

# 室内环境积尘监测与暴露评估技术指南

## 编制说明

标准编制组

2023年2月

# 目 录

目 录	I
1 工作概况	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准编制的必要性分析	1
3 国内外研究进展	2
4 编制原则	2
5 主要技术内容说明	2
5.1 层次框架	2
5.2 技术要点	3
5.2.1 适用范围	3
5.2.2 规范性引用文件	3
5.2.3 术语和定义	3
5.2.4 监测准备	4
5.2.5 监测计划制定	4
5.2.6 监测实施	4
5.2.7 暴露评估	5
5.2.8 质量保证与质量控制	5
6 对实施本标准的建议	5

## 1 工作概况

### 1.1 任务来源

全国范围的暴露行为调查发现，中国人均每天超过 83%的时间都处于室内。因此，室内环境质量与人体健康更加密切相关。同时，研究表明室内积尘是人群暴露环境污染物的重要途径之一。室内积尘经手-口途径摄入和皮肤接触是铅等重金属，以及多溴联苯醚(PBDEs)等有机污染物的人体暴露主要途径，占日均暴露剂量 70%以上，室内积尘人群暴露健康风险亟需关注。目前对于如何开展室内积尘的监测布点、采样分析、数据分析、精细化暴露量评估等，尚无标准方法。为确保监测数据一致性及暴露评估结果的准确性，需制定标准指导开展室内环境积尘监测及暴露评估工作。

本标准由生态环境部华南环境科学研究所牵头起草，中国环境科学学会归口，2022 年申请立项，列入 2022 年中国环境科学学会团体标准立项项目。

本标准拟从室内积尘的监测布点、采样分析、数据分析、精细化暴露评估等方面建立科学、合理的室内积尘监测和暴露评估技术方法体系，为构建国家环境与健康综合监测网络及风险评估体系提供技术支撑。

### 1.2 工作过程

本标准是全国重点地区环境与健康专项调查（后简称“专项调查”）多年实际工作的凝练和探索，编制工作分以下几个阶段开展。

2011 年—2016 年：依托“专项调查”，初步构建了覆盖 13 个省 14 个地区的环境健康风险监测网络，建立了环境健康风险监测技术方法。其中，室内积尘是主要的暴露监测介质，在相应工作实践中针对点位布设、样品采集、实验室分析及数据处理等环节建立了相对成熟的技术方法，积累了丰富的应用实施经验，为本标准的制定奠定了良好基础。

2017 年—2021 年：总结“专项调查”中环境健康现场调查、风险监测与评估的相关成果，形成《环境与健康现场调查技术规范 横断面调查》(HJ 839-2017)、《环境污染物人群暴露评估技术指南》(HJ 875-2017)、《环境健康风险监测技术规范》(T/CSES 53-2022)和《区域环境污染健康风险评估技术导则》等系列标准。

2022 年 1 月—2022 年 10 月：在上述系列标准的基础上，成立《室内环境积尘监测与暴露评估技术指南》编制组，系统开展国内外相关文献调研，针对标准的总体定位、适用范围、编制思路、技术需求等问题召开研讨会，明确了拟开展的主要工作和拟解决的关键问题，在此基础上，制定了《室内环境积尘监测与暴露评估技术指南》(草案)，并向中国环境科学学会提交立项申请书。

2022 年 11 月 6 日：中国环境科学学会通过线上会议的形式召开《室内环境积尘监测与暴露评估技术指南》等团体标准立项论证会，经专家组质询论证，一致认为通过立项评审。

2023 年 1 月 17 日：中国环境科学学会在北京召开《室内环境积尘监测与暴露评估技术指南》等团体标准征求意见稿专家论证会，并一致同意标准公开征求意见。

## 2 标准编制的必要性分析

室内环境是人群暴露环境污染物的重要场所。目前我国针对室内环境质量的标准还很匮乏。现有关于室内环境质量的标准还主要是针对室内空气。室内环境积尘作为人体暴露环境污染物的重要环境介质尚缺少相关标准。中华人民共和国环境保护法第 39 条明确提出要建

立、健全环境与健康监测、调查和风险评估制度。与此同时,《“健康中国 2030”规划纲要》也要求建立环境与健康综合监测网络及风险评估体系。因此,亟需针对室内积尘这一重要环境介质制定相关标准,规范其监测、调查和暴露评估技术方法。

### 3 国内外研究进展

为开展室内积尘监测,美国材料与试验协会(ASTM)于2008年针对采样方法发布了相关标准(ASTM D5438-05),但由于生活习惯、建筑形式差异,相关方法并不能适用于我国,同时还需专业设备开展室内积尘采样工作。为开展室内粉尘铅暴露风险监测,美国环保局(EPA)联合住建部(HUD)发布了室内积尘采样方案,虽采样无需特殊设备,但无法满足符合国情的室内积尘暴露监测和评估工作。上述标准中分别提及的便携式吸尘器法和擦拭法在做适地化调整后纳入本标准,为我国室内积尘采集提供了技术支撑。

我国针对室内积尘暴露监测和评估缺少相关标准,但围绕室内环境质量,原卫生部和国家环境保护总局联合制定了我国《室内空气质量标准》(GB/T 18883-2002)。针对如何开展环境空气质量监测,原国家环境保护总局制定了《室内环境空气质量监测技术规范》。这两项标准都是围绕室内空气质量编制的,针对室内积尘暴露监测与评价方法尚缺少标准。

目前我国在室内积尘暴露监测与评估方面,已具有一定的技术积累。生态环境部华南环境科学研究所牵头编制了《环境与健康现场调查技术规范 横断面调查》(HJ839-2017)和《环境健康风险监测技术规范(T/CSES 53-2022)》。上述标准中分别针对调查/监测对象、事前准备、样品采集、分析等进行了阐述。室内积尘作为其中一种环境介质,在上述标准中提及,但缺少针对性。同时,生态环境部组织制定了《环境污染物人群暴露评估技术指南(HJ 875-2017)》和《环境健康风险评估技术指南 总纲(HJ1111-2020)》,为室内积尘暴露风险评估提供了科学、可靠的方法。这些标准中的模型、方法可为本标准的编制提供技术支持。

### 4 编制原则

#### (1) 科学性

《室内环境积尘监测与暴露评估技术指南》在满足我国环境健康风险管理需求的前提下,充分参考我国环境健康现场调查、环境污染物人群暴露评估、环境健康风险监测与评估的相关标准,结合室内环境积尘监测与暴露的实际需求,并充分借鉴现有的环境健康风险评估相关科研成果,以保障标准的科学性。

#### (2) 可行性

应以满足室内环境积尘监测与暴露评估的实际需求为目标,针对各工作程序提出切实可行的技术要求,保障标准具有可行性。

### 5 主要技术内容说明

#### 5.1 层次框架

技术规范由9部分组成,包括:

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 工作程序
- (5) 监测准备

- (6) 监测计划制定
- (7) 监测实施
- (8) 暴露评估
- (9) 质量保证与质量控制

## 5.2 技术要点

### 5.2.1 适用范围

本文件规定了室内环境积尘监测与暴露评估中监测准备、监测计划制定、监测实施、暴露评估和质量控制等工作程序的方法及技术要求。

本文件适用于住宅、办公楼和学校等室内环境中积尘的暴露监测与评估，商场、医院其他类型室内环境可参照本标准执行。

### 5.2.2 规范性引用文件

本标准主要引用了以下 15 个规范性文件，具体引用内容如下：

编号	规范性引用文件	引用内容
1	GB/T 17141 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	检测方法
2	GB/T 22105.1 土壤质量 总汞、总砷、总铅的测定 原子荧光法	检测方法
3	HJ 491 土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法	检测方法
4	HJ 680 土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法	检测方法
5	HJ 834 土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法	检测方法
6	HJ 839 环境与健康现场调查技术规范 横断面调查	现场调查
7	HJ 875 环境污染物人群暴露评估技术指南	术语和定义
8	HJ 876 儿童土壤摄入量调查技术规范示踪元素法	暴露参数确定
9	HJ 877 暴露参数调查技术规范	暴露参数确定
10	HJ 922 土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱法	检测方法
11	HJ 1111 生态环境健康风险评估技术指南 总纲	暴露评估
12	HJ 1184 土壤和沉积物 6 种磷酸二甲酸酯类化合物的测定 气相色谱-质谱法	检测方法
13	HJ 1243 土壤和沉积物 20 种多溴联苯的测定 气相色谱-高分辨质谱法	检测方法
14	HJ/T 167 室内环境空气质量监测技术规范	术语和定义
15	HJ/T 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则	暴露评估

### 5.2.3 术语和定义

标准主要对以下术语进行了定义，其定义的依据主要来自现有标准，并结合本标准特点进行改写。

室内环境 (indoor environment)：引自《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ/T 167)中关于“室内环境”的定义，指人们工作、生活、社交及其他活动所处的相对封闭的空间，包括住宅、办公室、学校教室、医院、候车(机)室、交通工具及体育、娱乐等室内活动场所。

室内积尘 (indoor settled dust)：本文件定义为室外空气颗粒物或土壤、道路扬尘等经渗透或人为粘带过程进入室内并在物体水平表面累积所形成的颗粒物。

暴露监测 (exposure monitoring)：本文件定义是掌握不同暴露介质中环境污染物的人体暴露水平，开展的资料收集、布点采样、问卷调查、实验室分析及数据处理等活动。

监测点位 (monitoring sites)：本文件定义是目标区域内通过随机抽样所选取的住宅、办公室或教室等居住或进行公共活动的民用建筑。

暴露评估 (exposure assessment)：引自《环境污染物人群暴露评估技术指南 (HJ 875)》中关于“暴露评估”的定义，指描述人体对环境污染物的暴露过程，预测和估算暴露量。

#### 5.2.4 监测准备

监测准备主要工作内容包括前期资料收集、预调查和暴露受体识别。

资料收集的目的是对目标区域内的人群构成和分布具有初步认识和了解，同时掌握住宅、教室、办公室等监测对象的分布情况。了解区域内历史污染源和现状污染源对于后期数据分析和解释起到辅助作用。

预调查主要目的是针对缺少资料和室内环境积尘污染物负荷信息时，需在目标区域内开展预调查，初步掌握室内环境积尘污染物的负荷信息，用于监测点位最小样本量的估算。

暴露受体识别主要是识别目标区域不同室内环境可能的暴露人群，重点关注儿童、孕妇等敏感人群，重点考虑手-口接触摄入、皮肤接触摄入 2 种暴露途径。

#### 5.2.5 监测计划制定

**点位布设：**明确点位布设原则，选取能够代表目标区域内某种室内环境（如住宅、办公室和教室）的监测点位。在监测点位选定后，室内环境采样点位布设应可代表某个具体监测点位室内环境的真实情况。结合预调查和现有文献数据，对监测点位最小样本量开展估算，并用随机抽样方法抽取相应数量的监测点位。待监测点位确定后，根据不同室内环境面积大小和现场情况，确定室内环境中需要布设的采样点位，其采样点位的布设参考了《室内环境空气质量监测技术规范》(HJ/T 167)。

**问卷调查：**通过问卷调查获取监测点位的基本信息，如调查房屋用途（如住宅、商业办公、学校）、地址、楼层、建筑总楼层、建筑年龄、距道路距离、污染源信息、距污染源距离等，并对人体特征参数（如体重、身高、期望寿命等）、时间-活动行为参数（如室内停留时间）和摄入率参数（如室内积尘摄入率等）开展问卷调查，获取暴露评估所需参数。

**监测时间与频次：**监测时间应与暴露人群在该室内环境中的活动时间对应。对于教室室内环境，监测时间应避开寒暑假。为获取室内积尘中污染物年平均浓度，监测频次原则是每季度开展一次。

#### 5.2.6 监测实施

监测实施部分分别对样品采集、运输和保存、样品准备、样品前处理与分析以及暴露参数调查与确定等环节的具体技术要求进行了明确。

室内积尘样品具体采样技术要求参考《环境与健康现场调查技术规范 横断面调查》(HJ 839)，待室内样品采集完成后，按照目标污染物类型对样品进行保存。用于重金属测试的积尘样品用纸质信封袋密封保存，用于有机污染物测试的积尘样品用铝箔包裹后，置于纸质信封袋中密封保存，对于易分解或易挥发等不稳定组分样品要低温、避光保存，防止污染物挥发和分解。

室内环境积尘样品中通常含有大量其他杂质，如毛发、食物碎屑等，因此在开展实验室分析前通过过筛的方式去除相关杂质。待样品准备好后，需对样品开展前处理以获取上机测试所需溶液。由于目前国内还缺少针对室内积尘这一环境介质的分析检测标准，本文件主要参考现有土壤或沉积物标准。根据目标污染物，选取相应标准中所推荐的前处理方法。如缺少可参考的土壤或沉积物标准，则可参考国际权威机构的推荐方法或待相应标准发布后实施。待样品前处理完成后，使用相关标准推荐方法开展对应污染物检测分析。

暴露参数如人体特征（如体重、身高、期望寿命等）、时间-活动行为参数（如室内停留时间）和摄入率参数（如室内积尘摄入率等）是开展暴露评估的重要参数，按照《暴露参数调查技术规范》(HJ 877) 推荐的问卷调查、日志记录和模型估算等方法对上述暴露参数进行确定。

#### 5.2.7 暴露评估

现有文献研究表明室内积尘中污染物的人体主要暴露途径为经口暴露和经皮肤接触。针对这两种途径，开展日均暴露量的估算，其计算过程和参数取值参考《环境污染人群暴露评估技术指南》(HJ 875)。

#### 5.2.8 质量保证与质量控制

该部分工作主要从样品采集、保存和运输、问卷调查、样品分析等环节全方位开展质量控制。应保证采样计划、所用手段的一致性，现场做好采样记录，保证样品记录的规范性。针对不同目标污染物开展差异化的保存和运输方案。问卷调查环节应严格按照《环境与健康现场调查技术规范 横断面调查》(HJ 839) 和《暴露参数调查技术规范》(HJ 877) 相关要求执行。由于缺少针对室内积尘环境样品的检测标准，样品分析过程的质量控制则根据目标污染物选取合适的土壤或沉积物标准。如果国内缺少相关标准，可参考国际权威机构的推荐方法或待相应标准发布后实施。

### 6 对实施本标准的建议

本文件为现阶段指导性技术规范。建议标准发布实施后，根据标准实施情况适时对本标准进行修订，同步加强相关科学研究。