

ICS01.140.20

CCS A14

T/ABPCAC

团 体 标 准

T/ABPCAC 3—2026

纸质文献低氧气调杀虫技术规范

Technical Specification for Pest Control of Paper Documents by Low-Oxygen
Controlled Atmosphere

2026-01-20 发布

2026-03-01 实施

中国古籍保护协会 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1

4 技术要求2

5 操作流程4

6 杀虫效果评估5

7 安全与维护5

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。

本文件由中国古籍保护协会提出。

本文件由中国古籍保护协会归口。

本文件起草单位：天津森罗科技股份有限公司、上海图书馆、四川省图书馆、安徽博物院、天津博物馆、孔子博物馆、新疆维吾尔自治区图书馆、南京图书馆。

本文件主要起草人：郭晓光、周华华、丁春立、王健、肖文娜、邱琬、金超、熊柯嘉、杜鹃、刘华伟、周媛、穆艺、于艳龙、徐冉、吴倩、陈绪军、丁峰。

引 言

有害生物防治是馆藏藏品保护的核心工作，纸质文献在保存、陈列、运输及新馆搬迁等场景中，易受有害生物侵害，造成载体破损、字迹褪色等不可逆损伤，且面临批量处理、脆弱藏品防护、应急杀虫等多重需求。

传统杀虫技术存在化学残留、易损伤文献、适配性有限等局限，而低氧气调杀虫技术具有绿色无残留、对文献无损伤的核心优势，可实现批量杀虫与不同规模、不宜移动藏品就地杀虫，适配定期预防性杀虫、入库检疫、应急处理等多元场景，能有效杀灭各虫态害虫。

为规范该技术应用，结合我国纸质文献保护需求与实践，制定本文件，明确技术要求、操作流程、效果评估及安全维护等内容，为相关收藏单位提供统一指导，保障工作安全有序开展，助力馆藏纸质文献保护体系建设。

纸质文献低氧气调杀虫技术规范

1 范围

本文件规定了纸质文献低氧气调杀虫的技术要求、操作流程、杀虫效果评估、安全防护与维护。

本文件适用于图书馆、档案馆、博物馆、美术馆、纪念馆以及其他文献收藏单位的纸质文献低氧气调杀虫。

本文件适用于馆内纸质文献定期气调杀虫、入库低氧气调虫害检疫处理、应急杀虫以及新馆搬迁批量虫害检疫等。

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 12358 作业场所环境气体检测报警仪器 通用技术要求

GB/T 18204.1 公共场所卫生检验方法 第1部分：物理性指标

GB 8958 缺氧危险作业安全规程

GB/T 8979 纯氮、高纯氮和超纯氮

GB/T 21302 包装用复合膜、袋通则

WW/T 0104-2020 馆藏文物保存环境监测 监测终端 温湿度

T/WWXT 0018-2018 馆藏文物养护熏蒸消毒设备技术要求

T/WWXT 0029-2018 博物馆气调库房技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

围护结构 airtight enclosure

采用不同材质形成具有一定密封性的密封空间，用于纸质文献低氧气调杀虫。

注：采用柔性材质做围合结构材料的称为柔性围护结构，采用刚性材质做围合结构材料的称为刚性围护结构。

3.2

气密袋 airtight bag

由薄膜制成的可装入待杀虫物品的密封袋。

3.3

气调空间 controlled atmosphere chamber

在密封空间内，可实现气体组分精准调控的空间。

3.4

气调参数 controlled atmosphere parameters

气调空间内的氧气、氮气浓度以及温度、湿度等指标。

3.5

低氧气调杀虫 low-oxygen controlled atmosphere pest control technology

向围护结构中充入高浓度的氮气，使空间内氧气浓度降至0.5%以下并维持一定的时间，使各虫态害虫脱水窒息死亡的杀虫技术。

3.6

常压低氧气调杀虫 normal-pressure low-oxygen controlled atmosphere pest control technology

向围护结构中充入高纯度的氮气，杀虫期间空间压力为常压，使空间内氧气浓度降至0.5%以下并维持一定的时间，使各虫态害虫脱水窒息死亡的技术。

3.7

低氧维持时间 low-oxygen maintenance time

达到杀虫氧气浓度后，使各虫态害虫低氧致死所需的维持时间。

3.8

杀虫率 pest control efficiency

气调杀虫后，害虫死亡的数量与原有害虫数量的比率。

$$k = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100\%$$

式中：

k ——杀虫率（%）；

n_0 ——气调杀虫前，活害虫数量，单位为头；

n_1 ——气调杀虫后，活害虫数量，单位为头。

3.9

换气率 air exchange rate

在无外加动力、无压力差的条件下，每天进入密封空间的气体体积与空间容积之比，单位为每天(d^{-1})。

3.10

标准气体 standard gas

具有准确、稳定的组分浓度，可用于校准分析仪器、评价测量方法、进行标准量值传递的气体。

4 技术要求

4.1 围护结构设计要求

4.1.1 柔性围护结构

- 4.1.1.1 柔性围护结构形式包括柔性杀虫帐、柔性杀虫袋等。
- 4.1.1.2 柔性围护结构材料的氧气透过量应符合 GB/T 21302 要求。
- 4.1.1.3 应便于安装和拆卸操作，不对纸质文献造成损害。
- 4.1.1.4 适用于不同规模、特殊形状藏品及不宜移动的场景，可应用于杀虫服务模式，满足馆内纸质文献应急杀虫、新馆搬迁批量集中杀虫等。

4.1.2 刚性围护结构

- 4.1.2.1 刚性围护结构包括高气密杀虫室、杀虫柜等，可应用于纸质文献定期预防性杀虫、批量杀虫等。
- 4.1.2.2 刚性围护结构材料应选用具有一定结构强度的金属材质、板材或夹胶玻璃。
- 4.1.2.3 刚性围护结构应设置压力调节装置，以维持围护结构内外压力的平衡。
- 4.1.2.4 刚性围护结构可预留植物熏蒸剂投放或取放口，满足虫霉防治综合功效，熏蒸剂投放或取放口设计应符合 T/WWXT 0018-2018 中“5 技术要求”的要求。

4.2 围护结构及其密封要求

围护结构密封应按照 T/WWXT 0029-2018 中“6.1 换气率检测方法”，即“氧气浓度增长法”进行检测，或应按照 GB/T 18204.1 中“7.1 示踪气体法”，换气率应 $\leq 0.02d^{-1}$ ，密封所用材料应环保、无异味。

4.3 气调杀虫要求

- 4.3.1 气调空间内的温度应 $\geq 20^{\circ}C$ 。
- 4.3.2 气调空间内的氧气浓度应 $\leq 0.5\%$ ，低氧维持时间 $\geq 21d$ 。

4.4 低氧气调杀虫系统要求

- 4.4.1 低氧气调杀虫系统应能制取纯度 $\geq 99.9\%$ 的氮气，氮气纯度检测方法应依照 GB/T 8979。
- 4.4.2 低氧气调杀虫系统应具备在线检测与全自动调控功能。
- 4.4.3 系统需具备数据存储、记录与导出功能，实现全过程参数的可追溯管理，确保杀虫工艺的规范性。
- 4.4.4 低氧气调杀虫系统应安装在稳定、无振动的室内或方舱内，且通风散热良好，无化学品、无杂物堆放。
- 4.4.5 低氧气调杀虫系统宜具备远程监测功能，通过手机、计算机等实现远程在线监测与维护保养提示等。
- 4.4.6 小批量藏品气调杀虫期间，可使用纯度符合要求的氮气瓶对气调空间内的氧气浓度进行调节。

4.5 传感器参数要求

传感器应符合表 1 所述的技术参数要求，温湿度准确度应符合 WW/T 0104-2020 中“4.1.2 测量准确度”要求，并按规定通过第三方校验。

表 1 传感器参数要求

序号	类型	技术参数	数值
1	氧气浓度	测量范围	0.1%~21%
2		测量误差	$\leq \pm 0.2\%$
3		分辨率	0.1%

4	温度	测量范围	-10~50℃
5		测量误差	±0.3℃ (10~30℃)
6		分辨率	0.1℃
7	相对湿度	测量范围	10%~90%
8		测量误差	±2% (40%~80%)
9		分辨率	0.1%

4.6 氧气浓度在线检测

4.6.1 杀虫过程中应使用氧检测装置对气调空间内的氧气浓度进行在线检测,并进行数据存储。采样间隔时间应可设定,充氮降氧阶段采集频次不少于4h一次,维持阶段每天不少于2次。

4.6.2 为保证杀虫过程中氧浓度检测质量,应依照GB 12358中“11.3 校准”的要求,对氧传感器进行校准调整。

4.6.3 用户可配备氮氧标气,用于对氧气浓度在线检测设备比对。标气应从有资质单位购买并符合GBW(E)的规定。

4.7 杀虫率要求

各虫态害虫的杀虫率应≥99%。

5 操作流程

5.1 准备工作阶段

- 5.1.1 检查围护结构的完整性和密封性。
- 5.1.2 检查低氧气调杀虫系统及必要辅助设备的完好性。
- 5.1.3 低氧气调杀虫系统传感器使用前需进行标校。

5.2 预处理阶段

将待处理纸质文献放入气调空间内,需对文献进行保护。

- a) 文献码放应保持间隙,避免挤压、弯折。
- b) 禁止裸手接触文献,防止汗液污染,同时避免文献与围护结构内壁直接摩擦造成破损。

5.3 充氮降氧阶段

- 5.3.1 设置气调参数,启动低氧气调杀虫系统,并将合格氮气注入气调空间。
- 5.3.2 监测氧气浓度,直至氧气浓度符合“4.3.2”的杀虫要求。
- 5.3.3 气调空间周围可配置氧监测设备,以防泄漏造成风险。

5.4 维持阶段

杀虫期间应按照“4.3 气调杀虫要求”实施。

5.5 回氧阶段

杀虫结束后,应遵循安全操作原则,将气调空间内的氮气排放至室外,待氧气浓度达到19.5%以上再打开。

6 杀虫效果评估

低氧气调杀虫效果评估方法如下：

a) 杀虫前，将装有馆藏常见害虫（如烟草甲、书虱、档案窃蠹等）的试虫瓶置于气调空间内，虫态为幼虫、成虫或虫卵；也可使用待消杀纸质文献中的害虫作为测试样虫。

b) 杀虫结束后，样虫送至专业机构评估。

7 安全与维护

7.1 安全

7.1.1 低氧杀虫和安全防护措施应符合 GB 8958 中第 5 章的要求。

7.1.2 低氧杀虫操作人员和监护人员的安全教育与培训应符合 GB 8958 中第 7 章的要求。

7.1.3 气调空间周围应设置明显的安全警示标识，禁止非专业杀虫人员进入。

7.1.4 作业期间配备必要的安全设备，如氧气检测报警仪、安全绳、面罩呼吸器、紧急通风设备等。

7.1.5 低氧气调杀虫系统供排气管网紧固连接。

7.2 维护

7.2.1 应定期对设备进行检查、维护，确保设备性能稳定。

7.2.2 应保持作业空间内环境清洁，避免灰尘、杂质等污染。