

# CPCIF

## 中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF 00XX—XXXX

### 钴镍冶炼副产硫酸钠

Sodium sulfate by-producted cobalt-nickel smelting

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

## 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。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：格林美股份有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等。

本文件主要起草人：

征求意见稿

# 钴镍冶炼副产硫酸钠

## 1 范围

本文件规定了钴镍冶炼副产硫酸钠要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、贮存。

本文件适用于钴镍湿法冶炼过程中通过“汽提+反渗透+MVR”工艺所生产的副产硫酸钠。

注：该产品主要用于普通玻璃、染料、造纸工业及无机盐等领域工业原料。

## 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 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 3050—2000 无机化工产品 氯化物含量测定通用方法 电位滴定法

GB/T 6678 化工产品采样总则

GB/T 6682—2008 分析实验室用水规格和试验方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 23769—2009 无机化工产品 水溶液中 pH 值测定通用方法

GB/T 23774-2009 无机化工产品白度测定的通用方法

HG/T 3696.1 无机化工产品 化学分析用标准溶液、制剂及制品的制备 第1部分：标准滴定溶液的制备

HG/T 3696.2 无机化工产品 化学分析用标准溶液、制剂及制品的制备 第2部分：杂质标准溶液的制备

HG/T 3696.3 无机化工产品 化学分析用标准溶液、制剂及制品的制备 第3部分：制剂及制品的制备

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 分子式和相对分子量

分子式： $\text{Na}_2\text{SO}_4$

相对分子质量：142.04（按2022年国际相对原子质量）。

## 5 要求

### 5.1 外观：白色结晶颗粒。

5.2 硫酸钠应符合表 1 的规定。

表 1 技术要求

项目	指标
硫酸钠 (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) ≥	99.95
水不溶物 w/% ≤	0.005
钙 (Ca) w/% ≤	0.001
镁 (Mg) w/% ≤	0.0005
铁 (Fe) w/% ≤	0.0002
铅 (Pb) w/% ≤	0.0020
钴 (Co) w/% ≤	0.0001
锰 (Mn) w/% ≤	0.0001
锌 (Zn) w/% ≤	0.0001
铜 (Cu) w/% ≤	0.0001
镉 (Cd) w/% ≤	0.0001
水分 w/% ≤	0.02
白度 (R457) /% ≥	88
氯化物 (以 Cl 计) w/% ≤	0.005
pH (50g/L 水溶液, 25℃)	6~9.5

6 试验方法

警告：本试验方法中使用的部分试剂具有毒性或腐蚀性，操作时须小心谨慎!必要时，需在通风橱中进行。如溅到皮肤或眼睛上应立即用水冲洗，严重者应立即就医。

6.1 一般规定

本文件所用的试剂和水，在没有注明其他要求时，均指分析纯试剂和GB/T 6682—2008表1中规定的三级水。试验中所用的标准滴定溶液、杂质标准溶液、制剂和制品，在没有注明其他规定时，均按HG/T 3696.1、HG/T 3696.2、HG/T 3696.3的规定制备。

6.2 外观检验

在自然光下，于白色衬底的表面皿或白瓷板上用目视法判定外观。

6.3 硫酸钠含量的测定

6.3.1 方法提要

从 100 中减去水不溶物、钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉、水分、氯化物以及酸度或碱度的质量分数，即得硫酸钠含量。

### 6.3.2 结果计算

硫酸钠含量以硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 的质量分数  $w_1$  计, 按下列公式 (1) 计算:

$$w_1 = 100 \% - (w_2 + w_i + w_3 + w_4 + w_5) \cdots \cdots (1)$$

式中:

$w_2$ ——按 6.4 条测得的水不溶物质量分数的准确数值;

$w_i$ ——按 6.5 条测得的钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉各质量分数之和的准确数值;

$w_3$ ——按 6.6 条测得的水分质量分数的准确数值;

$w_4$ ——按 6.8 条测得的氯化物 (以 Cl 计) 质量分数的准确数值;

$w_5$ ——按 6.10 条测得的酸度 (以  $\text{H}_2\text{SO}_4$  计) 或碱度 (以  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  计) 质量分数的准确数值。

### 6.4 水不溶物含量的测定

#### 6.4.1 试剂

氯化钡 ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 溶液: 122 g/L

#### 6.4.2 仪器

6.4.2.1 玻璃砂坩埚: 滤板孔径  $5 \mu\text{m} \sim 15 \mu\text{m}$ 。

6.4.2.2 电热恒温干燥箱: 温度能控制在  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 。

#### 6.4.3 分析步骤

称取约 20 g 试样, 精确至 0.01 g, 置于 250 mL 烧杯中, 加 100 mL 水, 加热溶解。使用清洁、干燥的抽滤瓶, 用已于  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  烘干至质量恒定的玻璃砂坩埚过滤。用水洗涤至无硫酸根离子为止, 用氯化钡溶液检验。将玻璃砂坩埚置于电热恒温干燥箱中。于  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  下烘干至质量恒定。

#### 6.4.4 结果计算

水不溶物含量以质量分数  $w_2$  计, 按下列公式 (2) 计算:

$$w_2 = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\% \cdots \cdots (2)$$

式中:

$m_1$ ——水不溶物及玻璃砂坩埚的质量的数值, 单位为克 (g);

$m_2$ ——玻璃砂坩埚的质量的数值, 单位为克 (g);

$m$ ——试料的质量的数值, 单位为克 (g)。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果, 2 次平行测定结果的绝对差值不大于 0.000 5 %。

### 6.5 钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉含量的测定

#### 6.5.1 原理

在硝酸介质中, 采用标准曲线法, 用电感耦合等离子体发射光谱仪测定待测元素的含量。

#### 6.5.2 试剂或材料

6.5.2.1 硝酸溶液: 1+1, 使用优级纯硝酸配置。

6.5.2.2 混合标准溶液：1 mL 溶液含钙（Ca）、镁（Mg）、铁（Fe）、铅（Pb）、钴（Co）、锰（Mn）、锌（Zn）、铜（Cu）、镉（Cd）各 0.01 mg。用移液管分别移取 1 mL 按 HG/T 3696.2 配制的钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉标准溶液，置于 100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。该溶液现用现配。

6.5.2.3 水：按 GB/T 6682—2008 表 1 中规定的二级水。

6.5.3 仪器、设备

6.5.3.1 电感耦合等离子体发射光谱仪。

6.5.4 试验步骤

6.5.4.1 标准曲线的绘制

用移液管分别移取 0.00 mL、1.00 mL、2.00 mL、5.00 mL、10.00 mL、20.00 mL 混合标准溶液，置于 7 个 100 mL 容量瓶中，再分别加 2 mL 硝酸溶液，用水稀释至刻度，摇匀。

将电感耦合等离子体发射光谱仪调至最佳工作条件，以标准空白溶液调零，于表 2 中给出的各待测元素测定波长处，测定其标准溶液的光谱强度。以每个标准溶液中待测元素的质量浓度（mg/L）为横坐标，对应的光谱强度为纵坐标，分别绘制各待测元素标准曲线。

表 2

元素	钙	镁	铁	铅	钴	锰	锌	铜	镉
测定波长/nm	393.372	279.553	259.939	283.310	238.892	259.372	206.191	324.754	214.440

6.5.4.2 试验

称取约 1 g 试样，精确至 0.0002 g，置于 100 mL 烧杯中，加适量水，煮沸使之溶解，冷却后，加 2 mL 硝酸溶液，全部转移至 100 mL 容量瓶中，加水至刻度，摇匀。

同时做空白试验。空白试验溶液除不加样品外，其他加入试剂的种类和量与试验溶液相同。

测定试验溶液和空白试验溶液中钠元素的光谱强度，并根据测得的光谱强度，从标准曲线上查出相应的钠的质量浓度。

6.5.5 试验数据处理

试验溶液中各待测元素（钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉）含量以待测元素（钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉）的质量分数（ $w_i$ ）计，按公式（3）计算：

$$w_i = \frac{(\rho_i - \rho_0) \times 0.1 \times 10^{-3}}{m} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\rho_1$ ——从标准曲线上查出的试验溶液中待测元素的质量浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$\rho_0$ ——从标准曲线上查出的空白试验溶液中待测元素质量浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$m$ ——样品的质量，单位为克（g）。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果，2 次平行测定结果的绝对差值不大于算术平均值的 20%。

6.6 水分的测定

### 6.6.1 仪器

6.6.1.1 称量瓶：Φ50 mm×30 mm。

6.6.1.2 电热恒温干燥箱：温度能控制在 105 °C±2 °C。

### 6.6.2 分析步骤

用已于 105°C±2 °C 烘干至质量恒定的称量瓶称取 20 g 试样，精确至 0.000 2 g，置于电热恒温干燥箱中，在 105 °C±2 °C 下烘干至质量恒定。

### 6.6.3 结果计算

水分的质量分数  $w_3$ ，按下列公式（4）计算：

$$w_3 = \frac{m - m_1}{m} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$m_1$ ——干燥后试料质量的数值，单位为克（g）；

$m$ ——试料的质量的数值，单位为克（g）。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果，2 次平行测定结果的绝对差值不大于 0.005 %。

## 6.7 白度的测定

### 6.7.1 仪器

同 GB/T 23774—2009 第 4 章

### 6.7.2 分析步骤

按 GB/T 23774—2009 第 5 章的规定进行测定。

### 6.7.3 结果计算

按 GB/T 23774—2009 第 6.1 条的规定进行计算。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果，平行测定结果的绝对差值不大于 0.6 %。

## 6.8 氯化物含量的测定

### 6.8.1 原理

见 GB/T 3050—2000 第 3 章。

### 6.8.2 试剂或材料

6.8.2.1 硝酸溶液：1+1。

6.8.2.2 氯化物标准溶液：1 mL 溶液含氯（Cl）0.10 mg。用移液管移取 10.00 mL 按 HG/T3696.2 配制的氯化物标准贮备溶液，置于 100 mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。或使用有证标准物质准确稀释。

6.8.2.3 硝酸银标准滴定溶液： $c(\text{AgNO}_3) = 0.01 \text{ mol/L}$ 。按 GB/T 3050-2000 中 4.6 的规定进行配置和标定。

6.8.2.4 氯化钠标准溶液： $c(\text{NaCl}) = 0.05 \text{ mol/L}$ 。称取 2.9225 g 预先在  $500^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$  下干燥至质量恒定的基准氯化钠，精确到 0.000 2 g，置于烧杯中，加水溶解后全部移入 1 000 mL 容量瓶中，用水稀释刻度，摇匀。

6.8.2.5 硝酸银标准滴定溶液： $c(\text{AgNO}_3) = 0.05 \text{ mol/L}$ 。按下列方法配制、标定和计算。

a) 配制：称取 8.75 g 硝酸银，精确到 0.01 g，溶于 1 000 mL 水中，摇匀。溶液保存于棕色瓶中。

b) 标定：用移液管移取 5.00 mL 氯化钠标准溶液（7.5.1.2.4），置于 100 mL 烧杯中，加 40 mL 水，放入磁力搅拌子，将烧杯置于电磁搅拌器上，开动搅拌器，加入 2 滴溴酚蓝指示液，滴加硝酸溶液至恰呈黄色。把测量电极和参比电极插入溶液中，将电极与电位计连接，记录起始电位值。用硝酸银标准滴定溶液滴定，先加入 4.00 mL，再逐次加入 0.10 mL。记录每次加入硝酸银标准滴定溶液后的总体积和对应的电位值  $E$ ，计算出连续增加的电位值的  $\Delta E_1$  和增加的电位值  $\Delta E_1$  之间的差值  $\Delta E_2$ 。 $\Delta E_1$  的最大值即为滴定终点，终点后再继续记录一个电位值  $E$ ，记录格式见 GB/T 3050—2000 附录 C。或用自动电位滴定仪进行标定。

c) 滴定试验溶液或空白试验溶液所消耗的硝酸银标准滴定溶液的体积  $V$ ，单位为毫升（mL），按公式（5）计算：

$$V = V_0 + \frac{b}{B} V_1 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$V_0$ ——电位增量值  $\Delta E_1$  达最大值前所加入硝酸银标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$V_1$ ——电位增量值  $\Delta E_1$  达最大值前最后一次加入硝酸银标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$b$ —— $\Delta E_2$  最后一次正值；

$B$ —— $\Delta E_2$  最后一次正值和第一次负值的绝对值之和。

d) 硝酸银标准滴定溶液的浓度  $c$ ，单位为摩尔每升（mol/L），按公式（6）计算：

$$c = \frac{c_2 V_2}{V} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$c_2$ ——氯化钠标准溶液的浓度的准确数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

$V_2$ ——滴定时移取氯化钠标准溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$V$ ——滴定所消耗的硝酸银标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）。

两人同时作三平行，每人三平行测定结果的极差与平均值之比不得大于 0.2%，两人测定平均值之差与两人平均结果之比不得大于 0.2%。结果取平均值，浓度值取三位有效数字。

6.8.2.6 溴酚蓝指示液：1 g/L 乙醇溶液。

### 6.8.3 仪器设备

6.8.3.1 电位计或自动电位滴定仪，分别满足以下要求。

a) 电位计：精确度 0.1 mV，配有银电极和双液接型饱和甘汞电极。

b) 自动电位滴定仪：配有银复合电极。

6.8.3.2 电磁搅拌器：配有磁力搅拌子。



6.8.3.3 微量滴定管：分度值为 0.02 mL 或 0.01 mL。

#### 6.8.4 试验步骤

称取适量试样 1.0 g，精确到 0.002 g，置于 100 mL 烧杯中，加 40 mL 水溶解。必要时加入 5.0 mL 氯化物标准溶液（0.1 mg/mL）。放入磁力搅拌子，将烧杯置于电磁搅拌器上，开动搅拌器，加入 2 滴溴酚蓝指示液，滴加硝酸溶液至恰呈黄色。把测量电极和参比电极插入溶液中，将电极与电位计连接，记录起始电位值。用硝酸银标准滴定溶液（6.8.2.3 或 6.8.2.5）滴定，逐次加入 0.10 mL。记录每次加入硝酸银标准滴定溶液后的总体积和对应的电位值  $E$ ，计算出连续增加的电位值的  $\Delta E_1$  和增加的电位值  $\Delta E_1$  之间的差值  $\Delta E_2$ 。 $\Delta E_1$  的最大值即为滴定终点，终点后再继续记录一个电位值  $E$ ，记录格式见 GB/T 3050—2000 附录 C。或用自动电位滴定仪进行滴定。

同时做空白试验。空白试验除不加试样外其他操作及加入试剂的种类和量（标准滴定溶液除外）与测定试验相同。滴定试验溶液或空白试验溶液所消耗的硝酸银体积按照（6.8.2.3 或 6.8.2.5）进行计算。

#### 6.8.5 试验数据处理

氯化物含量以氯（Cl）的质量分数  $w_4$  计，按公式（7）计算：

$$w_4 = \frac{[(V - V_0)/1000]cM}{m} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

$V$ ——滴定试验溶液所消耗的硝酸银标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$V_0$ ——滴定空白试验所消耗的硝酸银标准滴定溶液体积的数值，单位为毫升（mL）；

$c$ ——硝酸银标准滴定溶液浓度的准确数值，单位为摩尔每升（mol/L）；

$M$ ——氯（Cl）的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔（g/mol）（ $M=35.45$ ）；

$m$ ——试样质量的数值，单位为克（g）。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果，2 平行测定结果的绝对差值不大于 0.0003%。

### 6.9 pH 的测定

#### 6.9.1 仪器、设备

酸度计：精度为 0.02 pH 单位。

#### 6.9.2 试验步骤

称取  $5 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$  试样，置于 150 mL 烧杯中。加 50 mL 无二氧化碳的水溶解，用无二氧化碳的水稀释至 100 mL，混匀。按 GB/T 23769 的规定进行测定。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果，两次平行测定结果的绝对差值不大于 0.2%。

### 6.10 酸度或碱度的测定

#### 6.10.1 方法提要

将试样溶于水，以甲基红为指示剂，加入已知量的过量硫酸溶液，煮沸赶掉二氧化碳，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定。

## 6.10.2 试剂

6.10.2.1 硫酸标准溶液： $c(1/2H_2SO_4) \approx 0.1 \text{ mol/L}$ 。

6.10.2.2 氢氧化钠标准滴定溶液： $c(NaOH) \approx 0.1 \text{ mol/L}$ 。

6.10.2.3 甲基红乙醇指示液：1 g/L。

## 6.10.3 分析步骤

称取约 10 g 试样，精确至 0.01 g，置于 500 mL 锥形瓶中。加 100 mL 水溶解，加入 5 滴甲基红指示液。如果溶液呈红色，则用滴定管加入约 10 mL 硫酸标准溶液；如果溶液呈黄色，则用硫酸标准溶液滴定至溶液恰呈红色，再加入约 10 mL 硫酸标准溶液。

煮沸 5 min。将溶液冷却至约 60 °C，用氢氧化钠标准滴定溶液滴定至溶液恰呈黄色即为终点。

测定后进行空白试验，空白试验中所加入硫酸标准溶液体积应与测定时完全相同。

## 6.10.4 结果计算

若  $V_1$  大于  $V_2$ ，则计算以  $H_2SO_4$  表示的酸度；若  $V_2$  大于  $V_1$ ，则计算以  $Na_2CO_3$  表示的碱度。

酸度以硫酸 ( $H_2SO_4$ ) 的质量分数  $w_5$  计，按下列公式 (8) 计算：

$$w_5 = \frac{[(V_1 - V_2)/1000]cM}{m} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

$V_1$ ——测定时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

$V_2$ ——空白试验时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

$c$ ——氢氧化钠标准滴定溶液浓度的准确数值，单位为摩尔每升 (mol/L)；

$m$ ——试料的质量的数值，单位为克 (g)；

$M$ ——硫酸 ( $1/2H_2SO_4$ ) 的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔 (g/mol) ( $M=49.00$ )。

碱度以碳酸钠 ( $Na_2CO_3$ ) 的质量分数  $w_5$  计，按下列公式 (9) 计算：

$$w_5 = \frac{[(V_2 - V_1)/1000]cM}{m} \times 100\% \quad (9)$$

式中：

$V_1$ ——测定时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

$V_2$ ——空白试验时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值，单位为毫升 (mL)；

$c$ ——氢氧化钠标准滴定溶液浓度的准确浓度，单位为摩尔每升 (mol/L)；

$m$ ——试料的质量的数值，单位为克 (g)；

$M$ ——碳酸钠 ( $1/2Na_2CO_3$ ) 的摩尔质量的数值，单位为克每摩尔 (g/mol) ( $M=53.00$ )。

取两次平行测定结果的算术平均值为测定结果，平行测定结果的绝对差值不大于 0.02 %。

## 7 检验规则

7.1 本文件采用型式检验和出厂检验。型式检验和出厂检验应符合下列规定：

a) 要求中规定的所有指标项目为型式检验项目，正常情况下每个月至少进行一次型式检验。有下列情况之一时，必须进行型式检验：

——更新关键仪器设备和生产工艺；

- 主要原料有变化；
- 停产又恢复生产；
- 与上次型式检验有较大的差异；
- 合同规定。

b) 要求中规定的所有项目为出厂检验项目，应逐批检验。

7.2 生产企业用相同材料，基本相同的生产条件，连续生产或同一班组生产的同一规格的钴镍冶炼副产硫酸钠为一批。每批产品不超过 20 t。

7.3 按 GB/T 6678 的规定确定采样单元数。采样时，将采样器自包装袋的上方插入至料层深度的 3/4 处采样。将所采的样品混匀，用四分法缩分至约 500 g，分装入两个干燥、清洁的广口瓶或塑料袋中，密封。瓶或袋上粘贴标签，注明：生产厂名称、产品名称、批号、采样日期和采样者姓名。一份作为实验室样品，另一份保存备查，保留时间由生产厂根据实际需要确定。

7.4 检验结果如有指标不符合本标准要求时，应重新自两倍量的包装中采样进行复验，复验结果即使有一项指标不符合本标准的要求时，则整批产品为不合格。

7.5 采用 GB/T 8170 规定的修约值比较法判定检验结果是否符合标准。

## 8 标志、标签

8.1 钴镍冶炼副产硫酸钠包装袋上要有牢固清晰的标志，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、净含量、批号或生产日期、本标准编号及 GB/T 191—2025 中第 4 章规定的“避免雨淋”和“避免日晒”标志。

8.2 每批出厂的钴镍冶炼副产硫酸钠都应附有质量证明书，内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、净含量、批号或生产日期、本标准编号。

## 9 包装、运输、贮存

9.1 钴镍冶炼副产硫酸钠采用内衬聚乙烯塑料袋，外套塑料编织袋包装；或采用覆膜塑料编织袋、防潮复合纸袋包装。内袋热合或扎口，外袋应牢固缝合。每袋净含量 25 kg、50 kg、100 kg、400 kg、1 000 kg。

9.2 钴镍冶炼副产硫酸钠在运输过程中应有遮盖物，防止包装损坏，防止雨淋、受潮。

9.3 钴镍冶炼副产硫酸钠应贮存于阴凉干燥处，防止雨淋、受潮。

# 制定《钴镍冶炼副产硫酸钠》团体标准编制说明

## （征求意见稿）

### 一、任务来源及简要编制过程

#### 1. 任务来源

根据中国石油和化学工业联合会《关于印发 2023 年第二批中国石油和化学工业联合会团体标准项目计划的通知》（中石化联质发[2023] 141 号）的要求，于 2025 年完成《钴镍冶炼副产硫酸钠》团体标准的制定工作。标准申报的主要单位有：格林美股份有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等。

#### 2. 简要编制过程

##### 1) 标准调研阶段

本标准主要起草单位接到上级部门下达的制定《钴镍冶炼副产硫酸钠》团体标准的计划后，成立了标准起草小组，查阅国内外标准及有关技术资料，并向相关单位发函，广泛征求对制定标准工作的意见。

##### 2) 标准工作方案会阶段

2025 年 3 月 18 日由中海油天津化工研究设计院有限公司组织在天津召开了制修订标准的工作方案会，与会代表对标准项目的设置、项目的指标及标准涉及到的内容进行了认真仔细的讨论，拟定了标准制定的工作内容、试验方案以及工作进度，通过了文献小结。标准起草小组协商确定了标准要求和相应试验方法。会后生产企业分别进行试验工作。在完成试验工作的基础上，由中海油天津化工研究设计院有限公司编制标准征求意见稿及编制说明。

##### 3) 标准上网征求意见阶段

2026 年 1 月由中海油天津化工研究设计院有限公司负责将标准征求意见稿（草案）、编制说明（草案）发送给中国石油和化学工业联合会和生产厂家征求意见，并在石化联合会网站上公示。

##### 4) 标准预审会阶段

。

##### 5) 标准审查会阶段

### 二、制标目的意义

按照党中央、国务院关于生态文明建设的决策部署，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，在党中央和国务院《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》、《国家标准化发展纲要》、《2022 年全国标准化工作要点》、《中国制造 2025》等的指导下，工业和信息化部与国家标准化委员会等出台了《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》、《“十四五”工业绿色发展规划》、《绿色制造标准体系建设指南》等文件，促进钴镍冶炼过程中的钠金属的资源综合利用是符合国家相关政策，有利于相关企业的健康发展，而副产硫酸钠的交易是促进钴镍冶炼过程中的钠金属的资源综合利用的一个关键环节，钴镍冶炼过程中浸出工序产出的副产硫酸钠是资源综合利用的重要体现，一方面减少了冶炼渣对环境的负面影响，另一方面为钠冶炼提供了原料、节约了钠资源的消耗。随着国家对三废治理力度的加大，硫酸钠作为基础钠盐，用量呈现逐年上升的趋势，节能减排和发展循环经济是中国乃至国际发展

的大趋势，其节能减排工作在降低生产成本以及减少环境污染方面仍有很大现实意义。

硫酸钠作为副产品，在开发应用过程中应以循环利用理念为指导，降低产品资源、能源消耗强度和环境负荷，最大程度地采用从原料、生产、使用等各个环节减少对人类健康和环境产生危害的绿色循环先进技术和管理手段，减少或消除对人类和环境危害大的原料、产品、副产品、溶剂、试剂和添加剂的生产和使用，实现硫酸钠产品和工艺的高效、低毒、无污染或少污染。

有必要制定一个统一的标准为副产硫酸钠的交易提供依据、为副产硫酸钠的质量提供判定标准。因此，建立副产硫酸钠的团体标准可为副产硫酸钠的交易提供统一标准、并有利于促进副产硫酸钠指标的提升，具有重要的意义。

### 三、产品概况

#### 1 产品性质

产品名称：无水硫酸钠

分子式： $\text{Na}_2\text{SO}_4$

相对分子质量：142.04（按 2022 年国际相对原子质量）

硫酸钠是无色结晶固体，在常温下不溶于醇和乙醚，但可溶于水。它是一种强碱性物质，在水溶液中能够完全解离为  $\text{Na}^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 。硫酸钠具有吸湿性，如果长时间暴露在空气中，会逐渐吸收水分并变湿。在高温下，硫酸钠可以分解。

#### 2 用途

硫酸钠在工业上有多种用途。它是制备硫酸和其他硫酸盐的重要原材料。硫酸钠还被广泛用作玻璃制造、皮革和纺织工业中的酸洗剂和助剂。此外硫酸钠还常用于冶金、造纸、染料和化肥等领。

#### 3 生产方法

生产硫酸钠的原料有两类：①天然资源，主要有海水型咸水（包括盐水和卤水）、硫酸盐—碳酸盐型咸水，以及含有芒硝、无水芒硝、钙芒硝（ $\text{CaSO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$ ）、白钠镁矾（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）和各种水合硫酸盐的矿床。俄罗斯、美国、加拿大、中国、印度等国资源丰富。②从含硫及硫酸盐的废气、液、渣中回收副产。

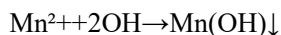
##### 3.1 天然资源加工

可采用滩田法、机械冷冻法、盐湖综合法。滩田法和机械冷冻法适于加工以  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  为主要成分的海水型盐水及其他各种芒硝矿。因低温下硫酸钠的溶解度急剧变小，根据水盐体系相平衡关系可以从卤水中分离出粗芒硝。①滩田法：利用自然界不同季节温度变化使原料液中的水分蒸发，将粗芒硝结晶出来。夏季将含有氯化钠、硫酸钠、硫酸镁、氯化镁等成分的咸水灌入滩田，经日晒蒸发，冬季析出粗芒硝。此法是从天然资源中提出芒硝的主要方法，工艺简单，能耗低，但作业条件差，产品中易混入泥砂等杂质。②机械冷冻法：利用机械设备将原料液加热蒸发后冷冻至  $-5^\circ\text{C} \sim -10^\circ\text{C}$  时析出芒硝。与滩田法比较，此法不受季节和自然条件的影响。产品质量好，但能耗高。③盐湖综合利用法：主要用于含有多种组分的硫酸盐-碳酸盐型咸水。在提取各种有用组分的同时，将粗芒硝分离出来。例如加工含碳酸钠、硫酸钠、氯化钠、硼化物及钾、溴、锂的盐湖水，可先碳化盐湖卤水，使碳酸钠转化成碳酸氢钠结晶出来，冷却母液至  $5 \sim 15^\circ\text{C}$ ，使硼砂结晶出来，分离硼砂后的二次母液冷冻至  $0^\circ\text{C} \sim 5^\circ\text{C}$ ，析出芒硝。

##### 3.2 钴镍冶炼副产回收

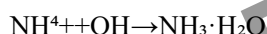
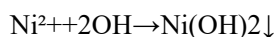
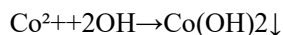
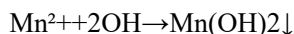
钠皂萃余液废水中钠盐的回收原理：钠皂萃余液与氢氧化钠生成  $\text{Co}(\text{OH})_2$  和  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  沉淀，然后与氢氧化钠和次氯酸钠生成  $\text{Ni}(\text{OH})_3$  沉淀，重金属沉淀后压滤去除，清液进入 MVR 系统进行蒸发浓缩，产生蒸馏水及产品硫酸钠。

主要反应方程式如下：



前驱体废水中钠盐的回收原理：前驱体母液去除 SS (悬浮物)等杂质后，进入汽提环节，一定条件下去除氨氮回收氨水，并过滤回收镍、钴、锰重金属，过滤后澄清尾水(13.5%硫酸钠溶液)排至 MVR (蒸发结晶)系统原水罐。前驱体水洗水经超滤、反渗透膜过滤后，浓水排入 MVR(蒸发结晶)系统原水罐。经 MVR 系统蒸发浓缩后，产生蒸馏水及产品硫酸钠。

主要反应方程式如下：



#### 四、制标原则

1. 有利于促进技术进步，提高产品质量的原则；
2. 有利于合理利用资源，提高经济效益的原则；
3. 符合用户的需要，保护消费者利益、促进对外贸易的原则；
4. 遵循科学性、先进性、统一性的原则。

#### 五、国内外标准资料

目前未查阅到国外标准，查到的国内相关现有标准 GB/T 6009-2014 《工业无水硫酸钠》、GB/T9853-2008 《化学试剂 无水硫酸钠》。其他的产品类标准 HG/T 5560-2019 《铬盐副产硫酸钠》、HG/T 4535-2013 《化妆品用硫酸钠》均为特定领域。

#### 六、制标依据

1. 用户的要求；
2. 相关企业标准；
3. 国内生产厂质量月报；
4. 编制过程中的试验数据。

#### 七、标准内容的确定

##### 1、范围

本文件规定了钴镍冶炼副产硫酸钠的要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、贮存。

本文件适用于钴镍冶炼过程中生产的副产硫酸钠。该产品主要用于普通玻璃、染料、造纸工业及无机盐等领域工业原料。

## 2、指标要求的确定

由于原料来源为有钠皂萃取液废水是钴镍萃取产生的，含有高浓度的钴离子( $\text{Co}^{2+}$ )、镍离子 ( $\text{Ni}^{2+}$ )、镁离子( $\text{Mg}^{2+}$ )及油分的硫酸盐废水和前驱体废水是利用共沉淀法将金属盐溶液、碱溶液和络合剂(如氨水)进行盐碱中和反应产生的含钴离子( $\text{Co}^{2+}$ )、镍离子( $\text{Ni}^{2+}$ )、氨氮、钠离子( $\text{Na}^+$ )的硫酸盐废水，所以本次制定除常规指标外，还规定了钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉等杂质离子等指标参数，本标准主含量及其他指标依据标准参编单位提供产品应用数据（前期调研时制定标准意见和建议）进行确定，经参会单位共同研讨国内钴镍冶炼副产生企业的产品质量情况，确定主含量设定为不小于 99.95%，并采用差减法得到。技术要求见表 1。

表 1 技术要求

项目	指标
硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) $\geq$	99.95
水不溶物 w/% $\leq$	0.005
钙 (Ca) w/% $\leq$	0.001
镁 (Mg) w/% $\leq$	0.0005
铁 (Fe) w/% $\leq$	0.0002
铅 (Pb) w/% $\leq$	0.0020
钴 (Co) w/% $\leq$	0.0001
锰 (Mn) w/% $\leq$	0.0001
锌 (Zn) w/% $\leq$	0.0001
铜 (Cu) w/% $\leq$	0.0001
镉 (Cd) w/% $\leq$	0.0001
水分 w/% $\leq$	0.02
白度 (R457) % $\geq$	88
氯化物 (以 Cl 计) w/% $\leq$	0.005
pH (50g/L 水溶液, 25℃)	6~9.5

### a) 分析方法的确定

#### 1) 外观

外观：钴镍冶炼副产硫酸钠为白色结晶颗粒

#### 2) 适用范围

本文件适用于钴镍冶炼过程中通过“汽提+反渗透膜+MVR”等工艺所产生的副产硫酸钠。该产品主要用于普通玻璃、染料、造纸工业及无机盐等领域工业原料。

#### 3) 主含量的测定

由于产品特殊性，作为冶炼回收副产品其杂质含量较低，产品质量较高，对于主含量的确定采用差减法，就是用 100%减去所有杂质，确定钴镍冶炼副产硫酸钠的含量，企业和用户也是采用该方法，所以本次制定标准采用该法。

#### 4) 水不溶物、水份和白度的测定

水不溶物含量、水分及白度的测定方法，从 GB/T 6009-2014《工业无水硫酸钠》国家标准多年来的实施情况看，现行标准中针对这些项目规定的测定方法基本可行。因此，本次制定按照国标中分析方法进行测定。

#### 5) 钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉含量的测定

此次制定，采用电感耦合等离子体发射光谱法（ICP-OES），对钙、镁、铁、铅、钴、锰、锌、铜、镉含量进行测定，目前大部分生产厂家均用电感耦合等离子体发射光谱仪测定以上待测元素的含量。电感耦合等离子体发射光谱仪均采用混合标准，标准曲线法测定痕量元素，具有快速、准确、简便的特点，多被行业内生产企业、检测机构采用

表 1 电感耦合等离子体发射光谱法（ICP）标准曲线法的线性

元素	1	2	3	4	5	线性方程	线性相关系数 (R <sup>2</sup> )
钴 (Co)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=594.69x-7.0977$	1.0000
锌 (Zn)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=413.75x-4.3845$	0.9999
铁 (Fe)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=795.32x+2.7358$	1.0000
铜 (Cu)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=635.5x+67.072$	1.0000
铅 (Pb)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=0.0152x+0.0003$	0.9994
镉 (Cd)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=343.04x+6.9277$	1.0000
铬 (Cr)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=589.41x-20.32$	1.0000
锰 (Mn)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=4558.1x+7.1239$	0.9999
钙 (Ca)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=779.81x+22.224$	0.9999
镁 (Mg)	0.0	0.2	0.5	1.0	2.0	$y=1524.3x-38.717$	1.0000



表 2 电感耦合等离子体发射光谱法（ICP）测定杂质离子含量实测数据和方法精密度试验数据

项目	平行测定结果（%）							
	1	2	3	4	5	6	7	8
钴（Co）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
锌（Zn）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铁（Fe）	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
铜（Cu）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铅（Pb）	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0011
镉（Cd）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铬（Cr）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
锰（Mn）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
钙（Ca）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
镁（Mg）	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

#### 6) 氯化物的测定

国家标准 GB/T 6009-2014《工业无水硫酸钠》，氯化物含量的测定采用的是硝酸银滴定法和硝酸汞滴定法并列，由于环境保护的要求，硝酸汞为毒害品，其测定后废液需要进行处理，若未经处理直接排放，将对环境造成严重污染，硝酸银滴定法用时较长，为了节省企业操作时间及人员成本，本次制定采用 GB/T 3050—2000 无机化工产品中氯化物含量测定的通用方法 电位滴定法进行测定。

钴镍冶炼副产硫酸钠中氯含量测定试验数据

项目	1	2	3	4	5	6	平均值	标准偏差	RSD%
氯(Cl)/(%)	0.0017	0.0017	0.0017	0.0020	0.0020	0.0018	0.0018	0.00015	8.1

#### 7) pH 的测定

国家标准 GB/T 6009-2014《工业无水硫酸钠》采用的是 pH 计测定 50g/L 水溶液的 pH 值。此方法经生产企业及用户多年使用，其可操作性强，结果准确、可靠。本次制定采用此方法进行测定。

### 八、检验规则

1. 本文件第 5 章规定的所有项目为出厂检验项目。
2. 用相同材料，基本相同的生产条件，连续生产或同一班组生产的钴镍冶炼副产硫酸钠产品为一批。每批产品不超过 20 t。

3. 按 GB/T 6678 的规定确定采样单元数。采样时,直接从包装中采取具有代表性的样品,不少于 500 g,分装于两个清洁干燥的具塞广口瓶或塑料袋中,密封。瓶或袋上粘贴标签,注明:产品名称、批号、采样日期和采样者姓名等信息。一份作为实验室样品,另一份保存备查,保留时间由生产厂根据实际需要确定。
4. 采用 GB/T 8170 规定的修约值比较法对检验结果进行判定,所有检验结果符合本文件要求时,则该批产品合格。
5. 检验结果如有指标不符合本文件要求时,应重新自两倍量的包装中采样进行复检,复检结果即使只有一项指标不符合本文件要求时,则该批产品为不合格。

## 九、标志和随行文件

- 1、钴镍冶炼副产硫酸钠包装上应有牢固、清晰的标志,内容包括:生产厂名、厂址、产品名称、净含量、批号或生产日期、本文件编号及 GB/T 191—2025 中第 4 章规定的“避免雨淋”和“避免日晒”标志。
- 2、每批出厂的钴镍冶炼副产硫酸钠都应附有质量证明书,内容包括:生产厂名、厂址、产品名称、净含量、批号或生产日期、检验结果和本文件编号。

## 十、包装运输贮存

- 1、钴镍冶炼副产硫酸钠采用内衬聚乙烯塑料袋,外套塑料编织袋包装;或采用覆膜塑料编织袋、防潮复合纸袋包装。内袋热合或扎口,外袋应牢固缝合。每袋净含量 25 kg、50 kg、100 kg、400 kg、1 000 kg。
- 2、钴镍冶炼副产硫酸钠在运输过程中应有遮盖物,防止包装损坏,防止雨淋、受潮。
- 3、钴镍冶炼副产硫酸钠应贮存于阴凉干燥处,防止雨淋、受潮。

## 十一、标准属性

本标准团体标准。

## 十二、标准水平分析

现有的有关硫酸钠的标准 GB/T 6009-2014《工业无水硫酸钠》、GB/T 9853-2008《化学试剂无水硫酸钠》。其他的产品类标准 HG/T 5560-2019《铬盐副产硫酸钠》、HG/T 4535-2013《化妆品用硫酸钠》均为特定领域本次制定标准根据国内实际生产和使用情况,指标设置合理,分析方法均采用经典、常用的分析方法,可操作性强,从而使测定结果更加稳定、精确,可靠。

综上所述,本标准综合水平达到国内先进水平。

## 十三、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。

## 十四、重大分歧意见的处理经过和依据

征求意见稿在网上公开征求意见,意见处理情况将总结在《标准征求意见稿意见汇总处理表》。

## 十五、其他应予说明的事项

无。

附件 1： 附表 1： 国内外标准指标项目及技术要求对比表

		ГОСТ 6318—1977 <sup>①</sup>				MIL—S—50004 A—1968（86）	ANSI PH4.175—1980	JIS K 1434—1966（88） <sup>②</sup>	
		A类			B类			无水	中性无水
		优级	1 级	2 级					
外 观		粉状或粒状的白色产品,允许略带灰色			白色粉末允许 略带灰色	白色粉末	溶液外观:通过试验		
硫酸钠(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )含量, %     ≥		99.4	98	97	91	98.0	99.0	97.5	99.0
水不溶物含量, %≤		0.4	0.9	1.2	4.5	0.1		0.5	0.05
氯化物(以 NaCl 计)含量, %   ≤		0.2	0.7	1.2	2.0	0.7	0.1	0.1	0.05
硫酸钙(CaSO <sub>4</sub> )含量,%       ≤		不规定			1.0		(以 Ca 计) 0.01		
镁(以 Mg 计)含量, %       ≤		0.02	0.1	0.2	不规定				
铁(以 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 计)含量, %   ≤		0.010	0.015	0.03	0.03		(以 Fe 计)0.005	0.1	0.01
水分, % ≤		0.1	1.0	4.0	7.0	0.5		1.0	0.2
酸 碱 性	酸度(以 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 计), %   ≤					0.005		1.0	——
	碱度(以 Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 计), % ≤					0.5	(以 NaOH 计)0.1		
PH 值(50g/L)							≥5.0	——	7±1.5
硼酸(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> ), %       ≤							0.2		
锌(Zn), %       ≤							0.002		
重金属(以 Pb 计), %   ≤							0.005		
氨性硝酸银反应							通过试验		
备    注：(1)注：ГОСТ 6318—1977 中对于生产洗涤剂中优级硫酸钠要求白度不低于 60%，水不溶物不大于 2%，硫酸钙不大于 0.01%。 (2)注：JIS K 1434—1966(88)中规定的分别为：酸不溶物、氯化物含量(以 Cl 计)、铁含量(以 Fe 计)。									

附表 2：国内外标准试验方法对比表

	ГОСТ 6318—1977	GB/T 6009—2014	MIL—S—50004A—196 8(86)	ANSI PH4.175—1980	JIS K 1434—1966 (88)
硫酸钠含量	优等品采用计算法,其它级别采用硫酸钡重量法: 70~80℃保湿 1h, 瓷坩埚内 800~850℃至恒重。	硫酸钡重量法与计算法并列。其中硫酸钡重量法为仲裁法: 沸水浴保温 2h, 瓷坩埚中 800±20℃下至恒重。	硫酸钡重量法: 蒸汽浴中保温 2h, 烧结瓷坩埚中 700℃下灼烧 1h。	硫酸钡重量法: 蒸汽浴中保温 2h, 烧结坩埚, 600±50℃下灼烧 1h。	硫酸钡重量法: 水浴中保温 30min, 放置过夜, 瓷坩埚或铂坩埚中, 700~800℃灼烧 30min。
水不溶物含量	重量法: 玻璃坩埚, 105~110℃干燥。	重量法: 玻璃砂坩埚, 105~110℃干燥。	重量法: 烧结玻璃坩埚, 105℃, 干燥 1h。		酸不溶物: 重量法, 玻璃砂坩埚, 105~110℃干燥 2h。 .
钙、镁含量	镁含量、钙含量: EDTA 络合滴定法	EDTA 络合滴定法、原子吸收分光光度法	——	钙含量: 原子吸收分光光度法	——
铁含量	磺基水杨酸目视比色法	化工产品中铁含量测定的通用方法 (2006 版)	——	邻菲罗啉目视比色法	2,2-联吡啶乙醇目视比色法
氯化物含量	莫尔法与汞量法	硝酸汞滴定法	硝酸银重量法	目视比浊法	目视比浊法
水分	重量法: 180~200℃	重量法: 105~110℃	重量法: 150℃干燥 1h		重量法: 125~130℃干燥 3h
酸碱性	——	酸碱滴定法	酸碱滴定法	酸碱滴定法	酸碱滴定法
白度	——	白度计法	——	——	——
pH(50g/L 水溶液, 25℃)	——	pH 计法	——	——	——

附表 3 质量月报表

项目/% ≡	Ca	Mg	Fe	铅	钴	锰	锌	铜	镉	H <sub>2</sub> O	主含量	Cl <sup>-</sup>	pH	水不溶物	白度
1 月	0.0003	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.03	99.97	0.0001	9.18	0.0010	88.54
2 月	0.0010	0.0001	0.0002	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.05	99.96	0.0021	7.79	0.0369	89.15
3 月	0.0003	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0059	99.96	0.0032	7.94	0.0239	89.99
4 月	0.0003	0.0001	0.0002	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0159	99.93	0.0057	6.04	0.0423	88.75
5 月	0.0001	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0314	99.95	0.0032	8.78	0.0075	89.62
6 月	0.0003	0.0001	0.0004	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0080	99.98	0.0058	9.18	0.0030	89.90
7 月	0.0010	0.0001	0.0007	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0079	99.97	0.0053	9.59	0.0014	88.97
8 月	0.0006	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0056	99.98	0.0033	9.17	0.0050	88.17
9 月	0.0005	0.0003	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0179	99.97	0.0035	8.44	0.0035	89.95
10 月	0.0008	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0298	99.94	0.0170	7.59	0.0015	91.02
11 月	0.0015	0.0001	0.0002	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0080	99.97	0.0086	6.38	0.0060	89.65
12 月	0.0008	0.0001	0.0001	0.002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.012	99.98	0.0018	6.06	0.0015	88.65