**—**

中华人民共和国工业和信息化部 发布

××××-××-××实施

××××-××-××发布

混合铅锌精矿化学分析方法

第8部分：铜量的测定

火焰原子吸收光谱法和碘量法

Methods for chemical analysis of lead and zinc bulk concentrates

Part 8：Determination of copper content

-Flame atomic absorption spectrometry and Iodine titration method

（预审稿）

YS/T 461.8—202×

代替YS/T 461.8-2013

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

ICS

1. 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》的规则起草。

YS/T 461《混合铅锌精矿化学分析方法》分为如下11部分：

——第1部分：铅量与锌量的测定 沉淀分离Na2EDTA滴定法；

——第2部分：铁量的测定 Na2EDTA滴定法；

——第3部分：硫量的测定 燃烧-中和滴定法；

——第4部分：砷量的测定 碘滴定法；

——第5部分：二氧化硅量的测定 钼蓝分光光度法；

——第6部分：汞量的测定 原子荧光光谱法；

——第7部分：镉量的测定 火焰原子吸收光谱法；

——第8部分：铜量的测定 火焰原子吸收光谱法和碘量法；

——第9部分：银和金量的测定 火焰原子吸收光谱法和火试金法；

——第10部分：砷、铋、镉、钴、铜、镍和锑含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第11部分：铊量的测定 电感耦合等离子体质谱法和电感耦合等离子体原子发射光谱法。

本文件为YS/T 461的第8部分。

本文件代替YS/T 461.8—2013《混合铅锌精矿化学分析方法 铜量的测定 火焰原子吸收光谱法》。与YS/T 461.8—2013相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a)增加了规范性引用文件、术语和定义等两个章节（见第2章、第3章）；

b)更改了铜的测定范围。将铜的测定范围由“0.10%～5.00%”修改为“火焰原子吸收光谱法：0.1%～5.0%；碘量法：5.0%～15.0%”（见第1章）。

c）修改了方法一的溶样方法，将“试样用盐酸、硝酸溶解”修改为“试料用氟化氢铵、盐酸、硝酸、高氯酸溶解”。（见第4.5.4.1章，2013版的6.2）

d）增加了“方法二：碘量法”。（见第5章）

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件负责起草单位：深圳市中金岭南有色金属股份有限公司凡口铅锌矿。

本文件起草单位：深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、福建紫金矿冶测试技术有限公司厦门分公司、大冶有色设计研究院有限公司、北矿检测技术股份有限公司、葫芦岛有色金属股份有限公司、株洲冶炼集团股份有限公司、湖南有色金属研究院有限责任公司、山西北方铜业有限公司、江西铜业铅锌金属有限公司、山东恒邦冶炼股份有限公司、中国检验认证集团广东黄埔有限公司、湖南省遥感地质调查监测所、云铜锌业股份有限公司、中国检验认证集团广西有限公司、湖南水口山有色金属有限责任公司、广西国华计量检测有限公司河池分公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司。

本文件主要起草人：

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2003年首次发布为YS/T 461.8—2003，2013年第一次修订；

——本次为第二次修订。

混合铅锌精矿化学分析方法

第8部分 铜量的测定

1 范围

本文件规定了混合铅锌精矿中铜含量的测定方法。

本文件适用于混合铅锌精矿中铜含量的测定。测定范围：火焰原子吸收光谱法（以下简称方法一）为0.1%～5.0%，碘量法（以下简称方法二）为5.0%～15.0%。

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 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 方法一：火焰原子吸收光谱法

4.1 方法提要

试料用氟化氢铵、盐酸、硝酸、高氯酸分解，在稀盐酸介质中，使用空气-乙炔火焰，于原子吸收光谱仪波长324.7 nm处，测定铜的吸光度，按标准曲线法计算铜的含量。

4.2 试剂

除非另有说明外，在分析中仅使用确认为分析纯的试剂和蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

4.2.1 氟化氢铵。

4.2.2 盐酸（ρ1.19 g/mL）。

4.2.3 硝酸（ρ1.42 g/mL）。

4.2.4 高氯酸（ρl.67 g/mL)。

4.2.5 饱和溴水。

4.2.6 铜标准贮存溶液：称取1.0000 g金属铜（*ω*cu≥99.99%）于100 mL烧杯中，加入20 mL硝酸（1+1），盖上表面皿，于电热板上低温加热溶解完全，煮沸驱除氮的氧化物。取下冷却至室温，移入1000 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含1.0 mg铜。

4.2.7 铜标准溶液：移取5.00 mL铜标准贮存溶液（4.2.6）于100 mL容量瓶中，加入5 mL盐酸（1+1），用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL含50 μg铜。

4.3 仪器

原子吸收光谱仪，附铜空心阴极灯。

在仪器最佳工作条件下，凡能达到下列指标者均可使用：

——特征浓度：在与测量溶液的基体相一致的溶液中，铜的特征浓度应不大于0.090 μg/mL；

——精密度：用最高浓度的标准溶液测量10次吸光度，其标准偏差应不超过平均吸光度的1.0%；用最低浓度的标准溶液（不是“零”浓度标准溶液）测量10次吸光度，其标准偏差应不超过最高浓度的标准溶液平均吸光度的0.5%；

——工作曲线线性：将工作曲线按浓度等分成五段，最高段的吸光度差值与最低段的吸光度差值之比，应不小于0.8。

4.4 试样

4.4.1 试样应通过0.100 mm孔筛。

4.4.2 试样应在105 ℃±5 ℃烘箱中烘1 h，并置于干燥器中冷却至室温备用。

4.5 分析步骤

4.5.1 试料

按表1称取试样，精确至0.0001 g。

表 1 试料量、试液体积、分取体积、测定体积、补加盐酸量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*Cu/% | 试料量/g | 试液体积/mL | 分取体积/mL | 测定体积/mL | 补加盐酸（4.2.2）/mL |
| 0.10～0.25 | 0.10 | 100 | / | / | / |
| >0.25～1.00 | 0.20 | 100 | 10 | 100 | 4.5 |
| >1.00～5.00 | 0.10 | 100 | 5 | 100 | 4.75 |

4.5.2 平行试验

平行做两份试验。

4.5.3 空白试验

随同试料做空白试验。

4.5.4 测定

4.5.4.1 将试料（4.5.1）置于250 mL烧杯中，用少量的水润湿，加入0.5 g～1 g氟化氢铵（4.2.1）、15 mL盐酸（4.2.2），置于电热板上低温加热3 min～5 min，加入1 mL～2 mL溴水（4.2.5）、5 mL硝酸（4.2.3）、3 mL高氯酸（4.2.4），盖上表面皿，加热溶解完全并冒烟至近干，取下冷却。

4.5.4.2 加入5 mL盐酸（4.2.2），用水吹洗表面皿及杯壁，加入50 mL水，煮沸溶解可溶性盐类，取下冷却至室温，移入100 mL容量瓶中，用水定容，混匀。静置澄清或干过滤。

4.5.4.3 按表1分取溶液至100 mL容量瓶中，补加相应体积的盐酸（4.2.2），用水定容至刻度，混匀待测。

4.5.4.4 使用空气-乙炔火焰，于原子吸收光谱仪波长324.7 nm处，以水调零，测定试液的吸光度，减去随同试料空白的吸光度，从工作曲线上查得铜的浓度。

4.5.5 工作曲线的绘制

4.5.5.1 移取0 mL、1.00 mL、2.00 mL、3.00 mL、4.00 mL、5.00 mL、6.00 mL铜标准溶液（4.2.7），置于一组100 mL容量瓶中，分别加入5 mL盐酸（4.2.2），用水稀释至刻度，混匀。此标准溶液系列所对应铜的浓度为：0 μg/mL、0.50 μg/mL、1.00 μg/mL、1.50 μg/mL、2.00 μg/mL、2.50 μg/mL、3.00 μg/mL。

4.5.5.2 在与测量试料溶液相同的条件下，使用空气-乙炔火焰，于原子吸收光谱仪波长324.7 nm处，以水调零，测定标准溶液的吸光度，减去标准溶液系列中“零”浓度的吸光度，以铜浓度为横坐标，吸光度为纵坐标，绘制工作曲线。

4.6 分析结果计算

铜含量以铜的质量分数*ω*Cu计，数值以%表示，按式（1）计算：

*ω*Cu …………………………………（1）

式中：

*c*—从工作曲线上查得的铜浓度，单位为微克每毫升（μg/mL）；

*V0*—试液总体积，单位为毫升（mL）；

*V1*—分取试液体积，单位为毫升（mL）；

*V2*—测定试液体积，单位为毫升（mL）；

*m0*—试料的质量，单位为克（g）。

计算结果表示至小数点后二位。

4.7 精密度

4.7.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测试值，在表2给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（*r*），超过重复性限（*r*）的情况不超过5%。重复性限（*r*）按表2数据采用线性内插法或外延法求得。精密度试验原始数据参见附录A。

表2 重复性限（r）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*Cu/% | 0.18 | 0.90 | 1.79 | 3.29 | 5.05 |
| *r*/% | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.07 | 0.10 |

4.7.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测试值，在表3给出的平均值范围内， 两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（*R*），超过再现性限（*R*）的情况不超过5%。再现性限（*R*）按表3数据采用线性内插法或外延法求得。

表3 再现性限（R）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*Cu/% | 0.18 | 0.90 | 1.79 | 3.29 | 5.05 |
| *R*/% | 0.01 | 0.05 | 0.09 | 0.12 | 0.13 |

4.8 试验报告

试验报告至少应包含以下内容：

——试样；

——使用的标准（YS/T461.8—202X）；

——使用的方法（方法一）；

——分析结果及其表示；

——与基本分析步骤的差异；

——测定中观察到的异常现象；

——试验日期。

5 方法二：碘量法

5.1 方法提要

试料用氟化氢铵、盐酸、硝酸、高氯酸分解，用溴水将砷（III）、锑（III）氧化为砷（V）、锑（V），用氟化氢铵掩蔽铁（III），用乙酸铵调节溶液的pH值为3.0～4.0。铜（II）与碘化钾作用生成碘化亚铜和碘，所析出的碘以淀粉为指示剂、用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定至终点。根据消耗的硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，计算铜的含量。

5.2 试剂

除非另有说明外，在分析中仅使用确认为分析纯的试剂和蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

5.2.1 金属铜（ωCu≥99.99 %）：将金属铜放入适量乙酸溶液（1+3）中，加热微沸1 min。将金属铜取出，用水和无水乙醇分别冲洗2次以上，于45℃～55℃的烘箱中烘4 min，取出冷却，置于磨口瓶中备用。

5.2.2 碘化钾。

5.2.3 氟化氢铵。

5.2.4 盐酸（ρ1.19 g/mL）。

5.2.5 硝酸（ρ1.42 g/mL）。

5.2.6 高氯酸（ρl.67 g/mL)。

5.2.7 冰乙酸（ρ=1.05 g/mL）。

5.2.8 饱和溴水。

5.2.9 氨水（ρ=0.90 g/mL）。

5.2.10 氨水（1+1）。

5.2.11 乙酸铵溶液（300 g/L）。称取90g乙酸铵，置于400 mL烧杯中，加入150 mL水和100 mL冰乙酸（5.2.7）溶解，加水至300 mL， 混匀。此溶液pH值为5。

5.2.12 氟化氢铵溶液（250 g/L，贮存于聚乙烯瓶中）。

5.2.13 硫氰酸钾溶液（400 g/L）：称取40 g硫氰酸钾于200 mL烧杯中，用水溶解，加水至100 mL，混匀。

5.2.14 三氯化铁溶液（100 g/L）。

5.2.15 硫代硫酸钠标准滴定溶液（cNa₂S₂O₃·5H₂O≈0.02mol/L）

5.2.15.1 配制：称取20 g硫代硫酸钠（Na2S2O3·5H2O）和2 g无水碳酸钠于1000 mL烧杯中，用煮沸并冷却至室温的去离子水溶解完全后，移入5 L棕色试剂瓶中，用煮沸并冷却至室温的去离子水稀释至约4 L，混匀，静置两周。使用时过滤。此溶液每两周标定一次。

5.2.15.2 标定：称取0.06 g（精确至0.00001g）金属铜（5.2.1）于300 ml锥形瓶中，加入10 mL水、5 mL硝酸（5.2.5），盖上表面皿，低温加热溶解完全，并赶去大部分硝酸。稍冷，加入5mL硫酸（1+1），继续加热至冒三氧化硫白烟，并保持5 min。取下冷却，用40 mL水吹洗杯壁，加热溶解盐类，取下冷至室温。滴加氨水（5.2.10）至铜氨配离子蓝色出现，加入4 mL乙酸铵溶液（5.2.11）、4mL氟化氢铵溶液（5.2.12），摇匀，冷却至室温。加入 1 g～2 g碘化钾（5.2.2），摇动溶解，立刻用硫代硫酸钠标准滴定溶液（5.2.15）滴定至浅黄色；加入2 mL淀粉溶液（5.2.16），继续滴定至浅蓝色；加入2 mL硫氰酸钾溶液（5.2.13），激烈振荡5s～10s至蓝色不再加深，继续滴定至蓝色刚好消失为终点。

随同标定做空白试验。

按式（2）计算硫代硫酸钠标准滴定溶液的浓度：

…………………………………………（2）

式中：

*c* — 硫代硫酸钠标准滴定溶液的浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

*m*1 — 称取金属铜的质量，单位为克（g）；

*V*1 — 标定时滴定金属铜溶液时消耗的硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

*V*2 — 标定时滴定空白试验溶液消耗的硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

*63.546* — 铜的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）。

平行标定4份，结果保留4位有效数字，取其平均值。平行标定结果的极差值应不大于4×10-5 mol/L，否则需重新标定。

5.2.16 淀粉溶液（5 g/L）：称取0.5g可溶性淀粉，加入5mL水调成糊状，在不断搅拌下加入100 mL沸水，煮沸放冷备用。用时现配。

5.3 试样

5.3.1 试样应通过0.100 mm孔筛。

5.3.2 试样应在105 ℃±5 ℃烘箱中烘1 h，并置于干燥器中冷却至室温备用。

5.4 分析步骤

5.4.1 试料

称取试样0.25g，精确至0.0001g。

5.4.2 平行试验

平行测定两次，取其平均值。

5.4.3 空白试验

随同试料做空白试验。

5.4.4 测定

5.4.4.1 将试料（5.4.1）置于300 mL三角烧杯中，用少许水润湿，加入0.5 g～1 g氟化氢铵（5.2.3）、15 mL盐酸（5.2.4），置于电热板上低温加热3min～5 min，取下稍冷。加入1 mL～2 mL溴水（5.2.8）、5 mL硝酸（5.2.5）、3 mL高氯酸（5.2.6），盖上表面皿，加热溶解完全并冒烟至近干，取下冷却。用水吹洗表面皿及杯壁，加水至50 mL左右，煮沸溶解可溶性盐类，取下冷却。

5.4.4.2 滴加乙酸铵注1（5.2.11）至红色出现，并过量4 mL；滴加氟化氢铵溶液（5.2.12）至红色消失，并过量4mL，摇匀。

注1：加乙酸铵前，如果是空白试验或者试液中含铁量极少时，需加0.5 mL三氯化铁（5.2.14）溶液。

5.4.4.3 加入1 g～2 g碘化钾（5.2.2），摇动溶解，立刻用硫代硫酸钠标准滴定溶液（5.2.15）滴定至浅黄色；加入2 mL淀粉溶液（5.2.16），继续滴定至浅蓝色；加入2 mL硫氰酸钾溶液（5.2.13），激烈摇振5 s～10 s至蓝色不再加深，继续滴定至蓝色刚好消失为终点。

5.5 分析结果计算

铜含量以铜的质量分数*ω*Cu计，数值以%表示，按式（3）计算：

 …………………………………（3）

式中：

*C* — 硫代硫酸钠标准滴定溶液的浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

*V*2 — 滴定试料试验溶液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

*V*3 — 滴定试料空白试验溶液消耗的硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

*m*2 — 试料的质量，单位为克（g）；

*63.546* — 铜的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）。

计算结果表示至小数点后二位。

5.6 精密度

5.6.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测试值，在表2给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对差值不超过重复性限（*r*），超过重复性限（*r*）的情况不超过5%。重复性限（*r*）按表4数据采用线性内插法或外延法求得。精密度试验原始数据参见附录A。

表4 重复性限（r）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*Cu/% | 5.01 | 7.54 | 10.11 | 12.55 | 14.85 |
| *r*/% | 0.05 | 0.07 | 0.08 | 0.11 | 0.13 |

5.6.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测试值，在表3给出的平均值范围内， 两个测试结果的绝对差值不超过再现性限（*R*），超过再现性限（*R*）的情况不超过5%。再现性限（*R*）按表5数据采用线性内插法或外延法求得。

表5 再现性限（R）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*Cu/% | 5.01 | 7.54 | 10.11 | 12.55 | 14.85 |
| *R*/% | 0.07 | 0.09 | 0.11 | 0.13 | 0.14 |

5.7 试验报告

试验报告至少应包含以下内容：

——试样；

——使用的标准（YS/T461.8—202X）；

——使用的方法（方法二）；

——分析结果及其表示；

——与基本分析步骤的差异；

——测定中观察到的异常现象；

——试验日期。

1. 附 录 A
2. （资料性附录）

精密度试验原始数据

A.1 精密度数据

方法精密度是2024年由20家实验室对混合铅锌精矿铜含量10个不同水平样品进行共同试验确定的。各实验室对每个水平的铜含量在重复性条件下独立测定，方法1和方法2的精密度试验原始数据分别见表A.1-1和表A.1-2。

表A.1-1 精密度试验原始数据（方法1）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水平j | 实验室 | 测定结果/% | | | | | | | | | | | 平均值  /% | SD | RSD  /% |
| 1 | 1 | 0.190 | 0.187 | 0.190 | 0.188 | 0.187 | 0.189 | 0.186 | 0.188 | 0.186 | 0.188 | 0.186 | 0.188 | 0.0015 | 0.79 |
| 2 | 0.181 | 0.179\* | 0.183 | 0.181 | 0.182 | 0.183 | 0.181 | 0.182 | 0.183 | 0.181 | 0.182 | 0.182 | 0.0012 | 0.66 |
| 3 | 0.183 | 0.184 | 0.185 | 0.188 | 0.188 | 0.187 | 0.186 | 0.187 | 0.187 | 0.185 | 0.186 | 0.186 | 0.0016 | 0.87 |
| 4 | 0.188 | 0.187 | 0.189 | 0.190 | 0.189 | 0.186 | 0.189 | 0.184 | 0.186 | 0.185 | 0.185 | 0.187 | 0.0020 | 1.08 |
| 5 | 0.184 | 0.183 | 0.183 | 0.183 | 0.184 | 0.183 | 0.183 | 0.184 | 0.183 | 0.183 | 0.183 | 0.183 | 0.0005 | 0.26 |
| 6 | 0.168 | 0.168 | 0.182 | 0.167 | 0.188 | 0.185 | 0.184 | 0.166 | 0.169 | 0.183 | 0.184 | 0.177 | 0.0089 | 5.02 |
| 7 | 0.180 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.181 | 0.181 | 0.180 | 0.181 | 0.180 | 0.0009 | 0.50 |
| 8 | 0.179 | 0.176 | 0.180 | 0.179 | 0.181 | 0.181 | 0.179 | 0.180 | 0.180 | 0.178 | 0.179 | 0.179 | 0.0014 | 0.79 |
| 9 | 0.179 | 0.179 | 0.179 | 0.182 | 0.183 | 0.181 | 0.182 | 0.184 | 0.179 | 0.178 | 0.181 | 0.181 | 0.0020 | 1.08 |
| 10 | 0.189 | 0.189 | 0.188 | 0.187 | 0.192 | 0.190 | 0.188 | 0.191 | 0.187 | 0.188 | 0.187 | 0.189 | 0.0017 | 0.89 |
| 11 | 0.173 | 0.176 | 0.175 | 0.171 | 0.180 | 0.171 | 0.170 | 0.174 | 0.176 | 0.170 | 0.179 | 0.174 | 0.0035 | 2.00 |
| 12 | 0.174 | 0.174 | 0.174 | 0.173 | 0.173 | 0.175 | 0.175 | / | / | / | / | 0.174 | 0.0008 | 0.47 |
| 13 | 0.182 | 0.180 | 0.180 | 0.180 | 0.181 | 0.180 | 0.180 | 0.181 | 0.182 | 0.180 | 0.182 | 0.181 | 0.0009 | 0.50 |
| 14 | 0.184 | 0.183 | 0.183 | 0.183 | 0.188 | 0.190 | 0.184 | 0.183 | 0.187 | 0.189 | 0.183 | 0.185 | 0.0028 | 1.49 |
| 15 | 0.180 | 0.179 | 0.180 | 0.182 | 0.183 | 0.181 | 0.178 | 0.183 | 0.179 | 0.181 | 0.182 | 0.181 | 0.0017 | 0.93 |
| 16 | 0.172 | 0.168 | 0.188 | 0.176 | 0.177 | 0.189 | 0.166 | 0.168 | 0.169 | 0.177 | 0.172 | 0.175 | 0.0078 | 4.45 |
| 17 | 0.184 | 0.184 | 0.184 | 0.184 | 0.184 | 0.184 | 0.183 | 0.181 | 0.182 | 0.181 | 0.183 | 0.183 | 0.0012 | 0.67 |
| 18 | 0.179 | 0.177 | 0.180 | 0.179 | 0.181 | 0.179 | 0.183 | / | / | / | / | 0.180 | 0.0019 | 1.05 |
| 19 | 0.179 | 0.178 | 0.179 | 0.181 | 0.176 | 0.183 | 0.178 | 0.177 | 0.183 | 0.176 | 0.181 | 0.179 | 0.0025 | 1.41 |
| 20 | 0.174 | 0.174 | 0.177 | 0.174 | 0.178 | 0.177 | 0.176 | 0.177 | 0.174 | 0.174 | 0.174 | 0.175 | 0.0016 | 0.93 |
| 2 | 1 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.91 | 0.93 | 0.93 | 0.924 | 0.0057 | 0.62 |
| 2 | 0.89 | 0.89 | 0.88 | 0.91 | 0.92 | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.93 | 0.906 | 0.0135 | 1.49 |
| 3 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 0.92 | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.92 | 0.93 | 0.924 | 0.0021 | 0.23 |
| 4 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.901 | 0.0041 | 0.46 |
| 5 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.906 | 0.0041 | 0.45 |
| 6 | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.89 | 0.90 | 0.85 | 0.84 | 0.87 | 0.85 | 0.86 | 0.88 | 0.869 | 0.0193 | 2.22 |
| 7 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.92 | 0.90 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.903 | 0.0077 | 0.85 |
| 8 | 0.89 | 0.90 | 0.91 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.899 | 0.0071 | 0.79 |
| 9 | 0.88 | 0.88 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.89 | 0.897 | 0.0090 | 1.00 |
| 10 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.905 | 0.0062 | 0.69 |
| 11 | 0.93 | 0.94 | 0.94 | 0.97 | 0.94 | 0.92 | 0.93 | 0.99 | 0.92 | 0.93 | 0.99 | 0.944 | 0.0255 | 2.70 |
| 12 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.88 | 0.89 | / | / | / | / | 0.890 | 0.0050 | 0.56 |
| 13 | 0.90 | 0.91 | 0.92 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.91 | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.910 | 0.0064 | 0.70 |
| 14 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 0.92 | 0.93 | 0.93 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.927 | 0.0047 | 0.50 |
| 15 | 0.89 | 0.89 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.91 | 0.90 | 0.896 | 0.0078 | 0.87 |
| 16 | 0.84 | 0.86 | 0.90 | 0.86 | 0.87 | 0.90 | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.89 | 0.88 | 0.886 | 0.0260 | 2.93 |
| 17 | 0.89 | 0.88 | 0.89 | 0.88 | 0.90 | 0.87 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.89 | 0.88 | 0.883 | 0.0066 | 0.74 |
| 18 | 0.88 | 0.88 | 0.89 | 0.90 | 0.90 | 0.89 | 0.90 | / | / | / | / | 0.892 | 0.0076 | 0.85 |
| 19 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.91 | 0.90 | 0.91 | 0.903 | 0.0044 | 0.48 |
| 20 | 0.88 | 0.87 | 0.87 | 0.88 | 0.88 | 0.89 | 0.88 | 0.88 | 0.88 | 0.89 | 0.89 | 0.880 | 0.0054 | 0.62 |
| 3 | 1 | 1.82 | 1.81 | 1.82 | 1.81 | 1.82 | 1.79 | 1.82 | 1.80 | 1.81 | 1.82 | 1.83 | 1.812 | 0.0104 | 0.57 |
| 2 | 1.82 | 1.78 | 1.80 | 1.82 | 1.80 | 1.79 | 1.81 | 1.80 | 1.83 | 1.77 | 1.81 | 1.802 | 0.0196 | 1.09 |
| 3 | 1.80 | 1.79 | 1.79 | 1.80 | 1.81 | 1.81 | 1.81 | 1.80 | 1.82 | 1.82 | 1.81 | 1.806 | 0.0092 | 0.51 |
| 4 | 1.78 | 1.77 | 1.77 | 1.78 | 1.77 | 1.81 | 1.81 | 1.79 | 1.80 | 1.81 | 1.81 | 1.790 | 0.0159 | 0.89 |
| 5 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.82 | 1.80 | 1.81 | 1.82 | 1.81 | 1.79 | 1.79 | 1.80 | 1.800 | 0.0149 | 0.83 |
| 6 | 1.85 | 1.78 | 1.66 | 1.82 | 1.70 | 1.80 | 1.76 | 1.74 | 1.81 | 1.76 | 1.79 | 1.769 | 0.0564 | 3.19 |
| 7 | 1.80 | 1.80 | 1.79 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.80 | 1.79 | 1.80 | 1.79 | 1.81 | 1.798 | 0.0073 | 0.41 |
| 8 | 1.73 | 1.79 | 1.82 | 1.80 | 1.80 | 1.72 | 1.78 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.79 | 1.778 | 0.0317 | 1.78 |
| 9 | 1.79 | 1.78 | 1.74 | 1.80 | 1.80 | 1.79 | 1.78 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.76 | 1.781 | 0.0198 | 1.11 |
| 10 | 1.82 | 1.81 | 1.82 | 1.81 | 1.82 | 1.79 | 1.82 | 1.80 | 1.81 | 1.82 | 1.83 | 1.812 | 0.0104 | 0.57 |
| 11 | 1.78 | 1.83 | 1.84 | 1.75 | 1.79 | 1.77 | 1.81 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.83 | 1.792 | 0.0300 | 1.67 |
| 12 | 1.71 | 1.72 | 1.71 | 1.75 | 1.74 | 1.71 | 1.70 | / | / | / | / | 1.718 | 0.0167 | 0.97 |
| 13 | 1.79 | 1.78 | 1.81 | 1.78 | 1.80 | 1.80 | 1.82 | 1.79 | 1.80 | 1.82 | 1.82 | 1.801 | 0.0159 | 0.88 |
| 14 | 1.81 | 1.83 | 1.82 | 1.82 | 1.83 | 1.82 | 1.83 | 1.81 | 1.82 | 1.81 | 1.83 | 1.820 | 0.0068 | 0.37 |
| 15 | 1.77 | 1.78 | 1.78 | 1.78 | 1.80 | 1.76 | 1.80 | 1.80 | 1.78 | 1.78 | 1.77 | 1.781 | 0.0130 | 0.73 |
| 16 | 1.67 | 1.71 | 1.69 | 1.78 | 1.74 | 1.74 | 1.80 | 1.81 | 1.80 | 1.69 | 1.69 | 1.739 | 0.0516 | 2.97 |
| 17 | 1.77 | 1.78 | 1.78 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.79 | 1.78 | 1.80 | 1.77 | 1.78 | 1.778 | 0.0091 | 0.51 |
| 18 | 1.74 | 1.74 | 1.73 | 1.74 | 1.73 | 1.74 | 1.75 | / | / | / | / | 1.740 | 0.0062 | 0.36 |
| 19 | 1.73 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 1.78 | 1.79 | 1.75 | 1.77 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.762 | 0.0193 | 1.09 |
| 20 | 1.73 | 1.74 | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 1.73 | 1.73 | 1.73 | 1.72 | 1.72 | 1.72 | 1.725 | 0.0084 | 0.49 |
| 4 | 1 | 3.37 | 3.40 | 3.37 | 3.37 | 3.37 | 3.36 | 3.37 | 3.34 | 3.34 | 3.36 | 3.38 | 3.366 | 0.0167 | 0.50 |
| 2 | 3.31 | 3.27 | 3.31 | 3.29 | 3.30 | 3.28 | 3.32 | 3.29 | 3.30 | 3.32 | 3.32 | 3.301 | 0.0174 | 0.53 |
| 3 | 3.29 | 3.29 | 3.29 | 3.27 | 3.32 | 3.28 | 3.25 | 3.25 | 3.30 | 3.28 | 3.27 | 3.281 | 0.0197 | 0.60 |
| 4 | 3.28 | 3.27 | 3.30 | 3.30 | 3.28 | 3.30 | 3.32 | 3.30 | 3.29 | 3.30 | 3.29 | 3.293 | 0.0134 | 0.41 |
| 5 | 3.29 | 3.30 | 3.30 | 3.32 | 3.29 | 3.28 | 3.29 | 3.31 | 3.30 | 3.31 | 3.30 | 3.299 | 0.0106 | 0.32 |
| 6 | 3.19 | 3.26 | 3.14 | 3.35 | 3.30 | 3.33 | 3.20 | 3.24 | 3.28 | 3.40 | 3.19 | 3.261 | 0.0785 | 2.41 |
| 7 | 3.31 | 3.31 | 3.30 | 3.31 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.28 | 3.29 | 3.32 | 3.301 | 0.0102 | 0.31 |
| 8 | 3.28 | 3.33 | 3.31 | 3.30 | 3.29 | 3.30 | 3.28 | 3.30 | 3.31 | 3.29 | 3.27 | 3.296 | 0.0185 | 0.56 |
| 9 | 3.32 | 3.30 | 3.25 | 3.28 | 3.29 | 3.26 | 3.32 | 3.26 | 3.27 | 3.27 | 3.29 | 3.283 | 0.0250 | 0.76 |
| 10 | 3.30 | 3.31 | 3.29 | 3.26 | 3.29 | 3.31 | 3.29 | 3.31 | 3.30 | 3.28 | 3.29 | 3.295 | 0.0146 | 0.44 |
| 11 | 3.39 | 3.40 | 3.45 | 3.34 | 3.37 | 3.34 | 3.40 | 3.42 | 3.41 | 3.44 | 3.42 | 3.399 | 0.0374 | 1.10 |
| 12 | 3.24 | 3.22 | 3.24 | 3.32 | 3.30 | 3.19 | 3.18 | / | / | / | / | 3.241 | 0.0539 | 1.66 |
| 13 | 3.30 | 3.32 | 3.29 | 3.30 | 3.32 | 3.32 | 3.28 | 3.28 | 3.27 | 3.33 | 3.31 | 3.301 | 0.0178 | 0.54 |
| 14 | 3.36 | 3.38 | 3.34 | 3.38 | 3.40 | 3.30 | 3.42 | 3.28 | 3.38 | 3.42 | 3.44 | 3.374 | 0.0498 | 1.48 |
| 15 | 3.25 | 3.32 | 3.26 | 3.29 | 3.29 | 3.32 | 3.33 | 3.26 | 3.24 | 3.26 | 3.30 | 3.284 | 0.0316 | 0.96 |
| 16 | 3.15 | 3.15 | 3.16 | 3.14 | 3.26 | 3.26 | 3.31 | 3.19 | 3.46 | 3.28 | 3.35 | 3.245 | 0.1004 | 3.09 |
| 17 | 3.23 | 3.22 | 3.23 | 3.21 | 3.24 | 3.27 | 3.26 | 3.28 | 3.24 | 3.25 | 3.24 | 3.242 | 0.0213 | 0.66 |
| 18 | 3.24 | 3.26 | 3.34 | 3.34 | 3.30 | 3.32 | 3.32 | / | / | / | / | 3.301 | 0.0405 | 1.23 |
| 19 | 3.27 | 3.29 | 3.28 | 3.27 | 3.29 | 3.30 | 3.29 | 3.28 | 3.29 | 3.29 | 3.28 | 3.284 | 0.0101 | 0.31 |
| 20 | 3.18 | 3.18 | 3.18 | 3.20 | 3.23 | 3.23 | 3.23 | 3.28 | 3.28 | 3.28 | 3.25 | 3.229 | 0.0407 | 1.26 |
| 5 | 1 | 5.06 | 5.06 | 5.07 | 5.05 | 5.10 | 5.11 | 5.10 | 5.06 | 5.07 | 5.09 | 5.09 | 5.078 | 0.0219 | 0.43 |
| 2 | 5.07 | 5.09 | 5.07 | 5.09 | 5.04 | 5.07 | 5.10 | 5.06 | 5.05 | 5.05 | 5.09 | 5.072 | 0.0189 | 0.37 |
| 3 | 5.10 | 5.04 | 5.12 | 5.15 | 5.09 | 5.00 | 5.05 | 5.04 | 5.07 | 5.12 | 5.09 | 5.079 | 0.0427 | 0.84 |
| 4 | 5.00 | 5.02 | 5.01 | 5.00 | 5.01 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.03 | 5.04 | 5.02 | 5.015 | 0.0114 | 0.23 |
| 5 | 5.09 | 5.04 | 5.06 | 5.05 | 5.08 | 5.08 | 5.09 | 5.07 | 5.06 | 5.07 | 5.06 | 5.066 | 0.0167 | 0.33 |
| 6 | 5.03 | 4.99 | 4.90 | 4.92 | 5.10 | 4.97 | 4.97 | 5.04 | 4.93 | 4.95 | 4.99 | 4.981 | 0.0599 | 1.20 |
| 7 | 5.09 | 5.06 | 5.06 | 5.07 | 5.08 | 5.07 | 5.07 | 5.09 | 5.07 | 5.09 | 5.06 | 5.073 | 0.0118 | 0.23 |
| 8 | 5.13 | 5.16 | 5.06 | 5.10 | 5.05 | 5.04 | 5.11 | 5.01 | 5.04 | 5.03 | 5.10 | 5.075 | 0.0477 | 0.94 |
| 9 | 5.03 | 4.98 | 5.02 | 4.99 | 5.00 | 5.05 | 5.02 | 5.04 | 5.00 | 5.05 | 5.00 | 5.015 | 0.0244 | 0.49 |
| 10 | 5.06 | 5.07 | 5.05 | 5.07 | 5.08 | 5.06 | 5.07 | 5.06 | 5.06 | 5.07 | 5.06 | 5.064 | 0.0091 | 0.18 |
| 11 | 4.93 | 4.98 | 5.06 | 4.99 | 5.02 | 4.92 | 4.88 | 4.96 | 4.95 | 4.98 | 5.189\* | 4.986 | 0.0831 | 1.67 |
| 12 | 4.98 | 4.94 | 4.97 | 4.96 | 4.90 | 4.93 | 4.96 | / | / | / | / | 4.949 | 0.0256 | 0.52 |
| 13 | 5.08 | 5.10 | 5.09 | 5.06 | 5.07 | 5.07 | 5.07 | 5.09 | 5.10 | 5.05 | 5.09 | 5.077 | 0.0168 | 0.33 |
| 14 | 5.05 | 5.03 | 5.01 | 5.08 | 5.08 | 5.01 | 5.03 | 5.03 | 5.02 | 5.01 | 5.05 | 5.035 | 0.0254 | 0.50 |
| 15 | 4.99 | 5.12 | 4.98 | 5.03 | 5.04 | 4.99 | 5.01 | 4.90 | 5.04 | 4.99 | 5.02 | 5.011 | 0.0544 | 1.09 |
| 16 | 4.98 | 5.07 | 4.99 | 5.06 | 5.07 | 5.09 | 5.12 | 5.08 | 5.06 | 5.07 | 5.07 | 5.060 | 0.0409 | 0.81 |
| 17 | 5.09 | 5.07 | 5.05 | 5.06 | 5.05 | 5.02 | 5.03 | 5.05 | 5.01 | 5.03 | 5.03 | 5.042 | 0.0219 | 0.43 |
| 18 | 5.02 | 5.15\*\* | 5.02 | 5.01 | 5.03 | 5.01 | 5.02 | / | / | / | / | 5.036 | 0.0504 | 1.00 |
| 19 | 5.02 | 5.04 | 5.04 | 5.06 | 5.05 | 5.04 | 5.04 | 5.05 | 5.05 | 5.04 | 5.03 | 5.041 | 0.0091 | 0.18 |
| 20 | 5.05 | 5.06 | 5.06 | 5.07 | 5.04 | 5.05 | 5.09 | 5.05 | 5.05 | 5.05 | 5.04 | 5.057 | 0.0144 | 0.29 |
| 注：歧离值用（\*）标出，离群值用（\*\*）标出。歧离值保留，参与精密度计算；离群值剔除，不参与精密度计算。 | | | | | | | | | | | | | | | |

表A.1-2 精密度试验原始数据（方法2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 水平j | 实验室 | 测定结果/% | | | | | | | | | | | 平均值 | SD | RSD/% |
| 6 | 1 | 5.02 | 5.00 | 5.01 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.011 | 0.0083 | 0.17 |
| 2 | 5.04 | 5.01 | 5.03 | 5.04 | 5.01 | 5.03 | 5.04 | 5.03 | 5.02 | 5.02 | 5.01 | 5.025 | 0.0121 | 0.24 |
| 3 | 4.99 | 4.99 | 5.04 | 5.01 | 5.00 | 4.99 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.008 | 0.0154 | 0.31 |
| 4 | 5.03 | 5.01 | 5.03 | 5.06 | 4.99 | 5.04 | 4.98 | 5.00 | 4.98 | 4.96 | 4.99 | 5.006 | 0.0304 | 0.61 |
| 5 | 5.02 | 5.01 | 5.02 | 5.04 | 4.99 | 5.00 | 4.99 | 5.01 | 5.01 | 4.98 | 5.03 | 5.009 | 0.0181 | 0.36 |
| 6 | 4.88 | 4.93 | 4.87 | 4.93 | 4.78 | 4.86 | 4.91 | 4.83 | 4.88 | 4.94 | 4.87 | 4.880 | 0.0475 | 0.97 |
| 7 | 4.99 | 4.98 | 4.98 | 5.03 | 5.03 | 5.01 | 5.00 | 4.98 | 5.00 | 5.03 | 5.02 | 5.005 | 0.0207 | 0.41 |
| 8 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 4.98 | 4.97 | 4.98 | 4.97 | 4.99 | 4.98 | 5.01 | 4.992 | 0.0166 | 0.33 |
| 9 | 5.02 | 5.00 | 5.01 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.011 | 0.0083 | 0.17 |
| 10 | 5.02 | 5.00 | 4.98 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.008 | 0.0125 | 0.25 |
| 11 | 4.96 | 4.98 | 5.01 | 5.01 | 5.03 | 5.01 | 4.97 | 5.00 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.001 | 0.0217 | 0.43 |
| 12 | 5.05 | 4.97 | 5.00 | 5.01 | 5.02 | / | / | / | / | / | / | 5.010 | 0.0292 | 0.58 |
| 13 | 5.01 | 5.00 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.02 | 5.03 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.04 | 5.025 | 0.0144 | 0.29 |
| 14 | 5.02 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 5.02 | 5.00 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.009 | 0.0063 | 0.12 |
| 15 | 4.99 | 5.00 | 5.02 | 5.03 | 5.01 | 5.01 | 5.00 | 5.03 | 5.01 | 4.99 | 5.02 | 5.010 | 0.0141 | 0.28 |
| 16 | 5.06 | 5.07 | 5.08 | 5.05 | 5.01 | 5.04 | 5.10 | 5.09 | 5.08 | 5.00 | 5.10 | 5.062 | 0.0340 | 0.67 |
| 17 | 5.04 | 5.05 | 5.04 | 5.03 | 5.03 | 5.02 | 5.06 | 5.00 | 4.99 | 5.02 | 5.01 | 5.026 | 0.0211 | 0.42 |
| 18 | 4.94 | 5.06 | 5.00 | 5.02 | 5.11 | 5.08 | 5.00 | / | / | / | / | 5.030 | 0.0574 | 1.14 |
| 19 | 5.01 | 5.04 | 4.98 | 4.97 | 4.99 | 5.01 | 5.01 | 4.98 | 4.99 | 5.00 | 4.99 | 4.997 | 0.0205 | 0.41 |
| 20 | 5.01 | 5.05 | 5.05 | 5.02 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.01 | 5.02 | 5.02 | 5.03 | 5.019 | 0.0181 | 0.36 |
| 7 | 1 | 7.50 | 7.58 | 7.55 | 7.58 | 7.57 | 7.55 | 7.58 | 7.58 | 7.54 | 7.52 | 7.50 | 7.550 | 0.0316 | 0.42 |
| 2 | 7.52 | 7.54 | 7.48 | 7.56 | 7.54 | 7.54 | 7.54 | 7.54 | 7.48 | 7.50 | 7.53 | 7.525 | 0.0266 | 0.35 |
| 3 | 7.59 | 7.55 | 7.60 | 7.61 | 7.59 | 7.53 | 7.59 | 7.59 | 7.53 | 7.59 | 7.61 | 7.580 | 0.0293 | 0.39 |
| 4 | 7.55 | 7.55 | 7.58 | 7.54 | 7.56 | 7.54 | 7.53 | 7.52 | 7.46 | 7.50 | 7.59 | 7.538 | 0.0363 | 0.48 |
| 5 | 7.49 | 7.50 | 7.52 | 7.55 | 7.52 | 7.52 | 7.53 | 7.55 | 7.52 | 7.51 | 7.50 | 7.519 | 0.0192 | 0.26 |
| 6 | 7.53 | 7.48 | 7.44 | 7.46 | 7.56 | 7.58 | 7.43 | 7.49 | 7.55 | 7.46 | 7.52 | 7.500 | 0.0510 | 0.68 |
| 7 | 7.55 | 7.54 | 7.52 | 7.53 | 7.54 | 7.51 | 7.50 | 7.50 | 7.54 | 7.54 | 7.52 | 7.526 | 0.0175 | 0.23 |
| 8 | 7.48 | 7.53 | 7.45 | 7.51 | 7.48 | 7.50 | 7.48 | 7.56 | 7.50 | 7.53 | 7.53 | 7.505 | 0.0314 | 0.42 |
| 9 | 7.50 | 7.58 | 7.55 | 7.58 | 7.57 | 7.55 | 7.58 | 7.58 | 7.54 | 7.52 | 7.50 | 7.550 | 0.0316 | 0.42 |
| 10 | 7.52 | 7.50 | 7.52 | 7.50 | 7.54 | 7.55 | 7.52 | 7.53 | 7.51 | 7.55 | 7.52 | 7.524 | 0.0175 | 0.23 |
| 11 | 7.54 | 7.52 | 7.54 | 7.51 | 7.53 | 7.53 | 7.49 | 7.51 | 7.52 | 7.52 | 7.56 | 7.525 | 0.0186 | 0.25 |
| 12 | 7.50 | 7.54 | 7.52 | 7.43 | 7.56 | / | / | / | / | / | / | 7.510 | 0.0500 | 0.67 |
| 13 | 7.50 | 7.52 | 7.55 | 7.50 | 7.52 | 7.57 | 7.54 | 7.50 | 7.51 | 7.54 | 7.55 | 7.527 | 0.0241 | 0.32 |
| 14 | 7.54 | 7.56 | 7.55 | 7.56 | 7.56 | 7.56 | 7.56 | 7.56 | 7.53 | 7.56 | 7.56 | 7.554 | 0.0098 | 0.13 |
| 15 | 7.53 | 7.54 | 7.56 | 7.43\*\* | 7.56 | 7.52 | 7.58 | 7.58 | 7.54 | 7.58 | 7.57 | 7.545 | 0.0434 | 0.58 |
| 16 | 7.55 | 7.58 | 7.56 | 7.60 | 7.57 | 7.56 | 7.58 | 7.59 | 7.60 | 7.57 | 7.58 | 7.576 | 0.0163 | 0.22 |
| 17 | 7.53 | 7.51 | 7.55 | 7.50 | 7.57 | 7.55 | 7.54 | 7.54 | 7.47 | 7.51 | 7.51 | 7.525 | 0.0284 | 0.38 |
| 18 | 7.55 | 7.55 | 7.51 | 7.48 | 7.59 | 7.48 | 7.58 | / | / | / | / | 7.534 | 0.0450 | 0.60 |
| 19 | 7.46 | 7.50 | 7.45 | 7.53 | 7.50 | 7.51 | 7.51 | 7.53 | 7.49 | 7.50 | 7.48 | 7.496 | 0.0248 | 0.33 |
| 20 | 7.52 | 7.58 | 7.59 | 7.56 | 7.57 | 7.50 | 7.50 | 7.58 | 7.56 | 7.55 | 7.54 | 7.550 | 0.0316 | 0.42 |
| 8 | 1 | 10.10 | 10.11 | 10.11 | 10.16 | 10.15 | 10.15 | 10.11 | 10.13 | 10.11 | 10.06 | 10.12 | 10.119 | 0.0281 | 0.28 |
| 2 | 10.11 | 10.13 | 10.17 | 10.12 | 10.13 | 10.12 | 10.17 | 10.12 | 10.14 | 10.15 | 10.12 | 10.135 | 0.0207 | 0.20 |
| 3 | 10.12 | 10.11 | 10.19 | 10.11 | 10.14 | 10.19 | 10.17 | 10.21 | 10.18 | 10.21 | 10.17 | 10.164 | 0.0378 | 0.37 |
| 4 | 10.15 | 10.14 | 10.17 | 10.09 | 10.17 | 10.10 | 10.12 | 10.14 | 10.09 | 10.11 | 10.14 | 10.129 | 0.0291 | 0.29 |
| 5 | 10.07 | 10.12 | 10.12 | 10.14 | 10.13 | 10.12 | 10.09 | 10.11 | 10.11 | 10.06 | 10.11 | 10.107 | 0.0245 | 0.24 |
| 6 | 10.11 | 10.03 | 10.19 | 10.08 | 10.12 | 10.07 | 10.07 | 10.10 | 10.05 | 10.01 | 10.09 | 10.084 | 0.0484 | 0.48 |
| 7 | 10.10 | 10.07 | 10.06 | 10.13 | 10.10 | 10.04 | 10.08 | 10.11 | 10.12 | 10.09 | 10.11 | 10.092 | 0.0271 | 0.27 |
| 8 | 10.10 | 10.08 | 10.08 | 10.08 | 10.10 | 10.12 | 10.14 | 10.11 | 10.10 | 10.10 | 10.10 | 10.101 | 0.0181 | 0.18 |
| 9 | 10.10 | 10.11 | 10.11 | 10.16 | 10.15 | 10.15 | 10.11 | 10.13 | 10.11 | 10.06 | 10.12 | 10.119 | 0.0281 | 0.28 |
| 10 | 10.06 | 10.12 | 10.11 | 10.10 | 10.08 | 10.14 | 10.08 | 10.13 | 10.07 | 10.12 | 10.02 | 10.094 | 0.0356 | 0.35 |
| 11 | 10.09 | 10.04 | 10.09 | 10.13 | 10.10 | 10.11 | 10.07 | 10.08 | 10.12 | 10.12 | 10.11 | 10.096 | 0.0262 | 0.26 |
| 12 | 10.15 | 10.13 | 10.13 | 10.11 | 10.08 | / | / | / | / | / | / | 10.120 | 0.0265 | 0.26 |
| 13 | 10.15 | 10.11 | 10.15 | 10.14 | 10.15 | 10.14 | 10.17 | 10.17 | 10.08 | 10.17 | 10.14 | 10.143 | 0.0272 | 0.27 |
| 14 | 10.06 | 10.11 | 10.11 | 10.11 | 10.13 | 10.11 | 10.10 | 10.13 | 10.12 | 10.14 | 10.10 | 10.111 | 0.0221 | 0.22 |
| 15 | 10.11 | 10.14 | 10.11 | 10.13 | 10.11 | 10.11 | 10.10 | 10.14 | 10.13 | 10.11 | 10.13 | 10.120 | 0.0141 | 0.14 |
| 16 | 10.18 | 10.21 | 10.15 | 10.22 | 10.21 | 10.24 | 10.25 | 10.19 | 10.21 | 10.18 | 10.20 | 10.204 | 0.0284 | 0.28 |
| 17 | 10.14 | 10.10 | 10.11 | 10.06 | 10.10 | 10.10 | 10.09 | 10.11 | 10.11 | 10.09 | 10.09 | 10.100 | 0.0195 | 0.19 |
| 18 | 10.20 | 10.14 | 10.16 | 10.21 | 10.15 | 10.23 | 10.11 | / | / | / | / | 10.171 | 0.0430 | 0.42 |
| 19 | 10.08 | 10.10 | 10.12 | 10.03 | 10.03 | 9.98 | 9.99 | 10.07 | 10.01 | 10.06 | 10.04 | 10.046 | 0.0434 | 0.43 |
| 20 | 10.15 | 10.15 | 10.07 | 10.16 | 10.11 | 10.10 | 10.10 | 10.15 | 10.15 | 10.10 | 10.09 | 10.121 | 0.0314 | 0.31 |
| 9 | 1 | 12.54 | 12.59 | 12.58 | 12.50 | 12.58 | 12.62 | 12.62 | 12.55 | 12.56 | 12.49 | 12.48 | 12.555 | 0.0491 | 0.39 |
| 2 | 12.51 | 12.58 | 12.58 | 12.51 | 12.53 | 12.57 | 12.52 | 12.52 | 12.57 | 12.53 | 12.54 | 12.542 | 0.0279 | 0.22 |
| 3 | 12.61 | 12.58 | 12.64 | 12.62 | 12.61 | 12.58 | 12.60 | 12.57 | 12.58 | 12.66 | 12.63 | 12.607 | 0.0287 | 0.23 |
| 4 | 12.56 | 12.55 | 12.56 | 12.57 | 12.52 | 12.55 | 12.54 | 12.49 | 12.50 | 12.56 | 12.60 | 12.545 | 0.0317 | 0.25 |
| 5 | 12.57 | 12.55 | 12.54 | 12.56 | 12.58 | 12.60 | 12.59 | 12.57 | 12.57 | 12.55 | 12.50 | 12.562 | 0.0271 | 0.22 |
| 6 | 12.49 | 12.56 | 12.42 | 12.51 | 12.57 | 12.44 | 12.47 | 12.54 | 12.46 | 12.40 | 12.53 | 12.490 | 0.0571 | 0.46 |
| 7 | 12.57 | 12.56 | 12.56 | 12.57 | 12.54 | 12.57 | 12.58 | 12.56 | 12.55 | 12.55 | 12.56 | 12.561 | 0.0114 | 0.09 |
| 8 | 12.50 | 12.54 | 12.47 | 12.56 | 12.58 | 12.55 | 12.52 | 12.47 | 12.54 | 12.55 | 12.50 | 12.525 | 0.0364 | 0.29 |
| 9 | 12.54 | 12.59 | 12.58 | 12.50 | 12.58 | 12.62 | 12.62 | 12.55 | 12.56 | 12.49 | 12.48 | 12.555 | 0.0491 | 0.39 |
| 10 | 12.49 | 12.48 | 12.55 | 12.47 | 12.46 | 12.58 | 12.55 | 12.58 | 12.58 | 12.54 | 12.56 | 12.531 | 0.0468 | 0.37 |
| 11 | 12.49 | 12.51 | 12.49 | 12.51 | 12.50 | 12.51 | 12.51 | 12.47 | 12.54 | 12.51 | 12.46 | 12.500 | 0.0219 | 0.18 |
| 12 | 12.53 | 12.54 | 12.56 | 12.57 | 12.49 | / | / | / | / | / | / | 12.538 | 0.0311 | 0.25 |
| 13 | 12.56 | 12.54 | 12.51 | 12.51 | 12.59 | 12.56 | 12.56 | 12.51 | 12.44 | 12.54 | 12.56 | 12.535 | 0.0406 | 0.32 |
| 14 | 12.53 | 12.54 | 12.57 | 12.54 | 12.53 | 12.52 | 12.54 | 12.52 | 12.53 | 12.55 | 12.55 | 12.538 | 0.0145 | 0.12 |
| 15 | 12.56 | 12.54 | 12.56 | 12.60 | 12.50 | 12.61 | 12.57 | 12.60 | 12.54 | 12.51 | 12.50 | 12.554 | 0.0398 | 0.32 |
| 16 | 12.63 | 12.60 | 12.64 | 12.62 | 12.65 | 12.66 | 12.70 | 12.63 | 12.66 | 12.58 | 12.59 | 12.633 | 0.0350 | 0.28 |
| 17 | 12.58 | 12.45 | 12.59 | 12.55 | 12.58 | 12.53 | 12.57 | 12.50 | 12.51 | 12.52 | 12.46 | 12.531 | 0.0483 | 0.39 |
| 18 | 12.56 | 12.68 | 12.60 | 12.66 | 12.56 | 12.61 | 12.62 | / | / | / | / | 12.613 | 0.0457 | 0.36 |
| 19 | 12.51 | 12.53 | 12.54 | 12.51 | 12.50 | 12.54 | 12.49 | 12.53 | 12.51 | 12.57 | 12.56 | 12.524 | 0.0249 | 0.20 |
| 20 | 12.62 | 12.63 | 12.62 | 12.62 | 12.58 | 12.58 | 12.60 | 12.54 | 12.52 | 12.51 | 12.50 | 12.575 | 0.0489 | 0.39 |
| 10 | 1 | 14.89 | 14.89 | 14.82 | 14.83 | 14.95 | 14.87 | 14.90 | 14.94 | 14.89 | 14.79 | 14.77 | 14.867 | 0.0582 | 0.39 |
| 2 | 14.88 | 14.84 | 14.85 | 14.81 | 14.86 | 14.89 | 14.89 | 14.81 | 14.88 | 14.79 | 14.78 | 14.844 | 0.0406 | 0.27 |
| 3 | 14.89 | 14.87 | 14.87 | 14.86 | 14.86 | 14.87 | 14.93 | 14.85 | 14.87 | 14.82 | 14.89 | 14.871 | 0.0274 | 0.18 |
| 4 | 14.82 | 14.82 | 14.94 | 14.86 | 14.82 | 14.86 | 14.83 | 14.79 | 14.69 | 14.93 | 14.85 | 14.837 | 0.0672 | 0.45 |
| 5 | 14.79 | 14.83 | 14.83 | 14.81 | 14.88 | 14.87 | 14.88 | 14.84 | 14.89 | 14.79 | 14.79 | 14.836 | 0.0388 | 0.26 |
| 6 | 14.88 | 14.95 | 14.83 | 14.86 | 14.92 | 14.84 | 14.87 | 14.95 | 14.96 | 14.80 | 14.85 | 14.883 | 0.0544 | 0.37 |
| 7 | 14.84 | 14.95 | 14.86 | 14.92 | 14.90 | 14.88 | 14.86 | 14.90 | 14.82 | 14.76 | 14.94 | 14.875 | 0.0557 | 0.37 |
| 8 | 14.84 | 14.84 | 14.82 | 14.86 | 14.87 | 14.87 | 14.86 | 14.86 | 14.86 | 14.82 | 14.82 | 14.847 | 0.0200 | 0.14 |
| 9 | 14.89 | 14.89 | 14.82 | 14.83 | 14.95 | 14.87 | 14.90 | 14.94 | 14.89 | 14.79 | 14.77 | 14.867 | 0.0582 | 0.39 |
| 10 | 14.89 | 14.79 | 14.77 | 14.85 | 14.83 | 14.98 | 14.97 | 14.94 | 14.89 | 14.93 | 14.91 | 14.886 | 0.0696 | 0.47 |
| 11 | 14.89 | 14.78 | 14.84 | 14.75 | 14.88 | 14.83 | 14.84 | 14.89 | 14.84 | 14.85 | 14.84 | 14.839 | 0.0430 | 0.29 |
| 12 | 14.79 | 14.77 | 14.86 | 14.83 | 14.82 | / | / | / | / | / | / | 14.814 | 0.0351 | 0.24 |
| 13 | 14.80 | 14.83 | 14.82 | 14.86 | 14.85 | 14.87 | 14.88 | 14.75 | 14.81 | 14.89 | 14.86 | 14.838 | 0.0412 | 0.28 |
| 14 | 14.88 | 14.84 | 14.86 | 14.84 | 14.87 | 14.87 | 14.85 | 14.83 | 14.86 | 14.84 | 14.82 | 14.849 | 0.0175 | 0.12 |
| 15 | 15.03 | 14.67 | 14.96 | 15.00 | 14.88 | 14.67 | 15.05 | 14.90 | 14.72 | 15.06 | 14.60 | 14.867 | 0.1719 | 1.16 |
| 16 | 14.99 | 14.96 | 14.89 | 14.98 | 14.96 | 15.03 | 15.02 | 15.00 | 14.96 | 14.89 | 14.95 | 14.966 | 0.0457 | 0.31 |
| 17 | 14.90 | 14.74 | 14.87 | 14.79 | 14.85 | 14.83 | 14.88 | 14.85 | 14.86 | 14.87 | 14.78 | 14.838 | 0.0487 | 0.33 |
| 18 | 14.88 | 14.79 | 14.78 | 14.71 | 14.80 | 14.81 | 14.90 | / | / | / | / | 14.810 | 0.0638 | 0.43 |
| 19 | 14.82 | 14.79 | 14.84 | 14.74 | 14.81 | 14.82 | 14.75 | 14.83 | 14.83 | 14.81 | 14.82 | 14.805 | 0.0318 | 0.21 |
| 20 | 14.91 | 14.94 | 14.92 | 14.90 | 14.89 | 14.81 | 14.77 | 14.83 | 14.92 | 14.88 | 14.90 | 14.879 | 0.0530 | 0.36 |
| 注：歧离值用（\*）标出，离群值用（\*\*）标出。歧离值保留，参与精密度计算；离群值剔除，不参与精密度计算。 | | | | | | | | | | | | | | | |