

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXX—202X

电池级磷酸锂

Battery grade lithium phosphate

(征求意见稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工导则 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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本文件起草单位：

本文件主要主要起草人：

电池级磷酸锂

1 范围

本文件规定了电池级磷酸锂的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件和订货单内容。

本文件适用于以各种方法制得的电池级磷酸锂。

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 191-2025 包装储运图示标志

GB/T 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法

GB/T 6678-2003 化工产品采样总则

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 45328 碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂中磁性异物金属颗粒的测定 洁净度仪测试法

YS/T 1028 磷酸铁锂化学分析方法

JCPDS 00-025-1030 磷酸锂 X 射线衍射标准图谱

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 分类

产品按化学成分分为两个牌号：Li₃PO₄-D1、Li₃PO₄-D2。

5 技术要求

5.1 化学成分

电池级磷酸锂产品的化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分

牌号		质量分数/%	
		Li ₃ PO ₄ -D1	Li ₃ PO ₄ -D2
主元素含量	Li ₃ PO ₄ (不小于)	99.5	
	Li	17.88±0.10	
	P	26.62±0.10	

杂质含量，不大于	Na	0.0020	0.010
	K	0.0010	0.0050
	Ca	0.0050	0.020
	Mg	0.0001	0.005
	Al	0.0010	0.002
	Si	0.0020	0.003
	Cu	0.0005	0.0010
	Fe	0.0010	0.0020
	Mn	0.0005	0.0020
	Ni	0.0005	0.0020
	Zn	0.0005	0.0020
	Cr	0.0005	0.0020
	Pb	0.0005	0.0020
	B	0.001	0.0020
	S	0.050	0.15
	F	0.0100	0.0100
Cl	0.010	0.020	
注1：主含量为100%减去表中杂质实测值总和的余量。			
注2：磷酸锂产品的物相鉴别通过 X 射线衍射来确定。			

5.2 水分

产品中的水分含量应不大于0.20%。

5.3 磁性金属颗粒

产品中磁性金属颗粒的含量应不大于500 pcs/kg。

5.4 磁性异物含量

磁性异物含量为铬、铁、镍、锌四种元素的含量，产品中磁性异物含量应符合表2的规定。

表2 磁性异物含量

单位为微克每千克

	Li ₂ PO ₄ -D1	Li ₂ PO ₄ -D2
磁性异物含量	≤200	≤500

5.5 外观质量

产品为白色晶状粉末，无目视可见的夹杂物。

6 试验方法

6.1 产品的物相鉴别按附录 A 的规定进行。产品的化学成分中 Li、P 参照 YS/T 1028 的规定进行，杂质元素含量的测定按照附录 B 的规定进行，Cl 含量的测定按照附录 C 的规定进行，F 含量的测定按照附录 D 的规定进行。

6.2 产品的水分测定按 GB/T 6284 的规定进行。

6.3 产品的磁性金属颗粒测定按GB/T 45328 的规定进行。

6.4 产品的磁性异物测定按供需双方协商的方法进行。

6.5 产品的外观质量采用目视检验法。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件的规定进行检验。如检验结果与本文件及订货单规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。属于外观质量的异议，应在收到产品之日起 7 天内向供方提出；属于化学成分、水分、磁性金属颗粒数、磁性异物的异议，应在收到产品之日起 30 天内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，应由供需双方在需方共同取样或协商确定。

7.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号混合物料组成。每批产品的净重不超过10t。

7.3 检验项目及取样

每批产品应进行化学成分、水分、磁性金属颗粒、磁性异物和外观质量的检验。当对晶体结构有要求时，应对产品晶体结构进行检测。检验项目应符合表 3 的规定。

表 3 检验项目和抽样规定

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法章节号
化学成分	按 GB/T 6678-2003 中 7.6 的规定，采用硬聚氯乙烯取样器进行取样，所取样品混匀后用四分法缩分至约 1500g	5.1	6.1
水分		5.2	6.2
磁性颗粒		5.3	6.3
磁性物质		5.4	6.4
外观质量	逐件	5.5	6.5

注：产品的物相鉴别由供需双方协商确定

7.4 检验结果的判定

7.4.1 检验结果的数值按 GB/T 8170 的规定进行修约，并采用修约值比较法进行判定。

7.4.2 产品的化学成分、水分、磁性金属颗粒数、磁性异物检验结果不合格时，应从该批产品中另取双倍数量的试样进行重复试验。若重复检验结果仍有试样不合格，则判该批产品不合格。

7.4.3 产品晶体结构检验不合格时，判该批不合格。

7.4.4 产品外观质量检验不合格时，判该件不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 包装标志

产品外包装上应附有以下内容：

- a) 供方名称、地址、电话；
- b) 产品名称；
- c) 批号；
- d) 净重；
- e) 本文件编号；
- f) GB/T 191—2025 中的“避免雨淋”标志。

8.2 包装

产品采用内衬塑料薄膜袋，外套塑料编织袋双层包装或用塑料复膜袋包装。内袋扎扣或热合，外袋封口牢固。每袋净重由供需双方协商确定。

8.3 运输

产品运输时应防止与酸碱接触，搬运时应防止包装袋破损，并注意防潮。

8.4 贮存

8.4.1 产品应存放于干燥、无酸、无碱气氛之处，不得露天堆放，严防受潮。

8.4.2 产品自生产之日起，在所要求包装条件和储存条件下，保质期为一年。

8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件，应包括如下内容：

- a) 供方名称；
- b) 产品名称；
- c) 产品批号；
- d) 净重和件数；
- e) 各项分析检验结果和技术监督部门印记；
- f) 本文件编号；
- g) 其他。

9 订货单内容

本文件所列产品的订货单应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 净重和件数；
- c) 包装要求；
- d) 本文件编号；
- e) 其他。

附录 A

(规范性)

物相鉴别

A.1 鉴别

将试样置于玛瑙研钵中研磨后倾入样品槽中制备样品，按照 X 射线衍射仪的操作要求进行测定，调节衍射仪增益使被测晶面衍射峰高度在记录范围内达到最大值，测定晶面特征衍射的面间距和吸收峰强度应与谱图库中磷酸锂的标准谱图相符。磷酸锂的标准谱图见图 A.1。

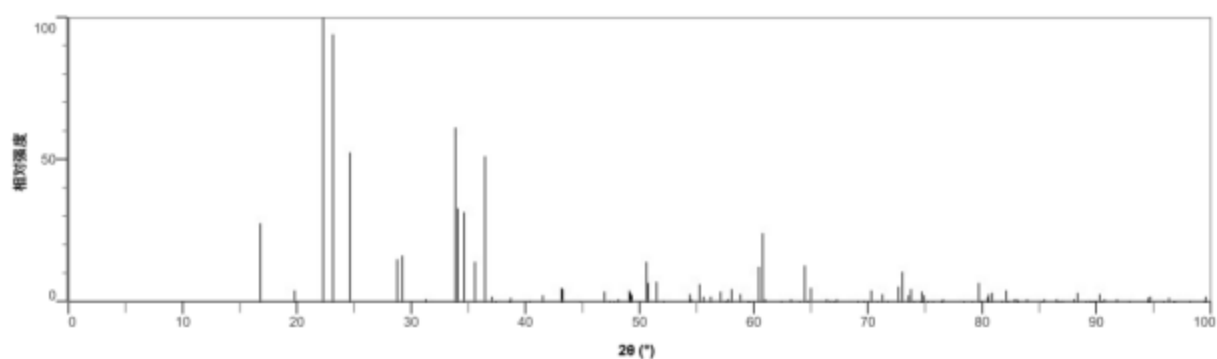


图 A.1 磷酸锂标准谱图

附录 B

(规范性)

电池级磷酸锂中钠、钾、钙、镁、铝、铁、锰、锌、铬、镍、铅、铜、硼、硫、硅含量的测定
电感耦合等离子体原子发射光谱法

B.1 原理

试料以盐酸溶解，于电感耦合等离子体原子发射光谱仪上采用标准曲线法测定电池级磷酸锂中钠、钾、钙、镁、铝、铁、锰、锌、铬、镍、铅、铜、硼、硫、硅的含量。

B.2 试剂或材料

除非另有说明，在分析中仅使用确认为优级纯的试剂。

B.2.1 水，GB/T 6682，二级。

B.2.1 盐酸 (ρ : 1.18g/mL)。

B.2.2 盐酸 (1+1)。

B.2.3 钠、钾、钙、镁、铝、铁、锰、锌、铬、镍、铅、铜、硼、硫、硅标准溶液 100 μ g/mL。或购买市售有证标准物质。

B.2.4 氩气 ($w_{Ar} \geq 99.995\%$)。

B.3 仪器设备

B.3.1 电感耦合等离子体原子发射光谱仪。

B.3.2 电子分析天平。

B.3.3 数控超声清洗器。

B.4 样品

试样的粒度应不大于 0.10mm。

B.5 试验步骤

B.5.1 试料

称取 1.0 g 样品，精确至 0.0001g。

B.5.2 平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

B.5.3 空白试验

随同试料做空白试验。

B.5.4 步骤

B.5.4.1 将试料 (B.5.1) 置于 150mL 玻璃烧杯中，用少量纯水润湿样品，加入 7mL 盐酸 (B.2.2) 溶解，

在通风橱中低温加热至样品完全溶解，取下烧杯，待溶液冷却至室温后转移到 100mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀备用；同时做试剂空白。

B.5.4.2 测试分析试液（B.5.4.1）与空白试液（B.5.3），仪器根据工作曲线自动进行数据处理，计算并输出各元素含量。

B.5.5 测定

B.5.5.1 工作曲线的配制

B.5.5.1.1 分别移取 Na、K、Ca、Si 标准溶液（B.2.3）0mL、0.20mL、0.50mL、1.00mL、2.00mL 于一系列 100mL 容量瓶中，加 2 mL 盐酸（B.2.2），加水稀释至刻度得到 0mg/L、0.20mg/L、0.50mg/L、1.00mg/L、2.00mg/L 的混合标准溶液

B.5.5.1.2 移取 Si 标准溶液（B.2.3）0mL、0.20mL、0.50mL、1.00mL、2.00mL 于一系列 100mL 容量瓶中，加 2 mL 盐酸（B.2.2），加水稀释至刻度得到 0mg/L、0.20mg/L、0.50mg/L、1.00mg/L、2.00mg/L 的混合标准溶液

B.5.5.1.3 移取 Mg、Al、Fe、Mn、Zn、Cr、Ni、Pb、Cu 标准溶液（B.2.3）0、0.10mL、0.50mL、1.00mL、1.50mL 于一系列 100mL 容量瓶中，加 2 mL 盐酸（B.2.2），加水稀释至刻度得到 0mg/L、0.10mg/L、0.50mg/L、1.00mg/L、1.50mg/L 的混合标准溶液摇匀备用。

B.5.5.1.4 移取 B 标准溶液（B.2.3）0mL、0.50mL、1.00mL、2.00mL、5.00mL 于一系列 100mL 容量瓶中，加 2 mL 盐酸（B.2.2），加水稀释至刻度得到 0mg/L、0.50mg/L、1.00mg/L、2.00mg/L、5.00mg/L 的混合标准溶液摇匀备用。

B.5.5.1.5 移取 S 标准溶液（B.2.3）0、1.0mL、2.0mL、3.0mL、5.0mL、10.0mL、20.0mL 于一系列 100mL 容量瓶中，加 2 mL 盐酸（B.2.2），加水稀释至刻度得到 0mg/L、1.0mg/L、2.0mg/L、3.0mg/L、5.0mg/L、10.0mg/L、20.0mg/L 的混合标准溶液摇匀备用。

B.5.5.2 上机测试

B.5.5.2.1 将标准工作曲线系列溶液（B.5.5.1）于电感耦合等离子体原子发射光谱仪，按设备推荐的分析谱线进行测定。以元素标准溶液质量浓度为横坐标，发射强度为纵坐标绘制工作曲线。

B.5.5.2.2 当工作曲线线性 ≥ 0.999 时，进行空白试验溶液和试验溶液的测定，由计算机自动给出元素的质量浓度。

表 B.1 待测元素分析谱线推荐波长

单位为纳米

元素	推荐波长	元素	推荐波长
Na	589.592	Ca	396.847
K	766.491	Mg	279.553
Fe	238.204	Pb	220.353
Al	396.153	Cu	327.393
Ni	231.604	Ba	455.403
Si	212.412	Mn	257.610

Ni	231.604	Zn	206.200
Cr	205.560	B	249.772
S	181.972		

B.6 试验数据处理

各待测元素含量以其质量分数 $w_{(x)}$ 计，按式 (B.1) 计算：

$$w_{(x)} = \frac{(\rho_1 - \rho_0) \times V_1 \times 10^{-6}}{m_0} \times 100 \% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

ρ_1 ——从工作曲线上查的试液中各元素的浓度，单位为微克每毫升 ($\mu\text{g/mL}$)；

ρ_0 ——从工作曲线上查的空白溶液中各元素的浓度，单位为微克每毫升 ($\mu\text{g/mL}$)；

V_1 ——测定试液的体积，单位为毫升 (mL)；

m_0 ——试料量，单位为克 (g)。

计算结果表示到小数点后两位有效数字，数值修约按 GB/T 8170 的规定进行

附录 C

(规范性)

电池级磷酸锂中氯离子含量的测定 氯化银浊度法

C.1 原理

在硝酸介质中，电池级磷酸锂中可溶性氯离子与银离子生成难溶的氯化银。在一定的时间内氯化银呈悬浮体，于分光光度计波长 420nm 处测量吸光度，求得氯离子的含量。

C.2 试剂或材料

除非另有说明，在分析中仅使用确认为优级纯的试剂。

C.2.1 水，GB/T 6682，二级。

C.2.2 硝酸（1+1）。

C.2.3 硝酸（9+16）。

C.2.4 硝酸银溶液（0.1mol/L）。

C.2.5 丙三醇溶液（1+4）。

C.2.6 对硝基苯酚指示剂（1g/L）。

C.2.7 氢氧化钠溶液（100g/L）。

C.2.8 氯标准贮存溶液：1000 $\mu\text{g/mL}$ 。（可购买国家有证标准物质或标准贮存溶液）。

C.2.9 氯标准溶液 A：100 $\mu\text{g/mL}$ 。由氯标准贮存溶液稀释可得。

C.2.10 氯标准溶液 B：10 $\mu\text{g/mL}$ 。由氯标准溶液 A 稀释可得。

C.3 仪器设备

C.3.1 分光光度计。

C.3.2 电子天平。

C.3.3 加热板。

C.4 样品

取经干燥，不结块的电池级磷酸锂样品，置于干燥器中保存待测。

C.5 试验步骤

C.5.1 试料

称取 2.0g 样品，精确至 0.0001g。

C.5.2 平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

c.5.3 空白试验

随同试料做空白试验。

c.5.4 测定

c.5.4.1 用100mL干燥烧杯称取待测样品2g（精确至0.0001g），用少量水冲洗杯壁，加入10mL硝酸（c.2.2），将溶液转移至50mL棕色容量瓶，控制体积为20–25mL，得溶液A。

c.5.4.2 向溶液A中加入2mL丙三醇溶液（c.2.5），混匀，加入2mL硝酸银溶液（c.2.4），混匀，以水稀释至刻度，摇匀。放置15min。在分光光度计上，用水作参比，用3cm比色皿于波长420nm处测量其吸光度A，在工作曲线上查出对应的氯离子的浓度 ρ_1 。

c.6 工作曲线的绘制

c.6.1 分别移取氯标准溶液B（c.2.11）0mL、2mL、4mL、6mL、8mL、10mL、20mL于一系列100mL烧杯中，加1滴1g/L的对硝基苯酚指示剂（c.2.6），如无黄色，用氢氧化钠溶液（c.2.7）调至黄色。再用硝酸（c.2.3）调至无色，过量硝酸（c.2.2）2mL。

c.6.2 将调好的溶液（c.6.1）转移至系列50mL棕色容量瓶中，加入2mL丙三醇溶液（c.2.5），2mL硝酸银溶液（c.2.4），定容摇匀，静置15分钟后上分光光度计测量（波长420nm，比色皿3cm）。

c.6.3 以吸光度为横坐标，浓度为纵坐标绘制工作曲线。

c.7 试验数据处理

元素含量以各元素的质量分数 w_{Cl^-} 计，数值以%表示，按式（c.1）计算：

$$w_{Cl^-} = \frac{(\rho_1 - \rho_0) \times 50 \times 10^{-6}}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (c.1)$$

式中：

ρ_1 ——从工作曲线所得氯的浓度，单位为微克每毫升（ $\mu\text{g/mL}$ ）；

ρ_0 ——从工作曲线所得空白溶液中氯的浓度，单位为微克每毫升（ $\mu\text{g/mL}$ ）；

m_0 ——试料量，单位为克（g）。

计算结果表示到小数点后两位有效数字，数值修约按GB/T 8170的规定进行。

附录 D

(规范性)

电池级磷酸锂中氟离子含量的测定
离子选择性电极法

D.1 原理

试料用硝酸进行溶解，以柠檬酸钠-硝酸钾溶液作为离子强度调节剂，在 pH 值为 5.0~6.0 的条件下，采用工作曲线法，用氟离子选择性电极测定氟离子的质量浓度，计算氟离子的含量。

D.2 试剂或材料

除非另有说明，在分析中仅使用确认为优级纯的试剂。

D.2.1 水，GB/T 6682，二级。

D.2.2 硝酸（1+1）。

D.2.3 柠檬酸钠-硝酸钾溶液：称取 294g 柠檬酸钠和 20g 硝酸钾，置于 1000mL 烧杯中，加入 800mL 水溶解后，用硝酸（D.2.2）调节 pH 值为 6.0~7.0，移入 1000mL 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀。

D.2.4 氢氧化钠溶液：250g/L。

D.2.5 氟离子标准贮存溶液（1+4）：称取 2.2110g 氟化钠 [$w(\text{NaF}) \geq 99.99\%$ ，预先在 120℃ 烘 2h 并置于干燥器中冷却至室温]，以水溶解，移入 1000mL 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀，贮存于聚乙烯瓶中。此溶液 1mL 含 1mg 氟离子。

D.2.6 氟离子标准溶液 A：移取 10.00mL 氟离子标准贮存溶液（D.2.5）于 100mL 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀，贮存于聚乙烯瓶中。此溶液 1mL 含 100 μg 氟离子。

D.2.7 氟离子标准溶液 B：移取 25.00mL 氟离子标准溶液 A（D.2.6）于 100mL 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀，贮存于聚乙烯瓶中。此溶液 1mL 含 25 μg 氟离子。

D.3 仪器设备

D.3.1 pH 计：精度不低于 0.1。

D.3.2 离子计：精度不低于 0.1mV，附电磁搅拌器。

D.3.3 氟离子选择性电极：氟离子浓度在 $10^{-4}\text{mol/L} \sim 10^{-1}\text{mol/L}$ 时，电极电位与氟离子质量浓度的对数呈良好线性关系。氟离子选择性电极应配参比电极。

D.3.4 温度补偿电极

D.4 样品

取经干燥，不结块的电池级磷酸锂样品，置于干燥器中保存待测。

D.5 试验步骤

D.5.1 试料

称取 2.0g 样品，精确至 0.0001g。

D.5.2 平行试验

平行做两份试验，取其平均值。

D.5.3 空白试验

随同试料做空白试验。

D.5.4 测定

D.5.4.1 将试料 (D.5.1) 置于 100mL 烧杯中，加入 20mL 左右的水，再加入 10mL 硝酸 (D.2.2)，使样品完全溶解，若样品溶解不完全可进行超声。

D.5.4.2 向试料 (D.5.4.1) 中加入 20mL 柠檬酸钠-硝酸钾溶液 (D.2.3)，用 pH 计 (D.3.1) 检测，用硝酸 (D.2.2) 或者氢氧化钠 (D.2.4) 调节 pH 值至 5.0~6.0。移入 100mL (V_1) 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀。

D.5.4.2 将试液 (D.5.4.1 或 D.5.4.2) 全部倒入干燥的聚乙烯烧杯中，放入搅拌棒或转子，插入氟离子选择性电极 (D.3.3) 和温度补偿电极 (D.3.4)，在搅拌下测量其平衡电极电位值，自工作曲线上查得空白试液中氟离子的质量浓度 (ρ_0) 和试液中氟离子的质量浓度 (ρ)。

D.5.5 工作曲线的绘制

D.5.5.1 分别移取 1.00mL、2.00mL、4.00mL、10.00mL、20.00mL 氟离子标准溶液 B (D.2.7) 置于 100mL 烧杯中，加入 20mL 柠檬酸钠-硝酸钾溶液 (D.2.3)，用 pH 计 (D.3.1) 检测，用硝酸 (D.2.2) 或者氢氧化钠 (D.2.4) 调节 pH 值至 5.0~6.0。移入 100mL 容量瓶中，以水稀释至刻度，混匀。

D.5.5.2 打开离子计 (D.3.2)，预热 30min，将试液 (D.5.5.1) 全部倒入干燥的聚乙烯烧杯中，放入搅拌棒或转子，插入氟离子选择性电极 (D.3.3) 和温度补偿电极 (D.3.4)，在搅拌下测量其平衡电极电位值。以氟离子的质量浓度的对数值为横坐标，对应的电位值为纵坐标，绘制 E_i (mV) - $\lg C$ ($\mu\text{g/mL}$) 工作曲线。

D.6 试验数据处理

氟离子的含量以氟离子的质量分数 w_F 表示，按式 (1) 计算：

$$w_F = \frac{(\rho - \rho_0) \times V_1 \times 10^{-6}}{m} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

ρ —— 自工作曲线上查得试液中氟离子的质量浓度，单位为微克每毫升 ($\mu\text{g/mL}$)；

ρ_0 —— 自工作曲线上查得空白试液中氟离子的质量浓度，单位为微克每毫升 ($\mu\text{g/mL}$)；

V_1 —— 试液定容的体积，单位为毫升 (mL)；

m —— 样品的质量，单位为克 (g)。

计算结果表示到小数点后三位有效数字，数值修约按 GB/T 8170 的规定进行。