

**国标 20256517-T-610 磷酸锰铁锂化学分析**

**方法 第 2 部分**

**锰铁比的测定**

**编  
制  
说  
明**

**(征求意见稿)**

**2026 年 4 月**

# 磷酸锰铁锂化学分析方法 第 2 部分

## 锰铁比的测定

（征求意见稿）

### 一、工作简况

#### 1.1 任务来源

根据国家标准化管理委员会《关于下达 2025 年第十一批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2025〕69 号）的文件精神，国家标准《磷酸锰铁锂化学分析方法 第 2 部分 锰铁比的测定》由全国有色金属标准化技术委员会负责归口，由北京当升材料科技股份有限公司牵头起草。该项目计划编号为 20256517-T-610，项目计划完成时间为 2027 年 X 月。

#### 1.2 主要参加单位和工作组成员及其工作

本文件起草单位有：北京当升材料科技股份有限公司、湖北万润新能源科技股份有限公司、北矿检测技术股份有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中科致良新能源材料（浙江）有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、格林美股份有限公司、中伟新材料股份有限公司、湖南长远锂科新能源有限公司。

其中北京当升材料科技股份有限公司负责样品的收集和分发，分析方法的实验研究，样品测试结果的收集和处理，标准文本、试验报告和编制说明的撰写。**XXXX 负责 XXXX.**

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 50000 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、磷酸锰铁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 300 项，负责和参加起草制订国家标准、行业标准 60 余项。

本文件主要起草人有：XXX 等。

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
	样品收集、起草试验研究，数据处理；标准文本、试验报告和编制说明的撰写

**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，制定了该标准的研究内容、技术路线、任务分工和进度安排。主要工作过程经历以下阶段：

**1.3.1 立项阶段**

2023 年 11 月，全国有色金属标准化技术委员会在云南省昆明市召开有色金属标准项目论证会暨标准制修订工作会议，会上对《磷酸锰铁锂化学分析方法 第 2 部分 锰铁比的测定》标准项目进行立项答辩，并与会通过项目论证。2025 年……第一段立项通知

**1.3.2 起草阶段**

2025 年 12 月，北京当升材料科技股份有限公司接到立项任务后，组织相关技术人员成立行业标准编制组，对草案进行起草编制。在草案编制过程中，各单位相关责任人查阅了大量行业标准，国家标准，收集了有关磷酸锰铁锂正极材料锰铁比的测定数据，并进行归纳整理。

2025 年 12 月，进行了标准任务落实。北京当升材料科技股份有限公司、湖北万润新能源科技股份有限公司、北矿检测技术股份有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中科致良新能源材料（浙江）有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、格林美股份有限公司、中伟新材料股份有限公司、湖南长远锂科新能源有限公司等企业参与，并确认提供样品、验证……计划和安排。

**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在重庆市召开了有色金属标准工作会，来自北京当升材料科技股份有限公司、湖北万润新能源科技股份有限公司、北矿检测技术股份有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中科致良新能源材料（浙江）有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、格林美股份有限公司、中伟新材料股份有限公司、湖南长远锂科新能源有限公司等单位参加了会议。会上对《磷酸锰铁锂化学分析方法 第2部分 锰铁比的测定》标准进行了讨论。参会专家对标准正文和编制说明提出了若干意见，对标准文本表述不当的地方进行了修改，对实验不足的地方提出了补充意见。

2026年x月，重复上一段，这次也是讨论，尤其是条件实验和精密度实验数据。讨论了测试方法的精密度试验数据，起草单位予以回答和采纳。此次会议得到各单位认可，一致认为经过修改后具备审定的条件。

### 1.3.4 审查阶段

202x年X月X日~X日，全国有色金属标准化技术委员会在xx市召开了有色金属标准年度工作会议，北京当升材料科技股份有限公司、湖北万润新能源科技股份有限公司、北矿检测技术股份有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、深圳市德方纳米科技股份有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、中科致良新能源材料（浙江）有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、格林美股份有限公司、中伟新材料股份有限公司、湖南长远锂科新能源有限公司等参加了会议。与会专家和代表对《磷酸锰铁锂化学分析方法 第2部分 锰铁比的测定》（送审稿）进行了细致、充分的讨论。

## 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

充分结合行业实际检测需求，本标准所规定的检测方法操作简便、快速高效、通用性强，适用于磷酸锰铁锂生产企业、第三方检测机构及科研院所的日常批量检测。同时，方法适用范围覆盖行业主流**锰铁摩尔比 0.667~9.000** 区间，能够满足不同工艺、不同配方产品的分析要求，具备良好的适用性与实用性。

### 2.3 先进性

采用当前国际上先进的 ICP-OES 法，与传统检测方法相比，具有灵敏度高、选择性好、

多元素同时分析等优势，能够满足行业对高精度检测的需求。

### 三、确定标准主要内容的依据

本文件是首次制定，并且是在充分调研了磷酸锰铁锂材料生产和应用的实际情况以及相关标准、文献的基础上完成的。

#### 3.1 测定范围的确定

本文件规定了磷酸锰铁锂正极材料锰铁比的测试原理、试验条件、设备及材料、测试方法、数据处理和试验报告等内容。

#### 3.2 测定方法的确定

磷酸锰铁锂中的锰铁比是产品交付、生产过程控制的重要检测指标。通常也以锰铁比来区分产品的牌号、种类等。目前磷酸锰铁锂中锰铁比的测试无标准方法，可使用本系列文件第 1 部分测定锰含量，第 2 部分测定铁含量，通过计算得到锰铁比。但滴定方法操作流程长，不适宜在生产过程快速判断。本文件拟提出锰铁比的测试方法，包括使用滴定法所得数据计算的方法、也包括使用电感耦合等离子体原子发射光谱法（ICP-OES）快速测定的方法，满足客户交付、生产控制的要求，为行业提供统一科学的对接方法。

#### 3.3 主要试验验证情况

##### 3.3.1 试验验证方案

针对磷酸锰铁锂材料的碳包覆层特性及晶体结构稳定性，设置两组关键验证实验优化样品溶解方案，所有实验样品称样量统一为 0.2 g（精确至 0.0001 g），具体步骤及验证内容如下：

##### 3.3.1.1 验证实验 1 除碳与不除碳的实验对比

磷酸锰铁锂材料常包覆少量碳层以提升导电性，为验证碳层对溶解效率及检测结果的影响，开展除碳与不除碳两组平行对比实验：

##### 1、不除碳组（直接溶解）

（1）称取  $0.2000 \pm 0.0100$  g 样品于 50mL 玻璃烧杯中，加入 12 mL 盐酸，盖上表面皿；

（2）将烧杯置于电热板上，加热板温度设置 250℃加热至溶液剩余约 3-5mL（避免蒸干），冷却至室温；

（3）转移至 50.00 mL 容量瓶，用超纯水定容至刻度，摇匀；

（4）用慢速定性滤纸过滤除去液体样品中的碳；

（5）用 5mL 移液枪移取 2mL 滤液，定容至 100.0 mL 容量瓶，稀释 50 倍后待测；

##### 2、除碳组（高温灼烧除碳）

（1）将 50 mL 陶瓷坩埚置于 100 °C 烘箱烘干 1 h，取出后放入干燥器冷却备用；

(2) 称取  $0.2000 \pm 0.0100$  g 样品于上述坩埚，放入马弗炉  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$  灼烧 1 h，使碳包覆层完全氧化，冷却；

(3) 将灼烧后样品转移至玻璃烧杯（或在坩埚内直接处理），后续加热、定容、过滤、稀释步骤同不除碳组，待测。

3、除碳与不除碳实验结果见表 2 所示：

表 2 除碳与不除碳数据对比及溶解效果

组别	Mn 质量分数 (%)	Fe 质量分数 (%)	锰铁比	锰铁比 RSD (%)	溶解效果
不除碳	19.08、19.05、19.10、19.13、19.06、19.15	14.27、14.25、14.32、14.40、14.23、14.23	1.359、1.359、1.356、1.350、1.362、1.368	0.43	有黑色碳不溶物
除碳	19.10、19.00、19.05、19.17、19.08、19.03	14.28、14.18、14.38、14.42、14.23、14.21	1.359、1.362、1.347、1.352、1.363、1.361	0.49	有白色不溶物

结果分析：不除碳组存在黑色碳不溶物，除碳组存在白色不溶物。除碳与不除碳组结果无显著差异，RSD 均  $\leq 1.0\%$ ，故碳包覆层对检测无干扰。为简化操作、提升检测效率，本标准推荐采用不除碳直接溶解、过滤后测试的前处理方式。

### 3.3.1.2 验证实验 2：除碳后盐酸体系与盐酸+氢氟酸体系对比

基于验证实验 1 的溶解现象，为进一步确认白色不溶物是否影响锰、铁溶出及锰铁比准确性，开展除碳后盐酸单酸溶解与盐酸 + 氢氟酸混酸溶解对比实验。

1、称取  $0.2000 \text{ g} \pm 0.0100 \text{ g}$  样品于 50 mL 玻璃烧杯，加入 12 mL 盐酸，后续加热、溶解、定容、过滤、稀释步骤同 3.3.1.1 对应流程，待测。

2、盐酸+氢氟酸溶解组：

(1) 称取  $0.2000 \text{ g} \pm 0.0100 \text{ g}$  样品于 50 mL 聚四氟乙烯烧杯，加入 12 mL 盐酸 + 3 mL 氢氟酸，加盖表面皿；

(2) 置于电热板  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  加热至溶液剩余 3 - 5 mL（避免蒸干），冷却；

(3) 转移至 50.00 mL 聚乙烯容量瓶，超纯水定容至刻度，摇匀；

(4) 移取 2 mL 溶液定容至 100.0 mL 聚乙烯容量瓶，稀释 50 倍后待测。

（注：全程使用耐氢氟酸容器，ICP-OES 需更换耐氢氟酸进样系统）。

3、除碳后盐酸溶解与盐酸+氢氟酸溶解实验对比结果见表 3 所示

表 3: 盐酸溶解于除碳后盐酸+氢氟酸实验数据对比及溶解效果

溶解酸	Mn 质量分数 (%)	Fe 质量分数 (%)	锰铁比	锰铁比 RSD (%)	溶解效果
盐酸	19.12、19.11、19.06、19.06、19.07、19.10	14.31、14.21、14.31、14.35、14.26、14.30	1.358、1.367、1.354、1.350、1.360、1.358	0.42	有白色不溶物
盐酸+氢氟酸	19.06、19.11、19.12、19.16、19.07、19.09	14.31、14.20、14.31、14.35、14.25、14.32	1.354、1.368、1.358、1.357、1.360、1.355	0.37	清澈透明,完全溶解

结果分析:盐酸 + 氢氟酸组溶液清澈透明、完全溶解;盐酸组仍有白色不溶物。但两组 Mn、Fe 质量分数与锰铁比一致性良好,锰铁比 RSD 均 $\leq$ 1%。实验表明,盐酸与盐酸 + 氢氟酸均可将样品中锰、铁完全溶出,对检测结果无显著影响,实验室可根据设备条件自主选择。结合操作简便性,本标准优先推荐不除碳 - 盐酸溶解方法。

#### 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

1. 规范磷酸锰铁锂化学分析方法,准确、快速测定锰铁比,达到科学评价材料性能的目的。
2. 维护市场秩序,促进行业发展。

国务院办公厅 2020 年 11 月印发《新能源汽车产业发展规划(2021-2035 年)》[国办发(2020)39 号],其中明确提出提高技术创新能力,建设技术创新平台,建立相关的标准体系。《“十四五”推动高质量发展的国家标准体系建设规划》(国标委联(2021)36 号)中 11 条提到,加快钢铁、有色金属、建材、化工等标准升级换代,优化材料标准制定与科技创新、产业发展协同机制。中共中央国务院印发《国家标准化发展纲要》中提出的“在

新能源、新材料等应用前景广阔的技术领域，同步部署技术研发、标准研制与产业推广，加快新技术产业化步伐。研究制定智能船舶、高铁、新能源汽车、智能网联汽车和机器人等领域关键技术标准，推动产业变革”的要求。《新材料产业发展指南》[工信部联规（2016）454号]专栏3中提到组建新材料测试评价中心，体现了与材料相配套的测试手段的重要性；专栏6中提到整合梳理现有新材料分析方法、技术标准体系，解决标准间交叉重复、冲突问题，适时补充相关缺失项目，建立面向应用的材料指标体系标准，建成全流程监测系统表征、质量控制标准系统和实验结果的实效性评价标准系统。本文件的制定符合国家政策法规导向，符合目前锂离子电池正极材料的生产和用户需求。

## 5.2 标准预期的作用和效益

本文件充分考虑了目前国内锂离子电池正极材料生产、研发、应用和检测的实际技术水平。本文件颁布执行后，将在国内形成对锂离子电池正极材料中磁性异物含量和残余碱含量的统一的分析测试标准，对于增加各机构检测数据之间的可靠性和可比性，助力我国锂离子电池产业的发展发挥着十分重要的作用。

## 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

本标准的编制符合《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国产品质量法》等相关法律法规的要求，与现行锂离子电池材料、有色金属分析方法的国家标准、行业标准相协调，无冲突或矛盾条款。

本标准作为《磷酸锰铁锂化学分析方法》系列标准的第2部分，与系列标准的第1部分及后续部分相互补充、相互配套，将共同构成完整的磷酸锰铁锂化学分析方法标准体系，为磷酸锰铁锂材料的全指标检测提供统一、科学的依据。

## 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

建议向磷酸锰铁锂电池正极材料研发、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

《磷酸锰铁锂化学分析方法 第2部分  
锰铁比的测定》编制组  
2026年4月6日