

# 修订《电池用硫酸锰》化工行业标准编制说明

## （征求意见稿）

### 一、任务来源及简要编制过程

#### 1、任务来源

根据工业和信息化部办公厅文件工信科函[2021]25 号文《关于印发 2021 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》的要求，将于 2022 年完成《电池用硫酸锰》化工行业标准的修订工作，计划编号：2021-0313T-HG。该标准由全国化学标准化技术委员会无机化工分会技术归口，由贵州大龙汇成新材料有限公司、广东邦普循环科技有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、广东光华科技股份有限公司、南方锰业集团有限责任公司、钦州南海化工有限公司、中海油天津化工研究设计院等单位负责起草。

#### 2、标准简要编制过程

全国化学标准化技术委员会无机化工分会接到上级部门下达的修订《电池用硫酸锰》行业标准的计划后，首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向有关单位发函，对电池用硫酸锰的生产和使用情况进行调查，并广泛征求对标准制定工作的意见，在此基础上提出了文献小结。

2022 年 3 月 17 日由于疫情影响，我们在线上采取视频会议的形式召开了修订《电池用硫酸锰》行业标准工作方案会。会前对国内的生产企业进行了联系与调查，会上参会企业和归口单位的代表对产品概况、国内外标准情况、指标和试验方法进行了认真地讨论，初步确定了标准指标项目及试验方法等内容，提出了工作方案。2022 年 6 月由负责起草单位提出了标准征求意见稿（草案）、编制说明及其附件在 [www.trici.com.cn](http://www.trici.com.cn) 网上公开征求意见。

### 二、制标意义

电池用硫酸锰是电池材料制造行业的重要原料，主要用于制备锂电池正极材料镍钴锰酸锂、锰酸锂等产品；也用于制造其他锰盐。它是电池制造行业中十分重要的无机原料，其产品质量的好坏直接关系到电池质量的优劣。

2020 年，随着国家对新能源行业的大力扶持，动力电池、储能电池、3C 电池等领域技术的不断发展，作为生产锂电材料的原料之一的三元前驱体，其市场需求将迎来快速发展，预计到 2030 年，市场需求量将突破 25 万吨，到 2030 年，三元前驱体市场需求量将达到 400 万吨。作为生产三元前驱体主要原料之一的电池用硫酸锰，也必将迎来产销的高速增长。电池用硫酸锰市场需求的高速增长，在促进国家经济发展、提升社会效益的同时，也对现有产品标准提出了挑战。

（1）电池领域技术日新月异，现有技术对电池用硫酸锰有了更高要求

电池领域技术的发展，对电池用硫酸锰的技术指标有了更高、更严的要求。比如，三元前驱体生产企业对电池级硫酸锰中硅、氟、氯、油分、磁性异物和铬、砷等指标提出了新要求，而现行《电池用硫酸锰》HG/T 4823-2015 标准中并未对此做出规定。考虑到在电池充放电的过程中，硅的体积会膨胀 100%~300%，不断的膨胀会在电池内部产生巨大的应力，这种应力会对极片造成挤压，从而出现极片断裂，还会造成电池内部孔隙率降低，影响电池的安全性，最终严重影响电池寿命；氯、氟离子对设备有腐蚀作用，它们的存在会对后续工序中设备的选材提出较严的要求，且危害人身安全；油分含量越高，三元材料的振实密度越低，前驱体的描摹越疏松，无法成球，不利于前驱体形貌的调控；磁性异物对后端的锂电池的性能有较大影响，磁性杂质会提高成品电池的自放电率，会降低材料的比容量和能量密度，还会影响电池的使用寿命和安全性能；铬、铅、砷等作为有毒有害的金属元素，严格控制其含量对人体

健康、环境保护都有重要意义。因此亟需对 HG/T 4823-2015《电池用硫酸锰》进行修订。

(2) 电池用硫酸锰溶液产销已规模化，需统一规范产品指标。

目前电池行业使用的硫酸锰产品主要有固体和溶液两种规格，且对溶液产品的使用更为广泛。因为使用固体电池用硫酸锰生产三元前驱体，需要先将经硫酸锰溶液浓缩、结晶、干燥之后制成的硫酸锰固体送到生产线上，将硫酸锰固体溶解，再进行后续生产，直接增加了企业的管理和生产成本，所以，生产中使用硫酸锰溶液，在节能降耗、降低生产成本方面有着很大的优势。

通过查询资料发现，我国目前尚无电池用硫酸锰溶液的国家或行业标准，行业内无规范统一的电池用硫酸锰溶液指标要求。现有的行业标准 HG/T 4823-2015《电池用硫酸锰》中也并没有关于液体产品的指标要求。硫酸锰溶液产品在市面上流通，若无统一的指标要求，将会影响到后续产品品质和企业生产成本控制，影响行业健康发展，最终影响国家经济发展。因此，为了规范统一电池行业硫酸锰的产品质量，使产品生产有序化程度、标准化程度提高，促进行业向阳发展，亟需对 HG/T 4823-2015《电池用硫酸锰》修订增补电池用硫酸锰溶液相关技术指标。

综上所述，HG/T 4823-2015《电池用硫酸锰》行业标准已无法适应目前市场需求，急需修订。该标准项目符合《原材料工业质量提升三年行动方案（2018-2020 年）》和《中共中央国务院关于开展质量提升行动的指导意见》中关于提升原材料供给水平的指导要求。

三、 产品概况

1、产品性质及用途：

电池用硫酸锰（manganous sulfate for battery materials）分子式为  $MnSO_4 \cdot H_2O$ ，相对分子质量：169.00（按 2013 年国际相对原子质量）。本产品为浅粉白色粉末；无嗅，味苦；易溶于水，不溶于醇；相对密度 2.95。加热到 200℃ 以上开始失去结晶水，280℃ 时失去大部分结晶水，500℃ 左右变为无水物，700℃ 时成熔融物。850℃ 时开始分解，因条件不同而放出三氧化硫、二氧化硫或氧气，残留黑色的不溶性四氧化三锰，约在 1050℃ 时完全分解。本品不燃，但具刺激性。

电池用硫酸锰是电池材料制造行业的重要原料，主要用于制备锂电池正极材料镍钴锰酸锂、锰酸锂等产品；也用于制造其他锰盐。

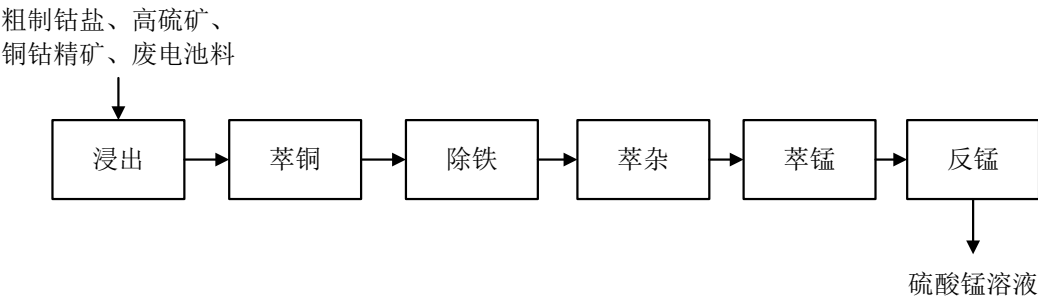
2、生产工艺

电池用硫酸锰的生产方法，工艺简述如下：

1、硫酸锰溶液

原料：主要采用粗制钴盐、高硫矿、铜钴精矿、废电池料

工艺：对以上不同的含锰原料，其生产硫酸锰溶液的工艺流程大致相同。国内公司生产硫酸锰溶液的工艺流程大致如下：



硫酸锰溶液工艺流程简图

硫酸锰溶液生产工艺简要说明如下：

(1) 浸出

将含锰原料、预处理后的废电池料进行破碎、球磨、浆化得到矿粉浆料，以浓硫酸作为浸出剂，对浆料进行常压浸出，经固液分离后送去下一工序进行萃铜。

(2) 萃铜

采用对金属铜离子选择性较强的萃取剂，使金属铜离子进入有机相，使铜和其他金属离子分离，除去铜离子。

(3) 除铁

加入化学试剂，调节 pH 及温度，使之与铁离子生成沉淀，通过压滤使固液分离，除去铁杂质。

(4) 萃杂

加入对杂质离子选择性较强的萃取剂，根据萃取剂在不同 pH 值时对不同杂质的萃取能力的不同，调整溶液酸度，使杂质离子进入有机相，除去杂质。

(5) 萃锰

加入对锰离子选择性较强的萃取剂，调整溶液酸度，使锰离子进入有机相，使锰离子和其他金属离子分离。

(6) 反锰

利用高酸度溶液对负载锰离子的有机相进行反萃，使金属锰离子进入水相，从而达到对锰离子提纯的目的。

**2、硫酸锰固体：**

在以上工艺的基础上，对硫酸锰溶液进行蒸发—浓缩—结晶—干燥等工序，从而生产得到硫酸锰固体产品。

**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、符合企业、用户要求，保护消费者利益的原则；
- 3、遵循科学性、先进性、统一性的原则。

**五、 国内外标准及资料**

- 1、通过对国外标准资料的检索，没有查阅到电池用硫酸锰对应的国际标准或国外先进标准。查阅到的相关标准有日本标准 JIS K8997—1992 化学试剂 五水合硫酸锰，属于化学试剂标准体系。
- 2、收集到的国内相关国家和行业标准：GB/T 15899—2021 化学试剂 一水合硫酸锰，GB 29208—2012 食品安全国家标准 食品添加剂 硫酸锰，HG/T 2962—2010 工业硫酸锰，GB/T 34468—2017 饲料添加剂 硫酸锰，NY/T 1111—2006 农业用硫酸锰。指标要求见附表 1。
- 3、查阅到的高纯硫酸锰产品（可作电池用硫酸锰）的欧洲客户指标，如下表所示：

表 1 高纯硫酸锰某欧洲客户指标

指标项目	含量/%	指标项目	含量/%
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	>98.5	水不溶物	<0.05
Mn	>32	Co	<0.0015
Fe	<0.0020	Ni	<0.0006
Pb	<0.0015	NH <sub>4</sub>	<0.0045
pH	4.5~7.5	Al	<0.0010
H <sub>2</sub> O	0.50	As	<0.0001
Hg	0.000030	Cd	<0.0005

K	0.45	Cu	<0.0030
Ca	0.09	Zn	<0.0020
Mg	0.15		

4、搜集到的国内相关企业标准：衢州华友钴新材料有限公司的 Q/QZHY 0050-2021 硫酸锰溶液企业标准。

## 六、 制标依据

- 1、国内生产企业及用户要求。
- 2、国外客户指标、搜集到的国内相关企业标准。
- 3、生产厂家产品质量月报。
- 4、编制过程中的试验验证数据。
- 5、其他现行标准资料：HG/T 2962—2010 工业硫酸锰。

## 七、 标准内容的确定

### 1 范围

本标准规定了电池用硫酸锰的要求、试验方法、检验规则以及标志、标签、包装、运输、贮存。

本标准适用于电池用硫酸锰。本产品主要用于制备二次锂电池正极材料前驱体（镍钴锰三元素复合氢氧化物、镍锰二元素氢氧化物等），也可用于制造其他锰盐。与原标准内容一致。

### 2 产品分类

目前电池行业使用的硫酸锰产品主要有固体和溶液两种规格，且对溶液产品的使用更为广泛。我们本次修订标准增加溶液产品规格，将产品分为两类，I 类为电池用硫酸锰固体，II 类为电池用硫酸锰溶液。

### 3 指标项目的确定

电池用硫酸锰技术要求中指标项目及参数，均按照电池的性能要求来设置和确定，充分考虑产品实际情况和用户的使用要求，以及行业的整体发展需求进行制定，

电池用硫酸锰固体指标项目在原 HG/T 4823-2015 版标准的基础上增加了铬、铝、氯、磁性异物、油分指标，调整了钾、钙、镁指标。钾指标从原不大于 0.01% 调整为一等品不大于 0.003%、合格品不大于 0.005%，钙、镁均为从原标准的一等品不大于 0.01% 调整为不大于 0.005%，合格品从不大于 0.02% 调整为不大于 0.01%。调整了 pH 的范围，从 4.0~6.5 调整为 3.0~7.0。

表1 电池用硫酸锰固体技术要求

项目	指标	
	一等品	合格品
硫酸锰 (MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O) w/%	≥ 99.0	≥ 98.5
硫酸锰 (以 Mn 计) w/%	≥ 32.2	≥ 32.0
铁 (Fe) w/%	≤ 0.001	≤ 0.002
锌 (Zn) w/%	≤ 0.001	≤ 0.002
铜 (Cu) w/%	≤ 0.001	≤ 0.002
铅 (Pb) w/%	≤ 0.001 0	≤ 0.001 5
镉 (Cd) w/%	≤ 0.000 5	≤ 0.001 0
铬 (Cr) w/%	≤ 0.001	≤ 0.001 5
钾 (K) w/%	≤ 0.003	≤ 0.005
钠 (Na) w/%	≤ 0.01	≤ 0.01
钙 (Ca) w/%	≤ 0.005	≤ 0.01
镁 (Mg) w/%	≤ 0.005	≤ 0.01
镍 (Ni) w/%	≤ 0.005	—
钴 (Co) w/%	≤ 0.005	—
铝 (Al) w/%	≤ 0.001	≤ 0.003

氯化物 (Cl <sup>-</sup> ) w/%	≤	0.01	0.02
水不溶物 w/%	≤	0.01	
pH (100 g/L 溶液, 25℃)		3.0~7.0	
细度 (通过 400 μm 试验筛) w/%		全部通过	
硅 (Si) w/%	≤	供需协商	
氟 (F) w/%	≤	供需协商	
磁性异物 w/%	≤	0.000 01	
油分 w/%	≤	0.001	

电池用硫酸锰溶液指标是根据生产企业和用户的要求进行设定的，具体见表 2。因为生产企业和用户在生产和使用过程中均以 g/L 进行使用和计算，所以本次修订标准电池用硫酸锰溶液也以 g/L 为单位进行产品的技术要求。

表2 电池用硫酸锰溶液技术要求

项目	指标
硫酸锰 (以 Mn 计) /(g/L)	≥ 100.0
铁 (Fe) /(g/L)	≤ 0.002
锌 (Zn) /(g/L)	≤ 0.002
铜 (Cu) /(g/L)	≤ 0.002
铅 (Pb) /(g/L)	≤ 0.01
镉 (Cd) /(g/L)	≤ 0.007
铬 (Cr) /(g/L)	≤ 0.001
钾 (K) /(g/L)	≤ 0.005
钠 (Na) /(g/L)	≤ 2.0
钙 (Ca) /(g/L)	≤ 0.01
镁 (Mg) /(g/L)	≤ 0.01
镍 (Ni) /(g/L)	≤ 0.005
钴 (Co) /(g/L)	≤ 0.5
铝 (Al) /(g/L)	≤ 0.002
氯化物 (Cl <sup>-</sup> ) /(g/L)	≤ 0.05
pH	1.0~6.0
硅 (Si) /(g/L)	≤ 供需协商
氟 (F) /(g/L)	≤ 供需协商
磁性异物/(g/L)	≤ 0.000 02
油分/(g/L)	≤ 0.005

#### 4 试验方法的确定

硫酸锰主要分析方法对比汇总于附表 3。

##### 1) 外观的测定

在自然光下，将固体置于白色衬底的表面皿或白瓷板上、溶液置于玻璃杯中，用目视法判定外观。

##### 2) 硫酸锰含量的测定

HG/T 4823-2015 版标准采用 EDTA 络合滴定法测定硫酸锰含量并换算得到锰含量，此方法是目前生产企业普遍采用的方法，所以本次修订标准维持采用此方法。

##### 3) 杂质阳离子（铁、锌、铜、铅、镉、铬、钾、钠、钙、镁、镍、钴、铝）含量的测定

本产品的杂质（铁、锌、铜、铅、镉、铬、钾、钠、钙、镁、镍、钴、铝）含量相对较低，大部分生产企业和用户采用电感耦合等离子体发射光谱法(ICP-OES)、个别企业采用火焰原子吸收分光光度法，但是原子吸收方法受共存离子的干扰较大，操作相对复杂，不利于同步测定。同时考虑到电池行业多采用 ICP-OES 方法测定，为便于供需双方检测方法统一，本次修标主要采用电感耦合等离子体原子发射光谱法测定杂质（铁、锌、铜、铅、镉、铬、钾、钠、钙、镁、镍、钴、铝）含量，以工作曲线法定量。原 HG/T 4823-2015 版中铅的测定采用原子吸收萃取的方法，但在实际标准使用过程中，生产企业和用户大部分采用 ICP-OES 测定铅，另外 HG/T 5918-2021 电池用硫酸钴和 HG/T 5919-2021 电池用硫酸镍

中铅的测定也采用的是 ICP-OES，在本次修订过程中企业也反馈希望将铅的方法进行修订，所以本次修订标准铅的测定方法增加 ICP-OES，原子吸收萃取法作为仲裁法继续保留。

相关企业对两个方法分别进行了加标回收的试验，具体如下：

项目	单位	原子吸收 萃取法	ICP
21120239-1	ppm	0.22	0.25
加标回收	%	102.2	100.3
22010014-1	ppm	0.18	0.25
加标回收率	%	104	94.2

4) 氯化物含量的测定

氯化物指标为本次修订标准新加入的指标，测定的方法给出两种，分别是离子色谱法和分光光度法，离子色谱法具有操作简便、数据重现性好，灵敏度高优点，它是将试样用硝酸溶解，于离子色谱仪测定其响应值（峰面积或峰高），从工作曲线查得氯离子的质量浓度，计算其含量。分光光度法是在稀硝酸介质中，氯离子在一定浓度下与硝酸银形成悬浮体，于分光光度计波长 380nm 处测定吸光度，在工作曲线上查得氯离子的含量。该方法使用也比较普遍，所以本次修订标准将以上两种方法同时给出，因为相关电池硫酸锰企业拥有离子色谱仪较少，但为了推进技术进步，我们将该法引用标准，大部分还是分光光度法，且原标准在使用过程中一直十分稳定，被大多数企业所采用，未出现相关技术纠纷，所以本次将分光光度法列为仲裁法。相关企业对两种方法进行对比试验：

电池硫酸锰中比浊法和离子色谱法测氯化物对比试验

序号	比浊法	离子色谱法
1	0.0530	0.0484
2	0.0500	0.0485
3	0.0500	0.0479
4	0.0570	0.0485
5	0.054	0.0489
6	0.053	0.0469
7	0.049	0.0464
8	0.048	0.046
9	0.051	0.0486
10	0.046	0.0472
11	0.052	0.0482
均值	0.0512	0.0478
SD	0.00306	0.000986
RSD	5.977	2.064

5) 水不溶物含量的测定

与 HG/T 4823—2015 版标准方法保持一致，采用重量法。与目前企业方法一致。

6) pH 的测定

与 HG/T 4823—2015 版标准方法保持一致，使用酸度计测定（100 g/L 溶液，25℃）。与目前企业方

法一致。

7) 细度的测定

细度的测定采用传统的筛分法。根据方案会讨论，试验筛孔径统一为 400μm，通过率 100%即全部通过为合格。与原标准方法一致。

8) 硅含量的测定

HG/T 4823—2015 版标准采用传统的硅钼蓝分光光度法，该法的灵敏度较高，即试样用硫酸处理，硅酸与钼酸铵生成硅钼杂多酸，加入氢氟酸溶硅并消除部分杂质的影响，用硫酸亚铁铵还原生成硅钼蓝，于分光光度计波长 810 nm 处测量吸光度。本次修订标准仍采用该方法。

因目前电池硫酸锰的企业和用户均采用 ICP 方法进行硅含量的测定，所以本次修订增加 ICP 方法测定硅含量，将分光光度法作为仲裁的方法。

9) 氟含量的测定

氟含量测定采用常用的氟离子电极法和离子色谱法，其中氟离子电极法是原标准的方法，作为氟含量测定的仲裁法，离子色谱法是新进加入的方法，可以与氯化物的离子色谱法一起测定。企业这两种方法都有采用，所以本次修订标准将氟的测定方法进行增加。

10) 磁性异物

磁性物质为本次修订新增指标项目，目前产品中的磁性物质主要涉及铁、锌、镍、铬。基本都是采用磁棒吸附，ICP-OES 测定，四种元素加和计算而得；即试样溶解后，用磁子进行吸附铁、镍、锌和铬后，加入盐酸、硝酸溶解，采用标准曲线法，用电感耦合等离子体发射光谱仪测定镍、铁、锌和铬含量，通过计算得到磁性异物含量。此法多被行业内生产企业、检测机构采用，HG/T 5918-2021《电池用硫酸钴》和 HG/T 5919-2021《电池用硫酸镍》两项标准中均采用该方法测定，本次修标采用此法，相关企业对本方法进行了试验验证，具体数据如下：

电池用硫酸锰磁性异物试验验证数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值	RSD%
磁性异物 ppb	52	54	56	55	52	53	53	54	53.6	2.63

11) 油分

采用红外光度法测定油分含量。该法具有快速、准确、简便的特点，多被行业内生产企业、检测机构采用，HG/T 5918-2021《电池用硫酸钴》和 HG/T 5919-2021《电池用硫酸镍》两项标准中均采用该方法测定，本次修标采用此法，相关企业对本方法进行了试验验证，具体数据如下：

电池用硫酸锰油分试验验证数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	平均值	RSD%
油分 w/%	0.00055	0.00052	0.00053	0.00055	0.00054	0.00055	0.00054	0.00053	0.0005	8.60%

5 其他标准内容

1) 检验规则

- a) 本标准要求中规定的全部项目为出厂检验项目，应逐批检验。
- b) 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类型、同等级的电池用硫酸锰为一批。每批产品不超过 50 t。
- c) 按 GB/T 6678 的规定确定采样单元数。固体产品采样时，将采样器自袋的中心垂直插入至料层深度的 3/4 处采样。将采出的样品混匀，用四分法缩分至不少于 1500 g。将样品分装于两个清洁、干燥的容器中，密封；溶液产品采样时，将采样玻璃管插入至容器深度的 2/3 处采样将采得的样品混匀，

总量不少于 1000 mL，分装于两个清洁干燥的塑料瓶中，密封。并粘贴标签，注明生产厂名、产品名称、类别、型号、批号、采样日期和采样者姓名。一份供检验用，另一份保存备查，保存时间根据生产企业需求确定。

## 2) 标志、标签

根据电池用硫酸锰产品特性和目前的实际情况确定如下标准内容：

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、类型、等级、净含量、批号或生产日期、本标准编号和 GB/T 191—2008 中规定的标志 4 “怕雨”、“怕晒”标志。

每批出厂的电池用硫酸锰产品都应附有质量证明书。内容包括：生产厂名、厂址、产品名称、类型、等级、净含量、批号或生产日期、产品质量符合本标准的证明和本标准编号。

## 3) 包装

根据目前企业反馈的产品包装方式和规格，对本标准产品包装确定如下：

采用双层包装。内包装采用聚乙烯塑料薄膜袋；外包装采用塑料编织袋，其性能和检验方法应符合 GB/T 8946 的规定。包装内袋用维尼龙绳或其他质量相当的绳扎口，或用与其相当的其他方式封口；外袋采用缝包机缝合，缝合牢固，无漏缝或跳线现象。每袋净含量为 25 kg、50 kg。也可根据用户要求进行包装。

电池用硫酸锰溶液产品采用专用槽车或聚乙烯桶包装。每桶净含量为 1000 kg，也可根据用户要求进行包装。

## 八、 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。

## 九、 重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。征求意见稿在网上公开征求意见，意见的处理见《标准征求意见汇总处理表》。

## 十、 标准性质的建议说明

本标准推荐为推荐性化工行业标准。

## 十一、 贯彻标准的要求和措施建议

建议尽快发布实施本标准。建议标准实施后组织标准宣贯，使相关单位了解标准内容，促进标准顺利实施。

## 十二、 废止现行有关标准的建议

本标准修订标准。本标准批准发布后原行业标准废止。

## 十三、 标准水平的分析

目前没有搜集到其他相关的电池用硫酸锰的国家标准和行业标准，只有 HG/T 4823-2015 电池硫酸锰行标和相关生产企业的企业标准，此次修订主要是以现行 HG/T 4823 标准、相关企业标准、国内实际生产产品质量情况及用户意见为基础进行。本次修订指标设置合理，分析方法采用经典、常用的分析方法，可操作性强，测定结果更加稳定、精确，可靠，综合分析，本标准可到国内先进水平。



附表 1:

国内硫酸锰相关标准指标对比表												
项目 准		GB/T 15899 化学试剂		GB 29208	HG/T 2962	GB 34468	NY/T 1111	HG/T 4823-2015		本次修订		
		分析纯	化学纯	食品添加剂	工业	饲料添加剂	农业一水	一等品	合格品	一等品	合格品	
(MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O) w%		≥	99.0~101.0	98.0~101.0	98.0~102.0	98	98		99.0	98.0	99.0 98.5	
锰 (Mn) w%		≥	——	——	——	31.8	31.8	30	32	31.8	32.2 32.0	
铁 (Fe) w%		≤	0.0005	0.0015	——	0.004	——	——	0.001	0.002	0.001 0.002	
锌 (Zn) w%		≤	0.005	0.01	——	——	——	——	0.001	0.002	0.001 0.002	
镍 (Ni) w%		≤	0.002	0.005	——	——	——	——	0.005	——	0.005 ——	
重金属 (以 Pb 计) w%		≤	——	——	——	——	——	——	——	——	—— ——	
氯化物 (Cl) w%		≤	0.002	0.005	——	0.005	——	——	——	——	0.01 0.02	
水不溶物 w%		≤	0.005	0.01	——	0.04	0.1	2	0.01		0.01	
硫化铵不沉淀物 (SO <sub>4</sub> )		≤	0.25	0.5	——	——	——	——	——	——	—— ——	
还原高锰酸钾物质		≤	合格	合格	——	——	——	——	——	——	—— ——	
铅 (Pb) w%		≤	0.001	0.002	0.0004	——	0.0005	0.01	0.0010	0.0015	0.0010 0.0015	
砷 (As) w%		≤	——		0.0003	——	0.0003	0.002	——	——	—— ——	
硒 (Se) w%		≤	——		0.003	——	——	——	——	——	—— ——	
钾 (K) w%		≤	0.002	0.005	——	——	——	——	0.01	0.01	0.003 0.005	
钠 (Na) w%		≤	0.005	0.01	——	——	——	——	0.01	0.01	0.01 0.01	
镁 (Mg) w%		≤	0.01	0.02	——	——	——	——	0.01	0.02	0.005 0.01	
钙 (Ca) w%		≤	0.01	0.02	——	——	——	——	0.01	0.02	0.005 0.01	
汞 (Hg) w%		≤	——		——	——	0.00002	0.0005	——	——	—— ——	
铜 (Cu) w%		≤	0.001	0.002	——	——			0.001	0.002	0.001 0.002	
镉 (Cd) w%		≤	——		——	——	0.001	0.002	0.0005	0.0010	0.0005 0.0010	
铬 (Cr) w%		≤									0.001 0.0015	
钴 (Co) w%		≤	——		——	——	——	——	0.005	——	0.005 ——	
铝 (Al) w%		≤									0.001 0.003	
灼烧减量 w%			10.0~12.0		10.0~13.0	——	——	——	——	——	—— ——	
pH			——		——	5.0~7.0	——	5.0~6.5	4.0~6.5		3.0~7.0	
细度 (通过 250μm 筛)		≥	——		——	——	95	——	全部通过		全部通过	

硅（Si）w%	——	——	——	——	——	供需协商		供需协商
氟（F）w%	——	——	——	——	——	供需协商		供需协商
磁性异物 w% ≤	——	——	——	——	——	——	——	0.00001
油分 w% ≤	——	——	——	——	——	——	——	0.001

附表 2：硫酸锰分析方法对比

项目 \ 标准	GB/T 15899	GB 29208	HG/T 2962	GB 34468	NY/T 1111	HG/T 4823-2015	本次修订
	化学试剂	食品添加剂	工业	饲料添加剂	农业一水	电池用	电池用
(MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O) w%	EDTA 滴定法	EDTA 滴定法	氧化还原滴定	氧化还原滴定	——	EDTA 滴定法	EDTA 滴定法
锰 (Mn) w%	——	——	换算	换算	换算	换算	换算
铁 (Fe) w%	原子吸收	——	邻菲罗啉分光光度法	——	——	ICP	ICP
锌 (Zn) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
镍 (Ni) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
氯化物 (Cl) w%	比浊法	——	比浊法	——	——	——	离子色谱、分光光度
水不溶物 w%	重量法	——	重量法	重量法	重量法	重量法	重量法
还原高锰酸钾物质	比浊法	——	——	——	——	——	——
铅 (Pb) w%	原子吸收	原子吸收	——	原子吸收	GB 14539	ICP	原子吸收、ICP
砷 (As) w%	——	GB/T 5009	——	GB 13079	GB 14539	——	——
硒 (Se) w%	——	分光光度	——	——	——	——	——
钾 (K) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
钠 (Na) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
镁 (Mg) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
钙 (Ca) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
汞 (Hg) w%	——	——	——	GB 13081	GB 7468	——	——
铜 (Cu) w%	原子吸收	——	——	——	——	ICP	ICP
镉 (Cd) w%	——	——	——	GB 13082	GB 14539	ICP	ICP
铬 (Cr) w%	——	——	——	——	——	——	ICP
钴 (Co) w%	——	——	——	——	——	ICP	ICP
铝 (Al) w%	——	——	——	——	——	——	ICP
灼烧减量 w%	重量法	重量法	——	——	——	——	——
pH	——	——	酸度计	——	酸度计	酸度计	酸度计
细度 (通过 250μm 筛)	——	——	——	筛分	——	筛分	筛分
硅 (Si) w%	——	——	——	——	——	——	分光光度、ICP
氟 (F) w%	——	——	——	——	——	供需协商	氟离子电极、离子色谱
磁性异物 w%	——	——	——	——	——	——	ICP
油分 w%	——	——	——	——	——	——	红外分光测油仪

附表 3：国内生产企业产品质量月报数据

项目	大龙汇成电池用硫酸锰固体质量月报											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
硫酸锰（MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O）w/%	99.15	99.19	99.19	99.13	99.19	99.16	99.10	99.22	99.16	99.07	99.10	99.13
硫酸锰（以 Mn 计）w/%	32.265	32.28	32.28	32.26	32.28	32.27	32.25	32.29	32.27	32.24	32.25	32.26
铁（Fe）w/%	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0006	0.0005
锌（Zn）w/%	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0006	0.0006
铜（Cu）w/%	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
铅（Pb）w/%	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0008	0.0007	0.0007	0.0008
镉（Cd）w/%	0.0001	0.0001	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
铬（Cr）w/%	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0005	0.0003	0.0003	0.0005	0.0004	0.0003
钾（K）w/%	0.0015	0.0017	0.0014	0.0015	0.0014	0.0015	0.0015	0.0014	0.0013	0.0015	0.0014	0.0015
钠（Na）w/%	0.0026	0.0023	0.0025	0.0026	0.0022	0.0022	0.0023	0.0025	0.0026	0.0023	0.0024	0.0022
钙（Ca）w/%	0.0034	0.0035	0.0034	0.0035	0.0035	0.0036	0.0035	0.0035	0.0036	0.0036	0.0035	0.0035
镁（Mg）w/%	0.0022	0.0021	0.0021	0.0023	0.0023	0.0023	0.0022	0.0024	0.0024	0.0022	0.0024	0.0024
镍（Ni）w/%	0.0036	0.0034	0.0036	0.0034	0.0036	0.0033	0.0033	0.0033	0.0035	0.0034	0.0034	0.0035
钴（Co）w/%	0.0011	0.0012	0.0012	0.0009	0.001	0.0012	0.0011	0.001	0.0011	0.0009	0.0012	0.0011
铝（Al）w/%	0.0031	0.00282	0.00305	0.0031	0.00295	0.00287	0.0031	0.00284	0.00291	0.00288	0.00285	0.0033
氯化物（Cl <sup>-</sup> ）w/%	0.0034	0.00322	0.00344	0.00328	0.00315	0.00292	0.00292	0.0033	0.00355	0.0033	0.0034	0.0033
水不溶物 w/%	0.0044	0.00435	0.00425	0.00463	0.00428	0.0041	0.00455	0.00428	0.0045	0.00452	0.00422	0.00424
pH（100 g/L 溶液，25℃）	4.7	4.6	4.7	4.4	4.4	4.4	5.1	5.3	5.3	4.5	4.2	4.2
细度（通过 400 μm 试验筛）w/%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
硅（Si）w/%	0.0070	0.0072	0.0072	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0075	0.0074
氟（F）w/%	0.0074	0.0084	0.0084	0.0069	0.0076	0.0073	0.0071	0.0070	0.0069	0.0064	0.0071	0.0082
磁性异物 ppb	54.2	51.2	50.9	65	57.7	62.3	65.4	62	56.1	51.7	64.9	49.1
油分 w/%	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

项目	电池用硫酸锰固体质量月报（2021年）（钦州南海化工有限公司）											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
硫酸锰（ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ） $w/\%$	99.44	99.11	99.32	99.38	99.32	99.42	99.6	99.45	99.6	99.72	99.72	99.69
硫酸锰（以Mn计） $w/\%$	32.32	32.21	32.28	32.3	32.28	32.31	32.37	32.32	32.37	32.41	32.41	32.4
铁（Fe） $w/\%$	0.0005	0.0006	0.0006	0.0003	0.0006	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0004	0.0005	0.0004
锌（Zn） $w/\%$	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001
铜（Cu） $w/\%$	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004
铅（Pb） $w/\%$	0.0003	0.0002	0.0001	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001
镉（Cd） $w/\%$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铬（Cr） $w/\%$	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003	0.0002	0.0003	0.0003	0.0002	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004
钾（K） $w/\%$	0.0002	0.0001	0.0005	0.0005	0.0002	0.0003	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0005
钠（Na） $w/\%$	0.0022	0.0020	0.0018	0.0021	0.0020	0.0037	0.0027	0.0021	0.0022	0.0022	0.0018	0.0026
钙（Ca） $w/\%$	0.0038	0.0041	0.0041	0.0037	0.0034	0.0038	0.0038	0.0039	0.0030	0.0033	0.0028	0.0028
镁（Mg） $w/\%$	0.0043	0.0043	0.0045	0.0036	0.0031	0.0028	0.0029	0.0029	0.0026	0.0028	0.0027	0.0026
镍（Ni） $w/\%$	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
钴（Co） $w/\%$	0.0018	0.0017	0.0016	0.0012	0.0020	0.0013	0.0011	0.0014	0.0013	0.0013	0.0017	0.0010
铝（Al） $w/\%$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
氯化物（ $\text{Cl}^-$ ） $w/\%$	0.0021	0.0018	0.0017	0.002	0.0017	0.0017	0.0014	0.0017	0.0015	0.0016	0.0015	0.0014
水不溶物 $w/\%$	0.0053	0.0036	0.0046	0.0033	0.0037	0.0035	0.0034	0.0037	0.0033	0.0028	0.0030	0.0030
pH（100 g/L溶液，25℃）	3.97	4.35	4.17	4.58	4.21	4.05	4.23	4.77	4.24	4.17	3.97	4.53
细度（通过400 $\mu\text{m}$ 试验筛） $w/\%$	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
硅（Si） $w/\%$	0.0058	0.0047	0.0052	0.0062	0.0061	0.0044	0.0048	0.0051	0.0051	0.0044	0.0038	0.0047
氟（F） $w/\%$	0.0016	0.0014	0.0015	0.0013	0.0016	0.0013	0.0013	0.0013	0.0014	0.0014	0.0016	0.0015
磁性异物 $w/\%$	0.0000033	0.0000033	0.0000028	0.0000021	0.0000019	0.0000021	0.0000024	0.0000022	0.0000019	0.0000031	0.0000021	0.0000022
油分 $w/\%$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

项目+A1A1:M21	华友钴业电池用硫酸锰溶液质量月报											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
锰 (%)	9.52	9.42	9.55	9.48	9.53	9.57	/	/	/	/	/	/
硫酸锰 (以Mn计) /(g/L)	122.53	121.62	122.53	122.05	122.24	122.10	134.28	134.07	136.04	133.97	134.88	135.10
铁 (Fe) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	0.00075	0.00030	<0.0001	<0.0001	<0.0001
锌 (Zn) /(g/L)	0.0005	0.0007	0.0006	0.0003	0.0002	0.0005	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.00051	0.0003	0.00060
铜 (Cu) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.00053	0.00022	0.00015
铅 (Pb) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
镉 (Cd) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
铬 (Cr) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
钾 (K) /(g/L)	0.0005	0.0009	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0013	0.00140	0.0012	0.0011	0.00270	0.0013
钠 (Na) /(g/L)	0.0085	0.0076	0.0087	0.0110	0.0120	0.0100	0.0034	0.0042	0.0029	0.0037	0.0042	0.0039
钙 (Ca) /(g/L)	0.0011	0.0014	0.0010	0.0011	0.0013	0.0014	0.0010	0.00110	0.0012	0.00096	0.0013	0.0014
镁 (Mg) /(g/L)	0.0039	0.0029	0.0039	0.0021	0.0019	0.0021	0.00071	0.00042	0.00084	0.0011	0.00120	0.0013
镍 (Ni) /(g/L)	0.0001	0.0007	0.0004	0.0004	0.0005	0.0005	0.00012	0.00010	0.00019	0.00013	0.00016	0.00013
钴 (Co) /(g/L)	0.26	0.38	0.39	0.36	0.43	0.47	0.0020	0.001	0.0021	0.0045	0.0018	0.0052
铝 (Al) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	<0.0001	0.0005	<0.0001	0.00012	<0.0001	<0.0001
氯化物 (Cl <sup>-</sup> ) /(g/L)	/	/	/	/	/	/	0.0013	0.0045	0.0015	0.0017	0.00150	0.0015
pH	3.77	3.63	3.68	3.58	3.54	3.74	2.47	2.61	2.41	2.41	2.43	2.42
硅 (Si) /(g/L)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00035	<0.0001	0.0011	0.0016	0.0016	0.0014
氟 (F) /(g/L)	/	/	/	/	/	/	0.0036	0.0051	0.0037	0.0050	0.00390	0.0044
磁性异物/(ppb)	15	15	15	15	15	15	11	18	7	7	7	8
油分/(g/L)	0.0021	0.0026	0.0023	0.0037	0.0070	0.0079	0.0034	0.0028	0.0015	0.0030	0.0025	0.0032
水不溶物 (%)	0.0018	0.0013	0.0022	0.0022	0.0011	0.0015	/	/	/	/	/	/
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.2872	1.2912	1.2836	1.2878	1.2833	1.2759	/	/	/	/	/	/

广东邦普电池用硫酸锰（溶液）质量月报													
日期	锰 (Mn) g/L	钴 (Co) g/L	铁 (Fe) g/L	铜 (Cu) g/L	锌 (Zn) g/L	钙 (Ca) g/L	镁 (Mg) g/L	镉 (Cd) g/L	钠 (Na) g/L	铅 (Pb) g/L	油份 g/L	氯根 (Cl <sup>-</sup> ) g/L	氟根 (F <sup>-</sup> ) g/L
2021.1	109	0.0749	0.0006	0.0011	0.0013	0.0057	0.0008	0.0035	1.29	0.0023	0.0009	0.0314	0.0356
2021.2	104	0.0685	0.0011	0.0009	0.0020	0.0052	0.0005	0.0015	1.56	0.0023	0.0003	0.0331	0.0469
2021.3	103	0.0876	0.0012	0.0009	0.0018	0.0095	0.0011	0.0025	1.51	0.0021	0.0006	0.0289	0.0411
2021.4	107	0.0748	0.0013	0.0011	0.0018	0.0098	0.0008	0.0064	1.84	0.0015	0.0007	0.0274	0.0510
2021.5	101	0.0784	0.0017	0.0008	0.0014	0.0101	0.0014	0.0019	1.12	0.0016	0.0003	0.0319	0.0332
2021.6	108	0.0695	0.0016	0.0017	0.0014	0.0099	0.0005	0.0051	1.66	0.0025	0.0004	0.0328	0.0435
2021.7	103	0.0713	0.0010	0.0012	0.0011	0.0093	0.0012	0.0011	1.53	0.0072	0.0004	0.0267	0.0582
2021.8	101	0.0715	0.0007	0.0006	0.0018	0.0088	0.0009	0.0022	1.69	0.0026	0.0007	0.0332	0.0491
2021.9	104	0.0753	0.0016	0.0018	0.0014	0.0073	0.0015	0.0012	1.11	0.0026	0.0008	0.0329	0.0565
2021.10	100	0.0702	0.0010	0.0015	0.0016	0.0127	0.0009	0.0020	1.22	0.0021	0.0003	0.0263	0.0637
2021.11	100	0.0910	0.0007	0.0018	0.0020	0.0100	0.0005	0.0019	1.89	0.0086	0.0007	0.0287	0.0451
2021.12	100	0.0824	0.0014	0.0010	0.0015	0.0112	0.0008	0.0067	1.34	0.0021	0.0009	0.0333	0.0455
2022.1	101	0.0793	0.0015	0.0010	0.0014	0.0064	0.0007	0.0013	1.23	0.0016	0.0007	0.0333	0.0539
2022.2	101	0.0778	0.0006	0.0013	0.0011	0.0131	0.0009	0.0018	1.31	0.0014	0.0004	0.0293	0.0391
2022.3	102	0.0822	0.0016	0.0017	0.0013	0.0098	0.0009	0.0046	1.49	0.0026	0.0004	0.0312	0.0422
2022.4	110	0.0835	0.0010	0.0018	0.0011	0.0117	0.0008	0.0024	1.55	0.0058	0.0007	0.0326	0.0503
2020.5	101	0.0701	0.0008	0.0012	0.0019	0.0100	0.0015	0.0055	1.62	0.0066	0.0009	0.0309	0.0344

广东邦普电池用硫酸锰（固体）质量月报													
日期	锰 (Mn) %	钴 (Co) %	铁 (Fe) %	铜 (Cu) %	锌 (Zn) %	钙 (Ca) %	镁 (Mg) %	镉 (Cd) %	钠 (Na) %	铅 (Pb) %	油份 %	氯根 (Cl <sup>-</sup> ) %	氟根 (F <sup>-</sup> ) %
2021.12	32.5	0.0044	0.0004	0.0010	0.0005	0.0032	0.0021	0.0007	0.015	0.0004	0.0005	0.0062	0.0021
2022.1	32.5	0.0093	0.0005	0.0010	0.0004	0.0044	0.0035	0.0013	0.016	0.0004	0.0003	0.0080	0.0025
2022.2	32.4	0.0078	0.0006	0.0008	0.0010	0.0031	0.0019	0.0008	0.011	0.0004	0.0004	0.0041	0.0014
2022.3	32.2	0.0052	0.0006	0.0007	0.0010	0.0098	0.0027	0.0006	0.008	0.0006	0.0005	0.0061	0.0016
2022.4	32.4	0.0035	0.0010	0.0008	0.0006	0.0047	0.0038	0.0014	0.009	0.0005	0.0004	0.0070	0.0019

项目	贵州金瑞新材料有限公司电池用硫酸锰固体质量月报											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
硫酸锰 (MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O) w/%	99.63	100.43	100.61	99.82	99.29	99.45	99.54	99.45	99.35	99.32	99.35	99.32
硫酸锰 (以Mn计) w/%	32.42	32.68	32.74	32.48	32.31	32.36	32.39	32.36	32.33	32.32	32.33	32.32
铁 (Fe) w/%	0.0006	0.0007	0.0006	0.0004	0.0007	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0004
锌 (Zn) w/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铜 (Cu) w/%	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
铅 (Pb) w/%	0.0006	0.0007	0.0008	0.0005	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003
镉 (Cd) w/%	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
铬 (Cr) w%	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0004	0.0003	0.0003
钾 (K) w/%	0.0028	0.0022	0.0022	0.0022	0.0056	0.0058	0.0096	0.0074	0.0026	0.0021	0.0015	0.0014
钠 (Na) w/%	0.0021	0.0022	0.0026	0.0032	0.0046	0.0051	0.0058	0.0062	0.0041	0.0039	0.0032	0.0028
钙 (Ca) w/%	0.003	0.0032	0.0033	0.003	0.003	0.0031	0.0032	0.0033	0.0028	0.0029	0.003	0.0032
镁 (Mg) w/%	0.0032	0.0032	0.0036	0.0034	0.0039	0.004	0.004	0.0051	0.003	0.0029	0.0034	0.0033
镍 (Ni) w/%	0.0021	0.0022	0.0023	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002
钴 (Co) w/%	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005	0.0002	0.0007	0.0006
铝 (Al) w%	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
氯化物 (Cl <sup>-</sup> ) w%	0.0011	0.0006	0.0007	0.0009	0.0006	0.0008	0.001	0.0012				0.0012
水不溶物w/%	0.0032	0.0045	0.0043	0.0042	0.0041	0.0036	0.0032	0.0033	0.0037	0.0036	0.0033	0.0033
pH (100 g/L溶液, 25℃)	4.33	3.85	3.85	3.69	4.08	4.18	3.91	4.03	4.67	4.58	4.9	4.46
硅 (Si) w/%	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
氟 (F) w%	0.0061	0.0023	0.0023	0.0033	0.0044	0.0042	0.0045	0.0066	0.0045	0.0044	0.004	0.0045
磁性异物w/%	0.0000046	0.0000041	0.000004	0.000009	0.0000076	0.0000078	0.0000061	0.0000061	0.0000081	0.0000077	0.0000071	0.0000077
油分w/%	0.0002	0.0002	0.0002	0.0005	0.0004	0.0004	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0003	0.0004



附表 4：平行性试验数据

项目	平行性试验数据（一个样品平行测定 8 次）							
	1	2	3	4	5	6	7	8
硫酸锰（ $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ）w/%	99.25	99.25	99.24	99.25	99.26	99.24	99.25	99.26
硫酸锰（以 Mn 计）w/%	32.24	32.22	32.27	32.23	32.22	32.21	32.24	32.22
铁（Fe）w/%	0.00062	0.00061	0.0006	0.00061	0.00061	0.0006	0.00061	0.0006
锌（Zn）w/%	0.00053	0.00052	0.0005	0.00051	0.00051	0.00052	0.0005	0.00051
铜（Cu）w/%	0.00018	0.00019	0.00017	0.00017	0.00019	0.00018	0.00017	0.00017
铅（Pb）w/%	0.00075	0.00074	0.00075	0.00076	0.00074	0.00074	0.00075	0.00075
镉（Cd）w/%	0.00022	0.00020	0.00021	0.00021	0.00020	0.00022	0.00021	0.00022
铬（Cr）w/%	0.00052	0.00051	0.00051	0.00050	0.00053	0.00051	0.00052	0.00051
钾（K）w/%	0.0014	0.0012	0.0014	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0014
钠（Na）w/%	0.0032	0.0031	0.0033	0.0032	0.0031	0.0032	0.0031	0.0032
钙（Ca）w/%	0.0038	0.0038	0.0037	0.0037	0.0038	0.0038	0.0037	0.0038
镁（Mg）w/%	0.0025	0.0024	0.0023	0.0025	0.0023	0.0025	0.0024	0.0025
镍（Ni）w/%	0.0035	0.0033	0.0035	0.0035	0.0034	0.0033	0.0033	0.0035
钴（Co）w/%	0.0029	0.0031	0.003	0.0029	0.003	0.0031	0.003	0.0029
铝（Al）w/%	0.0032	0.0031	0.0032	0.0031	0.0033	0.0032	0.0031	0.0032
氯化物（Cl <sup>-</sup> ）w/%	0.0034	0.0034	0.0033	0.0033	0.0034	0.0035	0.0033	0.0034
水不溶物 w/%	0.0044	0.0042	0.0042	0.0044	0.0045	0.0044	0.0044	0.0043
pH（100 g/L 溶液，25℃）	4.52	4.54	4.51	4.53	4.52	4.53	4.51	4.53
细度（通过 400 $\mu\text{m}$ 试验筛）w/%	100	100	100	100	100	100	100	100
硅（Si）w/%	0.00752	0.00757	0.00755	0.00755	0.00753	0.00754	0.00753	0.00755
氟（F）w/%	0.00824	0.00821	0.00822	0.00822	0.00821	0.00824	0.00824	0.00823
磁性异物 ppb	52	54	56	55	52	53	52	54
油分 w/%	0.00055	0.00052	0.00053	0.00055	0.00054	0.00055	0.00054	0.00053

附表 5：试验累积数据

项目	1	2	3	4	5	6	7	8
硫酸锰 (MnSO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O) w/%	99.42	99.32	99.42	99.21	99.3	99.22	99.41	99.23
硫酸锰 (以 Mn 计) w/%	32.24	32.28	32.23	32.3	32.22	32.24	32.22	32.28
铁 (Fe) w/%	5.2	5.8	6.2	6.1	5.6	6.4	6.2	5.6
锌 (Zn) w/%	5	4.9	4.6	4.7	4.4	4.8	5.5	4.4
铜 (Cu) w/%	1.8	1.9	2.2	2.3	2.1	2.3	2.3	1.8
铅 (Pb) w/%	7.3	8.1	7.3	7.6	7.6	7.9	7.5	7.4
镉 (Cd) w/%	2.6	2.4	2.3	2.2	2.6	2.4	2.6	2.4
铬 (Cr) w%	5	4.9	4.9	4.2	4.3	4.3	4.6	4.6
钾 (K) w/%	14.4	14.9	15.1	14.7	14.4	15.3	15.1	14.6
钠 (Na) w/%	27.7	27.5	25.6	25.4	25.9	28.4	26.4	27.6
钙 (Ca) w/%	33.3	36	35	34.4	33.8	32.9	33.7	34.2
镁 (Mg) w/%	22.9	25.2	21.2	22.8	22.5	24.9	23.8	25.6
镍 (Ni) w/%	36	34	33.1	33.6	36	33.3	33.2	33.2
钴 (Co) w/%	9.6	12.8	12	9.9	9.2	11.6	12.3	10.7
铝 (Al) w%	27.7	27.4	28.1	31.5	29.9	30	27.2	27.6
氯化物 (Cl) w%	33.8	31.6	34.4	34.3	31.3	29.2	28.5	32.9
水不溶物 w/%	43.3	42.7	43.5	42.3	42.7	42.9	46.6	42.7
pH (100 g/L 溶液, 25°C)	4.56	4.29	4.47	4.8	4.49	4.48	4.69	4.54
细度 (通过 400 μm 试验筛) w/%	100	100	100	100	100	100	100	100
硅 (Si) w/%	74.3	76.3	77.4	77.3	76.2	77.1	77.3	77.1
氟 (F) w%	73.6	77.3	69.5	68.7	70.5	72	73.5	72.1
磁性异物 ppb	54.2	51.2	50.9	65	57.7	62.3	65.4	62
油分 w/%	5.4	5.3	4.2	4.5	5.2	4.4	4.5	4.6

