

ICS 13.080.10  
CCS B10

T/SSSC

中国土壤学会团体标准

T/SSSC 0 —2026

## 土壤 pH 的田间现场测定 电位法

*In situ* measurement of soil pH – Potentiometry

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国土壤学会 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 .....                          | 2   |
| 5 土壤 pH 的野外现场测定 .....               | 2   |
| 6 测量质量与结果使用 .....                   | 6   |
| 7 注意事项 .....                        | 7   |
| 附录 A （资料性） 土壤酸碱度分级 .....            | 9   |
| 附录 B （规范性） 不同温度下各标准缓冲溶液的 pH 值 ..... | 10  |



# 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。

本文件由中国土壤学会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院南京土壤研究所、南京思摩特传感器有限公司、东南大学。

本文件主要起草人：姜军、王亮亮、解宪丽、常娥、胡文友、王如海、谢恩泽、洪志能、张凤、徐仁扣。

# 土壤 pH 的田间现场测定 电位法

## 1 范围

本文件规定了田间现场采用电位法测定土壤 pH 的方法。

本文件适用于农业、林业及其他陆地生态系统土壤 pH 的田间现场测定。

## 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。

HJ 962-2018 土壤 pH 值的测定 电位法

NY\_T 1377-2007 土壤 pH 的测定

GB/T 27501-2011 pH 值测定用缓冲溶液制备方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**土壤 pH Soil pH**

与土壤固相处于平衡状态的土壤溶液中  $H^+$ 活度的负对数，是表征土壤酸碱度的常用指标，土壤酸碱度分级参见附录 A。

### 3.2

**误差 Error**

测量结果与被测量的真值或约定真值之间的差值。

### 3.3

## **允许误差 Maximum permissible error**

在规定的测量条件下，测量结果相对于参考值所允许的误差最大值。

## **4 原理**

本方法采用 pH 电极电位法，即以氢离子敏感玻璃膜或者金属膜电极为指示电极，饱和甘汞电极或银-氯化银电极为参比电极，两电极插入现场湿润土壤泥糊中，用高输入阻抗的 pH 计连接两电极来测定现场土壤 pH 值。测定结果以数字形式直接读取，并根据仪器读数稳定性确定测定结果，适用于田间土壤 pH 的快速测定和动态监测。

当指示电极和参比电极同时插入测试湿润土壤泥糊中，形成电池反应，应静置适当时间（一般为 1 min–3 min），当仪器读数在 30 s 内变化不超过 0.02 pH 单位时，视为达到稳定状态，获得与氢离子活度相对应的稳定电动势 E。因此，可以用高输入阻抗的 pH 计测量两支电极之间电动势，再换算成 pH 值。

## **5 土壤 pH 的野外现场测定**

### **5.1 仪器与试剂**

#### **5.1.1 土壤 pH 计**

土壤 pH 计对电极采样信号进行隔离、分析计算、数据质量控制。由于农田土壤和农田水富含离子，容易发生极化，所以要求测量电路中连接电极的输入阻抗较高，即偏置电流（扰动电流）小于 1 nA，这样每次测量不会扰动土壤和水中的离子极化。质量控制处理部分还包括将测量结果进行计算为实时 pH 值，有条件的还应该实时记录氧化还原电位（Eh）值。并记录保存每次 pH 校准和 Eh 校准的系数，便于对数据的计量和追溯。

#### **5.1.2 pH 电极**

pH 指示电极宜选用适用于野外工况的锥状玻璃电极或金属电极；参比电极宜采用饱和甘汞电极或银/氯化银电极，也可选用由上述指示电极与参比电极组合构成的复合 pH 电极。为实现 pH 田间现场测量过程中的温度补偿与修正，应配备相应的温度电极。温度电极宜采用基于热电阻原理的温度敏感元件（如铂电阻或半导体温度传感器），应具有良好的稳定性和重复性，满足野外环境条件下的测量要求。温度电极应具备与 pH 测量系统配套的温度测量或温度补偿功能，测量误差不应超过  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。温度电极可为独立探头或集成于复合电极中，集成式温度电极宜用于与 pH 传感器同步测定土壤温度的场景，测量时应确保温度敏感部位与土壤接触；分体式温度电极可根据测量需要单独布设，宜与 pH 测量点保持一致的测量位置和深度。

### 5.1.3 酸碱缓冲溶液

本试验方法所用试剂和水，除特殊注明外，均指分析纯试剂和 GB/T6682-2008 中规定的二级水。所述溶液如未指明溶剂，均系水溶液。

1) 邻苯二甲酸氢钾。

2) 磷酸氢二钠。

3) 硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )。

硼砂的平衡处理将硼砂放在盛有蔗糖和食盐饱和水溶液的干燥器内平衡 48 小时。

4) 氯化钾。

5) pH 4.01 ( $25^{\circ}\text{C}$ ) 标准缓冲溶液 ( $\text{pH}_{\text{B4}}$ )：

称取  $110^{\circ}\text{C}$ – $120^{\circ}\text{C}$  烘干 2 h–3 h 的邻苯二甲酸氢钾 10.21 g 溶于水，移入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。也可使用市售有证标准化学品或标准溶液。

6) pH 6.86 ( $25^{\circ}\text{C}$ ) 标准缓冲溶液 ( $\text{pH}_{\text{B6}}$ )：

称取  $110^{\circ}\text{C}$ – $130^{\circ}\text{C}$  烘干 2 h–3 h 的磷酸氢二钠 3.53 g 和磷酸二氢钾 3.39 g 溶于水，移

入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。也可使用市售有证标准化学品或标准溶液。

7) pH 9.18 (25°C) 标准缓冲溶液 (pH<sub>B9</sub>) :

称取经平衡处理的硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 3.80 g，溶于无  $\text{CO}_2$  的蒸馏水，移入 1 L 容量瓶中，用水定容，贮于塑料瓶。也可使用市售有证标准化学品或标准溶液。

8) 无  $\text{CO}_2$  的蒸馏水。

将蒸馏水或去离子水煮沸至少 10 分钟，或使水量蒸发 10 % 以上，加盖放冷即可制得无  $\text{CO}_2$  的蒸馏水。

#### 5.1.4 土壤 pH 电极布置的技术要求

为确保 pH 值在野外环境下的准确性、稳定性和代表性，电极的安装和布置应满足以下要求：

##### 土壤 pH 电极布置要求

**土壤预润处理：** pH 电极应在土壤达到近饱和湿度条件后插入；使用去离子水浇湿待测区域，避免污水或肥料水影响结果；

**电极包覆方式：** 电极需完全被土壤包覆，确保其感应面与土壤形成紧密接触，不得存在空气间隙；

**插入深度一致性：** 如需多点布设用于比对或建模，应根据测定目的确定测定土层或深度；用于比较分析的数据应保持测定土层和电极插入深度一致，并尽量避开人为扰动明显区域；

**位置选取原则：** 避免靠近大型金属物体、积水坑、污染物集中区，以防干扰电势稳定性；

**极间干扰预防：** 若使用复合电极或分体式指示电极和参比电极，两者距离应控制在推荐范围内（一般不超过 2 cm），且避免与其他电子设备交叉干扰；

**数据稳定性确认：**布设后应静置 1–3 分钟，待读数稳定（ $<0.02\text{ pH}/30\text{ s}$ ）后采样，避免刚插入时的瞬时电化学干扰。

## **5.2 土壤 pH 的野外现场测定步骤**

### **5.2.1 仪器校准**

1) 在校准前，应测量标准缓冲溶液的实际温度，或采用仪器内置温度电极同步测量温度，并将仪器温度补偿设置为与标准缓冲溶液温度一致。

2) 校准应采用两点校准法，必要时可采用三点校准以提高测量准确性，根据土壤类型选择相应标准缓冲溶液：酸性或中性土壤宜采用 pH 4.01 和 6.86 标准缓冲溶液，碱性土壤宜采用 pH 6.86 和 9.18 标准缓冲溶液。

3) 将 pH 电极和温度电极一并插入第一种标准缓冲溶液中，待读数稳定后进行定位校准；取出电极清洗后，再插入第二种标准缓冲溶液中，待读数稳定后进行斜率校准，使仪器在当前温度条件下的测量值与标准缓冲溶液的标称 pH 值（对应温度修正值）一致。

4) 校准过程中应采用自动温度补偿或手动温度补偿方式，对电极响应斜率进行温度修正。

5) 不同温度条件下标准缓冲溶液的 pH 值应按附录 B 进行修正，不得直接采用 25 °C 标称值。

### **5.2.2 测定点数量和布设方式**

根据测定目的确定测定点数量和布设方式。用于表征一定区域或样地土壤 pH 时，应采用多点测定，各测点应具有代表性，并避开明显的局部异常区域。测定点数量宜不少于 5 个，各测点测定土层和深度应保持一致。静置至 pH 和温度读数稳定后记录结果，并取各测点测定结果的平均值作为该区域或样地的测定结果。

### **5.2.3 土壤 pH 的现场测定**

- 1) 预先在待测土壤上浇透水分，使土壤可以握起成团。
- 2) 用棍子将湿润土壤挑出一个小孔，将pH电极小心埋入孔中，轻压土壤；或者取一抔预湿润土壤，将电极包裹在土壤中，确保电极接触土壤。
- 3) 静置至pH读数稳定（ $<0.02 \text{ pH}/30 \text{ s}$ ）后记录结果。单点测定宜重复测定3次，当3次测定结果最大差值不超过0.1 pH单位（ $\text{pH} < 7$ ）或0.2 pH单位（ $\text{pH} \geq 7$ ）时，取其平均值作为测定结果；否则应检查电极状态及测定条件后重新测定。
- 4) 取出电极，去离子水洗净并用滤纸条吸干水分后即可进行下一个样品的测定。
- 5) 连续测量多个样品时，应定期采用标准缓冲溶液检查仪器状态，宜每测定10个样品后进行一次校准或检查；每次转场或发现pH数据异常时，应重新进行校准检查。

#### **5.2.4 结果计算与表示**

用 pH 计测定 pH 值时，可直接读取 pH 值，不需计算。pH 测定结果应记录至 0.01 pH 单位。

### **6 测量质量与结果使用**

#### **6.1 测量范围**

土壤pH测量范围为3–11，测定过程中应根据现场条件同步测量土壤温度，以满足 pH 测量的温度补偿或修正要求。

#### **6.2 质量保证和质量控制**

酸性和中性土壤 pH 测定结果的允许误差为 $\pm 0.1 \text{ pH}$ 单位，碱性土壤为 $\pm 0.2 \text{ pH}$ 单位；土壤温度测定结果的允许误差为 $\pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

#### **6.3 特殊土壤条件下测量的质量控制**

pH 传感器在不同质地、氧化还原状况、盐分和有机质含量等土壤条件下的响应特性可

能存在差异。测量时，应根据土壤类型、土地利用方式、土层深度及现场条件，按照规定的测量程序进行操作，并确保测量点位和测量深度具有代表性。对于高盐分、强还原、高有机质含量等特殊土壤条件，应关注土壤条件对传感器测量响应及测量结果的潜在影响。必要时，应按照规定的校准和质量控制程序进行处理，通过平行测定、重复测定进行比对，对测量结果进行质量核查。田间原位测定与实验室标准方法在测量环境、样品状态及测定程序等方面存在差异，不宜将获得的结果简单等同或直接进行横向比较。

#### **6.4 测定结果的使用**

本标准测定结果主要用于田间土壤 pH 的现场调查、快速评价和动态监测。由于现场测定与实验室测定在土壤状态、样品处理及测定条件等方面存在差异，两种方法所得 pH 结果不宜直接进行数值等效比较。涉及仲裁、法定检验或其他具有法定效力的检测活动时，应按照现行相关实验室标准方法进行测定。

田间现场测量 pH 结果的评价和应用应结合土壤类型、水分状况、氧化还原条件及现场测量条件等实际情况进行合理解释。对于不同区域、不同土地利用方式及不同土层深度获得的测量结果，应在测量条件具有可比性的基础上进行比较和使用。

### **7 注意事项**

7.1 为提高土壤 pH 野外现场测定结果的准确性和可比性，须将 pH 与温度测量纳入统一技术规范。土壤 pH 的测定基于电位法，其测量结果受温度影响显著。一方面，温度变化会影响溶液中氢离子活度及电极电位响应，从而导致 pH 读数产生系统性偏差；另一方面，野外环境下土壤温度变化范围较大（如昼夜变化及不同土层差异），若不进行温度修正，将直接影响测定结果的准确性。

7.2 在同一区域开展土壤pH调查时，宜根据土壤类型、土地利用方式及地形等实际情况合理设置平行测量点，平行测量点应具有一定的空间代表性；当平行测量结果差异较大时，应检查测量点位、土壤条件及传感器工作状态，必要时重新测量。

7.3 开展长期连续监测时，应定期采用标准缓冲溶液对传感器进行漂移校核，记录校核结果；当监测环境温度发生较大变化，或传感器响应发生明显漂移、超出规定的允许误差范围时，应及时采用标准缓冲溶液进行校准，并根据校核结果进行校准、维护或更换。

7.4 长期未使用的pH指示电极和参比电极可以分别在去离子水和饱和KCl溶液（或 $3.3 \text{ mol L}^{-1} \text{ KCl}$ ）中活化过夜，复合pH电极可以在饱和KCl溶液（或 $3.3 \text{ mol L}^{-1} \text{ KCl}$ ）中活化过夜。

7.5 野外测量土壤pH时要求土壤水分饱和。

7.6 由于玻璃电极的脆弱性，需要尤其注意pH玻璃电极的保护。

7.7 进行土壤pH和温度测定时，必须使电极和土壤保持良好接触，并且将电极完全埋入土壤中。

7.8 若土壤过硬，则需先打一个小孔，不能强行插入，电极背后亦不能用硬物敲击；

## 附录 A

(资料性)

### 土壤酸碱度分级

土壤酸碱度分级见表 A.1。

表 A.1 土壤酸碱度分级

| 土壤酸性  | 强酸性  | 酸性                         | 中性                         | 碱性                         | 强碱性  |
|-------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------|
| pH 范围 | <5.0 | $5.0 \leq \text{pH} < 6.5$ | $6.5 \leq \text{pH} < 7.5$ | $7.5 \leq \text{pH} < 8.5$ | >8.5 |

## 附录 B

### (规范性)

#### 不同温度下各标准缓冲溶液的 pH 值

温度影响电极电位和水的电离平衡，测定过程中，应根据标准缓冲溶液或待测样品的实际温度进行温度补偿，使温度补偿值与溶液或样品实际温度一致。标准缓冲溶液的pH值随温度变化而变化，仪器校准时应按照实际温度进行温度补偿，标准缓冲溶液不同温度下的pH值见表B.1。

表 B.1 不同温度下各标准缓冲溶液的 pH 值

| 温度<br>(°C) | pH值                                      |                                        |                                      |
|------------|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
|            | 0.05 mol/kg 邻苯二甲酸氢<br>钾 pH <sub>B4</sub> | 0.025 mol/kg 混合磷酸盐<br>pH <sub>B6</sub> | 0.01 mol/kg 四硼酸钠<br>pH <sub>B9</sub> |
|            |                                          |                                        |                                      |
| 0          | 4.006                                    | 6.981                                  | 9.458                                |
| 5          | 3.999                                    | 6.949                                  | 9.391                                |
| 10         | 3.996                                    | 6.921                                  | 9.330                                |
| 15         | 3.996                                    | 6.898                                  | 9.276                                |
| 20         | 3.998                                    | 6.879                                  | 9.226                                |
| 25         | 4.003                                    | 6.864                                  | 9.182                                |
| 30         | 4.010                                    | 6.852                                  | 9.142                                |
| 35         | 4.019                                    | 6.844                                  | 9.105                                |
| 40         | 4.029                                    | 6.838                                  | 9.072                                |
| 45         | 4.042                                    | 6.834                                  | 9.042                                |