

ICS 29.050
UNSPSC 11.10.15
CCS Q 52



团 体 标 准

T/UNP 521—2025

钠离子电池用硬碳

Hard carbon for sodium-ion batteries

2025 - 02 - 26 发布

2025 - 02 - 26 实施

中国联合国采购促进会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	1
4.1 外观	1
4.2 微量元素	1
4.3 磁性物质	2
4.4 理化指标	2
4.5 电化学性能	2
5 试验方法	2
5.1 外观	2
5.2 微量元素	3
5.3 磁性物质	3
5.4 理化性能	3
5.5 电化学性能	3
6 检验规则	3
6.1 组批	3
6.2 取样	3
6.3 出厂检验	3
6.4 型式检验	4
6.5 判定规则	4
7 标志、标签、包装、运输和贮存	4
7.1 标志	4
7.2 标签	4
7.3 包装	4
7.4 运输	4
7.5 贮存	4
附录 A（规范性） 首次充放电比容量和首次库伦效率的测试方法	5
A.1 方法与提要	5
A.2 试剂及材料	5
A.3 仪器设备	5
A.4 测试步骤	5
A.5 结果计算	6
参考文献	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由武汉天钠科技有限公司提出。

本文件由中国联合国采购促进会归口。

本文件起草单位：武汉天钠科技有限公司、合肥天钠材料有限公司、武汉仪方达科技有限公司、深圳天钠科技有限公司、武汉向成科技有限公司、乐普钠电（上海）技术有限公司。

本文件主要起草人：刘义、曹美莲、吴琦辰、张云阳、黄必成。

引 言

为助力中国企业参与国际贸易,推动企业高质量发展,中国联合国采购促进会依托联合国采购体系,制定服务于国际贸易的系列标准,这些标准在国际贸易过程中发挥了越来越重要的作用,对促进贸易效率提升,减少交易成本和不确定性,确保产品质量与安全,增强消费者信心具有重要的意义。

联合国标准产品与服务分类代码(UNSPSC, United Nations Standard Products and Services Code)是联合国制定的标准,用于高效、准确地对产品和服务进行分类。在全球国际化采购中发挥着至关重要的作用,它为采购商和供应商提供了一个共同的语言和平台,促进了全球贸易的高效、有序发展。

围绕UNSPSC进行相关产品、技术和服务团体标准的制定,对助力企业融入国际采购,提升国际竞争力具有十分重要的作用和意义。

本文件采用UNSPSC分类代码由6位组成,对应原分类中的大类、中类和小类并用小数点分割。

本文件UNSPSC代码为“11.10.15”,由3段组成。其中:第1段为大类,“11”表示“材料”,第2段为中类,“10”表示“非金属矿产”,第3段为小类,“15”表示“活性炭”。

钠离子电池用硬碳

1 范围

本文件规定了钠离子电池用硬碳的技术要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输和贮存。

本文件适用于钠离子电池用硬碳的生产与检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1427 炭素材料取样方法
- GB/T 3521 石墨化学分析方法
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 8719 炭素材料及其制品的包装、标志、储存、运输和质量证明书的一般规定
- 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
- GB/T 21354 粉末产品 振实密度测定通用方法
- GB/T 24533 锂离子电池石墨类负极材料
- JJG 044 动力电池测试系统
- DB32/T 4027 石墨烯粉体电导率测定 动态四探针法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硬碳 hard carbon

在2500 °C以上的高温下难以石墨化且晶面间距 ≥ 0.368 nm的无定形碳。

[来源：GB/T 43114—2023, 3.1]

4 技术要求

4.1 外观

应为黑色粉末，无金属光泽且无肉眼可见的杂质。

4.2 微量元素

硬碳的微量元素含量应符合表1的规定。

表1 微量元素含量

项目	含量
铁 (Fe) / (mg/kg)	≤ 100
钙 (Ca) / (mg/kg)	≤ 200
镁 (Mg) / (mg/kg)	≤ 10
硅 (Si) / (mg/kg)	≤ 20
钾 (K) / (mg/kg)	≤ 50
钴 (Co) / (mg/kg)	≤ 10
铜 (Cu) / (mg/kg)	≤ 10
镍 (Ni) / (mg/kg)	≤ 10

表1 微量元素含量(续)

项目	含量
钠(Na) / (mg/kg)	≤5
铬(Cr) / (mg/kg)	≤5
铝(Al) / (mg/kg)	≤5
钼(Mo) / (mg/kg)	≤5
镉(Cd) / (mg/kg)	≤5
锌(Zn) / (mg/kg)	≤5

4.3 磁性物质

硬碳中通过吸铁磁吸取的磁性物质(铁、铬、镍、锌、铜、钴)的总量应 $<3\text{mg/kg}$ 。

4.4 理化指标

4.4.1 粒度分布

硬碳的粒度分布应符合以下要求:

- D_{10} 的粒度范围在 $2\ \mu\text{m}\sim 4\ \mu\text{m}$ 之间;
- D_{50} 的粒度范围在 $4\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 之间;
- D_{90} 的粒度范围在 $15\ \mu\text{m}\sim 45\ \mu\text{m}$ 之间;
- D_{100} 的粒度范围在 $45\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$ 之间。

4.4.2 比表面积

硬碳粉末的比表面积应 $\leq 8\text{m}^2/\text{g}$ 。

4.4.3 水分

硬碳的水分含量应 $\leq 0.5\%$ 。

4.4.4 灰分

硬碳的灰分应 $\leq 0.5\%$ 。

4.4.5 pH值

硬碳的pH值应为 $6\sim 10$ 。

4.4.6 振实密度

硬碳的振实密度应 $\geq 0.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4.5 电化学性能

4.5.1 电导率

硬碳粉末的电导率应 $\geq 10^{-3}\text{S}/\text{cm}$ 。

4.5.2 首次放电比容量

硬碳的首次放电比容量应 $\geq 290\text{mAh}/\text{g}$ 。

4.5.3 首次充电比容量

硬碳的首次充电比容量应为 $250\text{mAh}/\text{g}\sim 330\text{mAh}/\text{g}$ 。

4.5.4 首次库伦效率

硬碳的首次库伦效率应 $\geq 86\%$ 。

5 试验方法

5.1 外观

在自然充足光线下，以目视、手感的方法检查。

5.2 微量元素

按GB/T 24533—2019中附录H的规定进行测试。

5.3 磁性物质

按GB/T 24533—2019中附录K的规定进行测试。

5.4 理化性能

5.4.1 粒度分布

按GB/T 19077的规定进行测试。

5.4.2 比表面积

按GB/T 19587的规定进行测试。

5.4.3 水分

按GB/T 24533—2019中附录B的规定进行测试。

5.4.4 灰分

按GB/T 3521—2023中4.3规定进行测试。

5.4.5 pH值

按GB/T 24533—2019中附录C的规定进行测试。

5.4.6 振实密度

按GB/T 21354的规定进行测试。

5.5 电化学性能

5.5.1 电导率

按DB32/T 4027的方法进行测试。

5.5.2 首次放电比容量

按附录A的规定进行测试。

5.5.3 首次充电比容量

按附录A的规定进行测试。

5.5.4 首次库伦效率

按附录A的规定进行测试。

6 检验规则

6.1 组批

同一批原料、同一生产班次生产包装完好的同一规格产品为一组批。

6.2 取样

产品取样按GB/T 1427的规定进行，且样品应密闭保存。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验项目包括4.1、4.4规定的全部内容。

6.3.2 每批产品出厂前应按本文件规定的出厂检验项目逐项检验，检验合格并由质检人员签发合格证

后方可出厂。

6.4 型式检验

- 6.4.1 型式检验项目包括第4章规定的全部内容。
- 6.4.2 正常生产时，型式检验每年进行一次，发生下列情况之一的亦应进行：
 - a) 产品试制定型鉴定；
 - b) 原材料的批号、型号、供货厂家等有变更；
 - c) 由于改进设计，改变工艺或材料可能影响产品性能；
 - d) 停产1年以上后又恢复生产的产品；
 - e) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异；
 - f) 质量监督机构提出型式试验要求。

6.5 判定规则

所检项目检验结果符合本文件规定时，判该批产品为合格品。有一项检验结果不符合本文件要求时，在原批次产品中加倍抽样复检一次，复检期限为1个月，并由具有资质的第三方检验机构复检，判定以复检结果为准。

7 标志、标签、包装、运输和贮存

7.1 标志

- 7.1.1 标志的内容应醒目、易辨认且不易褪色。
- 7.1.2 标志应至少包括以下内容：
 - a) 产品名称；
 - b) 型号及规格；
 - c) 所执行标准的编号；
 - d) 净重；
 - e) 生产厂名；
 - f) 制造日期、生产批号或出厂日期、编号；
 - g) 警示说明。

7.2 标签

- 7.2.1 标签内容应清晰、准确，与产品实际情况相符。
- 7.2.2 标签应至少包含以下内容：
 - a) 产品成分或主要原材料；
 - b) 适用范围；
 - c) 储存条件；
 - d) 保质期。

7.3 包装

- 7.3.1 产品的包装应符合 GB/T 8719 的规定，且净重由供需双方协商。
- 7.3.2 产品包装应在环境温度 15℃~35℃、相对湿度≤40%的条件下进行，并将产品装入防水包装袋宜用 PE 密封袋、铝塑密封袋。特殊的包装要求应由供需双方商定。
- 7.3.3 产品包装应附有产品检验报告。

7.4 运输

运输过程中应防止包装破损和泄漏，避免硬碰受到剧烈冲击和震动。

7.5 贮存

应贮存在干燥、通风、阴凉、无阳光直射、无腐蚀性气体和易燃易爆物品的仓库内。产品堆放应整齐。

附录 A

(规范性)

首次充放电比容量和首次库伦效率的测试方法

A.1 方法与提要

A.1.1 首次库伦效率以金属钠为电极，在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下，按电池充放电测试仪器操作规程进行测试，测试出的半电池充电比容量（脱钠）除以放电比容量（嵌钠）得到库伦效率。

A.1.2 首次放电比容量（嵌钠）以金属钠为电极，在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下，按电池充放电测试仪器操作规程测试出的半电池放电比容量（嵌钠）。

A.1.3 首次充电比容量（脱钠）以金属钠为电极，在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下，按电池充放电测试仪器操作规程测试出的半电池充电比容量（脱钠）。

A.2 试剂及材料

硬碳电化学性能测试的试剂、材料及要求包括：

- 水：符合 GB/T 6682—2008 中三级水的要求；
- 导电剂：乙炔炭黑；
- 粘结剂：丁苯橡胶、羧甲基纤维素；
- 金属钠片：直径宜为 8 mm~16 mm，厚度宜为 0.6 mm~1.2 mm；
- 硬碳集流体：可选用铜箔或铝箔；
- 钠集流体：镍网厚度宜为 0.15 mm~0.25 mm，直径宜为 10 mm~18 mm；
- 电池壳：可选用 CR2016/CR2430 或 CR2032 电池壳体，包括正极壳和负极壳；
- 隔膜：玻璃纤维隔膜，厚度宜为 2 μm ~150 μm ，直径宜为 18 mm~24 mm；
- 电解液：六氟磷酸钠溶于有机溶剂（碳酸乙烯酯和碳酸二甲酯体积比为 1:1）中形成浓度为 1 mol/L 的溶液。

A.3 仪器设备

硬碳电化学性能测试的仪器设备及要求包括：

- 真空烘箱：真空度 $< 100\text{ Pa}$ ，温度控制为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，设备温度设定为具体数值时，温度最大波动度为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，温度指示误差为 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，温度均匀度为 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 惰性气氛（氩气）手套箱：箱体总泄漏量（体积分数）应不大于 $5\times 10^{-4}\text{ h}^{-1}$ ；
- 电池测试系统：符合 JJG 044 的规定；
- 电子天平：感量 0.00001 g；
- 搅拌机：搅拌速度应为 2000 r/min；
- 涂布器：刮刀高度应为 100 μm ~400 μm 。

A.4 测试步骤

A.4.1 测试准备

硬碳电化学性能测试应按以下步骤进行准备：

- 将待测样品放入真空烘箱中，在 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度和 -0.1 MPa 的条件下干燥 1 h 后，取出放在干燥器中备用；
- 按规定的质量比，分别称取待测样品、导电剂、羧甲基纤维素及丁苯橡胶，并在固体状态下搅混，按质量比 1:1~1:2 的比例称取蒸馏水，调节浆料黏度；
- 将混匀的糊状硬碳均匀地涂在铜箔上，涂覆完成后，将铜箔放入真空烘箱中，并在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下烘干；
- 将极片切割成直径约为 12 mm 的待测极片，并用压片机将极片压到规定厚度；
- 将压好的极片放入真空烘箱中，在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下真空干燥至少 12 h；

- f) 取出极片和铜箔圆片，待其干燥冷却后，准确称重至 0.1 mg；
- g) 将称重后的极片继续放入真空烘箱中，在 80 °C 下烘干 1 h 取出；
- h) 将待测极片放入 ZKX 型真空手套箱。

A. 4. 2 电池装配

硬碳电化学性能测试应按以下步骤进行电池装配：

- a) 将待测极片在 ZKX 型真空手套箱内放置 1 h 后取出，并开始装配；
- b) 在电池外壳内依次放入电解液、金属钠片、隔膜、待测极片后，盖上另一个外壳；
- c) 将装配完毕的电池慢慢移至相应位置，用 CR2430 型电池封口机封口；
- d) 取出电池放置 20 min~30 min 后，用电池测试系统测试。

A. 4. 3 电池测试

硬碳电化学性能测试应按以下步骤进行电池测试：

- a) 根据电池测试仪的操作规程，将电池牢固安装在测试位置上；
 - b) 在电池放置后，记录电池编号和通道编号；
 - c) 在测试过程中，保持环境温度为 25 °C 的恒温状态；
 - d) 通过电池测试系统对电池开展恒流放电操作，以 0.1 C 的倍率放电，依据极片的活性物质质量来设定电流数值，当恒流放电致使电池电压降至 0 mV 后，继续放电 4 h，随后静置，接着进行恒流充电，充电电流值设定为 0.1 C，充电终止电压为 2.5 V；
- 注：一次放电与充电的过程构成一个循环，可根据实际需求设定循环的次数。
- e) 保存系统测试结果，并记录首次放电容量、首次充电容量。

A. 5 结果计算

试样的首次充电比容量、首次放电比容量、首次库仑效率分别按公式 (A. 1)、公式 (A. 2)、公式 (A. 3) 计算。

$$Q_1(cha) = \frac{C_1(cha)}{m} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中：

- $Q_1(cha)$ ——首次充电比容量，单位为毫安小时每克 (mAh/g)；
- $C_1(cha)$ ——首次充电容量，单位为安时 (Ah)；
- m ——负极材料质量，单位为毫克 (mg)。

$$Q_1(dis) = \frac{C_1(dis)}{m} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

- m ——负极材料质量，单位为毫克 (mg)；
- $Q_1(dis)$ ——首次放电比容量，单位为毫安小时每克 (mAh/g)；
- $C_1(dis)$ ——首次放电容量，单位为安时 (Ah)。

$$E_1 = \frac{Q_1(dis)}{Q_1(cha)} \times 100\% \dots\dots\dots (A. 3)$$

式中：

- $Q_1(cha)$ ——首次充电比容量，单位为毫安小时每克 (mAh/g)；
- $Q_1(dis)$ ——首次放电比容量，单位为毫安小时每克 (mAh/g)；
- E_1 ——首次库仑效率，单位为百分数 (%)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30836—2014 锂离子电池用钛酸锂及其炭复合负极材料
[2] GB/T 43114—2023 硬炭
-

全国团体标准信息平台