

回收钢原料化学分析方法  
第3部分：杂质元素含量的测定  
电感耦合等离子体原子发射光谱法

编 制 说 明  
(送审稿)

标准起草小组

2024年07月

## 1. 工作简况

### 1.1 任务来源

根据“工信厅科函【2022】31号”文件，工信部下达了《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》建标计划，项目由广西德邦科技有限公司牵头起草，与广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广西晶联光电材料有限责任公司、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、桂林矿产地质研究院、来宾华锡冶炼有限公司、桂林理工大学、昆明冶金研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司共同完成。项目计划编号为2022-2013T-YS，项目完成时间2024年12月。

### 1.2 立项目的和意义

《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》是配套GB/T 26727-2022《回收铟原料》国家标准而起草的化学分析方法标准。

铟是一种非常重要的战略性稀贵金属，应用领域涉很广，因其光渗透性和导电性强，主要用于生产ITO靶材（用于生产液晶显示器和平板屏幕），这一用途是铟锭的主要消费领域，占全球铟消费量的70%，随着数字化互联互通社会的建设，显示领域的应用将越来越广，也许在不久的将来，每个家庭都会成为处处存在或需要显示屏的家庭。铟其他主要消费领域分别是：电子半导体领域，占全球消费量的12%；焊料和合金领域占12%；科学研究领域占6%。另，因为其较软的性质在某些需填充金属的行业上也用于压缝。因为其熔点低，铟也是非常重要的高端低熔点合金的主要成分。

铟元素在地壳中的分布量比较小，又很分散，全球尚未发现铟的单独矿床，而全球铟伴生的矿产资源主要集中在中国，中国是原生铟生产大国。铟按生产方式可分为原生铟和再生铟，原生铟占60%左右、再生铟占40%左右；原生铟的生产主要来自中国、韩国、加拿大和日本；再生铟主要在中国、日本、韩国等地，中国是世界上最大的原生铟和再生铟的生产国。

全球原生铟产量主要来自铅锌冶炼厂的副产物，其余主要依靠二次资源的利用和再利用。随着我国科技进步，我国已从精铟的全球主要国家供应商逐步向高纯铟、ITO靶材、含铟半导体材料等高技术含量、高附加值的产品供应商转变，充足的铟资源的供应是我国实现全球主要铟产品供应商的基本保证，国家甚至需要在某些方面扶持铟产业的发展，实现我国在战略性稀散金属材料的行业地位。所以支持和发展中国的再生铟的生产能力，可以促进中国在铟资源上占据全球行业龙头地位。

现有的铟基物料多元素化学分析方法有：YS/T 981.2-2014《高纯铟化学分析方法 镁、铝、铁、镍、铜、锌、银、镉、锡、铅的测定 电感耦合等离子体质谱法》、YS/T 276.11-2011《铟化学分析方法 第11部分 砷、铝、铅、铁、铜、镉、锡、铊、锌、铋量的测定电感耦合等离子体质谱法》，GB/T 23364.4-2009《高纯氧化铟化学分析方法 第4部分 铝、铁、铜、锌、镉、铅和铊量的测定 电感耦合等离子体质谱法》，GB/T 23362.4-2009《高纯氢氧化铟化学分析方法 第4部分 铝、铁、铜、锌、镉、铅和铊量的测定 电感

耦合等离子体质谱法》，但这四个方法仅仅适用于纯铟或高纯铟的测定，所用分析方法都是痕量成分检测的电感耦合等离子体质谱法。而实际贸易实践中极少此类的铟二次资源原料，实际工作中，尚缺少回收铟原料全分析的化学分析方法，不利于回收铟原料的贸易、仲裁、检验，特别是国际贸易。

回收铟原料的贸易中主要的种类有纯铟料、ITO 靶材、粗氢氧化铟、铟合金、铟盐、含铟半导体料等物料，不能用现有行业标准或国家标准进行多元素分析，至今尚无多元素全分析方法，因而现今的回收铟原料多分析一直都是一个较大问题。以回收铟原料处理量最大的国内某公司为例，该公司每年的回收铟原料贸易批次在国内也是最多的，其中有一半的贸易批次需要仲裁，涉及金属铟量上百吨，价值高达 2 亿，国内一般都不接受仲裁，仲裁经常被送到国外仲裁，而国外实验室仲裁方法也仅为实验室的内部方法，也存在准确度的问题。针对以上回收铟原料中多元素全分析的测定现状，需要制定一个能够覆盖主要的回收铟原料中常见多元素全分析的测定方法。

综上所述，我国作为回收铟原料生产和消费最大的国家，却缺少了必要的回收铟原料化学分析方法的相关标准，不利于铟二次资源的再生和利用。为此，研究、起草制定铟二次资源中银、砷、铋、镉、钴、铜、铁、镓、铅、硒、锡、锌含量测定的化学分析方法行业标准势在必行，意义重大。

### 1.3 主要承担单位和工作成员所作的工作

#### 1.3.1 主要承担单位情况

##### 1. 广西德邦科技有限公司

广西德邦科技有限公司是专业从事铟金属生产及其系列深加工 产品开发的科技型中小企业，公司是中国有色金属工业协会稀散金属分会副会长、中国五矿化工商会铟业分会副理事长单位、广西铟工业协会常务副会长单位，公司具有年产 120 吨精铟的生产能力，同时，还生产氧化铟和铟珠等铟的深加工产品。公司通过了 ISO9001:2015 质量管理体系认证及 ISO14001:2015 环境管理体系认证，依靠先进的生产工艺和高质量的产品进入铟消费 市场的高端领域，所生产的产品均在 99.995% 以上，品质达到国际领先水平，被国外用户列为免检产品。2013 年公司生产的 DEBANG 牌 铟锭被列为广西名牌产品。在公司成长过程中，始终坚持以人为本、科技为先导的发展方略；在不断完善公司人才队伍建设、加强研发组织机构、配置和加大资金投入的同时，积极依托和充分利用社会科技资源与科研力量，建立了支技术过硬、经验丰富、工作严谨的专业研 发队伍，与行业内重点院校、科研院所都建立了协同攻关的紧密合作关系，形成公司自主研发创新体系，于 2014 年被评为自治区级技术中心。公司非常重视技术创新工作及产品质量控制，近几年来自主研发 20 多项专利，具备电感耦合等离子体发质谱仪、光谱仪等大型仪器设备确保了产品质量的稳定性。公司成功改进创新 ITO 废靶再生高纯铟的生产技术，《再生高纯铟提纯的技术》项目获得中国有色金属工业科学技术奖三等奖，《5N 高纯铟技术改进 及其产业化》项目获得柳州市科学技术进步奖二等奖。公司具备本项目研究工作的软、硬件条件。

##### 2. 广西壮族自治区冶金产品质量检验站

广西壮族自治区冶金产品质量检验站成立于 1981 年 8 月，位于南宁市长堽路 40 号。广西壮族自治区冶金产品质量检验站为事业单位，隶属于广西壮族自治区工业和信息化厅，是依法授权的省级冶金（含

有色金属)行业产品质量监督检验技术机构,也是向社会出具公正、具有证明作用检验数据的第三方检验机构。目前,广西壮族自治区冶金产品质量检验站有检验人员 36 名,其中教授级高级工程师 2 名,高级工程师 13 名,工程师 13 名。设有黑色产品检验室、有色产品检验室、贵金属检验室、快速分析检验室、大型仪器检验室、物理性能检验室六个检验部门,试验工作场所 2412 平方米。大型仪器主要有:全谱直读电感耦合等离子体发射光谱仪、电感耦合等离子体质谱仪、电子探针显微分析仪、原位分析仪、X 射线荧光光谱仪、X 射线衍射仪、氧氮氢分析仪、碳硫分析仪、原子吸收光谱仪、万能材料试验机、金相显微镜、全自动数显多功能硬度计、NI300C 仪器化摆锤冲击试验机等。广西壮族自治区冶金产品质量检验站仪器设备齐全,技术力量较强。近年来,曾主持或参与起草锰矿石、锡矿石、高纯氧化铟、高纯氢氧化铟、回收铟原料、铅锑精矿、铜废料等几十项国家(或行业)标准,曾荣获广西科技进步二等奖 1 项,广西科技进步三等奖 1 项、湖北省科技进步二等奖 1 项、中国有色金属工业科技进步一、二、三等奖各 1 项,南宁市科技进步三等奖一项,柳州市科技进步二等奖一项,完全能胜任本项目研究工作。

### 3. 广西晶联光电材料有限责任公司

广西晶联光电材料有限责任公司成立于 2007 年 9 月,晶联光电公司目前是高新技术企业、国家专精特新小巨人企业、自治区创新示范企业、自治区企业技术中心等,“TFT 显示面板用高性能 ITO 靶材制备关键技术及国产化”项目荣获 2020 年广西科技进步一等奖,2020 中国新型显示产业链特殊贡献奖,同时起草行业标准 4 项,获发明专利 7 项,广西优秀新产品 1 个。2015 年开始,晶联光电公司产品率先在国内获得京方东、华星光电、天马微电子等国内主流面板企业 20 多条面板产线的测试认证和批量化应用,打破国外垄断,获得市场和同行的高度认可,公司已发展成 ITO 靶材国产化的龙头企业,2021 年公司 ITO 平面靶材产销量国内排名第一。公司长期从事回收铟原料的生产、贸易,具备全谱直读电感耦合等离子体发射光谱仪等大型分析仪器,完全能胜任本项目研究工作。

### 4. 广东先导稀材股份有限公司

广东先导稀材股份有限公司成立于 2003 年 5 月,坐落在山清水秀的清远市清新区禾云镇工业区,紧邻清连高速,距广州市区仅 90 分钟车程,地理位置环境优越,交通便利。是一家集硒、碲、铋、镓、铟、锗等稀有金属及其化合物的研发、生产、销售为一体的大型高新技术企业,产品广泛应用于玻璃、陶瓷、电解锰、饲料、电子、通讯、光电半导体材料、热成像、探测器及太阳能光伏材料等行业。稀散金属硒、碲、铟、镓、锗等以金属量计占全球 35% 以上的市场份额。广东先导稀材股份有限公司是国家高新技术企业,是国家工程技术中心的所在单位,公司有多项产品如硒化锌红外激光材料和镜片、半导体砷化镓、ITO 靶材、碲锌镉靶材、碲锌镉晶体窗口材料等均是填补了国家战略新型材料空白的产品。

公司注册资金约 1000 万美元,占地面积 1000 余亩,建筑面积 50000 余平方米,大型生产设备 500 余台,员工 3000 余人,其中专业技术人员 600 多名,配有等离子体发射光谱仪、等离子质谱仪、辉光放电质谱仪、电子扫描电镜、原子吸收光谱仪、测氧仪、粒度仪、差热仪、X 衍射仪、X 荧光仪、红外光谱仪、高效气相质谱仪、液相质谱仪、离子色谱仪等先进的检测仪器,可进行多种化学元素的分析检测,公司的产品检测能力在国内外处于领先水平。公司先后通过了 ISO9001 质量管理体系认证,欧盟饲料添加剂 FAMI-QS 认证,并建立了 ISO14001 环境管理体系, OHSAS 18001 职业健康管理体系, GMP 良好操作规范

和 ISO22000 食品安全管理体系。

### 1.3.2 主要工作成员及其所负责的工作情况

黄肇敏，标准起草小组组长，男，中共党员、三级正高级工程师，全国有色金属标准化技术委员会委员。1989 年毕业于中南大学，主持或主要参与完成广西科研项目十多项，其中主持完成广西重点项目来宾汇元锰业“3 万 t/a 电解金属锰、2 万 t/a 电解二氧化锰”工业试验，国家计委、广西重点工业试验项目“广西贵港三水铝综合利用工业试验研究”、“5N 高纯氧化钪的研制及其分析方法研究”等；获省级科技进步二等奖 2 项、三等奖 1 项，市厅级科技进步二等奖 1 项、三等奖 1 项，中国有色金属工业科学技术奖一等奖 1 项、二等奖 3 项、三等奖 1 项。主持或参与起草国家标准、行业标准 50 多项、国际标准 4 项。

朱赞芳，男，1992 年毕业于中南工业大学化学系；现任广东先导稀材股份有限公司实验室主任，高级工程师，担任全国有色金属标准化技术委员会重金属分会专家委员会委员；主导制定国家及行业标准 9 项，参与起草国家和行业标准 30 项。

梁义，男，高级工程师，广西德邦科技有限公司技术带头人，长期从事回收铟原料的检测、研发、应用等工作，具有多项回收铟原料专利技术，成功改进创新 ITO 废靶再生高纯铟的生产技术，《再生高纯铟提纯的技术》项目获得中国有色金属工业科学技术奖三等奖。

黄誓成，硕士研究生学历，高级工程师，现任广西晶联光电材料有限责任公司总经理，中南大学材料学在读博士。曾荣获柳州市第十三批拔尖人才，柳州市劳动模范，柳州市第四批工业企业享受政府特殊津贴专家，隆华科技集团管理带头人等荣誉称号。获得发明专利 7 项，参与制定行业标准 6 项，广西科技进步奖一等奖 1 项，发明创业协会成果奖一等奖 1 项。专注 ITO 靶材开发及应用 13 年，带领技术团队率先打破技术垄断，实现 ITO 靶材国产化，实现 ITO 靶材从 2.5 代线到 10.5 代线面板产线线批量供应，企业成为国产化领跑者，同时，长期从事铟二次资源的再生利用工作。

韦莉，女，教授级高级工程师。广西壮族自治区冶金产品质量检验站大型仪器分析室副主任。1993 年毕业于中国地质大学应用化学专业，一直从事电感耦合等离子体发射光谱仪、电感耦合等离子体质谱仪的应用研究工作。主持的电感耦合等离子体发射光谱仪机组连续四次获得广西大型仪器合作共用网“先进机组”称号。作为技术负责人，参加了“高纯氧化铟化学分析方法”、“高纯氢氧化铟化学分析方法”国家标准的研究起草工作，中华人民共和国稀土行业标准 XB/T619-2015 “离子型稀土原矿化学分析方法”。获省部级科技进步一等奖 1 项、获省部级科技进步二等奖 2 项。

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表1 本标准主要起草人及工作职责

编号	单位	人员	分工
1	广西德邦科技有限公司	梁义、杨永革	负责调研、负责全过程的标准编制、标准起草、协调工作
2	广西壮族自治区冶金产品质量检验站	黄肇敏、韦莉	负责调研、负责全过程的标准编制、标准起草、

	检验站	吴滋舜、莫葵芬、李凤、聂小明	协调工作
3	广西晶联光电材料有限责任公司	黄誓成	参与标准起草、资料收集、提供比对样品、提供相关的验证数据
4	广东先导稀材股份有限公司	朱赞芳	参与标准起草、资料收集、提供比对样品、提供相关的验证数据
5	深圳市中金岭南有色金属股份有限公司	左鸿毅	参与标准起草、提供相关的验证数据
6	桂林矿产地质研究院	施意华	参与标准起草、提供相关的验证数据
7	来宾华锡冶炼有限公司	黄旭	参与标准起草、提供相关的验证数据
8	林理工大学	黄基宁	参与标准起草、提供相关的验证数据
9	昆明冶金研究院有限公司	李超	参与标准起草、提供相关的验证数据
10	国标(北京)检验认证有限公司	李娜	参与标准起草、提供相关的验证数据
11	国合通用(青岛)测试评价有限公司	刘凯	参与标准起草、提供相关的验证数据

## 1.4、主要工作过程

### 1.4.1 立项

在 2021 年全国有色金属标准化技术委员会年会上，由广西德邦科技有限公司、广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广东先导稀材股份有限公司、广西晶联光电材料有限责任公司等单位联合提出了《回收铟原料化学分析方法 第 3 部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》项目建议书，并通过了全国有色金属标准化技术委员会组织的专家论证。会后广西德邦科技有限公司、广西壮族自治区冶金产品质量检验站完善相关申报文件。

2022 年，工信部“工信厅科函【2022】31 号”文件，下达了《回收铟原料化学分析方法 第 3 部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》建标计划，项目由广西德邦科技有限公司牵头起草，项目计划编号为 2022-2013T-YS。

随后，成立了由广西德邦科技有限公司、广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广西晶联光电材料有限责任公司、广东先导稀材股份有限公司等单位技术骨干组成的 2022-2013T-YS 标准起草小组，黄肇敏任组长，负责项目统筹与联络工作。

### 1.4.2 任务落实

2023 年 4 月 24 日至 27 日，全国有色金属标准化技术委员会在湖北省武汉市召开的工作会上进行了《回收铟原料化学分析方法 第 3 部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》的任务落实，该标准由广西德邦科技有限公司牵头，广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广西晶联光电材料有限责任公司、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、桂林矿产地质研究院、来宾华锡冶炼有限公司、桂林理工大学、昆明冶金研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、国合通

用（青岛）测试评价有限公司共同完成。

标准起草牵头起草单位：

广西德邦科技有限公司。

第一验证单位：

广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广西晶联光电材料有限责任公司、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、桂林矿产地质研究院。

第二验证单位：

来宾华锡冶炼有限公司、桂林理工大学、昆明冶金研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司。

试验样品提供单位：

广东先导稀材股份有限公司、广西德邦科技有限公司、广西晶联光电材料有限责任公司。

项目进度计划：

2023.11 讨论稿、2024.3 预审稿、2024.6 审定稿，2024.12 前完成报批稿。

#### 1.4.3 标准起草

2023年5月，标准起草小组交流讨论标准起草工作，制定了该标准的研究内容、技术路线、具体任务分工和进度安排。

在拟制定分析方法开展了多方调研、资料收集后进行试验工作，研究了标准的称样量试验、样品分解条件、共存元素干扰等试验；形成了标准文本、试验报告和编制说明的讨论稿。

#### 1.4.4 征求意见阶段

##### 1) 讨论会

2023年11月1日至4日，全有色金属标准化技术委员会在云南省昆明市召开了稀有金属分标委工作会议，参会代表对《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》进行了讨论，并提出了主要修改意见：补充完善编制说明中样品代表性等相关内容、杂质元素锡的测定上限<sup>5%</sup>未涵盖占回收铟原料70%以上的ITO靶废料、标准文本编写规范等。

2024年2月，标准起草小组完成了预审稿的征求意见。

2024年3月，标准起草小组根据专家提出的修改意见，进行补充试验，进一步完善了标准草案，形成《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》预审稿，并于2024年3月11日在“有色金属标准信息网（[www.cnsmq.com](http://www.cnsmq.com)）”挂网征求意见。

##### 2) 预审会

2024年3月18日至20日，全有色金属标准化技术委员会在浙江省温州市召开了稀有金属分标委工作会议，参会代表对《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发

射光谱法》进行了讨论与预审，并提出了主要修改意见：进一步完善编制说明、补充试验碱熔引起的钠元素干扰测定情况、标准文本编写应进一步规范等。

2024年4~7月，标准起草小组根据专家提出的修改意见，进行补充试验，进一步完善了标准草案，形成《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》送审稿，并于2024年7月11日在“有色金属标准信息网（www.cnsmq.com）”挂网征求意见。

### 3) 审定会

全有色金属标准化技术委员会将于2024年7月24日~27日在山西省大同市召开《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》审定会。

#### 1.4.5 审查阶段

1) 技术专家审查

2) 委员审查阶段：

#### 1.4.6 报批阶段

标准起草小组将按照审查意见对标准文本进一步完善后，于2024年\*\*月最终形成《报批稿》和《报批稿编制说明》，提交到有色标委会秘书处。

## 2. 标准编制原则

本标准起草过程中遵循以下原则：

### 2.1 规范性原则

本文件是根据GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》和GB/T20001.4-2015《标准编写规则第4部分：试验方法标准》的要求进行编写的；并按照GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度（正确度与精密度）第2部分：确定标准测量方法重复性与再现性的基本方法》进行数理统计分析。

### 2.2 先进性原则

本文件采用电感耦合等离子体原子发射光谱法测定回收铟原料杂质元素含量。电感耦合等离子体原子发射光谱法是目前最先进的多元素分析仪器之一，分析线性范围广、测定精密度高、准确度好。

本文件具有先进性。

### 2.3 适用性原则

本文件以满足我国回收铟原料实际检测需求为原则，宜于应用，能够全覆盖GB/T 26727-2022《回收铟原料》标准规定的所有类别回收铟原料中杂质元素的测定，对回收铟原料生产、应用企业的技术进步产生积极的促进作用，同时，也满足了检测机构对回收铟原料中杂质元素的检测要求。

### 2.4 合规性原则

充分考虑国家法律、安全、卫生、环保法规的要求，符合相关规定。

## 3 标准主要内容的确定依据

本文件《回收铟原料化学分析方法 第3部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体原子，发射光谱法》是配套 GB/T 26727-2022《回收铟原料》国家标准而起草的化学分析方法标准，分析物料覆盖纯铟料、ITO靶材料、含铟化工及熔铸料、铟合金料、含铟半导体料五类回收铟原料。

根据电感耦合等离子体原子发射光谱仪的分析特性，结合广东先导稀材股份有限公司、广西德邦科技有限公司、广西晶联光电材料有限责任公司等公司日常检测五类回收铟原料实际情况，本文件需要确定的主要内容为测定杂质元素及其范围、样品分解方式、称样量、基体干扰、测量方式等。

为开展试验研究，根据电感耦合等离子体原子发射光谱仪的分析特性，结合广东先导稀材股份有限公司、广西德邦科技有限公司、广西晶联光电材料有限责任公司等公司日常检测五类回收铟原料实际情况，我们以 ITO 靶材粉和 ITO 靶材前驱物氧化铟锡粉，按杂质元素化学成分检测要求，配制了六个代表性比对样品，杂质元素及其含量见表 2 所示，余量为氧化铟。

表 2 比对样品杂质含量（%）

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Ag	0.887	0.363	0.090	0.052	0.020	/
As	5.18	2.10	0.532	0.111	0.023	/
Bi	5.16	2.02	0.503	0.105	0.021	/
Cd	5.05	1.96	0.492	0.102	0.022	/
Co	4.98	1.96	0.485	0.099	0.019	/
Cu	4.79	2.02	0.511	0.104	0.021	/
Fe	5.02	2.08	0.535	0.111	0.026	/
Ga	5.03	2.03	0.498	0.105	0.020	/
Pb	5.09	2.01	0.499	0.102	0.020	/
Se	4.92	1.92	0.491	0.100	0.022	/
Sn	4.96	1.89	0.485	0.095	0.022	7.51
Zn	5.14	2.05	0.493	0.099	0.020	/

### 3.1 测定范围

回收铟原料主要有纯铟料、ITO 靶材料、含铟化工及熔铸料、铟合金料、含铟半导体料，其主要杂质元素其含量主要来自于纯铟锭、ITO 靶材、元器件焊料等。本文件主要根据我国回收铟原料相关的骨干企业广东先导稀材股份有限公司、广西德邦科技有限公司、广西晶联光电材料有限责任公司等单位的日常回收铟原料检测实际，参考国外回收铟原料贸易检测要求，重点关注回收铟原料中的有价元素、可能存在对环境不友好的杂质元素，确定回收铟原料需检测元素为银、砷、铋、镉、钴、镓、铜、铁、镓、铅、硒、锡、锌等有价元素，银元素测定范围：0.02 %~0.50 %、锡元素测定范围：0.02 %~8.00 %，砷、铋、镉、钴、铜、铁、镓、铅、硒、锌元素测定范围：0.02 %~5.00 %。

### 3.2 试料量

分别按不同称样量称取回收铟原料样品 2#（酸溶分解）、4#（碱熔分解）进行试验，结果见表 3。

表 3 试料量

样品	2#	4#
----	----	----

试料量 g	0.20	0.50	1.00	0.20	0.50	1.00
Ag %	0.364	0.334	0.340	0.054	0.053	0.051
As %	2.09	2.06	1.96	0.092	0.104	0.107
Bi %	2.04	2.02	2.03	0.106	0.107	0.101
Cd %	2.20	1.98	1.83	0.106	0.099	0.095
Co %	1.98	1.94	1.96	0.106	0.108	0.100
Cu %	2.00	2.02	2.00	0.103	0.093	0.101
Fe %	1.97	1.96	2.10	0.099	0.106	0.108
Ga %	1.95	1.97	1.97	0.105	0.105	0.103
Pb %	2.05	1.98	1.99	0.103	0.101	0.095
Se %	2.07	2.06	1.98	0.105	0.107	0.103
Sn %	2.04	1.98	1.90	0.103	0.103	0.099
Zn %	2.06	2.03	1.84	0.104	0.102	0.104

表3可见，试料量在0.20 g~1.00 g，对检测无明显影响，试验取试料量为0.50 g。

### 3.3 试料分解

根据GB/T 26727-2022《回收铟原料》国家标准标准，回收铟原料有纯铟料、ITO靶材料、含铟化工及熔铸料、铟合金料、含铟半导体料五类。一般地，纯铟料、ITO靶材料、含铟熔铸料、铟合金料、铟半导体料都易溶于强酸，只有少部分含铟化工料（如ITO靶材掺锡前驱物氧化铟粉）等不溶于酸，但也易于碱熔分解。鉴于回收铟原料中ITO靶材料占70%以上，大部分回收铟原料都可以酸溶分解，试验中，我们采用王水直接酸溶，少部分酸溶不完全或酸不溶的样品，采用碱熔分解。

#### 3.3.1 酸溶分解酸度的选择

对于酸溶样品，考虑到回收铟原料的复杂性，试验选择酸性最强的王水来分解样品。

称取4#、5#样品(0.50 g)各4份于200 mL烧杯中，分别加入20 mL、40 mL、60 mL、80 mL的王水，盖上表面皿，加热溶解样品1h，取下，加入水稀释至100 mL左右。试验发现，加入40 mL以上的王水的，样品溶解完全，溶液清亮。

因此，试验选择40 mL王水溶解0.50 g试料。

#### 3.3.2 碱熔分解条件的选择

对于酸不溶样品，我们以最常见的ITO靶材前驱物掺锡氧化铟粉(FIn90Sn10)来进行试验。

##### 3.3.2.1 熔融温度选择

将0.50 g试料置于镍坩埚中，加入2.0 g氢氧化钠，升温至不同温度并保温15 min，取出稍冷，放入有50 mL水的200 mL烧杯中，加热浸出，洗净坩埚，加入30 mL盐酸，置于电热板上加热至熔块全部溶解，取下冷至室温。移入200 mL容量瓶，用水稀释至刻度，待测。

表4 熔解温度选择

样品	熔融温度 ℃	现象
FIn90Sn10	650	样品熔解不完全

FIn90Sn10	700	样品熔解完全，溶液清亮
FIn90Sn10	750	样品熔解完全，溶液清亮。测定溶液中镍含量稍高。

因此，试验选择700℃为熔融温度。

### 3.3.2.2 氢氧化钠用量选择

将0.50 g试料置于镍坩埚中，加入不同量氢氧化钠，升温700 ℃并保温15 min，取下冷却至室温，移入300 mL聚四氟乙烯烧杯，热水浸出熔块，洗净坩埚，加入30 mL盐酸，观察溶解情况，结果见表5。

表5 氢氧化钠用量选择

样品	氢氧化钠 g	现象
FIn90Sn10	0.5	样品熔解不完全。
FIn90Sn10	1.0	样品熔解，氢氧化钠量少不足以铺垫覆盖样品。
FIn90Sn10	2.0	样品熔解，样品铺垫覆盖较好。
FIn90Sn10	3.0	样品熔解，样品铺垫覆盖较好。

从表5可见，氢氧化钠用量1.0g以上，样品均可熔解，为降低基体影响，综合考虑后选择氢氧化钠用量为2.0g。

### 3.4 共存元素影响

ICP光源由于 ICP 温度高和电子数密度高的原因，基体效应较小。但是，对于基体成分复杂的样品，当基体含量与待测元素浓度相差很大时，也会产生各种干扰效应。在纯铟料、ITO 靶材料、含铟化工及熔铸料、铟合金料、含铟半导体料五类回收铟原料中，ITO 靶材料占 70%以上，共存元素主要有铟、锡。

碱熔融分解样品，引入了大量的钠。这也是需要考虑的共存元素。

#### 3.4.1 铟基体干扰

回收铟原料样品的主要成分为铟，为此，考察铟对各待测元素测定的影响。

按照0.5 g ITO 靶材料的称样量，定容于200 mL容量瓶计算，待测溶液中铟的最高含量为2.5 mg/mL。分别试验高低两组被测元素含量测定的铟干扰情况，结果见下表6、7。

表6 铟基体干扰试验（一）

元素	Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu
In mg/mL	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
加入量 μg/mL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
实测 μg/mL	1.024	0.9844	0.9942	1.013	1.018	0.9908
回收率 %	102.4	98.44	99.42	101.3	101.8	99.08
元素	Fe	Ga	Pb	Se	Sn	Zn
In mg/mL	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
加入量 μg/mL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
实测 μg/mL	1.034	1.015	1.026	1.004	0.9988	1.017
回收率 %	103.4	101.5	102.6	100.4	99.88	101.7

表 7 钨基体干扰试验（二）

元素	Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu
In mg/mL	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
加入量 μg/mL	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
实测 μg/mL	8.035	8.011	8.020	8.025	7.995	7.974
回收率 %	100.44	100.14	100.25	100.31	99.94	99.68
元素	Fe	Ga	Pb	Se	Sn	Zn
In mg/mL	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
加入量 μg/mL	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
实测 μg/mL	8.047	8.028	8.014	7.921	7.946	8.039
回收率 %	100.59	100.35	100.18	99.01	99.33	100.49

从上表可以看出，钨对各元素测定没有干扰。

### 3.4.2 锡基体干扰

一般 ITO 靶材料中锡最高可达 11.81%，按照 0.5 g 的称样量、定容于 200 mL 容量瓶计算，待测溶液中锡的最高含量为 0.3 mg/mL。

分别试验高低两组被测元素含量测定的锡干扰情况，结果见下表 8、9。

表 8 锡基体干扰试验（一）

元素	Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu
Sn mg/mL	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
加入量 μg/mL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
实测 μg/mL	1.017	0.9851	1.011	1.002	0.9934	0.9908
回收率 %	101.7	98.51	101.1	100.2	99.34	99.08
元素	Fe	Ga	Pb	Se	Zn	
Sn mg/mL	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
加入量 μg/mL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
实测 μg/mL	1.021	0.9961	1.032	0.9906	1.027	
回收率 %	102.1	99.61	103.2	99.06	102.7	

表 9 锡基体干扰试验（二）

元素	Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu
Sn mg/mL	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
加入量 μg/mL	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
实测 μg/mL	7.933	8.011	7.987	8.035	7.979	8.016
回收率 %	99.16	100.14	99.84	100.44	99.74	100.20
元素	Fe	Ga	Pb	Se	Zn	
Sn mg/mL	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
加入量 μg/mL	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	

实测 $\mu\text{g/mL}$	8.077	7.981	8.135	7.968	8.053	
回收率 %	100.96	99.76	101.69	99.60	100.66	

从上表可以看出，锡对各元素测定没有干扰。

### 3.4.3 钠基体干扰

氢氧化钠碱熔融分解样品，引入了大量的钠，对杂质元素的测定有一定影响。

将试料 1#、6#各 0.50g，采用 2 g 氢氧化钠进行碱熔分解并制成待测溶液，分别采用无基体匹配和钠基体匹配工作曲线进行测定，结果见表 10、11。

表 10 试料 1#测定结果

元素	Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu
无钠基体匹配	0.85	5.06	5.08	5.00	4.83	4.77
钠基体匹配	0.88	5.19	5.12	5.04	4.98	4.93
元素	Fe	Ga	Pb	Se	Sn	Zn
无钠基体匹配	4.89	4.82	4.91	4.85	4.71	4.87
钠基体匹配	5.05	5.06	5.02	5.00	4.90	5.09

表 11 试料 6#测定结果

元素	Sn
无钠基体匹配	7.34
钠基体匹配	7.53

从表 10、表 11 可见，采用碱熔分解的样品在无钠基体匹配时，测定结果明显稍系统偏低。钠的基体干扰需采用基体匹配消除。

### 3.5 方法的检出限

在选定的实验条件下，将试剂空白连续测定 17 次，按测定结果的 3 倍标准偏差作为本分析方法的检出限，结果见表 10。

表 12 各元素检出限  $\mu\text{g/mL}$

Ag	As	Bi	Cd	Co	Cu	Fe	Ga	Pb	Se	Sn	Zn
0.0031	0.0021	0.0056	0.0002	0.0006	0.0029	0.0093	0.0004	0.0047	0.0032	0.0053	0.0016

从表 12 可见，被测杂质元素的检出限小于杂质元素的测定下限 0.02% 两个数量级左右，方法的检出限完全满足测定要求。

### 3.6 方法的精密度

对 1#~6#六个试料，分别平行进行 11 次测定。杂质元素含量测定结果的相对标准偏差 (RSD 值) 在 0.36 %~6.40 %，说明本方法的精密度较好，见表 13、14、15、16、17、18。

表 13 试料 1#的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
	Ag	0.89	0.88	0.88	0.90	0.87	0.86	
Ag	0.89	0.88	0.88	0.90	0.87	0.86	0.88	1.29

	0.87	0.88	0.87	0.89	0.88			
As	5.14	5.17	5.20	5.15	5.23	5.18	5.19	0.62
	5.23	5.15	5.19	5.20	5.22			
Bi	5.12	5.16	5.08	5.14	5.11	5.09	5.12	0.56
	5.07	5.15	5.13	5.10	5.12			
Cd	5.08	5.09	5.06	5.05	5.02	5.04	5.04	0.59
	5.02	5.00	5.03	5.01	5.07			
Co	4.96	4.99	4.98	4.98	4.98	4.97	4.98	0.36
	5.01	5.01	4.97	4.96	5.00			
Cu	4.95	4.91	4.93	4.89	4.98	4.94	4.93	0.65
	4.93	4.92	4.87	4.90	4.96			
Fe	5.07	5.03	5.11	5.08	5.05	5.00	5.05	0.64
	5.06	5.05	5.01	5.04	5.02			
Ga	4.99	5.05	5.03	5.08	5.10	5.07	5.06	0.64
	5.06	5.04	5.09	5.08	5.09			
Pb	5.01	4.99	4.99	5.00	5.02	5.05	5.02	0.43
	5.03	5.04	5.02	5.05	5.01			
Se	4.97	5.05	5.00	5.04	4.95	4.96	5.00	0.66
	4.99	5.02	5.03	5.01	4.98			
Sn	4.84	4.93	4.87	4.93	4.96	4.90	4.90	0.76
	4.89	4.91	4.86	4.90	4.95			
Zn	5.10	5.09	5.05	5.07	5.08	5.10	5.09	0.49
	5.13	5.12	5.09	5.08	5.13			

表 14 试料 2# 的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
Ag	0.35	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.36	1.95
	0.36	0.36	0.35	0.37	0.36			
As	2.13	2.15	2.14	2.13	2.11	2.13	2.13	0.71
	2.10	2.11	2.13	2.14	2.12			
Bi	2.03	2.02	2.03	2.01	2.04	2.03	2.02	0.56
	2.04	2.02	2.03	2.01	2.01			
Cd	2.01	2.01	2.00	2.02	2.02	2.00	2.01	0.50
	2.03	2.02	2.01	2.00	2.02			
Co	1.99	2.01	2.00	2.01	2.00	1.99	2.00	0.56
	1.98	2.01	2.00	1.98	1.99			
Cu	2.02	2.01	2.00	2.01	2.05	2.04	2.02	0.83
	2.03	2.03	2.00	2.04	2.02			
Fe	2.08	2.05	2.10	2.06	2.07	2.06	2.07	0.90
	2.08	2.04	2.05	2.08	2.09			
Ga	2.02	2.04	2.01	2.05	2.03	2.02	2.02	0.71
	2.01	2.03	2.02	2.00	2.03			

Pb	2.01	2.00	2.04	2.02	1.99	1.99	2.01	0.85
	1.99	2.02	2.01	2.03	2.00			
Se	1.93	1.95	1.93	1.96	1.94	1.95	1.94	0.58
	1.94	1.95	1.96	1.93	1.94			
Sn	1.92	1.92	1.96	1.93	1.95	1.94	1.93	0.90
	1.90	1.92	1.93	1.95	1.94			
Zn	2.04	2.03	2.07	2.06	2.05	2.03	2.05	0.62
	2.04	2.04	2.06	2.05	2.05			

表 15 试料 3#的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
Ag	0.088	0.092	0.090	0.089	0.090	0.091	0.090	1.39
	0.089	0.090	0.090	0.092	0.091			
As	0.54	0.54	0.53	0.52	0.53	0.54	0.53	2.31
	0.51	0.52	0.51	0.53	0.51			
Bi	0.51	0.49	0.51	0.49	0.49	0.49	0.50	1.79
	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50			
Cd	0.52	0.51	0.51	0.51	0.52	0.50	0.51	1.48
	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50			
Co	0.49	0.50	0.49	0.48	0.50	0.50	0.49	1.78
	0.48	0.50	0.50	0.48	0.49			
Cu	0.50	0.51	0.49	0.50	0.51	0.52	0.50	1.84
	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49			
Fe	0.51	0.53	0.53	0.54	0.55	0.52	0.53	2.15
	0.52	0.53	0.54	0.53	0.52			
Ga	0.50	0.51	0.51	0.49	0.51	0.50	0.50	1.56
	0.51	0.50	0.50	0.51	0.49			
Pb	0.51	0.52	0.49	0.52	0.52	0.50	0.51	2.23
	0.50	0.50	0.51	0.49	0.50			
Se	0.49	0.50	0.50	0.50	0.49	0.49	0.50	1.58
	0.51	0.51	0.49	0.49	0.50			
Sn	0.49	0.49	0.48	0.48	0.50	0.48	0.49	1.61
	0.48	0.49	0.48	0.50	0.49			
Zn	0.51	0.50	0.52	0.50	0.50	0.49	0.50	1.80
	0.50	0.49	0.51	0.51	0.50			

表 16 试料 4#的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
Ag	0.053	0.051	0.052	0.050	0.049	0.053	0.051	2.48
	0.051	0.050	0.051	0.051	0.050			
As	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	4.74
	0.10	0.10	0.11	0.11	0.10			

Bi	0.10	0.10	0.10	0.098	0.099	0.10	0.10	3.28
	0.11	0.10	0.098	0.10	0.099			
Cd	0.10	0.10	0.10	0.098	0.10	0.099	0.099	0.82
	0.10	0.10	0.10	0.099	0.098			
Co	0.096	0.097	0.098	0.10	0.098	0.098	0.098	1.43
	0.097	0.097	0.10	0.10	0.099			
Cu	0.099	0.10	0.11	0.10	0.097	0.098	0.10	3.50
	0.097	0.10	0.10	0.10	0.10			
Fe	0.099	0.099	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	6.69
	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10			
Ga	0.10	0.10	0.099	0.098	0.10	0.11	0.10	4.77
	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11			
Pb	0.10	0.098	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	4.16
	0.11	0.099	0.10	0.11	0.10			
Se	0.10	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	4.55
	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10			
Sn	0.095	0.095	0.097	0.098	0.096	0.10	0.097	1.80
	0.099	0.097	0.10	0.098	0.097			
Zn	0.098	0.10	0.10	0.10	0.099	0.10	0.099	0.91
	0.10	0.098	0.099	0.098	0.10			

表17 试料5#的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
Ag	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	2.48
	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020			
As	0.021	0.020	0.021	0.021	0.020	0.022	0.021	3.61
	0.021	0.021	0.020	0.022	0.020			
Bi	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	3.52
	0.019	0.020	0.021	0.019	0.020			
Cd	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	2.30
	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020			
Co	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	3.43
	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019			
Cu	0.021	0.020	0.019	0.021	0.021	0.019	0.020	3.72
	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020			
Fe	0.022	0.021	0.020	0.021	0.020	0.019	0.021	4.48
	0.021	0.020	0.022	0.020	0.021			
Ga	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	3.19
	0.021	0.019	0.020	0.020	0.020			
Pb	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.020	2.57
	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020			
Se	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	3.49

	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020		
Sn	0.019	0.020	0.019	0.019	0.020	0.019	2.68
	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020		
Zn	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	3.04
	0.021	0.020	0.020	0.019	0.020		

表 18 试料 6#的精密度 %

元素	测定值						平均值	RSD
Sn	7.48      7.51      7.55      7.59      7.44      7.48						7.51	0.86
	7.46      7.49      7.42      7.57      7.62							

### 3.7 方法的准确度

通过加标回收试验、比对样品测试，证明本实验建立的分析方法是准确可靠的。

#### 3.7.1 加标回收

为了验证方法的准确性，进行了加标回收试验，结果见表 19、20，加标回收率在 97.60%~105.50%，说明本方法是准确可靠的。

表 19 试料 1#加标回收试验

元素	称样量 g	本底值 $\mu\text{g/mL}$	加入量 $\mu\text{g/mL}$	加入后测定值 $\mu\text{g/mL}$	回收率 %
Ag	0.5006	1.101	0.25	1.349	99.20
	0.5015	1.104	0.50	1.596	98.40
As	0.5006	6.495	1.0	7.508	101.30
	0.5015	6.507	2.5	9.031	100.96
Bi	0.5006	6.408	1.0	7.416	100.80
	0.5015	6.419	2.5	8.905	99.44
Cd	0.5006	6.306	1.0	7.312	100.60
	0.5015	6.319	2.5	8.847	101.12
Co	0.5006	6.232	1.0	7.213	98.10
	0.5015	6.244	2.5	8.721	99.08
Cu	0.5006	6.169	1.0	7.224	105.50
	0.5015	6.181	2.5	8.735	102.16
Fe	0.5006	6.320	1.0	7.359	103.90
	0.5015	6.331	2.5	8.862	101.24
Ga	0.5006	6.333	1.0	7.340	100.70
	0.5015	6.344	2.5	8.827	99.32
Pb	0.5006	6.282	1.0	7.266	98.40
	0.5015	6.293	2.5	8.774	99.24
Se	0.5006	6.260	1.0	7.245	98.50
	0.5015	6.268	2.5	8.748	99.20
Sn	0.5006	6.135	1.0	7.111	97.60
	0.5015	6.142	2.5	8.613	98.84

Zn	0.5006	6.371	1.0	7.389	101.80
	0.5015	6.381	2.5	8.892	100.44

表 20 试料 5#加标回收试验

元素	称样量 g	本底值 $\mu\text{g/mL}$	加入量 $\mu\text{g/mL}$	加入后测定值 $\mu\text{g/mL}$	回收率 %
Ag	0.5013	0.5011	0.10	0.6019	100.80
	0.5027	0.5029	0.25	0.7501	98.88
As	0.5013	0.5262	0.10	0.6294	103.20
	0.5027	0.5280	0.25	0.7795	100.60
Bi	0.5013	0.5013	0.10	0.6016	100.30
	0.5027	0.5025	0.25	0.7520	99.80
Cd	0.5013	0.5016	0.10	0.6017	100.10
	0.5027	0.5028	0.25	0.7522	99.76
Co	0.5013	0.5007	0.10	0.5997	99.00
	0.5027	0.5034	0.25	0.7523	99.56
Cu	0.5013	0.5022	0.10	0.6038	101.6
	0.5027	0.5037	0.25	0.7559	100.88
Fe	0.5013	0.5259	0.10	0.6284	102.50
	0.5027	0.5291	0.25	0.7817	101.04
Ga	0.5013	0.5012	0.10	0.6016	100.40
	0.5027	0.5030	0.25	0.7512	99.28
Pb	0.5013	0.5025	0.10	0.6007	98.20
	0.5027	0.5033	0.25	0.7548	100.60
Se	0.5013	0.5018	0.10	0.6011	99.30
	0.5027	0.5021	0.25	0.7514	99.72
Sn	0.5013	0.4758	0.10	0.5740	98.20
	0.5027	0.4786	0.25	0.7259	98.92
Zn	0.5013	0.5022	0.10	0.6033	101.10
	0.5027	0.5035	0.25	0.7552	100.68

### 3.7.2 比对样品测试

六个比对样品，杂质元素含量见表 21，余量为氧化镧。

表 21 比对样品杂质含量（合成理论值）（%）

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Ag	0.887	0.363	0.090	0.052	0.020	/
As	5.18	2.10	0.532	0.111	0.023	/
Bi	5.16	2.02	0.503	0.105	0.021	/
Cd	5.05	1.96	0.492	0.102	0.022	/
Co	4.98	1.96	0.485	0.099	0.019	/
Cu	4.79	2.02	0.511	0.104	0.021	/
Fe	5.02	2.08	0.535	0.111	0.026	/
Ga	5.03	2.03	0.498	0.105	0.020	/
Pb	5.09	2.01	0.499	0.102	0.020	/

Se	4.92	1.92	0.491	0.100	0.022	/
Sn	4.96	1.89	0.485	0.095	0.022	7.51
Zn	5.14	2.05	0.493	0.099	0.020	/

实际测定结果见下表 22。

表 22 比对样品杂质含量(实测值) (%)

样品编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#
Ag	0.88	0.36	0.090	0.051	0.020	/
As	5.19	2.13	0.53	0.11	0.021	/
Bi	5.12	2.02	0.50	0.10	0.020	/
Cd	5.04	2.01	0.51	0.099	0.020	/
Co	4.98	2.00	0.49	0.098	0.020	/
Cu	4.93	2.02	0.50	0.10	0.020	/
Fe	5.05	2.07	0.53	0.11	0.021	/
Ga	5.06	2.02	0.50	0.10	0.020	/
Pb	5.02	2.01	0.51	0.10	0.020	/
Se	5.00	1.94	0.50	0.10	0.020	/
Sn	4.90	1.93	0.49	0.097	0.019	7.51
Zn	5.09	2.05	0.50	0.099	0.020	/

由表 21、表 22 可见，比对样品实测值与合成理论值吻合，本方法是准确可靠的。

### 3.8 精密度数据

本方法基于对 5 个水平的回收铟原料中杂质元素含量的 11 平行测定数据计算重复性限和再现性限(锡元素 6 水平)。

精密度数由广西德邦科技有限公司、广西壮族自治区冶金产品质量检验站、广西晶联光电材料有限责任公司、广东先导稀材股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、桂林矿产地质研究院、来宾华锡冶炼有限公司、桂林理工大学、昆明冶金研究院有限公司、国标(北京)检验认证有限公司、国合通用(青岛)测试评价有限公司 11 家实验室共同完成。实验室代码见表 23。每个实验室对每个水平的杂质含量均独立测定 7 次。测量的原始数据见附录 A。

表 23 实验室代码

代码	实验室名称	代码	实验室名称	代码	实验室名称
1	广西德邦科技有限公司	2	广西壮族自治区冶金产品质量检验站	3	广西晶联光电材料有限责任公司
4	广东先导稀材股份有限公司	5	深圳市中金岭南有色金属股份有限公司	6	桂林矿产地质研究院
7	来宾华锡冶炼有限公司	8	桂林理工大学	9	昆明冶金研究院有限公司
10	国标(北京)检验认证有限公司	11	国合通用(青岛)测试评价有限公司		

在对原始测定数据进行曼德尔统计后再进行柯克伦检验及格拉布斯检验，曼德尔统计发现个别元素个别实验室出现离群或者歧离，在进行柯克伦检验及格拉布斯检验后均不离群，因此所有实验室的数据均可接受。对数据进行精密度数据计算，从而确定重复性限和再现性限。各杂质元素统计分析后结果可接受的实验室个数、可接受的数据个数、平均值、及重复性标准差、再现性标准差见表 24。

表 24 不同水平统计结果表

元素	水平	离群	结果可接受的实验室个数	可接受的数据个数	平均值 /%	重复性标准差 $S_r$	再现性标准差 $S_R$
Ag	1	0	11	111	0.88	0.0114	0.0156
	2	0	11	111	0.36	0.0075	0.0092
	3	0	11	111	0.091	0.0016	0.0021
	4	0	11	111	0.052	0.0010	0.0019
	5	0	11	111	0.020	0.0007	0.0010
As	1	0	11	111	5.20	0.044	0.072
	2	0	11	111	2.13	0.021	0.041
	3	0	11	111	0.55	0.015	0.023
	4	0	11	111	0.11	0.0044	0.0054
	5	0	11	111	0.022	0.0009	0.0016
Bi	1	0	11	111	5.08	0.047	0.073
	2	0	11	111	2.04	0.025	0.050
	3	0	11	111	0.50	0.010	0.011
	4	0	11	111	0.10	0.0029	0.0036
	5	0	11	111	0.020	0.0008	0.0015
Cd	1	0	11	111	5.07	0.036	0.057
	2	0	11	111	2.01	0.018	0.031
	3	0	11	111	0.51	0.008	0.012
	4	0	11	111	0.10	0.0015	0.0025
	5	0	11	111	0.021	0.0006	0.0009
Co	1	0	11	111	4.96	0.041	0.070
	2	0	11	111	1.99	0.021	0.042
	3	0	11	111	0.49	0.0091	0.014
	4	0	11	111	0.10	0.0015	0.0029
	5	0	11	111	0.019	0.0006	0.0009
Cu	1	0	11	111	4.95	0.038	0.071
	2	0	11	111	2.01	0.045	0.059
	3	0	11	111	0.51	0.014	0.021
	4	0	11	111	0.10	0.0051	0.0064
	5	0	11	109	0.021	0.0009	0.0017
Fe	1	0	11	111	4.99	0.045	0.074
	2	0	11	111	2.09	0.030	0.055
	3	0	11	111	0.53	0.014	0.020

元素	水平	离群	结果可接受的实验室个数	可接受的数据个数	平均值/%	重复性标准差S <sub>r</sub>	再现性标准差S <sub>R</sub>
	4	0	11	111	0.11	0.0066	0.0078
	5	0	11	109	0.021	0.0010	0.0020
Ga	1	0	10	100	5.01	0.047	0.068
	2	0	10	100	2.01	0.023	0.034
	3	0	10	100	0.51	0.013	0.017
	4	0	10	100	0.10	0.0048	0.0055
	5	0	10	100	0.020	0.0008	0.0009
Pb	1	0	11	111	5.02	0.037	0.062
	2	0	11	111	1.99	0.019	0.029
	3	0	11	111	0.50	0.012	0.017
	4	0	11	111	0.099	0.0033	0.0044
	5	0	11	109	0.020	0.0006	0.0010
Se	1	0	11	111	4.99	0.039	0.058
	2	0	11	111	1.98	0.026	0.047
	3	0	11	111	0.51	0.013	0.017
	4	0	11	111	0.10	0.0037	0.0043
	5	0	11	111	0.019	0.0009	0.0019
Sn	1	0	11	111	4.83	0.047	0.098
	2	0	11	111	1.90	0.023	0.046
	3	0	11	111	0.49	0.011	0.013
	4	0	11	111	0.097	0.002	0.004
	5	0	11	111	0.020	0.001	0.001
	6	0	11	111	7.51	0.065	0.084
Zn	1	0	11	111	5.10	0.039	0.054
	2	0	11	111	2.04	0.019	0.035
	3	0	11	111	0.50	0.010	0.012
	4	0	11	111	0.10	0.0018	0.0033
	5	0	11	111	0.020	0.0006	0.0008

根据表 24 对重复性限和再现性限进行综合评定，确定方法的重复性限和再现性限，分别见表 25、表 26。

表 25 重复性限表

w <sub>Ag</sub> /%	0.88	0.36	0.091	0.052	0.020	/
r/%	0.032	0.021	0.005	0.003	0.002	/
w <sub>As</sub> /%	5.20	2.13	0.55	0.11	0.022	/
r/%	0.12	0.059	0.043	0.012	0.003	/
w <sub>Bi</sub> /%	5.08	2.04	0.50	0.10	0.020	/
r/%	0.13	0.070	0.027	0.008	0.003	/
w <sub>Cd</sub> /%	5.07	2.01	0.51	0.10	0.021	/
r/%	0.10	0.049	0.023	0.005	0.002	/

$w_{Co}/\%$	4.96	1.99	0.49	0.10	0.019	/
$r/\%$	0.12	0.060	0.025	0.005	0.002	/
$w_{Cu}/\%$	4.95	2.01	0.51	0.10	0.021	/
$r/\%$	0.11	0.13	0.040	0.014	0.003	/
$w_{Fe}/\%$	4.99	2.09	0.53	0.11	0.021	/
$r/\%$	0.13	0.084	0.040	0.018	0.003	/
$w_{Ga}/\%$	5.01	2.01	0.51	0.10	0.020	/
$r/\%$	0.13	0.066	0.036	0.013	0.003	/
$w_{Pb}/\%$	5.01	1.99	0.50	0.10	0.020	/
$r/\%$	0.10	0.053	0.032	0.010	0.002	/
$w_{Se}/\%$	4.99	1.98	0.51	0.10	0.019	/
$r/\%$	0.11	0.073	0.036	0.010	0.003	/
$w_{Sn}/\%$	7.51	4.83	1.90	0.49	0.097	0.020
$r/\%$	0.18	0.13	0.065	0.030	0.007	0.002
$w_{Zn}/\%$	5.10	2.04	0.50	0.10	0.020	/
$r/\%$	0.11	0.054	0.027	0.005	0.002	/

表 25 再现性限表

$w_{Ag}/\%$	0.88	0.36	0.091	0.052	0.020	/
$R/\%$	0.044	0.026	0.006	0.005	0.003	/
$w_{As}/\%$	5.20	2.13	0.55	0.11	0.022	/
$R/\%$	0.20	0.11	0.065	0.015	0.004	/
$w_{Bi}/\%$	5.08	2.04	0.50	0.10	0.020	/
$R/\%$	0.20	0.14	0.032	0.010	0.004	/
$w_{Cd}/\%$	5.07	2.01	0.51	0.10	0.021	/
$R/\%$	0.16	0.086	0.032	0.007	0.003	/
$w_{Co}/\%$	4.96	1.99	0.49	0.10	0.019	/
$R/\%$	0.19	0.12	0.039	0.008	0.003	/
$w_{Cu}/\%$	4.95	2.01	0.51	0.10	0.021	/
$R/\%$	0.20	0.17	0.059	0.018	0.005	/
$w_{Fe}/\%$	4.99	2.09	0.53	0.11	0.021	/
$R/\%$	0.21	0.15	0.056	0.022	0.006	/
$w_{Ga}/\%$	5.01	2.01	0.51	0.10	0.020	/
$R/\%$	0.19	0.095	0.046	0.015	0.003	/
$w_{Pb}/\%$	5.02	1.99	0.50	0.10	0.020	/
$R/\%$	0.17	0.081	0.048	0.012	0.003	/
$w_{Se}/\%$	4.99	1.98	0.51	0.10	0.019	/
$R/\%$	0.16	0.13	0.048	0.012	0.006	/
$w_{Sn}/\%$	7.51	4.83	1.90	0.49	0.097	0.020
$R/\%$	0.30	0.28	0.13	0.038	0.011	0.004

wZn/%	5.10	2.04	0.50	0.10	0.020	/
R/%	0.15	0.097	0.034	0.010	0.003	/

#### 4. 标准中涉及专利的情况

本文件不涉及专利和知识产权问题。

#### 5. 预期达到的社会效益

本文件充分考虑了目前国内回收铟原料生产、研发、应用和检测的实际技术水平。本标准颁布执行后，将在国内形成对回收铟原料杂质元素含量测定的统一的分析测试标准，提高回收铟原料化学分析方法的标准水平，对于增加各机构检测数据之间的可靠性和可比性，助力我国铟材料产业的发展发挥着十分重要的作用。

#### 6. 采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准为我国首次制定。

#### 7. 与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准的关系

本标准与现行法律、法规和相关标准相协调、无冲突。

#### 8. 重大分歧意见的处理和依据

无重大分歧。

#### 9. 标准作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

建议本文件为推荐性国家行业标准。

#### 10. 贯彻标准的要求和措施建议

建议尽快推广使用，使回收铟原料化学分析方法统一、规范。

#### 11. 废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，不涉及相关标准的废止。

#### 12. 其它应予说明的事项

无。

## 附件A：各实验室原始数据

表A.1 Ag 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Ag 的质量分数/%, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0.89	0.88	0.88	0.90	0.87	0.86	0.87	0.88	0.87	0.89	0.88
	2	0.88	0.88	0.89	0.89	0.88	0.89	0.89	0.88	0.89		
	3	0.91	0.90	0.89	0.89	0.90	0.89	0.88	0.91	0.88		
	4	0.906	0.880	0.868	0.889	0.902	0.902	0.869				
	5	0.869	0.871	0.875	0.871	0.883	0.868	0.867	0.870	0.879	0.881	0.881
	6	0.90	0.90	0.90	0.89	0.91	0.90	0.91	0.88	0.91	0.90	0.90
	7	0.92	0.93	0.88	0.91	0.90	0.91	0.90	0.90	0.87	0.91	0.88
	8	0.88	0.88	0.89	0.89	0.89	0.88	0.89	0.88	0.88		
	9	0.87	0.86	0.878	0.882	0.865	0.861	0.866	0.879	0.874	0.882	0.874
	10	0.89	0.89	0.86	0.87	0.87	0.86	0.85	0.87	0.86	0.86	0.87
	11	0.89	0.88	0.87	0.87	0.86	0.87	0.87	0.85	0.89	0.89	0.86
2	1	0.35	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.36	0.36	0.35	0.37	0.36
	2	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.37	0.36	0.36	0.36		
	3	0.37	0.35	0.35	0.34	0.35	0.37	0.36	0.36	0.37		
	4	0.365	0.361	0.367	0.362	0.366	0.358	0.365				
	5	0.359	0.363	0.359	0.364	0.36	0.359	0.358	0.355	0.355	0.359	0.357
	6	0.34	0.33	0.35	0.33	0.35	0.34	0.36	0.35	0.36	0.34	0.35
	7	0.38	0.36	0.35	0.37	0.37	0.36	0.36	0.35	0.37	0.35	0.35
	8	0.34	0.36	0.35	0.36	0.35	0.36	0.34	0.36	0.35		
	9	0.352	0.35	0.34	0.348	0.355	0.348	0.346	0.348	0.349	0.354	0.355
	10	0.35	0.37	0.35	0.35	0.37	0.36	0.36	0.36	0.37	0.36	0.36
	11	0.36	0.35	0.35	0.36	0.34	0.34	0.35	0.36	0.34	0.35	0.35
3	1	0.088	0.092	0.090	0.089	0.090	0.091	0.089	0.090	0.090	0.092	0.091
	2	0.089	0.093	0.092	0.094	0.091	0.095	0.092	0.091	0.093		
	3	0.092	0.092	0.091	0.090	0.090	0.089	0.092	0.089	0.094		
	4	0.089	0.090	0.091	0.092	0.09	0.088	0.090				
	5	0.094	0.095	0.094	0.091	0.091	0.093	0.093	0.094	0.092	0.093	0.092
	6	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
	7	0.091	0.088	0.088	0.094	0.095	0.092	0.091	0.092	0.095	0.095	0.094
	8	0.091	0.095	0.092	0.091	0.091	0.091	0.090	0.090	0.089		
	9	0.0899	0.0905	0.0879	0.0891	0.0899	0.0878	0.0889	0.0878	0.0904	0.0907	0.0881

	10	0.089	0.090	0.093	0.090	0.095	0.089	0.089	0.087	0.090	0.087	0.091
	11	0.089	0.091	0.089	0.089	0.089	0.088	0.086	0.088	0.090	0.091	0.088
4	1	0.053	0.051	0.052	0.050	0.049	0.053	0.051	0.050	0.051	0.051	0.050
	2	0.054	0.054	0.054	0.053	0.054	0.054	0.055	0.054	0.054		
	3	0.056	0.054	0.055	0.054	0.053	0.054	0.052	0.053	0.053		
	4	0.052	0.052	0.051	0.052	0.054	0.051	0.052				
	5	0.052	0.052	0.052	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051
	6	0.049	0.050	0.051	0.050	0.049	0.052	0.049	0.050	0.049	0.053	0.052
	7	0.055	0.054	0.054	0.053	0.056	0.055	0.054	0.053	0.054	0.051	0.052
	8	0.053	0.053	0.054	0.054	0.055	0.054	0.055	0.054	0.053		
	9	0.0496	0.0489	0.0485	0.0502	0.0506	0.0499	0.0507	0.0497	0.0508	0.0506	0.0502
	10	0.052	0.051	0.050	0.053	0.051	0.051	0.052	0.053	0.051	0.051	0.053
	11	0.050	0.051	0.051	0.051	0.051	0.050	0.050	0.049	0.050	0.049	0.049
5	1	0.020	0.021	0.019	0.020	0.021	0.019	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020
	2	0.018	0.020	0.019	0.020	0.018	0.020	0.019	0.020	0.020		
	3	0.021	0.022	0.021	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020		
	4	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019				
	5	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020	0.021	0.021
	6	0.018	0.019	0.019	0.018	0.019	0.018	0.020	0.020	0.019	0.018	0.018
	7	0.021	0.019	0.019	0.021	0.020	0.019	0.019	0.020	0.021	0.021	0.021
	8	0.019	0.020	0.020	0.019	0.019	0.018	0.020	0.019	0.018		
	9	0.0178	0.0177	0.0182	0.0185	0.0188	0.019	0.0184	0.0179	0.0187	0.0188	0.0186
	10	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020
	11	0.021	0.019	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020

表 A.2 As 精密度数据

水 平 数	实 验 室	As 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.14	5.17	5.2	5.15	5.23	5.18	5.23	5.15	5.19	5.20	5.22
	2	5.15	5.13	5.18	5.19	5.06	5.22	5.12	5.06	5.21		
	3	5.26	5.31	5.24	5.22	5.30	5.21	5.29	5.29	5.23		
	4	5.18	5.21	5.13	5.22	5.22	5.11	5.18				
	5	5.16	5.15	5.21	5.14	5.26	5.14	5.22	5.25	5.17	5.15	5.27
	6	5.28	5.27	5.35	5.29	5.34	5.34	5.26	5.28	5.28	5.36	5.23
	7	5.36	5.27	5.29	5.25	5.31	5.35	5.26	5.34	5.25	5.25	5.32

	8	5.1	5.22	5.2	5.16	5.17	5.11	5.16	5.14	5.12		
	9	5.115	5.173	5.218	5.154	5.203	5.146	5.188	5.164	5.087	5.236	5.198
	10	5.24	5.14	5.15	5.08	5.17	5.16	5.1	5.06	5.08	5.13	5.15
	11	5.15	5.15	5.24	5.23	5.16	5.18	5.16	5.17	5.15	5.2	5.19
2	1	2.16	2.20	2.19	2.17	2.14	2.17	2.15	2.15	2.18	2.19	2.16
	2	2.08	2.15	2.13	2.16	2.14	2.15	2.17	2.08	2.16		
	3	2.10	2.09	2.11	2.08	2.08	2.09	2.08	2.04	2.09		
	4	2.11	2.11	2.13	2.12	2.1	2.08	2.08				
	5	2.18	2.20	2.18	2.20	2.16	2.12	2.21	2.20	2.23	2.18	2.18
	6	2.12	2.18	2.15	2.13	2.13	2.15	2.14	2.14	2.15	2.14	2.17
	7	2.18	2.19	2.15	2.18	2.18	2.17	2.18	2.16	2.18	2.18	2.17
	8	2.13	2.15	2.07	2.11	2.13	2.10	2.14	2.08	2.09		
	9	2.085	2.083	2.093	2.102	2.094	2.065	2.078	2.032	2.116	2.058	2.068
	10	2.12	2.15	2.14	2.13	2.14	2.14	2.11	2.15	2.15	2.12	2.14
	11	2.13	2.15	2.14	2.12	2.13	2.13	2.14	2.13	2.13	2.12	2.14
3	1	0.54	0.54	0.59	0.58	0.59	0.54	0.56	0.58	0.56	0.53	0.57
	2	0.52	0.53	0.54	0.54	0.56	0.57	0.52	0.54	0.52		
	3	0.58	0.53	0.53	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.53		
	4	0.522	0.54	0.523	0.531	0.537	0.541	0.529				
	5	0.581	0.576	0.578	0.567	0.566	0.578	0.573	0.578	0.574	0.572	0.573
	6	0.51	0.52	0.51	0.53	0.52	0.54	0.53	0.52	0.51	0.53	0.53
	7	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.57	0.59	0.58	0.56	0.58	0.57
	8	0.55	0.58	0.57	0.53	0.51	0.56	0.53	0.52	0.54		
	9	0.564	0.536	0.523	0.534	0.527	0.542	0.539	0.537	0.529	0.551	0.542
	10	0.55	0.53	0.54	0.50	0.52	0.52	0.51	0.55	0.55	0.52	0.51
	11	0.54	0.52	0.51	0.54	0.53	0.52	0.53	0.54	0.56	0.54	0.53
4	1	0.108	0.110	0.107	0.110	0.100	0.110	0.100	0.100	0.110	0.106	0.100
	2	0.115	0.114	0.115	0.113	0.108	0.111	0.112	0.110	0.108		
	3	0.105	0.113	0.100	0.108	0.111	0.107	0.110	0.107	0.109		
	4	0.118	0.111	0.113	0.108	0.113	0.106	0.111				
	5	0.109	0.107	0.113	0.107	0.113	0.110	0.114	0.110	0.109	0.113	0.112
	6	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10
	7	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.11
	8	0.116	0.117	0.109	0.116	0.118	0.115	0.114	0.117	0.108		
	9	0.114	0.108	0.108	0.112	0.115	0.113	0.116	0.109	0.114	0.11	0.113

	10	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12
	11	0.111	0.102	0.111	0.112	0.111	0.108	0.108	0.108	0.108	0.109	0.105
5	1	0.021	0.023	0.021	0.021	0.023	0.022	0.024	0.021	0.023	0.022	0.020
	2	0.023	0.023	0.020	0.022	0.021	0.021	0.023	0.022	0.022		
	3	0.021	0.022	0.023	0.021	0.021	0.022	0.022	0.022	0.021		
	4	0.022	0.023	0.024	0.024	0.024	0.022	0.023				
	5	0.024	0.023	0.023	0.023	0.024	0.023	0.024	0.024	0.023	0.024	0.024
	6	0.026	0.024	0.023	0.024	0.026	0.025	0.024	0.026	0.023	0.023	0.023
	7	0.023	0.023	0.022	0.024	0.021	0.023	0.022	0.023	0.023	0.022	0.024
	8	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021	0.021	0.022	0.022	0.021		
	9	0.0185	0.0219	0.0215	0.0198	0.0203	0.0205	0.0209	0.0196	0.0191	0.0189	0.0219
	10	0.021	0.020	0.021	0.022	0.020	0.021	0.020	0.021	0.020	0.022	0.020
	11	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021

表 A.3 Bi 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Bi 的质量分数/%, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.12	5.16	5.08	5.14	5.11	5.09	5.07	5.15	5.13	5.10	5.12
	2	4.98	5.10	4.97	5.02	5.04	5.07	5.09	4.99	4.98		
	3	5.07	5.02	5.11	5.04	5.11	4.99	4.99	5.14	4.98		
	4	5.18	5.21	5.18	5.12	5.15	5.16	5.09				
	5	4.97	5.11	5.15	5.18	5.16	5.13	4.97	5.1	5.07	5.04	5.04
	6	5.05	5.00	5.04	5.07	5.04	5.04	5.06	5.04	5.07	5.02	5.06
	7	5.21	5.17	5.15	5.18	5.11	5.13	5.11	5.15	5.18	5.17	5.09
	8	5.06	5.04	5.01	4.96	4.97	5.00	4.98	4.99	4.97		
	9	4.982	5.102	5.089	4.996	4.961	4.912	4.887	4.997	5.023	5.047	4.999
	10	5.24	5.14	5.15	5.08	5.17	5.16	5.1	5.06	5.08	5.13	5.15
	11	5.14	5.1	5.14	5.11	5.11	5.12	5.12	5.14	5.14	5.12	5.13
2	1	2.09	2.02	2.06	2.05	2.09	2.07	2.04	2.08	2.03	2.10	2.11
	2	1.98	1.95	2.03	1.98	1.96	2.02	1.97	1.98	2.02		
	3	2.05	1.98	1.99	2.01	1.96	2.04	2.00	1.99	1.98		
	4	2.02	2.02	2.03	2.01	2.04	2	2.03				
	5	2.13	2.09	2.11	2.10	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.10	2.10
	6	2.01	1.98	2.02	2.01	1.98	2.00	2.00	1.99	1.99	1.98	2.00
	7	2.08	2.08	2.12	2.11	2.12	2.12	2.11	2.04	2.05	2.09	2.04

	8	2.09	2.11	2.09	2.14	2.06	2.05	2.09	2.13	2.08		
	9	1.995	2.032	1.978	1.997	1.955	1.996	1.987	1.974	1.954	1.905	2.051
	10	2.03	2.03	2.05	2.01	2.03	2.01	2.01	2.04	2.00	2.04	2.05
	11	2.05	2.02	2.02	2.04	2.02	2.04	2.03	2.04	2.04	2.03	2.04
3	1	0.51	0.52	0.51	0.53	0.52	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50
	2	0.49	0.49	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50		
	3	0.52	0.53	0.53	0.51	0.51	0.51	0.50	0.52	0.50		
	4	0.503	0.501	0.502	0.512	0.505	0.499	0.496				
	5	0.516	0.509	0.510	0.499	0.496	0.509	0.505	0.509	0.498	0.497	0.497
	6	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.53	0.52
	7	0.51	0.51	0.51	0.49	0.49	0.53	0.52	0.53	0.51	0.51	0.53
	8	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.50	0.51	0.50	0.51		
	9	0.498	0.505	0.495	0.492	0.504	0.496	0.492	0.488	0.503	0.494	0.507
	10	0.49	0.48	0.50	0.48	0.52	0.49	0.50	0.49	0.50	0.49	0.52
	11	0.52	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.49
4	1	0.100	0.106	0.100	0.098	0.099	0.100	0.110	0.100	0.098	0.100	0.099
	2	0.103	0.100	0.098	0.099	0.099	0.102	0.100	0.100	0.098		
	3	0.105	0.106	0.105	0.101	0.104	0.103	0.105	0.106	0.098		
	4	0.105	0.104	0.103	0.108	0.103	0.102	0.112				
	5	0.103	0.104	0.102	0.103	0.102	0.101	0.103	0.101	0.101	0.102	0.102
	6	0.099	0.093	0.100	0.110	0.100	0.100	0.100	0.098	0.097	0.100	0.094
	7	0.109	0.099	0.108	0.107	0.100	0.109	0.107	0.099	0.106	0.098	0.099
	8	0.105	0.104	0.097	0.098	0.099	0.096	0.096	0.097	0.101		
	9	0.0965	0.0998	0.0988	0.0962	0.102	0.0974	0.0987	0.101	0.0996	0.0992	0.0997
	10	0.099	0.099	0.098	0.098	0.098	0.099	0.098	0.098	0.099	0.099	0.100
	11	0.102	0.099	0.099	0.100	0.100	0.098	0.098	0.098	0.102	0.099	0.099
5	1	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.021	0.019	0.020
	2	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018	0.018	0.020	0.020	0.018		
	3	0.019	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.020	0.020		
	4	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.021				
	5	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020
	6	0.021	0.021	0.022	0.022	0.021	0.023	0.022	0.022	0.021	0.022	0.021
	7	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.023	0.021	0.023	0.021
	8	0.018	0.020	0.020	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.018		
	9	0.0173	0.0171	0.0178	0.0185	0.019	0.0183	0.0186	0.0192	0.0183	0.0184	0.0181

	10	0.019	0.021	0.021	0.019	0.022	0.021	0.021	0.022	0.019	0.021	0.022
	11	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020

表 A.4 Cd 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Cd 的质量分数/%, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.08	5.09	5.06	5.05	5.02	5.04	5.02	5.00	5.03	5.01	5.07
	2	4.98	5.01	5.09	5.01	5.05	5.05	5.03	5.01	5.04		
	3	5.04	4.96	4.95	5.00	4.99	4.98	4.96	5.01	4.99		
	4	5.05	5.07	5.08	5.05	5.09	4.98	5.04				
	5	5.15	5.13	5.18	5.25	5.15	5.16	5.17	5.19	5.06	5.13	5.07
	6	5.04	5.09	5.13	5.07	5.06	5.06	5.13	5.06	5.09	5.04	5.13
	7	5.12	5.14	5.16	5.16	5.17	5.09	5.08	5.06	5.06	5.14	5.15
	8	5.09	5.01	4.98	5.09	4.98	5.06	5.10	5.04	5.04		
	9	5.046	5.114	5.12	5.058	5.09	5.079	5.113	5.124	5.087	5.036	5.056
	10	5.02	5.02	5.1	5.08	5.07	5.07	5.02	5.06	5.06	5.00	5.11
	11	5.03	5.02	5.04	5.08	5.05	5.05	5.04	5.07	5.04	5.03	5.02
2	1	2.01	2.01	2.00	2.02	2.02	2.00	2.03	2.02	2.01	2.00	2.02
	2	2.03	1.99	2.01	1.98	1.94	2.01	1.99	2.01	2.00		
	3	1.94	1.95	2.00	1.99	1.98	1.97	2.01	1.95	1.96		
	4	1.99	1.95	1.94	1.98	1.93	1.98	1.98				
	5	2.01	2.00	2.02	2.01	2.00	2.03	2.01	2.01	2.03	2.01	1.99
	6	2.05	2.05	2.03	2.04	2.06	2.06	2.04	2.04	2.03	2.05	2.04
	7	2.04	2.04	2.04	2.05	2.05	2.04	2.05	2.05	2.06	2.07	2.06
	8	1.96	1.95	1.98	1.99	2.00	2.00	2.03	1.97	2.01		
	9	2.033	2.005	2.031	2.021	2.009	2.058	2.022	2.007	2.021	2.036	2.019
	10	2.04	2.01	2.01	2.00	2.01	1.99	2.03	2.04	1.99	2.02	2.02
	11	2.04	2.00	2.03	2.02	2.01	2.01	2.01	1.99	2.02	2.00	2.00
3	1	0.52	0.51	0.51	0.51	0.52	0.50	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50
	2	0.50	0.50	0.50	0.53	0.52	0.52	0.51	0.50	0.50		
	3	0.52	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.53	0.51		
	4	0.466	0.495	0.498	0.492	0.489	0.501	0.5				
	5	0.515	0.521	0.518	0.514	0.514	0.525	0.525	0.525	0.509	0.512	0.518
	6	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50	0.53	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50
	7	0.51	0.51	0.52	0.52	0.52	0.51	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51

	8	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
	9	0.489	0.487	0.474	0.493	0.496	0.487	0.488	0.498	0.492	0.49	0.493
	10	0.50	0.50	0.51	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50
	11	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.51	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51
4	1	0.100	0.100	0.100	0.098	0.100	0.099	0.100	0.100	0.100	0.099	0.098
	2	0.105	0.103	0.103	0.105	0.104	0.106	0.105	0.108	0.102		
	3	0.101	0.103	0.103	0.104	0.106	0.105	0.107	0.102	0.101		
	4	0.103	0.104	0.102	0.101	0.101	0.099	0.103				
	5	0.104	0.103	0.102	0.103	0.105	0.100	0.105	0.101	0.101	0.102	0.102
	6	0.100	0.100	0.098	0.098	0.099	0.100	0.098	0.100	0.099	0.099	0.100
	7	0.106	0.105	0.102	0.105	0.105	0.102	0.106	0.103	0.102	0.106	0.105
	8	0.102	0.101	0.103	0.105	0.104	0.105	0.103	0.103	0.105		
	9	0.103	0.101	0.103	0.105	0.107	0.1	0.104	0.103	0.106	0.103	0.104
	10	0.099	0.100	0.099	0.100	0.098	0.100	0.098	0.100	0.099	0.099	0.098
	11	0.101	0.102	0.101	0.103	0.103	0.101	0.100	0.102	0.101	0.102	0.099
5	1	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020
	2	0.021	0.021	0.021	0.022	0.022	0.021	0.022	0.022	0.021		
	3	0.022	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022		
	4	0.022	0.022	0.022	0.023	0.022	0.023	0.021				
	5	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021
	6	0.022	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.022
	7	0.023	0.022	0.023	0.021	0.022	0.023	0.022	0.023	0.023	0.021	0.022
	8	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.021	0.022		
	9	0.0199	0.0214	0.0215	0.021	0.0208	0.0205	0.0203	0.0207	0.0203	0.0204	0.0209
	10	0.021	0.020	0.022	0.021	0.020	0.022	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020
	11	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021

表 A.5 Co 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Co 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4.96	4.99	4.98	4.98	4.98	4.97	5.01	5.01	4.97	4.96	5.00
	2	5.02	4.94	4.94	4.97	4.99	5.02	4.92	5.02	4.95		
	3	4.90	4.96	4.91	4.93	4.88	4.99	5.02	4.89	5.04		
	4	4.98	4.99	4.99	4.93	4.98	4.98	4.98				
	5	4.88	4.90	5.03	4.98	5.00	4.91	4.91	4.96	4.83	4.90	4.92

	6	4.89	4.87	4.85	4.82	4.82	4.86	4.87	4.82	4.87	4.82	4.88
	7	5.05	5.06	5.1	5.01	5.03	5.05	5.07	5.06	5.08	5.07	5.01
	8	4.84	4.88	4.89	4.85	4.95	4.78	4.92	4.86	4.94		
	9	4.987	4.985	5.023	4.887	4.905	4.968	4.898	4.982	4.865	4.978	4.869
	10	5.03	5.02	5.06	5.03	4.95	5.01	4.96	5.00	5.03	4.96	4.98
	11	4.96	4.99	5.03	5.02	4.95	4.99	4.94	4.98	4.97	4.94	5.00
2	1	1.97	2.01	2.00	2.04	2.00	1.99	1.98	2.01	2.00	1.97	1.99
	2	2.03	2.04	2	2.07	2.02	1.98	2.07	2.05	2.04		
	3	1.91	1.96	1.93	1.90	1.94	1.96	1.95	1.92	2.00		
	4	1.98	1.97	1.95	1.95	1.93	1.94	1.97				
	5	2.01	1.99	2.01	2.03	1.98	1.98	2.00	2.04	2.01	2.02	2.01
	6	1.94	1.92	1.92	1.93	1.96	1.94	1.94	1.93	1.93	1.94	1.96
	7	2.01	2.01	2.01	2.02	2.02	2.02	2.03	2.03	2.04	2.05	2.05
	8	2.05	2.01	2.03	2.06	2.05	2.00	2.02	2.04	2.03		
	9	1.958	1.992	1.962	1.965	1.959	2.012	1.921	1.923	1.968	1.914	1.956
	10	2.04	2.05	2.00	2.00	2.03	2.01	2.04	2.00	1.99	2.00	2.02
	11	2.01	2.01	2.01	1.99	2.01	2.00	2.02	1.99	2.00	2.01	2.01
3	1	0.49	0.50	0.49	0.48	0.50	0.50	0.48	0.50	0.50	0.48	0.49
	2	0.48	0.47	0.50	0.50	0.49	0.48	0.51	0.50	0.50		
	3	0.52	0.52	0.52	0.49	0.52	0.49	0.51	0.50	0.50		
	4	0.484	0.486	0.486	0.483	0.497	0.487	0.483				
	5	0.486	0.492	0.490	0.486	0.486	0.490	0.492	0.492	0.481	0.483	0.486
	6	0.47	0.48	0.47	0.47	0.48	0.49	0.49	0.46	0.49	0.49	0.48
	7	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.49	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50
	8	0.51	0.52	0.50	0.53	0.52	0.52	0.49	0.52	0.52		
	9	0.488	0.492	0.487	0.478	0.485	0.485	0.495	0.495	0.487	0.472	0.479
	10	0.50	0.49	0.50	0.51	0.50	0.50	0.49	0.51	0.51	0.49	0.51
	11	0.48	0.49	0.48	0.49	0.49	0.48	0.50	0.48	0.49	0.48	0.48
4	1	0.096	0.097	0.096	0.100	0.098	0.098	0.097	0.097	0.100	0.100	0.099
	2	0.103	0.106	0.104	0.106	0.104	0.102	0.106	0.102	0.103		
	3	0.52	0.52	0.52	0.49	0.52	0.49	0.51	0.50	0.50		
	4	0.101	0.099	0.098	0.098	0.098	0.1	0.097				
	5	0.100	0.099	0.098	0.099	0.098	0.098	0.099	0.097	0.097	0.099	0.099
	6	0.097	0.098	0.096	0.095	0.099	0.10	0.10	0.098	0.10	0.099	0.099
	7	0.105	0.105	0.103	0.104	0.105	0.103	0.106	0.104	0.106	0.103	0.100

	8	0.104	0.101	0.104	0.102	0.105	0.103	0.106	0.104	0.105		
	9	0.0965	0.0975	0.0998	0.102	0.0988	0.0961	0.0979	0.0972	0.0992	0.0989	0.0993
	10	0.098	0.099	0.097	0.099	0.098	0.100	0.098	0.098	0.100	0.100	0.099
	11	0.099	0.098	0.099	0.100	0.100	0.099	0.098	0.099	0.099	0.099	0.097
5	1	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019
	2	0.019	0.021	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020		
	3	0.020	0.020	0.019	0.020	0.019	0.021	0.020	0.021	0.020		
	4	0.019	0.019	0.019	0.018	0.019	0.019	0.018				
	5	0.018	0.019	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
	6	0.018	0.018	0.019	0.018	0.019	0.020	0.019	0.018	0.019	0.020	0.019
	7	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.021
	8	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020		
	9	0.0181	0.0187	0.0184	0.0188	0.0189	0.0186	0.0195	0.0193	0.0191	0.0189	0.0187
	10	0.019	0.018	0.020	0.019	0.018	0.019	0.018	0.019	0.020	0.018	0.019
	11	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

表 A.6 Cu 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Cu 的质量分数/%, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4.95	4.91	4.93	4.89	4.98	4.94	4.93	4.92	4.87	4.90	4.96
	2	4.99	4.95	4.99	4.99	4.99	4.98	5.04	4.97	5.01		
	3	5.01	5.02	4.94	5.05	4.95	5.06	5.04	5.02	5.09		
	4	4.81	4.82	4.83	4.92	4.81	4.92	4.93				
	5	5.01	4.95	5.02	4.97	5.05	5.04	5.10	5.04	5.04	5.07	4.99
	6	4.93	4.87	4.87	4.91	4.88	4.86	4.89	4.90	4.88	4.85	4.89
	7	5.03	4.99	5.04	5.05	5.01	5.07	5.01	5.08	5.01	5.03	5.02
	8	4.94	4.99	4.97	4.99	4.95	4.98	4.95	5.02	4.97		
	9	4.886	4.834	4.719	4.941	4.872	4.885	4.921	4.823	4.895	4.915	4.865
	10	4.87	4.9	4.91	4.94	4.96	4.92	4.95	4.98	4.98	4.94	4.99
	11	4.95	4.95	4.93	4.92	4.94	4.96	4.91	4.94	4.95	4.97	4.94
2	1	2.02	2.01	2.00	2.01	2.11	2.04	2.14	2.03	1.98	2.04	1.95
	2	1.95	1.98	1.98	1.97	2.01	2.02	1.96	1.91	2.07		
	3	1.89	1.98	1.90	1.90	1.96	1.99	1.97	1.94	1.95		
	4	1.99	1.96	2.09	2.05	1.89	2.03	2.11				
	5	2.16	2.01	2.17	2.16	2.09	2.09	2.04	2.02	2.04	2.03	2.06

	6	2.03	2.02	2.03	2.01	2.07	2.01	2.04	2.03	2.04	2.08	2.03
	7	2.04	2.02	2.02	2.06	2.05	2.06	2.03	2.05	2.03	2.04	2.04
	8	2.10	2.01	2.00	2.05	1.99	2.07	2.02	1.92	1.87		
	9	1.851	2.002	1.908	1.954	1.969	1.988	1.897	1.978	1.996	1.936	1.957
	10	2.01	2.03	2.04	2.01	2.00	1.98	1.99	2.05	2.04	2.01	1.99
	11	2.03	2.00	2.01	2.03	2.01	2.03	2.02	2.04	2.05	2.00	2.02
3	1	0.50	0.51	0.49	0.50	0.51	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49
	2	0.49	0.51	0.47	0.52	0.49	0.51	0.51	0.50	0.52		
	3	0.46	0.49	0.52	0.51	0.51	0.51	0.50	0.49	0.51		
	4	0.50	0.54	0.49	0.52	0.54	0.49	0.50				
	5	0.515	0.519	0.520	0.499	0.501	0.536	0.536	0.542	0.547	0.547	0.546
	6	0.52	0.52	0.56	0.55	0.53	0.52	0.54	0.52	0.52	0.55	0.52
	7	0.54	0.54	0.53	0.51	0.53	0.53	0.53	0.54	0.53	0.53	0.52
	8	0.51	0.53	0.51	0.47	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51		
	9	0.484	0.503	0.478	0.492	0.487	0.481	0.492	0.493	0.483	0.479	0.486
	10	0.49	0.49	0.50	0.48	0.48	0.49	0.50	0.49	0.49	0.50	0.49
	11	0.51	0.52	0.52	0.50	0.49	0.52	0.48	0.49	0.52	0.49	0.48
4	1	0.099	0.100	0.110	0.100	0.097	0.098	0.097	0.100	0.100	0.100	0.100
	2	0.102	0.108	0.103	0.101	0.100	0.104	0.110	0.111	0.118		
	3	0.108	0.096	0.100	0.100	0.104	0.110	0.111	0.116	0.102		
	4	0.10	0.11	0.10	0.10	0.12	0.10	0.11				
	5	0.101	0.092	0.100	0.103	0.088	0.094	0.094	0.095	0.095	0.089	0.093
	6	0.110	0.100	0.098	0.094	0.093	0.098	0.100	0.100	0.100	0.099	0.100
	7	0.12	0.10	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11	0.10	0.10	0.12	0.11
	8	0.105	0.103	0.103	0.105	0.106	0.102	0.108	0.103	0.101		
	9	0.0946	0.0914	0.109	0.105	0.1	0.0982	0.0987	0.0993	0.103	0.0978	0.0993
	10	0.100	0.099	0.100	0.100	0.096	0.099	0.100	0.097	0.099	0.100	0.100
	11	0.102	0.105	0.106	0.110	0.099	0.098	0.103	0.105	0.100	0.099	0.103
5	1	0.021	0.020	0.019	0.021	0.021	0.019	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020
	2	0.020	0.021	0.020	0.021	0.023	0.022	0.020	0.022	0.020		
	3	0.021	0.019	0.020	0.019	0.022	0.022	0.019	0.020	0.020		
	4	0.018	0.019	0.021	0.02	0.02	0.019	0.018				
	5	0.022	0.023	0.022	0.022	0.022	0.023	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
	6	0.023	0.022	0.023	0.021	0.022	0.021	0.023	0.022	0.021		
	7	0.021	0.022	0.024	0.023	0.024	0.024	0.023	0.022	0.021	0.024	0.025

	8	0.019	0.018	0.018	0.021	0.019	0.020	0.019	0.021	0.019		
	9	0.0195	0.0189	0.0192	0.0191	0.0185	0.0187	0.0194	0.0183	0.0184	0.0188	0.0186
	10	0.019	0.021	0.021	0.019	0.021	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.021
	11	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.020

表 A.7 Fe 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Fe 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.07	5.03	5.11	5.08	5.05	5.00	5.06	5.05	5.01	5.04	5.02
	2	5.01	4.95	4.97	4.95	5.06	5.02	4.99	5.03	5.05		
	3	5.04	4.99	4.95	4.98	4.89	4.87	4.87	4.88	5.03		
	4	5.05	5.12	5	5.08	4.93	4.95	4.98				
	5	4.95	5.01	4.95	5.08	5.04	5.06	4.93	4.94	5.06	5.05	5.04
	6	4.93	4.92	4.83	4.83	4.87	4.93	4.92	4.87	4.88	4.87	4.93
	7	4.92	4.94	4.96	4.95	5.02	4.99	4.94	4.98	4.96	4.97	4.96
	8	5.08	5.10	5.05	5.06	5.09	5.02	5.01	4.95	4.97		
	9	4.806	4.868	4.892	4.992	4.956	4.875	4.903	4.884	4.879	4.924	4.846
	10	5.03	5.01	5.02	5.05	5.03	5.08	5.03	5.09	5.04	5.01	5.02
	11	5.05	5.05	5.07	5.08	5.02	5.07	5.04	5.05	5.03	5.02	5.05
2	1	2.08	2.05	2.10	2.06	2.07	2.06	2.08	2.04	2.05	2.08	2.09
	2	2.16	2.17	2.12	2.18	2.10	2.13	2.16	2.17	2.19		
	3	1.97	2.09	1.97	2.04	1.97	2.05	2.04	2.03	2.02		
	4	2.09	2.07	2.13	2.13	2.02	2.07	2.07				
	5	2.18	2.17	2.18	2.19	2.13	2.14	2.19	2.08	2.18	2.09	2.14
	6	2.08	2.03	2.07	2.01	2.08	2.03	2.06	2.02	2.02	2.05	2.05
	7	2.12	2.12	2.15	2.12	2.10	2.15	2.12	2.10	2.12	2.15	2.16
	8	2.10	2.12	2.12	2.20	2.17	2.14	2.16	2.17	2.12		
	9	2.11	2.058	2.104	2.035	2.067	2.042	2.074	2.063	2.036	2.051	2.076
	10	2.00	2.01	2.02	2.02	2.06	2.07	2.08	2.04	2.10	2.09	2.07
	11	2.06	2.06	2.07	2.06	2.07	2.04	2.10	2.11	2.07	2.05	2.06
3	1	0.51	0.53	0.53	0.54	0.55	0.52	0.52	0.53	0.54	0.53	0.52
	2	0.50	0.48	0.49	0.51	0.53	0.53	0.53	0.52	0.53		
	3	0.51	0.48	0.51	0.51	0.52	0.51	0.54	0.53	0.49		
	4	0.51	0.52	0.5	0.55	0.54	0.54	0.56				
	5	0.542	0.530	0.538	0.534	0.556	0.538	0.537	0.538	0.540	0.534	0.544

	6	0.56	0.56	0.54	0.56	0.54	0.54	0.52	0.56	0.52	0.56	0.55
	7	0.56	0.56	0.55	0.56	0.55	0.56	0.56	0.55	0.55	0.56	0.53
	8	0.50	0.52	0.49	0.52	0.51	0.51	0.51	0.52	0.51		
	9	0.533	0.521	0.514	0.538	0.536	0.528	0.539	0.541	0.534	0.537	0.527
	10	0.50	0.50	0.52	0.51	0.54	0.54	0.50	0.52	0.53	0.50	0.52
	11	0.50	0.54	0.51	0.54	0.52	0.54	0.54	0.55	0.55	0.53	0.52
	1	0.098	0.098	0.099	0.099	0.099	0.109	0.109	0.119	0.109	0.109	0.099
	2	0.110	0.112	0.098	0.110	0.098	0.095	0.100	0.106	0.098		
	3	0.102	0.101	0.105	0.098	0.095	0.100	0.106	0.099	0.103		
	4	0.12	0.10	0.11	0.11	0.12	0.11	0.10				
	5	0.108	0.107	0.115	0.114	0.109	0.103	0.109	0.107	0.103	0.114	0.108
4	6	0.120	0.095	0.120	0.120	0.110	0.110	0.120	0.110	0.120	0.110	0.095
	7	0.100	0.100	0.110	0.100	0.110	0.120	0.120	0.100	0.100	0.110	0.120
	8	0.115	0.105	0.115	0.12	0.107	0.118	0.12	0.106	0.118		
	9	0.111	0.104	0.127	0.108	0.112	0.105	0.116	0.117	0.106	0.109	0.111
	10	0.120	0.120	0.120	0.110	0.120	0.110	0.120	0.120	0.110	0.120	0.110
	11	0.102	0.102	0.103	0.108	0.103	0.109	0.112	0.108	0.112	0.108	0.106
	1	0.022	0.021	0.020	0.021	0.020	0.019	0.021	0.020	0.022	0.020	0.021
	2	0.021	0.018	0.021	0.020	0.019	0.019	0.018	0.019	0.019		
	3	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.020	0.022	0.022	0.021		
	4	0.023	0.022	0.022	0.024	0.021	0.024	0.025				
	5	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.021	0.022	0.023	0.023
5	6	0.024	0.022	0.023	0.025	0.021	0.023	0.024	0.022	0.021		
	7	0.025	0.020	0.021	0.024	0.023	0.025	0.022	0.025	0.024	0.023	0.024
	8	0.02	0.02	0.019	0.022	0.019	0.017	0.019	0.018	0.019		
	9	0.0185	0.0182	0.0188	0.0187	0.0192	0.0193	0.0188	0.0186	0.0184	0.0189	0.0193
	10	0.018	0.019	0.019	0.020	0.019	0.018	0.019	0.019	0.020	0.018	0.018
	11	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021

表 A.8 Ga 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Ga 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4.99	5.05	5.03	5.08	5.10	5.07	5.06	5.04	5.09	5.08	5.09
	2	5.06	4.99	5.02	5.04	5.01	5.03	5.13	4.99	4.98		
	3	4.98	5.12	5.06	5.05	5.17	5.11	4.99	5.03	5.00		

1	4	5.02	5.05	4.99	5.04	5.08	4.97	5.05				
	5	4.88	4.93	5.06	5.08	5.07	5.00	5.05	5.03	4.94	4.95	4.97
	6	4.93	4.95	4.91	4.93	4.98	4.93	4.92	4.87	4.88	4.87	4.93
	7	5.05	5.02	4.99	4.92	4.95	4.94	5.01	5.04	4.95		
	8	4.968	4.876	4.936	4.987	5.036	4.912	4.887	4.909	4.993	5.036	4.975
	9	5.11	5.02	4.99	5.08	5.08	5.09	5.1	4.98	5.09	5.07	5.11
	10	5.05	5.06	5.07	5.04	5.05	5.08	5.02	5.05	5.04	5.02	5.06
2	1	2.02	2.04	2.01	2.05	2.03	2.02	2.01	2.03	2.02	2.00	2.03
	2	1.99	2.01	2.04	2.00	2.00	1.98	2.00	2.00	2.01		
	3	1.97	1.97	1.98	1.94	1.92	1.93	1.99	1.98	2.00		
	4	2.04	2.04	2.05	2.05	2.01	2.02	2.02				
	5	2.03	2.00	1.98	2.01	2.01	1.99	2.00	2.00	2.01	1.90	1.98
	6	2.00	1.99	2.02	2.02	2.02	2.02	1.98	1.99	1.98	2.01	2.00
	7	2.03	2.03	1.99	2.02	2.00	2.00	1.99	2.01	2.04		
	8	1.996	1.968	2.013	1.933	1.981	1.942	1.957	1.988	1.968	1.966	1.972
	9	1.99	2.03	2.08	2.07	2.06	2.10	2.07	2.00	2.04	2.00	2.03
	10	2.04	2.02	2.01	2.00	2.03	2.04	2.03	2.01	2.04	2.03	2.00
3	1	0.50	0.51	0.48	0.49	0.47	0.50	0.49	0.50	0.48	0.51	0.49
	2	0.48	0.51	0.50	0.52	0.50	0.51	0.50	0.52	0.54		
	3	0.51	0.52	0.52	0.54	0.52	0.49	0.50	0.50	0.48		
	4	0.496	0.491	0.501	0.503	0.504	0.499	0.489				
	5	0.535	0.527	0.530	0.521	0.524	0.530	0.529	0.533	0.527	0.525	0.526
	6	0.52	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.51	0.51	0.50
	7	0.52	0.52	0.54	0.51	0.48	0.49	0.50	0.53	0.52		
	8	0.495	0.474	0.488	0.502	0.498	0.506	0.493	0.497	0.496	0.488	0.504
	9	0.49	0.48	0.51	0.51	0.50	0.49	0.48	0.49	0.50	0.48	0.49
	10	0.49	0.50	0.52	0.51	0.51	0.52	0.49	0.48	0.52	0.52	0.52
4	1	0.102	0.105	0.101	0.100	0.108	0.112	0.102	0.112	0.102	0.107	0.112
	2	0.096	0.104	0.112	0.094	0.095	0.094	0.093	0.095	0.103		
	3	0.103	0.111	0.108	0.106	0.105	0.109	0.098	0.109	0.107		
	4	0.111	0.103	0.105	0.101	0.108	0.106	0.100				
	5	0.097	0.096	0.102	0.097	0.102	0.098	0.101	0.098	0.098	0.102	0.101
	6	0.099	0.100	0.110	0.091	0.100	0.110	0.099	0.093	0.110	0.091	0.110
	7	0.104	0.095	0.098	0.098	0.106	0.097	0.104	0.093	0.095		
	8	0.101	0.0948	0.0951	0.0998	0.0987	0.105	0.108	0.0968	0.0988	0.0996	0.104

	9	0.110	0.100	0.110	0.100	0.100	0.110	0.110	0.100	0.110	0.100	0.100
	10	0.107	0.106	0.107	0.104	0.107	0.104	0.104	0.103	0.104	0.104	0.102
5	1	0.021	0.019	0.020	0.019	0.020	0.019	0.018	0.019	0.020	0.018	0.020
	2	0.022	0.020	0.021	0.021	0.022	0.020	0.021	0.021	0.020		
	3	0.020	0.023	0.022	0.020	0.022	0.020	0.021	0.022	0.022		
	4	0.019	0.019	0.021	0.020	0.021	0.019	0.020				
	5	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.021
	6	0.020	0.020	0.021	0.020	0.021	0.020	0.020	0.021	0.021	0.022	0.021
	7	0.020	0.020	0.022	0.021	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020		
	8	0.0194	0.0209	0.0195	0.0198	0.0203	0.0205	0.0195	0.0199	0.0197	0.0204	0.0201
	9	0.021	0.020	0.022	0.020	0.020	0.022	0.020	0.020	0.020	0.022	0.020
	10	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

表 A.9 Pb 精密度数据

水平数	实验室	Pb 的质量分数/%, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.01	4.99	4.99	5.00	5.02	5.05	5.03	5.04	5.02	5.05	5.01
	2	5.02	4.96	5.06	4.95	5.03	4.99	5.06	5.10	5.01		
	3	5.01	5.05	5.08	5.13	5.05	5.14	5.15	5.04	5.08		
	4	5.11	5.08	5.07	5.15	5.12	5.02	5.09				
	5	5.09	5.06	5.09	5.08	5.06	5.10	5.05	5.09	5.11	5.04	5.05
	6	4.96	5.03	4.96	5.04	4.96	5.02	5.04	5.01	5.05	5.01	4.99
	7	5.04	5.02	5.02	5.02	5.04	5.06	5.04	5.12	5.02	5.02	5.09
	8	4.83	4.92	4.91	5	4.95	5.02	4.94	4.88	4.98		
	9	4.873	4.89	4.959	4.923	4.968	4.882	4.949	4.987	4.965	4.902	4.908
	10	5.03	5.00	4.99	4.98	5.00	5.02	5.03	5.04	5.03	4.98	4.99
	11	5.03	5.01	5.01	5.05	5.02	5.04	5.02	5.05	5.00	5.02	5.02
2	1	2.01	2.00	2.04	2.02	1.99	1.99	1.99	2.02	2.01	2.03	2.00
	2	2.00	1.97	1.97	1.98	1.96	2.04	1.97	1.98	2.01		
	3	1.99	1.94	1.95	1.97	1.95	1.99	1.93	2.01	1.98		
	4	2.01	2.02	2.01	2.01	2.02	1.99	2.01				
	5	1.99	2.01	2.02	2	2.02	2	1.99	1.97	1.97	1.99	1.96
	6	1.99	1.99	2.00	1.96	2.00	1.95	1.94	1.97	1.95	2.00	1.97
	7	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.02	2.01	2.02	2.03	2.02
	8	1.97	1.98	1.99	1.96	1.97	1.97	2.00	1.97	1.97		

	9	1.928	1.92	1.94	1.955	1.968	1.938	1.947	1.962	1.947	1.931	1.928
	10	2.04	1.99	2.01	2.00	2.01	2.01	2.05	1.98	1.98	1.97	2.03
	11	2.00	2.02	2.00	1.99	2.00	2.02	2.02	1.99	2.00	1.99	1.98
3	1	0.51	0.52	0.49	0.52	0.52	0.50	0.50	0.50	0.51	0.49	0.50
	2	0.53	0.50	0.50	0.49	0.48	0.49	0.51	0.51	0.52		
	3	0.50	0.50	0.50	0.52	0.49	0.51	0.51	0.51	0.50		
	4	0.496	0.501	0.499	0.502	0.501	0.500	0.495				
	5	0.501	0.494	0.497	0.490	0.489	0.497	0.495	0.497	0.490	0.489	0.487
	6	0.47	0.49	0.47	0.49	0.46	0.47	0.48	0.49	0.46	0.47	0.46
	7	0.52	0.53	0.52	0.51	0.52	0.53	0.52	0.51	0.49	0.50	0.49
	8	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.50	0.50	0.50		
	9	0.471	0.467	0.477	0.483	0.487	0.479	0.486	0.489	0.483	0.491	0.485
	10	0.53	0.51	0.53	0.49	0.53	0.51	0.49	0.53	0.53	0.51	0.51
	11	0.52	0.51	0.49	0.49	0.52	0.49	0.49	0.50	0.50	0.52	0.53
4	1	0.100	0.098	0.100	0.100	0.100	0.100	0.110	0.099	0.100	0.110	0.100
	2	0.096	0.097	0.106	0.107	0.095	0.103	0.096	0.098	0.096		
	3	0.097	0.097	0.103	0.095	0.098	0.105	0.094	0.093	0.095		
	4	0.105	0.102	0.102	0.102	0.102	0.101	0.101				
	5	0.094	0.091	0.090	0.094	0.092	0.090	0.094	0.096	0.090	0.091	0.094
	6	0.096	0.100	0.097	0.099	0.100	0.110	0.100	0.110	0.098	0.092	0.100
	7	0.108	0.103	0.104	0.099	0.104	0.099	0.103	0.098	0.104	0.099	0.105
	8	0.096	0.093	0.094	0.099	0.104	0.103	0.097	0.095	0.095		
	9	0.0948	0.0942	0.0988	0.0956	0.0962	0.0958	0.0964	0.0949	0.0969	0.0965	0.0956
	10	0.099	0.098	0.100	0.100	0.100	0.099	0.099	0.098	0.100	0.100	0.100
	11	0.101	0.102	0.102	0.102	0.102	0.100	0.099	0.100	0.100	0.099	0.097
5	1	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020
	2	0.019	0.020	0.021	0.020	0.022	0.021	0.021	0.021	0.021		
	3	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.021		
	4	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020				
	5	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020
	6	0.019	0.021	0.019	0.020	0.019	0.021	0.020	0.019	0.020		
	7	0.021	0.021	0.022	0.021	0.022	0.021	0.023	0.020	0.021	0.021	0.022
	8	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022		
	9	0.0182	0.0187	0.0188	0.019	0.0193	0.0185	0.0186	0.0189	0.0187	0.0195	0.0192
	10	0.019	0.019	0.019	0.018	0.019	0.018	0.018	0.019	0.020	0.019	0.019

	11	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.020
--	----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 A.10 Se 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Se 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4.97	5.05	5.00	5.04	4.95	4.96	4.99	5.02	5.03	5.01	4.98
	2	5.07	5.05	5.09	5.02	4.99	5.01	5.01	5.08	5.07		
	3	5.03	4.99	4.95	4.97	5.07	4.95	4.98	5.09	5.08		
	4	4.91	4.9	4.89	4.95	4.96	4.87	4.95				
	5	4.83	4.86	4.95	4.94	4.95	4.84	4.95	4.94	4.99	4.89	4.88
	6	4.92	4.98	5.02	4.99	5.02	4.95	5.02	4.98	5.03	4.97	4.96
	7	5.09	5.01	5.02	5.02	5.03	5.04	5.11	5.08	5.06	5.06	5.02
	8	4.86	4.91	4.93	4.96	4.96	5	4.99	4.97	5.01		
	9	5.042	5.023	5.002	5.055	5.024	5.012	5.022	5.032	4.993	5.018	5.031
	10	4.98	5.01	5.06	4.95	4.97	4.94	5.06	5.04	5.05	5.02	4.95
	11	5.01	4.99	4.98	5.03	4.96	4.97	4.99	5.04	5.03	5.00	5.01
2	1	1.93	1.95	2.05	1.96	1.94	2.03	1.93	1.97	1.96	1.93	1.94
	2	2.03	2.01	1.98	2.05	1.96	2.07	2.04	2.05	1.99		
	3	1.96	1.93	1.92	1.91	1.94	1.93	1.92	1.94	2.01		
	4	1.93	1.91	1.93	1.94	1.91	1.91	1.91				
	5	2.02	2.03	1.97	2.00	2.01	1.98	1.98	2.00	1.98	1.95	2.02
	6	1.98	2.00	2.01	1.98	2.01	2.02	1.98	2.00	2.02	1.98	2.02
	7	2.05	2.05	2.03	2.05	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.04	2.03
	8	1.99	2.04	1.97	1.95	1.96	1.95	1.96	1.94	1.93		
	9	2.091	2.092	2.033	2.029	2.015	2.003	2.056	2.021	2.072	2.024	2.087
	10	1.95	1.96	1.95	1.95	1.95	1.96	1.96	1.95	1.93	1.96	
	11	1.95	1.94	1.94	1.95	1.95	1.95	1.97	1.96	1.97	1.95	1.97
3	1	0.49	0.50	0.53	0.50	0.49	0.49	0.51	0.51	0.49	0.49	0.50
	2	0.50	0.50	0.52	0.50	0.53	0.53	0.49	0.51	0.54		
	3	0.54	0.55	0.55	0.53	0.51	0.52	0.50	0.50	0.50		
	4	0.499	0.487	0.495	0.501	0.485	0.496	0.472				
	5	0.504	0.508	0.489	0.505	0.507	0.497	0.499	0.507	0.495	0.508	0.495
	6	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.52	0.49	0.51	0.51
	7	0.54	0.54	0.54	0.530	0.540	0.56	0.52	0.510	0.530	0.520	0.51
	8	0.48	0.52	0.50	0.49	0.48	0.51	0.54	0.50	0.49		

	9	0.503	0.507	0.489	0.504	0.508	0.511	0.506	0.496	0.503	0.508	0.5
	10	0.52	0.51	0.53	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51	0.53	0.51	0.52
	11	0.49	0.49	0.50	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.49	0.51
4	1	0.100	0.100	0.110	0.100	0.106	0.110	0.100	0.104	0.100	0.110	0.100
	2	0.099	0.096	0.095	0.095	0.097	0.104	0.099	0.103	0.097		
	3	0.095	0.097	0.096	0.097	0.100	0.099	0.101	0.096	0.097		
	4	0.101	0.1	0.101	0.101	0.1	0.098	0.098				
	5	0.102	0.103	0.102	0.102	0.101	0.100	0.102	0.101	0.100	0.102	0.100
	6	0.100	0.095	0.093	0.100	0.092	0.100	0.099	0.099	0.100	0.110	0.110
	7	0.10	0.10	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.10
	8	0.097	0.094	0.096	0.102	0.097	0.103	0.098	0.096	0.097		
	9	0.0993	0.0987	0.101	0.105	0.103	0.106	0.0996	0.102	0.104	0.106	0.101
	10	0.100	0.100	0.110	0.110	0.100	0.100	0.110	0.100	0.110	0.100	0.100
	11	0.101	0.101	0.102	0.102	0.104	0.099	0.099	0.099	0.100	0.099	0.098
5	1	0.021	0.021	0.020	0.022	0.021	0.021	0.022	0.019	0.022	0.020	0.022
	2	0.023	0.020	0.020	0.021	0.021	0.020	0.023	0.020	0.021		
	3	0.019	0.019	0.019	0.018	0.017	0.018	0.018	0.017	0.016		
	4	0.021	0.022	0.022	0.021	0.021	0.022	0.018				
	5	0.016	0.018	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
	6	0.016	0.016	0.018	0.017	0.017	0.016	0.016	0.016	0.018	0.018	0.018
	7	0.02	0.020	0.019	0.021	0.021	0.022	0.019	0.020	0.019	0.020	0.021
	8	0.017	0.017	0.018	0.017	0.018	0.016	0.017	0.016	0.017		
	9	0.0178	0.0187	0.0199	0.0201	0.0195	0.0192	0.0196	0.0189	0.0199	0.0198	0.0197
	10	0.021	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
	11	0.020	0.021	0.021	0.021	0.020	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021

表 A.11 Sn 精密度数据

水平数	实验室	Sn 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	4.77	4.86	4.8	4.86	4.89	4.83	4.83	4.85	4.8	4.84	4.89
	2	4.83	5.00	4.86	4.90	4.91	4.88	4.93	4.88	4.92		
	3	4.69	4.76	4.76	4.81	4.72	4.80	4.74	4.77	4.84		
	4	5.01	4.95	4.99	4.83	4.96	4.81	4.89				
	5	4.83	4.83	4.78	4.79	4.81	4.80	4.90	4.85	4.81	4.81	4.74
	6	4.82	4.87	4.83	4.93	4.92	4.94	4.92	4.98	4.95	4.91	4.96

	7	4.71	4.77	4.75	4.75	4.79	4.77	4.76	4.73	4.68	4.73	4.70
	8	4.75	4.75	4.71	4.72	4.68	4.7	4.69	4.67	4.71		
	9	4.625	4.667	4.702	4.589	4.799	4.723	4.765	4.798	4.699	4.668	4.708
	10	4.90	4.97	4.90	4.98	4.88	4.96	4.98	4.85	4.96	4.87	4.90
	11	4.92	4.89	4.93	4.93	4.88	4.88	4.90	4.92	4.95	4.93	4.87
2	1	1.93	1.93	1.97	1.94	1.96	1.95	1.91	1.93	1.94	1.96	1.95
	2	1.92	1.88	1.87	1.89	1.87	1.81	1.87	1.89	1.91		
	3	1.89	1.87	1.86	1.81	1.87	1.80	1.87	1.83	1.85		
	4	1.90	1.89	1.90	1.89	1.90	1.88	1.89				
	5	1.90	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.91	1.92	1.91
	6	1.92	1.96	1.94	1.90	1.95	1.93	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	7	1.94	1.89	1.89	1.88	1.87	1.86	1.87	1.87	1.87	1.86	1.85
	8	1.87	1.77	1.89	1.85	1.86	1.81	1.87	1.84	1.83		
	9	1.812	1.827	1.826	1.855	1.867	1.834	1.836	1.842	1.829	1.836	1.852
	10	1.90	1.98	1.98	1.93	1.95	1.90	1.92	1.92	1.91	1.90	1.90
	11	1.93	1.94	1.93	1.92	1.94	1.94	1.96	1.94	1.93	1.93	1.91
3	1	0.49	0.49	0.48	0.48	0.50	0.48	0.48	0.49	0.48	0.50	0.49
	2	0.50	0.50	0.52	0.51	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50		
	3	0.53	0.49	0.51	0.50	0.50	0.51	0.50	0.52	0.50		
	4	0.488	0.48	0.481	0.486	0.478	0.482	0.502				
	5	0.479	0.478	0.490	0.492	0.488	0.491	0.486	0.486	0.491	0.488	0.489
	6	0.48	0.50	0.51	0.49	0.49	0.50	0.50	0.48	0.49	0.51	0.48
	7	0.47	0.47	0.52	0.49	0.51	0.50	0.50	0.51	0.49	0.51	0.51
	8	0.48	0.49	0.48	0.49	0.48	0.49	0.50	0.50	0.50		
	9	0.469	0.456	0.486	0.477	0.465	0.463	0.491	0.486	0.469	0.479	0.488
	10	0.51	0.49	0.50	0.51	0.50	0.49	0.51	0.51	0.51	0.51	0.49
	11	0.50	0.50	0.48	0.49	0.50	0.49	0.48	0.51	0.50	0.51	0.49
4	1	0.095	0.094	0.097	0.098	0.096	0.103	0.099	0.097	0.104	0.098	0.097
	2	0.102	0.106	0.101	0.101	0.098	0.103	0.097	0.103	0.100		
	3	0.101	0.096	0.098	0.100	0.104	0.101	0.103	0.100	0.103		
	4	0.096	0.096	0.091	0.100	0.094	0.099	0.090				
	5	0.090	0.099	0.089	0.096	0.094	0.088	0.098	0.095	0.089	0.090	0.095
	6	0.098	0.100	0.099	0.100	0.099	0.100	0.100	0.100	0.100	0.097	0.098
	7	0.094	0.094	0.093	0.092	0.093	0.094	0.092	0.092	0.095	0.093	0.094
	8	0.104	0.100	0.100	0.099	0.103	0.102	0.105	0.101	0.101		

	9	0.0889	0.0911	0.0923	0.0934	0.0945	0.0936	0.0928	0.0936	0.0919	0.0929	0.0937
	10	0.096	0.097	0.099	0.100	0.096	0.099	0.098	0.096	0.099	0.098	0.099
	11	0.098	0.098	0.099	0.099	0.099	0.095	0.096	0.096	0.096	0.096	0.100
5	1	0.019	0.020	0.019	0.019	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020
	2	0.022	0.022	0.020	0.021	0.020	0.021	0.020	0.021	0.020		
	3	0.020	0.021	0.019	0.020	0.021	0.020	0.022	0.020	0.019		
	4	0.021	0.022	0.021	0.022	0.022	0.021	0.022				
	5	0.020	0.020	0.020	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.021	0.021	0.021
	6	0.020	0.021	0.019	0.020	0.019	0.021	0.020	0.021	0.019	0.019	0.019
	7	0.018	0.016	0.018	0.017	0.019	0.019	0.017	0.019	0.019	0.019	0.019
	8	0.020	0.018	0.019	0.020	0.018	0.019	0.020	0.019	0.021		
	9	0.0180	0.0182	0.0184	0.0188	0.0187	0.0183	0.0192	0.0183	0.0186	0.0181	0.0184
	10	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020
	11	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
6	1	7.48	7.51	7.55	7.59	7.44	7.48	7.46	7.49	7.42	7.57	7.62
	2	7.39	7.33	7.38	7.51	7.37	7.48	7.44	7.43	7.51		
	3	7.33	7.38	7.51	7.37	7.56	7.50	7.39	7.40	7.46		
	4	7.57	7.49	7.53	7.58	7.54	7.54	7.45				
	5	7.38	7.47	7.29	7.5	7.62	7.43	7.51	7.46	7.42	7.56	7.54
	6	7.52	7.49	7.50	7.56	7.61	7.51	7.54	7.54	7.59	7.52	7.55
	7	7.55	7.58	7.56	7.52	7.65	7.63	7.65	7.66	7.56	7.62	7.51
	8	7.44	7.43	7.48	7.44	7.43	7.51	7.39	7.33	7.38		
	9	7.488	7.605	7.658	7.531	7.502	7.559	7.601	7.498	7.506	7.731	7.665
	10	7.44	7.55	7.51	7.47	7.55	7.54	7.55	7.62	7.60	7.43	7.42
	11	7.52	7.51	7.52	7.53	7.56	7.58	7.44	7.49	7.46	7.55	7.58

表 A.12 Zn 精密度数据

水 平 数	实 验 室	Zn 的质量分数 %, (n=11)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	5.10	5.09	4.99	5.07	5.08	5.10	5.13	5.12	5.09	5.08	5.13
	2	5.02	4.99	5.13	5.01	5.05	5.06	5.11	5.08	5.01		
	3	5.01	5.13	5.06	5.04	5.09	5.00	5.08	5.05	4.99		
	4	5.15	5.16	5.16	5.12	5.18	5.15	5.09				
	5	5.05	5.11	5.19	5.15	5.07	5.18	5.22	5.07	5.21	5.07	5.21
	6	5.13	5.16	5.20	5.17	5.16	5.17	5.17	5.20	5.11	5.17	5.18

	7	5.14	5.14	5.18	5.18	5.11	5.12	5.14	5.12	5.13	5.13	5.11
	8	5.08	5.02	5.06	5.13	5.05	5.06	5.02	5.07	4.99		
	9	5.074	5.080	5.140	5.087	5.055	5.124	5.118	5.094	5.045	5.102	5.114
	10	5.10	5.10	5.14	5.13	5.13	5.09	5.10	5.09	5.11	5.12	5.10
	11	5.03	5.09	5.13	5.06	5.11	5.15	5.09	5.10	5.08	5.09	5.06
2	1	2.04	2.03	2.07	2.06	2.05	2.03	2.04	2.04	2.06	2.05	2.05
	2	1.99	1.97	1.97	1.97	2.04	2.00	2.00	1.98	2.02		
	3	2.01	2.00	2.02	1.97	1.98	1.98	1.99	1.97	1.99		
	4	2.04	2.07	2.03	2.04	2.03	2.06	2.06				
	5	2.10	2.09	2.08	2.03	2.02	2.10	2.04	2.05	2.04	2.07	2.06
	6	2.09	2.05	2.05	2.07	2.09	2.04	2.09	2.08	2.08	2.05	2.08
	7	2.06	2.06	2.06	2.06	2.04	2.04	2.08	2.05	2.08	2.06	2.09
	8	1.97	1.99	1.99	1.96	1.97	1.97	2.04	2.00	2.03		
	9	2.038	2.052	2.065	2.047	2.055	2.041	2.057	2.044	2.069	2.071	2.023
	10	2.04	2.03	2.03	2.05	2.06	2.06	2.07	2.04	2.04	2.05	2.05
	11	2.05	2.08	2.04	2.03	2.06	2.07	2.06	2.06	2.05	2.05	2.04
3	1	0.510	0.500	0.520	0.500	0.500	0.490	0.500	0.490	0.510	0.510	0.500
	2	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.5	0.49	0.51	0.51		
	3	0.49	0.51	0.51	0.49	0.48	0.48	0.48	0.49	0.50		
	4	0.511	0.495	0.492	0.502	0.479	0.486	0.487				
	5	0.482	0.484	0.490	0.485	0.477	0.488	0.487	0.492	0.488	0.487	0.488
	6	0.52	0.51	0.53	0.52	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51	0.52	0.49
	7	0.52	0.52	0.52	0.52	0.51	0.50	0.50	0.51	0.49	0.48	0.49
	8	0.49	0.51	0.49	0.48	0.49	0.50	0.49	0.50	0.48		
	9	0.501	0.496	0.499	0.505	0.508	0.496	0.503	0.505	0.496	0.498	0.504
	10	0.51	0.52	0.49	0.51	0.50	0.49	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50
	11	0.51	0.51	0.49	0.51	0.50	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51
4	1	0.098	0.100	0.103	0.100	0.099	0.100	0.100	0.098	0.099	0.098	0.100
	2	0.106	0.106	0.104	0.105	0.104	0.107	0.105	0.109	0.103		
	3	0.107	0.105	0.106	0.102	0.107	0.105	0.109	0.103	0.104		
	4	0.100	0.099	0.099	0.099	0.100	0.098	0.099				
	5	0.105	0.105	0.104	0.104	0.104	0.104	0.103	0.105	0.103	0.104	0.105
	6	0.098	0.100	0.099	0.100	0.099	0.100	0.100	0.100	0.100	0.097	0.098
	7	0.106	0.105	0.101	0.102	0.101	0.102	0.108	0.101	0.101	0.102	0.108
	8	0.104	0.101	0.104	0.108	0.105	0.106	0.106	0.104	0.105		

	9	0.104	0.102	0.104	0.105	0.104	0.099	0.103	0.107	0.101	0.105	0.104
	10	0.098	0.099	0.098	0.100	0.100	0.097	0.100	0.098	0.098	0.099	0.098
	11	0.100	0.100	0.101	0.101	0.102	0.098	0.097	0.099	0.098	0.098	0.095
5	1	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.020	0.021	0.020	0.020	0.019	0.020
	2	0.021	0.021	0.020	0.022	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020		
	3	0.021	0.022	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.020	0.021		
	4	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	0.019	0.020				
	5	0.019	0.020	0.019	0.020	0.020	0.020	0.019	0.020	0.020	0.019	0.020
	6	0.020	0.019	0.019	0.020	0.019	0.020	0.021	0.020	0.020	0.020	0.020
	7	0.020	0.022	0.020	0.022	0.021	0.021	0.020	0.022	0.020	0.021	0.022
	8	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.021		
	9	0.0202	0.0207	0.0216	0.0205	0.0204	0.0202	0.0210	0.0199	0.0211	0.0196	0.0205
	10	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022	0.021	0.021	0.022
	11	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020