

制定《复合硫酸铝》团体标准编制说明 (征求意见稿)

一、任务来源

根据中国石油和化学工业联合会中石化联质发(2023)231号文《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》要求,于2024年完成《复合硫酸铝》团体标准的制定工作。本标准由中国石油和化学工业联合会提出,由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。本标准执行单位为全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会。标准主要起草单位有:

二、制标的目的和意义

硫酸铝主要用于造纸和水处理行业。在造纸行业用作施胶剂、助留剂、助滤剂、树脂控制剂等,在水处理行业用作污泥处理的混凝剂、脱水剂等。

硫酸铝在造纸工业中的应用非常广泛,在造纸过程中,硫酸铝有着很强的凝聚作用,它可以提高纸张的强度、硬度和耐久性,同时可以改善纸张的白度和光泽度;同时硫酸铝也存在一些问题,比如凝聚作用有限,电荷密度低,产生废水量大,处理难度大等问题。

复合硫酸铝是以硫酸铝为主要原料,以增效剂、改性剂等材料复配制成。在复合硫酸铝的单位产品中硫酸铝占比约60%。主要与有机物(聚丙烯酰胺衍生物、聚胺或聚二甲基二烯丙基氯化铵等)或无机阴离子(硝酸根或磷酸根)的化合物与硫酸铝进行复合,它能有效地抵抗阴离子垃圾并减少产品的用量,同时这些化合物可以被生物降解或利用,从而减少造纸废水的处理难度和因硫酸铝使用而产生的含硫类恶臭气体。与传统的硫酸铝相比,复合硫酸铝有以下优点:①可以固着阴离子垃圾中和剂和细小纤维,与传统硫酸铝相比能有效地降低白水的浊度。②减少环保压力,复合硫酸铝可以大大减少废水中硫酸根的浓度,从而减少含硫恶臭气体的产生量,大幅改善周边环境空气质量。③复合硫酸铝在纸浆中对纤维有很好的界面亲和性,能够将纤维分散均匀,减少纤维聚集现象,提高纸张的强度和平整度。④复合硫酸铝可以更好地抑制污泥底泥中磷的释放。

随着市场认可度不断提高,其发展前景广阔,但目前没有出台相关标准,制约了产品的发展,产品没有规范统一的标准给生产企业、经销单位、监督检验部门都带来诸多不便,因此为了规范市场秩序,并促进和提升现有产品质量控制要求,使复合硫酸铝得到健康有序的发展,急需制定统一的标准。

三、产品概况

1、产品名称:复合硫酸铝。

2、术语和定义:复合硫酸铝以硫酸铝为主要原料,添加增效剂、改性剂等材料复配制成。

3、主要原料分子式和相对分子质量: $Al_2(SO_4)_3$ 相对分子质量:342.13(按2022年国际相对原子质量)。

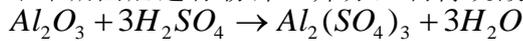
4、产品性质:硫酸铝为无色单斜结晶,产品类型分为固体和液体。固体硫酸铝慢慢加热可熔融,溶于水、酸和碱,不溶于醇。水溶液呈酸性,水解后生成氢氧化铝,水溶液长时间沸腾可生成碱式硫酸铝。复合硫酸铝为无色至淡黄色或淡绿色透明液体。

5、产品用途:该产品主要用于造纸和净水。在造纸方面用作施胶剂、助留剂、助滤剂、树脂控制剂等,在水处理剂方面用作污泥处理的混凝剂、脱水剂等。印染工业用作媒染剂和印花的防渗剂;油脂工业中用作油脂的澄清剂;石油工业用作除臭脱色剂;木材工业用作防腐剂;还可用作混凝土防水剂;消防上常与小苏打、发泡剂配制成泡沫型消防灭火剂;颜料工业用于生产铬黄和作沉淀剂;还是生产人造宝石和其他铝盐如铵明矾、钾明矾等的原料。近年来,产品除了常规的应用以外,更多的用做建筑行业的水泥速凝剂,硫酸铝的加入可以使水泥的速凝效果得到显著提升,且能提高混凝土的剪切强度和抗渗能力,以及混凝土与钢筋的粘结力等。

6、生产方法：目前硫酸铝的生产方法主要有：硫酸分解铝土矿、高岭石法、硫酸分解氢氧化铝法和明矾石法等。

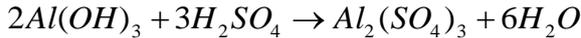
6.1 硫酸分解铝土矿、高岭石法

将铝土矿、高岭石粉碎至 60 目，在反应器内与 55 %~60 % 的硫酸在加压条件下反应，粗制反应液经沉降分离、蒸发浓缩，澄清液加酸或碱调节至 pH 不小于 3，然后冷却制成片状或冷却凝固后进行粉碎、筛分，制得硫酸铝产品。其反应式如下：



6.2 硫酸分解氢氧化铝法

氢氧化铝与硫酸反应，反应液冷却固化，经粉碎筛分，制得硫酸铝产品。反应式如下：



6.3 明矾石法

明矾石经煅烧、粉碎后用硫酸溶解，滤去不溶物得到硫酸铝和钾明矾混合溶液，迅速冷却结晶除去钾明矾，母液经蒸发浓缩、冷却固化即得硫酸铝成品。

我国目前大部分生产企业采用的是硫酸分解铝土矿法。

四、制标原则

- 1、积极采用国际和国外先进标准。
- 2、有利于促进技术进步，提高产品质量。
- 3、有利于合理利用资源，提高经济效益。
- 4、符合用户的需要，保护消费者利益、促进对外贸易。
- 5、遵循科学性、先进性、统一性。

五、国内外标准情况

目前收集到相关的国内外标准有：JIS K 1423:1970 (2011)《硫酸铝》；ANSI/AWWA B 403—2009《硫酸铝-液体、粒状或块状》；GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》；HG/T 2225—2010《工业硫酸铝》；HG/T 3442-2014《化学试剂 硫酸铝》。ANSI/AWWA B 403—2009《硫酸铝-液体、粒状或块状》中的硫酸铝是适用于城市和工业水处理的；JIS K 1423:1970 (2011)《硫酸铝》适用于工业品硫酸铝（固体或液体）。

本次制标参考 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》，结合复合硫酸铝的实际生产及用户使用情况进行制定。各标准指标参数对比表见附表 1，各标准试验方法对比表见附表 2。

六、制标依据

- 1、日本工业标准 JIS K 1423:1970 (2011)《硫酸铝》。
- 2、GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》。
- 3、用户要求。
- 4、生产企业近两年质量月报见附表 3。
- 5、本次制标试验累积数据见附表 4。

七、简要编制过程

起草单位接到上级部门下达的制定复合硫酸铝团体标准的计划后，首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产、使用单位发函，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。2024 年 3 月在四川省成都市召开了标准的工作方案会，会上生产厂家就生产工艺、产品质量和用户应用情况进行了介绍。与会代表就此标准的名称、用途、指标项目和指标参数、试验方法及检验规

则、包装、贮存、运输等内容进行了深入、细致的讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细的安排。方案会后起草小组进行了方法验证试验工作。在前一段的工作基础上，由负责起草单位提出标准草案征求意见稿、编制说明。2024年6月在石化联合会网站公开征求意见，对收到的意见全部进行处理，处理意见详见意见汇总处理表。根据意见处理情况修改征求意见稿形成标准预审稿。2024年8月在××召开了标准的预审会，会上对标准预审稿进行了讨论，会后按预审会纪要对预审稿进行了修改，提出了标准送审稿及编制说明。2024年××月由中国石油和化学工业联合会在腾讯会议召开了标准审查会。会上对该标准进行审查，并提出了修改意见。会后根据审查会意见对送审稿进行修改，提出标准草案报批稿、编制说明及其附件。

九、标准内容说明

1、范围

本标准规定了复合硫酸铝的要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件以及包装、运输、贮存。本标准适用于复合硫酸铝。该产品主要用作造纸施胶剂、混凝土固化剂、鞣革剂、媒染剂、生活污水、工业废水处理等。

2、外观

无色至淡黄色或淡绿色透明液体。

3、指标项目及参数的设立

GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》用于饮用水和工业用水、废水和污水。产品分为固体和液体。主要控制氧化铝、铁、水不溶物、pH值、砷、铅、镉、汞、铬，共9项指标。

HG/T 2225—2010《工业硫酸铝》主要用于造纸、印染、鞣革和钛白粉后处理等，还作为消防材料、木材防护剂、催化剂载体的生产，也可用于污泥脱水、混凝土速凝等。产品分为固体和液体。主要控制氧化铝、铁、水不溶物、pH，共4项指标。

本次制标参考GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》，在《水处理剂 硫酸铝》国标控制9项指标基础上（指标参数同II类液体产品），结合复合硫酸铝的实际生产及用户使用情况，增加控制硝酸盐、磷酸盐、铜、镍、锌，5项指标，共控制14项指标，具体指标项目及参数见表1。

表 1

项 目		技 术 要 求
氧化铝 (Al ₂ O ₃) w/%	≥	6.50
铁 (Fe) w/%	≤	0.5
水不溶物 w/%	≤	0.1
pH 值 (10 g/L 水溶液)	≥	3.0
硝酸盐 ^a (以 N 计) w/%		1.0~30.0
磷酸盐 ^a (以 P ₂ O ₅ 计) w/%		1.0~5.0
砷 (As) w/%	≤	0.0005
铅 (Pb) w/%	≤	0.002
镉 (Cd) w/%	≤	0.001
汞 (Hg) w/%	≤	0.00005
铬 (Cr) w/%	≤	0.002
铜 (Cu) w/%	≤	0.005
镍 (Ni) w/%	≤	0.005
锌 (Zn) w/%	≤	0.01

^a 硝酸盐、磷酸盐的技术要求，根据用户要求或产品性能进行调整。

4、试验方法的确定

4.1 氧化铝含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。返滴定法：试样中的铝与已知过量的乙二胺四乙酸二钠溶液反应，生成络合物，在 pH 约为 6 时，用二甲酚橙作为指示剂，以氯化锌标准滴定溶液滴定过量的乙二胺四乙酸二钠溶液，得到结果。

4.2 铁含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。邻菲罗啉分光光度法。

4.3 水不溶物含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。重量法。

4.4 pH 值的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。酸度计法。

4.5 硝酸盐含量的测定

按照 GB/T 23952《无机化工产品中总氮含量测定的通用方法 蒸馏—酸碱滴定法》规定的方法进行测定。

4.6 磷酸盐含量的测定

按照 GB/T 23843《无机化工产品中五氧化二磷含量测定的通用方法》规定的方法进行测定。喹钼柠酮重量法。

4.7 砷含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。原子荧光光谱法与 DDTC 银法并列。

4.8 铅含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。电加热式原子吸收光谱法与火焰原子吸收光谱法并列。

4.9 镉含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。电加热式原子吸收光谱法与火焰原子吸收光谱法并列。

4.10 汞含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。原子荧光光谱法与冷原子吸收法并列。

4.11 铬含量的测定

按照 GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》规定的方法进行测定。电加热式原子吸收光谱法。

4.12 铜、镍、锌含量的测定

按照 HG/T 5747《水处理剂 镍、锰、铜、锌含量的测定 电感耦合等离子体发射光谱（ICP—OES）法》规定的方法进行测定。

5、检验规则

本标准分为型式检验和出厂检验。在正常生产情况下，每 12 个月至少进行一次型式检验。其中氧化铝含量、铁含量、水不溶物含量、pH 值、硝酸盐含量、磷酸盐含量共 6 项指标为出厂检验项目，应逐批检验。

6、组批

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复合硫酸铝为一批。每批产品不超过 100 t。

7、标志和随行文件

复合硫酸铝包装上应有牢固、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。每批出厂的复合硫酸铝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。

8、包装运输贮存

复合硫酸铝采用聚乙烯塑料桶包装，采用双层桶盖，内盖扣严，外盖旋紧。每桶净含量 25 kg、50 kg 或根据用户要求协商确定包装方式和净含量。在运输过程中应有遮盖物，包装桶不得倒置、碰撞、保持包装的密封性。应贮存在阴凉、通风处。

9、标准属性

本标准为您推荐性化工行业标准

10、标准水平分析

本次制标参考 GB/T 31060—2014 《水处理剂 硫酸铝》，结合国内复合硫酸铝的实际生产及用户使用情况进行制定。指标设置符合国情，分析方法可操作性强，适合企业与检验机构使用，结果稳定、可靠。综合分析，本标准为国内先进水平。

征求意见稿

附表 1：各标准指标参数对比表

	日本工业标准 硫酸铝[JIS K 1423: 1970 (2011)]					GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》				本次制定团标准《复合硫酸铝》
	固体特级	固体 1 级		固体 2 级	液体	I 类		II 类		液体
		1 类	2 类			固体	液体	固体	液体	
氧化铝 (Al ₂ O ₃) w/% ≥	17.0	15.0	14.0	14.0	8.0	15.60	7.80	15.60	6.50	6.50
铁 (Fe) w/% ≤	0.01	0.01	0.01	1.5	0.02	0.20	0.05	1.00	0.50	0.5
水不溶物 w/% ≤	0.1	0.1	0.1	0.3	—	0.10	0.05	0.20	0.10	0.1
pH 值(10 g/L 水溶液) ≥	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
砷 (As) w/% ≤	—	—	—	—	—	0.000 2	0.000 1	0.001	0.000 5	0.0005
铅 (Pb) w/% ≤	—	—	—	—	—	0.000 6	0.000 3	0.005	0.002	0.002
镉 (Cd) w/% ≤	—	—	—	—	—	0.000 2	0.000 1	0.003	0.001	0.001
汞 (Hg) w/% ≤	—	—	—	—	—	0.000 02	0.000 01	0.000 1	0.000 05	0.00005
铬 (Cr) w/% ≤	—	—	—	—	—	0.000 5	0.000 3	0.005	0.002	0.002
硝酸盐 (以 N 计)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0~30.0
磷酸盐 (以 P ₂ O ₅ 计)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0~5.0
铜 (Cu) w/% ≤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005
镍 (Ni) w/% ≤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.005
锌 (Zn) w/% ≤	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.01
硝酸盐、磷酸盐的技术要求，根据用户要求或产品性能进行调整										

附表 2：各标准试验方法对比表

项 目	测 定 方 法		
	硫酸铝 [JIS K 1423: 1970 (2011)]	GB/T 31060—2014《水处理剂 硫酸铝》	本次制定团标准《复合硫酸铝》
氧化铝含量的测定	EDTA 络合滴定法	EDTA 络合滴定法	EDTA 络合滴定法
铁含量的测定	邻菲罗啉分光光度法 容量法	邻菲罗啉分光光度法	邻菲罗啉分光光度法
水不溶物含量的测定	重量法	重量法	重量法
pH 值的测定	酸度计法	酸度计法	酸度计法
砷含量的测定	---	原子荧光光谱法与 DDTC 银法并列	原子荧光光谱法与 DDTC 银法并列
铅含量的测定	---	电加热式原子吸收光谱法与 火焰原子吸收光谱法并列	电加热式原子吸收光谱法与 火焰原子吸收光谱法并列
镉含量的测定	---	电加热式原子吸收光谱法与 火焰原子吸收光谱法并列	电加热式原子吸收光谱法与 火焰原子吸收光谱法并列
汞含量的测定	---	原子荧光光谱法与冷原子吸收法并列	原子荧光光谱法与冷原子吸收法并列
铬含量的测定	---	电加热式原子吸收光谱法	电加热式原子吸收光谱法
硝酸盐含量的测定	---	---	蒸馏—酸碱滴定法
磷酸盐含量的测定	---	---	喹钼柠酮重量法
铜含量的测定	---	---	ICP—OES
镍含量的测定	---	---	ICP—OES
锌含量的测定	---	---	ICP—OES

附表 3：生产企业近两年质量月报

ZJWES 新材料有限公司《复合硫酸铝》产品近两年质量月报

日期	氧化铝%	铁%	水不溶物%	pH 值	硝酸盐%	磷酸盐%	砷%	铅%	镉%	汞%	铬%	铜%	镍%	锌%
2022.1	7.43	0.31	0.08	3.80	36.34	4.20	0.00021	0.00020	0.00030	0.00003	0.00005	0.00080	0.00126	0.00355
2022.2	7.41	0.30	0.01	3.13	38.73	3.36	0.00009	0.00061	0.00062	0.00002	0.00091	0.00190	0.00177	0.00298
2022.3	6.78	0.50	0.08	3.68	36.39	2.81	0.00010	0.00092	0.00053	0.00000	0.00089	0.00165	0.00073	0.00183
2022.4	6.54	0.10	0.09	3.66	25.36	3.22	0.00035	0.00053	0.00013	0.00002	0.00052	0.00159	0.00228	0.00342
2022.5	6.63	0.34	0.03	3.35	26.56	3.04	0.00018	0.00082	0.00035	0.00002	0.00018	0.00063	0.00045	0.00176
2022.6	6.98	0.35	0.02	3.28	33.11	4.28	0.00040	0.00097	0.00026	0.00001	0.00032	0.00127	0.00269	0.00334
2022.7	6.67	0.08	0.05	3.27	34.57	4.46	0.00003	0.00021	0.00016	0.00002	0.00030	0.00181	0.00217	0.00118
2022.8	6.64	0.37	0.09	3.62	26.00	4.74	0.00018	0.00039	0.00080	0.00002	0.00063	0.00157	0.00033	0.00468
2022.9	6.56	0.23	0.00	3.76	23.86	3.58	0.00026	0.00009	0.00037	0.00001	0.00001	0.00172	0.00133	0.00332
2022.10	7.25	0.45	0.04	3.83	25.98	3.55	0.00025	0.00015	0.00044	0.00001	0.00074	0.00165	0.00230	0.00143
2022.11	7.08	0.35	0.01	3.70	36.31	3.43	0.00002	0.00098	0.00001	0.00003	0.00022	0.00013	0.00171	0.00376
2022.12	6.60	0.02	0.03	3.24	31.35	4.64	0.00047	0.00092	0.00043	0.00003	0.00080	0.00191	0.00257	0.00243
2023.1	7.26	0.04	0.09	3.60	27.79	4.66	0.00034	0.00089	0.00050	0.00000	0.00022	0.00061	0.00207	0.00178
2023.2	7.29	0.39	0.02	3.61	27.17	4.55	0.00012	0.00025	0.00022	0.00003	0.00061	0.00051	0.00277	0.00313
2023.3	7.24	0.45	0.04	3.95	20.65	4.58	0.00040	0.00034	0.00057	0.00000	0.00087	0.00030	0.00247	0.00354
2023.4	6.95	0.38	0.05	3.52	34.28	4.84	0.00001	0.00059	0.00035	0.00001	0.00064	0.00166	0.00136	0.00109
2023.5	6.76	0.23	0.00	3.19	22.69	3.07	0.00004	0.00094	0.00032	0.00001	0.00093	0.00153	0.00150	0.00448
2023.6	7.28	0.31	0.03	3.10	24.60	4.95	0.00028	0.00098	0.00081	0.00002	0.00081	0.00064	0.00201	0.00402
2023.7	6.64	0.36	0.07	3.61	39.13	4.11	0.00012	0.00031	0.00010	0.00002	0.00042	0.00159	0.00017	0.00141
2023.8	6.51	0.13	0.03	3.13	27.14	2.90	0.00035	0.00081	0.00061	0.00001	0.00098	0.00065	0.00182	0.00450
2023.9	6.72	0.29	0.03	3.83	28.53	3.66	0.00016	0.00018	0.00094	0.00003	0.00001	0.00131	0.00258	0.00353
2023.10	6.55	0.34	0.10	3.29	38.85	4.71	0.00021	0.00031	0.00022	0.00001	0.00035	0.00068	0.00173	0.00424
2023.11	7.18	0.40	0.03	3.90	33.09	4.52	0.00027	0.00057	0.00070	0.00003	0.00069	0.00066	0.00013	0.00078
2023.12	7.43	0.16	0.02	3.24	36.07	4.43	0.00030	0.00084	0.00088	0.00001	0.00058	0.00054	0.00231	0.00249
2024.1	7.14	0.14	0.02	3.48	31.49	3.08	0.00005	0.00086	0.00093	0.00002	0.00027	0.00099	0.00183	0.00159
2024.2	6.50	0.26	0.01	3.20	29.83	3.64	0.00017	0.00070	0.00028	0.00003	0.00002	0.00117	0.00006	0.00479

附表 4：本次制标试验累积数据

ZJWES 新材料有限公司《复合硫酸铝》连续 10 批产品的累积数据

批号	氧化铝%	铁%	水不溶物%	pH 值	硝酸盐%	磷酸盐%	砷%	铅%	镉%	汞%	铬%	铜%	镍%	锌%
2024051001	7.85	0.19	0.14	3.06	10.46	3.93	0.0002	0.0001	0.0005	0.00001	0.0008	0.0006	0.0004	0.0043
2024051002	7.87	0.20	0.10	3.11	10.01	3.93	0.0002	0.0007	0.0001	0.00000	0.0003	0.0018	0.0022	0.0017
2024051003	7.93	0.11	0.20	3.06	10.99	3.34	0.0001	0.0002	0.0010	0.00001	0.0010	0.0010	0.0018	0.0017
2024051004	7.86	0.17	0.14	3.16	10.16	3.75	0.0001	0.0009	0.0006	0.00003	0.0007	0.0010	0.0016	0.0001
2024051005	7.95	0.20	0.19	3.43	10.21	3.94	0.0004	0.0004	0.0004	0.00003	0.0002	0.0005	0.0000	0.0027
2024051101	7.94	0.11	0.11	3.38	10.95	3.77	0.0005	0.0006	0.0007	0.00002	0.0005	0.0003	0.0025	0.0047
2024051102	8.00	0.16	0.17	3.00	10.82	3.02	0.0001	0.0003	0.0008	0.00002	0.0005	0.0005	0.0028	0.0025
2024051103	7.94	0.17	0.14	3.15	10.83	3.33	0.0003	0.0004	0.0004	0.00000	0.0009	0.0017	0.0005	0.0017
2024051104	7.98	0.11	0.11	3.03	10.64	3.82	0.0004	0.0000	0.0002	0.00001	0.0002	0.0003	0.0019	0.0007
2024051105	7.96	0.15	0.13	3.27	10.98	3.69	0.0002	0.0007	0.0002	0.00002	0.0005	0.0019	0.0008	0.0019
采用的试验方法	GB/T 31060—2014 中 6.2	GB/T 31060—2014 中 6.3	GB/T 31060—2014 中 6.4	GB/T 31060—2014 中 6.5	离子色谱法	离子色谱法	GB/T 31060—2014 中 6.6	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP

ZJWES 新材料有限公司《复合硫酸铝》同一样品 8 次重复性试验数据

次数	氧化铝%	铁%	水不溶物%	pH 值	硝酸盐%	磷酸盐%	砷%	铅%	镉%	汞%	铬%	铜%	镍%	锌%
1	7.88	0.18	0.10	3.14	13.34	3.20	0.00012	0.00068	0.00053	0.000019	0.0014	0.00035	0.00055	0.00308
2	7.86	0.19	0.11	3.13	13.48	3.05	0.00010	0.00061	0.00059	0.000024	0.0011	0.00037	0.00059	0.00306
3	7.87	0.17	0.13	3.14	13.24	3.11	0.00010	0.00067	0.00052	0.000014	0.0008	0.00039	0.00053	0.00306
4	7.87	0.19	0.11	3.14	13.27	3.12	0.00010	0.00066	0.00054	0.000031	0.0010	0.00031	0.00055	0.00307
5	7.86	0.18	0.12	3.13	13.57	3.12	0.00013	0.00068	0.00059	0.000029	0.0012	0.00048	0.00055	0.00306
6	7.87	0.17	0.10	3.11	13.40	3.03	0.00012	0.00060	0.00058	0.000013	0.0013	0.00033	0.00051	0.00301
7	7.86	0.17	0.12	3.12	12.63	3.15	0.00012	0.00063	0.00059	0.000014	0.0009	0.00050	0.00055	0.00302
8	7.85	0.17	0.13	3.15	13.32	3.07	0.00012	0.00063	0.00058	0.000032	0.0014	0.00048	0.00052	0.00307
采用的试验方法	络合滴定	邻菲罗啉分光光度	重量法	酸度计	离子色谱	离子色谱	GB/T 31060—2014 中 6.6	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP	ICP