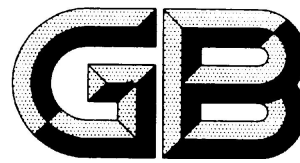


ICS 77.040.01
CCS H 12



中华人民共和国国家标准

GB/T 7999—××××
代替GB/T 7999-2015

铝及铝合金光电直读 发射光谱分析方法

Optical emission spectrometric analysis method of aluminum and aluminum alloys

(预审稿)

20××-××-××发布

20××-××-××实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会发布

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。

本文件代替 GB/T 7999-2015《铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法》，与 GB/T 7999-2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了银、钴、汞等元素的测定，删除了钡元素的测定（见第 1 章）；
- b) 更改了硅、铬、锂、硼、铋、锡、钒、铍、钙、铕、钠、磷、镉、镓等元素的检测范围（见第 1 章，2015 版第 1 章）；
- c) 规范性引用文件中增加了“GB/T 6379.1、GB/T 6379.2”（见第 2 章，2015 版第 2 章）。
- d) 增加了“属于和定义”（见第 3 章）；
- e) 将原标准的第 4、5 章合并在一起（见第 5 章，2015 版第 4、5 章）；
- f) 增加了取样和制样的说明（见第 6 章，2015 版第 6 章）；
- g) 增加“校准方法”条款，说明光电直读光谱法的三种“校准方法”，并纳入原标准的 7.3（见第 7 章）；
- h) 增加了“仪器准备”条款（见第 8 章，2015 版 7.1、7.2、7.3）；
- i) 增加了“激发点位置、激发点品质、预激发、校准曲线的验证”等（见第 9 章，2015 版 7.4、7.5）；
- j) 增加了“测试结果的可接受性和最终报告结果的确定、测试结果的保留有效位数”等（见第 10 章，2015 版 7.6）；
- k) 更改了“重复性”，使用“重复性限”代替“相对标准偏差”（见 11.1，2015 版 8.1）；
- l) 更改了“允许差”为“再现性”，使用“再现性限”代替“相对允许差”（见 11.2，2015 版 8.2）；
- m) 更改了“试验报告”内容（见第 12 章，2015 版第 9 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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件所代替或废止的文件的历次版本发布情况为：

——1987 年首次发布为 GB/T 7999-1987、2000 年第一次修订、2007 年第二次修订、2015 年第三次修订；

——本次为第四次修订。

铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法

1 范围

本文件规定了铝及铝合金中合金元素及杂质的光电直读发射光谱分析方法。

本文件适用于铝及铝合金中锑、砷、铍、铋、硼、镉、钙、铈、铬、钴、铜、镓、铁、铅、锂、镁、锰、汞、镍、磷、钪、硅、银、钠、锶、锡、钛、钒、锌、锆等30个元素的同时测定，测定范围见表1。

注：回收铝应达到再生铝及铝合金原料级时方可使用本标准。

表1 检测范围

元素/元素符号	原范围/%	实际检测范围/%	推荐定量范围/%
Antimony (锑) /Sb	0.004~0.50	0.012~0.30	
Arsenic (砷) /As	0.006~0.050	0.004~0.038	
Beryllium (铍) /Be	0.0001~0.2	0.00016~0.054	0.4
Bismuth (铋) /Bi	0.0010~0.8	0.0096~0.869	1.5
Boron (硼) /B	0.0001~0.003	0.00042~0.056	0.6
Cadmium (镉) /Cd	0.0001~0.03	0.0057~0.244	0.5
Calcium (钙) /Ca	0.0001~0.005	0.0021~0.281	0.1
Cerium (铈) /Ce	0.050~0.6	0.029~0.418	
Chromium (铬) /Cr	0.0001~0.5	0.00033~0.39	0.60
Cobalt (钴) /Co		0.006~0.39	0.005~0.40
Copper (铜) /Cu	0.0001~11.00	0.0040~8.64	
Gallium (镓) /Ga	0.0010~0.050	0.00025~0.114	
Iron (铁) /Fe	0.0001~5.0	0.0084~1.72	
Lead (铅) /Pb	0.0001~0.80	0.00027~0.65	
Lithium (锂) /Li	0.0005~0.01	0.0006~2.81	2.7
Magnesium (镁) /Mg	0.0001~11.00	0.0011~9.30	
Manganese (锰) /Mn	0.0001~2.0	0.00068~1.99	
Mercury (汞) /Hg		0.0027~0.059	0.002~0.06
Nickel (镍) /Ni	0.0001~3.00	0.00061~2.80	
Phosphorus (磷) /P	0.0005~0.005	0.00051~0.010	
Scandium (钪) /Sc	0.05~0.30	0.013~0.535	0.50
Silicon (硅) /Si	0.0001~15	0.0026~17.03	22.0
Silver (银) /Ag		0.010~0.591	0.01~0.7
Sodium (钠) /Na	0.0001~0.005	0.00031~0.0132	0.50
Strontium (锶) /Sr	0.0010~0.50	0.004~0.289	
Tin (锡) /Sn	0.0010~0.5	0.0018~1.16	1.2

Titanium (钛) /Ti	0.0001~0.50	0.00041~0.415	
Vanadium (钒) /V	0.0001~0.2	0.0002~0.26	0.4
Zinc (锌) /Zn	0.0001~13.00	0.0007~11.65	
Zirconium (锆) /Zr	0.0001~0.50	0.0095~0.27	

2 规范性引用标准

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 8005.2 铝及铝合金术语 第2部分：化学分析
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 17432 变形铝及铝合金化学成分分析取样方法
- GB/T 6379.1 测试方法与准确度（正确度与精密度） 第1部分：总则与定义
- GB/T 6379.2 测试方法与准确度（正确度与精密度） 第2部分：确定标准测试方法重复性与再现性的基本方法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 方法提要

在氩气气氛中，将制备好的试样置于激发台上，检测面作为一个电极，在与对电极（负电极）的尖端之间产生受控放电；放电产生的能量能够使样品表面熔融，形成气态原子或离子，并进一步激发而产生各元素的特征谱线；通过光电倍增管 (PMT) 或合适的固态检测器其转换为电信号，从而检测出谱线的波长和强度。根据所选分析线和内标线的信号比，通过数据处理系统转换为质量分数，根据校准曲线计算出试样中各待测元素的含量，实现对样品中待测元素的定量分析。

5 仪器、设备及辅助材料

5.1 光电直读发射光谱仪

- 5.1.1 光电直读发射光谱仪应带有使用安全互锁的电源限制。
- 5.1.2 光电直读发射光谱仪应带有过滤排气装置，以处理从激发室中排出的可能有毒的烟尘，并将废氩气排到室外。过滤系统应根据仪器说明书的规定定期进行清洁或更换。

5.2 对电极

5.3 车床或铣床。

5.4 激发间隙保护气体

氩气（纯度≥99.995%），建议使用氩气净化装置。

5.5 标准样品

用于建立工作曲线，应为有证标准样品，并能涵盖分析元素的测定范围，同时又有适当质量分数梯度。3个及以上的标准样品作为一个系列。

5.6 标准化样品

标准化样品应非常均匀且有适当的含量，可以在用于建立工作曲线的标准样品中选，也可以自制；自制的必须保证样品均匀稳定、再现性好。

5.7 质量控制样品

质量控制样品应具有良好的均匀性、稳定性、再现性，定值准确，且与待测样品有相似的冶金加工过程、相近的组织结构和化学成分，用于校正待测样品的分析结果，也可以用于类型标准化。

6 试样

6.1 取样

按照 GB/T 17432 的规定取样。取样时应保证取出的待测样品应均匀、无缩孔、夹杂和裂纹。铸态样品取样时，应将铝水注入规定的模具中；成品或半成品取样时，应具有代表性。

6.2 样品的制备

6.2.1 按照 GB/T 17432 的规定制备试样。

6.2.2 样品上不能有油渍等污染，否则应先清洗，再去除清洗剂残留并晾干。样品在加工过程中应保证不过热，可用无水乙醇冷却，以避免影响组织结构或消耗表面元素。

6.2.3 加工后的样品应没有沾污、氧化、孔洞以及其他外来物质，例如测定钠含量时，应避免人体带来污染；并且宜在样品制备后8小时内完成分析测试操作。

为了获得理想的测试结果，质量控制样品和待测样品应在同一条件下同时制备。。。

7 校准方法

7.1 校准曲线法

在所选定的工作条件下，激发一系列标准样品，原则上使用5个水平以上的标准样品，每个样品至少激发4次，建立分析元素的光谱强度（或强度比）与含量（或含量比）的校准曲线。使用该校准曲线测试待测样品中的元素含量。

7.2 原始校准曲线法

先建立校准曲线，当光谱仪因电子系统、光学系统、温度、湿度等因素变化引起的工作曲线的漂移，通过标准化样品对漂移的校准曲线进行校准，使修正后的元素强度恢复到最初建立曲线时强度，再使用该校准曲线测试待测样品中的元素含量。

7.3 类型标准化法

由于待测样品与建立校准曲线的标准样品存在冶炼工艺过程和组织结构的差异，常使测试结果发生偏离，为避免这种偏离，通常使用与待测样品冶炼工艺过程和组织结构相近似的质量控制样品，以控制待测样品的分析结果。

首先建立原始校准曲线，然后定期标准化。日常分析测试时，在相同的工作条件下，将质量控制样品与待测样品同时测试，利用质量控制样品的测试结果与其标准值的偏差，微调校准曲线，以修正待测样品的测试结果。

8 仪器的准备

8.1 仪器的环境和要求

a) 光谱仪的放置环境：应放置于防电磁干扰、防震及无气体腐蚀的实验室中；环境温度保持在15℃～30℃，相对湿度小于80%；且同一标准化周期内，室内温度变化不宜超过5℃。

b) 电源：为保证仪器的稳定性，建议使用电压调节器或稳压器，并配有专用地线。

c) 激发光源：开始工作前应使其有适当的通电时间，以保证激发光源电器部分稳定工作。

d) 对电极：每个实验室应根据实际情况定期清理、更换对电极，更换下来的对电极处理后可继续使用。安装对电极时应用极距规调整分析间隙的距离。

e) 光学系统：应定期清理聚光镜和校正入射狭缝位置。

f) 测光系统：停机后，重新开机时，一般应保证足够的通电时间，使测光系统工作稳定。

注3：由于健康和清洁的原因，排出的气体和灰尘不应直接排入实验室。

8.2 测试的参数

不同仪器激发条件不同，依据光电直读发射光谱仪的说明书和条件试验，选择合适的激发条件、分析线对、分析间隙、氩气流量、预燃时间、积分时间等其他工作参数。

8.3 光谱的选择

尽量选择无相互干扰的谱线，必要时可利用仪器的干扰校正功能进行干扰校正。见表3。

8.4 推荐的分析谱线

本标准推荐的内标线、分析谱线，同时列出可能的干扰元素及其波长，见表2。

表2 推荐的内标线和分析谱线

元素/元素符号	波长/nm	可能的干扰元素及其波长/nm	元素/元素符号	波长/nm	可能的干扰元素及其波长/nm
Aluminum/Al (内标线)	305.47 266.04 256.79				
Antimony (锑)/Sb	259.80 231.14	Co 231.16 Fe 259.83 Mn 259.81	Lithium (锂)/Li	610.36 670.78 323.26	Fe 323.27 Sb 323.25
Arsenic (砷)/As	234.98 193.75		Magnesium (镁)/Mg	279.07 279.55 285.21 382.93	
Barium (钡)/Ba	455.40		Manganese (锰)/Mn	403.45 293.30 259.37 263.82	
Beryllium (铍)/Be	313.04		Nickel (镍)/Ni	231.60 341.47 352.45	Zr 341.46
Bismuth (铋)/Bi	306.77		Phosphorus (磷)/P	178.28	
Boron (硼)/B	249.77 249.67 208.95	Fe 249.78 Mn 249.77 Mo 208.95	Scandium (钪)/Sc	391.18 357.25	
Cadmium (镉)/Cd	228.80	As 228.81	Silicon (硅)/Si	288.15 251.61 390.55	Cd 288.12 Cr 390.56
Calcium (钙)/Ca	393.36 396.85	Fe 393.36	Sodium (钠)/Na	589.00 589.59	
Cerium (铈)/Ce	399.92 357.75 446.02		Strontium (锶)/Sr	460.73	
Chromium (铬)/Cr	425.43 267.71		Tin (锡)/Sn	317.50	

Copper (铜) /Cu	324.75 510.55		Titanium (钛) /Ti	337.28 374.16	
Gallium (镓) /Ga	417.21 294.36	Fe 417.21 Ti 417.19 Cr 417.16	Vanadium (钒) /V	311.07 310.23 437.92	
Iron (铁) /Fe	239.56 371.99 273.07 259.93 271.44		Zinc (锌) /Zn	213.85 334.50 330.26	
Lead (铅) /Pb	368.34 405.78 283.30	Mn 405.79 Mg 405.76	Zirconium (锆) /Zr	339.19 343.82	

9 测试步骤

9.1 激发点的位置

样品的激发点宜距离试样边缘 5 mm~10 mm, 以便试样可以盖住激发孔。样品应放置在激发台上, 使顶板上的激发孔完全覆盖, 防止空气泄漏到激发区域, 因为空气可能导致“不良”激发, 对精密度和准确度产生不利影响。同样, 在非激发时间内, 应盖住激发孔。

9.2 激发点的品质

由于光谱仪的光源条件和合金不同, 激发点的外观也有所变化。通常, 良好的激发点是由黑色环包围的深黑色斑点, 不良激发点可能是由白色或银色环环绕的浅凹坑。不良激点可能是由于样品和激发台之间的空气泄漏、样品的质量差、氩气的质量差和/或各种原因导致。一般情况下, “不良”激发时铝内标通道的强度显著低于良好的激发。所以“不良”激发所得结果应该重新操作。

激发点不应重叠, 否则会影响精密度和准确度。

9.3 预激发

当仪器不是连续使用时, 再次使用前需进行几次预热激发, 一般情况下 2 次~4 次。

9.4 标准化

9.4.1 校准曲线的漂移校正

当采用原始校准曲线法测试试样时, 在所选定的工作条件下, 激发标准化样品, 每个样品至少激发 4 次, 对校准曲线进行校正。标准化的时间间隔取决于仪器的稳定性。仪器出现重大改变或原始校准曲线因漂移超出校正范围时, 需要重新建立校准曲线。

9.4.2 类型标准化

需要时, 根据待测样品选择相应的质量控制样品, 在所选定的工作条件下, 每个样品至少激发 2 次, 用于校正待测样品与校准曲线之间存在的较大差异。

9.5 校准曲线的验证

测试待测样品之前, 用至少一个标准样品对校准曲线进行验证。在满足第 12 章的测试精度的基础上, 测试结果与认定值之差应满足第 14 章的要求, 否则重新进行标准化和/或类型标准化。

9.5.1 校准曲线的验证结果的判定

在重复性条件下, 实验室测试标准样品得到两个独立的测试值, 其算术平均值 \bar{x} 与认定值 μ_0 进行比较。

在 95% 的概率水平下, $\left| \bar{x} - \mu_0 \right|$ 的临界值 $CD_{0.95}$ 按式 (1) 计算:

$$CD_{0.95} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{R^2 - r^2/2} \dots\dots\dots (1)$$

当标准样品的不确定度 U 不可忽视时, $\left| \bar{x} - \mu_0 \right|$ 的临界值 C 按式 (2) 计算:

$$C = \sqrt{CD_{0.95}^2 + U^2} \dots\dots\dots (2)$$

9.6 样品测试

9.6.1 激发样品1次, 获得1个独立的测试结果。

9.6.2 纯铝或较为均匀的低含量铝合金, 宜激发2次样品; 均匀性一般或数据准确度要求高的铝合金, 宜激发2次~4次样品; 化学成分非常复杂或易偏析的铝合金, 宜激发4次~8次样品。

9.7 校准曲线的再次验证

在样品测试之后, 再一次对校准曲线进行验证。按照5.1判定验证结果, 若满足要求, 则结束测试; 若不满足要求, 宜重复步骤4、5、6、7、8。

10 数据处理

10.1 测试结果

样品分析后, 仪器软件根据校准曲线计算各个元素的质量分数, 并自动直接显示。

不应随意删除测试数据, 除非某次操作中存在明显错误, 当其测试的数据没被采用时, 应该再激发测试1次, 以保证数据的有效性。

待测元素的含量应在校准曲线所用的系列标准样品的含量范围之内。

10.2 测试结果的可接受性和最终报告结果的确定

1) 在重复性条件下, 如果独立测试值的极差的绝对值不大于 r , 最终报告结果为两个独立测试值的算数平均值。

2) 在重复性条件下, 如果独立测试值的极差的绝对值大于 r , 实验室应再测试 2 次; 如果测试值的极差的绝对值不大于 $2r$, 最终报告结果为所有独立测试值的算数平均值; 如果测试结果的极差的绝对值大于 $2r$, 则将最大值、最小值作为最终报告结果, 或报告全部实际测试值。

10.3 测试结果的保留有效位数

测试结果的保留有效位数, 见表3。修约规则执行GB/T 8170。

表 3 测试结果的有效位数的表示

元素极限数值/%	分析结果的表示/%
<0.001	0.000XX
0.001~<0.01	0.00XXX
0.01~<0.10	0.0XXX
0.10~0.55	0.XXX
>0.55	0.XX、X.XX、XX.XX

11 精密度

本标准的精密度试验于2023、2024年由17家单位对33个铝合金标准样品，测试了不测试同水平的30个元素，按照GB/T 6379.1 规定的重复性条件下，每个实验室对每个水平的元素含量测试5次。按照GB/T 6379.2，对得到的测试结果进行数理统计，计算了各元素的含量与试验结果的重复性限、再现性限。

11.1 重复性

在重复性条件下获得的两个独立测试结果的测定值，在表4给出的平均值范围内，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。

11.2 再现性

在再现性条件下获得的两个独立测试结果的测定值，在表5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6数据采用线性内插法或外延法求得。

表3 重复性限 (r)、再现性限 (R)

	元素	值标准 %	测试平均值	SD _r /%	重复性限 r	SD _R %	再现性限 R
1	Fe	0.0084	0.008324286	0.0002	0.0006	0.0003	0.0009
		0.039	0.039974286	0.0005	0.0015	0.00107	0.003
		0.085	0.085138571	0.0009	0.0027	0.0011	0.0033
		0.113	0.1148	0.0012	0.0036	0.0023	0.0069
		0.893	0.900	0.0052	0.0156	0.0133	0.040
		1.72	1.748	0.039	0.117	0.030	0.150
2	Cu	0.0040	0.003975	0.00013	0.00039	0.00022	0.00066
		0.0330	0.033055918	0.0004	0.0012	0.0009	0.0027
		0.605	0.6053425	0.0018	0.0048	0.0086	0.026
		1.49	1.473987755	0.011	0.033	0.0200	0.06
		8.64	8.641972857	0.033	0.099	0.0780	0.24
3	Mn	0.00068	0.000677667	0.00004	0.00012	0.00006	0.00018
		0.0092	0.009383714	0.00014	0.00042	0.00033	0.00099
		0.070	0.07018875	0.00029	0.00087	0.0008	0.0024
		0.197	0.19450875	0.00097	0.00291	0.0057	0.0171
		1.99	2.00116381	0.0091	0.0273	0.0482	0.0145
4	Mg	0.0011	0.001145429	0.000039	0.00012	0.000125	0.00038
		0.017	0.017089286	0.00032	0.0010	0.0005	0.0015
		0.095	0.096884286	0.00054	0.00162	0.0011	0.0033
		1.85	1.810668929	0.024	0.072	0.0326	0.0978
		5.90	5.861443036	0.022	0.066	0.0552	0.166
		9.30	9.261109184	0.047	0.141	0.1157	0.34
5	Ni	0.00061	0.000563143	0.000032	0.000096	0.00006	0.00018
		0.0072	0.007263	0.0009	0.00027	0.0002	0.0006
		0.076	0.076230408	0.00064	0.00192	0.0009	0.0027
		0.73	0.736679592	0.0048	0.0144	0.0143	0.0312
		2.80	2.910583333	0.017	0.051	0.0962	0.289

6	Zn	0.00070	0.000662667	0.000039	0.000117	0.000065	0.000195
		0.0074	0.00738025	0.00011	0.00033	0.000127	0.00038
		0.018	0.018209796	0.00045	0.00135	0.00075	0.00225
		0.161	0.1617525	0.0016	0.0048	0.0047	0.0141
		1.09	1.0907	0.0121	0.0361	0.0300	0.09
		3.93	3.94886	0.0221	0.0663	0.0531	0.153
		11.65	11.5803481	0.061	0.183	0.113	0.34
7	Ti	0.00041	0.000377429	0.000017	0.000051	0.000045	0.000135
		0.0038	0.003894	0.00019	0.00057	0.00022	0.00066
		0.0500	0.050372857	0.0011	0.0033	0.0015	0.0045
		0.415	0.415693333	0.0028	0.0084	0.0053	0.0159
8	Ce	0.029	0.02647	0.0014	0.0042	0.0018	0.0054
		0.418	0.40721	0.0086	0.0256	0.0123	0.0369
9	Sr	0.004	0.00442381	0.00013	0.00039	0.0003	0.0009
		0.020	0.023375	0.0008	0.0024	0.0023	0.0046
		0.289	0.281416	0.0052	0.0156	0.0112	0.0336
10	Pb	0.00027	0.000272	0.00004	0.00012	0.000052	0.00016
		0.0078	0.007582	0.00014	0.00042	0.000264	0.00079
		0.029	0.028504286	0.0005	0.0015	0.0013	0.0039
		0.65	0.6525475	0.011	0.033	0.014	0.042
11	Zr	0.0094	0.009479333	0.00014	0.00042	0.00045	0.0014
		0.087	0.087442449	0.0023	0.0069	0.0030	0.009
		0.27	0.272375306	0.003	0.009	0.0062	0.0186
12	Sb	0.012	0.012292619	0.0004	0.0012	0.0008	0.0024
		0.020	0.01992	0.00056	0.00168	0.0018	0.0048
		0.30	0.324361714	0.0087	0.0261	0.0140	0.042
13	As	0.004	0.004228572	0.0002	0.0006	0.0005	0.0015
		0.014	0.01276	0.0016	0.0048	0.0027	0.0081
		0.038	0.039466667	0.0024	0.0072	0.0032	0.0096
14	P	0.00051	0.00055	0.00005	0.00015	0.00007	0.00021
		0.0026	0.00257	0.00015	0.00045	0.00035	0.00105
		0.003	0.0028	0.00019	0.00057	0.00026	0.00078
		0.01	0.0115	0.0007	0.0021	0.0012	0.0036
15	Cd	0.0057	0.005529143	0.0002	0.0006	0.0004	0.0012
		0.01	0.01033	0.00041	0.00123	0.0007	0.0021
		0.244	0.24027	0.0042	0.0126	0.0069	0.021
16	Ga	0.00025	0.000261667	0.00002	0.00006	0.000043	0.000129
		0.010	0.010533333	0.0009	0.0027	0.0014	0.0042
		0.114	0.11332	0.00097	0.00291	0.0022	0.0066
17	Si	0.0026	0.00249375	0.00011	0.00033	0.00014	0.00042
		0.02	0.020048	0.00032	0.00069	0.0007	0.0021
		0.5870	0.586436667	0.0046	0.0138	0.0079	0.024

		1.35	1.33998	0.015	0.045	0.0317	0.096
		8.34	8.306716667	0.031	0.093	0.0504	0.15
		17.03	16.82273333	0.064	0.192	0.1831	0.55
18	Cr	0.00033	0.0003124	0.000026	0.000078	0.00004	0.00012
		0.0090	0.009848571	0.00017	0.00051	0.0004	0.0012
		0.0660	0.065599821	0.00086	0.00258	0.0015	0.0045
		0.3910	0.395022653	0.0051	0.0153	0.0093	0.027
19	B	0.00042	0.00045	0.00004	0.00012	0.000066	0.000198
		0.002	0.0021	0.00014	0.00042	0.0002	0.0006
		0.025	0.02564	0.00083	0.00249	0.0018	0.0054
		0.049	0.04974	0.0014	0.0042	0.0019	0.0057
20	Bi	0.0096	0.01015	0.0003	0.0009	0.00067	0.002
		0.089	0.08723	0.0016	0.0048	0.0031	0.0093
		0.21	0.2108	0.0037	0.0101	0.0087	0.026
		0.869	0.8499	0.013	0.039	0.023	0.069
21	Li	0.0006	0.00057	0.00006	0.00018	0.000089	0.00027
		0.031	0.03107	0.0006	0.0018	0.0009	0.0027
		0.954	0.95319				只有俩家数据
		2.81	2.7572				
22	Sn	0.0018	0.0017	0.00006	0.00018	0.00013	0.00039
		0.016	0.01459	0.00054	0.00162	0.0013	0.0039
		0.29	0.30572	0.0021	0.0063	0.0096	0.0288
		1.16	1.16476	0.01	0.03	0.014	0.042
23	V	0.00020	0.00015	0.000017	0.000051	0.000035	0.00011
		0.006	0.00582	0.00025	0.00075	0.0004	0.0012
		0.076	0.07779	0.0012	0.0036	0.0017	0.0051
		0.26	0.26407	0.0033	0.0099	0.0051	0.0153
24	Be	0.00016	0.00017	0.00003	0.00009	0.000042	0.000126
		0.0050	0.00531	0.000084	0.000252	0.000434	0.0013
		0.054	0.05317	0.00078	0.00234	0.001750	0.0054
25	Ca	0.0021	0.00219	0.00006	0.00018	0.0002	0.0006
		0.014	0.01361	0.0005	0.0015	0.0016	0.0048
		0.281	0.2796	0.00031	0.0093	0.0045	0.0135
26	Sc	0.013	0.01323	0.0004	0.0012	0.0007	0.0021
		0.21	0.22432	0.0074	0.0222	0.0137	0.0411
		0.535	0.53099	0.013	0.039	0.0170	0.051
27	Na	0.00031	0.00037	0.00005	0.00015	0.00007	0.00021
		0.0061	0.00635	0.00026	0.00078	0.0004	0.0012
		0.0132	0.01446	0.0005	0.0015	0.0011	0.0033
28	Hg	0.0027	0.00271	0.00008	0.00024	0.00015	0.00045
		0.0062	0.00629	0.00011	0.00033	0.00023	0.00069
		0.059	0.05919	0.00068	0.0020	0.0012	0.0036

29	Co	0.006	0.00592	0.00026	0.00078	0.00066	0.0020
		0.012	0.01252	0.00037	0.00111	0.0008	0.0024
		0.277	0.27777	0.0044	0.0132	0.0105	0.0315
		0.39	0.38844	0.0027	0.0081	0.0097	0.0291
30	Ag	0.010	0.01021	0.0001	0.0003	0.0008	0.0024
		0.20	0.20737	0.0028	0.0084	0.0098	0.0294
		0.33	0.32771	0.0043	0.0129	0.0069	0.0207
		0.591	0.58246	0.0061	0.0183	0.0153	0.0459

12 试验报告

试验报告至少应给出以下几个方面的以下内容：

- 试验对象；
- 本文件编号；
- 分析结果及表示；
- 与基本分析步骤的差异；
- 观察到的异常现象；
- 试验日期。
