

磷酸钛铝锂

编制说明

(讨论稿)

北京当升科技材料股份有限公司

2026年4月

一、工作简况

1.1 任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于印发 2025 年第一批有色金属国家标准、行业标准、团体标准制（修）订项目计划及征集起草单位的通知》（国标委发[2025]16 号）的文件精神，由北京当升材料科技股份有限公司负责制定《GB/T XXX 磷酸钛铝锂》国家标准，项目计划编号：20255611-T-610，计划完成年限 2026 年。

1.2 主要参加单位和工作组成员及其工作

本文件起草单位：北京当升材料科技股份有限公司、深圳市贝特瑞新能源技术研究院有限公司、天津国安盟固利新材料科技有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、厦门固钠新能源材料股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、桂林电子大学等。

其中北京当升材料科技股份有限公司负责实测锂电行业对磷酸钛铝锂的各项指标控制、生产和用户需求情况，根据了解的实际情况编写标准文本和标准编制说明，同时将标准在行业内广泛征求意见，并对收集的意见进行汇总处理，综合比较后形成科学统一的产品技术要求，带领编制组完成标准的编制工作。深圳市贝特瑞新能源技术研究院有限公司、天津国安盟固利新材料科技有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、厦门固钠新能源材料股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、桂林电子大学等积极参与本文件的实测工作，为标准编制提供了大量的实测数据，并对标准的征求意见稿提出了修改意见，为本文件的编制工作提供有力支撑。

北京当升材料科技股份有限公司（简称“当升科技”）是一家以新能源材料研发、生产和销售为主的高新技术企业，主营业务包括高能量锂离子电池正极材料及其前驱体和新型智能装备，是锂电材料行业的龙头企业之一，目前锂离子电池正极材料的年产能超 18 万吨。公司产品市场涵盖车用动力电池领域、储能电池领域以及数码消费类电子领域。公司在国内率先开发出储能用多元材料，该产品已大批量用于国际高端储能市场；公司高倍率产品在国内航模、无人机等市场处于领先地位，产品具有良好的市场应用前景。公司主要产品包括多元材料、钴酸锂、磷酸铁锂、磷酸钛铝锂等正极材料及其前驱体等材料，客户范围涵盖中国、日本、韩国等全球多个国家和地区，公司多年来凭借突出的自主研发能力、先进的质量控制系统和快速的市场反应机制为公司积累了众多大客户的信任，也为公司在国内外市场树立了良好的形象并赢得了重要的行业地位。公司申请专利近 1100 项，牵头和参加起草制订国家标准、国家标准 60 余项。

本文件主要起草人有：

各起草人在本文件编制过程中的工作职责见表 1 所示：

表 1 各起草人及其工作职责

起草人姓名	工作职责
	产品各项性能指标的实测、总结；标准文本和编制说明的撰写
	提供相关产品指标数据，确认产品数据及实验方法可行性，对标准内容提出修改意见。

1.3 主要工作过程

北京当升材料科技股份有限公司在接到本文件制订任务后，立即组织骨干人员成立了标准编制组，制定了该产品的各项指标实测表并初步确认范围。

1.3.1 立项阶段

2021 年 4 月，北京当升材料科技股份有限公司向全国有色金属标准化技术委员会粉末冶金分会 (SAC/TC243/SC4) 提交国家标准《磷酸钛铝锂》项目建议书。

2025 年 5 月，根据《《国家标准化管理委员会关于下达 2025 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2025]16 号）要求，国家标准《磷酸钛铝锂》成功立项。

1.3.2 起草阶段

2025 年 6 月，全国有色金属标准化技术委员会在杭州组织召开了有色金属标准工作会议。来自北京当升材料科技股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司等单位的代表参加了会议。会议明确了由北京当升材料科技股份有限公司落实《磷酸钛铝锂》修订编制工作，组织成立了国家标准编制组，对目标任务进行了分解，明确成员的任务要求，制定工作计划和进度安排。标准编制组工作成员通过各种渠道收集国内外锂电行业对磷酸钛铝锂的需求和使用情况，查阅了大量的国内外相关文献资料，同时结合目前国内外磷酸钛铝锂的生产和用户需求情况，于 2025 年 6 月形成了标准的讨论稿草案和编制说明。

1.3.3 征求意见阶段

2026 年 4 月，全国有色金属标准化技术委员会于重庆召开有色金属标准工作会议。起草单位的代表参加了会议，对本文件的征求意见稿进行了认真细致的讨论，提出了修改意见和建议。

同时，全国有色金属标准化技术委员会通过工作群、邮件向委员单位征求意见，并将征求意见资料在 www.cnsmq.com 网站上挂网，向社会公开征求意见。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、检验等单位及大专院校，征求意见单位广泛且具有代表性，征求意见时间大于 1 个月。

2026 年 X 月，编制组单位对收集到的意见进行整理，共收到了 14 条意见，形成了标准征求意见稿意见汇总处理表。

2026 年 X 月，有色金属国家标准《磷酸钛铝锂》讨论会在全国有色金属标准化技术委员会主持下于 XX 召开。各起草单位代表及专家对标准送审稿进行了细致、充分的讨论。标准制定工作组对征求意见稿进行修改，形成标准送审稿。

1.3.4 审查阶段

2026 年 X 月，有色金属国家标准《磷酸钛铝锂》审查会在全国有色金属标准化技术委员会主持下于 XX 召开。各起草单位代表和专家对标准送审稿进行了细致、充分的讨论。标准制定工作组对送审稿进行修改，形成标准报批稿。

1.3.5 报批阶段

标准编制组根据审定会中的意见对标准文本和编制说明进行修改完善，形成标准报批稿送至全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243），现上报至国标委审批、发布。

二、标准编制原则

2.1 符合性：本文件严格按照 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》的要求进行编制。

2.2 适用性和先进性：磷酸钛铝锂，简称 LATP，属于 NASICON 型无机固态电解质材料，晶体结构稳定，三维网状骨架可快速传输锂离子。它锂离子电导率高，电化学窗口宽，适配高电压正极材料；机械强度优异，能有效抑制锂枝晶生长，提升电池安全性能。同时热稳定性好、化学惰性强，耐高压、耐老化，原料易得、制备成本适中。既可用作全固态电池隔膜电解质，也常作为正极包覆改性材料，阻隔电解液腐蚀，降低界面阻抗，改善循环寿命与倍率性能。《新产业标准化领航工程实施方案（2023-2035年）》在（三）全面推进新兴产业标准体系建设中指出，面向产业融合发展需求和应用场景探索，开展前沿新材料标准预研；聚集锂离子电池领域，正负极材料、保护器等关键原材料及零部件标准。《“十四五”原材料工业发展规划》指出：实施前沿材料前瞻布局行动，支持科研单位联合企业，把握新材料技术与信息技术、纳米技术、智能技术等融合发展趋势，发展超导材料、智能仿生、增材制造材料等，推动新的主干材料体系化发展，强化应用领域的支持和引导。磷酸钛铝锂的能量密度、安全性两大指标均有明显优势，是突破锂电正极材料领域研究瓶颈的较为关键的一款新材料，急需建立标准，规范技术指标。本文件的制定符合国家政策导向，符合目前国内磷酸钛铝锂的生产和用户需求情况。可以提高磷酸钛铝锂的生产技术水平，促进相关技术的进步，为国内相关产业提供技术指导，满足用户的需求，促进锂电正极材料行业的不断发展。

三、确定标准主要内容的依据

3.1 企业生产和使用情况

3.1.1 主要使用企业

目前，主要生产企业主要是北京当升材料科技股份有限公司、深圳市贝特瑞新能源技术研究院有限公司、天津国安盟固利新材料科技有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、厦门固钠新能源材料股份有限公司。可以预见，随着电池企业和车企对动力电池的能量密度、安全性能以及成本提出更高的要求，固态电解质的市场需求会大幅增加。国内企业需要借此机会，尽快完成标准的建立，完成材料的开发工作。

3.1.2 产品分类依据

磷酸钛铝锂中 Al^{3+} 取代 Ti^{4+} 的位置，通过影响电荷平衡，增加空位缺陷的产生，进而影响体相内部的锂离子传输，因此 Al 的含量对于样品的离子电导率起着决定性作用。根据产品中 Al 摩尔百分比和 D_{50} 的大小将产品分为 Al3-nm、Al3- μ m、Al5-nm、Al5- μ m，产品的分类如表 2 所示。

表 2

磷酸钛铝锂种类（以 Al mol%区分）			
Al3-nm	Al3- μ m	Al5-nm	Al5- μ m

3.1.3 国内主要生产企业主要指标质量情况

对国内磷酸钛铝锂产品开展实测，共收集到 7 家生产企业的数据反馈，相关数据在下文中均有展示。

3.2 主要技术指标确定依据

3.2.1 化学成分

表 3 主元素调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm	Al5-nm	Al5- μm
Li, wt%	企业 1	2.3 \pm 0.5	2.3 \pm 0.5	/	/
	企业 2	2.8 \pm 0.5	2.8 \pm 0.5	3.2 \pm 0.5	3.2 \pm 0.5
	企业 3	/	6 \pm 2	/	/
	企业 4	/	2.42	/	2.74
	企业 5	2.2 \pm 0.4	2.2 \pm 0.4	2.6 \pm 1.0	2.6 \pm 1.0
	企业 6	2.0~2.6	2.0~2.6	2.6~3.0	2.6~3.0
	企业 7	2.0~2.6	2.0~2.6	2.6~3.0	2.6~3.0
Al, wt%	企业 1	2.1 \pm 0.5	2.1 \pm 0.5	/	/
	企业 2	2.3 \pm 0.5	2.3 \pm 0.5	2.9 \pm 0.5	2.9 \pm 0.5
	企业 3	/	4 \pm 1.5	/	/
	企业 4	/	2.2	/	3.3
	企业 5	2.2 \pm 0.8	2.2 \pm 0.8	2.4 \pm 1.0	2.4 \pm 1.0
	企业 6	1.4~3.0	1.4~3.0	3.0~5.0	3.0~5.0
	企业 7	1.4~3.0	1.4~3.0	2.8~4.5	2.8~4.5
Ti, wt%	企业 1	21.2 \pm 5	21.2 \pm 5	/	/
	企业 2	20 \pm 3	20 \pm 3	14.7 \pm 3	14.7 \pm 3
	企业 3	/	40 \pm 10	/	/
	企业 4	/	17.1	/	21.2
	企业 5	17 \pm 4.0	17 \pm 4.0	17 \pm 5.0	17 \pm 5.0
	企业 6	20.0~23.0	20.0~23.0	17.0~20.0	17.0~20.0
	企业 7	20.0~23.0	20.0~23.0	17.0~20.0	17.0~20.0
P, wt%	企业 1	24.2 \pm 5	24.2 \pm 5	/	/
	企业 2	23 \pm 3	23 \pm 3	22.2 \pm 3	22.2 \pm 3
	企业 3	/	43 \pm 9	/	/
	企业 4	/	21.2	/	23.4
	企业 5	21.5 \pm 5.0	21.5 \pm 5.0	21.5 \pm 5.5	21.5 \pm 5.5
	企业 6	21.0~24.5	21.0~24.5	24.5~25.0	24.5~25.0
	企业 7	21.0~24.5	21.0~24.5	24.5~25.0	24.5~25.0

表 4 改性元素调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm	Al5-nm	Al5- μm
M, wt%	企业 1	0.5	0.5	/	/
	企业 2	1	1	1	1
	企业 3	/	/	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	/	/	/	/
	企业 6	0.05~1.5	0.05~1.5	0.05~1.5	0.05~1.5
	企业 7	0.05~1.5	0.05~1.5	0.05~1.5	0.05~1.5

表 5 杂质元素调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm	Al5-nm	Al5- μm
Na, wt%	企业 1	0.05	0.05	/	/
	企业 2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 3	/	< 0.008	/	/
	企业 4	/	0.04	/	0.047
	企业 5	<0.15	<0.15	<0.15	<0.15
	企业 6	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 7	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ca, wt%	企业 1	0.05	0.05	/	/
	企业 2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 3	/	< 0.04	/	/
	企业 4	/	0.008	/	0.02
	企业 5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 6	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	企业 7				
Cu, wt%	企业 1	0.002	0.002	/	/
	企业 2	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	企业 3	/	< 0.01	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	企业 6	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	企业 7	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Zn, wt%	企业 1	0.003	0.003	/	/
	企业 2	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	企业 3	/	< 0.02	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	企业 6	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	企业 7	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fe, wt%	企业 1	0.015	0.03	/	/
	企业 2	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	企业 3	/	< 0.02	/	/
	企业 4	/	0.003	/	0.005
	企业 5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 6	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	企业 7	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
S, wt%	企业 1	/	/	/	/
	企业 2	/	/	/	/
	企业 3	/	< 0.02	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 6	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 0.10

	企业 7	≤0.10	≤0.10	≤0.10	≤0.10
--	------	-------	-------	-------	-------

本文件根据市场现有的磷酸钛铝锂，规定了主元素含量范围。根据最新的生产工艺，确认了系列杂质元素种类及含量控制范围。由于原料中的 Na、Ca、S 等元素会残存于成品中，影响材料的性能，因此需要加以控制。根据调研表 5 显示，Na 指标最高达到 0.15%，超过磷酸钛铝锂实际应用 Na 含量的上限，过高 Na 会影响界面阻抗；其他元素含量均根据实测结果做出了适应性修改，详见表 6。

表 6 化学成分

化学成分		Al3-nm	Al3-μm	Al5-nm	Al5-μm
主元素含量 质量分数/ (%)	Li	2.0~2.6		2.6~3.0	
	Al	1.4~3.0		2.8~4.5	
	Ti	18.0~21.5		17.0~20.0	
	P	21.0~24.5		24.5~25.0	
掺杂元素含量 质量分数/ (%)	掺杂元素 M ¹	0.05~1.5			
杂质元素含量 质量分数/ (%)	Na	≤0.05			
	Ca	≤0.01			
	Cu	≤0.005			
	Zn	≤0.005			
	Fe	≤0.005			
	S	≤0.15			
1 掺杂元素 M 包括镁、锶、钡、铬、钛、锌、铌、钙中的一种或几种，单个掺杂元素含量为 0.05~0.5%，掺杂元素含量总和应不大于 1.5%。					

3.2.2 水分含量

表 7 水分含量调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3-μm	Al5-nm	Al5-μm
水分, %	企业 1	≤2.5	≤0.15	/	/
	企业 2	<1	<0.5	<1	<0.5
	企业 3	/	<0.3	/	/
	企业 4	/	0.08	/	0.08
	企业 5	≤0.01	≤0.01	≤0.01	≤0.01
	企业 6	≤2.5	≤0.2	≤2.5	≤0.2
	企业 7	≤2.5	≤0.2	≤2.5	≤0.2

水分会使磷酸钛铝锂发生 Li⁺/H⁺ 交换、结构腐蚀与界面副反应，显著降低离子电导率、增大阻抗并破坏稳定性。各家企业的水分指标调研数据如表 7 所示，考虑生产企业生产产品水分含量和使用企业水分要求，结合表 22 实测数据情况，本文件规定磷酸钛铝锂中的水分含量应符合表 8 的规定。

表 8 水分含量

水分含量/%	Al3-nm	Al3-μm	Al5-nm	Al5-μm
	≤2.5	≤0.2	≤2.5	≤0.2

3.2.3 磁性异物

表 9 磁性异物调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m	Al5-nm	Al5- μ m
磁性异物，%	企业 1	≤ 0.000015	≤ 0.000015	/	/
	企业 2	≤ 0.00003	≤ 0.00002	≤ 0.00003	≤ 0.00002
	企业 3	/	≤ 0.00005	≤ 0.00005	≤ 0.00005
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	≤ 0.00005	≤ 0.00005	≤ 0.00005	≤ 0.00005
	企业 6	≤ 0.00001	≤ 0.00001	≤ 0.00001	≤ 0.00001
	企业 7	≤ 0.00005	≤ 0.00005	≤ 0.00005	≤ 0.00005

磁性异物对电池性能影响很大，正极材料中残留的磁性异物在电池中可能会刺穿隔膜，造成短路、自放电现象，严重降低电池的安全性，因此要严格控制正极材料中磁性异物的含量。各家企业的磁性异物调研数据如表 9 所示，考虑生产企业和使用企业水分，结合表 22 实测数据情况，本文件规定磷酸钛铝锂中磁性异物含量应不大于 0.00005%。

3.2.4 残余碱含量

表 10 残余碱含量调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m	Al5-nm	Al5- μ m
残余碳酸锂，%	企业 1	0.1	0.1	/	/
	企业 2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 3	/	/	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3
	企业 6	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4
	企业 7	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4
残余氢氧化锂，%	企业 1	0.1	0.1	/	/
	企业 2	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
	企业 3	/	/	/	/
	企业 4	/	/	/	/
	企业 5	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3	≤ 0.3
	企业 6	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4
	企业 7	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4	≤ 0.4

本文件规定产品中氢氧化锂含量应不大于 0.4%、产品中碳酸锂含量应不大于 0.4%。

3.2.5 pH 值

表 11 pH 值调研数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m	Al5-nm	Al5- μ m
pH 值	企业 1	7~10	7~10	/	/
	企业 2	6~7	6~7	6~7	6~7
	企业 3	/	/	/	/

	企业 4	/	8.2	/	7.5
	企业 5	6~8	6~8	7~9	7~9
	企业 6	5.0~8.0	5.0~8.0	5.0~8.0	5.0~8.0
	企业 7	5.0~8.0	5.0~8.0	5.0~8.0	5.0~8.0

结合表 11 调研数据和实测数据，本文件规定磷酸钛铝锂的 pH 值应符合 5.0~8.0。

3.2.6 外观质量

本文件规定磷酸钛铝锂的外观质量应为黑色粉末，颜色均一，无结块，无夹杂物。

3.2.7 晶体结构

本文件规定了磷酸钛铝锂的晶体结构应符合 JCPDS 标准（35-0754）。

3.2.8 粒度分布

表 12 粒度分布调研数据

化学指标	企业	A13-nm	A13- μm	A15-nm	A15- μm
D ₅₀ , μm	企业 1	0.3 ~ 0.8	1 ~ 10	/	/
	企业 2	0.7	3.5	0.7	3.5
	企业 3	/	1.0	/	/
	企业 4	/	1.1	/	1.0
	企业 5	0.60±0.1	1.5±0.4	0.60±0.1	1.5±0.4
	企业 6	<0.5	0.5~10	<0.5	0.5~10
	企业 7				

从大量的制浆经验以及行业交流反馈来看，粒度分布决定了材料的加工性能。通过此次调研发现，少有企业在生产过程中对 D_{max} 进行测试，且 D_{max} 属于极端数据，测试时存在一定的不稳定性。结合表 12 以及行业内磷酸钛铝锂的研究和实测数据，本文件规定磷酸钛铝锂的粒度分布应符合表 13 的规定。

表 13 粒度分布

粒度分布 /(μm)	A13-nm	A13- μm	A15-nm	A15- μm
	<1.0	1.0~10	<1.0	1.0~10

3.2.9 比表面积

表 14 比表面积调研数据

化学指标	企业	A13-nm	A13- μm	A15-nm	A15- μm
比表面积, m^2/g	企业 1	5-20	≤ 10	/	/
	企业 2	10~60	0.5~10	10~60	0.5~10
	企业 3	/	2.0	/	/
	企业 4	/	7.5	/	11.3
	企业 5	≥ 10	≤ 5	≥ 10	≤ 5
	企业 6	≥ 10	0.5~10	≥ 10	0.5~10
	企业 7				

比表面积过大或者过小，会影响磷酸钛铝锂反应活性、吸水吸湿性越强，界面阻抗与副反应增多，离子传导及化学稳定性变差。结合表13调研数据和实测数据，本文件规定磷酸钛铝锂的比表面积应符合表15的规定。

表 15

比表面积 /(m ² /g)	A13-nm	A13-μm	A15-nm	A15-μm
	≥10	0.5~10	≥10	0.5~10

3.2.10 离子电导率

表 16 离子电导率调研数据

化学指标	企业	A13-nm	A13-μm	A15-nm	A15-μm
离子电导率, S/cm	企业 1	>4*10 ⁻⁴	>4*10 ⁻⁴	/	/
	企业 2	>5*10 ⁻⁴	>3*10 ⁻⁴	>3*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴
	企业 3	/	>2*10 ⁻³	/	/
	企业 4	/	>3*10 ⁻⁴	/	>2*10 ⁻⁴
	企业 5	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴
	企业 6	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴	>1*10 ⁻⁴
	企业 7				

离子电导率越高，锂离子传输越快、界面阻抗越低，电池倍率性能与循环效率越好。根据表15调研数据，各企业对离子电导率要求均大于10*⁻⁴ S/cm，本文件规定产品的离子电导率应不小于10*⁻⁴ S/cm。

3.2.11 电子电导率

表 17 电子电导率调研数据

化学指标	企业	A13-nm	A13-μm	A15-nm	A15-μm
电子电导率, S/cm	企业 1	/	/	/	/
	企业 2	/	/	/	/
	企业 3	/	/	/	/
	企业 4	/	≤10 ⁻⁸	/	≤10 ⁻⁸
	企业 5	≤10 ⁻⁹	≤10 ⁻⁹	≤10 ⁻⁹	≤10 ⁻⁹
	企业 6	≤10 ⁻¹⁰	≤10 ⁻¹⁰	≤10 ⁻¹⁰	≤10 ⁻¹⁰
	企业 7				

固态电解质的电子电导率越低，绝缘性越好，可有效抑制漏电流、自放电与内部微短路，保障固态电池稳定安全运行。表17显示产品的电子电导率均不高于10*⁻⁸S/cm，本文件规定产品的电子电导率应不大于10*⁻⁸ S/cm。

3.3 试验方法

3.3.1 化学成分

产品化学成分的测定按附录 A 或供需双方协商认可的方法进行。

3.3.2 水分

产品的水分测定按 GB/T 45330—2025 的规定进行。

3.3.3 磁性异物

产品的磁性异物含量测定按 GB/T 41704—2022 中 4.1 的规定进行，其中磁性异物的含量为铬、镍、锌的含量之和。

3.3.4 残余碱含量

产品的残余碱含量的测定按 GB/T 41704-2022 的规定进行。

3.3.5 pH 值

产品的 pH 测定按照“GB/T 5211.6 颜料和体质颜料通用试验方法 第 6 部分：水悬浮液 pH 值的测定”的规定进行。

3.3.6 外观质量

产品的外观质量直接通过目视检查，方便快捷。

3.3.7 晶体结构

产品的晶体结构用 X 射线衍射仪检测，参照“GB/T 30904 晶体结构分析 X 射线衍射法”的规定进行。

3.3.8 粒度分布

产品的粒度分布测定按照“GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法”的规定进行。

3.3.9 比表面积

产品的比表面积测定按照“GB/T 19587 气体吸附 BET 法测定固态物质比表面积”的规定进行。

3.3.10 离子电导率

产品离子电导率的测定按供需双方协商认可的规定进行。

3.3.11 电子电导率

产品电子电导率的测定按供需双方协商认可的规定进行。

3.4 周期检验和逐批检验的项目及取样数量

表 18 周期检验和逐批检验的项目及取样数量

检验项目	取样规定	取样数量	要求的章条号	试验方法的章条号	检验类别
化学成分	产品的取样按 GB/T 5314 的规定进行，每批取样总量应不少于 4kg	每批 1 份	5.1	6.1	逐批检验
水分含量		每批 1 份	5.2	6.2	逐批检验
磁性异物		每批 1 份	5.3	6.3	逐批检验
残余碱含量		每批 1 份	5.4	6.4	逐批检验
pH 值		每批 1 份	5.5	6.5	逐批检验
外观质量		逐桶（袋）	5.6	6.6	逐批检验
晶体结构		每批 1 份	5.7	6.7	周期检验
粒度分布		每批 1 份	5.8	6.8	逐批检验
比表面积		每批 1 份	5.9	6.9	逐批检验
离子电导率		每批 1 份	5.10	6.10	逐批检验

电子电导率		每批 1 份	5.11	6.11	逐批检验
-------	--	--------	------	------	------

3.5 验证数据

3.5.1 化学成分

各验证单位对化学成分的统计数据如表 19-21 所示。由表可知，验证样品的主元素含量，掺杂、包覆元素含量和杂质元素含量均可满足标准设定值，不同企业对同一样品测试数据的波动是在正常范围内，其中企业 3 在主元素测试含量中与其他家差异较大，样品未完全溶解导致测试异常，规范测试方法后进行二次验证。

表 19 主元素实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m
Li, wt%	企业 1	2.6	2.6
	企业 2	2.5	2.6
	企业 3	1.7	1.5
	企业 4	2.2	2.5
	企业 5	2.0	/
Al, wt%	企业 1	2.3	2.3
	企业 2	2.1	3.0
	企业 3	1.0	1.0
	企业 4	1.7	3.0
	企业 5	1.8	2.0
Ti, wt%	企业 1	20.1	20.8
	企业 2	20.0	20.0
	企业 3	7.3	4.7
	企业 4	20.4	20.1
	企业 5	20.9	21.5
P, wt%	企业 1	25.9	26.2
	企业 2	23.8	24.8
	企业 3	11.3	9.1
	企业 4	24.0	24.0
	企业 5	23.0	24.0

表 20 改性元素实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m
M, wt%	企业 1	0.5	0.5
	企业 2	0.05	0.05
	企业 3	0.5	0.5
	企业 4	/	/
	企业 5	/	/

表 21 杂质元素实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m
------	----	--------	--------------

Na, wt%	企业 1	0.0007	0.0003
	企业 2	0.00024	0
	企业 3	0	0.0005
	企业 4	0.0003	0.0005
	企业 5	0.0003	0.0005
Ca, wt%	企业 1	0.0001	0.0001
	企业 2	0.0014	0.0013
	企业 3	0.0008	0.0008
	企业 4	0.002	0.002
	企业 5	0.0003	0.0003
Cu, wt%	企业 1	0	0
	企业 2	0.0002	0.0003
	企业 3	0	0
	企业 4	0.0007	0.0008
	企业 5	0.0005	0.0006
Zn, wt%	企业 1	0	0
	企业 2	0	0
	企业 3	0.0006	0.0008
	企业 4	0	0
	企业 5	0	0
Fe, wt%	企业 1	0	0.0008
	企业 2	0.005	0.002
	企业 3	0.0001	0.0008
	企业 4	0.0004	0.0003
	企业 5	0.0004	0.0002
S, wt%	企业 1	/	/
	企业 2	0.001	0.01
	企业 3	0	0
	企业 4	0.001	0.001
	企业 5	0	0.003

3.5.2 水分含量

各验证单位对水分含量的统计数据如表 22 所示。由表可知，验证样品 Al3-nm 水分含量均小于 2.5%，Al3- μ m 水分含量均小于 0.2%，满足标准设定值，本文件中规定的水分含量要求是合理的。

表 22 水分含量实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μ m
水分, %	企业 1	2.5	0.2
	企业 2	1.0	0.2
	企业 3	1.8	0.1
	企业 4	2.3	0.2
	企业 5	1.8	0.2

3.5.3 磁性异物

各验证单位对验证样品磁性异物的检验结果统计数据如表 23 所示。由表可知，验证样品的磁性异物均小于 0.00005%，满足标准设定值，本文件中规定的磁性异物要求是合理的。

表 23 磁性异物实测数据

化学指标	企业	A13-nm	A13- μm
磁性异物，%	企业 1	0.00005	0.00005
	企业 2	0.00005	0.00005
	企业 3	0.00005	0.00005
	企业 4	0.00005	0.00005
	企业 5	0.00005	0.00005

3.5.4 残余碱含量

各验证单位对残余碱含量验证缺失或者测试数据与拟制定不符，下一步工作计划会规范残余碱含量的测试方法，弥补数据的缺失与差异。

表 24 残余碱含量实测数据

化学指标	企业	A13-nm	A13- μm
残余碳酸锂，%	企业 1	/	/
	企业 2	/	/
	企业 3	0.6	1.3
	企业 4	0.2	/
	企业 5	/	/
残余氢氧化锂，%	企业 1	/	/
	企业 2	/	/
	企业 3	/	/
	企业 4	/	/
	企业 5	/	/

3.5.5 pH 值

各验证单位对 pH 值的检验结果统计数据如表 25 所示。由表可知，验证样品的 pH 值均可满足标准设定值，在 5-8 范围内，本文件中规定的 pH 值要求是合理的。

表 25 pH 值实测数据

化学指标	企业	A13-nm	A13- μm
pH	企业 1	8	6
	企业 2	6	8
	企业 3	6	6
	企业 4	8	6
	企业 5	8	6

3.5.6 粒度分布

各验证单位对粒度分布的统计数据如表 26 所示。由表可知，验证样品 A13-nm 的 D_{50} 小于 1.1，排除测

试误差满足 D_{50} 小于 1.0 的规定，验证样品 Al3- μm 的 D_{50} 小于 5.3，排除测试误差满足 D_{50} 小于 10 的规定。

表 26 粒度分布实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm
D_{50} , μm	企业 1	1.1	4.1
	企业 2	0.2	4.7
	企业 3	0.4	5.3
	企业 4	1.1	4.6
	企业 5	0.3	4.5

3.5.7 比表面积

各验证单位对比表面积的统计数据如表 27 所示。由表可知，验证样品 Al3-nm 的比表面积均大于 $10 \text{ m}^2/\text{g}$ ，验证样品 Al3- μm 的比表面积均小于 $10 \text{ m}^2/\text{g}$ ，可满足标准设定值，本文件中规定的比表面积要求是合理的。

表 27 比表面积实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm
比表面积, m^2/g	企业 1	/	/
	企业 2	41	1.2
	企业 3	40	4.6
	企业 4	10	4.5
	企业 5	39	3.7

3.5.8 离子电导率

各验证单位对离子电导率的检验结果如表 28 所示。由表可知，验证样品的首离子电导率均可满足标准设定值，本文件中规定的首次放电比容量要求是合理的。

表 28 离子电导率实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm
离子电导率, S/cm	企业 1	2×10^{-4}	1×10^{-4}
	企业 2	1×10^{-4}	1×10^{-4}
	企业 3	/	/
	企业 4	5×10^{-4}	2×10^{-4}
	企业 5	2×10^{-4}	1×10^{-4}

3.5.9 电子电导率

各验证单位对电子电导率的统计数据如表 29 所示。下一步工作计划会规范电子电导率的测试方法，弥补数据的缺失与差异。

表 29 电子电导率实测数据

化学指标	企业	Al3-nm	Al3- μm
电子电导	企业 1	6×10^{-9}	2×10^{-9}

率, S/cm	企业 2	/	/
	企业 3	/	/
	企业 4	/	/
	企业 5	8×10^{-7}	7×10^{-7}

四、标准中涉及的专利情况

本文件不涉及专利问题。

五、标准预期达到的社会效益等情况

5.1 标准编写的目的和意义

《新材料产业发展指南》[工信部联规〔2016〕454号]中提出我国新材料产业起步晚、底子薄、总体发展慢，关键材料保障能力不足，产品性能稳定性亟待提高；专栏 16 节能与新能源汽车材料中明确提出提升磷酸钛铝锂/镍钴铝酸锂、富锂锰基材料和硅碳复合负极材料安全性、性能一致性与循环寿命是现阶段我国新材料产业发展的主要目标；第四条重点任务(六)中提到要完善新材料产业标准体系，及时解决重点标准老旧、缺失的问题。

《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》明确固态电池为下一代核心方向，《电子信息制造业 2025—2026 年稳增长行动方案》强化 LATP 等固态电解质的研发与平台建设，《新型储能标准体系建设指南》则为其标准化与产业化提供规则保障，共同推动 LATP 等关键材料在新能源汽车与储能领域的规模化应用。

5.2 标准预期的作用和效益

磷酸钛铝锂是一种新兴的固态电解质，磷酸钛铝锂具备优异的锂离子传导能力、较宽电化学窗口与良好机械强度，抗锂枝晶穿刺能力突出。其热稳定性佳、化学兼容性好、原料成本低，适配高压正极，适配固态电池规模化应用。国标《磷酸钛铝锂》的制定，将为推动建立覆盖产品全生命周期的标准群提供有力支撑，对规范及促进新能源材料行业发展做出贡献。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

本文件为我国首次制定。经查询，本文件与国内外现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。标准涉及内容全面、条款详细、在编制过程中吸纳了国内相关先进技术，能够与现行产品标准 GB/T 20252-2014《钴酸锂》、GB/T 33822-2017《纳米磷酸铁锂》、GB/T 37202-2018《镍锰酸锂》、YS/T 798-2012《镍钴锰酸锂》、YS/T 1027-2015《磷酸铁锂》、YS/T 677-2016《锰酸锂》、YS/T 1125-2016《镍钴铝酸锂》、YS/T 1030-2017《富锂锰基正极材料》、T/CNIA 0043-2020《NCM523 型镍钴锰酸锂》、T/CNIA 0044-2020《NCM622 型镍钴锰酸锂》、T/CNIA 0045-2020《NCM811 型镍钴锰酸锂》等配套使用，整体达到国内先进水平。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议本文件为推荐性国家标准，供相关组织参考采用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议向锂离子电池正极材料研发、生产、销售、检测的相关企业和单位积极贯彻本文件的内容。

十一、废止现行有关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无。

《磷酸钛铝锂》国家标准编制组

2026年4月