**镍钴铝三元前驱体**

**编**

**制**

**说**

**明**

（征求意见稿）

**中伟新材料有限公司**

**2024年8月**

**镍钴铝三元前驱体**

**行业标准编制说明**

**（征求意见稿）**

**一、工作简况**

**1.1 任务来源**

根据工业和信息化部办公厅《关于印发2024年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024)18号）精神，行业标准YS/T 1377-2020《镍钴铝三元素复合氧化物》和YS/T 1127-2016《镍钴铝三元素复合氢氧化物》合并修订为《镍钴铝三元前驱体》，修订工作由中伟新材料股份有限公司主持修订，项目计划编号为2024-0392T-YS，计划完成时间为2025年。

**1.2 主起草单位简介**

中伟新材料股份有限公司自2014年成立以来，依靠多年对锂电池正极材料前驱体行业的投入，利用完备的产业化平台，较快地建立了现代化的自主研发体系。公司以高镍、掺杂、烧结、循环等技术作为主要研发方向，组织人力、财力、物力不断进行技术攻关，基于共沉淀法最终形成多项核心技术。经过多年的发展，公司是LG化学三元前驱体原材料的核心供应商、厦门钨业四氧化三钴原材料的核心供应商，并已全面进入包括宁德时代、LG化学、比亚迪、三星SDI、ATL在内的全球领先锂离子电池产业链。
中伟新材料股份有限公司自主开发的高电压四氧化三钴、高镍NCM、NCA等核心产品跻身中国、欧美、日韩地区世界500强企业高端供应链，被广泛应用于3C数码领域、动力领域及储能领域。近三年公司三元前驱体、四氧化三钴出货量、出口量稳居全球第一。在国内，中伟股份已建立铜仁（上市主体）产业基地、宁乡产业基地、钦州产业基地、开阳产业基地四大产业基地，覆盖全国；在海外，公司建有印尼原料基地，并启动规划国际化产业基地，业务覆盖日韩、东南亚、欧洲以及北美等多个国家和地区。公司始终以研发创新为核心，专注新能源材料领域的研发，持续加大研发投入，以高镍低钴全系列三元前驱体、高电压四氧化三钴、综合循环回收利用、原材料冶炼、材料制造装备为主要研发方向，同时积极布局磷铁系、锰系以及钠系技术路线，打造多样化、定制化、快速开发与量产的技术服务能力及产业化应用能力，引领行业技术创新。公司目前累积获得专利399件，负责和参加起草制订国家标准、行业标准90余项。公司牵头或参与起草《镍锰二元素复合氧化物》、《镍钴锰酸锂电化学性能测试-直流内阻测试方法》、《镍钴锰酸锂电化学性能测试 首次放电比容量及首次充放电效率测试方法》、等标准，成为行业技术标准的重要制订者。

**1.3 主要参加单位和工作组成员及其工作**

本文件起草单位有：中伟新材料股份有限公司、湖南中伟新能源科技有限公司、深圳先进储能材料国家工程研究中心有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、广东邦普循环科技有限公司、格林美股份有限公司、金驰能源材料有限公司、深圳清华大学研究院、华友新能源科技（衢州）有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、巴斯夫杉杉能源科技股份有限公司、内蒙古三信实业有限公司、深圳市卓能新能源股份有限公司等。

其中中伟新材料股份有限公司负责调研目前锂电行业对镍钴铝三元前驱体中的镍钴铝三元素复合氧化物和镍钴铝三元素复合氢氧化物的各项指标控制、生产和用户需求情况，根据了解的实际情况编写标准文本和标准编制说明，同时将标准在行业内广泛征求意见，并对收集的意见进行汇总处理，综合比较后形成科学统一的产品技术要求，带领编制组完成标准的编制工作。

湖南中伟新能源科技有限公司、深圳先进储能材料国家工程研究中心有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、广东邦普循环科技有限公司、格林美股份有限公司、金驰能源材料有限公司、深圳清华大学研究院、华友新能源科技（衢州）有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、巴斯夫杉杉能源科技股份有限公司、内蒙古三信实业有限公司、深圳市卓能新能源股份有限公司等积极参与本标准的调研工作，为本标准的编制工作提供有力支撑。

**1.4 主要工作过程**

中伟新材料股份有限公司在接到本文件修订任务后，立即组织骨干人员成立了标准编制组，制定了该产品的各项指标调研表并初步确认范围。主要工作过程经历以下阶段：

**1.4.1立项阶段**

2022年12月，中伟新材料股份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《镍钴铝三元前驱体》项目建议书。

2024年4月8日，工业和信息化部办公厅印发《关于印发2024年第一批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024)18号），行业标准《镍钴铝三元前驱体》成功立项。

**1.4.2 起草阶段**

明确了由中伟新材料股份有限公司落实《钠离子电池用正极材料 铜铁锰酸钠》修订编制工作，组织成立了行业标准编制组，对目标任务进行了分解，明确成员的任务要求，制定工作计划和进度安排。标准编制组工作成员通过各种渠道收集国内外锂电行业对镍钴铝三元前驱体的需求和使用情况，查阅了大量的国内外相关文献资料，同时结合目前国内外镍钴铝三元前驱体的生产和用户需求情况，于2024年8月形成了标准的讨论稿草案和编制说明。

**1.4.3 征求意见阶段**

2024年8月X日，全国有色金属标准化技术委员会组织召开有色金属标准工作会议，对本标准进行了讨论。会议中各单位代表就标准讨论稿和编制说明进行讨论。

同时，全国有色金属标准化技术委员会通过工作群、邮件向委员单位征求意见，并将征求意见资料在网站上发布，向社会公开征求意见。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、检验等单位及大专院校，征求意见单位广泛且具有代表性，征求意见时间大于2个月。

**1.4.4 审查阶段**

……

**1.4.5 报批阶段**

……

**二、标准编制原则**

**2.1 符合性**

本标准按照 GB/T 1.1-2020《 标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》要求编写。

**2.2 适用性和先进性**

NCA 产品属于高镍三元正极材料，在国内是新型产品，且近年来NCA 正极材料的代表性产品从 NCA80、 NCA88到 NCA91 及更高镍型号发展。正极材料产商对镍钴铝三元素氢氧化物和镍钴铝三元素氧化物的需求也将不断上涨。国内外很多企业都发现了镍钴铝材料的优势和潜力所在，也都在积极的对镍钴铝三元材料进行研究开发。相应的，作为其原料的镍钴铝三元前驱体的需求也明显增多，近来，针对正极材料厂商对其需求量增大的现象，各前驱体生产厂商均有该类产品的大规模出，锂电池用电池正极材料镍钴铝酸锂具有比其他电池正极材料更优秀的循环性能和能量密度，为更好的发挥镍钴铝酸锂优异的性能，必须先制备镍元素，钴元素，铝元素均匀混合的镍钴铝三元前驱体材料。

随着近年来，三元行业的快速发展，合成技术的不断突破，三元前驱体产品规格更加丰富和多样化，原有标准中很多指标已不适用于现有市场。原有标准中化学元素含量、激光粒度和比表面积等重要指标参数范围需要调整。原有标准已经无法适用现有的部分产品，故需要对其进行修订。

为优化新材料前驱体行业的标准体系，合并相似产品的标准，使标准简洁化、高效化、统一化，促进上下游工作便捷化。国家标准化管理委员会《2022年国家标准立项指南》“一、总体要求”中明确了“（二）推进标准体系优化加大修订力度，强化标准复审与标准修订工作的联动，鼓励对现行国家标准进行整合修订”。本文件的修定符合国家政策导向，符合目前国内镍钴铝三元前驱体的生产和用户需求情况。本文件规定的内容遵循充分满足市场要求原则、指导生产的原则，可以提高镍钴铝三元前驱体的生产技术水平，促进相关技术的进步，为国内相关产业提供技术指导，满足用户的需求，以规范行业的产品标准，促进锂电前驱体材料行业的不断发展。

**三、确定标准主要内容的依据**

**3.1 国内主要研发及生产企业、科研单位的产品主要指标情况**

标准的主要技术要求根据镍钴铝三元前驱体研发及生产企业、科研单位的产品主要指标情况进行确定。

镍钴铝三元前驱体主要研发及生产企业产品主要指标情况见表1，单位名称由字母表示，征求意见过程持续调研。

**表1** 镍钴铝三元前驱体**产品主要指标调研情况**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | 公司A | 公司B | 公司C |
| 类别 | 项目 | 镍钴铝三元素复合氧化物 | 镍钴铝三元素复合氢氧化物 | 镍钴铝三元素复合氢氧化物 |  |
| 化学指标 | 主元素含量 | 镍（Ni），wt% | 60.0～78.0 | 46.0～57.0 | 46.0~61.0 |  |
| 钴（Co），wt% | 0.50～13.0 | 6.0～13.0 | 3.0～13.0 |  |
| 铝（Al），wt% | 0.10～2.0 | 0.10～1.7 | 0.25～1.7 |  |
| 杂质元素含量 | 铜(Cu)，wt% | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.005 |  |
| 铁（Fe），wt% | ≤0.005 | ≤0.01 | ≤0.01 |  |
| 锌（Zn），wt% | ≤0.005 | ≤0.01 | ≤0.01 |  |
| 钙（Ca），wt% | ≤0.010 | ≤0.03 | ≤0.03 |  |
| 镁（Mg），wt% | ≤0.005 | ≤0.03 | ≤0.03 |  |
| 钠（Na），wt% | ≤0.020 | ≤0.03 | ≤0.03 |  |
| 锰（Mn)，wt% | ≤0.001 | ≤0.01 | ≤0.01 |  |
| 硫酸根（SO42-)，wt% | ≤0.400 | ≤0.3 | ≤0.2 |  |
| 氯（Cl-），wt% | ≤0.003 | ≤0.02 | ≤0.02 |  |
| 物理指标 | 水分含量，wt% | ≤0.6 | ≤1.0 | ≤1.0 |  |
| 松装密度g/cm³ | ≥0.7 | ≥1.0 | ≥1.0 |  |
| 振实密度g/cm³ | ≥1.0 | ≥1.5 | ≥1.5 |  |
| 磁性异物/wt% | ≤0.00001 | ≤0.00003 | ≤0.00003 |  |
| 比表面积，m2/g | ≤75 | ≤35 | ≤35 |  |
| 粒度D10，μm | ≥0.5 | ≥3.0 | ≥0.5 |  |
| 粒度D50，μm | 2.0～22.0 | 6.0 ～15.0 | 2.0 ～15.0 |  |
| 粒度D90，μm | ≤48 | ≤30 | ≤30 |  |
| 微观形貌 | 球形或类球形 | 球形或类球形 |  |  |
| 外观颜色 | 外观应颜色均一 , 无结块、无夹杂物 | 外观应颜色均一 , 无结块、无夹杂物 | 外观应颜色均一 , 无结块、无夹杂物 | 外观应颜色均一 , 无结块、无夹杂物 |

**3.2 技术要求**

**3.2.1 化学成分**

本标准根据镍钴铝三元素复合氧化物所含元素中Ni、Co、Al三个元素为主含量，依据常规要求，其标准范围的制定是根据镍钴铝三元素复合氧化物的理论分子式及生产工艺和测试结果综合而定的。杂质元素标准范围主要是依据客户的技术规格书、原材料品位及生产工艺的实际水平来制定的，同时参考了YS/T 1125-2016《镍钴铝酸锂》、YS/T 1127-2016《镍钴铝三元素复合氢氧化物》、GB/T 26300-2010《镍钴锰三元素复合氢氧化物》、GB/T 20252《钴酸锂》、GB/T 24533《锂离子电池石墨类负极材料》、YS/T 798-2012《镍钴锰酸锂》及YS/T 825-2013《钛酸锂》几个同类材料国标行标中杂质元素的种类及标准范围的相关内容。需方有特殊要求时，按供需双方协商的杂质元素种类进行测试。

产品的化学成分应符合表2的规定。

**表2 化学成分**

|  |
| --- |
| **镍钴铝三元前驱体** |
| 元素 | 镍钴铝三元素复合氧化物 | 镍钴铝三元素复合氢氧化物 |
| 含量(质量分数)/% | 含量(质量分数)/% |
| 主元素 | 镍 (Ni) | 60.0～78.0 | 46.0～61.0 |
| 钴 (Co) | 0.50～13.0 | 3.0～13.0 |
| 铝 (Al) | 0.10～2.0 | 0.10～1.7 |
| 杂质元素 | 铜(Cu) | ≤0.005 | ≤0.005 |
|  铁（Fe） | ≤0.005 | ≤0.01 |
| 锌（Zn） | ≤0.005 | ≤0.01 |
| 钙（Ca） | ≤0.010 | ≤0.03 |
| 镁（Mg） | ≤0.005 | ≤0.03 |
| 钠（Na） | ≤0.020 | ≤0.03 |
| 锰（Mn） | ≤0.001 | ≤0.01 |
| SO42- | ≤0.400 | ≤0.3 |
| Cl- | ≤0.003 | ≤0.02 |

**3.2.2 水分含量**

水分含量对其他关键主含量和杂质含量的稳定性能造成一定影响，应进行严格控制，综合客户的使用要求和目前的生产工艺实际水平，标准规定了镍钴铝三元素复合氧化物产品的水分含量应不大于 0.6% ；复合氢氧化物产品的水分含量应不大于1.0% 。

**3.2.3 外观质量**

产品的外观应为灰黑色粉末，颜色均一，无硬结块。

**3.2.4 磁性异物**

材料中的磁性异物会导致制备成镍钴铝酸锂后磁性异物增加，磁性异物对电池性能影响很大，正极材料中残留的磁性异物在电池中可能会刺穿隔膜，造成短路、自放电现象，严重降低电池的安全性，因此要严格控制前驱体材料中磁性异物的含量，根据客户需要，镍钴铝三元素复合氧化物产品的磁性异物含量应不大于 0.00001%；复合氢氧化物产品的磁性异物含量应不大于 0.00003%。

**3.2.5松装密度**

为了满足客户的使用要求，同时考虑到生产工艺实际水平和总体性能均衡，标准规定了镍钴铝三元素复合氧化物产品的松装密度应不小于 0.7 g/cm3；复合氢氧化物产品的松装密度应不小于 1.0 g/cm3。

**3.2.6 振实密度。**

产品的压实密度会影响电池的能量密度，是行业普遍关注的重要指标，镍钴铝三元素复合氧化物产品的振实密度应不小于 1.0 g/cm3；复合氢氧化物产品的振实密度应不小于 1.5 g/cm3。

**3.2.7 粒度分布**

产品的粒度分布应符合正态分布，镍钴铝三元素复合氧化物产品D10应不小于 0.5 μm;D50应在 2.0 μm～22.0 μm范围内;D90应不大于 48.0 μm；复合氢氧化物产品的D10应不小于 0.5 μm;D50应在 2.0 μm～22.0 μm范围内;D90应不大于 30.0 μm。

**3.2.8 比表面积**

产品的比表面积会影响产品的加工性能，根据行业需求，设定比表面积指标，镍钴铝三元素复合氧化物产品的比表面积应不大于 75 m2/g；复合氢氧化物产品的比表面积应不大于25 m2/g。

**3.3 试验方法确定依据**

* + 1. **化学成分**
		2. **产品化学成分的测定按以下的规定进行。**

镍钴铝三元前驱体产品化学成分的测定参照YS/T 1445.3-2021的规定执行或者按供需双方协商认可的方法进行。

* + 1. **水分含量**

镍钴铝三元前驱体产品水分含量的测定按 GB/T 6284的规定进行。

* + 1. **外观质量**

产品的外观用目视检查。

* + 1. **磁性异物**

镍钴铝三元前驱体产品磁性异物含量的测定按 GB/T 41704-2022 中4.1的规定进行。

* + 1. **振实密度**

镍钴铝三元前驱体产品振实密度的测定按 GB/T5162的规定进行。

* + 1. **松装密度**

镍钴铝三元前驱体产品松装密度的测定按 GB/T1479.1 的规定进行。

* + 1. **粒度分布**

参照锂离子电池正极材料粒度分布的测试方法，本文件中产品粒度分布的测定按GB/T 19077的规定进行。

* + 1. **比表面积**

参照锂离子电池正极材料比表面积的测试方法，本文件中产品比表面积的测定按GB/T 19587的规定进行。

**四、标准中涉及的专利情况**

本文件不涉及专利问题。

**五、标准预期达到的社会效益等情况**

**5.1 标准编写的目的和意义**

受益于“中国制造2025”的重大发展战略和新能源汽车产业政策，我国已形成了全球最大的电动汽车市场。电池作为电动汽车的核心部件之一，其性能直接制约新能源汽车的综合性能，而电池的性能又极大地受制于四大材料中的正极材料。在当前电动汽车对高续航里程、高安全性能的苛刻要求下，镍钴锰三元锂电正极材料因其优异的性质（如高的能量密度、功率密度以及强的续航能力等）成为研究的热点，成为市场中的明星材料。镍钴锰、镍钴铝系三元锂电正极材料已经在一些车企中应用，推动了产业链的发展，与之对应的前驱体材料产业也取得了快速的发展，性能处在不断优化与改善中。

近年来，随着世界各国大力发展新能源汽车，电池作为其动力系统的核心，也被各国大力发展，而三元正极材料作为目前的主流新能源材料，其更新换代速度逐年加快，由最初的111、523、622等中低镍，发展到现在的811高镍产品，甚至更高的9系高镍产品，电池容量越来越高，成本越来越低，但随之而来的是其循环变差以及产品安全隐患增大的重大问题。

相比于中低镍的三元正极材料，8系9系的三元正极材料由于其镍含量的大幅度提高，其电池容量显著提高，但也由于其镍含量的提高，在电池充放电过程中，结构中更多的+3价镍与+2价镍之间发生阳离子混排，更易造成正极材料结构塌陷，破坏电池的正极结构，降低其容量和循环性，并且引发其安全问题。而中低镍的三元正极材料，其镍含量较低，相对的钴、锰的含量则大幅度提高，这两种元素有效的提高了电池的循环性能，保持了材料的稳定性，但其在较大程度上牺牲了电池的容量。而镍钴铝产品相比于镍钴锰产品，由于铝的存在，极大程度的稳定了正极材料的结构，拥有比镍钴锰更优的安全性能，且成本更低。过渡金属铝元素的加入所形成的Al-O化学键强度远大于Ni(Co，Mn)-O化学键，从化学性质上增强了正极的稳定性，进而使得NCA三元电池H2—H3不可逆相变的电压在经过多次循环后仍然保持稳定状态，且Li元素在正极的脱嵌过程中不易释放氧元素，减少了过渡金属的溶解，提升了晶体结构的稳定性。

展望未来，随着规模量产落地，正极材料是锂离子电池最核心的关键材料，决定了电池的能量密度和成本。因此，开发高性能、低成本、高安全的正极材料是推动锂离子电池产业化和市场快速应用的关键。

综上所述，为了提高产品质量缩短材料进入产业化阶段的调整期，使产业链中各企业对原料质量有共同的参考标准进而有效遏制各行其是现象，并保障整条产业链飞速稳定发展，最终促进我国电池制造水平更上一层楼，制定该产品的行业标准不仅是具有深远意义的更加也是势在必行的。

**5.2 标准预期的作用和效益**

随着前驱体材料产业也取得了快速的发展，性能处在不断优化与改善提高产品质量。本标准的修订将有助于缩短材料进入产业化阶段的调整期，使产业链中各企业对原料质量有共同的参考标准进而有效遏制各行其是现象，并保障整条产业链飞速稳定发展，最终促进我国电池制造水平更上一层楼。

**六、采用国际标准和国外先进标准的情况**

本文件为我国首次制定，经查询，本文件与国内外现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

**七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况**

本文件与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。标准涉及内容全面、条款详细、在编制过程中吸纳了国内相关先进技术，整体达到先进水平。

**八、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**九、标准作为强制性或推荐性标准的建议**

建议本文件为推荐性行业标准，供相关组织参考采用。

**十、贯彻标准的要求和措施建议**

建议向镍钴铝三元前驱体研发、生产、销售、检测等相关企业和单位积极贯彻本文件的内容。

**十一、废止现行有关标准的建议**

无。

**十二、其他应予说明的事项**

无。

《镍钴铝三元前驱体》标准编制组**标准编制组**

 **2024年8月**

标准（讨论稿）\_意见汇总处理表

标准项目名称：《镍钴铝三元前驱体》

标准起草单位：中伟新材料股份有限公司

承办人：XX；电话：XXXX；邮箱：XXXXXXXXX 2024年8月24日填写

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |