CCS 77.120.01

CCS H 13

YS

**中华人民共和国有色金属行业标准**

YS/T×××××—××××

YS/T1115.5-202X

代替YS/T 1115.10-2016

铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法

第5部分：磷含量的测定

钼蓝分光光度法

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

Part 5：Determination of phosphorus content—

Molybdenum blue spectrophotometric method

(送审稿)

202X-××-××实施

202X-××-××发布

中华人民共和国工业和信息化部　发布

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。

本文件是YS/T 1115 《铜、铅、锌原矿和尾矿化学分析方法》的第5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 1115.10-2016 《铜原矿和尾矿化学分析方法 第10部分：磷量的测定 钼蓝分光光度法》。与YS/T 1115.10-2016相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a)更改了标准范围：标准适用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；磷的测定范围由原来的0.010 %~0.10 %调整为0.010 %~0.30 %（见第1章，2016年版的第1章）；

b)更改了样品前处理方式（见6.4，2016年版的6.4）；

c)更改了精密度数据（见第8章，2016年版的第8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： 铜陵有色金属集团股份有限公司

本文件主要起草人：

本文件于2016年首次发布为YS/T 1115.10-2016 ；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外，还存在多种金属元素，包括有益元素如Au、Ag、Ni、Co等；有害元素如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》由10个部分组成，本文件为第5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、锌原矿和尾矿中磷含量的测定，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5部分：磷含量的测定

钼蓝分光光度法

1 范围

本文件描述了钼蓝分光光度法测定铜、铅、锌原矿和尾矿（含铜钼多金属矿）中磷含量的方法。

本文件适用于铜、铅、锌原矿和尾矿（含铜钼多金属矿）中磷含量的测定，测定范围：0.0100 %～0.300 %。

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。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 原理

试料经盐酸、硝酸、氢氟酸溶解后，高氯酸蒸干除氟，在还原性条件（抗坏血酸）下，加入掩蔽剂（硫代硫酸钠）掩蔽试液中的砷，加入硫酸调节酸度、硝酸铋加快显色时间，而后再加入钼酸铵使磷形成钼蓝配合物，于分光光度计波长700 nm 处测量吸光度，用工作曲线法计算试料中的磷含量。

5 试剂

除非另有说明，分析中仅适用确认为分析纯试剂和蒸馏水或去离子水或相当纯度的水。

5.1 氯化铵。

5.2 氢氟酸（*ρ* = 1.14 g/mL）。

5.3 盐酸（*ρ* = 1.19 g/mL）。

5.4 硝酸（*ρ* = 1.42 g/mL）。

5.5高氯酸（*ρ* = 1.67 g/mL）。

5.6 氨水（*ρ* = 0.91 g/mL）。

5.7 氢溴酸-盐酸混合酸（1+2）。

5.8 硫酸（1+1）。

5.9 硫酸（1+8）。

5.10 氨水（1+99）。

5.11 抗坏血酸溶液（20 g/L），用时现配。

5.12 硫代硫酸钠溶液（10 g/L），用时现配。

5.13 硝酸铋溶液（10 g/L）：称取1 g 硝酸铋（Bi(NO3)3·5H2O）溶于100 mL 硫酸（5.9）中，若有沉淀析出，应过滤使用。

5.14 钼酸铵溶液（30 g/L）。

5.15 磷标准贮存溶液：称取 0.4394 g 磷酸二氢钾（基准试剂，预先在 105 ℃~110 ℃ 烘至恒量）于250 mL 烧杯中，加适量水溶解完全，移入1000 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀，此溶液1 mL 含100 ug 磷。

5.16 磷标准溶液：移取10.00 mL 磷标准贮存溶液（5.15）于100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液1 mL 含10 μg 磷。

6 仪器

分光光度计。

7 样品

7.1 样品粒度应不大0.074 mm。

7.2 样品应在105 ℃±5 ℃烘1 h，置于干燥器中冷却至室温。

8 试验步骤

8.1 试料

称取0.20 g样品，精确至0.0001 g。

8.2平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

8.3空白试验

随同试料做空白实验。

8.4 测定

8.4.1 试料的分解

8.4.1.1将试料（8.1）置于250 mL 聚四氟乙烯烧杯中，加入10 mL 盐酸（5.3），10 mL 硝酸（5.4），盖上表面皿于低温加热溶解，待试料分解后移去表面皿，加入10 mL 氢氟酸（5.2）和5 mL 高氯酸（5.5）继续加热至刚冒高氯酸烟，取下，稍冷，加入5 mL氢溴酸-盐酸混合酸（5.7）除砷，继续加热蒸发至近干，取下，冷却。

8.4.1.2试料中*w*Cu <2.00 % 时，于烧杯（8.4.1.1）中加入10 mL 水，1 mL 硫酸（5.8），加热溶解盐类，冷却后将溶液移入100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀，用快速滤纸干过滤或静置移取上清液；试料中*w*Cu ≥2.00 % 时，于烧杯（8.4.1.1）中加入20 mL 水，加热使可溶性盐溶解后，加入2g～3 g 氯化铵（5.1），用氨水（5.6）调节中和至氢氧化物沉淀出现，再过量5 mL，加热煮沸，取下、稍冷，用快速滤纸过滤。用氨水（5.10）洗涤烧杯及沉淀，至滤纸、滤液无铜的蓝色。用10 mL 热盐酸（5.3）将沉淀转入到原烧杯中，用热水洗涤滤纸至无黄色，将烧杯置于电热板上加热至沉淀完全溶解，加入2 mL 高氯酸（5.5）继续蒸至近干，取下，冷却。用少量水冲洗烧杯壁，加入1 mL 硫酸（5.8），加热溶解盐类，冷却后将溶液移入100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀，用快速滤纸干过滤或静置移取上清液。

8.4.2测量

8.4.2.1按照表1 移取滤液（8.4.1.2）于50 mL 容量瓶中，加水稀释至25 mL，在不断摇动下依次加入5 mL 抗坏血酸溶液（5.11）、2 mL 硫代硫酸钠溶液（5.12），用少量的水冲洗瓶壁，混匀，静止2 min 后，在不断摇动下依次加入5 mL 硫酸（5.9）、5 mL 硝酸铋溶液（5.13），混匀，静止2 min 后，加入5 mL 钼酸铵溶液（5.14），用水稀释至刻度，混匀，放置15 min。

表1 滤液移取体积

|  |  |
| --- | --- |
| 磷的质量分数% | 移取体积mL |
| 0.0100~0.0500 | 25.00 |
| ＞0.0500~0.200 | 10.00 |
| ＞0.200~0.300 | 5.00 |

8.4.2.2 将部分溶液（8.4.2.1）移入1 cm 比色皿中，以空白试液为参比，于分光光度计700nm处测量其吸光度（30min内完成比色），从校准曲线上查出相应的磷量。

8.4.3 工作曲线的绘制

8.4.3.1移取0 mL、1.00 mL、2.00 mL、3.00 mL、 4.00 mL、5.00 mL 磷标准溶液（5.16）于一组50 mL 容量瓶中，用水稀释至25 mL ，在不断摇动下依次加入5 mL 抗坏血酸溶液（5.11）、2 mL 硫代硫酸钠溶液（5.12），用少量的水冲洗瓶壁，混匀，静止2 min 后，在不断摇动下依次加入5 mL 硫酸（5.9）、5 mL 硝酸铋溶液（5.13），混匀，静止2 min 后，加入5 mL 钼酸铵溶液（5.14），用水稀释至刻度，混匀，放置15 min。

8.4.3.2 将部分溶液（8.4.3.1）移入1 cm 比色皿中，以试剂空白为参比，于分光光度计700nm处测量其吸光度（30min内完成比色）。以磷量为横坐标，吸光度为纵坐标绘制工作曲线。

9 分析结果计算：

磷量以磷的质量分数*w*P计，按公式（1）计算：

  …………………………………(1)

式中：

*m*1 —自工作曲线上查得的分取试料溶液中的磷量，单位为微克（ug）；

*m*2 —自工作曲线上查得的随同试料空白溶液的磷量，单位为微克（ug）；

*V*0 —试液总体积，单位为毫升（mL）；

*m*0 —试料的质量，单位为克（g）；

*V*1 —分取试液体积，单位为毫升（mL）。

当分析结果＜0.10 % 时，计算结果表示至小数点后四位，当分析结果≥0.10 % 时，计算结果表示至小数后三位。

10 精密度

10.1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。精密度试验原始数据见附录A。

表1 重复性限

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*P/% | 0.0097 | 0.0154 | 0.0260 | 0.0411 | 0.0660 | 0.0748 | 0.167 | 0.213 |
| *r*/% | 0.0012 | 0.0014 | 0.0017 | 0.0027 | 0.0037 | 0.0037 | 0.0090 | 0.0103 |

10.2再现性

在再现性条件下获得的两次独立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2数据采用线性内插法或外延法求得。

表2 再现性限

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *ω*P/% | 0.0097 | 0.0154 | 0.0260 | 0.0411 | 0.0660 | 0.0748 | 0.167 | 0.213 |
| *R*/% | 0.0014 | 0.0019 | 0.0042 | 0.0038 | 0.0054 | 0.0046 | 0.0153 | 0.0153 |

11 试验报告

试验报告至少应包括以下内容：

——试验对象；

——本文编号件 ；

——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

（资料性）

精密度试验原始数据

精密度数据是在2024年由12家实验室对铜、铅、锌原矿和尾矿中磷含量的8个不同水平样品进行共同试验确定的。每个实验室对每个水平的磷含量在重复性条件下独立测试7~11次。测量原始数据见表A.1。

表A.1 精密度试验原始数据

|  |  |
| --- | --- |
| 实验室 | ωP/% |
| 水平1 | 水平2 | 水平3 | 水平4 | 水平5 | 水平6 | 水平7 | 水平8 |
| 1 | 0.0097 | 0.0153 | 0.0258 | 0.0422 | 0.0652 | 0.0752 | 0.168 | 0.216 |
| 0.0095 | 0.0155 | 0.0267 | 0.0416 | 0.0645 | 0.0747 | 0.168 | 0.213 |
| 0.0087 | 0.0160 | 0.0262 | 0.0412 | 0.0665 | 0.0741 | 0.170 | 0.214 |
| 0.0092 | 0.0145 | 0.0243 | 0.0420 | 0.0671 | 0.0750 | 0.169 | 0.213 |
| 0.0091 | 0.0157 | 0.0256 | 0.0397 | 0.0649 | 0.0748 | 0.167 | 0.216 |
| 0.0104 | 0.0155 | 0.0254 | 0.0409 | 0.0646 | 0.0753 | 0.165 | 0.209 |
| 0.0100 | 0.0146 | 0.0246 | 0.0395 | 0.0639 | 0.0768 | 0.169 | 0.211 |
| 平均值 | 0.0095 | 0.0153 | 0.0255 | 0.0410 | 0.0652 | 0.0751 | 0.168 | 0.213 |
| 标准偏差 | 0.00058 | 0.00056 | 0.00085 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0008 | 0.0016 | 0.0025 |
| 相对标准偏差% | 6.05 | 3.64 | 3.31 | 2.59 | 1.76 | 1.11 | 0.97 | 1.19 |
| 2 | 0.0089 | 0.0158 | 0.0259 | 0.0412 | 0.0674 | 0.076 | 0.171 | 0.211 |
| 0.00888 | 0.0151 | 0.0266 | 0.0410 | 0.0671 | 0.0744 | 0.17 | 0.208 |
| 0.00949 | 0.0152 | 0.0259 | 0.0388 | 0.0677 | 0.0735 | 0.171 | 0.218 |
| 0.00866 | 0.0150 | 0.0246 | 0.0408 | 0.0669 | 0.0730 | 0.172 | 0.218 |
| 0.00946 | 0.0155 | 0.0250 | 0.0410 | 0.0654 | 0.0748 | 0.173 | 0.212 |
| 0.00889 | 0.0153 | 0.0254 | 0.0409 | 0.0662 | 0.0737 | 0.170 | 0.209 |
| 0.00933 | 0.0151 | 0.0248 | 0.0412 | 0.0645 | 0.0748 | 0.173 | 0.211 |
| 平均值 | 0.0091 | 0.0153 | 0.0255 | 0.0407 | 0.0665 | 0.0743 | 0.171 | 0.212 |
| 标准偏差 | 0.00033 | 0.00028 | 0.00072 | 0.00085 | 0.0012 | 0.0010 | 0.0013 | 0.0040 |
| 相对标准偏差% | 3.65 | 1.83 | 2.81 | 2.09 | 1.74 | 1.36 | 0.74 | 1.90 |
| 3 | 0.0099 | 0.0167 | 0.0257 | 0.0411 | 0.0694 | 0.0776 | 0.174 | 0.212 |
| 0.0101 | 0.0159 | 0.0269 | 0.0399 | 0.0647 | 0.0721 | 0.169 | 0.223 |
| 0.0102 | 0.0151 | 0.0261 | 0.0440 | 0.0671 | 0.0769 | 0.171 | 0.217 |
| 0.0098 | 0.0157 | 0.0263 | 0.0423 | 0.0632 | 0.0749 | 0.166 | 0.211 |
| 0.0095 | 0.0155 | 0.0251 | 0.0397 | 0.0661 | 0.0753 | 0.163 | 0.203 |
| 0.0097 | 0.0163 | 0.0258 | 0.0407 | 0.0649 | 0.0781 | 0.165 | 0.205 |
| 0.0100 | 0.0161 | 0.0260 | 0.0409 | 0.0651 | 0.0734 | 0.172 | 0.2070 |
| 平均值 | 0.0099 | 0.0159 | 0.0260 | 0.0412 | 0.0658 | 0.0755 | 0.169 | 0.211 |
| 标准偏差 | 0.00024 | 0.00053 | 0.00056 | 0.0015 | 0.0020 | 0.0022 | 0.0040 | 0.0070 |
| 相对标准偏差% | 2.44 | 3.33 | 2.14 | 3.62 | 3.04 | 2.94 | 2.39 | 3.33 |
| 4 | 0.0095 | 0.0163 | 0.0263 | 0.0413 | 0.0636 | 0.0753 | 0.165 | 0.209 |
| 0.0101 | 0.0150 | 0.0267 | 0.0418 | 0.0646 | 0.0769 | 0.166 | 0.205 |
| 0.0101 | 0.0155 | 0.0257 | 0.0412 | 0.0630 | 0.0779 | 0.167 | 0.208 |
| 0.0095 | 0.0147 | 0.0259 | 0.0428 | 0.0643 | 0.0772 | 0.171 | 0.211 |
| 0.0096 | 0.0151 | 0.0262 | 0.0440 | 0.0658 | 0.0757 | 0.169 | 0.204 |
| 0.0095 | 0.0149 | 0.0251 | 0.0433 | 0.0647 | 0.0752 | 0.167 | 0.210 |
| 0.0102 | 0.0160 | 0.0270 | 0.0419 | 0.0633 | 0.0764 | 0.162 | 0.209 |
| 平均值 | 0.0098 | 0.0154 | 0.0261 | 0.0423 | 0.0642 | 0.0764 | 0.167 | 0.208 |
| 标准偏差 | 0.00033 | 0.00060 | 0.00063 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0029 | 0.0026 |
| 相对标准偏差% | 3.36 | 3.90 | 2.43 | 2.51 | 1.50 | 1.34 | 1.72 | 1.24 |
| 5 |  | 0.0151 | 0.0246 | 0.0398 | 0.0644 | 0.0756 | 0.169 | 0.218 |
|  | 0.0149 | 0.0246 | 0.0419 | 0.0673 | 0.0748 | 0.169 | 0.213 |
|  | 0.0146 | 0.0249 | 0.0399 | 0.0646 | 0.0730 | 0.167 | 0.214 |
|  | 0.0146 | 0.0253 | 0.0405 | 0.0672 | 0.0729 | 0.170 | 0.214 |
|  | 0.0146 | 0.0252 | 0.0422 | 0.0667 | 0.0731 | 0.171 | 0.218 |
| 平均值 |  | 0.0148 | 0.0249 | 0.0409 | 0.0661 | 0.0739 | 0.169 | 0.215 |
| 标准偏差 |  | 0.00021 | 0.00031 | 0.0011 | 0.0014 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0025 |
| 相对标准偏差% |  | 1.43 | 1.26 | 2.74 | 2.18 | 1.67 | 0.80 | 1.18 |
| 6 |  | 0.0162 | 0.0254 | 0.0415 | 0.0650 | 0.0792 | 0.164 | 0.208 |
|  | 0.0160 | 0.0247 | 0.0397 | 0.0637 | 0.0781 | 0.167 | 0.209 |
|  | 0.0167 | 0.0239 | 0.0392 | 0.0657 | 0.0773 | 0.164 | 0.215 |
|  | 0.0157 | 0.0254 | 0.0399 | 0.0643 | 0.0769 | 0.165 | 0.210 |
|  | 0.0154 | 0.0243 | 0.0407 | 0.0631 | 0.0789 | 0.168 | 0.212 |
| 平均值 |  | 0.0160 | 0.0247 | 0.0402 | 0.0644 | 0.0781 | 0.166 | 0.211 |
| 标准偏差 |  | 0.00049 | 0.00067 | 0.0009 | 0.0010 | 0.0010 | 0.0018 | 0.0028 |
| 相对标准偏差% |  | 3.09 | 2.69 | 2.25 | 1.60 | 1.27 | 1.10 | 1.32 |
| 7 | <0.0033 | 0.0156 | 0.0293 | 0.0412 | 0.0691 | 0.0745 | 0.163 | 0.214 |
| <0.0033 | 0.0157 | 0.0289 | 0.0402 | 0.0691 | 0.0752 | 0.168 | 0.222 |
| <0.0033 | 0.0163 | 0.0291 | 0.0404 | 0.0694 | 0.0749 | 0.167 | 0.215 |
| <0.0033 | 0.0160 | 0.0291 | 0.0398 | 0.0691 | 0.0752 | 0.166 | 0.216 |
| <0.0033 | 0.0155 | 0.0290 | 0.0401 | 0.0693 | 0.0734 | 0.166 | 0.215 |
| <0.0033 | 0.0165 | 0.0295 | 0.0399 | 0.0691 | 0.0743 | 0.164 | 0.223 |
| <0.0033 | 0.0161 | 0.0288 | 0.0398 | 0.0695 | 0.0727 | 0.169 | 0.218 |
| 平均值 |  | 0.0160 | 0.0291 | 0.0402 | 0.0692 | 0.0743 | 0.166 | 0.218 |
| 标准偏差 |  | 0.00037 | 0.00024 | 0.0005 | 0.00017 | 0.0009 | 0.0021 | 0.004 |
| 相对标准偏差% |  | 2.34 | 0.82 | 1.23 | 0.25 | 1.28 | 1.27 | 1.65 |
| 8 | 0.0090 | 0.0158 | 0.0260 | 0.0398 | 0.0669 | 0.0758 | 0.165 | 0.207 |
| 0.0095 | 0.0155 | 0.0249 | 0.0419 | 0.0672 | 0.0755 | 0.163 | 0.210 |
| 0.0099 | 0.0157 | 0.0254 | 0.0400 | 0.0649 | 0.0756 | 0.162 | 0.209 |
| 0.0092 | 0.0158 | 0.0256 | 0.0397 | 0.0654 | 0.0769 | 0.161 | 0.209 |
| 0.0097 | 0.0150 | 0.0253 | 0.0411 | 0.0650 | 0.0757 | 0.163 | 0.210 |
| 0.0099 | 0.0149 | 0.0255 | 0.0397 | 0.0652 | 0.0749 | 0.163 | 0.212 |
| 0.0096 | 0.0165 | 0.0252 | 0.0394 | 0.0641 | 0.0732 | 0.161 | 0.211 |
| 平均值 | 0.0095 | 0.0156 | 0.0254 | 0.0402 | 0.0655 | 0.0754 | 0.163 | 0.210 |
| 标准偏差 | 0.00034 | 0.00054 | 0.00034 | 0.00092 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0014 | 0.0016 |
| 相对标准偏差% | 3.57 | 3.47 | 1.35 | 2.28 | 1.71 | 1.50 | 0.86 | 0.76 |
| 9 | 0.0122 | 0.0191 | 0.0287 | 0.0404 | 0.0754 | 0.0832 | 0.154 | 0.213 |
| 0.0123 | 0.0191 | 0.0274 | 0.0405 | 0.0786 | 0.0869 | 0.159 | 0.214 |
| 0.0122 | 0.0211 | 0.0289 | 0.0430 | 0.0782 | 0.0812 | 0.157 | 0.220 |
| 0.0090 | 0.0178 | 0.0282 | 0.0397 | 0.0682 | 0.0825 | 0.157 | 0.221 |
| 0.0092 | 0.0178 | 0.0301 | 0.0389 | 0.0644 | 0.0829 | 0.159 | 0.226 |
| 0.0072 | 0.0190 | 0.0290 | 0.0400 | 0.0667 | 0.0792 | 0.156 | 0.214 |
| 0.0116 | 0.0200 | 0.0290 | 0.0410 | 0.0681 | 0.0765 | 0.165 | 0.213 |
| 0.0126 | 0.0200 | 0.0280 | 0.0410 | 0.0708 | 0.0756 | 0.162 | 0.212 |
| 平均值 | 0.0108 | 0.0192 | 0.0287 | 0.0406 | 0.0713 | 0.0810 | 0.159 | 0.217 |
| 标准偏差 | 0.0020 | 0.0011 | 0.00081 | 0.0012 | 0.0054 | 0.0037 | 0.0035 | 0.0051 |
| 相对标准偏差% | 18.81 | 5.85 | 2.83 | 2.97 | 7.62 | 4.62 | 2.21 | 2.34 |
| 10 | 0.0105 | 0.0144 | 0.0254 | 0.0428 | 0.0678 | 0.0742 | 0.161 | 0.206 |
| 0.0102 | 0.0143 | 0.0251 | 0.0431 | 0.0668 | 0.0744 | 0.160 | 0.206 |
| 0.0099 | 0.0143 | 0.0249 | 0.0426 | 0.0681 | 0.0767 | 0.164 | 0.206 |
| 0.0101 | 0.0144 | 0.0248 | 0.0423 | 0.0683 | 0.0776 | 0.165 | 0.206 |
| 0.0098 | 0.0141 | 0.0253 | 0.0428 | 0.0654 | 0.0751 | 0.153 | 0.208 |
| 0.0104 | 0.0149 | 0.0251 | 0.0427 | 0.0671 | 0.0727 | 0.154 | 0.207 |
| 0.0103 | 0.0150 | 0.0248 | 0.0430 | 0.0673 | 0.0774 | 0.169 | 0.207 |
| 0.0102 | 0.0150 | 0.0247 | 0.0431 | 0.0659 | 0.0750 | 0.165 | 0.206 |
| 0.0098 | 0.0148 | 0.0249 | 0.0425 | 0.0668 | 0.0725 | 0.160 | 0.204 |
| 0.0097 | 0.0146 | 0.0255 | 0.0429 | 0.0674 | 0.0738 | 0.159 | 0.205 |
| 0.0099 | 0.0148 | 0.0253 | 0.0427 | 0.0671 | 0.0740 | 0.156 | 0.205 |
| 平均值 | 0.0101 | 0.0146 | 0.0251 | 0.0428 | 0.0671 | 0.0749 | 0.161 | 0.206 |
| 标准偏差 | 0.00027 | 0.00032 | 0.00027 | 0.00025 | 0.00087 | 0.0017 | 0.0050 | 0.0011 |
| 相对标准偏差% | 2.67 | 2.17 | 1.09 | 0.58 | 1.30 | 2.32 | 3.12 | 0.55 |
| 11 | 0.0093 | 0.0170 | 0.0263 | 0.0419 | 0.0663 | 0.0762 | 0.160 | 0.225 |
| 0.0097 | 0.0152 | 0.0245 | 0.0392 | 0.0647 | 0.0734 | 0.189 | 0.211 |
| 0.0105 | 0.0165 | 0.0248 | 0.0408 | 0.0632 | 0.0751 | 0.163 | 0.220 |
| 0.0108 | 0.0158 | 0.0257 | 0.0395 | 0.0627 | 0.0770 | 0.168 | 0.218 |
| 0.0112 | 0.0148 | 0.0275 | 0.0410 | 0.0650 | 0.0743 | 0.175 | 0.209 |
| 平均值 | 0.0103 | 0.0159 | 0.0258 | 0.0405 | 0.0644 | 0.0752 | 0.171 | 0.217 |
| 标准偏差 | 0.00078 | 0.00090 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0014 | 0.0014 | 0.0116 | 0.0066 |
| 相对标准偏差% | 7.61 | 5.70 | 4.69 | 2.76 | 2.25 | 1.92 | 6.76 | 3.04 |
| 12 | 0.0099 | 0.0147 | 0.0252 | 0.0427 | 0.0645 | 0.0730 | 0.175 | 0.214 |
| 0.0088 | 0.0159 | 0.0245 | 0.0413 | 0.0659 | 0.0741 | 0.178 | 0.215 |
| 0.0089 | 0.0145 | 0.0237 | 0.0447 | 0.0662 | 0.0739 | 0.173 | 0.226 |
| 0.0093 | 0.0152 | 0.0255 | 0.0419 | 0.0702 | 0.0743 | 0.176 | 0.229 |
| 0.0091 | 0.0153 | 0.0252 | 0.0425 | 0.0701 | 0.0746 | 0.168 | 0.209 |
| 0.0102 | 0.0148 | 0.0248 | 0.0423 | 0.0682 | 0.0744 | 0.166 | 0.216 |
| 0.0095 | 0.0151 | 0.0250 | 0.0426 | 0.0656 | 0.0730 | 0.176 | 0.219 |
| 平均值 | 0.0094 | 0.0151 | 0.0248 | 0.0426 | 0.0672 | 0.0739 | 0.173 | 0.218 |
| 标准偏差 | 0.00052 | 0.00046 | 0.00060 | 0.0011 | 0.0023 | 0.00065 | 0.0045 | 0.0070 |
| 相对标准偏差% | 5.52 | 3.08 | 2.40 | 2.48 | 3.38 | 0.88 | 2.59 | 3.21 |