**镍铁锰铜前驱体**

**编**

**制**

**说**

**明**

（征求意见稿）

**中伟新材料有限公司**

**2025年3月**

**镍铁锰铜前驱体**

**行业标准编制说明**

**（征求意见稿）**

**一、任务来源**

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)文件要求，由中伟新材料股份有限公司负责牵头制定行业标准《镍铁锰铜前驱体》，项目计划编号为2024~0931T~YS，计划完成时间为2025年。

# **二、立项依据**

目前钠离子电池作为新型储能体系的重要组成部分，其正极材料技术路线选择直接影响电池性能和产业化进程。当前主流技术路线中的层状过渡金属氧化物（NaxMO2）体系，因具有190 mAh/g的高可逆比容量（工作电压区间2.8~3.3 V）及简单的制备工艺，已成为工程化开发的首选方案。层状金属氧化物（NaNixFeyMnzCuwO₂）作为主流钠电正极体系，其技术参数与镍铁锰铜前驱体呈强相关性（R²=0.87），镍元素在该体系中通过优化电子结构显著提升克容量与能量密度；铁、锰元素因其低成本（单价分别为钴的1/8和1/5）及高理论容量特性（Fe³⁺/Fe⁴⁺贡献＞120 mA·h/g）为规模化应用提供经济性支撑；铜与铁协同可构建3.22 V（vs. Na+/Na）的高平台电位，能量密度提升达17%。镍铁锰铜四元前驱体作为合成正极材料的关键前驱物，其粒度分布、元素摩尔比、杂质控制等指标直接决定成品正极的循环稳定性和批次一致性。然而，镍铁锰铜四元前驱体领域面临国内尚无统一的前驱体标准及标准缺失导致下游正极厂商验货周期延长的双重制约，直接影响产业链协同效率。

政策层面已形成多维支撑体系。2021年工信部《关于大力发展钠离子电池的提案答复》明确将构建全产业链标准列为重点任务；2022年科技部《“十四五”储能与智能电网技术专项指南》设置“钠电高性能储能技术”专项研发课题；2023年六部委联合出台的《能源电子产业发展意见》提出“2025年前建立覆盖前驱体~正极~电芯的钠电标准簇”，并配套产能规模化目标。本标准的制定既响应国家对新型储能材料的战略布局，又可打通产业链上下游技术接口——通过统一前驱体化学成分、物理性能及检测方法，预计可降低正极材料生产成本。随着2024年全球钠电前驱体需求预计达12万吨，制定本标准对提升我国钠电体系主导权、构建钠电产业国际竞争力具有重要作用。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，可以提高镍铁锰铜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，促进钠电正极材料前驱体行业的不断发展。

**三、产品简介**

**3.1 性质**

镍铁锰铜前驱体为黑色粉末，不溶于水，能溶于酸。

**3.2 用途**

镍铁锰铜前驱体近年来深受市场关注，可主要用于钠离子电池正极材料镍铜铁锰酸钠，是钠电正极材料中关键原材料，主要可分为镍铁锰铜氢氧化物、镍铁锰铜氧化物。由于前驱体固相烧结工艺较多种金属氧化物固相烧结工艺具有容量高、批次稳定性好、控制精准、元素分布均匀等优点，成为产业化首选工艺路线。

**3.3 生产工艺**

通常情况，镍铁锰铜氢氧化物采用共沉淀法进行生产。通常采用镍铁锰铜混合金属硫酸盐溶液与一定浓度的氢氧化钠溶液和络合剂按一定流速持续加入反应器中，在适当的工艺条件下进行沉淀反应，生成镍铁锰铜四元素复合氢氧化物沉淀。反应过程中需要控制的工艺参数有：原料浓度、投料速度、pH值、温度、搅拌转速、固含量等。通过控制反应工艺参数来控制产品的粒度及粒度分布、形貌、振实密度等指标。反应完成后将浆料进行固液分离，对产品进行洗涤除杂后干燥包装。

而镍铁锰铜氧化物通常是由镍铁锰铜氢氧化物或镍铁锰铜碳酸盐煅烧热处理所制备。反应过程中工艺参数有：煅烧温度、煅烧时间、升温速率、气氛、投料速度等。通过控制反应工艺参数来控制产品的比表面积、振实密度等指标，最后对产品进行过筛除铁包装。

**四、 项目编制组单位简况**

**4.1 主要参加单位情况**

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、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、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等。

其中中伟新材料股份有限公司负责调研目前钠电行业对镍铁锰铜前驱体的各项指标控制、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、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、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。

**4.2 主要工作成员所负责的工作情况**

本标准主要起草人及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 起草人 | 单位 | 职位/职称 | 主要工作内容 |
| 訚硕 | 中伟新材料股份有限公司 | 首席专家 | 负责项目立项、文件草案起草、项目沟通、评审汇报、意见征询和文件修改完善等工作。 |
|  |  |  |  |
| ... |  |  |  |

**4.3 文件编制过程**

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：

**4.3.1立项阶段**

全球新能源汽车高速发展和储能需求持续扩增下，锂离子电池的生产制造规模显著增长。据数据统计，2023年全球锂资源量约为1.05亿吨,锂储量为2800万吨，全球锂矿（按锂金属量计）约为18万吨，结合LESC的预测数据，未来锂资源的供应量将远远落后于新能源交通工具及电力基础设施对锂资源产生的需求，锂资源短缺的现状将在中长期时间段内对未来全球碳中和目前的推进带来不利影响。而作为核心原材料的锂资源正因为供需错配以及经济性问题成为影响行业发展的重要因素。

相反，钠资源储量丰富，相比锂电池其优势在于低温性能、倍率性能及经济性更优，当前钠离子电池应用场景逐渐明确，有望在储能、商用车以及部分乘用车领域成为锂电池的有效补充。整体来看，层状过渡金属氧化物钠电是当前发展最快的钠离子电池技术，产业化道路较为清晰，入局企业较多;相较于其他钠离子电池技术路线，层状氧化物钠电在能量密度、循环寿命、安全稳定性等方面更具优势。由于正极材料的球形度、形貌、振实密度、主元素含量、杂质元素含量等物化指标主要继承于前驱体，并且前驱体也是决定其电化学性能的主要因素，因此镍铁锰铜前驱体是保证高性能镍铜铁锰酸钠正极材料的关键。

根据市场实际需求，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(SAC/TC243/SC4)提交行业标准《镍铁锰铜前驱体》项目建议书。

2024年4月8日，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《镍铁锰铜前驱体》成功立项。

**4.3.2 调研和起草阶段**

2024年4月，工信厅科函〔2024〕317号明确了由中伟新材料股份有限公司落实《镍铁锰铜前驱体》编制工作。8月全国有色标准化技术委员会组织任务落实会议。格林美股份有限公司、广东邦普循环科技有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、金驰能源材料有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司等10余家单位的专家代表参与并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钠电行业对镍铁锰铜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铁锰铜前驱体的生产和用户需求情况，收集了国内生产厂家多年研发、生产、试验过程中积累的有关技术资料以及国内外标准文件，整理了电池材料应用行业对镍铁锰铜前驱体的质量技术指标的需求情况。对国内外标准、国内外客户对产品的质量要求及国内主要生产厂家的产品质量现状进行了分析，遵照镍铁锰铜前驱体产品的性质、特点及用途，广泛吸收了工艺、生产、试验、检验等有关方面技术专家的意见。于2025年3月形成了标准的讨论稿草案和编制说明。

**4.3.3 征求意见阶段**

2025年3月5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。

**4.3.4 审查阶段**

……

**4.3.5 报批阶段**

……

**五、文件编制原则**

**5.1编制原则**

（1）确立行业标准《镍铁锰铜前驱体》修订应遵守的基本原则：

a.标准编写格式按GB/T 1.1-2020标准要求编写；

b.具有合理性和可操作性；

c.行业标准《镍铁锰铜前驱体》的修订充分考虑了国内生产商的工艺技术状况、关注客户的需求意见和建议；

d.有利于促进公平竞争和保护供需双方的合法权益。

（2）对国内生产商、客户进行调研取样、收集资料；

（3）确定产品主要技术内容；

（4）确定建立仲裁分析方法；

（5）对样品进行分析测试；

（6）编写征求意见稿，征求用户意见。

**5.2 本标准在编制时主要遵守四大原则：**

（1）积极采用国际标准和国外先进标准；

（2）有利于促进技术进步，提高产品质量；

（3）有利于合理利用资源；

（4）符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易。

**5.3 主要内容及其确定依据**

针对镍铁锰铜前驱体的实际质量水平制定本标准。本标准以各镍铁锰铜前驱体用户产品质量需求为基础，确定各项技术指标。

**5.3.1 范围**

本文件规定了镍铁锰铜前驱体的术语和定义、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。

本文件适用于镍铁锰铜前驱体。

**5.3.2 产品分类**

镍铁锰铜前驱体分为镍铁锰铜氢氧化物、镍铁锰铜氧化物二类。

**5.3.3主要技术指标及确定依据**

**5.3.3.1 化学成分**

本标准的设定充分考虑到国内先进标准、参考了YS/T 1125-2023《镍钴铝酸锂》、GB/T 26029-2023《镍钴锰三元素复合氧化物》、GB/T 26300-2020《镍钴锰三元素复合氢氧化物》等同类国家标准及行业标准中的相关内容。本标准镍铁锰铜前驱体各项技术指标还结合了材料理论分子式和国内企业生产技术现状。本标准由以下企业参与调研工作：格林美股份有限公司、华友新能源科技（衢州）有限公司、金驰能源材料有限公司、天津国安盟固利、巴斯夫杉杉、北京当升等，其指标数据具有一定的行业代表性。表2列出了国内主要镍铁锰铜前驱体生产厂商产品指标。我们依据表2的结果，单位名称由字母表示，征求意见过程持续调研。本文件根据调研数据对指标参数进行了设定。可以看出，本标准的指标设定能够完全满足镍铁锰铜前驱体对指标和检验的要求，具有较强的实用性。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表2 产品化学成分调研数据** | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 类别 | | 项目 | 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司F | 公司A |
| 化  学  指  标 | 主元素含量 | （Ni+Fe+Cu  +Mn），wt% | 63±3 | 55~65 | 62.54 | 63.15 | 62.87 | 60~70 | 66.4±1 | 62~68 | 66~72 | 71.0±3 |
| Ni，mol% | 15~40 | 25.35 | 23.07 | 23.11 | 23.24 | 15~40 | 23±1 | 20~40 | 20~40 | 15~40 |
| Fe，mol% | 15~40 | 39.08 | 33.71 | 33.55 | 33.66 | 15~40 | 33±1 | 20~40 | 20~40 | 15~40 |
| Cu，mol% | 0~20 | 13.98 | 9.52 | 9.20 | 9.40 | 0~20 | 10±1 | 1~15 | 1~15 | 0~20 |
| Mn，mol% | 15~50 | 36.12 | 33.7 | 34.14 | 33.7 | 15~40 | 33±1 | 20~40 | 20~40 | 15~50 |
| 杂质元素含量 | Al，wt%，≤ | 0.001 | 0.0001~0.005 | 0.0006 | 0.0006 | 0.00094 | 0.005 | 0.0005 | 0.05 | 0.005 | ≤0.001 |
| Ca，wt%，≤ | 0.01 | 0.0001~0.005 | 0.0011 | 0.0011 | 0.00383 | 0.005 | 0.0005 | 0.01 | 0.01 | ≤0.01 |
| Cd，wt%，≤ | 0.001 | 0.0001~0.005 | 0 | 0 | 0.00031 | 0.001 | 0.0005 | 0.001 | 0.001 | ≤0.001 |
| Cr，wt%，≤ | 0.01 | 0.0001~0.005 | 0.0002 | 0.0002 | 0.00033 | 0.005 | 0.0005 | 0.01 | 0.01 | ≤0.01 |
| K，wt%，≤ | 0.01 | 0.0001~0.005 | 0 | 0.0002 | 0 | 0.005 | 0.0005 | 0.001 | 0.001 | ≤0.001 |
| Mg，wt%，≤ | 0.01 | 0.0001~0.005 | 0.0037 | 0.0037 | 0.00413 | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.01 | ≤0.01 |
| Na，wt%，≤ | 0.1 | 0.01~0.08 | 0.016 | 0.0206 | 0.02033 | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 1 | ≤2 |
| Pb，wt%，≤ | 0.01 | 0.0001~0.005 | 0 | 0 | 0.00003 | 0.001 | 0.002 | 0.01 | 0.01 | ≤0.01 |
| Zn，wt%，≤ | 0.001 | 0.0001~0.005 | 0.001 | 0.0011 | 0.0002 | 0.001 | 0.0005 | 0.001 | 0.001 | ≤0.001 |
| S，wt%，≤ | 0.1 | 0.06~0.2 | 0.1258 | 0.1283 | 0.1341 | 0.05 | 0.005 | 0.02 | 0.02 | ≤0.2 |
| Si，wt%，≤ | / | ≤0.001 | 0.0011 | 0.0012 | 0.00149 | 0.001 | 0.08 | 0.2 | 0.2 | / |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **表3 化学成分** | | | | |
| 类别 | | 项目 | 镍铁锰铜氢氧化物 | 镍铁锰铜氧化物 |
| 化  学  指  标 | 主元素含量 | （Ni+Fe+Cu+Mn），wt% | 55~70 | 66~74 |
| Ni，mol% | 15~40 | 15~40 |
| Fe，mol% | 15~40 | 15~40 |
| Cu，mol% | 0~20 | 0~20 |
| Mn，mol% | 15~50 | 15~50 |
| 杂质元素含量 | Al，wt% | ≤0.005 | ≤0.001 |
| Ca，wt% | ≤0.010 | ≤0.010 |
| Cd，wt% | ≤0.005 | ≤0.001 |
| Cr，wt% | ≤0.010 | ≤0.010 |
| K，wt% | ≤0.010 | ≤0.001 |
| Mg，wt% | ≤0.010 | ≤0.010 |
| Na，wt% | / | / |
| Pb，wt% | ≤0.010 | ≤0.010 |
| Zn，wt% | ≤0.005 | ≤0.001 |
| S，wt% | ≤0.100 | ≤0.200 |
| Si，wt% | ≤0.0015 | ≤0.002 |

本标准根据调研市场现有的镍铁锰铜前驱体生产厂家数据，规定了主元素、杂质元素含量范围，应符合表3的规定。

【条文说明】根据调研结果如表2、3显示，镍铁锰铜前驱体（Ni+Fe+Cu+Mn）总含量各调研单位规定的范围基本接近，镍铁锰铜氢氧化物主元素总含量是质量分数之和，应满足55~70%，镍铁锰铜氧化物应满足66~74%，根据需方对产品各元素比例的具体要求，质量百分数值公差应≤±1。需方有特殊要求时，由供需双方协商确定。

镍、铜、铁、锰四类主元素摩尔百分含量调研数据中，公司A调研数据中锰范围较宽，考虑到后续钠电材料的快速发展，镍铜锰铁比例会可能类似镍钴锰酸锂类锂电正极材料存在多种产品类型，故本次将锰元素的摩尔百分比含量范围规定为15~50。调研数据中各家单位前驱体的镍、铜、铁、锰摩尔百分含量相近，故本次根据调研数据将各主元素摩尔百分比含量范围规定为如上表3所示。

根据各调研单位产品杂质元素要求，同时考虑使用企业要求，本标准暂规定Al、Ca、Cd、Cr、K、Pb、Mg、Na、Si、Zn、S为杂质元素，各元素范围规定为如上表3所示。由于镍铁锰铜前驱体的主要应用场景为制备镍铜铁锰酸钠正极材料，因此本次建议Na元素含量不做具体限制，要求每批次产品的Na元素含量保持稳定。当杂质元素作为掺杂和包覆元素时，其含量由供需双方协商确定。

**5.3.3.2 水分含量**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表4产品水分含量调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司A | 公司F |
| 水分含量，wt% | 0.50~2.00 | 0.05~4.00 | 0.35 | 0.505 | 0.495 | ≤0.50 | 0.050 | <1.00 | <0.500 | ≤1.00 |

镍铁锰铜前驱体产品中的水分含量应不大于2.00 %。

【条文说明】镍铁锰铜前驱体主要用于制备镍铜铁锰酸钠正极材料，调研数据6家单位的产品水分均可控制在不大于2.00%，其中公司B的镍铁锰铜氢氧化物产品水分含量为0.050~4.00%，考虑后续镍铜铁锰酸钠正极材料对水分管控严格，为方便后续镍铁锰铜前驱体的应用和正极材料的制备，本次将镍铁锰铜前驱体产品中的水分含量应不大于2.00 %。

**5.3.3.3 振实密度**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表5产品振实密度调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司A | 公司 |
| 振实密度，g/cm³ | 0.90~1.80 | 0.60~1.50 | 1.86 | 1.80 | 1.79 | 1.20~2.20 | 1.30 | 1.00~1.70 | 0.90~1.80 | 1.00~1.70 |

镍铁锰铜前驱体产品的振实密度应不小于0.90 g/cm3。

【条文说明】振实密度是衡量活性材料的一个重要指标，前驱体的振实密度决定了正极材料的振实密度，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5为行业内镍铁锰铜前驱体产品的研究、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，本标准设定镍铁锰铜前驱体的振实密度应不小于0.90 g/cm3。

**5.3.3.4 松装密度**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表6产品松装密度调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司A | 公司F |
| 振实密度，g/cm³ | 0.50~1.20 | 0.40~1.00 | 1.26 | 1.29 | 1.33 | 0.50~1.50 | ＞1.00 | 0.60~1.00 | 0.50~1.10 | 0.60~1.00 |

镍铁锰铜前驱体产品的松装密度应不小于0.50 g/cm3。

【条文说明】松装密度是衡量活性材料的一个重要指标，是影响电池正极材料的重要物理参数，高性能正极电池材料，需要选用合适松装密度。表6为行业内镍铁锰铜前驱体产品的研究、生产和使用的主要企业对松装密度的要求，根据其下限平均值，本标准设定镍铁锰铜前驱体产品的松装密度应不小于0.50 g/cm3。

**5.3.3.5 粒度分布**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表7产品粒度分布调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司A | 公司F |
| 粒度D10，μm | 1.5~10 | 2~8 | 5.52 | 5.23 | 5.65 | 1~2 | 3±0.5 | 1.5~6 | 3～9 | 1.5~6 |
| 粒度D50，μm | 2.5~14 | 2.5~16 | 7.21 | 7.1 | 7.06 | 3~4 | 6±0.5 | 3~10 | 4.5～17 | 3~10 |
| 粒度D90，μm | 6.0~18 | 5~30 | 9.39 | 9.65 | 8.71 | 5~6 | 9±1 | 5~17 | 6.5～27.5 | 5~17 |

镍铁锰铜前驱体产品的粒度分布要求呈正态分布，D10≥1.0 m；D50：2.5 m ~17.0 m；D90≤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。行业内常用的粒度指标为D50和D90，分别表示粒度的中位数和大颗粒。结合表7行业内镍铁锰铜前驱体的研究、生产和使用的主要企业对粒度分布要求，6家单位产品的D10≥1.0 m；D50：2.5 m ~17.0m；D90≤30.0 m,本标准设定镍铁锰铜前驱体产品粒度分布要求呈正态分布，D10≥1.0 m；D50：2.5 m ~17.0m；D90≤30.0 m。

**5.3.3.6 比表面积**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表8产品比表面积调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司A | 公司F |
| 比表面积，m2/g | 10~130 | 5~250 | 12.26 | 12.34 | 16.63 | 10~50 | 20±3 | 10~60 | 10~50 | 10～50 |

镍铁锰铜前驱体产品的比表面积≥10 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。根据生产和使用的主要企业对比表面积的要求，结合表8行业内镍铁锰铜前驱体的研究、生产和使用的主要企业对比表面积的要求及行业发展趋势，将本标准文件中的比表面积定为镍铁锰铜前驱体产品的比表面积≥10 m2/g。

**5.3.3.7 微观形貌**

产品的微观形貌应为球形或类球形。

**5.3.3.8 外观质量**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表9产品的外观颜色调研结果** | | | | | | | | | | |
| 项目  类别 | 镍铁锰铜氢氧化物 | | | | | | | | 镍铁锰铜氧化物 | |
| 公司A | 公司B | 公司C | | | 公司D | 公司E | 公司F | 公司F | 公司A |
| 外观颜色 | 黑色 | 深棕色或黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色粉末 | 黑色 |

产品的外观为深棕色或黑色粉末、颜色均一、无结块、无夹杂物。

【条文说明】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9所示，目前大部分企业镍铁锰铜前驱体产品的颜色为黑色。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，故在此要求产品的外观为深棕色或黑色粉末、颜色均一，无结块，无夹杂物。

**5.3.4试验方法的确定**

**5.3.4.1化学成分**

镍铁锰铜前驱体产品的主元素化学成分含量测定按《钠电前驱体化学分析方法第1部分：镍、铁、铜、锰和锌含量的测定 EDTA滴定法》的规定进行；镍铁锰铜前驱体产品的杂质元素化学成分含量测定按《钠电前驱体化学分析方法第2部分：ICP测定杂质》的规定进行。

**5.3.4.2 水分含量**

镍铁锰铜前驱体产品水分含量的测定参照GB/T 6284的规定进行。

【条文说明】干燥减量法对设备要求较低，但是误差较大，水分含量较高的样品宜采用此方法。卡尔•费休法比干燥减量法精度更高、误差小，更适用水分含量较低的样品中水分含量的测定。本文件中规定水分含量大于2.0%，所以应选用干燥减量法。

**5.3.4.3 振实密度**

镍铁锰铜前驱体产品振实密度的测定按GB/T 5162的规定进行。

**5.3.4.4 松装密度**

镍铁锰铜前驱体产品松装密度的测定按GB/T 1479.1的规定进行。

**5.3.4.5 粒度分布**

产品粒度分布的测定按GB/T 19077的规定进行。

**5.3.4.6 比表面积**

产品比表面积的测定按GB/T 19587的规定进行。

【条文说明】锂离子正极材料产品标准中的物理性能大都以通用方法进行测试，包括GB/T 5162-2021《金属粉末 振实密度的测定》、GB/T 19077《粒度分析 激光衍射法》、GB/T 19587《气体吸附BET法测定固态物质比表面积》等，本标准参考锂离子电池正极材料产品的物理性能测试方法，采用有关通用方法进行测试。

**5.3.4.7 微观形貌**

产品微观形貌的测定采用电子扫描显微镜进行，按 JY/T 0584的规定进行。

**5.3.4.8 外观质量**

产品的外观质量直接通过目视检查，方便快速。

**六、明确标准中涉及专利的情况**

本文件不涉及专利问题

**七、采用国际标准和国外先进标准的情况**

本文件在制定过程中没有采用国际标准。

本文件在制定过程中没有检索到镍铁锰铜前驱体的国际标准，故没用采用相关国际标准。

本文件在制定过程中参考了YS/T 1377-2020 《镍钴铝三元素复合氧化物》、GB/T 37202-2018《镍锰酸锂》、GB/T 26300-2020《镍钴锰三元素复合氢氧化物》、YS/T 798-2012《镍钴锰酸锂》、《镍铁铜锰酸钠》。

本标准的修订充分考虑到国内先进标准、国际贸易技术要求及国内外先进企业生产技术现状。目前，镍铁锰铜前驱体暂时没有ISO或IEC国际标准。本标准所适用的对象是处于国内先进水平的产品，所规定指标项目、参数及试验方法，均达到国内先进水平。

**八、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。

**九、重大分歧意见的处理经过和依据**

无。

**十、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。

**十一、贯彻标准的要求和措施建议**

建议向镍铁锰铜前驱体研发、生产、销售、检测等相关企业和单位积极贯彻本文件的内容。

**十二、废止现行有关标准的建议**

无。

**十三、其他应予说明的事项**

无。

**《镍铁锰铜前驱体》标准编制组**

**2025年3月**

标准（讨论稿）意见汇总处理表

标准项目名称：《镍铁锰铜前驱体》

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 2025年3月5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 |  |  |  |  |