

《锂及锂合金负极材料》
(讨论稿)

编制说明

《锂及锂合金负极材料》编制组

主编单位：浙江锋锂新能源科技有限公司

2026年3月25日

1. 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）

2025年12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2025年第五批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2025〕528号），有色金属行业标准《锂及锂合金负极材料》计划号为：2025-1740T-YS，列入2025年第五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，由浙江锋锂新能源科技有限公司牵头起草修订，完成年限2026年。

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

浙江锋锂新能源科技有限公司隶属于江西赣锋锂电科技股份有限公司，成立于2017年12月，注册资本2.5亿元人民币，主要从事高安全、高能量密度固态锂电池的研发、生产、销售和技术服务。公司技术研发基础扎实、产品技术先进性突出，是国际先进、国内领先的高比能固态动力电池研发及生产企业。先后荣获国家高新技术企业、浙江省企业研究院、宁波市专精特新中小企业、宁波市2023年度优势成长企业、宁波市2024年高质量企业鲲鹏创新中心等荣誉称号。公司在国防科工局等单位指导主办的军民融合领域全国性大赛中荣获2025年军民两用技术创新应用大赛金奖。在国家工业和信息化部牵头组织的2025年第十届“创客中国”中小企业创新创业大赛低空经济专题总决赛中获一等奖，全国总决赛二等奖。

目前浙江锋锂已形成来自行业顶尖企业、科研机构的研发人员组成的260余人的科研团队，拥有国家及省级以上高层次人才6名，博士19名，其中硕士及以上学历近40%，核心研发人员均拥有15年固态电池研发经验，并且与中国科学院宁波材料技术与工程研究所共建“固体电解质材料工程中心”；与中国航天集团

上海空间电源研究所共建“固态电池联合实验室”，共同进行固态电池及材料的研究工作。公司年研发投入5000万以上，围绕固态电池及其材料相关课题研究。先后承担和参与国家科技部重点研发计划项目3项，国家发改委项目1项，国家工信部项目2项，甬江引才项目2项，其他省市级科技项目3项。围绕固态锂动力电池相关技术，取得丰富的研究成果。迄今已申请国家专利超过300余项，获授权中国和国际专利183项，其中国际专利22项，国内发明专利103项。公司突破LATP电解质量产技术及LLZO、LPSC等关键材料瓶颈，同时凭借赣锋锂业的产业链闭环优势，实现从锂矿开采到电芯制造的全链条技术自主可控，尤其在金属锂负极、柔性固态隔膜等核心材料上建立起产业化领先地位。完成了省级6项新产品的开发，并通过了工业新产品认证，经同行专家评议认定其中3项达国际领先、1项国际先进、2项国内领先，其中FL-3C飞行动力高比能锂电池电源新品获批国内首台套。这种“资源-研发-产业”三位一体的技术来源体系，推动其锂电池能量密度突破450Wh/kg，并通过针刺、枪击等极端安全测试，成为国内高比能电池技术产业化的标杆企业。

2.2. 其他主要参编单位简介（排名不分前后）

2.2.1 宜春赣锋锂业有限公司

宜春赣锋锂业有限公司成立于2008年，位于江西省宜春市经济技术开发区，系江西赣锋锂业集团股份有限公司全资子公司，是一家集金属锂及锂材产品研发、生产、经营、销售于一体的国家级专精特新“小巨人”企业、高新技术企业。拥有电池级金属锂锭、锂带、锂片、锂粒子及铝锂合金、锂硼合金、锂硅合金等系列合金产品。

宜春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。

2.2.2 天津中能锂业有限公司

天津中能锂业有限公司成立于2006年，是国家级高新技术企业，主营业务为锂电池电极材料及相关产品的研究、开发、生产和销售。公司坚持以技术创新为驱动，与十余项国际顶尖的科研院所开展深入的产学研合作，在推动锂离子电池预锂化技术及锂金属二次负极材料的产业化方面已取得突出成果。秉承高水平、

高效率服务于全球用户的宗旨，公司根据锂动力电池、储能电池、消费电子电池制造企业的需求特点，以定制化服务，提供预锂化技术整体解决方案。

天津中能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。

2.2.3 重庆天齐锂业有限责任公司

天齐锂业（002466.SZ/9696.HK）是全球领先的锂业巨头之一，专注于锂矿资源开发、锂化合物及电池材料生产。其子公司重庆天齐锂业有限责任公司专注于高纯锂及锂合金负极材料的研发与生产，拥有自主知识产权的熔融轧制技术，产品应用于锂一次电池、锂金属电池、固态电池等领域，具备Li-Mg、Li-Al等锂合金熔炼中试线及超薄超宽锂带制备中试线。

重庆天齐锂业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。

2.2.4 中国科学院长春应用化学研究所

中国科学院长春应用化学研究所是集基础研究、应用研究及高技术创新与一体的综合性化学研究机构。研究所紧密围绕国家战略需求，依托高分子科学、稀土资源利用和电分析化学等优势学科，在先进材料、能源储存及生态环境领域积累深厚学术底蕴和工程化经验。高能化学电源课题组立足于研究所先进能源材料研究平台，致力于下一代高比能锂金属电池开发，重点开展锂及锂合金负极材料设计与研发，为高能化学电源的产业化应用提供关键技术支撑。

中国科学院长春应用化学研究所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。

2.2.5 合肥国轩高科动力能源有限公司

国轩高科股份有限公司主营磷酸铁锂材料及电芯、三元材料及电芯、动力电池组、储能电池组及电池管理系统等，产品广泛应用于乘用车、商用车、专用车等新能源汽车领域，并为储能客户提供绿色能源系统解决方案。公司研发投入占比多年超10%，在全球布局八大研发中心、四大验证平台，研发人员突破7000人，

创造了10000多项覆盖电池全产业链的全球专利技术，构建从电池原料的矿产开采、材料生产、电池制造、产品应用，再到电池回收利用的垂直一体化产业链，是全球极少数拥有全产业链制造能力的电池企业之一。

合肥国轩高科动力能源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。

2.2.6盛新锂能集团股份有限公司

盛新锂能集团股份有限公司（以下简称“公司”）成立于1997年，2008年在深交所上市（证券代码：002240），注册资本9.21亿元，注册地位于四川省成都市。

目前公司拥有控股子公司40+家，主要从事锂电新能源材料业务，包括锂矿采选、基础锂盐（碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂）和金属锂的生产和销售。主要分布在四川、广东、印度尼西亚、阿根廷、津巴布韦、刚果等地。公司已建有六大锂产品生产基地：四川致远锂业有限公司、遂宁盛新锂业有限公司、遂宁盛新锂业科技有限公司、遂宁盛景锂业有限公司、印尼盛拓锂能有限公司、四川盛威锂业有限公司。公司已建成锂盐年产能13.7万吨和金属锂年产能500吨；锂盐产能规模位居世界前列。

盛新锂能集团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。

2.2.7中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司

中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司（以下简称“中汽研新能源”）作为行业技术归口单位和国家政府主管部门的技术支撑机构，以独立、公正的定位，协助政府开展汽车行业标准与技术法规制定、产品认证检测、相关服务和科学研究工作。实验室是中国实验室国家认可委员会认可实验室（L1635），是国家工信部动力电池强检认证测试单位，最先进的第三方测试平台，并且拥有国际领先的先进测评技术团队，电池实验室在职人员60余人，其中博士5人、硕士19人，具有丰富的动力电池测试评价经验，能够完成电性能各种工况测试，在动力

电池关键材料测试表征能力方面，具备元素分析、形貌表征、界面测试及系统化热特性分析平台。

中汽研新能源汽车检验中心(天津)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。

2.2.8雅化锂业（雅安）有限公司

雅化锂业（雅安）有限公司成立于2017年9月，是雅化集团全资子公司，专注于氢氧化锂、碳酸锂、磷酸锂、硫化锂、金属锂等锂系列产品的研发、生产和销售，生产基地坐落于雅安经济技术开发区。公司现具备锂盐产品综合产能12万吨，产品应用于特斯拉、比亚迪等新能源汽车动力电池领域，具有连续化、无尘化智能生产线，能耗水平行业领先。公司2022年获评国家工业产品绿色设计示范企业，截止2024年，通过“智改数转”实现生产效率提升30%，数字化转型水平达L3评级，并入选国家工业互联网平台贯标试点。

雅化锂业（雅安）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。

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。

表 1 标准主要起草人及工作职责

序号	起草人姓名	工作职责
1		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		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		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，参与锂及锂合金产品调研、技术参数确定等

3. 主要工作过程

3.1. 立项阶段

2024年9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《锂及锂合金负极材料》项目建议书。

2025年4月在云南昆明召开的有色标准项目论证会暨制修订工作会议上通过专家论证。

2025年12月12日，工业和信息化部印发2025年第五批行业标准制修订和英文版项目计划的通知（工信厅科函〔2025〕528号），行业标准《锂及锂合金负极材料》立项成功。

3.2. 起草阶段

本标准依据我国锂及锂合金负极材料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，同时兼顾全国锂及锂合金负极材料生产厂家的现状。

1) 2025年12月成立标准编制组，并明确了工作的职能和任务。

2) 2026年1月~2026年2月对锂及锂合金负极材料相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) 2026年3月根据锂及锂合金负极材料的相关资料进行分析和总结，形成了《锂及锂合金负极材料》的征求意见稿。

3.3. 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《锂及锂合金负极材料》文本进行了广泛的征求意见。

2026年4月8日，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在浙江省衢州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《锂及锂合金负极材料》进行了讨论。

二、标准编制原则

1. 标准完全按照GB/T 1.1-2020的要求编写；
2. 标准符合行业发展和市场需要，遵循科学性、统一性、适用性、可操作性原则，编制适用于锂及锂合金负极材料的标准，满足锂及锂合金负极产品的质量检验和验收需求。
3. 编制过程中参考了以下文件：
 - a) GB 190-2009 危险货物包装标志
 - b) GB/T 191—2008 棒状储运图示标志
 - c) GB/T 22638.11-2023 铝箔试验方法 第11部分：力学性能的测试
 - d) GB 12268 危险货物物品名表

GB/T 20919-2018 电子数显外径千分尺

GB/T 20931 (所有部分) 锂化学分析方法

GB/T 21389 游标、带表和数显卡尺

GB/T 26125-2011电子电气产品 六种限用物质(铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚)的测定

GB/T 26497-2022 电子天平

GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

JT 617 危险货物道路运输规则

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 根据国内锂及铝合金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 产品介绍

锂及铝合金负极材料，是指以金属锂单质为基础活性组分，或由锂元素与一种及以上金属/类金属元素通过物理或化学方式复合、合金化所形成的，用于锂电池负极的一类电极材料。

锂金属负极因其高理论比容量(3860 mAh/g)和低电化学电位(-3.04V vs.SHE)被认为是下一代高能量密度电池的理想负极材料。早在20世纪60年代，锂金属负极就得到了初步应用，然而，锂枝晶及其带来的安全隐患问题极大地阻碍了锂金属电池的发展。近年来，广大研究学者们通过电解液优化、使用固态电解质、界面改性、三维集流体设计以及合金化等策略极大地改善了锂金属负极的锂枝晶和安全问题，锂金属负极逐渐被应用于锂硫电池、固态锂电池以及锂空气电池等高能量密度电池体系中。

当前基于锂及锂合金负极材料的锂金属电池正处于从实验室研发向规模化商业应用过渡的关键阶段，产业化进程加速推进但尚未实现大规模普及。目前，锂金属电池在军工领域，如单兵装备、无人机、水下设备等方面已经得到了初步应用。此外，在电动交通工具领域，锂金属电池也显示出极大的应用潜力。如法国 **Bolloré** 公司把聚合物基锂金属电池应用于电动巴士、电动出租车等公共交通领域，德国马、大众，美国 **SES AI**、**Quantum Scape**、**Ascend Elements**、**Albemarle**，韩国三星，日本丰田等汽车公司也在积极布局锂金属电池领域。

受限于石墨等传统负极材料能量密度的限制，目前商业化的锂离子电池的能量密度正趋近其理论极限($\sim 300 \text{ Wh/kg}$)，难以满足国家长期的战略需求。为了获得更高能量密度，需要使用硅碳/硅氧或者锂金属等具有更高比容量的负极材料，其中通过硅碳负极配合高镍三元目前可实现能量密度 $300\sim 360 \text{ Wh/kg}$ ，若要进一步提高能量密度至 400 Wh/kg 及以上，采用锂及锂合金作为负极材料已成为锂电池技术发展的必然选择。

目前，法国 **Bolloré** 公司，德国的宝马、大众，美国的 **SES AI**、**Quantum Scape**，韩国的三星，日本丰田等公司均在积极布局锂金属电池，目标为在2030年能量密度达到 500 Wh/kg 。因此，锂及锂合金负极材料的开发已经成为国内外主流技术发展方向。

随着高比能电池技术的不断进步，将推动如无人机、机器人、人工智能、自动驾驶、智能仓储等新兴领域和产业的发展。例如，为无人机提供更长的续航时间和飞行性能，使其能够执行更远距离的侦察、监测和配送等更加复杂和高价值任务；为特种机器人的发展提供了重要的技术支撑，如在应急救援、太空探索、深海作业等领域，高比能电池可以支持特种机器人长时间、高负荷地工作，提高其在复杂环境中的生存能力和任务执行能力；为人工智能引入各移动终端提供更强劲的能源支撑等。

2.2 市场调研情况汇总

根据调研情况及样品检测，市场上不同生产厂家生产的锂及锂合金技术指标检测结果见下。

2.2.1 外观指标

企业 A

产品表面应平直、光亮，不得有目视可见的氧化物或氮化物，不应有皱边、裂缝、折痕、气泡等缺陷，挤压加工允许有轻微的加工条纹和辊印，覆膜轧制或收卷时，允许有少量矿物油和油印；产品边缘整齐，无裂口；每卷产品应连续，不得有分层和夹杂。

企业 B

锂带表面平整，光亮，不应有油斑或其他杂物，不得有视可见的氧化物及氮化物，不应有皱边、轧痕、裂缝、折痕、撕裂、针孔等缺陷；锂带的边缘应整齐，无裂口、毛边；不得有分层和夹杂。

企业 C

表面平直、光亮，无油斑及其他异物，无目视可见的氧化物及氮化物，无皱痕、折痕等缺陷。

企业 D

银灰色金属箔，无氧化层。

企业 E

新鲜制备时，呈银白色，有金属光泽。

企业 F

银白色软金属，表面亮度均匀、无明显变色、允许有轻微加工条纹。

企业 G

(1) 金属锂：银白色金属光泽，表面平整、无油污、无机械杂质、无明显氧化斑及褶皱。

(2) 锂合金：银白色或略带微黄（视合金比例），表面均匀，边缘整齐，无毛刺。

企业 H

银白色、质地柔软，表面光泽均匀，无明显变色。

2.2.2 技术指标

表 2 各企业产品技术指标调研结果汇总

		企业 A	企业 B	企业 C	企业 D	企业 E	企业 F	企业 G	企业 H
理化性	宽度公差, mm	/	/	±0.5	/	±0.5	/	±0.5	±1
	厚度公差, μm	/	/	±3	/	±2	/	±2	±5

能	中凸度, %	/	/	/	≤8	/	/	≤2	/
	抗空气腐蚀性	/	/	/	/	/	/	/	/
	抗溶液腐蚀性	/	/	/	/	/	/	/	/
	抗拉强度, MPa	/	0.75	/	≥0.8	/	/	/	/
	断后伸长率, %	/	35% (350 μm)	/	≤50	/	/	/	/
	质量比容量, mAh/g	视合金种类与组成而定							
合金元素	合金质量分数公差, wt%	/	/	/	/	/	纯 Li 99.9	5	/
杂质元素	K, ppm	50	10	50	参照 GB/T 4369 2015 Li-3 要求	50	50	/	参照 GB/T 4369 2015 Li-3 要求
	Ca, ppm	200	100	200		200	200	/	
	Na, ppm	200	100	200		200	200	/	
	Fe, ppm	50	20	50		50	50	/	
	Al, ppm	50	40	50		50	50	/	
	Ni, ppm	30	30	30		30	30	/	
	Cu, ppm	40	10	40		40	40	/	
	Mg, ppm	100	50	100		100	100	/	
	Cl, ppm	60	50	60		60	60	/	

目前行业内对于锂及锂合金负极材料尺寸及偏差在锂带要求范围内, 中凸度为 $\leq 8\%$ 或 $\leq 2\%$, 抗拉强度为 0.75 Mpa 或 $\geq 0.8 \text{ Mpa}$, 断后伸长率为 35% 或 $\leq 50\%$, 杂质元素基本符合 GB/T 4369-2015 中 Li-3 的规定。

对市面上典型的锂及锂合金负极材料进行调研, 得到的数据如表 3 中所示。

表 3 典型锂及锂合金负极材料技术指标

技术指标	产品代号				
	Li-E-20*60	LiIn10-R-60*60	LiMg5Al3-R-60*60	LiBi8In6Sn5-R-60*60	LiMg7-E-60*60
外观	银白色, 无表面缺陷	银白色, 无表面缺陷	银白色, 无表面缺陷	银白色, 无表面缺陷	银白色, 无表面缺陷
理化性能	厚度, μm	20±2	60±2	60±2	60±2
	宽度, mm	60±0.5	60±0.5	60±0.5	60±0.5
	中凸度, %	3	1	1	1
	针孔	<20个/m ²	无	无	无
	抗空气腐蚀性	暴露 600 s 表面颜色无	暴露 600 s 表面颜色无	暴露 600 s 表面颜色无	暴露 600 s 表面颜色无

	(25℃±2℃, 20%RH±2%RH)	变化	变化	变化	变化	变化
	抗溶液腐蚀性 (DEC)	浸泡 12h 溶液无明显变色	浸泡 18h 溶液无明显变色	浸泡 15h 溶液无明显变色	浸泡 18h 溶液无明显变色	浸泡 24h 溶液无明显变色
	抗拉强度, MPa	1.18	8.16	7.85	4.59	2.55
	断后伸长率, %	19	15	9	12	17
电化学性能	质量比容量, mAh/g	3680	3374	3440	3100	3392
	形核过电位, mV	-116	-60	-42	-24	-27
	电镀过电位, mV	-68	-71	-72	-60	-89
	锂溶出过电位, mV	57	60	57	53	76
合金元素含量	wt%	—	In, 10±0.5	Mg, 5±0.5 Al, 3±0.5	Bi, 8±0.5 In, 6±0.5 Sn, 5±0.5	Mg, 7±0.5
微量元素	K, ppm	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
	Ca, ppm	≤200	≤200	≤200	≤200	≤200
	Na, ppm	≤200	≤200	≤200	≤200	≤200
	Fe, ppm	≤50	≤50	≤50	≤50	≤50
	Al, ppm	≤50	≤50	—	≤50	≤50
	Ni, ppm	≤30	≤30	≤30	≤30	≤30
	Cu, ppm	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40
	Mg, ppm	≤100	≤100	—	≤100	—
	Cl, ppm	≤60	≤60	≤60	≤60	≤60

2.3 指标调研结果

江西赣锋锂业集团股份有限公司公司于2026年1月-3月组织相关技术人员组成了《锂及锂合金负极材料》标准制定起草小组，主要进行如下工作：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，根据各单位的意见制定锂及锂合金负极材料相关技术指标如下。

2.3.1 化学成分

表4 锂及锂合金负极材料化学成分

	元素	含量
主元素含量（质量分数），不小于，%	Li	99.90-合金元素总量
杂质含量（质量分数），不大于，%	K	0.005
	Na	0.020
	Ca	0.020
	Fe	0.005
	Al	0.005
	Ni	0.003
	Cu	0.004
	Mg	0.010
	Cl ⁻	0.006
	Pb	0.0030
注 1：锂质量分数为 100%减去微量元素和合金元素质量分数总和后的余量；		
注 2：合金元素不计入杂质元素，其公差范围为±0.5 wt%。		
注 3：需方如对产品的化学成分有特殊要求时，由供需双方协商确定。		

2.3.2 产品尺寸

产品的尺寸及允许偏差应符合表5的规定。

表5 锂及锂合金负极材料尺寸及允许偏差

厚度	宽度	厚度及允许偏差		宽度及允许偏差	
		厚度	允许偏差	宽度	允许偏差
0.010~ 0.020	30~350	0.010~0.020	±0.002	30~350	±0.5
0.020~ 0.050		>0.020~ 0.050	±0.003		
0.050~ 0.100		>0.050~ 0.100	±0.005		
0.10~ 4.00	4.0~350	0.10~0.20	±0.01	4.0~30	±0.2
		>0.20~0.60	±0.02	>30~75	±0.3
		>0.60~0.80	±0.03		
		>0.80~1.00	±0.04	>75~350	±0.4
		>1.00~4.00	±0.05		

2.3.3 中凸度

产品的中凸度应不大于8%。

2.3.4 理化性能

产品的理化性能应符合表6的规定。

表6 锂及锂合金负极材料理化性能指标

技术指标		范围
理化性能	抗空气腐蚀性	产品在空气中暴露 600 s，表面无任何目视可辨识的颜色变化。（测试温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $20\%\text{RH}\pm 2\%\text{RH}$ ，空气环境）
	抗溶液腐蚀性	产品于无水碳酸二乙酯(DEC)中浸泡 12h，溶液无肉眼可辨识的变色、浑浊或沉淀，且表面无腐蚀迹象。（ $(25\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，Ar 手套箱中）
	抗拉强度，MPa	>1.0
	断后伸长率，%	>8

2.3.3 电化学性能

产品的电化学性能应符合表7的规定。

表7 锂及锂合金负极材料电化学性能指标

技术指标		范围
电化学性能	质量比容量，mAh/g	>3000
	锂溶出过电位，mV	<75 (@ $1\text{mA}/\text{cm}^2$)
	形核过电位，mV	>-120 (@ $1\text{mA}/\text{cm}^2$)
	电镀过电位，mV	>-75 (@ $1\text{mA}/\text{cm}^2$)

3. 产品牌号及指标的确定

3.1 代号的确定

锂及锂合金负极材料目前主要应用于锂金属电池的研发与产业化生产，相关标准的制定需与金属锂生产工艺的技术迭代、金属锂国家标准的修订更新保持同步。结合浙江锋锂、宜春赣锋锂业等国内头部金属锂使用与生产企业的产业化实践经验，锂及锂合金负极材料的核心成形工艺主要包括挤压成形法与轧制成形法两类。本标准基于材料成分体系（纯锂、二元锂合金、多元锂合金）、成形工艺类型两大核心维度，结合产品厚度、宽度规格参数，将产品代号划分为六大类，各类代号的编制规则及对应的含义应符合下表的规定。

表 8 产品代号及其表示的含义

代号	表示的含义
----	-------

Li-E-T*W	挤压成形锂金属负极材料；“Li”代表纯锂；“E”代表挤压成形(Extrusion)；“T*W”中的“T”写实际厚度，“W”写实际宽度。
Li-R-T*W	轧制成形锂金属负极材料；“Li”代表纯锂；“R”代表轧制成形(Rolling)；“T*W”中的“T”写实际厚度，“W”写实际宽度。
LiMX-E-T*W	挤压成形锂金属负极材料；“LiMX”代表锂合金，其中“M”为主要合金元素符号，“X”为合金元素的质量百分比；“E”代表挤压成形(Extrusion)；“T*W”中的“T”为实际厚度，“W”为实际宽度。
LiMX-R-T*W	轧制成形锂金属负极材料；“LiMX”代表锂合金，其中“M”为主要合金元素符号，“X”为合金元素的质量百分比；“R”代表轧制成形(Rolling)；“T*W”中的“T”为实际厚度，“W”为实际宽度。
LiMXNY-E-T*W	挤压成形锂金属负极材料；“LiMX”代表锂合金，其中“M”和“N”为主要合金元素符号，“X”和“Y”为对应合金元素的质量百分比，合金元素依据其质量分数从高到低排序，三元以及多元合金以此参照；“E”代表挤压成形(Extrusion)；“T*W”中的“T”为实际厚度，“W”为实际宽度。
LiMXNY-R-T*W	轧制成形锂金属负极材料；“LiMX”代表锂合金，其中“M”和“N”为主要合金元素符号，“X”和“Y”为对应合金元素的质量百分比，合金元素依据其质量分数从高到低排序，三元以及多元合金以此参照；“R”代表轧制成形(Rolling)；“T*W”中的“T”为实际厚度，“W”为实际宽度。

对于产品代号的举例说明如表 9 所示：

表 9 产品代号示例及其表示的含义

代号	表示的含义
Li-E-20*60	通过挤压成形工艺制备的纯锂负极，厚度为20 μm ，宽度为60mm。
Li-R-20*60	通过轧制成形工艺制备的纯锂负极，厚度为20 μm ，宽度为60mm。
LiIn20-E-60*60	通过挤压成形工艺制备的Li-20In合金(In质量分数占比为20%的Li-In合金)负极，厚度为60 μm ，宽度为60mm。
LiIn20-R-60*60	通过轧制成形工艺制备的Li-20In合金负极(In质量分数占比为20%的Li-In合金)，厚度为60 μm ，宽度为60mm。
LiMg5Al3-E-60*60	通过挤压成形工艺制备的Li-5Mg-3Al合金负极(Mg质量分数占比为5%，Al质量分数占比为3%)，厚度为60 μm ，宽度为60mm。
LiMg5Al3-R-60*60	通过轧制成形工艺制备的Li-5Mg-3Al合金负极(Mg质量分数占比为5%，Al质量分数占比为3%)，厚度为60 μm ，宽度为60mm。
LiBi8In6Sn5-E-60*100	通过挤压成形工艺制备的Li-8Bi-6In-5Sn合金负极(Bi质量分数占比为8%，In质量分数占比为6%，Sn质量分数占比为5%)，厚度为60 μm ，宽度为100mm。
LiBi8In6Sn5-R-60*100	通过轧制成形工艺制备的Li-8Bi-6In-5Sn合金负极(Bi质量分数占

比为8%，In质量分数占比为6%，Sn质量分数占比为5%），厚度为60μm，宽度为100mm。

3.2 化学成分的确

由于锂及锂合金负极材料的主要成分为金属锂，因此化学成分的要求与 GB/T 4369-2015 中的元素种类保持一致，同时锂及锂合金负极材料的主要应用场景为电池领域，因此对元素种类进行了调整，最终形成表 4 的要求。考虑到产品在电池中的应用，以及工信部关于深化电器电子产品中有害物质（RoHS）管控工作总体部署及推进行业 RoHS 管控水平的提升和 GB/T 26572 中的相关规定，对于锂及锂合金负极材料中特殊化学物质（如铬、镉、砷、多溴联苯等）的要求，可由供需双方协商确定。

对于主成分为锂及其他合金的负极材料，其合金元素含量的公差范围应为 0.5 wt%，锂质量分数为 100%减去微量元素和合金元素质量分数总和后的余量。

3.3 尺寸及允许偏差、中凸度的确定

锂及锂合金负极的宽度、厚度及中凸度等尺寸公差较大时，会降低电池的循环性能和安全性能，目前主流锂及锂合金负极生产及需求厂家对其中凸度平均水平不超过 5%，结合行业实际需求，本标准规定锂及锂合金负极材料的尺寸及允许偏差与锂带保持一致，中凸度不大于 5%。

3.4 抗空气氧化性及抗溶液氧化性的确定

较好的抗溶液及空气氧化性能可有效提升锂及锂合金负极的贮存性能与电化学性能，纯锂箔材在空气中暴露 600 s 后表面颜色不发生变化（测试条件：温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $20\% \text{RH} \pm 2\% \text{RH}$ ），在无水 DEC 中浸泡 12 h 后溶液不变色（ $25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 手套箱），据此标准规定及锂合金负极材料在空气中暴露 600 s 后表面颜色不发生变化（测试条件同上），在无水 DEC 中浸泡 12 h 后溶液不变色（ $25 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 手套箱）。（注：手套箱为 Ar 气体氛围，水分含量、氧含量均不大于 0.0001%）

3.5 抗拉强度及断后延伸率的确定

当强度及延伸率较低时，锂及锂合金带材易出现针孔、裂边和断带等缺陷；锂及锂合金负极材料的厚度大多低于 $100\text{ }\mu\text{m}$ ，在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下， $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下纯锂箔材的抗拉强度为 $1\text{ MPa} \sim 1.3\text{ MPa}$ ，断后延伸率在 10% 左右，调研结果中企业 B 提供的结果为 $350\text{ }\mu\text{m}$ 厚度产品的结果，不在参考范围内，断后延伸率也会随着产品厚度的减少而降低，对于部分合金产品，延伸率也会较纯锂产品略有降低。因此标准规定锂及锂合金负极材料的抗拉强度不低于 1 MP，断后延伸率不低于 8%。

3.6 电化学指标的确定

锂及锂合金负极材料是锂金属电池研发与产业化的核心材料，其电化学性能

直接决定电池的能量密度、循环寿命、倍率特性与安全边界。需结合材料“电镀-脱锂”的电化学反应机制与产业化落地要求，构建可量化、可复现、适配量产评价的核心电化学指标，明确测试规范与合格阈值，为材料改性、工艺优化及电芯工程化适配提供标准化判定依据。其电化学指标以质量比容量、形核过电位、电镀过电位、锂溶出过电位为核心。其中，质量比容量决定电池能量密度上限；形核过电位表征材料亲锂性，决定锂初始沉积均匀性；电镀过电位反映持续沉积动力学，关联电池极化与产热；锂溶出过电位决定脱锂可逆性，直接影响循环寿命与死锂生成。四项指标相互联动，需结合应用场景设定阈值，构建标准化评价体系。

金属锂的理论质量比容量高达 $3860 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$ ，而锂合金负极通过引入 Al、Mg、In、Si、Sn 等合金化元素，其理论比容量随合金体系设计呈现差异化特征，为充分发挥材料高容量优势，同时兼顾合金化改性后的实际可实现性，将产品质量比容量定为不低于 3000 mAh/g ，既贴近理论上限，又符合工程化可量产水平。过电位类指标依据 1 mA/cm^2 电流密度测试条件设定，该条件为行业评价锂沉积-溶解行为的标准工况；锂溶出过电位 $< 65 \text{ mV}$ 、形核过电位 $> -120 \text{ mV}$ 、电镀过电位 $> -75 \text{ mV}$ ，可有效保证锂均匀形核与稳定沉积，抑制枝晶生长与界面副反应，降低极化损耗并提升循环可逆性。对于特殊配方与结构设计的锂合金负极，考虑到体系差异及应用场景特殊性，允许指标由供需双方协商确定，兼顾标准统一性与技术灵活性。

3.7 外观的确定

目前市面上主流的锂负极材料外观均为表面平整，呈银白色金属光泽，无油污，无折痕，部分挤压加工的产品有轻微加工条纹。掺杂合金的锂合金负极材料略带微黄（视合金比例），表面均匀，边缘整齐，无毛刺，结合 GB/T 4369-2015 中对于金属锂的外观要求，本标准规定锂及锂合金负极材料的外观应表面平直光滑，呈银白色金属光泽，无明显油渍，无裂纹，无凹坑，无划痕，无褶皱，无破损，无异物（注：挤压加工产品允许有轻微的加工条纹。），边缘齐整，无锯齿状裂口，表面无氧化，不得出现发红、发黑、发白斑点，锂及锂合金负极材料厚度 $\geq 30 \mu\text{m}$ 时，不允许出现针孔；厚度 $< 30 \mu\text{m}$ 时，允许出现针孔。每盘锂金属负极箔材应连续，不得有分层和夹杂。

4. 测试结果

通过调研和测试市场上的同类产品，对其技术参数、性能表现及一致性进行了系统评估，从而判定其技术成熟度水平。通过对不同厂商产品的横向比较，明确了行业内已广泛应用和验证的技术路径，为本标准中技术指标的确定提供了可

靠依据，确保其具备良好的市场适配性与工程可实施性，同时考虑到标准的长期使用和行业的技术发展，适当提高技术要求以确保本标准的领先水平。

综上所述，可以确保试验要求既符合国家标准，又基于实际数据和市场的实际情况，从而提高试验的效率和效果。在制定试验要求时，还考虑了试验的具体目的、应用场景等因素，以确保试验的全面性和实用性。对实际产品进行测试，以验证本标准的适用性，测试结果如下。

- 4.1 杂质元素的测定
- 4.2 尺寸及偏差、中凸度的测定
- 4.3 抗空气腐蚀性、抗溶液腐蚀性的测定
- 4.4 抗拉强度、断后伸长率的测定
- 4.5 质量比容量、锂溶出过电位的测定
- 4.6 形核过电位、电镀过电位的测定

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

锂及锂合金负极材料的持续开发将为新技术的发展提供关键的能源技术支撑，为实现“碳达峰”“碳中和”战略目标作出贡献，具有显著的社会效益和生态效益。摩根士丹利2021年《Urban Air Mobility - eVTOL/Urban Air Mobility TAM Update: A Slow Take-Off, But Sky's the Limit》研究报告表明，2025年全球低空经济预计达到百亿美元的市场规模，2030年达到550亿美元，2040年达到10000亿美元。随着电动飞行器市场规模的快速扩大，对高性能电池的需求也将同步增长，电池作为电动飞行器中的重要动力系统部件，预计占总体市场的约25%，对应地在2030年和2040年分别达到140亿美元和2000亿美元的市场规模。工业和信息化部赛迪研究院发布的《中国低空经济发展研究报告(2024)》显示，2023年，我国低空经济规模为5059.5亿元，增速为33.8%；未来几年，随着低空飞行活动逐渐增多，低空基础设施投资拉动成效也将逐步显现，我国低空经济仍将保持快速增长态势。据中国民航局预测，到2025年，我国低空经济市场规模将达到1.5万亿元，2035年有望达到3.5万亿元。

上述产业的持续发展将为锂及锂合金负极材料带来大规模的需求。

2.项目的可行性简述

本标准致力于推动快形成可执行的统一的锂及锂合金负极材料的标准和要求，推动锂金属电极在高比能锂金属电池种的标准化应用。统一标准的锂及锂合金负极材料将减少企业在材料采购、生产过程中的不确定性和风险，降低生产成本。同时，企业可以更高效地进行生产计划和资源配置，减少生产过程中的浪费和延误，并大幅度地降低上下游企业技术等方面的沟通成本。本标准将为政府和行业管理部门提供有力的支撑，便于对锂及锂合金负极材料相关行业进行规范和监管。减少因产品质量问题导致的安全事故，保护消费者的生命财产安全。促进市场公平竞争，避免因标准不一致导致的不正当竞争。随着锂及锂合金负极材料在高比能锂金属电池中的标准化应用，将促进市场规模不断扩大。这将吸引更多的企业进入该领域，促进市场竞争，进一步推动技术进步和成本降低，促进行业健康发展，提高市场的整体效率。

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锂及锂合金负极材料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。

随着锂及锂合金负极材料制备工艺的持续优化以及规模化生产能力的不断提升，不仅单位成本将显著降低，还将有效提高生产效率，推动关键材料的产业化进程加快，为锂金属电池的大规模应用奠定坚实基础。

锂及锂合金负极材料的推广应用将带动矿产资源开发、冶金设备与轧制制备等关键材料装备、测试技术及配套组件、电池制造等上下游产业协同发展，不仅有助于完善产业链体系，也将释放更多就业机会，创造更大产业价值。

锂及锂合金负极材料作为下一代高比能电池核心材料，其产业化将带动原材料、装备制造、检测服务等多个环节协同发展，形成产业链集群，提升整体产值。随着高比能锂金属电池应用扩大，相关配套产业将快速成长，为区域经济和制造业发展注入新动能。

锂及锂合金负极材料的产业化有助于提升固态电池的安全性与能效水平，推动清洁能源在储能、电动交通、低空经济等领域的广泛应用。作为支撑绿色能源体系的关键材料，其推广将助力实现双碳目标，促进能源结构优化与环境友好型产业发展。

综上所述，锂及锂合金负极材料作为下一代高比能电池的核心材料，具备广阔的产业化潜力与应用前景。随着技术突破与市场需求不断增强，其产业化进程将持续加快，在支撑下一代高比能电池技术发展的同时，为实现可持续发展战略目标提供有力支撑。本标准的制定并实施，将进一步促进锂及锂合金负极材料在锂电行业中的应用，同时对提高产品质量，促进锂及锂合金负极材料生产行业技术进步，提升我国在高比能电池领域的科技创新能力和市场竞争力具有重要意义，促进我国新能源汽车的推广与应用，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情况

本材料暂未形成国际标准和国外标准。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准完全满足现行国家法规的要求，标准格式规范。本标准属于锂及锂合金负极材料专业基础标准，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

建议该标准为推荐性有色金属行业产品标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议在上级主管部门批准发布本标准后，自标准发布之日起六个月后作为标准实施日期。

标准发布实施后，全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会将及时通报标准发布信息，并积极协调、宣贯标准内容，鼓励企业积极采用。

十一、替代或废止现行相关标准的建议

无。

十二、其它应予说明的事项

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》

《锂及锂合金负极材料》行业标准编制小组

2026年3月