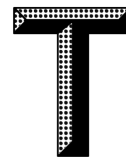


ICS 71.060.50  
CCS C 261



团 体 标 准

T/CI 1270—2025

# 磷酸锰铁锂产品技术要求

Technical requirements for lithium manganese iron phosphate products

2025-11-21 发布

2025-11-21 实施

中国国际科技促进会 发布  
中国标准出版社 出版



## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 技术要求 .....	2
5 检测方法 .....	4
6 检验规则 .....	5
7 包装和标志 .....	6
8 运输和贮存 .....	7
9 订货单内容 .....	7
附录 A(资料性) 磷酸锰铁锂中锰含量的测定方法 .....	8
附录 B(规范性) 磷酸锰铁锂电化学性能测试——首次充电/放电比容量、首次库仑效率测定方法 .....	10



## 前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由云南云天化股份有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：云南云天化股份有限公司、湖北兴发化工集团股份有限公司、上海华谊新材料有限公司、湖北金泉新材料有限公司、云南盈和新能源材料有限公司、紫金矿业新能源新材料科技(长沙)有限公司、东莞东阳光科研开发有限公司、贵州胜泽威化工有限公司、云南水富云天化有限公司、贵州川恒化工股份有限公司、白银时代瑞象新材料科技有限公司、天津仁爱学院。

本文件主要起草人：马航、刘丽、熊德胜、李攀红、王元斌、刘瑛、唐火强、韩维玲、杨献杰、王佳才、席多祥、邰晓科、查坐统、沈维云、李江、冯克源、郑保平、王祥碧、瞿发海、李茂刚、徐斌、王君婷、武玉蓉、史姗姗。



# 磷酸锰铁锂产品技术要求

## 1 范围

本文件规定了锂离子电池用磷酸锰铁锂产品的技术要求、检测方法、检验规则、包装和标志、运输和贮存及订货单内容。

本文件适用于锂离子电池用磷酸锰铁锂正极材料。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分:漏斗法  
 GB/T 5162 金属粉末 振实密度的测定  
 GB/T 6388 运输包装收发货标志  
 GB/T 9724 化学试剂 pH值测定通则  
 GB/T 13732 粒度均匀散料抽样检验通则  
 GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法  
 GB/T 19587 气体吸附BET法测定固态物质比表面积  
 GB/T 30835 锂离子电池用炭复合磷酸铁锂正极材料  
 GB/T 33822 纳米磷酸铁锂  
 GB/T 41232.6 纳米制造 关键控制特性 纳米储能 第6部分:纳米电极材料中的碳含量测定  
 红外吸收法  
 GB/T 41704 锂离子电池正极材料检测方法 磁性异物含量和残余碱含量的测定  
 GB/T 44330 锂离子电池正极材料 粉末压实密度的测定  
 GB/T 45324 锂离子电池正极材料 粉末电阻率的测定  
 GB/T 45330 锂离子电池正极材料 水分含量的测定 卡尔费休库伦法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**比表面积** **specific surface**

单位质量粉末所具有的总面积。

注:单位为平方米每克( $\text{m}^2/\text{g}$ )。

### 3.2

**松装密度** **apparent density**

粉末在规定条件下自由充满标准容器后所测得的堆积密度。

注:单位为克每立方米( $\text{g}/\text{m}^3$ )。

## 3.3

**振实密度 tap density**

在规定条件下容器中的粉未经振实后所测得的单位容积的质量。

注：单位为克每立方米( $\text{g}/\text{m}^3$ )。

## 3.4

**压实密度 compaction density**

粉末样品在一定压强下压实后质量与其所占体积之比。

注：单位为克每立方米( $\text{g}/\text{m}^3$ )。

## 3.5

**磁性异物 magnetic impurities**

锂离子电池正极材料中能被磁感应强度不小于0.5 T(5 000 Gauss)磁棒吸附的杂质,通常为产品中  
铁、铬、镍、锌的单质或化合物。

注：用质量分数(%)表示。

## 3.6

**比容量 specific capacity**

单位质量的活性物质在规定条件下充电或者放电的电化学容量。

注：单位为毫安时每克( $\text{mAh}/\text{g}$ )。

## 3.7

**首次库仑效率 initial coulombic efficiency**

活性物质在规定条件下的首次放电容量与首次充电容量的百分比。

注：用百分数(%)表示。

## 4 技术要求

## 4.1 外观

产品外观应为灰黑色或灰色粉末,颜色均一,无结块。

## 4.2 化学成分

磷酸锰铁锂产品的化学成分应符合表1的规定。

表1 磷酸锰铁锂产品的化学成分

项目	单位	指标	
主要成分	锂(Li)	%	4.0~5.0
	磷(P)	%	18.0~20.0
	锰(Mn)	%	19.0~21.0
	铁(Mn)	%	12.0~15.0
	Fe:Mn	%	3~4:7~6
	碳(C)	%	1.0~2.0
杂质元素	锌(Zn)	mg/kg	$\leq 50$
	铅(Pb)	mg/kg	$\leq 50$
	钴(Co)	mg/kg	$\leq 30$

表1 磷酸锰铁锂产品的化学成分(续)

项目		单位	指标
杂质元素	镉(Cd)	mg/kg	≤50
	镍(Ni)	mg/kg	≤50
	铬(Cr)	mg/kg	≤50
	铜(Cu)	mg/kg	≤50
	钙(Ca)	mg/kg	≤100
	铝(Al)	mg/kg	≤100
	钠(Na)	mg/kg	≤100
注:因产品提升性能需要,掺杂的Mg、Ti等元素不作为杂质元素。			

## 4.3 性能要求

锂离子电池用磷酸锰铁锂材料的理化性能、电化学性能应符合表2的规定。产品指标应满足该类产品的所有指标,否则不归于该类别。

表2 磷酸锰铁锂正极材料的性能要求

项目		单位	指标	
外观		—	灰黑色粉末,无结块、无团聚	
理化性能	颗粒粒径	D10	≥0.30	
		D50	0.5~5.0	
		D90	≤20.0	
	水(H <sub>2</sub> O)		mg/kg	≤1 000
	比表面积		m <sup>2</sup> /g	10~20
	pH		—	8~10
	松装密度		g/cm <sup>3</sup>	≥0.50
	振实密度		g/cm <sup>3</sup>	≥0.60
	压实密度		g/cm <sup>3</sup>	≥2.10
	电阻率		Ω·cm	≤100
	磁性物质		mg/kg	≤1
	锰离子溶出率		mg/kg	≤50
	铁离子溶出率		mg/kg	≤100
电化学性能 (测试温度 25±2℃)	0.1 C 首次充电比容量		mAh/g	≥155
	0.1 C 首次放电比容量		mAh/g	≥150
	首次库仑效率		%	≥95
	1 C 首次放电比容量		mAh/g	≥140
	电压平台		V	2.0~4.5
注:磷酸锰铁锂正极材料所述颗粒粒径为材料二次颗粒粒径。				

## 5 检测方法

### 5.1 外观

自然光条件下目视观察。

### 5.2 粒径

按照 GB/T 19077 中规定的测定方法进行测定。

### 5.3 比表面积

按照 GB/T 19587 中规定的测定方法进行测定。

### 5.4 松装密度

按照 GB/T 1479.1 中规定的测定方法进行测定。

### 5.5 振实密度

按照 GB/T 5162 中规定的测定方法进行测定。

### 5.6 粉体压实密度

按照 GB/T 44330 中规定的测定方法进行测定。

### 5.7 碳含量

按照 GB/T 41232.6 中规定的测定方法进行测定。

### 5.8 水分含量

按照 GB/T 45330 中规定的测定方法进行测定。

### 5.9 pH 值

按照 GB/T 9724 中规定的测定方法进行测定。

### 5.10 锂含量

按照 GB/T 30835 中规定的测定方法进行测定。

### 5.11 铁含量

按照 GB/T 30835 中规定的测定方法进行测定。

### 5.12 锰含量

参照附录 A 的测定方法进行测定。

### 5.13 磷含量

按照 GB/T 30835 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.14 锰铁离子溶出率

按照 GB/T 33822 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.15 杂质含量

按照 GB/T 33822 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.16 电阻率

按照 GB/T 45324 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.17 磁性异物

按照 GB/T 41704 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.18 比容量

按照附录 B 中规定的测定方法进行测定。

#### 5.19 库仑效率

按照附录 B 中规定的测定方法进行测定。

### 6 检验规则

#### 6.1 取样方法

##### 6.1.1 采样

6.1.1.1 产品按照 GB/T 13732 的规定进行取样。在干燥环境下打开要采集的磷酸锰铁锂材料袋口,用干净的不锈钢取样钎沿轴线插入袋子中,插入深度不应小于取样袋深度的 4/5,在袋子内物料中心轴线周围 20 mm 范围内取样。

6.1.1.2 为使采集的样品能代表该批产品的质量,将采集好的全部样品合并,放在一个有足够强度和适当大小的正方形薄膜或者牢固柔软的干洁纸上,用翻滚法反复混合均匀(翻滚 15 次以上),混合后组成的样品应不小于 500 g。缩取 250 g 的试样两份,一份试验用,一份备用。

##### 6.1.2 样品标签

样品盛入防水密封容器或袋子后,立即在外壁贴上标签。标签包括下列内容:

- a) 样品类别及编号;
- b) 总体物料批号及数量;
- c) 采样量;
- d) 采样日期;
- e) 采样者姓名。

##### 6.1.3 样品保存

样品应密封保存,并贮存在防破包、防雨、防潮等环境下。

## 6.2 检验项目

### 6.2.1 检验分类

检验分为：

- a) 出厂检验：对生产的产品，在销售发货前所进行的常规检验；
- b) 型式检验：为了认证目的进行的型式检验，是对一个或多个具有生产代表性的产品样品利用检验手段进行合格评价。

### 6.2.2 出厂检验

按表1和表2中要求，每批次的磷酸锰铁锂正极材料所列指标项目均为出厂检验项目，检验合格后方可出厂。

### 6.2.3 型式检验

对本文件表1和表2中所列技术指标全部进行检验。在有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产和老产品转产；
- b) 原材料型号、供货厂家等有变更时；
- c) 生产设备停产半年以上恢复生产时；
- d) 结构、工艺或材料有重大改变时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- f) 客户有特殊要求时。

## 6.3 检验内容及检验结果判定

6.3.1 产品的外观检验不合格时，判定该批产品不合格。

6.3.2 产品出厂检验项目符合表1和表2中的全部技术指标为合格品，若有一项指标达不到要求，应从同批产品的取样袋中加倍取样对不合格项复检，复验结果若有任一项指标不符合本文件要求，则判定该批产品不合格。不能归于表1和表2中产品类别或有特殊要求的产品由供需双方协商要求判断是否合格。

6.3.3 电池首次放电比容量、库仑效率、倍率性能的检验，按附录B规定的方法制成6支电池，取3支进行电池试验，另外3支备用。如果有1支性能达到本文件要求，判定该批产品合格；如果没有1支达到本标准要求，用备份的3支电池重新进行试验，如果同样没有1支性能都达到本文件要求，判定该批产品不合格。

在型式检验中，若有不合格项时，可加倍重试一次；若仍有一项不合格时，判定为不合格。

## 7 包装和标志

经检验合格的产品按25 kg或500 kg为一包装单位。内包装用铝塑包装袋包装，热塑密封后装入外包装纸桶或塑料桶中。铝塑包装表面不作标志，外包装纸桶或塑料桶上应贴有合格证，其上标明但不仅限于以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 本文件编号；
- c) 产品批号；
- d) 公司商标及名称；

- e) 净重;
- f) 生产日期和检验日期;
- g) 出厂日期;
- h) 公司地址、电话、传真。

## 8 运输和贮存

产品运输标识应符合 GB/T 6388 中运输包装收发货标志的规定。

避免与可使用产品变质或使包装袋损坏的物品混存、混运。

产品适合在常温、相对湿度小于或等于 85% 的条件下储存,仓库应保持通风干燥。产品自生产之日起,在所要求包装、储存条件下,保质期为 2 年。

产品应堆放整齐,仓库内保持清洁,产品的注册商标、生产批号等标志清晰。

贮存和运输过程中应保证产品的包装清洁和不破损,凡漏出包外的产品,不应返入包内。

## 9 订货单内容

本文件所列材料的订货单内容包括但不限于以下内容:

- a) 本文件编号;
- b) 产品名称;
- c) 规格型号或相关技术要求;
- d) 数量;
- e) 交货日期;
- f) 其他相关信息。

## 附录 A

(资料性)

## 磷酸锰铁锂中锰含量的测定方法

## A.1 适用范围

本附录适用于锂离子电池正极材料磷酸锰铁锂中锰含量的测定方法。

## A.2 方法提要

试样用磷酸、硝酸溶解,在浓的热磷酸介质中,用高氯酸将锰(Ⅱ)氧化为锰(Ⅲ),以二苯胺磺酸钠为指示剂,用硫酸亚铁铵标准溶液滴定紫色消失为终点。

## A.3 试剂

除非另有规定,在分析中仅使用确认为分析纯的试剂和蒸馏水或去离子水。

**A.3.1 硝酸**( $\rho$ 1.42 g/mL)、**磷酸**( $\rho$ 1.69 g/mL)、**硫酸**( $\rho$ 1.84 g/mL)、**高氯酸**( $\rho$ 1.68 g/mL)、**二苯胺磺酸钠溶液**(5 g/L)。

**A.3.2 配置重铬酸钾标准溶液**[ $c(1/6K_2Cr_2O_7)=0.02$  mol/L]

准确称取在150℃烘干2 h的重铬酸钾( $K_2Cr_2O_7$ )0.4903 g,加水溶解后,移入500 mL容量瓶中,用水稀释至刻度,摇匀。

**A.3.3 配置硫酸亚铁铵标准溶液**[ $c(Fe^{2+})=0.02$  mol/L]

称取12 g硫酸亚铁铵[ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ]溶于1 000 mL硫酸溶液中,置于棕色瓶中备用;吸取3份25.0 mL硫酸亚铁铵溶液于250 mL三角瓶中,加水稀释至80 mL,加入硫磷混合酸(15%的硫酸与15%的磷酸等体积混合)15 mL及二苯胺磺酸钠指示剂2滴,用0.02 mol/L的重铬酸钾标准溶液滴定至溶液呈蓝紫色。

按公式(A.1)计算硫酸亚铁铵溶液的浓度:

$$c = \frac{0.02 \times V_1}{V_2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$c$  ——硫酸亚铁铵标准溶液的浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

$V_1$  ——消耗重铬酸钾标准溶液的体积,单位为毫升(mL);

$V_2$  ——移取硫酸亚铁铵标准溶液的体积,单位为毫升(mL)。

## A.4 分析步骤

具体分析步骤如下。

- 将磷酸锰铁锂样品置于120℃±5℃烘干2 h,并于干燥器中自然冷却至室温。
- 称取0.1000 g试样,精确至0.0001 g。
- 将试样置于250 mL锥形瓶中,加入15 mL磷酸、5 mL硝酸于高温电炉上加热溶解。在溶解过程中不断摇动,使试样分解,一直加热至瓶内液面平静无气泡。

- d) 滴加高氯酸 1 mL,并加热至冒浓白烟后取下,冷却至 70 °C左右,加入 50 mL 硫酸,摇动使稠状物质溶解,流水冷却至室温。
- e) 用硫酸亚铁铵标准溶液滴至浅红色,滴加 2 滴二苯胺磺酸钠指示剂溶液,继续滴定至紫色消失,即为终点。

#### A.5 分析结果

按公式(A.2)计算锰的质量分数  $\omega$ :

$$\omega = \frac{0.054938 \times c \times V}{m} \times 100 \quad \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

$c$  —— 硫酸亚铁铵标准溶液的实际浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

$V$  —— 滴定试液消耗硫酸亚铁铵标准溶液的体积,单位为毫升(mL);

$m$  —— 试样的质量,单位为克(g)。

#### A.6 允许差

实验室间分析结果的差值应不大于 0.50%。

#### A.7 质量保证和控制

分析时,用标准样品或控制样品进行校核,每周或每两周校核一次本分析方法的有效性。当过程失控时,需找出原因。纠正错误后,重新进行校核。

## 附录 B

(规范性)

### 磷酸锰铁锂电化学性能测试——首次充电/放电比容量、首次库仑效率测定方法

#### B.1 适用范围

本附录适用于锂离子电池正极材料磷酸锰铁锂首次放电比容量及首次充放电效率的测试。

#### B.2 方法提要

以金属锂为负极、试样极片为正极,组装模拟电池或扣式电池,在相对湿度不大于40.0%,环境温度为20℃~30℃的条件下使用电池测试系统进行测试,测试出模拟电池或扣式电池首次充电/放电比容量、首次库仑效率及不同倍率下的放电比容量。辊压工序宜在相对湿度不大于30.0%,环境温度不大于30℃的条件下进行。

#### B.3 试剂及材料

##### B.3.1 导电剂

乙炔黑、super-P或导电炭黑。

##### B.3.2 溶剂

N-甲基吡咯烷酮(NMP),电池级,纯度不小于99.9%,水分不大于0.02%。

##### B.3.3 粘结剂

聚偏氟乙烯(PVDF)粉末,电池级,重均分子量不小于 $5 \times 10^5$ ,水分不大于0.10%。

##### B.3.4 金属锂片

应符合电池级锂的要求。

##### B.3.5 集流体

铝箔或涂炭铝箔。

##### B.3.6 隔膜

聚丙烯微孔隔膜,孔隙率为35.0%~60.0%,透气率为100 s/100 mL~500 s/100 mL,平均孔径不大于1.0 μm。

##### B.3.7 电解液

电池级六氟磷酸锂( $\text{LiPF}_6$ )、碳酸乙烯酯(EC)、碳酸二乙酯(DEC)等,水分不大于0.002%,游离酸(HF)不大于0.005%。

## B.4 正极片的制备

### B.4.1 称量

在正极材料中磷酸锰铁锂的质量分数为80%~97%；Super-P或乙炔黑作为导电剂，其质量分数1%~10%；PVDF为粘结剂，其质量分数为2%~10%；NMP的量按固含量为25%~65%的设计要求计算。上述原料使用电子天平称量，质量精确到0.0001g。

### B.4.2 制浆

制浆工序具体步骤如下：

- 将称量的NMP加入到分散搅拌器或合浆机的搅拌罐中，逐步加入称量的PVDF，分散搅拌直至完全溶解，配成透明胶液；
- 取称量的导电剂加入到上述透明胶液中，抽真空分散搅拌均匀；
- 逐步分次加入称量的磷酸锰铁锂，抽真空分散搅拌均匀；
- 按设计的固含量补加NMP，浆料黏度控制在3000 mPa·s~20000 mPa·s，抽真空分散搅拌均匀，完成制浆工序。

注：本附录中固含量为正极活性物质磷酸锰铁锂、导电剂、PVDF的质量占正极浆料质量的比值。

### B.4.3 涂布和干燥

用锂离子电池极片小型涂布机将浆料均匀涂覆在铝箔的毛面或直接涂覆在覆碳铝箔上，湿浆料涂层厚度为100 μm~300 μm。涂覆完成后，将正极片转移至真空烘箱中进行烘干处理，烘干时抽真空或在氮气或氩气气氛下，烘烤温度控制在90℃~150℃，烘烤时间为0.5h~18h。

### B.4.4 冲片和称量

取烘干并达到可加工要求的极片，使用冲片机冲出合适尺寸的正极片，用电子天平和数显测厚仪分别测量正极片的质量、厚度。

## B.5 电池的组装

在水和氧气含量都小于或等于0.05 mg/kg的惰性气体手套箱中，以金属锂片作为负极材料，聚丙烯微孔薄膜作为隔膜，以1 mol/L的LiPF<sub>6</sub>/(EC+DEC)(1:1体积分数)为电解液，将它们装配成扣式电池。

## B.6 电池的电化学性能测试

将制作的电池放入恒温箱，温度控制在23℃±2℃，静置2h~12h后，采电池电化学性能测试仪测试，推荐充放电制度如下：

充电限制电压：0.1C倍率下，恒流充电至4.5V，然后恒压充电，恒压充电截止电流0.02~0.05C；  
放电终止电压：0.1C倍率下，恒流放电至2.0V。

注：采用其他充放电制度时，由供需双方协商确定。

## B.7 试验数据处理

B.7.1 磷酸锰铁锂的首次放电比容量C按公式(B.1)计算：

$$C = \frac{Q}{m} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$Q$ ——放电容量,单位为毫安时每克(mAh/g);

$m$ ——电池活性物质中磷酸锰铁锂的质量,单位为克(g)。

**B.7.2** 库仑效率( $\eta$ )按公式(B.2)计算：

$$\eta = \frac{\text{放电比容量}}{\text{充电比容量}} \times 100 \dots\dots\dots (B.2)$$

## B.8 允许差

### B.8.1 首次放电比容量允许差

0.1 C倍率条件下,同一实验室同一批次电池的首次放电比容量允许差为 $\pm 1.5$  mAh/g,不同独立实验室间同一批次电池的首次放电比容量允许差为 $\pm 3.0$  mAh/g。

### B.8.2 首次充放电效率允许差

0.1 C倍率条件下,在确保首次充放电效率不低于95%的前提下,同一实验室同一批次电池首次充放电效率允许差为 $\pm 2.0\%$ ,不同独立实验室间同一批次电池首次充放电效率允许差为 $\pm 3.0\%$ 。

## B.9 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 样品名称及批次；
  - b) 试验结果；
  - c) 试验日期；
  - d) 本附录未规定或视为可选的操作；
  - e) 可能影响试验结果的情况；
  - f) 本文件编号；
  - g) 其他。
-



中国国际科技促进会  
团体标准  
磷酸锰铁锂产品技术要求  
T/CI 1270—2025

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 25 千字  
2026年3月第1版 2026年3月第1次印刷

\*

书号:155066·5-20248 定价 43.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107



T/CI 1270-2025