



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《文件化工作导则 第1部分：文件化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 YS/T 483-2005《铜及铜合金分析方法 X射线荧光光谱法（波长色散型）》，与 YS/T483-2005 相比，本文件除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“1 范围”中对方法的描述（见第1章，2005年版的第1章）；
- b) 增加了 Co“0.010%~1.00%”、Bi“0.010%~3.50%”、Sb“0.010%~1.00%”、S“0.010%~0.60%”、Se“0.010%~0.50%”、Te“0.010%~1.00%”、Cd“0.010%~1.50%”的测定，更改了下列元素测定范围：Cu由“40.00%~98.00%”修改为“40.00%~99.50%”；Ni由“0.010%~35.00%”修改为“0.0050%~45.00%”；Fe由“0.010%~10.00%”改为“0.0050%~10.00%”；Pb由“0.010%~10.00%”修改为“0.0050%~10.00%”；Mn由“0.010%~15.00%”修改为“0.010%~25.00%”；As由“0.010%~0.50%”修改为“0.010%~0.60%”；Mg由“0.010%~1.00%”修改为“0.010%~1.50%”；Ag由“0.010%~1.00%”修改为“0.010%~3.00%”；（见表1，2005年版的表1）；
- c) 增加了“术语和定义”一章（见第3章）；
- d) 增加了仪器名称及辅助设备的描述，将表2更改为附录A表A.1（见第5章、附录A，2005年版的第4章）；
- e) 更改了部分术语、环境和电源等及相应描述（见第6章、第8章，2005年版的第5章5.2、5.3、5.4、2005年版的第7章）；
- f) 更改了试样制备相应描述（见第7章，2005年版的第6章）；
- g) 更改了基体校准及分析曲线的再校准的相应描述（见第9章，2005年版的第8章）；
- h) 更改了测量及测量结果的相应描述（见9.2.8，2005版的8.9）；
- i) 增加了分析结果条款（见9.2.9）；
- j) 更改了重复性和再现性的相应描述，并根据精密度试验结果重新统计计算出各元素的重复性限和再现性限（见第10章，2005年版的第9章）；
- k) 删除了质量保证和控制条款（见2005年版的第10章）；
- l) 增加了试验报告条款和附录B（见第11章和附录B）。

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：中铝洛阳铜加工有限公司、云南铜业股份有限公司西南铜业分公司、岛津企业管理（中国）有限公司、中铝沈阳有色金属加工有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、广东省工业分析检测中心、紫金铜业有限公司、金隆铜业有限公司、白银有色集团股份有限公司、浙江省冶金产品质量检验站有限公司。

本文件主要起草人：刘光辉、李绍文、谢丽云、胡晓春、朱子贤、李雅民、杨世莹、张奇勋、张胜、林鸿汉、裴敬国、赖秋祥、凌朝晖、王宜权、俞耿华、刘利霞、刘金龙、孙爱平、范旭坤、龙秀甲、王津、岳好锋、陈旭光。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 2005年首次发布 YS/T 483-2005；
- 本次为第一次修订。

# 铜及铜合金分析方法

## X 射线荧光光谱法（波长色散型）

### 1 范围

本文件规定了铜及铜合金中合金元素及主要杂质元素的 X 射线荧光光谱分析方法。

本文件适用于铜及铜合金中铜、镍、锌、铝、铁、锡、铅、锰、硅、铬、砷、磷、镁、银、钴、铋、锑、硫、硒、碲、镉含量的测定。各元素测定范围见表 1。

表 1 测定范围

元 素	测定范围（质量分数） %	元 素	测定范围（质量分数） %
Cu	40.00~99.50	P	0.010~1.00
Ni	0.0050~45.00	Mg	0.010~1.50
Zn	0.010~45.00	Ag	0.010~3.00
Al	0.010~15.00	Co	0.010~1.00
Fe	0.0050~10.00	Bi	0.01~3.50
Sn	0.010~15.00	Sb	0.01~1.00
Pb	0.0050~10.00	S	0.10~0.60
Mn	0.010~25.00	Se	0.01~0.50
Si	0.010~6.00	Te	0.01~1.00
Cr	0.010~2.00	Cd	0.01~1.50
As	0.010~0.60	-	-

### 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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

YS/T 668 铜及铜合金理化检测取样方法

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 4 原理

由 X 射线管发射的一次 X 射线照射已制好的试样平面使元素激发，产生具有被测元素特征的二次 X 射线（即荧光 X 射线），该混合光经分光晶体分光色散，对应的单色光由检测器接收，由计数器等部件记录其强度，根据标准样品制作的工作曲线测出试样中各待测元素的质量分数。

## 5 仪器设备

### 5.1 仪器

X 射线荧光光谱仪（波长色散型）。

仪器应能满足本文件所规定的各元素的分析要求，具有良好的稳定性和灵敏度，能得出准确的分析结果。其技术参数应满足或优于附录 A 表 A.1 的要求。

### 5.2 制样设备

能够满足样品制样要求的车床或铣床。

## 6 标准样品、标准化样品和控制样品

### 6.1 标准样品

标准样品是为建立校准曲线使用的，其化学性质和组织结构应与分析样品相近似，应涵盖分析元素的含量范围，并保持适当的梯度，采用准确可靠的方法定值。宜采用国家级、行业级或公认的权威机构研制的标准样品。

### 6.2 标准化样品

标准化样品是用来修正由于各种原因引起的仪器测量值对校准曲线的偏离而使用的。标准化样品应均匀并能得到稳定的谱线强度。标准化样品可以从标准样品中选取，也可从满足基本要求的、均匀稳定的、再现性好的试样中选取。

### 6.3 控制样品

控制样品应与分析样品具有相近的化学成分和组织结构，且有准确赋值的均匀样品，以确保分析结果准确、仪器状态受控。

## 7 取样和制样

### 7.1 取样

按照 YS/T 668 规定进行取样。取样时应保证取出的分析样品均匀、无气孔、无夹渣、无裂纹，样品具有代表性，规格应满足试样容器的尺寸。

### 7.2 制样

样品表面应制备成光洁、平整的平面，否则可能会影响分析结果。

为了避免由于表面光洁度的影响而导致结果的变化，所有样品应采用相同的制备方法。

车削或铣削应以适当的速度进行，制样过程中应避免样品氧化，制样中可用无水乙醇冷却。

样品制备后，应在短时间内完成测量，测量前应避免任何污染。

## 8 环境和电源

### 8.1 环境

光谱仪应按仪器厂家推荐的要求, 放置在无电磁干扰、无震动、洁净的场所。通常室内温度保持在 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ , 在 8 h 之内温度变化应不超过 $5^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度应小于 75%。

### 8.2 电源

仪器室应具备稳定净化的三相 380V 和单相 220V 电源, 电源电压变化应小于 $\pm 10\%$ , 频率变化小于 $\pm 2\%$ , 根据仪器使用要求, 配备专用地线。为确保分析数据不被意外破坏, 计算机宜配备 UPS 电源。

## 9 分析条件和分析步骤

### 9.1 分析条件

根据样品的种类和合金牌号选择分析程序, 依据试验或仪器说明书推荐选择合适的分析条件和分析线。分析条件示例见附录 A 表 A. 2、A. 3。

### 9.2 分析步骤

#### 9.2.1 总则

仪器开机后应保证足够的通电时间, 使测光系统工作稳定。

#### 9.2.2 仪器工作状态控制及校准

9.2.2.1 运用仪器提供的诊断功能, 定期对仪器状态进行诊断, 如有异常及时予以处理, 以保证其正常受控。

9.2.2.2 标准样品的选择: 据试样的种类和合金牌号选择合适的标准样品。

#### 9.2.3 校准曲线

在所选定的工作条件下, 测量标准样品, 原则上使用 5 个水平以上的标准样品, 每个样品至少测量 3 次, 绘制分析元素的发光强度与含量的关系曲线作为校准曲线。

#### 9.2.4 基体校准

参照仪器说明书, 考虑共存元素和基体的差别所带来的影响, 对测定值进行校准, 得出有关相关系数并存储。

#### 9.2.5 校准曲线的标准化

在所选定的工作条件下, 测量标准化样品, 对校准曲线进行校正。仪器出现重大改变或原始校准曲线因漂移超出校正范围, 应重新绘制校准曲线。

#### 9.2.6 控制样品分析

分析前应先分析控制样品, 确保控制样品的分析结果在允许误差范围内。当控制样品分析结果超出允许误差范围时, 需重复 9.2.5 操作或查明原因, 直至控制样品分析结果在允许范围内为止。

#### 9.2.7 试样分析

每个样品在同一分析面重复分析 2 次, 测量结果满足按 10.1 重复性的要求时, 取其平均值作为分析结果。

#### 9.2.8 分析结果

以质量分数 (%) 表示, 数字修约按照 GB/T 8170 规定进行, 按表 2 保留有效数字位数。

表 2 试样分析结果的表示

元素的质量分数 %	0.0050~<0.010	0.010~<0.10	0.10~<99.50
保留位数	小数点后四位	小数点后三位	小数点后二位
示例 %	0.0087	0.089	3.23

## 10 精密度

精密度数据是由 8 家实验室在 2005 版的 3 家实验室试验数据的基础上对铜及铜合金中 21 个元素的不同水平样品进行测定, 每个实验室对每个水平的元素含量在重复性条件下独立测定 10 次~11 次, 本次试验测得的原始数据见附表 B. 1~B. 21。

### 10.1 重复性

在重复性条件下, 获得的两个独立测量结果之差的绝对值应不大于表 3 所列重复性限  $r$ , 以不大于重复性限  $r$  的情况不超过 5% 为前提, 重复性限  $r$  按表 3 数据采用线性内插法求得或外延法求得。

表 3 重复性限

元素的质量分数 %	重复性限 ( $r$ ) %
0.0050	0.0010
0.050	0.0050
0.10	0.010
0.50	0.03
1.00	0.05
5.00	0.06
10.00	0.08
20.00	0.10
40.00	0.12
99.50	0.15

注: 重复性 ( $r$ ) 为  $2.8S_r$ ,  $S_r$  为重复性标准差。

### 10.2 再现性

在再现性条件下, 获得的两个独立测量结果之差的绝对值应不大于表 4 所列再现性限  $R$ , 以不大于再现性限  $R$  的情况不超过 5% 为前提, 再现性限  $R$  按表 4 数据采用线性内插法求得或外延法求得。

表 4 再现性限

元素的质量分数 %	再现性限 ( $R$ ) %
0.0050	0.0020
0.050	0.007
0.10	0.015
0.50	0.050
1.00	0.05
5.00	0.08

元素的质量分数 %	再现性限 (R) %
10.00	0.10
20.00	0.12
40.00	0.15
99.50	0.20
注: 再现性 (R) 为 $2.8S_R$ , $S_R$ 为再现性标准差。	

## 11 试验报告

试验报告至少应给出以下几个方面内容:

- a) 试样;
- b) 本文件编号;
- c) 分析结果及其表示;
- d) 与分析步骤的差异;
- e) 测定中观察到的异常现象;
- f) 试验日期。

(资料性)

## X 射线荧光光谱仪 (波长色散型) 推荐工作条件

X 射线荧光光谱仪 (波长色散型) 测定铜及铜合金中常见分析元素工作条件、分析晶体及分析线见表 A.1~A.3。

表 A.1 仪器条件示例

X 射线发生器	铍窗管, Rh 靶
	功率: 3kW~4kW (50kV, 100mA)
晶体	LiF, PET, NaCl, TAP, Ge
探测器	Ne, Ar, Kr—exatron
	Ne, Ar, Kr—multitron
	闪烁计数器 (SC)

表 A.2 分析条件示例

元素	Cu	Pb	Fe	Mn	Ni	P	Si	Sn	Zn	As	Ag
分析晶体	LiF	LiF	LiF	LiF	LiF	Ge	PET	LiF	LiF	SC	LiF
分析线	K <sub>α</sub>	L <sub>β</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>α</sub>	K <sub>β</sub>	K <sub>α</sub>
波长 (nm)	0.154	0.098	0.194	0.210	0.165	0.616	0.713	0.049	0.144	0.106	0.056
X 光管	铑靶端窗管; 管电压 40kV; 管电流 70mA										
试样自转	40r/min										
面罩	Φ25mm 钛面罩										

表 A.3 常见元素分析晶体及分析线

元素	分析晶体	分析线	最低激发电压 kV
Cu	LiF	K <sub>α</sub>	8.98
Zn	LiF	K <sub>α</sub>	9.66
Pb	LiF	L <sub>β</sub>	15.86
Fe	LiF	K <sub>α</sub>	7.11
Co	LiF	K <sub>α</sub>	7.71
Ni	LiF	K <sub>α</sub>	8.33
Mn	LiF	K <sub>α</sub>	6.54
Sn	LiF	K <sub>α</sub> , L <sub>α</sub>	29.18, 4.46
Si	PET	K <sub>α</sub>	1.84
Al	PET	K <sub>α</sub>	1.56
Cr	LiF	K <sub>α</sub>	5.99
P	Ge	K <sub>α</sub>	2.14
As	LiF	K <sub>β</sub>	11.86
Sb	LiF	L <sub>α</sub>	4.70
Ag	LiF	K <sub>α</sub>	25.51
Bi	LiF	L <sub>α</sub>	16.38
Mg	NaCl	K <sub>α</sub>	1.30
S	TAP	K <sub>α</sub>	2.47



(资料性)  
精密度试验原始数据

精密度数据是由8家实验室在2005版的试验数据基础上对铜及铜合金中21个元素的不同水平样品进行测定,每个实验室对每个水平的元素含量在重复性条件下独立测定10~11次,本次试验测得的原始数据见附表B.1~B.21。

表 B.1 Cu 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	54.461	54.447	54.454	54.466	54.417	54.414	54.404	54.443	54.419	54.422	54.414
	2	54.391	54.423	54.414	54.404	54.418	54.417	54.413	54.422	54.426	54.408	54.405
	6	54.452	54.444	54.432	54.429	54.433	54.427	54.426	54.433	54.430	54.431	54.435
	7	53.832	53.869	53.826	53.875	53.858	53.839	53.834	53.836	53.846	53.847	53.873
2	1	60.158	60.172	60.205	60.206	60.195	60.203	60.214	60.212	60.177	60.175	60.191
	2	60.211	60.214	60.213	60.195	60.098	60.114	60.142	60.137	60.129	60.134	60.133
	6	60.116	60.117	60.173	60.120	60.115	60.119	60.123	60.130	60.125	60.124	60.126
	7	60.150	60.116	60.097	60.119	60.094	60.116	60.094	60.028	60.106	60.074	-
3	1	88.124	88.151	88.155	88.149	88.142	88.145	88.139	88.135	88.134	88.137	88.135
	2	88.128	88.120	88.124	88.121	88.122	88.125	88.129	88.128	88.117	88.122	88.124
	6	88.131	88.135	88.124	88.129	88.130	88.134	88.132	88.133	88.137	88.129	88.127
4	1	98.839	98.839	98.839	98.839	98.839	98.839	98.839	98.840	98.840	98.840	98.840
	2	98.825	98.822	98.823	98.827	98.831	98.833	98.825	98.826	98.829	98.834	98.829
	3	98.815	98.866	98.851	98.847	98.862	98.861	98.868	98.886	98.877	98.854	98.858
	6	98.833	98.836	98.834	98.833	98.835	98.836	98.831	98.837	98.835	98.830	98.835

表 B.2 Ni 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0050	0.0051	0.0053	0.0052	0.0051	0.0052	0.0052	0.0051	0.0050	0.0052	0.0049
	2	0.0049	0.0051	0.0052	0.0047	0.0047	0.0051	0.0052	0.0048	0.0050	0.0051	0.0053
	3	0.0047	0.0049	0.0044	0.0049	0.0050	0.0053	0.0051	0.0054	0.0048	0.0048	0.0048
	4	0.0051	0.0052	0.0050	0.0053	0.0052	0.0051	0.0051	0.0052	0.0051	0.0052	0.0050
	5	0.0052	0.0050	0.0049	0.0052	0.0050	0.0050	0.0051	0.0052	0.0053	0.0053	0.0050
	6	0.0054	0.0051	0.0048	0.0059	0.0052	0.0057	0.0053	0.0052	0.0051	0.0061	0.0055
	8	0.0067	0.0062	0.0063	0.0063	0.0071	0.0069	0.0066	0.0061	0.0066	0.0066	0.0063
2	1	0.0107	0.0106	0.0105	0.0101	0.0101	0.0104	0.0103	0.0102	0.0101	0.0099	0.0099
	3	0.0101	0.0100	0.0095	0.0092	0.0093	0.0098	0.0094	0.0094	0.0097	0.0093	0.0097
	6	0.0105	0.0104	0.0106	0.0101	0.0104	0.0103	0.0106	0.0100	0.0107	0.0102	0.0101
3	1	0.108	0.109	0.106	0.110	0.107	0.108	0.108	0.108	0.108	0.107	0.108
	3	0.111	0.111	0.111	0.112	0.112	0.112	0.111	0.111	0.112	0.111	0.111
	7	0.110	0.112	0.111	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.114	-
4	1	1.014	1.012	1.013	1.021	1.015	1.011	1.012	1.013	1.012	1.015	1.011
	2	0.988	0.986	0.989	0.989	0.988	0.988	0.988	0.990	0.989	0.987	0.990

表 B.2 Ni 的实验室间精密度原始数据 (续)

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	6	1.023	1.022	1.018	1.020	1.022	1.021	1.019	1.024	1.023	1.024	1.022
	7	1.016	1.015	1.019	1.019	1.014	1.013	1.020	1.017	1.016	1.016	-
5	1	43.960	43.950	43.940	43.940	43.930	43.930	43.910	43.960	43.910	43.950	43.920
	2	44.974	44.987	44.996	44.949	44.944	44.965	44.940	44.994	44.972	44.988	45.012
	6	44.050	44.100	44.070	43.890	43.960	44.050	44.010	43.940	43.910	43.820	43.990
	7	45.163	45.199	45.160	45.140	45.153	45.180	45.176	45.117	45.145	45.160	-

表 B.3 Zn 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.011	0.011	0.010	0.010	0.011	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
	2	0.011	0.010	0.012	0.011	0.011	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011
	6	0.012	0.010	0.012	0.011	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011	0.012	0.010
2	1	44.540	44.550	44.530	44.540	44.580	44.580	44.560	44.570	44.590	44.580	44.580
	6	44.520	44.550	44.470	44.390	44.520	44.550	44.480	44.470	44.490	44.470	44.520
	7	44.174	44.151	44.184	44.147	44.156	44.171	44.177	44.178	44.165	44.180	44.143

表 B.4 Fe 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0023	0.0025	0.0021	0.0020	0.0023	0.0021	0.0021	0.0026	0.0024	0.0026	0.0028
	3	0.0040	0.0040	0.0034	0.0030	0.0033	0.0031	0.0031	0.0031	0.0036	0.0037	0.0032
	4	0.0019	0.0022	0.0020	0.0018	0.0021	0.0023	0.0018	0.0016	0.0021	0.0020	0.0022
	5	0.0027	0.0024	0.0030	0.0025	0.0033	0.0031	0.0021	0.0028	0.0029	0.0023	0.0020
	8	0.0035	0.0035	0.0036	0.0038	0.0036	0.0036	0.0037	0.0037	0.0039	0.0039	0.0036
2	1	0.0066	0.0068	0.0068	0.0067	0.0068	0.0069	0.0068	0.0067	0.0066	0.0067	0.0067
	4	0.0057	0.0056	0.0058	0.0055	0.0057	0.0058	0.0056	0.0056	0.0058	0.0056	0.0058
	5	0.0055	0.0055	0.0057	0.0055	0.0056	0.0057	0.0054	0.0056	0.0057	0.0055	0.0058
	6	0.0071	0.0070	0.0070	0.0070	0.0069	0.0068	0.0071	0.0069	0.0068	0.0069	0.0070
	8	0.0051	0.0052	0.0052	0.0056	0.0054	0.0051	0.0052	0.0053	0.0051	0.0054	0.0052
3	1	0.0135	0.0135	0.0128	0.0135	0.0128	0.0135	0.0128	0.0135	0.0135	0.0135	0.0135
	6	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110
	3	0.0140	0.0139	0.0141	0.0141	0.0143	0.0141	0.0144	0.0142	0.0143	0.0142	0.0140
	7	0.0135	0.0138	0.0130	0.0124	0.0135	0.0141	0.0120	0.0122	0.0134	0.0113	-
4	1	0.106	0.105	0.106	0.104	0.103	0.104	0.105	0.107	0.105	0.103	0.106
	3	0.100	0.100	0.101	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.101	0.100	0.101
	6	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099
	7	0.132	0.132	0.134	0.132	0.131	0.130	0.131	0.132	0.132	0.132	-

表 B.5 Pb 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0035	0.0034	0.0032	0.0034	0.0036	0.0034	0.0035	0.0035	0.0035	0.0032	0.0035
	2	0.0036	0.0034	0.0035	0.0032	0.0035	0.0036	0.0036	0.0034	0.0037	0.0035	0.0035
	3	0.0032	0.0032	0.0032	0.0029	0.0024	0.0037	0.0033	0.0037	0.0030	0.0033	0.0034
	4	0.0038	0.0041	0.0043	0.0039	0.0042	0.0044	0.0042	0.0043	0.0044	0.0040	0.0039
	5	0.0039	0.0043	0.0043	0.0041	0.0040	0.0042	0.0038	0.0043	0.0041	0.0041	0.0037
	8	0.0047	0.0052	0.0048	0.0051	0.0047	0.0047	0.0042	0.0045	0.0049	0.0046	0.0047
2	1	0.0062	0.0064	0.0064	0.0064	0.0064	0.0062	0.0063	0.0064	0.0064	0.006	0.0063
	4	0.0065	0.0064	0.0066	0.0064	0.0063	0.0065	0.0065	0.0066	0.0064	0.0064	0.0065
	5	0.0062	0.0064	0.0063	0.0066	0.0064	0.0064	0.0065	0.0067	0.0063	0.0065	0.0065
	6	0.0065	0.0064	0.0071	0.0067	0.0063	0.0068	0.0067	0.0068	0.0062	0.0064	0.0067
3	1	0.0140	0.0120	0.0120	0.0130	0.0120	0.0110	0.0120	0.0140	0.0130	0.0120	0.0120
	3	0.0123	0.0124	0.0124	0.0126	0.0126	0.0139	0.0134	0.0136	0.0119	0.0137	0.0122
	6	0.0120	0.0118	0.0127	0.0124	0.0127	0.0112	0.0130	0.0126	0.0119	0.0122	0.0120
	8	0.0122	0.0121	0.0120	0.0128	0.0119	0.0126	0.0126	0.0120	0.0129	0.0132	0.0125

表 B. 6 Mn 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	9.92	9.94	9.89	9.86	9.90	9.92	9.93	9.74	9.93	9.88	9.93
	2	9.98	10.02	10.04	10.01	10.00	9.96	9.99	10.00	9.95	10.03	10.01
	6	10.01	10.06	9.98	10.04	10.04	10.05	10.02	10.04	10.06	10.07	9.89
2	1	13.01	13.05	13.04	12.89	13.09	13.00	12.98	12.98	13.04	13.08	13.11
	2	12.97	12.96	12.99	13.01	13.02	13.01	13.00	12.96	12.98	12.99	13.02
	6	12.88	12.94	12.96	12.91	12.98	13.01	12.96	13.04	12.95	12.96	12.94
3	1	24.15	24.05	24.14	24.17	24.01	24.03	24.05	24.02	24.09	23.99	24.05
	2	24.05	24.01	23.98	24.02	24.08	24.01	24.02	24.08	24.11	24.03	24.14
	6	23.98	23.89	23.91	24.00	23.95	23.94	23.98	23.93	23.99	24.02	24.06

表 B. 7 As 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.317	0.313	0.308	0.310	0.312	0.310	0.316	0.312	0.311	0.312	0.313
	2	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.321	0.321	0.322	0.321	0.321
	3	0.321	0.318	0.318	0.319	0.315	0.316	0.320	0.317	0.317	0.316	0.321
	4	0.332	0.331	0.33	0.331	0.332	0.331	0.331	0.332	0.332	0.33	0.331
	5	0.334	0.332	0.332	0.332	0.332	0.334	0.332	0.332	0.331	0.330	0.333
	6	0.318	0.320	0.316	0.322	0.323	0.315	0.311	0.320	0.321	0.322	0.318
	7	0.306	0.298	0.312	0.311	0.308	0.313	0.310	0.309	0.305	0.308	-
	8	0.320	0.317	0.321	0.319	0.320	0.318	0.321	0.319	0.318	0.319	0.320
2	1	0.538	0.542	0.539	0.528	0.533	0.540	0.536	0.545	0.531	0.532	0.534
	2	0.543	0.544	0.545	0.543	0.545	0.546	0.544	0.544	0.544	0.544	0.544

表 B. 7 As 的实验室间精密度原始数据 (续)

w/%

水平	实验	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	3	0.549	0.549	0.551	0.554	0.550	0.552	0.553	0.551	0.553	0.552	0.550
	4	0.540	0.541	0.540	0.542	0.539	0.540	0.540	0.541	0.539	0.540	0.540
	5	0.538	0.542	0.543	0.542	0.536	0.536	0.541	0.537	0.539	0.539	0.541
	6	0.528	0.534	0.529	0.533	0.536	0.528	0.526	0.534	0.539	0.544	0.541
	7	0.498	0.503	0.499	0.497	0.500	0.503	0.500	0.502	0.496	0.499	0.497
	8	0.552	0.549	0.550	0.520	0.550	0.551	0.551	0.551	0.551	0.548	0.552

表 B.8 Mg 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.713	0.699	0.694	0.715	0.721	0.704	0.693	0.689	0.712	0.715	0.716
	2	0.693	0.698	0.699	0.697	0.697	0.697	0.695	0.700	0.699	0.700	0.707
	4	0.705	0.710	0.687	0.693	0.705	0.707	0.698	0.688	0.698	0.702	0.699
	5	0.702	0.707	0.694	0.695	0.703	0.704	0.703	0.695	0.699	0.702	0.687
	6	0.701	0.712	0.709	0.688	0.693	0.701	0.695	0.692	0.714	0.713	0.715
	8	0.681	0.682	0.677	0.680	0.677	0.679	0.677	0.683	0.678	0.677	0.676
2	1	1.330	1.320	1.337	1.314	1.309	1.321	1.318	1.327	1.304	1.318	1.297
	2	1.326	1.321	1.328	1.326	1.329	1.329	1.331	1.328	1.332	1.326	1.332
	4	1.287	1.284	1.296	1.300	1.293	1.300	1.301	1.285	1.287	1.291	1.297
	5	1.294	1.289	1.308	1.306	1.295	1.299	1.302	1.284	1.289	1.293	1.308
	6	1.298	1.284	1.312	1.305	1.309	1.322	1.308	1.317	1.313	1.305	1.307
	8	1.345	1.342	1.349	1.347	1.348	1.350	1.344	1.350	1.349	1.345	1.345

表 B.9 Ag 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.309	0.306	0.306	0.306	0.308	0.308	0.305	0.306	0.308	0.308	0.306
	2	0.304	0.305	0.305	0.300	0.304	0.303	0.304	0.304	0.304	0.304	0.302
	3	0.330	0.333	0.331	0.328	0.327	0.321	0.329	0.330	0.329	0.330	0.329
	6	0.318	0.320	0.316	0.322	0.323	0.315	0.311	0.320	0.321	0.322	0.318
2	1	1.079	1.073	1.077	1.079	1.077	1.074	1.079	1.079	1.078	1.077	1.072
	2	0.989	0.988	0.990	0.992	0.994	0.992	0.991	0.994	0.990	0.992	0.989
	3	1.002	1.009	1.010	1.008	1.007	1.013	1.016	1.016	1.012	1.011	1.002
	6	1.003	1.006	1.000	1.004	1.001	0.988	0.996	0.986	1.020	1.004	0.995
3	1	2.116	2.109	2.099	2.115	2.112	2.110	2.107	2.113	2.106	2.104	2.109
	2	1.995	1.989	1.992	1.990	1.988	1.988	1.989	1.987	1.988	1.990	1.991
	3	1.981	1.970	1.976	1.986	1.955	1.967	1.971	1.972	1.972	1.975	1.975
	6	2.032	2.017	2.011	2.015	2.016	2.013	2.012	2.098	2.006	2.044	2.005
4	1	2.934	2.938	2.944	2.945	2.937	2.943	2.940	2.942	2.941	2.934	2.939
	2	2.922	2.932	2.936	2.938	2.931	2.916	2.938	2.942	2.932	2.934	2.939
	6	2.985	2.989	2.971	2.983	2.980	2.979	2.992	2.988	2.987	2.977	2.989

表 B.10 Co 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	0.0052	0.0051	0.0052	0.0052	0.0050	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0053	0.0050	0.0052
	2	0.0051	0.0050	0.0050	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0050	0.0050	0.0052
	3	0.0057	0.0056	0.0055	0.0053	0.0056	0.0057	0.0054	0.0056	0.0057	0.0055	0.0055	0.0055
	6	0.0053	0.0050	0.0052	0.0052	0.0053	0.0053	0.0051	0.0053	0.0052	0.0053	0.0051	0.0051
2	1	0.107	0.106	0.108	0.109	0.105	0.105	0.107	0.106	0.107	0.108	0.106	0.106
	2	0.122	0.122	0.123	0.122	0.123	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.122	0.123
	6	0.114	0.109	0.111	0.106	0.108	0.104	0.112	0.105	0.107	0.108	0.108	0.108
3	1	0.268	0.267	0.267	0.263	0.266	0.266	0.267	0.272	0.264	0.267	0.265	0.265
	2	0.262	0.261	0.261	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262	0.262
	6	0.269	0.269	0.269	0.269	0.267	0.268	0.267	0.267	0.268	0.268	0.268	0.267
4	1	0.504	0.504	0.503	0.503	0.503	0.503	0.505	0.504	0.504	0.505	0.504	0.504
	2	0.502	0.501	0.501	0.502	0.501	0.502	0.503	0.502	0.502	0.502	0.502	0.502
	6	0.504	0.504	0.506	0.505	0.506	0.506	0.505	0.504	0.506	0.506	0.506	0.505
5	1	0.819	0.817	0.814	0.816	0.817	0.817	0.816	0.819	0.823	0.816	0.816	0.816
	2	0.822	0.822	0.822	0.822	0.823	0.822	0.821	0.822	0.821	0.823	0.822	0.822
	6	0.820	0.819	0.819	0.820	0.819	0.819	0.819	0.820	0.820	0.819	0.819	0.819
6	1	1.103	1.103	1.101	1.100	1.104	1.103	1.105	1.103	1.101	1.100	1.114	1.114
	2	1.091	1.091	1.090	1.090	1.090	1.091	1.090	1.091	1.091	1.090	1.090	1.090
	6	1.099	1.087	1.082	1.088	1.081	1.092	1.096	1.095	1.099	1.100	1.113	1.113

表 B.11 Bi 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	0.0221	0.0205	0.0209	0.0205	0.0203	0.0200	0.0207	0.0205	0.0206	0.0205	0.021	0.021
	6	0.0198	0.0201	0.0202	0.0207	0.0205	0.0206	0.0205	0.0206	0.0203	0.0216	0.0196	0.0196
	7	0.0226	0.0223	0.0223	0.0223	0.0222	0.0224	0.0224	0.0221	0.0225	0.0223	0.0224	0.0224
2	1	0.109	0.107	0.103	0.106	0.108	0.104	0.106	0.103	0.106	0.109	0.106	0.106
	2	0.101	0.101	0.101	0.101	0.100	0.101	0.101	0.101	0.100	0.101	0.100	0.100
	6	0.107	0.108	0.104	0.106	0.109	0.108	0.109	0.102	0.104	0.105	0.106	0.106
	7	0.106	0.106	0.107	0.107	0.108	0.106	0.106	0.107	0.105	0.106	-	-
3	1	0.411	0.410	0.415	0.405	0.403	0.402	0.406	0.423	0.411	0.412	0.418	0.418
	2	0.418	0.418	0.419	0.418	0.421	0.421	0.416	0.419	0.418	0.418	0.420	0.420
	6	0.396	0.410	0.403	0.417	0.410	0.422	0.421	0.406	0.412	0.404	0.414	0.414
	7	0.416	0.414	0.422	0.418	0.418	0.415	0.420	0.419	0.422	0.419	-	-
4	1	1.558	1.545	1.559	1.543	1.557	1.543	1.547	1.561	1.554	1.558	1.556	1.556
	2	1.692	1.693	1.696	1.693	1.691	1.694	1.695	1.692	1.696	1.692	1.693	1.693
	6	1.590	1.580	1.610	1.460	1.500	1.390	1.490	1.490	1.510	1.560	1.450	1.450
	7	1.584	1.586	1.581	1.583	1.588	1.588	1.591	1.588	1.587	1.589	-	-
5	1	3.011	2.984	3.033	3.034	3.021	3.005	3.025	3.014	3.023	3.022	2.988	2.988
	2	3.000	3.003	3.005	3.002	2.999	3.003	3.005	3.005	3.005	2.999	2.997	2.997
	6	2.990	3.020	2.820	2.900	3.020	2.980	2.990	3.030	2.970	3.050	2.950	2.950
	7	2.967	2.970	2.960	2.965	2.958	2.969	2.966	2.959	2.957	2.967	-	-

表 B.12 Sb 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0126	0.0126	0.0131	0.0129	0.0123	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0118	0.0126
	6	0.0119	0.0118	0.0120	0.0119	0.0126	0.0124	0.0124	0.0123	0.0118	0.0119	0.0118
	7	0.0131	0.0150	0.0140	0.0118	0.0117	0.0126	0.0127	0.0113	0.0124	0.0116	-
2	1	0.100	0.100	0.101	0.102	0.100	0.099	0.103	0.101	0.102	0.098	0.098
	3	0.112	0.111	0.113	0.110	0.113	0.110	0.110	0.112	0.111	0.111	0.112
	6	0.098	0.097	0.098	0.100	0.100	0.101	0.097	0.099	0.100	0.100	0.099
3	1	0.314	0.306	0.336	0.350	0.319	0.302	0.302	0.314	0.307	0.332	0.354
	2	0.304	0.303	0.303	0.303	0.304	0.306	0.304	0.303	0.305	0.304	0.306
	3	0.336	0.336	0.335	0.335	0.336	0.336	0.338	0.337	0.336	0.335	0.336
	4	0.308	0.299	0.300	0.303	0.308	0.304	0.300	0.311	0.308	0.309	0.301
	5	0.297	0.304	0.295	0.305	0.303	0.304	0.301	0.307	0.310	0.299	0.300
	6	0.295	0.314	0.307	0.298	0.292	0.292	0.293	0.287	0.310	0.311	0.290
	8	0.295	0.294	0.297	0.293	0.296	0.297	0.301	0.294	0.295	0.295	0.292
4	1	0.682	0.682	0.699	0.717	0.683	0.688	0.686	0.673	0.671	0.683	0.678
	2	0.674	0.677	0.674	0.674	0.675	0.676	0.677	0.676	0.675	0.674	0.677
	3	0.703	0.702	0.703	0.700	0.704	0.701	0.701	0.703	0.701	0.704	0.704
	4	0.675	0.671	0.668	0.670	0.671	0.673	0.671	0.672	0.674	0.675	0.673
	5	0.677	0.669	0.673	0.672	0.671	0.674	0.673	0.673	0.675	0.672	0.674
	6	0.695	0.682	0.699	0.707	0.683	0.688	0.686	0.673	0.671	0.683	0.678
	8	0.673	0.676	0.676	0.672	0.679	0.674	0.678	0.682	0.678	0.679	0.674

表 B.13 S 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0108	0.0107	0.0104	0.0105	0.0110	0.0112	0.0106	0.0109	0.0112	0.0114	0.0113
	3	0.0101	0.0091	0.0098	0.0092	0.0103	0.0100	0.0100	0.0104	0.0099	0.0100	0.0106
	7	0.0117	0.0118	0.012	0.0121	0.0119	0.0122	0.0117	0.0117	0.0117	0.0115	-
2	1	0.095	0.097	0.094	0.092	0.094	0.097	0.098	0.097	0.095	0.097	0.093
	2	0.101	0.100	0.100	0.101	0.102	0.101	0.102	0.101	0.100	0.101	0.101
	3	0.096	0.094	0.095	0.095	0.097	0.094	0.097	0.093	0.095	0.096	0.095
	4	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102	0.102
	5	0.101	0.102	0.100	0.101	0.102	0.102	0.102	0.102	0.101	0.101	0.100
	7	0.092	0.092	0.092	0.092	0.091	0.093	0.093	0.092	0.091	0.091	-
	8	0.086	0.087	0.087	0.087	0.086	0.087	0.086	0.087	0.087	0.087	0.087
3	1	0.264	0.253	0.257	0.259	0.256	0.247	0.251	0.262	0.271	0.270	0.266
	2	0.234	0.234	0.234	0.233	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234
	3	0.235	0.234	0.231	0.232	0.234	0.234	0.234	0.232	0.234	0.232	0.234
	4	0.245	0.245	0.246	0.246	0.25	0.245	0.245	0.246	0.246	0.245	0.246
	5	0.247	0.246	0.247	0.245	0.246	0.246	0.245	0.246	0.245	0.245	0.246
	7	0.234	0.234	0.232	0.234	0.233	0.234	0.233	0.234	0.234	0.235	-
	8	0.251	0.251	0.251	0.251	0.252	0.250	0.252	0.250	0.251	0.251	0.251

表 B.13 S 的实验室间精密度原始数据 (续)

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	1	0.392	0.388	0.378	0.382	0.391	0.385	0.387	0.392	0.397	0.388	0.378
	2	0.395	0.395	0.395	0.394	0.396	0.397	0.396	0.396	0.395	0.395	0.395
	3	0.392	0.391	0.394	0.387	0.392	0.391	0.389	0.392	0.389	0.390	0.392
	4	0.369	0.368	0.368	0.368	0.369	0.368	0.369	0.368	0.368	0.368	0.368
	5	0.369	0.368	0.368	0.369	0.367	0.371	0.370	0.371	0.370	0.369	0.370
	7	0.418	0.419	0.417	0.416	0.417	0.418	0.418	0.418	0.417	0.418	-
	8	0.390	0.390	0.390	0.391	0.390	0.390	0.390	0.389	0.390	0.390	0.389
5	1	0.497	0.501	0.507	0.496	0.515	0.510	0.506	0.487	0.500	0.495	0.498
	2	0.486	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.487	0.487	0.486	0.486
	3	0.490	0.491	0.493	0.491	0.493	0.494	0.493	0.494	0.490	0.492	0.490
	4	0.456	0.456	0.456	0.455	0.456	0.456	0.455	0.455	0.456	0.456	0.456
	5	0.458	0.457	0.456	0.456	0.455	0.456	0.455	0.456	0.456	0.459	0.457
	7	0.496	0.500	0.497	0.498	0.499	0.497	0.497	0.497	0.498	0.499	-
	8	0.508	0.510	0.510	0.509	0.510	0.510	0.510	0.510	0.510	0.509	0.511

表 B.14 Se 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0113	0.0110	0.0110	0.0107	0.0104	0.0105	0.0108	0.0107	0.0107	0.0106	0.0111
	3	0.0126	0.0124	0.0124	0.0120	0.0129	0.0120	0.0124	0.0119	0.0131	0.0126	0.0127
	6	0.0119	0.0121	0.0124	0.0117	0.0119	0.0120	0.0114	0.0128	0.0127	0.0119	0.0120
2	1	0.0624	0.0618	0.0622	0.0625	0.0631	0.0633	0.0628	0.0620	0.0623	0.0628	0.0615
	3	0.0643	0.0641	0.0640	0.0642	0.0646	0.0640	0.0648	0.0642	0.0647	0.0644	0.0643
	6	0.0631	0.0633	0.0634	0.0631	0.0632	0.0636	0.0633	0.0635	0.0629	0.0630	0.0628
3	1	0.377	0.382	0.383	0.384	0.380	0.385	0.384	0.389	0.378	0.382	0.385
	2	0.378	0.379	0.379	0.378	0.378	0.379	0.379	0.380	0.379	0.378	0.378
	3	0.381	0.380	0.382	0.381	0.383	0.382	0.381	0.381	0.381	0.381	0.382
	4	0.380	0.380	0.380	0.381	0.379	0.381	0.380	0.380	0.380	0.381	0.381
	5	0.382	0.381	0.379	0.382	0.378	0.381	0.380	0.381	0.381	0.380	0.380
	6	0.384	0.379	0.375	0.382	0.388	0.381	0.382	0.384	0.373	0.376	0.381
	8	0.380	0.378	0.381	0.378	0.378	0.378	0.377	0.377	0.377	0.379	0.379

表 B.15 Te 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0107	0.0114	0.0103	0.0106	0.0109	0.0101	0.0100	0.0106	0.0108	0.0114	0.0119
	3	0.0104	0.0102	0.0103	0.0105	0.0105	0.0103	0.0106	0.0104	0.0105	0.0104	0.0102
	6	0.0098	0.0099	0.0101	0.0096	0.0099	0.0101	0.0103	0.0102	0.0098	0.0095	0.0099
2	1	0.109	0.101	0.106	0.099	0.105	0.105	0.101	0.105	0.107	0.102	0.106
	3	0.107	0.106	0.104	0.108	0.105	0.104	0.103	0.104	0.105	0.106	0.105

表 B.15 Te 的实验室间精密度原始数据(续)

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	6	0.105	0.104	0.109	0.102	0.109	0.101	0.106	0.107	0.101	0.106	0.108
3	1	0.499	0.494	0.497	0.502	0.489	0.503	0.496	0.507	0.496	0.479	0.488
	2	0.511	0.509	0.514	0.510	0.512	0.510	0.512	0.512	0.508	0.512	0.514
	6	0.503	0.501	0.499	0.506	0.495	0.497	0.493	0.495	0.489	0.496	0.502
4	1	0.980	0.974	0.982	0.977	0.980	0.988	0.985	0.983	0.988	0.982	0.987
	2	0.982	0.983	0.985	0.984	0.984	0.986	0.983	0.981	0.970	0.976	0.983
	6	0.989	0.974	0.972	0.997	0.990	0.998	0.998	0.993	0.981	0.986	0.997

表 B.16 Cd 的实验室间精密度原始数据

w/%

水平	实验室	测量次数										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.0163	0.0158	0.0159	0.0162	0.0164	0.0169	0.0164	0.0146	0.0163	0.0165	0.0157
	6	0.0170	0.0164	0.0165	0.0168	0.0171	0.0176	0.0171	0.0152	0.0170	0.0172	0.0163
	8	0.0180	0.0169	0.0173	0.0169	0.0179	0.0174	0.0178	0.0195	0.0184	0.0170	0.0168
2	1	0.314	0.315	0.318	0.317	0.306	0.312	0.314	0.314	0.313	0.298	0.301
	2	0.321	0.319	0.321	0.321	0.320	0.320	0.321	0.318	0.318	0.321	0.319
	6	0.306	0.306	0.306	0.303	0.308	0.308	0.310	0.308	0.303	0.303	0.306
	8	0.333	0.328	0.330	0.329	0.334	0.334	0.338	0.328	0.329	0.333	0.339
3	1	1.174	1.168	1.164	1.165	1.169	1.175	1.174	1.179	1.159	1.163	1.166
	2	1.165	1.165	1.163	1.164	1.163	1.166	1.165	1.165	1.165	1.160	1.160
	6	1.156	1.209	1.160	1.160	1.169	1.178	1.178	1.182	1.178	1.129	1.170
	8	1.160	1.156	1.159	1.160	1.150	1.154	1.165	1.147	1.147	1.148	1.161

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示