ICS 77.120.01

CCS H 13

YS/T 1115.1—202X

代替YS/T 1115.1-2016

**中华人民共和国有色金属行业标准**

YS

铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法

第1部分：铜含量的测定

碘量法

Methods for chemical analysis of copper, lead, zinc ores and tailings —

Part 1：Determination of copper content—

Iodine titration method

(送审稿)

202X-XX-XX实施

202X-XX-XX发布

前 言

中华人民共和国工业和信息化部　发布

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。

本文件是YS/T 1115 《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》的第1部分。YS/T 1115已经发布了以下部分：

——第1部分：铜含量的测定 碘量法；

——第2部分：铅和锌含量的测定 Na2EDTA滴定法；

——第3部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、锰、镁和银含量的测定 火焰原子吸收光谱法；

——第4部分：硫含量的测定 高频红外吸收法、燃烧中和滴定法和硫酸钡重量法；

——第5部分：磷含量的测定 钼蓝分光光度法；

——第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第11部分：钼量的测定 硫氰酸盐分光光度法；

——第13部分：氟量的测定 离子选择电极法和离子色谱法；

——第14部分：砷量的测定 氢化物发生原子荧光光谱法和溴酸钾滴定法。

本文件代替YS/T 1115.1-2016《铜原矿和尾矿化学分析方法 第1部分：铜量的测定 火焰原子吸收光谱法》。与YS/T 1115.1-2016相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a）修改了标准范围：由原来的铜原矿和尾矿调整为铜、铅、锌原矿和尾矿，包括铜钼多金属矿，测定范围更改为“2.50% ~20.00 %”（见第1章，2016年版的第1章）；

b）修改了方法原理，测定方法由火焰原子吸收光谱法修改为碘量法，相应修改原理（见第4章，2016年版的第2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。

本文件起草单位：北矿检测技术股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、江西铜业股份有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、大冶有色设计研究院有限公司、河南豫光金铅股份有限公司、云南铜业股份有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、株洲冶炼集团股份有限公司、山东恒邦冶炼股份有限公司、紫金铜业有限公司、北方铜业股份有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、中国检验认证集团广东有限公司黄埔分公司、江西铜信检验检测有限公司、葫芦岛锌业股份有限公司。

本文件主要起草人：

本文件于2016年首次发布为YS/T 1115.1-2016，本次为第一次修订。

引　言

铜、铅、锌原矿主要用于冶金行业，作为冶金行业的原材料，原矿以及经选矿分离后的相应尾矿中除铜、铅、锌外，还存在多种金属元素，包括Au、Ag、Ni、Co、As、Sb、Cr、Cd等。为落实“国家标准化发展纲要”，深化标准化改革创新，优化存量标准结构，以着力提升标准质量效益，并统筹标准制定与实施，将YS/T 1115-2016《铜原矿和尾矿化学分析方法（共14部分）》、YS/T 53-2010《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法（共3部分）》及YS/T 952-2014《铜钼多金属矿化学分析方法 铜和钼量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》进行整合修订，形成新的《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》系列标准。

YS/T 1115《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》拟由10个部分组成，本文件为第1部分：

——第1部分：铜含量的测定 碘量法；

——第2部分：铅和锌含量的测定 Na2EDTA滴定法；

——第3部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、锰、镁和银含量的测定 火焰原子吸收光谱法；

——第4部分：硫含量的测定 高频红外吸收法、燃烧中和滴定法和硫酸钡重量法；

——第5部分：磷含量的测定 钼蓝分光光度法；

——第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第7部分：钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法；

——第8部分：氟含量的测定 离子选择电极法和离子色谱法；

——第9部分：砷含量的测定 氢化物发生原子荧光光谱法和溴酸钾滴定法；

——第10部分：金、银、钼、砷、钨、铋、镓、锗、铟、硒、碲和铊含量的测定 电感耦合等离子体质谱法。

本文件修订将适用范围拓展至铜、铅、锌原矿和尾矿（含铜钼多金属矿），能够统一和规范行业内铜、铅、锌原矿和尾矿中铜含量的测定，对指导相关生产和检测具有重要意义。

铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法

第1部分：铜含量的测定

碘量法

1 范围

本文件描述了碘量法测定铜、铅、锌原矿和尾矿（包括铜钼多金属矿）中铜含量的测定方法。

本文件适用于铜、铅、锌原矿和尾矿（包括铜钼多金属矿）中铜含量的测定。测定范围：2.50% ~20.00 %。

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

YS/T XXXX.6 铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法 第6部分：铜、铅、锌、镍、钴、镉、镁、锰、砷和钼含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

试料以氟化氢铵、盐酸、硝酸、高氯酸、硫酸分解，用氢溴酸除去砷、锑、锡等干扰元素。用乙酸铵调节溶液的pH值为3.0～4.0，用氟化氢铵掩蔽铁，加入碘化钾与二价铜作用，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。

5 试剂

除非另有说明，在分析中仅使用确认为分析纯的试剂。

5.1 水，GB/T 6682，二级。

5.2 金属铜：将金属铜（*w*Cu≥99.99%）置于适量微沸的乙酸中，微沸1 min，取出后用水和无水乙醇分别冲洗两次以上，在100 ℃烘箱中烘4 min，冷却，置于磨口瓶中备用。

5.3 碘化钾。

5.4 盐酸（*ρ*=1.19 g/mL）。

5.5 硝酸（*ρ*=1.42 g/mL）。

5.6 硫酸（*ρ*=1.84 g/mL）。

5.7 高氯酸（*ρ*=1.76 g/mL）。

5.8 氢氟酸（*ρ*=1.18 g/mL）。

5.9 氢溴酸（*ρ*=1.49 g/mL）。

5.10 饱和氟化氢铵溶液。

5.11 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（*ρ*=1.05 g/mL）溶解，加水至300 mL，混匀。此溶液pH值为5。

5.12 氟化氢铵溶液（贮存于聚乙烯瓶中）250g/L。

5.13 三氯化铁溶液（100 g/L）。

5.14 硫氰酸钾溶液（400 g/L）：称取40 g硫氰酸钾于400 mL烧杯中，加入100 mL水溶解。加入5g碘化钾（5.3）溶解后，加入2 mL淀粉溶液（5.16），滴加碘溶液（0.04 mol/L）至恰好呈蓝色，再用硫代硫酸钠标准滴定溶液滴定至蓝色刚好消失。

5.15 硫代硫酸钠标准滴定溶液：[c(Na2S2O3·5H2O)≈0.02 mol/L]，按如下步骤进行配制和标定：

a）配制：称取50 g硫代硫酸钠（Na2S2O3·5H2O）和2 g无水碳酸钠置于2000 mL烧杯中，加入1000 mL煮沸并冷却至室温的水溶解完全，移入10 L棕色试剂瓶中。用煮沸并冷却至室温的水稀释至约10 L，混匀，静置两周。如出现沉淀，需过滤。

b）标定：称取0.05 g（精确至0.00001g）金属铜（5.2）于250 mL三角烧杯中，加入5 mL稀硝酸（1+1），盖上表面皿，低温加热至溶解完全，取下稍冷，用水吹洗表面皿及杯壁，加入4 mL稀硫酸（1+1），加热蒸至近干，取下稍冷，用40 mL水吹洗杯壁，加热煮沸，使盐类完全溶解，取下冷却至室温。加入0.5 mL三氯化铁溶液（5.13），以下按7.4.2进行。随同标定作空白试验。

按公式（1）计算硫代硫酸钠标准滴定溶液的浓度：   
  …………………………………（1）

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——标定时消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，单位为毫升（mL）；

*V*0——标定时滴定空白试液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液体积，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。此溶液每隔一星期需要重新标定。

5.16 淀粉溶液（5 g/L），现用现配。

6 样品

6.1 样品粒度应不大于100 μm。

6.2 样品应于100 ℃～105 ℃烘箱中干燥1 h，并置于干燥器中冷却至室温。

7 试验步骤

7.1 试料

按表1称取样品，精确至0.0001g。

表1 称样量

|  |  |
| --- | --- |
| 铜含量% | 试料量g |
| 2.50~10.00 | 0.40 |
| ＞10.00~20.00 | 0.20 |

7.2 平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

7.3 空白试验

随同试料做空白试验。

7.4 测定

7.4.1 试料的处理

7.4.1.1 将试料（7.1）置于250 mL三角烧杯中，用少量水润湿，加入0.5 mL ~1 mL饱和氟化氢铵溶液（5.10）、10 mL盐酸（5.4），低温加热3 min~5 min，加入5 mL硝酸（5.5）、3mL~5 mL高氯酸（5.7），盖上表面皿，加热至硝酸烟殆尽，取下稍冷，加入2 mL硫酸（5.6），继续加热至试料分解完全，取下稍冷。用少量水冲洗表面皿，加入5 mL氢溴酸（5.9），低温加热至氢溴酸挥尽，继续加热至近干，取下稍冷。用40 mL水吹洗杯壁，加热煮沸，使盐类完全溶解，取下冷至室温，待滴定。若试料中钙含量高于5%或烧杯中仍有不溶物时，用中速滤纸过滤，用水冲洗烧杯3次，沉淀4次后，滤液浓缩体积至40 mL，冷却至室温，待滴定；滤渣中铜含量按照7.4.1.2补正。

7.4.1.2 将滤渣置于聚四氟乙烯烧杯中，加入3 mL氢氟酸（5.8）、15 mL硝酸（5.5）、3 mL高氯酸（5.7）溶解，蒸至近干后加5mL盐酸（5.4），煮沸冷却后转移至100 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀，用电感耦合等离子体原子发射光谱仪测滤渣中的铜量。具体测试方法见本系列标准第6部分YS/T XXXX.6-20XX。

7.4.2 滴定

向待测试液（7.4.1.1）中，滴加乙酸铵溶液（5.11）至红色不再加深（空白试验或者试液中含铁量极少时，需先加0.5 mL三氯化铁溶液（5.13）），并过量3mL~5 mL；滴加氟化氢铵溶液（5.12）至红色消失，并过量4 mL，摇匀。加入1g~2 g碘化钾（5.3），摇动溶解，立即用硫代硫酸钠标准滴定溶液（5.15）滴定至浅黄色，加入2 mL淀粉溶液（5.16）（若试料中铅含量高需在“加入1g~2 g碘化钾（5.3），摇动溶解”后加入淀粉溶液），继续滴定至浅蓝色，加入2 mL硫氰酸钾溶液（5.14），激烈摇振至蓝色加深，继续滴定至蓝色刚好消失为终点。记录硫代硫酸钠标准滴定溶液在滴定中消耗的体积。

8 试验数据处理

铜含量以铜的质量分数*w*Cu计，按公式（2）计算：

……………………（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）；

*V*3——滴定试液消耗硫代硫酸钠标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）；

*V*2——滴定空白试液消耗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）；

——滤渣中的铜量百分比；

63.546—— 铜的摩尔质量，单位为克每摩尔（g/mol）。

计算结果表示到小数点后两位。

9 精密度

9.1 重复性

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，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。测量的原始数据见附录A。

表2 重复性限（*r*）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *w*Cu / % | 2.68 | 4.62 | 9.84 | 19.90 |
| *r* / % | 0.07 | 0.08 | 0.09 | 0.14 |

9.2 再现性

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在表3给出的平均值范围内，这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*）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *w*Cu/ % | 2.68 | 4.62 | 9.84 | 19.90 |
| *R* / % | 0.16 | 0.14 | 0.38 | 0.25 |

10 试验报告

试验报告至少给出以下内容：

——试验对象；

——本文件编号；

——使用的方法；

——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。

附录A

精密度数据是在2024年由17家实验室对4个不同水平的样品进行共同试验确定的。每个实验室对每个水平的样品在重复性条件下独立测定9次。测定的原始数据见附录A.1。

表A.1 精密度试验原始数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验室编号i | 水平数 | Cu | | | |
| 1#铜铅锌尾矿 | 2#铜钼尾矿 | 3#铜铅锌原矿 | 4#铜钼原矿 |
| 1 | 1 | 2.69 | 4.63 | 9.84 | 19.96 |
| 2 | 2.70 | 4.65 | 9.92 | 19.97 |
| 3 | 2.68 | 4.60 | 9.82 | 19.86 |
| 4 | 2.64 | 4.62 | 9.85 | 19.92 |
| 5 | 2.70 | 4.60 | 9.89 | 19.96 |
| 6 | 2.69 | 4.59 | 9.86 | 19.84 |
| 7 | 2.65 | 4.62 | 9.90 | 19.97 |
| 8 | 2.66 | 4.63 | 9.90 | 19.83 |
| 9 | 2.64 | 4.60 | 9.94 | 19.84 |
| 2 | 1 | 2.63 | 4.57 | 9.82 | 19.80 |
| 2 | 2.63 | 4.57 | 9.82 | 19.79 |
| 3 | 2.63 | 4.59 | 9.80 | 19.82 |
| 4 | 2.67 | 4.59 | 9.82 | 19.79 |
| 5 | 2.64 | 4.59 | 9.84 | 19.83 |
| 6 | 2.68 | 4.60 | 9.85 | 19.83 |
| 7 | 2.72 | 4.62 | 9.86 | 19.82 |
| 8 | 2.68 | 4.63 | 9.86 | 19.84 |
| 9 | 2.65 | 4.60 | 9.85 | 19.81 |
| 3 | 1 | 2.57 | 4.47 | 9.66\*\* | 19.68\*\* |
| 2 | 2.56 | 4.49 | 9.66\*\* | 19.62\*\* |
| 3 | 2.61 | 4.53 | 9.68\*\* | 19.63\*\* |
| 4 | 2.60 | 4.49 | 9.58\*\* | 19.51\*\* |
| 5 | 2.59 | 4.43 | 9.61\*\* | 19.4\*\* |
| 6 | 2.58 | 4.47 | 9.54\*\* | 19.58\*\* |
| 7 | 2.64 | 4.56 | 9.53\*\* | 19.50\*\* |
| 8 | 2.59 | 4.53 | 9.59\*\* | 19.63\*\* |
| 9 | 2.60 | 4.55 | 9.54\*\* | 19.61\*\* |
| 4 | 1 | 2.64 | 4.64 | 9.88 | 19.98 |
| 2 | 2.64 | 4.67 | 9.84 | 19.87 |
| 3 | 2.67 | 4.55 | 9.81 | 19.83 |
| 4 | 2.67 | 4.61 | 9.79 | 19.85 |
| 5 | 2.69 | 4.56 | 9.84 | 19.89 |
| 6 | 2.64 | 4.58 | 9.84 | 19.89 |
| 7 | 2.63 | 4.63 | 9.86 | 19.88 |
| 8 | 2.65 | 4.61 | 9.82 | 19.82 |
| 9 | 2.62 | 4.63 | 9.87 | 19.91 |
| 5 | 1 | 2.81 | 4.58 | 9.80 | 20.01\* |
| 2 | 2.78 | 4.55 | 9.78 | 19.97\* |
| 3 | 2.69 | 4.57 | 9.75 | 19.89\* |
| 4 | 2.80 | 4.65 | 9.81 | 20.00\* |
| 5 | 2.77 | 4.60 | 9.85 | 20.03\* |
| 6 | 2.79 | 4.61 | 9.79 | 19.93\* |
| 7 | 2.75 | 4.59 | 9.82 | 19.96\* |
| 8 | 2.72 | 4.52 | 9.72 | 19.78\* |
| 9 | 2.80 | 4.62 | 9.88 | 19.76\* |
| 6 | 1 | 2.70 | 4.59 | 9.88 | 19.97 |
| 2 | 2.67 | 4.61 | 9.84 | 19.96 |
| 3 | 2.69 | 4.63 | 9.83 | 19.89 |
| 4 | 2.70 | 4.68 | 9.87 | 19.90 |
| 5 | 2.69 | 4.60 | 9.83 | 19.94 |
| 6 | 2.71 | 4.64 | 9.85 | 19.88 |
| 7 | 2.70 | 4.61 | 9.86 | 19.92 |
| 8 | 2.71 | 4.61 | 9.82 | 19.89 |
| 9 | 2.66 | 4.59 | 9.83 | 19.91 |
| 7 | 1 | 2.65 | 4.68 | 9.90 | 19.88 |
| 2 | 2.70 | 4.68 | 9.91 | 19.94 |
| 3 | 2.70 | 4.67 | 9.87 | 19.92 |
| 4 | 2.71 | 4.68 | 9.88 | 19.87 |
| 5 | 2.65 | 4.63 | 9.92 | 19.90 |
| 6 | 2.65 | 4.63 | 9.86 | 19.88 |
| 7 | 2.68 | 4.68 | 9.84 | 19.97 |
| 8 | 2.68 | 4.66 | 9.92 | 19.98 |
| 9 | 2.68 | 4.64 | 9.89 | 19.93 |
| 8 | 1 | 2.67 | 4.58 | 9.79 | 19.95 |
| 2 | 2.67 | 4.56 | 9.82 | 19.89 |
| 3 | 2.62 | 4.55 | 9.76 | 19.93 |
| 4 | 2.64 | 4.59 | 9.78 | 19.97 |
| 5 | 2.64 | 4.58 | 9.80 | 19.96 |
| 6 | 2.66 | 4.59 | 9.79 | 19.86 |
| 7 | 2.65 | 4.57 | 9.76 | 19.98 |
| 8 | 2.62 | 4.55 | 9.79 | 19.91 |
| 9 | 2.63 | 4.54 | 9.77 | 19.90 |
| 9 | 1 | 2.68 | 4.64 | 9.82 | 19.84 |
| 2 | 2.67 | 4.65 | 9.85 | 19.84 |
| 3 | 2.68 | 4.61 | 9.82 | 19.86 |
| 4 | 2.67 | 4.63 | 9.84 | 19.85 |
| 5 | 2.65 | 4.62 | 9.83 | 19.86 |
| 6 | 2.68 | 4.60 | 9.85 | 19.87 |
| 7 | 2.68 | 4.64 | 9.83 | 19.89 |
| 8 | 2.69 | 4.61 | 9.83 | 19.86 |
| 9 | 2.70 | 4.61 | 9.82 | 19.86 |
| 10 | 1 | 2.70 | 4.63 | 9.83 | 19.90 |
| 2 | 2.71 | 4.60 | 9.80 | 19.85 |
| 3 | 2.69 | 4.58 | 9.87 | 19.96 |
| 4 | 2.67 | 4.60 | 9.87 | 19.92 |
| 5 | 2.66 | 4.64 | 9.88 | 19.88 |
| 6 | 2.69 | 4.62 | 9.91 | 19.97 |
| 7 | 2.69 | 4.58 | 9.89 | 19.86 |
| 8 | 2.71 | 4.65 | 9.90 | 19.82 |
| 9 | 2.72 | 4.61 | 9.85 | 19.90 |
| 11 | 1 | 2.67 | 4.70 | 9.81 | 19.90 |
| 2 | 2.67 | 4.58 | 9.83 | 19.87 |
| 3 | 2.67 | 4.57 | 9.85 | 19.95 |
| 4 | 2.65 | 4.61 | 9.82 | 19.97 |
| 5 | 2.68 | 4.64 | 9.84 | 19.93 |
| 6 | 2.65 | 4.57 | 9.82 | 19.97 |
| 7 | 2.68 | 4.61 | 9.81 | 19.98 |
| 8 | 2.73 | 4.60 | 9.81 | 19.97 |
| 9 | 2.66 | 4.62 | 9.89 | 20.02 |
| 12 | 1 | 2.65 | 4.68 | 9.83 | 19.89 |
| 2 | 2.67 | 4.66 | 9.85 | 19.98 |
| 3 | 2.71 | 4.63 | 9.88 | 19.87 |
| 4 | 2.66 | 4.61 | 9.92 | 19.96 |
| 5 | 2.69 | 4.66 | 9.96 | 19.99 |
| 6 | 2.70 | 4.57 | 9.89 | 19.86 |
| 7 | 2.63 | 4.67 | 9.87 | 19.84 |
| 8 | 2.65 | 4.65 | 9.94 | 19.92 |
| 9 | 2.68 | 4.63 | 9.88 | 19.81 |
| 13 | 1 | 2.68 | 4.55 | 9.83 | 19.84 |
| 2 | 2.65 | 4.57 | 9.81 | 19.86 |
| 3 | 2.65 | 4.60 | 9.82 | 19.93 |
| 4 | 2.67 | 4.62 | 9.87 | 19.86 |
| 5 | 2.64 | 4.59 | 9.86 | 19.91 |
| 6 | 2.62 | 4.67 | 9.82 | 19.88 |
| 7 | 2.68 | 4.61 | 9.84 | 19.94 |
| 8 | 2.67 | 4.57 | 9.89 | 19.82 |
| 9 | 2.69 | 4.56 | 9.90 | 19.91 |
| 14 | 1 | 2.68 | 4.65 | 9.82 | 19.99 |
| 2 | 2.70 | 4.63 | 9.91 | 19.96 |
| 3 | 2.64 | 4.65 | 9.89 | 19.98 |
| 4 | 2.64 | 4.62 | 9.85 | 19.97 |
| 5 | 2.66 | 4.65 | 9.87 | 19.97 |
| 6 | 2.66 | 4.60 | 9.88 | 19.88 |
| 7 | 2.65 | 4.61 | 9.82 | 19.92 |
| 8 | 2.67 | 4.64 | 9.90 | 19.81 |
| 9 | 2.63 | 4.62 | 9.91 | 19.86 |
| 15 | 1 | 2.70 | 4.69 | 9.82 | 19.98 |
| 2 | 2.72 | 4.68 | 9.85 | 19.99 |
| 3 | 2.71 | 4.69 | 9.78 | 19.96 |
| 4 | 2.71 | 4.71 | 9.83 | 19.94 |
| 5 | 2.73 | 4.69 | 9.84 | 19.96 |
| 6 | 2.74 | 4.71 | 9.84 | 19.92 |
| 7 | 2.71 | 4.72 | 9.85 | 19.91 |
| 8 | 2.75 | 4.68 | 9.82 | 19.95 |
| 9 | 2.77 | 4.68 | 9.81 | 19.91 |
| 16 | 1 | 2.67 | 4.63 | 9.84 | 19.90 |
| 2 | 2.65 | 4.59 | 9.81 | 19.84 |
| 3 | 2.67 | 4.58 | 9.80 | 19.81 |
| 4 | 2.65 | 4.60 | 9.88 | 19.82 |
| 5 | 2.67 | 4.57 | 9.80 | 19.88 |
| 6 | 2.67 | 4.61 | 9.86 | 19.90 |
| 7 | 2.70 | 4.62 | 9.90 | 19.85 |
| 8 | 2.66 | 4.60 | 9.81 | 19.79 |
| 9 | 2.68 | 4.59 | 9.82 | 19.84 |
| 17 | 1 | 2.74 | 4.69 | 9.80 | 19.92 |
| 2 | 2.70 | 4.71 | 9.77 | 19.96 |
| 3 | 2.78 | 4.75 | 9.74 | 19.99 |
| 4 | 2.74 | 4.68 | 9.81 | 19.91 |
| 5 | 2.76 | 4.71 | 9.84 | 19.89 |
| 6 | 2.74 | 4.71 | 9.75 | 19.98 |
| 7 | 2.68 | 4.70 | 9.87 | 19.96 |
| 8 | 2.66 | 4.68 | 9.91 | 19.92 |
| 9 | 2.70 | 4.68 | 9.80 | 19.92 |
| 注：表中标“\*”数据表示为岐离值，计算时保留；表中标“\*\*”数据表示为离群值，计算时剔除。 | | | | | |