ICS XXXXXX
CCS X XXX

团　　体　　标　　准

T/CIECCPA XXX—20XX

工业锅炉废气活性炭低温吸附氮容量测定方法

Test method for low-temperature nitrogen adsorption capacity of industrial boiler flue gas activated carbon

（征求意见稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会　发布

目　　次

前　　言 I
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 测定原理 1
5 测定材料和仪器 1
6 测定条件 2
7 试样的制备 3
8 测定方法 3
9 测定结果的计算方法 4
10 试验报告 5

前　言

本文件按照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》的规定起草。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件主要起草单位：中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、北京中航泰达环保科技股份有限公司、华能山东发电有限公司、江苏洋井环保服务有限公司、华能临沂发电有限公司、江西微碳能源科技有限公司。

本文件主要起草人：。

工业锅炉废气活性炭低温吸附氮容量测定方法

1 范围

本文件（或本部分或本指导性技术文件）规定了颗粒活性炭低温吸附氮容量的测定原理、测定材料和仪器、测定条件、试样的制备、测定方法、测定结果的计算方法和试验报告等内容。

本文件适用于煤粉锅炉、流化床锅炉，燃油和燃气锅炉。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 603-2002 化学试剂试验方法中所用制剂及制品的制备

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GBT 30202.4-2013 脱硫脱硝用煤质颗粒活性炭试验方法 第 5 部分 脱硝率

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

饱和氮容量 nitrogen saturation adsorption capacity

一定试验条件下，单位质量活性炭饱和吸附氮氧化物的质量。

3.2

穿透氮容量 nitrogen breakthrough adsorption capacity

一定试验条件下，单位质量活性炭吸附氮氧化物，当透过活性炭试料层的氮氧化物气体浓度达到一定值时，吸附氮氧化物的质量。

4 测定原理

4.1 饱和氮容量测定原理

经预处理的试样，在低温条件下吸附一氧化氮、水蒸气、氧气和氮气的混合气体，直至氮氧化物饱和吸附，根据样品吸收氮氧化物质量，计算饱和氮容量。

4.2 穿透氮容量测定原理

经预处理的试样，在低温条件下吸附一氧化氮、水蒸气、氧气和氮气的混合气体，当透过活性炭试料层的氮氧化物气体浓度达到一定值时，根据样品吸收氮氧化物质量，计算穿透氮容量。

5 测定材料和仪器

5.1 测定材料

氮气，浓度为 99.5%。
氧气，浓度为 99%。
一氧化氮气体，体积分数为 99.9%

5.2 测定仪器

电热恒温干燥箱，温度范围 0℃~300℃。
干燥容器，用于存放经干燥处理后的试样。
氮容量测定试验装置如图 1。

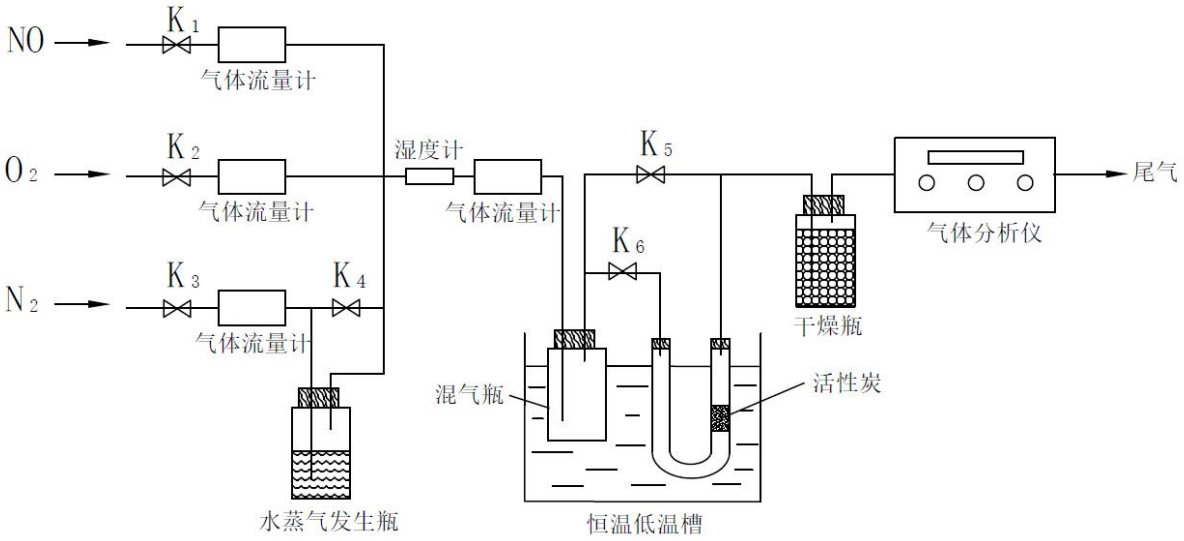


图 1 氮容量测定试验装置示意图

说明：K_1~K_6——阀门开关
秒表，分度值 0.1S。
水蒸气发生瓶，300mL。
湿度计，0%～100% RH（相对湿度）。
混气瓶，300mL。
干燥瓶，300mL，填装硅胶干燥剂。
气体分析仪，用于测量 NO、NO_2、NOx 的体积分数。
差压计，用于测量管路系统阻力。

6 测定条件

6.1 饱和氮容量的吸附测定条件

NOx体积分数为500×10^{-6}（干）ppm；
氧气体积分数为6.0%（干）；
气流相对湿度为90%±5%；
吸附温度为0℃±2℃；
体积空速为$5000h^{-1}$；
炭层装填高度为20mm；
氮氧化物饱和吸附的出口体积浓度为475×10-6 ppm。

6.2 穿透氮容量的吸附测定条件

NOx体积分数为500×10^{-6}（干）ppm；
氧气体积分数为6.0%（干）；
气流相对湿度为90%±5%；
吸附温度为0℃±2℃；
体积空速为500h^{-1}；
炭层高度为200mm；
氮氧化物穿透体积浓度为25×10-6 ppm。

7 试样的制备

7.1 饱和氮容量

用四分法取一定量试样，破碎后筛选粒径粒度为 1.5mm~2mm 的试样，将试样置于 150℃±5℃的电热恒温干燥箱内干燥 2h，取出放入干燥容器中冷却备用。

7.2 穿透氮容量

用四分法取一定量试样，破碎后筛选粒径粒度为 1.5mm~2mm 的试样，将试样置于 150℃±5℃的电热恒温干燥箱内干燥 2h，取出放入干燥容器中冷却备用。

8 测定方法

8.1 试验准备

按照示意图将仪器各部件顺次连接。

仪器连接好后进行气密检查。气密检查时打开氮气管路，对仪器提供 1.3×104Pa 的压力（表压），观察 1min 内压力下降值不大于 100Pa 即为密封性合格。否则应检查原因，并对不气密的部件进行处理。

按式（1）和吸附条件分别计算出试验温度、试验大气压力下的氮气、氧气流量。顺次开启氮气、氧气，分别用阀门开关 K_2、K_3 和 K_4 调节流量，采用差压计测定管路系统的阻力。再按式（1）和吸附条件分别计算出试验温度、试验大气压及管道系统阻力下的氮气和氧气流量。

$$q_v = \frac{101.325 \times q_0 \times T}{273.15 \times p} = \frac{q_0（273.15+t）}{p} \times 0.371 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots（1）$$

式中：

q_v—试验条件下氮气和氧气流量的数值，单位为升每分（L/min）；

101.325—标准大气压力的数值，单位为千帕（kPa）；

q_0—标准状态下氮气和氧气流量的数值，单位为升每分（L/min）；

T—试验状态下温度的数值，单位为开尔文（K）；

273.15—标准状态时温度换算系数；

p—试验时气体压力（大气压力加规定流量下的管路阻力）的数值，单位为千帕（kPa）；

t—试验温度的数值，单位为摄氏度（℃）。

8.2 测定步骤

8.2.1 流量的调节

按顺序打开阀门开关K_5、K_3、K_4、K_2、K_1，关闭K_6，按计算出的氮气和氧气流量，顺次开启氮气和氧气，分别用阀门K_3和K_2调节流量。

调节阀门K_4，使湿度计的干湿球温度达到试验条件，控制混合气体中水蒸气浓度。

开启一氧化氮，用活塞K_1调节一氧化氮的流量。通过烟气分析仪测量混合气体的NOx体积分数为500×10^{-6}ppm。每隔10分钟测定一次初始NOx浓度，当氮氧化物初始浓度保持不变1h以上，则认为混合气体配置完成，记录初始NO及NO_2体积分数。

8.2.2 饱和氮容量

称量空的测定管，将试料装入测定管，振实，炭层高度20mm。

再称量已装填好的测定管，计算试料质量。在炭层上盖一层玻璃棉，放入恒温低温槽内，连接至烟气分析仪。

按顺序打开阀门开关K_6、K_3、K_4、K_2、K_1，关闭K_5，通入混合气体，同时启动秒表，记录试验时间。当吸附接近饱和时，用气体分析仪测量出口氮氧化物浓度，当出口氮氧化物浓度≥初始氮氧化物浓度95%，即475×10^{-6} ppm，并保持1h以上，认为吸附饱和。

8.2.3 穿透氮容量

称量空的测定管，将试料装入测定管，振实，炭层高度200mm。

再称量已装填好的测定管，计算试料质量。在炭层上盖一层玻璃棉，放入恒温低温槽内，连接至烟气分析仪。

按顺序打开阀门开关K_6、K_3、K_4、K_2、K_1，关闭K_5，通入混合气体，同时启动秒表，记录试验时间。用气体分析仪测量出口氮氧化物浓度，当出口氮氧化物浓度为初始氮氧化物浓度5%，即25×10^{-6} ppm，认为试料在此试验条件下吸附穿透。

9 测定结果的计算方法

9.1 饱和氮容量测定结果计算方法

通过烟气分析仪实时测定模拟试料吸附后出口混合气体中NOx浓度，饱和氮容量以S_1计，数值以毫克每克（mg/g）表示，按式（2）计算

$$S_1=\frac{\{[\varphi_{NO,0}\times t_1-\int_0^{t_1}f(\varphi_{NO})\,dt_1]\times30+[\varphi_{NO_2,0}\times t_1-\int_0^{t_1}f(\varphi_{NO_2})\,dt_1]\times46\}\times q\times1000}{m\times V_m\times10^6}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots（2）$$

式中：

$\varphi_{NO,0}$—初始混合气体中NO的体积分数，单位为ppm；

$\varphi_{NO_2,0}$—初始混合气体中NO_2的体积分数，单位为ppm；

φ_{NO}—出口混合气体中NO的体积分数，单位为ppm；

φ_{NO_2}—出口混合气体中NO_2的体积分数，单位为ppm；

30—1mmol一氧化氮的质量，单位为克（g）；

46—1mmol二氧化氮的质量，单位为克（g）；

t_1—试料吸附饱和的试验时间，单位为min；

q—混合气体总流量，单位为升每分钟（L/min）；

V_m—气体摩尔体积（标准状况下为22.4 L/mol）；

m—试料质量的数值，单位为克（g）。

9.2 穿透氮容量测定结果计算方法

通过烟气分析仪实时测定模拟试料吸附后出口混合气体中 NOx 浓度，饱和氮容量以 S_2 计，数值以毫克每克（mg/g）表示，按式（3）计算

$$S_2=\frac{\{[\varphi_{NO,0}\times t_2-\int_0^{t_2} f(\varphi_{NO})\,dt_2]\times 30+[\varphi_{NO_2,0}\times t_2-\int_0^{t_2} f(\varphi_{NO_2})\,dt_2]\times 46\}\times q\times 1000}{m\times V_m\times 10^6}\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

式中：

$\varphi_{NO,0}$—初始混合气体中NO的体积分数，单位为ppm；

$\varphi_{NO_2,0}$—初始混合气体中NO_2的体积分数，单位为ppm；

φ_{NO}—出口混合气体中NO的体积分数，单位为ppm；

φ_{NO_2}—出口混合气体中NO_2的体积分数，单位为ppm；

30—1mmol一氧化氮的质量，单位为克（g）；

46—1mmol二氧化氮的质量，单位为克（g）；

t_2—试料吸附穿透的试验时间，单位为min；

q—混合气体总流量，单位为升每分钟（L/min）；

V_m—气体摩尔体积（标准状况下为22.4 L/mol）；

m—试料质量的数值，单位为克（g）。

9.3 精密度

结果以算术平均值表示，精确至3位有效数字。

10 试验报告

试验报告应包含以下几个方面的内容：

a) 试样编号；
b) 采用标准；
c) 采用方法；
d) 试验项目；
e) 试验结果；
f) 试验人员；
g) 试验日期。