高纯铝化学分析方法

痕量杂质元素的测定

电感耦合等离子体质谱法

编制说明

(审定稿)

主编单位：国标（北京）检验认证有限公司

高纯铝化学分析方法

痕量杂质元素的测定

电感耦合等离子体质谱法

编制说明

**一 工作简况（包括任务来源 主要工作过程）**

**1.1 任务来源**

根据全国有色金属标准化技术委员会于2018年3月在云南省昆明市召开了

《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》标准任务落实会，来自云南冶金研究院 广东省工业分析测试中心 贵州测试院 东北轻合金有限公司等30余家的50名代表对YS/T 870-2013《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》进行了讨论，并进行了修订任务落实，会上确定了《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》的修订基本思路。根据会议讨论安排，由国标（北京）检验认证有限公司负责起草YS/T 870-202x《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》，由广东省工业分析检测中心、有研亿金新材料有限公司、昆明冶金研究院、贵州省分析测试研究院、西北有色金属研究院、北京有色金属与稀土应用研究所、中金岭南股份有限公司等单位负责复验工作。

全国有色金属标准化技术委员会2017年下达标准制（修）定计划，本标准项目计划编号为工信厅科[2017]40号2017-0158T-YS，项目完成时间为2019年12月。

**1.2 项目编制工作组单位简介**

**1.2.1 国标（北京）检验认证有限公司**

国合通用测试评价认证股份公司隶属于有研科技集团有限公司，是国家新材料测试评价平台-主中心承建单位 ，为中国新材料测试评价联盟秘书处挂靠单位。国标（北京）检验认证有限公司作为国合通用测试评价认证股份公司的全资子公司，前身是北京有色金属研究总院分析测试技术研究所，是国内知名的第三方检验机构。国标（北京）检验认证有限公司运营管理着国家有色金属及电子材料分析测试中心和国家有色金属质量监督检验中心，拥有一支基础理论扎实、实践经验丰富的研究和服务队伍其中教授级高工15名，高级工程师39名，工程师26名。建立了以分析化学、材料力学与表面性能、显微组织结构、无损检测为核心的分析测试服务平台，具备了对产品开展多参数、多尺度、高精度、全成分范围检验评价的能力。

1.2.1.1设备情况

我公司拥有先进的分析测试仪器、设备600多台套，价值9000余万元。其中辉光质谱仪、等离子体质谱仪、等离子体光谱仪、激光剥蚀固体进样系统、石墨炉原子吸收光谱仪、全自动电位滴定仪、氧氮测定仪、碳硫测定仪、氢测定仪、X射线衍射仪、我国唯一一台超高压电子显微镜、热场发射扫描电子显微镜、红外氧碳测试仪、X射线定向仪、硅片综合参数检测仪、表面光电压测试仪、少子寿命仪、全反射X射线荧光光谱仪、硅片表面扫描仪、边缘轮廓仪等设备均居国际先进水平。中心除了装备有大量国际先进水平、国内领先水平的分析检测设备，还拥有大量自主知识产权的技术，主要有：材料中微量、痕量杂质元素的原子发射光谱、ICP质谱及辉光放电质谱分析技术；材料耐电子辐射、耐高温、及变形条件下电子显微观察及机理分析；金属及无机材料溶解、分离、富集样品处理技术；金属材料各项物理、力学、化学性能综合评价技术；超声、涡流自动化探伤无损检测技术及设备。分析仪器高效光源开发、试制生产技术；标准物质、标准溶液研制生产校准仪器技术。

1.2.1.2科研成果

我公司拥有一支基础理论扎实、实践经验丰富的研究和服务队伍，先后承担了国家科技支撑计划、国家863计划、国家自然科学基金、军工配套等计划项目的研究。曾获国家科技进步奖6项，国家发明奖3项，省部级科技进步一等奖6项，二、三等奖107项；近5年获得国家发明专利20余项；负责和参加起草制订分析方法国家标准、行业标准300余项；国家标准物质/标准样品120个，在国内外科技期刊上发表论文800余篇，撰写论著22部。

本单位主持YS/T 870-2013 《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》标准的起草。同时，本检测中心常年接待客户送检的高纯铝样品，并采用电感耦合等离子体质谱对其中的杂质元素进行测定，具有相对成熟的标准起草基础。

综上所述，我公司拥有雄厚的技术实力、丰富的实践经验，能够为该项目的研究提供必要的技术、人员、场地等条件的支持和保障。

**1.2.2 广东省工业分析检测中心**

广东省工业分析检测中心是我国从事金属材料、冶金产品、化工产品、再生资源质量检测、欧盟环保（RoHS）指令的有害物质检测、金属材料综合利用检测与咨询、评价以及分析测试技术研究的专业机构。先后隶属于广州有色金属研究院、广东省工业技术研究院（广州有色金属研究院），2015年12月经广东省机构编制委员会批准成为广东省科学院属下的独立二级事业法人单位。

    中心现有高、中、初级专业技术和管理人员约100余人，其中教授有14人，高级工程师27人，硕博士20人，具有中级职称以上科技人员占60%。中心拥有 电子探针、透射电镜、X-射线衍射仪、X-射线荧光光谱仪、等离子质谱仪、等离子发射光谱仪、离子色谱仪、原子吸收光谱仪、大型光栅光谱仪、紫外可见分光光度计、氮氧测定仪、碳硫测定仪、光电直读光谱仪、扫描电镜、粒度分析仪、万能拉力试验机、疲劳试验机、摩擦磨损试验机、硬度计等300余台套仪器设备，总资产约3800余万元。实验室面积约4000平方米。 中心近十年来获得省部级科技进步奖20项。累计申请专利15件，其中授权发明专利5件、授权实用新型专利2件。承担国家、省级各类项目50余项，主持和参与国家、行业标准200余项，发表专著5部，发表论文300余篇，有较强的综合实力和技术基础。

**1.2.3****西安汉唐分析检测有限公司**

西安汉唐分析检测有限公司是西北有色金属研究院（集团）下属的第三方检测机构。1965年成立至今，公司已在西安宝鸡两地三区建成标准化实验室，检测面积10000余平方米，设备200余台（套），设备资产上亿元。现有员工124名，其中技术人员70余名（教授8名，高级工程师32名，注册计量师10名）。公司是国内最大的钛合金检测机构、国内最全面的金属复合材料检测机构、国内唯一核电堆芯材料的检测机构、金属材料全领域检测机构。公司是中国有色金属工业西北质量监督检验中心、陕西省有色金属产品质量监督检验站、陕西省有色金属材料分析检测与评价中心、陕西省核工业用金属材料检测与评价服务平台、稀有金属检测信息化管理及共享平台、稀有金属材料安全评估与失效分析中心、工业（稀有金属）产品质量控制和技术评价实验室的主体单位，同时被国家质量监督检验检疫总局确定为钛及钛合金加工产品、铜及铜合金管材和铝及铝合金生产许可证检验机构实施单位，先后通过国家认证认可监督委员会(CMA)、中国合格评定国家认可委员会(CNAS)和国防科技工业实验室认可委员会(DILAC)认证，是由政府部门授权、具有法定第三方公正地位的产品质量检验机构。

**1.2.4贵州省分析测试研究院**

贵州省分析测试研究院是依法设立的为社会提供公正科学数据的第三方检测机构，是政府财政全额拨款的公益型科研事业单位。创建于1935年9月，是由一批留学德、日等国从海外归国的爱国知识分子在贵州省自然科学领域最早建立的工科研究机构。在1990年通过省级《计量资格认证》（CMA）2700余项省级计量认证，2009年通过了《国家实验室认可》（CNAS资格认可）400多项。拥有HPLC、HPLC-MS、GC、GC-MS、ICP-AES、GPC、TOC、DOC、FTIR等各类仪器设备共计400余台（件），价值近8000万元，实验室面积达20000余平方米。承担并完成国家支撑计划、863课题、国家自然基金等多项国家级、省级科研项目。现有分析测试新方法和新技术研究成果80多项，在国内外重要期刊发表相关研究论文300余篇，参与起草和修订国家标准十余项，获得发明专利15项，出版专著500多篇（部）。

**1.2.5昆明冶金研究院**

昆明冶金研究院是云南冶金集团股份有限公司技术中心的核心研发机构，是云南省选冶新技术重点实验室、国家博士后科研工作站、国家科技部国际合作基地的依托单位，同时也是云南省湿法冶金工程技术研究中心、云南省铝电解节能减排工程技术研究中心、云南省铅冶金工程技术研究中心、云南省锰系列产品工程技术研究中心及云南省多晶硅产业化关键技术工程研究中心的主要依托单位，拥有云南省锗铜系列高新技术产品的技术开发创新团队、云南省铝电解冶金新技术创新团队、云南省加压湿法冶金技术应用研究创新团队、昆明市低成本多晶硅技术创新团队和昆明市铜及铜产品开发科技创新团队。分析测试研究部研究开发的分析方法汇编成方法集共23部，具有优良的科研传统和较强的研究能力；配备了目前世界上最为高端的诸多精密分析仪器，拥有ICCU-AES、ICCU-MS、GD-MS（辉光放电质谱）、X射线荧光光谱仪、X射线衍射仪、MLA（矿物解离度定量测定仪）、电子探针、光电直读光谱、原子荧光、原子吸收、分光光度计、高频红外碳硫分析仪等多套设备。

**1.2.6有研亿金新材料有限公司**

有研亿金新材料有限公司（以下简称“有研亿金”）成立于2000年，现为北京有研科技集团有限公司控股公司有研新材料股份有限公司全资子公司。有研亿金主要研发、生产、销售微电子光电子用薄膜新材料、贵金属材料及制品，并开展稀有及贵金属材料信息咨询、技术服务和套期保值等业务。有研亿金是国内规模最大、门类最全、技术能力最强的高纯金属溅射靶材制造企业，也是国内唯一具备从超高纯原材料到溅射靶材、蒸发膜材垂直一体化研发和生产的产业化平台。有研亿金历年承担国家级、省部级科技开发项目近百项，获部级奖56项，国家专利81项，国家科技进步奖3项，国家发明奖9项，全国科学大会奖2项，国家科技进步奖特等奖子项奖1项。“十一五”、“十二五”期间，公司承担了国家02专项、国家国际重点合作项目、国家高技术产业化项目以及国家科技支撑项目，863项目等36项国家重点项目，为我国新材料产业的发展起到巨大支撑作用。测试中心作为有研亿金新材料有限公司的下属部门，是一个业务相对独立，不受公司各级行政部门制约的检测服务机构，在2018年9月通过CNAS认可。中心拥有各类检测设备18台套，涉及金属材料化学分析、金属材料机械性能及物理性能检测，认可涉及的检测能力包含17个检测对象，37个检测项目，可以开展金属材料的杂质含量、气体含量、微观组织形貌、金相组织分析、硬度及材料取向方面的检测业务，检测设备齐全，具备了按照国际认可准则开展检测服务的技术能力。

**1.2.7北京有色金属与稀土应用研究所**

北京有色金属与稀土应用研究所始建于1963年，2000年转制为全民所有制企业。研究所坚持自主创新，形成了稀贵金属功能材料与焊接材料、铝合金功能材料与焊接材料、其他有色金属材料研发生产体系。产品广泛应用于航空航天、电子信息、电力机械、兵器、环保、交通等国民经济主要行业和国家重点项目。为我国国防工业的发展做出了重要贡献，尤其在神舟系列飞船、嫦娥一期、嫦娥二期等发射任务中，作为运载火箭和卫星的重要基础材料供应单位，为国家的航天事业作出了突出贡献。研究所建立了理化检测分析平台拥有先进分析检测仪器，如质谱仪、原子吸收光谱仪、电感耦合等离子发射光谱仪、水浸超声扫描探伤仪、扫描电镜、显微硬度仪、热导率仪、热膨胀仪、热重天平等高端检测仪器50余台套。依托研究所建立了北京有色金属与稀土应用研究所理化中心（北京市冶金产品质量监督检验站）通过了中国合格评定国家认可委员会实验室认可和北京市检验检测机构资质认定，主要从事铝合金、铜合金、贵金属、钢铁、锡合金等6大类110种产品的检验检测和相关检测的技术支持服务。

**1.2.8深圳市中金岭南有色金属股份有限公司**

 深圳市中金岭南有色金属股份有限公司是中国铅行业龙头企业、世界铅锌矿业旗舰企业之一。拥有亚洲最大的铅锌银矿山—凡口铅锌矿，拥有按照世界最先进采、选技术建设的特大型现代化矿山—广西中金岭南矿业公司，拥有国内最早的ISP工厂—韶关冶炼厂及最先进的锌湿法冶炼企业—丹霞冶炼厂，拥有高端工业铝型材生产企业—深圳华加日公司，拥有高新材料科研生产企业—深圳中金岭南科技公司。公司共获得省部级以上科技奖励超100项，其中国家级奖励13项：科技进步一等奖二项、二等奖七项、三等奖三项，技术发明二等奖一项。

**1.3主要过程和内容**

根据任务落实会议精神，我公司组建了制定高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法编制小组。本标准编制小组查阅了相关产品和分析方法的资料，拟定了试验方案，通过大量的条件试验确定了样品的溶解方法、仪器参数的选择、内标元素的选择、等内容，并采用有研亿金新材料有限公司提供的高纯铝产品对方法进行了样品分析。

依据此标准的修订内容，经会议讨论，具体时间安排如下：

1）第1至2个月—标准起草单位征集、制备统一样品。

2）第3至7个月—起草单位完成技术研究内容，并编写试验报告及标准征求意见稿，发至第一验证单位;

3）第8至12个月—复验单位对起草报告进行复验，完成复验报告；

4）第13个月—召开标准预审会议；

5）第14至18个月—起草单位完成补充试验，复验单位完成补充复验报告；

6）第19至22个月—起草单位在补充试验的基础上，提出标准审定稿、编制说明等，并召开审定会议；

7）第23至24个月—在审定会议纪要的基础上形成标准报批稿。

**二 编制原则和依据**

标准负责起草单位在任务落实会上广泛地征求了与会专家和代表的意见，确定了修订的方案；确定了标准起草原则、主要内容框架和依据：

2.1依据国家相关的法律、法规；

2.2查询相关标准和收集国内外客户的相关技术要求，积极向高纯铝相关国际标准、世界领头企业的技术标准要求靠拢，做到标准的先进性；

2.3根据目前国内高纯铝生产企业的具体情况及技术水平，结合用户的要求及应用技术的发展趋势，力求做到标准的合理性、实用性，与时俱进；

2.4 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分:试验方法标准》和有色加工产品标准和国家标准编写示例的要求进行格式和结构编写。

**三 标准主要内容的确定依据**

本标准是对标准YS/T 870-2013《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》的修订，在标准立项时，高纯铝ICP-MS方法标准小组查阅大量文献资料，国标关于高纯铝的产品标准有YS/T 665-2018《重熔用精铝锭》；YS/T 275-2018《高纯铝锭》；YS/T 33912-2017《高纯金属为原料的变形铝及铝合金铸锭》。YS/T 665-2018《重熔用精铝锭》是针对Al99.996~Al99.90的十个牌号的Si，Fe，Cu，Mn，Mg，Cr，Ni，Zn，Ga，V，B，Ti，Zr元素做出规定，范围在2*μ*g/g~600*μ*g/g。YS/T 275-2018《高纯铝锭》是对5N和6N的高纯铝做出规定，下限基本都低至0.1*μ*g/g，比较适用于利用辉光放电质谱法进行测定。YS/T 33912-2017 《高纯金属为原料的变形铝及铝合金铸锭》是针对Al99.99~Al99.9995的八个牌号的Si，Fe，Cu，Mn，Mg，Cr，Ni，Zn及Ag，Ge，In，Mo，Ga，Na等元素做出规定，大部分元素的限值在1*μ*g/g~50*μ*g/g，其中Al99.9995牌号的Mn为0.4*μ*g/g，Ga为0.2*μ*g/g，Mo为0.1*μ*g/g，Ge为0.4*μ*g/g，In为0.4*μ*g/g，Na为0.2*μ*g/g，其它元素的限值都在>0.5*μ*g/g。其他元素都比较适合应用本修订标准进行检测，但是元素Na由于仪器的检测下限的限制，本标准Na的检测限保持原标准不变，即为0.00005~0.0050%。结合产品标准和实际仪器的检测下限，最终确定了实验方案，即以内标校正法直接测定高纯铝中的Na、Mg、Ca、Ti、Cr、V、Mn、Fe、Ni、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Sr、Mo、Zr、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Ba、W、Hg、Pb、Bi。各元素的检测下限为：元素Mo，In，Ga，Ge，Mn的检测范围为0.00001~0.0050%，其他元素的检测限仍为0.00005~0.0050%。试验对仪器参数、元素质荷比、基体对待测元素的影响、内标选择，进行了讨论，建立了合理的分析步骤。基体操作如下：

**3.1实验操作**

3.1.1 清洗样品

高纯样品在分析过程中要尽可能避免沾污，由于样品可能在制备过程中被沾污，因此进行如下清洗步骤。取一定量样品于100mL烧杯中,加入体积比为3%的稀盐酸，摇匀，静置，至样品表面有金属光泽，后用高纯水冲洗数遍，后将样品置于干燥箱内干燥，包装待称量。

3.1.2 称量

称取0.2g高纯铝样品于50mL石英烧杯，加入5mL浓盐酸（试样不易溶解时可以滴加几滴硝酸），低温加热至试样完全溶解，转移到100mL的容量瓶中，定容。在选定的最优化的仪器实验条件下利用内标校正法ICP-MS直接测定Na、Mg、Ca、Ti、Cr、V、Mn、Fe、Ni、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Sr、Mo、Zr、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Ba、W、Hg、Pb、Bi二十八种杂质元素。随同试料做空白试验。

**3.2 结果与讨论**

**3.2.1 ICP-MS仪器参数的选择**

ICP-MS的仪器参数比较多，但是大多数变量在日常使用中不需要进行调整，只有射频功率，载气流速，采样深度对待测物离子的信号产生重要的影响。尽管不同元素的信号值随各参数的变化关系是不同的，但是基本的变化趋势是相似的，结合仪器日常使用中的参数设定，选择最佳仪器最佳参数设定如表2所示：

表2 Agilent 7500c ICP-MS测定参数

|  |  |
| --- | --- |
|  RF Power 1500kw |  Carrier gas 0.9L·min -1 |
| RF matching 1.76v |  Make up gas 0.1 L/min |
|  Sample depth 8.5mm | Nebulizer pump 0.20rps |
|  Torch-H 0.1mm | Torch-V 0.5mm |

**3.2.2元素质荷比的选择**

在ICP-MS的检测中元素质荷比的选择是非常重要的，基体元素铝27Al与载气、试剂中的16O、1H、36Ar、40Ar 、35Cl、37Cl易形成多原子离子，如40Ar、40Ar 16O、27Al 27Al、 36Ar27Al、40Ar18O 、27Al40Ar、40Ar2、40Ar35Cl、40Ar12C、36Ar35Cl、35Cl16O等会对40Ca、56Fe、54Cr、63Cu、67Zn、58Ni、80Se、75As、71Ga、51V等杂质元素的测定结果产生严重的影响。因此在选择待测元素质量数的时候，应该避免选择这些干扰元素并依据丰度较高的元素提高检测灵敏度的原则，选择各元素的质荷比，如表3所示：

表 3 各元素的质荷比

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | Na | Mg | Ca | Ti | Cr | V | Mn |
| 同位素 | 23 | 24 | 40 | 48 | 52 | 50 | 55 |
| 元素 | Fe | Ni | Co | Cu | Zn | Ga | Ge |
| 同位素 | 56 | 58 | 59 | 65 | 66 | 69 | 74 |
| 元素 | As | Sr | Mo | Zr  | Ag | Cd | In |
| 同位素 | 75 | 88 | 98 | 90 | 107，109 | 112 | 115 |
| 元素 | Sn | Sb | Ba | W | Hg | Pb | Bi |
| 同位素 | 118 | 121 | 138 | 184 | 202 | 208 | 209 |

**注：40Ca、56Fe、75As利用碰撞反应池氢气模式进行分析**

**3.2.3 铝基体对痕量杂质检测的影响**

ICP-MS测定中的非质谱干扰主要来自基体效应，基体效应是影响灵敏度的重要因素，基体元素在等离子体中电离后对待测元素的信号产生抑制或增强效应。为研究基体铝对各待测元素的干扰情况，分别测定不同铝含量时各元素的回收率。表4给出了铝基体浓度为0.2，0.4，0.8，1，2mg·mL -1时对10ng·mL -1待测元素的增强或抑制效应。

表4 基体浓度变化对待测元素回收率的影响

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 基体铝浓度*ρ*/(mg·mL -1) |
| 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1 | 2 |
| Na | 95.2 | 96.8 | 98.1 | 100.9 | 99.9 |
| Mg | 98.9 | 101 | 104.7 | 101.2 | 100.4 |
| Ca | 101.3 | 102.3 | 99.8 | 98.5 | 97.3 |
| Ti | 99.8 | 99.8 | 96.7 | 96.4 | 98.6 |
| Cr | 95.1 | 99.5 | 102.6 | 102.9 | 101.1 |
| V | 96.4 | 99.4 | 98.6 | 96.1 | 101.2 |
| Mn | 92.9 | 103.0 | 100.9 | 101.5 | 99.1 |
| Fe | 98.2 | 98.9 | 98.5 | 95.5 | 97.9 |
| Ni | 99.0 | 96.1 | 98.3 | 101.4 | 99.3 |
| Co | 95.7 | 97.3 | 96.5 | 99.6 | 99.3 |
| Cu | 99.8 | 102.6 | 100.6 | 100.6 | 99.4 |
| Zn | 99.7 | 99.7 | 101.1 | 100.1 | 99.3 |
| Ga | 101.9 | 101.1 | 100.6 | 103.1 | 101.5 |
| Ge | 99.8 | 100 | 100.2 | 93.2 | 98.9 |
| As | 102 | 102 | 98.2 | 99.7 | 101 |
| Zr | 92.1 | 92.3 | 99.3 | 98.2 | 99.3 |
| Sr | 98.6 | 99.7 | 98.1 | 96.8 | 98.4 |
| Mo | 99.8 | 99.7 | 99.2 | 99.5 | 99.6 |
| Ag | 98 | 98.7 | 96.4 | 98.3 | 96.8 |
| Cd | 102.3 | 104.5 | 102.7 | 101.6 | 98.2 |
| In | 99.7 | 100.1 | 98.9 | 99.2 | 99.9 |
| Sn | 97.8 | 98.1 | 104.2 | 100.8 | 101.9 |
| Sb | 103.1 | 102.7 | 103.1 | 101.9 | 102.8 |
| Ba | 100.5 | 100.9 | 99.6 | 98.6 | 100.8 |
| W | 98.6 | 97.9 | 96.5 | 96.5 | 97.9 |
| Hg | 99.0 | 96.1 | 97.3 | 101.4 | 98.3 |
| Pb | 97.6 | 98.4 | 99.9 | 98.5 | 101.3 |
| Bi | 108.8 | 109.3 | 100.3 | 102.6 | 100.8 |

由表4可以看出，随基体铝浓度的增大各待测元素回收率的变化不大,说明铝基体的浓度的变化对待测元素测定结果影响不大。因此可以在不分离基体的情况下对待测元素进行测定。

**3.2.4 内标的选择**

在ICP-MS测定中，基体效应是不可避免的，只是影响程度的不同，为了校正基体效应引起的信号漂移，一般选用内标法进行校正。

配制一系列浓度的铝的标准溶液,加入内标元素10ng·mL -1 的Sc, Rh, Cs, La测定信号校正后的加标回收率,结果如表5所示:

表5 各内标元素校正后的加标回收率

|  |  |
| --- | --- |
| 元素 | 内标元素 |
| Sc | Rh | Cs | La |
| Na | 98.0 | 81.0 | 83.0 | 90.0 |
| Mg | 96.2 | 109.5 | 110.2 | 92.9 |
| Ca | 104.8 | 98.2 | 101.7 | 99.3 |
| Ti | 97.9 | 99.2 | 99.8 | 101.6 |
| Cr | 100.7 | 97.8 | 102.4 | 102.5 |
| V | 96.5 | 103.9 | 99.3 | 104.8 |
| Mn | 96.3 | 102 | 99.7 | 106 |
| Fe | 92.1 | 102.5 | 98.5 | 100.5 |
| Ni | 97.9 | 101.1 | 102 | 102.1 |
| Co | 97.3 | 101.2 | 101.3 | 104.3 |
| Cu | 97.1 | 98 | 101.5 | 106.7 |
| Zn | 96.6 | 103.8 | 102.1 | 109.2 |
| Ga | 92.6 | 102.7 | 99.4 | 104.6 |
| Ge | 96.6 | 101.4 | 102.4 | 100.9 |
| As | 93.7 | 100.3 | 98 | 102.3 |
| Zr | 92.9 | 99.9 | 98.5 | 103.8 |
| Sr | 94.5 | 99.5 | 98 | 101.6 |
| Mo | 97.8 | 98.2 | 99.3 | 99.5 |
| Ag | 94.1 | 98.3 | 98.2 | 102.4 |
| Cd | 94.6 | 101.4 | 100.4 | 100.9 |
| In | 93.7 | 99.3 | 98 | 103.3 |
| Sn | 92.8 | 101.4 | 100.4 | 103.7 |
| Sb | 91.4 | 100.6 | 99.5 | 100.7 |
| Ba | 95.1 | 99.3 | 98.6 | 99.9 |
| W | 95.6 | 101.4 | 100.4 | 102.9 |
| Hg | 95.7 | 99.3 | 98 | 102.3 |
| Pb | 90.3 | 99.8 | 99.4 | 97.8 |
| Bi | 93 | 103.7 | 101.2 | 104.3 |

有表5可以看出：

1.利用Sc做内标校正前面轻质量的元素Na、Mg、Ca、Ti、Cr比后面能够获得较好的回收率。

2.利用Rh做内标校正回收率比较好的元素有：Li、Be、Na、Mg、Si、P利用Rh做内标可以更好的校正仪器信号漂移。

3. 利用Cs做内标校正回收率只是元素Na、Mg的回收率不好。

4. 利用La做内标校正回收率大部分元素的回收率也较好，只是元素Zn、Cu、Mn、V、Be、Na、B、Mg、P的回收率不好。

因此选择Na、Mg、Ca、Ti、Cr、V选用Sc作为内标元素， Mn、Fe、Ni、Co、Cu、Zn、Ga、Ge、As、Sr、Mo、Zr、Ag、Cd、In、Sn、Sb、Ba、W、Hg、Pb、Bi选用Cs作为内标元素

**3.3 检出限及测定下限**

ICP-MS测定空白溶液11次，进行各元素的检出限实验，以空白溶液的3倍标准偏差表示各元素的检出限,测定下限是10倍的标准偏差所对应的样品中杂质的含量，结果如表6所示。由表中数据可以看出，Na，Ca的测定下限为0.22和0.42µg·g-1，因此本标准规定此方法的检测下限为0.00005%；依据产品标准YS/T 33912-2017对其中Mo，In，Ga，Ge，Mn元素规定范围Mn0.4*μ*g/g，Ga为0.2*μ*g/g，Mo为0.1*μ*g/g，Ge为0.4*μ*g/g，In为0.4*μ*g/g，由表中的数据可以看出，这5种元素的的测定下限都可以满足YS/T 33912-2017规定的元素下限的要求，因此规定此方法Mo，In，Ga，Ge，Mn的测定下限为0.1µg·g-1，即0.00001%，其它元素的测定下限为0.00005%。

表6 各元素的检出限和测定下限

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | Na | Mg | Ca | Ti | Cr | V | Mn |
| 检出限*ρ*/(ng·mL-1) | 0.13 | 0.05 | 0.25 | 0.05 | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| 测定下限*w*/(µg·g-1) | 0.22 | 0.08 | 0.42 | 0.08 | 0.10 | 0.08 | 0.10 |
| 元素 | Fe | Ni | Co | Cu | Zn | Ga | Ge |
| 检出限*ρ*/(ng·mL-1) | 0.06 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| 测定下限*w*/(µg·g-1) | 0.10 | 0.10 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.08 |
| 元素 | As | Sr | Mo | Zr | Ag | Cd | In |
| 检出限*ρ*/(ng·mL-1) | 0.05 | 0.06 | 0.04 | 0.05 | 0.02 | 0.02 | 0.04 |
| 测定下限*w*/(µg·g-1) | 0.09 | 0.10 | 0.07 | 0.09 | 0.04 | 0.03 | 0.07 |
| 元素 | Sn | Sb | Ba | W | Hg | Pb | Bi |
| 检出限*ρ*/(ng·mL-1) | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.06 | 0.06 |
| 测定下限*w*/(µg·g-1) | 0.05 | 0.08 | 0.09 | 0.08 | 0.07 | 0.10 | 0.10 |

**3.4回收率**

为了验证方法的可靠性，对1#样品进行加标回收实验，在3.1的仪器条件下进行测定，测定结果如表7所示，加标回收率在91%-115%之间，回收率结果良好。

表7 待测元素的回收率

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 测定平均值*ρ*/ (ng·mL-1) | 加入量(ng·mL-1) | 测定总量(ng·mL-1) | 回收率/% |
| Na | 1 | 10 | 10.1 | 91 |
| Mg | 0.3 | 2 | 2.4 | 105 |
| Ca | <0.5 | 2 | 2.4 | 95 |
| Ti | 0.3 | 2 | 2.1 | 90 |
| Cr | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| V | <0.5 | 2 | 2.5 | 100 |
| Mn | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| Fe | 2 | 5 | 7.1 | 102 |
| Ni | <0.1 | 2 | 1.9 | 90 |
| Co | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| Cu | 0.3 | 2 | 2.1 | 90 |
| Zn | 1 | 2 | 2.8 | 90 |
| Ga | <0.1 | 2 | 2.4 | 115 |
| Ge | <0.5 | 2 | 2.7 | 110 |
| As | <0.5 | 2 | 2.4 | 95 |
| Zr | <0.1 | 2 | 2 | 95 |
| Sr | <0.1 | 2 | 2.3 | 110 |
| Mo | <0.1 | 2 | 2.1 | 100 |
| Ag | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| Cd | <0.1 | 2 | 2.1 | 100 |
| In | <0.1 | 2 | 1.9 | 90 |
| Sn | <0.1 | 2 | 2.1 | 100 |
| Sb | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| Ba | <0.1 | 2 | 1.9 | 90 |
| W | <0.1 | 2 | 2.3 | 110 |
| Hg | <0.1 | 2 | 2.2 | 105 |
| Pb | <0.1 | 2 | 2.1 | 100 |
| Bi | <0.1 | 2 | 2.1 | 100 |

**3.5 精密度**

按照测试方法，对样品1#、2#样品进行11次测定，结果见表8。由表中数据得出，方法的RSD在1.2%~28%之间，能够满足测定的要求。

表8 精密度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 结 果*ρ*/ (ng·mL-1) | 平均值*ρ*/ (ng·mL-1) | 精密度/% |
| Na | 2.2 | 2.6 | 2.2 | 2.2 | 2 | 2.2 | 1.6 | 2.2 | 1.8 | 1.8 | 2.4 | 2.1 | 14 |
| 10.2 | 10.4 | 9.8 | 10 | 9.8 | 10.2 | 10 | 9.96 | 10 | 9.8 | 10 | 10.0 | 1.9 |
| Mg | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.6 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 20 |
| 4.2 | 4.4 | 4.2 | 4.6 | 4.2 | 4.4 | 4.4 | 4.6 | 4.2 | 4.2 | 4.4 | 4.3 | 3.6 |
| Ca | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.38 | 0.4 | 0.6 | 0.5 | 22 |
| 2.4 | 2.2 | 2.6 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 1.98 | 2.2 | 2.3 | 8.8 |
| Ti | 0.6 | 0.56 | 0.58 | 0.62 | 0.6 | 0.6 | 0.58 | 0.6 | 0.6 | 0.64 | 0.6 | 0.6 | 3.5 |
| 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.2 | 2.4 | 2 | 2.4 | 2.2 | 2.4 | 2.2 | 2.4 | 2.3 | 7.1 |
| V | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 14 |
| 1.22 | 1.24 | 1.16 | 1.10 | 1.20 | 1.22 | 1.12 | 1.04 | 1.30 | 1.18 | 1.16 | 1.2 | 6.1 |
| Cr | 0.46 | 0.40 | 0.60 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.60 | 0.20 | 0.40 | 0.60 | 0.40 | 0.4 | 27 |
| 1.00 | 0.98 | 0.80 | 1.12 | 1.00 | 1.02 | 1.04 | 1.02 | 0.96 | 0.96 | 0.98 | 1.0 | 7.8 |
| Mn | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| 0.62 | 0.46 | 0.64 | 0.84 | 0.64 | 0.50 | 0.64 | 0.42 | 0.64 | 0.68 | 0.58 | 0.6 | 19 |
| Fe | 4.2 | 4.4 | 3.8 | 4.6 | 3.6 | 3.8 | 4.6 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.0 | 4.2 | 8.5 |
| 18.2 | 17.8 | 18.0 | 18.4 | 17.4 | 17.8 | 18.0 | 18.2 | 19.2 | 18.4 | 17.8 | 18.1 | 2.6 |
| Ni | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.12 | 0.16 | 0.080 | 0.24 | 0.16 | 0.14 | 0.2 | 28 |
| 8.2 | 7.8 | 8.0 | 8.4 | 7.6 | 7.8 | 8.0 | 7.8 | 7.6 | 8.0 | 8.2 | 7.9 | 3.2 |
| Co | 0.16 | 0.16 | 0.10 | 0.12 | 0.14 | 0.26 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.2 | 25 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.12 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 21 |
| Zn | 0.64 | 0.58 | 0.56 | 0.60 | 0.64 | 0.62 | 0.58 | 0.56 | 0.58 | 0.60 | 0.60 | 0.6 | 4.7 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| Cu | 2.42 | 2.20 | 2.60 | 2.20 | 2.40 | 2.00 | 2.40 | 2.60 | 2.40 | 2.00 | 1.80 | 2.3 | 11 |
| 24.2 | 24.4 | 24.0 | 24.2 | 23.8 | 23.6 | 24.4 | 24.2 | 23.6 | 23.8 | 24.2 | 24.0 | 1.2 |
| Ga | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.16 | 0.24 | 0.18 | 0.19 | 0.2 | 15 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.17 | 0.16 | 0.17 | 0.2 | 19 |
| Ge | 0.46 | 0.42 | 0.50 | 0.52 | 0.50 | 0.70 | 0.50 | 0.52 | 0.42 | 0.46 | 0.64 | 0.5 | 17 |
| 1.04 | 1.02 | 1.04 | 0.98 | 0.96 | 1.02 | 1.04 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 1.0 | 2.8 |
| As | 0.64 | 0.50 | 0.48 | 0.72 | 0.70 | 0.50 | 0.70 | 0.72 | 0.46 | 0.70 | 0.50 | 0.6 | 19 |
| 2.20 | 2.40 | 2.18 | 1.98 | 1.96 | 2.02 | 2.02 | 2.06 | 1.98 | 2.00 | 1.96 | 2.1 | 6.6 |
| Sr | 0.14 | 0.16 | 0.20 | 0.14 | 0.17 | 0.22 | 0.15 | 0.20 | 0.22 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 17 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| Zr | 0.17 | 0.17 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.22 | 0.22 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 16 |
| Mo | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.18 | 0.16 | 0.2 | 16 |
| Ag | 0.18 | 0.16 | 0.22 | 0.14 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 16 |
| 2.20 | 2.2 | 2.20 | 2.00 | 1.98 | 1.96 | 2.20 | 1.96 | 1.98 | 2.20 | 2.18 | 2.1 | 5.5 |
| Cd | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.18 | 0.16 | 0.22 | 0.26 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 18 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.19 | 0.24 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 19 |
| In | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 18 |
| 2.20 | 2.4 | 2.0 | 1.96 | 1.98 | 2.24 | 1.96 | 2.20 | 2.24 | 1.98 | 2.46 | 2.1 | 8.5 |
| Sn | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 17 |
| 0.98 | 1.04 | 1.02 | 1.06 | 0.94 | 0.98 | 0.96 | 1.04 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 1.0 | 4.3 |
| Sb | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 17 |
| 1.04 | 1.06 | 0.98 | 1.0 | 0.94 | 0.96 | 0.98 | 1.02 | 1.04 | 0.98 | 1.04 | 1.0 | 3.9 |
| Ba | 0.18 | 0.19 | 0.16 | 0.19 | 0.19 | 0.26 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.18 | 0.18 | 0.2 | 15 |
| 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.15 | 0.16 | 0.22 | 0.18 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 16 |
| W | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.17 | 0.16 | 0.17 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 13 |
| 2.16 | 2.16 | 2.18 | 2.14 | 2.20 | 1.96 | 2.04 | 1.94 | 1.98 | 2.00 | 1.96 | 2.1 | 5.0 |
| Hg | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.16 | 0.22 | 0.22 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 15 |
| 1.02 | 1.04 | 1.06 | 0.96 | 0.98 | 1.04 | 1.02 | 1.0 | 0.98 | 0.96 | 1.0 | 1.0 | 3.3 |
| Pb | 0.16 | 0.18 | 0.24 | 0.18 | 0.16 | 0.22 | 0.14 | 0.24 | 0.24 | 0.16 | 0.16 | 0.2 | 20 |
| 0.16 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.18 | 0.26 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.14 | 0.16 | 0.2 | 22 |
| Bi | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.16 | 0.20 | 0.22 | 0.16 | 0.22 | 0.16 | 0.16 | 0.19 | 0.2 | 16 |
| 0.98 | 1.02 | 1.04 | 0.98 | 0.96 | 1.06 | 1.04 | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 1.02 | 1.0 | 3.4 |

**3.6样品分析结果**

对于高纯铝1#～2#样品，按照实验步骤进行操作，测定11次的平均结果见表9。3#样品和4#样品为向纯度较高的1#样品中加入标准溶液做为合成样，3#为1#样品加标10ng/mL所得；4#样品为1#样品加标50ng/mL所得。

 表9 样品分析结果 单位：%

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 1#样品 | 2#样品 | 3#样品 | 4#样品 |
| Na | 0.00011 | 0.00050 | 0.0010 | 0.0055 |
| Mg | 0.00003 | 0.00020 | 0.0011 | 0.0053 |
| Ca | <0.00005 | 0.00012 | 0.0010 | 0.0051 |
| Ti | 0.00003 | 0.00012 | 0.0010 | 0.0051 |
| V | <0.00001 | 0.00006 | 0.0011 | 0.0051 |
| Cr | <0.00005 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0051 |
| Mn | <0.00001 | 0.00003 | 0.0010 | 0.0051 |
| Fe | 0.00021 | 0.00090 | 0.0012 | 0.0059 |
| Ni | <0.00001 | 0.00039 | 0.0010 | 0.0055 |
| Co | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Zn | 0.00003 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Cu | 0.00012 | 0.0012 | 0.0011 | 0.0062 |
| Ga | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Ge | <0.00005 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0051 |
| As | <0.00005 | 0.00011 | 0.0010 | 0.0051 |
| Sr | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Zr | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Mo | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Ag | <0.00001 | 0.00011 | 0.0010 | 0.0052 |
| Cd | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| In | <0.00001 | 0.00011 | 0.0010 | 0.0051 |
| Sn | <0.00001 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0050 |
| Sb | <0.00001 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0050 |
| Ba | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| W | <0.00001 | 0.00011 | 0.0010 | 0.0051 |
| Hg | <0.00001 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0050 |
| Pb | <0.00001 | <0.00001 | 0.0010 | 0.0050 |
| Bi | <0.00001 | 0.00005 | 0.0010 | 0.0050 |

**四 标准水平分析**

通过文献检索，网上查询，国内外除本标准外，没有关于高纯铝化学分析方法28种痕量元素的测定方法、相关国家、行业标准，确定该标准总体水平为国际先进水平。

4.1 国际、国外同类标准水平的对比分析

YS/T 870-201x《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》，元素测定范围由0.00005%～0.0050%扩大为0.00001%～0.0050%。本标准涉及内容全面、条款详细，在制定过程中吸纳了国内外最新相关技术，达到了国际先进水平。

4.2 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

本标准是作为高纯铝分析方法标准，与GB/T 1196-2017《重熔用铝锭》、GB/T 8733-2016《铸造铝合金锭》、GB/T 3190-2008《变形铝及铝合金化学成分》、GB/T 27677－2017《铝中间合金》 YS/T 282－2008《铝中间合金锭》、GB T 33912-2017 《高纯金属为原料的变形铝及铝合金铸锭》等标准相配套，同时又与YS/T 871-201x《高纯铝化学分析方法 痕量杂质元素的测定 辉光放电质谱法》互相配合，互为补充 衔接配套。

**五、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性**

高纯铝是高技术高附加值材料，随着现代科技的进步及新材料研究领域的不断发展，对高纯铝的纯度和需求量也将会随之增加，期间势必涉及高纯稀土产品纯度等问题。因此，研究和建立一种针对高纯铝中杂质元素含量的快速、准确的分析方法对相关产业的发展有着十分重要的意义。本标准符合现有国家产业政策，符合相关法律规章，在高纯铝行业的发展领域发挥一定的作用。

**六、是否涉及专利及知识产权的说明**

本文件修订过程中不涉及专利和知识产权问题。

**七、重大分歧意见的处理过程**

本标准属于有色金属领域专业基础标准，编制组根据修订前确定的编制原则进行标准修订，在标准修订稿征求意见过程中未发生重大分歧意见。

**八、标准作为强制性、推荐性国家标准的建议**

制定高纯铝标准非常适应市场的需求，因此，建议本标准作为推荐性行业标准发布实施。

**九、贯彻标准的要求和措施建议**

制定后的标准颁布实施后，需要国家有关部门组织大力宣传和贯彻，主办各种形式的培训班，才能让高纯铝企业及相关贸易单位充分认识和理解新标准条款，进而加以应用。

**十、废止现行有关标准的建议**

无废止标准的建议。

**十一、其他应予以说明的事项**

无其他应予以说明的事项。

**十二、推广应用的预期效果**

近些年来，我国有色金属的发展日新月异，产量和质量都得到了极大的提高。特别是高纯铝都是高技术高附加值材料，它主要应用在一些高技术领域和科学研究用。例如精铝(3N8~4N8)的78%左右用于轧制电解电容器铝箔，即常说的电子箔，照明灯具的用量占12%，其他用途的为6%，计算机存储硬盘的用量约4%超纯铝(5N~6N，每种杂质的最大含量0.4ppb的95%用于制造半导体器件，5%用作超导电缆的稳定化材料。高纯铝中的杂质含量严重影响它的性能，所以高纯铝的分析检测方法也变得尤为重要。因此建立一种更加科学、准确、快速、更加适用的分析检测方法标准来对高纯铝行业进行技术支撑，以满足各种产品化学成分分析检测。

本次修订对原标准做了部分修改、补充，无论是在待测元素的种类还是在方法的适用性、可操作性上都有了很大的提高和扩充，即补充了有色金属新材料测试评价方法，又完善有色金属新材料测试评价体系，为有色金属新材料行业发展提供技术支撑，达到国际先进水平要求。新版标准全面反映了我国铝及铝合金化学检测技术水平，有利于促进国内铝生产企业进一步完善分析检测手段，满足中国铝工业的实际使用和未来发展的需求，为中国铝工业的发展提供了基础性的技术支撑。

国标（北京）检验认证有限公司编制组

 二零一九年十月