



中华人民共和国国家标准

GB/T 18204.5—2013

公共场所卫生检验方法 第 5 部分：集中空调通风系统

Examination methods for public places —
Part 5: Central air conditioning ventilation system

2013-12-31 发布

2014-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 空调冷却水、冷凝水中嗜肺军团菌..... 1

4 空调系统新风量 2

5 空调送风中可吸入颗粒物 PM₁₀ 3

6 空调送风中细菌总数 4

7 空调送风中真菌总数 5

8 空调送风中β-溶血性链球菌 6

9 空调送风中嗜肺军团菌 7

10 空调风管内表面积尘量..... 9

前 言

GB/T 18204《公共场所卫生检验方法》分为六个部分：

- 第1部分：物理因素；
- 第2部分：化学污染物；
- 第3部分：空气微生物；
- 第4部分：公共用品用具微生物；
- 第5部分：集中空调通风系统；
- 第6部分：卫生监测技术规范。

本部分为 GB/T 18204 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国卫生部提出并归口。

本部分由中华人民共和国卫生部负责解释。

本部分负责起草单位：中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所。

本部分参加起草单位：江苏省疾病预防控制中心。

本部分主要起草人：金银龙、陈连生、刘凡、姚孝元、张流波、陈晓东、王俊起、刘江、张宝莹、潘力军、吕锡芳、李涛、陈逊。

公共场所卫生检验方法 第5部分：集中空调通风系统

1 范围

GB/T 18204 的本部分规定了公共场所集中空调通风系统冷却水、冷凝水、空调送风、空调风管以

本部分适用于公共场所集中空调通风系统的测定。其他场所、居室等使用的集中空调通风系统可参照执行。

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。

3.3.8 涡旋振荡器。

3.3.9 普通光学显微镜、荧光显微镜。

3.3.10 水浴箱。

3.3.11 广口采样瓶:玻璃或聚乙烯材料,磨口,容积 500 mL。

3.4 培养基和试剂

3.4.1 GVPC 琼脂平板。

3.4.2 BCYE 琼脂平板。

3.4.3 BCYE-CYE 琼脂平板(L-半光氨酸缺失的 BCYE 琼脂平板)。

3.4.4 革兰氏染色液。

3.4.5 马尿酸盐生化反应管。

3.4.6 军团菌分型血清试剂。

3.4.7 硫代硫酸钠标准溶液[$c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0.1\text{ mol/L}$]。

3.5 采样

3.5.1 将采样广口瓶(3.1.11)用前灭菌。

3.5.2 每瓶中加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($c=0.1\text{ mol/L}$) 0.3 mL~0.5 mL,中和样品中的氧化物。

3.5.3 水样采集位置:冷却水采样点设置在距塔壁 20 cm、液面下 10 cm 处,冷凝水采样点设置在排水管或冷凝水盘处。

3.5.4 每个采样点依无菌操作取水样约 500 mL。

3.5.5 采集的样品 2 d 内送达实验室,不必冷冻,但要避光和防止受热,室温下贮存不应超过 15 d。

3.6 检验步骤

3.6.1 样品的沉淀或离心:如有杂质可静置沉淀或 1 000 r/min 离心 1 min 去除。

3.6.2 样品的过滤:将经沉淀或离心的样品通过滤膜(3.1.5)过滤,取下滤膜置于 15 mL 灭菌水中,充分洗脱,备用。

3.6.3 样品的热处理:取 1 mL 洗脱样品,置 50 °C 水浴(3.1.10)加热 30 min。

3.6.4 样品的酸处理:取 5 mL 洗脱样品,调 pH 至 2.2,轻轻摇匀,放置 5 min。

3.6.5 样品的接种:取洗脱样品(3.4.2)、热处理样品(3.4.3)及酸处理样品(3.4.4)各 0.1 mL,分别接种 GVPC 平板(3.2.1)。

3.6.6 样品的培养:将接种平板静置于 CO_2 培养箱(3.1.2)中,温度为 35 °C~37 °C, CO_2 浓度为 2.5%。无 CO_2 培养箱可采用烛缸培养法。观察到有培养物生成时,反转平板,孵育 10 d,注意保湿。

3.6.7 菌落观察:军团菌生长缓慢,易被其他菌掩盖,从孵育第 3 d 开始每天在显微镜(3.1.9)上观察。军团菌的菌落颜色多样,通常呈白色、灰色、蓝色或紫色,也能显深褐色、灰绿色、深红色;菌落整齐,表面光滑,呈典型毛玻璃状,在紫外灯下,部分菌落有荧光。

3.6.8 菌落验证:从平皿上挑取 2 个可疑菌落,接种 BCYE 琼脂平板(3.2.2)和 BCYE-CYE 琼脂平板(3.2.3),35 °C~37 °C 培养 2 d,凡在 BCYE 琼脂平板上生长而在 BCYE-CYE 琼脂平板上不生长的则为军团菌菌落。

3.6.9 菌型确定:应进行生化培养与血清学实验确定嗜肺军团菌。生化培养:氧化酶(—/弱+),硝酸盐还原(—),尿素酶(—),明胶液化(+),水解马尿酸。血清学实验:用嗜肺军团菌诊断血清进行分型。

4 空调系统新风量

本章规定了用风管法测定集中空调通风系统的新风量,即直接在新风管上测定新风量的方法。

本章规定集中空调通风系统新风量的测定采用 GB/T 18204.1—2013 中 6.2 的风管法。

5 空调送风中可吸入颗粒物 PM_{10}

5.1 总则

本章规定了用光散射式粉尘仪测定集中空调通风系统送风中可吸入颗粒物 PM_{10} 的质量浓度,测量范围 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 10 \text{ mg/m}^3$ 。

5.2 原理

当光照射在空气中悬浮的颗粒物上时,产生散射光。在颗粒物性质一定的条件下,颗粒物的散射光强度与其质量浓度成正比。通过测量散射光强度,应用质量浓度转换系数 K 值,求得颗粒物质量浓度。

5.3 仪器

光散射式粉尘仪:颗粒物捕集特性 $D_{a50} = 10 \mu\text{m} \pm 0.5 \mu\text{m}$, $\sigma_g = 1.5 \pm 0.1$ 。

其中: D_{a50} 为捕集效率为 50% 时所对应的颗粒物空气动力学直径; σ_g 为捕集效率的几何标准差。

测量灵敏度:对于校正粒子,仪器计数 $1 \text{ CPM} = 0.001 \text{ mg/m}^3$ 。

测量相对误差:对于校正粒子,测量相对误差小于 $\pm 10\%$ 。

测量范围:优于 $0.001 \text{ mg/m}^3 \sim 10 \text{ mg/m}^3$ 。

仪器应内设出厂前已标定的具有光学稳定性的自校装置。

注 1:校正粒子为平均粒径 $0.6 \mu\text{m}$ 、几何标准偏差 $\sigma \leq 1.25$ 的聚苯乙烯粒子。

注 2:CPM 为每分钟脉冲计数值,相对浓度的一种表示方法。

5.4 测定步骤

5.4.1 测点数量与位置

5.4.1.1 每套空调系统选择 3 个~5 个送风口进行检测。送风口面积小于 0.1 m^2 的设置 1 个检测点,送风口面积在 0.1 m^2 以上的设置 3 个检测点。

5.4.1.2 风口设置 1 个测点的在送风口中心布置,设置 3 个测点的在送风口对角线四等分的 3 个等分点上布点。

5.4.1.3 检测点位于送风口散流器下风方向 $15 \text{ cm} \sim 20 \text{ cm}$ 处。

5.4.2 检测时间与频次

5.4.2.1 应在集中空调通风系统正常运转条件下进行检测。

5.4.2.2 每个测点检测 3 次。

5.4.3 仪器操作

5.4.3.1 对粉尘仪光学系统进行自校准。

5.4.3.2 根据送风中 PM_{10} 浓度、仪器灵敏度、仪器测定范围确定仪器测定时间。

5.4.3.3 按使用说明书操作仪器。

5.5 结果计算

5.5.1 数据转换

对于非质量浓度的计数值,按式(1)转换为 PM_{10} 质量浓度。

$$c = R \cdot K \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

c ——可吸入颗粒物 PM_{10} 的质量浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

R ——仪器计数值,单位为计数每分(CPM);

K ——质量浓度转换系数,单位为毫克每立方米计数每分 $[mg/(m^3 \cdot CPM)]$ 。

注:质量浓度转换系数 K 的确定见 GB/T 18204.2—2014 附录 B。

5.5.2 送风口 PM_{10} 浓度计算

第 k 个送风口 PM_{10} 的质量浓度(c_k)按式(2)计算。

$$c_k = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 c_{ij} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

c_{ij} ——第 j 个测点、第 i 次检测值;

n ——测点个数。

5.5.3 空调系统送风中 PM_{10} 浓度测定结果

一个系统(a)送风中 PM_{10} 的测定结果(c_a)按该系统全部检测的送风口 PM_{10} 质量浓度(c_k)的算术平均值给出。

6 空调送风中细菌总数

6.1 总则

本章规定了用培养法测定集中空调通风系统送风中的细菌总数。

6.2 原理

集中空调通风系统送风中采集的样品,计数在营养琼脂培养基上经 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、48 h 培养所生长发育的嗜中温性需氧和兼性厌氧菌落的总数为细菌总数。

6.3 仪器和设备

6.3.1 六级筛孔撞击式微生物采样器。

6.3.2 高压蒸汽灭菌器。

6.3.3 恒温培养箱。

6.3.4 平皿: $\phi 90\text{ mm}$ 。

6.4 培养基

6.4.1 营养琼脂培养基成分:

蛋白胨	10 g
氯化钠	5 g
肉膏	5 g
琼脂	20 g
蒸馏水	1 000 mL

6.4.2 制法:将蛋白胨、氯化钠、肉膏溶于蒸馏水中,校正 pH 值为 7.2~7.6,加入琼脂,121 °C,20 min 灭菌备用。

6.5 采样

6.5.1 采样点:每套空调系统选择 3 个~5 个送风口进行检测,每个风口设置 1 个测点,一般设在送风口下方 15 cm~20 cm、水平方向向外 50 cm~100 cm 处。

6.5.2 采样环境条件:采样时集中空调通风系统应在正常运转条件下,并关闭门窗 15 min~30 min 以上,尽量减少人员活动幅度与频率,记录室内人员数量、温湿度与天气状况等。

6.5.3 采样方法:以无菌操作,使用撞击式微生物采样器(6.3.1)以 28.3 L/min 流量采集 5 min~15 min。

6.6 检验步骤

将采集细菌后的营养琼脂平皿置 35 °C~37 °C 培养 48 h,菌落计数。

6.7 结果报告

6.7.1 送风口细菌总数测定结果:菌落计数,记录结果并按稀释比与采气体积换算成 CFU/m³(每立方米空气中菌落形成单位)。

6.7.2 空调系统送风中细菌总数测定结果:一个空调系统送风中细菌总数的测定结果按该系统全部检测的送风口细菌总数测定值中的最大值给出。

7 空调送风中真菌总数

7.1 总则

本章规定了用培养法测定集中空调通风系统送风中的真菌总数。

7.2 原理

集中空调通风系统送风中采集的样品,计数在沙氏琼脂培养基上经 28 °C、5 d 培养所形成的菌落数为真菌总数。

7.3 仪器和设备

见 6.3。

7.4 培养基

7.4.1 沙氏琼脂培养基成分:

蛋白胨	10 g
葡萄糖	40 g
琼脂	20 g
蒸馏水	1 000 mL

7.4.2 制法:将蛋白胨、葡萄糖溶于蒸馏水中,校正 pH 为 5.5~6.0,加入琼脂,115 °C,15 min 灭菌备用。

7.5 采样

见 6.5。

7.6 检验步骤

将采集真菌后的沙氏琼脂培养基平皿置 28 ℃ 培养 5 d, 逐日观察并于第 5 天记录结果。若真菌数量过多可于第 3 天计数结果, 并记录培养时间。

7.7 结果报告

7.7.1 送风口真菌总数测定结果: 菌落计数, 记录结果并按稀释比与采气体积换算成 CFU/m³ (每立方米空气中菌落形成单位)。

7.7.2 空调系统送风中真菌总数测定结果: 一个空调系统送风中真菌总数的测定结果按该系统全部检测的送风口真菌总数测定值中的最大值给出。

8 空调送风中 β -溶血性链球菌

8.1 总则

本章规定了用培养法测定集中空调通风系统送风中的 β -溶血性链球菌。

8.2 原理

集中空调通风系统送风中采集的样品, 经 35 ℃ ~ 37 ℃、24 h ~ 48 h 培养, 在血琼脂平板上形成的典型菌落为 β -溶血性链球菌。

8.3 仪器和设备

见 6.3。

8.4 培养基

8.4.1 血琼脂平板成分:

蛋白胨	10 g
氯化钠	5 g
琼脂	20 g
脱纤维羊血	5 mL ~ 10 mL
蒸馏水	1 000 mL

8.4.2 制法: 将蛋白胨、氯化钠、肉膏加热溶化于蒸馏水中, 校正 pH 为 7.4 ~ 7.6, 加入琼脂, 121 ℃ 20 min 灭菌。待冷却至 50 ℃ 左右, 以无菌操作加入脱纤维羊血, 摇匀倾皿。

8.5 采样

见 6.5。

8.6 检验步骤

8.6.1 培养方法: 采样后的血琼脂平板在 35 ℃ ~ 37 ℃ 下培养 24 h ~ 48 h。

8.6.2 结果观察: 培养后, 在血琼脂平板上形成呈灰白色、表面突起、直径 0.5 mm ~ 0.7 mm 的细小菌落, 菌落透明或半透明, 表面光滑有乳光; 镜检为革兰氏阳性无芽孢球菌, 圆形或卵圆形, 呈链状排列, 受培养与操作条件影响链的长度在 4 个 ~ 8 个细胞至几十个细胞之间; 菌落周围有明显的 2 mm ~ 4 mm 界限分明、完全透明的无色溶血环。符合上述特征的菌落为 β -溶血性链球菌。

8.7 结果报告

8.7.1 送风口 β -溶血性链球菌测定结果:菌落计数,记录结果并按稀释比与采气体积换算成 CFU/m³ (每立方米空气中菌落形成单位)。

8.7.2 空调系统送风中 β -溶血性链球菌测定结果:一个空调系统送风中 β -溶血性链球菌的测定结果按该系统全部检测的送风口 β -溶血性链球菌测定值中的最大值给出。

9 空调送风中嗜肺军团菌

9.1 总则

本章规定了用液体冲击法测定集中空调通风系统送风中的嗜肺军团菌。

9.2 原理

采用液体冲击法采集集中空调通风系统送风中的气溶胶,样品经培养在 GVPC 琼脂平板上生成典型菌落,并在 BCYE 琼脂平板上生长而在 BCYE-CYE 琼脂平板不生长,进一步经生化实验和血清学实验鉴定确认的菌落为嗜肺军团菌。

9.3 仪器和设备

9.3.1 微生物气溶胶浓缩器:采样流量 ≥ 100 L/min,对于直径 3.0 μ m 以上粒子其捕集效率 $\geq 80\%$ (或浓缩比 ≥ 8)。

9.3.2 液体冲击式微生物气溶胶采样器:采样流量 7 L/min $\sim$ 15 L/min,对于 0.5 μ m 粒子的捕集效率 $\geq 90\%$ 。

9.3.3 离心管:容积 50 mL。

9.3.4 平皿: $\phi 90$ mm。

9.3.5 CO₂ 培养箱:35 $^{\circ}$ C $\sim$ 37 $^{\circ}$ C。

9.3.6 紫外灯:波长 360 nm $\pm$ 2 nm。

9.3.7 涡旋振荡器。

9.3.8 普通光学显微镜、荧光显微镜。

9.3.9 水浴箱。

9.4 试剂和培养基

9.4.1 采样吸收液 1——GVPC 液体培养基

9.4.1.1 GVPC 添加剂成分:

多粘菌素 B 硫酸盐	10 mg
万古霉素	0.5 mg
放线菌酮	80 mg

9.4.1.2 BCYE 添加剂成分:

α -酮戊二酸	1.0 g
N-2 酰氨基-2 氨基乙烷磺酸(ACES)	10.0 g
氢氧化钾	2.88 g
L-半胱氨酸盐酸盐	0.4 g
焦磷酸铁	0.25 g

9.4.1.3 吸收液成分:

活性炭	2 g
酵母浸出粉	10 g
GVPC 添加剂	
BCYE 添加剂	
蒸馏水	1 000 mL

9.4.1.4 制法:将活性炭、酵母浸出粉加水至 1 000 mL,121 °C 下高压灭菌 15 min,加入 GVPC 添加剂(9.4.1.1)和 BCYE 添加剂(9.4.1.2),分装于灭菌后的离心管(9.3.3)中备用。

9.4.2 采样吸收液 2——酵母提取液

9.4.2.1 吸收液成分:

酵母浸出粉	12 g
蒸馏水	1 000 mL

9.4.2.2 制法:将酵母浸出粉加水至 1 000 mL,121 °C 下高压灭菌 15 min,分装于灭菌后的离心管(9.3.3)中备用。

9.4.3 盐酸氯化钾溶液[$c(\text{HCl} \cdot \text{KCl}) = 0.01 \text{ mol/L}$]

9.4.3.1 成分:

盐酸(0.2 mol/L)	3.9 mL
氯化钾(0.2 mol/L)	25 mL

9.4.3.2 制法:将上述成分混合,用 1 mol/L 氢氧化钠调整 $\text{pH} = 2.2 \pm 0.2$,121 °C 下高压灭菌 15 min 备用。

9.4.4 GVPC 琼脂平板。

9.4.5 BCYE 琼脂平板。

9.4.6 BCYE-CYE 琼脂平板。

9.4.7 革兰氏染色液。

9.4.8 马尿酸盐生化反应管。

9.4.9 军团菌分型血清试剂。

9.5 采样

9.5.1 采样点:每套空调系统选择 3 个~5 个送风口进行检测,每个风口设置 1 个测点,一般设在送风口下方 15 cm~20 cm、水平方向向外 50 cm~100 cm 处。

9.5.2 将采样吸收液 1(9.4.1)20 mL 倒入微生物气溶胶采样器(9.3.2)中,然后用吸管加入矿物油 1 滴~2 滴。

9.5.3 将微生物气溶胶浓缩器(9.3.1)与微生物气溶胶采样器(9.3.2)连接,按照微生物气溶胶浓缩器和微生物气溶胶采样器的流量要求调整主流量和浓缩流量。

9.5.4 按浓缩器和采样器说明书操作,每个气溶胶样品采集空气量 $1 \text{ m}^3 \sim 2 \text{ m}^3$ 。

9.5.5 将采样吸收液 2(9.4.2)20 mL 倒入微生物气溶胶采样器(9.3.2)中,然后用吸管加入矿物油 1 滴~2 滴;在相同采样点重复 9.5.3~9.5.4 步骤。

9.5.6 采集的样品不必冷冻,但要避光和防止受热,4 h 内送实验室检验。

9.6 检验步骤

9.6.1 样品的酸处理:对采样后的吸收液 1(9.4.1)和吸收液 2(9.4.2)原液各取 1 mL,分别加入盐酸氯

化钾溶液(9.4.3)充分混合,调 pH 至 2.2,静置 15 min。

9.6.2 样品的接种:在酸处理后的 2 种样品(9.6.1)中分别加入 1 mol/L 氢氧化钾溶液,中和至 pH 为 6.9,各取悬液 0.2 mL~0.3 mL 分别接种 GVPC 平板(9.4.4)。

9.6.3 样品的培养:将接种平板静置于浓度为 5%、温度为 35℃~37℃的 CO₂ 培养箱(9.3.5)中,孵育 10 d。

9.6.4 菌落观察:从孵育第 3 天开始观察菌落。军团菌的菌落颜色多样,通常呈白色、灰色、蓝色或紫色,也能显深褐色、灰绿色、深红色;菌落整齐,表面光滑,呈典型毛玻璃状,在紫外灯下,部分菌落有荧光。

9.6.5 菌落验证:从平板上挑取 2 个可疑菌落,接种 BCYE 琼脂平板(9.4.5)和 BCYE-CYE 琼脂平板(9.4.6),35℃~37℃培养 2 d,凡在 BCYE 琼脂平板上生长而在 BCYE-CYE 琼脂平板不生长的则为军团菌菌落。

9.6.6 菌型确定:应进行生化培养与血清学实验确定嗜肺军团菌。生化培养:氧化酶(—/弱+),硝酸盐还原(—),尿素酶(—),明胶液化(+),水解马尿酸。血清学实验:用嗜肺军团菌诊断血清进行分型。

9.7 结果报告

9.7.1 采样点测定结果:两种采样吸收液中至少有一种吸收液培养出嗜肺军团菌,即为该采样点嗜肺军团菌阳性。

9.7.2 一套系统测定结果:一套系统中任意一个采样点嗜肺军团菌检测阳性,即该空调系统送风中嗜肺军团菌的测定结果为阳性。

10 空调风管内表面积尘量

10.1 总则

本章规定了用称重法测定集中空调通风系统风管内表面的积尘量。

10.2 原理

采集风管内表面规定面积的全部积尘,以称重方法得出风管内表面单位面积的积尘量,表示空调风管的污染程度。

10.3 设备和器材

10.3.1 定量采样机器人或手工擦拭采样规格板:采样机器人采样面积为 50 cm² 或 100 cm²,采样精度为与标准方法的相对误差小于 20%;采样规格板面积为 50 cm² 或 100 cm²,面积误差小于 5%。

10.3.2 采样材料:无纺布或其他不易失重的材料。

10.3.3 密封袋。

10.3.4 必要的采样工具。

10.4.2 采样点布置:机器人采样在每套空调系统的风管(如送风管、回风管、新风管)中选择3个代表性采样断面,每个断面设置1个采样点。手工擦拭采样在每套空调系统的风管中选择2个代表性采样断面,每个断面在风管的上面、底面和侧面各设置1个采样点。如确定无法在风管中采样,可抽取该套系

统全部送风口的3%~5%且不少于3个作为采样点。

10.4.3 风管开孔:在风管采样时将维修孔、清洁孔打开或现场开孔,在送风口采样时将风口拆下。

10.4.4 采样:使用定量采样机器人或手工法(10.3.1)在确定的位置、规定的面积内采集风管表面全部积尘,表面积尘较多时用刮拭法采样,积尘较少不适宜刮拭法时用擦拭法采样,并将积尘样品完好带出风管。

10.4.5 影像资料的制备:用机器人对每个采样点所代表的风管区域内表面情况进行录像,并将其制作成录像带或光盘等影像资料。

10.5 检验步骤

10.5.1 将采样材料(10.3.2)放在105℃恒温箱(10.3.6)内干燥2h后放入干燥器(10.3.7)内冷却4h,或直接放入干燥器(10.3.7)中存放24h后,放入密封袋(10.2.2)中于平(10.2.5)称量室中称重。

10.5.2 将采样后的积尘样品进行编号,并放回原密封袋中保管,送实验室。

11.4.2 沙氏琼脂培养基:成分与制法见 7.4。

11.4.3 Tween-80($\varphi=0.01\%$)。

11.5 采样

11.5.1 采样点数量:见 10.4.1。

11.5.2 采样点布置:见 10.4.2。

11.5.3 采样:使用定量采样机器人或人工法(11.3.1)在确定的位置、规定的面积内采样,表面积尘较多时用刮拭法采样,积尘较少不适宜刮拭法时用擦拭法采样。整个采样过程应无菌操作。为避免人工采样对采样环境的影响,宜采用机器人采样。

11.6 检验步骤

11.6.1 刮拭法采集的样品:将采集的积尘样品无菌操作称取 1 g,加入到 Tween-80 水溶液(11.4.3)中,做 10 倍梯级稀释,取适宜稀释度 1 mL 倾注法接种平皿。

11.6.2 擦拭法采集的样品:将擦拭物无菌操作加入到 Tween-80 水溶液(11.4.3)中,做 10 倍梯级稀释,取适宜稀释度 1 mL 倾注法接种平皿。

11.6.3 培养与计数:分别见 6.6 和 7.6。

11.7 结果报告

12.6 装置阻力

用静压法测定集中空调系统空气净化消毒装置的阻力。

12.6.1 原理

空气净化消毒装置在空气动力学实验风洞(实验室模拟空调系统正常运行状况)或在实际安装的现场条件下,分别测定装置入口处空气的静压(P_{si})和出口处空气的静压(P_{so}),通过计算得出装置阻力。

12.6.2 仪器和设备

12.6.2.1 标准皮托管:系数 0.99 ± 0.01 。

12.6.2.2 倾斜式微压计或数字式微压计:最小读数 $\leq 1 \text{ Pa}$ 。

12.6.3 测定步骤

12.6.3.1 仪器连接:将皮托管的静压出口与微压计负压端连接,微压计正压端与大气连通。

12.6.3.2 测定条件:实验室测定时,根据净化消毒装置的不同功能(风口净化、风管净化、机组净化),将空气动力学实验风洞的风量分别调整为装置断面通过风速为高、中、低三种条件;在现场测定时,空调系统正常运行条件。

12.6.3.3 静压的测定:将皮托管插入风管内,皮托管的全压测孔朝向气流方向,读出静压值。

12.6.4 结果计算

将装置前后静压测定值代入式(3)可得出装置在不同风速条件下的阻力(ΔP)。

$$\Delta P = P_{si} - P_{so} - \sum \Delta h \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- P_{si} —— 装置前测定断面空气平均静压,单位为帕(Pa);
- P_{so} —— 装置后测定断面空气平均静压,单位为帕(Pa);
- $\sum \Delta h$ —— 装置前测定断面到装置入口及装置出口到后测定断面的管道阻力之和,单位为帕(Pa)。

12.7 颗粒物净化效率

12.7.1 原理

在空气动力学实验风洞的空气净化消毒装置前段发生一定浓度的单分散相颗粒物条件下,或在实际安装的现场条件下,使用光散射法分别测定装置入口和出口处管道空气中 PM_{10} 颗粒物浓度,通过计算得出装置的颗粒物一次净化效率。

12.7.2 仪器和设备

12.7.2.1 空气动力学实验风洞:

- 风速范围 $1 \text{ m/s} \sim 8 \text{ m/s}$;
- 风速稳定性 $\pm 10\%$ 设定值。

12.7.2.2 标准粒子发生器:

- 颗粒物粒径范围 $0.5 \mu\text{m} \sim 8 \mu\text{m}$;
- 粒径几何标准差 ≤ 1.1 ;
- 颗粒物浓度范围 $0.5 \text{ mg/m}^3 \sim 1.5 \text{ mg/m}^3$;
- 浓度稳定性 $\pm 10\%$ 。

12.7.2.3 光散射粉尘仪:见 5.3。

12.7.3 测定步骤

12.7.3.1 风速条件:实验室测定时,按 12.6.3.2 的要求调整实验风洞(12.7.2.1)的风量;现场测定时,空调系统正常运行条件。

12.7.3.2 粒子条件:实验室测定时,利用标准粒子发生器(12.7.2.2)在 $0.5\ \mu\text{m}\sim 8\ \mu\text{m}$ 范围内发生 5 种代表性粒径的单分散相标准粒子,发生粒子的浓度在 3 倍~10 倍标准值范围内;现场测定时,为现场环境空气中的 PM_{10} 颗粒物。

12.7.3.3 检测点:在空气净化消毒装置上下游的实验风洞检测断面中心各设置 1 个检测点,在现场测定时净化装置上下游的风管检测断面各设置 3 个~5 个检测点。

12.7.3.4 检测时保证颗粒物等动力采样条件。

12.7.3.5 使用两台光散射粉尘仪测定浓度时,两台仪器的型号和性能应相同。

12.7.3.6 仪器稳定后读数,每个点测定 3 次。

12.7.3.7 按使用说明书操作光散射粉尘仪。

12.7.4 结果计算

12.7.4.1 现场评价

检测断面平均浓度:按式(4)分别计算空气净化消毒装置上下游检测断面 PM_{10} 质量浓度 c_1 和 c_2 。

$$c_i = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n c_{kj} \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

c_i —— $i=1$ 或 2,分别为上下游 PM_{10} 平均质量浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

m ——检测断面上的测点数, $m=3\sim 5$;

n ——每个测点的测定次数, $n=3$;

c_{kj} ——第 j 个测点第 k 次测定值,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

PM_{10} 一次通过净化效率 η 按式(5)计算。

$$\eta = \frac{c_1 - c_2}{c_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

12.7.4.2 实验室评价

检测断面平均浓度:按式(6)分别计算空气净化消毒装置上下游检测断面某一粒径粒子的质量浓度 c_{d1} 和 c_{d2} 。

$$c_{di} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n c_{dk} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

c_{di} —— $i=1$ 或 2,分别为上下游粒径为 d 的粒子的质量浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);

n ——每个测点的测定次数, $n=3$;

c_{dk} ——第 k 次测定值,单位为毫克每立方米(mg/m^3)。

粒径为 d 的粒子一次通过净化效率 η_d 按式(7)计算。

$$\eta_d = \frac{c_{d1} - c_{d2}}{c_{d1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

PM₁₀ 颗粒物一次通过净化效率 $\eta_{\text{PM}_{10}}$ 按式(8)计算。

$$\eta_{\text{PM}_{10}} = \frac{\sum_{d=1}^p [c_{\text{PM}_{10}}(d) \times \eta(d)]}{\sum_{d=1}^p [c_{\text{PM}_{10}}(d)]} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- $\eta_{\text{PM}_{10}}$ ——PM₁₀ 颗粒物一次通过净化效率, %;
- $c_{\text{PM}_{10}}$ ——环境中 PM₁₀ 粒度分布, 单位为毫克每立方米(mg/m³);
- $\eta(d)$ ——净化装置分级效率回归方程对应的函数值, %;
- d ——粒子粒径, $d=1 \mu\text{m}, 2 \mu\text{m}, \dots, p$;
- p ——PM₁₀ 颗粒物粒径范围。

12.8 微生物净化效率

用培养法测定集中空调系统空气净化消毒装置的微生物一次通过净化效率或消毒效果。

12.8.1 原理

通过测定一定状态下空气中微生物数量在空气净化消毒装置前后的变化来计算净化或消毒效率, 从而评价空气净化消毒装置的净化消毒效果。

12.8.2 仪器和材料

12.8.2.1 试验菌: 空气中的自然菌, 菌量 500 CFU/m³ ~ 2 500 CFU/m³。

12.8.2.2 采样器: 六级筛孔空气撞击式采样器。

12.8.2.3 磷酸盐缓冲液($c=0.03 \text{ mol/L}$): pH7.2。

12.8.2.4 营养琼脂培养基: 成分与制法见 6.4。

12.8.2.5 温度计。

12.8.2.6 湿度计。

12.8.3 检验步骤

12.8.3.1 风速条件: 见 12.7.3.1。

12.8.3.2 采样点: 在空气净化消毒装置前后的中间位置各设置 1 个采样点。

12.8.3.3 分别将两台六级筛孔空气撞击式采样器置于前后采样点, 开启空气净化消毒装置, 待运行稳定后, 同时采集装置前后的空气, 流量为 28.3 L/min, 采样时间为 5 min~15 min。

12.8.3.4 采样结束后, 将平板放入培养箱中培养, 同时将同批次试验用培养基置培养箱中培养作为阴性对照, 培养温度 35 ℃~37 ℃, 48 h 记录结果。阴性对照组应无菌生长。

12.8.3.5 重复采样 3 次。

12.8.4 结果报告

净化效率或消除率: 按式(9)计算。

$$C = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- C ——微生物净化效率或消除率, %;
- W_0 ——装置前段样本平均菌落数, 单位为每立方米菌落形成单位(CFU/m³);

W_1 ——装置后段样本平均菌落数,单位为每立方米菌落形成单位(CFU/m³)。

12.9 冷却水中微生物净化效率

集中空调系统冷却水净化消毒装置微生物净化效率的测定采用 WS 394 规定的方法。
