**行业标准《富锂镍酸锂》**

**编**

**制**

**说**

**明**

**（讨论稿）**

**湖南长远锂科新能源有限公司**

**2024年10月21日**

行业标准《富锂镍酸锂》

编制说明

一、工作简况

1.1任务来源与计划要求

1.1.1任务下达

根据工业和信息化部办公厅关于印发2024年第三批行业标准制修订计划的通知（工信厅科函【2024】317号），行业标准《富锂镍酸锂》由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口，项目计划编号：20240929T-YS，由湖南长远锂科新能源有限公司牵头起草，该标准计划完成年限2025年。

1.1.2项目编制组单位

标准编制组单位包括：湖南长远锂科新能源材料有限公司、金驰能源材料有限公司、广东邦普循环科技有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、长沙矿冶研究院有限责任公司、中伟新材料股份有限公司、格林美股份有限公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、宁波容百新能源科技股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、淮安锦锂新材料有限公司等单位。

1.2 主要参加单位和工作成员及其所做工作

1.2.1 起草单位简介

湖南长远锂科新能源材料有限公司成立于2019年，位于湖南省长沙市，隶属于世界500强企业中国五矿集团有限公司。公司专注于高效电池材料的研究、生产与销售，是国内最早从事三元正极材料研发生产的企业之一，拥有锂电多元材料前驱体和正极材料、磷酸铁锂正极材料完整产品体系。公司拥有“国家企业技术中心”、“国家绿色工厂”“国家专精特精小巨人”“湖南省企业技术中心”、“湖南省工程实验室”等平台。公司具有三元正极材料产能12万吨/年、磷酸铁锂材料6万吨/年以及三元前驱体3万吨/年的产能，同时拥有一条年处理能力5000吨的废旧动力电池回收示范线。

1.2.2主要参编单位情况

湖南长远锂科新能源材料有限公司，作为标准牵头编制单位，负责组织开展标准的研制工作，包括前期调研、文献查询、框架内容调整、技术分析、样品收集和试验验证等工作。金驰能源材料有限公司、广东邦普循环科技有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、长沙矿冶研究院有限责任公司、中伟新材料股份有限公司、格林美股份有限公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、宁波容百新能源科技股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、淮安锦锂新材料有限公司等单位均为富锂镍酸锂产品的生产、使用及研究企业，在标准编制过程中，积极参与标准的调研工作，为标准编制提供了大量的实测数据。同时，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见，确保产品的指标能满足生产、使用要求，确保产品的检测方法能实际应用于企业。

1.2.3主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及其工作职责见表1。

**表1 主要起草人及工作职责**

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
|  | 负责标准的工作指导及组织协调，标准关键指标的把控 |
|  | 负责标准的调研、标准文本、标准编制说明的撰写，意见汇总处理，参加标准讨论和审定会议 |
|  | 负责产品指标及试验方法的把控，对讨论稿和征求意见稿提出修改意见 |

1.3主要工作过程

1.3.1立项阶段

2024年9月，湖南长远锂科新能源材料有限公司向全国有色金属标准化技术委员会粉末冶金分会（SAC/TC243/SC4）提交行业标准《富锂镍酸锂》项目建议书。

1.3.2起草阶段

2024年9月至2024年10月，湖南长远锂科新能源材料有限公司、金驰能源材料有限公司、广东邦普循环科技有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、中伟新材料股份有限公司、格林美股份有限公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、宁波容百新能源科技股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、淮安锦锂新材料有限公司等单位，接到《富锂镍酸锂》起草编制工作任务后，成立了标准编制工作组，展开了标准讨论稿和编制说明的工作分配及实施工作计划等事项。本文件在起草过程中，标准编制工作组成员查阅了大量的国内外相关文献资料，收集、整理、对比分析了相关企业的技术资料，结合目前国内外富锂镍酸锂的生产和用户需求情况，形成了标准草案。本标准草案完成后，在标准编制工作组进行了多次交流，对本标准进行了认真的修改和完善，最后形成了该标准的讨论稿和编制说明。

2024年9月，为了确保制定的标准符合市场要求，对广东邦普循环科技有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、中伟新材料股份有限公司、格林美股份有限公司、厦门厦钨新能源材料股份有限公司、宁波容百新能源科技股份有限公司、深圳市德方创域新能源科技有限公司、淮安锦锂新材料有限公司等单位以函件的形式进行了调研。

2023年9月至10月，标准编制工作组对产品的各项指标的调研数据进行汇总，结合产品特性，确定了各项产品指标的要求，形成标准的征求意见稿及编制说明。

1.3.3征求意见阶段

2024年10月30日，全国有色金属标准化技术委员会将在江苏省南京市组织召开了有色标准工作会议，会议对《富锂镍酸锂》进行了讨论。

1.3.4审查阶段

…..

1.3.5报批阶段

……

二、 编制原则、主要内容及其确定依据

2.1 编制原则

1、本标准按照GB/T 1.1—2020的要求编写。

2、遵循科学性、先进性、统一性，以与实际相结合为原则，提高标准的可操作性。满足国内锂离子电池正极补锂添加剂材料的研究、生产和使用的需要为原则，提高标准的适用性。

3、对产品的化学成分、水分、外观、物理等指标进行了规定，保证了产品的质量。

4、对产品首次充放电比容量和首次放电比容量进行了规定，保证了产品的适用性。

5、规定了产品的试验方法、检验规则，避免了供需双方的冲突，促进了本行业健康发展。

2.2主要内容及其确定依据

2.2.1 范围

本文件规定了富锂镍酸锂的术语和定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件及订货单内容。

本文件适用于锂离子电池用正极补锂添加材料富锂镍酸锂。

2.2.3 主要技术指标及确定依据

2.2.3.1 化学成分

表2为行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业对主含量金属元素的调研情况。由表2可知，富锂镍酸锂中主含量金属元素镍、锂的含量高低不同，产品中除主元素铁和锂总含量存在较大差异外，还会引入钠、钙、锌、铜、铬、钾等杂质元素。表3为主要企业对杂质元素的调研情况。产品的化学成分应符合表4的规定。

**表2 富锂镍酸锂主要元素成分调研数据**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 主元素 | | 质量百分数（%） | |
| Ni | Li |
| 调研单位 | A | 58.73 | 13.01 |
| B | 54.0-58.0 | 11.0-13.0 |
| 53.0-57.0 | 12.0-14.0 |
| C | 55.79 | 12.88 |
| D | 55.0-57.0 | 11.5-14.0 |
| 55.0-57.0 | 11.5-14.0 |
| 55.0-57.0 | 11.5-14.0 |
| E | 56.3±3.5 | 13.2±2.1 |
| F | 55~57 | 12~14 |

**表3 富锂镍酸锂产品中杂质元素成分调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 杂质元素 | | 质量百分数（%） | | | | | |
| Pb | S | Ti | Na | K | Cr |
| 调研单位 | A | 0.000874 | 0.053860 | 0.000597 | 0.002418 | 0.000000 | 0.000673 |
| B | ＜0.01 | ＜0.1 | ＜0.01 | ＜0.1 | ＜0.01 | ＜0.01 |
| ＜0.01 | ＜0.1 | ＜0.01 | ＜0.1 | ＜0.01 | ＜0.01 |
| C | ND | 0.0262 | ND | ND | ND | 0.0059 |
| D | ≤0.005 | ≤0.005 | / | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.005 |
| ≤0.005 | ≤0.005 | / | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.005 |
| ≤0.005 | ≤0.005 | / | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.005 |
| E | ＜0.01% | ＜0.01% | ＜0.01% | ＜0.05% | ＜0.03% | ＜0.005% |
| F | ≤0.05 | ≤0.3 | ≤0.03 | ≤0.05 | ≤0.03 | ≤0.03 |

**表4 富锂镍酸锂产品的化学成分**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 元素 | | 化学成分（质量分数）  % |
| 主元素 | Ni | 53.0~59.0 |
| Li | 11.0~14.0 |
| 杂质元素 | Pb | ≤0.01 |
| S | ≤0.1 |
| Ti | ≤0.01 |
| Na | ≤0.1 |
| K | ≤0.01 |
| Cr | ≤0.01 |
| 注： 掺杂和包覆的元素包括但不限于镁、钛、铝、钴、镍、锰、硅、硼等中的一种或几种，掺杂和包覆的元素含量由供需双方协商确定。 | | |

2.2.3.2 晶体结构

产品的晶体结构应符合JCPDS标准（24-0623）。

2.2.3.3水分含量

产品的水分含量应不大于0.1 %。

【条文说明】材料水分超标，会引起浆料团聚，极片涂覆性能差，极片掉粉等问题，多余的水分带入电池中，会和电解液反应产生氢氟酸，腐蚀电池引发安全问题，所以应严格控制产品水分含量。行业内各家企业的水分指标调研数据如表5所示，考虑生产企业生产产品水分含量和使用企业水分要求，结合表5调研数据情况，选取最大值0.1%作为本文件的控制指标。

**表5 富锂镍酸锂产品水分指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F |
| 水分含量/% | 0.023 | ＜0.1 | 0.011 | ≤0.05 | ≤0.05 | ≤0.03 |

2.2.3.4耐湿性

产品在温度25 ℃，相对湿度30%±2%条件下，放置20 min的吸湿速率应不大于5 g/（g·s）。

【条文说明】材料的耐湿性会影响：电极材料存储和加工的环境要求、电池加工过程的稳定性、电池服役的安全性。耐湿性好的材料，其存储和加工环境对湿度的要求比较低，可以降低成本。耐湿性差的材料，其在匀浆涂布过程中，容易吸水导致浆料凝胶，影响电池加工过程的稳定性，且容易导致电池胀气、鼓包甚至爆炸等安全问题。目前行业内对该指标普遍有质量控制要求，考虑使用企业对产品耐湿性的要求，规定产品在温度25 ℃，相对湿度30%±2%条件下，放置20 min的吸湿速率应不大于5 g/（g·s）。

2.2.3.5外观质量

产品的外观质量应颜色均一，无结块，无夹杂物。

【条文说明】富锂镍酸锂产品的主要元素是Ni、Li，随着主含量的配比不同，颜色存在轻微差异。行业内各家企业的外观质量调研数据如表6所示，目前大部分企业富锂镍酸锂产品的颜色为绿色/黑色。根据合成工艺的不同，颜色也存在差异，考虑外观颜色不属于影响其性能的重要指标，故在此不做特殊限定，颜色按供需双方协商来确定。只要求产品的外观质量应颜色均一，无结块，无夹杂物。

**表6 富锂镍酸锂产品外观质量指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F |
| 外观颜色 | 绿色 | 墨绿色/黑色 | 绿色至墨绿色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 |

2.2.3.6 pH值

产品的pH值应在11~13范围内。

【条文说明】pH值反映的是碱量的大小。结合表7行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业对pH值的要求，其pH值应在11~13范围内。

**表7 富锂镍酸锂产品pH值指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F |
| pH值 | 12.65 | 11.0-13.0 | 12.8 | ≤12 | ≤13.0 | 11.0-12.0 |

2.2.3.7振实密度

产品的振实密度应不小于1.4 g/cm3。

【条文说明】振实密度是衡量活性材料的一个重要指标，因为锂离子电池的体积是有限的，如果振实密度太低，单位体积的活性物质质量偏少，使得体积容量偏低。表8为行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业对振实密度的要求，根据其下限平均值，本标准设定最小的振实密度应不小于1.4 g/cm3。

**表8 富锂镍酸锂产品振实密度指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | | C | D | E | F |
| 振实密度  （g/cm³） | / | 1.6-2.6 | 1.8-2.8 | 1.62 | ≥1.4 | 0.9±0.25 | ≥1.5 |

2.2.3.8粉末压实密度

产品的粉末压实密度应不小于1.80 g/cm³。

【条文说明】锂离子电池在制作过程中，压实密度对电池性能有较大的影响。压实密度与比容量、效率、内阻、以及电池循环性能有密切的关系。合适的压实密度可以增大电池的放电容量，减小内阻，减小极化损失，延长电池的循环寿命，提高锂离子电池的利用率。根据表9调研结果显示，大部分企业产品的压实密度均不小于1.6 g/cm³，本标准规定产品的粉末压实密度应不小于1.80 g/cm³。

**表9富锂镍酸锂粉末压实密度指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | | C | D | E | F |
| 粉末压实密度  （g/cm³） | 2.65 | 1.8-3.2 | 2.0-3.5 | / | / | 1.9±0.30 | 不限制 |

2.2.3.9比表面积

产品的比表面积应不大于1.50 m2/g。

【条文说明】材料比表面积大时，电池的倍率特性较好，但通常更易与电解液发生反应，使得循环和存储变差。材料比表面积与颗粒大小及分布、表面孔隙度、表面包覆物等密切相关。表10为行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业对比表面积要求的调研情况。根据调研结果，本文件规定产品的比表面积应不大于1.50 m2/g。

**表10 富锂镍酸锂产品比表面积指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | | C | D | | | E | F |
| 比表面积（m2/g） | 0.36 | 0.6-1.2 | 0.2-0.8 | 0.57 | ≤1.2 | ≤0.8 | ≤0.6 | 1.32 | 0.4~1.5 |

2.2.3.10 粒度分布

产品的粒度分布应呈正态分布，特征值要求范围为D10应不小于0.3 m；D50应在2.0 m~15.0 m范围内；D90应不大于30.0 m。

【条文说明】从大量的制浆经验以及行业交流反馈来看，粒度分布几乎决定了材料的加工性能。结合表11行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业对粒度分布要求，本标准规定产品的粒度分布要求呈正态分布, D10≥0.3 m；D50：2 m ~15m；D90≤30 m。

**表11富锂镍酸锂粒度分布指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | | C | D | | | E | F |
| D10（μm） | 3.99 | 1.0-4.0 | 2.0-5.0 | 3.52 | 0.3-1.2 | 0.8-4 | 3-7 | 16.22 | ≥1 |
| D50（μm） | 10.11 | 3.0-10.0 | 4.0-12.0 | 8.15 | 2-5 | 6-10 | 10-15 | 69.60 | 2~15 |
| D90（μm） | 20.47 | 9.0-24.0 | 10.0-25.0 | 21.6 | 6-13 | 10-20 | 20-30 | 199.68 | ≤30 |

2.2.3.11 残余碱和残余锂含量

产品的残余碱和残余锂含量由供需双方协商确定。

【条文说明】目前针对残余碱和残余锂该项指标，6家企业中有1家先不考虑将该项指标加入标准中，其他5家企业针对残余碱和残余锂指标的下限要求差异较大，暂时无法形成统一意见。且目前针对该项指标的测试方法，未形成统一标准，故该项指标建议依据供需双方协商确定的方法测试。

2.2.3.12首次放电比容量

产品在电压范围2.5 V~4.2 V，0.05 C充放电倍率下，产品的首次放电比容量应≤220 mAh/g。

【条文说明】补锂添加材料作为一种牺牲型材料，主要是弥补正极材料首次充电形成SEI膜消耗的锂，从而提高电池的首效。如果补锂添加剂材料的首次放电比容量偏高，会导致电池首效降低，且导致SEI膜会不断破坏和重新形成，影响电池循环性能。表12为行业内富锂镍酸锂的研究、生产和使用的主要企业，对首次放电比容量要求的调研情况。结合实际应用需求及调研，本标准规定产品在电压范围2.5 V~4.2 V，0.05 C充放电倍率下，首次放电比容量应≤220 mAh/g。

**表12 富锂镍酸锂产品首次放电比容量指标调研数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | | C | D | | | E | F |
| 首次放电比容量  （mAh/g） | 157.40 | 125-135 | 135-145 | 142.8 | ≤140 | ≤130 | ≤130 | 105 | ≤220 |

2.2.3.13其他要求

需方如对富锂镍酸锂有特殊要求，可由供需双方协商确定。

2.2.4 试验方法

2.2.4.1 化学成分

产品的化学成分测试按GB/T 23942 的规定进行。

2.2.4.2 晶体结构

产品的晶体结构用X射线粉末衍射仪检测。

2.2.4.3 水分含量

产品的水分测试按GB/T 6283的规定进行。

2.2.4.4 耐湿性

产品的耐湿性测试按供需双方协商的方法进行。

【条文说明】目前行业内测试富锂镍酸锂材料的耐湿性，主要是采用在25 ℃，30%±2%湿度条件下，材料在20 min内抵抗潮湿环境侵蚀的能力——吸湿速率法，来评估产品的耐湿性。但目前针对富锂镍酸锂耐湿性的测试，行业内缺乏可以参照的统一的分析方法标准，暂定以供需双方协商的方法进行测试。

2.2.4.5 外观质量

产品外观质量在自然光下采用目视法检验。

2.2.4.6 pH值

产品的pH值测定按GB/T 9724的规定进行。

2.2.4.7 振实密度

产品的振实密度测定按GB/T 5162的规定进行。

2.2.4.8粉末压实密度

产品的压实密度测定按GB/ XXXX《锂离子电池材料 粉末压实密度的测定》的规定进行。

2.2.4.9比表面积

产品的比表面积测定按GB/T 19587的规定进行。

2.2.4.10粒度分布

产品的粒度分布测定按GB/T 19077的规定进行。

2.2.4.11 残余碱和残余锂含量

产品的残余碱和残余锂含量的测定由供需双方协商认可的方法进行。

【条文说明】目前行业内测试富锂镍酸锂产品的残余碱和残余锂含量，主要是参考GB/T 41704电位滴定法，将溶剂水换成无水乙醇来进行测试；由于碳酸锂并不溶于无水乙醇，该方法仅适用于残余氢氧化锂的测试，并不适用于残余碳酸锂，采用该方法测试的最终残余碱和残余锂结果并不准确，故针对产品的残余碱和残余锂含量的测定由供需双方协商认可的方法进行。

2.2.4.12首次放电比容量

产品的首次放电比容量测定按GB/T 42161的规定进行，各试验步骤应在相对湿度不大于10%，温度20 ℃~30 ℃的环境条件下进行。推荐充放电制度如下：

a）静置：不小于6 h；

b）恒流充电电流：0.05 C；

c）充电限制电压：4.2 V；

c）恒压充电终止电流：0.01 C；

d）静置10 min；

e）恒流放电电流：0.05 C；

f）放电终止电压：2.5 V。

三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益

......

四、与国际、国外同类标准技术内容的比对情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对标情况

经查，国外无相同类型的标准。本标准达到了国内先进水平。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

经查，国外无相同类型的标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

与有关法律、行政法规及相关标准没有冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

经查，本标准不涉及国内外专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

由于本标准反映了富锂镍酸锂行业的需求，因此可积极向厂家及国内外用户推荐采用本标准。

十、其他应当说明的事项

无。

**《富锂镍酸锂》行业标准编制工作组**

2024-10-21