

# 制定《双氟磺酰亚胺锂电解液》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《双氟磺酰亚胺锂电解液》化工行业标准的制定工作，计划编号为：2024-0615T-HG。本标准由湖北万润新能源科技股份有限公司、浙江省化工研究院有限公司、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

以双氟磺酰亚胺锂 $\text{Li}(\text{SO}_2\text{F})_2\text{N}$ 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。

双氟磺酰亚胺锂具有热稳定高、耐水解性能好、电导率高、与电极材料相容性好等优点。

**产品用途：**用于锂离子电池、提升循环寿命和高温性能。

##### 2) 生产方法

按照一定比例将双氟磺酰亚胺锂溶于不同的有机溶剂中，生产不同型号的双氟磺酰亚胺锂电解液。

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）、碳丙烯酯（PC）。

##### 3) 目的意义

近年来，国家对新能源汽车产业的支持，新能源汽车市场快速发展。随着新能源汽车财政补贴退坡，市场推动效应的逐渐增强，锂离子动力电池产业正快速走向高质量发展的道路。而且，国家要求未来锂电池朝着更高的安全性和更高能量密度的方向发展，即对电解液的综合性能要求大幅提高。

占据电池成本15%的锂电池电解液，在电池的能量密度、功率密度、宽温应用、循环寿命、安全性能等方面扮演着至关重要的角色。电解液是锂电池四大关键材料正极、负极、隔膜、电解液之一，号称锂离子电池的“血液”，在电池中正负极之间起到传导电子的作用，是锂电池获得高电压、高比能等优点的保证。此外，电解液中的关键锂盐也是电解液热稳定性和动力电池安全性的重要保证。

目前，考虑到电池成本、安全性能等因素， $\text{LiPF}_6$ （六氟磷酸锂）是商业化应用最为广泛的锂电

池溶质锂盐，但受制于本身存在高、低温性能差的关键问题，锂电行业依然继续在寻找新型材料来优化电解液性能。目前来看，新型电解液溶质，尤其是 LiFSI（双氟磺酰亚胺锂），将成为高镍电解液企业的核心竞争力，这主要是因为 LiFSI 无论是在热稳定性上还是导电率上均优于 LiPF<sub>6</sub>，并具备产业化生产条件，无论是作为添加剂，或者是作为核心溶质，均可以说是 LiPF<sub>6</sub> 的最佳替代品之一。

双氟磺酰亚胺锂电解液作为当前锂离子电池电解液重要发展方向之一，对比在性能上优势明显，目前已有厂家实现工业化生产，在围绕该材料进行相关研究的同时，为规范该产品的生产质量、指导该产品在锂电行业实现高效广泛应用，及时制定《双氟磺酰亚胺锂电解液》产品标准，使其在锂离子电池行业的实现良性应用，对于推进锂电池行业向更高效、稳定的方向快速发展具有重要价值和意义。

## （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、湖北万润新能源科技股份有限公司、浙江省化工研究院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](http://www.trici.com.cn)）公开征求意见。

#### 2) 意见汇总反馈与处理

## 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（见附件1）；
- 2) 用户要求；
- 3) 试验验证数据。

## 三、国内外标准概况

目前未收集到双氟磺酰亚胺锂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。收集到的标准对比情况见附表1，各企业标准中的指标项目分别设置有主含量（双氟磺酰亚胺锂）、水分、游离酸、硫酸根、氯、氟以及杂质金属阳离子等。

## 四、标准主要内容及确定依据

### 1 警告

标准中针对产品的特性以及试验方法中使用的具有易燃性、毒性或腐蚀性的部分化学试剂，提出有针对性警示条款。

### 2 范围

本文件规定了双氟磺酰亚胺锂电解液的要求、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双氟磺酰亚胺锂的电解液。该产品用作锂离子电池的生产。

注：该产品用作锂离子电池的生产。

### 3 产品指标要求的确定

#### 3.1 外观

根据产品理化性状，标准中将产品的外观确定为：透明液体。

#### 3.2 指标项目的确定

锂离子电池电解液作为电池的核心组成部分，其质量直接关系到电池的性能、安全性和寿命。影响产品质量的主要因素主要是产品中的有害杂质。因此，在指标项目设置时全面考虑了杂质主要来源，即原料带入杂质、生产过程中引入的杂质以及对锂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：直接影响电极寿命的氯化物、硫酸盐含量、影响电池充放电

性能的金属杂质及不溶物，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。另外，针对影响电极及电池倍率性能的水分、游离酸、密度、电导率指标提出了要求。

综合分析，本标准确定的指标项目为硫酸根、氯化物、钠、钾、钙、镁、铁、铜、锌、镍、铬、铝、锰、色度、密度、电导率、水分、游离酸，共 18 项指标。

### 3.3 指标要求的确定

本标准在指标要求方面主要依据标准参编单位提供产品应用数据（前期调研时制定标准意见和建议）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 50 mg/kg 和 10 mg/kg。此外，公开企标中还有对氟含量进行限定，但考虑到主含量为含氟有机物，不对氟含量进行限定。

#### 2) 11 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。标准中设置了钠、钾、钙等 11 项金属杂质含量指标要求。

#### 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 50 黑曾。

虽然不同溶剂体系、不同的电解液添加剂的使用，会使电解液所呈现的色调不同，统一用铂钴比色进行数值表示，不同体系的色度可能没有可比性的情况。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。因此，采用铂钴比色法进行产品颜色的判别是具有指导意义的、且可行的。

#### 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分别要求不得大于 0.0015%、0.0020%，游离酸分别要求不得大于 0.0040%、0.0050%，经标准参编单位研讨、会商，确定本标准中水分设定为不大于 0.0040%、游离酸设定为不大于 0.0050%。由于这两项指标对产品质量影响较大，标准制定过程中将作为重点关注项目指标，并结合后期对产品质量数据的进一步汇总，再考虑是否需要进行调整。

#### 5) 密度

为了使电解液的电化学性能可靠，双氟磺酰亚胺锂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。因此可以通过测量产品的密度，进而快速的得知电解液中含双氟磺酰亚胺锂的比例。考虑到不同类型的产品具有不同的密度，标准中将其设置为由供需双方商定。

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，从目前了解到的情况分析，相关企业是通过测定电解液的密度，然后进行折算后得到溶质含量。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，标准中的指标设置为由供需双方商定。

6) 电导率

设置电导率与设置密度项目具有相同意义，一定的有机溶剂体系溶解对应一定量的双氟磺酰亚胺锂后，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。考虑到不同类型的产品具有不同的电导率，标准中的指标设置为由供需双方商定。

电导率是锂离子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。

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 <sub>4</sub> 计）/（mg/kg）	≤ 50
氯化物（以 Cl 计）/（mg/kg）	≤ 10
钠（Na）/（mg/kg）	≤ 5
钾（K）/（mg/kg）	≤ 5
钙（Ca）/（mg/kg）	≤ 5
镁（Mg）/（mg/kg）	≤ 2
铁（Fe）/（mg/kg）	≤ 2
铜（Cu）/（mg/kg）	≤ 2
锌（Zn）/（mg/kg）	≤ 2
镍（Ni）/（mg/kg）	≤ 2
铬（Cr）/（mg/kg）	≤ 2
铝（Al）/（mg/kg）	≤ 2
锰（Mn）/（mg/kg）	≤ 2
色度/黑曾	≤ 50
水分 w/%	≤ 0.0040
密度（20℃）/（g/cm <sup>3</sup> ）	—— <sup>a</sup>
电导率（25℃）/（mS/cm）	—— <sup>a</sup>
游离酸（以 HF 计）w/%	≤ 0.0050
<sup>a</sup> 可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。离子色谱法测定硫酸盐和氯离子试验数据见表 2、表 3。

表2 硫酸盐含量平行测定数据

测定次数	检测方法	
	离子色谱法	
	样品 1 (mg/kg)	样品 2 (mg/kg)
1	16.9	14.5
2	15.9	14.8
3	16.3	14.3
4	15.8	14.9
5	16.3	14.2
6	16.5	14.6
7	16.6	14.7
8	16.4	14.5
平均值	16.34	14.56
标准偏差 (SD)	0.36	0.24
相对标准偏差 (RSD)	2.19%	1.64%

表3 氯化物含量平行测定数据及对比数据

测定次数	检测方法	
	离子色谱法	
	样品 1 (mg/kg)	样品 2 (mg/kg)
1	0.86	0.79
2	0.85	0.78
3	0.83	0.76
4	0.85	0.79
5	0.86	0.78
6	0.84	0.77
7	0.85	0.76
8	0.86	0.79
平均值	0.85	0.778
标准偏差 (SD)	0.011	0.0128
相对标准偏差 (RSD)	1.26%	1.65%

从表 1 和表 2 的试验数据分析，结果的相对标准偏差 (RSD) 均远小于 5%，表明离子色谱测定硫酸盐和氯化物其结果的一致性或重复性均较为理想，标准中采用该方法进行测定是可行的。

4.2 钠等 11 项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。YS/T 1302-2019 也直接引用了 GB/T 19282—2014。ICP-OES 法测定金属杂质试验数据见表 4。

表 4 金属杂质含量 ICP-OES 工作曲线法 8 平行数据

杂质 元素	样品编号 测定结果 (mg/kg)								平均值	标准偏差	相对标准 偏差
	1	2	3	4	5	6	7	8			
钠	0.52	0.56	0.55	0.58	0.54	0.55	0.53	0.56	0.549	0.025	4.61%
钾	0.095	0.098	0.097	0.098	0.097	0.098	0.097	0.096	0.097	0.00107	1.10%
钙	0.28	0.29	0.31	0.29	0.28	0.31	0.28	0.29	0.291	0.012	3.95%
镁	0.012	0.013	0.013	0.012	0.012	0.013	0.013	0.012	0.0125	0.00053	4.27%
铁	0.051	0.052	0.051	0.053	0.052	0.051	0.051	0.053	0.0518	0.0008	1.46%
铜	0.113	0.115	0.113	0.114	0.113	0.115	0.113	0.114	0.1138	0.00089	0.78%
锌	0.055	0.056	0.055	0.055	0.055	0.056	0.055	0.055	0.0554	0.000517	0.93%
镍	0.102	0.108	0.106	0.105	0.104	0.104	0.107	0.103	0.105	0.00203	1.94%
铬	0.055	0.057	0.056	0.054	0.055	0.057	0.056	0.054	0.056	0.001	1.93%
铝	0.153	0.157	0.154	0.156	0.155	0.157	0.154	0.156	0.1553	0.00149	0.96%
锰	0.122	0.124	0.125	0.123	0.122	0.124	0.125	0.123	0.124	0.001	0.97%

从表 3 的试验数据分析，其结果的相对标准偏差（RSD）除钠、镁接近 5%外，其他离子的测定结的 RSD 均远小于 5%，测定结果的一致性 or 重复性均较为理想，标准中采用该方法进行测定是可行的。

4.3 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。试验数据见表 5。

表 5 水分平行测定数据

平行测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8
水分，%	0.00175	0.00173	0.00178	0.00171	0.00175	0.00169	0.00174	0.00177
平均值，%	0.00174							
相对标准偏差 (RSD)	1.68%							

从表 3 的试验数据分析，其结果的相对标准偏差（RSD）接近 1%，表明其方法的测定结果的一致性 or 重复性良好，该方法用于产品中水分的测定完全可行。

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。密度计法试验数据见表 6。

表6 密度平行性试验数据及比对结果

测定次数	检测方法
	密度计法

	样品 1 (g/mL)	样品 2 (g/mL)
1	1.336	1.334
2	1.335	1.334
3	1.336	1.333
4	1.336	1.334
5	1.335	1.333
6	1.335	1.334
7	1.336	1.334
8	1.336	1.334
平均值	1.33575	1.3338
标准偏差 (SD)	0.0005	0.0004
相对标准偏差 (RSD)	0.037%	0.03%

从试验数据分析，密度计法测定产品密度的 RSD 远小于 1%，结果表明该方法完成可行。目前国内绝大部分企业采用此方法。

密度计法的测定是基于 U 型管振荡法原理对液体产品的密度进行测量，据测量仪器的相关资料显示，该方法密度测量 0~2 g/cm<sup>3</sup>，密度精度 0.0005g/cm<sup>3</sup>。由于目前国内企业较少配备此仪器，该方法的试验数据有待补充。

#### 4.5 游离酸的测定

将试验溶液控制在较低温度，使得双氟磺酰亚胺锂在低温（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。试验数据见表 7。

表7 游离酸含量平行测定数据

平行测定次数	1	2	3	4	5	6	7	8
游离酸含量，%	0.00425	0.00427	0.00422	0.00422	0.00428	0.00421	0.00424	0.00421
平均值，%	0.00424							
相对标准偏差 (RSD)	6.67%							

从试验数据分析，该方法的 RSD 小于 10%，结果表明其方法的测定结果的一致性或重复性良好，该方法用于产品中游离酸的测定完全可行。

#### 4.6 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。

#### 4.7 电导率的测定

采用电导仪直接测定。

### 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 50 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，内充惰性气体保护改。

## 五、水平分析

本标准参考国内相关产品标准，结合下游用户对产品质量及性能的要求，设置了较为合理、且相对严格的指标要求，同时结合相关锂离子电池电解液的产品标准及分析方法标准，给出科学、合理且可行的试验方法。指标项目设置齐全，指标要求满足下游客户的使用要求。试验方法经验证，测定结果准确、可靠，适合标准使用单位日常分析检验要求。

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	《双氟磺酰亚胺锂电解液》 化工行业标准	潍坊滨海石油化工有限公司 Q/0700 WBH 030-2023 双氟磺酰亚胺锂溶液	江苏卓邦新能源科技有限公司 Q/ZBXNY 002-2023 双氟磺酰亚胺锂溶液
氟离子 (F) / (mg/kg) ≤	—	—	100 (离子色谱)
硫酸盐(以 SO <sub>4</sub> 计)/(mg/kg) ≤	50	30 (离子色谱)	20 (离子色谱)
氯化物(以 Cl 计)/(mg/kg) ≤	10	20 (离子色谱)	3 (离子色谱)
钠 (Na) / (mg/kg) ≤	5	1 (ICP)	3 (GB/T 19282)
钾 (K) / (mg/kg) ≤	5	1 (ICP)	3 (GB/T 19282)
钙 (Ca) / (mg/kg) ≤	5	1 (ICP)	3 (GB/T 19282)
镁 (Mg) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	—
铁 (Fe) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	3 (GB/T 19282)
铜 (Cu) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	1 (GB/T 19282)
锌 (Zn) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	—
镍 (Ni) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	1 (GB/T 19282)
铬 (Cr) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	1 (GB/T 19282)
铝 (Al) / (mg/kg) ≤	2	1 (ICP)	—
锰 (Mn) / (mg/kg) ≤	2	—	—
铅 (Pb) / (mg/kg) ≤	—	1 (ICP)	1 (GB/T 19282)
镉 (Cd) / (mg/kg) ≤	—	1 (ICP)	—
锡 (Sn) / (mg/kg) ≤	—	1 (ICP)	—
色度/黑曾	50	50	—
水分 w/% ≤	0.0040	0.0015 (库伦水分仪)	0.0020 (GB/T 19282)
密度 (20 °C) / (g/cm <sup>3</sup> )	— <sup>a</sup>	—	—
双氟磺酰亚胺锂含量 w/%	—	30±1 (密度换算)	29~31 (密度换算)
电导率 (25 °C) / (mS/cm)	— <sup>a</sup>	—	—
游离酸 (以 HF 计) w/% ≤	0.0050	0.0040 (酸碱滴定)	0.0050 (GB/T 19282)
	<sup>a</sup> 可由供需双方协商确定。		