ICS 77.120.99

CCS　H 66

|  |
| --- |
|  |

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXX—20XX

氧化铟化学分析方法

第 1 部分：镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的测定

电感耦合等离子体原子发射光谱法

**Methods for chemical analysis of indium oxide-**

**Part 1: Determination of cadmium,cobalt,copper,iron,manganese,nickel,antimony,lead,thallium content—Inductively coupled plasma emission spectrometry**

|  |
| --- |
| （审定稿） |
|  |

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

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》给出的规则起草。

本文件是YS/T XXX-202X《氧化铟粉化学分析方法》的第1部分。YS/T XXX-202X已经发布了以下部分：

——第1部分：镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第2部分：砷含量的测定 原子荧光光谱法。

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：云南锡业集团（控股）有限责任公司、昆明冶金研究院有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、有研资源环境技术研究院(北京)有限公司、株洲科能新材料股份有限公司、云南华联锌铟股份有限公司、北矿检测技术有限公司、贵研铂业股份有限公司、广西壮族自治区分析测试研究中心。

本文件主要起草人：刘恒宇，符泽卫，孙彪，许金泉，李宏萍，刘英波，李超，王劲榕，左鸿毅，谭秀丽，屈伟，张红致，金智宏，杨绍辉，李文有，颜忠国，阮桂色，孙祺，黄殿贵。

引  言

氧化铟是一种新的n型透明半导体功能材料，广泛应用于新型液晶显示器的制造。随着信息时代的发展，特别是随着IT产业的迅猛发展，笔记本电脑、电视和手机等各种新型液晶显示器以及接触式屏幕、建筑用材料对ITO薄膜或ITO玻璃的需求日益增加（ITO靶材生产占全球铟用量的70%以上），对氧化铟的产量与品质也相应提高。YS/T XXX旨在通过实验研究建立一套满足产品需求的、完整的、切实可行的氧化铟化学分析方法标准，拟由以下两部分组成。

——第1部分：镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法；

——第2部分：砷含量的测定 原子荧光光谱法；

本文件提供了一套科学、准确、快速、适用的测定氧化铟中镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的分析检测方法，满足市场上各种氧化铟产品的质检要求，为氧化铟新型功能材料的发展提供了技术支撑。

氧化铟化学分析方法

第1部分：镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的测定

电感耦合等离子体原子发射光谱法

1. 范围

本文件规定了采用电感耦合等离子体原子发射光谱法测定氧化铟中镉、钴、铜、铁、锰、 镍、锑、铅、铊含量的方法。

本文件适用于氧化铟中镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊含量的测定，测定范围为: 0.0050%～0.40%。

1. 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（包含所有的修改单）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

1. 术语及定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

1. 原理

将样品用硝酸和盐酸溶解，用电感耦合等离子体发射光谱仪，于所推荐的分析波长处测定镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊的发射强度，按标准工作曲线计算各待测元素的质量分数。

1. 试剂和材料

除非另有说明，仅使用优级纯试剂。

* 1. 水，GB/T 6682，二级。
  2. 盐酸（ρ=1.19 g/mL）。
  3. 硝酸（ρ=1.42 g/mL）。
  4. 镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊单元素标准贮存溶液：采用国内外可以量值溯源的有证标准样品，其质量浓度均为1000 µg/mL。
  5. 混合标准溶液：准确移取2.00 mL镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊标准贮存液于200 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀，此溶液中各元素含量均为10 µg/mL。

1. 仪器
   1. 电感耦合等离子体发射光谱仪。在仪器最佳工作条件下凡是能达到下列指标者均可使用：

——光源：氩气等离子体光源，发生器最大输出功率不小于1.35 kW；

——仪器稳定性：仪器1 h内漂移不大于2.0%。

* 1. 各待测元素推荐的波长见表1。

表1各元素的推荐波长

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 镉 | 钴 | 铜 | 铁 | 锰 | 镍 | 锑 | 铅 | 铊 |
| 波长/nm | 226.5 | 228.6 | 224.7 | 259.9 | 257.6 | 231.6 | 217.5 | 220.3 | 190.8 |

1. 样品

将样品进行研磨后通过0.074 mm的标准筛，再在105 ℃～110 ℃烘干2 h，置于干燥器中冷却至室温备用。

1. 试验步骤
   1. 试料

称取0.20 g样品，精确至0.0001 g。

* 1. 平行试验

独立地进行两次测定，取其平均值。

* 1. 空白试验

随同试料做空白试验。

* 1. 试液制备

将试料（8.1）置于200 mL的烧杯中，加入5 mL硝酸（5.3），再加入3 mL盐酸（5.2），盖上表皿，加热溶解，待试料溶解完全后，取下冷却，用水洗涤表皿及杯壁，移入100 mL容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀，待测。

* 1. 标准系列溶液制备

准确移取0 mL、0.50 mL、2.50 mL、5.00 mL、10.00 mL、25.00 mL、50.00 mL混合标准溶液（5.5）于一组100 mL容量瓶中，加入5 mL硝酸（5.3），再加入3 mL盐酸（5.2），用水稀释至刻度，混匀。测试时根据需求，可适当的增加或调整标准系列溶液的标准点。

* 1. 测定

于选定的波长处测定标准系列溶液（8.5），以待测元素的质量浓度为横坐标，待测元素信号强度为纵坐标绘制工作曲线，当工作曲线线性r≥0.9995时，进行试液（8.4）的测定。

1. 试验数据处理

各待测元素的含量以待测元素的质量分数*w*x计，数值以％表示，按公式（1）计算：

………………………………………………（1）

式中：

*ρ1* ——从工作曲线上查的试液中各元素的浓度，单位为微克每毫升（µg/mL）；

*ρ0* ——从工作曲线上查的空白溶液中各元素的浓度，单位为微克每毫升（µg/mL）；

——测量试液总体积，单位为毫升（mL）；

——试料的质量，单位为克（g）。

计算结果小于0.0010%时表示至小数点后5位；计算结果为0.0010%~0.010%时表示至小数点后4位；计算结果大于0.010%~1.00%时表示至小数点后3位。数值修约按照GB/T 8170规定执行。

1. 精密度
   1. 重复性限

在重复性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在以下给出的平均值范围内，这两个测试结果的绝对值不超过重复性限（*r*），超过重复性限（*r*）的情况不超过5%，重复性限（*r*）按表3数据采用线性内插法求得。

表3 重复性限

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *wCd*/% | 0.0051 | 0.020 | 0.031 | 0.028 |
| *rCd*/% | 0.0042 | 0.0052 | 0.0041 | 0.0055 |
| *wCo*/% | 0.0068 | 0.021 | 0.063 | 0.040 |
| *rCo*/% | 0.0044 | 0.0047 | 0.0051 | 0.0055 |
| *wCu*/% | 0.0021 | 0.0049 | 0.025 | 0.014 |
| *rCu*/% | 0.0032 | 0.0048 | 0.0051 | 0.0053 |
| *wFe*/% | 0.010 | 0.026 | 0.047 | － |
| *rFe*/% | 0.0032 | 0.0062 | 0.0055 | － |
| *wMn*/% | 0.011 | 0.027 | 0.044 | － |
| *rMn*/% | 0.0040 | 0.0061 | 0.0045 | － |
| *wNi*/% | 0.0028 | 0.0057 | 0.035 | 0.019 |
| *rNi*/% | 0.0028 | 0.0047 | 0.0067 | 0.0045 |
| *wSb*/% | 0.0061 | 0.020 | 0.029 | － |
| *rSb*/% | 0.0030 | 0.0056 | 0.0067 | － |
| *wPb*/% | 0.0067 | 0.021 | 0.028 | － |
| *rPb*/% | 0.0033 | 0.0040 | 0.0046 | － |
| *wTl*/% | 0.0037 | 0.0066 | 0.0097 | － |
| *rTl*/% | 0.0035 | 0.0051 | 0.0034 | － |

* 1. 再现性限

在再现性条件下获得的两次独立测试结果的测定值，在以下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求得。

表4再现性限

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *wCd*/% | 0.0051 | 0.020 | 0.031 | 0.028 |
| *RCd*/% | 0.0044 | 0.0054 | 0.0043 | 0.0058 |
| *wCo*/% | 0.0068 | 0.021 | 0.063 | 0.040 |
| *RCo*/% | 0.0046 | 0.0049 | 0.0055 | 0.0057 |
| *wCu*/% | 0.0021 | 0.0049 | 0.025 | 0.014 |
| *RCu*/% | 0.0033 | 0.0050 | 0.0053 | 0.0055 |
| *wFe*/% | 0.010 | 0.026 | 0.047 | － |
| *RFe*/% | 0.0033 | 0.0065 | 0.0057 | － |
| *wMn*/% | 0.011 | 0.027 | 0.044 | － |
| *RMn*/% | 0.0042 | 0.0064 | 0.0047 | － |
| *wNi*/% | 0.0028 | 0.0057 | 0.035 | 0.019 |
| *RNi*/% | 0.0029 | 0.0049 | 0.0069 | 0.0047 |
| *wSb*/% | 0.0061 | 0.020 | 0.029 | － |
| *RSb*/% | 0.0031 | 0.0058 | 0.0070 | － |
| *wPb*/% | 0.0067 | 0.021 | 0.028 | － |
| *RPb*/% | 0.0034 | 0.0041 | 0.0048 | － |
| *wTl*/% | 0.0037 | 0.0066 | 0.0097 | － |
| *RTl*/% | 0.0037 | 0.0053 | 0.0035 | － |

1. 试验报告

试验报告所包括以下内容：

——试验对象；

——本文件编号；

——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2022年由9家实验室对氧化铟中镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊杂质含量在5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氧化铟中镉、钴、铜、铁、锰、镍、锑、铅、铊杂质含量在重复性条件下独立测定11次。测量原始数据见表A.1。

表A.1 精密度试验原始数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 云南锡业集团（控股）[有限责任公司](https://baike.baidu.com/item/%E6%9C%89%E9%99%90%E8%B4%A3%E4%BB%BB%E5%85%AC%E5%8F%B8" \t "_blank) | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0002 | | | 0.0057 | 0.0259 | | 0.0353 | 0.0337 | |
| SD% | 0 | | | 0.0001 | 0.0002 | | 0.0003 | 0.0004 | |
| RSD% | 0.018 | | | 0.0103 | 0.0086 | | 0.0096 | 0.0115 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00001 | | | 0.0074 | 0.0235 | | 0.0294 | 0.043 | |
| SD% | 0 | | | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0003 | 0.0006 | |
| RSD% | 0.6147 | | | 0.007 | 0.0057 | | 0.0093 | 0.0132 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0009 | | | 0.0021 | 0.0056 | | 0.0266 | 0.0161 | |
| SD% | 0.00003 | | | 0.00002 | 0.0001 | | 0.0004 | 0.0001 | |
| RSD% | 0.0282 | | | 0.0115 | 0.0249 | | 0.0139 | 0.0092 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0013 | | | 0.0077 | 0.03 | | 0.0407 | 0.1353 | |
| SD% | 0.0004 | | | 0.0003 | 0.0007 | | 0.0003 | 0.0027 | |
| RSD% | 0.2726 | | | 0.0366 | 0.0246 | | 0.0067 | 0.02 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00003 | | | 0.0084 | 0.0287 | | 0.0365 | 0.1333 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.0003 | 0.002 | | 0.0022 | 0.0013 | |
| RSD% | 0.4531 | | | 0.0343 | 0.0689 | | 0.061 | 0.0097 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0002 | | | 0.0029 | 0.0069 | | 0.0413 | 0.0224 | |
| SD% | 0.0001 | | | 0.0001 | 0.00005 | | 0.0004 | 0.0007 | |
| RSD% | 0.3074 | | | 0.0278 | 0.0068 | | 0.0097 | 0.032 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | -0.00001 | | | 0.0067 | 0.0234 | | 0.0322 | 0.0661 | |
| SD% | 0.0001 | | | 0.0001 | 0.0005 | | 0.0007 | 0.0012 | |
| RSD% | -4.5711 | | | 0.0128 | 0.0203 | | 0.0219 | 0.0183 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0002 | | | 0.0073 | 0.0234 | | 0.0299 | 0.0801 | |
| SD% | 0.00003 | | | 0.0001 | 0.0003 | | 0.0004 | 0.001 | |
| RSD% | 0.106 | | | 0.012 | 0.0118 | | 0.012 | 0.0119 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00002 | | | 0.0036 | 0.0075 | | 0.0105 | 0.0554 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0 | 0.0001 | | 0.0001 | 0.0005 | |
| RSD% | 1.2433 | | | 0.0111 | 0.0089 | | 0.0131 | 0.0086 | |
| 昆明冶金研究院有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00026 | | | 0.00634 | 0.02531 | | 0.03609 | 0.03513 | |
| SD% | 0.00004 | | | 0.00017 | 0.00048 | | 0.00085 | 0.00095 | |
| RSD% | 14.6905 | | | 2.6819 | 1.8844 | | 2.3498 | 2.705 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00002 | | | 0.00711 | 0.0241 | | 0.03241 | 0.04412 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.00033 | 0.00058 | | 0.00062 | 0.00089 | |
| RSD% | 39.0861 | | | 4.5823 | 2.4277 | | 1.9069 | 2.0286 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00123 | | | 0.00286 | 0.00555 | | 0.0325 | 0.01594 | |
| SD% | 0.00005 | | | 0.00022 | 0.00048 | | 0.00105 | 0.00122 | |
| RSD% | 4.1801 | | | 7.6145 | 8.5956 | | 3.2325 | 7.6739 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0025 | | | 0.01394 | 0.03478 | | 0.06085 | 0.139 | |
| SD% | 0.00035 | | | 0.00094 | 0.00146 | | 0.00228 | 0.0067 | |
| RSD% | 13.8373 | | | 6.7744 | 4.1957 | | 3.7439 | 4.8125 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00008 | | | 0.01385 | 0.03455 | | 0.0579 | 0.134 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0.00017 | 0.00055 | | 0.00078 | 0.00222 | |
| RSD% | 20.1938 | | | 1.2415 | 1.5937 | | 1.3388 | 1.6559 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00024 | | | 0.0034 | 0.00735 | | 0.04496 | 0.02374 | |
| SD% | 0.00005 | | | 0.00018 | 0.00028 | | 0.00072 | 0.00046 | |
| RSD% | 20.0435 | | | 5.1555 | 3.8226 | | 1.6066 | 1.9226 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00007 | | | 0.0073 | 0.0251 | | 0.03611 | 0.07241 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.00021 | 0.00059 | | 0.00097 | 0.00157 | |
| RSD% | 10.6714 | | | 2.9023 | 2.3394 | | 2.6749 | 2.1624 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00022 | | | 0.00868 | 0.02581 | | 0.03651 | 0.08533 | |
| SD% | 0.00003 | | | 0.00052 | 0.00077 | | 0.00097 | 0.00115 | |
| RSD% | 13.0487 | | | 5.9681 | 2.9873 | | 2.6659 | 1.3453 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00006 | | | 0.00465 | 0.00836 | | 0.01248 | 0.06508 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.00036 | 0.00037 | | 0.0004 | 0.00057 | |
| RSD% | 21.3532 | | | 7.8316 | 4.4575 | | 3.2102 | 0.8694 | |
| 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0014 | | | 0.0066 | 0.027 | | 0.037 | 0.038 | |
| SD% | - | | | 0.0003 | 0.0006 | | 0.0007 | 0.0008 | |
| RSD% | - | | | 3.9 | 2.3 | | 1.9 | 2 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0001 | | | 0.0087 | 0.027 | | 0.037 | 0.049 | |
| SD% | - | | | 0.0001 | 0.0008 | | 0.0013 | 0.0019 | |
| RSD% | - | | | 0.8 | 3.1 | | 3.7 | 3.9 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0007 | | | 0.0026 | 0.0064 | | 0.0327 | 0.018 | |
| SD% | - | | | 0.0002 | 0.0002 | | 0.0013 | 0.001 | |
| RSD% | - | | | 9.4 | 3.5 | | 3.9 | 5.6 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0066 | | | 0.0161 | 0.0381 | | 0.0709 | 0.15 | |
| SD% | - | | | 0.001 | 0.0015 | | 0.0017 | 0.0063 | |
| RSD% | - | | | 6.5 | 4 | | 2.4 | 4.2 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0001 | | | 0.018 | 0.041 | | 0.067 | 0.149 | |
| SD% | - | | | 0.0013 | 0.0012 | | 0.0013 | 0.007 | |
| RSD% | - | | | 7.4 | 2.9 | | 1.9 | 4.7 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0010 | | | 0.0038 | 0.0079 | | 0.05 | 0.0261 | |
| SD% | - | | | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0015 | 0.0008 | |
| RSD% | - | | | 3.4 | 1.5 | | 3.1 | 3.2 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0025 | | | 0.0089 | 0.032 | | 0.043 | 0.081 | |
| SD% | - | | | 0.0001 | 0.0008 | | 0.0014 | 0.0017 | |
| RSD% | - | | | 1.5 | 2.6 | | 3.2 | 2.1 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0012 | | | 0.01 | 0.03 | | 0.042 | 0.091 | |
| SD% | - | | | 0.0005 | 0.0014 | | 0.0019 | 0.0019 | |
| RSD% | - | | | 4.8 | 4.5 | | 4.4 | 2.1 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | ＜0.0005 | | | 0.0056 | 0.0099 | | 0.0142 | 0.0682 | |
| SD% | - | | | 0.0001 | 0.0001 | | 0.0008 | 0.0014 | |
| RSD% | - | | | 1.8 | 1.4 | | 5.3 | 2.1 | |
| 有研资源环境技术研究院(北京)有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00031 | | | 0.00775 | 0.03037 | | 0.04256 | 0.04211 | |
| SD% | 0.00003 | | | 0.0001 | 0.00028 | | 0.00106 | 0.0003 | |
| RSD% | 10.47669 | | | 1.27864 | 0.93173 | | 2.49002 | 0.7229 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00002 | | | 0.00912 | 0.0241 | | 0.03723 | 0.05176 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.00017 | 0.00058 | | 0.0028 | 0.00465 | |
| RSD% | 48.77699 | | | 1.8817 | 2.4277 | | 7.52869 | 8.97655 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00146 | | | 0.00311 | 0.00777 | | 0.03866 | 0.02097 | |
| SD% | 0.00005 | | | 0.00009 | 0.00025 | | 0.00041 | 0.00024 | |
| RSD% | 0.03648 | | | 0.02804 | 0.03218 | | 0.01059 | 0.01157 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00581 | | | 0.01905 | 0.04295 | | 0.07505 | 0.16576 | |
| SD% | 0.00049 | | | 0.00181 | 0.00117 | | 0.0009 | 0.00144 | |
| RSD% | 0.08378 | | | 0.09492 | 0.02715 | | 0.01197 | 0.0087 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00012 | | | 0.01676 | 0.04085 | | 0.06817 | 0.15779 | |
| SD% | 0.00004 | | | 0.00019 | 0.0004 | | 0.00032 | 0.0007 | |
| RSD% | 0.34057 | | | 0.01132 | 0.0099 | | 0.0047 | 0.00444 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00035 | | | 0.00434 | 0.00879 | | 0.05363 | 0.0292 | |
| SD% | 0.00007 | | | 0.00007 | 0.00006 | | 0.00082 | 0.00105 | |
| RSD% | 0.18813 | | | 0.01682 | 0.00712 | | 0.01531 | 0.03592 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00015 | | | 0.00907 | 0.03046 | | 0.04387 | 0.08796 | |
| SD% | 0.00015 | | | 0.00015 | 0.0003 | | 0.00047 | 0.00094 | |
| RSD% | 0.99461 | | | 0.01703 | 0.00977 | | 0.01066 | 0.01069 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00061 | | | 0.00966 | 0.03073 | | 0.04188 | 0.10163 | |
| SD% | 0.00092 | | | 0.00014 | 0.00054 | | 0.00036 | 0.00101 | |
| RSD% | 1.51519 | | | 0.01453 | 0.01771 | | 0.00869 | 0.00997 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00021 | | | 0.00548 | 0.00974 | | 0.01378 | 0.07639 | |
| SD% | 0.00013 | | | 0.00024 | 0.00021 | | 0.00014 | 0.0006 | |
| RSD% | 0.64669 | | | 0.04372 | 0.02205 | | 0.0105 | 0.00782 | |
| 株洲科能新材料股份有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00025 | | | 0.0066 | 0.025 | | 0.06 | 0.035 | |
| SD% | 0.039 | | | 0.447 | 0.554 | | 0.439 | 0.592 | |
| RSD% | 1.53 | | | 0.68 | 0.22 | | 0.12 | 0.17 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000005 | | | 0.0075 | 0.023 | | 0.31 | 0.043 | |
| SD% | 0.008 | | | 0.467 | 0.498 | | 0.542 | 0.585 | |
| RSD% | 16.41 | | | 0.62 | 0.22 | | 0.18 | 0.14 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0012 | | | 0.0028 | 0.0069 | | 0.035 | 0.019 | |
| SD% | 0.178 | | | 0.343 | 0.514 | | 0.545 | 0.566 | |
| RSD% | 1.44 | | | 1.21 | 0.75 | | 0.15 | 0.3 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0022 | | | 0.012 | 0.03 | | 0.056 | 0.128 | |
| SD% | 0.245 | | | 0.342 | 0.667 | | 0.579 | 0.999 | |
| RSD% | 1.14 | | | 0.29 | 0.23 | | 0.1 | 0.08 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00014 | | | 0.014 | 0.033 | | 0.055 | 0.128 | |
| SD% | 0.046 | | | 0.429 | 0.656 | | 0.479 | 0.695 | |
| RSD% | 3.19 | | | 0.31 | 0.2 | | 0.09 | 0.05 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000035 | | | 0.0036 | 0.007 | | 0.043 | 0.024 | |
| SD% | 0.06 | | | 0.297 | 0.502 | | 0.711 | 0.477 | |
| RSD% | 1.7 | | | 0.82 | 0.7 | | 0.16 | 0.2 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000003 | | | 0.0079 | 0.024 | | 0.035 | 0.072 | |
| SD% | 0.009 | | | 0.318 | 0.599 | | 0.719 | 0.628 | |
| RSD% | 29.12 | | | 0.4 | 0.25 | | 0.2 | 0.09 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000066 | | | 0.0082 | 0.026 | | 0.035 | 0.081 | |
| SD% | 0.018 | | | 0.349 | 0.423 | | 0.487 | 0.546 | |
| RSD% | 2.76 | | | 0.43 | 0.16 | | 0.14 | 0.07 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00023 | | | 0.0058 | 0.0086 | | 0.015 | 0.074 | |
| SD% | 0.142 | | | 0.374 | 0.543 | | 0.361 | 0.918 | |
| RSD% | 6.02 | | | 0.65 | 0.63 | | 0.25 | 0.12 | |
| 云南华联锌铟股份有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000286 | | | 0.00709 | 0.0273 | | 0.0384 | 0.037 | |
| SD% | 0.000005 | | | 0.00013 | 0.0004 | | 0.00033 | 0.00024 | |
| RSD% | 1.6453 | | | 1.8778 | 1.4698 | | 0.865 | 0.6485 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00001 | | | 0.00743 | 0.0231 | | 0.0308 | 0.0417 | |
| SD% | 0.000006 | | | 0.00004 | 0.0002 | | 0.00033 | 0.00042 | |
| RSD% | 47.2692 | | | 0.5597 | 0.8513 | | 1.0744 | 1.007 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00118 | | | 0.00265 | 0.00662 | | 0.0339 | 0.0177 | |
| SD% | 0.00003 | | | 0.00003 | 0.000007 | | 0.00045 | 0.00041 | |
| RSD% | 2.1345 | | | 1.1496 | 0.9915 | | 1.33 | 2.3009 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.0024 | | | 0.0123 | 0.0315 | | 0.0596 | 0.133 | |
| SD% | 0.00014 | | | 0.00028 | 0.00051 | | 0.00068 | 0.00196 | |
| RSD% | 5.7672 | | | 2.2855 | 1.6086 | | 1.14261 | 1.4721 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00006 | | | 0.0142 | 0.0336 | | 0.0546 | 0.128 | |
| SD% | 0.000008 | | | 0.00024 | 0.00027 | | 0.00057 | 0.00304 | |
| RSD% | 14.0666 | | | 1.7019 | 0.7961 | | 1.0374 | 2.3834 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000279 | | | 0.00359 | 0.00705 | | 0.0429 | 0.0229 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0.00006 | 0.00013 | | 0.00055 | 0.00067 | |
| RSD% | 6.2633 | | | 1.7837 | 1.8914 | | 1.2839 | 2.9194 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00005 | | | 0.00795 | 0.0262 | | 0.0376 | 0.0733 | |
| SD% | 0.000009 | | | 0.00014 | 0.00032 | | 0.00045 | 0.00062 | |
| RSD% | 17.15496 | | | 1.8086 | 1.2177 | | 1.2019 | 0.8481 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.000257 | | | 0.00854 | 0.0263 | | 0.0361 | 0.0846 | |
| SD% | 0.000005 | | | 0.00005 | 0.00023 | | 0.00035 | 0.00055 | |
| RSD% | 1.7657 | | | 0.5604 | 0.8634 | | 0.9814 | 0.6512 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00005 | | | 0.00488 | 0.00866 | | 0.0126 | 0.0664 | |
| SD% | 0.000009 | | | 0.00003 | 0.00005 | | 0.00023 | 0.00055 | |
| RSD% | 17.155 | | | 0.6979 | 0.6272 | | 1.792 | 0.831 | |
| 北矿检测技术有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0067 | 0.0258 | | 0.0371 | 0.0348 | |
| SD% | 0 | | | 0.00012 | 0.00085 | | 0.00056 | 0.00094 | |
| RSD% | 0 | | | 1.763 | 3.286 | | 1.507 | 2.711 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0074 | 0.0237 | | 0.0317 | 0.0431 | |
| SD% | 0 | | | 0.00038 | 0.0005 | | 0.0004 | 0.00053 | |
| RSD% | 0 | | | 5.103 | 2.115 | | 1.256 | 1.225 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0035 | 0.0073 | | 0.0333 | 0.0185 | |
| SD% | 0 | | | 0.00028 | 0.00038 | | 0.00068 | 0.00078 | |
| RSD% | 0 | | | 8.143 | 5.26 | | 2.053 | 4.214 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0141 | 0.034 | | 0.0618 | 0.134 | |
| SD% | 0 | | | 0.00067 | 0.00091 | | 0.00118 | 0.00419 | |
| RSD% | 0 | | | 4.759 | 2.691 | | 1.902 | 3.133 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0136 | 0.0338 | | 0.0563 | 0.125 | |
| SD% | 0 | | | 0.00054 | 0.00035 | | 0.00064 | 0.00423 | |
| RSD% | 0 | | | 4.011 | 1.046 | | 1.137 | 3.382 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0036 | 0.0073 | | 0.045 | 0.0238 | |
| SD% | 0 | | | 0.00022 | 0.00038 | | 0.00063 | 0.00071 | |
| RSD% | 0 | | | 6.14 | 5.234 | | 1.41 | 2.992 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0054 | 0.0229 | | 0.0321 | 0.079 | |
| SD% | 0 | | | 0.00026 | 0.00076 | | 0.00082 | 0.00101 | |
| RSD% | 0 | | | 4.873 | 3.337 | | 2.538 | 1.277 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0074 | 0.0249 | | 0.0353 | 0.0706 | |
| SD% | 0 | | | 0.00066 | 0.0009 | | 0.00104 | 0.00146 | |
| RSD% | 0 | | | 8.954 | 3.64 | | 2.957 | 2.067 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | <0.005 | | | 0.0048 | 0.0082 | | 0.0122 | 0.0643 | |
| SD% | 0 | | | 0.00042 | 0.00044 | | 0.00053 | 0.00078 | |
| RSD% | 0 | | | 8.737 | 5.357 | | 4.379 | 1.215 | |
| 贵研铂业股份有限公司 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | 1# | | | 2# | 3# | | 4# | 5# | |
| 元素 | Cd | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00028 | | | 0.0058 | 0.02062 | | 0.02922 | 0.03125 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0.00018 | 0.00065 | | 0.00061 | 0.00049 | |
| RSD% | 0.0721 | | | 0.0313 | 0.0315 | | 0.0207 | 0.0157 | |
| 元素 | Co | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00002 | | | 0.00703 | 0.02203 | | 0.02896 | 0.04546 | |
| SD% | 0 | | | 0.00021 | 0.00068 | | 0.0006 | 0.00071 | |
| RSD% | 0.118 | | | 0.0293 | 0.0308 | | 0.0207 | 0.0157 | |
| 元素 | Cu | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00102 | | | 0.00283 | 0.00528 | | 0.02789 | 0.01605 | |
| SD% | 0.00006 | | | 0.00007 | 0.00032 | | 0.00076 | 0.00038 | |
| RSD% | 0.0607 | | | 0.0263 | 0.0602 | | 0.0271 | 0.0237 | |
| 元素 | Fe | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00187 | | | 0.0119 | 0.03077 | | 0.05674 | 0.1385 | |
| SD% | 0.00013 | | | 0.00038 | 0.00093 | | 0.00137 | 0.00201 | |
| RSD% | 0.0683 | | | 0.0316 | 0.0303 | | 0.0242 | 0.0145 | |
| 元素 | Mn | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00004 | | | 0.01337 | 0.03229 | | 0.05332 | 0.13371 | |
| SD% | 0.00001 | | | 0.00038 | 0.00107 | | 0.00121 | 0.00193 | |
| RSD% | 0.1423 | | | 0.0283 | 0.033 | | 0.0228 | 0.0145 | |
| 元素 | Ni | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00011 | | | 0.00356 | 0.00632 | | 0.03618 | 0.02332 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0.00021 | 0.00016 | | 0.00073 | 0.00041 | |
| RSD% | 0.1467 | | | 0.0597 | 0.0258 | | 0.0201 | 1.77 | |
| 元素 | Sb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00032 | | | 0.00721 | 0.02148 | | 0.03057 | 0.06842 | |
| SD% | 0.00007 | | | 0.00027 | 0.00086 | | 0.00076 | 0.00134 | |
| RSD% | 0.2158 | | | 0.038 | 0.04 | | 0.025 | 0.0195 | |
| 元素 | Pb | | | | | | | | |
| 平均值% | 0.00028 | | | 0.0081 | 0.02429 | | 0.03372 | 0.08229 | |
| SD% | 0.00007 | | | 0.00028 | 0.00095 | | 0.00074 | 0.00131 | |
| RSD% | 0.2373 | | | 0.0348 | 0.0392 | | 0.0219 | 0.0159 | |
| 元素 | Tl | | | | | | | | |
| 平均值% | -0.00001 | | | 0.00354 | 0.0062 | | 0.00889 | 0.05322 | |
| SD% | 0.00002 | | | 0.0001 | 0.0002 | | 0.00017 | 0.00104 | |
| RSD% | -2.4618 | | | 0.0281 | 0.032 | | 0.0186 | 0.0195 | |
| 广西壮族自治区分析测试研究中心 | | | | | | | | | |
| 样品编号 | | 1# | 2# | | | 3# | 4# | | 5# |
| 元素 | | Cd | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.00022 | 0.00631 | | | 0.0242 | 0.035 | | 0.0338 |
| SD% | | 0.00007 | 0.00013 | | | 0.00061 | 0.00071 | | 0.00068 |
| RSD% | | 2.918 | 2.0046 | | | 2.527 | 2.025 | | 2.018 |
| 元素 | | Co | | | | | | | |
| 平均值% | | 0 | 0.00727 | | | 0.0224 | 0.0325 | | 0.0447 |
| SD% | | 0 | 0.00014 | | | 0.00053 | 0.0006 | | 0.0009 |
| RSD% | | 0 | 1.95 | | | 2.342 | 1.844 | | 2.019 |
| 元素 | | Cu | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.00105 | 0.00249 | | | 0.0062 | 0.0316 | | 0.0158 |
| SD% | | 0.00004 | 0.00004 | | | 0.00014 | 0.0008 | | 0.0037 |
| RSD% | | 3.915 | 1.747 | | | 2.325 | 2.451 | | 2.337 |
| 元素 | | Fe | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.0028 | 0.013 | | | 0.0333 | 0.0601 | | 0.135 |
| SD% | | 0.00018 | 0.00029 | | | 0.0007 | 0.0019 | | 0.0022 |
| RSD% | | 6.57 | 2.28 | | | 2.16 | 3.12 | | 1.64 |
| 元素 | | Mn | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.00005 | 0.01334 | | | 0.03491 | 0.0578 | | 0.132 |
| SD% | | 0.00001 | 0.00029 | | | 0.00092 | 0.0013 | | 0.0027 |
| RSD% | | 14.34 | 2.17 | | | 2.639 | 2.269 | | 2.1 |
| 元素 | | Ni | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.00025 | 0.00355 | | | 0.00722 | 0.04373 | | 0.02312 |
| SD% | | 0.00005 | 0.0001 | | | 0.00014 | 0.00091 | | 0.00068 |
| RSD% | | 21.28 | 1.983 | | | 2.03 | 2.089 | | 2.922 |
| 元素 | | Pb | | | | | | | |
| 平均值% | | 0.0003 | 0.00827 | | | 0.02489 | 0.0338 | | 0.0804 |
| SD% | | 0.00006 | 0.00019 | | | 0.00059 | 0.00073 | | 0.0015 |
| RSD% | | 21.76 | 5.27 | | | 2.379 | 2.514 | | 1.896 |
| 元素 | | Sb | | | | | | | |
| 平均值% | | 0 | 0.00737 | | | 0.02283 | 0.0341 | | 0.07239 |
| SD% | | 0 | 0.00022 | | | 0.00059 | 0.0006 | | 0.0016 |
| RSD% | | 0 | 3.06 | | | 2.48 | 1.783 | | 3.06 |
| 元素 | | Tl | | | | | | | |
| 平均值% | | 0 | 0.00445 | | | 0.00802 | 0.0109 | | 0.023 |
| SD% | | 0 | 0.00015 | | | 0.00023 | 0.00025 | | 0.0016 |
| RSD% | | 0 | 3.49 | | | 2.83 | 2.31 | | 2.52 |

说明：带“＜”的为离群值，不参与后续计算，带“-”的为歧离值，可参与后续计算。