

《电池级氟化锂》

(预审稿)

(行业标准编制说明)

编制说明

《电池级氟化锂》编制组

主编单位：江西赣锋锂业集团股份有限公司

2024年02月26日

目录

一、工作简况	1
1.1 任务来源	1
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
1.1.2 项目编制组单位变化情况	1
1.2 标准编制组单位简介	1
1.2.1 主编单位简介	1
1.2.2 其他主要成员单位简介(排名不分前后)	2
1.2.3 主要工作成员所负责的工作情况	3
1.3 主要工作过程	3
1.3.1 预研阶段	3
1.3.2 立项阶段	4
1.3.3 起草阶段	4
二、标准编制原则	5
三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析	5
1. 本标准在内容修订时主要编制依据	5
2. 标准制定的主要内容:	5
2.1 产品性质及用处	5
2.2 生产工艺	6
2.3 市场调研情况汇总	6
2.4 指标调研结果	8
3. 产品化学成分的确	9
3.1 关于氟化锂主含量的确定	9
3.2 关于杂质元素含量的确定	9
3.3 关于水分含量的确定	9
3.4 pH的确定	9
4. 试验方法的确定	9
4.1 杂质元素的测定	10
4.2 水分的测定	12
四、标准中涉及专利的情况	14
五、预期达到的社会效益等情况	14
1. 项目的必要性简述	14
2. 项目的可行性简述	15
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	15
六、采用国际标准和国外先进标准的情况	16
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	16
八、重大分歧意见的处理经过和依据	16
九、标准性质的建议说明	16
十、贯彻标准的要求和建议措施	16
十一、废止现行相关标准的建议	16
十二、其他应予说明的事项	16
十三、参考资料清单	17

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）

2023年3月，根据工业和信息化部和中国有色金属工业协会下达的《工业和信息化部办公厅关于印发2023年第二批行业标准制修订和英文版项目计划的通知》(工信厅科函[2023]18号)，有色金属行业标准《电池级氟化锂》计划号为：2023-0252T-YS，列入2023年第二批有色金属协会行业标准计划项目，技术归口单位是全国有色金属标准化技术委员会。本标准起草单位为江西赣锋锂业集团股份有限公司、江西东鹏新材料有限公司、新余赣锋锂业有限公司、新疆有色金属研究所、湖北百杰瑞新材料股份有限公司、成都开飞高能化学工业有限公司、。

1.1.2 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。

1.2 标准编制组单位简介

1.2.1 主编单位简介

江西赣锋锂业集团股份有限公司是全球第三大、中国最大的锂化合物生产商及全球最大的金属锂生产商。公司在锂行业多个产品的市场份额占据领先地位。其中，金属锂产量全球排名第一，占全球47%的市场份额；氢氧化锂产量在全球及中国均排名第一，占全球40%的市场份额；碳酸锂产量在全球排名第四，占全球10%的市场份额；氟化锂产量国内第一，占全球45%以上，国内70%以上市场份额。通过多年的技术创新，公司取得了系列科研成果：研发电池级磷酸二氢锂、电池级金属锂、高钠金属锂粒子等3个国家级重点新产品和低磁性电池级氢氧化锂、电池级硫酸镍、三元前驱体等31个省级重新产品。主持（参与）起草《无水氯化锂》、《金属锂》、《锂带》等国家标准及《正丁基锂》、《电池级氧化锂》等共26项国家/行业标准。申请国家专利161项，其中发明专利103项，获授权国家专利101项，其中获授权国家发明专利46项。承担国家863计划项目、国家产业振兴与技术改造项目、国家火炬计划项目等省级以上项目30余项，荣获省部级科技奖励12项，其中江西省发明奖一等奖1项。

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电池级氟化锂生产厂商的相关产品标准，参考全球不同级别电池氟化锂的供货技术要求，结合国内氟化锂实际生产情况和产品质量现状，制定本标准讨论初稿。在本标准完善过程中，组织编制组成员单位进行各项数据收集整理，制定《电池级氟化锂》，并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，最终带领编制组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。

1.2.2 其他主要成员单位简介（排名不分前后）

1.2.2.1 新疆有色金属研究所

新疆有色金属研究所成立于 1958 年 10 月，先后隶属于国家重工业部、冶金工业部、中国有色金属工业总公司。2000 年 8 月作为国家经贸委 10 个国家直属的 242 个转制科研院所之一下划地方，现为新疆有色金属工业（集团）有限责任公司企业工程技术中心、自治区属应用开发类重点科研机构。

新疆有色金属研究所建所 50 多年来，围绕有色金属、稀有金属、黑色金属、黄金等资源开发和行业发展开展技术攻关，累计完成包括国家 863 项目、国家科技支撑计划项目、国家 305 项目、自治区高新技术攻关项目等在内的各类科研项目近 700 余项，有 75 项获国家及省部级科技成果奖；发明专利授权 15 项；主持（参与）起草了 54 项锂铷矿产品及其新材料分析方法和产品标准。新疆有色金属研究所建所在本标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.2.2 新余赣锋锂业有限公司

新余赣锋锂业有限公司成立于 2020 年 10 月 20 日，位于江西省新余市高新技术开发区注册资本 1000 万元。公司致力于锂铷系列产品研发、生产、销售于一体，为深交所与港交所上市企业—江西赣锋锂业股份有限公司（以下简称“赣锋锂业”，A 股代码：002460，H 股代码 01772）全资子公司。锂铷产品广泛应用在锂电池、润滑剂、医药、核工业等新能源、新材料领域。公司已有锂盐年产能 1.7 万吨（电池级碳酸锂 1 万吨、高纯碳酸锂 0.5 万吨、氟化锂 0.15 万吨、无水高氯酸锂 300 吨，电池级氟化锂 200 吨），铷盐年产能（以金属计）50 吨，铯盐年产能（以金属计）60 吨。其他深加工产品有两水醋酸锂、无水醋酸锂、无水碘化锂、无水溴化锂、碳酸铯、氯化铯、碳酸铷、硝酸铷等。新余赣锋锂业有限公司在标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.2.3 江西东鹏新材料有限公司

江西东鹏新材料有限责任公司是国内外最大的铷铯盐生产型高新技术企业，铷铯资源占有率世界第一位。公司一直坚持走科技创新之路，获得了一系列科研成果，授权碳酸铯、硝酸铷等铷铯相关发明专利八项，是硫酸铯、甲酸铯、金属铯、氯化铯、氟化铯、硝酸铯、硝酸铷、氯化铷、单水氢氧化铯九项铷铯行业标准制定者，也是碳酸铷、碳酸铯、金属铷三项行业标准参与者。公司有国内先进的铷铯多种高纯产品工业化制作平台，拥有中国唯一一家省级铷铯资源综合利用研发平台，是“国家工信部专精特新小巨人”。依托雄厚的技术力量和完善的检测设备，通过了欧盟化工行业携手实现可持续发展审核，产品远销美国、欧洲、日本、韩国、印度等国家和地区。江西东鹏新材料有限责任公司在标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.2.4 成都开飞高能化学工业有限公司

成都开飞高能化学工业有限公司成立于 1998 年，是国家高新技术企业和科技型中小企业、四川省省级企业技术中心、成都市新材料企业、成都市创新型新材料企业。主要生产高纯氢氧化锂、高纯碳酸锂和高纯硼酸锂产品，是专业的高纯锂盐生产商，约 50% 的产品销售至国外，客户为新能源锂电池行业龙头企业。公司参与《高纯碳酸锂》、《电池级氢氧化锂》、《卤水碳酸锂》等国家标准制定工作。目前公司共计获得国际发明专利 6 项、国家发明专利 15 项、实用新型专利 8 项，国际先进水平技术成果 1 项。成都开飞高能化学工业有限公司在标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.2.5 湖北百杰瑞新材料股份有限公司

湖北百杰瑞新材料股份有限公司成立于 2008 年 6 月 16 日，注册资本 9350 万元，公司总部位于武汉东湖高新技术开发区，生产基地位于湖北荆门及湖北宜都。公司专注于研发、生产、销售多品种锂盐、铯盐、铷盐等稀有碱金属产品，是国内范围内规模化生产、销售该领域产品的重要企业之一。公司是国家高新技术企业、国家专精特新小巨人企业、湖北省制造业单项冠军企业，现已有锂盐年产能 1.77 万吨（其中高纯碳酸锂 7600 吨，氟化锂 2000 吨，磷酸锂 6000 吨，电池级碳酸锂 5000 吨，草酸锂 100 吨）。公司注重产品的质量与延续，开展多项技术攻关，现有授权专利 44 项，其中发明 19 项。湖北百杰瑞新材料股份有限公司在标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.2.6 江西九岭锂业股份有限公司

江西九岭锂业股份有限公司成立于 2011 年，具备从采矿、选矿、冶炼与资源循环综合利用垂直一体化产业链布局，在宜春奉新、宜丰、丰城已有 9 万吨碳酸锂产能项目落地建成，是目前国内为数不多的集自有矿山，自有选厂、自有锂云母冶炼生产线生产电池级碳酸锂完整产业链的企业。公司致力于锂云母矿的综合开发利用，已先后申请 111 项国家专利，其中，国家发明专利 56 项，国家实用新型专利 55 项，是全球首家万吨级利用铁锂云母矿制造碳酸锂的企业。江西九岭锂业股份有限公司在标准的制定过程中积极参与，提供了科学可靠的产品属性所需要的大量数据和诸多可行性建议，并在本标准的文本、格式提出相应的建议。

1.2.3 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 1。

序号	起草人姓名	工作职责
1	张江峰、廖萃、李强	负责方案制定、组织协调、主持标准条款编写、标准技术内容的审核、把关等。
2	周家红、马木	负责方案制定、组织协调、主持标准条款编写、标准技术内容

	林	的审核、把关等。
3	吴建江、杨慧琳、邓红云、姚丽	协助方案制定、组织协调、主持标准条款编写、标准技术内容的审核、把关等，参与电池级氟化锂产品调研、技术参数确定等

1.3.主要工作过程

1.3.1 预研阶段

2022年4月，由全国有色金属标准化技术委员会组织在浙江衢州召开了电池级氟化锂的调研会，江西赣锋锂业股份有限公司、天齐锂业股份有限公司、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、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电池级氟化锂的可行性进行了初次的讨论，大家一致认为，电池级氟化锂氟化锂目前得技术指标及试验方法均无法体现最新行业水平，急需建立新的《电池及氟化锂》行业标准规范电池级氟化锂的发展。

1.3.2 立项阶段

2022年4月，江西赣锋锂业集团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《电池级氟化锂》项目建议书。

2022年10月31日在山东省泰安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30日，工业和信息化部印发2023年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知（工信厅科函〔2023〕18号），行业标准《电池级氟化锂》立项成功。

1.3.3 起草阶段

本标准依据我国电池级氟化锂行业市场情况首次制定，在起草阶段进行了大量的数据收集，同时兼顾全国电池级氟化锂生产厂家的现状。

1) 2023年4月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2023年4月~2023年10月对电池级氟化锂关资料的收集和总结，并对相关的技术资料进行了对比分析。

3) 2023年10月~2023年12月根据电池级氟化锂的相关资料进行分析和总结，形成了《电池级氟化锂》的意见征求意见稿。

1.3.4 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2023年12月15日，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在四川省成都市召开了有色金属材料标准工作会，对江西赣锋锂业股份有限公司编制的《电池级氟化锂》进行了讨

论，共有 个单位的 名代表参加会议。与会的专家和代表通过认真的审查和广泛、充分的讨论与交流，对标准征求意见稿提出了以下修改意见和建议：

- 1) 规范性引用文件中确认 JT 617 和 JT 618 文件的符合性；
- 2) 4.1 中表格合理布局；
- 3) 4.3 中产品 pH 值为 6.0-7.0 修改为 pH 值为 6.0~7.0；
- 4) 6.2 组批中每批净重不少于 1000kg 修改为每批净重不多于 1000kg；
- 5) 7.1 修改标志的描述方式；
- 6) 7.3.1 修改运输的描述；
- 7) 试验验证标准曲线法和标准加入法数据是否由差异；
- 8) 试验验证 pH 测试过程中 5%和 10%结果是否差异；
- 9) 试验验证离子色谱法测试氯离子和硫酸根与比浊法是否有差异；

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

2024 年 2 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。

1.3.5.审查阶段

1.3.6.报批阶段

二、标准编制原则

本标准起草单位自接受修订任务后，成立了标准编制工作组负责收集整理相关资料、市场需求及客户要求等信息，同时结合国家大政方针政策，未来发展趋势，本着科学发展、可持续发展的原则，坚决贯彻以人为本、绿色环保的精神，以严谨、科学的态度对本标准修订进行了反复的讨论、修改，使之不断完善。电池级氟化锂标准制定所遵循的基本原则：

- 1、充分满足市场要求的原则；
- 2、划繁就简的原则；
- 3、经济合理的原则；
- 4、有利于创新发展并与国际接轨的原则。

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

- 1.1 查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求；
- 1.2 根据国内电池级氟化锂生产厂家及使用企业的具体情况，力求做到标准的合理性与实用性；
- 1.3 根据技术发展水平及测试数据确定技术指标取值范围；

1.4 完全按照 GB/T 1.1-2020 和 GB/T 20001.10-2014 产品标准的要求进行格式和结构编写。

2. 标准制定的主要内容：

2.1 产品性质及用处

氟化锂化学式是 LiF，相对分子量 25.939g/mol，密度 2.635g/cm³(25℃)，熔点 848℃，沸点 1681℃，性状为白色粉末或立方结晶，难溶于水，不溶于醇和有机溶剂，常温下易溶于硝酸和硫酸，但不溶于盐酸。

氟化锂可作为助溶剂广泛用于搪玻璃、铜、铝焊接过程中和盐熔化学工艺中；也被推荐作为航天技术贮存太阳辐射热能的载热剂；还可用于铝的电解和冶金工业中；也可用于制作分光计和 X 射线单色仪的棱镜；也用于光学玻璃的制造，用作铝电解和稀土电解的添加剂、光学玻璃制造、干燥剂、助熔剂等，光电材料研究用于绝缘材料涂层，电极修饰层。

电池级氟化锂是一种重要的锂离子电池原料，是生产锂离子电池常用电解质六氟磷酸锂的关键原料之一，随着锂离子电池技术的不断成熟和应用范围的不断扩大，六氟磷酸锂的产量也越来越大，对电池级氟化锂的需求也越来越大。

电池级氟化锂国内主要的生产厂家有江西赣锋锂业集团股份有限公司、江西东鹏新材料科技有限公司、上海中锂实业有限公司、湖北百杰瑞新材料股份有限公司、成都开飞高能化学工业有限公司。

2.2 生产工艺

现有技术中，电池级氟化锂主要的生产方法采用中和法即原料为单水氢氧化锂或碳酸锂，加入氢氟酸中和制得。

2.3 市场调研情况汇总

2.3.1 生产企业调研结果

根据调研情况及样品检测，市场上不同生产厂家生产的电池级氟化锂技术指标检测结果见下表 2。

表 2 生产企业电池级氟化锂技术指标

企业名称		GF	DP	BJR	XJYS	KF	YL
LiF (%)	单位：%	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95
pH		6-7	6-7	-	-	-	-
Na	单位：ppm	≤10	≤10	≤5	≤20	≤5	≤10
K		≤10	≤10	≤5	≤10	≤5	≤30
Fe		≤10	≤8	≤3	≤10	≤20	≤5
Ca		≤10	≤10	≤5	≤20	≤10	≤10
Mg		≤8	≤8	≤5	≤10	≤10	≤8
H ₂ O		≤200	≤200	≤200	≤200	≤200	≤100
Si		≤40	≤50	≤5	≤100	≤30	≤20
Cl		≤20	≤20	≤10	≤20	≤30	≤30

SO ₄ ²⁻		≤20	≤20	≤20	≤20	≤10	-
Al		≤10	≤8	≤1	≤10	≤10	≤3
Cu		≤5	≤5	≤1	≤5	≤1	≤1
Ni		≤5	≤5	≤1	≤5	≤1	≤1
Pb		≤5	≤5	≤1	≤5	≤1	≤1
Ba		≤10	≤20	≤10	-	-	≤1

2.3.2 下游客户调研结果

根据调研情况及样品检测,市场上不同下游企业需求的电池级氟化锂技术指标检测结果见下表 3。

表 3-1 下游企业电池级氟化锂技术指标要求

企业名称		A	B	C	D	E	F
LiF (%)	单位: %	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95
pH		有要求		有要求	-	-	-
Na	单位: ppm	≤10	≤10	≤5	≤10	≤10	≤30
K		≤10	≤10	≤2	≤10	≤10	≤30
Fe		≤10	≤10	≤5	≤10	≤10	≤5
Ca		≤10	≤10	≤5	≤10	≤10	≤30
Mg		≤10	≤10	≤2	≤10	≤10	≤30
H ₂ O		≤200	≤200	≤200	≤200	≤200	≤100
Si		≤50	≤50	≤15	≤50	≤50	≤100
Cl		≤20	≤20	≤20	≤20	≤20	≤50
SO ₄ ²⁻		≤20	≤20	≤20	≤25	≤20	≤50
Al		-	≤10	-	≤10	≤10	≤30
Cu		≤5	≤5	-	≤5	≤5	≤20
Ni		≤5	≤5	-	≤5	≤5	≤20
Pb		≤5	≤5	-	≤5	≤5	≤20
Ba	≤10	≤20	≤10	-	-	-	

表 3-2 下游企业电池级氟化锂技术指标要求

企业名称		F	G	H	I	J	K
LiF (%)	单位: %	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95
pH		有要求		有要求	-	-	-
Na	单位: ppm	≤10	≤10	≤5	≤8	≤8	≤10
K		≤10	≤10	≤2	≤8	≤8	≤10
Fe		≤5	≤10	≤4	≤3	≤3	≤10
Ca		≤10	≤10	≤4	≤8	≤8	≤10

Mg		≤10	≤10	≤3	≤5	≤5	≤10
H ₂ O		≤100	≤200	≤100	≤200	≤200	≤200
Si		≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
Cl		≤20	≤20	≤10	≤20	≤20	≤20
SO ₄ ²⁻		≤20	≤20	≤10	≤10	≤10	≤20
Al		≤10	≤10	≤3	≤5	≤5	≤10
Cu		≤5	≤5	≤2	≤5	≤5	≤5
Ni		≤5	≤5	≤2	≤5	≤5	≤5
Pb		≤5	≤5	≤2	≤5	≤5	≤5
Ba		-	-	-	-	≤10	≤10

表 3-3 下游企业电池级氟化锂技术指标要求

企业名称		L	M	N	O	P	Q
LiF (%)	单位: %	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95	≥99.95
pH		有要求		有要求	-	-	-
Na		≤10	≤10	≤5	≤8	≤8	≤10
K		≤10	≤10	≤2	≤8	≤8	≤10
Fe		≤5	≤10	≤4	≤3	≤3	≤10
Ca		≤10	≤10	≤4	≤8	≤8	≤10
Mg		≤10	≤10	≤3	≤5	≤5	≤10
H ₂ O		≤100	≤200	≤100	≤200	≤200	≤200
Si	单位: ppm	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
Cl		≤50	≤20	≤20		≤10	≤20
SO ₄ ²⁻		≤50	≤20	≤20	≤50	≤20	≤20
Al		≤10		≤10	≤10	≤3	≤5
Cu		-	≤5	≤5	-	≤2	≤5
Ni		≤1	≤5	≤5	≤1	≤2	≤1
Pb		≤1	≤5	≤5	≤1	≤2	≤1
Ba		-	-	≤10	≤10	≤10	≤20

2.4 指标调研结果

江西赣锋锂业股份有限公司公司于 2023 年 6-11 月组织相关技术人员组成了《电池级氟化锂》标准修订起草小组, 主要进行如下工作: 标准修订成员深入生产现场调研生产工艺、设备、检验工艺过程, 了解产品性能, 建立本技术标准的技术依据。同时组织人员查阅和检索国内外有关该产品技术标准和资料, 并广泛征求业内不同厂家对主含量、杂质元素等的要

求及杂质含量允许的范围，根据各单位的意见修订电池级氟化锂的相关技术指标见表 4:

2.4.1 化学充分指标要求

表 4 电池级氟化锂技术指标

LiF, 不小于	杂质含量，不大于					
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Al
99.95	0.0010	0.0010	0.0010	0.0008	0.0010	0.0010
	Ba	Pb	Ni	Cu	Si	Cl
	0.0010	0.0005	0.0005	0.0005	0.0040	0.0020
	SO ₄ ²⁻					
	0.0020					

注：1、主含量为100%减去表中杂质实测值总和的余量。
2、产品类型鉴别：氟化锂通过X射线衍射确定，见附录A。

2.4.2 水分要求

产品中的水分含量 $\leq 0.02\%$ 。

2.4.3 pH 值

产品中的 pH 值为 6.0-7.0。

3. 产品化学成分的确

根据电池级氟化锂的具体用途和要求，确定本标准的化学成分。

3.1 关于氟化锂主含量的确定

结合国内电池级氟化锂的实际生产水平及下游客户对电池级氟化锂的需求，经过广泛调研后确定电池级氟化锂分主含量不小于 99.95%，本次修订中增加了对氟化锂产品类型的鉴定检测，确保产品主体为氟化锂。

3.2 关于杂质元素含量的确定

金属离子是影响电池级氟化锂指标的主要因素，由于金属离子具有比锂离子更低的还原电位，充电过程中将首先被嵌入到负极中，减少锂离子嵌入的位点，因此会降低锂离子电池的可逆容量。如金属杂质离子比较多，不仅会导致锂离子电池的可逆容量，金属离子的析出可能导致石墨电极表面无法形成有效钝化膜，从而使整个电池遭到破坏。因此必须对六氟磷酸锂的产品中的金属杂质含量进行控制，而作为六氟磷酸锂的主要原材料的氟化锂，必须更加严格的控制产品的金属杂质含量，才能有效确保六氟磷酸锂的金属杂质含量，结合实际生产水平和下游客户的使用需求，本次修订主要调准了 Mg 和 Si 的指标，并增加了 Ba 的指标要求。

3.3 关于水分含量的确定

水分含量是影响电池级氟化锂的主要因素，由于六氟磷酸锂极易水解变质，以六氟磷酸锂为电解质的锂离子电池的性能与水的含量有密切关系。由于水是质子性化合物，在电池充放电过程中会破坏 SEI 膜的稳定性，降低锂离子的传导性，与六氟磷酸锂发生反应，使氢氟酸含量增加从而恶化电池性能，因此必须严格控制六氟磷酸锂中水分的含量，作为六氟磷酸

锂的主要原材料的氟化锂，必须更加严格的控制产品的水分含量，才能有效确保六氟磷酸锂的水分含量，并结合国内电池级氟化锂的实际生产水平，将电池级氟化锂的水分含量含量要求不大于 0.02%。

3.4 pH的确定

电池级氟化锂目前生产主要采用中和法制备，导致会有极少量部分碳酸根的存在，对六氟磷酸锂装置的稳定生产有致命影响。由于碳酸根会与六氟磷酸锂母液中的无水氟化氢反应生成水，而六氟磷酸锂母液是忌水的，含水的母液会导致六氟磷酸锂装置生产不正常，产品质量不合格，并且会对设备造成严重腐蚀。故我们此次修订，要求氟化锂控制在 pH6-7 之间，确保无碳酸根的存在。

4. 试验方法的确定

YS/T 661-2016 中 4.1 化学成分及水分的分析均采用 GB/T22660 方法进行，氯离子和硫酸根按照供需双方协商确定，存在很多不确定性，且 GB/T22660 目前有些方法不适应于电池级氟化锂的指标含量的测试。

4.1 金属杂质元素的测定

4.1.1 镁含量

GB/T22660.4 中采用原子吸收法测试镁含量，测定范围 $\leq 0.15\%$ ，目前在实际的生产和使用方都没有用原子吸收法测试镁，且 YS/T 661 中镁指标要求为 10ppm,该方法不太适合 YS/T 661 中镁的测定。

4.1.2 钙含量

GB/T22660.5 中采用原子吸收法测试钙含量，测定范围 $\leq 0.50\%$ ，目前在实际的生产和使用方都没有用原子吸收法测试镁。且 YS/T 661 中钙指标要求为 10ppm,该方法不太适合 YS/T 661 中钙的测定。

4.1.3 铁含量

GB/T22660.7 中采用分光光度法测试铁含量，测定范围 $\leq 0.20\%$ ，目前在实际的生产和使用方都没有用分光光度法测试镁。且 YS/T 661 中钙指标要求为 10ppm,该方法不太适合 YS/T 661 中铁的测定。

4.1.4 钠、钾、铝、铜、钡、铅、镍、铜含量

GB/T22660 中未规定钠、钾、铝、铜、钡、铅、镍、铜的测定方法，故需要有一个统一规范的方法进行。

4.1.5 电感耦合等离子体发射光谱法

新建电感耦合等离子体发射光谱法测试电池级氟化锂中金属杂质元素含量，我们采用标准曲线法，标准加入法及标准曲线法轴向及径向不同方法测试不同厂家不同批号的电池级氟化锂中金属元素，发现测试结果无太大差异，测试结果见表 5~表 12，故我们采用相对简单的标准曲线法进行测试。

表 5 样品 1 标准加入法与标准曲线法测试结果统计 (DP)

样品 1	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD	
标准加入法 (mg/kg)	Al	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Ba	0.24	0.22	0.22	0.22	0.28	0.25	0.23	0.24	0.22	0.23	0.26	0.24	0.02
	Ca	1.4	1.4	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.4	1.5	1.49	0.08

	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Fe	1.2	1.4	1.1	1.3	1.5	1.1	1.3	1.6	1.3	1.2	1.2	1.29	0.16	
	K	0.17	0.12	0.14	0.14	0.15	0.12	0.12	0.17	0.13	0.14	0.13	0.14	0.02	
	Mg	0.15	0.24	0.16	0.24	0.16	0.15	0.15	0.22	0.2	0.15	0.19	0.18	0.04	
	Na	0.69	0.76	0.75	0.68	0.75	0.69	0.71	0.74	0.78	0.74	0.74	0.73	0.03	
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
标准曲线法 (mg/kg)	Al	0.6	0.71	0.65	0.73	0.62	0.6	0.59	0.63	0.84	0.68	0.72	0.67	0.08	
	Ba	0.15	0.15	0.15	0.14	0.18	0.15	0.14	0.13	0.12	0.18	0.19	0.15	0.02	
	Ca	0.89	0.77	0.88	0.9	0.88	0.82	0.77	0.81	0.71	0.71	0.74	0.81	0.07	
	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Fe	0.54	0.69	0.58	0.68	0.73	0.67	0.63	0.73	0.71	0.62	0.64	0.66	0.06	
	K	1	0.8	0.98	0.98	0.98	0.71	0.75	0.85	0.76	0.9	0.78	0.86	0.11	
	Mg	0.072	0.12	0.079	0.15	0.078	0.071	0.064	0.078	0.092	0.077	0.06	0.086	0.027	
	Na	2	2.1	2.1	2.1	2.1	1.8	1.9	1.8	2.1	2	1.8	1.98	0.13	
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/

表6 样品2 标准加入法与标准曲线法测试结果统计 (DP)

样品2	测试1	测试2	测试3	测试4	测试5	测试6	测试7	测试8	测试9	测试10	测试11	平均值	SD	
标准加入法 (mg/kg)	Al	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Ba	0.1	0.11	0.2	0.1	0.14	0.16	0.18	0.12	0.1	0.14	0.1	0.13	0.04
	Ca	6.9	7.6	6.9	7.9	7.1	6.6	6.8	7.6	7.1	6.7	6.9	7.1	0.42
	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Fe	1.9	1.8	1.9	1.9	1.7	1.8	1.9	1.6	1.6	1.8	1.9	1.8	0.12
	K	0.14	0.17	0.16	0.15	0.17	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.01
	Mg	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	0.063
	Na	0.27	0.23	0.23	0.3	0.28	0.19	0.22	0.28	0.17	0.24	0.19	0.24	0.04
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
标准曲线法 (mg/kg)	Al	0.38	0.32	0.37	0.46	0.33	0.35	0.32	0.36	0.39	0.38	0.39	0.37	0.04
	Ba	0.085	0.089	0.076	0.1	0.12	0.11	0.088	0.06	0.082	0.12	0.076	0.09	0.02
	Ca	5	5.4	4.9	5.1	5.4	4.6	4.8	4.6	4.6	4.9	4.8	4.92	0.29
	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		
	Fe	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.1	1.2	1	1.1	1.17	0.09
	K	0.47	0.48	0.52	0.47	0.52	0.49	0.48	0.52	0.49	0.5	0.49	0.49	0.02
	Mg	0.88	0.73	0.81	0.8	0.83	0.9	0.85	0.79	0.75	0.78	0.81	0.81	0.051
	Na	0.73	0.76	0.7	0.69	0.75	0.65	0.65	0.64	0.66	0.7	0.71	0.69	0.04
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/

表 7 样品 3 标准加入法与标准曲线法测试结果统计 (DP)

样品 3		测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD	
标准加入法 (mg/kg)	Al	0.21	0.21	0.19	0.17	0.26	0.22	0.2	0.18	0.16	0.19	0.2	0.2	0.03	
	Ba	0.84	0.74	0.73	0.72	0.78	0.75	0.81	0.72	0.73	0.79	0.76	0.76	0.04	
	Ca	4.1	4.1	4	4	4.2	3.8	3.8	4.1	3.8	3.9	4	3.98	0.14	
	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Fe	1.2	1.2	1	0.9	1.2	1.3	1.1	1.1	1	1.1	1	1.1	0.12	
	K	0.13	0.14	0.11	0.11	0.19	0.16	0.12	0.12	0.12	0.16	0.19	0.14	0.03	
	Mg	0.5	0.41	0.34	0.35	0.47	0.38	0.39	0.48	0.33	0.34	0.35	0.39	0.06	
	Na	0.32	0.3	0.25	0.25	0.24	0.28	0.36	0.28	0.24	0.3	0.26	0.28	0.04	
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
标准曲线法 (mg/kg)	Al	0.61	0.56	0.74	0.63	0.75	0.56	0.7	0.6	0.49	0.63	0.68	0.63	0.08	
	Ba	0.45	0.46	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.46	0.43	0.47	0.46	0.46	0.01	
	Ca	2.5	2.5	2.2	2.3	2.4	2.2	2.1	2.5	2.2	2.2	2.2	2.3	0.15	
	Cu	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/	
	Fe	0.65	0.66	0.64	0.69	0.68	0.65	0.66	0.67	0.62	0.65	0.65	0.66	0.02	
	K	0.56	0.57	0.79	0.58	0.72	0.94	0.92	0.75	0.98	0.81	0.61	0.75	0.16	
	Mg	0.29	0.22	0.18	0.19	0.26	0.2	0.23	0.26	0.18	0.18	0.18	0.22	0.04	
	Na	0.69	0.76	0.67	0.64	0.63	0.69	0.73	0.72	0.69	0.76	0.72	0.7	0.04	
	Ni	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/
	Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	/	/

表 7 样品 1 杂质径向与轴向测试结果统计 (BJR)

单位: 毫克每千克

样品 1	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Ba	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Ca	径向	0.93	2.15	0.85	0.56	0.46	0.51	0.42	0.49	0.42	0.44	0.94	0.74	0.51
	径向	1.00	2.39	0.96	0.60	0.47	0.62	0.41	0.42	0.41	0.38	0.94	0.78	0.59
Cu	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Fe	径向	0.05	ND	ND	ND	ND	ND	1.05	0.04	ND	ND	0.13	0.32	0.49
	径向	0.07	ND	ND	ND	ND	ND	1.13	0.08	ND	ND	0.01	0.32	0.54
K	轴向	4.24	4.10	5.20	3.45	3.86	3.99	5.54	3.29	3.56	3.99	3.86	4.10	0.69
	轴向	3.30	1.89	2.33	1.32	1.27	1.33	1.31	1.39	1.28	1.27	1.54	1.66	0.64

Mg	径向	ND	0.04	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.17	0.11	0.09
	径向	ND	0.12	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.12	/
Na	轴向	1.58	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.34	0.96	0.87
	轴向	2.26	1.38	1.46	1.22	1.14	1.20	1.20	1.19	1.14	1.08	1.59	1.35	0.34
Ni	径向	0.11	0.01	0.03	0.15	ND	0.09	0.12	0.16	0.13	0.04	-0.08	0.08	0.08
	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Pb	轴向	2.11	1.20	2.26	2.39	2.06	1.60	1.45	2.73	2.59	1.94	2.01	2.03	0.47
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/

表 8 样品 2 杂质径向与轴向测试结果统计 (BJR)

单位: 毫克每千克

样品 2	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.07	ND	0.07	/
	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.05	ND	0.05	/
Ba	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.03	ND	0.03	/
Ca	径向	3.80	4.08	3.49	3.61	3.48	3.70	3.87	3.61	3.59	3.38	5.06	3.79	0.47
	径向	3.19	3.60	3.39	3.51	3.60	3.44	3.41	3.42	3.28	3.25	4.23	3.48	0.28
Cu	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Fe	径向	0.36	0.39	0.37	0.38	0.35	0.36	0.36	0.39	0.36	0.82	0.61	0.43	0.15
	径向	0.61	0.72	0.68	0.70	0.69	0.69	0.71	0.70	0.71	1.13	0.52	0.71	0.15
K	轴向	3.76	3.25	2.02	2.82	2.64	3.33	1.92	2.27	2.24	2.17	2.30	2.61	0.60
	轴向	1.49	1.54	1.44	1.42	1.81	1.46	1.47	1.43	1.53	1.59	1.58	1.52	0.11
Mg	径向	0.13	0.14	0.11	0.08	0.05	0.08	0.14	0.13	0.09	0.11	0.79	0.17	0.21
	径向	0.33	0.40	0.35	0.37	0.37	0.38	0.40	0.38	0.36	0.39	0.19	0.36	0.06
Na	轴向	0.52	0.10	ND	ND	0.13	ND	0.07	ND	0.08	ND	0.08	0.17	0.18
	轴向	1.04	0.93	0.89	0.89	0.95	0.88	0.91	0.89	0.91	0.87	0.82	0.91	0.05
Ni	径向	0.11	ND	0.06	ND	0.05	ND	ND	0.04	ND	ND	0.03	0.06	0.03
	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Pb	轴向	1.50	1.82	2.02	1.86	2.00	1.70	1.88	1.74	1.83	2.27	2.24	1.90	0.23
	轴向	0.17	0.01	0.07	0.13	0.20	0.13	ND	0.23	0.25	0.36	ND	0.17	0.10

表 9 样品 3 杂质径向与轴向测试结果统计 (BJR)

单位: 毫克每千克

样品 3	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Ba	径向	0.19	0.23	0.19	0.20	0.15	0.25	0.21	0.21	0.25	0.20	0.12	0.20	0.04
	轴向	0.31	0.32	0.29	0.32	0.32	0.32	0.28	0.29	0.33	0.32	0.29	0.31	0.02
Ca	径向	2.19	2.12	2.32	2.06	2.14	2.02	2.14	2.36	2.35	2.05	2.79	2.23	0.22
	轴向	2.03	2.11	1.97	2.02	2.13	2.04	1.91	2.04	2.18	2.06	2.35	2.08	0.12
Cu	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Fe	径向	0.10	0.11	0.18	0.10	0.12	0.19	0.12	0.13	0.23	0.17	0.60	0.19	0.14
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	0.01	ND	ND	ND	ND	0.42	0.21	0.29
K	径向	3.08	1.62	1.68	1.91	1.33	2.45	2.39	3.38	0.98	3.65	3.90	2.40	0.99
	轴向	1.54	1.73	1.49	1.62	1.58	1.41	1.35	1.48	1.65	1.35	2.02	1.57	0.19
Mg	径向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.49	0.49	/
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Na	径向	1.52	0.46	0.29	ND	0.08	0.14	0.09	0.38	0.13	0.17	ND	0.36	0.45
	轴向	0.94	0.85	0.78	0.84	0.74	0.70	0.83	1.12	0.92	0.67	1.12	0.86	0.15
Ni	径向	ND	ND	0.01	0.01	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	ND	0.02	0.03
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/
Pb	径向	1.90	2.13	1.40	1.37	1.61	1.79	1.38	1.44	1.77	1.34	1.29	1.58	0.28
	轴向	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/

表 10 样品 1 杂质径向与轴向测试结果统计 (GF)

单位: 毫克每千克

样品 1	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	0.77	0.59	0.42	0.54	0.36	0.49	0.63	0.10	0.15	0.45	0.54	0.46	0.20
	轴向	0.72	0.45	0.98	0.4	0.51	0.36	0.34	0.46	0.4	0.51	0.43	0.51	0.19
Ba	径向	0.18	0.23	0.20	0.22	0.17	0.20	0.18	0.29	0.17	0.19	0.23	0.21	0.04
	轴向	0.22	0.17	0.23	0.17	0.18	0.18	0.29	0.18	0.2	0.2	0.21	0.20	0.04

Ca	径向	1.84	2.48	2.40	1.96	1.50	1.72	1.62	2.14	1.63	1.80	2.97	2.01	0.45
	径向	2.04	1.60	1.80	1.53	1.68	1.90	1.67	1.74	1.89	1.90	2.01	1.80	0.17
Cu	轴向	0.33	0.14	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.12	0.20
	轴向	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.00	0.00
Fe	径向	1.00	1.66	0.98	1.29	1.09	1.24	1.24	1.40	1.20	1.32	1.30	1.25	0.19
	径向	0.79	0.73	0.75	0.69	0.68	0.72	0.70	0.69	0.71	0.68	0.70	0.71	0.03
K	轴向	0.00	0.00	0.00	0.86	0.92	0.77	1.39	1.58	1.66	0.00	1.80	0.82	0.73
	轴向	1.09	1.70	1.33	1.16	1.45	0.73	0.99	0.33	0.25	0.27	0.31	0.88	0.52
Mg	径向	0.18	0.15	0.16	0.16	0.18	0.15	0.24	0.22	0.14	0.14	0.23	0.18	0.04
	径向	0.21	0.17	0.19	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.22	0.19	0.02
Na	轴向	1.28	2.12	1.83	2.74	2.04	2.32	2.34	1.63	2.06	2.81	2.95	2.19	0.51
	轴向	9.89	8.77	10.82	8.36	9.48	9.50	8.75	9.47	11.26	11.28	10.81	9.85	1.05
Ni	径向	0.09	0.03	0.13	0.07	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.04
	径向	0.01	0.02	0.02	0	0	0	0.012	0.05	0	0.02	0	0.01	0.02
Pb	轴向	0.03	0.00	0.00	0.32	0.14	0.32	0.37	0.00	0.27	0.22	0.00	0.15	0.15
	轴向	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

表 11 样品 2 杂质径向与轴向测试结果统计 (GF)

单位: 毫克每千克

样品 2	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	0.59	0.63	0.44	0.64	0.88	0.62	0.11	0.22	0.25	0.13	0.20	0.43	0.26
	轴向	0.55	0.68	0.67	0.79	0.73	0.61	0.49	0.69	0.69	0.44	0.51	0.62	0.11
Ba	径向	0.09	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.10	0.09	0.08	0.10	0.09	0.01
	轴向	0.13	0.1	0.1	0.1	0.1	0.12	0.11	0.11	0.1	0.11	0.11	0.11	0.01
Ca	径向	7.84	7.25	6.70	7.02	6.20	6.05	6.69	7.14	7.46	6.45	7.32	6.92	0.55
	径向	7.04	6.24	6.53	6.54	6.57	6.81	5.96	6.82	6.63	6.19	6.92	6.57	0.33
Cu	轴向	0.29	0.29	0.13	0.19	0.22	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.12
	轴向	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Fe	径向	2.50	2.44	2.34	2.14	2.01	1.93	2.41	2.26	2.09	2.20	2.17	2.23	0.18
	径向	2.63	1.87	2.32	1.97	1.83	1.89	1.72	1.77	1.93	1.72	1.85	1.95	0.28
K	轴向	1.53	1.14	0.00	3.01	0.86	2.14	1.21	2.31	2.23	0.61	1.93	1.54	0.88
	轴向	0.47	0.18	0.60	0.28	0.27	0.25	0.12	0.63	0.46	0.12	0.35	0.34	0.18
Mg	径向	1.18	1.11	1.08	1.09	1.03	1.00	0.97	0.98	1.07	0.93	1.05	1.04	0.07

	径向	1.36	1.07	1.10	1.11	1.11	1.11	1.03	1.10	1.12	1.03	1.11	1.11	0.09
Na	轴向	1.01	1.24	1.79	1.95	1.05	1.39	1.24	1.75	2.60	1.86	2.15	1.64	0.50
	轴向	10.59	9.71	9.49	9.78	9.65	10.03	8.15	10.35	10.68	9.03	10.31	9.80	0.74
Ni	径向	0.13	0.14	0.12	0.13	0.06	0.00	0.16	0.11	0.01	0.36	0.00	0.11	0.10
	径向	0.01	0.02		0.01	0	0.02	0	0	0	0	0	0.01	0.01
Pb	轴向	0.00	0.32	0.22	0.00	0.00	0.30	0.50	0.79	0.57	0.16	0.46	0.30	0.26
	轴向	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

表 12 样品 3 杂质径向与轴向测试结果统计 (GF)

单位: 毫克每千克

样品 3	观测方式	测试 1	测试 2	测试 3	测试 4	测试 5	测试 6	测试 7	测试 8	测试 9	测试 10	测试 11	平均值	SD
Al	径向	0.80	0.65	0.61	0.59	0.65	0.81	0.18	0.65	0.73	0.82	0.51	0.64	0.18
	轴向	0.3	0.32	0.33	0.38	0.37	0.43	0.35	0.59	0.41	0.36	0.43	0.39	0.08
Ba	径向	0.62	0.69	0.58	0.66	0.80	0.91	0.81	0.79	0.72	0.87	0.94	0.76	0.12
	轴向	0.59	0.6	0.58	0.63	0.66	0.67	0.65	0.66	0.72	0.69	0.72	0.65	0.05
Ca	径向	4.35	4.36	3.59	4.46	4.61	4.52	4.13	4.07	3.59	4.28	4.62	4.23	0.36
	径向	3.21	3.44	3.22	3.42	3.58	3.45	3.70	3.79	3.81	3.78	3.81	3.57	0.23
Cu	轴向	0.28	0.21	0.23	0.30	0.75	0.59	0.71	0.54	0.59	0.74	0.56	0.50	0.21
	轴向	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Fe	径向	0.80	0.89	1.19	1.55	1.08	1.67	1.17	1.21	1.06	1.61	1.66	1.26	0.31
	径向	0.59	0.61	0.61	0.65	0.64	0.63	0.66	0.60	0.65	0.62	0.64	0.63	0.02
K	轴向	0.00	0.00	0.00	0.31	1.32	0.00	1.51	0.15	0.00	1.55	2.09	0.63	0.81
	轴向	0.33	0.65	0.74	0.23	0.30	0.33	0.62	0.26	0.20	0.38	0.41	0.40	0.18
Mg	径向	0.39	0.40	0.34	0.44	0.55	0.54	0.48	0.47	0.43	0.46	0.49	0.45	0.06
	径向	0.32	0.34	0.33	0.34	0.35	0.34	0.36	0.39	0.36	0.37	0.37	0.35	0.02
Na	轴向	1.46	1.41	2.08	1.65	2.07	2.45	2.10	2.68	1.79	2.13	2.27	2.01	0.40
	轴向	7.43	8.51	8.37	8.83	9.75	9.46	8.43	9.26	9.88	10.57	9.76	9.11	0.89
Ni	径向	0.06	0.05	0.03	0.00	0.12	0.09	0.00	0.09	0.00	0.06	0.00	0.05	0.04
	径向	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0.02	0.02	0	0	0	0.01	0.01
Pb	轴向	0.93	0.72	0.67	0.40	0.79	0.75	0.99	0.71	0.71	0.80	0.70	0.74	0.15
	轴向	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00

4.2 氯离子、硫酸根离子含量

本文件新建电池级氟化锂中氯离子、硫酸根离子的测定方法，采用离子色谱法和传统的比浊法分别测试电池级氟化锂的氯离子、硫酸根，发现两种方法无太大差异，测试结果见表13~表15，为了体现行业最新的检测技术，我们建立电池级氟化锂中氯离子、硫酸根离子的测定方法-离子色谱法。

表 13 样品 1 氯离子、硫酸根离子含量离子色谱法与比浊法测试结果统计

表 14 样品 2 氯离子、硫酸根离子含量离子色谱法与比浊法测试结果统计

表 15 样品 3 氯离子、硫酸根离子含量离子色谱法与比浊法测试结果统计

4.3 水分的测定

GB/T22660.2 中采用干燥法测试电池级氟化锂的水分，测试范围 $\leq 0.20\%$ 对于水分含量 $\leq 0.02\%$ 的样品，该方法重现性较差，所以本次修订为卡尔·费休法（带卡式炉）。通过测试发现，两种方法的测试结果数据差异较大，测试结果见表16~表18。

表 16 样品 1 水分含量卡尔·费休法与干燥减量法测试结果统计

样品 1	H ₂ O					
	卡尔·费休法 (ppm)			干燥减量法 (ppm)		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	11.42	37.3	50.8	85	69.1	105.02
测试 2	10.83	45.7	46.4	71	112.8	104.92
测试 3	9.74	48.3	47.2	48	74.5	95.02
测试 4	11.67	35.2	49.1	42	116	64.58
测试 5	18.41	48.1	44.8	61	126.4	60.25
测试 6	31.61	44.6	52.6	68	110.5	71.06
测试 7	11.74	37	46.6	65	73.5	89.39
测试 8	18.11	39.7	33.9	68	90.4	79.62
测试 9	15.68	40.2	38	64	84.2	94.2
测试 10	23.00	35.1	50.4	65	90	74.5
测试 11	20.24	39.3	41.3	66	80.4	83.31
测试 12	14.13	/	/	64	/	/
平均值	16.38	40.95	45.55	63.92	93.44	83.81
SD	6.37	4.92	5.74	10.77	19.71	15.34

表 17 样品 2 水分含量卡尔·费休法与干燥减量法测试结果统计

样品 2	H ₂ O					
	水分仪-卡式炉 (ppm)			干燥减量法 (ppm)		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	12.94	53.7	35.6	61	105	209.15
测试 2	17.87	64.9	44.9	41	90.6	144.87

测试 3	21.71	61.1	40.6	58	154	135.79
测试 4	19.16	60.2	46.9	41	95.8	135.25
测试 5	21.83	47.4	46.6	58	145.1	195.34
测试 6	17.48	52.5	48.1	48	140.4	209.15
测试 7	16.54	49.2	38.0	60	147.2	229.1
测试 8	18.51	59.8	52.0	55	99.9	139.34
测试 9	26.88	61.3	39.8	59	100.3	154.52
测试 10	23.62	60.9	47.6	56	99.9	148.48
测试 11	13.45	49.9	45.9	63	75.5	130.45
测试 12	13.40	/	/	58	/	/
平均值	18.62	56.45	44.18	54.83	113.97	166.49
SD	4.33	6.02	4.99	7.44	27.19	36.44

表 18 样品 3 水分含量卡尔·费休法与干燥减量法测试结果统计

样品 3	H ₂ O					
	水分仪-卡式炉 (ppm)			干燥减量法 (ppm)		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	12.75	54.5	32.2	67	133.4	178.84
测试 2	7.76	67.3	30.5	43	167.6	158.65
测试 3	23.28	60.7	35.4	53	107.9	185.05
测试 4	12.47	68.8	41.2	40	172.8	130.02
测试 5	21.52	74.4	35.9	53	138.5	129.78
测试 6	18.75	63.4	41.1	52	120.6	174.42
测试 7	31.27	69.1	33.1	72	103.6	124.82
测试 8	9.79	65	35.2	69	120.3	164.39
测试 9	30.91	57.2	22.3	63	138.8	164.99
测试 10	17.03	73.4	31.2	62	93.6	191.14
测试 11	27.65	57.9	30.2	63	128	175.94
测试 12	20.37	/	/	61	/	/
平均值	19.46	64.70	33.48	58.17	129.55	161.64
SD	7.91	6.61	5.31	10.03	24.70	23.41

4.4 pH值的测定

GB/T 23769 中未明确规定采用 5%还是 10%进行样品的 pH 值测试,我们通过不同比例测试发现,5%还是 10%的 pH 结果差异不大,测试结果见表 19~表 21。

表 19 样品 1-5%和 10%pH结果统计

样品 1	pH					
	5%pH			10%pH		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	6.53	6.58	6.68	6.54	6.55	6.68

测试 2	6.54	6.56	6.61	6.53	6.55	6.66
测试 3	6.53	6.56	6.56	6.53	6.5	6.5
测试 4	6.53	6.6	6.6	6.54	6.58	6.58
测试 5	6.53	6.57	6.68	6.54	6.52	6.66
测试 6	/	6.6	6.6	/	6.58	6.58
测试 7	/	6.61	6.61	/	6.59	6.59
测试 8	/	6.63	6.62	/	6.61	6.61
测试 9	/	6.59	6.64	/	6.6	6.63
测试 10	/	6.6	6.67	/	6.59	6.62
测试 11	/	6.58	6.65	/	6.56	6.61
A	6.53	6.59	6.63	6.54	6.57	6.61
SD	0	0.02	0.04	0.01	0.03	0.05

表 20 样品 2-5%和 10%pH 结果统计

样品 2	pH					
	5%pH			10%pH		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	6.46	6.69	6.54	6.48	6.64	6.72
测试 2	6.45	6.74	6.51	6.47	6.68	6.7
测试 3	6.46	6.75	6.55	6.47	6.71	6.7
测试 4	6.46	6.73	6.53	6.48	6.69	6.7
测试 5	6.45	6.75	6.55	6.47	6.7	6.68
测试 6	/	6.74	6.54	/	6.69	6.71
测试 7	/	6.75	6.55	/	6.7	6.69
测试 8	/	6.75	6.55	/	6.7	6.7
测试 9	/	6.74	6.54	/	6.69	6.69
测试 10	/	6.75	6.55	/	6.7	6.69
测试 11	/	6.75	6.55	/	6.7	6.7
A	6.46	6.74	6.54	6.47	6.69	6.7
SD	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01

表 21 样品 3-5%和 10%pH 结果统计

样品 3	pH					
	5%pH			10%pH		
	BJR	DP	GF	BJR	DP	GF
测试 1	6.29	6.36	6.45	6.3	6.3	6.47
测试 2	6.3	6.42	6.38	6.31	6.37	6.53
测试 3	6.29	6.42	6.42	6.3	6.36	6.37
测试 4	6.3	6.4	6.4	6.3	6.33	6.33
测试 5	6.3	6.4	6.4	6.3	6.31	6.34

测试 6	/	6.34	6.4	/	6.31	6.36
测试 7	/	6.4	6.4	/	6.36	6.3
测试 8	/	6.4	6.39	/	6.3	6.35
测试 9	/	6.39	6.42	/	6.35	6.36
测试 10	/	6.4	6.39	/	6.34	6.35
测试 11	/	6.39	6.34	/	6.35	6.31
A	6.3	6.39	6.4	6.3	6.33	6.37
SD	0.01	0.02	0.03	0	0.03	0.07

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

锂电新材料产业作为国家战略性新兴产业，被列为国家十三五规划重点领域。2020年10月，国务院常委会会议通过了《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》（以下简称《规划》），《规划》到2035年，新能源汽车新车销量占比达到25%左右，氟化锂是合成六氟磷酸锂的重要原料，伴随着六氟磷酸锂的需求量增加，氟化锂的需求量也将迎来爆发增长。氟化锂作为重要的电解质合成原料，其性能好坏决定了新能源电动汽车的续航里程和电池循环稳定性的优劣。

电池级氟化锂是生产锂离子电池常用电解质六氟磷酸锂的主要原材料之一，随着锂离子电池技术的不断发展，六氟磷酸锂的产量也不断增加，对电池级氟化锂产品的技术指标要求更加严格。

《电池级氟化锂》YS/T 611—2016行业标准实施至今已有近八多年时间，随着国内电池级氟化锂在生产水平的不断发展，参考国内各生产厂商在实际生产中经验，该标准在杂质含量、试验方法、包装规定等方面，存在缺失和不完善的地方，不能很好的适应国内各生产厂商和用户的实际需求，为电池级氟化锂产品的生产方和使用方提供统一的、满足下游生产需要的标准，因此立项对该标准进行修订工作。

2.项目的可行性简述

目前国内生产电池级氟化锂厂家有江西赣锋锂业集团股份有限公司、新余赣锋锂业有限公司、新疆有色金属研究所、江西东鹏新材料有限公司、湖北百杰瑞新材料股份有限公司、成都开飞高能化学工业有限公司等企业都在进行电池级氟化锂的研发和生产。

赣锋锂业股份有限公司拥有企业自主研发并建设的电池级氟化锂生产线，现有电池级氟化锂产能约6000吨。产品质量处于行业领先水平。

江西赣锋锂业公司拥有一支强大的技术团队，团队成员拥有着丰富的从业经验。公司拥有研究人员186人，约占依托单位总人数的12%；研究开发人员中本科及以上学历155人，

约占研究开发人员的 83.3%；高级职称人员 15 人。团队人员素质高，专业能力强，具有高度的凝聚力和向心力。同时重点加强人才梯队建设，老中青三代赣锋人以传帮带的形式进行技术传承，完善着公司的研发、技术团队，使人力资源持续满足公司不断发展的需要。

公司 2009 年 12 月通过了“国家高新技术企业”认定，并于 2010 年 12 月和 2013 年 12 月被国家科技部评为“国家火炬计划重点高新技术企业”。目前已申请了专利 163 项，其中发明专利 90 项，实用新型专利 73 项；获授权专利共计 107 项，其中发明专利 51 项，实用新型 56 项；拥有计算机软件著作权 3 项。研发出国家级重点新产品 3 个，省级重点新产品 30 多个，承担国家火炬计划、国家振兴与技术改造项目等国家级项目 13 项，省科技重大专项，省高新技术产业化重大项目等省级项目 20 多项。公司主持或参与起草或修订国家、行业标准 32 项。

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

本标准规定的技术指标体现了电池级氟化锂行业发展的最新水平，技术指标先进，检测方法更为科学可靠。

本标准所规定的技术指标均优于不同客户对本产品的技术指标要求 同时化学成分的试验方法规定中体现了相关检测技术的最新发展水平，本标准所规定的其它项目如检验规则及标志、包装、运输、贮存、随行文件和订货单 内容也能最大限度保护生产及使用厂家的利益。不同生产厂家指标项目实测值基本符合本标准的规定，说明本标准的制定是符合生产实际的。本标准制订的各项指标均能满足国内外大多数生产厂家实际生产情况，又能满足使用厂家的要求。本标准文字简练、条理清晰，制订的各项指标合理、先进，具有实用性、可操作性，能够满足生产和使用需要，确定该标准指标水平为总体国内先进水平。

制定本产品的行业标准，规范产品技术要求，有利于用户了解产品规格、性能等技术指标，从而正确使用产品，对于电池级氟化锂在锂行业推广应用具有重大意义，同时也也有利于规范市场，提高产品竞争力。通过电池级氟化锂标准的制定并实施，将进一步促进电池级氟化锂在锂电行业，尤其是动力电池行业中的应用，同时对提高产品质量，促进电池级氟化锂生产行业技术进步具有重要意义，必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

无采用国际标准和国外先进标准的情况。

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。本标准属于电池级氟化锂专业基础标准，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

建议该标准为推荐性有色金属行业产品标准。

十、贯彻标准的要求和建议措施

本标准全面覆盖了电池级氟化锂的一般要求，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。

本标准属于行业基础标准，对电池级氟化锂的一般要求进行了约定，对特殊行业用电池级氟化锂有特殊要求时，建议供需双方在本标准基础上对特殊要求在订货合同中进行详细的约定或起草专项技术协议。

十一、废止现行相关标准的建议

本标准颁布实施后，建议废止 YS/T 661—2016《电池级氟化锂》。

十二、其他应予说明的事项

本标准在申报、立项和起草过程中，得到了全国有色金属标准化技术委员会和其他相关单位的支持、指导和帮助，在此特表示真诚的感谢！标准起草过程也是我们学习的过程，由于条件所限应细致深入的工作未能进行，还存有许多缺憾。请与会专家代表多多赐教，好的经验、办法、建议我们一定采纳学习，以便使本标准更加完善。

十三、参考资料清单

GB/T 1.1-2020《标准标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》

GB/T 20001.10-2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》

江西赣锋锂业集团股份有限公司
《电池级氟化锂》行业标准编制小组
2024年02月