

《高炉煤气和焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》（征求意见稿）

编制说明



《高炉煤气和焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》

编制组

二〇二六年八月

目 录

1. 背景情况和工作过程	1
1.1 背景情况	1
1.2 工作过程	1
2. 编制原则和依据	2
2.1 编制原则	2
2.2 编制依据	2
3. 主要内容说明	2
3.1 范围	2
3.2 危险及注意事项	2
3.3 引用文件	3
3.4 术语与定义	3
3.5 原理	3
3.6 器设备	3
3.7 定步骤	4
3.8 果计算	5
3.9 法的精密度	5
4. 主要验证情况分析	5
5. 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况	6
6. 标准中涉及专利情况	6
7. 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	7
8. 与现行法律、法规和国家标准的关系	7
9. 征集意见情况及处理	7

《高炉煤气和焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》编制说明

1. 背景情况和工作过程

1.1 背景情况

“硫容量”是炭基脱硫剂最核心的经济技术指标，直接决定了脱硫效率、换剂周期和运行成本。制定本标准是连接前沿技术研发、规模化工程应用和严格环保政策的关键纽带。目前焦炉煤气和高炉煤气精脱硫是炭基脱硫剂主要使用单位，但炭基脱硫剂现行检测标准和检测方法与实际应用场景不符，偏差较大。制定本标准目的为结合实际应用场景，规范检测标准、规范产品质量、规范本行业健康持续发展。

当前，针对 H_2S 吸附容量测定方法来说虽有国家标准《煤质颗粒活性炭试验方法 硫容量的测定》（GB/T 7702.14-2008）和行业标准《活性炭吸附 H_2S 穿透容量和穿透时间的测定方法》（MT/T 1067-2008），但上述标准方法都是在常温下进行吸附测试，而高炉煤气和焦炉煤气的工况普遍存在中温及高温的工况，如果依旧采用低温的方法测定，则得到的硫容会与实际工况下的数值存在严重偏差。同时，部分标准在测定硫容时，所采用的氧含量高达 20%，对于高温条件下炭基脱硫剂硫容的测定，则可能出现较严重的烧蚀现象，影响产品真实硫容的测定。标准的制定可为脱硫剂的采购方（钢铁、焦化企业）和监管方提供权威的质量检测依据。同时，国家已强制要求新建及现有钢铁、焦化项目实施煤气精脱硫。一个科学的硫容量标准，能帮助环保部门更精准地评估技术路线的有效性，同时引导行业选择高效、低碳、可资源化的先进技术，推动硫资源循环利用，减少固废产生，服务于“双碳”目标。

高炉煤气主要由 N_2 （50%-55%）、 CO （20%-25%）、 CO_2 （15%-20%）组成，其硫化物主要为无机硫（ H_2S ），还有微量的有机硫（COS，羰基硫）。焦炉煤气主要由 H_2 （55%-60%）、 CH_4 （23%-27%）组成，其硫化物主要为有机硫（噻吩、 CS_2 、硫醇等）。高炉煤气和焦炉煤气成分组成差异较大，本标准适用于采用“羰基硫水解+硫化氢吸附”的两步法工艺场景中经过 COS 水解转化为 H_2S 后的吸附工艺阶段所使用的炭基脱硫剂硫容量评价。

1.2 工作过程

接到任务后，中国科学院山西煤炭化学研究所成立了《高炉煤气和焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》标准编制工作组，主要进行了以下工作：

2025 年 12 月，中国科学院山西煤炭化学研究所等主要起草单位组成标准编制组，召开标准内部启动会，对标准编制方案，框架进行讨论，确定本项目涉及的工作内容、指标范围及人力安排等，启动《高炉煤气和焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》标准研究工作。

2026 年 1-2 月，标准编制组对炭基脱硫剂硫容量测定方法的相关标准进行相关检索和研究，开展企业公开企标调研及分析、相关标准研究及企业调研工作，形成标准草案。

2026 年 3 月，标准立项，确定标准计划编号，由中华环保联合会归口管理。

2026 年 4-5 月，标准编制组向各相关单位征求意见，优化测试、取样、试验等方法内容，按照方案进行试验，考察、验证和确认测试条件和试验步骤，开展协同试验。

2026 年 7 月，中华环保联合会组织召开了标准初稿审查会，大家对标准编制的框架、技术指标制定及行业调研数据的搜集结果展开了充分的研讨，形成标准征求意见稿，并完成编制说明。

2. 编制原则和依据

2.1 编制原则

本文件编制按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的编制要求，并遵循以下原则：

(1) 标准的制定与国家政策法规相一致。

(2) 本着促进技术进步、提高产品质量、反映市场需求、扩大对外贸易、促进经济发展的原则，在充分调研和验证的基础上，确定了相关指标的技术要求和试验方法，保证标准的科学性和指导性。尽可能地做到简化、统一、协调、优化；既要考虑其先进性，也要考虑到实用性、可行性；既要符合国内外发展的需要，也要结合国内目前的实际状况。

2.2 编制依据

本标准依据目前国内外科研院所、生产和使用单位对高炉煤气和焦炉煤气精脱硫炭基脱硫剂硫容量测定方法的研发、生产、使用现状和催化剂产品质量状况。依据现行企业产品标准或产品技术指标，结合多批次产品的实物质量统计数据为基础，经试验验证后，确定标准的各项技术指标和技术内容。依据 GB/T 20001.10—2014《标准编写规则 第 10 部分：产品标准》中提出的总的制定原则，以及对产品标准的结构和各要素的编写原则，确定标准的结构和各章节条款的编写内容。依据 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定和要求编制本标准，力求使标准格式规范、结构合理、内容完整、表述准确、清晰。

3. 主要内容说明

本指南主要包括：范围、危险及注意事项、引用文件、术语和定义、原理、仪器设备、测定步骤、结果计算和方法的精密度。

以下内容设置与标准文本章节一致。

3.1 范围

本文件规定了高炉煤气和焦炉煤气精脱硫炭基脱硫剂硫容量的测定原理、测定步骤及结果计算等内容。

本文件适用于高炉煤气和焦炉煤气精脱硫炭基脱硫剂硫容量的测定。

3.2 危险及注意事项

本方法测定过程中可能遇到以下危险：

(1) 高炉煤气和焦炉煤气均属于易燃易爆气体，其爆炸极限范围较宽。若在测定过程中发生泄漏，遇明火、高热或静电火花，极易引发火灾或爆炸事故。

(2) 测定过程中会使用含 H_2S 气体，这些气体含有高浓度的 H_2S 等有毒有害成分。一旦泄漏，可能导致人员中毒甚至死亡。

因此，在测定过程中需要注意以下事项：

(1) 测定系统（包括气路、反应器、阀门等）必须保证高度的气密性，防止有毒有害及易燃气体泄漏。实验区域应强制通风，并安装固定式或便携式气体报警器，实时监控环境气体浓度。

(2) 操作人员在特殊操作（如取样、试剂添加）时，应根据情况佩戴防毒面具或空气呼吸器。

3.3 引用文件

在标准制定过程中规范性参考引用了《GB/T 7702.14-2008 煤质颗粒活性炭试验方法 硫容量的测定》和《MT/T 1067-2008 活性炭吸附 H_2S 穿透容量和穿透时间的测定方法》标准。

3.4 术语与定义

为了使标准内容易于理解，本标准规定了 2 个重要的术语和定义，分别为：

(1) 精脱硫（Fine desulfurization）：煤气在催化剂的作用下，将有机硫 COS 转化为易脱除的无机硫 H_2S ，并进一步利用脱硫剂将 H_2S 从气体中吸附分离的过程。

(2) 炭基脱硫剂（Activated-carbon-based desulfurizer）：采用煤质活性炭或木质活性炭为基材，负载金属氧化物、碱性物质、活性组分或复合化学品的脱硫剂材料。

(3) 硫容量（sulfur capacity）：当含有 H_2S 的气体通过炭基脱硫剂床层、床层出口气体吸附质浓度超过了规定值时，炭基脱硫剂吸附的 H_2S 的质量占干基炭基脱硫剂质量的比例（百分比形式）。

3.5 原理

一定体积经干燥后的高炉煤气和焦炉煤气精脱硫炭基脱硫剂，在规定条件下通入以 $(1 \pm 0.05)\%$ 的 H_2S 气体。当通入碳层后吸附管的尾气中 H_2S 的浓度达到 50 ppm 时，炭基脱硫剂吸附的 H_2S 质量占干基炭基脱硫剂质量百分比为该炭基脱硫剂的硫容量。

3.6 仪器设备

3.6.1 H_2S 检测仪，用于检测出体积分数为 50×10^{-6} 的 H_2S 尾气，可采用气相色谱仪(火焰光度检测器)或其它检测精度达到 $\pm 1\text{ppm}$ 的检测仪。

3.6.2 规格大小为 $600 \times 400 \times 300\text{mm}$ 的恒温水浴，可维持 25°C 水温。

3.6.3 测定装置见图 1

3.6.4 吸附管:直径 25 mm,有效容积 $(116 \pm 5)\text{mL}$,具体尺寸见图 2。此吸附管用于测直径小于等于 2-2.5mm 的活性炭,吸附管打孔的支架开孔率应大于 30%。

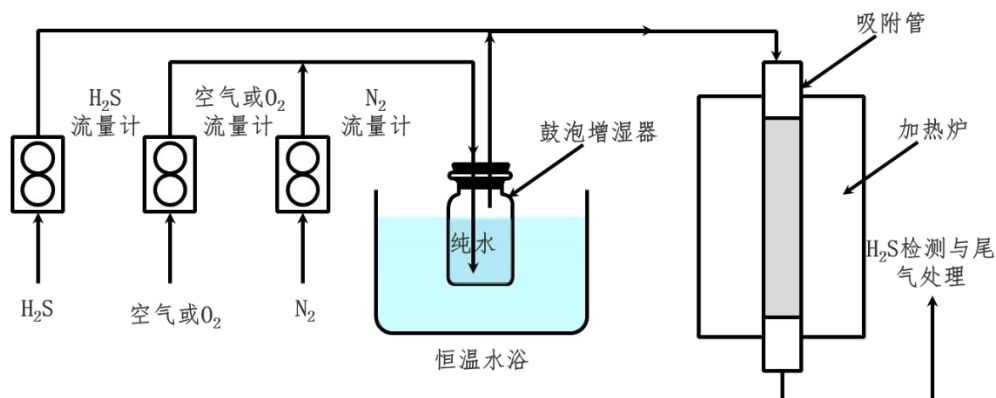


图 1 测定装置示意图



图 2 吸附管示意图

3.7 测定步骤

3.7.1 样品制备

将样品破碎筛分，选用 2-2.5mm 之间的物料为试样。将试样于 120℃ 烘干至恒重，放入干燥器中冷却至室温待用。

3.7.2 样品装填

用四分法取出干燥后试样 116 mL，称量并记录其干基质量 (m)。称量后将试样装入吸附管内，试样需要装实，直到活性炭体积不再变化，然后将吸附管安装到加热炉中。

3.7.3 检测系统配气及检测

3.7.3.1 配气浓度：硫化氢 (1 ± 0.01) %、氧气 5%，氮气为稀释气。

3.7.3.2 配气流量：总气体流量 (1450 ± 5) mL/min，湿度为 $90\% \pm 1\%$ 。

3.7.3.3 恒温水浴温度： 25 ± 0.5 ℃。

3.7.3.4 检测温度：按照试验规定的检测温度，使用加热炉，将吸附管（连带试样）加热至指定温度并维持温度。其中，检测温度为：低温型炭基脱硫剂适用 (45 ± 0.5)℃、中温型炭基脱硫剂适用 (90 ± 0.5)℃、高温型炭基脱硫剂适用 (120 ± 0.5)℃。

3.7.3.7 参数控制：各气体分别采用质量流量计控制其流量和比例。

3.7.3.6 气体取样及检测：当入口气体稳定时通入吸附管，开始记录时间，吸附管出口

气体每 15-30 分钟采用 H₂S 检测仪分析 H₂S 浓度。

3.7.3.7 检测终止条件：吸附管出口气体经 H₂S 检测仪分析，当 H₂S 浓度达到 75 mg/m³ 时，停止实验并记录吸附时间。

3.8 结果计算

3.8.1 硫容量计算公式为：

$$\omega = \frac{C \times V \times t \times 34}{22.4 \times m \times 1000} \times 100\%$$

式中：

ω —硫容量，单位为%；

C—试验气中 H₂S 的体积百分数，单位为%；

V—试验气的总流量，单位为 mL/min；

t—吸附时间，单位为 min

34—H₂S 的摩尔质量，单位为 g/mol；

22.4—标准状况下 H₂S 的摩尔体积，单位为 L/mol；

m—试样干基质量，单位为 g。

3.8.2 结果以两次试验的算术平均值表示；硫容量修约到小数点后三位。

3.9 方法的精密度

两次平行测定结果的差值不得超过其算术平均值的 10%。

4. 主要验证情况分析

选取典型的中温炭基脱硫剂和高温炭基脱硫剂，利用 3.4 的仪器，按照 3.5 的测试步骤测试了其在不同氧含量下的炭基脱硫剂硫容量，并计算了相应的平均硫容量及精密度，其结果如表 1 所示：

表 1 不同含氧量下炭基脱硫剂硫容量及精密度

样品	氧含量 %	硫容 1 %	硫容 2 %	平均硫容 %	差值 %	精密度 %
低温炭基脱 硫剂	1	23.5	24.9	24.2	1.4	5.79
	5	24	25	24.5	1	4.08
	10	24.3	24.5	24.4	0.2	0.82
	20	23.1	23.9	23.5	0.8	3.40
中温炭基脱 硫剂	1	19.61	21.63	20.62	2.02	9.80
	5	19.45	20.86	20.16	1.41	7.00
	10	20.35	20.40	20.38	0.05	0.25

	20	19.40	20.38	19.89	0.98	4.93
高温炭基脱 硫剂	1	18.08	19.53	18.81	1.45	7.71
	5	83.23	86.00	84.62	2.77	3.27
	10	56.31	59.21	57.76	2.90	5.02
	20	19.95	20.38	20.17	0.43	2.13

从表中可以看出，该所选中温炭基脱硫剂样品的硫容量均在 19.40%以上，平均硫容高于 20.38%，随氧含量变化的程度略有降低，总体幅度较小。计算其精密度，可以看出平行测定结果的差值不得超过其算术平均值的 10%，本测试方法精密度较高。

从表中数据可看出，所选高温炭基脱硫剂样品的硫容量均在 18.08%以上，平均硫容高于 18.81%，但硫容量测试值随着氧含量的变化先升高后降低：在氧含量为 5%时，获得最高的硫容量，且精密度较高；当氧含量较低时（氧含量为 1%），低氧含量不足以氧化测试评价所使用的 1%浓度的 H_2S ，不能反映炭基脱硫剂真实性能；实验中发现当氧含量提升至 10%，120℃条件下，由于炭基脱硫剂往往掺杂氧化性较强的金属组分，所评测炭基脱硫剂开始发生烧蚀，随着氧含量增加到 20%，烧蚀现象更加严重，这同样不利于真实反映炭基脱硫剂真实性能，所以 5%的氧含量是最为适宜的测试气氛。

通过测试典型炭基脱硫剂在不同氧含量下的硫容量，说明了高炉煤气和焦炉煤气精脱炭基脱硫剂硫容量测试方法的可靠性和准确性。

5. 产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

本标准主要针对焦炉煤气和高炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂标准的评价指标体系进行规定，制定的焦炉煤气和高炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂针对炭基脱硫剂这一核心材料制定专门标准，将填补关键空白，引领脱硫用炭基材料产品、服务的应用与发展。在制定过程中充分征求相关机构和企业意见，并开展调研验证予以证明，力求标准的科学性、适应性和可操作性。该标准对于促进焦炉煤气和高炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂的推广应用、规范行业生产秩序，确保技术应用安全规范、指导行业生产具有重要意义。

目前依托本标准所制定的评价体系及其配套的硫容量检测方法已在 7 套高炉煤气或焦炉煤气精脱硫装置上使用，经本标准评价体系及其配套的硫容量检测方法所服务的炭基脱硫剂产能达到 10000 吨/年以上，产值超过 1 亿元/年。我国高炉煤气精脱硫吸附剂存量市场约 200 亿元；依托国内近 2000 亿 Nm^3 的年焦炉煤气产量，配套焦炉煤气精脱硫吸附剂的年市场规模约 20-30 亿元，随煤气高值化利用占比提升，需求还将持续扩容。按 3 年使用寿命折算，每年焦炉煤气和高炉煤气吸附剂更换体量约 80 亿元左右。因此，本标准制定具有良好的社会效益和经济效益，对实现钢铁/焦化行业超低排放和提升绿色低碳发展水平具有显著的促进作用。

6. 标准中涉及专利情况

编制组未发现本指南及相关专利的内容，不存在涉及的相关专利问题。

7. 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

关于焦炉煤气和高炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂的硫容量测定方法标准化的情况是“有方法基础，无专门标准；有行业实践，缺统一规则”。目前国内外尚未出台专门的国家或国际标准，但相关的原理、方法已部分存在于其他标准或行业实践中，如国家标准《煤质颗粒活性炭试验方法 硫容量的测定》（GB/T 7702.14-2008）和行业标准《活性炭吸附 H₂S 穿透容量和穿透时间的测定方法》（MT/T 1067-2008），其核心挑战在于模拟高炉/焦炉煤气精脱硫的多温度工况。例如，目前已有标准方法都是在常温下进行吸附测试，而高炉煤气和焦炉煤气的工况普遍存在中温及高温的工况，如果依旧采用低温的方法测定，则得到的硫容会与实际工况下的数值存在严重偏差。同时，部分标准在测定硫容时，所采用的氧含量高达 20%，对于高温条件下炭基脱硫剂硫容的测定，则可能出现较严重的烧蚀现象，影响产品真实硫容的测定。

《高炉煤气或焦炉煤气精脱硫用炭基脱硫剂硫容量测定方法》团体标准的编制将统一炭基脱硫剂硫容量的测定标准，企业、研发机构能在同一基准上比拼材料性能，真正聚焦于提升脱硫剂的硫容量、使用寿命、机械强度等核心指标，驱动技术进步，进而将有效促进产业调整产业结构，优化升级产品质量，规范产业市场秩序，提升产品品质，塑造产业品牌。

8. 与现行法律、法规和国家标准的关系

本标准符合我国有关法律、法规的要求，并与国家相关政策、规划等保持一致，不存在矛盾。

9. 征集意见情况及处理

编制组于 202X 年 XX 月 XX 日至 XX 月 XX 日于全国团体标准信息平台和中华环保联合会网站面向社会公开征求意见。共收到 X 家单位反馈意见，除去重复意见，共 XX 条，其中采纳 XX 条，部分采纳 XX 条，不采纳 XX 条。

附录

中华环保联合会团体标准

征求意见情况汇总处理表

团体标准名称		标准名称			
标准承担单位		Xxx	标准参与单位	Xxx、yyy	
号	标准条款编号	意见内容	提出单位	处理意见及理由	备注
征求意见单位名单及返回意见情况：					
发送征求意见稿单位名称		是否复函	是否提出书面意见	备注	
1、XXXXX		是	采纳		
2、XXXXX		否	不采纳		
3、XXXX		是	部分采纳		
4、XXXX		否	采纳		
附加说明：					
（内容包括征求意见单位范围和数量、回函提出和未提出书面修改意见的单位数量、征求意见期间未回函单位数量、返回意见的个数及采纳、未采纳和部分采纳意见的比例等统计数据） 202X年XX月XX日，通过全国团体标准信息平台（http://www.ttbz.org.cn）和中华环保联合会官网（http://www.acef.com.cn）发布了征求意见稿，面向社会广泛征求意见。截止202X年XX月XX日，收到XXX、XXXX和ZZZX家单位的反馈意见共计XX条，采纳XX条，部分采纳YY条，不采纳ZZ条。					