

CS 13.040.01

CCS Z50

团 体 标 准

T/CITSA XX-202X

传感器法车载移动监测空气质量 评价技术要求

Technical requirement for air quality evaluation of vehicle-mounted
mobile monitoring by sensor method

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国智能交通协会 发布

目 次

| | |
|-----------------------|----|
| 前言 | 11 |
| 1 范围 | 3 |
| 2 规范性引用文件 | 3 |
| 3 术语和定义 | 3 |
| 4 评价对象和评价指标 | 4 |
| 4.1 评价对象 | 4 |
| 4.2 污染物指标及评价指标 | 4 |
| 5 数据要求 | 4 |
| 5.1 污染物测量范围 | 4 |
| 5.2 有效性规定 | 4 |
| 6 评价指标计算方法 | 5 |
| 6.1 路段污染物浓度计算方法 | 5 |
| 6.2 区域污染物浓度计算方法 | 5 |
| 6.3 污染黑点频率计算方法 | 5 |
| 6.4 数据修约要求 | 5 |

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。

本文件由中山大学提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：中山大学、广东省广州生态环境监测中心站、广东旭诚科技有限公司、广州市环境保护科学研究院有限公司、中国科学院广州地球化学研究所、广州如约出行科技集团有限公司。

本文件主要起草人：刘永红、甘婷、骈宇庄、李啟航、裴成磊、房鑫坤、黄坤伦、徐伟嘉、吴展宇、黄继章、宋伟、徐文锋、梅志明、陈子杰。

传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求

1 范围

本文件规定了传感器法车载移动监测空气质量的评价对象、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等内容。

本文件适用于传感器法车载移动监测空气质量评价与管理工作。

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—2012环境空气质量标准

GB/T 8170—2008数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 18883—2022室内空气质量标准

RJGF 008—2021网格化环境空气质量监测仪认证技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 颗粒物（粒径小于等于 $10 \mu\text{m}$ ） particular matter (PM10)

指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 $10 \mu\text{m}$ 的颗粒物，也称可吸入颗粒物。
[来源：GB 3095—2012，3.3]

3.2 颗粒物（粒径小于等于 $2.5 \mu\text{m}$ ） particular matter (PM2.5)

指环境空气中空气动力学当量直径小于等于 $2.5 \mu\text{m}$ 的颗粒物，也称细颗粒物。
[来源：GB 3095—2012，3.4]

3.3 总挥发性有机化合物 total volatile organic compounds (TVOC)

采用光离子化 (PID) 传感器检测到的除甲烷外的所有挥发性有机化合物含量的总和。
[来源：GB/T 18883—2022，3.4，有修改]

3.4 小时浓度 hourly concentration

指任何1小时污染物浓度的算术平均值。
[来源：GB 3095—2012，3.8]

3.5 日浓度 daily concentration

指一个自然日24个小时浓度的算术平均值。
[来源：GB 3095—2012，3.10]

3.6 周浓度 weekly concentration

指一个日历周内各日浓度的算术平均值。

3.7 月浓度 monthly concentration

指一个日历月内各日浓度的算术平均值。

[来源：GB 3095—2012，3.11]

3.8

污染物 pollutant

指进入大气环境后能够直接或间接危害人类的物质。

3.9

污染黑点 pollution black spot

指车载移动监测设备监测到的小时污染物浓度值超过对应污染物黑点限值的路段。

4 评价对象和评价指标

4.1 评价对象

评价对象包括路段以及区域两个层面，根据评价对象的不同，传感器法车载移动监测空气质量评价分为路段空气质量评价和区域空气质量评价。

4.2 污染物指标及评价指标

污染物指标包括一氧化氮（NO）、二氧化氮（NO₂）、总挥发性有机化合物（TVOC）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）共5项。评价指标包括NO、NO₂、TVOC、PM_{2.5}、PM₁₀五种污染物的小时浓度、日浓度、周浓度、月浓度。

5 数据要求

5.1 污染物测量范围

传感器法车载移动监测设备指搭载到各类纯电动车上的传感器法环境监测设备，设备具有小型化、轻量化、低功耗等特点。传感器法车载移动监测设备采用光散射、电化学、金属氧化物或光离子的传感器检测方法，可直接用于室外环境监测大气颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）和（或）气态污染物（NO、NO₂、TVOC等）浓度。[来源：RJGF 008-2021，3.4，有修改]

传感器法车载移动监测设备的污染物监测原理、量程要求见表1。数据统计时剔除超过量程的数据。

表1 污染物监测原理和量程要求

| 污染物 | NO | NO ₂ | TVOC | PM _{2.5} | PM ₁₀ |
|------|-------|-----------------|----------|-------------------|-------------------|
| 监测原理 | 电化学 | 电化学 | PID（光离子） | 光散射 | 光散射 |
| 量程 | 0~500 | 0~500 | 0~10 | 0~1000 | 0~1000 |
| 单位 | ppb | ppb | ppm | μg/m ³ | μg/m ³ |

5.2 有效性规定

有效性规定只针对路段浓度数据统计，具体规定如下：

5.2.1 设备监测到的原始污染物浓度值为零值、负值的数据不参与统计。

5.2.2 路段各污染物小时浓度值的有效性规定为每小时至少有3个分钟段有原始污染物浓度监测数据。

5.2.3 根据交通出行小时变化特征，将一个自然日划分为五个时间段，分别为0时至7时、7时至10时、10时至17时、17时至20时、20时至24时，时段长度分别为7小时、3小时、7小时、3小时和4小时，其中7时至10时、17时至20时分别为交通出行早、晚高峰。路段各污染物日浓度值的有效性规定为自然日内的五个时间段均至少有1个小时浓度值。

5.2.4 路段各污染物周浓度值的有效性规定为日历周内至少有4个日浓度值。

5.2.5 路段各污染物月浓度值的有效性规定为日历月内至少有15个日浓度值。

5.2.6 统计评价项目的区域尺度浓度时，区域内所有有效监测路段必须全部参加统计和评价。

5.2.7 当上述有效性规定不满足时，该统计指标的统计结果无效。

6 评价指标计算方法

6.1 路段污染物浓度计算方法

路段空气质量评价中，各评价时段内评价指标的计算方法如表 2 所示。

表 2 路段污染物浓度计算方法

| 评价指标 | 指标计算方法 |
|--------|---|
| 路段小时浓度 | 整点时刻后 1 小时时段内路段污染物浓度的算术平均值，记为该时刻的路段小时浓度值。一个自然日内路段小时浓度的时标分别记为 0:00、1:00、2:00、……、22:00 和 23:00。 |
| 路段日浓度 | 路段一个自然日内各小时浓度值的算术平均值。 |
| 路段周浓度 | 路段一个日历周内各日浓度值的算术平均值。 |
| 路段月浓度 | 路段一个日历月内各日浓度值的算术平均值。 |

6.2 区域污染物浓度计算方法

区域空气质量评价中，各评价时段内评价指标的计算方法如表 3 所示。

表 3 区域污染物浓度计算方法

| 评价指标 | 指标计算方法 |
|--------|--------------------------------|
| 区域小时浓度 | 整点时刻后 1 小时时段内区域各路段小时浓度值的算术平均值。 |
| 区域日浓度 | 一个自然日内区域各路段日浓度值的算术平均值。 |
| 区域周浓度 | 一个日历周内区域日浓度值的算术平均值。 |
| 区域月浓度 | 一个日历月内区域日浓度值的算术平均值。 |

6.3 污染黑点频率计算方法

以路段小时浓度值作为污染黑点路段统计的基础数据单元，当路段小时浓度值超过设定的污染物黑点限值时，该路段即为污染黑点路段。区域层级的污染黑点路段数量为区域内出现的所有污染黑点路段总数，评价时段内任一路段任一小时浓度值超过黑点限值，则区域内黑点路段数记为 1。

通过黑点频次和黑点频率判断区域内常规或突发性污染路段，黑点频次为评价时段内路段小时浓度值超过黑点限值的次数，黑点频率按公式（1）统计。

$$K_i (\%) = \frac{n_i}{N_i} \times 100 \quad (1)$$

式中： K_i —— 污染物 i 的黑点频率；

n_i —— 评价时段内污染物 i 的路段黑点频次；

N_i —— 评价时段内污染物 i 的路段小时浓度值数据量。

6.4 数据修约要求

进行现状评价前，各污染物项目的数据统计结果按照 GB/T 8170 中规则进行修约，浓度单位及保留小数位数要求见表 4。污染物的小时浓度值作为基础数据单元，使用前也应进行修约。

表 4 污染物的浓度单位和保留小数位数要求

| 污染物 | 单位 | 保留小数位数 |
|--------------------|-----|--------|
| NO、NO ₂ | ppb | 2 |

T/CITSA XX—XXXX

| | | |
|-------------------------------------|-------------------|---|
| PM _{2.5} 、PM ₁₀ | μg/m ³ | 2 |
| TVOC | ppm | 2 |

中国智能交通协会团体标准
《传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求》
编制说明
(征求意见稿)

标准起草组

2024 年 9 月

目 录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 一、工作简况 | 1 |
| 二、标准编制原则和确定主要内容论据 | 3 |
| 三、主要试验的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果 | 6 |
| 四、采用国际标准和国外先进标准的程度 | 15 |
| 五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系 | 16 |
| 六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议 | 18 |
| 七、贯彻标准的要求和措施建议 | 18 |

一、工作简况

1. 任务来源

中国智能交通协会团体标准《传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求》列入《2023年度中国智能交通协会团体标准编制计划》。

本标准由中山大学向中国智能交通协会提出，中国智能交通协会归口，标准起草单位为中山大学、广东省广州生态环境监测中心站、广东旭诚科技有限公司、广州市环境保护科学研究院有限公司、中国科学院广州地球化学研究所、广州如约出行科技集团有限公司。

2. 协作单位

无。

3. 工作过程

标准起草组广泛收集了相关资料及标准，作为本标准编制的依据和参考，主要收集的资料如下。

- 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》
- GB 3095-2012《环境空气质量标准》
- HJ 633-2013《环境空气质量评价技术规范（试行）》
- GB/T 8170-2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》
- GB/T 18883-2022《室内空气质量标准》
- RJGF 008-2021《网格化环境空气质量监测仪认证技术规范》

标准起草组除了通过国内专题调研，广泛搜集资料外，还参考了

自身项目经验。在传感器法车载移动监测空气质量评价方面，标准起草组承担了广州市生态环境局项目“广州市大气环境预警防控技术支撑-子包3 广州市车载式（移动交通）空气质量监测服务”。通过该项目实施，标准起草组在总结归纳了广州市320套车载移动监测设备经验的基础上，对利用车载移动空气质量监测数据来评价不同时空尺度空气质量的过程中涉及到的数据要求、评价指标计算方法等内容进行了细致的研究和分析，以此为基础起草了本标准草案。

标准起草组根据相关标准编制现状和项目实施基础，明确了《传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求》标准的编制内容、技术要求及相关规定。

标准起草的进度及主要工作过程见表1。

表1 工作过程

| 进度安排 | 主要工作 |
|-------------------|-----------------------|
| 2023年04月~2023年05月 | 前期调研和收集资料，研究分析相关数据资料 |
| 2023年05月~2023年06月 | 起草标准草案，提交申报材料 |
| 2023年09月 | 收到初步函审意见，标准获批立项 |
| 2023年09月~2024年8月 | 根据函审意见，修改标准和编制说明征求意见稿 |

4. 标准主要起草人

本标准研究由刘永红负责标准起草的组织、协调工作，进行标准章节的设计与编写，担任标准主编；甘婷、骈宇庄负责全篇统稿和校稿工作。李啟航负责“前言”、“范围”、“规范性引用文件”、“术语和

定义”的编写。裴成磊、房鑫坤、黄坤伦负责“评价对象和评价指标”的编写。徐伟嘉、吴展宇、黄继章负责“数据要求”的编写。宋伟、徐文锋、梅志明、陈子杰负责“评价指标计算方法”的编写。

二、标准编制原则和确定主要内容论据

1. 编制原则

标准编制遵循“规范性、一致性、可操作性、适用性”的原则，注重标准的可操作性，严格按照《国家生态环境标准制修订工作规则》（国环规法规〔2020〕4号）以及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》的规定进行编写和表述。编制原则主要体现在以下几个方面。

(1) 结构编排规范性：按照GB/T 1.1-2020规定的内容结构进行编排，使其规范化。编制过程严格按照标准规定的相关要求开展各阶段工作，同时参考GB 3095-2012《环境空气质量标准》、GB/T 8170-2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》、GB/T 18883-2022《室内空气质量标准》、RJGF 008-2021《网格化环境空气质量监测仪认证技术规范》等标准进行内容起草。

(2) 内容一致性：标准内的文体和术语应保持与交通环境领域相关标准体系一致，对于同一个概念应使用同一个术语，对于已定义的概念应避免使用同义词，每个选用的术语应只有唯一的含义。

(3) 技术流程可操作性：考虑指标与流程的复杂性，对统计的范围、评价对象、评价指标、数据要求、指标计算方法均做较为详细

的定义，尤其从技术操作视角规定了基本统计工作应涵盖的内容。

(4) 标准适用性：本标准明确面向传感器法车载移动监测空气质量数据的评价对象、污染物指标及评价指标、数据要求、评价指标计算方法的确定，用于指导及规范监测数据的统计分析工作，获取标准化的统计指标数据。

2. 主要内容论据

2.1 标准内容的确定

传感器法车载移动监测是近年来较为新颖的一种监测手段，它运用传感器技术实现对监测区域道路沿线大气中多种污染物的高密度监测，提高了监测数据的实时性和空间覆盖率，能够及时识别传统监测方法难以发现的隐蔽污染问题和间歇性污染问题。然而，该类监测方法的推广时间短，普及率不高，技术标准还没有统一。同时，各类空气污染物浓度存在时变差异性，监测数据有效性评估和统计方法标准不一，这些问题制约了该监测技术监测结果的可信度。因此亟需编写传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求，实现监测数据评价体系的规范统一，提高车载移动监测数据的可比性和通用性。

起草单位通过大量查阅相关文献、标准规范，对传感器法车载移动监测数据的采集过程、数据时空分布规律、数据连续性、统计意义等进行研究，分析其污染物浓度统计与数据有效性规定存在的问题。基于广州项目实施经验，对传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求的评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等进行规定，并经过编制组内部多轮讨论和修改完善，编制完成

《传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求》（征求意见稿）和
编制说明。

2.2 标准技术框架确定

本标准技术框架如图 1 所示。传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求，主要从评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等做出了解释和要求。其中评价对象包括路段和区域空气质量，污染物指标包括五种污染物，评价指标包括五种污染物的小时、日、周、月浓度，数据要求规定了污染物测量范围和参与统计的数据有效性，评价指标计算方法则规定了路段污染物浓度、区域污染物浓度、污染黑点频率等计算方法以及数据修约要求。

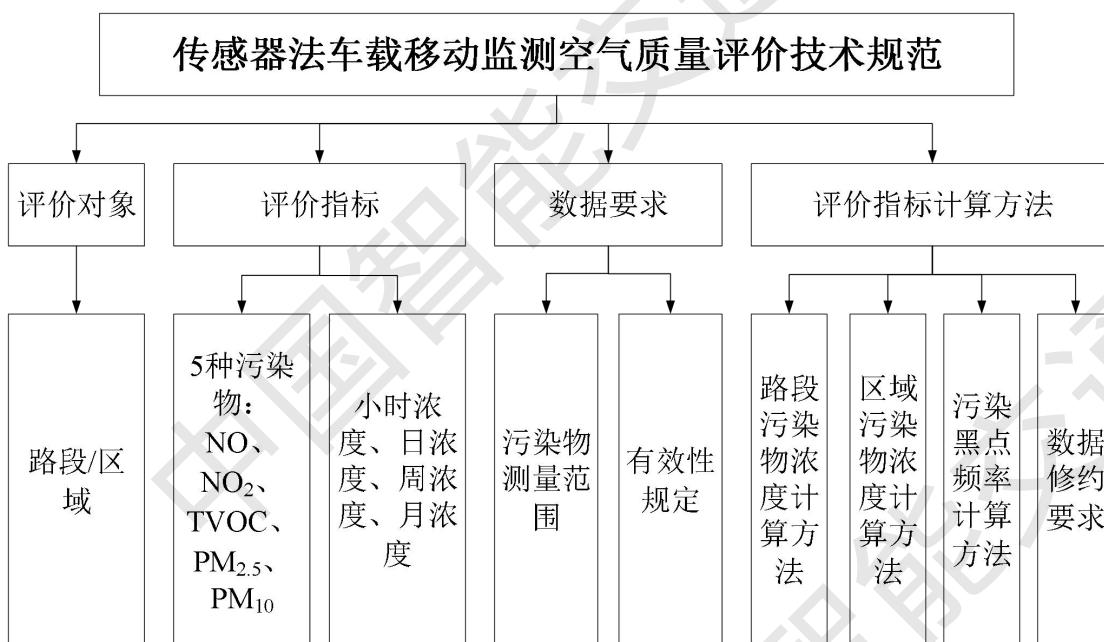


图 1 本标准技术框架

三、主要试验的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

1. 标准制定的必要性

近年来，随着城市化进程逐步加快，机动车保有量不断攀升。在给人们带来出行便利的同时，机动车尾气中大量的有害物质，如氮氧化物（NO_x）、挥发性有机物（VOCs）、颗粒物（PM_{2.5}、PM₁₀）等污染物被排放到大气环境中，严重影响了城市的空气质量水平和人们群众的身体健康。因此，为了改善城市环境空气质量，有效推进大气污染防治工作，对城市交通排放污染物的监测至关重要。

目前我国大气污染监测以固定式空气质量监测站点为主，对六项大气污染物（SO₂、NO₂、PM_{2.5}、PM₁₀、CO、O₃）进行连续在线监测，并且按小时发布数据。官方基于各类精密仪器获取并发布的监测结果具有准确性高、稳定性强等显著优势。但是，仍存在固定监测站点布点数量少、占用面积大、监测范围有限、数据上传不及时且存在监控死角和盲点的问题，且固定监测点成本投入较大、日常维护成本高，难以满足大气污染快速治理需求。虽然，大气网格化监测使用成本低、体积小的监测设备对城市密集布置监控点，将城市划分为热点网格，克服了固定监测站占地面积大、仪器成本高的缺点，也扩大了监控范围，却仍然存在维护不便、监测范围固定的缺点。如果利用专业的大气监测车进行空气质量监测，虽然对固定站点监测的数据起到了补充作用，弥补了固定站点监测范围有限的不足，但大气监测车需要占用专职司机和专用车辆，设备昂贵，后期维护成本高，也无法解决数据上传不及时的缺点。

传感器法车载移动式空气质量监测具有近地面覆盖范围广、成本低等特点，且具备能快速识别地面突发污染的优势。目前全国包括北京、上海、深圳、西安、青岛、济南、等城市均采用不同规模移动车载式空气质量监测设备和数据开展相关工作，然而采用此类监测数据对空气质量进行有效评估和污染浓度统计方法尚无公开的技术标准。又由于数据的时间不连续、空间分布不均匀性，使得已有的《环境空气质量评价技术规范（试行）》并不适用于此类监测数据的统计和评估。因此亟需编写传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求，从评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等多维度进行规范统一，实现监测体系的规范化，从而提高车载移动监测数据的可比性和通用性。

2. 主要内容说明

2.1 适用范围

本标准规定了传感器法车载移动监测空气质量评价的评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等内容，适用于传感器法车载移动监测空气质量评价与管理工作。

2.2 术语和定义

本标准对传感器法车载移动监测空气质量评价中涉及的常见名词术语进行了定义，包括颗粒物、总挥发性有机化合物、小时浓度、日浓度、周浓度、月浓度、污染物、污染黑点等。

“污染黑点”是本标准中用于评价空气质量的关键性指标，在目前已有标准或规范性文件中未发现有类似术语的相关定义。因此，本

标准结合自身项目实施经验，对污染黑点定义为“指车载移动监测设备监测到的小时污染物浓度值超过对应污染物黑点限值的路段”。

本标准其它相关术语均引用其他标准已规定的术语与定义。

2.3 评价对象和评价指标

2.3.1 评价对象

本标准按照评价的空间尺度不同，分为传感器法车载移动监测路段空气质量评价和区域空气质量评价。

传感器法车载移动监测路段空气质量评价是针对最小空间尺度单元即单个路段进行的空气质量评价。这种评价方法适用于评估单个路段的污染物浓度，识别污染浓度突出的路段。

传感器法车载移动监测区域空气质量评价是针对空气质量监测国控点片区、镇街、行政区或全市进行的空气质量评价，国控点片区可以是国控点半径 500m、1km、3km 或任意定义的范围。该评价方法适用于评估一定空间范围的总体污染物浓度，识别污染浓度突出的国控点、镇街或行政区。

2.3.2 污染物指标

本标准的污染物指标包括：一氧化氮（NO）、二氧化氮（NO₂）、总挥发性有机化合物（TVOC）、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）共 5 项。污染物指标是当前全国传感器法车载移动监测普遍开展的监测指标，因此本标准全部纳入为评价项目。

2.3.3 评价指标

参照 GB 3095-2012《环境空气质量标准》，本标准中具体的评价

指标包括 NO、NO₂、TVOC、PM_{2.5}、PM₁₀五种污染物的小时浓度、日浓度、周浓度、月浓度。

2.4 数据要求

2.4.1 污染物测量范围

在传感器法车载移动监测设备对环境污染物进行监测时，必须针对不同污染物的特性和影响因素，采取相应的监测技术和策略。有效监测的核心在于选择适宜的传感器及技术手段，确保所获得数据的准确性和可靠性。同时，监测过程中难免会出现数据偏差或异常值，对这些数据应进行严格的分析和审查，必要时予以剔除，以确保监测结果的客观性和真实性。

电化学传感器因其体积小、成本低、操作简便和快速响应的特性，特别适合用于道路环境中的 NO_x 监测。此外，电化学传感器对低浓度 NO_x 的灵敏度高，适合捕捉城市交通引起的短时高峰浓度。在 TVOC 浓度监测中，PID（光离子）检测方法能够适应道路交通状况的迅速变化，实时准确地监测 TVOC 浓度。在颗粒物监测中，光散射传感器具有体积小、成本低、环境适应性较好等优势。基于此，本标准重点给出了传感器法车载移动监测空气质量评价中污染物的监测原理及量程要求，表 2 为传感器法车载移动监测空气质量评价中污染物的监测原理及量程要求。

表 2 污染物监测原理和量程要求

| 污染物 | NO | NO ₂ | TVOC | PM _{2.5} | PM ₁₀ |
|------|-------|-----------------|-----------|-------------------|-------------------|
| 监测原理 | 电化学 | 电化学 | PID (光离子) | 光散射 | 光散射 |
| 量程 | 0~500 | 0~500 | 0~10 | 0~1000 | 0~1000 |
| 单位 | ppb | ppb | ppm | μg/m ³ | μg/m ³ |

2.4.2 有效性规定

由于传感器法车载移动监测设备安装在路线随机的道路机动车上，因此存在数据时空上不连续、分布不均匀的特点，因此对路段浓度统计数据的有效性进行规定，避免因数据量较少、时间上覆盖不足导致评价结果代表性不强的问题。有效性规定如下：

(1) 设备监测到的原始污染物浓度值为零值、负值的数据不参与统计。传感器法车载移动监测原始数据一般是秒级的，以广州项目经验为例，原始数据是 15s 一条，部分城市的数据是 5s 一条。这条规定，优先剔除明显异常的数据。

(2) 路段各污染物小时浓度值的有效性规定为每小时至少有 3 个分钟段有原始污染物浓度监测数据。小时浓度数据统计的有效性规定非常关键，小时浓度值是污染黑点路段判断的基本单元，也是日、周、月评价的基本单元。本标准利用不同分钟段对应的路段数分布情况，从数据代表性、路段数占比、里程覆盖率等方面来考虑小时浓度值的数据有效性。

以广州市车载式空气质量监测服务项目实施经验为例，图 2 为不同分钟段对应的路段数分布情况。选取 2023 年 2 月 13 日至 2 月 23

日期间，广州市路网 16117 个主要道路（三级及以上道路）路段中，共 13196 个路段有车载移动监测数据，平均 1 小时内车载移动监测数据少于 3 个分钟段的路段数占比约 61%，里程数占比约 60%，意味着超过一半的路段在 11 天的时间里，平均 1 小时内设备搭载的车辆经过的时长小于 3 分钟。因此，从数据代表性和路段数占比方面考虑，并结合其他文献资料¹，本标准将 1 小时浓度值统计的数据有效性规定为：每小时至少有 3 个分钟段的采样数据。

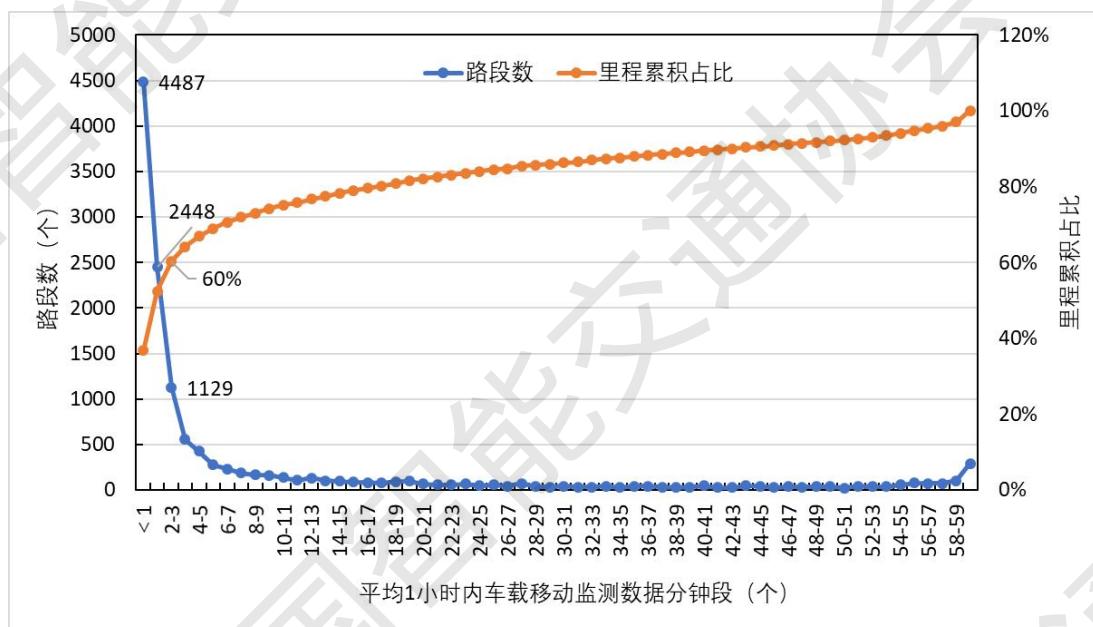


图 2 不同分钟段对应的路段数分布情况

为判断以每小时至少有 3 个分钟段的采样数据作为 1 小时浓度值统计的最低要求是否合理，本标准从路段在 3min 时长内里程完成度来判断其合理性。表 3 为不同路段行驶时间范围对应的路段及里程数占比。从路段个数占比来看，92% 的路段都可以在 3 分钟内行驶完；

¹ Urban air pollution mapping using fleet vehicles as mobile monitors and machine learning[J]. Environmental Science & Technology, 2021, 55(8): 5579-5588.

从里程数来看，3分钟可以行驶完成的路段里程数之和占主要道路总里程数的67%。由此说明，以每小时至少有3个分钟段的采样数据作为1小时浓度值统计的最低要求是相对合理的。

表3 不同路段行驶时间范围对应的路段及里程数占比

| 路段行驶时间 | 路段个数(个) | 路段个数占比 | 里程数占比 |
|-----------|---------|--------|-------|
| <1min | 9363 | 58% | 27% |
| [1,3)min | 5475 | 34% | 40% |
| [3,10)min | 1165 | 7% | 25% |
| >10min | 114 | 1% | 8% |
| 总计 | 16117 | 100% | 100% |

(3) 根据交通出行小时变化特征，将一个自然日划分为五个时间段，分别为0时至7时、7时至10时、10时至17时、17时至20时、20时至24时，时段长度分别为7小时、3小时、7小时、3小时和4小时，其中7时至10时、17时至20时分别为交通出行早、晚高峰。路段各污染物日浓度值的有效性规定为自然日内的五个时间段均至少有1个小时浓度值。此条规定是为了使路段各污染物的日浓度值评价具有代表性，避免出现用个别小时浓度或个别时段浓度代表日浓度的情况出现，使日浓度值能与空气质量监测国控点或其他长期监测设备浓度值进行比较。

(4) 路段各污染物周浓度值的有效性规定为日历周内至少有4个日浓度值。此条规定是为了使路段各污染物的周浓度值评价具有代表性，避免出现用个别天或少数几天浓度代表一周浓度的情况出现。

(5) 路段各污染物月浓度值的有效性规定为日历月内至少有 15 个日浓度值。此条规定是为了使路段各污染物的月浓度值评价具有代表性，避免出现用个别天或少数几天浓度代表一个月浓度的情况出现。

(6) 统计评价项目的区域尺度浓度时，区域内所有有效监测路段必须全部参加统计和评价。此条规定是为了使区域空气质量浓度评价具有代表性，避免出现用个别路段或少数几个路段代表一个区域浓度的情况出现。

(7) 当上述有效性规定不满足时，该统计指标的统计结果无效。

2.5 评价指标计算方法

参考 HJ 663-2013《环境空气质量评价技术规范(试行)》中的“表 A.1 点位污染物浓度数据统计方法”和“表 A.2 不同评价时段内基本评价项目的统计方法(城市范围)”，本规范对于路段、区域的污染物浓度计算方法以及污染黑点频率计算方法做出了明确的规定，并对数据修约规则进行了明确的规定。考虑到传感器法车载移动监测数据的时空非连续性、分布不均匀性，因此本标准采用算术平均值的方法进行数据统计。

2.5.1 路段污染物浓度计算方法

(1) 路段小时浓度：整点时刻后 1 小时时段内路段污染物浓度的算术平均值，记为该时刻的路段小时浓度值。一个自然日内路段小时浓度的时标分别记为 0:00、1:00、2:00、……、22:00 和 23:00。

(2) 路段日浓度：路段一个自然日内各小时浓度值的算术平均值。

(3) 路段周浓度：路段一个日历周内各日浓度值的算术平均值。

(4) 路段月浓度：路段一个日历月内各日浓度值的算术平均值。

2.5.2 区域污染物浓度计算方法

(1) 区域小时浓度：整点时刻后 1 小时时段内区域各路段小时浓度值的算术平均值。

(2) 区域日浓度：一个自然日内区域各路段日浓度值的算术平均值。

(3) 区域周浓度：一个日历周内区域日浓度值的算术平均值。

(4) 区域月浓度：一个日历月内区域日浓度值的算术平均值。

2.5.3 污染黑点频率计算方法

本标准评价项目中使用了污染黑点这一定义，以路段小时浓度值作为污染黑点路段统计的基础数据单元，当路段小时浓度值超过设定的污染物黑点限值时，该路段即为污染黑点路段。区域层级的污染黑点路段数量为区域内出现的所有污染黑点路段总数，评价时段内任一路段任一小时浓度值超过黑点限值，则区域内黑点路段数记为 1。

通过黑点频次和黑点频率判断区域内常规或突发性污染路段，黑点频次为评价时段内路段小时浓度值超过黑点限值的次数，黑点频率为黑点频次与路段小时浓度值数据量的比值。

2.5.4 数据修约要求

各统计指标的数值修约方法对达标统计结果存在一定的影响，为规范评价工作，在统计计算的全过程中需要对评价项目的修约间隔进行规范。本标准中规定 NO、NO₂ 的修约间隔为 0.01ppb，PM_{2.5}、PM₁₀

的修约间隔为 $0.01\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，TVOC 的修约间隔为 0.01ppm 。

各种污染物的小时浓度值作为基础数据单元，使用应前按照 GB/T 8170 中修约规则和本标准中的要求进行修约。

3. 预期的经济效果

(1) 面向用户及规模

本标准主要面向全国各级生态环境管理部门，用于指导和完善城市空气质量监测系统。特别是针对机动车尾气排放对城市空气质量的影响，此标准旨在规范传感器法车载移动监测空气质量评价的准则与方法，从而指导各地开展大气污染防治工作，推动大气污染监测技术和政策的发展。

(2) 经济效益及社会效益

本标准通过推广使用成本较低、覆盖范围广的传感器法车载移动式空气质量监测，可为各级生态环境管理部门提供更经济、更高效的监测方法。这种方法不仅能快速识别地面突发污染事件，还能弥补固定监测站点数据覆盖范围不足，提高污染物监测的时空分辨率。此外，它还将促进对空气质量评估技术规范的标准化，提高数据的可比性和通用性。从长远来看，这将有助于各地更有效地制定和实施空气质量改善政策，对提高城市居民的生活质量和健康水平具有重大的社会效益。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度

本标准的编写主要参考 GB 3095-2012《环境空气质量标准》、

GB/T 8170-2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》、GB/T 18883-2022《室内空气质量标准》、RJGF 008-2021《网格化环境空气质量监测仪认证技术规范》等，暂未参考国际标准和国外先进标准。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

(1) 本标准与现行法律、法规的关系。

《中华人民共和国环境保护法》第二十八条明确地方各级人民政府应当根据环境保护目标和治理任务，采取有效措施，改善环境质量。未达到国家环境质量标准的重点区域、流域的有关地方人民政府，应当制定限期达标规划，并采取措施按期达标。本标准《传感器法车载移动监测空气质量评价技术要求》在遵守现有法律、法规的前提下，对于利用车载移动空气质量监测这一新型监测方式采集到的数据进行空气质量评价，从数据评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等多维度进行规范统一，是对法律法规的具体化与补充。同时，本标准在推动监测体系规范化、提高大气污染防治精细化水平方面有着积极作用。

(2) 本标准与相关标准的关系。

经过调研，目前空气质量评价标准主要是从环境保护行业提出，针对网格化固定点监测方式。其中，GB 3095-2012《环境空气质量标准》规范了环境功能区划分、标准分级、污染物项目、平均时间及浓度限值、监测方法、数据有效性规定。HJ 663-2013《环境空气质量评价技术规范（试行）》规范了环境空气质量评价的范围、评价时段、

评价项目、评价方法及数据统计方法。两者均适用于全国范围内的环境空气评价与管理工作。

与传感器法车载移动监测方式相关的标准包含北京市地方标准《挥发性有机物车载移动监测与评价技术规范》(DB11/T 2174-2023)和上海市环境保护产业协会团体标准《传感器法环境空气车载移动监测系统技术规范》(T/SHAEP1004-2023)。《挥发性有机物车载移动监测与评价技术规范》规定了挥发性有机物车载移动监测的系统组成、技术性能要求及检测方法、质量控制与质量保证、数据统计要求和评价方法，适用于环境空气质量管理中挥发性有机物车载移动监测工作。

《传感器法环境空气车载移动监测系统技术规范》规定了传感器法环境空气车载移动监测系统组成、技术要求、性能指标、检测方法和运行维护的要求，适用于传感器法环境空气车载移动监测系统的设计、选型、检测、对比和设备运行维护等工作。

上述相关标准均不满足传感器法车载移动监测空气质量评价与管理工作。主要理由如下：

(1) 网格化固定点监测方式的数据质量评价标准不适用于传感器法车载移动监测工作。车载移动监测场景相较于网格化固定点监测场景更为多变，监测数据更易受到周围环境影响，其需要表现出的数据包容性相对较大。同时，车载移动监测数据更易出现断点缺值、数据漂移等现象，以往网格化固定点监测方式的数据质量评价标准将难以适配该复杂情况。

(2) 以往传感器法车载移动监测标准针对的是系统设计及系统

稳定性评价，或 VOCs 单个污染物数据质量评价与统计工作。然而，不同污染物之前形成机理不同，在相同场景下数据特性差异较大，可能会出现相互影响关联。因此，不能采用单一污染物监测数据标准对多污染物监测系统数据进行质量评价与统计分析。针对多污染物监测数据如何统计分析，如何质量评价，现有强制标准中均未有规定。

本次编制工作在已有相关标准规范的基础上，基于广州市的实际情况和技术现状，对五种污染物（NO、NO₂、TVOC、PM_{2.5}、PM₁₀）车载移动监测体系进行了全面规范，从包括车载移动监测空气质量的评价对象、污染物指标、评价指标、数据要求、评价指标计算方法等多维度进行了明确，可有效推进相关技术应用和发展，支撑大气污染精细防控。

六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

起草组建议本标准制定为推荐性中国智能交通协会团体标准。

七、贯彻标准的要求和措施建议

本标准主要是构建了一种基于传感器法的车载式空气质量监测数据的统计方法，为使用车载式空气质量监测数据来评价路段或区域污染问题提供依据，是全国范围内环境空气评价与管理工作的补充，是车载移动监测相关技术规范的延续，标准的制定对城市交通排放污染物监测具有重要的指导作用。建议相关单位能够积极主动的学习标准和相关资料、结合实际业务需求组织学习研究标准，贯彻实施标准。

标准实施后，建议标准编制组组织标准宣贯。