



中华人民共和国文物保护行业标准

WW/T 0016—2008

馆藏文物保存环境质量检测技术规范

Technical specifications for monitoring of museum
environment quality

2009-02-16 发布

2009-03-01 实施

中华人民共和国国家文物局 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 布点和采样	3
4.1 布点数量	3
4.2 布点方式	3
4.3 采样时间及频次	3
4.4 采样条件	3
4.5 采样方法	3
4.6 采样的质量保证	4
4.7 采样记录	4
4.8 采样装置	5
4.9 采样安全措施	5
5 样品的运输与保存	6
6 检测项目与分析方法	6
6.1 检测项目	6
6.2 分析方法	7
7 检测数据处理和报告	9
7.1 检测数据处理	9
7.2 检测结果评价与报告	11
8 质量保证与质量控制	11
8.1 检测人员的基本要求	12
8.2 采样的质量控制	12
8.3 现场检测的质量控制	12
8.4 实验室样品分析质量控制	12
8.5 全程序空白值的检查	12
8.6 校准曲线	13
8.7 精密度和准确度	13
8.8 检测报告的审核	13
9 检测安全	13
附录 A（规范性附录）馆藏文物保存环境照度的测定方法	14
附录 B（规范性附录）馆藏文物保存环境紫外照度的测定方法	16
附录 C（规范性附录）馆藏文物保存环境中甲酸、乙酸的测定方法	18
附录 D（规范性附录）馆藏文物保存环境中氨的测定方法	24
附录 E（规范性附录）馆藏文物保存环境中霉菌总数的测定方法	30

附录 F（规范性附录）馆藏文物保存环境空气待测物有动力连续采样现场记录表..... 32

附录 G（规范性附录）馆藏文物保存环境空气待测物无动力扩散现场采样记录表..... 33

附录 H（规范性附录）样品接收记录表 34

附录 I（规范性附录）馆藏文物保存环境空气质量现场瞬时采样检测报表..... 35

附录 J（规范性附录）馆藏文物保存环境照明检测报表..... 36

附录 K（规范性附录）馆藏文物保存环境质量检测报告格式..... 37

参考文献..... 39

前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J、附录 K 为规范性附录。

本标准由中华人民共和国国家文物局提出。

本标准由全国文物保护标准化技术委员会（SAC/TC289）归口。

本标准负责起草单位：上海博物馆。

本标准参加起草单位：华东理工大学、上海市环境监测中心。

本标准主要起草人：解玉林、吴来明、徐方圆、施超欧、王复、张元茂

本标准是首次发布。

引 言

为贯彻《中华人民共和国文物保护法》，完善馆藏文物保存环境检测制度，评价和了解博物馆文物保存环境质量和现状、研究环境因素对文物的损毁机理、探索有效的控制和治理对策、开展文物保护技术研究，提高馆藏文物预防性保护的管理水平，根据国家文物局 2004 年发布的《文物保护行业标准管理办法》和有关文件要求，制定本标准。馆藏文物保存环境质量检测在环境对象（文物）、微环境条件、检测项目及范围、布点采样、安全因素等方面都不同于其他环境的质量检测。

馆藏文物保存环境质量检测技术规范

1 范围

本标准给出了馆藏文物保存环境质量检测的技术指南。

本标准适用于博物馆馆藏文物保存环境的质量检测，主要包括保存馆藏文物的库房、博物馆、纪念馆展厅以及各种材质、式样的文物展柜、文物储藏柜等空间的环境质量检测。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 5700 照明测量方法

GB/T 6919-1986 空气质量 词汇（GB/T 6919-1986，eqv ISO 4225：1980）

GB/T 8170-2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 11742 居住区大气中硫化氢卫生检验标准方法 亚甲蓝分光光度法

GB/T 12372 居住区大气中二氧化氮检验标准方法 改进的 Saltzman 法

GB/T 14678 空气质量 硫化氢、甲硫醇、甲硫醚和二甲二硫的测定 气相色谱法

GB/T 15262 环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收—副玫瑰苯胺分光光度法

GB/T 15435 环境空气 二氧化氮的测定 Saltzman 法

GB/T 15437 环境空气 臭氧的测定 靛蓝二磺酸钠分光光度法

GB/T 15438 环境空气 臭氧的测定 紫外光度法

GB/T 16128 居住区大气中二氧化硫卫生检验标准方法 甲醛溶液吸收—盐酸副玫瑰苯胺分光光度法

GB/T 17061 作业场所空气采样仪器的技术规范

GB/T 17095 室内空气中可吸入颗粒物卫生标准

GB/T 18204.13 公共场所空气温度测定方法

GB/T 18204.14 公共场所空气湿度测定方法

GB/T 18204.15 公共场所风速测定方法

GB/T 18204.21 公共场所照度测定方法

GB/T 18204.24 公共场所空气中二氧化碳测定方法

GB/T 18204.25 公共场所空气中氨测定方法

GB/T 18204.26 公共场所空气中甲醛测定方法

GB/T 18204.27 公共场所空气中臭氧测定方法

GB/T 18883 室内空气质量标准

HJ/T 93 PM10 采样技术要求和检测方法

HJ/T 167 室内环境空气质量监测技术规范

JJG 254 光照度计

3 术语和定义

GB/T 6919-1986 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

馆藏文物 museum objects

指收藏于各类博物馆、纪念馆、考古所等文物收藏单位的可移动文物。

3.2

馆藏文物保存环境 museum environment

指保存各类文物的相对独立的空间，包括保存文物的库房、博物馆、纪念馆展厅以及文物展柜、文物储藏柜等空间。

3.3

馆藏文物保存环境质量参数 museum environment quality parameter

指馆藏文物保存环境中与文物长久保存有关的物理、化学、生物参数。

3.4

瞬时采样 grab sampling

在很短时间内，采集一个样品，就是常说的抽样。

3.5

连续采样 continuous sampling

在全部操作过程或预定时间内，不间断地采样。

3.6

无动力扩散采样 passive diffusion sampling

指将采样装置或气样捕集介质暴露于环境空气中，不需要抽气动力，依靠环境空气中待测成分的自然扩散作用而直接采集待测物质的采样方式。

3.7

细颗粒 fine particles

指悬浮在空气中，空气动力学当量质量中位径等于 $2.5\ \mu\text{m}$ 的悬浮颗粒物。

3.8

可吸入颗粒物 inhalable particles

指悬浮在空气中，空气动力学当量质量中位径等于 $10\ \mu\text{m}$ 的悬浮颗粒物。

3.9

标准状态 normal state

指温度为 273K，压力为 101.3kPa 时的干物质状态。

3.10

风速 air velocity

指在单位时间内空气在水平方向上移动的距离，单位用 m/s 表示。

3.11

挥发性有机化合物 Volatile Organic Compounds, VOCs

指沸点在 $50^{\circ}\text{C}\sim 260^{\circ}\text{C}$ 、室温下饱和蒸气压超过 133.132kPa 的有机化合物。

3.12

光学辐射 optical radiation

波长位于向 X 射线过渡区 ($\lambda \approx 1\text{nm}$) 和向无线电波过渡区 ($\lambda \approx 1\text{mm}$) 之间的电磁辐射。

3.13

可见辐射 visible radiation

能直接引起视感觉的光学辐射，通常将波长范围限定在 380nm 至 780nm 之间。

3.14

紫外辐射 ultraviolet radiation

波长比可见辐射波长短的光学辐射。通常将波长在 100nm 至 400nm 之间的紫外辐射细分为：UV-A 315nm~400nm；UV-B 280nm~315nm；UV-C 100nm~280nm。

3.15

照度 illuminance

表面上某一点的光照度是入射在包含该点的面元上的光通量 $d\Phi$ 除以该面元面积 dA 之商，即： $E=d\Phi/dA$ ，单位：lx。

3.16

年曝光量 annual lighting exposure

度量物体年累积接受光照度的值，用物体接受的照度与年累积小时的乘积表示，单位为 lx·h/年。

4 布点和采样

4.1 布点数量

采样点的数量根据所需检测面积大小和现场情况而确定，测量值应能真实反映该馆藏文物保存环境的质量。

气态物质浓度、温湿度的采样检测，原则上每个相对独立空间设 1~3 个点，面积超过 100m² 时，应适当增加检测点。所选择的相对独立空间内应基本保证温湿度、气态物质浓度均匀。

光学辐射检测时应选择文物主要受光面，均匀布置 3~5 个点。

4.2 布点方式

多点采样时应按对角线或梅花式均匀布点。

气态物质浓度、温湿度采样检测应避开通风口、墙壁和门窗口。采样点高度应与文物中点高度一致。

光学辐射检测时，检测仪器的测量面应与所测文物主要受光面平行，位置基本与文物保持一致。

4.3 采样时间及频次

新建或经装修改造的展馆、库房及新制作的展柜、储藏柜内气态待测物的采样，在充分排污后和在正式使用前应进行检测；日常的采样检测的采样频次及采样时间，应根据检测目的、待测物浓度水平及检测分析方法的检出限确定。

新建或经改造的照明系统在进文物前应进行光学辐射检测，日常的采样检测根据实际需要确定。年曝光量的检测至少应在照明正常使用过程中连续采样一个星期后换算。

4.4 采样条件

气态物质浓度、温湿度的采样检测，应在待测环境相对稳定后进行。展柜、储藏柜内的采样应尽量避免采样过程中柜内外空气的交换。对于采用集中空调的室内环境及采用主动方式调控的展柜内环境的采样检测应在设备正常运转 24h 后进行。有特殊要求的可根据现场情况及要求而定。

光学辐射现场测量时，应在下列时间后进行：白炽灯和卤钨灯应燃点 15min；气体放电灯类光源应燃点 40min。

4.5 采样方法

具体采样方法应按各检验方法中规定的方法和操作步骤进行。要求年平均、日平均、8h 平均值的参数时，应按累积法的要求采样。

4.5.1 瞬时采样

在满足 4.4 要求的条件下，迅速采集环境样品，检测值代表某一时间点的环境质量参数。若需要多次采样时，一般采样间隔时间为 10min~15min，每个点位应至少采集 3 次样品，每次的采样量大致相同。

4.5.2 有动力连续采样

在满足 4.4 要求的条件下，用有动力的抽气装置，在预定的一段时间内连续采集待测环境样品，检测值代表该时段内环境空气质量参数的平均值。

4.5.3 无动力扩散采样

在满足 4.4 要求的条件下,将采样装置或气样捕集介质暴露于待测环境空气中,不需要抽气动力,依靠环境空气中待测物质的自然扩散作用而直接采集气态物质,检测值代表一段时间内某气态物质的时间加权平均浓度或浓度变化趋势。展柜、储藏柜内等馆藏文物保存微环境中气态待测物质的采集建议采用该方法。

4.6 采样的质量保证

4.6.1 采样仪器

采样仪器应符合国家有关标准和技术要求,并通过计量检定。使用前,应按仪器说明书对仪器进行检验和标定。采样时采样仪器(包括采样管)不能被阳光直接照射。

4.6.2 采样人员

采样人员必须通过岗前培训,切实掌握采样技术,并通过考核取得相应资质。

4.6.3 气密性检查

有动力采样器在采样前应对采样系统气密性进行检查,不得漏气。

4.6.4 流量检查或校准

有动力采样器在采样前和采样后要用经检定合格的高一级的流量计(如一级皂膜流量计、活塞式流量计)在采样负载条件下校检采样流量。采样前如采样流量与要求的采样流量不符,应将采样流量调整至要求的采样流量;采样后要用同一流量校准装置校检采样流量,两次校准的误差不得超过 5%。取采样前和采样后流量测量值的平均值作为采样流量的实际值,并记录流量校检现场的气压和温度,以及流量校验结果。

4.6.5 现场空白检验

在进行现场采样时,一批应至少留有两个采样管不采样,并同其他样品管一样对待,作为采样过程中的现场空白,采样结束后和其他采样吸收管一并送交实验室。样品分析时测定现场空白值,并与校准曲线的零浓度值进行比较。若空白检验超过控制范围,则这批样品作废。

4.6.6 平行样检验

每批采样可根据需要,设置平行采样数量。每次平行采样,测定值之差与平均值比较的相对偏差不得超过 20%。

4.6.7 采样体积校正

在计算浓度时应按以下公式将采样体积换算成标准状态下的体积:

$$V_0 = V \cdot \frac{T_0}{T} \cdot \frac{P}{P_0}$$

式中:

V_0 —换算成标准状态下的采样体积, L;

V —采样体积, L;

T_0 —标准状态的温度, 273 K;

T —采样时采样点现场的温度, K;

P —采样时采样点的大气压力, kPa;

P_0 —标准状态下的大气压力, 101.3 kPa。

4.7 采样记录

采样时要使用墨水笔或档案用圆珠笔对现场情况、采样日期、时间、地点、数量、布点方式、大气压力、气

温、相对湿度以及采样人员等做出详细现场记录，必要时可用照相机记录采样环境的实际状况；每个样品上也要贴上标签，标明点位编号、采样日期和时间、测定项目等，字迹应端正、清晰。采样记录随样品一同报到实验室。

4.8 采样装置

根据馆藏文物保存环境中待测物质的理化特性及其监测分析方法的检测限，采用相应的采样装置。采样装置的规格和技术性能要求按照 GB/T17061。

4.8.1 空气采样器

由流量计、流量调节阀、稳流器、计时器及采样泵等装置组成。采样流量范围为 0.10~1.00L/min，流量计应不低于 2.5 级。

4.8.2 玻璃注射器

适用于采集化学性质稳定、不与玻璃起化学反应且浓度较高的待测气体。

4.8.3 空气采样袋

适用于采集化学性质稳定、不与采样袋起化学反应的待测气体，如 VOCs。用带金属衬里的采样袋可以延长样品的保存时间，也可使用 Tedlar 袋、四氟乙烯采样袋等。

4.8.4 冲击式吸收瓶

适用于采集气态物质。

4.8.5 多孔玻板吸收瓶

适用于采集气态或气态与气溶胶共存的物质。

4.8.6 固体吸附管

适用于采集能被吸附管内固体吸附剂吸附并方便解吸的气态物质。

4.8.7 滤膜

适用于采集挥发性低的气溶胶，如可吸入颗粒物等。常用的滤料有玻璃纤维滤膜、聚氯乙烯纤维滤膜、微孔滤膜、聚四氟乙烯滤膜、石英滤膜等。

玻璃纤维滤膜吸湿性小、耐高温、阻力小。但是其机械强度差。除做可吸入颗粒物的重量法分析外，样品可以用酸或有机溶剂提取，适于做不受滤膜组分及所含杂质影响的元素分析及有机物质分析。

聚氯乙烯纤维滤膜吸湿性小、阻力小、有静电现象、采样效率高、不亲水、能溶于乙酸丁酯，适用于重量法分析，消解后可做元素分析。

微孔滤膜阻力大，且随孔径减小而显著增加，吸湿性强、有静电现象、机械强度好，可溶于丙酮等有机溶剂，消解后适于做元素分析；经丙酮蒸汽使之透明后，可直接在显微镜下观察颗粒形态。

聚四氟乙烯滤膜疏水性强，具有极好的化学耐受性和热稳定性，耐高温，耐冲击，耐腐蚀。适用于重量法分析，洗脱后可做离子分析。

石英滤膜具有颗粒物捕集效率高、碳本底低、耐高温(>900℃)的特点，适合于测定颗粒物中有机成分。

4.8.8 不锈钢采样罐

不锈钢采样罐的内壁经过抛光或硅烷化处理。可根据采样要求，选用不同容积的采样罐。该方法可用于馆藏文物保存环境中总挥发性有机物的采样。

4.8.9 无动力扩散采样器

该方法不用任何动力装置，可对馆藏文物保存微环境中多种污染气体采集，且避免了颗粒物对检测结果的影响。配合后续分析方法，可一次采样，定量分析环境中多种污染气体。

4.9 采样安全措施

在检测的馆藏文物保存环境中空气质量有明显超标时，采样工作人员应采用适当的防护措施。

5 样品的运输与保存

样品由专人运送，按采样记录清点样品，防止错漏，为避免运输中采样管震动破损，装箱时可用泡沫塑料等分隔固定。样品因物理、化学等因素的影响，使组分和含量可能发生变化，应根据不同项目要求，进行有效处理和防护。贮存和运输过程中要避开高温、强光。样品运抵后要与接收人员交接并登记。检测样品要注明保存期限，并在保质期内完成检测。超过保存期限的样品，要按照相关规定及时处理。

6 检测项目与分析方法

6.1 检测项目

6.1.1 检测项目的确定原则

6.1.1.1 选择相关馆藏文物保存环境质量标准中要求控制的检测项目。

6.1.1.2 选择会加速文物劣化的检测项目。

6.1.1.3 选择博物馆藏展材料有害物质限量标准中要求控制的检测项目。

6.1.1.4 选择人们日常活动可能产生的和对文物保存有害的物质。

6.1.1.5 选择馆藏文物保存环境装饰装修及杀灭有害生物（如灭菌、杀虫）等情况可能产生的对文物保存有害的物质。

- 6.1.1.6 选择周边环境可能对馆藏文物保存有影响的和对文物保存有害的物质。
- 6.1.1.7 选择空调系统污染可能对馆藏文物保存有影响的和对文物保存有害的物质
- 6.1.1.8 所选检测项目应有国家或行业标准分析方法、行业推荐的分析方法。

6.1.2 检测项目的选择

6.1.2.1 检测项目见表 1。

表 1 馆藏文物保存环境质量检测项目

应测项目	其它项目
温度、相对湿度、风速、可见光照度、紫外照度、二氧化硫、二氧化氮、二氧化碳、甲酸、乙酸、氨、臭氧、甲醛、硫化氢、挥发性有机物（VOCs）、颗粒物（包括细颗粒 $PM_{2.5}$ 与可吸入颗粒物 PM_{10} ）、霉菌等	大气压、噪声、一氧化碳、亚硝酸、羰基硫、氯化氢、苯、甲苯、二甲苯、甲苯二异氰酸酯（TDI）、氡（ ^{222}Rn ）等

- 6.1.2.2 新装饰、装修过的展厅、文物库房应测定甲醛、甲酸、乙酸、硫化氢、氨、挥发性有机物（VOCs）、颗粒物等。
- 6.1.2.3 新制作、装修过的展柜、文物储藏柜应测定甲醛、甲酸、乙酸、氨、挥发性有机物（VOCs）等。
- 6.1.2.4 新建、改建照明系统后应测定可见光照度、紫外照度等。
- 6.1.2.5 在文物库房及展柜内应测定霉菌。
- 6.1.2.6 在客流量较多的展厅应测定二氧化碳、硫化氢、氨等。
- 6.1.2.7 使用臭氧消毒、净化设备及复印机等可能产生臭氧的馆藏文物保存环境应测臭氧。
- 6.1.2.8 新建筑物应测定氨等。
- 6.1.2.9 文物库房、展厅及展柜内新添、改造或检修通风设备或空调设备后应测定风速并至少连续记录 24h 设备调控环境的温湿度波动情况。
- 6.1.2.10 展柜、文物储藏柜内的温湿度检测应采用连续检测记录，检测时间不得少于 24h，时间间隔时间不得大于 1h。
- 6.1.2.11 展示书画、丝织品、彩绘等对光敏感文物的展柜应检测可见光照度和紫外辐照强度。
- 6.1.2.12 对酸敏感文物的保存与展示环境应测定甲酸、乙酸、二氧化氮、二氧化硫等酸性物质。
- 6.1.2.13 对氧化性气氛敏感的书画、彩绘等文物的保存与展示环境应测定臭氧。
- 6.1.2.14 对含硫化合物敏感的彩绘、银器等文物的保存与展示环境应测定硫化氢。

6.2 分析方法

6.2.1 分析方法的选择原则

- 6.2.1.1 首先选用相关评价标准中指定的分析方法。
- 6.2.1.2 在没有指定方法时，依次选用国家标准分析方法、行业标准方法，或行业推荐方法。
- 6.2.1.3 在某些项目的检测中，可采用 ISO、美国 EPA 和日本 JIS 方法体系等其他等效分析方法，或由权威的技术机构制定的方法，但应经过验证合格，其检出限、检测限、准确度和精密度应能达到本规范的质控要求。
- 6.2.1.4 选择的分析方法应符合博物馆、纪念馆、考古所等文物收藏单位相关防火防盗的规定。在展柜、储藏柜内等与文物直接接触相对密闭空间的各项检测应尽量避免外接电源及采用有动力的液体吸收管采样的方法。

6.2.2 分析方法的选择

表 2 馆藏文物保存环境质量各项参数的检测方法

序号	参数	检验方法	依据
1	温度	(1) 玻璃液体温度计法 (2) 数显式温度计法	GB/T 18204.13
2	相对湿度	(1) 通风干湿表法 (2) 毛发湿度表法 (3) 电湿度计法	GB/T 18204.14
3	风速	(1) 热球式电风速计法 (2) 数字风速表法	GB/T 18204.15
4	照度	照度计法 (附录 A)	GB/T 18204.21 GB/T 5700
5	紫外照度	紫外照度计法	附录 B
6	二氧化硫 SO ₂	(1) 甲醛溶液吸收—盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 (2) 紫外荧光法	(1) GB/T 16128 GB/T 15262 (2) HJ/T 167 ISO/CD 10498-2004 ^[1]
7	二氧化氮 NO ₂	(1) 改进的 Saltzman 法 (2) 化学发光法	(1) GB/T 12372 GB/T 15435 (2) HJ/T 167 EN 14211-2005 ^[2]
8	甲酸 HCOOH 乙酸 CH ₃ COOH	(1) 主动采样——离子色谱法 (2) 无动力扩散采样——离子色谱法	(1) 附录 C.1 (2) 附录 C.2
9	二氧化碳 CO ₂	(1) 不分光红外线气体分析法 (2) 气相色谱法 (3) 容量滴定法	GB/T 18204.24
10	氨 NH ₃	(1) 靛酚蓝分光光度法 (2) 主动采样——离子色谱法 (3) 无动力扩散采样——离子色谱法	(1) GB/T 18204.25 (2) 附录 D.1 (3) 附录 D.2
11	臭氧 O ₃	(1) 靛蓝二磺酸钠分光光度法 (2) 紫外光度法	(1) GB/T 18204.27 GB/T 15437 (2) GB/T 15438
12	甲醛 HCHO	(1) 酚试剂分光光度法 (2) 气相色谱法 (3) 电化学传感器法	(1) GB/T 18204.26 (2) GB/T 18204.26 (3) HJ/T 167
13	硫化氢 H ₂ S	(1) 亚甲蓝分光光度法 (2) 气相色谱法	(1) GB/T 11742 (2) GB/T 14678
14	挥发性有机化合物 VOCs	(1) 热解吸——毛细管气相色谱法 (2) 光离子化总量直接检测法 (非仲裁用)	(1) GB/T 18883 (2) HJ/T 167

15	颗粒物	撞击式——称量法	GB/T 17095 HJ/T 93
16	霉菌总数	自然沉降法	附录 E
注：各项第一个方法为仲裁方法。			

7 检测数据处理和报告

7.1 检测数据处理

7.1.1 检测数据的记录与归档

7.1.1.1 检测采样、样品运输、样品保存、样品交接和实验室分析的原始记录是检测工作的重要凭证，应在记录表格或专用记录本上按规定格式，对各栏目认真填写。个人不得擅自销毁，按期归档保存，涉及同一检测报告的原始记录一并归档。各种现场检测的相关报表见附录 F～附录 J。

7.1.1.2 各种原始记录均使用墨水笔或档案用圆珠笔书写，做到字迹端正、清晰。如原始记录上数据有误而要改正时，应将错误的数字画两道横线；如需改正的数据成片，应以框线将这些数据框起，并注明“作废”两字。再在错误数据的上方写上正确的数据，并在右下方签名(或盖章)。不得在原始记录上涂改。

7.1.1.3 各项记录必须现场填写，不得事后补写。

7.1.1.4 测量物质浓度低于方法的检测限时应记录为“ $\leq$ （仪器检测限）”。

7.1.2 原始记录有效数字保留位数

原始记录有效数字保留位数见表 3。

表 3 原始记录有效数字保留位数

项目	有效数字保留位数	单位
气温	小数点后一位	℃
气压	小数点后一位	kPa
相对湿度	小数点后一位	%
风速	小数点后一位	m/s
照度	整数	lx
紫外照度	小数点后两位	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
气体采样流量	小数点后两位	L/min
颗粒物采样流量	整数	L/min
采样时间	整数	min
采样体积及换算标准状态体积	小数点后一位	L
二氧化碳浓度以其体积分数表示	整数	10^{-6}
甲醛浓度以其体积分数表示	小数点后两位	10^{-6}

VOCs 浓度以其体积分数表示	整数	10^{-9}
PM _{2.5} （重量法）称重	小数点后两位	mg
PM ₁₀ （重量法）称重	小数点后四位	g
分光光度法测定吸光度值	小数点后三位	吸光度

7.1.3 校准曲线回归处理与有效数字

7.1.3.1 用具有回归统计功能的计算器进行计算时，把原始数据输入则可直接显示相关系数 r 、斜率 a 、截距 b ，从而求得一元回归方程：

$$y = ax + b$$

回归时应扣除空白值。不扣除空白值，直接回归的曲线，可用来计算空白值的浓度。

7.1.3.2 r 取小数点后全部 9（但最多取小数点后四位）与第一位非 9 的修约数字。

7.1.3.3 a 的有效数字位数，应与自变量 x 的有效数字位数相等，或最多比 x 多保留一位。 b 的最后一位数，则和应变量 y 的最后一位数取齐，或最多比 y 多一位。

7.1.4 检测结果的统计处理

检测数据的统计主要进行平均值、超标率及超标倍数三项统计计算。参加统计计算的检测数据必须是按照本规范要求所获得的检测数据。不符合本规范要求所得到的数据不得填报，也不参加统计计算。温度和相对湿度的检测结果不进行上述统计处理。

7.1.4.1 平均值的计算

检测数据平均值的计算均指算术平均值。

7.1.4.1.1 单个项目单一测点检测数据平均值的计算

单一测点检测数据平均值的计算公式如下：

$$\overline{C}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}$$

式中：

— j 检测点的平均值；

n —检测数据的数目；

— j 检测点上第 i 个检测数据；

如样品浓度低于分析方法最低检出限，则该检测数据以 1/2 最低检出限的数值参加平均值统计计算。

7.1.4.1.2 单个项目多个测点检测数据平均值的计算

多个测点检测数据平均值的计算公式如下：

$$\overline{C} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{C}_j$$

式中：

—多个检测点检测数据的平均值；

m —检测点的数目；

— j 检测点的平均值；

7.1.4.2 超标倍数的计算

$$\text{超标倍数} = \frac{C - C_0}{C_0}$$

式中：

C—检测数据值；

C₀—馆藏文物保存环境质量标准值。

7.1.4.3 超标率的计算

超标率按如下公式计算：

$$\text{超标率}\% = \frac{\text{超标样品个数}}{\text{总有效样品个数}} \times 100\%$$

不符合本规范要求的检测数据不计入超标样品和总有效样品个数。未检出点计入超标样品和总有效样品个数。

对于未颁布标准的检测项目，一般不进行超标率计算。

7.1.5 检测数据的数字修约及计算规则

7.1.5.1 数字修约

数字修约按国家标准 GB/T 8170-2008 的规定进行。

7.1.5.2 计算规则

在根据正确记录的原始数据进行数据处理时，有效数字的处理方法需按以下原则进行：

7.1.5.2.1 加减运算时，得数经修约后，小数点后面有效数字的位数应和参加运算的数中小数点后面有效数字位数最少者相同。

7.1.5.2.2 乘除运算时，得数经修约后，其有效数字位数应和参加运算的数中有效数字位数最少者相同。

7.1.5.2.3 进行对数计算时，对数的有效数字位数和真数相同。

7.1.5.2.4 进行平方、立方或开方运算时，计算结果有效数字的位数和原数相同。

7.1.5.2.5 计算中，常数 π 、 e 和 $1/3$ 等数有效数字位数是无限的，根据需要取有效数字的位数。

7.1.5.2.6 来自一个正态总体的一组数据（多于 4 个），其平均值的有效数字位数可比原数增加一位。

7.1.5.2.7 表示分析结果精密度的数据一般只取一位有效数字，只有当测定次数很多时才能取两位，且最多只能取两位。

7.1.5.2.8 分析结果有效数字所能达到的位数不能超过方法最低检出浓度的有效数字所能达到的位数。

7.2 检测结果评价与报告

7.2.1 检测结果的评价

检测结果以平均值表示，物理性、化学性和生物性指标平均值符合标准值要求时，为达标；有一项检验结果未达到标准要求时，为不达标。并应对单个项目是否达标进行评价。

7.2.2 检测报告

检测报告应包括以下内容：被检测方或委托方、检测地点、检测项目、检测时间、检测仪器、检测依据、检测结果及检验人员、报告编写人员、审核人员、审批人员签名等。检测报告应加盖检测机构监（检）测专用章，并要加盖骑缝章。报告格式参见附录 K。

8 质量保证与质量控制

馆藏文物保存环境质量检测、质量保证是贯穿检测全过程的质量保证体系，包括：人员培训、采样点位

的选择、检测分析方法的选定、实验室质量控制、数据处理和报告审核等一系列质量保证措施和技术要求。

8.1 检测人员的基本要求

8.1.1 凡从事馆藏文物保存环境质量检测的工作人员，须经专业技术培训，考核合格后取得相应资质。

8.1.2 正确熟练地掌握环境检测中操作技术和质量控制程序；熟知有关环境检测管理的法规、标准和规定；学习和了解国内外环境检测新技术、新方法。

8.1.3 检测人员对于所获得的检测数据资料应及时整理归档，认真填写各种检测表格，字迹工整。严禁弄虚作假，擅自涂改、伪造数据资料。

8.1.4 要定期对所用仪器、仪表及各种检测用具进行检查、校准和维护。

8.2 采样的质量控制

参见 4.6。

8.3 现场检测的质量控制

8.3.1 人员要求

现场检测人员和质量控制人员要求具有仪器仪表、化学分析、标准传递、计算机、数据处理等多个相关专业基础知识，必须接受严格的技术培训和考核，能正确和熟练掌握仪器设备的操作和使用，能迅速判断故障并能及时排除故障。

8.3.2 仪器校准

仪器必须按规定做好周期计量检定/校准的工作，使用前后都要进行性能检查，并在检定周期中至少进行一次期间核查。

8.3.3 填写现场检测记录

现场检测人员要认真填写现场检测记录并签名，现场质控人员审核现场检测的过程和核验检测记录合格后签名。

8.3.4 日常检查和维护

现场检测仪器要做好日常检查和维护，保证检测仪器处于良好的状态。

8.4 实验室样品分析质量控制

8.4.1 分析方法的选择

所用检测方法优先选用国家标准、行业标准规定的检测分析方法。新方法或分析人员首次使用的方法，应进行完整的方法确认工作，以考察方法的适用性和分析人员操作水平。

8.4.2 标准溶液

8.4.2.1 标准溶液的配制

8.4.2.1.1 采用基准试剂或用分析法指定规格的试剂配制标准溶液。用称量法直接配制标准溶液时，其精度应准确称量至 0.1mg，在 A 级容量瓶中定容。

8.4.2.1.2 非直接配制的标准溶液必须经过标定，取平行标定结果平均值作为标定值。平行标定结果的相对偏差应小于 2%，否则需重标。

8.4.2.1.3 也可直接使用有证标准溶液。

8.4.2.2 标准溶液的使用与储存

配制好的标准溶液必须储存在适宜的试剂瓶中，变质或过期的标准溶液必须重新配制，标准溶液需分装使用，以避免污染。

8.4.2.3 标准溶液的检验

8.4.2.3.1 实验室配制的标准溶液与国家一级或二级标准物质进行比对实验，检验其是否符合要求。

8.4.2.3.2 用 F 检验法进行总体方差一致性检验，用 t 检验法进行总体均值一致性检验。

8.4.2.3.3 经检验均值无显著性差异，实验室配制的标准溶液符合要求可以使用。

8.4.2.3.4 经检验均值有显著性差异，表明实验室配制的标准溶液存在系统误差，不能使用应重新配制。

8.5 全程空白值的检查

全程序空白值是指测定某物质时，除样品中不含该测定物质外，整个分析过程的全部因素引起的测定信号值或相应浓度值。每次测定 2 个平行样，连测 5d，计算 10 次所测结果的批内标准偏差 S_{wb} 。

$$S_{wb} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{m(n-1)}}$$

式中：

m ——测定天数；

n ——每天测定平行样个数。

检出限按下列公式计算：

$$L = 2\sqrt{2}t_f S_{wb}$$

式中：

L ——方法检出限；

$tf(0.05)$ ——单侧显著性水平为 5%，批内自由度 $f=m(n-1)$ 时 t 分布临界值；

S_{wb} ——测定次数为 n 次的空白值标准差；

f ——批内自由度， $f=m(n-1)$ ； m 为重复测定次数， n 为平行测定次数；

t ——显著性水平为 0.05(单侧)，自由度为 f 的 t 值。

若所得检出限大于方法规定检出限，表明空白值不合格，应查找原因改进，否则影响样品测定的准确度和精密度，即检测质量不合格。

8.6 校准曲线

绘制校准曲线时，至少要有六个浓度点（包括零浓度），在接近线性范围上限和下限的点，每个点应做平行测定。校准曲线回归的相关系数 r 大于 0.999 者为合格校准曲线，回归方程截距 a 小于 0.005 为合格，若 a 大于 0.005 时，当取 95% 的置信水平，将截距 a 与 0 作 t 检验，无显著性差异时， $a=0$ ，可用回归方程计算浓度；当截距 a 与 0 有显著性差异时，应找出原因并予以纠正后，重新绘制并经检验合格方可使用。

当分析方法要求每次测定需同时绘制校准曲线时，应按方法规定执行；若校准曲线斜率较为稳定，可定期检查其是否可继续使用，检验方法是测定两个校准点（以测定上限浓度 0.3 倍和 0.7 倍两点为宜），当此两点与原曲线相应点的相对偏差小于 5%（最多 10%）时原曲线可以继续使用，否则需重新绘制。

8.7 精密度和准确度

8.7.1 精密度

每次检测时，必须在现场加采不少于 10% 的密码平行样，与样品同时测定，平行样相对偏差应符合要求（相对偏差不大于方法规定值的两倍为合格），平行测定合格率 $\geq 95\%$ 方为合格。若不足 95%，则应重测不合格的平行双样，应增测 10%~15% 的密码平行样，如此累进直至合格率 $\geq 95\%$ 为止。

8.7.2 准确度

在样品检测时必须做标准样品测定。标准样品测定值应在控制范围内。

8.8 检测报告的审核

严格执行原始数据及检测报告的三级审核制度。审核范围：采样原始记录、分析原始记录、检测报告。审核内容包括检测方法、数据计算过程、质控措施、计量单位、报告内容等。

9 检测安全

馆藏文物保存环境质量现场检测时应遵守馆藏文物保存各项安全制度，规范操作，保持检测现场整洁。实验室分析时安全操作，加强剧毒化学药品的管理。

附 录 A
(规范性附录)
馆藏文物保存环境照度的测定方法

光学辐射作为一种能量对文物有一定的潜在危害,馆藏文物保存环境中可见光照度应遵循有利于观赏展品和保护展品的原则,达到安全可靠、经济适用、技术先进、节约能源、维修方便的要求。馆藏文物保存环境中照度的测定通常采用(光)照度计测量。

A.1 相关标准和依据

本方法主要依据 GB/T 18204.21 和 GB/T 5700。

A.2 原理

照度计是利用光电探测器的物理光电现象制成的。当外来光线入射于光电探测器表面后,光电探测器将光能转变为电压、电流或频率,通过后继电路显示出光的照度值。光电探测器的光谱响应被修整为人眼光谱光视效率曲线。

A.3 仪器和设备

A.3.1 照度计

A.3.1.1 照度计的性能如下:

量程:使用照度计最小分辨率不得大于 1lx,检测上限在 5000lx 以上;

应用一级国家标准照度计,性能:相对示值误差不大于 $\pm 4\%$; $V(\lambda)$ 匹配误差 $f' < 6\%$;余弦特性不大于 $\pm 4\%$;非线性误差不大于 $\pm 1\%$;换挡误差不大于 $\pm 1\%$;疲劳误差不大于 -0.5% ;红外线响应误差不大于 2% ;紫外线响应误差不大于 1.5% ;温度系数不大于 $\pm 0.5\%$ 。

光照度计的检定应符合 JJG 245 的规定。

A.4 测定

A.4.1 测定点的确定

A.4.1.1 馆藏文物保存环境中照度的测量应选择其中有代表性的测量点,测量面与文物主要受光面平行,距离文物不超过 10cm,应在测量结果中详细注明测量点的位置。

A.4.2 照度测定时注意事项

A.4.2.1 测定开始前,白炽灯和卤钨灯应燃点 15min;气体放电灯类光源应燃点 40min。

A.4.2.2 受光器上必须洁净无尘。

A.4.2.3 测定时受光器稳定平行放置于接近文物的主要受光面。

A.4.2.4 应防止各类人员和物体对光接受器造成遮挡。

A.4.3 年曝光量的测定

A.4.3.1 将受光器固定于测定位置,定期(通常为 1h)记录照度值和间隔时间。

A.4.3.2 累积各时段的曝光量值(照度 $\times$ 间隔时间)。

A.4.3.3 年曝光量的计算必须连续累积计算三个工作日后按比例换算成年曝光量。

A.4.3.4 闭馆后若检测环境无光照射，则仅需累积开馆时的曝光量。

A.4.3.5 对于感应灯光年曝光量的测量推荐采用具有自动累积计算的照度计检测，并至少连续累积测量一周。

A.5 结果计算

A.5.1 测定结果可直接记录，也可以记录最大值、最小值及平均值，必须记录详细的检测位置和受光面的朝向。

A.5.2 曝光量按下式计算。

$$C_k = \sum_{i=1}^k E_i \cdot t_i$$

式中：

C_k ——k 时段曝光量，lx · h；

E_i ——i 时段平均照度，lx；

t_i ——i 时段时间间隔，h。

A.5.3 年曝光量计算。

$$C_{\text{年}} = C_k \times \frac{365}{t_k}$$

式中：

$C_{\text{年}}$ ——年曝光量，lx · h/a；

C_k ——k 时段曝光量，lx · h；

t_k ——检测时间，d。

注：365 是 1a 的统计计算天数。

附 录 B
(规范性附录)
馆藏文物保存环境紫外照度的测定方法

紫外辐射是波长比可见辐射波长短的光学辐射，通常将波长在 100nm 至 400nm 之间的紫外辐射细分为：UV-A 315nm~400nm；UV-B 280nm~315nm；UV-C 100nm~280nm。由于紫外辐射的能量较大，因此对文物的损害也较大。馆藏文物保存环境中紫外照度的测定通常采用紫外照度计测定。

B.1 原理

紫外照度计是利用光敏半导体原件的物理光电现象制成的。当外来一定波长的紫外线射到硅光电池（光学元件）后，硅光电池即将光能转变为电能，通过电流表显示出紫外线的辐照强度值。

B.2 仪器和设备

B.2.1 紫外辐射照度计

紫外辐射照度计的性能如下：

辐照度测量范围：0.01 μ W/cm²~1.999 $\times$ 10⁴ μ W/cm²；

紫外带外区杂光：<0.02%；

余弦特征：符合 JJG254 中二级光照度计标准；

准确度：±5%。

B.3 测定

B.3.1 测定点的确定

B.3.1.1 馆藏文物保存环境中紫外辐照强度的测量应选择其中有代表性的测量点，测量面与文物主要受光面平行，距离文物不超过 10cm，应在测量结果中详细注明测量点的位置。

B.3.2 照度测定时注意事项

B.3.2.1 测定开始前，白炽灯和卤钨灯应燃点 15min；气体放电灯类光源应燃点 40min。

B.3.2.2 受光器上必须洁净无尘。

B.3.2.3 测定时受光器稳定平行放置于接近文物的主要受光面。

B.3.2.4 应防止各类人员和物体对光接受器造成遮挡。

B.3.2.5 通常馆藏文物保存环境中紫外辐射的检测仅需测量 UV-A（波长为 315nm~400nm）值。

B.3.2.6 检测仪器应定期校准。

B.4 结果计算

B.4.1 测定结果可直接记录，也可以记录最大值、最小值及平均值，必须记录详细的检测位置和受光面的朝向。

B.4.2 紫外线相对含量按下式计算。

$$R = I \times 10^4 / E$$

式中：

R—紫外线相对含量， $\mu\text{W}/\text{lm}$ ；

I——紫外照度， $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；

E——照度，lx；

104——转换系数， $\text{lx} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{lm}^{-1}$ 。

附 录 C (规范性附录)

馆藏文物保存环境中甲酸、乙酸的测定方法

馆藏文物保存环境中甲酸和乙酸等酸性气体的测定方法通常采用离子色谱法，根据采样方法的不同，可分为主动采样和无动力扩散采样两种。

C.1 主动采样—离子色谱法

C.1.1 原理

空气中的甲酸、乙酸等酸性气态待测物，在用碱性溶液采样吸收过程中发生中和反应，生成可溶性盐。然后用离子交换色谱柱分离，根据保留时间确定甲酸根和乙酸根，并采用抑制电导检测器检测，外标法定量。

C.1.2 测定范围

测定范围为 20mL 样品溶液中含 $0.5 \mu\text{g} \sim 200 \mu\text{g}$ 甲酸或乙酸。采样 30L，可测浓度范围为 $0.02\text{mg}/\text{m}^3 \sim 6.67\text{mg}/\text{m}^3$ 。

C.1.3 试剂和材料

所用试剂均为优级纯或分析纯。所用水为超纯水，电阻率不低于 $18.2\text{M}\Omega/\text{cm}$ 。

C.1.3.1 吸收液：称取质量分数为 50% 的优级纯氢氧化钠溶液 1.6g，溶于 100mL 超纯水中，配成 200mmol/L 氢氧化钠浓吸收液，密封。临用时将其稀释 10 倍。

C.1.3.2 乙酸根标准储备液：精确称取在硫酸干燥器中干燥的优级纯无水乙酸钠 68.31mg，溶于超纯水中，在 100mL 容量瓶中定容，放入冰箱，4℃ 冷藏存放，此标准储备液 1.00mL 相当于含 $500 \mu\text{g CH}_3\text{COO}^-$ ，可稳定 3 个月。

C.1.3.3 乙酸根标准工作液：精确量取乙酸根标准储备液 20.00mL，于 500mL 容量瓶中，用超纯水稀释至刻度，此标准工作液 1.00mL 相当于含 $20 \mu\text{g CH}_3\text{COO}^-$ 。此溶液应在临用现配。

C.1.3.4 甲酸根标准储备液：精确称取在硫酸干燥器中干燥的优级纯无水甲酸钠 73.89mg，溶于超纯水中，在 100mL 容量瓶中定容，放入冰箱，4℃ 冷藏存放，此标准储备液 1.00mL 相当于含 $500 \mu\text{g HCOO}^-$ ，可稳定 3 个月。

C.1.3.5 甲酸根标准工作液：精确量取甲酸根标准储备液 20.00mL，于 500mL 容量瓶中，用超纯水稀释至刻度，此标准溶液 1.00mL 相当于含 $20 \mu\text{g HCOO}^-$ 。此溶液应在临用现配。

C.1.3.6 淋洗液：

C.1.3.6.1 浓淋洗液配制：在一洁净的干燥烧杯中称取 2.0g 质量分数为 50% 的优级纯氢氧化钠溶液，用超纯水转移至 1L 淋洗罐中，并且继续加入超纯水至 1L，所配制的氢氧化钠淋洗液浓度为 25mmol/L。

C.1.3.6.2 稀淋洗液配制：用洁净的量筒量取 200mL 已经配制好的 25mmol/L 氢氧化钠淋洗液，加超纯水稀释到 1L，所配制氢氧化钠淋洗液浓度为 5mmol/L。

注 1：如果离子色谱仪有二元泵或四元泵，可只配 25mmol/L 氢氧化钠溶液，另一路用超纯水代替。

注 2：如果离子色谱仪有淋洗液发生装置，可通过面板设置所需的氢氧化钾（钠）淋洗液的浓度，无需配制淋洗液。

C.1.4 仪器和设备

C.1.4.1 多孔玻板吸收瓶

在使用前，用 100mmol 氢氧化钠溶液浸泡过夜，然后用超纯水超声清洗至无甲酸、乙酸空白干扰（用

离子色谱检定)。

C.1.4.2 空气采样器

流量范围 0L/min~2L/min, 流量稳定, 使用前后, 用皂膜流量计校准采样系统的流量, 误差小于 5%。

C.1.4.3 离子色谱仪

泵系统具有两个或两个以上的流路, 或带有淋洗液流路切换的单泵, 或带有淋洗液发生装置的单泵; 抑制电导检测器; 阴离子交换色谱柱, 采用 OH 体系的淋洗液。

C.1.4.4 色谱柱

带有保护柱的阴离子色谱分离柱, 首选 Ionpac AS18 (4mm×250mm)+AG18 (4mm×50mm), 其次为 Ionpac AS11-HC (4mm×250mm)+AG11-HC (4mm×50mm) 或 Ionpac AS17 (4mm×250mm)+AG17 (4mm×50mm)。

C.1.4.5 抑制器

高容量的连续化学抑制器或电化学抑制器。

C.1.5 采样和样品保存

用多孔玻板吸收瓶, 内装 20mL20mmol/L 氢氧化钠吸收液, 以 1.0L/min 流量, 采气 30L~45L。采样前后需将吸收瓶两端密封, 以防止运输过程中吸收外界的甲酸、乙酸。

C.1.6 分析步骤

C.1.6.1 色谱分析条件

分析时, 应根据离子色谱仪的型号和性能, 制定能分析甲酸、乙酸的最佳测试条件。下面所列举的测试条件是一个实例。

离子色谱仪: DX120(双系统)。

淋洗液流速: 1.0mL/min。

色谱柱: Ionpac AS18 (4mm×250mm)+AG18 (4mm×50mm)

0min~1min 5mmol/L NaOH

1.01min~8min 25mmol/L NaOH

8.01min~15min 5mmol/L NaOH

检测温度: 色谱柱和检测器温度为 28℃±2℃。

进样体积: 进样量为 25 μL, 体积过大会造成色谱峰变形。

C.1.6.2 标准曲线的绘制

取 6 个 50mL 容量瓶, 按表 C.1 定容制备甲酸、乙酸标准系列。

表 C.1 甲酸、乙酸标准系列

管 号	1	2	3	4	5	6
乙酸根标准工作液/ mL	25.00	10.00	2.50	1.25	0.25	0.05
甲酸根标准工作液/ mL	25.00	10.00	2.50	1.25	0.25	0.05
超纯水定容体积/ mL	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
乙酸根含量/ μg/mL	10.00	4.000	1.000	0.500	0.100	0.020
甲酸根含量/ μg/mL	10.00	4.000	1.000	0.500	0.100	0.020

仪器稳定后,按管号次序从6到1依次进样,进样量25 μL,以含量(μg/mL)为横坐标,峰面积为纵坐标,绘制标准曲线,并计算回归方程。斜率的倒数作为样品测定时的计算因子Bs[μg/(mL·峰面积)]。

C.1.6.3 样品测定

采样后,将吸收管中的吸收液移入洁净的玻璃瓶中,按C.1.6.1色谱条件和C.1.6.2分析步骤测定,每个样品重复做三次,用保留时间确认甲酸根、乙酸根的色谱峰,测量其峰面积,得峰面积的平均值。

C.1.6.4 空白试验

用空白吸收液代替样品溶液,按C.1.6.3操作步骤进样和分析。

C.1.7 结果计算

C.1.7.1 将采样体积按4.6.7计算在标准状态下的采样体积。

C.1.7.2 空气中的甲酸、乙酸浓度计算

空气中甲酸、乙酸浓度按下式计算:
$$c = \frac{(A - A_0) \times B_s \times V_l}{V_0 \times K}$$

式中:

- c — 空气中甲酸或乙酸的浓度, mg/m³;
- A — 样品溶液色谱峰面积的平均值;
- A₀ — 空白吸收液色谱峰面积的平均值;
- B_s — 由C.1.6.2得到的计算因子, μg/(mL·峰面积);
- V_l — 采样用的吸收液的体积, mL;
- V₀ — 标准状态下的采样体积, L;
- K — 相应离子转化为对应酸性气体的转换系数, 甲酸取 0.978, 乙酸取 0.983。

C.1.8 方法特性

C.1.8.1 精密度

重复性相对标准偏差为 1%~3%;

再现性相对标准偏差为 3%~5%。

C.1.8.2 准确度

流量误差不超过 5%,吸收管采样效率不得低于 98%,实际样品加标回收率在 95%~105%之间。

C.1.9 干扰及排除

室内空气中的一氧化氮、二氧化氮、二氧化硫、硫化氢和氟化物对本法均无干扰。

C.2 无动力扩散采样—离子色谱法

C.2.1 原理

空气中的甲酸、乙酸气态待测物通过扩散作用进入无动力扩散采样器,与采样器中吸收膜上的碱性浸渍剂作用,生成盐。然后用超纯水将膜上吸附的离子浸泡提取,用离子交换色谱柱分离,根据保留时间确定乙酸根和甲酸根,并采用抑制电导检测器检测,外标法定量。

C.2.2 测定范围

测定范围为 5mL 样品溶液中含 0.125 μg~50.0 μg 的乙酸和甲酸。若采样 5d,可测浓度范围经过换算为: 0.001mg/m³~2.000mg/m³。

C.2.3 试剂和材料

所用试剂均为优级纯。所用水均为超纯水。

C.2.3.1 采样浸渍液:称取 2.0g 三乙醇胺和 1.0g 丙三醇,用超纯水稀释定容到 10mL。

C.2.3.2 乙酸根标准储备液：精确称取在硫酸干燥器中干燥的优级纯无水乙酸钠 68.31mg，溶于超纯水中，在 100mL 容量瓶中定容，放入冰箱，4℃冷藏存放，此标准储备液 1.00mL 相当于含 500 μg CH₃COO⁻，可稳定 3 个月。

C.2.3.3 乙酸根标准工作液：精确量取乙酸根标准储备液 20.00mL，于 500mL 容量瓶中，用超纯水稀释至刻度，此标准工作液 1.00mL 相当于含 20 μg CH₃COO⁻。此溶液临用现配。

C.2.3.4 甲酸根标准储备液：精确称取硫酸干燥器中干燥的优级纯无水甲酸钠 73.89mg，溶于超纯水中，在 100mL 容量瓶中定容，放入冰箱，4℃冷藏存放，此标准储备液 1.00mL 相当于含 500 μg HCOO⁻，可稳定 3 个月。

C.2.3.5 甲酸根标准工作液：精确量取甲酸根标准储备液 20.00mL，于 500mL 容量瓶中，用超纯水稀释至刻度，此标准溶液 1.00mL 相当于含 20 μg HCOO⁻。此溶液临用现配。

C.2.3.6 淋洗液的配制：

C.2.3.6.1 浓淋洗液配制：在一洁净的干燥烧杯中称取 2.0g 质量分数为 50%的优级纯氢氧化钠溶液，用超纯水转移至 1L 淋洗罐中，并且继续加入超纯水至 1L，所配制的氢氧化钠淋洗液浓度为 25mmol/L。

C.2.3.6.2 稀淋洗液配制：用洁净量筒量取 200mL 已经配制好的 25mmol/L 氢氧化钠淋洗液，加超纯水稀释到 1L，所配制氢氧化钠淋洗液浓度为 5mmol/L。

注 1：如果离子色谱仪有二元泵或四元泵，可只配 25mmol/L 氢氧化钠溶液，另一路用超纯水代替。

注 2：如果离子色谱仪有淋洗液发生装置，可通过面板设置所需的氢氧化钾（钠）淋洗液的浓度，无需配制淋洗液。

C.2.3.7 采样滤纸：按无动力扩散采样器的使用说明确定滤纸的尺寸。采样前滴加浸渍液，用于吸收被测组分。

C.2.4 仪器和设备

C.2.4.1 无动力扩散采样器

C.2.4.1.1 采样器的结构：包括前盖、不锈钢丝网、挡颗粒物滤膜（聚四氟乙烯膜）、扩散腔、阻隔膜（聚四氟乙烯膜）及后盖。

C.2.4.1.2 采样器及滤纸的洗涤

将无动力扩散采样器的各个部分及采样滤纸，分别放入聚丙烯量杯中用超纯水浸泡洗涤，每天浸泡 4 次，每次冲洗 3 次，一般清洗时间为 3 天。无动力扩散采样器在干燥前必须经过空白测试，其浸泡后的溶液经离子色谱测定，甲酸根、乙酸根、氯离子、亚硝酸根离子、硝酸根离子和硫酸根离子浓度应低于 25 μg/L。第一次使用的无动力扩散采样器在常规清洗前须用 100mmol/L 氢氧化钠溶液进行浸泡，浸泡时间为 1d。

C.2.4.1.3 采样器各部件的干燥

将无动力扩散采样器的各个部分及采样滤纸置于干净托盘中，将托盘置于洁净的真空干燥箱中真空干燥，干燥温度 40℃~45℃，干燥时间在 3h 左右。

C.2.4.1.4 采样器的组装与保存

在一个洁净的实验室内的超净工作台上，用镊子将干燥的阻隔膜（聚四氟乙烯膜）放入无动力扩散采样器后盖中，将采样滤纸置于阻隔膜上，将扩散腔扣上，用移液枪在采样滤纸上均匀滴入 100 μL 采样浸渍液，依次在扩散腔上部压上挡颗粒物滤膜、不锈钢丝网和前盖。将安装好的空白采样器置于 125mL 的聚丙烯样品瓶中，并在样品瓶中放入保护性采样吸收器（去掉聚四氟乙烯滤膜和不锈钢丝网的无动力扩散采样器），充入高纯氮，放入 2L 的聚丙烯样品瓶，盖紧瓶盖于 4℃冷藏保存。

注：为减少操作过程中的污染，操作人员应戴口罩以及无离子的一次性手套。

C.2.4.2 离子色谱仪

泵系统具有两个或两个以上的流路，或带有淋洗液流路切换的单泵，或带有淋洗液发生装置的单泵；抑制电导检测器；阴离子交换色谱柱，采用 OH 体系的淋洗液。

C.2.4.3 色谱柱

带有保护柱的阴离子色谱分离柱，首选 Ionpac AS18 (4mm×250mm) + AG18 (4mm×50mm)，其次为 Ionpac AS11-HC (4mm×250mm) + AG11-HC (4mm×50mm) 或 Ionpac AS17 (4mm×250mm) + AG17 (4mm×50mm)。

C.2.4.4 抑制器

高容量的连续化学抑制器或电化学抑制器。

C.2.4.5 提取瓶

用于样品的前处理，白色或棕色玻璃材质，带塑料瓶盖及聚四氟乙烯盖垫，使用前用 100mmol 氢氧化钠溶液浸泡过夜，然后用超纯水超声清洗至无甲酸、乙酸空白干扰（用离子色谱检定）。

C.2.4.6 样品瓶

用于无动力扩散采样器的密封保存，聚丙烯材质，使用前用超纯水洗净，规格为 20mL~25mL。

C.2.4.7 真空干燥箱，内部洁净，不与其他可能的污染实验混用。

C.2.4.8 超声波清洗器

C.2.5 采样和样品提取

C.2.5.1 采样

将无动力扩散采样器按要求放置在指定的位置，并使采样器中装有不锈钢丝网的一面朝上，暴露于检测空间，采样时间根据所检测环境的污染状况而定，一般放置 3d。采样后将无动力扩散采样器放入样品瓶中，盖紧瓶盖，带回实验室检测。

C.2.5.2 样品提取

用干净的镊子将采样滤纸和阻隔膜从无动力扩散采样器后盖中取出，放入测过空白的洁净提取瓶中，加入 5mL 超纯水，盖上瓶盖，放入超声波清洗仪中超声振荡 5min。样品应在处理后 12h 内测定。

由于超声过程中产生少量纸絮，进样时用 0.22 μm 过滤头进行过滤，过滤头可重复使用，过滤之前用超纯水清洗过滤头至少 5 次。

C.2.6 分析步骤

C.2.6.1 色谱分析条件

分析时，应根据离子色谱仪的型号和性能，制定能分析甲酸、乙酸的最佳测试条件。下面所列举的测试条件是一个实例。

离子色谱仪：DX120(双系统)。

淋洗液流速：1.0 mL/min。

色谱柱：Ionpac AS18 (4mm×250mm) + AG18 (4mm×50mm)

0min~1min 5mmol/L NaOH

1.01min~8min 25mmol/L NaOH

8.01min~15min 5mmol/L NaOH

检测温度：色谱柱和检测器温度为 28℃ ± 2℃。

进样体积：进样量为 25 μL。

C.2.6.2 标准曲线的绘制

取 6 个 50mL 容量瓶，按表 C.1 定容制备甲酸、乙酸标准系列。

仪器稳定后，按管号次序从 6 到 1 依次进样，进样量 25 μL，以含量 (μg/mL) 为横坐标，峰面积为纵坐标，绘制标准曲线，并计算回归方程。斜率的倒数作为样品测定时的计算因子 Bs[μg/(mL·峰面积)]。

C.2.6.3 样品测定

采样后按 C.2.5.2 提取后，按 C.2.6.1 色谱分析条件和 C.2.6.2 分析步骤测定，每个样品重复作三次，用保留时间确认甲酸根、乙酸根的色谱峰，测量其峰面积，得峰面积的平均值。

C.2.6.4 空白试验

将带至采样现场但未采过样的空白采样器按 C.2.6.3 操作步骤提取和分析。

C.2.7 结果计算

空气中各离子的浓度 c 用下式进行计算:

$$c = \frac{(A - A_0) \times B_s \times V_l}{k \times t}$$

式中:

c —— 空气中甲酸或乙酸的浓度, mg/m^3 ;

A —— 样品提取液色谱峰面积的平均值;

A_0 —— 空白提取液色谱峰面积的平均值;

B_s —— 由 C.2.6.2 得到的计算因子, $\mu\text{g}/(\text{mL} \cdot \text{峰面积})$;

V_l —— 提取溶液体积, mL ;

k —— 无动力扩散采样器的采样速率 (根据无动力扩散采样器使用说明), L/min ;

t —— 采样时间, min 。

C.2.8 方法特性

C.2.8.1 精密度

重复性相对标准偏差在 1%~3%;

再现性相对标准偏差在 3%~5%。

C.2.8.2 准确度

实际样品加标回收率为 90%~110%。

C.2.9 干扰及排除

空气中的硝酸根、硫酸根、亚硝酸根、碳酸根等离子对本法均无干扰。

附 录 D
(规范性附录)
馆藏文物保存环境中氨的测定方法

馆藏文物保存环境中氨的测定在展厅、库房内常用主动采样方法，主要检测方法有：靛酚蓝试剂比色法（GB/T18204.25）、离子色谱法等。对于文物展柜及文物储藏柜内氨的检测常采用无动力扩散采样——离子色谱法检测。

D.1 主动采样—离子色谱法

D.1.1 原理

空气中的氨被甲基磺酸吸收液吸收后，生成甲基磺酸铵。用离子交换色谱柱分离，根据保留时间确定铵离子，并用抑制电导检测器检测，外标法定量。

D.1.2 测定范围

在吸收液为 20mL，采样体积为 30L~60L 时，测定范围为 0.003mg/m³~3.300mg/m³，对于高浓度样品测定前必须进行稀释。

D.1.3 试剂和材料

分析中所用试剂全部为符合国家标准的分析纯或优级纯试剂；所用水为超纯水，电阻率不低于 18.2M Ω /cm。

D.1.3.1 甲基磺酸吸收液：

准确称取甲基磺酸（CH₃SO₃H）0.96g，溶于少量水中，用超纯水于 1L 容量瓶中定容，此溶液中 c(CH₃SO₃H)=0.01mol/L，贮存于冰箱可稳定 3 个月。

D.1.3.2 氯化铵标准贮备液

精确称取在硫酸干燥器中干燥的优级纯无水氯化铵 0.7852g，于 250mL 容量瓶中用超纯水稀释定容，此标准溶液 1.00mL 相当于含 1000 μ gNH₃，放入冰箱，4℃冷藏存放，可稳定 3 个月。

D.1.3.3 氯化铵标准工作液

精确量取氯化铵标准贮备液 5.0mL，于 500mL 容量瓶中，用超纯水稀释至刻度线，此标准溶液 1mL 相当于含 10.0 μ gNH₃，此溶液应在临用前配置。

D.1.3.4 淋洗液：

在两只测过空白的干燥烧杯中分别称取 3.84g 和 1.44g 优级纯甲基磺酸，分别用超纯水溶解后转移至两只 1L 淋洗罐中，并且继续加入超纯水至 1.0L，所配制的甲基磺酸溶液浓度分别为 40 mmol/L 和 15mmol/L。

D.1.4 仪器与设备

D.1.4.1 20mL 多孔玻板吸收瓶

在使用前，用甲基磺酸吸收液浸泡过夜，然后用超纯水超声清洗至用离子色谱测定无空白干扰。

D.1.4.2 空气采样器

流量范围 0L/min~2.0L/min，流量稳定，使用前后，用皂膜流量计校准采样系统的流量，误差小于±5%。

D.1.4.3 离子色谱仪

Peek 单泵系统，抑制电导检测器。

D.1.4.4 色谱柱：

带有保护柱的阳离子色谱分离柱。首选 Ionpac CS16(4mm×250mm) +CG16(4mm×50 mm)，淋洗液为

40mmol/L 甲基磺酸溶液；其次选用 Ionpac CS12A (4mm×250mm) +CG12A (4mm×50mm)时，淋洗液为 15mmol/L 甲基磺酸溶液

D.1.4.5 抑制器:

采用高容量的连续的化学抑制器或电化学抑制器。

D.1.5 采样和样品保存

用多孔玻板吸收瓶，内装 20mL 吸收液，以 1L/min 流量，采气 30L~60L。采样前后需密封吸收管的两头，以防止吸收外界的氨。

D.1.6 分析步骤

D.1.6.1 色谱分析条件:

分析时，应根据离子色谱仪的型号和性能，制定能分析氨离子的最佳测试条件。下面所列举的测试条件是一个实例。

离子色谱仪：DX120。

淋洗液流速：1.0mL/min。

色谱柱：Ionpac CG16 (4mm×250mm) +CS16 (4mm×50mm)

淋洗液：40mmol/L 甲基磺酸；

色谱柱和检测器温度：28℃±2℃

进样量：25 μL。

D.1.6.2 标准曲线的绘制

取 12 只 50.0mL 的容量瓶，按表 D.1 及 D.2 制备铵离子标准溶液系列。

表 D. 1 低浓度 NH₄⁺标准溶液

管 号	0	1	2	3	4	5	6
氯化铵标准工作液/ mL	0	0.05	0.125	0.25	0.5	1.25	2.5
超纯水定容体积/ mL	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
氨含量/ μg/mL	0	0.01	0.025	0.05	0.10	0.25	0.50

表 D. 2 高浓度 NH₄⁺标准溶液

管 号	0	6	7	8	9	10	11
氯化铵标准工作液/ mL	0	2.5	3.5	5.0	7.5	10	25
超纯水定容体积/ mL	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
氨含量/ μg/mL	0	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	5.0

仪器稳定后，将标准溶液依次进样，以氨含量（μg/mL）为横坐标，峰面积为纵坐标，按上表所示，分高低浓度，绘制两条标准曲线，并分别计算回归方程。以斜率的倒数作为样品测定时的计算因子BS [μg/（mL·峰面积）]。

D. 1. 6. 3 样品分析

采样后，将吸收瓶中的吸收液移入洁净的容器中，按D. 1. 6. 1操作测定。每个样品重复作三次，用保留时间确认铵离子的色谱峰，测量其峰面积，得峰面积的平均值。

D. 1. 6. 4 空白试验

用空白吸收液代替样品溶液按D. 1. 6. 3操作步骤进样和分析。

D. 1. 7 结果计算

D. 1. 7. 1 将采样体积按4. 6. 7计算在标准状态下的采样体积。

D. 1. 7. 2 空气中的氨浓度计算

空气中氨浓度用下式计算：

$$c = \frac{(A - A_0) \times B_s \times V_l}{V_0 \times K}$$

式中：

- c —— 空气中氨的浓度，mg/m³；
 A —— 样品溶液色谱峰面积的平均值；
 A₀ —— 空白吸收液色谱峰面积的平均值；
 B_s —— 由D. 1. 6. 2得到的计算因子，μg/（mL·峰面积）；
 V_l —— 采样用的吸收液的体积，mL；
 V₀ —— 标准状态下的采样体积，L；
 K —— NH₃→NH₄⁺的转换系数，0.94。

D. 1. 8 方法特性

D. 1. 8. 1 精密度

重复性相对标准偏差在1%~3%；
 再现性相对标准偏差在3%~5%。

D. 1. 8. 2 准确度

流量误差不超过5%，吸收管采样效率不得低于98%，实际样品加标回收率在95%~105%之间。

D. 1. 9 干扰与排除

空气中的钾、镁、钙等离子对本法均无干扰。高浓度钠离子对氨测定可能存在干扰。

D. 2 无动力扩散采样—离子色谱法

D. 2. 1 原理

空气中的氨，通过扩散作用进入无动力扩散采样器的吸收膜上，与吸收膜上的酸性浸渍液作用，中和生成盐。然后用超纯水将膜中铵离子浸泡提取，用离子交换色谱柱分离，根据保留时间确定铵离子，并采用抑制电导检测器检测，外标法定量。

D. 2. 2 测定范围

测定范围为5mL样品溶液中含0.01 μg~5 μg的铵离子。若采样5d，可测浓度范围经过换算为0.05 μg/m³~100 μg/m³。

D. 2. 3 试剂和材料

分析中所用试剂全部为符合国家标准的分析纯或优级纯试剂；所用水为超纯水，电阻率不低于18.2MΩ/cm。

D. 2. 3. 1 甲基磺酸吸收液

10%（w/v）甲基磺酸+20%（w/v）丙三醇溶液。称取1g甲基磺酸和2g丙三醇并用超纯水定容至10mL。

D. 2. 3. 2 氯化铵标准贮备液

精确称取在硫酸干燥器中干燥的优级纯无水氯化铵0.7852g，于250mL容量瓶中，用超纯水稀释定容，此标准溶液1.00mL相当于含1000 μg NH₃，放入冰箱，4℃冷藏存放，可稳定3个月。

D. 2. 3. 3 氯化铵标准工作液

精确量取氯化铵标准贮备液5.0mL，于500mL容量瓶中，用超纯水稀释至刻度线，此标准溶液1mL相当于含10.0 μg NH₃，此溶液应在临用前配置。

D. 2. 3. 4 淋洗液

在两只测过空白的干燥烧杯中分别称取3.84g和1.44g优级纯甲基磺酸，分别用超纯水溶解后转移至两只1L淋洗罐中，并且继续加入超纯水至1.0L，所配制的甲基磺酸溶液浓度分别为40mmol/L和15mmol/L。

D.2.3.5 采样滤纸：按无动力扩散采样器的使用说明确定滤纸的尺寸。采样前滴加浸渍液，用于吸收被测组分。

D.2.4 仪器和设备

D.2.4.1 无动力扩散采样器

D.2.4.1.1 采样器的结构：包括前盖、不锈钢丝网、挡颗粒物滤膜（聚四氟乙烯膜）、扩散腔、阻隔膜（聚四氟乙烯膜）及后盖。

D.2.4.1.2 采样器及滤纸的洗涤

将无动力扩散采样器的各个部分及采样滤纸，分别放入聚丙烯量杯中用超纯水浸泡洗涤，每天浸泡4次，每次冲洗3次，一般清洗时间为3d。无动力扩散采样器在干燥前必须经过空白测试，其浸泡后的溶液经离子色谱测定铵离子浓度应低于20 μg/L。第一次使用的采样器在常规清洗前须用50mmol/L硫酸进行浸泡，浸泡时间为1d。

D.2.4.1.3 采样器各部件的干燥

将无动力扩散采样器的各个部分及采样滤纸置于干净托盘中，将托盘置于洁净的真空干燥箱中40℃~45℃真空干燥3h左右。

D.2.4.1.4 采样器的组装与保存

在一个洁净的实验室内的超净工作台上，用镊子将干燥的阻隔膜（聚四氟乙烯膜）放入无动力扩散采样器后盖中，将采样滤纸置于阻隔膜上，将扩散腔扣上，用移液枪在采样滤纸上均匀滴入100 μL采样浸渍液，依次在扩散腔上部压上挡颗粒物滤膜、不锈钢丝网和前盖。将安装好的空白采样器置于125mL的聚丙烯样品瓶中，并在样品瓶中放入保护性采样吸收器（去掉聚四氟乙烯滤膜和不锈钢丝网的无动力扩散采样器），盖紧瓶盖，4℃冷藏保存。注：为减少操作过程中的污染，操作人员应戴口罩以及无离子的一次性手套。

D.2.4.2 离子色谱仪：Peek单泵系统，抑制电导检测器。

D.2.4.3 色谱柱

带有保护柱的阳离子色谱分离柱。淋洗液为40mmol/L甲基磺酸溶液时，选用Ionpac CS16 (4mm×250mm)+CG16 (4mm×50mm)；淋洗液为15mmol/L甲基磺酸溶液时，选用为Ionpac CS12A (4mm×250mm)+CG12A (4mm×50mm)。

D.2.4.4 抑制器

采用高容量的连续的化学抑制器或电化学抑制器。

D.2.4.5 提取瓶

用于样品的前处理，白色或棕色玻璃材质，带塑料瓶盖及聚四氟乙烯盖垫，使用前用50 mmol/L硫酸溶液浸泡过夜，然后用超纯水超声清洗至无铵离子空白干扰（用离子色谱检定）。

D.2.4.6 样品瓶

用于无动力扩散采样器的密封保存，聚丙烯材质，使用前用超纯水洗净。

D.2.4.7 真空干燥箱，内部洁净，不与其他可能的污染实验混用。

D.2.4.8 超声波清洗器

D.2.5 采样及样品的提取

D.2.5.1 采样

将无动力扩散采样器按要求放置在指定的位置，并使采样器中装有不锈钢丝网的一面朝上，暴露于检测空间，采样时间根据所检测环境的污染状况而定，一般放置3d。采样后将无动力扩散采样器放入样品瓶中，盖紧瓶盖，带回实验室检测。

D.2.5.2 样品提取

用干净的镊子将采样滤纸和防沾污膜从无动力扩散采样器后盖中取出，放入测过空白的洁净提取瓶中，加入5mL超纯水，盖上瓶盖，放入超声波清洗仪中超声振荡5min。样品应在处理后12h内测定。

由于超声过程中产生少量纸絮，进样时用0.22 μm过滤头进行过滤，过滤头可重复使用，过滤之前用超纯水清洗过滤头5次。

D.2.6 分析步骤

D.2.6.1 色谱分析条件：

分析时，应根据离子色谱仪的型号和性能，制定能分析铵离子的最佳测试条件。下面所列举的测试条件是一个实例。

离子色谱仪：DX120。

淋洗液流速：1.0mL/min。

色谱柱：Ionpac CG16 (4mm×250mm) + CS16 (4mm×50mm)

淋洗液：40mmol/L甲基磺酸；

色谱柱和检测器温度：28℃±2℃

进样量：25 μL。

D.2.6.2 标准曲线的绘制

取12只50.0 mL的容量瓶，按表D.1及D.2制备铵离子标准溶液系列。

仪器稳定后，将标准溶液依次进样。以氨含量 (μg/mL) 为横坐标，峰面积为纵坐标，按上表所示，分高低浓度，绘制两条标准曲线，并计算回归方程。以斜率的倒数作为样品测定时的计算因子Bs [μg/ (mL·峰面积)]。

D.2.6.3 样品分析

采样后，按J.3.5.2提取后，在线过滤进样，按D.2.6.1色谱条件和D.2.6.2操作步骤测定，每个样品重复做三次，用保留时间确认铵离子的色谱峰，测量其峰面积，得峰面积的平均值。

D.2.6.4 空白试验

将空白采样器按D.2.6.3操作步骤提取和分析。

D.2.7 结果计算

空气中氨的浓度c用下式进行计算

$$c = \frac{(A - A_0) \times B_s \times V_l}{k \times t}$$

式中：

c ——空气中氨的浓度，mg/m³；

A ——样品提取液色谱峰面积的平均值；

A₀——空白提取液色谱峰面积的平均值；

B_s——由 D.2.6.2 得到的计算因子，μg/ (mL·峰面积)；

V_l——提取溶液体积，mL；

k ——无动力扩散采样器的采样速率 (根据无动力扩散采样器使用说明)，L/min；

t ——采样时间，min。

D.2.8 方法特性

D.2.8.1 精密度

重复性相对标准偏差在 1%~3%；

再现性相对标准偏差在 3%~5%。

D.2.8.2 准确度

实际样品加标回收率为 90%~110%。

D.2.9 干扰及排除

空气中的钾、镁、钙等离子对本法均无干扰，但高浓度钠对氨测定可能存在干扰。

附 录 E
(规范性附录)
馆藏文物保存环境中霉菌总数的测定方法

馆藏文物保存环境中霉菌总数的测定主要采用自然沉降法 (natural sinking method)。

E.1 原理

指直径 9cm 的培养基平板在采样点暴露 5min~10min, 计数在营养琼脂培养基上经 $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, 3d~5d 培养所形成的菌落数, 以每立方米空气中菌落形成单位 (cfu/m³) 报告。

E.2 仪器和设备

E.2.1 高压蒸气灭菌器。

E.2.2 干热灭菌器。

E.2.3 恒温培养箱。

E.2.4 冰箱。

E.2.5 平皿 (直径 9cm)。

E.2.6 制备培养基用一般设备: 量筒, 三角烧瓶, pH 计或精密 pH 试纸等。

E.3 培养基

E.3.1 孟加拉红培养基

E.3.1.1 成分:

蛋白胨 5g

葡萄糖 10g

磷酸二氢钾 1g

硫酸镁 ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.5g

琼脂 20g

1/3000 孟加拉红 100mL

氯霉素 0.1g

蒸馏水至 1000mL

E.3.1.2 制法

将上述成分加热溶解后, 加入孟加拉红溶液, 另用少量乙醇溶解氯霉素加入, 加蒸馏水至 1000mL, 分装, 121°C , 20min 高压灭菌。在无菌操作条件下, 倾注约 15mL 培养基于灭菌平皿内, 制成培养基平板。

E.3.2 马铃薯葡萄糖琼脂培养基

E.3.2.1 成分:

马铃薯 (去皮切块) 300g

葡萄糖 20g

琼脂 20g

蒸馏水至 1000 mL

E.3.2.2 制法

将马铃薯去皮切块，加 1000mL 蒸馏水，煮沸 10min~20min，用纱布过滤，加入葡萄糖和琼脂，加热溶化，加蒸馏水补至 1000mL，分装，121℃，20min 高压灭菌。在无菌操作条件下，倾注约 15mL 培养基于灭菌平皿内，制成培养基平板。

E.4 操作步骤

E.4.1 设置采样点时，应根据现场的大小，选择有代表性位置作为空气霉菌检测的采样点。采样高度接近文物放置面。采样点应避开空调、通风换气管道口、门窗等空气流通处。

E.4.2 将培养基平板置于采样点处，打开皿盖，暴露 5min~10min，盖上皿盖，翻转平板，置 28℃±1℃ 恒温箱中，培养 3d~5d。计数每块平板上生长的菌落数，逐日观察并于第五天记录结果。若真菌数量过多可于第五天计数结果，并记录培养时间，换算成 cfu/m³。

E.5 结果计算

空气中霉菌总数按下式计算。

$$m = \frac{N \times 5000}{A \times T}$$

式中：

m ——空气中霉菌总数，cfu/m³；

N ——平板平均菌落数，cfu；

A ——平板面积，cm²；

t ——平板的暴露时间，min。

附录 F
(规范性附录)

馆藏文物保存环境空气待测物有动力连续采样现场记录表

采样地点: _____

待测物：_____

样品号	位置	开始时刻	结束时刻	采样流量 L/min	气温 /℃	相对湿度 /%	大气压/kPa
现场情况及布点示意图：							
备注							

采样及现场检测人:

审核人

附 录 J
(规范性附录)
馆藏文物保存环境照明检测报表

检测地点: _____

检测日期: _____

[illegible]

现场检测人:

审核人:

附 录 K
(规范性附录)
馆藏文物保存环境质量检测报告格式

K. 1. 检测报告封面样式

报告编号：

馆藏文物保存环境质量检测报告

被检测方：_____

检测地点：_____

检测项目：_____

检测日期：_____

检测机构：_____（章）

中华人民共和国国家文物局制

K. 2. 检测报告样式

检 测 报 告

报告编号：	_____	共		页	第		页
检测地点：	_____	检测项目：	_____				
检测时间：	_____	检测依据：	_____				
检测方法：	_____	检测仪器：	_____				
检测人员：	_____	报告编写：	_____				

检验结果及结论

(检测报告专用章)

日期：

参 考 文 献

- [1] ISO/CD 10498-2004 Ambient air-Determination of sulfur dioxide-Ultraviolet fluorescence method
 - [2] EN 14211-2005 Ambient air quality-Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence
-