

ICS XX.XX.XX

P XX



中国城市科学研究会标准

XXXX

室内空气质量监测仪

Indoor air quality monitor

(征求意见稿)

20XX-XX

中国城市科学研究会

目录

前 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 室内空气质量监测仪	1
3.2 参比测试方法	2
3.3 测量范围	2
3.4 示值分辨率	2
3.5 示值稳定性	2
3.6 示值误差	2
3.7 响应时间与恢复时间	2
4 技术要求	2
4.1 基本规定	2
4.1.1 工作环境	2
4.1.2 传感器	3
4.1.3 示值单位	3
4.1.4 测量范围	3
4.1.5 示值分辨率	3
4.2 外观及性能要求	4
4.2.1 外观与结构要求	4
4.2.2 示值误差	4
4.2.3 示值稳定性	5
4.2.4 响应与恢复时间	5
4.2.6 监测仪噪声	5
4.2.7 使用寿命	5
5 试验	5
5.1 试验系统	5
5.1.1 系统组成	5
5.1.2 环境舱	5

5.1.3 气体源.....	6
5.1.4 颗粒物源.....	6
5.2 测量对象的参比测试方法.....	6
5.3 测试试验.....	7
5.3.1 监测仪工作特性参数测试试验.....	7
5.3.2 监测仪噪声试验.....	7
5.4 标定.....	7
6 检验规则.....	7
7 标志、使用说明及包装.....	8
7.1 标志.....	8
7.2 使用说明.....	8
7.3 包装.....	8
附录 A 传感器要求.....	9
A.1 示值误差.....	9
A.2 分辨力.....	9
A.3 响应与恢复时间.....	9
A.4 重复性不确定度.....	10
A.5 漂移.....	10
A.6 抗干扰性.....	10
A.7 使用寿命.....	10
A.8 灵敏度.....	10
A.9 温湿度影响.....	10
A.10 传感器参数试验.....	10
附录 B 污染源输入方式.....	11
B.1 静态配气式输入.....	11
B.2 主动浸入式动态配气输入.....	11
B.3 被动浸入式动态配气输入.....	12
B.4 颗粒物输入.....	13
附录 C 监测仪试验方法.....	14
C.1 样品存储与制作.....	14
C.2 响应恢复时间试验方法.....	14
C.2.1 试验步骤.....	14

C.2.2 计算方法.....	14
C.3 示值误差试验方法	15
C.3.1 测试方法.....	15
C.3.2 示值误差计算.....	15
C.4 示值稳定性试验方法	16
C.4.1 测试方法.....	16
C.4.2 示值稳定性计算.....	16
附录 D 监测仪标定方法.....	17
D.1 标定点.....	17
D.2 起点标定.....	17
D.3 量程标定.....	17
附录 E 传感器工作特性参数试验方法.....	18
E.1 响应时间和恢复时间试验方法.....	18
E.2 传感器测量精度试验方法.....	18
E.3 重复性不确定度与分辨力试验方法.....	18
E.4 漂移试验方法.....	19
E.5 抗干扰试验方法.....	19
E.6 灵敏度试验方法.....	20
E.7 温湿度影响试验方法.....	21

前 言

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草

本标准由中国城市科学研究会提出。

本标准委托中国城市研究会负责解释。

本标准起草单位：深圳市建筑科学研究院股份有限公司、福建省建筑科学研究院、山东省建筑科学研究院、深圳普晟传感技术有限公司、郑州炜盛电子科技有限公司、哈尔滨工业大学深圳研究院、宁波爱氟森空气质量监测科技发展有限公司、Dart Sensors Co.,Ltd、同济大学、天津大学、西安建筑科技大学、沈阳建筑大学、风纹(物联)深圳技术有限公司、北京众清科技有限公司、淮安市建筑科学研究院有限公司、河北省建筑科学研究院、河北雄安绿研检验认证有限公司、深圳市建研检测有限公司。

本标准主要起草人：任俊、高晓、谢泽伟、陈璞、李迪、赵莉、高胜国、董佩兹、万其友、Walter John King、谭洪卫、孙贺江、韩随旗、王圣、尹海国、黄凯良、齐立渊、赵飞、曹罡、赵占山、黄国君、贾婧姝、郭顺智、黄远洋。

本标准****-**-**首次发布。

室内空气质量监测仪

1 范围

本标准规定了在室内空气质量监测仪的技术要求、性能测试与标定方法等。

本标准适用于室内空气质量自动监测仪,室内空气质量手持式检测仪和空气净化器用室内空气质量监测模块等参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 3095 《环境空气质量标准》

GB/T 4214.1 《声学 家用电器及类似用途器具噪声测试方法 第1部分:通用要求》

GB 9969.1 《工业产品使用说明书 总则》

GB/T 18204.24 《公共场所空气中二氧化碳测定方法》

GB/T 18204.26 《公共场所空气中甲醛测定方法》

GB/T 18883 《室内空气质量标准》

HJ/T 167-2004 《室内环境空气质量监测技术规范》

JB/T 6862 《温湿度计》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 室内空气质量监测仪 indoor air quality monitor

本标准规定的室内空气质量监测仪是区别于专业检测设备的一类简易、快速、长期的室内空气质量监测仪器,监测参数包括室内空气中的甲醛、总挥发性有机化合物(TVOC)、二氧化碳(CO₂)、超细颗粒物(PM_{2.5})的一种或多种,以及空气温度、湿度。

3.2 参比测试方法 Reference Testing Method

对各监测参数，用于与监测仪示值进行比对的国家或行业标准规定的测试方法。

3.3 测量范围 measuring range

在允许误差范围内由被测量的两个值确定的区间，被测量的最高、最低值分别称为测量范围的上、下限值。

3.4 示值分辨率 resolution

监测仪测量参数的最小数值单位。

3.5 示值稳定性 stability

监测仪在稳定环境下，示值的波动变化量。

3.6 示值误差 error

针对不同目标污染物，监测仪示值与参比检测方法结果数据的相对偏差。

3.7 响应时间与恢复时间 response time and recovery time

监测仪从零气环境开始接触试验气体至首次达到试验气体限值浓度值90%的时间为响应时间，监测仪从脱离该试验气体放回零气环境至首次达到限值浓度值10%的时间为恢复时间。

4 技术要求

4.1 基本规定

4.1.1 工作环境

监测仪应在表 1 所示的工作环境中正常使用：

表 1 监测仪的工作环境

环境参数	范围
温度	-10~50℃
湿度	≤98%RH（非结露）
大气压	86~106kPa
甲醛	≤1mg/m ³
TVOC	≤5mg/m ³

CO ₂	≤10000ppm
PM2.5	≤2000μg/m ³

4.1.2 传感器

- 1 传感器应符合相关电子产品要求以及相关环保要求；
- 2 传感器厂商应向监测仪厂商提供传感器的相关技术指标，见附录 A。

4.1.3 示值单位

监测仪示值单位宜符合表 2 的要求。

表 2 监测参数的示值单位

参数	单位
温度	℃
湿度	%RH
甲醛	mg/m ³
TVOC	mg/m ³
CO ₂	%或 ppm
PM2.5	μg/m ³

注：CO₂ 示值单位可以选%或 ppm，1000ppm=0.1%，以下对 CO₂ 的要求均以 ppm 为单位。

4.1.4 测量范围

监测仪测量范围应符合表 3 的要求。

表 3 监测仪测量范围要求

参数	测量范围
温度(℃)	-10~50
湿度 (%RH)	20~98
甲醛 (mg/m ³)	0~0.50
TVOC (mg/m ³)	0~3.00
CO ₂ (ppm)	300~5000
PM2.5 (μg/m ³)	0~1000

4.1.5 示值分辨率

监测仪示值分辨率应符合表 4 要求

表 4 监测仪的分辨率要求

参数	分辨率
温度(°C)	0.1
湿度 (%RH)	1
甲醛 (mg/m ³)	0.01
TVOC (mg/m ³)	0.01
CO ₂ (ppm)	10
PM2.5 (μg/m ³)	1

4.2 外观及性能要求

4.2.1 外观与结构要求

- 1 监测仪外观应无明显的损伤、破坏和缺损现象；
- 2 有显示屏的监测仪，显示屏应显示清晰无坏点；
- 3 监测仪应结构合理，坚固耐用，应有合理的风道设计，监测仪内部与外界空气形成良好的交换。
- 4 监测仪外壳应采用环保材料，不对监测示值产生影响。

4.2.2 示值误差

监测仪各参数误差应符合表 5 要求，其中 TVOC 宜符合表 5 要求。

表 5 监测仪示值误差要求

参数	误差
温度	±1°C
湿度	±5%RH
甲醛	当浓度≤0.30 mg/m ³ 时，误差±0.03 mg/m ³ ； 当浓度>0.30 mg/m ³ 时，误差<10%。
TVOC	当浓度≤1.00 mg/m ³ 时，误差±0.10 mg/m ³ ； 当浓度>1.00 mg/m ³ 时，误差<10%。
CO ₂	当浓度≤1000 ppm 时，误差±100 ppm； 当浓度>1000 ppm 时，误差<10%。
PM2.5	当浓度≤100 μg/m ³ 时，误差±10 μg/m ³ ； 当浓度>100 μg/m ³ 时，误差<10%。

4.2.3 示值稳定性

监测仪各参数示值稳定性应符合表 6 要求，其中 TVOC 宜符合表 6 要求。

表 6 监测仪示值稳定性要求

参数	变化量
温度(°C)	±0.5
湿度 (%RH)	±3
甲醛 (mg/m ³)	±0.02
TVOC (mg/m ³)	±0.05
CO ₂ (ppm)	±40
PM2.5 (µg/m ³)	±5

4.2.4 响应与恢复时间

监测仪各参数响应时间应小于等于 120 s，恢复时间应小于等于 180 s

4.2.6 监测仪噪声

监测仪噪声最大瞬时值应小于等于 35 dB。

4.2.7 使用寿命

监测仪使用寿命不得少于 2 年。

5 试验

5.1 试验系统

5.1.1 系统组成

监测仪试验系统应包括环境舱、气体源、颗粒物源、数据采集装置。

5.1.2 环境舱

环境舱应满足表 8 规定的技术要求。

表 8 环境舱要求

参数	技术要求

温度 (°C)	5~50
湿度 (%)	20~100
背景浓度	TVOC 浓度 $\leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、单体 VOC 浓度 $< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、甲醛 $< 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、PM2.5 浓度 $\leq 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、CO ₂ 浓度 $\leq 420\text{ppm}$
可营造浓度	参数检出限~6 倍限值浓度 C_L^1
测试浓度重现性	同一测试条件下进行的重复试验，测量参数输入量误差 \leq 分辨力

¹ 限值浓度 C_L 是指《室内空气质量标准》GB/T 18883 规定的室内甲醛、TVOC、CO₂ 浓度限值以及《环境空气质量标准》GB 3095 规定的环境空气颗粒物（粒径小于等于 $2.5 \mu\text{m}$ ）的 24 小时均值二级浓度限值。甲醛限值浓度为 $0.1 \text{ mg}/\text{m}^3$ 、TVOC 限值浓度为 $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ 、CO₂ 限值浓度为 1000 ppm 、PM2.5 限值浓度为 $75 \text{ ug}/\text{m}^3$ 。

5.1.3 气体源

甲醛、TVOC、CO₂ 等参数应采用标准气体、标准溶液或其他稳定发生装置产生的气体，其中 TVOC 试验应采用异丁烯标准气体，配气方式参考附录 B.1~3。

5.1.4 颗粒物源

宜用香烟烟雾或其他稳定发生装置产生的颗粒作为颗粒物源，颗粒物输入方式参考附录 B.4。

5.2 测量对象的参比测试方法

试验气体或颗粒物浓度的参比测试方法应符合表 9 规定。

表 9 测定各参数采用的参比方法

测量参数	参比方法
甲醛	《公共场所空气中甲醛测定方法》GB/T 18204.26
TVOC	《室内环境空气质量监测技术规范》HJ/T 167-2004 中附录 K.4
CO ₂	《公共场所空气中二氧化碳测定方法》GB/T 18204.24
PM2.5	标准颗粒物测试仪 ¹
温度	标准温度计 ²
湿度	标准湿度计 ³

¹ 标准颗粒物测试仪示值误差应符合：当浓度 $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，误差 $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；当浓度 $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，误差 $< 5\%$ 。

² 标准温度计示值误差应符合：示值误差不超过 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

³标准湿度计示值误差应符合：示值误差不超过±2% RH。

5.3 测试试验

5.3.1 监测仪工作特性参数测试试验

1 监测仪温度、湿度示值误差试验应按照《温湿度计》JB/T 6862-2014 中温度示值允许误差和湿度示值允许误差试验方法相关规定进行。监测仪温度、湿度的响应恢复时间、示值稳定性试验应符合附录 C 的要求。

2 监测仪的甲醛、PM_{2.5}、TVOC、CO₂ 等参数的响应恢复时间、示值稳定性、示值误差等试验应符合附录 C 的要求。

5.3.2 监测仪噪声试验

监测仪在额定状态下运行，按照《声学 家用电器及类似用途器具噪声测试方法 第 1 部分:通用要求》GB/T 4214.1-2000 的相关要求进行试验，对于壁挂式监测仪，应安装在固定支架上，监测仪的背面和垂直壁面之间的距离为 1±0.5 cm。

5.4 标定

5.4.1 监测仪厂商应对每台监测仪进行出厂标定。

5.4.2 出厂标定应按照附录 D 的方法进行。

6 检验规则

6.1 监测仪应进行出厂检验和型式检验。

6.2 监测仪出厂检验应按本标准 4.2.1 逐台进行外观与结构检验，按本标准 7.1 逐台进行标志检验。

6.3 监测仪每不多于 500 台为一批次，每批次抽样 5%且不少于 10 台，应符合本标准 4.2.2 的要求。如出厂检验有不符合要求的监测仪，则应按第 1 次抽样台数，重新双倍抽样，再进行示值误差检验，如仍有不符合要求的，则该批次监测仪应全部进行示值误差检验。

6.4 监测仪有下列情况之一时，应委托第三方检测机构进行型式检验：

6.4.1 新产品试制定型鉴定或老产品转厂生产时；

1 正式生产后如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

2 正常生产的监测仪每 1 年 1 次；

3 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

4 国家有关机构提出要求时。

6.5 型式检验应送检 6 台，按本标准 4.2 的要求进行全检，所送检的样品必须合格。

7 标志、使用说明及包装

7.1 标志

7.1.1 产品标志

监测仪应有标记，标记应包括产品名称、型号、制造厂的名称、出厂编号等。

7.1.2 包装标志

- 1 监测仪的外包装箱上应标明制造厂名称、商标、产品名称、型号、制造日期等；
- 2 包装储运标志应符合现行国家标准《包装储运图示标志》GB/T191 的规定。

7.1.3 检验标志

- 1 监测仪的外包装应标明为本标准检验合格；
- 2 监测仪应有产品合格标志。

7.2 使用说明

使用说明应符合现行国家标准《工业产品使用说明书 总则》GB 9969.1 的规定。涉及甲醛传感器、TVOC 传感器、CO₂ 传感器的监测仪宜标注相应干扰气体的相对灵敏度。

7.3 包装

包装箱内应包含相应的监测仪以及使用说明书、产品合格证、产品保修卡等。

附录 A 传感器要求

(资料性附录)

A.1 示值误差

传感器示值误差同监测仪对各参数的要求，见 4.2.2。

A.2 分辨力

各传感器分辨力应符合表 A.2 要求。

表 A.2 分辨力要求

参数	分辨力
温度(°C)	0.5
湿度 (%RH)	2
甲醛 (mg/m ³)	0.02
TVOC (mg/m ³)	0.10
CO ₂ (ppm)	50
PM2.5 (μg/m ³)	10

A.3 响应与恢复时间

各传感器响应时间与恢复时间应符合表 A.3 要求。

表 A.3 响应时间与恢复时间要求

参数	响应时间 (s)	恢复时间 (s)
温度	≤40	≤40
湿度	≤40	≤40
甲醛	≤40	≤50
TVOC	≤30	≤50
CO ₂	≤65	≤165
PM2.5	≤60	≤90

A.4 重复性不确定度

各传感器重复性不确定度应不大于 5%。

A.5 漂移

A.5.1 各传感器零点漂移应不大于 5%。

A.5.2 各传感器限值浓度漂移应不大于 10%。

A.6 抗干扰性

气体传感器应标明室内常见干扰物对传感器的交叉敏感度测试结果。

A.7 使用寿命

传感器承诺使用寿命不得少于 2 年。

A.8 灵敏度

各传感器应提供标准试验条件下的灵敏度数据。

A.9 温湿度影响

甲醛传感器应提供温度响应曲线或修正公式；TVOC 传感器应提供温湿度特性曲线或修正公式；颗粒物传感器应提供湿度响应曲线或修正公式。

A.10 传感器参数试验

传感器工作特性参数试验方法参考附录 E。

附录 B 污染源输入方式

(资料性附录)

B.1 静态配气式输入

B.1.1 适用测试对象：甲醛。

B.1.2 配气示意图见图 B.1。

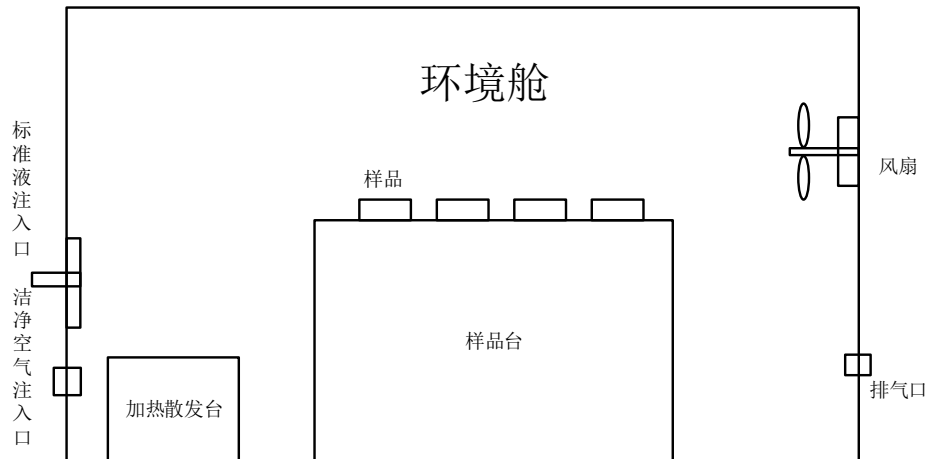


图 B.1 静态配气示意图

B.1.3 试验前准备：将试验样品均匀分布在试验舱内并连接到数据采集模块，将洁净空气注入试验舱并使测试舱内背景浓度达到试验要求。

B.1.4 试验基本操作：将试验舱调至规定的试验条件，开启搅拌风扇，预热散发台调至设定稳定，将标准溶液通过标准液注入入口注入到散发台上，立即记录样品响应数据。

B.2 主动浸入式动态配气输入

B.2.1 适用测试对象：甲醛、TVOC、CO₂、温度、湿度。

B.2.2 配气示意图见图 B.2。

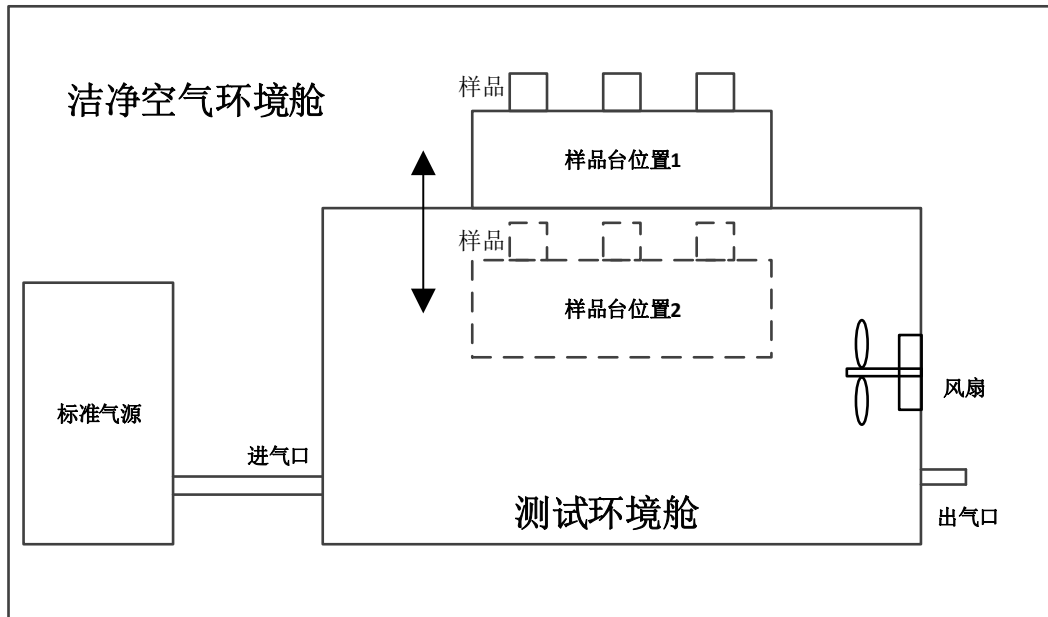


图 B.2 主动浸入式动态配气示意图

B.2.3 试验前准备：将试验样品均匀分布在试验舱内并连接到数据采集模块，将洁净空气注入试验舱并使测试舱内背景浓度达到试验要求。

B.2.4 试验基本操作：将试验舱调至规定的试验条件，开启搅拌风扇，根据试验要求配制试验气体浓度，切换气路使得试验气体进入试验舱内，并调整气体总流量大小，使得舱内气压保持在 86 kPa~106 kPa，将样品台快速浸入试验舱内并同时记录试验数据。

B.3 被动浸入式动态配气输入

B.3.1 适用测试对象：甲醛、TVOC、CO₂。

B.3.2 配气示意图见图 B.3。

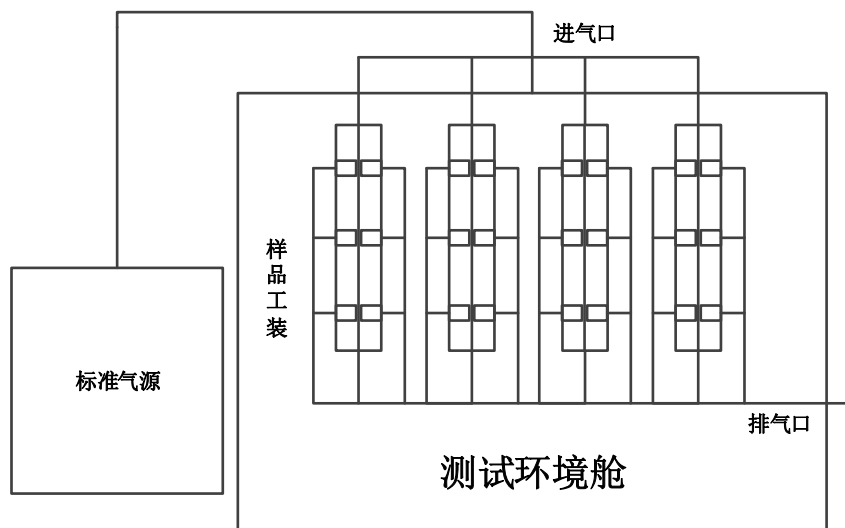


图 B.3 被动浸入式动态配气示意图

B.3.3 试验前准备：将试验样品均匀分布在试验舱内并连接到数据采集模块，将洁净空气注入试验舱并使测试舱内背景浓度达到试验要求。

B.3.4 试验基本操作：将配气装置设置在目标值，切换气路使得试验气体进入样品工作，样品工装内的气体换气次数不得小于 0.5 次/s，同时记录传感器响应。

B.4 颗粒物输入

B.4.1 适用测试对象：含颗粒物参数模块的监测仪或颗粒物传感器。

B.4.2 输入示意图见图 B.4。

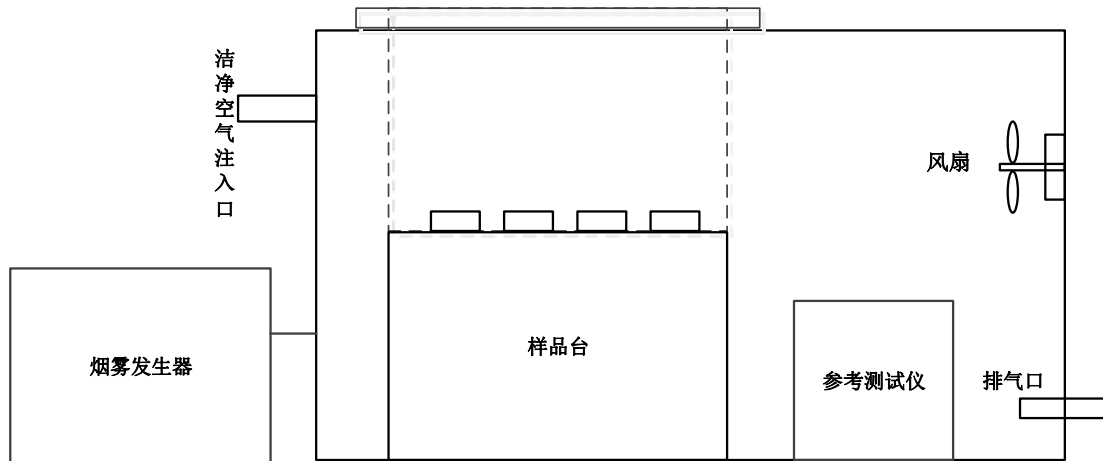


图 B.4 颗粒物输入示意图

B.4.3 试验前准备：将试验样品均匀分布在试验舱内并连接到数据采集模块，将洁净空气注入试验舱并使测试舱内背景浓度达到试验要求。

B.4.4 试验基本操作：开启颗粒物发生源，调节颗粒物注入流量，使得舱内气压保持在 86 kPa~106 kPa，将传感器试验平台快速浸入试验舱内同时记录试验数据，直到传感器或监测仪响应基本稳定 10 min。

附录 C 监测仪试验方法

(规范性附录)

C.1 样品存储与制作

C.1.1 监测仪试验前应储存在干燥密封环境中，避免外界粉尘或环境气体污染。

C.1.2 样品试验前应通电老化 24h 以上。

C.2 响应恢复时间试验方法

C.2.1 试验步骤

- 1 将待测监测仪均匀放置在环境舱内，按照表 C.1 设置基准测试环境直到试验舱各项条件参数稳定。
- 2 根据附录 B 中采用的不同污染源输入方式，通过相应的方式对试验舱快速建立目标值，记录浓度建立时间节点 t_{u0} 。
- 3 观察并连续记录监测仪输出示值直到示值稳定性符合表 6 相关要求。
- 4 根据附录 B 中不同污染源输入方式，采用不同的方式对试验舱快速建立基准测试环境，记录基准测试条件环境建立时间节点 t_{d0} 。
- 5 观察并连续记录监测仪输出示值直到示值基本稳定。
- 6 监测仪响应恢复时间试验方法应按表 C.1 进行。

表 C.1 响应恢复时间试验要求

参数种类	目标值	基准测试条件			重复次数
		温度℃	湿度%RH	背景浓度	
温度	30℃	23±2	50±5	——	3
湿度	80%RH	23±2	50±5	——	3
甲醛	c_L (0.1 mg/m ³)	23±2	50±5	甲醛 < 6 μg/m ³ ，无其他干扰物	3
TVOC	c_L (0.6 mg/m ³)			TVOC 浓度 ≤ 20 μg/m ³	
CO ₂	c_L (1000 ppm)			CO ₂ 浓度 ≤ 420ppm	
PM2.5	c_L (75 ug/m ³)			PM2.5 浓度 ≤ 3 μg/m ³	

C.2.2 计算方法

- 1 将监测仪响应和恢复过程中连续示值与时间作图，计算监测仪在目标值阶跃信号下基本达到稳定后 10 分钟示值均值 $P_{目标}$ ，分别在图中做 $P=90\%P_{目标}$ 和 $P=10\%P_{目标}$ 水平线，与示值

变化上升下降曲线分别交于 t_{u1} 和 t_{d1} ，截取方法如图 C-1 所示。

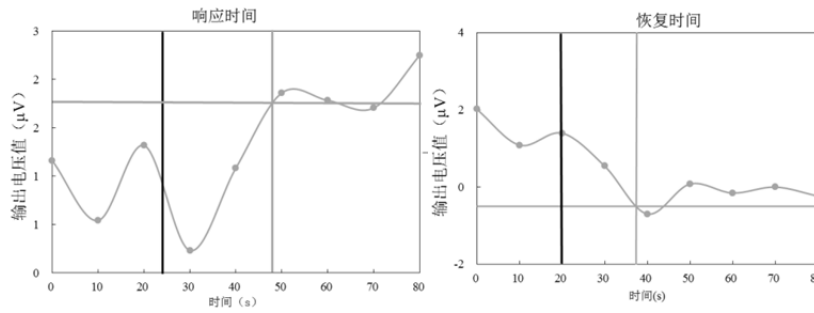


图 C.1 响应时间 t_{90} 和恢复时间 t_{10}

2 分别截取 t_{u0} 到 t_{u1} 、 t_{d0} 到 t_{d1} 作为响应时间 t_{90} 和恢复时间 t_{10} 。并计算三次重复试验平均值。

$$T_{90} = \sum t_{90} / 3$$

$$T_{10} = \sum t_{10} / 3$$

C.3 示值误差试验方法

C.3.1 测试方法

- 1 温湿度参数示值误差测试应按照 JB/T 6862-2014 相关规定进行。
- 2 监测仪甲醛、TVOC、CO₂、PM_{2.5} 参数示值误差试验方法如表 C.2

表 C.2 监测仪各参数示值误差试验要求

目标值	温度℃	湿度%RH	持续时间 (min)	重复次数 n
0~2 C _L	12±3	30±5	10	3
	23±2	50±5		
	30±3	70±5		
2 C _L ~5 C _L	12±3	30±5		
	23±2	50±5		
	30±3	70±5		

C.3.2 示值误差计算

1 温湿度参数示值误差 δ 应按以下公式计算：

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{C}_i - \bar{R}_i)}{n} \quad (\text{式 C.1})$$

2 当目标值为 0~2 C_L 时示值误差 δ_l 应按以下公式计算：

$$\delta_l = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{C}_i - \bar{R}_i) n_i}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (\text{式 C.2})$$

3 当目标值为 $2 C_L \sim 5 C_L$ 时示值误差 δ_u 应按以下公式计算:

$$\delta_u = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{C}_i - \bar{R}_i) n_i / \bar{R}_i}{\sum_{i=1}^N n_i} \times 100\% \quad (\text{式 C.3})$$

式中: N 为测试试验条件状态数;

n_i 为某一试验条件下进行的试验次数;

\bar{C}_i 为某一试验条件下进行的试验监测仪输出均值; 连续读数不应少于 10 次;

\bar{R}_i 为某一试验条件下进行的试验参考方法均值; 即读类参考方法, 连续读数应与被测监测仪读数保持一致, 非即读式参考方法, 采样个数不应少于 3 个。

C.4 示值稳定性试验方法

C.4.1 测试方法

1 监测仪各参数示值稳定性试验方法如表 C.3

表 C.3 监测仪各参数示值稳定性试验要求

参数种类	目标值	温度 $^{\circ}\text{C}$	湿度%RH	持续时间 (min)	重复次数
温度	——	23±2	50±5	10	1
湿度	——	23±2	50±5	10	1
其他	C_L	23±2	50±5	10	1

2 温湿度参数测试时, 读数时间范围内, 标准温度计波动范围应不大于 0.5°C , 标准湿度计波动范围应不大于 2%RH。

C.4.2 示值稳定性计算

示值稳定性 δ 应按以下公式进行:

$$\delta = \frac{(R_{\max} - R_{\min})}{2} \quad (\text{式 C.4})$$

式中: R_{\max} 为测试时间范围内监测仪响应的最大值;

R_{\min} 为测试时间范围内监测仪响应的最小值;

$R_{\text{均值}}$ 为测试时间范围内监测仪响应的平均值;

附录 D 监测仪标定方法

(资料性附录)

D.1 标定点

监测仪各参数应在测量范围内均布至少 3 个标定点,应包括 0 点、限制浓度 c_L 点和 80% 量程点;温度参数标定点应包括 -10°C 、 23°C 、80%量程;湿度参数标定点应包括 20%RH、50%RH、80%量程。

D.2 起点标定

D.2.1 甲醛、TVOC、 CO_2 应采用过滤后的洁净空气源建立 0 点,并设置基准实验条件温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $50\pm 5\%\text{RH}$ 、背景浓度应符合表 A-1 中各参数的要求,稳定读数 10 min 以上。

D.2.2 $\text{PM}_{2.5}$ 应在采用高效过滤后的洁净空气源建立 0 点,并设置基准实验条件温度: $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度: $50\pm 5\%\text{RH}$ 、背景浓度应符合表 A-1 中 $\text{PM}_{2.5}$ 的要求,稳定读数 10 min 以上。

D.2.3 温度湿度参数起点标定时,读数时间范围内,标准温度计波动范围应不大于 0.5°C ,标准湿度计波动范围应不大于 2%RH。

D.3 量程标定

D.3.1 甲醛、TVOC、 CO_2 应采用具有认定资质的标气生产厂商生产的标准气体或者经过校准的甲醛标准气体发生装置发生的气体作为标准气体源,并在标准试验条件下进行试验,每个浓度点稳定读数 10 min 以上。

D.3.2 $\text{PM}_{2.5}$ 应在采用红塔山牌香烟烟雾作为标准颗粒物源,并在标准试验条件下进行试验,每个浓度点稳定读数 10min 以上。

D.3.3 温度湿度参数量程标定时,读数时间范围内,标准温度计波动范围应不大于 0.5°C ,标准湿度计波动范围应不大于 2%RH。

附录 E 传感器工作特性参数试验方法

(资料性附录)

E.1 响应时间和恢复时间试验方法

传感器响应恢复时间测试应按照附录 C.2.1 进行。

E.2 传感器测量精度试验方法

E.2.1 测试方法：传感器测量精度试验方法应按照附录 C.3 进行。

E.2.2 测量精度计算

1 温湿度参数示值误差A应按以下公式计算：

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{C}_i - \bar{R}_i)}{n} \quad (\text{式 E.1})$$

2 当目标值为 $0 \sim 2 C_L$ 时测量精度 A_l 应按以下公式计算：

$$A_l = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{C}_i - \bar{R}_i)}{n} \quad (\text{式 E.2})$$

3 当目标值为 $2 C_L \sim 5 C_L$ 时示测量精度 A_u 应按以下公式计算：

$$A_u = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{C}_i - \bar{R}_i) / \bar{R}_i}{n} \times 100\% \quad (\text{式 E.3})$$

式中：n 为某一试验条件下进行的试验次数；

\bar{C}_i 为某一试验条件下进行的试验传感器 5 分钟连续采样输出均值；

\bar{R}_i 为某一试验条件下进行的试验参考方法均值。

E.3 重复性不确定度与分辨力试验方法

E.3.1 温度传感器应在 23℃、湿度传感器应在 50%RH、甲醛、TVOC、CO₂、PM_{2.5} 传感器重复性试验应按表 E.1 进行

表 E.1 传感器重复性试验要求

目标值	温度℃	湿度%RH	重复次数 n
C_L	23±2	50±5	10

E.3.2 以上重复试验每次时间间隔 $T \leq 4(T_{90} + T_{10})$ 。

E.3.3 重复性不确定度计算方法

传感器重复性不确定度 μ_{re} 按照以下公式计算

$$\mu_{re} = \frac{h * S}{\sqrt{n}} / \bar{R} \quad (\text{式 E.4})$$

式中：h 为安全系数，n=3 时，h=2.3；

n 为试验重复次数；

\bar{R} 为目标值下的三次重复试验下传感器响应均值；

S为目标值下三次重复试验下传感器响应的标准偏差。

E.3.4 分辨力计算方法

分辨力实验是测试在整个输入量程内都能产生可观测的输出量变化的最小输入量变化，选择限值浓度下的分辨力为传感器分辨力。传感器分辨力 S 应按以下公式计算：

$$F=3S=3\sqrt{\frac{\sum(R_i-\bar{R})^2}{n-1}} \quad (\text{式 E.5})$$

式中：F 为传感器分辨力；

R_i 为传感器在某浓度下某次试验的响应；

\bar{R} 为某浓度下重复试验的响应均值；

n 为重复试验的次数。

E.4 漂移试验方法

E.4.1 传感器漂移试验应按照表 E.2 进行

表 E.2 漂移试验要求

目标浓度 C	温度℃	湿度%RH	实验时间	重复次数 n
C_1	25±2	50±5	0~5d	3
C_1			5~10d	
C_1			10~15d	

E.4.2 温度传感器应分别在-10℃和 23℃下，每隔 5d 进行漂移试验。

E.4.3 湿度传感器应分别在 30%RH 和 50%RH 下，每隔 5d 进行漂移试验。

E.4.4 试验以 t_0 为起始时刻，测试 15d 的漂移程度，每个浓度重复 3 次。其中 t_0 为某浓度试验的开始时刻。

E.4.5 漂移按以下计算方法分别计算零点漂移和限值浓度漂移

$$D=\frac{\max|R_{i, \max}-\bar{R}_i|}{\beta*\sqrt{n}*R_{i0}} \times 100\% \quad (\text{式 E.6})$$

式中： $R_{i, \max}$ 为某浓度某次试验 t_0+5d 时间周期内传感器响应最大值；

\bar{R}_i 为某浓度某次试验 t_0+5d 时间周期内传感器的响应均值；

β 为极差系数，n=3 时， $\beta=2.3$ ；

\bar{R}_{i0} 为某浓度第一次试验周期内传感器响应均值。

E.5 抗干扰试验方法

E.5.1 气体传感器干扰物试验宜按照表 E.3（但不限于）进行，传感器抗干扰试验方法如表 E.2 所示

表 E.3 传感器干扰物试验要求

甲醛传感器	TVOC 传感器	CO ₂ 传感器	限值 cg (mg/m ³)
CO	CO	CO	10
CO ₂	CO ₂	—	0.1% (体积分数)
SO ₂	SO ₂	SO ₂	0.5
NO ₂	NO ₂	NO ₂	0.24
CH ₃ CH ₂ OH	—	CH ₃ CH ₂ OH	5
NH ₃	NH ₃	NH ₃	0.2

表 E.4 传感器抗干扰试验方法

目标值 C	温度℃	湿度%RH	干扰物	重复次数 n
0	23±2	50±5	0	3
			Cg	
C _L			0	
			Cg	

E.5.2 抗干扰计算

传感器限值当量试验气体浓度值计算按照以下公式计算：

$$K = \frac{(R_{cg} - R_{c0})}{C_g(R_{c0} - R_0)} C_L \quad (\text{式 E.7})$$

式中： R_{cg} 为干扰气体浓度为 C_g 、试验气体浓度为 C_L 时传感器 3 次重复实验响应均值；

R_{c0} 为干扰气体浓度为 0、试验气体浓度为 C_L 时传感器 3 次重复实验响应均值；

R_0 为干扰气体浓度为 0、试验气体浓度为 0 时传感器 3 次重复实验响应均值。

E.6 灵敏度试验方法

E.6.1 温度传感器灵敏度试验应分别在目标值为-10℃、10℃、23℃、40℃下进行。

E.6.2 湿度传感器灵敏度试验应分别在目标值为 20%RH、30%RH、50%RH、80%RH 下进行。

E.6.3 其他传感器灵敏度试验应按照表 E.5 进行。

表 E.5 监测仪灵敏度试验要求

目标值	温度℃	湿度%RH	持续时间 (min)	重复次数 n
0	25±2	50±5	10	3
50% C _L				
C _L				
80%量程				

E.6.4 示值灵敏度的计算

传感器灵敏度 S 按以下公式计算：

$$S = \min \frac{R_i}{R_0} \quad (\text{式 E.8})$$

式中：S 为传感器灵敏度；

R_i 为传感器各目标值响应；

R_0 为传感器起点响应。

E.7 温湿度影响试验方法

E.7.1 温度试验

- 1 传感器温度试验应按照表 E.6 进行

表 E.6 温度影响试验要求

目标值 C mg/m ³	温度 °C	湿度 %RH	重复次数 n
C _L	15±2	50±5	3
	25±2		
	35±2		

- 2 当温度与传感器输出线性相关性低于 0.85 时，应在低温区域和高温区域分别增加测试点。
- 3 计算传感器响应与温度变化关系：

$$R_T = aT + b \quad \text{或者} \quad R_T = a_1 T^n + a_2 T^{n-1} \dots + a_n T + b. \quad (\text{式 E.9})$$

其中， R_T 为拟合后传感器响应输出，T 为环境温度， a_1 、 a_2 ... a_n 为温度系数。

E.7.2 湿度试验

- 1 传感器湿度试验应按照表 E.7 进行

表 E.7 湿度影响试验要求

目标值 C mg/m ³	温度 °C	湿度 %RH	重复次数 n
C _L	25±2	30±5	3
		50±5	
		70±5	

- 2 当湿度与传感器输出线性相关性低于 0.85 时，应在低湿区域和高湿区域分别增加测试点。
- 3 计算传感器响应与湿度变化关系：

$$R_H=aH+b \text{ 或者 } R_H=a_1H^n+a_2H^{n-1}\cdots+a_nH+b. \quad (\text{式 E.10})$$

式中： R_H 为拟合后传感器响应输出；

H 为环境温度；

a_1 、 a_2 ... a_n 为湿度系数。