**《NCM523型镍钴锰酸锂》**

**团体标准编制说明**

**（**审定稿**）**

一、工作简况

1.1 任务来源与计划要求

根据《关于下达2018年第二批协会标准制修订计划的通知》（中色协科字[2018]75号）的文件精神，由北京当升材料科技股份有限公司负责起草《NCM523型镍钴锰酸锂》协会标准，项目计划编号：T/CNIA XXX-2018，计划完成年限2019年。

1.2 产品简介

新能源车用动力锂电池选用的正极材料主要有锰酸锂、磷酸铁锂和镍钴锰酸锂三元材料。近年来，镍钴锰酸锂三元材料以其高容量、高能量密度等优势越来越受到市场的青睐。根据其镍、钴、锰含量不同主要可分为LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2，LiNi0.5Co0.2Mn0.3O2，LiNi0.6Co0.2Mn0.2O2及LiNi0.8Co0.1Mn0.1O2等。LiNi0.5Co0.2Mn0.3O2（称为NCM523型镍钴锰酸锂）即为镍钴锰酸锂三元材料的一种，其组成为镍钴锰摩尔含量约为50%、20%、30%。

商品化的NCM523型镍钴锰酸锂，化学式可表示为LiNi0.5Co0.2Mn0.3O2，从形貌上区分为团聚型和单晶型两种，团聚型为一次颗粒团聚成球形或类球形的二次颗粒，单晶型为颗粒之间无团聚的单晶颗粒，其SEM图如图1所示。



图1 NCM523型镍钴锰酸锂产品SEM图（左为团聚型，右为单晶型）

NCM523型镍钴锰酸锂作为正极材料制作成的锂离子电池被广泛应用于电动汽车、储能、电动工具、军工等领域。

1.3 标准编写的目的和意义

作为国家战略新兴产业，新能源汽车是应对能源危机、大气污染和汽车产业转型升级的有效途径。新能源汽车的续航里程、寿命和安全性等是人们关注的重点，这主要取决于动力锂离子电池尤其是正极材料。目前国内外动力锂电正极材料的技术路线主要有：锰酸锂、磷酸铁锂体系和三元材料体系。其中锰酸锂电池能量密度低、高温下的循环稳定性和存储性能较差，因而锰酸锂仅作为国际第一代动力锂电的正极材料；磷酸铁锂体系电池的充放电循环寿命长，但其缺点是能量密度、高低温性能、充放电倍率特性均存在较大差距，磷酸铁锂电池技术和应用已经遇到发展的瓶颈；三元材料因具有优异的综合性能日益被行业所关注和认同，已成为主流的技术路线。国内外主要电池供应商所选用的材料类型如表1所示。

1. 国内外主要电池供应商所选用材料类型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **电池厂商** | **电池类型** | **正极材料** | **负极材料** |
| 国外 | 松下 | 18650/铝壳 | NCM /NCA | 硅碳复合/混合材料 |
| 三星 | 铝壳 | NCM/LMO | 石墨 |
| LG化学 | 软包 | NCM/LMO | 硬碳 |
| AESC | 软包 | NCM/NCA | 硬碳 |
| 国内 | BYD | 铝壳 | NCM/LFP | 石墨 |
| CATL | 铝壳 | NCM/LFP | 石墨 |
| 孚能 | 软包 | NCM | 石墨 |
| 比克 | 18650 | NCM | 石墨 |
| 力神 | 铝壳 | NCM | 石墨 |
| 捷威 | 软包 | NCM | 石墨 |
| 卡耐 | 软包 | NCM | 石墨 |

国内外主要电池供应商主要选用镍钴锰酸锂三元材料。LiNi1/3Co1/3Mn1/3O2 (NCM111) 型镍钴锰酸锂是最早研究的三元正极材料，其核心专利由美国3M公司拥有，并在2002年开始由湖南瑞翔为其代工生产并实现了商品化应用。国内正极材料生产厂商为了规避3M公司的专利壁垒，开始将重心转向研究开发中低镍的LiNi0.5Co0.2Mn0.3O2 (NCM523) 型镍钴锰酸锂三元材料。与NCM111相比（放电比容量约为158 mAh/g，能量密度≥180 Wh/kg），NCM523含有更高的Ni含量和更低的Co含量，更高的Ni含量使NCM523材料拥有更高的放电比容量(~170 mAh/g)和能量密度(≥220 Wh/kg)，更低的Co含量使NCM523材料的成本降低。目前NCM523已经全面取代了NCM111正极材料，成为市场用量最大的三元正极材料。

与NCM111相比，NCM523材料制备工艺比较简单，也采用空气气氛烧结，烧结温度略低，产品表面残存锂相当，对生产、存储和使用的环境（湿度和温度等）要求不高。



图2 NCM523型镍钴锰酸锂与NCM111型镍钴锰酸锂的电性能对比

随着新能源行业的快速发展，原有的《镍钴锰酸锂》（即三元材料）行业标准各项指标比较宽泛，与实际生产应用差距较大，远不能满足实际需求。为了适应并促进三元材料市场的快速发展，亟需根据三元材料中镍钴锰含量的组成，制定细分的产品标准。因此，拟制定NCM523型镍钴锰酸锂产品标准。

1.4 承担单位情况及主要工作过程

1.4.1 承担单位情况

北京当升材料科技股份有限公司（简称“当升科技”）是一家以新能源材料研发、生产和销售为主的高新技术企业，主营业务包括高能量锂离子电池正、负极材料和新型智能装备。公司成立于2001年，现有员工820余人，是国内唯一一家以锂电材料为主业的上市公司，同时也是该行业的龙头企业之一。目前当升科技锂离子电池正极材料的年产能超16000吨，产品率先出口国际高端市场，大批量供应日本SANYO、SONY、日立、日产，韩国三星SDI、LG化学、SKI，中国CATL、比亚迪、力神、比克等全球高端动力和数码锂电巨头, 产品性能达到国际先进水平。

当升科技一直将技术创新和产品开发作为公司发展战略的核心。公司近年来共获得国家、省部级等荣誉及资质30余项，被认定为“国家技术创新示范企业”、“国家认定企业技术中心”、“中国轻工业电池行业（新能源电池）行业十强”、“北京市企业技术中心”、“北京市锂电正极材料工程技术研究中心”、“国家知识产权优势企业”、“北京市专利示范单位”、“丰台区专利优势企业”、中关村国家自主创新示范区首批“十百千工程”重点培育企业、中国轻工业高能锂电材料重点实验室等。

当升科技近年来承担并圆满完成了多项国家、省部级研究课题，获得产品及技术科技奖励20多项，其中 “高密度钴酸锂”、“长寿命高安全动力锰酸锂材料”、“高温型镍钴锰酸锂多元材料”、“电池级氧化钴”等均被列入国家重点新产品，“高容量钴酸锂”、“移动智能终端用高密度高电压钴酸锂材料”、“高能量密度长寿命电动汽车动力电池用高镍多元正极材料”、“ 高能量密度长寿命储能电池用多元正极材料”、“ 高功率钴酸锂锂电正极材料”被评为北京市新产品。公司的镍钴锰酸锂（NCM622）产品是国内第一款量产的电动车用高镍材料，已应用于北汽新能源等高端电动汽车。项目“新型高能量密度动力锂电正极镍钴锰酸锂的产品技术开发与应用”获得北京市科学技术二等奖，“新型高比能动力锂电正极镍钴锰酸锂NCM622的研制和量产技术开发项目”和“锂离子电池正极材料镍钴锰酸锂多元材料及其前驱体的产业化开发”获得中国有色金属工业科学技术一等奖，“锂离子电池新型钴酸锂及四氧化三钴电池材料的开发和量产工艺研究”获得中国有色金属工业科学技术二等奖和北京市科学技术二等奖。

截至2018年10月，当升科技累计申请专利216项，其中发明专利117项，已授权专利89项。核心发明专利“钴酸锂材料的制备方法”获得中国专利优秀奖和北京市发明专利二等奖，“超大粒径和高密度钴酸锂及其制备方法”获得北京市发明专利三等奖。公司被评为“国家知识产权优势企业”、“北京市专利示范单位”。

当升科技将始终致力于提供更先进的绿色能源材料，为国家“循环经济”和“低碳经济”做出贡献。

1.4.2 主要工作过程

2018年7月，北京当升材料科技股份有限公司接受《NCM523型镍钴锰酸锂》任务后，成立了标准编制工作组，标准编制工作组成员查阅了大量的资料，收集、整理、对比分析了相关企业的专业技术资料，结合目前国内NCM523型镍钴锰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，在编制组及公司内部进行了多次交流，广泛征求意见，对本标准进行了认真的修改和完善，最后形成了该标准的征求意见稿1。

2018年9月，全国有色金属标准化技术委员会与北京当升材料科技股份有限公司针对该标准起草进度、起草单位以及标准框架及内容进行了详细的沟通，同时签订书面项目落实任务书。

2018年12月，全国有色金属标准化技术委员会在福建福州组织召开了有色金属标准工作会议，来自有色金属技术经济研究院、全国有色金属标准化技术委员会、北京当升材料科技股份有限公司、崇义章源钨业股份有限公司、广东省材料与加工研究所、西部宝德科技股份有限公司、株洲硬质合金集团有限公司、西安赛隆金属材料有限责任公司、广东邦普循环科技有限公司、西北有色金属研究院、国标（北京） 检验认证有限公司、中南大学、上海交通大学、全国增材制造标准化技术委员会、有研粉末新材料有限公司、国合通用测试评价认证股份公司、北矿新材料科技有限公司、中条山有色金属集团有限公司、西安欧中材料科技有限公司、深圳市注成科技股份有限公司、北京康普锡威科技有限公司、安徽相邦复合材料有限公司、赣州湛海工贸有限公司23家单位的26位专家对本标准的征求意见稿1进行了认真细致的讨论，提出了修改意见和建议。标准编制小组根据建议，对本标准进行了认真的修改和完善，最终形成本标准的征求意见稿2（预审稿）和征求意见稿意见汇总处理表。修改内容如下：

1. 章条编号2，“GB/T 19077粒度分析”改为“GB/T 19077粒度分布”；
2. 章条编号3，术语和定义引用的标准应写明标准年份；
3. 章条编号4，增加对产品微观形貌的约束；
4. 章条编号5.6，“X射线粉末衍射仪”修改为“X射线衍射仪”；
5. 章条编号5.14，写明容量保持率为80%时的循环次数为循环寿命；
6. 全文各项技术指标应以“a~b”范围表示，代替a±b的表示方法。

2019年3月，全国有色金属标准化技术委员会在湖南株洲组织召开了有色金属标准工作会议，来自有色金属技术经济研究院、全国有色金属标准化技术委员会、北京当升材料科技股份有限公司、宝武特种冶金有限公司、北京矿冶科技集团有限公司、钢铁研究总院、广东广晟稀有金属光电新材料有限公司、广东省材料与加工研究所、济宁市无界科技有限公司、金堆城钼业股份有限公司、九江有色金属冶炼有限公司、宁夏东方钽业股份有限公司、厦门虹鹭钨钼工业有限公司、深圳市注成科技股份有限公司、西部宝德科技股份有限公司、自贡硬质合金有限责任公司、中南大学粉末冶金研究院17家单位的20位专家对本标准的预审稿进行了认真细致的讨论，提出了修改意见和建议。标准编制小组根据意见和建议，对本标准进行了认真的修改和完善，最终形成审定稿，修改内容如下：

1. 章条编号4.7，“单晶型产品的微观形貌应大多为单一颗粒”修改为“单晶型产品的微观形貌应主要为单一颗粒”。
2. 章条编号6.2，“每批重量不超过5吨”改为“每批重量不超过5t”。
3. 章条编号6.3.4，表7中，按照前文顺序汇总检验项目。
4. 编制说明中应补充说明本标准杂质元素种类与《YS/T 798-2012镍钴锰酸锂》中规定的杂质元素种类不同的原因。

二、标准编制原则

2.1 符合性

2）以满足国内NCM523型镍钴锰酸锂的实际生产和使用的需要为原则，提高标准的适用性。

2）完全按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求编写。

3）以与实际相结合为原则，提高标准的可操作性。

2.2 先进性

国务院《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》[国发〔2016〕67号]中专栏14明确大力推进动力电池技术研发，着力突破电池成组和系统集成技术，超前布局研发下一代动力电池和新体系动力电池，实现电池材料技术突破性发展。工业和信息化部、发展改革委、科技部、财政部《新材料产业发展指南》[工信部联规〔2016〕454 号]中专栏1明确指出，提升镍钴锰酸锂材料性能一致性与循环寿命，支撑汽车轻量化发展。

本标准的制定符合国家政策导向，符合目前国内NCM523型镍钴锰酸锂的生产和用户需求情况。本标准规定的内容遵循充分满足市场要求原则、指导生产的原则。通过标准的实施，提高NCM523型镍钴锰酸锂的生产技术水平，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，促进锂电正极材料行业的不断发展。

三、标准主要内容的论据

3.1 企业生产和使用情况

3.1.1 国内主要使用企业

NCM523型镍钴锰酸锂在国内已被广泛使用，主要使用客户为国内一些电池制造厂家，如比亚迪股份有限公司、宁德时代新能源科技股份有限公司、天津力神电池股份有限公司、深圳市比克动力电池有限公司、孚能科技（赣州）有限公司、天津市捷威动力工业有限公司、合肥国轩高科动力能源有限公司、广州鹏辉能源科技股份有限公司等单位，使用企业根据使用需求对生产企业的主要产品指标提出要求。

3.1.2 国内主要生产企业产品主要指标质量情况

国内生产NCM523型镍钴锰酸锂的企业主要有北京当升材料科技股份有限公司、江苏当升材料科技有限公司、湖南杉杉新材料有限公司、厦门钨业股份有限公司、天津巴莫科技股份有限公司、湖南长远锂科有限公司、宁波容百锂电材料有限公司、北大先行科技产业有限公司等。NCM523型镍钴锰酸锂产品主要生产企业产品主要指标质量情况见表2.1和表2.2。

表2.1主要生产企业产品的主要指标质量情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 企业 | A | B | C | D | F |
| 化学指标 |
| Ni/% | 29.4~31.4 | 29.4~31.4 | 29.9~30.5 | 29.4~31.4 | 29.8~31.0 |
| Co/% | 11.2~13.2 | 11.2~13.2 | 12.1~12.5 | 11.2~13.2 | 11.6~12.8 |
| Mn/% | 16.1~18.1 | 16.1~18.1 | 16.8~17.4 | 16.1~18.1 | 16.5~17.7 |
| Li/% | 7.0~7.8 | 7.1~7.7 | 7.0~7.8 | 7.1~7.7 | 7.1~7.7 |
| 磁性异物/% | ≤0.000005 | ≤0.00001 | ≤0.000004 | ≤0.000005 | ≤0.00001 |
| Na/% | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.03 |
| Ca/% | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.03 | ≤0.01 |
| Fe/% | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.005 | ≤0.01 | ≤0.01 |
| Cu/% | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.002 | ≤0.005 | ≤0.01 |
| Zn/% | ≤0.005 | ≤0.005 | ≤0.002 | ≤0.005 | ≤0.01 |
| Cr/% | ≤0.005 | ≤0.005 | -- | ≤0.005 | ≤0.01 |
| S/% | ≤0.05 | -- | ≤0.17 | ≤0.05 | ≤0.17 |
| H2O/% | ≤0.03 | ≤0.04 | ≤0.02 | ≤0.04 | ≤0.04 |
| LiOH/% | ≤0.2 | ≤0.15 | ≤0.1 | ≤0.15 | ≤0.1 |
| Li2CO3/% | ≤0.2 | ≤0.15 | ≤0.1 | ≤0.15 | ≤0.1 |
| 物理指标 |
| 振实密度g/cm3 | ≥2.3 | ≥2.3 | 2.3~2.7 | ≥1.4 | ≥2.3 |
| 粒度分布/μm | D10 | 5.5~8.5 | ≥5.0 | -- | 1.7~3.7 | ≤7.0 |
| D50 | 10.0~14.0 | 9.0~13.0 | 14.0~16.5 | 3.0~8.0 | 9.5~11.0 |
| D90 | 16.5~23.5 | ≤25 | -- | 6.5~12.5 | ≤25 |
| 比表面积/(m2/g) | 0.3~0.7 | 0.2~0.5 | 0.22~0.32 | 0.6~1.0 | 0.15~0.35 |
| pH | ≤11.7 | ≤11.7 | ≤11.7 | ≤11.7 | ≤11.5 |
| 微观形貌 | 球形或类球形 | 球形或类球形 | 球形或类球形 | 球形或类球形 | 球形或类球形 |

表2.2主要生产企业产品的主要指标质量情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 企业 | G | H | I | J |
| Ni/% | 30.2~31.0 | 30.1~30.7 | 29.8~31.0  | 29.4~30.6 |
| Co/% | 11.6~12.8 | 11.9~12.5 | 11.6~12.8 | 11.4~12.4 |
| Mn/% | 16.5~17.7 | 16.8~17.4 | 16.5~17.7 | 16.1~17.1 |
| Li/% | 7.0~7.8 | 7.2~7.6 | 7.2~7.6 | 7.2~7.6 |
| 磁性异物/% | ≤0.000005 | ≤0.00001 | ≤0.000005 | ≤0.000005 |
| Na/% | ≤0.03 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.015 |
| Ca/% | ≤0.03 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 |
| Fe/% | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 |
| Cu/% | ≤0.002 | ≤0.01 | ≤0.005 | ≤0.002 |
| Zn/% | ≤0.002 | ≤0.01 | ≤0.01 | -- |
| Cr/% | -- | ≤0.01 | ≤0.01 | -- |
| S-/% | ≤0.15 | ≤0.15 | ≤0.1 | ≤0.17 |
| H2O/% | ≤0.03 | ≤0.04 | ≤0.04 | ≤0.04 |
| LiOH/% | ≤0.1 | -- | -- | ≤0.2 |
| Li2CO3/% | ≤0.1 | -- | -- | ≤0.2 |
| 振实密度g/cm3 | ≥1.4 | ≥1.6 | ≥1.4 | ≥2.0 |
| 粒度分布/μm | D10 | ≥1.5 | ≥2.0 | ≥2.5 | ≥2.5 |
| D50 | 3.0~7.0 | 4.0~5.0 | 3.0~7.0 | 3.0~7.0 |
| D90 | ≤15.0 | ≤12.0 | ≤15.0 | ≤15.0 |
| 比表面积/(m2/g) | 0.3~0.7 | 0.3~0.7 | 0.4~1.0 | ≤0.9 |
| pH | ≤11.7 | ≤11.3 | ≤11.5 | ≤11.3 |
| 微观形貌 | 单晶颗粒 | 单晶颗粒 | 单晶颗粒 | 单晶颗粒 |

3.2 主要技术指标确定依据

3.2.1 产品分类

依据行业内整体需求及研发生产现状，NCM523型镍钴锰酸锂按其颗粒形貌分为团聚型和单晶型，按性能和用途，分为常规型、高倍率型、高压实型、高电压型，如表3所示。

表3 NCM523型镍钴锰酸锂的分类情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 按形貌划分 | 团聚型 | 单晶型 |
| 按性能和用途划分 | 常规型 | 高倍率型 | 高压实型 | 高电压型 | 常规型 | 高电压型 |

3.2.2 化学成分

NCM523型镍钴锰酸锂所含元素中Li、Ni、Co、Mn四个元素为主含量，依据常规要求，其标准范围的制定是根据NCM523型镍钴锰酸锂的生产和使用行业需求的整体水平而定。杂质元素标准范围主要是依据客户的技术规格书、生产工艺的实际水平来制定的，杂质元素规定了Na、Ca、Fe、Cu、Zn、Cr、和S的要求。相比《YS/T 798-2012 镍钴锰酸锂》，杂质元素有了一些变动，对比情况见表4.1，NCM523型镍钴锰酸锂化学成分指标具体见表4.2。

表4.1 《YS/T 798-2012 镍钴锰酸锂》与本标准杂质元素对比

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | YS/T 798-2012 镍钴锰酸锂 中的杂质元素 | NCM523型镍钴锰酸锂 中的杂质元素 |
| 1 | Na | Na |
| 2 | Ca | Ca |
| 3 | Fe | Fe |
| 4 | Zn | Zn |
| 5 | Cu | Cu |
| 6 | Mg | Cr |
| 7 | Si | S |
| 8 | SO42- |  |
| 9 | Cl- |  |

表4.2 NCM523型镍钴锰酸锂化学成分

|  |  |
| --- | --- |
| 化学成分 | 含量，质量分数/% |
| 主元素 | Li | 7.0~7.8 |
| Ni | 29.4~31.4 |
| Co | 11.2~13.2 |
| Mn | 16.1~18.1 |
| 杂质元素 | Na | **≤**0.03 |
| Ca | **≤**0.03 |
| Fe | **≤**0.01 |
| Cu | **≤**0.01 |
| Zn | **≤**0.01 |
| Cr | **≤**0.01 |
| S | **≤**0.17 |

已发布的行业标准《YS/T 798-2012 镍钴锰酸锂》中，对杂质元素的种类进行了限制，如表4.1所示。作为其细分标准，《NCM523型镍钴锰酸锂》在制定时，综合考虑了当前市场上NCM523型镍钴锰酸锂的原料、制备工艺、掺杂包覆改性等方面因素，制定了新的杂质元素种类限制要求。其中，由于正极材料及其前躯体制备过程中使用硫酸镍、硫酸钴、硫酸锰、氢氧化钠、碳酸锂、氢氧化锂等原料，原料中的 Na、Ca、S等元素会残存于成品中，影响材料的电化学性能，因此需要加以控制。现阶段业内不再使用氯化镍、氯化钴、氯化锰作为原料，因此相比YS/T 798-2012，本标准不再将Cl-作为杂质元素进行限制。在正极材料、前驱体及其原材料的生产过程中，设备磨损或环境会带来Fe、Cr、Cu、Zn等金属杂质，使材料制成电池后发生低电压、短路、自放电等异常现象，造成成品率低和安全隐患，因此相比YS/T 798-2012，本标准认为上述元素为杂质元素。此外，近年来，通过对正极材料进行掺杂、包覆等改性来提高性能的做法越来越普遍，其中，Mg、Si等均可能作为改性元素被添加到正极材料中，因此本标准不再将Mg、Si作为杂质元素进行限制。

3.2.2水分含量

水分对电池极片制备和电池性能影响较大。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。考虑生产企业生产产品水分含量和使用企业水分要求，产品中的水分含量应不大于0.04%。

3.2.3氢氧化锂及碳酸锂含量

正极材料在制备过程中通常采用较高的锂配比，反应后残余碱以氢氧化锂（LiOH）和碳酸锂（Li2CO3）等形式存在，对材料的性能和电池制备工艺有着重要的影响。材料中LiOH 、Li2CO3含量高时，制浆时粘度大，将影响材料的加工性能；与此同时，LiOH 、Li2CO3含量过高时制成的电池在高温存储时容易出现鼓胀现象从而导致材料容量下降和安全问题，因此需控制材料的LiOH 、Li2CO3含量的上限。考虑使用企业要求以及生产企业目前的工艺水平，规定NCM523型镍钴锰酸锂中LiOH%≤0.2%，Li2CO3%≤0.2%。

3.2.4 磁性异物

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，因此要严格控制正极材料中磁性异物的含量，根据客户需要，NCM523型镍钴锰酸锂中磁性异物含量应不大于0.000 01%。

3.2.5 外观质量

NCM523型镍钴锰酸锂为黑色或黑灰色的粉末，流动性好，不能有结块。

3.2.6 微观形貌

团聚型产品的微观形貌为若干个一次颗粒团聚成的球形或类球形的二次颗粒，单晶型产品应主要为单一颗粒。

3.2.6晶体结构

《YS/T 798-2012 镍钴锰酸锂》中规定，锂离子电池正极材料用镍钴锰酸锂的晶体结构应符合JCPDS标准（09-0063），NCM523型镍钴锰酸锂作为镍钴锰酸锂中的一种，其晶体卡片也应符合JCPDS标准（09-0063）。

3.2.7 粒度分布

锂离子电池正极材料为微纳米级粉体材料，根据目前NCM523型镍钴锰酸锂的生产工艺水平及其自身的特点，生产和使用企业对正极材料的粒度D50范围进行规定，整体上NCM523型镍钴锰酸锂的粒度范围满足表5规定。

表5 NCM523型镍钴锰酸锂粒度范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 　NCM523型镍钴锰酸锂种类 | 团聚型 | 单晶型 |
| 常规型 | 高倍率型 | 高压实型 | 高电压型 | 常规型 | 高电压型 |
| D50  / μm | 8.0~14.0 | 3.0~8.0 | 12.0~18.0 | 12.0~18.0 | 3.0~7.0 | 3.0~7.0 |

3.2.8 振实密度

在满足目前绝大部分生产企业产品和客户使用产品的要求的情况下，同时考虑到目前的生产工艺实际水平，本标准对不同类型的NCM523型镍钴锰酸锂的振实密度分别做出规定，如表6所示。

表6 NCM523型镍钴锰酸锂振实密度范围

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 　NCM523型镍钴锰酸锂种类 | 团聚型 | 单晶型 |
| 常规型 | 高倍率型 | 高压实型 | 高电压型 | 常规型 | 高电压型 |
| 振实密度/ （g/cm3） | ≥2.0 | ≥1.4 | ≥2.3 | ≥2.3 | ≥1.4 | ≥1.4 |

3.2.9 比表面积

考虑到客户使用时更好控制浆料水分，避免比表面积过大时对电池极片制作的影响，同时参考国内生产企业和使用企业中产品比表面积范围较大，本标准规定了NCM523型镍钴锰酸锂的比表面积应不大于1.0 m2/g。

3.2.10 pH值

与其他锂离子电池正极材料类似，因为Li元素的存在，NCM523型镍钴锰酸锂的pH值为碱性，根据元素组成、生产工艺水平及实际测试结果，标准规定了NCM523型镍钴锰酸锂的pH值应不大于11.7。

3.2.11 首次放电比容量

根据目前国内生产工艺水平和实际试验测试情况，本标准规定，按GB/T 23365的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池以0.1C恒定电流充电至4.5V，再恒压充电至截止电流为0.01C，静置10min，再以0.1C恒定电流放电至终止电压3.0V；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.3V，其余条件与上述描述相同。以锂片为负极的半电池的首次放电比容量应满足表7要求。

表7 NCM523型镍钴锰酸锂的首次放电比容量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 　NCM523型镍钴锰酸锂种类 | 团聚型 | 单晶型 |
| 常规型 | 高倍率型 | 高压实型 | 高电压型 | 常规型 | 高电压型 |
| 首次放电比容量/（mAh/g） | ≥170 | ≥172 | ≥165 | ≥192 | ≥170 | ≥192 |

3.2.12首次充放电效率

产品首次充放电效率的测定按GB/T 23365的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池以0.1C恒定电流充电至4.5V，再恒压充电至截止电流为0.01C，静置10min，再以0.1C恒定电流放电至终止电压3.0V；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.3V，其余条件与上述描述相同。以锂片为负极的半电池的首次充放电效率应不小于85%。

3.2.12 循环寿命

产品循环寿命的测定按GB/T23366的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池以1C恒定电流充电至4.3V，再恒压充电至截止电流为0.02C，静置10min，再以1C恒定电流放电至终止电压3.0V，循环至容量保持率为80%时的循环次数为产品的循环寿命；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极材料制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.2V，其余条件与上述描述相同。产品的循环寿命应满足表8要求。

表8 NCM523型镍钴锰酸锂的循环寿命

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 　NCM523型镍钴锰酸锂种类 | 团聚型 | 单晶型 |
| 常规型 | 高倍率型 | 高压实型 | 高电压型 | 常规型 | 高电压型 |
| 循环寿命/次 | ≥2000 | ≥1000 | ≥2000 | ≥800 | ≥2000 | ≥1000 |

3.3 试验方法

3.3.1 化学成分

NCM523型镍钴锰酸锂按YS/T 1006.1、YS/T 1006.2 镍钴锰酸锂化学分析方法进行主元素镍、钴、锰、锂以及杂质元素含量的测定。化工产品中水分含量的测定常采用“GB/T 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔 • 费休法（通用方法）”和“GB/T 6284 化工产品中水分测定的通用方法 干燥减量法”。干燥减量法对设备要求较低，但是误差较大，水分含量较高（0.1%以上）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。本标准中规定NCM523型镍钴锰酸锂的水分含量应不大于0.04%，所以应选用卡尔 • 费休法。

3.3.2 外观质量

产品外观质量直接通过目视检查，方便快速。

3.3.3 微观形貌

 产品的微观形貌用扫描电子显微镜检测。

3.3.4 晶体结构

产品的晶体结构用X射线衍射仪检测，参照JCPDS标准（09-0063）。

3.3.5 物理性能

参照其它电池材料如镍钴锰酸锂和钴酸锂中产品振实密度的测定方法，规定本标准中产品的振实密度测定按照“GB/T 5162 金属粉末 振实密度的测定”的规定测定。

参照其它电池材料如镍钴锰酸锂和钴酸锂中产品粒度分布的测定方法，规定本标准中产品的粒度分布测定按照“GB/T 19077 粒度分布 激光衍射法”的规定进行。

参照其它电池材料如镍钴锰酸锂中产品比表面积的测定方法，规定本标准中产品的比表面积测定按照“GB/T 19587 气体吸附BET法测定固态物质比表面积”的规定进行。

参照其它电池材料如镍钴锰酸锂和钴酸锂中产品pH的测定方法，规定本标准中产品的pH测定按照“GB/T 1717 颜料水悬浮液pH值的测定”的规定进行。

3.3.6 电化学性能

参照其它电池正极材料如镍钴锰酸锂和钴酸锂产品首次放电比容量的测定方法，产品首次放电比容量的测定按GB/T 23365的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池以0.1C恒定电流充电至4.5V，再恒压充电至截止电流为0.01C，静置10min，再以0.1C恒定电流放电至终止电压3.0V；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.3V，其余条件与上述描述相同。

产品首次充放电效率的测定按GB/T 23365的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池以0.1C恒定电流充电至4.5V，再恒压充电至截止电流为0.01C，静置10min，再以0.1C恒定电流放电至终止电压3.0V；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.3V，其余条件与上述描述相同。

产品循环寿命的测定按GB/T23366的规定进行电池制作，测试环境温度为25±1℃。充放电制度：以高电压型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池以1C恒定电流充电至4.3V，再恒压充电至截止电流为0.02C，静置10min，再以1C恒定电流放电至终止电压3.0V，循环至容量保持率为80%时的循环次数为产品的循环寿命；以其他类型的NCM523型镍钴锰酸锂为正极制成的电池充放电电压范围为3.0V～4.2V，其余条件与上述描述相同。

3.3.7 周期检验和逐批检验的项目及取样数量

表9周期检验和逐批检验的项目及取样数量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样数量 | 要求的章条号 | 试验方法的章条号 | 检验类别 |
| 化学成分 | 每批1份 | 4.2 | 5.1 | 逐批检验 |
| 水分 | 每批1份 | 4.3 | 5.2 | 逐批检验 |
| 磁性异物 | 每批1份 | 4.4 | 5.3 | 逐批检验 |
| 氢氧化锂及碳酸锂含量 | 每批1份 | 4.5 | 5.4 | 逐批检验 |
| 外观质量 | 逐桶（袋） | 4.6 | 5.5 | 逐批检验 |
| 微观形貌 | 每批一份 | 4.7 | 5.6 | 逐批检验 |
| 晶体结构 | 每批1份 | 4.8 | 5.7 | 周期检验 |
| 粒度分布 | 每批1份 | 4.9 | 5.8 | 逐批检验 |
| 振实密度 | 每批1份 | 4.10 | 5.9 | 逐批检验 |
| 比表面积 | 每批1份 | 4.11 | 5.10 | 逐批检验 |
| pH值 | 每批1份 | 4.12 | 5.11 | 逐批检验 |
| 首次放电比容量 | 每批1份 | 4.13 | 5.12 | 周期检验 |
| 首次充放电效率 | 每批1份 | 4.14 | 5.13 | 周期检验 |
| 循环寿命 | 每批1份 | 4.15 | 5.14 | 周期检验 |

四、标准水平分析

4.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

经查，国外无相同类型的标准。

4.2 国际、国外同类标准水平的对比分析

经查，国外无相同类型的标准。

4.3 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

经查，现有镍钴锰酸锂行业标准（YS/T 798-2012），本项目建议为细分产品镍钴锰酸锂（LiNi0.5Co0.2Mn0.3O2）的标准。

经查，本标准不涉及国内外专利。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议作为中国有色金属协会标准。

八、贯彻标准的要求和措施建议

由于本标准反映了NCM523型镍钴锰酸锂行业的需求，因此可积极向厂家及国内外用户推荐采用本标准。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。

《NCM523型镍钴锰酸锂》标准编制组

二〇一九年六月

**标准征求意见稿意见汇总处理表**

标准项目名称：NCM523型镍钴锰酸锂

承办人：王玉娇 共2页 第1 页

标准项目负责起草单位：北京当升材料科技股份有限公司 电话：010-52269706 2019年03月05日

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 | 备注 |
|  | 2 | “GB/T 19077粒度分析”改为“GB/T 19077粒度分布” | 崇义章源钨业股份有限公司 | 采纳 |  |
|  | 3 | 术语和定义引用的标准写明标准年份 | 有色金属技术经济研究院/全国有色金属标准化技术委员会 | 采纳 |  |
|  | 4 | 增加对产品微观形貌的约束 | 有色金属技术经济研究院/全国有色金属标准化技术委员会 | 采纳 |  |
|  | 5.6 | “X射线粉末衍射仪”改为“X射线衍射仪” | 中南大学 | 采纳 |  |
|  | 5.14 | 写明容量保持率为80%时的循环次数为循环寿命 | 广东邦普循环科技有限公司 | 采纳 |  |
|  | 全文 | 指标数据范围按a~b表示，不按±表示 | 有色金属技术经济研究院/全国有色金属标准化技术委员会 | 采纳 |  |
|  | - | 无意见 | 西部宝德科技股份有限公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 国标（北京） 检验认证有限公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 上海交通大学 | - |  |
|  | - | 无意见 | 西安赛隆金属材料有限责任公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 全国增材制造标准化技术委员会 | - |  |
|  | - | 无意见 | 有研粉末新材料有限公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 广东省工业分析检测中心 | - |  |
|  | - | 无意见 | 株洲硬质合金集团有限公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 广东省材料与加工研究所 | - |  |
|  | - | 无意见 | 国合通用测试评价认证股份公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 西北有色金属研究院 | - |  |
|  | - | 无意见 | 北矿新材料技有限公司 |  |  |
|  | - | 无意见 | 中条山有色金属集团有限公司 |  |  |
|  | - | 无意见 | 西安欧中材料科技有限公司 |  |  |
|  | - | 无意见 | 深圳市注成科技股份有限公司 |  |  |

**标准征求意见稿意见汇总处理表**

标准项目名称：NCM523型镍钴锰酸锂

承办人：王玉娇 共2页 第2 页

标准项目负责起草单位：北京当升材料科技股份有限公司 电话：010-52269706 2019年03月05日

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 | 备注 |
|  | - | 无意见 | 安徽相邦复合材料有限公司 | - |  |
|  | - | 无意见 | 北京康普锡威科技有限公司 |  |  |
|  | - | 无意见 | 赣州湛海工贸有限公司 | - |  |

说明：发送“征求意见稿”的单位数：23个。

 收到“征求意见稿”后，回函的单位数：23个。

 收到“征求意见稿”后，回函并有建议或意见的单位数：4个。

 　没有回函的单位数：0个。