

《锂及锂合金负极材料》

(送审稿)

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 8 月 20 日

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）

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。

参加本标准起草的单位有浙江锋锂新能源科技有限公司、宜春赣锋锂业有限公司、重庆天齐锂业有限责任公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、中汽研新能源汽车检测中心（天津）有限公司、天津中能锂业有限公司、雅化锂业（雅安）有限公司、中国科学院长春应用化学研究所、四川盛威锂业有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、中南大学、天府绛溪实验室。

1.2. 项目编制组单位变化情况

在标准编制过程中，根据工作任务安排，新增起草单位中南大学、天府绛溪实验室。

1. 标准编制组单位简介

1.1. 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。

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. 其他主要参编单位简介

1.2.1 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 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。

1.2.3 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。

1.2.4 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。

1.2.5 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。

1.2.6 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。

1.2.7 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。

1.2.8 四川盛威锂业有限公司

四川盛威锂业有限公司是盛新锂能集团股份有限公司旗下专业从事锂及锂合金负极材料研发与生产的核心企业，聚焦金属锂及其合金材料的技术攻关与产业化应用，构建了电解精炼、合金化改性、超薄成型一体化技术体系，重点突破高纯金属锂电解、超薄超宽锂带精密轧制、表面钝化处理等关键工艺，已建成金属锂产能 500 吨 / 年并启动 3000 吨 / 年技改扩能项目，在锂铝合金、锂镁合金等多元锂合金材料开发及固态电池负极材料领域具备深厚技术储备与规模化生产能力。

四川盛威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。

1.2.9 江西赣锋锂业集团股份有限公司

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，其中江西省省长质量奖标准项目奖一等奖 1 项。

江西赣锋锂业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。

1.2.10 中南大学

中南大学是中央直管、教育部直属全国重点大学。设有新能源材料与器件战略性新兴产业特设专业和新能源与储能工程交叉学科博士点,在锂电新能源材料与器件领域人才培养、技术开发与成果转化等方面成果丰硕,形成了广获行业赞誉的“中南品牌”。拥有国家能源金属资源与新材料重点实验室等国家级与省部级科技创新平台。

中南大学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。

1.2.11 天府绛溪实验室

天府绛溪实验室是四川省面向国家战略需求布局的重要科技力量。其下设的空天特种电源技术创新中心,聚焦空天、海洋等极端环境的能源保障需求,融合电化学、材料科学与智能控制等多学科前沿,致力于实现能量存储、环境感知和自主调控的深度融合与协同创新。中心重点突破高能量密度、宽温域适应、智能管理等关键技术,开展从材料、器件到系统的全链条研发,旨在为我国国防装备与高端制造业提供自主可控、稳定可靠的先进能源解决方案。

天府绛溪实验室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。

1.3. 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	林久、崔言明	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	钱瑶、李强、钟富裕、彭绍成	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	赵本常、王广、欧阳涛、朱星宝、张文强、王芳、韩策、陈强、黄银霞、唐佳华、高玉煌、张	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,参与锂及铝合金产品调研、技术参数确定等

	新波、刘通、周建、 邢健雄、赖延清、 王梦然、杨慧琳、 刘冬雪、陈尧、张 丽婷、黎菲	
--	--	--

2. 主要工作过程

2.1. 立项阶段

2024 年 9 月，浙江锋锂新能源科技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外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。

2.2. 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。

2.3. 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，对浙江锋锂新能源科技有限公司编制的《锂及锂合金负极材料》进行了讨论。

在征求意见阶段，共发函 14 家相关生产应用单位和科研院所，回函的单位共 14 家、回函并有建议或意见的单位共 11 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》）。

2026 年 7 月，由全国有色金属标准化技术委员会主持，在江西省新余市召开了有色金属材料标准工作会，对浙江锋锂新能源科技有限公司编制的《锂及锂合金负极材料》进行了预审，会上，各位专家对标准的关键指标和检测方法提出了指导性意见，并要求补充调研数据，以增加标准的适用性和可操作性。

2026 年 8 月，本标准编制组依据各单位在江西新余提出的意见和建议，再一次进行调研，继续对预审稿进行了修改和完善，形成了标准送审稿及其编制说明，并提交标委会对标准送审稿进行审查。

2.4 审查阶段

（1）标准技术专家审查会议

2026 年 9 月，全国有色金属标准化技术委员会在湖南省长沙市组织召开了有色金属标准工作会议，对《锂及锂合金负极材料》的送审稿和编制说明进行审定。

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。

本标准是以浙江锋锂新能源科技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锂带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，有利于规范锂及锂合金负极材料市场，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。本次标准修订工作严格遵循以下原则：

——科学性与先进性原则：所有技术指标的修订均基于充分的科学实验数据和产业应用验证。标准的整体水平旨在反映当前国内外锂带制造和应用的最高技术水平，并对未来几年的技术发展趋势具有一定的引领性和前瞻性；

——适用性与可操作性原则：标准内容力求清晰、准确，避免模糊不清的表述。技术要求、试验方法和检验规则充分考虑了当前国内企业的生产和检测能力，确保标准在行业内能够被广泛、有效地实施和应用；

——协调性与统一性原则：确保本标准与我国现行的相关基础标准、方法标准、安全法规等保持协调一致。特别是在规范性引用文件、包装、标志和运输等

方面，积极采纳最新的国家和行业标准，保证标准体系的统一性；

——国际接轨原则：在涉及产品安全、运输和环保等方面，积极参考和转化国际权威标准和法规，特别是联合国关于危险货物运输的规定以消除技术性贸易壁垒，促进我国锂带产品的国际贸易。

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 根据国内锂及锂合金负极材料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

锂合金负极材料，是指以金属锂单质为基础活性组分，与一种或多种合金元素及杂质共同组成的金属材料，用于锂电池负极的一类电极材料。锂金属负极材料是以金属锂单质为主要活性组分，含有限量杂质元素，用于锂金属电池负极的金属材料。

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

表 2 各企业外观调研结果汇总

企业名称	外观要求
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。
企业 I	(1) 金属锂：银白色，具有金属光泽。表面应平整、洁净，无油污、无肉眼可见的氧化斑点或氧化膜，无卷边裂纹。 (2) 锂合金：银白色或淡灰色（铝合金色泽稍暗），表面致密，边缘切口整齐，无毛刺。

外观是锂及锂合金负极材料的关键质量指标，锂金属电池对电极表面状态要求较高。共调研行业内 9 家主流生产企业，各企业外观管控要求整体趋同，共性要求为：产品表面平直光亮、具备金属光泽，严禁明显油污及外来异物；纯锂产品呈银白色金属光泽，锂合金产品色泽可随合金成分比例略有差异，均不得存在目视可见的氧化物、氮化物及发红、发黑、发白斑块等明显氧化变色；禁止裂缝、折痕、皱边、针孔、撕裂、分层、夹杂等功能性缺陷；产品边缘整齐，无裂口、毛边；卷式产品应连续完整，不得出现分层与夹杂。

调研结果显示，行业内对“轻微加工条纹”未形成统一管控要求。鉴于加工条纹易成为腐蚀诱发位点，助长锂枝晶优先生长，同时会造成锂金属固态电池电极与电解质界面接触不良，对电池电化学性能与安全性能存在不利影响，本标准否决“允许有轻微加工条纹”的设定，明确要求产品表面平直光滑。

2.2.2 化学成分

表 3 企业 A 化学成分要求

代号 / 名称	锂 含 量	合金元 素质 量 分 数 以 及 公 差	杂质含量≤/%（质量分数）										
	Li	/	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N
锂 带	99.9%	/	0.005	0.02	0.02	0.005	0.008	0.005	0.003	0.004	0.010	0.006	0.02
锂 铝 合 金 带	/	5.0±1.0%Al	0.005	0.02	0.02	0.005	0.008	/	0.003	0.004	0.010	0.006	0.02
锂 镁 合 金 带	/	8.0±1.0%Mg	0.005%	0.02%	0.02%	0.005%	0.008%	/	0.003%	0.004%	0.010%	0.006%	0.020%

表 4 企业 B 化学成分要求

代号 / 名称	锂 含 量	合金元 素质 量 分 数 以 及 公 差	杂质含量≤/%（质量分数）										
		Al	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N
锂 铝 合 金	99.9	0.1 (0.085~0.12)	0.005	0.02	0.02	0.005	0.008	/	0.003	0.004	0.001	0.006	0.02
锂 铝 合 金	99.8	0.2 (0.15~0.25)	0.005	0.02	0.02	0.005	0.008	/	0.003	0.004	0.001	0.006	0.02

表 5 企业 C 化学成分要求

代号	锂 含	杂质含量≤/%（质量分数）
----	--------	---------------

/ 名称	里												
	Li	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
Li-1	99.99	0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0001	0.0004	0.0005
Li-2	99.95	0.001	0.01	0.001	0.0002	0.0004	0.0005	0.0003	0.0001	0.0005	0.0005	0.0001	0.0001
Li-3	99.90	0.005	0.02	0.002	0.0005	0.0008	0.0005	0.0003	0.0004	0.01	0.0006	0.0002	0.0003

表 6 企业 D 化学成分要求

代号/名称	锂含量	合金元素质量分数及公差	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
纯锂带 (PL-99.9-St-0.15×53.5)	≥99.9%	/	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	0.0005	0.0003	0.0004	0.0001	0.0006	0.0002	0.0003
纯锂带 (PL-99.9-St-0.10×53.5)	≥99.9%	/	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	0.0005	0.0003	0.0004	0.0001	0.0006	0.0002	0.0003
纯锂带 (PL-99.9-St-0.08×53.5)	≥99.9%	/	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	0.0005	0.0003	0.0004	0.0001	0.0006	0.0002	0.0003
锂铝合金带 (LA-8Al-St-0.05×50.0)	≥91.5%	Al: 8.0 ± 0.8%	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	/	0.0003	0.0004	0.0001	0.0006	0.0002	0.0003
锂铝合金带 (LA-0.5Al-St-0.05×50.0)	≥99.4%	Al: 0.50 ± 0.05%	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0005	/	0.0002	0.0002	0.0005	0.0001	0.0001	0.0003
锂镁合金带 (LA-10Mg-St-0.06×50.0)	≥89.5%	Mg: 10.0 ± 1.0%	0.0005	0.0002	0.0002	0.0005	0.0008	0.0005	0.0003	0.0004	/	0.0006	0.0002	0.0003
锂镁合金带 (LA-0.2Mg)	≥99	Mg: 0.20	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	/	0.0001	0.0001	0.0001

- St- 0.06× 50.0)	.6 %	± 0.02 %	3	2	5	3	6	3	2	2		4	5	3
锂铜合金带 (LA- 2Cu- S t- 0.12× 72.0)	≥ 97 .8 %	Cu: 2.0 ± 0.2%	0. 00 4	0. 01 8	0. 01 8	0. 00 4	0. 00 7	0. 00 4	0. 00 2	/	0. 00 8	0. 00 5	0. 01 8	0. 00 3
锂硅合金带 (LA- 5Si- S t- 0.10× 72.0)	≥ 94 .5 %	Si: 5.0 ± 0.5%	0. 00 5	0. 01 5	0. 01 5	0. 00 5	/	0. 00 5	0. 00 3	0. 00 4	0. 01 01	0. 00 6	0. 02 02	0. 00 3
锂硼合金带 (LA- 2B- St - 0.08× 72.0)	≥ 97 .8 %	B: 2.0 ± 0.2%	0. 00 4	0. 01 5	0. 01 5	0. 00 3	0. 00 6	0. 00 4	0. 00 3	0. 00 2	0. 00 8	0. 00 5	0. 01 5	0. 00 3

表 7 企业 E 化学成分要求

代号 / 名称	锂 含 量	杂质含量≤/% (质量分数)											
	Li	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
Li -1	99. 99	0.00 05	0.00 05	0.0 01	0.00 05	0.00 05	0.00 05	0.00 05	0.00 05	0.00 05	0.0 01	0.0 04	0.00 05
Li -2	99. 95	0.00 1	0.01	0.0 1	0.02	0.00 4	0.00 5	0.00 3	0.00 1	0.00 5	0.0 05	0.0 1	0.00 1
Li -3	99. 90	0.00 5	0.02	0.0 2	0.05	0.00 8	0.00 5	0.00 3	0.00 4	0.01	0.0 06	0.0 2	0.00 5

表 8 企业 F 化学成分要求

代号 / 名称	锂 含 量	合 金 元 素 质 量 分 数 以 及 公差	杂质含量≤/% (质量分数)											
	Li	/	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
高 纯	/	0.1~ 0.5%	0.00 5	0.0 2	/	0.00 5	0.00 8	0.00 5	0.00 3	0.00 4	0.0 1	0.00 6	0.0 2	0.00 3

低钠锂带		Na												
锂铝合金带	/	0.1~ 0.5% Al	0.00 5	0.0 2	0.0 2	0.00 5	0.00 8	/	0.00 3	0.00 4	0.0 1	0.00 6	0.0 2	0.00 3
锂镉合金带	/	0.1~ 0.5% In	0.00 5	0.0 2	0.0 2	0.00 5	0.00 8	0.00 5	0.00 3	0.00 4	0.0 1	0.00 6	0.0 2	0.00 3

表 9 企业 G 化学成分要求

代号 / 名称	锂含量	杂质含量 ≤ / % (质量分数)											
	Li	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
Li-1	/	0.001	0.01	0.01	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	0.005	0.005	0.01	/
Li-2	/	0.001	0.01	0.01	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	0.005	0.005	0.01	/
Li-3	/	0.001	0.01	0.01	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	0.005	0.005	0.01	/
Li-4	/	0.001	0.01	0.01	0.002	0.004	0.005	0.003	0.001	0.005	0.005	0.01	/

表 10 企业 H 化学成分要求

代号 / 名称	锂 含 量	合金含 量	杂质含量≤/%（质量分数）											
	L i	Al、Zn、 Mg、In、 Ag、Sb、 Bi、Ca	K	Ca	Na	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Mg	Cl	N	Pb
1	/	0-10	0.0 05	0.0 2	0.0 2	0.0 05	0.0 08	0.0 05	0.0 03	0.0 04	0.0 1	0.0 06	0.0 2	0.0 03
2	/	10-20												
3	/	20-30												

4	/	30-40												
---	---	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本次系统调研行业 8 家主流锂及锂合金负极材料生产、使用与研发企业的化学成分管控指标，调研样本覆盖纯锂及锂铝、锂镁、锂铜、锂硅、锂硼等多元锂合金体系，全面涵盖工业化主流产品品类，能够客观反映当前行业原料提纯、生产管控的整体技术水平。各企业均对金属杂质、非金属杂质及有害限制性元素设置管控限值，但不同企业的杂质管控种类、限量阈值存在差异，部分企业指标体系不完善、管控维度不统一，同时各企业对锂合金元素成分波动的控制要求也未形成统一规范。调研结果显示，多数企业常规量产产品的杂质含量、成分均匀性均可满足技术指标（ $K \leq 0.005\%$ 、 $Na \leq 0.020\%$ 、 $Ca \leq 0.020\%$ 、 $Fe \leq 0.005\%$ 、 $Al \leq 0.005\%$ 、 $Ni \leq 0.003\%$ 、 $Cu \leq 0.004\%$ 、 $Mg \leq 0.010\%$ 、 $Cl \leq 0.006\%$ 、 $Pb \leq 0.003\%$ ）的限值要求，部分优质产能的内控指标优于本标准规定。若过度收严杂质限值与成分偏差要求，将大幅提升锂材提纯、合金熔炼及成型加工的生产成本，且对电池电化学性能提升的边际效益有限，不利于行业规模化推广应用。因此本标准结合行业普遍生产能力，确定科学合理的化学成分管控门槛，统一杂质管控品类与限量标准，明确锂合金元素相对名义成分的偏差控制范围。相较于各企业原始技术规格，本标准补齐了行业指标缺失、管控口径不一的问题，规范了成分判定依据与测试准则，有效提升了产品化学成分检测数据的一致性、可比性与可复现性。所制定的技术指标既适配多数生产企业与下游应用端的实际需求，也能够引导生产企业开展技术升级与持续改进，兼顾标准通用性与产业落地可行性。

2.2.3 尺寸及允许偏差

表 11 企业 A 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度, mm	允许偏差, mm	宽度, mm	允许偏差, mm
高纯金属锂带	/	0.04	± 0.003	170	± 0.5
锂铝合金带	/	0.04	± 0.003	170	± 0.5
锂镁合金带	/	0.04	± 0.003	170	± 0.5

表 12 企业 B 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度, mm	允许偏差, mm	宽度, mm	允许偏差, mm
锂铝合金	/	0.02-0.05	± 0.003	30-200	± 0.5
锂铝合金	/	0.05-0.1	± 0.005	200-340	± 1

表 13 企业 C 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度 mm	允许偏差 mm	宽度 mm	允许偏差 mm
纯锂带（PL- 99.9- St- 0.15× 53.5）	卷式带状 负极材料	0.15	± 0.005	53.5	± 0.1

纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.10× 53.5)	卷式带状 负极材料	0.1	±0.005	53.5	±0.1
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.08× 53.5)	卷式带状 负极材料	0.08	±0.005	53.5	±0.1
锂铝合金带 (LA- 8Al- St- 0.05 ×50.0)	卷式带状 负极材料	0.05	±0.003	50	±0.5
锂铝合金带 (LA- 0.5Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状 负极材料	0.05	±0.002	50	±0.3
锂镁合金带(LA- 10Mg- St- 0.06 ×50.0)	卷式带状 负极材料	0.06	±0.005	50	±0.5
锂镁合金带 (LA- 0.2Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状 负极材料	0.06	±0.004	50	±0.3
锂铜合金带 (LA- 2Cu- St- 0.12 ×72.0)	卷式带状 负极材料	0.12	±0.008	72	±0.5
锂硅合金带 (LA- 5Si- St- 0.10 ×72.0)	卷式带状 负极材料	0.1	±0.005	72	±0.4
锂硼合金带 (LA- 2B- St- 0.08 ×72.0)	卷式带状 负极材料	0.08	±0.005	72	±0.4

表 14 企业 D 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度, mm	允许偏差, mm	宽度, mm	允许偏差, mm
高纯低钠锂 带	/	0.05-0.15	±0.002	8-150	±0.2
锂铝合金带	/	0.05-0.2	±0.003	10-100	±0.3
锂铜合金带	/	0.05-0.2	±0.005	10-80	±0.3

表 15 企业 E 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度, mm	允许偏差, mm	宽度, mm	允许偏差, mm
锂铝合金带	锂铝合金+ 卷式带状负 极材料	<0.1	±0.005	4.0~30	±0.2

表 16 企业 F 尺寸及允许偏差要求

名称	备注	厚度, mm	允许偏差, mm	宽度, mm	允许偏差, mm
锂铝合金	/	0.1	±0.005	100	±1
锂镁合金	/	0.05	±0.002	150	±1
锂锡合金	/	0.03	±0.001	150	±1

本次调研收集共 6 家锂及锂合金负极材料生产、使用与研发企业的尺寸公差数据, 样本覆盖纯锂、锂铝、锂镁、锂铜、锂硅等多类锂合金负极材料, 涵盖卷式、片式等不同产品形态。各企业厚度、宽度允许偏差存在差异, 部分企业针对特定牌号制定精细化公差, 部分企业采用通用公差范围, 可反映行业现阶段实际制造水平。调研显示, 企业厚度允许偏差随厚度规格变化: 厚度小于 0.020 mm 产

品允许偏差可达 $\pm 0.002\text{ mm}$ ； $0.020\text{--}0.050\text{ mm}$ 区间为 $\pm 0.003\text{ mm}$ ； $0.050\text{--}0.100\text{ mm}$ 区间为 $\pm 0.005\text{ mm}$ ；厚度大于 0.100 mm 后公差相应放宽。宽度方面，卷式产品企业允许偏差多为 $\pm 0.5\text{ mm}$ 、 $\pm 1\text{ mm}$ ，片式产品公差控制更为严格，不同企业对方形、圆形片材的尺寸要求存在差异。

综合调研结果，本标准按厚度分段设定厚度允许偏差，并区分卷式、片式方形、片式圆形、异形产品分别规定尺寸公差。部分企业具备更高精度的加工能力，但本次调研样本有限，缺少大批量生产统计数据，不具备进一步收紧公差的充分依据。若过度收严公差，将增大轧制、分切加工难度，抬升生产成本，对电池性能提升的边际效益有限。故本标准选取行业普遍可实现的公差作为基础门槛，兼顾产业化可行性与电芯应用适配要求。

标准明确卷式产品宽度公差 $\pm 0.5\text{ mm}$ 以内，片式方形长宽公差 $\pm 0.3\text{ mm}$ 以内，片式圆形直径公差 $\pm 0.05\text{ mm}$ 以内，异形产品由供需双方协商确定。相较于企业原始规格，统一了不同形态产品的公差判定口径，弥补企业文件中产品形态划分不清晰的不足，保障检测结果可对比、可复现。

2.2.4 中凸度

表 17 企业 A 中凸度要求

名称	备注	厚度/mm	中凸度/%
高纯金属锂带	/	0.04	≤ 15
锂铝合金带	/	0.04	≤ 15
锂镁合金带	/	0.04	≤ 15

表 18 企业 B 中凸度要求

名称	备注	厚度/mm	中凸度/%
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.15×53.5)	卷式带状负极材料	0.15	≤ 10
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.10×53.5)	卷式带状负极材料	0.1	≤ 10
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.08×53.5)	卷式带状负极材料	0.08	≤ 10
锂铝合金带 (LA- 8Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状负极材料	0.05	≤ 15
锂铝合金带 (LA- 0.5Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状负极材料	0.05	≤ 12
锂镁合金带 (LA- 10Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状负极材料	0.06	≤ 10
锂镁合金带 (LA- 0.2Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状负极材料	0.06	≤ 8

锂铜合金带 (LA- 2Cu- St- 0.12 × 72.0)	卷式带状负极材料	0.12	≤8
锂硅合金带 (LA- 5Si- St- 0.10 × 72.0)	卷式带状负极材料	0.1	≤10
锂硼合金带 (LA- 2B- St- 0.08 × 72.0)	卷式带状负极材料	0.08	≤8

表 19 企业 C 中凸度要求

名称	备注	厚度/mm	中凸度/%
高纯低钠锂带	/	0.06-0.15	≤1.5
锂铝合金带	/	0.06-0.15	≤2.5
锂钢合金带	/	0.06-0.15	≤3

表 20 企业 D 中凸度要求

名称	备注	厚度/mm	中凸度/%
LIX-1	/	≥0.01	≤8%
LIX-2	/	≥0.01	≤8%
LIX-3	/	≥0.02	≤8%
LIX-4	/	≥0.02	≤8%

本次调研共收集 4 家企业（A、B、C、D）的中凸度要求，其中 A、B、C 为生产制造企业，D 为下游客户；调研显示中凸度指标差异显著——企业 C 要求最严（≤1.5%~3%），企业 A 对合金带放宽至≤15%，企业 B 共 10 款产品（涵盖纯锂、锂铝、锂镁、锂铜、锂硅、锂硼等多种合金体系）按厚度和合金体系差异化设定，其中纯锂带（0.08~0.15 mm）要求≤10%，锂铝合金带 LA 8Al St（0.05 mm）为≤15%、LA 0.5Al St（0.05 mm）为≤12%，锂镁合金带 LA 10Mg St（0.06 mm）为≤10%、LA 0.2Mg St（0.06 mm）为≤8%，锂铜合金带（0.12 mm）≤8%，锂硅合金带（0.10 mm）≤10%，锂硼合金带（0.08 mm）≤8%，企业 D 对超薄产品要求≤8%，而本标准按厚度分档设定（≤0.020 mm 为≤20%、>0.020~0.050 mm 为≤15%、>0.050 mm 为≤10%），全部调研数据均满足或优于对应档位要求，未出现任何不符情况。

鉴于企业 B 的指标跨度较大（≤8%~15%），其较宽值（如锂铝 LA 8Al St 的≤15%）与企业 A 的宽松指标均基于现有轧机精度和超薄合金带脆性等工艺约束，若强行收严将导致成品率大幅下降、成本不可接受，而企业 C/D 面向高端电池产品需极致一致性，故本标准既未采纳 A/B 的宽松值作为整体收紧依据，也未将 C/D 的严苛值强加于所有产品，而是取各厚度档下具备实际批量可达性的合理值。本标准的三档分级与调研典型厚度区间高度吻合，分档合理，标准定位兼顾了从常规储能到中高端电池的广泛适用性。

2.2.5 耐腐蚀性

表 21 企业 A 耐腐蚀性要求

名称	类型	耐空气腐蚀性/s	耐溶液腐蚀性/h	备注
高纯金属锂带	纯锂负极基材	在干燥惰性气氛下稳定，暴露于潮湿空气易氧化变暗	不耐水、酸等强腐蚀性溶液	
锂铝合金带	锂铝合金负极带	在干燥惰性气氛下稳定，暴露于潮湿空气易氧化变暗	不耐水、酸等强腐蚀性溶液	
锂镁合金带	锂镁合金负极带	在干燥惰性气氛下稳定，暴露于潮湿空气易氧化变暗	不耐水、酸等强腐蚀性溶液	

表 22 企业 B 耐腐蚀性要求

名称	类型	耐空气腐蚀性/s	耐溶液腐蚀性/h	备注
纯锂	带材	60	6	
锂镁合金	带材	90	9	
锂锌合金	带材	120	12	

表 23 企业 C 耐腐蚀性要求

名称	类型	耐空气腐蚀性/s	耐溶液腐蚀性/h	备注
纯锂带 (PL-99.9-St-0.15×53.5)	卷式带状负极材料	≥60	≥6	空气中暴露 60s 表面无辨识变色；无水 DEC 中浸泡 6h 无浑浊或变色
纯锂带 (PL-99.9-St-0.10×53.5)	卷式带状负极材料	≥60	≥6	空气中暴露 60s 表面无辨识变色；无水 DEC 中浸泡 6h 无浑浊或变色
纯锂带 (PL-99.9-St-0.08×53.5)	卷式带状负极材料	≥60	≥6	空气中暴露 60s 表面无辨识变色；无水 DEC 中浸泡 6h 无浑浊或变色
锂铝合金带 (LA-8Al-St-0.05×50.0)	卷式带状负极材料	≥60	≥6	表面无目视可见变色，DEC 浸泡后溶液无变色浑

				油
锂铝合金带 (LA- 0.5Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状 负极材料	≥60	≥6	表面无目视可见 变色, DEC 浸泡 后溶液无变色浑 浊
锂镁合金带(LA- 10Mg- St- 0.06 ×50.0)	卷式带状 负极材料	≥60	≥6	表面无目视可见 变色, DEC 浸泡 后溶液无变色浑 浊
锂镁合金带 (LA- 0.2Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状 负极材料	≥60	≥6	表面无目视可见 变色, DEC 浸泡 后溶液无变色浑 浊
锂铜合金带 (LA- 2Cu- St- 0.12 ×72.0)	卷式带状 负极材料	≥120	≥8	铜元素可在晶界 形成稳固相, 耐 受度更高
锂硅合金带 (LA- 5Si- St- 0.10 ×72.0)	卷式带状 负极材料	≥180	≥12	硅能大幅提升表 面钝化层质量, 耐受性显著提升
锂硼合金带 (LA- 2B- St- 0.08 ×72.0)	卷式带状 负极材料	≥120	≥12	硼元素有助于形 成致密固态界 面, 表现出优异 的稳定性

本次调研共收集 3 家生产企业 (A、B、C) 的耐腐蚀性要求, 未包含独立下游客户, 但三家企业均具备内部自用或向关联电池厂供货的场景, 其指标已间接反映客户端需求。本标准设定为: 空气中暴露 60s 无目视变色 ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $20\%\text{RH} \pm 2\%\text{RH}$), 无水 DEC 中浸泡 6h 溶液无变色浑浊且表面无腐蚀 ($25 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、氩气手套箱)。调研显示, 企业 A 仅定性描述 (惰性气氛稳定、潮湿空气氧化), 与标准不冲突; 企业 B 给出分级定量值 (纯锂 60s/6h、锂镁 90s/9h、锂锌 120s/12h); 企业 C 共 10 款产品 (涵盖纯锂、锂铝、锂镁、锂铜、锂硅、锂硼等多种合金体系) 的耐空气腐蚀性均 $\geq 60\text{s}$ (其中锂铜 $\geq 120\text{s}$ 、锂硅 $\geq 180\text{s}$ 、锂硼 $\geq 120\text{s}$), 耐溶液腐蚀性均 $\geq 6\text{h}$ (其中锂铜 $\geq 8\text{h}$ 、锂硅 $\geq 12\text{h}$ 、锂硼 $\geq 12\text{h}$), 全部数据均满足或优于本标准, 未出现不符情况。

鉴于企业 B 的纯锂数据恰好等于标准下限, 且其实际批次可延长至 90s/9h 以上, 而 B 的镁锌更高值、企业 C 中锂铜/锂硅/锂硼的显著更高值 ($\geq 120\text{s}/\geq 8\text{h}$ 至 $\geq 180\text{s}/\geq 12\text{h}$) 及企业 A 的定性描述虽优于或兼容标准, 但因本次仅 3 家企业、样本量偏少且 A 未提供定量数据, 缺乏统计支撑来设定更高标准, 故本标准取 60s/6h 为基本门槛。该值已能满足使用需求, 过度收严将增加成本而边际效益有限。此外, 本标准在测试条件上较调研数据进一步细化 (明确温湿度及氩气环境), 填补了企业原始规格书中环境条件缺失的空白, 确保检测可重复性。

2.2.6 力学性能

表 24 企业 A 对力学性能的要求

名称	类型	抗拉强度/ Mpa	断后伸长率/%	备注
高纯金属锂带	/	≥ 1	≥ 8	
锂铝合金带	/	≥ 3.0	/	
锂镁合金带	/	≥ 2.6	/	

表 25 企业 B 对力学性能的要求

名称	类型	抗拉强度/ Mpa	断后伸长率 /%	备注
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.15 ×53.5)	卷式带状 负极材料	>1.0	>8	测试环境需在充 高纯氩气、露点 ≤- 45℃的手套 箱或干燥室内
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.10 ×53.5)	卷式带状 负极材料	>1.0	>8	测试环境需在充 高纯氩气、露点 ≤- 45℃的手套 箱或干燥室内
纯锂带 (PL- 99.9- St- 0.08 ×53.5)	卷式带状 负极材料	>1.0	>8	测试环境需在充 高纯氩气、露点 ≤- 45℃的手套 箱或干燥室内
锂铝合金带 (LA- 8Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状 负极材料	>1.0	>8	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂铝合金带 (LA- 0.5Al- St- 0.05×50.0)	卷式带状 负极材料	>1.2	>10	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂镁合金带 (LA- 10Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状 负极材料	>1.0	>8	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂镁合金带 (LA- 0.2Mg- St- 0.06×50.0)	卷式带状 负极材料	>1.2	>12	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂铜合金带 (LA- 2Cu- St- 0.12×72.0)	卷式带状 负极材料	2	>8	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂硅合金带 (LA- 5Si- St- 0.10×72.0)	卷式带状 负极材料	>2.5	>8	实际抗拉强度通 常优于纯锂带， 视加工工艺而定
锂硼合金带 (LA- 2B- St- 0.08×72.0)	卷式带状 负极材料	>2.0	>8	实际抗拉强度通 常优于纯锂带，

				视加工工艺而定
--	--	--	--	---------

表 26 企业 C 对力学性能的要求

名称	抗拉强度/ Mpa	断后伸长率/%	备注
LIX-1	≥ 0.8	≤ 50	
LIX-2	≥ 0.8	≤ 50	
LIX-3	≥ 0.8	≤ 50	
LIX-4	≥ 0.8	≤ 50	

表 27 企业 D 对力学性能的要求

名称	合金含量	抗拉强度/ Mpa	断后伸长率/%	备注
Li-Al	0.1%	1.03	~20%	
	0.5%	1.82	~13%	
	1%	2.3	~12%	
	5%	8.6	~8%	
Li-Mg	0.1%	1.21	~30%	
	0.5%	1.25	~30%	
	1%	1.26	~30%	
	5%	1.39	~50%	
Li-Zn	0.1%	1.5	~30%	
	0.5%	2.01	~30%	
	1%	2.12	~40%	
	5%	2.3	~50%	

表 28 企业 E 对力学性能的要求

名称	类型	抗拉强度/ Mpa	断后伸长率/%	备注
高纯金属锂带	带材	7	5	
锂铝合金带	带材	3	50	
锂镁合金带	带材	1.2	20	

本次调研共收集 5 家企业（A、B、C、D、E）的力学性能要求，其中 A、B、C、E 为生产制造企业，D 为下游客户（其数据为不同合金含量下的实测值）。本标准设定为：抗拉强度 $>1.0\text{ MPa}$ ，断后伸长率 $>8\%$ 。调研显示，企业 A 高纯锂带（ $\geq 1.0\text{ MPa}/\geq 8\%$ ）恰好满足标准下限，其合金带抗拉强度（ $\geq 2.6\sim 3.0\text{ MPa}$ ）优于标准；企业 B 共 10 款产品（涵盖纯锂、锂铝、锂镁、锂铜、锂硅、锂硼等多种合金体系），其抗拉强度均 $>1.0\text{ MPa}$ （其中纯锂带及部分合金带为 $>1.0\text{ MPa}$ ，锂铝合金 LA 0.5Al St 和锂镁合金 LA 0.2Mg St 为 $>1.2\text{ MPa}$ ，锂铜合金带为 2 MPa ，锂硅合金带 $>2.5\text{ MPa}$ ，锂硼合金带 $>2.0\text{ MPa}$ ），断后伸长率均 $>8\%$ （其中锂

铝合金 LA 0.5Al St 为>10%，锂镁合金 LA 0.2Mg St 为>12%，其余均为>8%），全部满足或优于本标准；企业 C 抗拉强度（≥0.8 MPa）低于标准要求，断后伸长率（≤50%）为上限控制值，与标准下限不冲突；企业 D 不同合金含量下抗拉强度实测值（1.03~8.6 MPa）均高于 1.0 MPa，伸长率因合金种类和含量不同分布于 8%~50%，其中锂铝 5%合金的~8%恰好临近标准下限；企业 E 高纯锂带抗拉强度（7 MPa）远优于标准但伸长率（5%）低于 8%要求，其合金带（锂铝 3 MPa/50%、锂镁 1.2 MPa/20%）均满足标准。

关于“不符”数据的处理：企业 C 的抗拉强度（≥0.8 MPa）低于本标准 1.0 MPa 的要求，该数据为其部分特殊低强度产品的指标，且企业 C 同时有其他产品满足更高要求，而行业通行做法及文献数据均表明锂带抗拉强度普遍在 1.0 MPa 以上，故未采纳该偏低值。企业 E 的高纯锂带伸长率（5%）低于 8%，使用该伸长率的带材在电池充放电过程中可能因极片体积膨胀而导致锂带断裂，存在安全隐患，故该异常值不作为标准制定依据。此外，C、D、E 企业提供的部分合金断后伸长率远高于 8%，部分高达 50%，经核实该部分数据来源于较厚规格的锂合金带材，其厚度不在本标准适用范围内，故不予参考。其余数据均满足或优于标准，全部纳入支撑。本标准取>1.0 MPa 和>8%为基本门槛，兼顾了合金体系差异（如企业 D 中锂铝 5%的伸长率约 8%临近下限）和批量生产稳定性，该取值已能满足负极极片加工与使用过程中的强度及塑性需求。若将抗拉强度提高（如≥3.0 MPa），则将排除纯锂带等较软产品；若将伸长率进一步收严，则大部分合金产品难以稳定达标。后续建议统一测试方法（如标距、拉伸速率）后再补充实测数据，为未来分合金体系设定差异化指标提供支撑。

2.2.7 电化学性能

表 29 企业 A 电化学性能要求

检验项目		名称		
		纯锂带	锂铝合金带	锂镁合金带
电 化 学 性 能	质量比容量, mAh/g	3860	> 2000	> 2000
	锂溶出过电位, mV	≤80 , 1 mA/cm2	≤80 , 1 mA/cm2	≤80 , 1 mA/cm2
	形核过电位, mV	≥-40 , 1 mA/cm2	≥-30 , 1 mA/cm2	≥-30 , 1 mA/cm2
	电镀过电位, mV	≥-80 , 1 mA/cm2	≥-80 , 1 mA/cm2	≥-80 , 1 mA/cm2

表 30 企业 B 电化学性能要求

检验项目		名称		
		锂铝10%	锂镁10%	锂锡10%
电 化 学 性 能	质量比容量, mAh/g	3400	3400	3400

表 31 企业 C 电化学性能要求

检验项目		名称			
		LiX-1	LiX-2	LiX-3	LiX-4
电化学性能	质量比容量, mAh/g	≥3000	≥2500	≥2200	≥1800
	面积比容量, mAh/cm ²	≥3	≥3	≥3	≥3
	工作电位/V	≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.2
	平均库伦效率, %	≥99%	≥99%	≥99%	≥99%

表 32 企业 D 电化学性能要求

检验项目	名称									
	纯锂带 (PL-99.9 - St - 0.1 5× 53.5)	纯锂带 (PL-99.9 - St - 0.1 0× 53.5)	纯锂带 (PL-99.9 - St - 0.0 8× 53.5)	锂铝合金带 (LA-8Al - St - 0.0 5× 50.0)	锂铝合金带 (LA-0.5Al - St- 0.05× 50.0)	锂镁合金带 (LA-10Mg - St- 0.0 6× 50.0)	锂镁合金带 (LA-0.2Mg - St- 0.06× 50.0)	锂铜合金带 (LA-2Cu - St - 0.1 2× 72.0)	锂硅合金带 (LA-5Si - St - 0.1 0× 72.0)	锂硼合金带 (LA-2B - St - 0.0 8× 72.0)
电 化 学 性 能	质量比容量, mAh/g	>2000	>2000	>2000	>3000	>2000	>3000	>2800	>2500	>3000
	锂溶出过电	<100 (阴 极电 流密 度	<100 (阴 极电 流密 度	<100 (阴 极电 流密 度	<90(阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	<100 (阴 极电 流密 度	<80(阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	<95 (阴 极电 流密 度	<90 (阴 极电 流密 度	<85 (阴 极电 流密 度

位 ， m V	1mA/c m ² 下)	1mA/c m ² 下)	1mA/c m ² 下)	1mA/c m ² 下)		1mA/c m ² 下)		1mA/c m ² 下)	1mA/c m ² 下)	1mA/c m ² 下)
形 核 过 电 位 ， m V	>-120 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-120 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-120 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-120 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	>-120 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	>-110 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-110 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)
电 镀 过 电 位 ， m V	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-90 (阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	>-100 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-90 (阴 极电 流密 度 1mA/cm ² 下)	>-95 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-90 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)	>-95 (阴 极电 流密 度 1mA/c m ² 下)

本次调研共收集 4 家企业（A、B、C、D）的电化学性能要求，其中 A、B 为生产制造企业，C、D 为下游客户（其指标基于实际电池应用需求提出）。本标准设定为：质量比容量 $>2000\text{ mAh/g}$ ，锂溶出过电位 $<100\text{ mV}$ ，形核过电位 $>-120\text{ mV}$ ，电镀过电位 $>-100\text{ mV}$ （测试条件均为阴极电流密度 1 mA/cm^2 ）。调研显示，企业 A 纯锂带质量比容量（ 3860 mAh/g ）远优于标准，合金带（ $>2000\text{ mAh/g}$ ）恰好满足标准下限，其过电位指标（溶出 $\leq 80\text{ mV}$ 、形核 $\geq -40\text{ mV}$ 、电镀 $\geq -80\text{ mV}$ ）均严于或符合本标准；企业 B 三类合金（锂铝/镁/锡 10%）质量比容量均为 3400 mAh/g ，优于标准；企业 C 四款产品的质量比容量（ $1800\sim 3000\text{ mAh/g}$ ）中，LIX-4（ $\geq 1800\text{ mAh/g}$ ）低于标准，LIX-3（ $\geq 2200\text{ mAh/g}$ ）接近标准下限，其余指标（面积比容量、工作电位、库伦效率）与本标准关注点不同，不直接冲突；企业 D 共 10 款产品（涵盖纯锂、锂铝、锂镁、锂铜、锂硅、锂硼等多种合金体系）的质量比容量均高于 2000 mAh/g （其中锂铝合金 LA 0.5Al St 和锂镁合金 LA 0.2Mg St 达到 $>3000\text{ mAh/g}$ ，其余多数在 $>2000\sim >2800\text{ mAh/g}$ 之间），全部满足标准；过电位指标因合金体系不同呈现差异化分布，溶出过电位为 $<80\sim <100\text{ mV}$ ，形核过电位为 $>-120\sim >-100\text{ mV}$ ，电镀过电位为 $>-100\sim >-90\text{ mV}$ ，其最宽限值恰好对应本标准设定值，全部满足标准。

关于“不符”数据的处理：企业 C 的 LIX-4 质量比容量（ $\geq 1800\text{ mAh/g}$ ）低于本标准 2000 mAh/g 的要求，经核实该产品为高合金含量体系，非活性组分占比

高导致比容量下降,属于特定应用场景下的差异化产品,且企业 C 同时有 LIX-1~LIX-3 满足更高要求,而行业通行质量比容量指标普遍在 2000 mAh/g 以上,故未采纳该偏低值。本标准取 $>2000\text{ mAh/g}$ 为基本门槛,已能覆盖绝大多数锂及铝合金负极材料的本征容量水平,若将标准提高(如 $\geq 3000\text{ mAh/g}$),则将排除企业 C 的 LIX-3 (2200 mAh/g) 及企业 D 中部分 $>2000\text{ mAh/g}$ 产品,不利于标准普适性。过电位方面,企业 D 不同合金体系的过电位指标呈现宽严不一的范围(溶出 $<80\sim<100\text{ mV}$ 、形核 $>-120\sim>-100\text{ mV}$ 、电镀 $>-100\sim>-90\text{ mV}$),本标准取该范围的最宽限值(即溶出 $<100\text{ mV}$ 、形核 $>-120\text{ mV}$ 、电镀 $>-100\text{ mV}$)作为统一要求,既覆盖了企业 D 全部合金体系的可达范围,也为批量生产波动留有合理余量;若参照企业 A 或企业 D 中较严产品(如溶出 $<80\text{ mV}$)收严,则将排除企业 D 中多数合金产品,而该宽限值已被其客户端长期认可,收严缺乏充分依据。

2.3 指标调研结果

浙江锋锂新能源科技有限公司公司于 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

2.3.1.1 产品的杂质成分均须满足下表的规定。

表 33 杂质元素含量限定值

元素	K	Na	Ca	Fe	Si	Al	Ni	Cu	Cl	N	Pb
含量，不大于（质量分数，%）	0.005	0.02	0.02	0.005	0.008	0.005	0.003	0.004	0.01	0.006	0.003
注1：合金元素不计入杂质元素，锂含量为100%减去杂质与合金元素含量实测值总和。											

注2：需方如对产品的成分有特殊要求时，由供需双方协商确定。

2.3.1.2 为保证锂合金产品成分的高度均匀性，卷式产品任意位置、片式产品任意单片的各合金元素含量与名义成分的偏差均应控制在 $\pm 10\%$ 以内。

2.3.2 产品尺寸及允许偏差

任一锂及锂合金负极产品的厚度及允许偏差应符合表 34 规定。

表 34 锂及锂合金负极材料的尺寸及允许偏差

单位为毫米

厚度及允许偏差			
厚度	允许偏差	厚度	允许偏差
<0.020	± 0.002	$>0.10\sim 0.30$	± 0.01
$>0.020\sim 0.050$	± 0.003	$>0.30\sim 0.60$	± 0.02
$>0.050\sim 0.100$	± 0.005	$>0.60\sim 1.00$	± 0.03

2.3.2.1 全部厚度规格的卷式产品宽度公差应控制在 $\pm 0.5\text{ mm}$ 以内。

2.3.2.2 全部厚度规格的片式方形产品长度与宽度公差均应控制在 $\pm 0.3\text{ mm}$ 以内。

2.3.2.3 全部厚度规格的片式圆形产品直径公差应控制在 $\pm 0.05\text{ mm}$ 以内。

2.3.2.4 对于其他异形负极材料，尺寸及其公差应由双方协商确定。

2.3.3 中凸度

产品的中凸度应符合表 35 规定

表 35 锂及锂合金负极材料的中凸度标准

厚度/mm	中凸度/%
≤ 0.020	≤ 20
$>0.020\sim 0.050$	≤ 15
>0.050	≤ 10

2.3.4 耐空气腐蚀性

产品在空气中暴露 60s，表面无任何目视可辨识的颜色变化。（测试温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度为 $20\%\text{RH}\pm 2\%\text{RH}$ ，空气环境）。

2.3.5 耐溶液腐蚀性

产品于无水碳酸二乙酯(DEC)中浸泡 6 h, 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±5)℃, 氩气氛围手套箱中)。

2.3.6 抗拉强度

产品的抗拉强度应大于 1.0 MPa。

2.3.7 断后伸长率

产品的断后伸长率应大于 8%。

2.3.8 质量比容量

产品的质量比容量应大于 2000 mAh/g。

2.3.9 锂溶出过电位

产品的锂溶出过电位在阴极电流密度为 1 mA/cm² 的情况下应小于 100 mV。

2.3.10 形核过电位

产品的形核过电位在阴极电流密度为 1 mA/cm² 的情况下应大于-120 mV。

2.3.11 电镀过电位

产品的电镀过电位在阴极电流密度为 1 mA/cm² 的情况下应大于-100 mV。

2.3.12 外观

产品表面应平直光滑, 呈金属光泽, 无明显油渍, 无裂纹, 无凹坑, 无划痕, 无褶皱, 无破损, 无异物; 产品边缘齐整, 无锯齿状裂口; 产品表面无氧化, 不得出现发红、发黑、发白斑点; 卷式产品应连续、齐整, 不得有分层和夹杂。

3. 产品代号及指标的确定

3.1 代号的确定

为统一锂及锂合金负极材料的产品标识, 适配锂金属电池研发与产业化生产应用需求, 本文件明确产品代号编制规则。编制过程结合国内金属锂生产工艺技术迭代现状, 衔接金属锂产品相关国家标准体系, 吸纳国内主流锂材生产与电池

应用企业的产业化实践经验，综合考量产品纯度分类、合金成分体系、几何形状类型及厚度、宽度等核心规格参数，规定产品代号按“产品分类 - 成分组成 - 形状代号 - 尺寸”的顺序依次排列组成。其中产品分类以锂元素总质量分数 99.90% 为界，划分为纯锂负极与锂合金负极两类；成分组成、形状代号及尺寸标记分别对应材料组分、产品形态与规格参数，保障标识规则科学统一、表述规范，可覆盖现有主流产品形态，满足生产、检验、流通与应用全流程的使用需求。

3.1.1 产品分类

依据除锂元素外所有杂质及合金元素的质量分数，锂及锂合金负极产品可分为：

a) 纯锂负极，锂元素总质量占比 $\geq 99.90\%$ ，用 PL (Pure Lithium metal anode) 表示；

b) 锂合金负极，锂元素总质量占比 $< 99.90\%$ ，用 LA (Lithium alloy anode) 表示；

3.1.2 成分组成

a) 纯锂负极：仅标注锂的质量分数；

b) 锂合金负极：标注合金元素的质量分数，一种合金元素及其质量分数以 xA 表示，其中 x 为合金元素的质量百分数，A 为合金元素的元素符号。（注：含有多种合金元素的锂合金负极，其成分组成按合金元素质量分数由高到低依次标注。）

3.1.3 形状代号

St 表示卷式带状 (Strip) 负极材料，R 表示片式方形 (Rectangle) 负极材料，C 表示片式圆片 (Circle) 负极材料，Sp 表示异形 (Special-shaped) 负极材料。

3.1.4 尺寸

尺寸标记（单位为毫米，mm）应符合下列规定：

a) 卷式带状负极材料：以厚度 $\times$ 宽度表示；

b) 片式方形负极材料：以厚度 $\times$ 长度 $\times$ 宽度表示；

c) 片式圆片负极材料：以厚度 $\times$ 直径表示；

d) 异形材负极材料：尺寸由供需双方协商确定。

3.1.5 产品代号示例

示例 1：

锂质量分数为 99.90%，厚度为 0.02mm，宽度为 100mm 的纯锂卷式带状负极材料，其产品代号为：PL-99.90-St-0.02×100。

示例 2：

铟质量分数为 3%，厚度为 0.05mm，长度为 50mm，宽度为 50mm 的低合金化类锂铟合金片式方形负极材料，其产品代号为：LA-3In-R-0.05×50×50。

示例 3：

镁质量分数为 8%，厚度为 0.03mm，直径为 20mm 的锂镁合金片式圆片负极材料，其产品代号为：LA-8Mg-C-0.03×20。

示例 4：

镁质量分数为 15%，银质量分数为 2%，厚度为 0.03mm，直径为 20mm 的锂镁银合金片式圆片负极材料，其产品代号为：LA-15Mg2Ag-C-0.03×20。

3.2 化学成分的确

锂及锂合金负极材料的化学成分要求，立足金属锂产业基础，结合电池电化学应用特性与行业合规要求科学制定，制定依据如下：一是基础杂质体系衔接金属锂产品国家标准管控框架（GB/T 4369），设定钾、钠、钙、铁、硅、铝、镍、铜等杂质限量值；二是有害物质管控契合行业合规要求，对铅等受限元素设置基础限值；三是明确锂合金成分均匀性要求。合金元素局部偏差会造成电极表面电位分布不均，诱发锂枝晶优先生长，恶化电池循环一致性，因此规定卷式、片式产品的合金元素含量与名义成分偏差不超过 $\pm 10\%$ ，保障极片电化学性能均一稳定；四是统一成分计算规则，明确合金元素不计入杂质范畴，锂含量采用差减法核算。同时兼顾不同电池技术路线的差异化需求，特殊管控物质可由供需双方协商确定，兼顾合规性与应用灵活性。

3.3 尺寸及允许偏差的确定

本标准基于国内主流企业尺寸控制能力调研，结合产品形态装配需求与厚度轧制工艺特性，确定尺寸及允许偏差如下。宽度方面：卷式产品宽度公差确定为 $\pm 0.5\text{ mm}$ ；片式方形产品长宽公差确定为 $\pm 0.3\text{ mm}$ ；片式圆形产品直径公差确

定为 $\pm 0.05\text{ mm}$ ；异形产品由供需双方协商确定。厚度方面：按厚度分级（单位 mm ）确定允许偏差， <0.020 为 ± 0.002 ， $>0.020\sim 0.050$ 为 ± 0.003 ， $>0.050\sim 0.100$ 为 ± 0.005 ， $>0.10\sim 0.30$ 为 ± 0.01 ， $>0.30\sim 0.60$ 为 ± 0.02 ， $>0.60\sim 1.00$ 为 ± 0.03 。所有限值均基于量产实测数据制定，兼顾行业通用水平与应用适配性，覆盖全产品形态与厚度规格。

3.4 中凸度的确定

本标准基于国内主流锂及锂合金负极带材生产企业的量产技术规范调研，结合轧制工艺特性与下游应用需求，按厚度分级设定中凸度限值。厚度 $>0.050\text{mm}$ 区间，厚规格带材轧制工艺成熟、板形可控性强，调研企业同类产品内控普遍可达10%以内，故设定限值 $\leq 10\%$ ，匹配行业量产普遍水平。厚度 $>0.020\sim 0.050\text{ mm}$ 区间，薄带轧制厚度均匀性控制难度提升，企业对应规格产品均执行 $\leq 15\%$ 的管控要求，为该厚度段行业通用水平，故设定限值 $\leq 15\%$ 。厚度 $\leq 0.020\text{ mm}$ 极薄带材轧制难度大，为保障标准普适性与可落地性，设定限值 $\leq 20\%$ 。本标准覆盖纯锂及多元锂合金品类，适配不同电芯应用场景，兼具产业通用性与技术引导性。

3.5 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60s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6h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60s后表面颜色不发生变化（测试条件同上），在无水DEC中浸泡6h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%）

3.6 抗拉强度及断后延伸率的确定

当锂及锂合金带材的强度与延伸率偏低时，易产生针孔、裂边及断带等轧制缺陷。目前，锂及锂合金负极材料的厚度多不超过 $100\text{ }\mu\text{m}$ ，在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下，厚度低于 $100\text{ }\mu\text{m}$ 的纯锂箔材抗拉强度约为 $1\text{ MPa}\sim 1.3\text{ MPa}$ ，断后延伸率约为10%。调研中，部分企业提供的断后延伸率远高于8%，经核实，该数据源自较厚规格的锂合金带材，其厚度不在本标准适用范围内，故不予参考。需指出，延伸率随产品厚度减薄而下降，且合金元素的添加亦会使其较纯锂有所降低。综合以上因素，本标准规定锂及锂合金负极材料的抗拉强度不低于 1 MPa ，断后延伸率不低于8%。

3.7 电化学指标的确定

锂及锂合金负极材料是锂金属电池的核心材料，其电化学性能直接决定电池能量密度、循环寿命、倍率特性与安全边界。为给材料改性、工艺优化及电芯工程化适配提供标准化判定依据，结合锂沉积 - 脱溶电化学反应机制与产业化评价需求，选取质量比容量、形核过电位、电镀过电位、锂溶出过电位作为核心评价指标，明确测试规范与合格阈值。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 2000 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 $< 100 \text{ mV}$ 、形核过电位 $> -120 \text{ mV}$ 、电镀过电位 $> -100 \text{ mV}$ ，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。

3.8 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，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。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。

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 190-2009 危险货物包装标志

GB/T 191—2008 包装储运图形符号标志

GB 12268 危险货物品名表

GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》

GB/T 20931（所有部分） 锂化学分析方法

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 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

《锂及锂合金负极材料》行业标准编制小组

2026年8月