

制定《六氟磷酸钠电解液》化工行业标准编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

(一) 任务来源

1、基本信息

根据“工业和信息化部办公厅工信厅科〔2024〕191号文《关于印发2024年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》”的要求，2026年5月完成《六氟磷酸钠电解液》化工行业标准的制定工作，计划编号为：2024-0614T-HG。本标准由多氟多新材料股份有限公司、浙江省化工研究院有限公司、安徽新宸新材料有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等共同起草。本标准由全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会负责技术归口。

2、简要情况

1) 产品概况

以六氟磷酸钠作为电解质锂盐，溶剂多采用碳酸乙烯酯、碳酸二甲酯等。电解液是锂离子电池的重要组成部分，它在电池中承担着正负极之间传输电荷的作用，对电池的工作温度、比能量、循环效率、安全性等主要性能有着重要的影响。电解液中杂质含量的高低对锂离子电池的性能起着决定性的作用。

产品用途：用于钠离子电池。

2) 生产方法

按照一定比例将六氟磷酸钠溶于不同的有机溶剂中，生产不同型号的六氟磷酸钠电解液。

常用的有机溶剂有碳酸二甲酯（DMC）、碳酸二乙酯（DEC）、二甲氧基乙烷（DME）、碳酸乙烯酯（EC）、碳酸丙烯酯（PC）。

3) 目的意义

全球锂资源储量有限，随着电动汽车产业发展，锂电池的材料成本越来越高，已经渐渐成为了我国新能源转型的阻碍。因此，发展可与锂离子电池互补的新型二次电池技术至关重要，也是实现“电动中国”“双碳”目标和解决能源“卡脖子”问题的关键路径。钠离子电池替代锂电。全球钠资源储量丰富，钠离子电池原材料易得且成本较低，钠离子电池量产成本比锂离子电池低35%左右，电池规模量产化低成本（0.3元/Wh以下）成为锂电池的有效补充，性能明显优于铅酸电池，由于制造环节与锂离子电池相通，钠离子电池应运而生，因此受到市场关注。同时，钠离子电池稳定性高，低温性能好，而且能量密度、循环次数远超铅酸，因此钠离子电池在两轮车、储能等领域有较大的市场空间。

钠离子电池工作原理以及结构组成与锂离子电池一致，是一种依靠钠离子在正负极间移动来完成充放电的二次电池，是电解液的重要组成部分。充电时，钠离子从正极脱出，经过电解质嵌入负极；放电时相反。六氟磷酸钠电解液的生产流程、生产工艺、生产设备等与锂离子电池电解液六氟

磷酸锂（LiPF₆）基本一致，只是采用钠盐替代了锂盐，与锂电池电解液生产线兼容性高，产品质量更稳定，易于实现量产。

在电解液添加剂方面，多氟多是最早商业化量产六氟磷酸钠的企业，目前批量供应多家企业，产能 10000 吨/年左右，公司现有六氟磷酸锂的产线，进行部分改造后可快速切换生产六氟磷酸钠。正负极材料上，目前多氟多钠离子电池的正极材料中试线已经建成，小批量产品已陆续下线，测试结果良好。

2023 年，我国钠离子电池中试线、量产线预计将陆续落地，小批量产品已陆续下线，测试结果良好，行业将进入爆发期，预计到 2025 年，我国钠离子电池需求量将达到 200GWh。在此背景下，六氟磷酸钠电解液市场空间大，对比来看，在锂离子电池电解液领域具有技术与成本优势的企业，在六氟磷酸钠电解液市场中竞争力更强，市场需求量也在不断攀升。成为近几年关注的热点。因此，为了促进产品的技术发展，提高产品品质，方便厂家与客户对标，制定出适合生产厂家和客户需求的六氟磷酸钠行业标准迫在眉睫，也可弥补行业空白。对加快新产品，新技术转化为标准的步伐，促进新型钠离子电池行业的良性发展具有重要意义。

（二）主要工作过程

1、起草阶段（2024.6~2025.3）

1) 起草工作组

由天津院、多氟多新材料股份有限公司、浙江省化工研究院有限公司、安徽新宸新材料有限公司、等单位组成起草标准工作组。

2) 分工情况

天津院主要负责资料收集、编写文献小结、召开标准工作方案会、数据统计、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件等工作。其他单位主要负责试验方法验证及数据累积工作。

3) 调查研究过程

天津院接到上级部门下达的制定标准计划，于 2024 年 6 月~2025 年 3 月进行了调研及资料准备工作。首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产、使用单位发函进行调查，广泛征求对标准修订工作的意见，在此基础上提出了文献小结。2025 年 3 月 18 日在天津市召开了标准工作方案会，参加会议的单位就各自的产能、生产工艺、产品质量和用户使用情况进行了介绍。与会代表就此标准的指标项目和指标参数、分析方法及检验规则、包装、贮存、运输等内容进行了深入、细致的讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细的安排。

4) 验证过程

起草工作组成员针对天津院提出的试验验证方案，进行了试验验证。

对比验证数据分析及验证评价（或结论）。

2、标准征求意见阶段（2025.7~2025.8）

1) 广泛征求意见

在起草阶段工作基础上，由负责起草单位对工作组讨论稿进行了进一步的讨论和修改，其后提出标准草案征求意见稿及编制说明。于 2025 年 6 月开始向无机化工分技术委员会的委员、生产、使

用及检验机构等单位发送了电子文件征求意见稿及编制说明，并在天津院官网上（www.trici.com.cn）公开征求意见。

二、制定标准的原则和依据

1 制标原则

- 1) 积极采用国际标准和国外先进标准的原则；
- 2) 有利于促进技术进步，提高产品质量的原则；
- 3) 有利于合理利用资源，提高经济效益的原则；
- 4) 符合用户要求，保护消费者利益、促进对外贸易的原则；
- 5) 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

2 制标依据

- 1) 相关国行标、企业标准（见附表 1 和附表 2）；
- 2) 用户要求；
- 3) 生产厂家质量月报（见附表 3）；
- 4) 生产厂家试验验证数据（见附表 4）。

三、国内外标准概况

目前未收集到六氟磷酸钠电解液相关的国外标准，国内标准收集到国内生产企业的企业标准。收集到的各标准对比如附表1，指标设置分别有主含量、水分、游离酸、硫酸根、氯、氟以及杂质金属阳离子。

四、标准主要内容及确定依据

1 警告

警告：本试验方法中试样和使用的部分试剂具有易燃性、毒性或腐蚀性，应在通风橱中小心谨慎操作！如溅到眼睛或皮肤上应立即用水冲洗15 min以上，并立即治疗。使用易燃品时，严禁使用明火加热。

2 范围

本文件规定了六氟磷酸钠电解液的技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输和贮存。

本文件适用于不同溶剂体系含六氟磷酸钠的电解液。

注：该电解液仅应用于钠离子电池，不适用于钠离子超级电容器。

3 产品指标要求的确定

3.1 外观

根据产品现状，本标准产品外观确定为：透明液体。

3.2 指标项目的确定

在指标项目设置时主要考虑：原料带入杂质、生产过程中引入的杂质，并且对电池行业产生不利影响的杂质。

此次制定标准设置的杂质指标有：硫酸盐、氯化物会影响电极寿命，金属杂质和不溶物会影响电池的充放电性能，这些指标项目在已有的电池原料中也是要求的重点项目，应该严格进行控制。

综合分析本标准确定的指标项目为硫酸根、氯化物、铝、砷、镉、铬、铜、铁、钾、锂、镁、镍、铅、钙、锌、汞、色度、密度、电导率、水分、游离酸，共 21 项指标。

3.3 指标要求的确定

本标准在指标要求方面主要根据参与单位提供的制定标准意见以及网上公开的企业标准，各指标设置的理由和依据如下：

1) 硫酸盐和氯化物含量

硫酸盐和氯化物含量会腐蚀电极，所以标准中分别进行限定，分别不得大于 10 mg/kg 和 5 mg/kg。

2) 14 项金属杂质要求

金属杂质会影响电池的充放电性能，在电解质盐和电解液都要进行限定。标准中设置了铝、砷、镉等 14 项金属及非金属杂质离子含量指标要求。

3) 色度

电解液应为无色透明液体，部分质量不稳定的电解液在放置后运输过程中会变色，本标准设置了色度指标，要求不大于 100 黑曾。

考虑到不同溶剂体系、不同的电解液添加剂的使用，使得电解液所呈现的色调是不同的，统一用铂钴比色进行数值表示后，不同体系的色度没有可比性。但是对于同一溶剂体系的系列电解液，色度是客户比较直观判定的指标。

4) 水分、游离酸

水和游离酸的含量是相互关联的，两者是影响电池电解液性能最重要的因素。两者存在会影响电极表面SEI膜和电解液自身稳定性两个方面。

网上公开的企业标准中水分要求不得大于 0.0050%，游离酸要求不得大于 0.0050%，方案会参会到单位确定本标准中水分设定为不大于 0.0020%、游离酸设定为不大于 0.0100%。该指标对产品质量影响较大，标准制定过程中关注该项指标，依据后期产品质量数据的进一步汇总情况，再考虑是否调整。

5) 密度

为了使电解液的电化学性能可靠，六氟磷酸钠在有机溶剂中配比是有一定限量的，而一定配比的产品对应着一定的密度范围。因此可以通过密度快速的得知电解液中含六氟磷酸钠的比例。

由于产品是电解质盐的有机溶剂，无法针对溶质含量的测定，目前查到的企业是测定电解液的密度，然后进行折算。本标准参考 HG/T 4067-2015《六氟磷酸锂电解液》不设置溶质含量的指标，而是给出密度的测定，指标有供需双方商定，同时给出上下差（ ± 0.01 ）。

6) 电导率

与密度一样，一定的有机溶剂体系溶解对应一定量的六氟磷酸钠后，其体系的电导率是在一定范围内的，此项指标可以反映出电解液的电化学性能的高低。

电导率是电池电解液中最具有实用意义的参数之一，电解液的电导率对电池内阻和倍率特性有较大影响，能够为电解液的设计指明方向。本标准参考HG/T 4067-2015《六氟磷酸锂电解液》不设置溶质含量的指标，而是给出电导率的测定，指标有供需双方商定，同时给出上下差（ ± 0.5 ）。

综上所述，各项指标要求设置见表1。

表1 本次制定标准确定各项指标要求

项 目	指 标
硫酸盐（以 SO_4 计）/（mg/kg） \leq	10
氯化物（以 Cl 计）/（mg/kg） \leq	5
铝（Al）/（mg/kg） \leq	2
砷（As）/（mg/kg） \leq	2
镉（Cd）/（mg/kg） \leq	2
铬（Cr）/（mg/kg） \leq	2
铜（Cu）/（mg/kg） \leq	2
铁（Fe）/（mg/kg） \leq	2
钾（K）/（mg/kg） \leq	5
锂（Li）/（mg/kg） \leq	2
镁（Mg）/（mg/kg） \leq	2
镍（Ni）/（mg/kg） \leq	2
铅（Pb）/（mg/kg） \leq	2
钙（Ca）/（mg/kg） \leq	2
锌（Zn）/（mg/kg） \leq	2
汞（Hg）/（mg/kg） \leq	2
色度/黑曾 \leq	100
密度（20℃）/（g/cm ³ ）	—— ^a ± 0.01
电导率（25℃）/（ms/cm）	—— ^b ± 0.5
水分 w/% \leq	0.0020
游离酸（以 HF 计）w/% \leq	0.0100
a, b, 由供需双方协商确定。	

4 试验方法的确定

本次制定标准各项目确定的试验方法可引用和参考的标准有 GB/T 19282—2014《六氟磷酸锂产品分析方法》、HG/T 4067—2015《六氟磷酸锂电解液》。

4.1 硫酸盐、氯化物的测定

本标准测定硫酸盐和氯化物的方法参考了 GB/T 19282—2014，目视比浊法和离子色谱法并列，色谱法为仲裁法。

硫酸盐的目视比浊法：在盐酸介质中，钡离子与硫酸根离子生成难溶的硫酸钡，当硫酸根离子含量较低时，在一定时间内硫酸钡呈悬浮体，使溶液呈现的混浊程度，可用于判定硫酸盐含量的范围。

氯离子的目视比浊法：在硝酸介质中，氯离子与银离子生成难溶的氯化银。当氯离子含量较低时，在一定时间内氯化银呈悬浮体，使溶液混浊，可用于氯化物的目视比浊法测定。检测范围为 0.2 mg/L~4 mg/L(以 Cl 计)。

标准中还并列了离子色谱法测定硫酸盐和氯离子，采用双通道的离子色谱仪进行测定，首先使用离子排斥柱进行样品的在线前处理，将所需分析的离子从试样溶液中分离出来，再通过色谱柱装置进行分离，用电导检测器进行检测。

4.2 铝等 13 项金属和非金属杂质含量的测定

搜集到的企标都是直接引用了 GB/T 19282—2014，选用了电感耦合等离子体原子发射光谱法。

4.3 汞含量的测定

汞含量测定方法直接采用了 GB/T 36384 无机化工产品中汞的测定 原子荧光光谱法，该方法测定试验溶液中汞 (Hg) 质量浓度适宜范围为 0.04 $\mu\text{g/L}$ ~10 $\mu\text{g/L}$ ，直接引用可以根据试样情况选用适用曲线。

4.4 色度的测定

色度的测定引用了 GB 605 化学试剂 色度的测定。利用铂钴标准溶液与试样通过目视比较其颜色的深浅程度，此方法为限量比色。此分析操作需要在手套箱中进行，所以轴向观察时需要比色管倾斜一定角度，因此手套箱中利用标准灯箱照明，并且标准和试样的比色管倾斜的角度应一致。

另外并列了比色仪法，并列为仲裁法。

4.4 密度的测定

采用比重计直接测定，快速直接读取数据。企业反映由于比重计测定需要大量的电解液，造成了电解液的浪费，而且测定过程中样品溶液会对比重计腐蚀，但考虑到密度计法测定快速，测定成本较低，该方法可作为日常检验，同时并列密度仪法为仲裁法。

4.5 电导率的测定

采用电导仪直接测定。

4.6 水分的测定

由于产品的特性，水分较低，分析方法采用在控制湿度的手套箱内卡尔费休水分测定仪进行测定。

4.7 游离酸的测定

将试验溶液控制在较低温度，使得六氟磷酸钠在低温 (0℃) 环境中水发生水解反应变得缓慢，

可以迅速用氢氧化钠标准溶液进行滴定达到对游离酸进行定量的目的。企标中有使用三乙胺的 γ -丁内酯溶液，但与会厂家都是选用了 HG/T 4067-2015《六氟磷酸锂电解液》中的方法，因此本标准直接参考了 HG/T 4067-2015 的方法。

5 检验规则

本标准规定的所有检验项目为出厂检验项目，应逐批检验。

每批产品不超过 20 t。

6 标志及随行文件

根据产品性质，包装上应标识 GB 190 中规定的“腐蚀性物质”标签。

7 包装、运输、贮存

制定考虑到产品的特殊性质，包装为严格密封的不锈钢桶，内充惰性气体保护。

五、水平分析

本标准参考国内相关产品标准，结合电池用户的要求，设置了指标要求和分析方法。指标项目设置齐全，指标要求满足下游客户的使用要求。试验方法均采用常规、经典方法，经验证测定结果准确可靠，适合工厂分析要求。

综上所述，本标准达到国内先进水平。

附表 1:

国内标准指标分析方法对比表

项 目	《六氟磷酸钠电解液》 化工行业标准	如鲲（山东）新材料科技有限公司 Q/SDRC 0058—2023 六氟磷酸钠溶液
硫酸盐（以 SO ₄ 计） /（mg/kg）	10	10（离子色谱法）
氯化物（以 Cl 计） /（mg/kg）	5	5（离子色谱法）
铝（Al） /（mg/kg）	2	—
砷（As） /（mg/kg）	2	—
镉（Cd） /（mg/kg）	2	—
铬（Cr） /（mg/kg）	2	—
铜（Cu） /（mg/kg）	2	—
铁（Fe） /（mg/kg）	2	5（ICP）
钾（K） /（mg/kg）	2	5（ICP）
锂（Li） /（mg/kg）	2	—
镁（Mg） /（mg/kg）	2	—
镍（Ni） /（mg/kg）	2	—
铅（Pb） /（mg/kg）	2	—
钙（Ca） /（mg/kg）	2	5（ICP）
锌（Zn） /（mg/kg）	2	—
汞（Hg） /（mg/kg）	2	—
色度/黑曾	100	—
主含量 w/%	—	25.1±1.0（密度-质量曲线）
密度（20℃） /（g/cm ³ ）	— ^a ±0.01	—
电导率（25℃） /（ms/cm）	— ^b ±0.5	—
水分 w/%	0.0020	0.005（GB/T 19282）
游离酸（以 HF 计） w/%	0.0100	0.005（三乙胺的 γ-丁内酯滴定溶液，酸碱滴定）
	^a ， ^b ，由供需双方协商确定。	