车速同一路段重复测量 4 次，评价 4 次监测结果的可重复性。采用变异系数 COV （coefficient of variation）评价测试结果的重复性。

测试数据统计结果见附表 2-1。

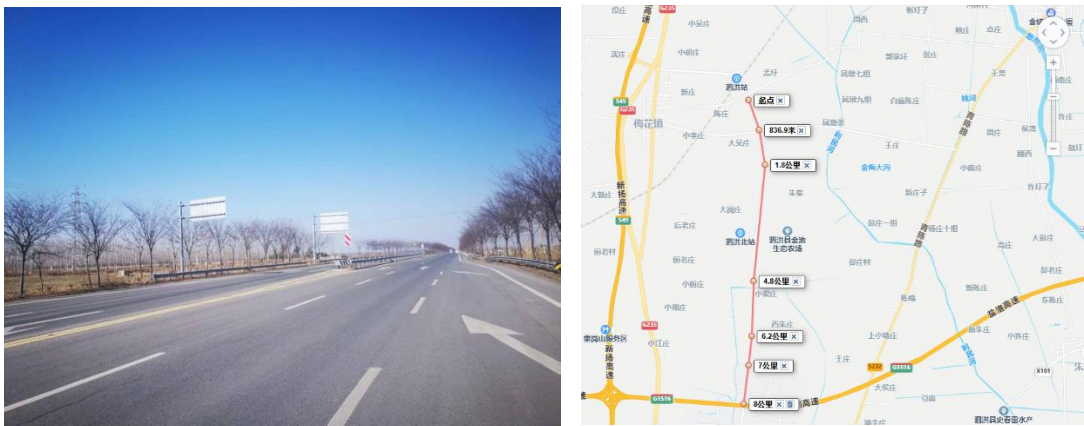
附表 2-1 不同车辆行驶速度道路积尘负荷测试结果（ g/m^2 ）

次数	车辆行驶速度					
	10-20km	20-30km	30-40km	40-50km	50-60km	60-70km
第一趟	0.594	1.653	1.372	1.339	1.837	2.213
第二趟	1.814	1.424	1.557	1.860	2.665	3.880
第三趟	0.901	1.257	1.688	1.399	1.992	2.669
第四趟	0.959	3.291	1.554	1.697	2.469	3.844
标准差 σ_i	0.523	0.937	0.130	0.247	0.390	0.841
平均值 μ_i	1.07	1.91	1.54	1.57	2.24	3.15
变异系数 COV_i	0.49	0.49	0.08	0.16	0.17	0.27
注： $COV_i = \sigma_i / \mu_i$						

结论：结果显示，车辆行驶速度 30-60km/h 时，变异系数为 0.08~0.17，小于 0.20，车载移动监测系统的重复性较好，车辆行驶速度小于 30km/h，变异系数为 0.49，重复性一般，车辆行驶速度大于 60km/h 时，变异系数增大，重复性较差。

2.2 走航监测系统准确性核查

选取道路积尘负荷均匀稳定的代表性路段（图 2-1），采用 HJ/T 393 中城市道路积尘负荷监测方法与走航监测方法分别测量路面道路积尘负荷。测试路段范围内获得 6 组标准手工方法道路积尘负荷数据，及对应 6 组三家验证单位分别走航监测的数据，形成 6 组数据对，分别计算每家验证单位的数据相关系数 r 。



附图 2-1 准确性核查走航测试路段

相关系数的计算公式为：

$$r = \frac{\sum_{i=1}^6 (SL_{cmi} - \overline{SL_{cmi}})(SL_{qi} - \overline{SL_{qi}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^6 (SL_{cmi} - \overline{SL_{cmi}})^2 \sum_{i=1}^6 (SL_{qi} - \overline{SL_{qi}})^2}}$$

其中： SL_{qi} 为标准手工法测得道路表面积尘负荷， SL_{cmi} 为走航监测测得道路表面积尘负荷，单位均为 g/m^2 。

走航时，车辆行驶车速设定为 50km/h 左右，测试数据统计结果见附表 2-2，分析结果见附表 2-3。

附表 2-2 道路表面积尘负荷 (SL_{qi}) 实测值

序号	道路积尘 样品恒重 $W_0(g)$	样品取 样量 $W(g)$	20 目筛 上物 $W_{20}(g)$	200 目筛 上物 $W_{200}(g)$	取样面 积 $S(m^2)$	道路表面 积尘负荷 $SL_{qi}(g/m^2)$
1	42.86925	42.86925	19.95495	20.55363	3	0.787
2	38.45821	38.45821	17.37587	19.27689	3	0.602
3	40.56823	40.56823	18.35682	20.25462	3	0.652
4	33.25861	33.25861	14.98557	16.59455	3	0.559
5	37.36585	37.36585	15.28117	19.88024	3	0.735
6	35.78608	35.78608	15.74531	17.48736	3	0.851

附表 2-3 走航监测系统准确性核查结果分析

道路名称	泗洪-重岗街道-火车连接线						平均 值	相关 系数 r
	425 乡道	梅府 路	354 乡道	梅川 路	506 乡道	火车 站连 接线		
道路长度 (km)	0.8	1	3	1.4	0.8	1	/	/
测定形式	道路积尘负荷值 (g/m^2)						/	/
标准手工法 (HJ/T393)	0.787	0.602	0.652	0.559	0.735	0.851	0.698	/
验证单位 1 (江 苏苏力)	0.881	0.614	0.524	0.486	0.601	0.683	0.632	0.705
验证单位 2 (中 科三清)	0.864	0.697	0.598	0.687	0.849	0.849	0.757	0.794
验证单位 3 (青 岛容广)	0.583	0.691	0.543	0.617	1.096	1.580	0.852	0.689

结论：3 家验证单位开展走航监测系统准确性核查，测试结果显示，车载移动走航监测系统与标准手工监测法具有较好的一致性，相关系数为 0.689~0.794，平均相对系数为 0.729。

2.3 颗粒物监测仪比对测试

将走航监测系统的颗粒物监测仪连接到粉尘模拟仓内,在仪器量程 20%、50%、80%附近浓度点及低于 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的浓度点,与参比仪器在相同环境条件下,分别记录颗粒物浓度分析仪与参比仪器的测量均值,测量指标为 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 。计算分析仪测量值与参比仪器测量值的绝对误差/相对误差。

测试参比仪器及粉尘模拟舱信息见附表 2-4,测试数据统计结果见 附表 2-5~附表 2-6。

附表 2-4 参比仪器及粉尘模拟舱基本情况表

设备名称	型号	测量范围	单位/厂商
$\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度 测量仪校准装置	LYFJ-01	$20\sim 1000\mu\text{g}/\text{m}^3$	南京市计量监督 检测院
环境空气颗粒物 连续监测系统	5030iQ-DHXN	量程: $0\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$	Thermo Scientific

附表 2-5 颗粒物监测仪 PM_{10} 比对结果分析

测试指标	PM_{10}		
	参比仪器测量 值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	颗粒物浓度分析仪 测量值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	绝对误差($\mu\text{g}/\text{m}^3$)/相 对误差(%)
小于 100 浓度点	68.3	59.81	-8.49
	63.7	48.69	-15.01
	65.4	50.25	-15.15
20%量程 浓度点	214	240.51	12.4%
	193.9	229.39	18.3%
	187.1	221.05	18.1%
50%量程 浓度点	606	661.68	9.2%
	576	628.32	9.1%
	578	628.45	8.7%
80%量程 浓度点	766	735.35	-4.0%
	752	721.45	-4.1%
	738	703.38	-4.7%

附表 2-6 颗粒物监测仪 PM_{2.5} 比对结果分析

测试指标	PM _{2.5}		
	参比仪器测量值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	颗粒物浓度分析仪测量值($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	绝对误差($\mu\text{g}/\text{m}^3$)/相对误差(%)
20%量程 浓度点	153.1	134.774	-12.0%
	168.4	185.43	10.1%
	168.9	182.264	7.9%
50%量程 浓度点	293	293.074	0.0%
	294	286.742	-2.5%
	301	294	-2.3%
80%量程 浓度点	753	745.812	-1.0%
	754	755.31	0.2%
	755	761.642	0.9%

结论：结果显示，PM₁₀ 颗粒物浓度 $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，PM₁₀ 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的绝对误差范围为 -8.49~-15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，误差最大值为-15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。仪器设备量程点 20%的浓度时，相对误差为 12.4%~18.3%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 8.7%~9.2%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为-4.0%~-4.7%。

仪器设备量程点 20%的浓度时，PM_{2.5} 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的相对误差为 7.9%~12.0%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 0%~-2.5%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为 0.2%~-1.0%。

3 方法验证结论

3.1 车辆行驶速度测试：车辆行驶速度 30km/h-60km/h 时，变异系数为 0.08~0.17，小于 0.20，车载移动监测系统的重复性较好。确定走航监测车辆行驶速度为 30 km/h ~60km/h 范围内。

3.2 走航监测系统准确性核查：3 家验证单位开展走航监测系统准确性核查，测试结果显示，车载移动走航监测系统与标准手工监测法具有较好的一致性，相关系数为 0.689~0.794，平均相对系数为 0.729。确定系统准确性核查数据相关系数 ≥ 0.7 。

3.3 颗粒物监测仪比对测试：PM₁₀ 颗粒物浓度 $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，PM₁₀ 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的绝对误差范围为 -8.49~-15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，误差最大值为 -15.15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。仪器设备量程点 20%的浓度时，相对误差为 12.4%~18.3%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 8.7%~9.2%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为 -4.0%~-4.7%。仪器设备量程点 20%的浓度时，PM_{2.5} 颗粒物浓度分析仪与参比仪器测量值的相对误差为 7.9%~12.0%，仪器设备量程点 50%的浓度时，相对误差为 0%~-2.5%，仪器设备量程点 80%的浓度时，相对误差为 0.2%~-1.0%。确定颗粒物浓度监测系统比对结果误差要求为： $\leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时， $\leq \pm 25\mu\text{g}/\text{m}^3$ ； $> 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时， $\leq \pm 25\%$ 。