



中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 635—2012

土壤 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定 重量法

**Soil-Determination of water-soluble and acid-soluble sulfate
-Gravimetric method**

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2012-02-29 发布

2012-06-01 实施

环 境 保 护 部

发布

目 次

前 言	II
警告	1
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法原理	1
5 干扰和消除	1
6 试剂和材料	2
7 仪器和设备	3
8 样品	3
9 分析步骤	4
10 结果计算与表示	5
11 精密度和准确度	5
12 质量保证和质量控制	5
13 废物处理	6
14 注意事项	6
附录 A（资料性附录）本标准与 ISO11048-1995（E）的章条编号对照	7
附录 B（资料性附录）本标准与 ISO11048-1995（E）的技术性差异及其原因	9
附录 C（资料性附录）ISO11048 的实验室间验证结果	10

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》，保护环境，保障人体健康，规范土壤中水溶性和酸溶性硫酸盐的测定方法，制定本标准。

本标准规定了测定土壤中水溶性和酸溶性硫酸盐的重量法。

本标准的技术内容为修改采用《土壤质量 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定方法》(ISO11048-1995)。附录 A 给出了本标准与 ISO11048-1995 章条编号对照一览表，附录 B 给出了本标准与 ISO11048-1995 的技术性差异及其原因。

本标准为首次发布。

本标准附录 A~附录 C 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位：鞍山市环境监测中心站。

本标准环境保护部 2012 年 2 月 29 日批准。

本标准自 2012 年 6 月 1 日起实施。

本标准由环境保护部解释。

土壤 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定 重量法

警告：受污染的土壤样品在酸化和加热过程中会产生有毒气体，样品操作过程应在通风橱内进行，并采取相应的防护措施。

1 适用范围

本标准规定了测定土壤中水溶性和酸溶性硫酸盐的重量法。

本标准适用于风干土壤中水溶性和酸溶性硫酸盐的测定。

测定水溶性硫酸盐，当试样量为 10.0 g，采用 50 ml 水提取时，本方法的检出限为 50.0 mg/kg，测定范围为 $200\sim 5.00\times 10^3$ mg/kg；当试样量为 50.0 g，采用 100 ml 水提取时，本方法的检出限为 20.0 mg/kg，测定范围为 $80.0\sim 1.00\times 10^3$ mg/kg。测定酸溶性硫酸盐，当试样量为 2.0 g 时，本方法的检出限为 500 mg/kg，测定范围为 $2.00\times 10^3\sim 2.50\times 10^4$ mg/kg。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注明日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

HJ 168 环境监测 分析方法标准制修订技术导则

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

ISO 11048 土壤质量 水溶性和酸溶性硫酸盐的测定方法（Soil quality-Determination of water-soluble and acid-soluble sulfate）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 水溶性硫酸盐 water-soluble sulfate

是指在本标准规定条件下，土壤中能够被 1：2 和 1：5（土水比 m/V）的去离子水所提取的硫酸盐。

3.2 酸溶性硫酸盐 acid-soluble sulfate

是指在本标准规定条件下，土壤中能够被 1：50（土稀盐酸比 m/V）的 6 mol/L 稀盐酸所提取的硫酸盐。

4 方法原理

用去离子水或稀盐酸提取土壤中的硫酸盐，提取液经慢速定量滤纸过滤后，加入氯化钡溶液，提取液中的硫酸根离子转化为硫酸钡沉淀。沉淀经过滤、烘干、恒重，根据硫酸钡沉淀的质量计算土壤中水溶性和酸溶性硫酸盐的含量。

5 干扰和消除

5.1 当提取液中硝酸根、磷酸根和二氧化硅浓度分别大于 100 mg/L、10 mg/L 和 2.5 mg/L 时产生正干扰；铬酸根、三价铁离子和钙离子浓度分别大于 10 mg/L、50 mg/L 和 100 mg/L

时产生负干扰。可以通过适当稀释提取液使干扰物浓度低于控制浓度，来消除干扰。

5.2 样品中的硫化物会对酸溶性硫酸盐的测定产生正干扰。消除方法：取 20 ml 盐酸溶液（6.9）于 500 ml 烧杯中，加热至沸腾。停止加热，边搅拌边加入 2 g 制备好的土壤试样，再继续酸提取操作。

5.3 提取液中的有机物含量过高（即高锰酸盐指数 >30 mg/L）可能由于共沉淀的吸附作用而干扰测定。消除方法：将一定体积的试料移至铂蒸发皿中，加入 2 滴甲基橙溶液（6.12），用盐酸溶液（6.9）或氢氧化钠溶液（6.11）中和至 pH 值 5~8，再加入 2.0 ml 盐酸溶液（6.9），将蒸发皿放置水浴中蒸至近干，然后加入 5 滴氯化钠溶液（6.8），蒸干。将蒸发皿移至马弗炉中，在 700℃ 下加热 15 min，至蒸发皿完全红热且内容物成灰。将蒸发皿冷却后用 10 ml 水湿润灰渣，加入 5 滴盐酸溶液（6.9），置于沸水浴中蒸干，然后缓慢冷却，再加入 10 ml 水后全部转移至 500ml 烧杯中，待测。

6 试剂和材料

除非另有说明，分析时均使用符合国家标准的分析纯试剂，实验用水为电导率小于 0.2 mS/m（25℃ 时测定）去离子水。

6.1 浓盐酸： ρ （HCl）=1.12 g/ml。

6.2 乙醇： φ （CH₃CH₂OH）=95 %。

6.3 氨水： ρ （NH₃·H₂O）=0.88 g/ml。

6.4 硝酸： ρ （HNO₃）=1.39 g/ml。

6.5 无水碳酸钠（Na₂CO₃）。

6.6 乙二胺四乙酸二钠（Na₂EDTA·2H₂O）。

6.7 乙醇胺（NH₂CH₂CH₂OH）。

6.8 氯化钠溶液： ρ （NaCl）=100 g/L

称取 10 g 氯化钠溶于水中，稀释至 100 ml。

6.9 盐酸溶液： c （HCl）=6 mol/L

量取 500 ml 浓盐酸（6.1）溶于水中，稀释至 1 L。

6.10 氯化钡溶液： ρ （BaCl₂）=100 g/L

称取 100 g 氯化钡（BaCl₂·2H₂O）溶于约 800 ml 水中，必要时加热助溶，冷却后稀释至 1 L。

6.11 氢氧化钠溶液： c （NaOH）=5 mol/L

称取 200 g 氢氧化钠溶于 1000 ml 水中。聚乙烯瓶中保存。

6.12 甲基橙溶液： ρ =1 g/L

称取约 0.1 g 甲基橙溶于 50 ml 水中，加热助溶，冷却后稀释至 100 ml。玻璃滴瓶中保存。

6.13 硝酸银溶液： c （AgNO₃）=0.1 mol/L

称取 17 g 硝酸银溶于约 800 ml 水中，稀释至 1 L。棕色瓶中避光保存。

6.14 氨水溶液：1+1。

6.15 坩埚洗液

称取 5 g 乙二胺四乙酸二钠盐 (6.6), 并量取 25 ml 乙醇胺 (6.7) 溶于 1 L 水中。

6.16 定量滤纸: 慢速, $\Phi 12.5\text{cm}$ 。

6.17 红色石蕊试纸。

7 仪器和设备

7.1 土壤前处理器具: 木锤、土壤粉碎机、研钵、样品筛 (2 mm、0.25 mm) 等。

7.2 玻璃容器: 能够盛装 10 g、50 g 和 200 g 土壤的磨口玻璃容器。

7.3 天平: 精度分别为 0.1g 和 0.0001 g。

7.4 振荡器: 振荡频率可达 360 r/min。

7.5 真空抽滤装置: 真空泵、缓冲瓶、500 ml 接收瓶等。

7.6 恒温烘箱。

7.7 干燥器: 无水变色硅胶。

7.8 带盖聚乙烯瓶: 250 ml。

7.9 瓷漏斗 (布氏漏斗): 直径为 100 mm。

7.10 具塞比色管: 10 ml。

7.11 玻璃砂芯漏斗 (玻璃熔结坩埚): 容积 30 ml 和 G4 孔径。使用前在坩埚洗液 (6.15) 中浸泡过夜, 用水反复抽滤洗涤。用前烘干至恒重。恒重方法: 在 $105\pm 2^\circ\text{C}$ 下烘干 1h 并在干燥器内冷却, 准确称重。反复烘干, 每次烘干 10min, 干燥器内冷却至室温, 直至两次最近的质量差在 0.0002g 以内, 记录玻璃砂芯漏斗最后质量。

7.12 铂蒸发皿: 250ml。

7.13 恒温箱。

7.14 马弗炉: 温度可达 900°C 。

7.15 水浴锅: 温度可达 100°C 。

7.16 一般实验室常用仪器和设备。

8 样品

8.1 样品的采集和保存

按照 HJ/T166 的相关规定采集和保存土壤样品。

8.2 试样的制备

风干后的样品过 2mm 筛, 用四分法缩分土样制得一份约为 200g 的样品。过 0.25mm 筛, 进一步缩分约 50g (用于 1: 2 土水比水溶性硫酸盐的测定) 或约 10g (用于 1: 5 土水比水溶性硫酸盐和酸溶性硫酸盐的测定) 的试样。将试样放在适合的容器中, 在不超过 40°C 下干燥, 直至试样每隔 4h 称重的质量差应小于 0.1% (m/m), 并于干燥器内冷却。

注 1: 如过 2mm 筛截留下来的材料含有石膏块应手工检出, 粉碎后过 2mm 筛合并到已过筛的筛分中。

注 2: 可使用其它缩分法缩分土壤样品。

8.3 试料的制备

8.3.1 以 1: 5 土水比提取水溶性硫酸盐

称取 10.0g 试样 (8.2) 于 250ml 聚乙烯瓶中, 加入 50.0ml 水, 拧紧瓶盖, 置于振荡器上, 在 $20\sim 25^\circ\text{C}$ 下以 150~200 r/min 震荡提取 16h。使用慢速定量滤纸, 在布氏漏斗上过滤提

取液至 500 ml 接收瓶，转移至 50ml 比色管中，记录提取液的体积，待测。

8.3.2 以 1: 2 土水比提取水溶性硫酸盐

称取 50.0g 试样 (8.2) 于 250ml 聚乙烯瓶中，加入 100.0ml 水，拧紧瓶盖，置于振荡器上，在 20~25℃ 下以 150~200 r/min 震荡、提取 16h。使用慢速定量滤纸，在布氏漏斗上过滤提取液至 500 ml 接收瓶，转移至 100ml 比色管中，记录提取液的体积，待测。

8.3.3 酸溶性硫酸盐的提取

称取 2.0g 试样 (8.2) 于 500ml 烧杯中，缓慢加入 100.0ml 盐酸溶液 (6.9)。在烧杯上盖上表面皿，在通风橱中加热至沸腾，小火煮沸 15min。然后用适量水润洗表面皿内侧，在沸腾状态下加数滴硝酸 (6.4)。边搅拌边用移液管缓慢逐滴加入氨水溶液 (6.14)，直至出现红褐色氧化物沉淀并使红色石蕊试纸 (6.17) 变蓝。使用慢速定量滤纸，在布氏漏斗上过滤提取液至 500ml 接收瓶中，并用水洗滤纸直到滤液无氯离子 (即加一滴滤液于盛有少量硝酸银 (6.13) 的比色管溶液无沉淀显示)。收集所有滤液，用量筒量取体积，记录提取液的体积。将提取液转移至 500 ml 玻璃或塑料试剂瓶中待测。

注 3: 在加入盐酸溶液过程中，应确保无溅出。

注 4: 当加入氨水中和酸时产生大量絮积的氧化物沉淀，一些硫酸盐可能裹杂其中而没能被清洗出来。在这种情况下，建议二次沉淀。即：小心将带有沉淀的滤纸于原先的烧杯上，加入至少 20ml 盐酸溶液 (6.9) 搅拌直到红褐色氧化物沉淀溶解，按照 8.3.3 步骤进行加热、过滤，滤液合并于 8.3.3 提取液。

注 5: 收集的所有提取液体积不应超过 200ml。

过滤后的提取液如不能及时测定，应贮存于玻璃瓶或聚乙烯瓶中，在 2~5℃ 下保存时间不超过 1 周。样品瓶应完全隔绝空气，以防止硫化物和亚硫酸盐的氧化。

8.4 空白试料的制备

不加入试样，按照 8.3 相同步骤制备空白试料。

9 分析步骤

9.1 酸化煮沸

分别移取 10~200ml 适量试料 (8.3) 于 500ml 烧杯中，试料中硫酸根离子含量不应超过 50mg。记录试料的准确体积，用水稀释至 200ml。加入 2~3 滴甲基橙溶液 (6.12)，用盐酸溶液 (6.9) 或氢氧化钠溶液 (6.11) 中和至 pH 值 5~8，再加入 2.0ml 盐酸溶液 (6.9)，煮沸至少 5min。如煮沸后溶液澄清，继续 9.2 步骤。如出现不溶物，用慢速定量滤纸趁热过滤混合物并用少量热水冲洗滤纸，合并滤液及洗液于 500ml 烧杯中，再继续 9.2 步骤。

注 6: 如怀疑过滤的不溶物中的沉淀含有可溶态的硫酸盐，可按注意事项 14.1 操作。

9.2 沉淀

用吸管向上述煮沸的溶液中缓慢加入约 80℃ 的 5~15ml 氯化钡溶液 (6.10)，再加热该溶液至少 1h，冷却后放置于 50±10℃ 恒温箱内沉淀过夜。

9.3 过滤

将恒重的玻璃砂芯漏斗装在抽滤瓶上，小心抽吸过滤沉淀，同时用橡皮套头的玻璃棒搅起烧杯中的沉淀，用去离子水反复冲洗烧杯，将所有洗液并入玻璃砂芯漏斗中，冲洗砂芯漏斗的沉淀物至无氯离子。

注 7: 最后 3 次可以用 5ml 乙醇 (6.2) 冲洗砂芯漏斗中的沉淀, 缩短干燥时间。

滤液中氯离子的测定方法: 向 10ml 比色管中加入 5ml 硝酸银溶液 (6.13), 再加入抽滤瓶中的 5ml 过滤洗涤液。如无混浊产生, 则确信沉淀中无氯离子, 否则应继续冲洗沉淀。

9.4 干燥

取下玻璃砂芯漏斗, 按 7.11 步骤烘干恒重, 记录最后玻璃砂芯漏斗的质量。

9.5 空白试验

移取与试料体积相同的空白试料 (8.4), 按照 9.1~9.4 步骤, 测定空白试料中硫酸盐的含量。计算抽滤后干燥恒重的玻璃砂芯漏斗与抽滤前的质量差值。

10 结果计算与表示

10.1 结果计算

样品中水溶性或酸溶性硫酸盐的含量 ω (mg/kg), 按照公式 (1) 进行计算。

$$\omega = \frac{(m_2 - m_1 - m_0) \times 0.4116 \times 10^6 \times V_E}{m_s \times V_A} \quad (1)$$

式中:

ω ——样品中水溶性或酸溶性硫酸盐的含量, mg/kg;

m_0 ——空白试料中的沉淀质量, g;

m_2 ——过滤沉淀后玻璃砂芯漏斗质量, g;

m_1 ——用于测定样品前的玻璃砂芯漏斗质量, g;

V_A ——试料的体积, ml;

V_E ——提取液的总体积, ml;

m_s ——试样量, g;

0.4116——质量转换因子 (硫酸根/硫酸钡)。

10.2 结果表示

计算结果保留三位有效数字。

11 精密度和准确度

11.1 精密度

ISO 实验室间验证结果详见附录 C。

11.2 准确度

实验室内对加标样品进行了六次平行测定, 水溶法: 加标量为 5.0~40.0 mg 时, 加标回收率为 94.1~100%; 酸溶法: 加标量为 4.0~10.0 mg 时, 加标回收率为 91.0%~118%。

12 质量保证和质量控制

12.1 空白实验

每批样品应至少测定一个空白实验, 样品测定结果中应扣除空白值。如空白值高于 0.0010g 时, 应进行重新测定。

12.2 平行样的测定

每批样品应测定 10%的平行样品，少于 10 个样品至少测定一个平行样。平行样测定结果的相对偏差应在 20%以内。

12.3 样品加标回收率的测定

每批样品应测定 10%的加标样品，实际样品加标回收率应在 80%~120%之间。

13 废物处理

13.1 本实验标准样品溶液应妥善保管，不得随意丢弃。

13.2 本实验产生的废液应集中保管，委托相关单位进行处理。

14 注意事项

14.1 不溶物中硫酸盐的测定

如怀疑滤纸中的不溶物(9.1)可能含有可溶性硫酸盐，应按照以下操作步骤进行测定：把 9.1 步骤中沉淀和滤纸放至铂蒸发皿中，室温下放到马弗炉中，升到 500℃灰化滤纸，灰烬与 4g±0.1g 无水碳酸钠(6.5)混合，加热至 900℃使之熔融，保持 15min，冷却至室温。然后向蒸发皿中加入 50ml 水加热溶解熔融物，用慢速定量滤纸过滤。再用 20ml 水冲洗滤纸，合并滤液和洗液，按照 9.1~9.4 步骤进行测定。测定出该不溶物中的硫酸盐，加入到土壤提取液的测定结果中，计算可溶性硫酸盐的总含量。

14.2 实际样品中硫酸盐含量如超出测定上限，可适当减少提取液试份用量。

附录 A

(资料性附录)

本标准与 ISO11048-1995 (E) 的章条编号对照

附表 A.1 给出了本标准与 ISO11048-1995 (E) 的章条编号对照一览表。

附表 A.1 本标准与 ISO11048-1995 (E) 的章条编号对照

本标准章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1.1、1.4
—	1.1
2	1.2
3	—
4	1.1、1.3、6.2
—	1.3
—	1.4
—	2.1
—	2.2
5.1	6.8 和表 3
5.2	5.2.4
5.3	6.8、6.9.1
6	3.2.1.1、4.2.1.1、5.2.1、6.3、6.10.1
7.1~7.10、7.12~7.16	2.3.1、2.4.1、3.2.2、4.2.2、5.2.2、6.4
7.11	6.4.1、6.10.1、6.6.5
8.1	1.1
8.2	2.3.2、2.4.2、3.2.3、4.2.3、5.2.3
8.2 注 1、注 2	2.3.2 注 1、注 2
8.2 注 1、注 2	2.4.2 注 3、注 4
—	3.1、注 5
8.3.1	3.2.4
—	3.3
—	4.1
8.3.2	4.2.4
—	注 6
—	4.3
—	5.1、注 7
8.3.3	5.2.4、6.5
注 3	5.2.4 (b)
警告	注 8
—	注 9
注 4	注 11
注 5	5.2.4
—	5.3

本标准章条编号	对应的国际标准章条编号
8.4	—
—	6.1
9.1	6.6.1、6.6.2
注 6	注 15
9.2	6.6.3
9.3	6.6.4
9.4	6.6.5
9.5	6.6.6
10	6.7
11	—
12	—
13	—
—	6.8
14.1	6.9.2
14.2	—
—	7.1
—	7.2
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 A

附录 B

(资料性附录)

本标准与 ISO11048-1995 (E) 的技术性差异及其原因

附表 B.1 给出了本标准与 ISO11048-1995 (E) 的技术性差异及其原因的一览表。

附表 B.1 本标准与 ISO11048-1995 (E) 的技术性差异及其原因

本标准条款	技术性差异	原因
1	删除了原标准 1.4 适用范围和检出限中描述性内容。	相关内容已在适用范围中叙述。
3	增加了术语和定义条款。	为了便于标准技术内容的理解，增加了本条款。
8.1	修改了土壤样品采集和保存的参照标准。	尽量与国内相关技术规范衔接。
11	增加了准确度数据，即实验室内验证数据。	按照 HJ168 规定，实验室内补充了相关试验内容，确定了方法准确度。
12	增加了质量保证和质量控制条款。	按照 HJ168 规定，增加本条款。
13	增加了废物处理条款。	按照 HJ168 规定，为了防止实验造成污染，增加本条款。
14.2	增加了注意事项相关内容。	为了满足不同含量样品的监测需求，增加了此项规定。
—	删除了 2.2、3.3、4.3、5.3 物质干重的测定。	在试样的制备过程中明确了测定干燥后的样品。
附录 A	增加了本标准与 ISO11048-1995 (E) 章节编号对照表。	按照采用国际标准的规则要求增加相关内容。
附录 B	增加了本标准与 ISO11048-1995 (E) 技术性差异及其原因。	按照采用国际标准的规则要求增加相关内容。

附录 C

(资料性附录)

ISO11048 的实验室间验证结果

11 家实验室分别测定了 4 份土壤样品的酸溶性和水溶性硫酸盐含量和 1 份溶液的硫酸盐含量。4 份土壤样品的来源，见附表 C.1。1 份溶液的实验室间的重复性 (r) 和可再现性 (R)，见附表 C.2；4 份土壤样品的实验室间重复性 (r) 和可再现性 (R)，见附表 C.3、附表 C.4 和附表 C.5。

附表 C.1 用于实验室间测试的土壤特性

土样	描述
A	添加石膏的自然土壤 (C) ——有限溶解的石膏调节的水溶性硫酸盐
B	添加硫酸钠的自然土壤 (C) ——高水溶性硫酸盐
C	自然土壤
D	来源于工业污染地的土壤/填土

附表 C.2 试验溶液的硫酸盐检测的实验室间测试结果

消除可疑数值后的实验室个数	10
可疑数值 (实验室个数)	1
可接受的数值	20
平均值, mg/L	5247
重复性标准偏差 s_r , mg/L	58
重复性变异系数 VC_r , %	1.11
重复性限度 ($R=2.8 \times s_r$)	164
可再现性标准偏差 s_R , mg/L	273
可再现性变异系数 VC_R , %	5.20
可再现性限度 ($R=2.8 \times s_R$)	764

附表 C.3 试验土壤的酸溶性硫酸盐检测的实验室间测试结果

土壤	A	B	C	D
消除可疑数值后的实验室个数	7	8	10	7
可疑数值 (实验室个数)	0	0	0	0
采纳的数值	14	16	20	14
平均值, 风干土壤的%	1.397	2.836	0.175	1.048
重复性标准偏差 s_r , 风干土壤的%	0.099	0.265	0.019	0.080
重复性变异系数 VC_r , %	7.07	9.35	10.93	7.65
重复性限度 ($R=2.8 \times s_r$), 风干土壤的%	0.276	0.742	0.054	0.225
可再现性标准偏差 s_R , 风干土壤的%	0.099	0.339	0.092	0.168
可再现性变异系数 VC_R , %	7.10	11.97	52.51	16.06
可再现性限度 ($R=2.8 \times s_R$), 风干土壤的%	0.278	0.950	0.258	0.472

附表 C.4 1:5 水提取的硫酸盐检测的实验室间测试结果

土壤	A	B	C	D
消除可疑数值后的实验室个数	11	10	11	10
可疑数值 (实验室个数)	0	0	0	0
采纳的数值	22	20	22	20
平均值, 风干土壤的%	0.738	2.785	0.095	0.636
重复性标准偏差 s_r , 风干土壤的%	0.032	0.083	0.007	0.016
重复性变异系数 VC_r , %	4.28	2.98	7.33	2.59
重复性限度 ($R=2.8 \times s_r$), 风干土壤的%	0.088	0.233	0.020	0.046
可再现性标准偏差 s_R , 风干土壤的%	0.068	0.234	0.094	0.096
可再现性变异系数 VC_R , %	9.29	8.4	35.37	15.14
可再现性限度 ($R=2.8 \times s_R$), 风干土壤的%	0.192	0.655	0.263	0.270

附表 C.5 1:2 水提取的硫酸盐检测的实验室间测试结果

土壤	A	B	C	D
消除可疑数值后的实验室个数	10	9	11	9
可疑数值 (实验室个数)	0	0	0	0
采纳的数值	20	18	22	18
平均值, 风干土壤的%	0.293	2.450	0.091	0.298
重复性标准偏差 s_r , 风干土壤的%	0.016	0.144	0.013	0.017
重复性变异系数 VC_r , %	5.49	5.90	14.12	5.69
重复性限度 ($R=2.8 \times s_r$), 风干土壤的%	0.045	0.405	0.035	0.047
可再现性标准偏差 s_R , 风干土壤的%	0.027	0.429	0.026	0.039
可再现性变异系数 VC_R , %	9.32	17.52	28.98	13.17
可再现性限度 ($R=2.8 \times s_R$), 风干土壤的%	0.076	1.202	0.074	0.110