**有色金属行业标准**

**《镍钴酸锂》**

**编**

**制**

**说**

**明**

**（送审稿）**

**广东邦普循环科技有限公司**

**2021年3月1日**

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“2019年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知”（工信厅科函〔2019〕126号）的文件精神，行业标准《镍钴酸锂》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：2019-0184T-YS，由广东邦普循环科技有限公司牵头起草，该标准计划完成年限2021年。

1.1.2项目编制组单位变化情况

技术审查前，根据标准编制工作任务量，重新调整了编制组构成，具体为：广东邦普循环科技有限公司、格林美股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、清远佳致新材料研究院有限公司、杉杉能源（宁夏）有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、深圳清华大学研究院、江西理工大学、赣州源滙通锂业股份有限公司、江西省锂电产品质量监督检验中心、乳源东阳光磁性材料有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、蜂巢能源科技有限公司、湖南邦普循环科技有限公司等单位。

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

邦普循环，创立于2005年，公司现有6大生产基地。广东邦普循环科技有限公司作为邦普循环总部，位于广东佛山三水工业园区，总注册资本13274.06892万元人民币。具有多个国家级和省级科研平台，如国家和省级的企业技术中心、广东省院士工作站和工程技术研究开发中心、国家地方联合工程研究中心（广东）、省级企业技术中心等，还有2个国家标准研制平台。

通过几年的快速发展，邦普已形成“电池循环、载体循环和循环服务”三大产业板块，专业从事数码电池（手机和笔记本电脑等数码电子产品用充电电池）和动力电池（电动汽车用动力电池）回收处理、梯度储能利用；传统报废汽车回收拆解、关键零部件再制造；以及高端电池材料和汽车功能瓶颈材料的工业生产、商业化循环服务解决方案的提供。

2019年，邦普销售锂离子电池正极材料2.32万吨、前驱体5.4万吨。邦普具有年处理废旧电池总量超过150 000吨、年生产镍钴锰氢氧化物100 000吨的产能。总收率超过98.58%，回收处理规模和资源循环产能已跃居亚洲首位。邦普通过独创的逆向产品定位设计技术，在全球废旧电池回收领域率先破解废料还原的行业性难题，并成功开发和掌握了废料与原料对接的定向循环核心技术，一举成为回收行业为数不多的新材料企业。

邦普是国内同时拥有电池回收和汽车回收双料资质的资源综合利用企业。邦普围绕电池和汽车回收产业，邦普作为广东省创新型试点企业和战略性新兴产业骨干培育企业，已全面投入电动汽车全产业链循环服务解决方案的研究，以静脉回收推动动脉制造产业升级，为国家循环经济和低碳经济多做贡献。

1.2.2主要参加单位情况

标准编制单位广东邦普循环科技有限公司在标准的编制过程中，积极查询行业内镍钴酸锂正极材料的行业情况，积极收集国内镍钴酸锂产品的生产和使用企业实测数据，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，带领编制组完成标准的编制工作。

格林美股份有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、清远佳致新材料研究院有限公司、杉杉能源（宁夏）有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、深圳清华大学研究院、江西理工大学、赣州源滙通锂业股份有限公司、江西省锂电产品质量监督检验中心、乳源东阳光磁性材料有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、蜂巢能源科技有限公司、湖南邦普循环科技有限公司等单位均为镍钴酸锂产品的生产、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 |
| 余海军 | 负责标准的工作指导及组织协调，标准关键指标的把控 |
| 明帮来、张学梅 | 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 |
| 魏琼、王培、王玉娇、刘玮、凌仕刚、付海阔、李旭、冯焕村、田勇、胡伟、张军、谢柏华、王茜茜 | 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

2018年9月，广东邦普循环科技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/SC1）提交行业标准《镍钴酸锂》项目建议书。

2018年10月31日在合肥市召开的全有有色金属标准化技术委员会年会上通过专家论证。

2019年5月31日，工业和信息化部印发2019年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知（工信厅科函〔2019〕126号），行业标准《镍钴酸锂》立项成功。

1.3.2起草阶段

2019年10月28日，全国有色金属标准化技术委员会在山东泰安组织召开了有色标准工作会议，来自广东邦普循环科技有限公司、格林美股份有限公司、清远佳致新材料研究有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、江西理工大学、深圳清华大学研究院、赣州源滙通锂业股份有限公司、江西省锂电产品质量监督检验中心、乳源东阳光磁性材料有限公司、湖南杉杉能源科技股份有限公司、蜂巢能源科技有限公司等单位参加了会议，会议对《镍钴酸锂》进行了任务落实。

2019年11月至12月，广东邦普循环科技有限公司接受《镍钴酸锂》任务后，成立了标准编制工作组，由于该标准为首次制订，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，结合目前国内外镍钴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讨论稿。

2020年2月20日，为了确保制定的标准符合市场要求，对清远佳致新材料研究院有限公司、格林美股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、乳源东阳光磁性材料有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、江西江特锂电池材料有限公司/江西理工大学、湖南杉杉能源科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、北京当升材料科技有限公司等12家单位以函件的形式进行了调研。截止2020年5月份，共收到格林美股份有限公司、清远佳致新材料研究有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、乳源东阳光磁性材料有限公司、广东佳纳能源科技有限公司、江西理工大学、杉杉能源（宁夏）有限公司、深圳清华大学研究院、赣州源滙通锂业股份有限公司等10家单位的反馈意见。

2020年5月至9月，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

2020年11月26日，全国有色金属标准化技术委员会在江苏徐州组织召开了有色标准工作会议，来自广东邦普循环科技有限公司、格林美股份有限公司、清远佳致新材料研究有限公司、北京当升材料科技股份有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、天津国安盟固利新材料科技股份有限公司、湖南长远锂科股份有限公司、深圳清华大学研究院、湖南中伟新能源科技有限公司、天齐锂业股份有限公司等单位参加了会议，会议对《镍钴酸锂》进行了讨论。提出以下意见：

1. 1）编制说明1.1“诚邀……”改为“参编单位有……”；
2. 2）编制说明3.2.5后面的说明格式与前面应一致；
3. 3）编制说明3.2.5的pH值修改为10~12.5；
4. 4）编制说明增加主要试验数据章节；
5. 5）标准文本4“要求”改为“技术要求”；
6. 6）标准文本4.4“残余锂含量”改为“残余碱含量”；
7. 7）标准正文5.7需要确定是否有X衍射仪的通用方法可以引用；
8. 8）标准正文6.1.2“需方应……”改为“需方可……”；

9）标准正文7.4在质量证明书中增加“生产日期”。

2020年12月至2021年1月，标准工作组根据徐州讨论会议纪要修改形成讨论稿2。2021年2月对《镍钴酸锂》进行广泛征求意见，共发送单位21家，回函的单位21家，有意见的单位11家。根据征求意见稿的回函情况，编制工作组讨论研究，提出具体修改意见及采纳情况，编写了《标准征求意见稿的征求意见汇总表》。于2021年2月份形成标准送审稿。

1.3.4审查阶段

2021年3月17日，全国有色金属标准化技术委员会在江苏苏州组织召开了有色标准工作会议，对本标准进行了审查。

二、 标准编制原则

1、完全按照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、严格控制了产品的磁性异物含量，保证了产品的使用安全性。

5、对产品首次充放电比容量、充放电效率、循环寿命进行了规定，保证了产品的使用性。

6、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。

三、标准主要内容的确定依据

3.1 范围

本标准规定了镍钴酸锂的术语、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量说明书及合同（或订货单）。

本标准适用于锂离子电池用正极活性物质镍钴酸锂。

3.2 主要技术指标及确定依据

3.2.1 化学成分

表2为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的的主要企业对主含量金属元素的调研情况。由表2可知，镍钴酸锂中主含量金属元素镍、钴、锂的含量高低不同，产品中除主元素镍和钴总含量存在较大差异外，还会引入钠、镁、钙、铁、锌、铜、硅、氯、铬等杂质元素，表3为业对杂质元素的调研情况。

表2 镍钴酸锂主要元素成分

|  |  |
| --- | --- |
| 主元素 | 质量百分比（%） |
| Ni | Co | Li |
| 调研单位 | A | 42.14 | 18.06 | 7.2 |
| B | 54.71 | 5.41 | 7.2 |
| C | 57.8±0.2 | 1.2±0.1 | 7.1±0.3 |
| D | 46.5~49.5 | 10.5~13.5 | 6.9~7.9 |
| 40.5~43.5 | 16.5~19.5 | 6.9~7.9 |
| E | 56.2 | 6.17 | 7.3 |
| 52.83 | 9.15 | 7.3 |
| F | 47.95 | 12.11 | 7.12 |
| 49.12 | 10.92 | 7.14 |
| G | 50~58 | 6~8 | 7.0~7.3 |
| H | 47.1~48.5 | 11.5~12.5 | 6.9~7.5 |
| I | 50~55 | 3~10 | 6.5~7.8 |

表3 镍钴酸锂产品中杂质元素成分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标% | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| Na | 0.008 | 0.0059 | <0.02 | ≤0.04 | 0.015 | 0.0122 | 0.0143 | ≤0.01 | 0.03 | 0.011 |
| Mg | 0.002 | 0.0011 | <0.005 | ≤0.02 | 0.005 | 0.0067 | 0.0043 | ≤0.005 | 0.03 | 0.0093 |
| Ca | 0.001 | 0.0054 | <0.005 | ≤0.02 | 0.003 | 0.0054 | 0.0065 | ≤0.005 | 0.03 | 0.0017 |
| Fe | 0.001 | 0.0011 | <0.002 | ≤0.005 | 0.003 | 0.0006 | 0.0005 | ≤0.005 | 0.03 | 0.0008 |
| Zn | 0.0002 | 0.009 | <0.002 | ≤0.001 | 0.002 | 0.0005 | 0.0003 | ≤0.002 | 0.03 | 0.0001 |
| Cu | 0.0002 | 0 | <0.001 | ≤0.001 | 0.002 | 0.0001 | 0.0001 | ≤0.002 | 0.03 | 0.0001 |
| Si | 0.005 | / | <0.001 | ≤0.15 | / | 0.0043 | 0.0054 | ≤0.010 | / | / |
| Cl | / | / | <0.01 | / | / | 0.0054 | 0.0055 | / | 0.05 | / |
| Cr | 0.0003 | / | / | / | 0.001 | / | / | / | / | / |
| Cd | 0.0001 | / | / | / | 0.001 | / | / | / | / | / |
| SO42- | 0.36 | 0.315 | <0.1 | ≤0.45 | 0.5 | 0.38 | 0.39 | ≤0.150（S) | 0.5 | ＜0.5 |

由表3可知，生产及使用镍钴酸锂的各企业均对钠、镁、钙、铁、锌、铜、硅、硫的含量有要求，但由于目前镁、铝、硅掺杂改性非常常见，不对其进行限定。

综上所述，本标准规定了镍钴酸锂产品的化学成分如表4所示。

表4 镍钴酸锂产品的化学成分

| 化学成分 | 含量，质量分数/% |
| --- | --- |
| 主含量 | Ni+Co | 58.00～60.10 |
| Ni | 40.50～58.00 |
| Co | 1.10～19.50 |
| Li | 6.50~7.90 |
| 杂质含量 | Na | ≤0.0300 |
| Ca | ≤0.0300 |
| Fe | ≤0.0050 |
| Zn | ≤0.0020 |
| Cu | ≤0.0020 |
| S | ≤0.1700 |

3.2.2水分含量

镍钴酸锂合成工艺与镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂相识，均采用前驱体与锂盐高温烧结，其水分含量接近。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，结合调研结果，本文件规定产品中的水分含量应不大于0.05 %。

3.2.3 磁性异物

表5为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的主要企业对磁性异物的指标。表5显示，目前镍钴酸锂产品中的磁性异物指标在50 ppb之下，只有两家单位的含量高于100 ppb。电池安全问题一直是行业关注的核心，磁性异物的存在给锂电池的安全性能带来了很大的隐患，目前锂电池正极材料对磁性异物的要求非常高。铁、镍、锌、铬杂质是磁性异物的主要成分，因为锂离子电池正极材料中的磁性异物在充电过程中会溶解，然后在负极上还原成单质铁、锌、铬晶核，晶核具有一定的磁性，且生长很快，所以很容易在负极形成铁、锌铬的枝晶。枝晶硬度很大，很容易刺破隔膜，造成电池内部短路，导致电池自放电、甚至起火、爆炸。所以，在生产过程中必须严格把控锂离子电池正极材料中磁性异物的总含量。最大可能的去除磁性异物，已成为各锂离子电池正极材料生产厂家的主要发展方向，磁性异物含量的高低是衡量锂离子电池正极材料品质高低的重要指标。根据客户需要和调研结果，本文件规定镍钴酸锂中磁性异物含量应不大于0.000 005 0%。

表5 镍钴酸锂产品磁性异物指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 磁性异物（ppb） | 10 | 8 | <100 | ≤30 | 50 | 26 | ≤50 | ≤50 | ≤150 |

3.2.4残余锂含量

镍钴酸锂是高镍产品，在烧制过程中通常采用氢氧化锂作为锂源。烧制后锂源会以氢氧化锂和碳酸锂等形式存在于正极材料表面，与镍钴酸锂中的锂不能溶于水不同，这些表面锂能溶于水中，行业内一般称为残余锂或者游离锂。残余锂对材料的性能和电池制备工艺有着重要的影响。材料中残余锂含量高时，制浆时粘度大，将影响材料的加工性能；与此同时，残余锂含量过高的材料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，因此需控制材料的残余锂含量的上限。调研反馈的残余锂含量数据较少，本文件规定镍钴酸锂中残余锂含量应不大于0.20%。

表6 残余锂含量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C |
| *w*（游离Li） | / | <0.20 | <0.15 |
| *w*（Li2CO3） | 0.176 |  | / |
| *w*（LiOH） | 0.226 |  | / |

3.2.5 pH值

pH值反映的是碱量的大小。残存碱量越多；严重时导致电池浆料黏度大、电池存储性能变差。因此，结合表7行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的的主要企业对pH值要求，本标准规定产品的pH值应在10.0~12.5范围内。

表7 镍钴酸锂产品pH值指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| pH值 | 10.5 | 11.77 | ＜12.5 | ＜12 | 11.2 | 11.75 | 11.2~12 | 8~9 | 11~12 |

3.2.6外观质量

镍钴酸锂产品的主要元素是Ni、Co、Li，随着主含量的配比不同颜色存在轻微差异。表8为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的主要企业对产品外观的要求。表8显示，目前镍钴酸锂产品的颜色为黑色或者棕褐色。因此，产品外观应为黑色粉末，颜色均一，无结块，无夹杂物。

表8 镍钴酸锂产品外观质量指标

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | E | G | H | I |
| 外观颜色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 黑色 | 棕褐色 | 黑色 |

3.2.7晶体结构

产品的的晶体结构应符合JCPDS标准（50-0509）。

3.2.8振实密度

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少，这样体积容量就很低。表9为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的的主要企业对振实密度的要求。所以本标准设定最小的振实密度应不小于2.0 g/cm3。

表9 镍钴酸锂产品振实密度指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 振实密度（g/cm3） | 2.6 | 2.61 | ＞2.50 | ≥2 | 2.1 | 2.45 | ≥1.8 | 2.5 | 2.5~3.5 |

3.2.9粒度分布

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正极材料的加工性能。结合表10行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的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，特征值要求范围如下：D10应不小于1.0 μm；D50应在4.0 μm~18.0 μm范围内；D90应不大于30.0 μm。

表10 镍钴酸锂产品粒度分布指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| D10（μm） | 10.072 | 6.8 | 8.0±2.0 | 3~6 | 12.751 | 10.557 | 6.584 | ≥1.0 | ≥2 | 4.62 |
| D50（μm） | 13.937 | 12.8 | 10.0±2.0 | 7~10 | 17.296 | 13.864 | 11.651 | 4~12 | 6~10 | 12.13 |
| D90（μm） | 17.3 | 22.5 | 12.0±2.0 | 12~16 | 23.392 | 18.845 | 20.542 | ≤30 | ≤20 | 19.45 |

3.2.10比表面积

正极比表面积大时，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。正极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11为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的的主要企业对比表面积要求的调研情况。因此，本标准需对比表面积做出规定。产品的比表面积应不大于1.00 m2/g。

表11 镍钴酸锂产品比表面积指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | E | F | F | G | I |
| 比表面积（m2/g） | 0.35 | 0.37 | 0.3~0.8 | 0.2~0.8 | 0.53 | 0.65 | 0.256 | 0.263 | 0.4~1.0 | 0.3~0.5 |

3.2.11首次放电比容量

首次放电过程极为重要，因为两处平台基本上奠定了后续循环的基础，包括后续产生的结构不稳定性等，均由首次放电过程产生。表12为行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的主要企业对首次放电比容量要求，因此，本标准规定首次放电比容量应不小于180 mAh/g。

表12 镍钴酸锂产品首次放电比容量指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | D | E | E | F | F | G | H | I |
| 首次充放电比容量（mAh/g） | 181 | 240/218 | 220 | 180 | 170 | 205 | 205 | 183 | 186 | 215 | 195 | 200 |

3.2.12首次充放电效率

首次充放电效率是决定正极材料电化学活性的重要指标，结合表13行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的主要企业对首次充放电效率要求，规定产品的首次充放电效率应不小于85%。

表13 镍钴酸锂产品首次充放电效率指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 首次充放电效率（%） | 86.70 | 90.8 | 88 | 80 | 89 | 85.4 | 86 | 95.1 | 86 |

3.2.13循环寿命

循环寿命决定了正极材料的使用稳定性，是极其重要的一项指标，因此本标准结合表14行业内镍钴酸锂的研究、生产和使用的主要企业对首次充放电效率要求，规定产品在放电容量达到第一次循环放电容量的80%时，循环的次数应不低于500次。

表14 镍钴酸锂产品循环寿命指标

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位 | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
| 循环寿命（次） | 600 | 50th 保持率94/5% | 1000 | 300 | 1000 | 600 | 500 | 1200 | 500 |

3.2.14其他要求

需方如对镍钴酸锂有特殊要求，可由供需双方协商确定。

3.2.15 产品实测数据

表15 镍钴酸锂产品实测数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 指标 | 产品A | 产品B | 产品C | 产品D |
| Ni+Co/% | 59.75 | 58.95 | 59.13 | 59.72 |
| Ni/% | 48.01 | 50.48 | 52.04 | 47.83 |
| Co/% | 11.63 | 8.59 | 6.90 | 12.00 |
| Li/% | 7.12 | 7.07 | 7.32 | 6.97 |
| Na/% | 0.0210 | 0.0178 | 0.0189 | 0.0251 |
| Ca/% | 0.0078 | 0.0057 | 0.0046 | 0.0095 |
| Fe/% | 0.0012 | 0.0016 | 0.0021 | 0.0013 |
| Zn/% | 0.0001 | 0.0005 | 0.0004 | 0.0002 |
| Cu/% | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0002 |
| S/% | 0.1223 | 0.1540 | 0.1352 | 0.1144 |
| 水分/% | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.02 |
| 磁性异物/ppb | 36 | 47 | 30 | 42 |
| 残余碱/% | 0.18 | 0.19 | 0.16 | 0.14 |
| pH | 11.97 | 11.53 | 11.06 | 11.75 |
| 外观 | 黑色粉末 | 黑色粉末 | 黑色粉末 | 黑色粉末 |
| 振实密度g/cm3 | 2.22 | 2.48 | 2.43 | 2.20 |
| D50/μm | 5.80 | 9.35 | 8.53 | 4.14 |
| 比表面积m2/g | 0.67 | 0.44 | 0.50 | 0.72 |
| 首次放电比容量mAh/g | 198 | 204 | 207 | 196 |
| 首次充放电效率/% | 85 | 85 | 86 | 85 |
| 循环寿命 | 500 | 500 | 500 | 500 |

3.3 试验方法

产品中镍、钴合量的测定按YS/T 1006.1的规定进行。

产品中镍含量的测定按YS/T 1263.1的规定进行。

产品中钴含量的测定按YS/T 1263.2的规定进行。

产品中锂含量的测定按YS/T 1263.3的规定进行。

产品中钠、钙、铁、锌、铜含量的测定按YS/T 1263.4的规定进行。

产品中硫含量的测定按供需双方协商认可的方法进行。

产品水分含量的测定按GB/T 6283的规定进行。

产品磁性异物含量的测定按GB/T 24533—2019中附录K的规定进行。

产品残余锂含量的测定按供需双方协商认可的方法进行。

产品pH值的测定按GB/T 1717的规定进行。

产品外观质量通过目视检查。

产品的晶体结构用X射线衍射仪检测。

产品振实密度的测定按GB/T 5162的规定进行。

产品粒度分布的测定按GB/T 19077的规定进行。

产品比表面积的测定按GB/T 13390的规定进行。

产品首次放电比容量的测定按GB/T 37201的规定进行。其中充放电电压范围由供需双方协商。

产品首次充放电效率的测定按GB/T 37201的规定进行。其中充放电电压范围由供需双方协商。

产品循环寿命的测定按GB/T 37207的规定进行。其中充放电电压范围由供需双方协商。

3.4检验规则

3.4.1检查与验收

产品应由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。

需方可对收到的产品按照本文件及订货单的规定进行检验。如检验结果与本文件及订货单的规定不符时，应在收到产品之日起3个月内向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，仲裁取样在需方，由供需双方共同进行。

3.4.2组批

产品应成批提交验收，每批应由同一生产周期、同一化学成分的产品混合组成，每批重量不超过5 t。需方有特殊要求时，由供需双方协商确定。

3.4.3检验项目及取样

3.4.3.1检验分类

本文件规定的产品检验分为：

1. 逐批检验；
2. 周期检验。

3.4.3.2逐批检验

每批产品应进行逐批检验。

3.4.3.3周期检验

周期检验在正常生产情况下，每1个月应进行1次。当原材料或生产工艺发生重大变化时或长期停产后恢复生产时应进行周期检验。

3.4.3.4每批产品的检验项目及取样数量

逐批检验和周期检验的项目及取样数量见表16。

表16 检验项目及取样数量

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 4.1 | 5.1 | 逐批检验 |
| 水分含量 | 每批1份 | 4.2 | 5.2 | 逐批检验 |
| 磁性异物 | 每批1份 | 4.3 | 5.3 | 逐批检验 |
| 残余锂含量 | 每批1份 | 4.4 | 5.4 | 逐批检验 |
| pH值 | 每批1份 | 4.5 | 5.5 | 逐批检验 |
| 外观质量 | 逐桶（袋） | 4.6 | 5.6 | 逐批检验 |
| 晶体结构 | 每批1份 | 4.7 | 5.7 | 周期检验 |
| 振实密度 | 每批1份 | 4.8 | 5.8 | 逐批检验 |
| 粒度分布 | 每批1份 | 4.9 | 5.9 | 逐批检验 |
| 比表面积 | 每批1份 | 4.10 | 5.10 | 逐批检验 |
| 首次放电比容量 | 每批1份 | 4.11 | 5.11 | 周期检验 |
| 首次充放电效率 | 每批1份 | 4.12 | 5.12 | 周期检验 |
| 循环寿命 | 每批1份 | 4.13 | 5.13 | 周期检验 |

产品的取样方法按GB/T 5314的规定进行。每批取样总量不得少于5 kg。

3.4.4检验结果的判定

检验结果的数值按GB/T 8170的规定进行修约，并采用修约值比较法判定。

产品的化学成分、水分含量、磁性异物、残余锂含量、pH值、晶体结构、振实密度、粒度分布和比表面积的检验中有一项不合格，判该批产品不合格。

外观质量检验不合格，判该桶（袋）产品不合格。

按GB/T 37201规定的方法制成6支试验电池，任取其中3支电池做首次放电比容量和首次充放电效率的检验，若有2支电池性能都达不到本文件要求，允许另取3支电池做重复试验，若仍有2支电池性能都达不到本文件要求，判该批产品不合格。

按GB/T 37207规定的方法制成6支试验电池，任取其中3支电池做循环寿命的检验，若有2支电池性能都达不到本文件要求，允许另取3支电池做重复试验，若仍有2支电池性能都达不到本文件要求，判该批产品不合格。

3.5标志、包装、运输、贮存和随行文件

3.5.1标志

产品外包装宜附有产品名称、批号、净重、供方名称、厂址，并有“防雨”等标志。

3.5.2包装

产品采用内衬铝塑袋包装，密封后装入外包装桶中，每桶净重25 kg。需方对包装有特殊要求时，由供需双方协商确定。

3.5.3运输、贮存

产品在运输过程中应避免损坏包装。

产品在贮存过程中应避免受潮和受腐蚀。产品自生产之日起，保质期为1年。

3.5.4随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

1. 产品质量保证书：
	* 产品的主要性能及技术参数；
	* 产品特点（包括制造工艺及原材料的特点）；
	* 对产品质量所负的责任；
	* 产品获得的质量认证及带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。
2. 产品合格证：
* 检验项目及其结果或检验结论；
* 批量或批号；
* 生产日期；
* 检验日期；
* 检验员签名或盖章。
1. 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告；
2. 产品使用说明：正确搬运、使用、贮存方法等；
3. 其他。

3.6订货单内容

需方可根据自身的需要，在订购本文件所列产品的订货单内，列出如下内容：

1. 产品名称；
2. 牌号；
3. 化学成分（特殊要求）；
4. 净重和件数；
5. 本文件编号；
6. 其他。

四、标准中涉及专利的情况

经查，本标准不涉及国内外专利。

五、预期达到的社会效益等情况

镍钴酸锂是一种高镍型锂离子电池正极材料，与钴酸锂、镍酸锂、镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂一样，均为α-NaFeO2型层状结构，属于R-3m空间群，Li+占据3a位，Ni3+与Co3+随机占据3b位，O2-占据6c位，其中6c位上的O2-为立方紧密堆积，3a位上的Li+和3b位上的Ni3+/Co3+分别占据八面体空隙位。Co3+在充放电过程中不存在Jahn-Teller效应，稳定了正极材料的层状结构。镍钴酸锂理论容量为275 mAh/g。镍钴酸锂具有工艺简单、低成本、高能量密度、比容量高等优点。镍钴酸锂虽然具有更高的理论容量，但相对的，材料的循环稳定性不够理想。若能改善这个问题，镍钴酸锂将是未来非常理想的正极材料，掺杂改性是目前研究较多的方法。目前研究非常热门的高镍型镍钴锰酸锂、镍钴铝酸锂本质相当于将金属元素Mn、Al等掺杂镍钴酸锂中，但这些掺杂进去的元素在循环过程中均不具有电化学活性，只起到单纯的结构稳定作用，在一定程度上提高了材料的循环稳定性，但不可避免的降低了材料的理论容量。

镍钴酸锂产品的原料来源广（中国镍资源丰富）、合成容易，且具备超高容量、高安全性、高循环寿命，并可通过引入掺杂元素，提高晶体结构的稳定性，改善循环稳定性能；产品碱度控制低，浆料稳定，加工性能好等优点。镍钴酸锂于21世纪初开始研究。因为镍钴酸锂生产工艺技术成熟、性能稳定，国内外均有不少企业进行镍钴酸锂的生产和销售，并应用于电池生产。如2003年，南都瑞宝能源科技（上海）有限公司公开了锂离子电池用正极材料镍钴酸锂及其制备方法，该方法可有效降低成本，且制得的镍钴酸锂具有易合成、性能稳定、高比容量等优点。2005年清华大学公开锂离子电池用高密度镍钴酸锂正极材料及其制备方法，该方法工艺简单、低成本，适用于工业化生产。随着全球对镍钴酸锂材料的研发技术日益完善，台湾铁研科技股份有限公司于2006 年最为全球第一家开始了量产镍钴酸锂，国内的生产企业有中信国安盟固利电源技术有限公司。

本标准的制定符合国家政策导向。镍钴酸锂是国家发改委《产业结构调整目录》、《有色金属工业发展规划（2016－2020年）》（工信部规〔2016〕316号）、《轻工业发展规划（2016－2020年）》（工信部规〔2016〕241 号）等政策文件鼓励的锂离子电池正极材料。

产品标准的制定和实施能够有效促进产品的产业化生产，确保产品的质量，避免供应商和客户应产品质量产生纠纷，促进锂离子电池行业绿色、健康发展。本标准的制定，规范了镍钴酸锂的产品指标，对于提升镍钴酸锂的产品质量具有重要作用。同时，有能有效促进新一代锂离子电池正极材料的研究开发，完善了锂离子电池正极材料标准体系。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

6.1 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。

6.2 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。

6.3 与现有标准及制定中标准协调配套的情况

经查，标准与现有标准及制定中的标准无重复交叉情况。

七、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。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

九、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议作为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

由于本标准反映了镍钴酸锂行业的需求，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。

**《镍钴酸锂》标准编制组**

**二〇二一年三月**