



中华人民共和国国家标准

GB/T 47215—2026

土壤氨挥发测定方法

Determination of ammonia volatilization from soil

2026-02-27 发布

2026-09-01 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 原理 1

5 试剂与材料 2

6 仪器与设备 2

7 样品 3

8 测定 4

9 挥发量计算 5

10 质量保证与控制 6

11 试验报告 6

附录 A（资料性） 气流罩间歇采样装置 7

附录 B（资料性） 密闭罩连续采样装置 8

参考文献 9

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。

本文件由中华人民共和国农业农村部提出。

本文件由全国土壤质量标准化技术委员会(SAC/TC 404)归口。

本文件起草单位：中国科学院南京土壤研究所、西北农林科技大学、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、中国农业大学、江苏省质量和标准化研究院。

本文件主要起草人：施卫明、尹斌、刘宏斌、王林权、刘学军、闵炬、王远、赵旭、管旭琳、杨阳、田玉华、王洪媛。

土壤氨挥发测定方法

1 范围

本文件描述了土壤氨挥发测定的方法。
本文件适用于农田和草地土壤氨挥发的测定,其他土地利用方式的土壤氨挥发测定参照执行。

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 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- GB/T 4883 数据的统计处理 and 解释 正态样本离群值的判断和处理
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 18204.2 公共场所卫生检验方法 第 2 部分:化学性指标
- HJ 666 水质 氨氮的测定 流动注射-水杨酸分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

土壤氨挥发 ammonia volatilization from soil
土壤中的氮向大气以气态氨(NH_3)的形态逸散。

3.2

气流罩间歇采样 airflow hood intermittent sampling
采气罩将待测定的土壤罩住,采气罩一端与大气相通,另一端依次与氨吸收瓶和微型真空泵相连,泵驱动气流经过吸收瓶,采集土壤挥发的气态氨的采样方法。

3.3

密闭罩连续采样 enclosure continuous sampling
采气罩插入土壤中,上端放置经氨吸收液浸润的海绵,用于吸附土壤挥发出的气态氨的采样方法。

4 原理

4.1 气流罩间歇采样分光光度法/酸碱滴定法

空气从换气杆顶部,通过波纹管到达空气交换室,带动交换室内挥发的氨气进入洗瓶,经洗瓶中的吸收液将氨吸收,通过测定吸收液中氨的总量计算氨挥发量。

4.2 密闭罩连续采样分光光度法

通过采气罩将土壤密闭,利用装置内含氨吸收液的海绵,吸收土壤挥发的氨气,通过分光光度法测

定海绵内氨含量,计算土壤表面挥发氨量及累积量。

5 试剂与材料

5.1 试剂

除非特殊注明,本文件所有试剂均为分析纯和 GB/T 6682 中规定的三级水;所述溶液如未指明溶剂均系水溶液。

5.1.1 硫酸溶液(0.05 mol/L):按 GB/T 18204.2 配制。

5.1.2 磷酸甘油混合液:将 100 mL 磷酸与 80 mL 甘油混合,定容至 2 L。

5.1.3 氯化钾溶液(1 mol/L):称量 149.1 g 氯化钾溶于 500 mL 水中,定容至 1 L。

5.1.4 硫酸铵溶液(0.1 mol/L):称量 6.607 g 硫酸铵溶于水中,定容至 1 L。

5.1.5 氢氧化钠溶液(0.1 mol/L):称量 4 g 氢氧化钠溶于水中,定容至 1 L。

5.1.6 硫酸标准溶液(0.01 mol/L):按 GB/T 601 配制。

5.1.7 2%硼酸+甲基红-溴甲酚绿混合指示剂:称量 20 g 硼酸溶于 950 mL 热蒸馏水,加入 20 mL 甲基红-溴甲酚绿混合指示剂,然后调节 pH 至 4.5,定容至 1 L。

5.1.8 甲基红-溴甲酚绿混合指示剂:称取 0.66 g 甲基红与 0.99 g 溴甲酚绿于玛瑙研钵中,加入乙醇研磨,吸取上层溶液于 1 L 容量瓶中,重复加入乙醇研磨并吸取溶液的步骤,直至甲基红与溴甲酚绿全部溶解并移至容量瓶中,用乙醇定容至 1 L。

5.2 材料

5.2.1 机玻璃管,内径 200 mm。

5.2.2 PVC 管,内径 20 mm、150 mm。

5.2.3 螺纹管,内径 30 mm。

5.2.4 橡胶管,内径 8 mm。

5.2.5 洗气瓶,250 mL。

5.2.6 玻璃缓冲瓶,5 L。

5.2.7 玻璃烧杯,2 L。

5.2.8 玻璃容量瓶 1 L、2 L。

5.2.9 蒸发皿,50 mL。

5.2.10 比色管,25 mL。

5.2.11 软海绵,聚氨酯材质、硬度 B8,密度 25D。

5.2.12 塑料密封袋。

6 仪器与设备

6.1 仪器

6.1.1 pH 计,精度为 0.01 个 pH 单位,具有温度补偿功能。

6.1.2 流量计,量程 0.5 L/min~50 L/min,用于测定仪器的采样流量。

6.1.3 温度计,0 °C~100 °C。

6.1.4 分光光度计,可在波长 400 nm~800 nm 范围内测定溶液的吸光度,带有 10 mm 比色皿。

6.1.5 流动分析仪,由自动进样器、化学反应单元(即化学反应模块,由多通道动泵、歧管、泵管、混合反应圈、加热圈等组成)、检测单元(流动检测池光程 10 mm 和 30 mm)、数据处理单元等组成。

6.1.6 天平,精度为 0.001 g。

6.1.7 滴定管, 50 mL,分度值 0.05 mL。

6.2 设备

6.2.1 真空泵,0.1 L/min~60 L/min 流量的隔膜泵或其他类型的泵,抽气能力应能克服采样系统阻力。如果采样现场有防爆安全要求,抽气泵应具有经过防爆安全认证的防爆功能。

6.2.2 摇床,频率可控制在 150 r/min~250 r/min。

6.2.3 冰箱,-20 ℃~4 ℃。

7 样品

7.1 采样点

样地应选择有代表性的田块或草地。采样点面积不小于 15 m²。

7.2 采样方法选择

7.2.1 具备动力源条件下的氨挥发测定采用气流罩间歇采样。

7.2.2 不具备动力源条件下的氨挥发测定采用密闭罩连续采样。

7.3 采样

7.3.1 气流罩间歇采样

7.3.1.1 采样装置

气流罩间歇采样装置参见附录 A。

7.3.1.2 氨吸收液准备

采用气流罩间歇采样-酸碱滴定法时,每次应加入 80 mL 的 2%硼酸+甲基红-溴甲酚绿混合指示剂(5.1.7);采用气流罩间歇采样-分光光度法时,每次应加入 60 mL 的 0.05 mol/L 硫酸溶液(5.1.1)。

7.3.1.3 采样频次与时间

每日采样 2 次,每次 2 h;采样时间宜为 7:00—9:00 和 15:00—17:00。有时差的地区适当调整。

7.3.1.4 采样步骤

将各部件依次连接,把空气交换室放置于待测土壤采样点,水田插入 2 cm,旱地插入 5 cm,将氨吸收液注入洗瓶,使液面没过洗瓶中较长的通气管口 1 cm,开启微型真空泵采集土壤挥发的氨气。

7.3.2 密闭罩连续采样

7.3.2.1 采样装置

密闭罩连续采样装置参见附录 B。

7.3.2.2 氨吸收液准备

海绵均匀揉入 15 mL 的磷酸甘油混合液(5.1.2),含氨吸收液海绵静置时间不小于 1 h。

7.3.2.3 采样频次与时间

施含氮肥料后的 6 d 内,每天采样 1 次;第 7 天起,每 10 d 采样 1 次;含氨吸收液海绵吸收时间不小于 2 h。

7.3.2.4 采样步骤

将密闭罩垂直插入土壤,将含有氨吸收液的两层海绵分别放置到密闭罩顶端,下层吸收海绵距离氨挥发界面不小于 10 cm,用于捕获土壤挥发的氨;上层吸收海绵用于消除外界空气中的氨对下层吸收海绵的干扰。遮雨板固定在圆柱形支柱顶端,与圆柱形气室间距 5 cm。

采样过程中,收取下层吸收海绵,装入塑料密封袋。操作时避免样品间相互接触。

7.3.2.5 样品前处理

加吸收液前记录下层吸收海绵干重(m_1)。

将 2 L 烧杯置于天平上调零后,放入含氨吸收液海绵,加入 300 mL 氯化钾溶液(5.1.3),记录质量(m_2)。

挤压含氨吸收液海绵不应少于 15 次,取 2 mL 洗脱液称量(m_3),洗脱液总体积 V (mL)按式(1)计算:

$$V = \frac{m_2 - m_1}{m_3} \times 2 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

V ——洗脱液总体积,单位为毫升(mL);

m_2 ——加入 300 mL 氯化钾溶液后的含氨吸收液海绵质量,单位为克(g);

m_1 ——采样前含氨吸收液海绵质量,单位为克(g);

m_3 ——挤压含氨吸收液海绵后,取 2 mL 洗脱液称量的质量,单位为克(g);

2 ——称量的洗脱液的体积,单位为毫升(mL)。

7.4 样品保存和运输

样品应于 4 ℃ 下运输,采样后 3 d 内分析。若不能及时分析,−20 ℃ 保存,保存期限为 3 周。

8 测定

8.1 分光光度法

8.1.1 采用分光光度计,吸收液铵态氮浓度测定按 GB/T 18204.2 中的靛酚蓝分光光度法执行。

8.1.2 采用流动分析仪,吸收液铵态氮浓度测定按 HJ 666 中的流动注射-水杨酸分光光度法执行。

8.2 酸碱滴定法

用 0.01 mol/L 硫酸标准溶液(5.1.6)滴定,记录硫酸溶液的体积。

8.3 回收率测定

8.3.1 气流罩间歇采样分光光度法/酸碱滴定法,在 50 mL 蒸发皿中分别加入固定铵态氮量的纯溶液作为气态氨挥发源,调整溶液 pH 至 9 以上,置入采样装置,采样并测定。

8.3.2 密闭罩连续采样分光光度法,分别将 10 mL 硫酸铵溶液(5.1.4)和 20 mL 氢氧化钠溶液(5.1.5)按顺序加入 50 mL 蒸发皿中,快速置入采气罩密封,采样测定。

- 8.3.3 回收率、重复性以及标准偏差,应根据测定蒸发皿中残留溶液中的铵量,确定理论气态氨的挥发量,与测得氨挥发量比对计算确定。
- 8.3.4 测得的铵离子含量占挥发铵离子理论值的百分数应为装置回收率。
- 8.3.5 实验室分析测定回收率不小于 95%以上,野外采样回收率不小于 90%以上。

9 挥发量计算

9.1 气流罩间歇采样分光光度法

氨挥发量应按式(2)计算:

$$F = \rho_1 \times 10^{-6} \times 60 \times \frac{10^4}{\pi \times r^2} \times 6 \dots\dots\dots (2)$$

- 式中:
- F ——氨挥发量,单位为千克每公顷天[$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$];
 - ρ_1 ——吸收液铵态氮质量浓度,单位为毫克每毫升(mg/mL);
 - 10^{-6} ——质量转换系数;
 - 60 ——稀硫酸吸收液体积,单位为毫升(mL);
 - 10^4 ——面积转换系数;
 - r ——气室半径,单位为米(m);
 - 6 ——24 h 氨挥发采样时间与 4 h 的比值。

9.2 气流罩间歇采样酸碱滴定法

氨挥发量应按式(3)计算:

$$F = V \times 10^{-3} \times c \times 0.014 \times \frac{10^4}{\pi \times r^2} \times 6 \dots\dots\dots (3)$$

- 式中:
- F ——氨挥发量,单位为千克每公顷天[$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$];
 - V ——滴定硫酸体积,单位为毫升(mL);
 - 10^{-3} ——体积转换系数;
 - c ——滴定硫酸标定浓度,单位为摩尔每升(mol/L);
 - 0.014 ——氮原子相对原子质量,单位为千克每摩尔(kg/mol);
 - 10^4 ——面积转换系数;
 - r ——气室半径,单位为米(m);
 - 6 ——24 h 氨挥发采样时间与 4 h 的比值。

9.3 密闭罩连续采样分光光度法

氨挥发量应按式(4)计算:

$$F = \frac{\rho_2 \times V \times 10^{-6} \times 10^4}{\pi \times r^2 \times D_i \times R} \dots\dots\dots (4)$$

- 式中:
- F ——氨挥发量,单位为千克每公顷天[$\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{d})$];
 - ρ_2 ——洗脱液中的铵态氮质量浓度,单位为毫克每毫升(mg/mL);
 - V ——洗脱液总体积,单位为毫升(mL);
 - r ——气室半径,单位为米(m);

D_i ——第 i 次取样时装置实际累积吸收氨的时间,单位为天(d);
 R ——装置氨回收率。

9.4 异常值判断与处理

异常值判断与处理应按 GB/T 4883 执行。

10 质量保证与控制

10.1 样品采集质量控制

10.1.1 质控样品的采集

采样时将 1 块浸泡过磷酸甘油混合液(5.1.2)的海绵带至现场,采样结束后和其他采集了实际样品的采样材料一起送交实验室分析,作为全程空白样品。

10.1.2 现场质控样品的评价

10.1.2.1 全程空白样品用于检查样品采集、运输、贮存过程中样品是否被污染。如果采样全程空白样品明显高于同批配制的吸收液空白,则同批次采集的样品作废。

10.1.2.2 若现场平行样品两个测定结果在规定的允许偏差范围内,则最终结果以双样测定值的平均值报出。

10.1.2.3 若测定结果超出规定允许偏差的范围,在样品允许保存期限内,再加测一次,监测结果取相对偏差符合质控指标的两个监测值的平均值,否则该批次监测数据失控,应予以重测。

10.2 样品检测质量保证

样品检测质量控制要求如下。

- 每批样品至少做一个空白试验,测试结果应低于方法检出限。
- 每批样品应测定 10% 的平行样品。平行双样测定结果为 >0.1 mg/L 时,相对偏差应在 10% 以内;平行双样测定结果 ≤ 0.1 mg/L 时,相对偏差应在 20% 以内。
- 每批样品应测定 10% 的加标样品。氨氮加标回收率应在 80%~120% 之间。
- 校准曲线相关系数应 ≥ 0.999 。
- 每批样品应分析一个校准曲线的中间点浓度标准溶液,其测定结果与校准曲线该点浓度的相对偏差应 $\leq 10\%$ 。否则,需重新绘制校准曲线。
- 对于第一次使用上述分析方法的实验室,应编制并提交质量控制方案、方法的作业指导书、方法验证报告及原始记录。

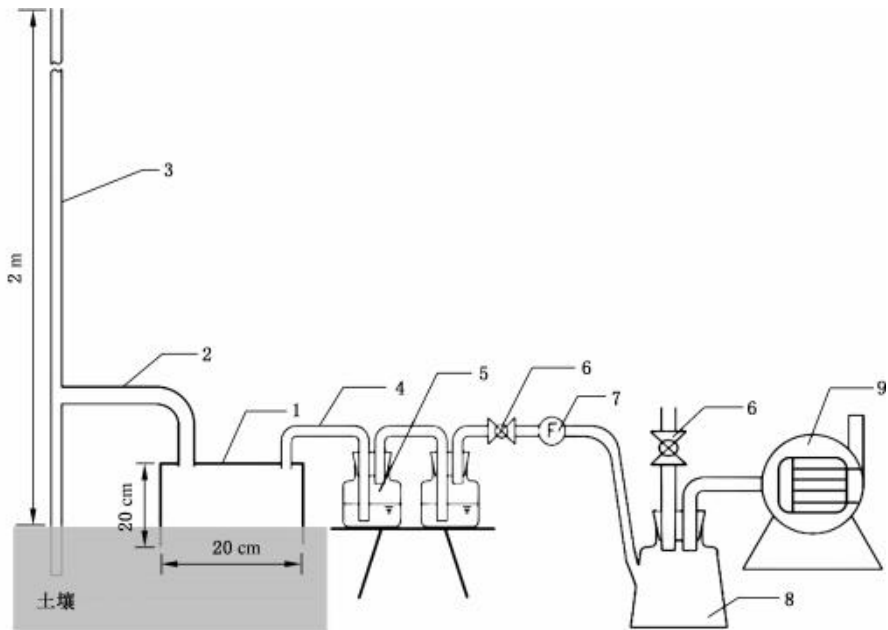
11 试验报告

测定应形成报告,并应包括下列内容:

- 采样人、采样时间和地点、采样方法;
- 分析人、检测仪器、分析方法、数据;
- 检测结果;
- 检测日期。

附录 A
(资料性)
气流罩间歇采样装置

气流罩间歇采样装置如图 A.1 所示。



标引序号说明：

- 1——罩子(空气交换室)；
- 2——波纹管；
- 3——换气杆；
- 4——连接软管(乳胶管)；
- 5——洗瓶；
- 6——调节阀；
- 7——流量计；
- 8——缓冲瓶；
- 9——微型真空泵。

换气杆材质可采用中空聚氯乙烯。

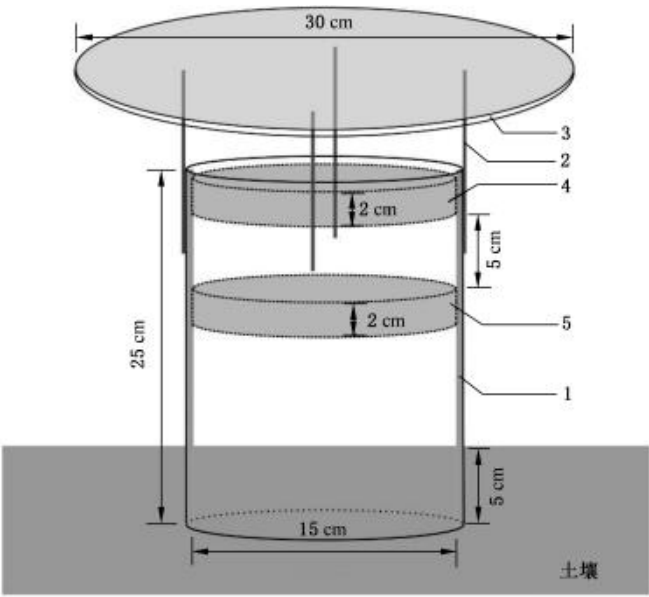
空气交换室材质可采用透明有机玻璃,底部开放,顶部有 2 个通气孔。

洗瓶材质可采用玻璃,瓶塞中包含长短两个 L 型通气管。

图 A.1 气流罩间歇采样装置示意图

附 录 B
(资料性)
密闭罩连续采样装置

密闭罩连续采样装置如图 B.1 所示。采样装置测定前向两层海绵(图 B.1 中的序号 4 和 5)灌注磷酸甘油混合液(5.1.2)。



标引序号说明：

- 1——圆柱形气室；
- 2——支柱；
- 3——遮雨板；
- 4——上层吸收海绵；
- 5——下层吸收海绵。

圆柱形气室可采用聚氯乙烯或聚甲基丙烯酸甲酯，高 25 cm，内径 15 cm。

圆片形海绵为 2 块，直径 15.2 cm，厚 2 cm。

支柱采用聚氯乙烯或不锈钢，粘附在气室外壁上，顶部延伸出 5 cm。

遮雨板采用聚氯乙烯或聚甲基丙烯酸甲酯，直径 30 cm。

图 B.1 密闭罩连续采样装置示意图

参 考 文 献

- [1] ISO 21877:2019 Stationary source emissions—Determination of the mass concentration of ammonia—Manual method
- [2] 朱兆良, 陈荣业, 徐永福, 等. 苏州地区平田黄泥土氮素供应过程的特点及其与氮肥施用方法的关系[J]. 土壤学报, 1979, 16(3): 218-233.
- [3] 朱兆良, 蔡贵信, 徐银华, 等. 种稻下氮肥的氨挥发及其在氮素损失中的重要性的研究[J]. 土壤学报, 1985, 22(4): 320-328.
- [4] 朱兆良, Simpson J.R., 蔡贵信, 等. 石灰性稻田土壤上化肥氮损失的研究[J]. 土壤学报, 1989, 26(4): 337-343.
-