

《水处理剂 煤气化灰水阻垢分散剂》行业标准编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

（一）任务来源

1 基本信息

根据工信厅科函〔2022〕312号《工业和信息化部办公厅关于印发2022年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》的要求，制定化工行业标准《水处理剂 煤气化灰水阻垢分散剂》，计划编号为2022-1262T-HG。按标准制修订计划，本项目应于2024年11月完成。本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分技术委员会（SAC/TC63/SC5）归口。本标准由中海油天津化工研究设计院有限公司、
、
、
等负责起草。

2 简要情况

2.1 产品概况

针对我国一次能源“富煤、少气、贫油”的现状，我国制定了‘以煤代油，压缩烧油’的能源政策。煤化工是指以煤为原料，经化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学品。近年来我国大力发展了各类新型煤化工产业，主要包括煤制油、煤制气、煤制甲醇、煤制乙二醇、煤制二甲醚等，技术基本是采用水煤浆加压气化或干粉加压气化工艺。

煤气化过程是一个高度耗水的过程，从环保和经济的角度考虑，煤气化装置煤气洗涤水循环回用，尽可能减少外排处理是唯一的选择。但是由于洗涤水循环回用系统中水温 and 压力的范围较宽(温度50~280℃，压力1~8Mpa)，系统存在气、液、固三相的物质和能量传递，工况条件复杂，水中的钙硬度、碱度和悬浮物含量都非常高（固悬物基本在1500mg/L以上，pH值在12以上），并随水的不断回用而浓缩提高，洗涤水循环回用系统结垢不可避免，对整个煤气化系统的正常运行造成很大的影响。

随着能源（煤、油、气）价格变化与原料结构调整的需要，目前据初步统计，煤制气、煤制油、煤制合成氨、甲醇-烯烃等各种类型的煤化工装置已达40多家，添加剂加入量按75ppm（灰水循环量）计算，其使用灰水分散剂就达4万吨左右，按现市场估价0.75万元/吨测算，就需3亿元的市场规模。

灰水阻垢分散剂产品中同时含有强酸基团(-SO₃H)、弱酸基团(-COOH)、非离子基团(-C-O-R-C=O, -OH)。这些官能团在阻垢分散方面起着各不相同的作用：弱酸基团对难溶盐微晶的活性部份有着强的吸附作用，从而起到低剂量效应抑制结晶产生；强酸基团则保持有轻微的离子特性，从而有助于难溶盐解离；而非离子基团对固悬物有着较强的吸附作用，并将其分散在水中。这些基团经有效结合产生协同效应，使药剂具有良好的阻垢分散性能，从而保证了装置的长周期运转。

由于市场竞争越发激烈，各种低质分散剂充斥市场，导致换热结垢速率得不到最佳优化。为此，必须对煤气化灰水阻垢分散剂的质量指标加以规范，以保证气化装置各煤种和装置效益的适应性需求。

我国自“六五”以来就煤气化高温激冷水系统及应用基础研究做了大量工作，华东理工大学环境工程学院和上海华谊能化有限公司等单位承担了大部分研究工作。对分散剂的研究主要侧重于分散剂在灰水系统的阻垢分散率，就灰水分散剂涉及外排水磷含量超标等环保因子问题的研制工作相对来说做得较少。

该技术产品具有成本低廉、使用效能高，无磷等显著优点，现为最佳性价比的添加剂，至目前，暂无替代优化技术。

2.2 编制标准的背景、目的和意义

我国是相对多煤少油的国家，煤炭在我国能源生产结构中占据相当重要的地位。煤气化技术是煤基化学品、煤基液体燃料、煤气化联合循环发电、多联产等过程工业的基础，也是洁净煤技术领域的关键性共性技术。它具有高效、超洁净特点，是当今世界煤技术的主流。

目前适用于大规模工业生产的现代煤气化技术是气流床气化，包括多种水煤浆气化和粉煤气化。其中无论哪种煤气化技术，其煤气化系统灰水一般都具有高温（80℃-250℃）、高压（4.0MPa-8.7MPa）、高硬度、高碱度、高悬浮物的特点。上述特点使得煤气化系统水存在严重的结垢和沉积倾向，容易生成垢离子结垢及细灰沉积，是造成煤气化系统设备能耗增加和寿命减少，甚至引发系统非计划停车，困扰煤气化系统长期连续稳定运行的关键重要因素。为延缓抑制煤气化系统的结垢沉积，向煤气化系统灰水中投加专用阻垢分散剂是目前普遍采取的重要措施之一。因此，煤气化灰水阻垢分散剂是随着国内煤化工行业的发展而研制生产出现的新型水处理化学药剂，具有耐高温高压，适应煤气化灰水高硬、高碱等水质特点，阻垢分散性能突出等特性。

据相关资料统计，2017年我国煤化工行业工业总产值已达到27095亿元。截至2020年，我国大中型煤化工园区近110家，现代煤化工已经投运的各种煤气化炉已超过200台套，所涉及的煤气化黑灰水循环量超过6亿m³/年，煤气化灰水阻垢分散剂的使用量超100000吨/年。目前，在煤气化方面，灰水阻垢分散剂厂家生产水平良莠不齐，产品缺乏统一的技术标准来规范，国外也没有可以直接借鉴的标准，从而导致市场上相关产品的质量、性能参差不齐，处理效果无法保障，煤化工企业在选择应用煤气化灰水阻垢剂时无章可循，导致产业效能降低，不利于煤化工领域水处理技术的提升进步。所以制定灰水阻垢分散剂的产品行业标准迫在眉睫，刻不容缓，急需通过标准的制定来规范灰水阻垢分散剂的行业管理，支撑煤气化技术升级，推动水处理行业技术创新。

本项目符合新材料重点项目，在《战略性新兴产业分类（2018）》中代码为3.3.6.0，战略性新兴产业分类名称为新材料产业-先进石化化工新材料-专用化学品及材料制造，对应的国民经济行业代码（2017）为2662，国民经济行业名称为专项化学用品制造。本标准符合《新材料产业发展指南》中实现“节能环保等领域所需新材料保障能力大幅提高”的目标要求；符合《2021年工业和信息化标准工作要点》的原材料行业标准重点发展方向：化工新材料。

2.3 国内外情况

目前煤气化技术在国内外的发展迅猛、工艺也相当成熟，属于世界领先技术，灰水阻垢分散剂的生产、应用技术相对稳定。因此本标准的制定将会很好的适应煤气化技术未来的发展，能够成为未来煤气化系统水处理技术发展的关键基础，为该领域水处理剂的质量提升乃至煤气化技术的发展提供技术支撑。

没有对应的国际标准或国外先进标准。

没有相应的国家或行业标准。相关的行业标准计划有《煤气化灰水阻垢分散剂阻垢性能测定方法》（计划号 2021-0325T-HG），该计划为产品性能测定方法，与本标准项目计划不冲突，为协调配套项目。

国外尤其是日本研究人员在灰水分散剂研制上做了大量实验，筛选及研制了一批优良的添加剂，如日本三井化学灰水分散剂；美国纳尔科(NALCO)水处理剂；凯米拉水处理剂；美国 Ashland（亚仕兰）水处理药剂等。

（二）主要工作过程

1 起草阶段（2022 年 12 月～2024 年 4 月）

1.1 起草工作组的成立

起草工作组：中海油天津化工研究设计院有限公司（简称“天津院”）、 。

1.2 分工情况

天津院主要负责标准制修订工作总体协调，及资料收集、组织召开标准工作会议、试验数据统计与比对、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件等工作。

其他单位主要负责提供试验方案、征集试验样品、开展试验方法验证和数据统计、参加工作会议讨论、对标准过程稿件提出修改意见等。

1.3 调查研究过程

归口单位接到上级部门下达的制定推荐性行业标准《水处理剂 煤气化灰水阻垢分散剂》的计划后，将计划通知发给项目提出单位及牵头起草单位，成立标准研制小组，同时归口单位查阅了国内外标准及有关技术资料，并向相关单位发函，进行调查并广泛征求对标准制定工作的意见。

2022年12月～2023年3月，调研和收集国内外相关标准和技术资料，了解煤气化灰水阻垢分散剂产品应用现状，在此基础上制定标准草稿和编制说明。

2023年3月15日～18日，全国化学标准化技术委员会水处理剂分会在云南省昆明市召开标准方案会，出席会议的有分会秘书处、标准起草单位、科研院所、大专院校及生产厂家等共计81家单位的104位代表。有关生产厂家和与会代表就产品的技术指标及涉及的技术内容等方案进行了认真细致的讨论，成立了起草工作小组，进行了国内外文献资料的查找、标准草案及编制说明的编写、试验验证等工作的分配及安排。本次会议讨论了产品的分型依据，根据产品中总磷含量的多少，将产品分为I型和II型，其中I型产品为无磷产品，II型产品为低磷产品；讨论了产品的检测项目及指标以及相应的试验方法。

2023年8月3日～6日，全国化学标准化技术委员会水处理剂分会在辽宁大连召开了标准讨论会，出席会议的有分会秘书处、标准起草单位、科研院所、大专院校及生产厂家等共计67家单位的94位代表。会上，起草小组针对产品的氯离子及硫酸根两项指标的必要性进行了讨论，一致认为该产品无氯离子及硫酸根离子，没有必要进行这两个指标的要求，删除了此两项指标及相应的方法；修改了总磷含量的测定，建议直接引用阻垢缓蚀剂II的方法；并就标准草案及编制说明的编写、进一步试验验证等工作进行了协调分配和安排。

1.4 验证过程（试验过程）

2023年4月至2024年6月，由星光宝亿、常州中南、南京佳和等单位对以下试验内容进行了验证试验：

- 1) 固体含量的测定；
- 2) pH值的测定；
- 3) 密度的测定；
- 4) 总磷酸盐含量的测定；
- 5) 热失重率的测定。

验证试验的结果详见“三、主要试验（或验证）的分析”。

1.5 征求意见稿的形成

根据前期讨论及试验验证等起草阶段工作情况，起草工作组于2024年5月提出征求意见稿。

2.3 征求意见阶段（2024年5月～2024年8月）

2.4 标准审查阶段（2024年10月）

2.5 报批阶段（2024年11月）

二、标准编制原则、标准体系和确定标准主要内容

（一）标准编制原则

本标准在制定过程中，以国家环境保护现有法律、法规、标准为主要依据，同时参照水处理行业相关的技术规范和设计手册，结合国内外有关煤气化灰水阻垢分散剂的相关标准和文献以及调研取得的煤气化灰水阻垢分散剂运行情况等数据资料，遵循规范性、科学性、适用性原则进行标准编制，旨在能提供更为科学准确的试验方法，以达到能完善现有标准的目的。

- 1、规范性原则：根据GB/T 1.1-2020、GB/T 20000、GB/T 20001等相关规定进行编写。
- 2、科学性原则：任务下达后，归口单位联合起草单位查阅了相关的国内外资料。由此确定了科学准确的测定方法，并进行了相关验证实验，确保标准试验方法的可行性和可靠性，保障了标准的科学性要求。
- 3、适用性原则：本标准修订过程中，归口单位、起草单位以及相关检测单位多次相互交换意见及建议，探讨标准内容的可行性，确保标准要求可以有效适用于方法检测的需要。方法和条件基本与生产应用条件一致、快速、简捷并易于实施和操作。

（二）标准体系

水处理剂 煤气化灰水阻垢分散剂在水处理剂分领域技术标准体系中的位置：本标准项目属于“02 产品”中的“01 工业水处理用药剂及材料”下的“09 工业水处理用复合药剂”，在标准体系中的位置为 01-063-05-02-01-09。

体系类目名称：产品—工业水处理用药剂及材料—工业水处理用复合药剂
体系类目编号：01-063-05-02-01-09

（三）确定标准主要内容的论据

本次标准的制定主要是结合我国煤气化灰水阻垢分散剂产品的生产水平、生产工艺、用户使用需求以及环保排放要求等方面进行。

本标准规定了煤气化灰水阻垢分散剂产品的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存以及安全要求。本标准适用于煤气化灰水阻垢分散剂产品的检验。

本产品拟定指标项目包括：外观、固体含量、pH 值、密度、总磷酸盐、热失重率及阻垢性能等指标。

水处理剂煤气化灰水阻垢分散剂按相应的试验方法测定应符合表 1 要求。

表 1

项目	指标		试验方法
	I 型	II 型	
固体含量/% ≥	25.0		5.3
pH 值（10g/L 水溶液）	2.0~5.0		5.4
密度（20℃）/(g/cm³) ≥	1.050~1.200		5.5
总磷酸盐（以 PO ₄ ³⁻ 计）含量/%	<0.5	0.5~5.0	5.6
热失重率（250℃）/% ≤	30		5.7

三、主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

1 对重要性能指标的分析

1.1 固体含量的测定

煤气化灰水阻垢分散剂大部分为复配药剂，根据市场调研结果，目前市面上主流产品由耐高温及分解的聚合物或共聚物为主要成分。参考大多数聚合物或共聚物的固体含量的测定方法，选择在 120℃ 下，将试样置于电热干燥箱内烘干至恒量。

用预先于 120℃ ± 2℃ 干燥至恒量的称量瓶称取约 1.0g 试样，精确至 0.2mg，小心摇动使试样自然流动，于瓶底形成一层均匀的薄膜。然后放入电热干燥箱中，从室温开始加热，于 120℃ ± 2℃ 干燥至恒量（约需干燥 4h）。

固体含量以质量分数（ w_1 ）计，按式（1）计算：

$$w_1 = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

m_2 ——干燥后的试样与称量瓶的质量的数值，单位为克（g）；

m_1 ——称量瓶的质量的数值，单位为克（g）；

m_0 ——试料的质量的数值，单位为克（g）。

1.2 pH 值的测定

按 GB/T 22592《水处理剂 pH 值测定方法通则》进行测定。称取 1.0g 试样，溶于 100mL 水中，

1.3 密度的测定

按 GB/T 22594—2018《水处理剂 密度测定方法通则》中密度计法进行测定。

1.4 总磷酸盐含量的测定

按 HG/T 2430—2018《水处理剂 阻垢缓蚀剂 II》第 4.3 条进行测定。

1.5 热失重率的测定

在惰性气体环境的容器内，以 10℃/min~20℃/min 的可控加热速度对测试样品进行加热，在整个试验过程中，熔炉中惰性气体流量维持在 20mL/min~100mL/min。记录样品质量随温度的变化曲线。通过读取 250℃ 时测试样品质量，计算产品在该温度的热失重率。

样品质量：5mg。样品为干燥后的试样（5.3）并研磨均匀。如果材料性质不明，可以减少至 1mg。

加热速率：10℃/min~20℃/min。当质量发生复杂的变化时，建议使用较低的加热速率（1℃/min~10℃/min）。

温度范围：室温至 260℃。

打开惰性气体瓶阀门，调节压力至合适大小，然后打开仪器上的进气控制阀，调节仪器上惰性气体流量计，使气体流量在 20mL/min~100mL/min 范围。

准备一个空的干净的样品容器，称量调零。

将质量在量程的 10% 之内的样品放置于调零好的容器内，样品应均匀分布于样品容器内。在室温状态下，把样品和容器放到 TGA 里称量。

以恒定速率对样品进行加热，仪器自动记录TG曲线。持续加热，直到质量不发生变化或温度达到260℃。

试验完成后，冷却装置到室内温度，清理容器，并更换新的容器。

热失重率（250℃）以质量分数（ w_2 ）计，按式（2）计算：

$$w_2 = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

m_0 ——初始温度时的样品质量的数值，单位为毫克（mg）；

m_1 ——250℃时的样品质量的数值，单位为毫克（mg）。

试验数据见表2及表3。

表2

平行号	空白(mg)	加热前(mg)	加热后(mg)	热失重率(%)	试验条件（15℃--260℃）	
					N ₂ 流量（mL/min）	升温速度(℃/min)
1	75.1	81.5	80.0	23.44	20	20
2	75.4	80.3	79.3	20.41	20	20
3	76.5	83.8	82.3	20.55	20	20
4	76.0	80.4	79.4	22.73	20	20
5	75.3	80.0	79.1	19.15	20	20
6	75.8	82.3	81.0	20.0	20	20
仪器：STA-1250 同步热分析仪						
产品名称：XGM-9灰水分散剂						

表3

产品批号	测定 频次	原始样品重量(mg)	试验条件（15℃--275℃）		曲线查得样品重量百 分比（%）	损失率 （%）
			N ₂ 流量 （mL/min）	升温速度 （℃/min）		
20240126	1	4.51	25	15	81.96	18.04
	2	5.57	25	15	85.46	14.54
	3	4.69	25	15	79.43	20.57
20240302	1	5.05	50	15	81.04	18.96
	2	5.57	50	15	83.66	16.34
	3	4.60	50	15	87.49	12.51
20240315	1	4.98	50	20	81.20	18.80
	2	5.50	50	20	85.01	14.99
	3	4.43	50	20	90.94	9.51
	4	4.72	50	10	77.35	22.65
	5	5.11	50	10	82.58	17.42
	6	4.40	50	10	84.17	15.83
20240329	1	6.64	25	20	70.40	29.60
	2	5.72	25	20	82.02	17.98
	3	6.75	25	20	78.94	21.06

20240401	1	4.43	25	20	83.23	16.77
	2	7.05	25	20	76.55	23.45
仪器型号：TGA-1000B						

1.6 各单位提供的质量数据

各单位提供的产品质量数据见表4-表8。

表 4

批号	固含量 (120℃, %)	pH 值 (1%水溶液)	密度(20℃) (g/cm ³)	总磷（以 P 计）* (mg/L)	热失重率 (%)
240225009XGM	26.33	2.61	1.143	2.42	23.44
	26.14	2.59	1.142	2.50	20.41
	26.09	2.59	1.142	2.56	20.55
	26.01	2.60	1.143	2.49	22.73
	26.15	2.61	1.142	2.35	19.15
240301009XGM	26.10	2.63	1.142	2.72	22.27
	26.18	2.63	1.141	2.61	21.48
	26.28	2.64	1.141	2.59	23.10
	26.04	2.65	1.142	2.77	20.81
	25.95	2.64	1.142	2.64	18.62
240313009XGM	25.85	2.63	1.139	3.30	19.52
	25.78	2.62	1.139	3.34	22.17
	25.97	2.63	1.138	3.43	20.65
	26.08	2.63	1.138	3.37	23.12
	25.85	2.63	1.138	3.41	20.24
240318009XGM	25.98	2.68	1.142	3.11	20.70
	25.95	2.67	1.141	3.23	20.22
	26.04	2.68	1.141	3.17	22.85
	26.06	2.68	1.141	3.18	21.28
	26.10	2.68	1.142	3.26	19.73
240325009XGM	26.20	2.64	1.143	2.94	18.84
	25.98	2.64	1.143	2.88	22.39
	25.94	2.64	1.142	2.85	20.00
	26.13	2.65	1.142	2.97	20.90
	25.86	2.65	1.142	2.81	20.83

*总磷含量是按照 GB/T 11893-1989, 过硫酸钾消解后测定的结果。

表 5

批号	pH(1%水溶液)	密度（20℃）， g/cm ³	固含量（120℃， %）	总磷（以 PO ₄ ³⁻ 计）
20240102	2.37	1.136	25.35	6.41(mg/L)
20240117	2.28	1.140	25.66	5.26(mg/L)
20240126	2.31	1.138	25.68	7.41(mg/L)

20240219	2.32	1.136	25.48	0.07(%)
20240228	2.31	1.138	25.54	5.52(mg/L)
20240302	2.40	1.135	25.21	4.13(mg/L)
20240307	2.25	1.149	26.44	7.57(mg/L)
20240315	2.35	1.136	25.34	6.38(mg/L)
20240329	2.30	1.135	25.33	0.06(%)
20240401	2.38	1.135	25.28	5.76(mg/L)

表 6

批号	外观	密 度 (20°C g/cm ³)	PH 值 (10g/L)	固体含量 120°C %	总磷含量 (以 PO ₄ ³⁻ 计) %
20220902	棕黄色透明液体	1.144	2.39	26.3	6.31
20230430	棕黄色透明液体	1.149	2.47	26.2	6.57
20230812	棕黄色透明液体	1.145	2.34	26.2	6.29
20231114	棕黄色透明液体	1.137	2.36	26.2	6.46
20240110	棕黄色透明液体	1.149	2.29	26.2	6.24
20240330	棕黄色透明液体	1.137	2.54	26.2	6.46

表 7

批号	外观	密 度 (20°C g/cm ³)	PH 值 (10g/L)	固体含量 120°C %	总磷含量 (以 PO ₄ ³⁻ 计) %
20220909	棕黄色透明液体	1.148	3.92	25.9	0.22
20220915	棕黄色透明液体	1.149	3.97	26.2	0.21
20230112	棕黄色透明液体	1.149	2.86	26.2	0.38
20230104	棕黄色透明液体	1.152	2.92	25.9	0.41
20230413	棕黄色透明液体	1.160	3.68	26.1	0.35
20230428	棕黄色透明液体	1.160	2.89	26.2	0.27
20230810	棕黄色透明液体	1.127	2.66	26.2	0.47
20230817	棕黄色透明液体	1.134	2.81	26.2	0.42
20231010	棕黄色透明液体	1.151	2.86	26.2	0.38
20240117	棕黄色透明液体	1.157	3.66	26.2	0.31
20240315	棕黄色透明液体	1.144	4.00	26.2	0.13
20240403	棕黄色透明液体	1.151	2.82	26.2	0.49

表 8

批号	密 度 (20°C g/cm ³)	PH 值 (10g/L)	固体含量 120°C %	总磷含量** (以 P 计) mg/L
20220602	1. 143	3. 1	26. 1	3. 5

20220622	1. 141	3. 2	26. 2	3. 2
20221110	1. 144	2. 9	26. 2	2. 9
20221220	1. 142	2. 8	26. 3	2. 6
20230203	1. 147	2. 9	26. 2	3. 4
20230519	1. 145	2. 8	26. 5	3. 3
20230616	1. 143	2. 6	26. 2	3. 1
20240217	1. 145	3. 2	26. 2	3. 6
20240316	1. 140	3. 0	26. 5	3. 1

** 总磷含量是按照GB/T 11893-1989, 硝酸-高氯酸消解后测定的结果。

2、预期达到的经济效果

四、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

五、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

六、重大分歧意见的处理经过和依据

七、标准性质的建议说明

建议将本标准作为推荐性标准使用。

八、贯彻国家标准的要求和措施建议

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、其他应予说明的事项

无。