

制定《电池用硫酸亚铁》化工行业标准编制说明（征求意见稿）

1 任务来源及简要编制过程

1.1 任务来源

根据工业和信息化部办公厅文件《关于印发 2024 年第二批行业标准制修订计划的通知》[工信厅科函〔2024〕191 号]的要求，全国化学标准化技术委员会无机化工分会将于 2025 年完成《电池用硫酸亚铁》化工行业标准的制定工作。计划编号：2024-0611T-HG。该行业标准由河南佰利新能源材料有限公司等起草，由全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会负责技术归口。

1.2 标准简要编制过程

1.2.1 标准调研阶段

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制定《电池用硫酸亚铁》化工行业标准的计划后，首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向产品生产、使用单位发函，对电池用硫酸亚铁的生产和使用情况进行调查，并广泛征求对制定标准工作的意见，在此基础上提出了文献小结。

1.2.2 标准工作方案会阶段

2025 年 3 月在天津召开了制定《电池用硫酸亚铁》化工行业标准工作方案会，会上与会代表经过讨论确定电池用硫酸亚铁的指标，并确定了相应的试验方法等内容。根据讨论结果，制标工作小组提出了工作方案及工作进度。根据不同厂家的产品质量情况及汇总的试验数据，标准起草小组协商确定了标准要求和相应试验方法。会后各生产企业分别进行试验工作，由中海油天津化工研究设计院提出标准征求意见稿及编制说明。

1.2.3 上网征求意见阶段

待定。

1.2.4 标准预审阶段

待定。

1.2.5 标准审查阶段

待定。

2 目的、意义

硫酸亚铁为生产磷酸铁锂电池用主要原材料之一，属于《战略性新兴产业分类（2018）》统计目录中“1.2.3 高储能和关键电子材料制造—3841 锂离子电池制造”类产品。项目符合《工业领域碳达峰实施方案》中的“4.强化工业固废综合利用.....探索形成基于区域产业特色和固废特点的工业固废综合利用产业发展路径”的有关要求。也符合工信部等六部门印发的《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》中“（三）实施“三品”行动，提升化工产品供给质量”的有关要求。

磷酸铁作为磷酸铁锂正极材料的原料通常由硫酸亚铁和磷酸盐反应制备，目前生产电池用硫酸亚铁主要有两种工艺，一种工艺是利用铁皮和硫酸反应生产硫酸亚铁，优点是工艺流程短、产品纯度高，但该方法在溶铁过程中会产生大量氢气，安全性较低，因此，对厂区的防火、防爆等级要求严格，同时高纯铁皮或铁粉价格昂贵，造成生产成本较高；另一种工艺为硫酸法钛白粉生产副产硫酸亚铁，优点是不消耗资源，成本低廉，其纯度根据钛白粉生产工艺条件控制的不同，在 85 %~93 %之间，其中大部分杂质为钛及其化

合物、游离酸、镁、铅、镉、铬、锰等，再通过提纯制得电池用硫酸亚铁产品。采用钛白副产硫酸亚铁作为铁源替代铁皮或铁粉制备硫酸亚铁，是目前硫酸铁生产厂家降低铁源成本的主要途径。近年来随着国内钛白粉产量的快速增长，钛白粉生产副产物硫酸亚铁剧增，硫酸法钛白每生产 1 吨钛白粉约产生 3.5 吨~4.0 吨硫酸亚铁副产物，产量达 750 万吨/年。长期以来硫酸法钛白生产硫酸亚铁都是作为固体废弃物堆放，不仅影响环境，而且对铁资源造成了浪费，同时也制约了钛白粉产业的发展。

目前大部分企业采用钛白副产硫酸亚铁工艺生产电池用硫酸亚铁。电池用硫酸亚铁对杂质和主含量要求都较高，需要进行除杂净化处理，否则会对后续磷酸铁锂正极材料的比容量和循环性能产生非常大的影响。而目前针对电池用硫酸亚铁尚未有相关标准。为了响应中共中央、国务院《质量强国建设纲要》的要求，适时开展电池用硫酸亚铁标准制定，统筹引导锂电池材料产业高质量发展，迫切需要建立电池用硫酸亚铁各项指标及检测方法规范，特此提出制定《电池用硫酸亚铁》行业标准。

3 产品概况

3.1 产品名称：电池用硫酸亚铁

分子式： $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

相对分子质量：277.97 （按 2022 年国际相对原子质量）

3.2 物化性质

淡绿色或淡黄绿色结晶，熔点 64°C ，相对密度 1.898。溶于水、甘油，不溶于乙醇。

3.3 产品用途

电池用硫酸亚铁在制备电池正极材料时提供铁源。近年来随着对动能、储能材料开发的快速发展，磷酸铁锂电池的需求量每年以数倍量的进度迅猛发展。

3.4 生产企业情况及生产工艺

国内生产电池用硫酸亚铁的企业有：河南佰利新能源材料有限公司等。全国年产量 200 多万吨/年。

方法一：硫酸法

硫酸与母液混合，用蒸汽加热至 80°C 时，将废铁屑溶解于反应液中，反应生成的微酸性硫酸亚铁溶液经澄清去除杂质后，再经冷却结晶、离心脱水，制得硫酸亚铁。

方法二：钛白副产法

在硫酸法钛白粉的生产过程中，会产生一系列的副产物。经过酸解工序，钛铁矿与浓硫酸反应，生成硫酸亚铁、二氧化硫、硫酸钛和水，通过蒸发结晶得到硫酸亚铁晶体。

目前国内大部分企业是采用方法二进行生产。

4 制标原则

- 4.1 积极采用国际标准和国外先进标准；
- 4.2 有利于促进技术进步，提高产品质量；
- 4.3 有利于合理利用资源，提高经济效益；
- 4.4 符合用户要求，保护消费者利益，促进对外贸易。

5 国内外标准概况

目前国内相关标准主要有 HG/T 2935《饲料级 硫酸亚铁》、国家标准 GB/T 10531《水处理剂 硫酸亚铁》及国标 GB/T 664《化学试剂 七水合硫酸亚铁》，没有查阅到用于电池用硫酸亚铁的标准。本标准的制定根据国内电池用硫酸亚铁生产企业的实际生产情况以及用户的需求设置相关的指标要求和试验方法。

6 制标依据

- 6.1 用户要求；
- 6.2 生产厂家的质量月报（见附表1）；
- 6.3 生产厂家试验数据。

7 标准内容确定

7.1 范围

本文件的范围定为：

本文件规定了电池用硫酸亚铁的要求、试验方法、检验规则、标志及随行文件、包装、运输、贮存。

本文件适用于电池用硫酸亚铁。

注：该产品主要用作生产锂离子电池和钠离子电池用原料。

7.2 各指标参数及指标值设定的依据

本次标准的制定共设定主含量（以 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 计）、三价铁、氯化物、铝、钙、镁、钾、钠、钛、铜、锌、铬、铅、锰、镉和磁性物质共16项指标项目。

本次制定标准，指标参数的设置主要从用户要求出发、考虑原料质量水平、生产工艺几个方面。其中，除了原料可能移入的杂质外，还包括了影响电池质量的离子含量，作为制备电池正极材料原料的硫酸亚铁应严格控制金属杂质含量。杂质元素含量是电极材料的重要指标。杂质含量过高会影响电极材料的纯度，有些金属元素杂质还会对电化学性能产生有害影响。同时根据产品质量差别分为两个等级。

具体指标设置如下表。

表 1

项 目		一等品	合格品
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ w / %	\geq	85.0	85.0
三价铁（以 Fe^{3+} 计） w / %	\leq	0.2	—
氯化物（以 Cl 计）分光光度法	\leq	0.01	—
铝（Al） w / %	\leq	0.01	0.01
钙（Ca） w / %	\leq	0.05	0.05
镁（Mg） w / %	\leq	0.01	0.20
钾（K） w / %	\leq	0.01	0.01
钠（Na） w / %	\leq	0.1	0.1
钛（Ti） w / %	\leq	0.25	0.5
铜（Cu） w / %	\leq	0.002	0.002
锌（Zn） w / %	\leq	0.01	0.01
铬（Cr） w / %	\leq	0.005	0.005
铅（Pb） w / %	\leq	0.002	0.002
锰（Mn） w / %	\leq	0.1	0.2
镉（Cd） w / %	\leq	0.0005	0.0005
磁性物质 w / （mg/kg）	\leq	0.25	0.25

7.3 试验方法的确定依据

本次制标试验方法设置如下：

表 2 试验方法

项 目	试验方法
FeSO ₄ •7H ₂ O w / %	高锰酸钾滴定法
三价铁（以 Fe ³⁺ 计） w / %	硫代硫酸钠滴定法
氯化物（以 Cl 计）	目视比浊法
铝（Al） w / %	ICP-OES 法
钙（Ca） w / %	
镁（Mg） w / %	
钾（K） w / %	
钠（Na） w / %	
钛（Ti） w / %	
铜（Cu） w / %	
锌（Zn） w / %	
铬（Cr） w / %	
铅（Pb） w / %	
锰（Mn） w / %	
镉（Cd） w / %	
磁性物质 w / （mg/kg）	ICP-OES 法

（1）主含量（以FeSO₄•7H₂O计）的测定

在酸性介质中，用高锰酸钾标准滴定溶液滴定，使二价铁氧化成三价铁，以滴定液自身指示终点。此方法经生产单位长期使用测定结果准确、稳定、可靠。

（2）三价铁（以 Fe³⁺计）含量的测定

在酸性介质中，试样中的三价铁与碘化钾作用生成游离碘，用硫代硫酸钠标准溶液滴定，以此计算试样中的铁含量。

（3）氯化物含量的测定

目视比浊法简单易行，数据准确、可靠，因此本次制定标准采用目视比浊法。

（4）杂质金属离子的测定

对产品中金属杂质的检测采用电感耦合等离子体发射光谱法。生产单位日常检验对产品中金属杂质的检测采用电感耦合等离子体发射光谱法，试样经酸溶解后由载气带入雾化系统进行雾化后，以气溶胶形式进入等离子体，在高温和惰性气体中被充分蒸发、原子化、电离和激发，发射出所含元素的特征谱线，根据元素浓度与元素特征谱线的强度的关系，对相应元素进行定量分析。电感耦合等离子体发射光谱法是测定微量元素的常用方法，具有检出限低、多元素同时测定、测定结果准确的优点。本标准的制定，铝、钙、镁、钾、钠、钛、铜、锌、铬、铅、锰、镉金属杂质的测定采用电感耦合等离子体发射光谱法。

表 3：金属杂质含量 ICP-OES 法标准曲线线性数据

杂质 元素	波长	光谱强度						标准曲线方程	线性相关 系数
		1	2	3	4	5	6		
铝	396.153	596.6	94870.7	193140.5	360941.4	715702.4	892650.2	y = 88690.2424x + 6180.4345	0.999844
钙	317.933	760.4	193460.4	390928.6	730076.2	1445563.9	1799877.2	y = 178871.9363x +	0.999843

								14588.4156	
镁	285.213	377.9	209395.3	414117.0	784396.6	1551064.9	1924503.5	$y = 191667.0769x + 17728.2591$	0.999809
钾	317.933	1676.6	26512.4	54054.8	106564.9	213301.5	267356.4	$y = 26684.1518x - 171.7200$	0.999948
钠	589.592	3620.9	143185.7	295377.7	555765.1	1105871.1	1384064.2	$y = 137526.4835x + 5659.1947$	0.999812
钛	334.940	642.8	644433.4	1311356.2	2557013.0	5107119.1	6392903.0	$y = 637526.5228x + 6906.8818$	0.999954
铜	327.393	360.0	109488.3	222347.4	415120.6	822630.3	1025363.2	$y = 101877.4187x + 7610.9200$	0.999843
锌	206.200	134.3	42952.5	85542.3	159476.3	314841.4	390661.8	$y = 38841.2752x + 4111.2337$	0.999770
铬	267.716	191.4	134707.1	281710.9	537232.7	1073933.6	1349449.2	$y = 134175.2051x + 531.9167$	0.999709
铅	220.353	161.3	3696.4	16511.1	14452.5	28793.9	80467.1	$y = 8012.2351x - 88.0295$	0.999763

表 4：金属杂质含量 ICP-OES 法加入回收数据

杂质元素	本底含量 (mg/kg)	加标后含量 (mg/kg)	一倍加标回收率 (%)	加标量 (mg/kg)	加标后含量 (mg/kg)	二倍加标回收率 (%)
铝	67.2	68.17	97	2	70.22	103
钙	29.6	30.61	101	2	32.53	96
镁	3914	3914.99	99	2	3916.97	99
钾	3.7	4.65	95	2	6.75	105
钠	38.6	39.57	97	2	41.51	97
钛	3816.2	3817.2	100	2	3819.22	101
铜	0.88	1.84	96	2	3.92	104
锌	39.6	40.62	102	2	42.56	97
铬	16.1	17.13	103	2	19.03	95
铅	5.8	6.84	104	2	8.80	98

(5) 磁性物质

磁性物质主要涉及铁、锌、镍、铬。经对搜集到的方法资料对比，基本都是采用磁棒吸附，然后用王水溶解，采用电感耦合等离子体原子发射光谱仪测定磁性物质元素（铁、锌、镍、铬）特征谱线的强度，以工作曲线法定量。

8 标准属性

本文件为推荐性行业标准。

9 标准水平的分析

本标准根据我国电池用硫酸亚铁的实际生产情况和用户的需要进行制定，分析方法完善，适于生产企业日常检验快速准确的需要，分析方法均采用经典的方法，数据准确、可靠。本标准达到国内先进水平。

附件 1

生产厂一电池用硫酸亚铁产品的质量月报

日期	FeSO ₄ •7H ₂ O w / %	铝 (Al) w / %	钙 (Ca) w / %	镁 (Mg) w / %	钾 (K) w / %	钠 (Na) w / %	钛 (Ti) w / %	铜 (Cu) w / %	锌 (Zn) w / %	铬 (Cr) w / %	铅 (Pb) w / %	锰 (Mn) w / %	镉 (Cd) w / %	氯化物 (以 Cl 计)	Fe ³⁺	磁性物 质 w / (mg/k g)
2023.4	88.0	0.0029	0.0283	0.2345	0.0045	0.0271	0.2383	未检出	0.0086	未检出	0.0005	0.0836	-	<0.01	0.01	-
2023.5	89.8	0.0028	0.0383	0.2332	0.0024	0.0274	0.1938	未检出	0.0087	未检出	0.0005	0.0831	-	<0.01	0.06	-
2023.6	90.8	0.0022	0.0429	0.2400	0.0060	0.0199	0.2008	未检出	0.0084	未检出	0.0005	0.0793	-	<0.01	0.01	-
2023.7	89.9	0.0022	0.0417	0.2363	0.0047	0.0198	0.2259	未检出	0.0085	未检出	0.0005	0.0833	-	<0.01	0.03	-
2023.8	89.7	0.0014	0.0527	0.2373	0.0048	0.0207	0.2370	未检出	0.0083	未检出	0.0006	0.0835	-	<0.01	0.04	-
2023.9	89.6	0.0015	0.0360	0.2271	0.0017	0.0205	0.2337	未检出	0.0089	未检出	0.0005	0.0743	-	<0.01	0.02	-
2023.1	90.5	0.0017	0.0433	0.2241	0.0016	0.0167	0.1825	未检出	0.0090	未检出	0.0006	0.0735	-	<0.01	0.07	-
2023.11	90.2	0.0017	0.0444	0.2234	0.0013	0.0172	0.1388	未检出	0.0095	未检出	0.0005	0.0705	-	<0.01	0.02	-
2023.12	90.1	0.0018	0.0505	0.2289	0.0013	0.0140	0.2082	未检出	0.0095	未检出	0.0006	0.0827	-	<0.01	0.04	-
2024.1	90.9	0.0018	0.0469	0.2297	0.0018	0.0098	0.1870	未检出	0.0080	未检出	0.0009	0.0744	-	<0.01	0.02	-
2024.2	90.8	0.0016	0.0410	0.2400	0.0022	0.0121	0.1052	未检出	0.0079	未检出	0.0004	0.0771	-	<0.01	0.03	-
2024.3	90.3	0.0016	0.0411	0.2377	0.0015	0.0119	0.1052	未检出	0.0080	未检出	0.0005	0.0772	-	<0.01	0.05	-
2024.4	90.6	0.0017	0.0425	0.2433	0.0016	0.0125	0.1052	未检出	0.0078	未检出	0.0005	0.0772	-	<0.01	0.07	-
2024.5	90.5	0.0016	0.0453	0.2385	0.0030	0.0131	0.1045	未检出	0.0078	未检出	0.0005	0.0771	-	<0.01	0.05	-
2024.6	90.4	0.0015	0.0422	0.2521	0.0019	0.0135	0.1042	未检出	0.0077	未检出	0.0005	0.0768	-	<0.01	0.02	-
2024.7	90.5	0.0015	0.0359	0.2100	0.0022	0.0243	0.1046	未检出	0.0077	未检出	0.0005	0.0768	-	<0.01	0.04	-
2024.8	90.1	0.0015	0.0375	0.2296	0.0018	0.0246	0.1036	未检出	0.0094	未检出	0.0004	0.0765	-	<0.01	0.03	-
2024.9	91.3	0.0016	0.0513	0.2302	0.0014	0.0098	0.1033	未检出	0.0078	未检出	0.0004	0.0766	-	<0.01	0.01	-
2024.1	90.1	0.0016	0.0374	0.2241	0.0020	0.0117	0.1285	未检出	0.0082	未检出	0.0005	0.0782	-	<0.01	0.05	-

2024.11	90.1	0.0016	0.0378	0.2354	0.0021	0.0139	0.1068	未检出	0.0091	未检出	0.0005	0.0811	-	<0.01	0.05	-
2024.12	90.4	0.0016	0.0452	0.2466	0.0027	0.0107	0.2044	未检出	0.0077	未检出	0.0006	0.0835	-	<0.01	0.04	-
2025.1	90.0	0.0017	0.0420	0.2469	0.0022	0.0205	0.1898	未检出	0.0089	未检出	0.0005	0.0789	-	<0.01	0.03	-
2025.2	90.2	0.0018	0.0388	0.2264	0.0022	0.0166	0.1136	未检出	0.0079	未检出	0.0004	0.0757	-	<0.01	0.01	-
2025.3	90.2	0.0019	0.0455	0.2276	0.0019	0.0136	0.1568	未检出	0.0077	未检出	0.0004	0.0766	-	<0.01	0.02	-

生产厂二电池用硫酸亚铁产品的质量月报

批次	FeSO ₄ •7H ₂ O	三价铁 (Fe ³⁺)	钙(Ca)	镁(Mg)	钠(Na)	钾(K)	铜(Cu)	镍(Ni)	锌(Zn)	铬(Cr)	锰(Mn)	钴(Co)	铝(Al)	钛(Ti)	铅(Pb)	镉(Cd)
		%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
2025/3/5	99.66	0.17	12	11.4	<0.27	<1.96	2.15	3.77	2.29	<0.04	280	4.84	<0.07	<0.01	0.60	<0.01
2025/3/5	97.66	0.1	18	12.2	<0.27	<1.96	0.59	3.85	2.51	<0.04	290	4.96	<0.07	<0.01	0.76	<0.01
2025/3/5	97.71	0	15	13.6	12.7	<1.96	1.30	5.03	4.10	0.32	415	7.34	1.2	0.72	3.07	0.54
2025/3/6	98.46	0.02	10	17.1	<0.37	<1.89	0.87	5.10	3.53	3.28	369	6.44	<0.11	<0.10	1.56	<0.01
2025/3/10	98.86	0.16	15.4	32.2	14.4	<1.89	1.8	6.20	8.12	<0.03	194	4.91	<0.05	0.01	2.40	<0.01
2025/3/16	98.91	0.05	11.2	27.0	2.18	<2.53	1.80	6.33	6.14	0.47	176	4.62	<0.06	<0.02	2.11	<0.02
2025/3/17	98.16	0.06	40	24.8	1.50	<2.53	1.72	3.14	3.72	<0.05	187	3.72	<0.11	<0.02	1.29	<0.02
2025/3/20	98.66	0.02	103	25.5	<0.44	<2.91	3.03	6.74	4.52	1.03	183	4.84	<0.07	<0.01	2.67	<0.01
2025/3/21	98.66	0.10	19.8	24.9	6.05	<3.32	7.81	6.90	5.47	0.46	234	4.84	0.31	0.04	2.63	<0.01
2025/3/22	99.01	0.03	40.6	22.8	4.12	<3.32	3.83	6.52	4.95	1.38	243	4.90	0.58	0.03	2.58	<0.01
2025/3/23	99.51	0.27	36.3	27.5	0.57	<3.32	4.47	6.74	6.03	1.23	302	5.24	0.18	0.02	2.64	<0.01
2025/3/24	97.91	0.05	83	26.4	1.08	<2.11	4.24	5.27	4.42	1.42	252	3.92	0.65	<0.02	1.13	<0.02
2025/3/25	99.01	0.05	139	25.0	<0.42	<2.64	2.02	3.46	5.79	<0.05	344	4.92	<0.12	<0.01	1.92	<0.01

2025/3/29	99.21	0.08	55.7	25.5	<0.42	<2.64	<1.37	3.20	5.65	<0.05	410	5.11	<0.12	<0.01	1.95	<0.01
2025/3/30	98.71	0.02	63.2	25.1	<0.40	<2.58	1.07	5.07	5.31	1.06	372	4.45	<0.08	0.02	2.09	0.09
2025/4/1	99.06	0.03	70.4	31.8	1	<2.78	3.20	5.49	5.28	0.15	323	4.74	<0.17	<0.02	2.12	<0.01
2025/4/3	99.01	0.03	69.0	29.8	<0.51	<2.78	1.56	5.84	5.29	<0.06	373	4.99	<0.17	<0.02	2.17	<0.01
2025/4/3	98.56	0.06	85.6	29.6	<0.51	<2.78	0.85	4.74	4.82	<0.06	373	5.18	<0.17	<0.02	2.20	<0.01
2025/4/5	99.31	0.15	68.6	33.0	1	<2.78	3.65	6.18	4.54	0.07	412	5.42	<0.17	<0.02	2.26	<0.01
2025/4/7	98.76	0.05	141.0	34.0	1	<2.78	4.04	5.84	4.75	0.08	451	5.33	<0.17	<0.02	2.19	<0.01

生产厂三电池用硫酸亚铁产品的质量月报

项目	指标	FS241231	FS241224	FS241218	FS241210	FS241203	FS241231	FS241125	FS241124	FS241123	FS241122	FS241113	FS241115	FS241113
FeSO ₄ w / %	85.32	85.46	85.55	85.61	85.73	85.84	85.46	86.75	86.94	86.98	87.38	88.20	88.68	88.78
铝 (Al) w / %	≤0.01	0.03893	0.05188	0.0794	0.05845	0.05559	0.05891	0.072	0.08709	0.06168	0.05246	0.0588	0.05285	0.06727
钙 (Ca) w / %	≤0.05	0.02783	0.0396	0.04746	0.04364	0.03698	0.03942	0.04439	0.05185	0.05072	0.0502	0.0508	0.04226	0.04703
镁(Mg) w / %	≤0.2	0.17774	0.15554	0.1592	0.16443	0.16336	0.16408	0.19431	0.17824	0.1748	0.17714	0.1865	0.17455	0.16542
钾 (K) w / %	≤0.01	0.00404	0.00495	0.005	0.00557	0.00412	0.00535	0.00638	0.00713	0.00695	0.00798	0.0077	0.00689	0.0084

钠 (Na) w / %	≤0.1	0.08108	0.05688	0.04833	0.07997	0.06141	0.08315	0.07315	0.10065	0.16407	0.09723	0.0985	0.09772	0.098
钛 (Ti) w / %	≤0.5	0.35341	0.32945	0.26356	0.43128	0.2995	0.35341	0.25158	0.37138	0.32945	0.32945	0.2995	0.22762	0.2396
铜 (Cu) w / %	≤0.002	0.00003	0	1E-05	0.00003	0.00004	0.00006	0	0	0	0.00003	0	0	3.45338E-05
锌 (Zn) w / %	≤0.01	0.00194	0.00185	0.00218	0.00196	0.00176	0.00207	0.00242	0.00244	0.00237	0.00316	0.0025	0.00227	0.00234
铬 (Cr) w / %	≤0.005	0.00027	0.00008	0.00109	0.00008	0.00017	0.00035	0.00043	0.00057	0.00054	0.00025	0.0003	0.00022	0.00039
铅 (Pb) w / %	≤0.002	0.00021	0.00018	0.00013	0.00014	0.00009	0.00015	0.00002	0.00011	0.00017	0.00012	0.0002	0.00015	0.00008
锰 (Mn) /w / %	≤0.2	0.08319	0.09037	0.10024	0.09459	0.08758	0.09484	0.10634	0.12141	0.0796	0.10216	0.1277	0.09735	0.11521
镉 (Cd) /w / %	≤0.0005	0.00003	0	1E-05	0.00003	0.00004	0.00006	0	0	0	0.00003	0	0	3.45338E-05
磁性物 质 w /mg/kg	≤0.25	0.1	0.03	0.11	0.01	0.03	0.05	0.03	0.13	0.08	0.03	0.14	0.10	0.04

附件2：各指标一个样品8平行试验数据

序号	FeSO ₄ •7H ₂ O w / %	铝 (Al) w / %	钙 (Ca) w / %	镁 (Mg) w / %	钾 (K) w / %	钠 (Na) w / %	钛 (Ti) w / %	铜 (Cu) w / %	锌 (Zn) w / %	铬 (Cr) w / %	铅 (Pb) w / %	锰 (Mn) w / %	镉 (Cd) w / %	氯化物 (以 Cl 计)	Fe ³⁺ 滴定	磁性物质 w / (mg/kg)
1#	82.85	0.00672	0.00296	0.3914	0.00037	0.00386	0.38162	未检出	0.00396	0.00161	0.00058	0.09859	0.00002	0.002mg/ml	0.58	0.032
2#	82.25	0.0072	未检出	0.38759	0.0001	0.00344	0.38731	0.00008	0.00401	0.00162	0.00061	0.09872	0.00003	0.002mg/ml	0.6	0.028
3#	82.89	0.00672	0.00624	0.37617	0.00092	0.00478	0.36271	0.00009	0.00401	0.00152	0.00038	0.0967	未检出	0.002mg/ml	0.56	0.028
4#	83.40	0.00719	0.01048	0.39126	0.00076	0.00453	0.38287	0.00018	0.00409	0.0016	0.00061	0.09872	0.00004	0.002mg/ml	0.61	0.030
5#	83.31	0.00662	0.00732	0.38742	未检出	0.00427	0.37407	0.0001	0.0041	0.00159	0.00074	0.09797	0.00001	0.002mg/ml	0.67	0.028
6#	83.45	0.00662	0.00853	0.38843	0.00045	0.00457	0.36209	0.00014	0.00398	0.00157	0.00022	0.09797	未检出	0.002mg/ml	0.59	0.026
7#	82.84	0.00641	0.00068	0.38284	未检出	0.00378	0.37203	未检出	0.00395	0.00165	0.00035	0.09957	未检出	0.002mg/ml	0.68	0.027
8 %	83.57	0.00706	0.00754	0.39594	0.00066	0.00457	0.37333	0.00011	0.00407	0.00167	0.00059	0.10002	0.00002	0.002mg/ml	0.75	0.025
平均值	83.07	0.0068175	0.00546875	0.38763125	0.0004075	0.004225	0.37450375	0.0000875	0.00402125	0.00160375	0.00051	0.0985325	0.000015	0.002mg/ml	0.63	0.028
标准偏	0.4419	0.0003	0.0038	0.0060	0.0004	0.0005	0.0091	0.0001	0.0001	0.0000	0.0002	0.0010	0.0000	0	0.0641	0.0022

差																
相 对 标 准 偏 差	0.0053	0.0432	0.6978	0.0155	0.8704	0.1128	0.0244	0.7144	0.0146	0.0290	0.340 3	0.0104	1.0079	0	0.101 8	0.0787