

开放式炉具废气采样方法的规格化*

沈迪新 曹美秋 姚渭溪

(中国科学院环境化学研究所)

叶 坚 陈 秋 玲

(北京市民用煤科学技术研究所)

开放式炉具排放的废气,随时都和周围的空气混合,这给废气取样和分析带来很大的困难。国内有的单位采用所谓“纯”废气样品,但是,由于没有办法测定“纯”废气的流量率,就无法测出单位时间或单位重量燃料排放污染物的总量(亦称排放系数),也就无法比较不同炉具的排污量。国外开放式炉具的标准测试方法中只要求测定 CO/CO_2 的比值,并没有规定各种污染物排放量的具体测定方法。为此,我们针对开放式炉具,设计建立了两种排污采样测定方法,希望促使国内开放式炉具的排污采样测定方法逐步走向规格化和标准化。

第一种排污采样测定方法,简称静态测定法。就是把刚点燃的炉具放在一个密闭的房间内,室内的空气和外界不对流,炉具燃烧排放的污染物全部积累在密室内。待煤烧尽熄灭后,测定室内空气中各种污染物的含量,就可以求出排污总量。房间的大小要根据燃烧量来计算。在煤烧尽后室内氧气浓度仍不得低于 16% (Vol),这样就可以保证燃烧正常进行。

第二种排污采样测定方法,称为动态测定法。炉具点燃后放在一个测试柜内。柜中的空气用机械泵或风机连续不断地抽走,同时通过炉具上风向的外开进风口,不断往测试柜内补充新鲜空气。根据炉具的大小,调节抽气速度和进风口的大小,使测试柜内氧气浓度始终保持在 16% (Vol) 以上,以便燃烧正常进行。抽走的废气经过一根排气管

道,排出室外。在排气管道的壁上开有一排小孔,在这些小孔中插入热线流速计,温度计(或热电偶)和各种污染物分析仪的采样管。由各种连续分析仪连续测定和记录废气中各种污染物的浓度。测试柜不得小于 1 立方米,否则柜内空气流的线速度大,会影响炉温。

实 验 部 分

(一) 静态测定用的密闭测试室

放置炉具的测试房间要满足下列要求:
(1)要密封,以免排出的废气泄漏。(2)墙壁、地板和天花板应对所排放的废气不吸附也不吸收。(3)整个房间内各部分气体分布要均匀,为此在房间顶部适当的位置装一风扇来搅拌气体。(4)房间的大小以一次实验终了时氧气浓度不小于 16% 为宜。我们实验用

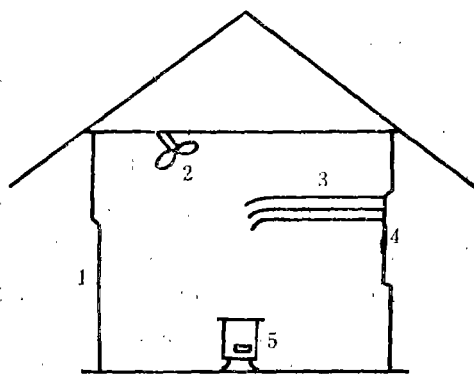


图 1 静态测定用密闭测试室

1——门; 2——风扇; 3——采样管;
4——窗; 5——炉具。

* 参加本工作的还有何占元、赵瑞兰、陈宏德、王玉荣、程祖良同志。

的上燃蜂窝煤的重量为 0.7—1 公斤, 故实验选在一间空间为 30 米³的房间内进行(图 1)。

(二) 动态测定用的测试柜

以一个长 0.6 米、高 1.1 米、宽 0.7 米的木柜作测试室, 正面装有两扇玻璃门; 顶部开设一直径 17 厘米的孔, 孔上连一段喇叭状铁皮管道, 再以内径 4 厘米的聚氯乙烯管和喇叭口连接作为排气管道, 聚乙烯管尾部接机械泵抽气。为了使燃烧完全, 木柜正面下方开设二个 5.5×30 厘米小窗, 背面右下角也开一个同样大小的小窗, 用来补充空气(图 2)。

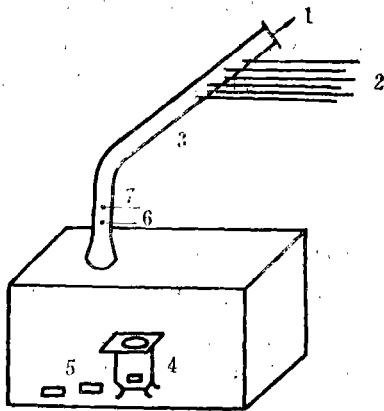


图 2 动态测定用的测试柜

- 1——接机械泵; 2——采样管; 3——通风烟道;
4——炉具; 5——进风口; 6——温度、风量测定孔; 7——3,4 苯并芘采样口。

(三) 采样

静态测定时采用定点采样, 所用的采样管道是 $\phi 6$ 毫米的聚乙烯管, 管口固定在炉具上方。取样管穿出测试室窗上的 6 毫米小孔, 与隔壁室内的取样泵或采样器相连接。为了减少污染气体的损失, 除了注射器和吸收液吸收的一小部分气体以外, 抽气泵抽出的多余气体仍用聚乙烯管送回测试室。

SO₂ 和 NO_x 是用携带式大气采样器, 每隔半小时取一次样。气体样被吸收液吸收后比色测定。对于 CO、HC 和 O₂ 则每隔半小时用注射器从取样管中抽一定体积的废气, 在色谱仪上分析。3,4-苯并芘与颗粒物

则用放置在测试室内的 KB-120 型空气采样泵采样。等实验结束后取出滤膜称重分析。如果有条件也可以进行连续测定。即将采样管线直接接到测试仪上去。

动态测定时的采样方法如下: 在测试柜的排气管上开 7 个 $\phi 6$ 毫米的小孔, 其中 4 个孔内插入 $\phi 6$ 毫米的聚乙烯软管, 分别连接在 4 个抽气泵上, 抽气泵出口接总烃, 一氧化碳, 二氧化硫和氮氧化物四种分析仪上。另一个孔内插有不锈钢管, 此不锈钢管用电热丝保温并与 3,4 苯并芘及颗粒物的采样系统相联。还有两个孔分别插热线风速计和温度计。

(四) 分析方法

一氧化碳的分析: 用 SP-2307 色谱仪的氢火焰检测器; 用北京分析仪器厂配制的 CO 钢瓶气做标准定量。可以用 CO 非分散红外仪连续测定 CO 的浓度。

氮氧化物的分析: 用带 CrO₃ 氧化管的 Saltzman 比色分析。连续测定时用 RS-325L 型化学发光仪。

二氧化硫的分析: 用盐酸副品红比色法和库仑法相对照。连续测定时用 YJ-Q 型 SO₂ 自动测定仪。

总烃的分析: 用 SP-2305 色谱仪的氢火焰检测器。用已知浓度的甲烷做标准定量。连续测定也用氢焰检测。

氧气的分析: 用 SP-2305 色谱仪, 热导检测器。

3,4 苯并芘的分析: 采样后用 JC-I 型超声发生器进行超声提取, 经 6 号细菌漏斗纯化和定容。用岛津 LC-3A 高压液相色谱仪分析。

颗粒物的分析: 玻璃纤维滤纸在取样前后都加以称重, 所得之差即为颗粒物重。

燃烧温度的测量: 把铂铈-铂热电偶套入一外径为 14 毫米的瓷管内, 平放在炉子上端, 紧贴聚热板。热电偶接记录仪(量程 10 毫伏)与高温毫伏计。连续记录燃烧过程中

的温度变化。

烟度：用 FQD-101 排气烟度计测定。

排气线速度：用热线式风速计测定。

结 果 与 讨 论

(一) 静态测定

采用间断取样时每隔半小时取样一次，测得值为煤燃烧后排出的废气在室内积累的浓度，作时间-浓度曲线。图 3、图 4 中实线部分分别为 CO 和 SO₂ 浓度随时间变化的曲线。

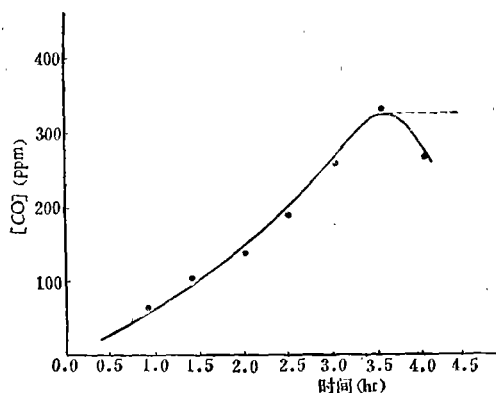


图 3 静态测定 [CO] 随时间变化曲线

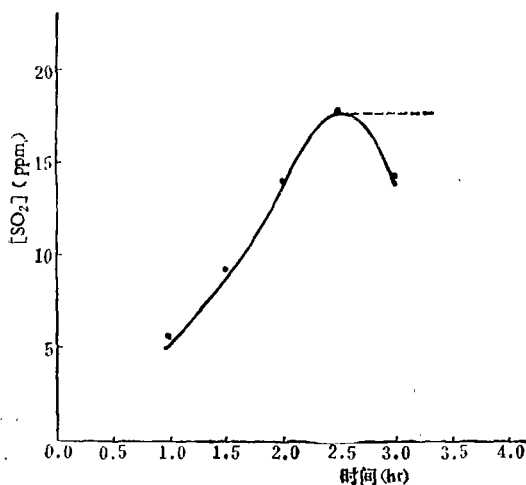


图 4 静态测定中 [SO₂] 随时间变化曲线

从图 3 和图 4 中可以看出，排气中污染物浓度随时间变化的情况。由于燃烧所排出

的废气积累在房间内，所以随着时间的增长，排出废气中各种污染物的浓度不断增加，并且增加到一定值。到达最高值以后，其浓度有下降的趋势。燃烧排气中 CO 的瞬时浓度与煤燃烧的完全程度有关。煤燃烧完全时，火焰温度高，CO 量也少。故测定了相应的燃烧温度。

在绝对密封而又不吸附的情况下，污染物浓度应随着时间的增长而增加，熄灭后在室内积累的浓度应不变。因此时间-浓度曲线的最后一段应是水平直线，如图 3、图 4 虚线部分所示。此时水平线段所对应的污染物浓度应为该污染物排放的总量。这样的实验是最为理想的。在我们的静态实验中，灭火后各污染物浓度稍有下降，如图 3、图 4 中实线所示。这说明测试室仍有漏气或吸收、吸附。另外，CO、HC 还可能重新进入炉膛燃烧掉，因此实验结果偏低。

当煤的颗粒度 ≤ 200 目而且混合均匀时，可以得到重复性好的平行实验结果，以 CO、SO₂ 的测定值为例，列于表 1。

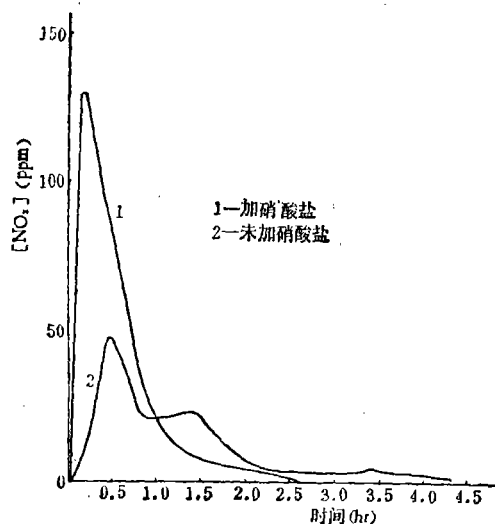
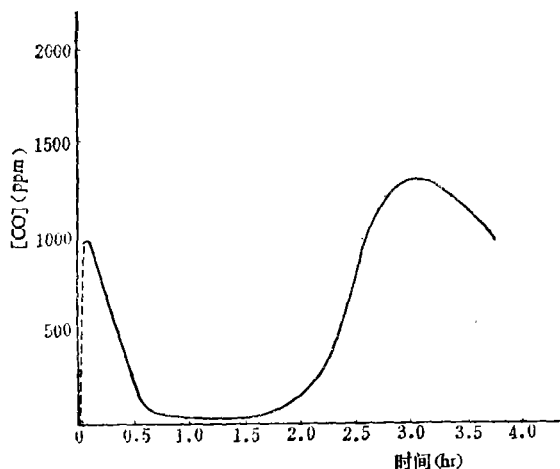
表 1 CO 和 SO₂ 测定结果

实验用 蜂窝煤	[CO], (g/kg 煤)		[SO ₂], (g/kg 煤)	
	第一次实验	第二次实验	第一次实验	第二次实验
16孔	18.14	19.39	2.30	2.60
12孔	41.95	42.57	1.39	1.87
10孔 加氧化剂	29.54	24.80	1.52	1.51

表 1 中列的数据是每次实验测定的最高值。当煤颗粒粗细不均而且混合不均时，即使其他条件相同，测得结果的偏差也较大。因此在进行此项实验时，对煤饼或煤球的质量应严加注意。

静态测定的实验条件简便，可以间断取样，并用简便的比色法测定。尽管实验有些误差，但容易推广。为了克服静态测定中的缺点，我们又进行了燃烧废气的动态测定。

(二) 动态测定

图5 动态测定中 $[\text{NO}_x]$ 随时间变化曲线图6 动态测定中 $[\text{CO}]$ 随时间变化曲线

用动态测定法可得到燃烧排气中各种污染物的瞬时浓度。根据瞬时浓度-时间的曲线,可以知道各种污染物的排放规律。例如

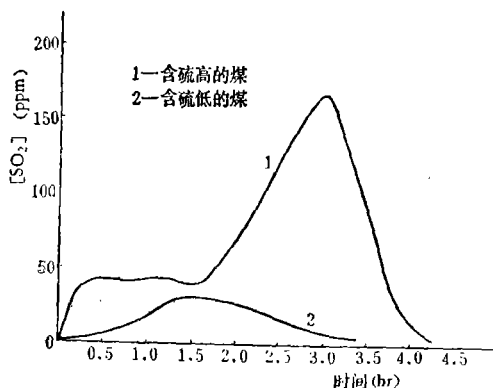
~~~~~  
(上接第 63 页)

作为立法根据<sup>[1]</sup>(毒性物质法规 TOSCA),迅速对新生产的化学物质作初步筛选,以便控制开发、使用新农药及化学物质。

我国近几年也开始采用生态系统模拟技术研究污染物的迁移、转化规律,如模拟研究甲基汞由沉积物释放到水体和鱼体的转化过

图5中曲线1表明氮氧化物在刚点燃时排放较多,这是由于引燃煤层中硝酸盐分解造成的。图5是连续取样测定,记录仪自动记录的 $[\text{NO}_x]$ 随时间变化的曲线。又如图6中一氧化碳在刚点燃和快熄灭时出现两个高峰,这是由于在这两个时刻燃烧温度低的缘故。图7为 $\text{SO}_2$ 的测定结果,其中曲线1,为原煤中含硫较高的上点火蜂窝煤;曲线2为原煤中含硫较低的下点火蜂窝煤。曲线2极大值比曲线1的极大值提前出现,是由于下点火与上点火燃烧方式不同的缘故。

根据瞬时浓度-时间的曲线,可以积分求出排污量。动态测定法克服了静态法的缺点,即不存在泄漏问题,也避免了CO和HC重新进入炉膛再次燃烧。

图7 动态测定中  $[\text{SO}_2]$  随时间变化曲线

## 结 语

我们用动态测定法测定了多种蜂窝煤、煤油和石油气为燃料的开放式炉具排放的污染物,为空气污染源的评价提供了可靠方法。

程,采用熏蒸模型研究植物长时间暴露于有害气体中的生态变化等,并已取得了一定成绩。但目前仍存在着模型的生态组分较为局限、环境条件的自动化控制程度不够理想、分析测试手段还不够先进等问题。试验工作仍处于开始阶段。今后尚需在生态系模型的理论与应用方面作进一步探讨。