

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

(送审稿)

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：江西赣锋循环科技有限公司、成都开飞高能化学工业有限公司、百杰瑞（荆门）新材料股份有限公司、雅化锂业（雅安）有限公司、深圳德方纳米科技股份有限公司、井冈山大学、浙江友山新材料科技有限公司、荆门动力电池再生技术有限公司、天齐锂业（股份）有限公司、江西赣锋锂业集团股份有限公司、新疆有色金属研究所有限公司、湖北磷氟锂业有限公司、江苏容汇通用锂业股份有限公司、山东美多科技有限公司、中矿资源（江西）锂业有限公司、江西芜锂增致循环科技有限公司、宜春银锂新能源有限责任公司、江西九岭锂业股份有限公司。

本文件主要起草人：王彬、李强、白有仙、万志勇、罗旭彪、班文俊、张玥晗、杨利明、董兴旺、欧阳涛、杨政、黄东波、梁善、吴建江、龚昊、郑磊、郁俊、柳继红、徐苗、杨光、邓红云、姚丽、周星宇、赖承华、杨慧琳、严伟文。

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 11064.15-2013 碳酸锂、单水氢氧化锂、氯化锂化学分析方法 第 15 部分：氟量的测定 离子选择电极法

GB/T 30902 无机化工产品 杂质元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES）

GB/T 45328-2025 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 582-2023 电池级碳酸锂

YS/T 1028.3-2015 磷酸铁锂化学分析方法 第 3 部分：磷量的测定 磷钼酸喹啉称量法

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三个牌号： $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-D1}$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-D2}$ 、 $\text{Li}_3\text{PO}_4\text{-D3}$ 。

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

质量分数/%

牌号		Li ₂ PO ₄ -D1	Li ₂ PO ₄ -D2	Li ₂ PO ₄ -D3
主含量	Li	≥17.8		
	P	≥26.5		
主元素摩尔比	Li/P	3±0.03		
杂质含量，不大于	Na	0.002	0.01	0.025
	K	0.001	0.002	0.005
	Ca	0.005	0.01	0.02
	Mg	0.0005	0.005	0.01
	Al	0.001	0.002	0.005
	Si	0.002	0.003	0.005
	Cu	0.0005	0.001	0.002
	Fe	0.001	0.002	0.005
	Mn	0.0005	0.001	0.002
	Ni	0.0005	0.001	0.002
	Zn	0.0005	0.001	0.002
	Cr	0.0005	0.001	0.002
	Pb	0.0005	0.001	0.002
	B	0.001	0.005	0.01
	S	0.05	0.08	0.08
	F	0.01	0.02	0.05
	Cl	0.01	0.015	0.02
注1：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 磁性异物金属颗粒

产品中磁性异物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	Li ₂ PO ₄ -D3
磁性异物含量	≤200	≤500	≤500

5.5 外观质量

产品为白色晶状粉末，无结块，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。

6.2 产品的化学成分中锂含量的测定按照附录 B 的规定进行，P 含量的测定参照 YS/T 1028.3-2015 的规定进行。

6.3 产品中钠、钾、钙、镁、铝、铁、锰、锌、铬、镍、铅、铜、硼、硫、硅含量的测定按 GB/T 30902 的规定进行，F 含量的测定按照 GB/T 11064.15-2013 的规定进行，Cl 含量的测定按照附录 C 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 产品的磁性异物金属颗粒测定按 GB/T 45328 的规定进行。

6.4 产品的磁性异物测定按照 YS/T 582-2023 附录 B 的规定进行，称样量为 200g，加水量为 400 ± 10 mL，加入的王水量为 16 mL，其他条件不变。

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、磁性异物金属颗粒、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 10 t。

7.3 检验项目及抽样

每批产品应进行化学成分、水分、磁性异物金属颗粒、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	抽样规定	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
磁性异物金属颗粒		5.3	6.3
磁性异物		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、磁性异物金属颗粒、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 中的表 5 序号 10 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。

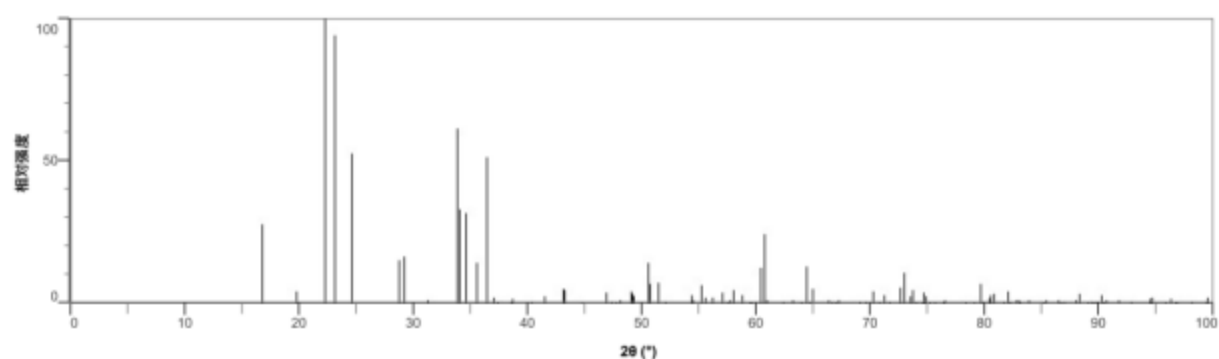


图 A.1 磷酸锂标准谱图

附录 B

(规范性)

电池级磷酸锂中锂含量的测定 原子吸收光谱法

B.1 原理

试料用盐酸分解，在盐酸介质中，以空气-乙炔气贫燃火焰，于原子吸收光谱仪上，测量锂的吸光度，按工作曲线法计算锂元素的含量。

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.2.2 盐酸（1+1）。

B.2.3 氯化钾溶液：称取 25g 氯化钾，置于 250mL 烧杯中，加水溶解后，移入 250mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。此溶液 1mL 含 0.1g 氯化钾。

B.2.4 锂元素标准贮存溶液（1mg/mL）：采用国内外市售的有证溶液标准物质/标准样品。

B.2.5 锂元素标准溶液（100 μ g/mL）：移取 10mL 锂元素标准贮存溶液（B.2.4）于 100mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，混匀。或采用国内外市售的有证溶液标准物质/标准样品。

B.3 仪器设备

B.3.1 原子吸收光谱仪，附有空气-乙炔燃烧器及锂空心阴极灯。在仪器最佳工作条件下，凡能达到下列指标者均可使用：

——特征浓度：在与测量溶液基体相一致的溶液中，锂的特征浓度值应符合 JJG 694 中的相关要求。

——精密度：用最高浓度的标准溶液测量 10 次吸光度，其标准偏差应不超过平均吸光度的 1.5%；用最低浓度的标准溶液（不是“零”浓度标准溶液）测量 10 次吸光度，其标准偏差应不超过最高浓度平均吸光度的 0.5%。

——工作曲线线性：将工作曲线按浓度等分成五段，最高段的吸光度差值与最低段的吸光度差值之比应不小于 0.7。

B.3.2 电子天平。

B.3.3 电加热板。

B.4 样品

将样品置于干燥器中保存待测。

B.5 试验步骤

B.5.1 试料

称取 0.6g 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 测定

B.5.4.1 称取 0.6g（精确到 0.0001g）样品至 150mL 玻璃烧杯中，用少量水冲洗杯壁，加入 7mL（1+1）盐酸（B.2.2），将烧杯放在电热板上加热至完全溶解。

B.5.4.2 将烧杯取下，冷却至室温后，将溶液转移至 250mL 容量瓶中，定容至刻度。从 250mL 容量瓶中取 2mL 溶液至 250mL 容量瓶中，加入 5mL（1+1）盐酸（B.2.2），加入 2.5mL 10% 氯化钾溶液（B.2.3），定容至刻度线后摇匀。

B.5.4.3 将空白溶液和样品溶液（B.5.4.2）在原子吸收光谱仪上，于波长 670.8nm 处，以空气-乙炔气贫燃火焰，用水调零，测定锂的吸光度，从工作曲线（B.6）上查出相应的锂含量的浓度。

B.6 工作曲线的绘制

移取 0mL、1.00mL、2.00mL、3.00mL、4.00mL、6.00mL 锂元素标准溶液（B.2.5），分别置于一组 100mL 容量瓶中，加入 2.0mL（1+1）盐酸（B.2.2），1 mL 10% 氯化钾溶液（B.2.3），用水稀释至刻度，混匀。在原子吸收光谱仪上于波长 670.8nm 处，以空气-乙炔气贫燃火焰，用水调零，测定锂的吸光度。以锂的浓度为横坐标，零浓度溶液为纵坐标，绘制工作曲线。

B.7 试验数据处理

元素含量以锂的质量分数 w_{Li} 计，数值以 % 表示，按式（B.1）计算：

$$w_{Li} = \frac{(c_1 - c_0) \times 250 \times 250 \times 10^{-4}}{m_0 \times 2} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

c_1 ——自工作曲线上查得的测定试料中锂的质量浓度，单位为微克每毫升（ $\mu g/mL$ ）；

c_2 ——从工作曲线上查得的空白溶液中锂的浓度，单位为微克每毫升（ $\mu g/mL$ ）；

m_0 ——试料量，单位为克（g）。

计算结果表示到小数点后两位，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.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：

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

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。