

中华人民共和国国家职业卫生标准

GBZ/T XXX—XXXX
代替 GBZ/T 192.1—2007

工作场所空气中粉尘测定

第 1 部分：总粉尘浓度

Determination of dust in the air of workplace

Part 1: Total dust concentration

(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健康委员会 发布

前 言

根据工作场所空气中粉尘测定的特点，GBZ/T 192分为以下五部分：

- 第1部分：总粉尘浓度；
- 第2部分：呼吸性粉尘浓度；
- 第3部分：粉尘分散度；
- 第4部分：游离二氧化硅含量；
- 第5部分：石棉纤维浓度。

本标准代替GBZ 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定 第1部分：总粉尘浓度》，与GBZ 192.1—2007相比，主要技术变化如下：

——增加了样品空白（blank sample）的采集测定，并将样品空白用于校正粉尘浓度（见征求意见稿7.5）；

——增加了采样器的校正（见征求意见稿6.1）；

——增加了称量条件和质量控制（见征求意见稿9.2）；

——删除了分析天平感量（0.1 mg）的相关要求（见征求意见稿4.3）。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由国家卫生健康标准委员会职业健康标准专业委员会负责技术审查和技术咨询，由中国疾病预防控制中心负责协调性和格式审查，由国家卫生健康委职业健康司负责业务管理，法规司负责统筹管理。

本标准起草单位：华中科技大学、国家卫生健康委职业安全卫生研究中心、中国疾病预防控制中心职业卫生与中毒控制所、深圳市职业病防治院、江苏省疾病预防控制中心、山东省职业卫生与职业病防治研究院、武汉市职业病防治院。

本标准主要起草人：马继轩、陈卫红、杨磊、樊晶光、叶萌、张明、张锋、张美辨、张志虎、易桂林。

本标准及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1985年首次发布为GBZ 5784—1984；

——2007第一次修订，GBZ/T 192.1—2007工作场所空气中粉尘测定第1部分总粉尘浓度；

——本次为第二次修订。

工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分：总粉尘浓度

1 范围

本部分规定了工作场所空气中总粉尘（简称总尘）浓度的测定方法。
本部分适用于工作场所空气中总粉尘浓度的测定。

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。

GBZ 159 工作场所空气中有害物质监测的采样规范

GBZ/T 224 职业卫生名词术语

ISO 15767 工作场所空气—气溶胶样本称量中不确定性的控制和特点（Workplace atmospheres — Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols）

3 术语和定义

GBZ/T 224界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

采样点 sampling spot(s)

根据监测需要和工作场所状况，选定具有代表性的、用于空气样品采集的工作地点。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.2]

3.2

呼吸带 breathing zone

距离人的鼻孔 30 cm 所包含的空气带。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.3]

3.3

定点采样 area sampling

将空气收集器放置在选定的采样点进行的采样。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.4]

3.4

个体采样 personal sampling

将空气收集器佩带在检测对象的呼吸带部位所进行的采样。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.5]

3.5

采样时间 sampling duration

每次采样从开始到结束所持续的时间。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.6]

3.6

长时间采样 long-time sampling

采样时间在 1 h 以上的采样。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.7]

3.7

短时间采样 short-time sampling

采样时间 ≤ 15 min 的采样。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.8]

3.8

采样流量 sampling air-flow

在采集空气样品时，每分钟通过空气收集器的空气体积。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.9]

3.9

空气采样器 air sampler

以一定的流量采集空气样品的仪器，通常由抽气动力和流量调节装置等组成。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.2.12]

3.10

空气动力学直径 aerodynamic diameter

某种粉尘粒子，无论其直径大小、密度和几何形状如何，在静止或层流空气中、其沉降速度若与一种密度为 1 的球形粒子相同时，则该球形粒子的直径即为某种粉尘粒子的空气动力学直径 (μm)。

[来源：GBZ/T 224—2010,6.3.6]

4 原理

空气中总粉尘用已知质量的滤膜采集，由滤膜的增量和采气量计算出空气中总粉尘的质量浓度。

5 仪器设备和称量条件

5.1 滤膜：过氯乙烯滤膜或其他测尘滤膜。空气中粉尘浓度 ≤ 50 mg/m^3 时，用直径 40 mm 或 ≤ 37 mm 的滤膜；粉尘浓度 > 50 mg/m^3 时，用直径 75 mm 的滤膜。

5.2 粉尘采样器：包括采样夹和采样器两部分。

——粉尘采样夹：可安装直径 40 mm 或 75 mm 的滤膜，用于定点采样。

——小型塑料采样夹：可安装直径 ≤ 37 mm 的滤膜，用于个体采样。

——采样器：性能和技术指标应符合我国标准的规定，需要防爆的工作场所应使用防爆型采样器。用于个体采样时，流量范围为 1 L/min~5 L/min；用于定点采样时，流量范围为 5

L/min~80 L/min, 应该按照采样器各自的技术要求确定。用于长时间采样时, 采样器应能满足连续运转时间 ≥ 8 h。

- 5.3 分析天平: 感量 0.01 mg。
- 5.4 秒表或其他计时器。
- 5.5 干燥器: 内盛变色硅胶。
- 5.6 镊子。
- 5.7 除静电器。
- 5.8 称量条件: 使用高灵敏度的天平, 应该特别注意称量条件
 - 天平应该放置在稳定的台子上, 以避免震动。应远离门窗和风道, 避免空气湍流, 否则影响天平读数。
 - 气温和气湿的误差应控制在 ± 2 °C和 $\pm 5\%$ RH 范围内(例如: 气温 20 ± 2 °C, 气湿 $50 \pm 5\%$ RH)。

6 采样前准备

6.1 采样器的准备

在连接采样装置(例如: 安装有滤膜的采样头)的情况下, 用标准流量计(例如: 皂膜流量计)校正采样泵的空气流量。

6.2 滤膜的准备

- 6.2.1 干燥: 称量前, 将滤膜置于干燥器内干燥 2h 以上。
- 6.2.2 称量: 用镊子夹取适应后的滤膜, 除去滤膜的静电, 在分析天平上做第一次(也称采样前)称量。在衬纸和记录表上均记录滤膜的质量(W_1 , mg)和编号。注意在每一次称量前, 天平调零。
- 6.2.3 安装: 将称量好的滤膜安装在滤膜夹内, 滤膜毛面应朝向进气方向, 滤膜应平整放置, 不能有裂隙或褶皱。安装好滤膜后, 滤膜夹的盖要盖紧, 或放到滤膜盒里, 携带到现场使用。
- 6.2.4 样品空白: 样品空白所用滤膜的称量准备按照步骤 6.2.1~6.2.3 进行, 所需要的数量参见 GBZ 159, 每批采样设置 2 个~10 个样品空白。

7 采样

7.1 采样要求

粉尘定点采样在厂矿地点和位置的选择可参照 GBZ/T 192.1 附录 A。根据粉尘检测的目的和要求, 可采用定点或个体采样。

7.2 定点采样

在采样地点, 将装好滤膜的粉尘采样头设置在呼吸带高度, 以采样头所要求的气流速率采集粉尘样本。若使用传统的总尘采样器(40 mm 直径滤膜), 其气流速率可根据现场浓度设定。

7.3 个体采样

在采样地点, 将装好滤膜的小型塑料采样夹, 佩戴在采样对象的前胸上部, 进气口尽量接近呼吸带, 以 1 L/min ~ 5 L/min 流量采集 1 h~8 h 空气样品(由采样现场的粉尘浓度和采样器的性能等确定)。

7.4 采样时间

采样时间的长短应该根据调查目的而定，应该注意样本增重（参见 7.6）。

7.5 样品空白

样品空白经历与粉尘样本完全相同的处理，样品空白在采样地点其制备过程除不主动采集工作场所空气外，其余操作与空气样品完全相同。

7.6 粉尘增重 (Δm) 要求

无论定点和个体采样，要根据现场空气中粉尘的浓度、滤膜直径大小、采气流量和采样时间来估计滤膜上的粉尘增重。增重的上限在个体采样小滤膜（直径 ≤ 37 mm）不超过 5 mg，在定点采样大滤膜（直径 40 mm）不超过 10 mg，防止滤膜过载造成粉尘脱落，直径 75 mm 滤膜不受此限。在采样过程中，尤其长时间采样，若过载，应注意更换干净备用的采样头和滤膜。

8 样本的保存和运输

采样后，自采样头取出滤膜夹（采集有粉尘的滤膜位于滤膜夹内），盖好盖子，置于清洁容器内，常温下运输和保存。运输中应避免过度震动，防止粉尘脱落。

9 样本的称量和质量控制

9.1 样品的称量

称量前，将采样后的滤膜至于干燥器内 2h 以上，去除静电，天平调零，在分析天平上准确称量。称量所有的滤膜，包括粉尘样本和样品空白。记录采样后滤膜的质量， W_2 (mg)。还要观察，记录滤膜任何明显的变化（例如：可见的颗粒、过载、泄露、潮湿、撕裂等）。

9.2 称量条件和质量控制

使用高灵敏度的天平，应该特别注意称量条件。天平应该放置在稳定的台子上，以避免震动。应远离门窗和风道，避免空气湍流，否则影响天平读数。气温和气湿的误差应控制在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 和 $\pm 5\%$ RH 范围内（例如气温 $20\pm 2^\circ\text{C}$ ，气湿 $50\pm 5\%$ RH）。

10 浓度的计算

10.1 按式 (1) 计算空气中总尘的浓度：

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{Q \cdot t} \times 1000 \quad (1)$$

式中：

- C = 空气中粉尘的浓度(mg/m³);
- W₁ = 采样前滤膜的质量(mg);
- W₂ = 采样后滤膜的质量(mg);
- B₁ = 采样前样品空白滤膜的平均质量(mg);
- B₂ = 采样后样品空白滤膜的平均质量(mg);
- Q: 采样流量, L/min;
- t: 采样时间, min。

10.2 空气中总粉尘时间加权平均浓度按 GBZ 159 规定计算。

11 说明

11.1 本法为基本方法（称重法，测定粉尘的质量浓度），如果用其他仪器或方法测定粉尘浓度时，须以本法为基准。

11.2 本法的最低检出浓度为 0.2 mg/m^3 （以 0.01 mg 天平，采集 500 L 空气样品计）。

11.3 采样前后，滤膜称量应使用同一台分析天平，且每次称量均需调零。

11.4 测尘滤膜通常带有静电，影响称量的准确性，因此，应在每次称量前除去静电。

12 正确使用本文件的说明

正确使用本文件的说明见附录 A。

附 录 A
(资料性)
正确使用本文件的说明

A.1 工厂粉尘定点采样点和采样位置的确定

A.1.1 采样点

A.1.1.1 一个厂房内有多台同类产生尘设备生产时，3台及以下者选1个采样点，4台至10台者选2个采样点，10台以上者，至少选3个采样点；同类设备处理不同物料时，按物料种类分别设采样点：单台产生尘设备设1个采样点。

A.1.1.2 移动式产生尘设备按经常移动范围的长度设采样点。20 m 以下者设 1 个，20 m 以上者在装、卸处各设 1 个采样点。

A.1.1.3 在集中控制室内，至少设1个采样点，操作岗位也不得少于1个采样点。

A.1.1.4 皮带长度在 10 m 以下者设 1 个采样点；10 m 以上者在皮带头、尾部各设 1 个采样点。高式皮带运输转运站的机头、机尾各设 1 个采样点；转运站设 1 个采样点。

A.1.2 采样位置

采样位置选择在接近操作岗位的呼吸带高度。

A.2 地下矿山（金属矿、非金属矿）和隧道工程粉尘定点采样点和采样位置的确定

A.2.1 采样点

A.2.1.1 掘进按工作面各设1个采样点。

A.2.1.2 洞室型采场按凿岩、运矿等作业类别设采样点。巷道型采场按作业的巷道数设采样点，切割工程量在50 m³以上的采场工作面设1个采样点，开凿漏斗时以一个矿块为1个采样点。

A.2.1.3 漏斗放矿按采场设采样点，但在同一风流中相邻的几个采场同时放矿时，只设1个采样点，巷道型采矿法出矿按巷道数设采样点。使用皮带转载机运输时，每一皮带转载机、装车站、翻车笼等各设1个采样点。溜井的倒矿和放矿分别设1个采样点。主要运输巷道按中段数设采样点。

A.2.1.4 破碎洞室设1个采样点。

A.2.1.5 打锚杆、搅拌混凝土、喷浆当月在5个班以上时，分别设采样点。

A.2.1.6 更衣室设1个采样点

A.2.2 采样位置

A.2.2.1 凿岩作业的采样位置，设在距工作面3~6 m回风侧。机械装岩作业、打眼与装岩同时作业和掘进机与装岩机同时作业的采样位置，设在距装岩机4~6 m的回风侧；人工装岩在距装岩工约1.5 m的下风侧。普通法掘进天井的采样位置，设在安全棚下的回风侧；吊罐或爬罐法掘进天井的采样位置，设在天井下的回风侧。

A.2.2.2 洞室型、巷道型采场作业的采样位置，设在距产尘点3~6 m的回风侧；多台凿岩机同时作业的采样位置，设在通风条件较差的一台处。电耙作业的采样位置，设在距工人操作地点约1.5 m处。

A. 2.2.3 溜井和漏斗的倒矿和放矿作业的采样位置，设在下风侧约3 m处。皮带转载机、装车站、翻罐笼等产尘点的采样位置，均设在产尘点下风侧1.5~2 m处。主要运输巷道的采样位置，设在污染严重的地点。

A. 2.2.4 喷浆、打锚杆作业的采样位置，设在距工人操作地点下风侧5~10 m处。

A. 3 露天矿山粉尘定点采样点和采样位置的确定

A. 3.1 采样点

A. 3.1.1 每台钻机（潜孔钻、牙轮钻、冲击钻等）的司机室内设1个采样点，钻机处设1个采样点。台架式风钻（包括轻型、重型凿岩机）凿岩，按工作面设采样点。

A. 3.1.2 每台电铲、柴油铲的司机室内设1个采样点，司机室外设1个采样点。每台铲运机司机室内设1个采样点，司机室外设1个采样点。每台装岩机设1个采样点。每个人工挖掘工作面设1个采样点。

A. 3.1.3 车辆（汽车、电机车、内燃机车、推土机和压路机等）的司机室内设一个采样点。其他运输（索道、皮带、斜坡道、板车、人工等运输）在转运点或落料处设采样点。

A. 3.1.4 一条工作台阶路面设1个采样点。永久路面（采矿场到卸矿仓或废石场之间）设2~4个点。

A. 3.1.5 每个二次爆破凿岩区设1个采样点。

A. 3.1.6 每个废石场、卸矿仓、转运站的作业处各设1个采样点。

A. 3.1.7 每一个独立风源设1个采样点。

A. 3.1.8 溜矿井的倒矿和放矿处分别设采样点。计量房、移动式空压机站分别设1个采样点。保养场、材料库、卷扬机房、水泵房和休息室等处，均应分别设1个采样点。

A. 3.2 采样位置

A. 3.2.1 电铲、钻机、铲运机、车辆等司机室内的采样位置，设在司机呼吸带内。

A. 3.2.2 钻机外的采样位置，设在距钻机3~5 m的下风侧。铲运机外的采样位置，设在距铲岩处1.5~3 m的下风侧。台架式风钻凿岩的采样位置，设在距工人操作处1.5~3 m的下风侧。

A. 3.2.3 电铲外的采样位置，设在电铲装载和卸载中点的下风侧。装岩机及人工挖掘工作面的采样位置，设在距挖掘处1.5~3 m的下风侧。

A. 3.2.4 机动车辆以外的其他运输作业的采样位置，设在距转运点或落料处1.5~3 m的下风侧。工作台阶路面，永久路面的采样位置，设在扬尘最大地段的下风侧。

A. 3.2.5 二次爆破凿岩区的采样位置，设在距凿岩处3~5 m的下风侧。

A. 3.2.6 废石场、卸矿仓、转运站的采样位置，均设在卸载处的下风侧。

A. 3.2.7 独立风源的采样位置，设在采场的实际上风侧，而且不应受采场内任何含尘气流的影响。溜矿井倒矿、放矿作业的采样位置，设在距井口5~10 m的下风侧。计量房、移动式空压机站、保养场、水泵房等场所的采样位置，设在工人操作呼吸带高度。

A. 4 煤矿井下作业粉尘定点采样点和采样位置的确定

A. 4.1 采煤作业面的采样点

A. 4.1.1 炮采作业面在钻孔工人运煤工作处设1个采样点。

A. 4.1.2 机采、综采作业面、采煤机司机、助手工作处各设1个采样点，运煤工作处设1个采样点。

A. 4.1.3 顶板作业处设1个采样点。

A. 4.2 掘进作业面的采样点

A. 4.2.1 岩石掘进、半煤岩掘进、煤掘进工作面的凿岩工、运矿工作处设1个采样点。

A. 4.2.2 矿车司机工作处设1个采样点。

A. 4.3 采样位置

A. 4.3.1 凿岩工采样位置设在距工作面3~6 m的回风侧，运矿作业采样位置设在距工人工作处3~6 m下风侧。

A. 4.3.2 采煤机司机及助手作业设在距工人操作处1.5 m下风侧。

A. 4.3.3 顶板支护工作业处采样位置距工人作业点1.5 m下风侧。

A. 5 车站、码头、仓库产尘货物搬运存放时粉尘定点采样点和采样位置的确定

A. 5.1 采样点

A. 5.1.1 车站、码头、仓库、车船等装卸货物作业处，分别设1个粉尘采样点，皮带输送货物时，装卸处分别设1个采样点。

A. 5.1.2 车站、码头、仓库存放货物处，分别设1个采样点。

A. 5.1.3 人工搬运货物时，来往行程超过30 m以上者，除装卸处设粉尘采样点外，中途设1个采样点。

A. 5.1.4 晾晒粮食时，设1个采样点。

A. 5.1.5 物品存放仓库内接触粉尘时，在包装、发放处各设1个采样点。

A. 5.2 采样位置

采样位置一般设在距工人2 m左右呼吸带高度的下风侧；粮食囤边采样，应距囤10 m左右。

卫生标准制（修）订项目编号：20xxxxxx

工作场所空气中粉尘测定 第1部分：总粉尘浓度

Determination of dust in the air of workplace

Part 1: Total dust concentration

（征求意见稿）

编制说明

华中科技大学

2021年07月16日

一、项目基本情况

（一）任务来源与项目编号

根据《中国疾病预防控制中心关于 2021 年度国家卫生健康标准职业健康专业修订项目的通知》（中疾控标准便函〔2021〕881 号），本项目由国家卫生健康委列入 2021 年卫生标准制修订计划项目，项目名称《工作场所空气中粉尘测定 第 1 部分：总粉尘浓度》。

（二）各起草单位和起草人承担的工作

序号	姓名	性别	职称/职务	单 位	所承担的工作
1	马继轩	男	副研究员	华中科技大学	负责人，课题设计和实施
2	陈卫红	女	教授	华中科技大学	课题设计和实施
3	杨磊	男	教授	华中科技大学	课题设计和实施
4	樊晶光	男	教授级高级工程师	国家卫生健康委职业安全卫生研究中心	现场调查和组织实施
5	叶萌	男	研究员	中国疾控中心职业卫生与中毒控制所	现场调查和组织实施
6	张明	男	主任医师	深圳市职业病防治院	方法论证和标准成文
7	张锋	男	主任医师	江苏省疾病预防控制中心	方法论证和标准成文
8	张美辨	男	主任医师	中国疾控中心职业卫生与中毒控制所	方法论证和标准成文
9	张志虎	男	研究员	山东省职业卫生与职业病防治研究院	方法论证和标准成文
10	易桂林	女	主任医师	武汉市职业病防治院	方法论证和标准成文

（三）起草过程

1. 前期基础

2021 年，我们接受了标准研究课题《工作场所空气中粉尘测定第 1 部分：总粉尘浓度》的修订。并为此次标准修订做了一些基础研究工作，例如：①在武汉两家船舶制造厂采样测定电焊烟尘，现场研究总粉尘（total dust，以下简称：总尘）采样测定中的影响因素，主要包括现场空白、去除静电效应、以及大型总尘采样器（气流速率高）

提高样本增重的作用。主要研究结果已在职业卫生领域国际期刊 *J Occup Health* 发表。②对前期 10 余家厂矿粉尘采样的结果做了进一步分析，用于这次标准方法修订，这项研究结果在 *Ann Occup Hyg* 发表。同时，也在中华劳动卫生职业病杂志以及工业卫生与职业病等专业杂志发表。③与德国矿山和原材料职业同行公会劳动卫生研究所（Institut für Gefahrstoff-Forschung, IGF, BGRCI）开展合作研究，在该研究所风洞内实验比较了我国引进的德国 FSP-2 呼吸性粉尘采样器的采集特性和效率。④邀请德国专家 Dr. Dahmann 来华讲学：《工作场所超细气溶胶采样测定技术》。国内外劳动卫生标准、尤其粉尘采样测定技术的发展，以及我们自己研究和实践经验的积累是编制本方法的基础。

2. 项目启动

根据国家卫生健康委公共卫生标准体系升级改造工作要求和疾病预防控制中心 2021 年公共卫生标准研究制定工作计划，2021 年 7 月 6-7 日在贵州省组织召开了卫生健康标准宣贯工作研讨会暨职业健康标准专业卫生健康标准修订启动会。

3. 现场工作进程（包括但不限于根据时间序列概述以下等工作的简要情况）：

（1）项目开展的预调查。

查阅文献资料，制定实施方案。此间，德国同事提供了一些重要的文献，如劳动卫生 3 个组分粉尘采样指南 prCEN/TR 15230:2005 (E)，还给了他们自己实验室的粉尘采样规定，尤其他们如何用实验室空白来控制称量。

（2）现场调查。

现场粉尘采样调查和数据分析，在两家船舶制造厂采样调查，现场研究总尘采样测定中的影响因素。对前期 10 余家厂矿粉尘采样数据做了进一步分析。

（3）现场验证。

本标准中涉及的现场空白等问题在武汉市某汽车零部件厂的电焊烟尘和湖北省大冶某铁矿的粉尘采集中分别进行了现场验证。

（4）实验室验证。

本标准中涉及的样品空白等问题在武汉市职业病防治院、武汉科技大学医学院公共卫生学院、湖北省疾病预防控制中心和湖北中医药大学检验学院分别进行了实验室验证。

4. 文本修改过程

（1）起草初稿

2021年6月-7月对所得资料进行分析、整理和数据统计，编写标准文本和编制说明。

（2）专家讨论

2021年7月召集各参与单位，讨论标准的初稿，并进行修订。

（3）社会征求意见。

2021年9月7日-14日征求了19家单位31位非标委会委员的意见。

（4）社会意见研究处理过程和结果。

2021年9月15日-22日针对31位非标委会委员的意见进行了逐条回复和说明。

二、与相关规范性文件和其他标准的关系

本标准作为推荐性国家职业卫生标准，与《中华人民共和国职业病防治法》配套，格式依据 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》给出的规则编写。

与本标准相关的文件和标准有 GBZ 159—2004《工作场所空气中有害物质监测的采样规范》和 GBZ/T 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定，第1部分：总粉尘浓度》。其中，本标准是在 GBZ/T 192.1—2007《工作场所空气中粉尘测定，第1部分：总粉尘浓度》的基础上修订而成的。其区别是本标准修订了样品空白、采样器的流量校准和称量条件。

三、国外相关规定和标准情况的对比说明

目前国际标准组织（International Organization for Standardization, ISO）发布的 ISO 15767:2009 《Workplace atmospheres - Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols》、欧盟标准委员会 CEN 发布的 CEN/TR 15230: 2005 《Workplace atmospheres - Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions》、美国职业安全与卫生研究所（National institute of occupational safety and health, NIOSH）发布的 0500 《PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, TOTAL》和英国健康安全实验室（Health and Safety Laboratory, HSE）发布的 MDHS14/3 《General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and inhalable dust》均有空白样本以及检出限值等的相关要求。以上指标很大程度上可以有效的控制在采样过程中以及实验室称重过程中因不可控因素所造成的误差。

四、各项技术内容的依据

本次标准修订在原有 2007 年的基础上增加了现场空白样本、最低检出限、滤膜与天平室微小气候的适应等质量控制的指标，总粉尘采样测定方法均包含这些指标，具体依据如下：

4.1 现场空白样本

工作场所空气中粉尘浓度采样测定时，国际标准方法一般设置了现场空白^[1,2,3,4]，来控制采样测定过程中可能发生的污染以及称重分析中的不确定性。

国际 ISO 认为现场空白（field blank）系空白采集介质（如滤膜），它经历采集滤膜及气溶胶样本相同的处理，包括干燥、装载于采样器或运输容器，以及采样点与实验室之间的运输，但不采样^[1]。美国 NIOSH^[4]也提出现场空白是那些带到采样地点的干净的采样器，每个步骤操作同空气样本，只是不抽取空气。并推荐每批样本设置 2-10 个现场空白。现场空白是一种对照（control），用它来记录和控制采样

(sampling)、处置 (handling) 或分析 (analysis) 期间导致的污染 (contamination introduced during sampling, handling, or analysis) [5]。现场空白应敞开, 敞开时间与粉尘采样时间相同。此外, 目前我国环保部发布的 HJ656—2013《环境空气颗粒物(PM_{2.5})手工监测方法(重量法)技术规范》也提到需要样品空白。

2013 年我们在两家造船厂现场研究粉尘采样的影响因素 [6], 此间为每种滤膜准备了 5 个样品空白。制备样品空白时, 将采集滤膜至于干净器皿内, 干燥, 首次称量。样品空白则将其带到工厂采样地点, 打开, 暴露于车间空气且与粉尘采样相同的时间, 运回, 干燥, 然后再次称量。样品空白用来校正粉尘浓度测定结果用公式 (1)

$$c_1 = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{Q \cdot t} \cdot 10^3 \quad (1)$$

c_1 = 经现场空白校正的粉尘浓度

W_1 = 采样前滤膜的重量 (mg)

W_2 = 采样后滤膜的重量 (mg)

B_1 = 空白滤膜采样前的平均重量 (mg)

B_2 = 空白滤膜采样后的平均重量 (mg)

Q = 采样的气流速率 (l/min)

t = 采样持续时间 (min)

结果表明 (表 1), 经现场空白校正后, 所有样本的粉尘浓度都变化明显, 只有 A 厂大流量旋风器 FSP10 样本是个例外, 变动不明显。在大多数情况下, 校正使得各类粉尘样本浓度降低了, 其变动范围多为负值, 总体上在 9.3% ~ -24.3%。这说明现场空白样本大多在采样、处置及分析期间遭受一定的污染, 经校正后, 粉尘样本浓度降低了。此外, 经现场空白校正后, 粉尘浓度测定结果的变动范围最大在 24.3%, 这与英国粉尘采样测定标准方法估计的 5% ~ 20% 是接近的 [2]。

表1. 造船厂不同粉尘样本经现场空白校正前后浓度的比较 (mg/m³, AM ± SD)

船厂	粉尘样本	n	浓度	浓度-f	变化范围-f (%)
A	中国总尘	48	1.99±0.80	1.76±0.76 ^a	-8.7
	德国总尘	22	1.09±0.35	0.98±0.34 ^a	-8.9
	大流量呼尘	11	0.81±0.34	0.82±0.31	9.3
	常规流量呼尘	29	0.61±0.24	0.62±0.33 ^a	-24.3
B	中国总尘	57	2.81±1.39	2.68±1.39 ^a	-4.8
	德国总尘	43	2.35±0.84	2.20±0.80 ^a	-5.3

大流量呼尘	18	1.13±0.54	1.05±0.49 ^a	-8.6
常规流量呼尘	42	1.31±0.68	1.08±0.52 ^a	-22.5

注：浓度为设置现场空白前浓度，浓度-f 为现场空白校正后浓度；经配对 t 检验，与经现场空白校正前浓度比较，^aP<0.05

现场空白 (field blank) 在采样规范 (GBZ159) 译作样品空白，为统一起见，粉尘测定方法也称作样品空白。

4.2 天平感量和称量要求

天平的感量，美国 NIOSH 要求为 0.001 mg^[7]，ISO (15767) 要求为 0.001 mg 或者 0.01 mg^[1]，呼尘和可吸入粉尘称量均如此。我国早期标准要求总尘称量使用感量 0.1 mg 的天平 (GB5748-85)^[8]。后来呼尘的标准方法要求 0.01 mg 感量^[9]；总尘方法用 0.01 mg 感量，也可以用 0.1 mg 感量天平^[10]。我们在多个厂矿工作场所对呼尘和总尘浓度采样测定表明，感量 0.1 mg 的天平已不再适用，不能够有把握地称量第 25% 滤膜增重位数值 (表 2)。从美国 NIOSH 列出的称量条件看，天平感量与最低称量重量的比例关系似乎为 10: 1，即感量为 0.1 mg 的天平最低可称量 1.0 mg 的重量，这样看，甚至 50% 的总尘样本无法称量。现在，基层实验室条件也改善，0.01 mg 感量天平变成一个基本要求，呼尘和总尘称量一样。

表 2. 不同粉尘样本的增重 (mg)

粉尘样本	n	百分位数 (%)			
		5	25	50	95
AR	269	0.05	0.14	0.26	0.78
AT	288	0.17	0.44	0.80	3.71
CR	77	0.04	0.14	0.30	0.98
CT	967	0.14	0.35	0.63	4.20
GR	198	0.07	0.28	0.40	1.46
GT	198	0.40	0.80	1.36	6.73

注：粉尘样本 AR 为美国呼吸性粉尘，AT 为美国总粉尘；CR 为中国呼吸性粉尘，CT 为中国总粉尘；GR 为德国呼吸性粉尘，GT 为德国总粉尘

敏感的天平，其称量条件要求严格。首先要避免振动。国际标准 (BS ISO 15767) 要求^[1]，天平应位于无过度振动的区域 (如电梯或旋转的机械)。天平区域应该远离门、窗、风道、和辐射能源 (例如直接阳光照射和烘炉)。天平室内不一定非要有空气调节不可。然而，对于那些敏感的 (即吸湿的) 气溶胶样本或介质而言，气温和气湿的控制很重要 (天平室或称量仓)。此时，气温应该控制在设定温度的

±2℃范围内，气湿控制在 5 % RH 范围内（在目标气温时）。目标气温和气湿应在天平制造商提供的操作条件（例如气温 20±2 ℃，气湿 50±5 % RH）。应该避免非常干燥的环境（例如气湿<20 % RH），此时易于产生静电。避免因通风和湿度控制而引起空气紊流，否则影响天平读数。

天平室内空气的主动调节要求还是很高的，从技术和财力上看，我们现在不一定实行得了。然而，天平室的环境和称量条件我们至少可以做到避免振动，有稳定的天平台；天平区域应该远离门、窗、风道、和辐射能源，避免空气紊流。本次修订时，在总尘和呼尘方法，仪器设备栏说明了这个称量条件。

4.3 其他注意事项

采样前后滤膜的称量以及同一批样本的称量应该使用同一台天平，可以避免不同仪器带来的系统误差。还要注意，空白和样本应该交叉地称量（无论使用之前和之后的称量），由此来检查称量中或者介质质量的系统变动（例如，称量中污染物的吸收或蒸发所引起的变动）^[4]。

五、征求意见和采纳情况

正在进行中。

六、重大意见分歧的处理结果和依据

暂无重大意见分歧。

七、实施标准的建议

暂无。

八、其他应予说明的事项

暂无。

参考文献

1. ISO. Workplace atmospheres — Controlling and characterizing uncertainty in weighing collected aerosols. BS ISO 15767, 2009. 1-9.
2. HSE. General methods for sampling and gravimetric analysis of respirable and total inhalable dust, Methods for the determination of hazard substances. MDHS 14/3, London: 2000.
3. CEN. Workplace atmospheres — Guidance for sampling of inhalable, thoracic and respirable aerosol fractions. prCEN/TR 15230:2005 (E)
4. National Institute for Occupational Safety and Health. Particulates not otherwise regulated, respirable (0600), NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th edn. Cincinnati (OH): 1998.
5. Huang S, Rahn KA, Arimoto R. A graphical method for determining the dry-depositional component of aerosol samples and their field blanks. Atmospheric Environment 1997; 31: 3383–94.
6. Fengxia Hu, Limin Wang, Zhenglun Wang, Jiaojun Liang, Jichao Li, Geshi Mao, Guilin Yi, Lei Zhao, Jiabing Wu, Michael Koob, Weihong Chen, Dirk Dahmann and Lei Yang. Re-characterization of Some Factors Influencing Aerosol Sampling in the Workplace: Results from Field Studies. J Occup Health 2014; 56: 351–358.
7. NIOSH. Particulates not otherwise regulated, Respirable. NIOSH Manual of Analytical Methods. 4th edn. Cincinnati, OH: 1998.
- 8.卫生部. 作业场所空气中粉尘测定方法(GB5748-85)
- 9.卫生部. 工作场所空气中粉尘测定, 第 2 部分: 呼吸性粉尘浓度 (GBZ/T 192.2-2007)
- 10.卫生部. 工作场所空气中粉尘测定, 第 1 部分: 总粉尘浓度 (GBZ/T 192.1-2007)