

《电池级硫化锂》

(预审稿)

(行业标准编制说明)

编制说明

《电池级硫化锂》编制组

主编单位：江西赣锋锂业集团股份有限公司

2025年4月10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 标准编制组单位简介	1
2.1 主编单位简介	1
2.2 其他主要参编单位简介（排名不分前后）	2
2.3 主要工作成员所负责的工作情况	4
3.主要工作过程	4
3.1 预研阶段	4
3.2 立项阶段	4
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. 本标准在内容制订时主要编制依据	5
2. 标准制定的主要内容：	6
2.1 硫化锂产品性质及用处	6
2.2 生产工艺	8
2.3 市场调研情况汇总	8
2.4 下游客户调研结果	9
2.5 科研单位调研结果	9
3. 国内外产品参数对比	9
3.1 物理性质	9
3.2 化学成分对比	11
4. 产品化学成分确定	11
4.1 关于硫化锂主含量的确定	12
4.2 关于杂质元素含量的确定	12
4.3 粒度的确定	12
四、 标准中涉及专利的情况	20
五、 预期达到的社会效益等情况	20
1.项目的必要性简述	20
2.项目的可行性简述	21
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	21
六、 采用国际标准和国外先进标准的情况	21
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 ..	21
八、 重大分歧意见的处理经过和依据	22
九、 标准性质的建议说明	22
十、 贯彻标准的要求和建议措施	22
十一、 废止现行相关标准的建议	22
十二、 其他应予说明的事项	22
十三、 参考资料清单	22

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）

2024年8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2024年第三批行业标准制修订计划的通知》(工信厅科函[2024]317号)，有色金属行业标准《电池级硫化锂》计划号为：2024-0926T-YS，列入2024年第三批有色金属行业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，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2025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、山东瑞福锂业有限公司、奉新赣锋锂业有限公司、宜春银锂新能源有限责任公司、天齐锂业股份有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、江西九岭锂业股份有限公司。

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 标准编制组单位简介

2.1 主编单位简介

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。主持（参与）起草《无水氯化锂》、《金属锂》、《锂带》、《正丁基锂》、《电池级氧化锂》等共58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，其中江西省技发明奖一等奖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硫化锂生产厂商的相关产品标准，参考全球不同级别电池硫化锂的供货技术要求，结合国内硫化锂实际生产情况和产品质量现状，制定出本标准讨论初稿。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《电池级硫化锂》稿件，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。

2.2 其他主要参编单位简介（排名不分前后）

2.2.1 山东瑞福锂业有限公司

山东瑞福锂业有限公司是一家同时具备锂辉石与锂云母提取制备锂电池正极原材料——电池级碳酸锂和电池级氢氧化锂的新能源国家高新技术企业和国家级绿色工厂企业。公司成立于 2010 年 11 月，主营电池级碳酸锂、无水硫酸钠、硅铝粉等系列产品。公司是中国有色金属工业协会团体会员单位、中国有色金属工业协会锂业分会副会长单位，荣获国家级专精特新“小巨人”企业、驰名商标、博士后科研工作站、国家级 CNAS 实验室认证、山东省制造业单项冠军企业、山东省首批瞪羚示范企业、山东省科技小巨人、山东省质量标杆、山东省“泰山品质”认证、山东省智能制造应用场景、山东省高端品牌培育企业。

山东瑞福锂业有限公司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。

2.2.2 奉新赣锋锂业有限公司

奉新赣锋锂业有限公司是江西赣锋锂业集团股份有限公司的全资子公司，位于江西省宜春市奉新县高新技术产业园，是专业从事金属锂及系列锂产品研发、生产、经营的高新技术企业。公司成立于 2004 年 1 月，注册资本 1.35 亿元，目前占地 8 万平方米；奉新赣锋锂业是全球最大的金属锂生产供应商之一，拥有氯化锂、电池级金属锂、工业级金属锂、超薄金属锂箔及锂合金等系列产品，产品广泛应用于医药合成、能源电池、材料化工、合金冶金等新医药、新材料、新能源等领域；主要产品不仅在国内市场份额较大，同时也出口到美国、欧盟，韩国、印度等国际市场，在国内外市场上占有重要地位。

奉新赣锋锂业有限公司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。

2.2.3 宜春银锂新能源有限责任公司

宜春银锂新能源有限责任公司是上市公司江特电机（SZ.002176）的全资子公司，成立于 2011 年，是利用锂云母、锂辉石制备高纯度碳酸锂、碳酸铷、碳酸铯、磷酸二氢锂等产品的高新技术企业。公司拥有 28 项发明专利，是碳酸锂、硫酸铷、硝酸铯等国家/行业标准起草单位，拥有国内先进的科研团队和分析检验中心。公司是硫酸盐焙烧工艺从锂云母提取锂盐的开拓者，多项独家技术处于行业领先水平，锂云母矿资源量在行业居前水平。

宜春银锂新能源有限责任公司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。

2.2.4 天齐锂业股份有限公司

天齐锂业是全球领先的锂产品供应商，为深圳和香港证券交易所上市企业

(SZ.002466 HK 09696)，业务包括锂矿资源开发、锂产品加工、锂矿贸易三大板块。在中国四川、重庆、江苏、香港和澳大利亚、智利等地设立生产、资源基地或分支机构，客户遍及全球。

公司拥有高品位矿藏资源储备。控股泰利森锂业，其位于澳大利亚西澳的格林布什的锂辉石矿藏为目前全球储量最大、品质最佳的锂辉石矿藏，有超过 25 年的开采生产历史；全资拥有位于四川省甘孜州雅江县措拉锂辉石矿藏，其为目前亚洲品质最优的锂辉石矿藏——甘孜呷基卡超大规模矿藏的一部分；天齐锂业股份有限公司是全球领先的锂产品供应商，公司业务主要集中在四川遂宁射洪、江苏张家港、四川遂宁安居（建设）、澳大利亚奎纳纳等生产基地。

天齐锂业股份有限公司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中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。

2.2.5 新疆有色金属研究所有限公司

新疆有色金属研究所有限公司成立于 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 个国家局直属的 242 个转制科研院所之一下划地方，现为国家发改委《有色金属资源综合利用国家地方联合工程实验室（新疆）》、自治区发改委《新疆维吾尔自治区有色金属资源综合利用工程实验室》，自治区制造业创新中心《新疆有色（稀有）金属制造创新中心》。累计完成国家 863 项目、国家科技支撑计划项目、国家 305 项目、新疆自治区高新技术攻关项目等在内的各类科研项目近 1000 余项，有 92 项获国家及省部级科技成果奖，编制并发布实施的国家标准共计 32 项，行业标准 27 项，企业标准 30 项，拥有有效的发明专利 23 项。

新疆有色金属研究所有限公司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中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。

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、选、冶、深加工与资源循环综合利用一体化产业链布局，拥有每年 9 万吨碳酸锂产能生产线，是目前为止全国最大的电池级碳酸锂生产商。公司与中科院、华南理工、江西理工等进行了深度合作，建有“省、市级技术中心”等 10 余个科研平台；主持/参与 C 类先导专项、国家重点研发、江西省重大专项及重点研发计划等国家省部级课题 10 余项。公司先后申请 128 项国家专利，授权专利 65 项。

江西九岭锂业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中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。

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、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、叶明、吴建江、姚丽、邓红云、康如金、	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。
3	杨慧琳、陈金文	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

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

2022 年 10 月，由全国有色金属标准化技术委员会组织在召开了电池级硫化锂的调研会，江西赣锋锂业集团股份有限公司、山东瑞福锂业有限公司、奉新赣锋锂业有限公司、宜春银锂新能源有限责任公司、天齐锂业股份有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、江西九岭锂业股份有限公司等多家公司的相关技术人员就电池级硫化锂的可行性进行了初次的讨论，大家一致认为，目前国内生产硫化锂的厂家较少，大部分厂家对于硫化锂比较陌生，但国外企业已经在积极布局电池级硫化锂产业，随着固态电池的发展，电池级硫化锂的需求也会越来越大，因此急需建立新的《电池级硫化锂》行业标准推动电池级硫化锂的发展。

3.2 立项阶段

2023 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《电池级硫化锂》项目建议书。

2023 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。

2024 年 8 月 30 日，工业和信息化部印发 2024 年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知（工信厅科函〔2024〕317 号），行业标准《电池级硫化锂》立项成功。

3.3 起草阶段

本标准依据我国电池级硫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硫化锂生产厂家的现状。

1) 2024 年 8 月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2024 年 8 月~2024 年 10 月对电池级硫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) 2024年10月根据电池级硫化锂的相关资料进行分析和总结,形成了《电池级硫化锂》的征求意见稿。

1.3.4 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、发送邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法对《电池级硫化锂》文本进行了广泛的征求意见。

2024年10月30日,由全国有色金属标准化技术委员会主持,在江苏省南京市召开了有色金属材料标准工作会,对江西赣锋锂业集团股份有限公司编制的《电池级硫化锂》进行了讨论,具体见会议纪要。

在征求意见阶段,共发函19家相关生产应用单位和科研院所,回函的单位共19家、回函并有建议或意见的单位共15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》)。

2024年11月,标准工作组根据南京会议要求,将样品发至江西赣锋、瑞福锂业、天齐锂业、九岭锂业、新疆有色、银锂新能源分别测试,测试结果及方法均满足标准要求。

2025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。

2025年04月,全国有色金属标准化技术委员会在云南省昆明市组织召开了有色标准工作会议,对《电池级硫化锂》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,并得出修改方案,具体内容见意见汇总表。

1.3.5.审查阶段

1.3.6.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》的要求进行编写。

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,参考国内外企业的生产技术水平及客户对电池级硫化锂的质量诉求的基础上编制而成,体现了国内外大多数企业的技术水平,有利于规范电池级硫化锂市场,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,形成了《电池级硫化锂》行业标准,本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. 本标准在内容制订时主要编制依据

- 1.1 查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求;

1.2 根据国内电池级硫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 硫化锂产品性质及用处

硫化锂化学式是 Li_2S ，分子量 45.95，密度 $1.66\text{g}/\text{cm}^3(25^\circ\text{C})$ ，熔点 938°C ，沸点 1372°C ，性状为白色至黄色晶体，易溶于水，可溶于乙醇，溶于酸，不溶于碱。由于其高安全、高比能、高电导率可作为全固态锂电池电解质。

锂离子电池作为储能工具，在现在社会交通运输、通讯电子设备、新能源汽车等领域被广泛使用。随着国家大力发展新能源汽车和实现碳中和的目标，锂离子电池作为新能源汽车动力电池应用也越来越广泛，需求量也逐年大规模的增长。

当前市场锂电池在各个应用领域的主流仍然是基于液态电解质的锂离子电池，它们的构成主要是正极、负极、电解液与高分子隔膜，如图 1 所示，这几个关键组成部分中，锂电池用隔膜材料是锂电池最关键的 inner 组件和核心材料，电池的容量、安全性、循环能力和快速充放电能力等关键性能都与隔膜有直接联系。传统方式使用液态的电解液结合单纯高分子隔膜路线，使锂离子电池无法使用金属锂作为负极（会产生锂枝晶刺破隔膜导致短路），从而限制了电池性能的进一步提高，同时高分子隔膜的抗热性能影响电池的安全特性。目前在动力锂离子电池领域广泛使用的是具有无机涂覆层的复合高分子隔膜，在一定程度上可以防止电池内部热失控及锂枝晶而发生短路，但是这种锂离子电池仍然需要使用液态电解液，一旦遇到高温或者局部短路，依旧存在严重的安全隐患。采用固态柔性电解质膜的固态锂电池避免使用液态电解液，符合锂电池高安全、高比能量的发展趋势。

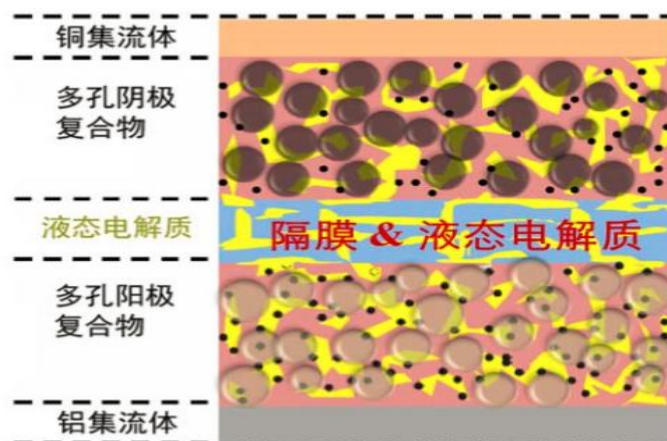


图 1 锂离子电池结构示意图

基于固态柔性电解质膜的固态锂电池在原理上和传统的锂离子电池没有本质区别，如图 2 所示，不过固态柔性电解质膜在固态锂电池中实际上兼具了液态锂离子电池中的隔膜和电解液的作用。此外，固态锂电池要求该固态柔性电解质膜兼具高锂离子电导率和良好力学性能，尤其是其力学性能，对于提高固态锂电池的能量密度和循环性能的作用愈来愈重要。固态柔性电解质的制备需要具有符合要求的粉体材料以及高分子材料。由于粉体材料具有高的锂离子导电性能、粒径分布均匀、单晶发育完好、稳定性极佳等优点，已经成为近年来增长最快的高比能锂二次电池中的核心材料之一。

图 2 利用固态柔性电解质膜构建的固态锂电池



超长的储存寿命等优点，同时具有机械强度高而日益受到人们的重视。从液态电池到固态电池这是社会发展的必然趋势，由于固态电池存在着工艺、技术、成本等难题，目前还没有实现商业化的规模，要实现全固态电池的进程中，经历着液态-半固态-准固态-全固态的状态的发展。

全固态电池领域中，存在着硫化锂和氧化锂作为固态电解质原料的两条工艺路线研究方向，其中，硫化物固态电解质具有高安全、高比能，电导率优异而备受青睐，并且在固态电解质中，硫化锂作为原料其质量占比约 30%，市场前景广阔。

硫化锂作为用于合成固态电解质的原料或作为锂-硫电池组中的阴极材料备受关注，与钴、镍等元素的混合使用，可以显著提高电池的比能量和循环寿命。锂硫电池组与固态电池与现在的锂离子电池组相比具有明显更高的能量密度，且硫在自然界中储量丰富，价格远远低于锂离子电池的正极材料，因此锂硫电池价格更加低廉，利于进行大规模的工业生产。同时，硫的环境友好性使得锂硫电池具有更高的能源经济性和社会效益。上述优点使得锂硫电池在电动性领域中的具有极大的应用潜力。除此之外，纯无机材料作为电解质固态锂离子电池最直接的益处在于更轻、更安全、能量翻倍、成本降低 50%。

电池级硫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、山东瑞福锂业有限公司等形成量产；宜春银锂新能源有限责任公司、天齐锂业（江苏）有限公司、新疆有色金属研究所有限公司等公司在实验室阶段或中试阶段。

2.2 生产工艺

现有技术中，电池级硫化锂的制备方法主要有固相法、液相法、高温碳热还原法以及气固法。其中，固相法的具体步骤为以金属锂和单质硫磺作为原料，经过一次煅烧、粉碎、二次煅烧、粉碎、球磨，最终得到产品，该方法操作简单、无有毒有害气体产生。高温还原硫酸锂法是指以硫酸锂为原料、蔗糖为碳源，经过高温还原反应生成硫化锂的方法，有着工艺简单优点与能耗高、产出产品纯度低缺点。

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硫化锂技术指标检测结果见下表 2。

表 2 生产企业电池级硫化锂技术指标

			A 企业	B 企业	D 企业	E 企业	H 企业
Li ₂ S-1	Li ₂ S	单位：%	99.9	99.5	99.5	99.9	99.5
	K		0.005	0.002	0.005	0.002	0.01
	Ca		0.005	0.002	0.002	0.005	0.01
	Na		0.005	0.002	0.003	0.01	0.02
	Mg		0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.002
	Fe		0.005	0.0005	0.002	0.005	0.002
	Pb		0.0005	0.0003	0.0005	0.00005	0.0005
	Zn		0.001	0.0003	0.001	0.0005	0.0005
	Al		0.005	0.0003	0.002	0.002	0.01
	Si		0.005	0.0005	0.01	0.005	/
	Ti		0.04	0.0003	0.001	0.01	0.0005
Li ₂ S-2	Li ₂ S	单位：%	99.5	99.0		99.5	99.5
	K		0.01	0.005		0.005	0.03
	Ca		0.01	0.005		0.01	0.025
	Na		0.01	0.005		0.02	0.05
	Mg		0.01	0.001		0.001	0.005
	Fe		0.01	0.001		0.02	0.005
	Pb		/	0.0005		0.00005	0.001
	Zn		0.005	0.0005		0.001	0.001
	Al		0.01	0.0005		0.005	0.03
	Si		0.001	0.001		0.01	/
	Ti		0.04	0.0005		0.05	0.001

2.3.2 粒度调研结果

表 4 电池级硫化锂粒度调研结果

	A 企业	B 企业	C 企业	D 企业	E 企业	G 企业	H 企业
粒度	D50 10~15 μm	D50 5~10 μm	0.5~20 μm	/	D50 ≤ 5 μm	D10 ≈ 0.2~0.5 μm; D50 ≈ 1~3 μm; D90 ≈ 5~10 μm	/

2.4 下游客户调研结果

表 5 下游企业电池级硫化锂技术指标

			A 企业	B 企业	C 企业	D 企业	E 企业
Li ₂ S	Li ₂ S	不低于, 单位: %	99	99.9	99.9	99.5	99.5
	K	不高于, 单位: %	/	0.0005	0.0005	0.01	0.03
	Ca		/	0.001	0.02	0.01	0.025
	Na		0.0001	0.0005	0.01	0.02	0.05
	Mg		0.00001	0.0005	0.002	0.002	0.005
	Fe		/	0.0005	0.02	0.002	0.05
	Pb		/	0.001	/	0.0005	0.001
	Zn		/	0.0005	0.001	0.0005	0.001
	Al		0.00001	0.0005	0.005	0.01	0.03
	Si		0.0004	0.001	0.005	/	/
	Ti		/	/	0.04	0.0005	0.001

2.5 科研单位调研结果

表 6 某科研单位电池级硫化锂技术指标

牌号	化学成分 (质量分数) /%											
	Li ₂ S 主含量, 不小于	杂质含量, 不大于										
		K	Ca	Na	Mg	Fe	Pb	Zn	Al	Si	Ti	H ₂ O
LSGM-001	99.50%	0.005	0.005	0.02	0.005	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01

3. 国内外产品参数对比

3.1 物理性质

3.1.1 XRD 结果对比

使用 XRD 对国内硫化锂与进口硫化锂进行检测, 结果如下图所示, 从结果可以看出, 两者主峰位很近, 但国内硫化锂强度更高, 且无任何杂相。

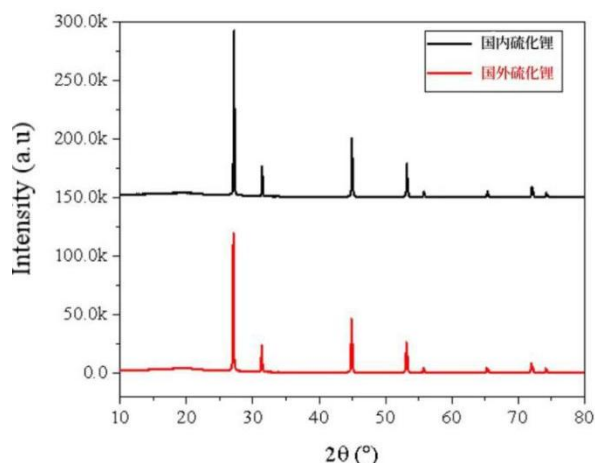


图 3 XRD 结果对比

表 8 XRD 结果对比

种类	主峰位	强度
国内硫化锂	27.12°	142247
国外硫化锂	27.06°	119718

3.1.2 粒径和比表面积

国内硫化锂和国外硫化锂的粒度分布和比表面积结果对比如下表所示：

表 9 粒度分布和比表面积结果对比

		国内硫化锂	国外硫化锂
粒度分布 (μm)	D10	4.24	4.424
	D50	15.13	13.9
	D90	40.43	29.15
	D99	62.12	42.047
比表面积 (m^2/g)		1.2	1.4452

从表中结果可以看出，进口硫化锂和国产硫化锂的粒度及表面积无太明显差异。

3.1.3 电解质性能

硫化锂制备的电解质一般可分为二元硫化物电解质和三元硫化物电解质，离子电导率是电解质的重点指标。国内外硫化锂所制备的硫化物电解质性能对比结果如下表所示：

表 10 二元电解质性能对比

	国内硫化锂#批次 1	国内硫化锂#批次 2	国外硫化锂
离子电导率 (mS/cm)	1.58	1.86	2.0
	1.25	2.1	2.0

表 11 三元电解质性能对比

	国内硫化锂#批次 1、2	国内硫化锂#600℃烧	国外硫化锂
	离子电导率 (mS/cm)		
LPSC	7-8	8-9	9-10

经过硫化物电解质性能比对，国内硫化锂制备的二元及三元硫化物电解质的离子电导率都会偏低，批次稳定性更差，对国内硫化物进行 600℃处理后，离子电导率会升高一点。

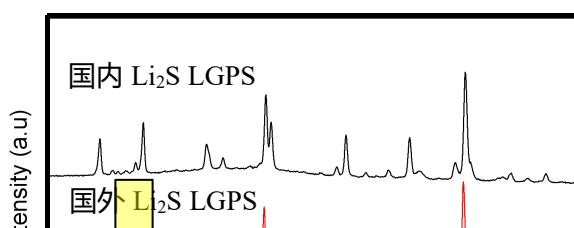


图 4 LGPS 物相对比

经过物相的比对，国内硫化锂所制备的 LGPS 物相与标准物相比对完好，某进口硫化锂在 16° 左右有一个峰，这可能是含有部分 $\text{Li}_{3.25}\text{Ge}_{0.25}\text{P}_{0.75}\text{S}_4$ ，公斤级制备会存在该现象，不影响硫化锂的物相对比结果。

3.2 化学成分对比

表 12 主含量及杂质含量对比

组分	国内硫化锂	国外硫化锂
Li_2S	≥ 99.9	≥ 99.9
K	0.0002	0.0015
Ca	0.0025	0.0035
Na	0.0013	0.0007
Mg	0.0004	0.0003
Al	0.0001	0.0005
Fe	0.0019	0.0012
Si	0.0023	0.0047
Ti	0.0025	0.0004

经过成分比对，国内硫化锂与进口硫化锂的锂、硫及其他杂质的含量水平相近，无明显差异。

综上所述，国内硫化锂与进口硫化锂成分接近，杂质含量无明显差异，XRD 结果主峰位接近，皆无杂相。国内硫化锂制备水平已与基本达到国际先进水平。

4. 产品化学成分的确

江西赣锋锂业集团股份股份有限公司公司于 2024 年 6-10 月组织相关技术人员组成了《电池级硫化锂》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硫化锂的相关技术指标见下表：

表 13 电池级硫化锂化学技术指标

牌号	化学成分（质量分数）/%	
	Li_2S 主含	杂质含量，不大于

	量, 不小于	K	Ca	Na	Mg	Fe	Pb	Zn	Al	Si	Ti
Li ₂ S-1	99.9	0.005	0.005	0.005	0.001	0.005	0.0005	0.001	0.005	0.005	0.04
Li ₂ S-2	99.5	0.020	0.020	0.020	0.002	0.010	0.0010	0.005	0.010	0.010	0.06
注 1: 主含量为 100%减去表中杂质实测值总和的余量											
注 2: 产品类型鉴别: 硫化锂通过 X 射线衍射确定。											

4.1 关于硫化锂主含量的确定

结合国内电池级硫化锂的实际生产水平及下游客户对电池级硫化锂的需求, 经过广泛调研后确定电池级硫化锂分为 Li₂S-1 和 Li₂S-2 两个牌号, 其中, Li₂S-1 的主含量不小于 99.9%, Li₂S-2 的主含量不小于 99.5%。本次制订中引入了对硫化锂产品类型的鉴定检测, 确保产品主体为硫化锂。

4.2 关于杂质元素含量的确定

金属离子是影响电池级硫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, 故我们对金属离子按照不同牌号进行了规定。

4.3 粒度的确定

固态电解质的制备需要具有符合要求的粉体材料。由于粉体材料具有高的锂离子导电性能、粒径分布均匀、单晶发育完好、稳定性极佳等优点, 已经成为固态电池发展的关键点之一, 硫化锂作为固态电池电解质的原料, 对其粒度大小有着严格的要求, 通过对目前主要生产企业和下游客户的要求, 确定电池级硫化锂的粒度要求为 $D_{50} \leq 15 \mu m$ 。

5. 样品测试结果

江苏南京会议后, 根据会议要求, 安排不同厂家对不同样品进行测试, 以验证标准指标的符合性。

5.1 杂质元素的测定

采用电感耦合等离子体发射光谱法测试电池级硫化锂中金属杂质元素含量, 共有 6 家单位测试了 3 种不同的样品, 测试结果见表 14~表 23。

表 14-实际样品测试结果-K

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品 1	赣锋	72.0	72.3	69.7	70.3	73.4	73.2	73.6	71.9	74.3	72.9	74.5	72.55	1.52	2.10

	天齐	82.0	82.0	80.0	83.0	82.0	81.0	83.0	80.0	81.0	83.0	80.0	81.55	1.21	1.49
	瑞福	80.0	83.0	87.0	84.0	83.5	86.4	84.7	85.6	88.4	80.6	85.4	84.42	2.57	3.04
	九岭	75.8	75.5	76.0	78.7	78.2	78.1	77.1	77.3	78.4	78.5	78.6	77.46	1.22	1.58
	新疆有色	80.0	82.0	83.0	86.0	84.0	85.0	87.0	82.0	81.0	86.0	83.0	83.55	2.25	2.70
	银锂	82.0	83.0	81.0	84.0	79.0	83.0	82.0	84.0	78.0	83.0	82.0	81.91	1.92	2.35
样品2	赣锋	19.7	19.1	17.9	19.4	17.7	18.3	18.1	18.4	17.3	18.7	16.5	18.28	0.92	5.05
	天齐	23.0	22.0	22.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	23.0	23.0	22.64	0.50	2.23
	瑞福	13.0	15.0	14.0	21.0	14.0	13.0	15.0	16.0	18.0	21.0	32.0	17.45	5.61	32.14
	九岭	17.7	17.7	17.6	18.7	18.6	18.0	19.8	19.2	19.0	19.3	19.9	18.70	0.84	4.51
	新疆有色	15.7	16.8	16.1	15.7	15.8	16.7	15.7	16.2	16.1	15.8	16.0	16.05	0.39	2.42
	银锂	15.0	15.0	13.0	14.0	15.0	15.0	14.0	15.0	14.0	13.0	14.0	14.27	0.79	5.51
样品3	赣锋	5.1	5.4	5.3	4.8	4.9	4.8	5.2	5.3	5.1	5.2	5.2	5.12	0.20	3.99
	天齐	7.9	8.8	9.4	9.5	8.1	9.2	8.7	8.7	8.5	8.7	9.1	8.78	0.50	5.71
	瑞福	4.0	7.0	5.0	8.0	5.0	7.0	3.0	4.0	2.0	5.0	9.0	5.36	2.16	40.22
	九岭	2.1	2.3	2.1	2.2	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.8	1.98	0.18	9.11
	新疆有色	5.2	5.1	5.1	5.1	5.3	5.4	5.2	5.3	5.1	5.3	5.2	5.21	0.10	2.01
	银锂	7.8	7.8	8.1	8.5	8.2	8.1	7.8	7.7	7.9	7.8	8.2	7.99	0.25	3.09

表 15-实际样品测试结果-Ca

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	59.9	60.2	59.0	56.2	60.9	60.4	59.5	56.7	59.9	59.9	58.6	59.21	1.51	2.55
	天齐	81.0	75.0	74.0	73.0	74.0	71.0	72.0	71.0	72.0	73.0	70.0	73.27	2.97	4.05
	瑞福	63.3	64.0	66.8	71.8	72.8	69.4	70.5	65.5	67.0	67.0	59.9	67.09	3.87	5.77
	九岭	66.9	67.2	67.5	68.5	68.9	68.4	68.0	68.7	68.4	69.2	68.9	68.25	0.76	1.11
	新疆有色	60.0	63.0	90.0	75.0	75.0	65.0	72.0	78.0	85.0	65.0	71.0	72.64	9.31	12.82
	银锂	73.0	77.0	75.0	78.0	77.0	79.0	73.0	76.0	79.0	72.0	76.0	75.91	2.43	3.20
样品2	赣锋	28.3	29.5	33.6	35.9	27.6	29.3	32.9	35.2	28.1	29.6	33.2	31.21	3.00	9.63
	天齐	38.0	39.0	38.0	39.0	39.0	38.0	38.0	38.0	38.0	39.0	38.0	38.36	0.50	1.32
	瑞福	27.2	26.0	23.3	38.8	35.6	21.7	20.6	19.4	21.5	19.9	18.9	24.81	6.69	26.99
	九岭	35.9	35.7	35.5	35.5	35.3	35.2	35.3	35.4	35.7	35.6	35.8	35.54	0.22	0.63
	新疆有色	32.0	25.0	28.0	32.0	25.0	27.0	30.0	22.0	28.0	25.0	29.0	27.55	3.14	11.41
	银锂	37.0	38.0	39.0	39.0	39.0	38.0	39.0	37.0	36.0	38.0	39.0	38.09	1.04	2.74
样品3	赣锋	40.0	41.2	41.5	39.1	39.5	38.5	42.1	41.6	42.5	39.4	40.2	40.51	1.33	3.29
	天齐	45.0	46.3	45.2	46.1	45.6	41.5	49.5	48.4	42.6	48.2	47.2	45.96	2.41	5.24
	瑞福	41.7	42.1	43.6	40.1	39.5	41.2	42.7	43.2	39.6	38.9	39.6	41.11	1.66	4.03

	九岭	40.5	40.2	39.9	40.1	40.0	40.0	40.1	40.0	40.2	40.0	40.1	40.10	0.16	0.40
	新疆有色	51.0	29.0	26.0	60.0	56.0	35.0	45.0	52.0	27.0	35.0	35.0	41.00	12.23	29.83
	银锂	42.0	45.0	43.0	46.0	43.0	43.0	41.0	47.0	46.0	45.0	44.0	44.09	1.87	4.24

表 16-实际样品测试结果-Na

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品 1	赣锋	234.1	231.2	230.9	230.7	231.4	232.8	231.8	230.5	232.1	231.4	239.0	232.35	2.43	1.05
	天齐	230.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.0	220.91	3.02	1.36
	瑞福	230.0	230.0	250.0	270.0	240.0	270.0	230.0	220.0	190.0	200.0	190.0	229.09	28.09	12.26
	九岭	235.7	233.4	234.2	234.7	236.3	236.9	235.7	235.9	234.9	233.9	234.6	235.10	1.07	0.46
	新疆有色	230.0	237.0	236.4	235.4	231.5	236.5	234.8	231.9	236.5	234.1	236.8	234.63	2.45	1.04
	银锂	218.0	224.0	222.0	231.0	229.0	224.0	223.0	226.0	224.0	227.0	226.0	224.91	3.51	1.56
样品 2	赣锋	69.2	68.6	68.1	71.4	67.8	68.8	67.5	70.9	67.5	68.9	67.1	68.71	1.38	2.00
	天齐	82.0	82.0	80.0	81.0	81.0	81.0	80.0	80.0	79.0	81.0	80.0	80.64	0.92	1.15
	瑞福	80.0	86.0	82.0	83.0	76.0	70.0	85.0	76.0	69.0	79.0	80.0	78.73	5.57	7.07
	九岭	84.8	84.1	84.7	83.1	83.7	83.7	82.0	82.7	82.1	82.1	82.9	83.27	1.01	1.21
	新疆有色	73.0	74.0	75.0	75.0	73.0	74.0	72.0	71.0	75.0	76.0	75.0	73.91	1.51	2.05
	银锂	78.0	82.0	81.0	83.0	81.0	77.0	82.0	81.0	78.0	83.0	81.0	80.64	2.06	2.56
样品 3	赣锋	35.2	35.1	34.6	33.4	36.2	34.2	35.6	34.8	34.6	35.3	35.3	34.94	0.74	2.13
	天齐	38.0	39.0	39.1	38.2	38.5	38.4	37.4	36.9	39.6	39.2	37.1	38.75	0.62	1.60
	瑞福	22.0	27.0	30.0	41.0	27.0	40.0	39.0	43.0	28.0	37.0	47.0	34.64	8.12	23.43
	九岭	17.5	16.6	18.7	20.5	20.9	20.0	20.6	20.5	20.0	20.1	20.0	19.58	1.41	7.20
	新疆有色	29.0	23.0	13.0	18.0	26.0	13.0	22.0	18.0	21.0	25.0	27.0	21.36	5.39	25.23
	银锂	31.0	29.0	32.0	31.6	31.3	31.5	31.2	32.4	30.3	30.5	29.6	30.40	1.36	4.46

表 17-实际样品测试结果-Mg

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品 1	赣锋	6.2	6.1	6.1	5.8	6.1	6.2	6.0	5.9	6.2	6.1	6.0	6.06	0.12	1.97
	天齐	13.0	13.0	13.0	12.0	13.0	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.82	0.40	3.16
	瑞福	13.7	24.5	13.3	14.0	14.3	13.6	13.7	13.1	13.7	12.9	13.4	14.56	3.32	22.79
	九岭	6.4	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.4	6.5	6.4	6.44	0.04	0.67
	新疆有色	12.0	11.0	11.0	12.0	10.0	11.0	12.0	13.0	11.0	15.0	11.0	11.73	1.35	11.50
	银锂	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.82	0.40	3.16
样品 2	赣锋	16.1	17.2	16.7	16.7	16.1	17.2	16.7	16.7	16.7	17.2	16.7	16.73	0.38	2.29

	天齐	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	14.0	14.0	14.0	15.0	15.0	14.73	0.47	3.17
	瑞福	11.8	12.4	12.9	13.6	10.0	10.0	12.9	11.5	12.1	11.3	11.4	11.81	1.14	9.69
	九岭	14.8	14.6	14.9	14.2	14.6	14.5	14.8	14.2	14.7	14.2	14.9	14.58	0.28	1.89
	新疆有色	12.0	8.8	13.0	10.0	11.0	9.8	10.0	10.0	10.0	8.7	13.0	10.57	1.50	14.21
	银锂	14.0	15.0	13.0	15.0	14.0	15.0	14.0	15.0	13.0	14.0	15.0	14.27	0.79	5.51
样品3	赣锋	11.5	11.2	11.3	10.9	10.8	10.8	11.2	10.9	11.3	11.1	10.9	11.08	0.24	2.13
	天齐	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.00	0.00	0.00
	瑞福	5.1	5.4	5.3	5.5	5.3	3.5	4.7	3.3	7.4	7.0	7.9	5.49	1.46	26.61
	九岭	11.8	12.4	11.6	11.8	11.4	11.9	12.4	12.8	12.4	11.5	11.2	11.93	0.51	4.24
	新疆有色	11.0	14.9	14.3	19.7	16.8	14.6	19.3	18.3	19.2	17.7	19.7	16.86	2.83	16.79
	银锂	11.0	12.0	11.0	12.0	12.0	11.0	12.0	12.0	12.0	11.0	12.0	11.64	0.50	4.34

表 18-实际样品测试结果-Fe

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	55.5	55.1	54.7	53.2	54.9	55.3	54.9	53.3	55.4	55.2	54.3	54.72	0.80	1.46
	天齐	61.0	60.0	59.0	59.0	60.0	60.0	59.0	60.0	60.0	60.0	60.0	59.82	0.60	1.01
	瑞福	61.7	62.0	68.3	64.7	67.1	61.8	63.9	60.2	62.7	62.1	62.3	63.35	2.46	3.89
	九岭	54.1	54.6	54.6	55.2	55.2	54.9	54.7	55.2	54.8	55.4	54.7	54.86	0.37	0.67
	新疆有色	65.0	68.0	71.0	95.0	68.0	62.0	72.0	72.0	88.0	75.0	63.0	72.64	10.2 6	14.12
	银锂	55.0	61.0	57.0	53.0	56.0	57.0	59.0	56.0	61.0	58.0	54.0	57.00	2.61	4.57
样品2	赣锋	31.1	37.6	34.0	31.5	30.6	37.7	33.9	31.4	30.8	37.9	33.6	33.65	2.89	8.59
	天齐	37.0	35.0	30.0	32.0	32.0	32.0	31.0	32.0	33.0	32.0	32.0	32.55	1.92	5.89
	瑞福	32.8	33.1	40.3	27.7	35.5	30.4	37.4	33.9	31.8	30.3	25.4	32.60	4.23	12.99
	九岭	32.0	31.8	31.8	31.9	31.8	31.6	31.9	32.0	32.1	32.1	32.3	31.93	0.21	0.65
	新疆有色	38.0	31.0	35.0	32.0	31.0	33.0	34.0	37.0	35.0	33.0	33.0	33.82	2.27	6.72
	银锂	32.0	35.0	34.0	32.0	33.0	34.0	35.0	32.0	34.0	32.0	34.0	33.36	1.21	3.61
样品3	赣锋	24.3	25.1	24.8	24.7	23.9	23.6	24.4	24.8	23.8	23.9	24.3	24.33	0.49	2.00
	天齐	25.0	25.0	25.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	25.73	0.47	1.82
	瑞福	29.6	29.7	21.6	25.6	21.6	21.7	24.1	20.4	23.3	22.1	25.2	24.08	3.19	13.24
	九岭	20.2	20.4	20.3	20.4	20.4	20.4	20.5	20.5	20.5	20.6	20.6	20.46	0.10	0.47
	新疆有色	23.0	20.0	16.0	27.0	18.0	15.0	21.0	25.0	15.0	19.0	15.0	19.45	4.20	21.61
	银锂	23.0	22.0	24.0	25.0	25.0	24.0	23.0	22.0	23.0	25.0	24.0	23.64	1.12	4.74

表 19-实际样品测试结果-Pb

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/	/
	天齐	0.8	0.6	1.2	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	1.2	1.3	1.0	0.97	0.21	21.47
	瑞福	0.5	0.6	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.53	0.13	24.13
	九岭	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/	/
	新疆有色	0.4	0.1	0.3	0.1	0.5	0.4	0.1	0.3	0.1	0.5	0.2	0.27	0.16	59.33
	银锂	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.77	0.05
样品2	赣锋	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/	/
	天齐	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.3	0.4	0.7	0.6	0.7	0.52	0.13	24.80
	瑞福	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.55	0.07	12.61
	九岭	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/	/
	新疆有色	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.15	0.05	33.79
	银锂	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.37	0.04
样品3	赣锋	0.8	0.9	1.1	0.8	0.7	1.2	0.9	0.9	1.1	1.2	0.9	0.95	0.17	17.76
	天齐	1.3	1.1	1.1	1.4	1.4	1.3	1.3	1.7	1.4	1.0	1.6	1.33	0.21	15.84
	瑞福	0.6	0.3	0.4	0.5	0.6	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.50	0.11	21.91
	九岭	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	/	/	/
	新疆有色	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.25	0.08	32.2
	银锂	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	0.04

表 20-实际样品测试结果-Zn

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	4.8	4.8	5.5	4.9	4.8	4.8	5.2	4.9	4.9	4.9	5.2	4.97	0.24	4.76
	天齐	12.0	10.0	9.8	9.6	9.6	9.7	9.8	9.7	9.9	9.8	9.9	9.98	0.68	6.82
	瑞福	12.9	13.4	12.9	13.1	13.0	13.1	13.4	12.7	12.9	13.1	13.0	13.05	0.21	1.62
	九岭	5.2	5.2	5.2	5.4	5.3	5.3	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.23	0.07	1.26
	新疆有色	5.3	5.2	5.2	5.3	5.7	5.3	5.2	5.2	5.3	5.7	6.2	5.42	0.32	5.88
	银锂	9.2	8.9	9.3	9.2	9.1	8.7	9.5	9.4	9.4	9.1	8.7	9.14	0.27	2.99
样品2	赣锋	3.2	4.5	4.4	4.0	3.1	4.5	4.3	4.0	3.1	4.4	4.5	4.00	0.58	14.37
	天齐	3.2	3.4	3.3	3.4	3.4	3.4	3.3	3.4	3.3	3.3	3.3	3.34	0.07	2.02
	瑞福	3.3	3.8	2.9	2.1	2.6	1.6	1.4	1.3	1.6	1.3	1.6	2.14	0.88	41.14
	九岭	0.6	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.53	0.02	4.54
	新疆有色	1.5	1.1	1.3	1.1	1.4	1.2	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.25	0.18	13.97
	银锂	2.5	2.7	2.6	2.7	2.6	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.63	0.06

样品3	赣锋	3.2	3.3	3.1	2.9	2.8	2.8	3.1	3.3	3.2	2.9	2.8	3.04	0.20	6.63
	天齐	6.2	6.1	5.8	5.9	5.8	6.0	6.0	6.1	6.2	5.9	5.8	5.98	0.15	2.57
	瑞福	2.4	2.2	2.3	2.5	2.3	1.5	2.5	1.4	3.9	3.7	4.1	2.62	0.91	34.58
	九岭	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.27	0.04	3.12
	新疆有色	3.3	2.4	2.2	4.3	2.8	3.3	2.4	2.2	4.3	2.8	2.8	2.98	0.75	25.27
	银锂	6.6	6.8	6.7	6.9	7.7	7.2	6.9	6.5	6.8	7.7	7.5	7.03	0.43	6.14

表 21-实际样品测试结果-AI

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	158.8	157.8	156.9	155.4	157.0	158.0	157.2	155.7	157.8	157.9	155.4	157.08	1.16	0.74
	天齐	160.0	170.0	170.0	170.0	160.0	160.0	160.0	170.0	160.0	160.0	160.0	163.64	5.05	3.08
	瑞福	165.9	162.0	169.1	173.9	171.5	167.5	168.8	168.7	161.4	164.5	163.5	166.98	3.93	2.36
	九岭	165.8	166.3	167.4	169.6	170.3	169.3	168.8	170.0	169.1	170.9	170.4	168.91	1.68	1.00
	新疆有色	160.0	170.0	150.0	163.0	152.0	153.1	156.4	162.4	154.8	165.8	154.2	158.34	6.35	4.01
	银锂	167.0	171.0	166.0	174.0	162.0	168.0	165.0	169.0	164.0	173.0	168.0	167.91	3.70	2.20
样品2	赣锋	11.1	13.7	10.7	10.5	10.8	13.8	10.8	10.2	11.1	13.9	10.7	11.57	1.45	12.51
	天齐	11.0	11.0	12.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.09	0.30	2.72
	瑞福	12.0	12.5	12.6	11.4	10.9	14.9	9.1	8.3	9.3	9.1	9.0	10.83	2.06	18.99
	九岭	10.7	10.7	10.8	10.8	10.5	10.5	10.4	10.6	10.6	10.6	10.8	10.64	0.13	1.22
	新疆有色	17.0	12.0	17.0	12.0	17.0	7.9	17.0	12.0	8.9	12.0	7.8	12.78	3.71	28.99
	银锂	10.0	11.0	11.0	10.0	11.0	11.0	12.0	11.0	11.0	11.0	11.0	10.91	0.54	4.94
样品3	赣锋	7.1	7.3	7.8	6.8	6.8	7.0	7.2	7.4	6.9	6.9	7.3	7.14	0.30	4.26
	天齐	8.5	8.7	8.9	8.7	8.9	8.7	9.0	9.0	8.9	8.9	9.0	8.84	0.16	1.84
	瑞福	6.6	6.6	6.7	7.0	6.4	6.5	6.5	6.3	6.9	6.8	6.7	3.20	1.50	46.96
	九岭	6.8	6.5	7.0	7.1	7.1	6.8	6.6	6.6	6.5	6.9	7.0	7.00	0.17	2.47
	新疆有色	10.0	8.6	11.0	8.4	7.2	1.0	8.6	11.0	8.8	8.2	9.2	8.36	2.71	32.35
	银锂	6.2	6.7	7.3	7.6	7.8	6.9	7.9	6.9	7.3	7.4	6.9	7.17	0.51	7.08

表 22-实际样品测试结果-Si

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	2725.2	2739.2	2560.7	2531.1	2709.5	2658.3	2485.6	2720.2	2475.8	2492.4	2555.3	2604.84	106.32	4.08
	天齐	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	>4500	/	/	/
	瑞福	2683.5	2482.2	2081.9	1938.5	2155.7	2381.1	2248.6	2123.1	2261.2	2475.7	2396.4	2293.45	214.72	9.36
	九岭	2215.7	2174.9	2178.7	2148.7	2132.0	2142.7	2128.5	2138.3	2128.4	2131.5	2133.7	2150.27	27.95	1.30
	新疆有色	2370.0	3630.0	1580.0	2420.0	2290.0	2320.0	2750.0	3120.0	3158.0	2480.0	2690.0	2618.91	546.25	20.86

	银锂	2980.0	3210.0	3320.0	2920.0	3130.0	3080.0	3150.0	3090.0	3060.0	3030.0	3020.0	3090.00	110.91	3.59
样品2	赣锋	29.4	28.6	29.5	28.3	28.0	27.4	28.6	27.1	28.6	27.3	28.5	28.04	0.84	2.99
	天齐	28.0	28.0	28.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	28.0	27.0	27.36	0.50	1.84
	瑞福	29.1	27.6	29.6	30.1	31.5	29.0	28.1	28.5	29.0	31.4	29.7	29.43	1.41	4.78
	九岭	25.0	25.4	25.3	25.5	25.4	25.8	25.9	25.9	26.1	26.2	25.9	25.74	0.32	1.23
	新疆有色	25.1	21.6	22.4	28.4	21.6	22.4	23.6	28.4	26.1	23.4	21.6	24.05	2.59	10.78
	银锂	30.0	29.0	27.0	28.0	29.0	28.0	29.0	30.0	27.0	29.0	28.0	28.55	1.04	3.63
样品3	赣锋	28.1	28.1	27.6	27.4	28.9	28.4	28.0	27.1	27.9	27.4	27.6	27.86	0.51	1.85
	天齐	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.00	0.00	0.00
	瑞福	25.7	24.0	25.6	25.0	25.8	24.6	33.2	22.6	25.8	25.8	24.9	25.73	2.67	10.37
	九岭	21.1	20.1	20.1	19.7	19.7	20.1	19.9	19.9	19.7	19.9	19.9	20.01	0.38	1.91
	新疆有色	35.1	31.5	34.6	36.4	31.7	38.9	36.4	31.4	34.1	31.4	34.0	34.14	2.49	7.29
	银锂	29.0	31.0	33.0	34.0	33.0	34.0	35.0	31.0	32.0	33.0	34.0	32.64	1.75	5.36

表 23-实际样品测试结果-Ti

单位: ppm	测试单位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	平均值	S	RSD
样品1	赣锋	5.1	5.2	4.9	4.8	4.8	5.2	5.3	5.0	4.9	4.6	4.8	4.96	0.22	4.35
	天齐	3.3	3.2	3.3	3.1	3.4	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.24	0.08	2.50
	瑞福	7.2	7.3	7.1	7.1	7.3	7.2	6.9	6.8	6.7	6.9	7.0	7.05	0.20	2.86
	九岭	5.2	5.1	5.4	4.8	4.8	5.2	4.9	4.9	5.1	5.0	5.2	5.05	0.19	3.79
	新疆有色	7.2	7.1	7.3	6.8	6.9	6.8	7.0	7.3	6.9	7.2	7.3	7.07	0.20	2.83
	银锂	2.7	2.9	2.5	2.8	2.9	2.9	3.0	2.9	3.0	2.8	3.1	2.86	0.16	5.69
样品2	赣锋	68.0	70.1	60.0	62.9	65.6	71.7	65.5	63.0	67.0	71.4	65.4	66.41	3.70	5.57
	天齐	80.3	80.2	79.2	80.6	78.4	78.6	82.1	81.0	82.3	79.0	79.6	80.12	1.32	1.64
	瑞福	83.8	88.2	93.2	78.8	77.6	89.4	101.1	93.0	92.8	90.7	90.0	88.96	6.78	7.63
	九岭	81.7	81.4	81.0	80.9	80.4	80.5	80.7	81.2	81.5	81.8	81.8	81.18	0.54	0.67
	新疆有色	77.0	77.0	76.0	77.0	77.0	76.0	76.0	77.0	76.0	76.0	75.0	76.36	0.67	0.88
	银锂	87.0	86.0	89.0	85.0	86.0	89.0	88.0	85.0	86.0	88.0	86.0	86.82	1.47	1.69
样品3	赣锋	150.0	152.3	153.4	149.6	148.5	147.6	148.5	149.2	148.2	149.8	151.7	149.89	1.84	1.23
	天齐	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.00	0.00	0.00
	瑞福	151.3	154.5	168.9	164.1	158.7	144.6	157.2	142.2	160.2	159.3	140.2	154.65	9.19	5.94
	九岭	173.0	171.3	171.7	172.4	171.8	171.5	171.6	170.4	171.5	170.5	171.0	171.52	0.75	0.44
	新疆有色	140.0	120.0	160.0	130.0	140.0	130.0	130.0	120.0	140.0	150.0	170.0	139.09	15.78	11.35
	银锂	158.0	163.0	161.0	165.0	162.0	161.0	164.0	159.0	156.0	156.0	163.0	160.73	3.10	1.93

从测试结果来看，除样品 1 的个别指标外，目前市面上的主流硫化锂产品基本能满足两个牌号的要求，且采用附录 B 《电池级硫化锂中钠、钾、钙、镁、铁、铅、锌、铝、硅、钛含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法》测定硫化锂杂质元素，基本都符合测试要求。

5.2 粒度测试结果

根据指标要求，测试了样品的粒度 D_{50} ，单位为 μm ，结果如表 24 所示。

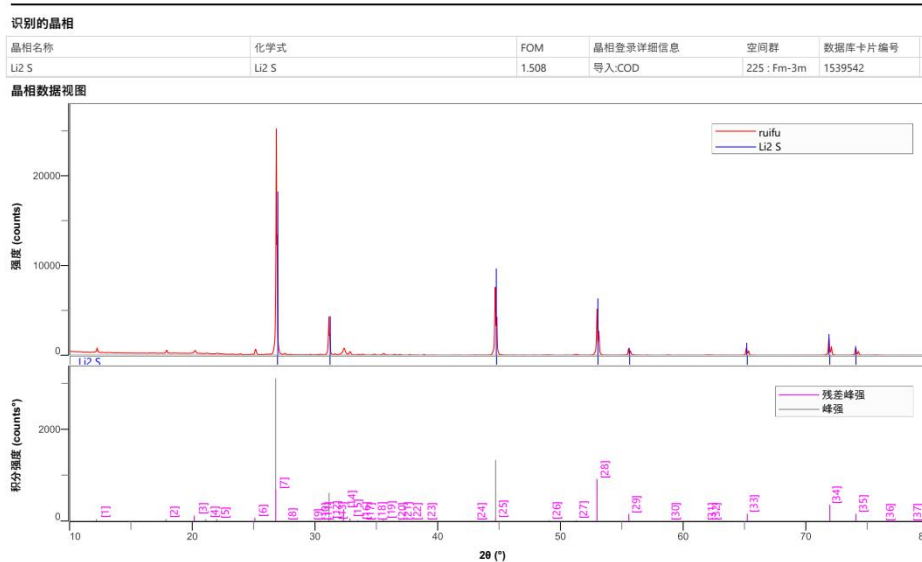
表 24 样品 D_{50} 粒度测试结果

	赣锋	天齐	瑞福	九岭
样品 1	16.42	19.28	22.81	24.04
样品 2	12.05	12.64	13.34	14.31
样品 3	/	4.27	6.72	6.56

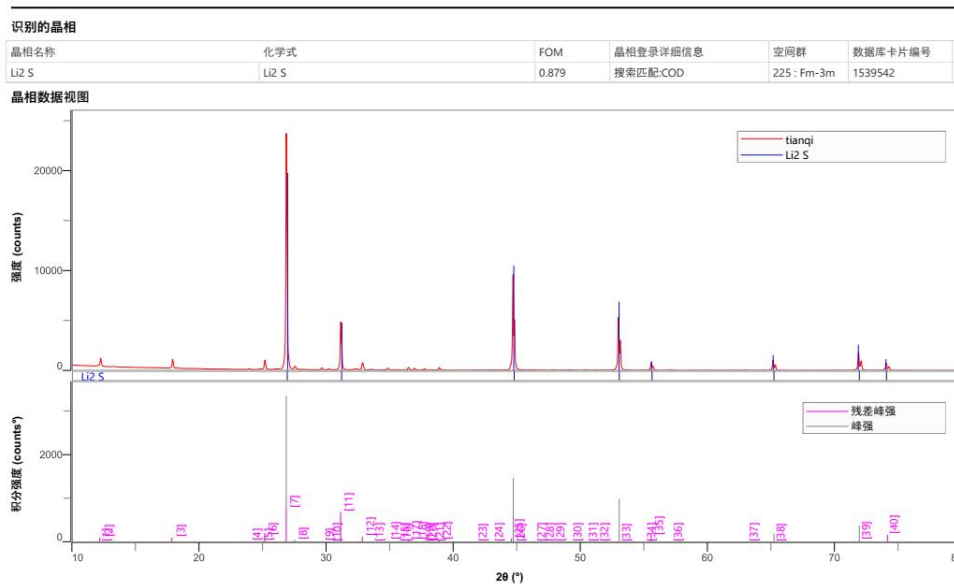
样品 2 和样品 3 能较好的满足粒度要求，但样品 1 的 D_{50} 结果偏大。

5.3 XRD 测试结果

样品 1 峰强度 (counts) : 23441



样品 2 峰强度 (counts) : 21691



从上述结果可以看出，样品 1 和样品 2 的测试结果较为一致，纯度越高的硫化锂，峰强度越高，XRD 可以用于对硫化锂产品的鉴别。

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

目前的锂离子电池大多采用易燃的有机溶剂作为电解液，易燃的电解液加上电池短路或其它原因引发的热失控是造成电池起火和爆炸的主要原因。电动汽车、储能等领域对大容量锂离子电池的需求逐年上升，随着锂离子电池容量的增大，安全问题将愈发严重。因此，大容量高比能锂离子电池的安全性及稳定性更需要关注。传统的锂离子电池无论从能量密度还是安全性的角度都不能满足当前应用的需求，因此探索性能更加优异的电池体系迫在眉睫。相比于液态电池，固态电池由于其极高的安全性和更高的能量密度及功率密度潜力，被认为是极具应用前景的下一代电池技术，固态电池可以从根本上解决现有液态电解质锂离子电池的安全性问题。固态电解质是固态电池的核心，它负责电池内部离子的传输。同时，它也扮演液态电池中隔膜的角色，阻隔电池正负极，固态电解质的性质会直接影响固态电池的电化学性能。应用于固态电池的固态电解质材料主要分为聚合物固体电解质、氧化物固体电解质、卤化物固体电解质和硫化物固体电解质。其中硫化物固体电解质由于具有高离子电导率、合适的电化学窗口以及较好的力学性能而受到广泛关注。

目前，硫化锂的生产和消费区域主要是中国和北美，2023 年全球硫化锂市场销售额达到了 0.07 亿美元，预计到 2030 年将达到 1.38 亿美元，年复合增长率(CAGR)为 52.4%。在国内，硫化锂的生产和应用也呈现出快速增长的趋势，中国市场在过去几年变化较快，2023 年市场规模为百万美元，预计到 2030 年将达到一定的规模，全球占比也将逐步提升。从产品类别来看，99.9%纯度的硫化锂占有大约 74%的份额，而硫化物固体电解质是最大的下游

领域，占有大约 88%的份额。这表明硫化锂在固态电解质领域的应用较为广泛。而目前国内并未有硫化锂相关标准，特别是电池领域硫化锂的相关标准，为了保证硫化锂批量生产的质量、规范硫化锂产品市场、确保其质量稳定性，急需制定硫化锂产品行业标准。

2.项目的可行性简述

目前国内生产电池级硫化锂厂家有江西赣锋锂业集团股份有限公司、山东瑞福、杭州凯亚达等企业都在进行电池级硫化锂的研发和生产。

江西赣锋锂业集团股份有限公司拥有企业自主研发并建设的电池级硫化锂生产线，现有电池级硫化锂产能约 10 吨。产品质量处于行业领先水平。

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。

本次《电池级硫化锂》的制订，结合了最新的生产企业及下游客户的要求进行，代表了最新的生产技术水平，为编制组制订《电池级硫化锂》行业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

本标准规定的技术指标体现了电池级硫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，对于电池级硫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。

电池级硫化锂标准的制定并实施，将进一步促进电池级硫化锂在锂电行业，尤其是固态电池行业中的应用，同时对提高产品质量，促进电池级硫化锂生产行业技术进步，提升我国在锂动力电池领域的科技创新能力和市场竞争力具有重要意义，而电池级硫化锂的推广也将全面提高我国锂动力电池安全性与循环寿命，促进我国新能源汽车的推广与应用，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。本标准属于电池级硫化锂专业基础标准，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硫化锂的一般要求，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，对电池级硫化锂的一般要求进行了约定，对特殊行业用电池级硫化锂有特殊要求时，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

无。

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 20001.10-2014《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
《电池级硫化锂》行业标准编制小组
2025年4月