

## 前 言

为贯彻执行《公共场所卫生管理条例》和 GB 9663~9673—1996、GB 16153—1996《公共场所卫生标准》，加强对公共场所卫生监督管理，特制定本标准。本标准中的方法是与 GB 9663~9673—1996、GB 16153—1996 相配套的监测检验方法。

本标准第一法为仲裁法。

本标准为首次发布。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中华人民共和国卫生部提出。

本标准起草单位：中国预防医学科学院环境卫生监测所、江苏省卫生防疫站、北京市卫生防疫站、成都市卫生防疫站、河南省卫生防疫站、广州市卫生防疫站、蚌埠市卫生防疫站、安徽省卫生防疫站、山东省卫生防疫站、贵州省环境卫生监测站。

本标准主要起草人：曲建翘、吴才刚（红外线气体分析法），段伟明（气相色谱法），吴才刚、曲建翘（容量滴量法）。

## 中华人民共和国国家标准

## 公共场所空气中二氧化碳测定方法

GB/T 18204.24—2000

Methods for determination of carbon dioxide  
in air of public places

## 1 范围

本标准规定了公共场所空气中二氧化碳浓度的测定方法。

本标准适用于公共场所空气中二氧化碳浓度的测定。

## 第一法 不分光红外线气体分析法

## 2 原理

二氧化碳对红外线具有选择性的吸收。在一定范围内,吸收值与二氧化碳浓度呈线性关系。根据吸收值确定样品中二氧化碳的浓度。

## 3 试剂和材料

- 3.1 变色硅胶:于120℃下干燥2 h。
- 3.2 无水氯化钙:分析纯。
- 3.3 高纯氮气:纯度99.99%。
- 3.4 烧碱石棉:分析纯。
- 3.5 塑料铝箔复合薄膜采气袋0.5 L或1.0 L。
- 3.6 二氧化碳标准气体(0.5%):贮于铝合金钢瓶中。

## 4 仪器和设备

## 4.1 二氧化碳不分光红外线气体分析仪

## 4.1.1 仪器主要性能指标如下:

测量范围:0~0.5%;0~1.5%两档。

重现性:≤±1%满刻度。

零点漂移:≤±3%满刻度/4 h。

跨度漂移:≤±3%满刻度/4 h。

温度附加误差:(在10~80℃)≤±2%满刻度/10℃。

一氧化碳干扰:1 000 mL/m<sup>3</sup>(1 000 ppm)CO≤±2%满刻度。

供电电压变化时附加误差:220 V±10%≤±2%满刻度。

启动时间:30 min。

抽氧流量:>0.5 L/min。

响应时间:指针指示到满刻度的90%的时间<15 s。

## 4.2 记录仪 0~10 mV

## 5 采样

用塑料铝箔复合薄膜采气袋,抽取现场空气冲洗 3~4 次,采气 0.5 L 或 1.0 L,密封进气口,带回实验室分析。也可以将仪器带到现场间歇进样,或连续测定空气中二氧化碳浓度。

## 6 分析步骤

### 6.1 仪器的启动和校准

6.1.1 启动和零点校准:仪器接通电源后,稳定 30 min~1 h,将高纯氮气或空气经干燥管和烧碱石棉过滤管后,进行零点校准。

6.1.2 终点校准:用二氧化碳标准气(如 0.50%)连接在仪器进样口,进行终点刻度校准。

6.1.3 零点与终点校准重复 2~3 次,使仪器处在正常工作状态。

### 6.2 样品测定

将内装空气样品的塑料铝箔复合薄膜采气袋接在装有变色硅胶或无水氯化钙的过滤器和仪器的进气口相连接,样品被自动抽到气室中,表头指出二氧化碳的浓度(%)。

如果将仪器带到现场,可间歇进样测定。仪器接上记录仪表,可长期监测空气中二氧化碳浓度。

## 7 结果计算

仪器的刻度指示经过标准气体校准过的样品中二氧化碳的浓度,由表头直接读出。

## 8 测量范围、精密度和准确度

### 8.1 测量范围

0~0.5%;0~1.5%两档。

### 8.2 检出下限

最低检出浓度为 0.01%。

### 8.3 干扰和排除

环境空气中非待测组分,如甲烷、一氧化碳、水蒸汽等能影响测定结果。由于在透过红外线的窗口,安装了红外线滤光片,它的波长为 4.26  $\mu\text{m}$ ,二氧化碳对该波长有强烈的吸收;而一氧化碳和甲烷等气体不吸收。因此,一氧化碳和甲烷的干扰可以忽略不计。但水蒸汽对测定二氧化碳有干扰,它可以使气室反射率下降,从而使仪器灵敏度降低,影响测定结果的准确性,因此,必须使空气样品经干燥后,再进入仪器。

8.4 重现性小于 2%,每小时漂移小于 6%。

8.5 准确度取决于标准气的不确定度(小于 2%)和仪器的稳定性误差(小于 6%)。

## 第二法 气相色谱法

## 9 原理

二氧化碳在色谱柱中与空气的其他成分完全分离后,进入热导检测器的工作臂,使该臂电阻值的变化与参考臂电阻值的变化不相等,惠斯登电桥失去平衡而产生信号输出。在线性范围内,信号大小与进入检测器的二氧化碳浓度成正比。从而进行定性与定量测定。

## 10 试剂

10.1 二氧化碳标准气:浓度 1%(铝合金钢瓶装),以氮气作本底气。

10.2 高分子多孔聚合物:GDX-102,60~80目,作色谱固定相。

10.3 纯氮气:纯度99.99%。

## 11 仪器与设备

### 11.1 气相色谱仪

配备有热导检测器的气相色谱仪。

11.2 注射器:2 mL,5 mL,10 mL,20 mL,50 mL,100 mL,体积误差 $< \pm 1\%$ 。

11.3 塑料铝箔复合膜采样袋容积:400~600 mL。

11.4 色谱柱:长3 m内径4 mm不锈钢管内填充GDX-102高分子多孔聚合物,柱管两端填充玻璃棉。新装的色谱柱在使用前,应在柱温180℃、通氮气70 mL/min条件下,老化12 h,直至基线稳定为止。

## 12 采样

用橡胶二连球将现场空气打入塑铝复合膜采气袋,使之胀满后放掉。如此反复四次,最后一次打满后,密封进样口,并写上标签,注明采样地点和时间等。

## 13 分析步骤

### 13.1 色谱分析条件

由于色谱分析条件常因实验条件不同而有差异,所以应根据所用气相色谱仪的型号和性能,制定能分析二氧化碳的最佳的色谱分析条件。附录A所列色谱分析条件是一个实例。

### 13.2 绘制标准曲线和测定校正因子

在作样品分析时的相同条件下,绘制标准曲线或测定校正因子。

#### 13.2.1 配制标准气

在5支100 mL注射器内,分别注入1%二氧化碳标准气体2 mL、4 mL、8 mL、16 mL、32 mL,再用纯氮气稀释至100 mL,即得浓度为0.02%、0.04%、0.08%、0.16%和0.32%的气体。另取纯氮气作为零浓度气体。

#### 13.2.2 绘制标准曲线

每个浓度的标准气体,分别通过色谱仪的六通进样阀,量取3 mL进样,得到各个浓度的色谱峰和保留时间。每个浓度作三次,测量色谱峰高的平均值。以一氧化碳的浓度(%)对平均峰高(mm)绘制标准曲线,并计算回归线的斜率,以斜率的倒数 $B_g(\%/mm)$ 作样品测定的计算因子。

#### 13.2.3 测定校正因子

用单点校正法求校正因子。取与样品空气中含一氧化碳浓度相接近的标准气体。按6.2.2项操作,测量色谱峰的平均峰高(mm)和保留时间。用公式(1)计算校正因子。

$$f = \frac{c_0}{h_0} \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $f$ ——校正因子, %/mm;

$c_0$ ——标准气体浓度, %;

$h_0$ ——平均峰高, mm。

### 13.3 样品分析

通过色谱仪六通进样阀进样品空气3 mL,按6.2.2项操作,以保留时间定性,测量二氧化碳的峰高。每个样品作三次分析,求峰高的平均值。并记录分析时的气温和大气压力。高浓度样品用纯氮气稀释至小于0.3%,再分析。

## 14 结果计算

14.1 用标准曲线法查标准曲线定量,或用公式(2)计算浓度。

$$c = h \times B_g \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $c$ ——样品空气中二氧化碳浓度, %;

$h$ ——样品峰高的平均值, mm;

$B_g$ ——由 6.2.2 项得到的计算因子, mm。

14.2 用校正因子按公式(3)计算浓度:

$$c = h \times f \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $c$ ——样品空气中二氧化碳浓度, %;

$h$ ——样品峰高的平均值, mm;

$f$ ——由 6.2.3 项得到的校正因子, %/mm。

## 15 测量范围、精密度和准确度

### 15.1 测定范围

进样 3 mL 时,测定浓度范围是 0.02%~0.6%。

### 15.2 检出下限

进样 3 mL 时,最低检出浓度为 0.014%。

### 15.3 干扰和排除

由于采用了气相色谱分离技术,空气、甲烷、氨、水和二氧化碳等均不干扰测定。

### 15.4 重现性

二氧化碳浓度在 0.1%~0.2% 时,重复测定的变异系数为 5%~3%。

### 15.5 回收率

二氧化碳浓度在 0.02%~0.4% 时,回收率为 95%~105%,平均回收率为 99%。

## 第三法 容量滴定法

## 16 原理

用过量的氢氧化钡溶液与空气中二氧化碳作用生成碳酸钡沉淀,采样后剩余的氢氧化钡用标准乙二酸溶液滴至酚酞试剂红色刚褪。由容量法滴定结果除以所采集的空气样品体积,即可测得空气中二氧化碳的浓度。

## 17 试剂和材料

### 17.1 吸收液

17.1.1 稀吸收液(用于空气二氧化碳浓度低于 0.15% 时采样):称取 1.4 g 氢氧化钡  $[\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$  和 0.08 g 氯化钡  $(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  溶于 800 mL 水中,加入 3 mL 正丁醇,摇匀,用水稀释至 1 000 mL。

17.1.2 浓吸收液(用于空气二氧化碳浓度在 0.15%~0.5% 时采样):称取 2.8 g 氢氧化钡  $[\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$  和 0.16 g 氯化钡  $(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  溶于 800 mL 水中,加入 3 mL 正丁醇,摇匀,用水稀释至 1 000 mL。

上述两种吸收液应在采样前两天配制,贮瓶加盖,密封保存,避免接触空气。采样前,贮液瓶塞接上钠石灰管,用虹吸管将吸收液吸至吸收管内。

17.2 草酸标准溶液:称取 0.563 7 g 草酸,  $(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ ,用水溶解并稀释至 1 000 mL,此溶液

## GB/T 18204.24—2000

1 mL相当于标准状况(0℃,101.325 kPa)0.1 mL 二氧化碳。

17.3 酚酞指示剂

17.4 正丁醇

17.5 纯氮气(纯度 99.99%)或经碱石灰管除去二氧化碳后的空气。

## 18 仪器和设备

18.1 恒流采样器:流量范围 0~1 L/min,流量稳定、可调恒流误差小于 2%;采样前和采样后用皂膜流量计校准采样系统的流量,误差不大于 5%。

18.2 吸收管:吸收液为 50 mL,当流量为 0.3 L/min 时,吸收管多孔玻璃板阻力为 392.27~490.33 Pa。

18.3 酸式滴定管:50 mL。

18.4 碘量瓶:125 mL。

## 19 采样

取一个吸收管(事先应充氮或充入经钠石灰处理的空气)加入 50 mL 氢氧化钡吸收液,以 0.3 L/min 流量,采样 5~10 min。采样前后,吸收管的进、出口均用乳胶管连接以免空气进入。

## 20 分析步骤

采样后,吸收管送实验室,取出中间砂蕊管,加塞静置 3 h,使碳酸钡沉淀完全,吸取上清液 25 mL 于碘量瓶中(碘量瓶事先应充氮或充入经碱石灰处理的空气),加入 2 滴酚酞指示剂,用草酸标准液滴定至溶液的着色由红色变为无色,记录所消耗的草酸标准溶液的体积。同时吸取 25 mL 未采样的氢氧化钡吸收液作空白滴定,记录所消耗的草酸标准溶液的体积(mL)。

## 21 结果计算

21.1 将采样体积按公式(4)换算成标准状态下采样体积:

$$V_0 = V_t \times \frac{T_0}{273 + t} \times \frac{P}{P_0} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:  $V_0$ ——标准状态下的采样体积 L;

$V_t$ ——采样体积, L = 采样流量(L/min) × 采样时间(min);

$t$ ——采样点的气温,℃;

$T_0$ ——标准状态下的绝对温度,273 K;

$P$ ——采样点的大气压力,kPa;

$P_0$ ——标准状态下的大气压力 101 kPa。

21.2 空气中二氧化碳浓度按公式(5)计算:

$$c = \frac{20 \times (b - a)}{V_0} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:  $c$ ——空气中二氧化碳浓度,%;

$a$ ——样品滴定所用草酸标准溶液体积,mL;

$b$ ——空白滴定所用草酸标准溶液体积,mL;

$V_0$ ——换算成标准状况下的采样体积,L。

## 22 测量范围、精密度和准确度

### 22.1 测定范围

当采样体积为 5 L 时,可测浓度范围 0.001%~0.5%。

#### 22.2 灵敏度

样品溶液每消耗 1 mL 标准草酸溶液,相当于 0.1 mL 二氧化碳(标准状况 0℃,101.325 kPa)。

#### 22.3 检出下限

当采样体积为 5 L 时,检出浓度为下限 0.001%。

#### 22.4 干扰及排除

空气中二氧化硫、氮氧化物及乙酸等酸性气体对本法的吸收液产生中和反应,但一般环境空气中二氧化碳浓度在  $500 \text{ mg/m}^3$  以上,相比之下,空气中上述酸性气体浓度要低得多。即使空气中二氧化硫浓度超过  $0.15 \text{ mg/m}^3$  的 100 倍,并假设它全部转变为硫酸,对本法所引起的干扰不到 5%。

#### 22.5 精密度和准确度

对含二氧化碳 0.04%~0.27% 的标准气体的回收率为 97%~98%,重点测定的变异系数为 2%~4%。

## 附录 A

(提示的附录)

## 气相色谱法分析空气中二氧化碳的实例

## A1 色谱分析条件

柱箱温度:室温(10~35℃);

检测室温度:室温(10~35℃);

汽化室温度:室温(10~35℃);

载气:氢,50 mL/min;

记录仪:满量程 5 mV,纸速 5 mm/min;

进样量:用六通进样阀进样 3 mL。

## A2 按 A1 色谱分析条件所得到的色谱图。

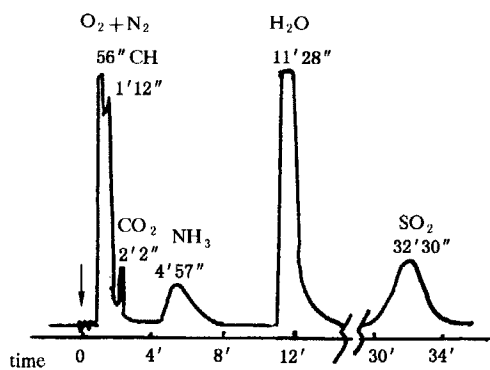


图 A1 标准气和样品气色谱图