
《锂化学分析方法 第 12 部分： 杂质元素含量
的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》

编制说明

（送审稿）

（国家标准编制说明）

《锂化学分析方法 第 12 部分： 杂质元素含
量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》编
制组

主编单位：江西赣锋锂业集团股份有限公司

2024 年 5 月 26 日

目录

一、工作简况	1
1. 任务来源	1
1.1 计划批准文件名称、文号及项目编号、项目名称、计划完成年限、项目名称更改说明、编制组成员（单位）	1
1.2 项目编制组单位变化情况	1
2. 起草和验证单位简介	1
2.1 起草单位	2
2.2 验证单位	2
2.3 主要工作成员所负责的工作情况	3
3. 主要工作过程	3
3.1 预研阶段	3
3.2 立项阶段	4
3.3 起草阶段	4
二、标准编制原则	6
三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析	6
1. 本标准在内容修订时主要编制依据	6
2. 标准制定的主要内容	6
2.1 测定范围的确定	6
3. 起草单位江西赣锋锂业集团股份有限公司和安捷伦科技（中国）有限公司 试验报告情况分析	7
3.1 分析谱线的选择和线性	7
3.2 仪器条件的选择	9
3.3 酸的种类和用量的选择	14
3.4 基体浓度和检出限	15
3.5 方法准确性	16
3.6 方法精密度试验	20
3.7 验证单位试验数据	28
3.8 精密度计算	47
四、标准中涉及专利的情况	66

五、预期达到的社会效益等情况	73
1. 项目的必要性简述	73
2. 项目的可行性简述	73
3. 标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益	73
六、采用国际标准和国外先进标准的情况	74
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况	74
八、重大分歧意见的处理经过和依据	74
九、标准性质的建议说明	74
十、贯彻标准的要求和建议措施	74
十一、废止现行相关标准的建议	74
十二、其他应予说明的事项	74
十三、参考资料清单	74

一、工作简况

1.任务来源

1.1 计划批准文件名称、文号及项目编号、项目名称、计划完成年限、项目名称更改说明、编制组成员（单位）

根据国家标准化管理委员会下达的《国家标准化管理委员会关于下达 2023 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2023〕10 号），《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质元素含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》，计划号为：20230121-T-610，技术归口单位是全国有色金属标准化技术委员会，由江西赣锋锂业集团股份有限公司牵头起草修订，完成年限 2024 年。

参加本标准起草的单位有江西赣锋锂业集团股份有限公司、安捷伦科技（中国）有限公司、重庆天齐锂业有限责任公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、宜春赣锋锂业有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、国标（北京）检验认证有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、江西东鹏新材料有限责任公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、盛新锂能集团股份有限公司等单位。

1.2 项目编制组单位变化情况

编制过程中项目编制组单位无变化。

2. 起草和验证单位简介

表 1 起草单位及所做工作

起草单位	所做工作	
江西赣锋锂业集团股份有限公司	起草负责单位	调研现阶段检测需求和国内外检测方法现状，制定研究方案；完成试验样品的搜集和分发；完成分析方法研究工作；撰写标准文件、研究报告和编制说明；完成数据分析统计工作；广泛征求国内同行试验室及相关企业意见。
安捷伦科技（中国）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司	第一验证单位	对标准文件和研究报告中的各项试验参数进行验证；提供试验样品的精密度数据；对标准文件、研究报告和编制说明提出相应的修改建议。

广东省科学院工业分析检测中心、宜春赣锋锂业有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、江西东鹏新材料有限责任公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、盛新锂能集团股份有限公司	第二验证单位	提供试验样品的精密度数据；对标准文件、研究报告和编制说明提出相应的修改建议。
江西赣锋锂业集团股份有限公司	样品提供	提供不同规格的金属锂

2.1 起草单位

江西赣锋锂业集团股份有限公司成立于 2000 年 3 月，注册资金 14.37 亿元。赣锋锂业是中国锂行业首家 A+H 上市公司（A 股股票代码：002460；H 股股票代码 01772），世界领先的锂生态企业。公司业务贯穿上游锂资源开发、中游锂盐深加工及金属锂冶炼、下游锂电池制造及废旧电池综合回收利用等价值链的各重要环节，产品涵盖金属锂、碳酸锂、氢氧化锂、丁基锂、锂离子电池、锂电池材料等五大系列四十多种，被广泛应用于电动汽车、储能、3C 产品、化学品及制药等领域。企业锂矿资源遍布全球多个国家及地区，同时拥有“卤水提锂”、“矿石提锂”和“回收提锂”产业化技术，具备电池制造及回收能力，为电动车、电池、电子设备等厂商提供完整的原材料供应、电池定制、废旧电池循环利用方案。

江西赣锋锂业集团股份有限公司在本标准的编制过程中，积极主动收集国内的金属锂厂商对杂质含量的测定方法，并参考下游客户的分析方法，制定出本标准征求意见稿。在本标准完善过程中，组织完成试验报告，并向相关验证单位提供样品，收集验证单位的试验数据，同时带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，最终完成标准的编制工作。

有色金属技术经济研究院是我国有色金属行业的标准研究权威单位，对本标准的技术内容和编制规范进行指导，积极配合主编单位协调各成员单位运行各项试验测试任务，并为本标准的科学性和先进性把关，在编制组中贡献显著。

2.2 验证单位

一验单位安捷伦科技（中国）有限公司、重庆天齐锂业有限责任公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、新疆有色金属研究所有限公司负责对试验报告中的条件试验及精密

度试验进行验证工作，并提供一验报告。

二验单位广东省科学院工业分析检测中心、宜春赣锋锂业有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、盛新锂能集团股份有限公司、江西东鹏新材料有限责任公司负责对试验报告中的精密度试验进行验证工作，并提供二验报告。

2.3 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 2。

表 2 主要工作成员所负责的工作情况

起草人	所做工作
张江峰、白智辉、李强	标准工作整体协调和推进；标准起草前期调研、样品搜集；试验方案的确定；标准文件、研究报告和编制说明编写。重复性验证试验；修改标准文件、研究报告和编制说明。
赵文涛、周雄军、周家红、朱学琴、赵本常、韦娜、关黎晓、倪英萍	对研究报告中各项参数条件、试验步骤以及试剂材料等进行全面验证；对试验样品进行测定；对标准文件、研究报告和编制说明提出修改建议。
伍学锋、王永生、王雨馨、杨磊、宋姣姣、伍学锋、彭莉、陈淑梅、张慧敏、崔璐	对试验样品进行测试，提供比对试验数据；对标准文件、研究报告和编制说明提出修改建议。

3.主要工作过程

本标准由江西赣锋锂业集团股份有限公司负责起草。本标准的编制经过了以下几个阶段：

3.1 预研阶段

2021 年 10 月，由全国有色金属标准化技术委员会组织在江苏省常州市召开了《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的调研会，江西赣锋锂业集团股份有限公司、天齐锂业新能源材料（苏州）有限公司、四川雅化实业集团股份有限公司、山东瑞福锂业有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、四川致远锂业有限公司、浙江衢州永正锂电科技有限公司、宜宾市天宜锂业科创有限公司、江西东鹏新材料有限责任公司、深圳清华大学研究院、新疆有色金属研究所有限公司、成都开飞高能化学工业有限公司、江西赣锋循环科技有限公司、广东邦普循环科技有限公司、荆门格林美新材料有限公司、江西南氏锂电新材料有限公司、长远锂科科技有限公司等多家公司相关技术人员就《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的可行

性进行了初次的讨论，大家一致认为，有必要对《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》进行制定，引入电感耦合等离子体发射光谱法测试金属锂中杂质含量是可行及必要的。

3.2 立项阶段

2022 年 4 月，江西赣锋锂业股份有限公司向全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分会（SAC/TC243/SC3）提交行业标准《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》项目建议书。

2022 年 11 月在福建省厦门市召开的全有有色金属标准化技术委员会年会上通过专家论证。

2023 年 3 月，根据国家标准化管理委员会下达的《国家标准化管理委员会关于下达 2023 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2023〕10 号），国家标准《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》，立项成功。

2023 年 5 月，全国有色金属标准化技术委员会在云南大理组织召开了有色标准工作会议，来自江西赣锋锂业集团股份有限公司、宜春银锂新能源有限责任公司、江西永兴特钢新能源科技有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、宜春天卓新材料有限公司、天齐锂业新能源材料（苏州）有限公司、雅化锂业（雅安）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、广东邦普循环科技有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、瑞士万通中国有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、衢州华友钴新材料有限公司、宜春市锂电产业研究院（江西省锂电产品质量监督检验中心）、江西东鹏新材料有限责任公司、山东瑞福锂业有限公司、唐山鑫丰锂业有限公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、宁都县赣锋锂业有限公司、盛兴锂能集团股份有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、成都开飞高能化学工业有限公司等单位参加了会议，会议对《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》进行了任务落实。

3.3 起草阶段

本标准依据我国金属锂行业市场情况进行修订，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾全国金属锂生产厂家及使用厂家的现状。

1、2023 年 5 月，江西赣锋锂业集团股份有限公司接到标准修订后，成立了《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》标准编制工作组，并明确了工作职责和任务。

2、2023 年 6 月，标准编制工作组组织公司内部进行讨论，根据产品的要求，结合试验报告

结果，形成了标准讨论稿。

3、2023年7月，江西赣锋锂业集团股份有限公司联合安捷伦科技（中国）有限公司就《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》进行实验验证，形成初步实验报告。

4、2023年7月，标准编制工作组召开了《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的网络讨论会议。来自安捷伦科技（中国）有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、重庆天齐锂业有限责任公司、新疆有色金属研究所有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、江西东鹏新材料有限责任公司、唐山鑫丰锂业有限公司、中国有色桂林矿产地质研究院有限公司、宜春赣锋锂业有限公司、盛新锂能集团股份有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司等单位的40余位专家参加了《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的讨论，细化试验条件及相关细节，为验证试验做准备。

5、2023年8月，江西赣锋锂业集团股份有限公司将样品分别发往一验单位安捷伦科技（中国）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司进行实验条件的确认。

7、2023年8月，编制组收集一验单位反馈的条件实验，起草单位协同安捷伦科技（中国）有限公司共同完成的条件实验均无问题。

8、2023年8月，编制组进行数据汇总及报告编制，形成征求意见稿。

3.4 征求意见阶段

1、标准编制组通过发函、中国有色金属标准质量信息网上公开和会议等形式对《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》征求意见稿征询意见。

2、2023年9月，全国有色金属标准化技术委员会在江西省宜春市组织召开了有色标准工作会议，对《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的征求意见稿和编制说明进行了仔细、认真的讨论，并提出了修改意见和建议，具体见意见汇总表。

3、在征求意见阶段，共发函21家相关生产应用单位和科研院所，回函的单位共21家、回函并有建议或意见的单位共18家、没有回函的单位共0家（征求意见情况详见《标准征求意见稿意见汇总处理表》）。

4、2023年11月，本标准编制组依据各单位提出的意见和建议，继续对征求意见稿进行了修改和完善，形成了标准预审稿及其编制说明，并提交标委会对标准预审稿进行审查。

5、2024年03月，全国有色金属标准化技术委员会在广东省珠海市组织召开了有色标准工作会议，对《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》的预审稿和编制说明进行了仔细、认真的讨论，并提出了修改意见和建议，具体内容见意见汇总表。

3.5. 审查阶段

3.6. 报批阶段

二、标准编制原则

为满足市场供需双方公平受益，标准格式按照 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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》、GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度》的要求进行了编写。

本标准是以江西赣锋锂业集团股份有限公司为主要起草单位，参考国内外企业的分析方法及客户对金属锂的杂质含量分析诉求的基础上编制而成，最大程度体现了国内外大多数企业对金属锂杂质含量的分析水平，有利于规范金属锂杂质含量的分析方法，切实可行，具有可操作性，同时充分考虑相关企业、使用单位等各方面的意见和建议。制定《锂化学分析方法 第12部分：杂质含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法》国家标准。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

1. 本标准在内容修订时主要编制依据

- (1) 查阅相关标准和国内外客户的相关分析方法；
- (2) 根据国内外金属锂厂家及使用企业的具体分析检验情况，力求做到标准的合理性与实用性；
- (3) 完全按照 GB/T 1.1-2020 的要求进行格式和结构编写。

2. 标准制定的主要内容

电感耦合等离子体原子发射光谱法一直以来是许多实验室测定金属锂中杂质元素含量的成熟方法，其优点是测定准确，结果稳定。随着生产单位及下游客户要求的提高和产品质量的提升，GB/T20931 现有方法已经不再满足金属锂杂质元素的测定，电感耦合等离子体原子发射光谱法方法具有准确、稳定、快速等优点。

2.1 测定范围的确定

本标准测定的试样为金属锂，根据金属锂产品标准中杂质的含量规定了各元素的测定范围，具体见下表3。

元素	测定范围 w %	元素	测定范围 w %
----	----------	----	----------

钾	0.0001~0.01	钠	0.0001~3.00
钙	0.0001~0.1	铁	0.0001~0.01
硅	0.0001~0.04	铝	0.0001~0.02
镍	0.0001~0.01	铜	0.0001~0.01
镁	0.0001~0.01	铅	0.0002~0.01

3.起草单位江西赣锋锂业集团股份有限公司和安捷伦科技（中国）有限公司试验报告情况分析

3.1 分析谱线的选择和线性

由于锂基体谱线较为简单，干扰少。谱线的选择主要考虑了其强度、信背比（即 SBR，是净信号与背景强度的比值，一般 SBR 越高，检出限越好）、重复性（即 RSD%，一般信号强度越高，RSD 越低）以及常见混标元素间的干扰。实验测试溶液为添加了碳酸锂基体的 0.1 μ g/mL 标准溶液，每个元素选择了三条谱线（除 K 和 Na 外）进行测试，并同时进行了轴向和径向的分析，结果如下。

表 4-1 分析谱线的选择—Al

溶液标签	Al 167.019 nm	Al 237.312 nm	Al 396.152 nm	Al-A 167.019 nm	Al-A 237.312 nm	Al-A 396.152 nm
信号强度	702.21	117.97	799.89	861.8	357.37	5190.09
背景强度	62.21	1604.67	7524.21	141.52	3943.55	8293.76
SBR	11.29	0.07	0.11	6.09	0.09	0.63
RSD%	3.15	12.67	2.52	1.83	10.24	0.4

*带“-A”的为轴向观测数据，其它为径向观测数据。RSD%为 5 秒积分并连续测定三次获得。下同。

表 4-2 分析谱线的选择—Ca

溶液标签	Ca 317.933 nm	Ca 393.366 nm	Ca 396.847 nm	Ca-A 317.933 nm	Ca-A 393.366 nm	Ca-A 396.847 nm
信号强度	1063.91	58950.42	102709.3	2327.75	179802.2	306420.3
背景强度	2813.92	3807.78	10371.51	4355.21	4816.04	11106.82
SBR	0.38	15.48	9.90	0.53	37.33	27.59
RSD%	1.08	0.71	0.53	0.86	0.74	0.79

表 4-3 分析谱线的选择—Cu

溶液标签	Cu 213.598 nm	Cu 324.754 nm	Cu 327.395 nm	Cu-A 213.598 nm	Cu-A 324.754 nm	Cu-A 327.395 nm
信号强度	472.56	1460.21	1265.56	890.03	6238.15	5132.7
背景强度	713.76	3093.08	4006.04	1432.98	4709.71	6647.18
SBR	0.66	0.47	0.32	0.62	1.32	0.77

RSD%	0.85	1.04	0.65	1.15	0.57	0.78
------	------	------	------	------	------	------

表 4-4 分析谱线的选择—Fe

溶液标签	Fe 234.350 nm	Fe 238.204 nm	Fe 259.940 nm	Fe-A 234.350 nm	Fe-A 238.204 nm	Fe-A 259.940 nm
信号强度	514.92	2115.67	955.58	1182.47	4530.88	2061.15
背景强度	851.92	1109.52	708.48	1633.02	1829.02	1043.52
SBR	0.60	1.91	1.35	0.72	2.48	1.98
RSD%	0.87	0.84	0.03	0.17	0.12	0.81

表 4-5 分析谱线的选择—K

溶液标签	K 766.491 nm	K-A 766.491 nm
信号强度	480.86	15066.3
背景强度	27345.62	28316.77
SBR	0.02	0.53
RSD%	6.55	0.63

表 4-6 分析谱线的选择—Mg

溶液标签	Mg 279.553 nm	Mg 280.270 nm	Mg 285.213 nm	Mg-A 279.553 nm	Mg-A 280.270 nm	Mg-A 285.213 nm
信号强度	23896.72	4775.96	5333.01	50868.95	9955.18	5333.01
背景强度	856.46	428.1	1075.08	1334.72	678.89	1075.08
SBR	27.90	11.16	4.96	38.11	14.66	4.96
RSD%	0.69	1.06	0.76	0.37	1.32	0.76

表 4-7 分析谱线的选择—Na

溶液标签	Na 588.995 nm	Na 589.592 nm	Na-A 588.995 nm	Na-A 589.592 nm
信号强度	33610.41	2390.96	112255.6	63967.57
背景强度	80137.22	36726.23	62662.69	49698.37
SBR	0.42	0.07	1.79	1.29
RSD%	0.92	2.21	0.23	0.08

表 4-8 分析谱线的选择—Ni

溶液标签	Ni 216.555 nm	Ni 221.648 nm	Ni 231.604 nm	Ni-A 216.555 nm	Ni-A 221.648 nm	Ni-A 231.604 nm
信号强度	264.93	200.79	291.74	558.22	388.35	575.46
背景强度	547.88	263.44	499.17	1085.36	522.47	946.93
SBR	0.48	0.76	0.58	0.51	0.74	0.61
RSD%	2.28	1.55	2.64	0.94	3.36	0.23

表 4-9 分析谱线的选择—Pb

溶液标签	Pb 182.143 nm	Pb 217.000 nm	Pb 220.353 nm	Pb-A 182.143 nm	Pb-A 217.000 nm	Pb-A 220.353 nm
信号强度	27.77	32.19	136.34	84.37	108.33	337.51
背景强度	146.42	518.92	755.94	320.22	1029.39	1462.32

SBR	0.19	0.06	0.18	0.26	0.11	0.23
RSD%	17.09	4.95	1.57	6.77	2.83	0.67

表 4-10 分析谱线的选择—Si

溶液标签	Si 250.690 nm	Si 251.611 nm	Si 288.158 nm	Si-A 250.690 nm	Si-A 251.611 nm	Si-A 288.158 nm
信号强度	350.92	349.57	772.64	1104.73	1067.52	2966.88
背景强度	790.87	348.04	1749.22	1240.06	556.01	2681.46
SBR	0.44	1.00	0.44	0.89	1.92	1.11
RSD%	2.25	1.22	0.71	1.65	0.89	0.97

从表中数据可以看出，所有元素的轴向观测各方面数据大都明显优于径向观测，故低含量元素检测优先使用轴向观测。特别是 K 元素，径向信号很弱，但在轴向由于受到锂的电离影响，信号强度大幅提升，SBR 也提升一个数量级。但像 Ca 的灵敏度极高，导致高浓度检测时轴向信号饱和或曲线下弯，故高浓度测试时，使用次灵敏线 317.933 nm。最终在综合考量了信号强度高、SBR 高、重复性好三个指标后的谱线选择如下，所有谱线的线性相关系数均可达到 0.9999 以上。

表 5 分析谱线波长

元素	Al (I)	Ca (II)	Cu (I)	Fe (II)	K (I)
波长	396.152 nm	396.847 nm	324.754 nm	238.204 nm	766.491 nm
		317.933 nm (>0.02%)			
元素	Mg (II)	Na (I)	Ni (II)	Pb (II)	Si (I)
波长	279.553 nm	588.995 nm	231.604 nm	220.353 nm	251.611 nm

*其中 I 代表是原子线，II 代表是离子线。

—验单位安捷伦科技（中国）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司、宜春赣锋锂业有限公司验证结果均表示最佳分析谱线波长如上表所示。

3.2 仪器条件的选择

为了获得最佳检测效果，本阶段同样使用了添加了碳酸锂基体的 0.1μg/mL 标准溶液，采用了表 5 中选取的最佳谱线，对重要的仪器条件参数进行了研究，确定了最佳的仪器参数，选取依据主要为信号强度、信背比（SBR）指标。实验采用控制变量法，每次只改变一个参数，而其它参数均使用仪器默认值。仪器默认参数如下：

表 6 仪器参数选择

参数	RF 功率	等离子体气	雾化气	辅助气	积分时间	蠕动泵转速
数值	1.2 Kw	12 L/min	0.7 L/min	1.0 L/min	5 s	12 rpm

3.2.1 RF 功率的选择

其他条件使用默认值，测试了 RF 功率在 0.9~1.5 W 范围各元素的情况。测试结果如下：

表 7 不同 RF 功率下各元素测量结果

功率		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
0.9Kw	信号	3872.3	186359.7	4158.6	1373.36	16520.83	24223.87	97540.44	207.86	102.61	629.66
	背景	3482.38	4813.82	2236.09	763.41	11419.06	720.71	24815.29	460.49	593.84	304.12
	SBR	1.11	38.71	1.86	1.8	1.45	33.61	3.93	0.45	0.17	2.07
1.05Kw	信号	4160.38	243439.9	4611.38	2539.12	16180.54	42659.41	102749.7	383.38	183.7	898.9
	背景	6381.16	8673.13	3521.42	1197.86	19932.03	1140.72	37537.08	687.5	875.5	474.62
	SBR	0.65	28.07	1.31	2.12	0.81	37.4	2.74	0.56	0.21	1.89
1.2Kw	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16
	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
1.35Kw	信号	4648.99	331239.5	5344.3	5395.2	16063.24	83014.98	129474.4	833.03	343.42	1323.05
	背景	17018.98	21500.3	7606.95	2684.93	48722.58	2525.34	99572.69	1407.2	1770.6	1045.74
	SBR	0.27	15.41	0.7	2.01	0.33	32.87	1.3	0.59	0.19	1.27
1.5Kw	信号	4870.6	361929	5592.3	6310.3	15960.01	98082.46	152098.5	1013.53	445.35	1449.92
	背景	23205.48	28615.96	9854.56	3539.47	64485.07	3271.86	141097.5	1798.32	2265.39	1372.88
	SBR	0.21	12.65	0.57	1.78	0.25	29.98	1.08	0.56	0.2	1.06

从表 7 中数据可以产出，随着功率增大，信号呈增加趋势，而 SBR 呈下降趋势。这说明功率增大时，信号增大的幅度普遍小于背景增加幅度。综上，优先考虑了信号弱的元素的信号强度，并兼顾适中的 SBR，选取功率为 1.2 Kw。

3.2.2 雾化气流量的选择

其它条件使用默认值，测试了雾化气流量在 0.5~0.9L/min 范围各元素的情况，结果如下：

表 8 不同雾化器流量下各元素测量结果

雾化气 L/min		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
0.5	信号	3422.34	273044.2	4120.61	5772.66	12999.59	85710.54	175633.8	1001.01	419.49	1170.15
	背景	34006.54	39442.04	12843.39	4659.25	91686.94	4234.04	242984.5	2237.56	2821.06	1824.42
	SBR	0.1	6.92	0.32	1.24	0.14	20.24	0.72	0.45	0.15	0.64
0.6	信号	3648.73	273975.3	4426.7	5063.45	13010.98	74656.46	121986.3	816.74	349.6	1124.12
	背景	20373.23	25021.49	8329.04	2977.78	57665.42	2743	124236.2	1484.35	1875.89	1160.14
	SBR	0.18	10.95	0.53	1.7	0.23	27.22	0.98	0.55	0.19	0.97
0.7	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16

	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
0.8	信号	4958.58	258763.1	5483.61	5032.91	19220.56	43004.3	127143.2	399.18	183.46	970.74
	背景	6300.73	8711.55	3687.76	1263.49	19518.5	1169.8	38744.04	736.72	932.27	493.49
	SBR	0.79	29.7	1.49	3.98	0.98	36.76	3.28	0.54	0.2	1.97
0.9	信号	5290.82	218877.8	5689.81	1921.61	21778.59	27721.85	144017.3	252.43	125.79	810.74
	背景	4404.14	5952.16	2947.01	981.25	4093.28	923.99	33163.74	604.96	782.42	393.28
	SBR	1.2	36.77	1.93	1.96	5.32	30	4.34	0.42	0.16	2.06

从表 8 中数据可以看出,随着雾化气的增加,样品气溶胶在等离子体中停留时间变短,因而电离效率变低,故普遍表现出离子线信号逐渐降低,如 Fe, Ni, Pb。原子线信号逐渐增大,如 Al, K。SBR 普遍逐渐变大。综上,优先考虑了信号弱的元素的信号强度,并兼顾适中的 SBR,雾化气流量取 0.7 L/min。

3.2.3 辅助气流量的选择

其它条件使用默认值,测试了辅助气流量在 0.6~1.4L/min 范围各元素的情况,结果如下:

表 9 不同辅助气流量下各元素测量结果

辅助气 L/min		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
0.6	信号	4283.01	297805.4	5051.05	4420.94	15831.5	71177.71	116649.4	733	313.18	1185.65
	背景	14114.6	18414.7	6428.69	2271.16	41099.14	2108.79	80831.37	1185.2	1508.54	882.97
	SBR	0.3	16.17	0.79	1.95	0.39	33.75	1.44	0.62	0.21	1.34
0.8	信号	4268.08	287612.2	5026.3	4001.61	15893.68	65577.28	113582.5	658.9	290.99	1125.2
	背景	12189.12	16017.16	5712.65	2014.06	36087.02	1870.33	69229.46	1066.11	1350.33	781.52
	SBR	0.35	17.96	0.88	1.99	0.44	35.06	1.64	0.62	0.22	1.44
1	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16
	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
1.2	信号	4228.21	270932.7	5020.54	3505.1	15891.42	57523.93	110854.4	563.92	245.69	1048.85
	背景	10095.16	13360.68	4959.69	1725.12	30450.75	1633.98	57857.83	935.31	1183.3	679.31
	SBR	0.42	20.28	1.01	2.03	0.52	35.2	1.92	0.6	0.21	1.54
1.4	信号	4224.88	265930.6	5030.94	3302.55	15801.83	54512.28	110289.6	530.41	243.94	1027.64
	背景	9353.16	12574.24	4674.88	1624.33	28421.53	1524.06	53866.5	888.33	1119.21	637.88
	SBR	0.45	21.15	1.08	2.03	0.56	35.77	2.05	0.6	0.22	1.61

从表中可看出,随着辅助气增大,元素信号强度普遍有轻微下降,SBR 有轻微升高,但总体影响不大。故保持默认的 1.0 L/min。

3.2.4 等离子体气流量的选择

其它条件使用默认值,测试了等离子体气流量在 0.6~1.4L/min 范围各元素情况,结果如下:

表 10 不同等离子体气流量下各元素测量结果

辅助气	L/min	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
0.6	信号	4283.01	297805.4	5051.05	4420.94	15831.5	71177.71	116649.4	733	313.18	1185.65
	背景	14114.6	18414.7	6428.69	2271.16	41099.14	2108.79	80831.37	1185.2	1508.54	882.97
	SBR	0.3	16.17	0.79	1.95	0.39	33.75	1.44	0.62	0.21	1.34
0.8	信号	4268.08	287612.2	5026.3	4001.61	15893.68	65577.28	113582.5	658.9	290.99	1125.2
	背景	12189.12	16017.16	5712.65	2014.06	36087.02	1870.33	69229.46	1066.11	1350.33	781.52
	SBR	0.35	17.96	0.88	1.99	0.44	35.06	1.64	0.62	0.22	1.44
1	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16
	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
1.2	信号	4228.21	270932.7	5020.54	3505.1	15891.42	57523.93	110854.4	563.92	245.69	1048.85
	背景	10095.16	13360.68	4959.69	1725.12	30450.75	1633.98	57857.83	935.31	1183.3	679.31
	SBR	0.42	20.28	1.01	2.03	0.52	35.2	1.92	0.6	0.21	1.54
1.4	信号	4224.88	265930.6	5030.94	3302.55	15801.83	54512.28	110289.6	530.41	243.94	1027.64
	背景	9353.16	12574.24	4674.88	1624.33	28421.53	1524.06	53866.5	888.33	1119.21	637.88
	SBR	0.45	21.15	1.08	2.03	0.56	35.77	2.05	0.6	0.22	1.61

从表中可看出,随着气流量增大,元素信号强度普遍有轻微增大,SBR有轻微降低,但总体影响不大。考虑到含高浓度Li的等离子体对石英矩管的腐蚀增大,提高等离子体气有助于减缓腐蚀。故从减少矩管消耗的角度,选择14 L/min。

3.2.5 蠕动泵转速的选择

其它条件使用默认值,测试了蠕动泵转速在8~16 rpm范围各元素情况,结果如下:

表 11 不同泵速下各元素测量结果

泵转速/rpm		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
8	信号	3742.25	254376.8	4432.48	3561.63	13462.75	58617.76	102553	595.57	258.67	1002.47
	背景	12626.49	16365.34	5653.13	2003.33	37622.83	1865.43	72205.3	1040.26	1314.82	783.8
	SBR	0.3	15.54	0.78	1.78	0.36	31.42	1.42	0.57	0.2	1.28
10	信号	4015.51	269797.2	4791.4	3673.61	14896.23	60352.36	108042.8	601.37	261.7	1058.45
	背景	11666.92	15263.55	5438.1	1912.55	34820.04	1790.28	66527.04	1023.91	1288.18	747.76
	SBR	0.34	17.68	0.88	1.92	0.43	33.71	1.62	0.59	0.2	1.42
12	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16
	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
14	信号	4439.95	286151.5	5204.95	3742.65	16703.55	61466.97	114428.6	603.04	277.15	1123.27
	背景	10431.47	13929.85	5160.99	1809.22	31299.6	1702.95	59572.15	978.09	1234.89	702.35
	SBR	0.43	20.54	1.01	2.07	0.53	36.09	1.92	0.62	0.22	1.6
16	信号	4522.34	290552.5	5324.25	3733.46	17115.89	61750.72	116614.6	600.7	254.39	1126.23
	背景	10115.49	13529.6	5094.15	1771.76	30419.94	1653.56	57834.1	967.09	1235.47	691.11

	SBR	0.45	21.48	1.05	2.11	0.56	37.34	2.02	0.62	0.21	1.63
--	-----	------	-------	------	------	------	-------	------	------	------	------

从表中可看出,随着转速增大,即提升量增大,元素信号强度普遍有轻微增大,SBR也轻微增大,但总体影响不大。考虑到含高浓度 Li 的高盐样品提升量过高会增大雾化器堵塞风险,故选择使用默认的 12 rpm。

3.2.6 积分时间的选择

其它条件使用默认值,测试了积分时间在 1~9 s 范围各元素情况,结果均为三次积分的平均值。具体结果如下:

表 12 不同积分范围各元素测量结果

积分时间 S		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
1	信号	4303.66	277700.1	5002.17	3687.88	16019.17	60238.03	111442.8	612.05	262.12	1085.93
	背景	10832.07	14265.95	5201.85	1811.88	32364.7	1659.47	61894.04	978.59	1238.33	715.31
	SBR	0.4	19.47	0.96	2.04	0.49	36.3	1.8	0.63	0.21	1.52
	RSD%	1.61	1.13	0.32	1.13	2.14	1	1.23	3.46	8.12	1.5
3	信号	4264.15	279342.5	5038.93	3728.25	16052.45	60983.57	111895.8	599.04	267.61	1089.55
	背景	10853.43	14505.46	5248.08	1829.96	32485.46	1703.24	61843.2	992.28	1245.62	717.74
	SBR	0.39	19.26	0.96	2.04	0.49	35.8	1.81	0.6	0.21	1.52
	RSD%	1.01	0.94	1.28	0.7	0.44	0.8	0.17	2.25	1.85	1.44
5	信号	4255.16	280206.2	5032.01	3749.25	15991.64	61146.27	112126.2	598.39	257.95	1089.16
	背景	10965.53	14619.22	5268.06	1837.67	32765.85	1716.55	62379.81	994.11	1257.84	719.98
	SBR	0.39	19.17	0.96	2.04	0.49	35.62	1.8	0.6	0.21	1.51
	RSD%	0.17	0.53	0.5	0.69	0.35	0.21	0.51	1.32	4.87	0.1
7	信号	4291.56	281501.8	5057.47	3729.19	15946.4	61664.01	111969.7	596.17	263.88	1098.96
	背景	10935.33	14497.57	5278.81	1849.75	32789.7	1714.14	62377.77	998.45	1261.24	723.72
	SBR	0.39	19.42	0.96	2.02	0.49	35.97	1.8	0.6	0.21	1.52
	RSD%	1.4	0.36	0.35	1.1	0.53	1.03	0.37	0.83	3	0.95
9	信号	4279.23	282687.8	5049.17	3801.31	15925.58	61543.66	111868.3	602.44	263.02	1098.22
	背景	10966.31	14373.58	5288.23	1851.25	32880.09	1756.42	62530.43	1002.31	1264.67	723.64
	SBR	0.39	19.67	0.95	2.05	0.48	35.04	1.79	0.6	0.21	1.52
	RSD%	0.71	0.62	0.3	1.15	0.66	0.58	0.44	0.29	4.64	1.66

从结果可以明显看出,积分时间对信号强度和 SBR 几乎没有影响,主要影响的是重复性 RSD%,因为积分时间越长采集的数据就越多,重复性就越好。数据可看出,积分时间 3s 以上的 RSD%已经无明显区别,故从节约测试时间的角度考虑,选择默认的 5 s 积分时间。

综合 3.2 中仪器条件的测试结果,最佳试验条件见下表 13。

表 13 仪器最佳试验条件

RF 功率 (kw)	雾化器流量 (L/min)	辅助气流 (L/min)	等离子体冷却气 流量 (L/min)	蠕动泵转速 (rpm)	积分时间 (s)
------------	------------------	-----------------	-----------------------	----------------	----------

1.2	0.7	1.0	14	2.0	5
-----	-----	-----	----	-----	---

一验单位安捷伦科技（中国）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司、宜春赣锋锂业有限公司验证结果均表示最佳试验条件如上表所示。

3.3 酸的种类和用量的选择

3.3.1 酸的种类的选择

使用了两组添加了碳酸锂基体的 0.1 μ g/mL 标准溶液，分别添加硝酸和盐酸至 5%（v/v）的酸度。采用了表 13 中最佳仪器条件进行测试。

表 14 酸的种类对试验结果的影响

酸种类		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
盐酸	净信号	4526.45	301311.8	5256.88	5025.76	15219.18	70538.15	119647.7	718.3	300.33	1173.4
	背景	13668.62	17813.01	6249.11	2224.43	40770.63	2068.41	78580.01	1161.25	1463.23	860.2
	SBR	0.33	16.92	0.84	2.26	0.37	34.1	1.52	0.62	0.21	1.36
硝酸	净信号	4255.24	281010.6	5003.14	4538.77	15830.82	66350.5	113047.4	661.05	284.73	1131.9
	背景	13048.06	16830.92	6003.68	2093.26	39158.15	1948.13	75087.48	1109.54	1400.57	816.65
	SBR	0.33	16.7	0.83	2.17	0.4	34.06	1.51	0.6	0.2	1.39

由以上结果可以看出，酸的种类对信号强度和 SBR 均几乎没有影响，故从采购成本和采购难度上考虑，推荐使用盐酸。

一验单位安捷伦科技（中国）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司、宜春赣锋锂业有限公司验证结果均表示酸的种类对信号强度和 SBR 均几乎没有影响。

3.3.2 酸的用量的选择

使用了 Li-4 牌号的实际样品，按照样品制备流程制备 4 组溶液，其中添加盐酸梯度为 0%，2%，4%，6%（v/v，0%为添加盐酸至恰好 pH 小于 7）。采用了表 10 中最佳仪器条件和各元素含量范围进行测试。结果如下：

表 15 酸用量对试验结果的影响

盐酸用量	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
0	0.11	40.14	0.32	0.77	1.79	4.03	833	ND	ND	ND
2%	0.15	41.36	0.33	1.65	1.98	4.28	840	ND	ND	ND
4%	0.15	40.91	0.38	1.6	1.74	4.11	839	ND	ND	ND
6%	0.15	40.58	0.33	1.72	1.68	4.09	839	ND	ND	ND

*结果已换算到原始固体中含量，ND 表示未检出。

由以上表中数据可以明显看出，当加酸至溶液 pH 恰好小于 7 时，由于酸度不足以溶解其中的某些杂质颗粒，故部分元素结果明显偏低，如 Al 和 Fe。而在 2%~6% 的酸度中，各元素测定结果没有明显差异，说明溶解完全。故从节约试剂的角度考虑，推荐使用 2% (v/v) 的酸度。

一验单位安捷伦科技(中国)有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司、宜春赣锋锂业有限公司验证结果均推荐使用 2% (v/v) 的酸度。

3.4 基体浓度和检出限

称取 4 份高纯碳酸锂质量分别为 0.2662g, 1.3308g, 2.6616g, 5.3232g 于 200mL 烧杯中，分别缓慢加入 1.6mL, 8mL, 16mL, 32mL 盐酸，于低温处溶至清亮，冷却后移入 4 个 50mL 容量瓶中，即 Li 浓度分别为 1, 5, 10, 20mg/mL，对应样品则分别稀释 1000, 200, 100, 50 倍。每组溶液连续测定 11 次，以 3*SD 为检出限，10*SD 为检出下限，乘以稀释倍数后换算到样品固体中检出限。结果如下：

表 16 Li 1mg/mL 基体检出限

元素	Al	Ca	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na(径向)	Na	Ni	Pb	Si
DL	0.3	0.43	0.13	0.21	0.21	0.14	0.04	28.19	1.03	0.43	0.37	0.7
LDL	0.99	1.44	0.42	0.69	0.72	0.48	0.13	93.97	3.43	1.42	1.22	2.34

*为方便查看，检出限单位均为 ppm，1ppm=0.0001%。除标注的径向观测外，其它为轴向。

表 17 Li 5mg/mL 基体检出限

元素	Al	Ca	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na(径向)	Na	Ni	Pb	Si
DL	0.17	0.29	0.03	0.08	0.18	0.11	0	7.5	0.14	0.42	0.99	0.63
LDL	0.57	0.97	0.1	0.27	0.59	0.38	0	25.01	0.46	1.4	3.28	2.09

表 18 Li 10mg/mL 基体检出限

元素	Al	Ca	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na(径向)	Na	Ni	Pb	Si
DL	0.09	0.11	0.02	0.06	0.22	0.05	0	3.39	0.06	0.19	0.53	0.29
LDL	0.31	0.35	0.05	0.19	0.74	0.16	0	11.3	0.19	0.64	1.76	0.95

*为方便查看，检出限单位均为 ppm，1ppm=0.0001%。除标注的径向观测外，其它为轴向。

表 19 Li 20mg/mL 基体检出限

元素	Al	Ca	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na(径向)	Na	Ni	Pb	Si
DL	0.04	0.08	0.01	0.03	0.07	0.02	0.01	2.63	0.01	0.14	0.32	0.12
LDL	0.12	0.25	0.04	0.09	0.24	0.07	0.02	8.78	0.05	0.48	1.07	0.39

*为方便查看，检出限单位均为 ppm，1ppm=0.0001%。除标注的径向观测外，其它为轴向。

由表 16-表 19 中数据可以看出，普遍存在基体越高检出限越低趋势。10mg/mL 和 20mg/mL 基体的大部分元素检出限已差异不大，都在同一个数量级。

综合考虑对应的标准曲线配制难度和基体盐分对雾化器和炬管的影响，推荐低含量元素采用 10mg/mL 的 Li 基体，即样品稀释 100 倍，除 Pb (<0.0002%) 外，轴向观测检出限均可以做到小于 0.0001%。标准曲线浓度范围为 0, 0.05ppm~2ppm。

为防止浓度过高导致信号饱和或标准曲线弯曲，同时减少标液消耗，测定高含量 (>0.02%) 元素则再稀释十倍后轴向测定，即使用 1mg/mL 的 Li 基体，样品稀释 1000 倍。标准曲线范围为 0, 0.2ppm~8ppm。

而对于 Li6 牌号的高浓度 Na，则在稀释 1000 倍后采用径向观测，检出限完全满足测试需求。这样只需要准备两种基体的标准溶液即可，减少了工作量和试剂消耗。标准曲线范围为 0.8~30ppm。

一验单位安捷伦科技(中国)有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司、重庆天齐锂业有限责任公司验证结果均推荐低含量元素采用 10mg/mL 的 Li 基体，高含量使用 1mg/mL 的 Li 基体。

3.5 方法准确性

3.5.1 使用了各牌号的实际样品，按照样品制备流程稀释后进行加标回收率测试，结果如下：

表 20 Li-2 加标回收实验

Li-2 加标	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
溶液浓度(μg/mL)	-0.002	0.428	0.005	0.027	-0.003	0.063	0.152	0.000	0.000	-0.119
加标浓度(μg/mL)	0.050	0.200	0.050	0.050	0.050	0.050	0.200	0.050	0.050	0.200
加标后含量(μg/mL)	0.047	0.622	0.054	0.072	0.049	0.110	0.347	0.045	0.048	0.088
回收率%	98.0	97.0	98.0	90.0	104.0	94.0	97.5	90.0	96.0	103.5

表 21 Li-3 加标回收实验

Li-3 加标	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
溶液浓度(μg/mL)	-0.003	0.467	0.002	-0.005	-0.001	0.027	1.064	-0.001	-0.002	-0.125
加标浓度(μg/mL)	0.050	0.200	0.050	0.050	0.050	0.050	1.000	0.050	0.050	0.200
加标后含量(μg/mL)	0.047	0.666	0.050	0.042	0.050	0.076	1.988	0.045	0.044	0.081
回收率%	100.0	99.5	96.0	94.0	102.0	98.0	92.4	92.0	92.0	103.0

表 22 Li-4 加标回收实验

Li-4 加标	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
溶液浓度($\mu\text{g/mL}$)	-0.002	0.361	0.000	0.001	0.017	0.031	0.890	0.000	0.000	-0.152
加标浓度($\mu\text{g/mL}$)	0.040	0.200	0.040	0.040	0.200	0.200	1.000	0.040	0.040	0.200
加标后含量($\mu\text{g/mL}$)	0.041	0.564	0.037	0.042	0.220	0.226	1.900	0.040	0.040	0.056
回收率%	107.5	101.5	92.5	102.5	101.5	97.5	101.0	100.0	100.0	104.0

表 23 Li-5 加标回收实验

Li-5 加标	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
溶液浓度($\mu\text{g/mL}$)	0.003	0.569	0.012	0.004	0.036	0.332	7.420	-0.001	0.034	-0.124
加标浓度($\mu\text{g/mL}$)	0.050	0.200	0.050	0.050	0.050	0.050	3.000	0.050	0.050	0.200
加标后含量($\mu\text{g/mL}$)	0.052	0.763	0.061	0.050	0.089	0.382	10.280	0.043	0.081	0.078
回收率%	98.0	97.0	98.0	92.0	106.0	100.0	95.3	90.1	94.0	101.0

表 24 Li-6 加标回收实验

Li-6 加标	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
溶液浓度($\mu\text{g/mL}$)	0.232	0.370	0.180	1.021	0.620	0.087	18.820	0.007	0.001	0.060
加标浓度($\mu\text{g/mL}$)	0.200	0.250	0.050	0.050	0.050	0.050	10.000	0.050	0.050	0.200
加标后含量($\mu\text{g/mL}$)	0.423	0.630	0.229	1.072	0.674	0.133	28.310	0.052	0.046	0.258
回收率%	95.5	104.0	98.0	102.0	108.0	92.0	94.9	90.9	90.0	99.0

从表 20~表 24 中数据可以看出,所有元素的回收率都在 95%~105%以内,回收率良好,说明测定方法准确。

3.5.2 不同一验/二验单位使用了各牌号的实际样品及合成样品进行 ICP 与原子吸收进行对比测试,结果如下:

表 25 亚欧稀有合成样品 ICP 与原吸测试对比实验

样品编号	Na%		K%	
	ICP	原子吸收	ICP	原子吸收
Li-2	0.0013	0.0012	/	/
Li-3	0.011	0.01	/	/
Li-4	0.082	0.084	/	/
Li-5	0.62	0.63	/	/
Li-6	1.58	1.57	0.0055	0.0057

表 26 宜春赣锋实际样品 ICP 与原吸测试对比实验

样品编号	测试次数 n	Na%	
		ICP	原吸
Li-2	1	0.0026	0.0027
	2	0.0023	0.0027
	3	0.0024	0.0023
	4	0.0023	0.0023
	5	0.0026	0.0029
	6	0.0025	0.0027
Li-3	1	0.0108	0.0111
	2	0.0112	0.0116
	3	0.0106	0.0101
	4	0.0107	0.0111
	5	0.0110	0.0122
	6	0.0106	0.0111
Li-4	1	0.0791	0.0801
	2	0.0809	0.0811
	3	0.0813	0.0821
	4	0.0802	0.0802
	5	0.0803	0.0809
	6	0.0802	0.0811
Li-5	1	0.6591	0.6784
	2	0.6670	0.6792
	3	0.6638	0.6714
	4	0.6604	0.6652
	5	0.6709	0.6801
	6	0.6623	0.6753
Li-6	1	1.6674	1.6674
	2	1.6613	1.7145
	3	1.6300	1.7086
	4	1.6627	1.7041
	5	1.6645	1.6894
	6	1.6941	1.7085

表 27 重庆天齐合成样品 ICP 与原吸测试对比实验

单位为毫克每千克

样品编号	测试次数 n	K		Na		Ca		Cu		Mg	
		ICP	原吸	ICP	原吸	ICP	原吸	ICP	原吸	ICP	原吸
2#合成样品	1	4.944	6.8029	35.24	32.025	54.23	48.74	7.572	5.67	7.951	10.974

	2	7.032	6.2943	35.09	32.263	54.25	47.46	7.692	5.67	7.922	10.816
	3	2.988	6.2943	34.55	32.144	54.32	47.46	7.57	5.67	7.928	10.776
	4	3.427	6.2943	32.84	32.382	53.31	47.46	7.569	6.38	7.854	10.974
	5	5.992	7.3116	35.44	32.025	54.31	47.46	7.796	6.38	7.987	10.895
	6	3.576	6.8029	34.63	32.382	53.71	48.74	7.467	5.67	7.968	10.618
	7	4.671	6.2943	32.85	32.025	55.21	48.74	7.701	5.67	8.064	10.42
	8	4.199	6.2943	34.31	32.144	53.66	48.74	7.56	5.67	7.897	10.538
	9	5.475	6.8029	34.95	32.144	54.06	48.74	7.8	6.38	7.989	10.538
	10	4.663	6.8029	34.08	32.501	54.61	47.46	8.074	6.38	8.025	10.895
	11	3.513	6.2943	34.77	32.382	54.8	48.74	7.961	5.67	8.018	10.744
5#合成样品	1	7.226	5.3856	7626	6204	/	/	0.6925	0	25.5	28.683
	2	5.395	5.3856	7856	6231	/	/	0.8939	0.71	25.44	28.643
	3	4.753	5.9303	7689	6268	/	/	0.5173	0	25.91	28.604
	4	6.59	5.3856	7716	6277	/	/	0.5689	0.71	25.9	28.525
	5	8.069	5.6579	7548	6249	/	/	0.6885	0.71	25.66	28.525
	6	7.105	5.6579	7693	6231	/	/	0.6459	0	26.01	28.287
	7	5.293	5.6579	7648	6259	/	/	0.6139	0	25.93	28.643
	8	4.288	5.1132	7796	6295	/	/	0.7706	0.71	25.69	28.366
	9	5.035	5.9303	7788	6259	/	/	0.7811	0	25.86	28.643
	10	5.098	5.1132	7540	6268	/	/	0.4614	0.71	26.03	28.485
	11	5.849	5.9303	7451	6249	/	/	0.5721	0.71	26.01	28.168
6#合成样品	1	44.34	44.879	12580	13695	85.71	81.71	9.346	8.51	6.863	9.1915
	2	42.87	44.062	12940	13649	85.22	81.71	9.095	8.51	6.817	9.3103
	3	44.46	44.335	12460	13649	86.98	81.71	9.631	8.51	6.974	9.4292
	4	45.13	44.062	12940	13576	84.97	81.71	9.223	9.22	6.83	9.1915
	5	46.04	44.335	13010	13521	86.25	80.8	9.175	9.93	6.934	9.2707
	6	43.91	44.062	13020	13658	85.84	81.71	9.411	9.22	6.882	9.3103
	7	44.56	44.062	12650	13466	86.3	80.8	9.535	9.22	6.881	9.1122
	8	40.77	44.062	12840	13686	85.35	81.71	9.225	8.51	6.877	9.1122
	9	42.74	44.607	12980	13512	87.09	80.8	9.458	9.22	6.965	9.5084
	10	43.47	44.062	13190	13594	85.4	80.8	9.153	8.51	6.868	9.3499
	11	44.74	44.062	12710	13631	85.49	81.71	8.96	9.22	6.875	9.4688

表 28 江西东鹏合成样品 ICP 与原吸测试对比实验

单位为毫克每千克

样品编号	测试次数 n	Mg		Cu		Ca		Na		K	
		AAS	ICP	AAS	ICP	AAS	ICP	AAS	ICP	AAS	ICP
5#合成样品	1	7.9	9.3	10.5	11.6	910	899	5893	5927	10.4	10.5
	2	7.7	8.6	10.5	11.3	920	886	5868	6074	9.7	10.2
	3	7.4	8.6	9.8	11.2	930	910	5891	6017	9.7	10.2

	4	7.8	9.2	9.8	12.1	910	957	5935	6015	9.7	10.9
	5	7.4	9.3	9.2	11.2	930	920	5956	5820	10	10.7
	6	7.4	9.2	9.8	11.7	910	915	5935	5889	10.2	10.8
	7	7.4	8.7	9.8	11.3	910	892	5843	6094	10	10.1
	8	7.5	9.1	9.8	11.8	910	924	5943	5924	10.2	10.9
	9	7.9	9.3	10.5	11.8	910	947	5893	6021	10.2	10.8
	10	7.5	9.1	9.8	11.1	920	928	5868	5863	10.5	10.6
	11	7.5	8.7	10.2	11.5	930	913	5868	5893	10.2	10.3
6#合成样品	1	7.6	7.2	6.1	7.2	/	/	12340	12030	35.3	35.3
	2	7.1	6.9	5.4	6.9	/	/	12180	12400	35.5	35.1
	3	7.1	6.8	6.1	7.0	/	/	12310	12310	34.8	35.6
	4	7.1	6.8	6.1	6.9	/	/	12430	12130	34.8	34.1
	5	7.1	7.0	5.4	7.2	/	/	12620	12340	34.7	34.6
	6	7.4	7.0	6.1	7.2	/	/	12380	11940	35.1	34.5
	7	7.4	7.1	5.4	7.0	/	/	12420	11990	34.8	34.1
	8	7.1	7.0	5.4	7.0	/	/	12420	11940	35.3	34.1
	9	7.5	7.0	5.4	7.2	/	/	12300	12080	34.8	34.7
	10	7.4	6.9	6.1	7.0	/	/	12540	12270	34.7	34.6
	11	7.6	6.9	6.1	6.9	/	/	12580	12420	34.6	34.1

从表 25~表 28 中数据可以看出,各单位测试的所有元素 ICP 与原子吸收结果基本一致,说明测定方法准确。

3.6 方法精密度试验

3.6.1 实际样品精密度实验

使用了 Li2-Li6 牌号的实际样品,按照样品制备流程后采用最佳仪器条件,进行了 11 次重复测试,结果如下:

表 29 Li-2 精密度实验

Li-2	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
测试 1	<0.0001	0.0038	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0005	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 2	<0.0001	0.0038	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 3	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 4	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 5	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 6	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 7	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001

测试 8	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 9	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 10	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 11	<0.0001	0.0039	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0006	0.0014	<0.0001	<0.0002	<0.0001

表 30 Li-3 精密度实验

Li-3	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
测试 1	<0.0001	0.0043	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 2	<0.0001	0.0043	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 3	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 4	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 5	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 6	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 7	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 8	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 9	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 10	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 11	<0.0001	0.0044	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003	0.010	<0.0001	<0.0002	<0.0001

表 31 Li-4 精密度实验

Li-4	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
测试 1	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 2	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 3	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 4	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 5	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 6	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 7	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 8	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 9	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001

测试 10	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001
测试 11	<0.0001	0.0038	<0.0001	<0.0001	0.0002	0.00032	0.083	<0.0001	<0.0002	<0.0001

表 32 Li-5 精密度实验

Li-5	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
测试 1	<0.0001	0.0053	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 2	<0.0001	0.0051	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0029	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 3	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 4	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 5	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 6	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0004	<0.0001
测试 7	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 8	<0.0001	0.0053	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 9	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 10	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0003	<0.0001
测试 11	<0.0001	0.0052	0.0001	<0.0001	0.0004	0.0030	0.58	<0.0001	0.0004	<0.0001

表 33 Li-6 精密度实验

Li-6	Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
测试 1	0.0020	0.030	0.0016	0.0086	0.0056	0.0007	1.30	0.0001	<0.0001	0.0005
测试 2	0.0020	0.030	0.0016	0.0086	0.0056	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0006
测试 3	0.0020	0.031	0.0016	0.0086	0.0055	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0006
测试 4	0.0020	0.031	0.0016	0.0086	0.0055	0.0007	1.30	0.0001	<0.0001	0.0005
测试 5	0.0020	0.030	0.0016	0.0086	0.0056	0.0007	1.30	0.0001	<0.0001	0.0006
测试 6	0.0020	0.030	0.0016	0.0086	0.0054	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0005
测试 7	0.0020	0.030	0.0015	0.0086	0.0054	0.0007	1.30	0.0001	<0.0001	0.0005
测试 8	0.0020	0.031	0.0016	0.0087	0.0054	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0005
测试 9	0.0020	0.031	0.0016	0.0087	0.0054	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0006
测试 10	0.0020	0.030	0.0016	0.0087	0.0055	0.0007	1.31	0.0001	<0.0001	0.0006
测试 11	0.0020	0.030	0.0016	0.0087	0.0055	0.0007	1.30	0.0001	<0.0001	0.0006

从表 29~表 33 的数据可以看出，在检出范围内的元素的数据，结果精密度极好。

3.6.2 合成样品的制备

由于 Li2~Li-6 样品中各元素含量均不能完全覆盖元素的检测范围，因此测定样品精密度由样品 Li-2、Li-3、Li-4、Li-5、Li-6 样品分别加入相应量的标准溶液合成制备为相应的样品 2#、3#、4#、5#、6#，见下表 34。合成后的样品含量见下表 35。

表 34 样品加标量

原编号	合成编号	加入标准溶液/ μg									
		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
Li-2	2#	5	0	5	5	5	5	0	5	5	5
Li-3	3#	50	50	50	50	0	0	0	50	50	50
Li-4	4#	100	100	100	100	100	100	25000	100	100	100
Li-5	5#	200	900	0	0	0	0	0	0	0	400
Li-6	6#	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 35 合成样品各元素含量

原编号	合成编号	合成样品各元素含量 $\mu\text{g/kg}$									
		Al	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Na	Ni	Pb	Si
Li-2	2#	5	40	5	5	5	5	14	5	5	5
Li-3	3#	50	94	50	50	/	/	100	50	50	50
Li-4	4#	100	144	100	100	100	100	25830	100	100	100
Li-5	5#	200	940	/	/	/	30	5800	/	/	400
Li-6	6#	20	300	16	86	55	7	15500	/	/	5

3.6.3 合成样品精密度实验

使用 2#~6#合成样品，采用最佳仪器条件，进行了 11 次重复测试，结果如下：

表 36 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0016	0.0004	0.0005	0.0006
	2	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	3	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005

	4	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	5	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	8	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	9	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	10	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
平均值		0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
标准偏差		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
RSD %		2.61	1.03	1.11	1.29	0.86	1.11	1.09	1.84	4.18	2.27

表 37 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0057	0.0099	0.0052	0.0055	/	/	0.0094	0.0051	0.0046	0.0048
	2	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	3	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0050	0.0047	0.0048
	4	0.0057	0.0098	0.0052	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	5	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	6	0.0057	0.0098	0.0052	0.0055	/	/	0.0093	0.0053	0.0047	0.0048
	7	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0092	0.0053	0.0047	0.0048
	8	0.0057	0.0099	0.0051	0.0055	/	/	0.0093	0.0053	0.0046	0.0048
	9	0.0057	0.0098	0.0051	0.0055	/	/	0.0093	0.0051	0.0047	0.0047
	10	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	11	0.0057	0.0098	0.0051	0.0053	/	/	0.0092	0.0048	0.0046	0.0047
平均值		0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
标准偏差		0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	/	/	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

RSD %		0.32	0.43	0.29	1.19	/	/	0.41	2.87	0.98	0.50
-------	--	------	------	------	------	---	---	------	------	------	------

表 38 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0103	0.0147	0.0106	0.0106	0.0112	0.0104	2.2079	0.0103	0.0099	0.0098
	2	0.0100	0.0148	0.0106	0.0105	0.0103	0.0104	2.2049	0.0104	0.0104	0.0092
	3	0.0111	0.0147	0.0107	0.0106	0.0112	0.0104	2.2016	0.0105	0.0107	0.0093
	4	0.0095	0.0148	0.0108	0.0106	0.0106	0.0104	2.2059	0.0102	0.0096	0.0099
	5	0.0093	0.0147	0.0107	0.0104	0.0114	0.0104	2.2071	0.0105	0.0104	0.0096
	6	0.0100	0.0146	0.0106	0.0104	0.0116	0.0104	2.2097	0.0102	0.0094	0.0099
	7	0.0101	0.0148	0.0108	0.0106	0.0108	0.0104	2.2107	0.0103	0.0107	0.0097
	8	0.0100	0.0147	0.0107	0.0105	0.0103	0.0104	2.2035	0.0101	0.0100	0.0091
	9	0.0100	0.0148	0.0105	0.0107	0.0114	0.0104	2.2031	0.0103	0.0104	0.0101
	10	0.0104	0.0148	0.0108	0.0105	0.0103	0.0104	2.1899	0.0105	0.0104	0.0101
	11	0.0102	0.0146	0.0102	0.0104	0.0118	0.0104	2.1938	0.0104	0.0106	0.0097
平均值		0.0101	0.0147	0.0106	0.0105	0.0110	0.0104	2.2035	0.0103	0.0102	0.0097
标准偏差		0.0005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0006	0.0000	0.0064	0.0001	0.0004	0.0003
RSD %		4.63	0.53	1.64	0.96	5.04	0.00	0.29	1.32	4.31	3.55

表 39 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0200	0.0931	/	/	/	0.0032	0.6357	/	/	0.0415
	2	0.0189	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6431	/	/	0.0422
	3	0.0190	0.0942	/	/	/	0.0032	0.6417	/	/	0.0421
	4	0.0193	0.0940	/	/	/	0.0032	0.6408	/	/	0.0413
	5	0.0195	0.0937	/	/	/	0.0032	0.6415	/	/	0.0415
	6	0.0201	0.0943	/	/	/	0.0032	0.6427	/	/	0.0423

	7	0.0201	0.0946	/	/	/	0.0032	0.6429	/	/	0.0413
	8	0.0202	0.0946	/	/	/	0.0032	0.6453	/	/	0.0418
	9	0.0195	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6428	/	/	0.0416
	10	0.0196	0.0945	/	/	/	0.0032	0.6427	/	/	0.0415
	11	0.0201	0.0942	/	/	/	0.0032	0.6395	/	/	0.0414
平均值		0.0197	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6417	/	/	0.0417
标准偏差		0.0005	0.0004	/	/	/	0.00	0.0025	/	/	0.0004
RSD %		2.38	0.46	/	/	/	0.00	0.39	/	/	0.87

表 40 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0016	0.0306	0.0015	0.0094	0.0084	0.0007	1.1766	/	/	0.0013
	2	0.0021	0.0306	0.0016	0.0093	0.0096	0.0007	1.1677	/	/	0.0014
	3	0.0018	0.0307	0.0016	0.0094	0.0089	0.0007	1.1718	/	/	0.0011
	4	0.0015	0.0306	0.0016	0.0095	0.0083	0.0007	1.1746	/	/	0.0013
	5	0.0017	0.0305	0.0011	0.0095	0.0072	0.0007	1.1691	/	/	0.0012
	6	0.0020	0.0305	0.0016	0.0094	0.0086	0.0007	1.1748	/	/	0.0014
	7	0.0020	0.0307	0.0016	0.0095	0.0074	0.0007	1.1742	/	/	0.0013
	8	0.0017	0.0307	0.0016	0.0095	0.0064	0.0007	1.1777	/	/	0.0010
	9	0.0021	0.0308	0.0013	0.0094	0.0078	0.0007	1.1780	/	/	0.0012
	10	0.0019	0.0308	0.0016	0.0094	0.0079	0.0007	1.1686	/	/	0.0010
	11	0.0019	0.0308	0.0017	0.0095	0.0072	0.0007	1.1777	/	/	0.0010
平均值		0.0018	0.0307	0.0015	0.0094	0.0080	0.0007	1.1737	/	/	0.0012
标准偏差		0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0009	0.0000	0.0038	/	/	0.0002
RSD %		11.44	0.37	11.38	0.71	11.37	0.00	0.33	/	/	12.91

采用格拉布斯检验方法，对表 36-40 数据进行异常值情况分析，结果见表 41。

$$G_1 = \frac{\bar{X} - X_1}{S}, \quad G_n = \frac{X_n - \bar{X}}{S} \quad (\text{其中, } X_1 \text{ 为最小值, } X_n \text{ 为最大值})。$$

表 41 精密度试验数据异常值结果

样品编号	元素	可疑值/ $\mu\text{g/g}$		Gi		G (0.05,11)	G (0.05,11)	检验结果
		极大值	极小值	极大值	极小值			
2#	Al	0.0005	0.0005	1.69	1.28	2.36	2.56	无异常值
	Ca	0.0045	0.0044	0.63	1.54			无异常值
	Cu	0.0006	0.0005	1.36	1.96			无异常值
	Fe	0.0005	0.0005	1.96	1.36			无异常值
	K	0.0006	0.0006	1.26	0.72			无异常值
	Mg	0.0007	0.0007	1.62	0.92			无异常值
	Na	0.0016	0.0015	2.30	0.71			无异常值
	Ni	0.0004	0.0004	1.62	0.92			无异常值
	Pb	0.0005	0.0005	1.28	1.63			无异常值
	Si	0.0006	0.0005	1.45	0.95			无异常值
3#	Al	0.0057	0.0057	1.60	1.15	2.36	2.56	无异常值
	Ca	0.0099	0.0098	2.20	1.12			无异常值
	Cu	0.0052	0.0051	2.29	1.03			无异常值
	Fe	0.0055	0.0053	1.61	2.24			无异常值
	K	/	/	/	/			无异常值
	Mg	/	/	/	/			无异常值
	Na	0.0094	0.0092	2.32	1.59			无异常值
	Ni	0.0053	0.0048	1.24	2.16			无异常值
	Pb	0.0047	0.0046	1.47	1.85			无异常值
	Si	0.0048	0.0047	1.74	1.59			无异常值
4#	Al	0.0111	0.0093	2.18	1.68	2.36	2.56	无异常值
	Ca	0.0148	0.0146	0.92	1.62			无异常值
	Cu	0.0108	0.0102	0.94	2.50			无异常值
	Fe	0.0107	0.0104	1.71	1.26			无异常值
	K	0.0118	0.0103	1.46	1.25			无异常值

	Mg	0.0104	0.0104	0.00	0.00			无异常值
	Na	2.2107	2.1899	1.13	2.11			无异常值
	Ni	0.0105	0.0101	1.20	1.74			无异常值
	Pb	0.0107	0.0094	1.07	1.88			无异常值
	Si	0.0101	0.0091	1.24	1.67			无异常值
5#	Al	0.0202	0.0189	1.15	1.63	2.36	2.56	无异常值
	Ca	0.0946	0.0931	1.09	2.37			无异常值
	Cu	/	/	/	/			无异常值
	Fe	/	/	/	/			无异常值
	K	/	/	/	/			无异常值
	Mg	0.0032	0.0032	0.00	0.00			无异常值
	Na	0.6453	0.6357	1.45	2.42			无异常值
	Ni	/	/	/	/			无异常值
	Pb	/	/	/	/			无异常值
	Si	0.0423	0.0413	1.70	1.05			无异常值
6#	Al	0.0021	0.0015	1.33	1.65	2.36	2.56	无异常值
	Ca	0.0308	0.0305	1.22	1.46			无异常值
	Cu	0.0017	0.0011	0.99	2.46			无异常值
	Fe	0.0095	0.0093	0.94	2.02			无异常值
	K	0.0059	0.0052	1.53	1.57			无异常值
	Mg	0.0007	0.0007	0.00	0.00			无异常值
	Na	1.1780	1.1677	1.12	1.56			无异常值
	Ni	/	/	/	/			无异常值
	Pb	/	/	/	/			无异常值
	Si	0.0014	0.0010	1.29	1.29			无异常值

由精密度试验数据异常值结果表 41 可以看出,上述 5 个试验样品分别进行 11 次独立测定的结果无异常值。表明该方法重复性较好,精密度较高。

3.7 验证单位试验数据

3.7.1 广东省科学院工业分析检测中心

表 42 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0004
	4	0.0006	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0004	0.0005	0.0005
	5	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0038	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	7	0.0006	0.0040	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	8	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0004
	9	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	10	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		5.05	16.6	0	0	/	0	/	3.02	0	4.05
RSD%		9.41	4.18	0	0	/	0	/	4.11	0	2.93

表 43 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0050	0.0093	0.0050	0.0051	/	/	/	0.0049	0.0054	0.0050
	2	0.0048	0.0095	0.0050	0.0053	/	/	/	0.0050	0.0052	0.0050
	3	0.0050	0.0095	0.0050	0.0052	/	/	/	0.0048	0.0049	0.0050
	4	0.0050	0.0094	0.0051	0.0051	/	/	/	0.0049	0.0052	0.0050
	5	0.0050	0.0094	0.0052	0.0052	/	/	/	0.0050	0.0047	0.0050
	6	0.0050	0.0095	0.0050	0.0051	/	/	/	0.0049	0.0054	0.0050

	7	0.0048	0.0094	0.0050	0.0053	/	/	/	0.0050	0.0049	0.0050
	8	0.0050	0.0094	0.0050	0.0052	/	/	/	0.0050	0.0054	0.0050
	9	0.0050	0.0093	0.0051	0.0051	/	/	/	0.0050	0.0052	0.0050
	10	0.0050	0.0095	0.0052	0.0052	/	/	/	0.0050	0.0049	0.0050
	11	0.0050	0.0095	0.0050	0.0052	/	/	/	0.0050	0.0049	0.0050
平均值%		0.0050	0.0094	0.0051	0.0052	/	/	/	0.0050	0.0051	0.0050
标准偏差 *(10-5)%		8.09	7.86	8.20	7.51	/	/	/	6.88	24.9	0
RSD%		1.63	0.83	1.62	1.45	/	/	/	1.39	4.88	0

表 44 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0100	0.0100
	2	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0110	0.0100
	3	0.0100	0.0143	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0110	0.0100
	4	0.0100	0.0143	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0110	0.0100
	5	0.0100	0.0143	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0110	0.0100
	6	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0110	/	0.0100	0.0100	0.0100
	7	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0110	/	0.0100	0.0100	0.0100
	8	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0110	0.0100
	9	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0100	0.0100
	10	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0100	/	0.0100	0.0100	0.0100
	11	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0110	/	0.0100	0.0100	0.0100
平均值%		0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	/	0.0103	/	0.0100	0.0105	0.0100
标准偏差 *(10-5)%		0	4.67	0	0	/	46.7	/	0	52.2	0
RSD%		0	0.32	0	0	/	4.55	/	0	5.00	0

表 45 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0210	0.0093	/	/	/	0.0032	/	/	/	0.0390
	2	0.0200	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	3	0.0210	0.0093	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	4	0.0200	0.0095	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	5	0.0200	0.0093	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	6	0.0210	0.0094	/	/	/	0.0032	/	/	/	0.0390
	7	0.0200	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	8	0.0210	0.0093	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	9	0.0200	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	10	0.0200	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0400
	11	0.0210	0.0093	/	/	/	0.0032	/	/	/	0.0390
平均值%		0.0205	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.0397
标准偏差 *(10-5)%		52.2	6.74	/	/	/	4.67	/	/	/	46.7
RSD%		2.55	0.72	/	/	/	1.49	/	/	/	1.18

表 46 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0020	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	2	0.0022	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0009
	3	0.0021	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	4	0.0022	0.0060	<0.0005	0.0130	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	5	0.0021	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0009
	6	0.0021	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	7	0.0023	0.0060	<0.0005	0.0130	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	8	0.0022	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008

	9	0.0022	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0009
	10	0.0021	0.0060	<0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	11	0.0022	0.0060	<0.0005	0.0130	/	0.0006	/	/	/	0.0008
平均值%		0.0022	0.0060	0.0005	0.0123	/	0.0006	/	/	/	0.0008
标准偏差 *(10-5)%		8.20	0	0	46.7	/	0	/	/	/	4.67
RSD%		3.81	0	0	3.81	/	0	/	/	/	5.65

3.7.2 新疆有色金属研究所有限公司

表 47 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0006	0.0005
	4	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	5	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0006	0.0005	0.0005
	8	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	9	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0006	0.0005
	10	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0006	0.0005
	11	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		0	6.03	0	0	0	0	4.05	3.02	4.67	0
RSD%		0	1.50	0	0	0	0	2.93	5.92	8.86	0

表 48 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0050	0.0094	0.0050	0.0050	/	/	0.0100	0.0050	0.0050	0.0050
	2	0.0050	0.0093	0.0052	0.0051	/	/	0.0101	0.0051	0.0050	0.0052
	3	0.0050	0.0094	0.0053	0.0050	/	/	0.0102	0.0050	0.0050	0.0052
	4	0.0051	0.0095	0.0052	0.0049	/	/	0.0103	0.0051	0.0051	0.0053
	5	0.0050	0.0094	0.0051	0.0048	/	/	0.0100	0.0050	0.0052	0.0051
	6	0.0048	0.0095	0.0051	0.0051	/	/	0.0099	0.0050	0.0051	0.0052
	7	0.0050	0.0095	0.0051	0.0050	/	/	0.0100	0.0050	0.0055	0.0050
	8	0.0050	0.0095	0.0050	0.0049	/	/	0.0101	0.0050	0.0051	0.0050
	9	0.0049	0.0095	0.0050	0.0050	/	/	0.0102	0.0049	0.0052	0.0052
	10	0.0050	0.0096	0.0049	0.0050	/	/	0.0100	0.0049	0.0052	0.0052
	11	0.0050	0.0096	0.0049	0.0050	/	/	0.0099	0.0049	0.0051	0.0051
平均值%		0.0050	0.0095	0.0051	0.0050	/	/	0.0101	0.0050	0.0051	0.0051
标准偏差 *(10-5)%		7.51	9.05	12.7	8.74	/	/	12.9	7.01	14.3	10.3
RSD%		1.51	0.95	2.51	1.75	/	/	1.28	1.40	2.79	2.00

表 49 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0100	0.0144	0.0101	0.0100	0.0101	0.0104	2.5043	0.0104	0.0101	0.0101
	2	0.0100	0.0146	0.0104	0.0102	0.0101	0.0104	2.5047	0.0104	0.0101	0.0104
	3	0.0101	0.0146	0.0101	0.0104	0.0101	0.0104	2.5050	0.0105	0.0101	0.0104
	4	0.0103	0.0145	0.0103	0.0104	0.0102	0.0103	2.5054	0.0104	0.0102	0.0103
	5	0.0103	0.0145	0.0101	0.0103	0.0101	0.0103	2.5057	0.0105	0.0104	0.0103
	6	0.0102	0.0143	0.0100	0.0102	0.0101	0.0103	2.5061	0.0104	0.0102	0.0102
	7	0.0104	0.0144	0.0102	0.0103	0.0101	0.0102	2.5064	0.0104	0.0099	0.0102
	8	0.0102	0.0144	0.0101	0.0101	0.0100	0.0102	2.5070	0.0103	0.0100	0.0101
	9	0.0101	0.0142	0.0103	0.0101	0.0101	0.0102	2.5066	0.0104	0.0100	0.0101

	10	0.0101	0.0143	0.0105	0.0100	0.0100	0.0101	2.5077	0.0103	0.0100	0.0099
	11	0.0100	0.0144	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	2.5083	0.0100	0.0100	0.0100
平均值%		0.0102	0.0144	0.0102	0.0102	0.0101	0.0103	2.5061	0.0104	0.0101	0.0102
标准偏差 *(10-5)%		13.7	12.5	16.4	15.4	6.03	12.9	125	13.6	13.8	16.0
RSD%		1.35	0.87	1.61	1.51	0.60	1.26	0.05	1.31	1.36	1.57

表 50 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0203	0.0945	/	/	/	0.0033	0.5800	/	/	0.0402
	2	0.0202	0.0944	/	/	/	0.0032	0.5789	/	/	0.0390
	3	0.0201	0.0939	/	/	/	0.0033	0.5833	/	/	0.0399
	4	0.0201	0.0942	/	/	/	0.0032	0.5767	/	/	0.0409
	5	0.0200	0.0948	/	/	/	0.0034	0.5805	/	/	0.0403
	6	0.0202	0.0944	/	/	/	0.0030	0.5763	/	/	0.0403
	7	0.0204	0.0928	/	/	/	0.0029	0.5677	/	/	0.0410
	8	0.0198	0.0930	/	/	/	0.0032	0.5854	/	/	0.0390
	9	0.0198	0.0936	/	/	/	0.0030	0.5701	/	/	0.0398
	10	0.0200	0.0938	/	/	/	0.0032	0.5755	/	/	0.0402
	11	0.0200	0.0940	/	/	/	0.0030	0.5800	/	/	0.0400
平均值%		0.0201	0.0939	/	/	/	0.0032	0.5777	/	/	0.0401
标准偏差 *(10-5)%		18.9	62.2	/	/	/	15.7	525	/	/	63.9
RSD%		0.94	0.66	/	/	/	4.98	0.91	/	/	1.60

表 51 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0020	0.0300	0.0016	0.0086	0.0055	0.0007	1.5346	/	/	0.0005
	2	0.0020	0.0302	0.0015	0.0088	0.0055	0.0007	1.5189	/	/	0.0006

	3	0.0020	0.0301	0.0014	0.0086	0.0054	0.0008	1.5326	/	/	0.0005
	4	0.0020	0.0299	0.0015	0.0086	0.0055	0.0007	1.5300	/	/	0.0006
	5	0.0020	0.0304	0.0015	0.0085	0.0057	0.0007	1.5199	/	/	0.0005
	6	0.0020	0.0298	0.0014	0.0086	0.0054	0.0008	1.5280	/	/	0.0005
	7	0.0020	0.0306	0.0015	0.0084	0.0054	0.0007	1.5396	/	/	0.0006
	8	0.0020	0.0294	0.0016	0.0085	0.0055	0.0006	1.5260	/	/	0.0006
	9	0.0020	0.0301	0.0015	0.0086	0.0055	0.0007	1.5354	/	/	0.0004
	10	0.0020	0.0302	0.0015	0.0086	0.0053	0.0007	1.5240	/	/	0.0005
	11	0.0020	0.0300	0.0015	0.0086	0.0055	0.0007	1.5366	/	/	0.0005
平均值%		0.0020	0.0301	0.0015	0.0086	0.0055	0.0007	1.5296	/	/	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		0	31.4	6.32	9.82	10.1	5.39	687	/	/	6.47
RSD%		0	1.04	4.22	1.14	1.84	7.61	0.45	/	/	12.26

3.7.3 宜春赣锋锂业有限公司

表 52 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0006	0.0044	0.0004	0.0006	0.0005	0.0006	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0004	0.0006	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	4	0.0006	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	5	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005
	6	0.0006	0.0043	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	7	0.0006	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005
	8	0.0006	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005
	9	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005
	10	0.0006	0.0044	0.0004	0.0004	0.0006	0.0004	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	11	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0016	0.0005	0.0005	0.0005

平均值%		0.0006	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		4.05	5.22	4.67	5.39	6.47	7.51	11.0	4.05	0	0
RSD%		6.95	1.20	9.88	10.99	11.29	14.49	7.20	8.40	0	0

表 53 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0050	0.0096	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
	2	0.0050	0.0097	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0049
	3	0.0050	0.0098	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
	4	0.0051	0.0096	0.0052	0.0050	/	/	0.0104	0.0052	0.0048	0.0049
	5	0.0050	0.0096	0.0051	0.0049	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
	6	0.0048	0.0097	0.0052	0.0050	/	/	0.0105	0.0052	0.0052	0.0051
	7	0.0050	0.0095	0.0051	0.0051	/	/	0.0106	0.0051	0.0050	0.0049
	8	0.0050	0.0097	0.0051	0.0050	/	/	0.0105	0.0051	0.0050	0.0050
	9	0.0049	0.0098	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
	10	0.005	0.0097	0.0052	0.0050	/	/	0.0104	0.0053	0.0051	0.0052
	11	0.0050	0.0097	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
平均值%		0.0050	0.0097	0.0052	0.0050	/	/	0.0106	0.0052	0.0050	0.0050
标准偏差 *(10-5)%		7.51	9.05	4.67	4.50	/	/	9.35	5.39	9.55	8.94
RSD%		1.51	0.94	0.90	0.90	/	/	0.89	1.04	1.91	1.79

表 54 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0102	0.0144	0.0099	0.0122	0.0104	0.0105	2.5813	0.0097	0.0103	0.0101
	2	0.0100	0.0146	0.0098	0.0122	0.0102	0.0105	2.5802	0.0098	0.0101	0.0104
	3	0.0101	0.0146	0.0097	0.0121	0.0101	0.0104	2.5796	0.0097	0.0102	0.0103

	4	0.0100	0.0145	0.0100	0.0122	0.0099	0.0105	2.5802	0.0100	0.0102	0.0103
	5	0.0102	0.0145	0.0099	0.0124	0.0095	0.0105	2.5802	0.0099	0.0104	0.0105
	6	0.0100	0.0143	0.0100	0.0122	0.0106	0.0106	2.5769	0.0100	0.0102	0.0102
	7	0.0100	0.0144	0.0100	0.0122	0.0096	0.0105	2.5802	0.0098	0.0099	0.0102
	8	0.0099	0.0144	0.0098	0.0123	0.0094	0.0104	2.5812	0.0100	0.0098	0.0101
	9	0.0100	0.0142	0.0100	0.0122	0.0103	0.0105	2.5802	0.0096	0.0100	0.0105
	10	0.0101	0.0143	0.0097	0.0121	0.0100	0.0104	2.5812	0.0097	0.0099	0.0099
	11	0.0100	0.0144	0.0098	0.0122	0.0098	0.0105	2.5802	0.0098	0.0100	0.0100
平均值%		0.0100	0.0144	0.0099	0.0122	0.0100	0.0105	2.5801	0.0098	0.0101	0.0102
标准偏差 *(10-5)%		9.34	12.5	11.9	8.36	38.4	6.03	120	14.0	18.7	19.5
RSD%		0.93	0.87	1.21	0.68	3.85	0.58	0.05	1.43	1.85	1.91

表 55 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0203	0.0963	/	/	/	0.0031	0.6670	/	/	0.0402
	2	0.0202	0.0967	/	/	/	0.0031	0.6670	/	/	0.0390
	3	0.0198	0.0968	/	/	/	0.0031	0.6670	/	/	0.0406
	4	0.0201	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6675	/	/	0.0409
	5	0.0200	0.0967	/	/	/	0.0032	0.6670	/	/	0.0403
	6	0.0202	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6679	/	/	0.0403
	7	0.0204	0.0967	/	/	/	0.0031	0.6669	/	/	0.0407
	8	0.0201	0.0967	/	/	/	0.0030	0.6670	/	/	0.0396
	9	0.0198	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6648	/	/	0.0398
	10	0.0200	0.0962	/	/	/	0.0032	0.6670	/	/	0.0396
	11	0.0200	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6670	/	/	0.0400
平均值%		0.0201	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6669	/	/	0.0401
标准偏差		18.9	17.7	/	/	/	5.61	7.62	/	/	56.1

*(10-5)%											
RSD%		0.94	0.18	/	/	/	1.81	0.11	/	/	1.40

表 56 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0023	0.0329	0.0017	0.0043	0.0051	0.0010	1.6326	/	/	0.0008
	2	0.0023	0.0329	0.0017	0.0041	0.0046	0.0010	1.6300	/	/	0.0008
	3	0.0024	0.0329	0.0017	0.0043	0.0046	0.0010	1.6308	/	/	0.0008
	4	0.0024	0.0319	0.0017	0.0044	0.0053	0.0010	1.6303	/	/	0.0008
	5	0.0025	0.0320	0.0017	0.0042	0.0049	0.0010	1.6289	/	/	0.0008
	6	0.0022	0.0318	0.0016	0.0041	0.0047	0.0010	1.6321	/	/	0.0009
	7	0.0024	0.0332	0.0017	0.0043	0.0046	0.0010	1.6281	/	/	0.0008
	8	0.0024	0.0329	0.0017	0.0043	0.0045	0.0010	1.6293	/	/	0.0008
	9	0.0024	0.0329	0.0017	0.0041	0.0052	0.0010	1.6300	/	/	0.0008
	10	0.0023	0.0332	0.0017	0.0044	0.0050	0.0010	1.6305	/	/	0.0008
	11	0.0024	0.0331	0.0017	0.0043	0.0049	0.0010	1.6341	/	/	0.0009
平均值%		0.0024	0.0327	0.0017	0.0083	0.0049	0.0010	1.5306	/	/	0.0008
标准偏差 *(10-5)%		8.09	53.5	2.32	11.1	27.0	0	173	/	/	4.05
RSD%		3.42	1.64	1.39	1.35	5.56	0	0.11	/	/	4.94

3.7.4 江苏容汇通用锂业股份有限公司

表 57 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0038	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0006	0.0005
	3	0.0005	0.0038	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
	4	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005

	5	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0006	0.0005
	6	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0014	0.0004	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0006	0.0005
	8	0.0004	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0014	0.0005	0.0006	0.0005
	9	0.0005	0.0042	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0014	0.0005	0.0006	0.0006
	10	0.0005	0.0042	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0014	0.0004	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		3.02	14.1	0	0	3.02	5.22	5.22	4.05	5.22	3.02
RSD%		6.14	3.54	0	0	5.92	11.49	3.61	8.40	9.57	5.92

表 58 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0052	0.0094	0.0051	0.0051	/	/	0.0098	0.0051	0.0050	0.0051
	2	0.0053	0.0091	0.0051	0.0049	/	/	0.0098	0.0051	0.0050	0.0052
	3	0.0053	0.0091	0.0052	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050
	4	0.0053	0.0097	0.0051	0.0049	/	/	0.0098	0.0051	0.0050	0.0050
	5	0.0053	0.0095	0.0051	0.0050	/	/	0.0101	0.0051	0.0050	0.0051
	6	0.0053	0.0095	0.0051	0.0051	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0052
	7	0.0053	0.0095	0.0052	0.0051	/	/	0.0097	0.0050	0.0049	0.0051
	8	0.0052	0.0093	0.0051	0.0051	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050
	9	0.0052	0.0092	0.0051	0.0050	/	/	0.0100	0.0051	0.0050	0.0052
	10	0.0050	0.0095	0.0052	0.0050	/	/	0.0101	0.0050	0.0049	0.0049
	11	0.0051	0.0095	0.0052	0.0050	/	/	0.0097	0.0050	0.0049	0.0051
平均值%		0.0052	0.0094	0.0051	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0051
标准偏差 *(10-5)%		10.1	19.2	5.05	7.51	/	/	14.0	5.22	4.67	9.82

RSD%		1.93	2.05	0.98	1.50	/	/	1.42	1.04	0.94	1.93
------	--	------	------	------	------	---	---	------	------	------	------

表 59 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0097	0.0150	0.0101	0.0095	0.0110	0.0102	2.5912	0.0098	0.0100	0.0103
	2	0.0099	0.0150	0.0103	0.0095	0.0112	0.0104	2.6141	0.0100	0.0102	0.0104
	3	0.0099	0.0146	0.0102	0.0096	0.0111	0.0103	2.5959	0.0100	0.0102	0.0101
	4	0.0100	0.0149	0.0102	0.0096	0.0111	0.0104	2.5886	0.0099	0.0101	0.0103
	5	0.0099	0.0146	0.0104	0.0096	0.0113	0.0104	2.5786	0.0101	0.0102	0.0103
	6	0.0099	0.0143	0.0102	0.0095	0.0112	0.0104	2.5747	0.0099	0.0101	0.0102
	7	0.0098	0.0148	0.0103	0.0095	0.0112	0.0103	2.5835	0.0100	0.0102	0.0103
	8	0.0099	0.0147	0.0103	0.0094	0.0112	0.0104	2.5633	0.0100	0.0102	0.0103
	9	0.0100	0.0144	0.0102	0.0094	0.0113	0.0105	2.5575	0.0100	0.0101	0.0102
	10	0.0100	0.0145	0.0103	0.0094	0.0115	0.0105	2.5560	0.0100	0.0102	0.0101
	11	0.0100	0.0144	0.0104	0.0095	0.0115	0.0106	2.5635	0.0101	0.0100	0.0101
平均值%		0.0099	0.0147	0.0103	0.0095	0.0112	0.0104	2.5788	0.0100	0.0101	0.0102
标准偏差 *(10-5)%		9.44	24.6	9.24	7.75	15.7	11.0	1810	8.74	8.09	10.3
RSD%		0.95	1.68	0.90	0.82	1.39	1.05	0.70	0.88	0.80	1.00

表 60 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0197	0.0959	/	/	/	0.0032	0.5767	/	/	0.0402
	2	0.0197	0.0942	/	/	/	0.0031	0.5719	/	/	0.0407
	3	0.0205	0.0947	/	/	/	0.0031	0.5814	/	/	0.0404
	4	0.0207	0.0945	/	/	/	0.0033	0.5644	/	/	0.0408
	5	0.0206	0.0948	/	/	/	0.0032	0.5738	/	/	0.0397
	6	0.0208	0.0951	/	/	/	0.0032	0.5743	/	/	0.0406
	7	0.0205	0.0953	/	/	/	0.0034	0.5749	/	/	0.0407

	8	0.0206	0.0951	/	/	/	0.0031	0.5819	/	/	0.0402
	9	0.0197	0.0946	/	/	/	0.0030	0.5693	/	/	0.0405
	10	0.0205	0.0941	/	/	/	0.0030	0.5740	/	/	0.0404
	11	0.0200	0.0962	/	/	/	0.0031	0.5679	/	/	0.0403
平均值%		0.0203	0.0950	/	/	/	0.0032	0.5737	/	/	0.0404
标准偏差 *(10-5)%		43.4	65.8	/	/	/	12.1	530	/	/	31.1
RSD%		2.14	0.69	/	/	/	3.85	0.92	/	/	0.77

表 61 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0025	0.0078	0.0017	0.0008	0.0028	0.0008	1.5001	/	/	0.0004
	2	0.0026	0.0088	0.0016	0.0010	0.0031	0.0008	1.5270	/	/	0.0006
	3	0.0027	0.0089	0.0016	0.0007	0.0026	0.0008	1.5206	/	/	0.0006
	4	0.0023	0.0089	0.0016	0.0010	0.0030	0.0009	1.5308	/	/	0.0005
	5	0.0023	0.0074	0.0014	0.0007	0.0028	0.0007	1.4909	/	/	0.0005
	6	0.0024	0.0083	0.0014	0.0009	0.0031	0.0009	1.5135	/	/	0.0005
	7	0.0024	0.0084	0.0013	0.0010	0.0025	0.0009	1.5157	/	/	0.0006
	8	0.0023	0.0082	0.0014	0.0008	0.0028	0.0008	1.4866	/	/	0.0005
	9	0.0026	0.0077	0.0014	0.0009	0.0026	0.0009	1.5143	/	/	0.0005
	10	0.0023	0.0079	0.0013	0.0007	0.0031	0.0008	1.5484	/	/	0.0005
	11	0.0021	0.0083	0.0014	0.0008	0.0033	0.0008	1.5128	/	/	0.0005
平均值%		0.0024	0.0082	0.0015	0.0008	0.0029	0.0008	1.5146	/	/	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		17.6	50.3	13.6	11.6	25.2	6.47	1780	/	/	6.03
RSD%		7.30	6.10	9.30	13.81	8.76	7.82	1.17	/	/	11.64

3.7.5 中国有色桂林矿产地质研究院有限公司

表 62 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0042	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	4	0.0005	0.0040	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	5	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0040	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0039	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	8	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	9	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
	10	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0042	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		2.77	18.8	1.40	3.10	2.80	1.90	6.30	1.90	2.30	2.40
RSD%		5.67	4.55	2.80	6.27	5.54	3.81	4.39	3.81	4.59	4.93

表 63 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0049	0.0094	0.0050	0.0049	/	/	0.0094	0.0048	0.0049	0.0049
	2	0.0051	0.0093	0.0050	0.0048	/	/	0.0092	0.0048	0.0047	0.0049
	3	0.0047	0.0093	0.0053	0.0049	/	/	0.0103	0.0048	0.0050	0.0048
	4	0.0047	0.0092	0.0050	0.0047	/	/	0.0108	0.0048	0.0051	0.0048
	5	0.0045	0.0096	0.0050	0.0050	/	/	0.0095	0.0045	0.0048	0.0050
	6	0.0047	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0097	0.0048	0.0050	0.0050
	7	0.0048	0.0095	0.0050	0.0050	/	/	0.0096	0.0049	0.0051	0.0049
	8	0.0050	0.0098	0.0050	0.0050	/	/	0.0100	0.0047	0.0050	0.0052

	9	0.0048	0.0098	0.0052	0.0048	/	/	0.0094	0.0050	0.0049	0.0050
	10	0.0051	0.0096	0.0049	0.0049	/	/	0.0096	0.0050	0.0047	0.0051
	11	0.0052	0.0095	0.0052	0.0048	/	/	0.0098	0.0050	0.0050	0.0053
平均值%		0.0049	0.0095	0.0051	0.0049	/	/	0.0098	0.0048	0.0049	0.0050
标准偏差 *(10-5)%		21.6	20.4	12.1	10.4	/	/	46.1	14.9	14.2	15.8
RSD%		4.44	2.14	2.40	2.14	/	/	4.73	3.09	2.88	3.16

表 64 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0098	0.0140	0.0102	0.0102	0.0104	0.0101	2.4600	0.0100	0.0101	0.0101
	2	0.0100	0.0150	0.0101	0.0101	0.0102	0.0099	2.6100	0.0094	0.0099	0.0099
	3	0.0107	0.0150	0.0102	0.0100	0.0102	0.0104	2.5000	0.0097	0.0103	0.0094
	4	0.0095	0.0160	0.0101	0.0108	0.0099	0.0102	2.5300	0.0100	0.0106	0.0100
	5	0.0104	0.0150	0.0105	0.0100	0.0095	0.0105	2.6300	0.0108	0.0096	0.0095
	6	0.0097	0.0150	0.0101	0.0098	0.0106	0.0102	2.6200	0.0095	0.0093	0.0097
	7	0.0106	0.0150	0.0105	0.0104	0.0096	0.0108	2.4200	0.0105	0.0102	0.0096
	8	0.0095	0.0150	0.0102	0.0095	0.0094	0.0098	2.4300	0.0098	0.0098	0.0104
	9	0.0097	0.0150	0.0100	0.0105	0.0103	0.0097	2.6500	0.0097	0.0105	0.0103
	10	0.0102	0.0140	0.0099	0.0103	0.0100	0.0104	2.6000	0.0102	0.0106	0.0101
	11	0.0101	0.0140	0.0100	0.0096	0.0095	0.0094	2.5500	0.0104	0.0109	0.0098
平均值%		0.0100	0.0148	0.0102	0.0101	0.0100	0.0101	2.5455	0.0100	0.0102	0.0099
标准偏差 *(10-5)%		42.1	60.3	19.1	38.8	41.3	40.3	8340	43.8	48.2	32.4
RSD%		4.21	4.07	1.88	3.84	4.14	3.98	3.27	4.38	4.74	3.27

表 65 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
-----	--------	------	------	------	------	-----	------	------	------	------	------

5#	1	0.0200	0.0900	/	/	/	0.0027	0.5700	/	/	0.0410
	2	0.0210	0.0910	/	/	/	0.0027	0.5700	/	/	0.0430
	3	0.0220	0.0930	/	/	/	0.0032	0.6000	/	/	0.0400
	4	0.0200	0.0900	/	/	/	0.0031	0.5800	/	/	0.0390
	5	0.0200	0.0890	/	/	/	0.0033	0.6200	/	/	0.0400
	6	0.0200	0.0960	/	/	/	0.0032	0.6100	/	/	0.0430
	7	0.0190	0.0920	/	/	/	0.0028	0.6100	/	/	0.0400
	8	0.0190	0.0900	/	/	/	0.0029	0.6300	/	/	0.0400
	9	0.0210	0.0970	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0410
	10	0.0200	0.0950	/	/	/	0.0029	0.5800	/	/	0.0430
	11	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0400
平均值%		0.0203	0.0925	/	/	/	0.0030	0.5973	/	/	0.0409
标准偏差 *(10-5)%		90.5	281	/	/	/	20.6	2000	/	/	140
RSD%		4.46	3.03	/	/	/	6.96	3.36	/	/	3.53

表 66 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0019	0.0310	0.0017	0.0089	0.0056	0.0007	1.2600	/	/	0.0005
	2	0.0018	0.0320	0.0016	0.0092	0.0054	0.0007	1.2900	/	/	0.0005
	3	0.0019	0.0310	0.0016	0.0084	0.0053	0.0007	1.2900	/	/	0.0005
	4	0.0021	0.0330	0.0016	0.0083	0.0052	0.0007	1.2900	/	/	0.0005
	5	0.0019	0.0320	0.0016	0.0086	0.0057	0.0007	1.3100	/	/	0.0005
	6	0.0021	0.0310	0.0016	0.0090	0.0058	0.0007	1.2800	/	/	0.0005
	7	0.0021	0.0300	0.0016	0.0089	0.0056	0.0007	1.2800	/	/	0.0005
	8	0.0020	0.0290	0.0016	0.0090	0.0057	0.0007	1.3000	/	/	0.0005
	9	0.0019	0.0300	0.0016	0.0087	0.0059	0.0007	1.3500	/	/	0.0005
	10	0.0020	0.0310	0.0017	0.0089	0.0056	0.0007	1.3100	/	/	0.0005

	11	0.0021	0.0300	0.0016	0.0091	0.0053	0.0007	1.2700	/	/	0.0005
平均值%		0.0020	0.0309	0.0016	0.0088	0.0056	0.0007	1.2936	/	/	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		10.8	114	4.05	28.6	22.5	2.83	2420	/	/	2.72
RSD%		5.44	3.68	2.50	3.24	4.05	4.00	1.87	/	/	5.53

3.7.6 盛新锂能集团股份有限公司

表 67 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.00055	0.0012	0.0005	0.00049	0.0005
	2	0.0005	0.0044	0.0006	0.0005	0.0005	0.00051	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.00051	0.0012	0.0005	0.0005	0.0005
	4	0.0005	0.0044	0.0006	0.0004	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.00049	0.0005
	5	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.00048	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.00051	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.00049	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	8	0.0005	0.0044	0.0005	0.0006	0.0005	0.00049	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	9	0.0006	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	10	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.00049	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.00053	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		4.05	5.22	4.05	4.47	0	2.02	5.39	0	0.41	0
RSD%		7.81	1.20	7.81	8.94	0	3.99	4.18	0	0.81	0

表 68 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0050	0.0096	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050

	2	0.0050	0.0097	0.0050	0.0049	/	/	0.0098	0.0050	0.0049	0.0049
	3	0.0050	0.0098	0.0050	0.0050	/	/	0.0098	0.0050	0.0050	0.0050
	4	0.0050	0.0098	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0049	0.0050	0.0050
	5	0.0050	0.0096	0.0050	0.0050	/	/	0.0100	0.0050	0.0050	0.0050
	6	0.0049	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0049	0.0049	0.0050
	7	0.0050	0.0098	0.0050	0.0049	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0049
	8	0.0049	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050
	9	0.0050	0.0098	0.0050	0.0050	/	/	0.0098	0.0049	0.0050	0.0050
	10	0.0050	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0049	0.0050
	11	0.0050	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050
平均值%		0.0050	0.0097	0.0050	0.0050	/	/	0.0099	0.0050	0.0050	0.0050
标准偏差 *(10-5)%		4.05	7.51	0	4.05	/	/	6.03	4.67	4.67	4.05
RSD%		0.81	0.77	0	0.81	/	/	0.61	0.94	0.94	0.81

表 69 合成样品-4#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0110	0.0140	0.0110	0.0110	0.0095	0.0098	2.6000	0.0099	0.0099	0.0096
	2	0.0100	0.0140	0.0100	0.0110	0.0095	0.0010	2.5800	0.0098	0.0097	0.0097
	3	0.0100	0.0140	0.0110	0.0110	0.0095	0.0100	2.6000	0.0097	0.0097	0.0096
	4	0.0100	0.0150	0.0100	0.0110	0.0096	0.0097	2.5900	0.0100	0.0098	0.0098
	5	0.0100	0.0140	0.0110	0.0110	0.0098	0.0100	2.6000	0.0099	0.0098	0.0096
	6	0.0110	0.0150	0.0100	0.0100	0.0096	0.0100	2.5900	0.0100	0.0097	0.0097
	7	0.0100	0.0150	0.0110	0.0100	0.0098	0.0097	2.5900	0.0100	0.0100	0.0096
	8	0.0110	0.0140	0.0110	0.0100	0.0096	0.0099	2.5900	0.0100	0.0097	0.0096
	9	0.0100	0.0150	0.0100	0.0100	0.0096	0.0100	2.5900	0.0100	0.0096	0.0098
	10	0.0100	0.0140	0.0110	0.0100	0.0096	0.0100	2.5900	0.0097	0.0098	0.0099
	11	0.0100	0.0150	0.0110	0.0110	0.0096	0.0096	2.5900	0.0098	0.0098	0.0096

平均值%		0.0103	0.0145	0.0106	0.0105	0.0096	0.0099	2.5918	0.0099	0.0098	0.0097
标准偏差 *(10-5)%		46.7	52.2	50.5	52.2	10.4	15.4	603	12.2	11.0	10.8
RSD%		4.55	3.61	4.74	4.95	1.09	1.56	0.23	1.23	1.13	1.11

表 70 合成样品-5#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0200	0.0940	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0400
	2	0.0220	0.0960	/	/	/	0.0028	0.6000	/	/	0.0390
	3	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0030	0.5900	/	/	0.0390
	4	0.0210	0.0940	/	/	/	0.0027	0.5900	/	/	0.0390
	5	0.0200	0.0950	/	/	/	0.0029	0.5900	/	/	0.0400
	6	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0029	0.5900	/	/	0.0390
	7	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0030	0.5900	/	/	0.0390
	8	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0390
	9	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0390
	10	0.0200	0.0960	/	/	/	0.0029	0.6000	/	/	0.0400
	11	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0030	0.6000	/	/	0.0390
平均值%		0.0208	0.0953	/	/	/	0.0029	0.5955	/	/	0.0393
标准偏差 *(10-5)%		60.3	78.6	/	/	/	8.94	522	/	/	46.7
RSD%		2.90	0.83	/	/	/	3.08	0.88	/	/	1.19

表 71 合成样品-6#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2480	/	/	0.0003
	2	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2450	/	/	0.0005
	3	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2480	/	/	0.0003

	4	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0035	0.0003	1.2480	/	/	0.0004
	5	0.0009	0.0095	0.0008	0.0012	0.0037	0.0003	1.2470	/	/	0.0003
	6	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2470	/	/	0.0004
	7	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2480	/	/	0.0005
	8	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2480	/	/	0.0005
	9	0.0009	0.0096	0.0008	0.0012	0.0037	0.0003	1.2480	/	/	0.0005
	10	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0036	0.0003	1.2480	/	/	0.0006
	11	0.0009	0.0095	0.0008	0.0012	0.0036	0.0003	1.2480	/	/	0.0005
平均值%		0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2475	/	/	0.0004
标准偏差 *(10-5)%		0.45	3.02	0.63	4.67	6.74	0	93.4	/	/	10.3
RSD%		0.52	0.32	0.78	3.67	1.84	0	0.07	/	/	23.53

3.7.7 乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司

表 72 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0006	0.0035	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	2	0.0006	0.0035	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	3	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	4	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	5	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	6	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	7	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	8	0.0006	0.0035	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	9	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	10	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
	11	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
平均值%		0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005

标准偏差 *(10-5)%		0	4.67	0	0	0	4.67	0	0	0	0
RSD%		0	1.30	0	0	0	7.78	0	0	0	0

表 73 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0056	0.0093	0.0056	0.0058	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0053
	2	0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0096	0.0055	0.0052	0.0053
	3	0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0053
	4	0.0056	0.0092	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0053
	5	0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0095	0.0055	0.0052	0.0053
	6	0.0057	0.0094	0.0056	0.0059	/	/	0.0096	0.0056	0.0052	0.0054
	7	0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0056	0.0052	0.0053
	8	0.0057	0.0092	0.0056	0.0060	/	/	0.0096	0.0055	0.0052	0.0054
	9	0.0057	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0055	0.0051	0.0054
	10	0.0058	0.0094	0.0057	0.0060	/	/	0.0097	0.0056	0.0051	0.0054
	11	0.0057	0.0094	0.0056	0.0060	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0054
平均值%		0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0053
标准偏差 *(10-5)%		6.88	7.01	3.02	6.03	/	/	6.88	4.67	4.05	5.22
RSD%		1.23	0.75	0.54	1.02	/	/	0.71	0.85	0.78	0.99

表 74 合成样品-4#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0107	0.0108	0.0106	0.0100	0.0102	0.0107	2.6700	0.0111	0.0101	0.0100
	2	0.0107	0.0109	0.0107	0.0101	0.0103	0.0108	2.6500	0.0111	0.0101	0.0101
	3	0.0107	0.0107	0.0105	0.0098	0.0099	0.0106	2.6700	0.0111	0.0100	0.0100
	4	0.0107	0.0107	0.0105	0.0099	0.0100	0.0106	2.6700	0.0111	0.0101	0.0100

	5	0.0107	0.0109	0.0106	0.0099	0.0099	0.0107	2.6800	0.0111	0.0101	0.0101
	6	0.0108	0.0108	0.0107	0.0098	0.0102	0.0106	2.6500	0.0110	0.0101	0.0100
	7	0.0108	0.0109	0.0107	0.0098	0.0098	0.0107	2.6800	0.0110	0.0101	0.0101
	8	0.0108	0.0109	0.0108	0.0099	0.0102	0.0107	2.6600	0.0110	0.0101	0.0101
	9	0.0106	0.0107	0.0106	0.0098	0.0102	0.0106	2.6600	0.0109	0.0100	0.0101
	10	0.0107	0.0108	0.0107	0.0098	0.0102	0.0105	2.6800	0.0110	0.0100	0.0100
	11	0.0107	0.0109	0.0107	0.0099	0.0098	0.0107	2.6800	0.0110	0.0101	0.0101
平均值%		0.0107	0.0108	0.0107	0.0099	0.0101	0.0107	2.6700	0.0111	0.0100	0.0100
标准偏差 *(10-5)%		6.03	8.74	9.34	9.82	18.6	8.20	1170	6.74	4.67	5.22
RSD%		0.56	0.81	0.87	0.99	1.84	0.77	0.44	0.61	0.47	0.52

表 75 合成样品-5#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0220	0.0940	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0420
	2	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0420
	3	0.0210	0.0940	/	/	/	0.0027	0.5900	/	/	0.0430
	4	0.0210	0.0940	/	/	/	0.0027	0.5900	/	/	0.0420
	5	0.0210	0.0940	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0430
	6	0.0210	0.0930	/	/	/	0.0026	0.5900	/	/	0.0430
	7	0.0220	0.0930	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0430
	8	0.0210	0.0930	/	/	/	0.0027	0.6000	/	/	0.0420
	9	0.0210	0.0930	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0420
	10	0.0210	0.0930	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0430
	11	0.0210	0.0930	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0430
平均值%		0.0210	0.0940	/	/	/	0.0026	0.6000	/	/	0.0420
标准偏差 *(10-5)%		40.5	68.8	/	/	/	4.67	467	/	/	52.2

RSD%		1.93	0.73	/	/	/	1.80	0.78	/	/	1.24
------	--	------	------	---	---	---	------	------	---	---	------

表 76 合成样品-6#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0027	0.0250	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5700	/	/	/
	2	0.0026	0.0250	0.0015	0.0068	0.0054	0.0007	1.5700	/	/	/
	3	0.0026	0.0250	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	4	0.0026	0.0240	0.0015	0.0069	0.0056	0.0007	1.5800	/	/	/
	5	0.0027	0.0250	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	6	0.0027	0.0250	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	7	0.0026	0.0250	0.0015	0.0070	0.0056	0.0007	1.5800	/	/	/
	8	0.0027	0.0240	0.0015	0.0070	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	9	0.0026	0.0250	0.0015	0.0070	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	10	0.0027	0.0240	0.0015	0.0070	0.0055	0.0007	1.5800	/	/	/
	11	0.0027	0.0250	0.0015	0.0070	0.0054	0.0007	1.5800	/	/	/
平均值%		0.0027	0.0303	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5782	/	/	/
标准偏差 *(10-5)%		5.22	46.7	0	6.74	6.32	0	404.5	/	/	/
RSD%		1.97	1.54	0	0.97	1.15	0	0.26	/	/	/

3.7.8 重庆天齐锂业有限责任公司

表 77 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0008
	2	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
	3	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
	4	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0033	0.0005	0.0006	0.0010

	5	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
	6	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
	7	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0033	0.0005	0.0006	0.0009
	8	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0034	0.0005	0.0006	0.0009
	9	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
	10	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0034	0.0005	0.0006	0.0008
	11	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0035	0.0005	0.0006	0.0009
平均值%		0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0015	0.0005	0.0006	0.0009
标准偏差 *(10-5)%		0.28	0.24	0.27	0.30	0.31	0.61	7.37	0.33	0.32	4.21
RSD%		0.64	0.05	0.49	0.56	0.68	0.77	5.07	0.65	0.57	4.78

表 78 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
	2	0.0049	0.0104	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
	3	0.0049	0.0104	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
	4	0.0049	0.0104	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
	5	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
	6	0.0049	0.0104	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
	7	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
	8	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
	9	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
	10	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
	11	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0101	0.0049	0.0050	0.0037
平均值%		0.0049	0.0105	0.0049	0.0048			0.0102	0.0049	0.0050	0.0037
标准偏差		0.26	2.92	0.28	0.23			2.72	0.28	0.23	0.29

*(10-5)%											
RSD%		0.052	0.28	0.057	0.047			0.27	0.057	0.046	0.078

表 79 合成样品-4#精密密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0107	0.0102	2.6064	0.0100	0.0099	0.0081
	2	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0108	0.0103	2.6067	0.0100	0.0099	0.0081
	3	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0108	0.0102	2.6063	0.0100	0.0099	0.0081
	4	0.0100	0.0138	0.0100	0.0099	0.0107	0.0102	2.6062	0.0100	0.0099	0.0081
	5	0.0100	0.0138	0.0100	0.0099	0.0107	0.0102	2.6063	0.0100	0.0099	0.0081
	6	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0107	0.0102	2.6063	0.0100	0.0100	0.0081
	7	0.0100	0.0138	0.0100	0.0099	0.0108	0.0103	2.6062	0.0100	0.0099	0.0081
	8	0.0100	0.0138	0.0100	0.0099	0.0108	0.0103	2.6064	0.0100	0.0099	0.0081
	9	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0108	0.0102	2.6064	0.0100	0.0099	0.0081
	10	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0107	0.0103	2.6064	0.0100	0.0100	0.0081
	11	0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0108	0.0103	2.6067	0.0100	0.0099	0.0081
平均值%		0.0100	0.0137	0.0100	0.0099	0.0108	0.0102	2.6064	0.0100	0.0099	0.0081
标准偏差 *(10-5)%		0.32	2.89	0.21	0.26	3.43	2.39	16.4	0.32	2.44	0.32
RSD%		0.032	0.21	0.021	0.026	0.32	0.23	0.006	0.032	0.25	0.040

表 80 合成样品-5#精密密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0382
	2	0.0209	0.0967	/	/	/	0.0025	0.6110	/	/	0.0382
	3	0.0209	0.0967	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381

	4	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0382
	5	0.0208	0.0967	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
	6	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0382
	7	0.0209	0.0967	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
	8	0.0208	0.0967	/	/	/	0.0025	0.6110	/	/	0.0381
	9	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
	10	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6110	/	/	0.0381
	11	0.0209	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
平均值%		0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
标准偏差 *(10-5)%		3.14	3.25	/	/	/	0.35	3.82	/	/	3.48
RSD%		0.15	0.034	/	/	/	0.14	0.006	/	/	0.091

表 81 合成样品-6#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0032	0.0416	0.0013	0.0091	0.0147	0.0009	1.5082	/	/	0.0014
	2	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0147	0.0009	1.5133	/	/	0.0014
	3	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0146	0.0008	1.5144	/	/	0.0014
	4	0.0032	0.0415	0.0013	0.0092	0.0146	0.0008	1.5082	/	/	0.0014
	5	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0147	0.0008	1.5144	/	/	0.0014
	6	0.0032	0.0416	0.0013	0.0091	0.0147	0.0009	1.5113	/	/	0.0014
	7	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0147	0.0008	1.5061	/	/	0.0014
	8	0.0032	0.0415	0.0013	0.0092	0.0147	0.0008	1.5123	/	/	0.0014
	9	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0147	0.0008	1.5082	/	/	0.0014
	10	0.0032	0.0416	0.0013	0.0092	0.0147	0.0008	1.5123	/	/	0.0014
	11	0.0032	0.0416	0.0013	0.0091	0.0147	0.0009	1.5092	/	/	0.0014
平均值%		0.0032	0.0339	0.0013	0.0092	0.0046	0.0008	1.5107	/	/	0.0014

标准偏差 *(10-5)%		0.21	23.7	0.33	4.40	12.7	0.40	290	/	/	0.31
RSD%		0.064	0.70	0.26	0.48	2.72	0.47	0.19	/	/	0.23

3.7.9 江西东鹏新材料有限责任公司

表 82 合成样品-5#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0201	0.0899	/	/	/	0.0009	0.5927	/	/	0.0329
	2	0.0189	0.0886	/	/	/	0.0009	0.6074	/	/	0.0328
	3	0.0185	0.091	/	/	/	0.0009	0.6017	/	/	0.0321
	4	0.0198	0.0957	/	/	/	0.0009	0.6015	/	/	0.0327
	5	0.0203	0.092	/	/	/	0.0009	0.582	/	/	0.0336
	6	0.0203	0.0915	/	/	/	0.0009	0.5889	/	/	0.0327
	7	0.0192	0.0892	/	/	/	0.0009	0.6094	/	/	0.0338
	8	0.0206	0.0924	/	/	/	0.0009	0.5924	/	/	0.034
	9	0.0206	0.0947	/	/	/	0.0009	0.6021	/	/	0.0352
	10	0.0200	0.0928	/	/	/	0.0009	0.5863	/	/	0.0332
	11	0.0193	0.0913	/	/	/	0.0009	0.5893	/	/	0.0335
平均值%		0.0198	0.0917	/	/	/	0.0009	0.5741	/	/	0.0333
标准偏差 *(10-5)%		70.8	220	/	/	/	2.95	600	/	/	84.0
RSD%		3.58	2.35	/	/	/	3.27	1.04	/	/	2.52

表 83 合成样品-6#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0006	0.0087	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.2030	/	/	0.0005
	2	0.0007	0.0087	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.2400	/	/	0.0005
	3	0.0006	0.0085	0.0007	0.0014	0.0036	0.0007	1.2310	/	/	0.0005

	4	0.0006	0.0087	0.0007	0.0014	0.0034	0.0007	1.2130	/	/	0.0005
	5	0.0006	0.0085	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.2340	/	/	0.0005
	6	0.0006	0.0087	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.1940	/	/	0.0005
	7	0.0006	0.0086	0.0007	0.0014	0.0034	0.0007	1.1990	/	/	0.0005
	8	0.0006	0.0087	0.0007	0.0015	0.0034	0.0007	1.1940	/	/	0.0005
	9	0.0006	0.0088	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.2080	/	/	0.0006
	10	0.0006	0.0088	0.0007	0.0014	0.0035	0.0007	1.2270	/	/	0.0005
	11	0.0006	0.0085	0.0007	0.0014	0.0034	0.0007	1.2420	/	/	0.0005
平均值%		0.0006	0.0086	0.0017	0.0014	0.0035	0.0007	1.5742	/	/	0.0005
标准偏差 *(10-5)%		4.17	12.0	6.76	1.81	5.25	1.21	2230	/	/	2.48
RSD%		6.99	1.39	3.94	1.27	1.52	1.73	1.42	/	/	4.79

3.7.10 国标（北京）检验认证有限公司

表 84 合成样品-2#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
	2	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
	3	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
	4	0.0005	0.0041	0.0006	0.0005	0.0005	0.0006	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
	5	0.0006	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0012	0.0006	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0042	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0010	0.0005	0.0004	0.0005
	7	0.0005	0.0041	0.0005	0.0006	0.0005	0.0006	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005
	8	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005
	9	0.0005	0.0041	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005
	10	0.0005	0.0043	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0012	0.0005	0.0005	0.0006
	11	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
标准偏差		3.02	6.47	3.02	4.05	4.05	4.05	7.86	3.02	3.02	3.02

*(10-5)%											
RSD%		5.92	1.57	5.92	7.81	7.81	6.95	7.33	5.92	6.14	5.92

表 85 合成样品-3#精密度实验

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0052	0.0089	0.0054	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0051	0.0050
	2	0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0051	0.0050
	3	0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0052	0.0050
	4	0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0052	0.0050
	5	0.0052	0.0088	0.0052	0.0053	/	/	0.0100	0.0052	0.0052	0.0050
	6	0.0051	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0050	0.0051
	7	0.0052	0.0084	0.0052	0.0052	/	/	0.0120	0.0051	0.0050	0.0051
	8	0.0053	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0051	0.0050	0.0050
	9	0.0052	0.0086	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0051	0.0050
	10	0.0052	0.0087	0.0053	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0052	0.0050
	11	0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0050	0.0050
平均值%		0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.0110	0.0052	0.0051	0.0050
标准偏差 *(10-5)%		4.47	12.2	6.47	3.02	/	/	44.7	4.05	8.94	4.05
RSD%		0.86	1.40	1.24	0.58	/	/	4.07	0.78	1.75	0.81

表 86 合成样品-4#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0120	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0110	0.0100	0.0110
	2	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0110	0.0110	0.0110
	3	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5400	0.0110	0.0100	0.0110
	4	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0110	0.0100	0.0100
	5	0.0110	0.0160	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0100	0.0110	0.0100

	6	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0100	0.0100	0.0100
	7	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0100	2.5300	0.0110	0.0100	0.0100
	8	0.0100	0.0170	0.0100	0.0110	0.0120	0.0110	2.5200	0.0100	0.0100	0.0100
	9	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0110	0.0100	0.0100
	10	0.0100	0.0170	0.0110	0.0110	0.0110	0.0110	2.5200	0.0100	0.0100	0.0100
	11	0.0100	0.0170	0.0110	0.0100	0.0110	0.0110	2.5200	0.0110	0.0100	0.0110
平均值%		0.0103	0.0169	0.0109	0.0109	0.0111	0.0109	2.5227	0.0106	0.0102	0.0104
标准偏差 *(10-5)%		64.7	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	650	50.5	40.5	50.5
RSD%		6.30	1.78	2.76	2.76	2.72	2.76	0.26	4.74	3.97	4.87

表 87 合成样品-5#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0038	0.5900	/	/	0.0420
	2	0.0210	0.0970	/	/	/	0.0038	0.5800	/	/	0.0420
	3	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0430
	4	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0420
	5	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0420
	6	0.0200	0.0950	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0410
	7	0.0210	0.0960	/	/	/	0.0036	0.5700	/	/	0.0420
	8	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0420
	9	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0037	0.5700	/	/	0.0420
	10	0.0200	0.0950	/	/	/	0.0036	0.5700	/	/	0.0420
	11	0.0210	0.0950	/	/	/	0.0036	0.5700	/	/	0.0420
平均值%		0.0208	0.0955	/	/	/	0.0037	0.5727	/	/	0.0420
标准偏差		40.5	68.8	/	/	/	7.01	647	/	/	44.7

*(10-5)%											
RSD%		1.94	0.72	/	/	/	1.90	1.13	/	/	1.06

表 88 合成样品-6#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0023	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.8000	/	/	0.0008
	2	0.0023	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0008	1.7900	/	/	0.0008
	3	0.0024	0.0012	0.0014	0.0120	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	4	0.0024	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	5	0.0024	0.0014	0.0015	0.0120	0.0090	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	6	0.0022	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0009
	7	0.0024	0.0013	0.0015	0.0110	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	8	0.0024	0.0013	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.8000	/	/	0.0008
	9	0.0024	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	10	0.0023	0.0012	0.0015	0.0120	0.0088	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	11	0.0024	0.0012	0.0015	0.0100	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0009
平均值%		0.0024	0.0012	0.0015	0.0117	0.0089	0.0007	1.7918	/	/	0.0008
标准偏差 *(10-5)%		6.88	6.74	3.02	64.7	4.47	3.02	400	/	/	4.05
RSD%		2.93	5.46	2.03	5.52	0.51	4.26	0.23	/	/	4.26

3.7.11 安捷伦科技（中国）有限公司

表 89 合成样品-2#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
2#	1	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0016	0.0004	0.0005	0.0006
	2	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	3	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	4	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006

	5	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	6	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	7	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	8	0.0005	0.0045	0.0006	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	9	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	10	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
	11	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0005
平均值%		0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
标准偏差 *(10-5)%		0	4.67	4.67	0	0	0	3.02	0	0	5.22
RSD%		0	1.04	8.86	0	0	0	2.00	0	0	9.42

表 90 合成样品-3#精密度实验表

样品号	测试 次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
3#	1	0.0057	0.0099	0.0052	0.0055	/	/	0.0094	0.0051	0.0046	0.0048
	2	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	3	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.005	0.0047	0.0048
	4	0.0057	0.0098	0.0052	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	5	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	6	0.0057	0.0098	0.0052	0.0055	/	/	0.0093	0.0053	0.0047	0.0048
	7	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0092	0.0053	0.0047	0.0048
	8	0.0057	0.0099	0.0051	0.0055	/	/	0.0093	0.0053	0.0046	0.0048
	9	0.0057	0.0098	0.0051	0.0055	/	/	0.0093	0.0051	0.0047	0.0047
	10	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	11	0.0057	0.0098	0.0051	0.0053	/	/	0.0092	0.0048	0.0046	0.0047
平均值%		0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
标准偏差		0	4.05	4.67	6.47	/	/	5.39	14.7	5.05	4.05

*(10-5)%											
RSD%		0	0.41	0.91	1.19	/	/	0.58	2.87	1.09	0.85

表 91 合成样品-4#精密度实验表

样品号	测试 次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
4#	1	0.0103	0.0147	0.0106	0.0106	0.0112	0.0104	2.2079	0.0103	0.0099	0.0098
	2	0.01	0.0148	0.0106	0.0105	0.0103	0.0104	2.2049	0.0104	0.0104	0.0092
	3	0.0111	0.0147	0.0107	0.0106	0.0112	0.0104	2.2016	0.0105	0.0107	0.0093
	4	0.0095	0.0148	0.0108	0.0106	0.0106	0.0104	2.2059	0.0102	0.0096	0.0099
	5	0.0093	0.0147	0.0107	0.0104	0.0114	0.0104	2.2071	0.0105	0.0104	0.0096
	6	0.01	0.0146	0.0106	0.0104	0.0116	0.0104	2.2097	0.0102	0.0094	0.0099
	7	0.0101	0.0148	0.0108	0.0106	0.0108	0.0104	2.2107	0.0103	0.0107	0.0097
	8	0.01	0.0147	0.0107	0.0105	0.0103	0.0104	2.2035	0.0101	0.01	0.0091
	9	0.01	0.0148	0.0105	0.0107	0.0114	0.0104	2.2031	0.0103	0.0104	0.0101
	10	0.0104	0.0148	0.0108	0.0105	0.0103	0.0104	2.1899	0.0105	0.0104	0.0101
	11	0.0102	0.0146	0.0102	0.0104	0.0118	0.0104	2.1938	0.0104	0.0106	0.0097
平均值%		0.0101	0.0147	0.0106	0.0105	0.0110	0.0104	2.2035	0.0103	0.0102	0.0097
标准偏差 *(10-5)%		46.7	7.86	17.5	10.1	55.4	0	643	13.6	44.1	34.4
RSD%		4.63	0.53	1.64	0.96	5.04	0	0.29	1.32	4.31	3.55

表 92 合成样品-5#精密度实验表

样品号	测试次 数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
5#	1	0.02	0.0931	/	/	/	0.0032	0.6357	/	/	0.0415
	2	0.0189	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6431	/	/	0.0422
	3	0.019	0.0942	/	/	/	0.0032	0.6417	/	/	0.0421
	4	0.0193	0.094	/	/	/	0.0032	0.6408	/	/	0.0413

	5	0.0195	0.0937	/	/	/	0.0032	0.6415	/	/	0.0415
	6	0.0201	0.0943	/	/	/	0.0032	0.6427	/	/	0.0423
	7	0.0201	0.0946	/	/	/	0.0032	0.6429	/	/	0.0413
	8	0.0202	0.0946	/	/	/	0.0032	0.6453	/	/	0.0418
	9	0.0195	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6428	/	/	0.0416
	10	0.0196	0.0945	/	/	/	0.0032	0.6427	/	/	0.0415
	11	0.0201	0.0942	/	/	/	0.0032	0.6395	/	/	0.0414
平均值%		0.0197	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6417	/	/	0.0417
标准偏差 *(10-5)%		46.7	43.4	/	/	/	0	248	/	/	36.3
RSD%		2.38	0.46	/	/	/	0	0.39	/	/	0.87

表 93 合成样品-6#精密度实验表

样品号	测试次数 n	Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
6#	1	0.0016	0.0306	0.0015	0.0094	0.0084	0.0007	1.1766	/	/	0.0013
	2	0.0021	0.0306	0.0016	0.0093	0.0096	0.0007	1.1677	/	/	0.0014
	3	0.0018	0.0307	0.0016	0.0094	0.0089	0.0007	1.1718	/	/	0.0011
	4	0.0015	0.0306	0.0016	0.0095	0.0083	0.0007	1.1746	/	/	0.0013
	5	0.0017	0.0305	0.0011	0.0095	0.0072	0.0007	1.1691	/	/	0.0012
	6	0.002	0.0305	0.0016	0.0094	0.0086	0.0007	1.1748	/	/	0.0014
	7	0.002	0.0307	0.0016	0.0095	0.0074	0.0007	1.1742	/	/	0.0013
	8	0.0017	0.0307	0.0016	0.0095	0.0064	0.0007	1.1777	/	/	0.001
	9	0.0021	0.0308	0.0013	0.0094	0.0078	0.0007	1.178	/	/	0.0012
	10	0.0019	0.0308	0.0016	0.0094	0.0079	0.0007	1.1686	/	/	0.001
	11	0.0019	0.0308	0.0017	0.0095	0.0072	0.0007	1.1777	/	/	0.001
平均值%		0.0018	0.0307	0.0015	0.0094	0.0080	0.0007	1.1737	/	/	0.0012
标准偏差 *(10-5)%		20.2	11.2	17.4	6.74	90.7	0	385	/	/	15.5

RSD%		10.94	0.37	11.38	0.71	11.37	0	0.33	/	/	12.91
------	--	-------	------	-------	------	-------	---	------	---	---	-------

3.8 精密度计算

表 94 合成样品-2#平均值统计

水平 qj 实验室 pi		合成样品#2									
		Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
广东省科学院工业分析检测中心	平均值%	0.0005	0.004	0.0005	0.0005	/	0.0006	/	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	5.05	16.6	0	0	/	0	/	3.02	0	4.05
	RSD%	11.2	3.66	1.91	2.74	/	1.05	/	4.11	1.09	2.93
新疆有色金属研究所有限公司	平均值%	0.0005	0.004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	0	6.03	0	0	0	0	4.05	3.02	4.67	0
	RSD%	0	1.5	0	0	0	0	2.93	5.92	8.86	0
宜春赣锋锂业有限公司	平均值%	0.0006	0.0044	0.0005	0.0005	0.0006	0.0005	0.0015	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	4.05	5.22	4.67	5.39	6.47	7.51	11	4.05	0	0
	RSD%	6.95	1.2	9.88	10.99	11.29	14.49	7.2	8.4	0	0
江苏容汇通用锂业股份有限公司	平均值%	0.0005	0.004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	3.02	14.1	0	0	3.02	5.22	5.22	4.05	5.22	3.02
	RSD%	6.14	3.54	0	0	5.92	11.49	3.61	8.4	9.57	5.92
中国有色桂林矿产地质研究院有限公司	平均值%	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0014	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	2.77	18.8	1.4	3.1	2.8	1.9	6.3	1.9	2.3	2.4
	RSD%	5.67	4.55	2.8	6.27	5.54	3.81	4.39	3.81	4.59	4.93
盛新锂能集团股份有限公司	平均值%	0.0005	0.0044	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0013	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	4.05	5.22	4.05	4.47	0	2.02	5.39	0	0.41	0

	RSD%	7.81	1.2	7.81	8.94	0	3.99	4.18	0	0.81	0
乌鲁木齐市	平均值%	0.0006	0.0036	0.0006	0.0005	0.0006	0.0006	0.0013	0.0006	0.0005	0.0005
亚欧稀有金 属有限责任 公司	标准偏差 *(10-5)%	0	4.67	0	0	0	4.67	0	0	0	0
	RSD%	0	1.3	0	0	0	7.78	0	0	0	0
重庆天齐锂 业有限责任 公司	平均值%	0.0004	0.0045	0.0006	0.0005	0.0005	0.0008	0.0005	0.0005	0.0006	0.0009
	标准偏差 *(10-5)%	0.28	0.24	0.27	0.3	0.31	0.61	7.37	0.33	0.32	4.21
	RSD%	0.64	0.05	0.49	0.56	0.68	0.77	5.07	0.65	0.57	4.78
国标(北京) 检验认证有 限公司	平均值%	0.0005	0.0041	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0011	0.0005	0.0005	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	3.02	6.47	3.02	4.05	4.05	4.05	7.86	3.02	3.02	3.02
	RSD%	5.92	1.57	5.92	7.81	7.81	6.95	7.33	5.92	6.14	5.92
安捷伦科 技(中国) 有限公司	平均值%	0.0005	0.0045	0.0005	0.0005	0.0006	0.0007	0.0015	0.0004	0.0005	0.0006
	标准偏差 *(10-5)%	0	4.67	4.67	0	0	0	3.02	0	0	5.22
	RSD%	0	1.04	8.86	0	0	0	2.00	0	0	9.42

表 95 合成样品-3#平均值统计

水平 qj 实验室 pi		合成样品#3									
		Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
广东省科学 院工业分析 检测中心	平均值%	0.005	0.0094	0.005	0.0052	/	/	/	0.005	0.0051	0.005
	标准偏差 *(10-5)%	8.09	7.86	8.2	7.51	/	/	/	6.88	24.9	0
	RSD%	2.29	0.77	1.23	1.08	/	/	/	1.71	5.56	2.37
新疆有色金 属研究所 有限公司有 限公司	平均值%	0.005	0.0095	0.0051	0.005	/	/	0.0101	0.005	0.0051	0.0051
	标准偏差 *(10-5)%	7.51	9.05	12.7	8.74	/	/	12.9	7.01	14.3	10.3
	RSD%	1.51	0.95	2.51	1.75	/	/	1.28	1.4	2.79	2

宜春赣锋锂业有限公司	平均值%	0.005	0.0097	0.0052	0.005	/	/	0.0106	0.0052	0.005	0.005
	标准偏差*(10-5)%	7.51	9.05	4.67	4.5	/	/	9.35	5.39	9.55	8.94
	RSD%	1.51	0.94	0.9	0.9	/	/	0.89	1.04	1.91	1.79
江苏容汇通用锂业股份有限公司	平均值%	0.0052	0.0094	0.0051	0.005	/	/	0.0099	0.005	0.005	0.0051
	标准偏差*(10-5)%	10.1	19.2	5.05	7.51	/	/	14	5.22	4.67	9.82
	RSD%	1.93	2.05	0.98	1.5	/	/	1.42	1.04	0.94	1.93
中国有色桂林矿产地质研究院有限公司	平均值%	0.0049	0.0095	0.005	0.0049	/	/	0.0098	0.0048	0.0049	0.005
	标准偏差*(10-5)%	21.6	20.4	12.1	10.4	/	/	46.1	14.9	14.2	15.8
	RSD%	4.44	2.14	2.4	2.14	/	/	4.73	3.09	2.88	3.16
盛新锂能集团股份有限公司	平均值%	0.005	0.0097	0.005	0.005	/	/	0.0099	0.005	0.005	0.005
	标准偏差*(10-5)%	4.05	7.51	0	4.05	/	/	6.03	4.67	4.67	4.05
	RSD%	0.81	0.77	0	0.81	/	/	0.61	0.94	0.94	0.81
乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司	平均值%	0.0056	0.0093	0.0056	0.0059	/	/	0.0097	0.0055	0.0052	0.0053
	标准偏差*(10-5)%	6.88	7.01	3.02	6.03	/	/	6.88	4.67	4.05	5.22
	RSD%	1.23	0.75	0.54	1.02	/	/	0.71	0.85	0.78	0.99
重庆天齐锂业有限责任公司	平均值%	0.0049	0.0105	0.0049	0.0048	/	/	0.0102	0.0049	0.005	0.0037
	标准偏差*(10-5)%	0.26	2.92	0.28	0.23			2.72	0.28	0.23	0.29
	RSD%	0.052	0.28	0.057	0.047			0.27	0.057	0.046	0.078
国标(北京)检验认证有限公司	平均值%	0.0052	0.0087	0.0052	0.0052	/	/	0.011	0.0052	0.0051	0.005
	标准偏差*(10-5)%	4.47	12.2	6.47	3.02	/	/	44.7	4.05	8.94	4.05
	RSD%	0.86	1.4	1.24	0.58	/	/	4.07	0.78	1.75	0.81

安捷伦科技(中国)有限公司	平均值%	0.0057	0.0098	0.0051	0.0054	/	/	0.0093	0.0051	0.0046	0.0048
	标准偏差 *(10-5)%	0	4.05	4.67	6.47	/	/	5.39	14.7	5.05	4.05
	RSD%	0	0.41	0.91	1.19	/	/	0.58	2.87	1.09	0.85

表 96 合成样品-4#平均值统计

实验室 pi \ 水平 qi		合成样品#4									
		Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
广东省科学院工业分析检测中心	平均值%	0.01	0.0144	0.01	0.01	/	0.01	/	0.01	0.01	0.01
	标准偏差 *(10-5)%	0	4.67	0	0	/	46.7	/	0	52.2	0
	RSD%	1.84	0.43	1.02	1.04	/	0.53	/	1.62	1.57	0.51
新疆有色金属研究有限公司	平均值%	0.0102	0.0144	0.0102	0.0102	0.0101	0.0103	2.5061	0.0104	0.0101	0.0102
	标准偏差 *(10-5)%	13.7	12.5	16.4	15.4	6.03	12.9	125	13.6	13.8	16
	RSD%	1.35	0.87	1.61	1.51	0.6	1.26	0.05	1.31	1.36	1.57
宜春赣锋锂业有限公司	平均值%	0.01	0.0144	0.0099	0.0122	0.01	0.0105	2.5801	0.0098	0.0101	0.0102
	标准偏差 *(10-5)%	9.34	12.5	11.9	8.36	38.4	6.03	120	14	18.7	19.5
	RSD%	0.93	0.87	1.21	0.68	3.85	0.58	0.05	1.43	1.85	1.91
江苏容汇通用锂业股份有限公司	平均值%	0.0099	0.0147	0.0103	0.0095	0.0112	0.0104	2.5788	0.01	0.0101	0.0102
	标准偏差 *(10-5)%	9.44	24.6	9.24	7.75	15.7	11	1810	8.74	8.09	10.3
	RSD%	0.95	1.68	0.9	0.82	1.39	1.05	0.7	0.88	0.8	1
中国有色桂林矿产地质研究院有限公司	平均值%	0.01	0.015	0.0101	0.0101	0.01	0.0101	2.55	0.01	0.0102	0.0099
	标准偏差 *(10-5)%	42.1	60.3	19.1	38.8	41.3	40.3	8340	43.8	48.2	32.4
	RSD%	4.21	4.07	1.88	3.84	4.14	3.98	3.27	4.38	4.74	3.27
盛新锂能集	平均值%	0.0103	0.0145	0.0106	0.0105	0.0096	0.0091	2.5918	0.0099	0.0098	0.0097

团股份有限 公司	标准偏差 *(10-5)%	46.7	52.2	50.5	52.2	10.4	15.4	603	12.2	11	10.8
	RSD%	4.55	3.61	4.74	4.95	1.09	1.56	0.23	1.23	1.13	1.11
乌鲁木齐市	平均值%	0.0107	0.0108	0.0107	0.0099	0.0101	0.0107	2.67	0.0111	0.01	0.01
亚欧稀有金 属有限责任 公司	标准偏差 *(10-5)%	6.03	8.74	9.34	9.82	18.6	8.2	1170	6.74	4.67	5.22
	RSD%	0.56	0.81	0.87	0.99	1.84	0.77	0.44	0.61	0.47	0.52
重庆天齐锂 业有限责任 公司	平均值%	0.01	0.0137	0.01	0.0099	0.0108	0.0102	2.6064	0.01	0.0099	0.0081
	标准偏差 *(10-5)%	0.32	2.89	0.21	0.26	3.43	2.39	16.4	0.32	2.44	0.32
	RSD%	0.032	0.21	0.021	0.026	0.32	0.23	0.006	0.032	0.25	0.04
国标(北京) 检验认证有 限公司	平均值%	0.01	0.017	0.011	0.011	0.011	0.011	2.52	0.011	0.011	0.01
	标准偏差 *(10-5)%	64.7	30.2	30.2	30.2	30.2	30.2	650	50.5	40.5	50.5
	RSD%	6.3	1.78	2.76	2.76	2.72	2.76	0.26	4.74	3.97	4.87
安捷伦科 技(中国) 有限公司	平均值%	0.0101	0.0147	0.0106	0.0105	0.0110	0.0104	2.2035	0.0103	0.0102	0.0097
	标准偏差 *(10-5)%	46.7	7.86	17.5	10.1	55.4	0	643	13.6	44.1	34.4
	RSD%	4.63	0.53	1.64	0.96	5.04	0	0.29	1.32	4.31	3.55

表 97 合成样品-5#平均值统计

水平 qj 实验室 p1		合成样品#5									
		Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
广东省科学 院工业分析 检测中心	平均值%	0.02	0.0094	/	/	/	0.0031	/	/	/	0.04
	标准偏差 *(10-5)%	52.2	6.74	/	/	/	4.67	/	/	/	46.7
	RSD%	1.31	0.73	/	/	/	1.43	/	/	/	0.94
新疆有色金 属研究所有	平均值%	0.0201	0.0939	/	/	/	0.0032	0.5777	/	/	0.0401
	标准偏差	18.9	62.2	/	/	/	15.7	525	/	/	63.9

限公司有限	*(10-5)%										
公司	RSD%	0.94	0.66	/	/	/	4.98	0.91	/	/	1.6
宜春赣锋锂 业有限公司	平均值%	0.0201	0.0966	/	/	/	0.0031	0.6669	/	/	0.0401
	标准偏差										
	*(10-5)%	18.9	17.7	/	/	/	5.61	7.62	/	/	56.1
	RSD%	0.94	0.18	/	/	/	1.81	0.11	/	/	1.4
江苏容汇通 用锂业股份 有限公司	平均值%	0.0203	0.095	/	/	/	0.0032	0.5737	/	/	0.0404
	标准偏差										
	*(10-5)%	43.4	65.8	/	/	/	12.1	530	/	/	31.1
	RSD%	2.14	0.69	/	/	/	3.85	0.92	/	/	0.77
中国有色桂 林矿产地质 研究院有限 公司	平均值%	0.02	0.092	/	/	/	0.003	0.6	/	/	0.0409
	标准偏差										
	*(10-5)%	90.5	281	/	/	/	20.6	2000	/	/	140
	RSD%	4.46	3.03	/	/	/	6.96	3.36	/	/	3.53
盛新锂能集 团股份有限 公司	平均值%	0.0208	0.0953	/	/	/	0.0029	0.5955	/	/	0.0393
	标准偏差										
	*(10-5)%	60.3	78.6	/	/	/	8.94	522	/	/	46.7
	RSD%	2.9	0.83	/	/	/	3.08	0.88	/	/	1.19
乌鲁木齐市 亚欧稀有金 属有限责任 公司	平均值%	0.021	0.094	/	/	/	0.0026	0.6	/	/	0.042
	标准偏差										
	*(10-5)%	40.5	68.8	/	/	/	4.67	467	/	/	52.2
	RSD%	1.93	0.73	/	/	/	1.8	0.78	/	/	1.24
重庆天齐锂 业有限责任 公司	平均值%	0.0208	0.0966	/	/	/	0.0025	0.6111	/	/	0.0381
	标准偏差										
	*(10-5)%	3.14	3.25				0.35	3.82			3.48
	RSD%	0.15	0.034				0.14	0.006			0.091
国标（北京）	平均值%	0.021	0.095	/	/	/	0.0037	0.57	/	/	0.042
检验认证有	标准偏差	40.5	68.8	/	/	/	7.01	647	/	/	44.7

限公司	*(10-5)%										
	RSD%	1.94	0.72	/	/	/	1.9	1.13	/	/	1.06
江西东鹏新材料有限 任公司	平均值%	0.0198	0.0917	/	/	/	0.0009	0.5741	/	/	0.0333
	标准偏差	70.8	220	/	/	/	2.95	600	/	/	84
	*(10-5)%										
	RSD%	3.58	2.35	/	/	/	3.27	1.04	/	/	2.52
安捷伦科 技（中国） 有限公司	平均值%	0.0197	0.0941	/	/	/	0.0032	0.6417	/	/	0.0417
	标准偏差	46.7	43.4	/	/	/	0	248	/	/	36.3
	*(10-5)%										
	RSD%	2.38	0.46	/	/	/	0	0.39	/	/	0.87

表 98 合成样品-6#平均值统计

水平 qj 实验室 pi		合成样品#6									
		Al %	Ca %	Cu %	Fe %	K %	Mg %	Na %	Ni %	Pb %	Si %
广东省科学 院工业分析 检测中心	平均值%	0.0022	0.0060	0.0005	0.0120	/	0.0006	/	/	/	0.0008
	标准偏差	8.20	0	0	46.7	/	0	/	/	/	4.67
	*(10-5)%										
	RSD%	3.41	1.56	0.15	3.96	/	1.40	/	/	/	3.06
新疆有色金 属研究所 有限公司有 限公司	平均值%	0.0020	0.0301	0.0015	0.0086	0.0055	0.0007	1.5296	/	/	0.0005
	标准偏差	0	31.4	6.32	9.82	10.1	5.39	687	/	/	6.47
	*(10-5)%										
	RSD%	0	1.04	4.22	1.14	1.84	7.61	0.45	/	/	12.26
宜春赣锋锂 业有限公司	平均值%	0.0024	0.0327	0.0017	0.0083	0.0049	0.0010	1.5306	/	/	0.0008
	标准偏差	8.09	53.5	2.32	11.1	27	0	173.4	/	/	4.05
	*(10-5)%										
	RSD%	3.42	1.64	1.39	1.35	5.56	0	0.11	/	/	4.94
江苏容汇通 用锂业股份 有限公司	平均值%	0.0024	0.0082	0.0015	0.0008	0.0029	0.0008	1.5146	/	/	0.0005
	标准偏差	17.6	50.3	13.6	11.6	25.2	6.47	1780	/	/	6.03
	*(10-5)%										

	RSD%	7.3	6.1	9.3	13.81	8.76	7.82	1.17	/	/	11.64
中国有色桂林矿产地质研究院有限公司	平均值%	0.0020	0.0310	0.0016	0.0088	0.0056	0.0007	1.2900	/	/	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	10.8	114	4.05	28.6	22.5	2.83	2420	/	/	2.72
	RSD%	5.44	3.68	2.5	3.24	4.05	4	1.87	/	/	5.53
盛新锂能集团股份有限公司	平均值%	0.0009	0.0095	0.0008	0.0013	0.0037	0.0003	1.2475	/	/	0.0004
	标准偏差 *(10-5)%	0.45	3.02	0.63	4.67	6.74	0	93.4	/	/	10.3
	RSD%	0.52	0.32	0.78	3.67	1.84	0	0.07	/	/	23.53
乌鲁木齐市亚欧稀有金属有限责任公司	平均值%	0.0027	0.0303	0.0015	0.0069	0.0055	0.0007	1.5782	/	/	/
	标准偏差 *(10-5)%	5.22	46.7	0	6.74	6.32	0	4.05	/	/	/
	RSD%	1.97	1.54	0	0.97	1.15	0	0.26	/	/	/
重庆天齐锂业有限责任公司	平均值%	0.0032	0.0339	0.0013	0.0092	0.0046	0.0008	1.5107	/	/	0.0014
	标准偏差 *(10-5)%	0.21	23.7	0.33	4.40	12.7	0.4	290	/	/	0.31
	RSD%	0.064	0.70	0.26	0.48	2.72	0.47	0.19	/	/	0.23
国标(北京)检验认证有限公司	平均值%	0.0024	0.0012	0.0015	0.0120	0.0089	0.0007	1.7900	/	/	0.0008
	标准偏差 *(10-5)%	6.88	6.74	3.02	64.7	4.47	3.02	400	/	/	4.05
	RSD%	2.93	5.46	2.03	5.52	0.51	4.26	0.23	/	/	4.26
江西东鹏新材料有限责任公司	平均值%	0.0006	0.0086	0.0017	0.0014	0.0035	0.0007	1.5742	/	/	0.0005
	标准偏差 *(10-5)%	4.17	12	6.76	1.81	5.25	1.21	2230	/	/	2.48
	RSD%	6.99	1.39	3.94	1.27	1.52	1.73	1.42	/	/	4.79
安捷伦科技(中国)有限公司	平均值%	0.0018	0.0307	0.0015	0.0094	0.0080	0.0007	1.1737	/	/	0.0012
	标准偏差 *(10-5)%	20.2	11.2	17.4	6.74	90.7	0	385	/	/	15.5

	RSD%	10.94	0.37	11.38	0.71	11.37	0	0.33	/	/	12.91
--	------	-------	------	-------	------	-------	---	------	---	---	-------

对上述数据按元素进行格拉布斯检验：对 $p=10$ ，格拉布斯检验 5%临界值为 2.290，1%临界值为 2.482；对 $p=11$ ，格拉布斯检验 5%临界值为 2.355，1%临界值为 2.564。检验结果见表 99-表 108。格拉布斯检验的结果表明无离群值。

表 99 格拉布斯检验-A1

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0032	0.0057	0.0107	0.0212
均值最小值%	0.0004	0.0006	0.0049	0.0099	0.0197
均值%	0.0005	0.0020	0.0051	0.0101	0.0204
S	0	0.0122	0.0003	0.0002	0.0005
$G_{\max}$	1.8004	0.0984	1.7983	2.4350	1.6465
歧离值 (Y/N)	N	N	N	Y	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N
$G_{\min}$	1.6156	0.1185	0.9526	0.9932	1.5122
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N

表 100 格拉布斯检验-Ca

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0045	0.0105	0.0169	0.0339	0.0966
均值最小值%	0.0040	0.0087	0.0108	0.0012	0.0917
均值%	0.0042	0.0095	0.0143	0.0202	0.0944
S	0.0002	0.0004	0.0015	0.0131	0.0016
$G_{\max}$	1.1692	2.0540	1.7339	1.0432	1.4407
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N
$G_{\min}$	2.0818	1.9277	2.3652	1.4457	1.7178
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	N

离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N
-----------	---	---	---	---	---

表 101 格拉布斯检验-Cu

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0017	0.0056	0.0109	/
均值最小值%	0.0005	0.0005	0.0049	0.0099	/
均值%	0.0005	0.0014	0.0051	0.0103	/
S	0.0000	0.0004	0.0002	0.0003	/
G_{max}	2.1639	0.8981	2.5263	1.6543	/
歧离值 (Y/N)	N	N	Y	N	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/
G_{min}	1.2791	2.2619	1.1199	1.3253	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/

表 102 格拉布斯检验-Fe

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0005	0.0059	0.0123	0.0122	/
均值最小值%	0.0005	0.0048	0.0008	0.0095	/
均值%	0.0005	0.0051	0.0072	0.0104	/
S	0	0	0.0041	0.0008	/
G_{max}	1.7005	2.3894	1.2415	2.4166	/
歧离值 (Y/N)	N	Y	N	Y	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/
G_{min}	2.0554	0.9731	1.5333	1.1640	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/

表 103 格拉布斯检验-K

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0089	0.0112	/	/
均值最小值%	0.0005	0.0029	0.0096	/	/
均值%	0.0005	0.0050	0.0104	/	/
S	0	0.0017	0.0006	/	/
G _{max}	1.5430	2.3288	1.3696	/	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/
G _{min}	1.4727	1.2914	1.3563	/	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/

表 104 格拉布斯检验-Mg

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0008	0.0010	0.0037	0.0109	/
均值最小值%	0.0005	0.0006	0.0025	0.0099	/
均值%	0.0006	0.0008	0.0030	0.0104	/
S	0.0001	0.0001	0.0003	0.0003	/
G _{max}	2.1155	2.3027	2.0084	1.9344	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/
G _{min}	1.1155	1.2789	1.5625	1.6979	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	/

表 105 格拉布斯检验-Na

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0015	0.0110	0.6671	1.7918	2.6682
均值最小值%	0.0011	0.0093	0.5727	1.1737	2.2035

均值%	0.0014	0.0100	0.6008	1.4745	2.5337
S	0.0001	0.0005	0.0316	0.1841	0.1328
G _{max}	0.9985	1.9105	2.0966	1.7234	1.0131
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N
G _{min}	2.1621	1.4914	0.8879	1.6332	2.4872
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	Y
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N

表 106 格拉布斯检验-Ni

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0055	0.0110	/	/
均值最小值%	0.0004	0.0048	0.0098	/	/
均值%	0.0005	0.0051	0.0102	/	/
S	0	0.0002	0.0004	/	/
G _{max}	2.2997	2.2966	2.1436	/	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/
G _{min}	1.7382	1.2287	0.9862	/	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/

表 107 格拉布斯检验-Pb

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0052	0.0105	/	/
均值最小值%	0.0005	0.0046	0.0098	/	/
均值%	0.0005	0.0050	0.0101	/	/
S	0	0.0002	0.0002	/	/
G _{max}	1.9305	1.1741	1.9146	/	/

歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/
G_{min}	0.8803	2.3911	1.9062	/	/
歧离值 (Y/N)	N	N	N	/	/
离群值 (Y/N)	N	N	N	/	/

表 108 格拉布斯检验-Si

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值最大值%	0.0006	0.0014	0.0053	0.0104	0.0425
均值最小值%	0.0005	0.0004	0.0048	0.0097	0.0381
均值%	0.0005	0.0008	0.0050	0.0100	0.0405
S	0.00002	0.00033	0.00015	0.00025	0.0013
G_{max}	2.3837	1.7787	2.0221	1.3368	1.5448
歧离值 (Y/N)	Y	Y	N	N	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N
G_{min}	1.1310	1.0480	1.7483	1.4680	1.7548
歧离值 (Y/N)	N	N	N	N	N
离群值 (Y/N)	N	N	N	N	N

重复性限和再现性限的计算结果如表 109-表 128 所示

表 109 重复性限和再现性限计算情况-A1

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0022	0.0051	0.0101	0.0204
T1	0.057	0.195	0.566	1.116	2.467
T2	0.00003	0.000	0.003	0.011	0.050
T3	110	88	110	110	121
T4	1210	968	1210	1210	1331
T5	0.00000009	0.00000108	0.00000083	0.00001072	0.00002762
S^2	0.00000000	0.00000001	0.00000001	0.00000011	0.00000025

S_L^2	0.00000000	0.00000007	0.00000009	0.00000005	0.00000021
S_R^2	0.00000000	0.00000009	0.00000010	0.00000015	0.00000046
S_r	0.00002932	0.00011621	0.00009124	0.00032736	0.00050111
S_R	0.00005302	0.00029170	0.00030957	0.00039131	0.00067771

表 110 重复性限和再现性限计算结果-A1

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0003	0.0003	0.0009	0.0014
R	0.0001	0.0008	0.0009	0.0011	0.0019

表 111 重复性限和再现性限计算情况-Ca

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0041	0.0095	0.0143	0.0314	0.0944
T1	0.456	1.050	1.577	2.073	11.423
T2	0.002	0.010	0.023	0.065	1.079
T3	110	110	110	66	121
T4	1210	1210	1210	726	1331
T5	0.00000100	0.00000129	0.00000836	0.00001963	0.00015587
S_L^2	0.00000001	0.00000001	0.00000008	0.00000033	0.00000142
S_L^2	0.00000008	0.00000020	0.00000220	0.00000230	0.00000228
S_R^2	0.00000009	0.00000021	0.00000228	0.00000263	0.00000370
S_L	0.00009995	0.00011366	0.00028915	0.00057200	0.00119040
S_R	0.00029225	0.00045626	0.00151127	0.00162151	0.00192362

表 112 重复性限和再现性限计算结果-Ca

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0003	0.0003	0.0008	0.0016	0.0033
R	0.0008	0.0013	0.0042	0.0045	0.0054

表 113 重复性限和再现性限计算情况-Cu

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0015	0.0051	0.0103	/
T1	0.057	0.152	0.565	1.137	/
T2	0.000	0.0002	0.003	0.012	/
T3	110	99	110	110	/
T4	1210	1089	1210	1210	/
T5	0.00000005	0.00000060	0.00000048	0.00000471	/
S_r^2	0.00000000	0.00000001	0.00000000	0.00000005	/
S_L^2	0.00000000	0.00000001	0.00000003	0.00000012	/
S_R^2	0.00000000	0.00000002	0.00000004	0.00000016	/
S_r	0.00002216	0.00008191	0.00006906	0.00021701	/
S_R	0.00004258	0.00014519	0.00019724	0.00040471	/

表 114 重复性限和再现性限计算结果-Cu

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0002	0.0002	0.0006	/
R	0.0001	0.0004	0.0006	0.0011	/

表 115 重复性限和再现性限计算情况-Fe

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0051	0.0085	0.0104	/
T1	0.055	0.566	0.563	1.142	/
T2	0.000	0.003	0.005	0.012	/
T3	110	110	66	110	/
T4	1210	1210	726	1210	/
T5	0.00000007	0.00000042	0.00000115	0.00000571	/
S_r^2	0.00000000	0.00000000	0.00000002	0.00000006	/

S_L^2	0.00000000	0.00000010	0.00000079	0.00000057	/
S_R^2	0.00000000	0.00000011	0.00000081	0.00000062	/
S_r	0.00002738	0.00006499	0.00013826	0.00023895	/
S_R	0.00003030	0.00033006	0.00089757	0.00078924	/

表 116 重复性限和再现性限计算结果-Fe

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	/
R	0.0001	0.0009	0.0025	0.0022	/

表 117 重复性限和再现性限计算情况-K

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0052	0.0104	/	/
T1	0.052	0.345	1.031	/	/
T2	0.000	0.002	0.011	/	/
T3	99	66	99	/	/
T4	1089	726	1089	/	/
T5	0.00000008	0.00000252	0.00000791	/	/
S^2	0.00000000	0.00000004	0.00000009	/	/
S_L^2	0.00000000	0.00000014	0.00000035	/	/
S_R^2	0.00000000	0.00000018	0.00000044	/	/
S_r	0.00002889	0.00020508	0.00029642	/	/
S_R	0.00005447	0.00042778	0.00066049	/	/

表 118 重复性限和再现性限计算结果-K

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0006	0.0008	/	/
R	0.0002	0.0012	0.0018	/	/

表 119 重复性限和再现性限计算情况-Mg

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0006	0.0008	0.0030	0.0104	/
T1	0.063	0.083	0.335	1.140	/
T2	0.000	0.000	0.001	0.012	/
T3	110	110	110	110	/
T4	1210	1210	1210	1210	/
T5	0.00000013	0.00000009	0.00000102	0.00000535	/
S^2	0.00000000	0.00000000	0.00000001	0.00000005	/
S_L^2	0.00000001	0.00000001	0.00000010	0.00000008	/
S_R^2	0.00000001	0.00000002	0.00000011	0.00000013	/
S_r	0.00003609	0.00002993	0.00010121	0.00023140	/
S_R	0.00011232	0.00012277	0.00033520	0.00035870	/

表 120 重复性限和再现性限计算结果-Mg

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0001	0.0003	0.0006	/
R	0.0003	0.0003	0.0009	0.0010	/

表 121 重复性限和再现性限计算情况-Na

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0014	0.0100	0.6008	1.4724	2.5337
T1	0.137	0.992	66.088	129.570	250.834
T2	0.000	0.010	39.805	192.030	637.083
T3	99	99	110	88	99
T4	1089	1089	1210	968	1089
T5	0.00000034	0.00000468	0.00590064	0.01473075	0.07533668
S^2	0.00000000	0.00000005	0.00005901	0.00018413	0.00083707
S_L^2	0.00000002	0.00000026	0.00099450	0.01626539	0.01755070
S_R^2	0.00000002	0.00000031	0.00105351	0.01644952	0.01838778

S_r	0.00006123	0.00022809	0.00768157	0.01356961	0.02893224
S_R	0.00015398	0.00055555	0.03245776	0.12825570	0.13560154

表 122 重复性限和再现性限计算结果-Na

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0002	0.0006	0.0215	0.0380	0.0810
R	0.0004	0.0016	0.0909	0.3591	0.3797

表 123 重复性限和再现性限计算情况-Ni

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0051	0.0102	/	/
T1	0.055	0.558	1.122	/	/
T2	0.000	0.003	0.011	/	/
T3	110	110	110	/	/
T4	1210	1210	1210	/	/
T5	0.00000006	0.00000065	0.00000530	/	/
S^2	0.00000000	0.00000001	0.00000005	/	/
S_L^2	0.00000000	0.00000004	0.00000015	/	/
S_R^2	0.00000000	0.00000005	0.00000020	/	/
S_r	0.00002538	0.00008068	0.00023030	/	/
S_R	0.00004915	0.00021295	0.00044688	/	/

表 124 重复性限和再现性限计算结果-Ni

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0002	0.0006	/	/
R	0.0001	0.0006	0.0013	/	/

表 125 重复性限和再现性限计算情况-Pb

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
----	------	------	------	------	------

均值%	0.0005	0.0050	0.0101	/	/
T1	0.056	0.550	1.112	/	/
T2	0.000	0.003	0.011	/	/
T3	110	110	110	/	/
T4	1210	1210	1210	/	/
T5	0.00000007	0.00000128	0.00000938	/	/
S^2	0.00000000	0.00000001	0.00000009	/	/
S_L^2	0.00000000	0.00000002	0.00000002	/	/
S_R^2	0.00000000	0.00000004	0.00000012	/	/
S_r	0.00002611	0.00011309	0.00030634	/	/
S_R	0.00003394	0.00018780	0.00034228	/	/

表 126 重复性限和再现性限计算结果-Pb

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0004	0.0009	/	/
R	0.0001	0.0006	0.0011	/	/

表 127 重复性限和再现性限计算情况-Si

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
均值%	0.0005	0.0008	0.0050	0.0100	0.0405
T1	0.050	0.077	0.499	0.993	4.453
T2	0.000	0.000	0.003	0.010	0.180
T3	99	99	99	99	110
T4	1089	1089	1089	1089	1210
T5	0.00000004	0.00000049	0.00000060	0.00000566	0.00003953
S^2	0.00000000	0.00000001	0.00000001	0.00000006	0.00000040
S_L^2	0.00000000	0.00000011	0.00000002	0.00000005	0.00000175
S_R^2	0.00000000	0.00000011	0.00000003	0.00000012	0.00000214
S_r	0.00002158	0.00007346	0.00008142	0.00025086	0.00062876

S_R	0.00002864	0.00033255	0.00017167	0.00034334	0.00146341
-------	------------	------------	------------	------------	------------

表 128 重复性限和再现性限计算结果—Si

水平	水平 1	水平 2	水平 3	水平 4	水平 5
r	0.0001	0.0002	0.0002	0.0007	0.0018
R	0.0001	0.0009	0.0005	0.0010	0.0041

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益等情况

1. 项目的必要性简述

目前，国内关于金属锂杂质含量的分析标准有 GB/T 20931—2007，其中不同的金属元素采用了不同的方法，有分光光度法、原子吸收光谱法，该标准已经不太满足锂电行业上下游的实际分析测试要求。

GB/T 20931—2007 标准通过长时间的运行，越来越多的锂电上下游企业开始采用电感耦合等离子体发射光谱法来进行金属锂中杂质含量的测试，且目前其和锂相关的金属离子分析 GB/T 11064.16《碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂 第 16 部分 钙、镁、铜、铅、锌、镍、锰、镉、铝、铁、硫的含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》，YS/T 1028.5《磷酸铁锂化学分析方法 第 5 部分：钙、镁、锌、铜、铅、锌、镍、锰、镉、铝、铁的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》，YS/T 1006.2《镍钴锰酸锂化学分析方法 第 2 部分 锂、镍、钴、锰、钙、镁、铜、铅、锌、镍、锰、镉、铝、铁的含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》都采用了电感耦合等离子体发射光谱法来测试样品的杂质含量。为了满足行业的发展需求及体现行业的最新技术，因此制定 GB/T 20931《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》是十分必要的。

2. 项目的可行性简述

江西赣锋锂业牵头制定了锂、锂带、电池级氟化锂、电池级硅酸锂、电池级氧化锂、锂镁合金等标准，完成国家、行业和团体标准等 40 余项。

电感耦合等离子体发射光谱法操作简便，应用广泛。因此，本方法是可行的。

这为编制组制定 GB/T 20931《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》国家标准提供了有力的保证。

3. 标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

本标准规定了金属锂中杂质含量的测定方法，体现行业发展的最新水平，分析方法满足各种原料生产的金属锂产品，检测方法科学可靠。

本标准作为金属锂生产企业、使用企业以及第三方检测机构提供了更为科学可靠的分析方法，能够有效减少供应商和客户之间因分析差异造成的纠纷。

通过对《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》分析方法的制定和实施，进一步促进了金属锂在锂电行业，尤其是动力电池行业中的应用，将产生巨大的经济效益和社会效益。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

无。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准完全满足现行国家法规的要求，标准格式规范。本标准属于金属锂行业的分析标准，没有现行的法律、法规、规章制度等对其要求，本领域没有强制性标准。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准属于有色金属领域专业基础标准，编制组根据起草前确定的编制原则进行了标准起草，标准起草过程中未发生重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议该标准作为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和建议措施

本标准全面覆盖了金属锂中杂质元素含量的测定，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统的学习与贯彻实施。

十一、废止现行相关标准的建议

十二、其他应予说明的事项

无

十三、参考资料清单

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》；

GB/T 6379.2-2004《测量方法与结果的准确度》；

GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》。

江西赣锋锂业集团股份有限公司

《锂化学分析方法 第 12 部分：杂质含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法》

国家标准编制小组

2024 年 5 月