



中华人民共和国国家标准

GB/T 45796—2025

空气负离子观测方法 电容式吸入法

Method for air negative ion concentration observation—Capacitance inhalation

2025-05-30 发布

2025-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言.....Ⅲ

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 测量原理与方法.....1

 4.1 原理.....1

 4.2 方法.....2

 4.3 主要技术指标.....2

5 校准方法.....3

 5.1 工作环境.....3

 5.2 设备与设施.....3

 5.3 临界空气离子迁移率检验.....4

 5.4 离子浓度校准.....4

6 数据记录、质量控制与平均值处理方法.....5

 6.1 数据记录.....5

 6.2 质量控制.....5

 6.3 平均值处理.....6

参考文献.....7



前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国气象局提出。

本文件由全国气候与气候变化标准化技术委员会(SAC/TC 540)归口。

本文件起草单位：中国气象局气象探测中心、北京维迪科技发展有限公司、北京象元气象观测技术研究院、湖北省气象信息与技术保障中心(湖北省气象档案馆、新一代天气雷达技术支持武汉分中心)、北京市气象探测中心、国家林业和草原局林草调查规划院、浙江省大气探测技术保障中心、云南省大气探测技术保障中心、新疆维吾尔自治区气象技术装备保障中心、国家气象信息中心、北京沃斯彤科技有限公司、华云升达(北京)气象科技有限责任公司、北京东创旭新测控技术有限公司、北京思湃德信息技术有限公司、中国气象局公共气象服务中心、中国计量科学研究院、中国林业科学研究院林业科技信息研究所、青岛市气象局、云南省气象科学研究所威德创新科技(北京)有限公司、北京依派伟业数码科技有限公司、深圳市万仪科技有限公司、荣标科技有限公司、中网动力(北京)科技发展有限公司、北京华创维想科技开发有限责任公司、北京朗净时代环境科技有限公司、中国建筑科学研究院有限公司。

本文件主要起草人：张晓春、王缅、孙志于、杜波、刘雯、王垚、李维民、马芳、于丽萍、廖成章、刘钧、邹晨曦、邵海明、屈雅、罗昶、叶兵、俞增胜、张锦孚、胡玉峰、谢舟、张垒、张江、陆勇、王宜瑞、王红春、邓高峰、金琪、张万诚。



空气负离子观测方法 电容式吸入法

1 范围

本文件确立了电容式吸入法测量空气负离子浓度的测量原理,描述了该测量方法,规定了测量的技术指标、校准方法、数据记录、质量控制与平均值处理方法等要求。

本文件适用于电容式吸入法对空气中负离子浓度的测量。

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。

GB/T 4883 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

QX/T 118 气象观测资料质量控制 地面

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空气离子 air ion

空气中带正电荷或负电荷的气体分子或分子团或其他悬浮的细小微粒。

[来源:GB/T 18809—2019,3.1]

3.2

空气离子迁移率 air ion mobility

空气离子在单位强度(V/m)电场中的迁移速率。

注:单位为平方米每伏秒[m²/(V·s)]或平方厘米每伏秒[cm²/(V·s)]。

[来源:GB/T 18809—2019,3.3]

3.3

空气负离子 air negative ion

带负电荷的空气离子,简称负离子。

[来源:GB/T 18809—2019,3.4]

3.4

临界空气离子迁移率 critical air ion mobility

能被离子收集器捕获的空气离子在单位强度电场中的迁移速率的最小值。

4 测量原理与方法

4.1 原理

含有离子的空气被吸入电容式结构的离子收集器,在电场作用下,空气离子迁移率大于临界空气

离子迁移率的空气离子会被离子收集器捕获而转化为电流,通过测量电流大小以及采样空气体积等,再经计算得到单位体积空气离子的数浓度。

4.2 方法

4.2.1 空气离子数浓度

单位体积空气离子数浓度按公式(1)计算:

$$N = \frac{I}{qv_x A} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

N ——单位体积空气负离子或正离子数目,单位为个每立方厘米(个/cm³);

I ——微电流计读数,单位为安培(A);

q ——基本电荷电量,值为 1.6×10^{-19} ,单位为库仑(C);

v_x ——取样空气流速,单位为厘米每秒(cm/s);

A ——收集器有效截面积,单位为平方厘米(cm²)。

4.2.2 临界空气离子迁移率

4.2.2.1 平行极板与等效平行极板结构式

临界空气离子迁移率按公式(2)计算:

$$K = \frac{d^2 V_x}{LU} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

K ——临界空气离子迁移率,单位为平方厘米每伏秒[cm²/(V·s)];

d ——极板间距,单位为厘米(cm);

V_x ——空气流速,单位为厘米每秒(cm/s);

L ——收集极板长度,单位为厘米(cm);

U ——极化电压,单位为伏(V)。

4.2.2.2 同轴单/双圆筒结构式

临界空气离子迁移率按公式(3)计算:

$$K = \frac{V_x (R^2 - r^2) \ln \frac{R}{r}}{2DU} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

K ——临界空气离子迁移率,单位为平方厘米每伏秒[cm²/(V·s)];

V_x ——空气流速,单位为厘米每秒(cm/s);

R ——外圆筒内半径,单位为厘米(cm);

r ——内圆筒外半径,单位为厘米(cm);

D ——收集管(内圆筒)长度,单位为厘米(cm);

U ——极化电压,单位为伏(V)。

4.3 主要技术指标

具体指标应符合表 1 中的规定。

表 1 主要技术性能指标

名称		指标
测量要素		空气负离子数浓度
范围		10 个/cm ³ ~5.0×10 ⁵ 个/cm ³
分辨力		≤10 个/cm ³
数浓度最大允许测量误差		±15%,实际大气条件下,空气负离子浓度≥500(个/cm ³)时
临界空气离子迁移率		0.4 cm ² /(V·s)
临界空气离子迁移率最大允许误差		±10%
响应时间		≤30 s
单次测量时间间隔		5 min
离子收集器	极化电压变化	≤10%
	极板间距误差	≤10%
	取样空气流速误差	≤10%
	检测限	≤1.0×10 ⁻¹¹ A
	内部与外部气压偏差	≤1 hPa
时钟误差		±15 s/m
采样频率		≥6 次/min
工作环境		空气温度:-30℃~+50℃; 空气相对湿度(RH):10%~100%

5 校准方法

5.1 工作环境

- 5.1.1 环境温度范围为(20±5)℃,相对湿度范围为20%~90%。
- 5.1.2 具有良好接地,接地电阻应小于4Ω。
- 5.1.3 清洁,无颗粒物或烟雾污染,无机械震动和电磁干扰,避免阳光直射。
- 5.1.4 宜配备具有稳压、滤波功能的不间断电源。

5.2 设备与设施

5.2.1 恒温恒湿屏蔽装置

- 应符合以下要求：
- 具有温度测量、相对湿度测量以及电磁屏蔽等功能；
 - 室内环境条件下,温度日变化应小于3℃,相对湿度日变化应小于10%。

5.2.2 参考微电流计

- 应符合以下要求：
- 电压输出0V~5V可调,分辨力0.001V；
 - 电流输出0A~5×10⁻¹³A可调,分辨力优于1×10⁻¹⁵A；



- 具有至少 5 个不同强度等级微电流输出功能；
- 微电流计的电压、电流等应在计量有效期内。

5.2.3 传递参考仪器

应符合以下要求：

- 具有与待校准仪器相同的结构、迁移率和流速；
- 按 5.4.2 的规定进行校准。

5.2.4 负离子发生装置

应符合以下要求：

- 发生相对稳定、不同浓度的负离子；
- 离子浓度变化率小于 5%。

5.2.5 分流装置

应符合以下要求：

- 具有轴对称结构；
- 内部气流稳定、均匀，雷诺数小于 2 300；
- 分流口处于等速面上且呈轴对称分布。

5.2.6 直尺

应符合以下要求：

- 量程不小于离子收集器极板长度；
- 分辨力优于 0.1 mm。

5.2.7 其他

应符合以下要求：

- 游标卡尺：分辨力优于 0.01 mm；
- 风速计：量程 0 m/s~10 m/s，分辨力优于 0.1 m/s，在计量有效期内；
- 电压表：量程 0 V~5 V，分辨力优于 0.001 V，在计量有效期内。

5.3 临界空气离子迁移率检验

5.3.1 对离子收集器的极板长度、极板间距(对双圆筒型结构为外圆筒内半径、内圆筒的外半径)、极化电压、空气流速等参数进行不少于 3 次测量，并计算各参数的平均值。

5.3.2 按 4.2.2 规定计算临界空气离子迁移率；当临界空气离子迁移率超出最大允许误差时，应对极化电压、空气流速等进行调整，使其符合表 1 的要求。

5.4 离子浓度校准

5.4.1 分类

5.4.1.1 分为微电流校准法、参考量值传递法等。

5.4.1.2 微电流校准法适用于不同结构、不同迁移率的空气负离子仪器的校准。

5.4.1.3 参考量值传递法适用于具有同种结构、同种气流速度和迁移率的空气负离子仪器的校准。

5.4.2 微电流校准法

5.4.2.1 应在恒温恒湿屏蔽条件下,利用参考微电流计对待校准仪器进行校准。

5.4.2.2 应使用至少 5 个不同强度等级的标准微电流信号,且信号范围涵盖待校准仪器的 15%~85% 量程范围。

5.4.2.3 将参考微电流计的微电流输出导入电容式离子收集器。

5.4.2.4 每种强度等级标准微电流信号交替测量,时长不少于 5 min;同步记录待校准仪器与参考微电流计的微电流信号,每种强度的测量记录不少于 10 组。

5.4.2.5 根据仪器结构参数,将待校准仪器与参考微电流计的微电流信号转换为空气离子浓度,再通过线性拟合得到待校准仪器的校准方程,判定系数应大于 0.99。

5.4.3 参考量值传递法

5.4.3.1 在相同恒温恒湿屏蔽条件下,利用负离子发生装置、分流装置,使传递参考仪器与待校准仪器进行同步测量。

5.4.3.2 调节产生至少 5 种不同浓度的负离子,其浓度范围涵盖待校准仪器的 15%~85% 量程范围,每种浓度持续时长应不少于 5 min;同步记录传递参考仪器与待校准仪器的测量结果,每种浓度的测量记录不少于 10 组。

5.4.3.3 根据测量结果,对待校准仪器与传递参考仪器的测量结果进行线性拟合得到待校准仪器的校准方程,判定系数应大于 0.99。

6 数据记录、质量控制与平均值处理方法

6.1 数据记录

6.1.1 应至少每 5 min 形成一条测量数据和仪器参数记录。

6.1.2 测量数据记录应至少包括观测时间、观测点纬度、经度、海拔高度、设备标识符、离子迁移率、空气离子数浓度等要素。

6.1.3 仪器参数记录应包括能反映仪器状况和性能的相关参数记录,包括设备运行、自检、异常报警,以及离子收集器电压、空气流速等参数。

6.1.4 应详细记录观测站址、仪器设备、计量等相关元数据信息,并定期更新。

6.1.5 测量期间,应记录观测设备维护检修校准、周边污染事件、人为活动和天气现象等可能对观测结果产生影响的活动或事件的开始时间、结束时间、活动或事件内容等。

6.2 质量控制

6.2.1 基本通则

6.2.1.1 对于观测过程中的异常、缺测、删除、错误和可疑等的的数据,应查找原因。

6.2.1.2 观测数据应先进行质量控制,再进行统计分析。

6.2.1.3 观测数据质量控制过程包括系列质量检查、综合分析和数据质量标识等。

6.2.2 质量控制方法

包括但不限于以下方法:

- 对观测数据的结构、时间序列以及每条数据记录的类型、长度等进行检查;
- 缺测数据不进行其他检查;

- 检查观测仪器参数是否在设备允许的变化范围内；
- 按 GB/T 4883 的规定对异常或超出允许变化范围的数据进行甄别；
- 检查观测要素的变化是否符合其物理和化学等属性要求；
- 检查观测要素的变化范围是否超出指定时域和空域内要素的主要变化范围；其中，要素的主要变化范围可依据历史观测资料计算获得；
- 检查观测要素的变化规律是否符合指定时域和空域内要素的空间和时间的变化规律；
- 按 QX/T 118 规定的方法对温度、湿度、气压等气象观测数据进行质量控制；
- 对经过上述质量控制检查后的数据进行综合分析，辨别正确与否，给出数据质量标识。

6.3 平均值处理

6.3.1 平均值计算

采用算术平均的方法计算平均值；平均值数据中应至少包含时间、均值、数据个数、标准偏差、最大值和最小值等信息。

6.3.2 有效性

平均值的有效性要求如下：

- 每小时至少有 45 min 的采样时间或观测数据时，则该小时平均值有效；
- 每日至少有 20 个有效小时平均值浓度值或采样时间时，则该日平均值有效；
- 每月至少有 27 个日平均浓度值（二月至少有 25 个日平均浓度值），则该月平均值有效；
- 每季至少有 81 个日平均浓度值、每月至少有 27 个日平均浓度值（二月至少有 25 个日平均浓度值），则该季平均值有效；
- 每年至少有 324 个日平均浓度值、每月至少有 27 个日平均浓度值（二月至少有 25 个日平均浓度值），则该年平均值有效。

参 考 文 献

- [1] GB 3095—2012 环境空气质量标准
 - [2] GB/T 18809—2019 空气离子测量仪通用规范
 - [3] LY/T 2586—2016 空气负(氧)离子浓度观测技术规范
 - [4] LY/T 2587 空气负(氧)离子浓度监测站点建设技术规范
 - [5] QX/T 419 空气负离子观测规范 电容式吸入法
 - [6] QX/T 475 空气负离子自动测量仪技术要求 电容式吸入法
 - [7] 中国气象局. 大气成分观测业务规范(试行)[M]. 北京:气象出版社,2012.
 - [8] 林金明,宋冠群,等. 环境、健康与负氧离子[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
 - [9] 全国科学技术名词审定委员会. 大气科学名词(第三版)[M]. 北京:科学出版社,2009.
 - [10] World Meteorological Organization. Guide to Instruments and Methods of Observation(2023 edition). WMO-No.8[Z],2023
-

