

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ159—XXXX

代替 GBZ159—2004

工作场所空气中有害物质监测的采样规范

Specifications of air sampling for monitoring hazard substances in the workplace

征求意见稿

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 发布

前 言

根据《中华人民共和国职业病防治法》制定本标准。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准主要起草单位：中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、云南省疾病预防控制中心、广东省职业病防治院、浙江省医学科学院、无锡市疾病预防控制中心、江苏省疾病预防控制中心、北京市丰台区疾病预防控制中心。

本标准主要起草人：闫慧芳、潘兴富、李海斌、李刚、吴邦华、钱亚玲、刘德成、张峰、张龙连。

T ——劳动者在有害因素高浓度下的工作时间，单位为分钟（min）；

15——劳动者短时间接触有害因素限值规定的15min。

10.4 超限倍数计算值计算方法

按公式（6）计算超限倍数计算值。

$$E_{\text{超限倍数计算值}} = \frac{C_{15}}{PC-TWA} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{超限倍数计算值}}$ ——劳动者接触职业病危害因素超限倍数计算值；

C_{15} ——测得短时间加权空气中有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

$PC-TWA$ ——8h时间加权平均容许接触浓度，单位为毫克每立方米（mg/m³）；

- 5.1.1 空气采样泵的性能指标应符合 JJG956 的要求。
- 5.1.2 空气采样泵应具恒流功能，在环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $<95\%$ 条件下能正常运转。
- 5.1.3 采用空气采样泵配置的采样时间、温度、采样流量和采样体积等功能时，应对其进行校准和核查。
- 5.1.4 流量在 $20\text{mL}/\text{min}\sim 5\text{L}/\text{min}$ 范围的空气采样泵，在设备的流量范围内运转 8h 后流量前后变化 $\leq 5\%$ ；在负载 4.5kPa 下，运行噪声应 $<40\text{dB}(\text{A})$ 。
- 5.1.5 流量在 $5\text{L}/\text{min}\sim 20\text{L}/\text{min}$ 范围的空气采样泵，在设备的流量范围内运转 2h 后流量前后变化 $\leq 5\%$ ；在负载 4.5kPa 下，运行噪声应 $<60\text{dB}(\text{A})$ 。

5.2 空气收集器

5.2.1 滤料收集器

- 5.2.1.1 滤料应有明确的材质和孔径，孔径应均匀，阻力应 $<3\text{kPa}$ 。
- 5.2.1.2 收集器应具有气密性，使空气均匀通过，颗粒物在滤料上附着均匀。

5.2.2 固体吸附剂管

- 5.2.2.1 固体吸附剂颗粒物应均匀。
- 5.2.2.2 固体吸附剂管在 $200\text{mL}/\text{min}$ 流量下，阻力应 $<4\text{kPa}$ 。

5.2.3 吸收管

- 5.2.3.1 应具有气密性，在 $200\text{mL}/\text{min}$ 流量下，阻力应 $<4\text{kPa}$ 。
- 5.2.3.2 空气样品采样效率应满足检测方法规范要求。

5.2.4 采气袋

- 5.2.4.1 应具有气密性。
- 5.2.4.2 在环境温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，采气袋的材质对待测物质不产生吸附，或有物质释放。

5.2.5 粉尘预分离器

- 5.2.5.1 粉尘预分离器应具有气密性，在规定的流量下，阻力应 $<4\text{kPa}$ 。
- 5.2.5.2 呼吸性粉尘的预分离器应符合 B 曲线，空气动力学直径 $5\mu\text{m}$ 的采样效率应 $\geq 50\%$ 。

5.3 空气流量计

- 5.3.1 空气流量计应为 I 级，其阻力应 $<0.2\text{kPa}$ 。
- 5.3.2 空气流量计的适用范围应与样品采样的流量相匹配。

6 采样方法

6.1 个体采样

- 6.1.1 在无危害因素暴露场所，将空气收集器与采样泵连接后，参照有害因素的检测方法中推荐的流量范围和现场危害因素的浓度情况，将采样泵的流量调至拟采用的流量范围，串联收集器和流量计，测定通过收集器的空气流量并记录。

30~37	16
38~49	17
50	18
∞	22

9.2.3 优先采用对劳动者接触职业病危害因素的时间 100%覆盖。当采样方法无法满足整个工作时间采样时，可采用更换收集器的方法，使采集样品时间尽可能达到 100%覆盖劳动者接触职业病危害因素的时间；

9.2.4 当劳动者接触职业病危害因素时间内的危害因素的浓度变化不大时，采集样品时间至少应覆盖 70%~80%劳动者接触职业病危害因素的时间。

9.2.5 当劳动者的接触职业病危害因素存在周期性巡检作业时，样品采集时间应覆盖 2 个典型的周期性巡检接触时间段。

9.3 职业接触限值为短时间接触容许浓度（PC-STEL）和超限倍数的样品采集

9.3.1 可采用个体和定点采样方法进行样品采集。

9.3.2 根据现场调查，劳动者接触职业病危害因素浓度无明显波动时，可不进行 PC-STEL 和超限倍数样品采集。

9.3.3 在职业病危害因素浓度波动的工作地点或接触浓度高的工作时段，进行样品采集；当劳动者接触职业病危害因素高浓度时间小于或等于 15min 时，样品采集时间与劳动者接触时间一致；当劳动者接触职业病危害因素高浓度时间大于 15min 时，应根据职业病危害因素的特点，在劳动者接触职业病危害浓度高的时间段进行样品采集，每个样品的采集时间一般不大于 15min。

9.3.4 当职业病危害因素短时间接触浓度高的时间段根据现场调查无法确定时，应根据现场调查预估高浓度暴露时间所占比例，应按照表 2，在 8h 的 32 个时间段采用随机的方法进行现场样品采集。

表2 置信水平为 90%时采集样品数目

每个样品采集时间	预估高浓度暴露时间段比例	最小样本量
15min	20%	9个
	10%	16个

9.4 最高容许浓度（MAC）的样品采集

9.4.1 可采用个体采样方法和定点采样方法进行样品采集。

9.4.2 根据现场调查，在预期职业病危害因素浓度高的时间段进行样品采集；在职业病危害因素浓度波动的工作地点或接触高的工作时段，应根据职业病危害因素的特点，进行短时间样品采集，每个样品的采集时间一般小于或等于 15min。

9.4.3 当根据现场调查，职业病危害因素接触浓度存在波动，且高浓度时间段无法确定时，应根据现场调查预估高浓度暴露时间所占比例，应按照表 3，采用随机的方法进行现场样品采集。

表3 置信水平为 90%时采集样品数目

每个样品采集时间	预估高浓度暴露时间段比例	最小样本量	8h分解时间段
15min	20%	9个	32个
	10%	16个	
10min	20%	9个	48个
	10%	17个	

工作场所空气中有害物质监测的采样规范

1 范围

本标准规定了工作场所空气中有害物质监测的采样方法和技术要求。

本标准适用于工作场所空气中有害物质的接触浓度是否符合职业接触限值要求的样品采集，其它类型检测可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

- GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分 化学有害因素
- GBZ/T224 职业卫生名词术语
- JJG956 中华人民共和国国家计量检定规程
- ISO18158 工作场所空气-术语 (workplace air -Terminology)

3 名词和术语

GBZ/T 224界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作场所 workplace

劳动者进行职业活动的地点和区域。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.1.6.2]

3.2

呼吸性粉尘 respirabledust

能够进入人体肺泡区（无纤毛呼吸性细支气管、肺泡管、肺泡囊）的粉尘。

注：改写GBZ/T224-2010，定义6.3.2。

3.3

气溶胶 aerosol

颗粒物和气体（蒸气）悬浮在气体介质中所形成的的混合物。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.1.4.1]

3.4

6.1.2 将采样泵佩戴在采样对象腰部，收集器的进气口佩戴在采样对象的呼吸带；开启采样泵进行空气样品的采集，并记录开启时间。

6.1.3 采样结束时，将采样泵和收集器从采样对象上取下，关闭采样泵，封闭收集器的进气口，记录关闭时间；当采样持续时间 $\geq 30\text{min}$ 时，将其带至无危害因素暴露场所，串联流量计后测定通过收集器的流量并记录。

6.1.4 通过收集器的空气流量前后变化应 $\leq 5\%$ ；当流量前后变化 $> 5\%$ 时，应更换空气采样泵，并重新进行样品采集。

6.2 定点采样

6.2.1 在无危害因素暴露场所，将空气收集器与采样泵连接后，参照有害因素的检测方法中推荐的流量范围和现场危害因素的浓度情况，将采样泵的流量调至拟采用的流量范围，串联收集器和流量计，测定通过收集器的空气流量并记录。

6.2.2 将采样泵设置在在劳动者操作的区域内，收集器的进气口尽量靠近采样对象的呼吸带，开启采样泵进行空气样品的采集，并记录开启时间。

6.2.3 采样结束后，关闭采样泵，记录关闭时间；将其从支架上取下，封闭收集器的进气口，并带至无危害因素暴露场所。

6.2.4 当采样持续时间 $\geq 30\text{min}$ 时，应串联流量计后测定通过收集器的空气流量，并记录。

6.2.5 通过收集器的空气流量前后变化应 $\leq 5\%$ 。

7 质量控制

7.1 采样人员应具有职业卫生相关专业知识和掌握现场调查和采样技术。

7.2 用人单位应保障采样实施时生产状况处于正常状态，并具有代表性。

7.3 采样前应对收集器的气密性进行检查；采样时应避免有害物质直接飞溅入空气收集器内；空气收集器的进气口应避免被衣物等阻隔；用无泵型采样器采样时应避免风扇等直吹。

7.4 样品采集应根据现场危害因素浓度情况确定适合的采样流量和采样时间，避免发生超出样品收集器的穿透容量。

7.5 样品采集过程中应检查采样仪器设备运行情况是否正常。

7.6 采集后的样品应密闭存放，存放的容器应不对样品造成污染或交叉污染；样品按照检测标准方法的要求进行运输和保存。

7.7 实验室应保留 2-3 个收集器空白；现场应制备 3 个样品空白。

7.8 在采样点环境温度低于 5°C 、高于 35°C 、大气压低于 98.8kPa 或高于 103.4kPa 时，应按公式(1)将采样体积换算成标准采样体积。

$$V_{20} = V_t \times \frac{293}{273+t} \times \frac{p}{101.3} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_{20} ——标准采样体积，单位为升(L)；

V_t ——在气体温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 、大气压为 p 时的采样体积，单位为升(L)；

t ——采样点的气体平均温度，单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)；

p ——采样点的大气压，单位为千帕(kPa)。

7.9 采样时应注意气体温度、湿度、风速等环境条件对采样准确度的影响。

8 现场调查和确定同质暴露组

8.1 现场调查

8.1.1 为正确选择采样点、采样对象、采样方法和采样时机等，应在采样前对工作场所进行现场调查，现场调查内容应包括但不限于下列内容。

8.1.2 现场总平面布置图。

8.1.3 各车间劳动定员、工作班制、工种或岗位划分、工作性质（固定式或流动性等）和工作内容。

8.1.4 生产工艺流程（图）、原辅材料（名称、成分、用量）、中间产物、副产品、产品（名称、成分、产量）、车间生产设备（名称、数量、参数）、设备布局（图）、生产工艺的自动化程度（原料投入方式）等。

8.1.5 防护设施设置和运转情况（位置、名称、数量、参数）。

8.1.6 个人使用的职业病防护用品配备和佩戴情况（名称、技术参数、更换周期）。

8.2 确定同质暴露组

根据现场调查的情况，或职业病危害因素检测情况，在分析工艺过程、工作类型和有害因素种类的基础上，结合工作任务分析进行分类，以及暴露影响因素相同或相近，划分职业病危害因素同质暴露组。

9 职业病危害因素样品采集

9.1 依据现场调查和职业病危害因素检测情况，首选暴露风险可能最高的同质暴露组，进行职业病危害因素接触情况符合性检测。

9.2 职业接触限值为时间加权平均容许接触浓度（PC-TWA）的样品采集

9.2.1 优先采用个体采样方法，对劳动者接触职业病危害因素进行样品采集；当采样方法无法满足个体采样时，可用定点采样方法对劳动者接触职业病危害因素进行采集，样品采集应包括所有接触职业病危害因素的工作地点和活动区域。

9.2.2 根据同质暴露组的劳动者数量，按照表1，采用随机的原则，选择采样对象的数量。

表1 90%置信水平下采样对象的数目

劳动者数量	需要采样对象数量
≤7	所有
8	7
9	8
10	9
11~12	10
13~14	11
15~17	12
18~20	13
21~24	14
25~29	15

5min	20%	10个	96个
	10%	22个	

9.4.4 当根据现场调查，职业病危害因素接触浓度无明显波动时，可随机选择时段进行样品采集。

10 数据计算

10.1 标准采样体积换算

按公式（1）进行标准采样体积换算。

10.2 时间加权平均接触浓度（ C_{TWA} ）计算方法

10.2.1 采样一个全程样品按公式（2）计算时间加权平均接触浓度。

$$C_{TWA} = \frac{C \cdot T}{8} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

C_{TWA} ——劳动者8h时间加权平均接触有害因素浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

C ——测得空气中有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

T ——劳动者在有害因素浓度下的工作时间，单位为小时（h）。

10.2.2 采集多个空气样品按公式（3）计算时间加权平均接触浓度。

$$C_{TWA} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + C_3 T_3 + \dots + C_n T_n}{8} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

C_{TWA} ——劳动者8h时间加权平均接触有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

C_1 、 C_2 、 C_n ——测得空气中有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

T_1 、 T_2 、 T_n ——劳动者在相应的有害因素浓度下的接触时间，单位为小时（h）；

8——时间加权平均容许浓度规定的8h。

说明：当 C_1 、 C_2 、 C_n 的检测结果低于最低定量浓度时，以最低定量浓度值计算。

10.2.3 40h工作周时间加权平均接触浓度按公式（4）计算。

$$C_{40TWA} = \frac{C_1 T_1 + C_2 T_2 + C_3 T_3 + \dots + C_n T_n}{40} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C_{40TWA} ——劳动者40h时间加权平均接触有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

C_1 、 C_2 、 C_n ——测得第1天、第2天——第n天空气中有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

T_1 、 T_2 、 T_n ——劳动者在第1天、第2天——第n天有害因素浓度下的接触时间，单位为小时（h）；

40——时间加权平均容许浓度规定的40h工作周。

10.3 短时间加权平均接触浓度 C_{STEL} 计算方法

按公式（5）计算短时间加权平均接触浓度。

$$C_{STEL} = \frac{C \cdot T}{15} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

C_{STEL} ——劳动者短時間接触有害因素浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

C ——测得空气中有害因素的浓度，单位为毫克每立方米（ mg/m^3 ）；

呼吸带 breathing zone

人口鼻附近所包含的空气带（以口鼻为圆点，半径为300mm的前半球区域的空气）。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.1.5.5]

3.5

个体采样 personal sampling

将采样器佩戴于人体上，用于采集人体呼吸带部位空气中的气体、蒸气和（或）大气颗粒物，以测量化学和生物因素暴露的过程。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.1.3]

3.6

定点采样 area sampling

将采样器放置于某一选定的采样点，用于收集空气中的气体、蒸气和（或）大气颗粒物，以测量化学和生物因素暴露的过程。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.1.4]

3.7

空气采样器 air sampler

从周围空气中分离和（或）收集有害物质的装置。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.2.1]

3.8

无泵型采样器 passive sampler

将气体、蒸气或颗粒物采集到采样介质上而不需抽气动力的采样器。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.2.1.1]

3.9

收集器空白 blank sampler

取自与实际采样的收集器同一批次的，未经使用的实验室留存的收集器。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.3.8]

3.10

样品空白 field blank

除不采集样品外，其制备与其他样品完全相同，包括采样准备、收集器安装、样品运输和储存。

[ISO18158 工作场所空气-术语，2.2.3.9]

3.11

穿透体积 breakthrough volume

气体或蒸气通过收集器进行样品采集，在超出收集器的吸附容量时，所采集的气体或蒸气的体积。

[ISO18158 工作场所空气-术语, 2.2.3.11]

3.12

穿透容量 penetration capacity

收集器在采集空气样品过程中, 发生穿透时所吸附待测物的量。

注: 改写GBZ/T224-2010, 定义6.2.20。

3.13

采样效率 sampler efficiency

气溶胶收集器在稳定空气中采集到的各种不同空气动力学直径的颗粒物所占待测空气中颗粒物的百分比。

[ISO18158 工作场所空气-术语, 2.2.3.12]

3.14

最低定量浓度 minimum quantitation concentration

采集一定量体积的空气样品, 按照检测方法进行分析, 在90%置信水平下准确定量检测空气样品中待测物的最低浓度。

注: 改写GBZ/T224-2010, 定义6.1.9。

3.15

标准采样体积 standard sampling volume

在气体温度为20℃, 气压为101.3 kPa (760mmHg) 下, 采集空气样品的体积, 以 V_{20} 表示。

注: 改写GBZ/T224-2010, 定义6.2.10。

3.16

同质暴露组 homogeneous exposures group

在生产过程中, 岗位/工种和工作内容相同或相近, 且影响暴露的因素也相同, 接触职业病危害因素的浓度接近的暴露人群。

4 基本要求

4.1 应满足GBZ 2.1对采样的要求。

4.2 应满足工作场所环境条件对采样的要求。如在易燃、易爆工作场所采样时, 应采用防爆型空气采样器。

4.3 采样应有两人配合进行操作, 同时应做好相应的记录。

4.4 采样和现场检测人员应配备个人使用的防护用品。

5 采样设备的性能要求

5.1 空气采样泵