

附件 2



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ □□□—201□

民用建筑环境空气细颗粒物渗透系
数调查技术规范

Technical specifications for investigation on infiltration factor of
ambient fine particulate matter for civil buildings

(征求意见稿)

20□□-□□-□□发布

20□□-□□-□□实施

生态环境部 发布

目 次

前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 工作程序.....	2
5 方案制定.....	2
6 现场调查.....	4
7 渗透系数确定与结果表达.....	5
8 质量控制与质量评价.....	6
附录 A（资料性附录）民用建筑功能类型.....	7
附录 B（资料性附录）建筑物特征因素.....	8
附录 C（资料性附录）现场记录样表.....	9

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，推进环境健康风险管理，规范民用建筑环境空气细颗粒物渗透系数调查工作，制定本标准。

本标准规定了民用建筑环境空气细颗粒物渗透系数调查的工作程序、调查内容、调查方法和技术要求。

本标准的附录A—C为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：环境保护部华南环境科学研究所、复旦大学、大连理工大学、中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所。

本标准由生态环境部20□□年□□月□□日批准。

本标准自发布之日起实施。

本标准由生态环境部解释。

民用建筑环境空气细颗粒物渗透系数调查技术规范

1 适用范围

本标准规定了民用建筑环境空气细颗粒物渗透系数调查的工作程序、调查内容、调查方法和技术要求。

本标准适用于采用细颗粒物浓度实测法,开展民用建筑环境空气细颗粒物渗透系数调查。民用建筑环境空气可吸入颗粒物渗透系数调查可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件,其有效版本(包括修改单)适用于本标准。

GB 50178	建筑气候区划标准
GB/T 4883	数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断与处理
GB/T 8170	数值修约规则与极限数值的表示和判定
HJ 93	环境空气颗粒物(PM ₁₀ 和PM _{2.5})采样器技术要求及检测方法
HJ/T 167	室内环境空气质量监测技术规范
QX/T 152	气候季节划分

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

民用建筑 civil building

指供人们居住和进行公共活动的建筑的总称。

3.2

环境空气 ambient air

指人群、植物、动物和建筑所暴露的室外空气。

3.3

细颗粒物 fine particulate matter

指悬浮在空气中,空气动力学当量直径小于2.5 μm的颗粒物,简称为PM_{2.5}。

3.4

细颗粒物渗透系数 PM_{2.5} infiltration factor

指室外环境空气细颗粒物通过民用建筑围护结构、通风系统、人群活动等进入室内环境,并保持悬浮状态的细颗粒物与室外环境空气细颗粒物的浓度比值。

3.5

室内环境 indoor environment

指人们工作、生活、社交及其他活动所处的相对封闭的空间。

3.6

室外环境 outdoor environment

指人们工作、生活、社交及其他活动所处的建筑物围护结构以外的空间。

3.7

围护结构 building envelope

指分隔建筑室内与室外，以及建筑内部使用空间的建筑部件。

4 工作程序

民用建筑环境空气 PM_{2.5} 渗透系数调查工作程序包括方案制定、现场调查、渗透系数确定与结果表达、质量控制与质量评价 4 部分，工作程序见图 1。

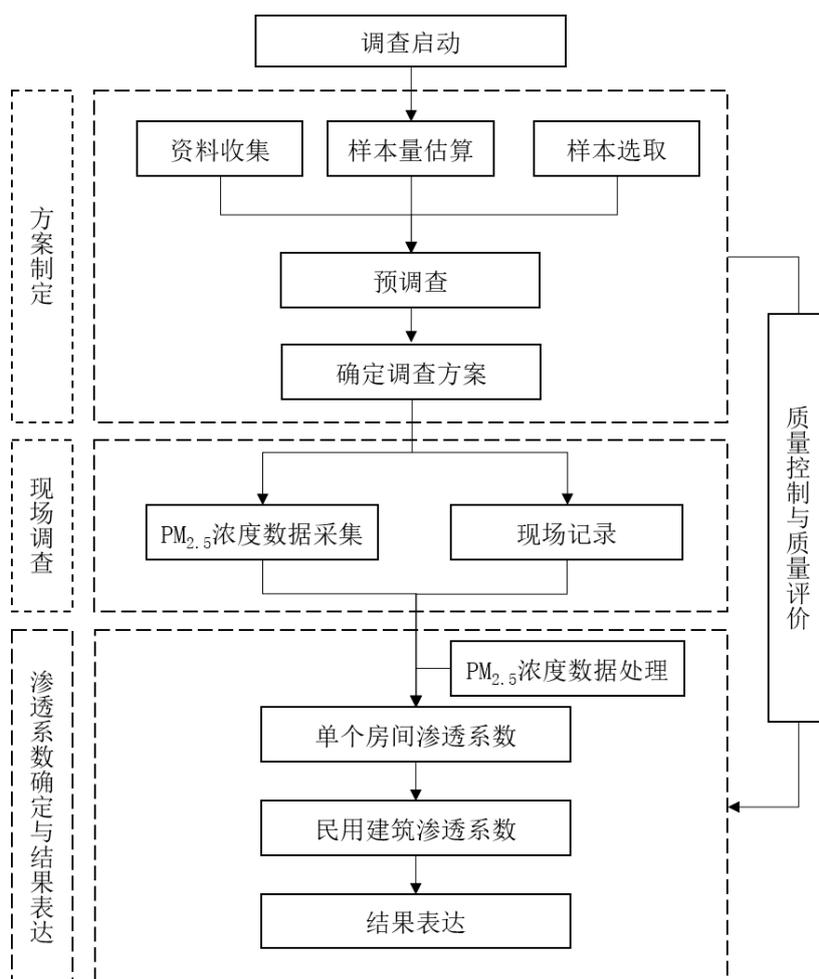


图1 工作程序

5 方案制定

5.1 资料收集

a) 应依据 GB 50178 收集调查区域地理分布、气候等信息，明确调查区域的建筑气候区划；

b) 应收集调查区域内民用建筑功能类型信息（附录 A）、数量及分布情况，明确重点关注的建筑类型；

c) 应收集调查区域民用建筑的建筑物特征因素信息（附录 B），明确重点关注的建筑物特征因素。

5.2 样本量估算

5.2.1 分层因素

根据调查目的，分层因素可结合建筑气候区划、民用建筑功能类型以及建筑物特征因素选取。

5.2.2 最小样本量

使用公式（1）估算某功能类型民用建筑单一分层最小样本量：

$$n_i = \left(\frac{U_{\alpha/2} \sigma_i}{\delta \mu_i} \right)^2 \times deff \quad (1)$$

式中： n_i ——某功能类型（ i ）民用建筑单一分层下的最小样本量；

$U_{\alpha/2}$ ——显著性水平为95%取1.96；

σ_i ——某功能类型（ i ）民用建筑 $PM_{2.5}$ 渗透系数的标准差，可通过查阅文献或开展预调查获得；

δ ——允许误差，取15~20%；

μ_i ——某功能类型（ i ）民用建筑 $PM_{2.5}$ 渗透系数的算术均值，可通过查阅文献或开展预调查获得；

$deff$ ——设计效应值，单纯随机抽样取1.0，其他抽样方法取1.0-1.5。

5.2.3 总样本量

依次使用公式（2）和（3）估算总样本量：

$$N_i = \frac{n_i \times q}{1 - p} \quad (2)$$

$$N = \sum N_i \quad (3)$$

式中： n_i ——某功能类型（ i ）民用建筑单一分层下的最小样本量；

q ——分层因素的乘积，结合影响渗透系数的主要因素确定，如按建筑气候分区将样本分为3层、按建筑时间分为2层，则分层因素的乘积为 $3 \times 2 = 6$ 层；

p ——现场调查失访率，取0~10%；

N_i ——调查某功能类型（ i ）民用建筑总样本量；

N ——调查所有功能类型民用建筑的总样本量。

5.3 样本选取

a) 抽取调查建筑物。可采用一种或几种抽样方法对调查区域内某一功能类型民用建筑物进行抽样，确定调查建筑物样本；

b) 抽取调查房间。建筑功能类型为住宅的民用建筑，从每个调查建筑物中随机抽取1户家庭的主要活动房间开展现场调查；其他建筑功能类型的民用建筑，从每个建筑中随机抽取1间房间开展现场调查；

c) 调查房间应满足以下要求：

- 1) 三个月内室内无装修活动；
- 2) 室内无明显 $PM_{2.5}$ 污染源，如室内无吸烟人员、无开放式厨房、无使用或调查期间不使用对室内 $PM_{2.5}$ 有明显影响的设备（如打印设备、空气净化器）等；
- 3) 房间与外界环境空气有连通；
- 4) 调查期间房间正常使用；
- 5) 取得房间使用者的知情同意；

d) 若抽取的调查房间不满足“c)”的要求，应在同一建筑物内随机抽取同一类型家庭

住户或房间进行置换，连续抽取三次均不满足要求应重新抽取调查建筑物和调查房间。

5.4 预调查

a) 调查区域和调查样本确定原则。预调查所选择的区域和民用建筑类型应能够尽可能地覆盖本次调查所关注的主要分层因素，每个主要分层因素下选取的调查民用建筑物数量不少于3个；

b) 内容及要求。培训调查员掌握正式调查流程；按要求对选取的房间开展调查，并记录可能影响调查质量的关键问题；确定调查房间的渗透系数，获得某一建筑气候区划下某一功能类型民用建筑 $PM_{2.5}$ 渗透系数的算术均值和标准差，用于估算最小样本量；

c) 结果评价。在预调查结束后应对调查技术路线的可行性进行评价，发现可能影响调查质量的关键环节并提出解决方案。

5.5 确定调查方案

在明确调查目的和调查对象的基础上，结合预调查调整样本量、完善技术路线，确定调查方案。

6 现场调查

6.1 点位布设

a) 调查房间的室内和室外同时布设 $PM_{2.5}$ 浓度采样点；

b) 室内点位布设方法按 HJ/T 167 “布点与采样” 部分执行；

c) 室外点位布设于开敞式窗外，固定于距离房间外墙 0.5-1 m 处，距离空调、抽油烟机排风口 1 m 以外且不可处于排风口下风向，室外采样仪器与室内采样仪器的采样口高度应处于同一水平位置。

6.2 时间和频次

a) 应同步采集室内和室外 $PM_{2.5}$ 浓度；

b) 依据 QX/T 152 季节划分原则，四季分明区应在夏、春/秋、冬（3季）各开展不少于1期现场调查，四季不分明区应在夏、冬（2季）各开展不少于1期现场调查。除因不可抗力因素中断采样外，每期应连续采集 $PM_{2.5}$ 浓度7天（包含5个工作日和2个节假日），每天连续采样24小时；

c) 遇不可抗力因素需停止采样，待不可抗力因素消失24小时后方可恢复采样，以连续采样24小时为1天，累积采样时段应达到7天（包含5个工作日和2个节假日），停止采样时间间隔不得超过7天。

6.3 采样仪器

室内和室外 $PM_{2.5}$ 浓度采样应使用相同类型的采样仪器。采样仪器应满足如下要求：

a) 可选择使用光散射法、压电晶体振荡法、 β 射线法等方法的采样仪器，采样仪器使用前应参照 HJ 93 的要求，与使用重量法的采样仪器进行结果比对，比对合格后方可投入使用；

b) 具备采集时段设置功能；

c) 具备7天以上数据存储和输出功能，数据输出应满足计算小时均值的要求；

d) 仪器掉电后，能自动保存数据。

6.4 现场记录

现场调查应填写现场记录表（附录C）。

7 渗透系数确定与结果表达

7.1 渗透系数确定

7.1.1 PM_{2.5}浓度数据处理

a) C_{in} 和 C_{out} 计算。根据室内外 PM_{2.5} 采样仪器实测浓度数据，采用算术平均法逐时计算室内采样点的 PM_{2.5} 小时浓度均值 (C_{in}) 和室外采样点的 PM_{2.5} 小时浓度均值 (C_{out})；若室内存在多个采样点， C_{in} 为多个采样点的算术平均值；

b) 识别离群值。对 C_{in} 和 C_{out} 进行离群值处理。当数据服从正态分布时，按照 GB/T 4883 要求识别离群值；当数据不服从正态分布时，小于 $P_{25}-1.5 \times (P_{75}-P_{25})$ 的值为离群值。根据现场记录表（附录 C），基于专业判断对离群值进行分析，根据实际情况予以剔除；

c) 剔除无效数据。每个采样日所采集的 C_{in} 和 C_{out} 有效数据少于 20 个数据对，被判定为无效数据，应剔除该日数据。

7.1.2 单个房间渗透系数

7.1.2.1 单个房间采样期渗透系数拟合

$$C_{in} = F_{in} C_{out} + C_s \quad (4)$$

式中： C_{in} ——室内环境空气 PM_{2.5} 的小时浓度均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

F_{in} ——线性回归拟合曲线斜率，代表 PM_{2.5} 渗透系数，无量纲；

C_{out} ——室外环境空气 PM_{2.5} 的小时浓度均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_s ——线性回归拟合曲线纵坐标截距，代表室内源的 PM_{2.5} 浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

7.1.2.2 剔除 F_{in} 无效值

线性回归相关性显著性检验时相关系数小于临界值时，剔除该调查房间 F_{in} 值；单个调查房间线性回归拟合获得的 $F_{in} > 1.00$ 或 $F_{in} < 0$ 或 $C_s < 0$ ，剔除该调查房间 F_{in} 值；

7.1.2.3 单个房间渗透系数确定

$$\overline{F_{in}} = \frac{x_1 F_{in,1} + x_2 F_{in,2} + \dots + x_n F_{in,n}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n} \quad (5)$$

式中： x_n ——第 n 个采样期所代表的时间段，d。如第 1 个采样期代表时间段为该调查年的第一季度，该年第一季度天数为 90，则 x_1 为 90；

$F_{in,n}$ ——单个房间第 n 个采样期的渗透系数，无量纲；

$\overline{F_{in}}$ ——单个房间渗透系数，无量纲。

7.1.3 民用建筑渗透系数

对同一功能类型民用建筑调查房间的 $\overline{F_{in}}$ 进行统计分析，以中心趋势值作为该功能类型民用建筑的渗透系数推荐值。

7.2 结果表达

根据调查关注的主要分层因素，对每一分层因素下的民用建筑渗透系数采用中心趋势值、离散趋势值和百分位数值对民用建筑渗透系数调查结果进行表达：

a) 中心趋势值。 $\overline{F_{in}}$ 为正态分布时，采用算术均数为中心趋势值；为非正态分布时，

采用中位数为中心趋势值；

b) 离散趋势值。的 $\overline{F_{in}}$ 为正态分布时，采用标准差为离散趋势值；为非正态分布时，采用四分位数间距为离散趋势值；

c) 百分位数值。应至少统计 $\overline{F_{in}}$ 的 P_5 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、 P_{95} 参数值；

d) 离群值处理。按照 GB/T 4883 要求，统计 $\overline{F_{in}}$ 百分位数值时不应剔除离群值，统计中心趋势值时应剔除离群值；

e) 数值修约。数值修约依据 GB/T 8170 执行； $\overline{F_{in}}$ 的有效数字位数，应与 $PM_{2.5}$ 小时浓度均值的有效数字位数相等，或最多比 $PM_{2.5}$ 小时浓度均值的有效数字位数多保留一位。

8 质量控制与质量评价

8.1 质量控制

a) 准备阶段。现场调查人员应具有仪器仪表、计算机、数据处理等相关专业知识，并接受调查技术培训，熟悉调查流程和内容，能正确和熟练掌握仪器设备的操作和使用，能迅速判断故障并能及时排除故障；

b) 调查阶段。仪器使用前，应按仪器说明书对仪器进行检验和标定；现场调查人员应对所有 $PM_{2.5}$ 采样点位进行巡查排除故障，与调查房间使用人充分沟通，按时填写现场调查记录并签名；现场质控人员审核现场调查过程和核验现场记录合格后签名；

c) 完成阶段。对现场记录表中关键因素进行缺项检查；对现场调查期间的突发因素导致的 $PM_{2.5}$ 浓度离群值和无效值进行排除；对单一调查房间渗透系数无效值进行识别并剔除。

8.2 质量评价

a) 准备阶段。对调查人员进行考核，考核通过率达到 100%；

b) 调查阶段。应核实调查技术要求和方案的执行情况，包括点位代表性、现场记录完整性等；用于现场调查的采样仪器的检定与比对合格率达到 100%；现场调查失访率应不高于 10%；

c) 完成阶段。现场记录表的有效率（经审核达到要求的现场记录表数/总现场记录表数 $\times 100\%$ ）应 $\geq 95\%$ ； C_{in} 和 C_{out} 离群值剔除率应 $\leq 20\%$ ； F_{in} 无效值剔除率应 $\leq 10\%$ 。

附 录 A
 (资料性附录)
 民用建筑功能类型

表 A.1 民用建筑功能类型

建筑类型	功能分类	定义
居住建筑	住宅建筑	为家庭居住使用所构筑的物质空间，如住宅、公寓等。
	宿舍建筑	供单身人员居住使用具有集中管理的物质空间。
公共建筑	文教建筑	如学校、图书馆等。
	科研建筑	如研究所、科学实验楼等。
	托幼建筑	如托儿所、幼儿园等。
	生活服务性建筑	如餐厅、菜场等。
	商业建筑	如商店、饮食店、购物中心、银行等。
	医疗建筑	承担对疾病的诊断与治疗，进行公共卫生预防和保健，以及医学教学与科研的建筑总称。
	办公建筑	为政府、社团、企业、事业等机构人员进行公务活动的建筑总称。

注：参考《民用建筑设计导论》[M]，北京，梁鼎森，中国建筑工业出版社，2011，21。

附 录 B
(资料性附录)
建筑物特征因素

表 B.1 建筑物特征因素

特征因素	释义
建筑物时间	建筑物实际建成的年份
围护结构	建筑物的墙、门、窗等的结构、材质等。
建筑楼层数	建筑物在所属建筑物自然层数及建筑物高度。
通风设备	建筑物内主要通风设备的配置、类型。
供冷和供暖设备	建筑物内供冷和供暖设备的配置、类型。

附录 C
(资料性附录)
现场记录样表

表 C.1 现场记录样表

调查 房间 基本 信息	调查地点	省(直辖市、自治区) 市 区 街道 号 房间				
	联系人			联系电话		
	地理坐标	经度: <input type="text"/> ° <input type="text"/> ′ <input type="text"/> ″ 纬度: <input type="text"/> ° <input type="text"/> ′ <input type="text"/> ″				
建筑 物类 型与 特征 因素	建筑物功能类型 (单选)	<input type="checkbox"/> 住宅建筑; <input type="checkbox"/> 宿舍建筑; <input type="checkbox"/> 文教建筑; <input type="checkbox"/> 科研建筑; <input type="checkbox"/> 托幼建筑; <input type="checkbox"/> 生活服务性建筑; <input type="checkbox"/> 商业建筑; <input type="checkbox"/> 医疗建筑; <input type="checkbox"/> 办公建筑。				
	建筑时间	<input type="text"/> 年	调查房间使用面积 (m ²)			
	建筑物总楼层数			调查房间所在楼层数		
	调查房间 围护结构	墙体 (单选)	<input type="checkbox"/> 砖墙; <input type="checkbox"/> 整体墙; <input type="checkbox"/> 加气混凝土; <input type="checkbox"/> 板材墙; <input type="checkbox"/> 玻璃幕墙; <input type="checkbox"/> 其他_____。			
		房门 类型 (多选)	<input type="checkbox"/> 铝合金平推门; <input type="checkbox"/> 不锈钢门; <input type="checkbox"/> 旧式木门; <input type="checkbox"/> 新式木门; <input type="checkbox"/> 木式推拉门; <input type="checkbox"/> 铝合金式推拉门; <input type="checkbox"/> 玻璃弹簧门; <input type="checkbox"/> 其他____。			
		窗户框架 材质 (多选)	<input type="checkbox"/> 旧式木; <input type="checkbox"/> 新式木; <input type="checkbox"/> 钢或铁; <input type="checkbox"/> 不锈钢; <input type="checkbox"/> 普通铝合金; <input type="checkbox"/> 塑钢; <input type="checkbox"/> 断桥铝; <input type="checkbox"/> 无框架窗; <input type="checkbox"/> 无外窗; <input type="checkbox"/> 其他____。			
		窗户类型 (多选)	<input type="checkbox"/> 平开窗; <input type="checkbox"/> 推拉窗; <input type="checkbox"/> 上悬窗; <input type="checkbox"/> 外翻窗; <input type="checkbox"/> 对开窗; <input type="checkbox"/> 其他____。			
调查房间 通风设备 (多选)	<input type="checkbox"/> 空调; <input type="checkbox"/> 新风机; <input type="checkbox"/> 空气净化器; <input type="checkbox"/> 风扇; <input type="checkbox"/> 抽油烟机; <input type="checkbox"/> 排风扇; <input type="checkbox"/> 无; <input type="checkbox"/> 其他____。					
调查房间 供冷/供暖设备 (多选)	<input type="checkbox"/> 户式中央空调; <input type="checkbox"/> 户式分体式空调; <input type="checkbox"/> 集中式供暖; <input type="checkbox"/> 户式燃煤供暖; <input type="checkbox"/> 户式壁挂式燃气供暖; <input type="checkbox"/> 电热扇/取暖器; <input type="checkbox"/> 无; <input type="checkbox"/> 其他____。					
布点 情况	室内	布点方式 (单选): <input type="checkbox"/> 对角线 <input type="checkbox"/> 梅花式				
		布点个数与采样口高度: 采样点 1: _____m; 采样点 2: _____m; 采样点 3: _____m; 采样点 4: _____m; 采样点 5: _____m。				
	室外	固定于距离房间外墙 _____m。				
		是否与室内采样仪器的采样口高度处于同一水平: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
周围是否有空调、抽油烟机等排风口: <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否						
		距离空调、抽油烟机等排风口 _____m。				

