

# 《水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制 标准（征求意见稿）》编制说明

标准编制组

二〇二二年三月

**标准名称：**水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准

**编制单位：**浙江凤登绿能环保股份有限公司

中国环境科学研究院

**编制组主要成员：**陈建、刘美佳、唐量华、崔长颢、章磊、

闫大海、李丽、李亚平、王明霞、陈超、

黄启飞、王琪

**标准管理单位：**中国氮肥工业协会

# 目 录

一、背景介绍.....	4
二、标准编制原则.....	5
三、编制工作过程.....	5
四、标准主要技术内容.....	6
4.1 适用范围.....	6
4.2 规范性引用文件.....	7
4.3 术语和定义.....	7
4.4 协同资源化处理设施.....	7
4.5 入炉协同资源化处理固体废物特性.....	8
4.6 运行技术要求.....	8
4.7 污染物排放控制要求.....	9
4.8 水煤浆气化产品污染物控制.....	10
4.9 监测要求.....	11
4.10 实施与监督要求.....	11
五、主要试验情况分析.....	11
5.1 有机物热分解模拟试验.....	11
5.2 工程试验.....	14
六、标准属性.....	16

## 一、背景介绍

近年来，我国开始探索利用水煤浆气化炉协同资源化固体废物的技术。相较于其他工业窑炉协同资源化处理固体废物，水煤浆气化炉内的高焚烧温度（1300-1400℃）可以实现有机物的彻底分解，而在气化炉急冷工段产生的合成气可以迅速将温度降至 220℃左右，有效抑制二噁英的再合成。同时，水煤浆气化炉协同资源化固体废物可以替代气化炉部分常规燃料或水资源，从而实现固体废物（尤其是高含水废物）的资源化利用，具有明显的节约能源和资源优势。

然而，目前绝大多数研究仍然停留在实验室模拟阶段，研究的重点主要集中在协同资源化处理对气化的影响等方面。水煤浆气化炉协同资源化固体废物既缺乏科学的技术路线指导企业的协同资源化处理行为，又缺乏协同资源化处理过程和产物的环境保护与污染控制相关标准规范指导管理部门的监管活动，协同资源化处理固体废物，尤其是危险废物行业面临着环境安全风险不明、环境监管依据缺失、各地管理尺度不一等问题，严重制约了行业健康发展，亟需出台水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准，有序引导水煤浆气化炉协同资源化处理行业的良性发展。

2020 年 4 月，中国氮肥工业协会下发《关于印发 2020 年第一批团体标准计划的通知》（中国氮协发〔2020〕014 号），正式提出水煤浆气化炉协同资源化固体废物技术规范的控制

定计划，中国环境科学研究院联合浙江凤登绿能环保股份有限公司共同开展技术规范编制工作。

## **二、标准编制原则**

### **（一）合法合规原则**

以《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》《中华人民共和国大气污染防治法》《中华人民共和国循环经济促进法》等现行法律法规以及标准规范的相关规定和要求为依据，确定《水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准》的主要内容。

### **（二）全过程污染控制原则**

针对水煤浆气化炉协同资源化固体废物过程中的污染节点，分别提出对应的环境风险控制措施。通过规范水煤浆气化炉协同资源化固体废物的设施、入炉固体废物特性、运行技术、污染物排放控制以及监测等要求，对水煤浆气化炉协同资源化固体废物全过程进行污染控制。

### **（三）科学合理原则**

广泛调研国内外水煤浆气化炉协同资源化固体废物的经验和先进技术，结合我国水煤浆气化炉协同资源化固体废物现有工程实践基础、实际经济情况和技术发展水平提出规范性要求，确保标准具有科学性、先进性、经济性和适用性。

### 三、编制工作过程

在中国氮肥工业协会下发水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准制定计划工作前，中国环境科学研究院联合浙江凤登绿能环保股份有限公司已于 2015 年 11 月成立编制组，启动水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准的编制研究工作。

2016 年至 2020 年期间，标准编制工作组系统分析了我国水煤浆气化发展历史、我国固体废物产生与处理处置现状、工业窑炉协同资源化处理技术发展情况、水煤浆气化炉现状等，并通过实验室模拟及工程试验，研究了水煤浆气化炉协同资源化处理过程中有机物热分解和主要污染物迁移转化和排放特征，分析了不同因素对水煤浆气化炉工况的影响。同时，通过资料与现场调研、试验数据分析、召开研讨会等形式，提出了水煤浆气化炉协同资源化固体废物技术要求。在以上工作的基础上，形成了《水煤浆气化炉协同资源化固体废物污染控制标准》。

### 四、标准主要技术内容

#### 4.1 适用范围

本标准规定了协同资源化处理固体废物的水煤浆气化炉的设施要求、入炉固体废物特性要求、运行技术要求、污染物排放控制要求、水煤浆气化产品污染物控制要求、监测

和监督管理要求。

水煤浆气化炉协同资源化固体废物过程生产的气化产品适用相应的国家产品质量控制标准，产生环境噪声适用相应的国家污染物排放标准，产生固体废物的鉴别、处理和处置适用相应的国家固体废物污染控制标准。

本标准适用于利用水煤浆气化炉协同资源化处理危险废物、污泥、应急事件废物等固体废物过程的污染控制和监督管理。

## **4.2 规范性引用文件**

本部分列出了在本标准中所引用的国家标准和行业标准等规范性文件。

## **4.3 术语和定义**

本部分为执行本标准制定的专门术语，包括水煤浆气化炉协同资源化处理、废水回用模式、细灰回用模式、标准状态、二噁英类毒性当量、多环芳烃类毒性当量、热分解率以及净热分解率等。

## **4.4 协同资源化处理设施**

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物的设施要求。用于协同资源化处理固体废物的水煤浆气化炉应满足气化炉碳转化率不小于 98%、特征有机化合物的热分解率和净热分解率应不小于 99.99%的要求，且应配备完善的生产

净化系统以及专门的固体废物贮存设施。

对于改造利用原有设施协同资源化处理固体废物的水煤浆气化炉，在改造之前原有设施的监督性监测结果应连续两年达到相关污染物排放标准的要求，并且无其他环境违法行为。

固体废物的协同资源化处理应确保不会对气化产品生产和污染控制产生不利影响。如果无法满足这一要求，应根据所需要协同资源化处理固体废物的特性设置必要的预处理设施对其进行预处理；如果经过预处理后仍然无法满足这一要求，则不应在水煤浆气化炉中处置这类废物的含量。

#### **4.5 入炉协同资源化处理固体废物特性**

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物的特性。具体包括禁止进入水煤浆气化炉协同资源化处理的固体废物种类，不推荐进入水煤浆气化炉协同资源化处理的固体废物种类，入炉固体废物重金属以及氯、氟、硫等有害元素的含量及投加量要求等。

#### **4.6 运行技术要求**

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物的运行技术要求。在运行过程中，应根据固体废物特性正确选择固体废物投加点和投加方式，且固体废物的投加过程和水



煤浆气化炉中的协同资源化过程应不影响气化产品的正常生产。

向水煤浆气化炉投加固体废物或掺混有固体废物的浆料时必须保证水煤浆气化炉达到正常的生产工况；因水煤浆气化炉维修、事故检修等原因停炉时必须同时停止向水煤浆气化炉投加固体废物和掺混有固体废物的浆料。

当水煤浆气化炉出现故障或事故造成运行工况不正常，如炉内温度明显下降、黑水闪蒸气、废水中污染物浓度明显升高等情况时，必须立即停止投加固体废物和掺混有固体废物的浆料，待查明原因并恢复正常运行后方可恢复投加。

#### **4.7 污染物排放控制要求**

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物的污染物排放控制要求。其中，水煤浆气化炉炉渣的有机质含量应小于 5%，重金属含量应小于 GB 5085.6 中规定的限值，将其按照 HJ/T 299 制备的浸出液中的重金属和氟元素浓度应小于 GB 5085.3 中规定的限值；固体废物贮存和作业区域的初期雨水以及固体废物容器、运输车辆清洗产生的废水应收集处理并满足国家相关水污染物排放标准要求；利用水煤浆气化炉协同资源化固体废物时，水煤浆气化生产及净化系统的有机废气净化装置排放的大气污染物应执行表 1 规定的最高允许排放浓度。

表 1 有机废气净化装置大气污染物最高允许排放浓度

单位:  $\text{mg}/\text{m}^3$  (二噁英和多环芳烃类除外)

污 染 物	限 值
颗粒物	20
$\text{H}_2\text{S}$	5.0
$\text{NH}_3$	30
$\text{NO}_x$	180
$\text{SO}_2$	100
HCl	30
HF	5.0
HCN	1.9
非甲烷总烃	120
二噁英类	$0.1 \text{ ng TEQ}/\text{m}^3$
多环芳烃类	$0.3 \text{ ug TEQ}/\text{m}^3$
汞及其化合物	0.05
镉、铊及其化合物	0.05
铍、铬、锡、锑、铜、 钴、锰、镍、钒、锌、 砷、钼、铅及其化合物	0.5

#### 4.8 水煤浆气化产品污染物控制

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物生产

的气化产品的污染物控制要求。协同资源化处理固体废物的水煤浆气化炉生产的气化产品的质量应符合国家、地方制订和行业通行的相关标准。协同资源化处理固体废物的水煤浆气化炉生产的气化产品中所含有害成分含量，应不高于采用常规原燃料的水煤浆气化炉生产的气化产品中的有害成分含量。

#### **4.9 监测要求**

本部分规定了水煤浆气化炉协同资源化固体废物的监测要求。具体包括一般要求、大气污染物监测要求、水污染物监测要求、固体废物监测要求、气化产品环境安全监测要求以及水煤浆气化协同资源化处理危险废物的性能测试。

#### **4.10 实施与监督要求**

本标准由中国氮肥工业协会负责监督实施。在任何情况下，协同资源化固体废物的水煤浆气化炉均应遵守本标准规定的污染物控制要求，采取必要措施保证污染防治设施正常运行。

### **五、主要试验情况分析**

#### **5.1 有机物热分解模拟试验**

（一）氯乙烯的热分解。氯乙烯的热分解试验使用管式

炉进行模拟，出口气体中氯乙烯浓度和热分解率如表 2 和表 3 所示。

表 2 出口气体中氯乙烯浓度

温度（℃）	停留时间（s）		
	6	8	10
1300	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1370	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1440	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1510	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>

表 3 氯乙烯的热分解率

温度（℃）	停留时间（s）		
	6	8	10
1300	>99.999389%	>99.999389%	>99.999389%
1370	>99.999389%	>99.999389%	>99.999389%
1440	>99.999389%	>99.999389%	>99.999389%
1510	>99.999389%	>99.999389%	>99.999389%

（二）对二氯苯的热分解。对二氯苯的热分解试验使用管式炉进行模拟，出口气体中对二氯苯浓度和热分解率如表 4 和表 5 所示。

表 4 出口气体中对二氯苯浓度

温度 (°C)	停留时间 (s)		
	6	8	10
1300	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1370	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1440	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>
1510	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>	<0.8ug/m <sup>3</sup>

表 5 对二氯苯的热分解率

温度 (°C)	停留时间 (s)		
	6	8	10
1300	>99.996567%	>99.996567%	>99.996567%
1370	>99.996567%	99.992103%	>99.996567%
1440	>99.996567%	99.992961%	>99.996567%
1510	>99.996567%	>99.996567%	>99.996567%

热稳定性位于第一等级的对二氯苯和第二等级的氯乙烯在多元料浆水煤浆气化炉的模拟环境中可以实现充分的热分解，热分解率大于 99.99%，满足《危险废物焚烧污染控制标准》（GB18484-2001）中规定的有机物焚毁去除率指标（ $\geq 99.99\%$ ）。由于对二氯苯和氯乙烯的热稳定性在 320 种主要有害有机物中属于最高和次高等级，因此，其他有害有机物在多元料浆水煤浆气化炉模拟环境中的热分解率也应该

大于 99.99%。有机物热分解模拟实验的结果表明，利用多元料浆水煤浆气化炉协同资源化处理危险废物时，危险废物中的有机物在气化炉内可以实现充分的降解。

## 5.2 工程试验

工程试验的主要目的是了解水煤浆气化炉气态、液态和固态污染物排放特性，以及协同资源化处理危险废物对其污染物排放特性的影响。试验在原煤配制水煤浆生产工况（空白工况）和掺加危险废物及有机和重金属标识剂配制水煤浆工况（协同资源化处理工况）开展样品采集、检测及分析研究工作。

工程试验在浙江凤登绿能环保股份有限公司开展。该公司建有一条 4 万吨/年合成氨生产装置，采用多元料浆水煤浆加压气化工艺。通过开展水煤浆气化炉协同资源化固体废物工程试验，研究协同资源化处理过程中有机污染物的降解、生成规律及排放特征，以及重金属在不同释放途径中的迁移、分配规律，并提出安全合理的危险废物投加要求。

工程试验采集水煤浆、文丘里出口合成气、脱硫塔入口合成气、脱硫塔出口合成气、高温黑水闪蒸气、脱硫液再生槽排气、合成氨贮存槽排气、炭黑、残渣、回用水样品，并采用国标方法对其中特征污染物 PAHs、VOCs、PCDD/Fs、重金属含量进行检测。通过分析比较空白工况及协同处置工况气化炉生产过程中所有废气、废水及固体废物中特征污染物

的含量，系统研究水煤浆气化炉协同资源化固体废物环境保护技术要求。主要结论如下：

（一）水煤浆气化炉协同资源化处理危险废物过程中，气化炉内温度始终维持在 1330-1350℃，对水煤浆气化过程无显著影响，两种工况下，气化炉内压力始终处于 1.0-1.3 MPa 之间，产气量稳定在 12000-14000 Nm<sup>3</sup>/h 之间，协同资源化处理危险废物过程对气化炉工况稳定性无显著影响。

（二）水煤浆气化炉协同资源化固体废物过程中，固体废物中的有机污染物在气化炉内的热分解率可达到 99.99% 以上，可实现彻底分解。水煤浆气化炉协同资源化固体废物未增加 VOCs、PAHs、二噁英等有机污染物在各排放节点中的排放风险。

（三）水煤浆气化炉协同资源化固体废物未增加重金属的排放风险。重金属主要分配在残渣、炭黑以及回用水中，废气中重金属的排放风险不大。空白与协同资源化处理两种工况下的气化炉残渣和炭黑中的 VOCs、二恶英以及炉渣中的 PAH 含量极低，不具有环境风险。空白与协同资源化处理两种工况下的气化炉残渣和炭黑不具有腐蚀性、反应性、以及重金属浸出毒性以及重金属化合物引起的毒性。协同资源化处理过程未增加残渣和炭黑中有机质、氰化物含量，氯、硫、氮元素含量也在正常范围内波动。

基于上述工程试验结论，对水煤浆气化炉协同资源化固

体废物提出环境管理建议。一是水煤浆气化炉可用于处理其他工业窑炉难以处置的高含水率的废物（如污泥及高浓度废液等），可大大减少配制水煤浆时的工业用水。同时可协同处置煤液化残渣等高热值废物，对气化过程具有促进作用。由于重金属在炉内有累积循环现象，水煤浆气化炉不宜处理重金属类废物，并对进入气化炉内的重金属进行严格限制。二是可磨性固体废物可与原料煤共同进入棒磨机混磨制浆。液态和半固态废物应先经混合调配制成粘度适合的制浆水，再由棒磨机的制浆水通道进入棒磨机。高挥发性高热值的液态废物也可直接从气化炉喷嘴处直接喷入气化炉中。三是高温黑水闪蒸、脱硫闪蒸及脱硫液再生、氨贮存槽等生产工序、设施的排放废气应设置有机废气净化装置，如采用蓄热式热氧化炉（RTO）等降低 PAHs、二恶英、CO、总烃的排放风险。

## **六、标准属性**

本标准为中国氮肥工业协会团体标准。