

自动跟踪动压平衡烟尘采样仪的研制

蒋德珍 易 江 刘砚华 宗蕙娟 李 丽 (中国环境监测总站, 北京 100029)

摘 要 GM-100C 动压平衡自动跟踪烟尘采样仪, 跟踪精度高, 响应时间快, 无需换孔板, 只要拨动波段开关就可换采样嘴。

关键词 烟尘采样仪, 孔板, 皮托管, 跟踪精度, 采样嘴, 传感器

Development of Dynamic Pressure Balanced Auto-Tracking Stack Sampler. Jiang De-zhen et al (China National Environmental Monitoring Centre, Beijing 100029); *Environmental Monitoring in China*, 1998, 14 (2): 55~57

Abstract GM-100C dynamic pressure balanced auto-tracking stack sampler features high tracking precision, quick response, and there is no need to change the orifice. Sampling nozzle can be changed only by moving the band switch.

Key words Stack sampler, Orifice, Pitot tube, Tracking precision, Sampling nozzle, Sensor

近年来, 由于单片机发展应用很快, 国内外不少单位都开发了自动跟踪的烟尘采样仪, 而且一般都选用平行管采样法和动压平衡法。其中动压平衡法跟踪误差小, 时间响应快, 但是当其更换采样嘴时必须换采样枪内的孔板, 换孔板后很难保证不漏气。若要做到不漏气, 结构工艺上要增加很大困难, 因此一般宁愿牺牲跟踪精度来保证换采样嘴扩大采样速度范围, 所以都选择了平行管采样法。

本仪器采用了动压平衡法, 由于在硬件和软件上采取了一套措施, 使得换采样嘴扩大速度范围时不必换孔板, 只须将主机面板上的波段开关拨到相应采样嘴直径的位置即可, 这就避免了结构上的复杂和加工工艺上的困难, 而且达到了换孔板相同的效果。

自动跟踪烟尘采样仪, 目的是为了跟踪烟道内烟气流速, 若采样嘴的流速和烟道内烟气流速不等, 测得的烟尘浓度不是比实际大, 就是比实际小, 没有代表性。只有采样嘴流速和烟道内气体流速相等, 测得浓度才是真正的烟尘浓度。因此等速跟踪精度和时间响应对测定值的精度直接影响, 所以尤其重要。

目前一般采用平行管采样法的自动跟踪烟尘采样法, 先测动压和烟气温度算出采样流

量, 然后与该瞬时的流量电信号相比较得到差值去控制电机速度, 调整流量直到算出流量和现在流量相等, 误差为零, 这就达到等速目的。从上述原理看出, 比较量是反应速度的间接量。但计算后会带来误差, 影响跟踪精度; 另外系统中由模拟量转换为数字量, 经计算比较后又由数字量转换为模拟量, 这过程中既增加了计算误差又增加了时间滞后, 对跟踪精度不利。

GM-100C 采用的动压平衡法, 利用组合式采样管上的 S 型皮托管和孔板进出口的两个接头联结的高精度微压差传感器, 分别测出烟道气内动压和采样时孔板产生的动压差信号(这个压差直接反应采样嘴流速), 对两信号放大后加以比较, 产生的差值去控制调速泵, 改变抽气的流量, 直到信号差等于零为止, 从而达到等速跟踪的目的。反应跟踪精度的公式为:

$$E_f = \frac{V_s}{V_k} = \frac{\sqrt{P_d}}{\sqrt{P_k}} \times 100\%$$

式中, E_f —跟踪精度;

V_s —烟道内烟气流速;

V_k —采样嘴的烟气流速;

P_d —烟道内动压;

P_k —采样枪内孔板的压差;

K_p —皮托管系数;

t_s —烟气温度。

因为采样枪和皮托管都放入烟道中, 所以公式经简化后 K_p 、 t_s 均可消去, 只有 P_d 、 P_k 直接影响跟踪精度。因此, 回路进行闭环比较的是直接反应速度的物理量 P_d 和 P_k 。并且由于回路中不用数字量, 不会因模数数模转换延迟时间, 所以系统跟踪精度高, 响应速度快。

1 GM-100C 特点

1.1 仪器用模拟量进行闭环比较, 用直接反应速度的物理量进行闭环控制, 有利于提高仪

器的跟踪精度。选用了交流调速泵，仪器跟踪精度高，时间响应快，重量轻，体积小。选用了精度为 1.5% 的涡街流量计，采样流量准确，体积小，成本低。

1.2 本仪器采用动压平衡法，可换采样嘴，但孔板不动，既可扩大流速范围，使用又简单方便。

1.3 仪器用较大的干燥瓶和吸收瓶，因此可得到标态下的干烟气采气体积和标态下的干烟气排放量。

1.4 仪器只有五个键，一键多用，采用人机对话操作方式，简单、易学。

1.5 采样过程中宽屏幕显示，可显示 8 个参数，烟气流速、动压、温度、跟踪精度等状态参数显示醒目，无须换屏幕。

1.6 仪器设置了一个参数“C_k”，它可反映仪器气路工作状态，从而保证了仪器的可靠性。

1.7 整个测试过程中，数据不受人工干预，测得的数据准确、客观、真实。

1.8 仪器设有断电保护，蜂鸣器提醒你操作，自动启动泵和自动停止泵。

2 技术指标

等速跟踪精度优于 ±5 %

响应时间小于 1sec

采样流量范围：15 ~ 50L/min，精度 ±

2.5 %

流速跟踪范围：

采样嘴直径φ6：9.0 ~ 29.5m/sec

φ8：5.0 ~ 16.5m/sec

φ12：2.2 ~ 7.3m/sec

采气体积精度：优于 ±2.5 %

微压差传感器测量范围：0 ~ 2000Pa，精度 ±2.0 %

静压传感器测量范围：- 10KPa ~ + 10KPa，精度 ±4 %

烟道温度测量范围：0 ~ 500 °C，精度 ±3 %

使用环境温度 < 50 °C

烟气排放量准确精度优于 ±10 %

采样时间小于 100min

电源电压：交流 220V ±10%，50HZ，单相

3 试验说明和测试结果

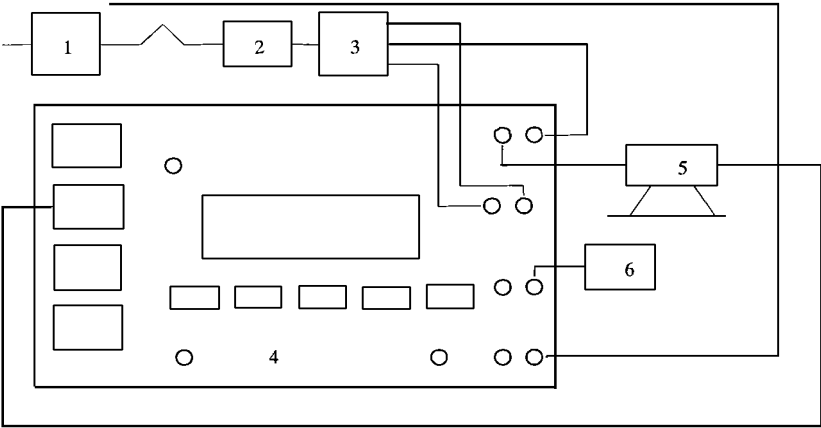


图 1 试验原理图

图中，1 进口的累计流量计 DC—5；2 采样枪（自制）；3 采样枪中的孔板（自制）；4 采样仪主机（自制）；5 交流调速泵（自制）；6 微压差发生器（进口 ISP-6-200D）；7 温度

传感器。

试验在实验室内完成，环境条件与北京当地的环境温度、大气压相同。

原理：用“6”微压差发生器产生动压，

模拟烟道内动压，由“7”温度传感器测得环境温度，模拟炉子烟道内的温度，用“1”累计流量计测得实际采气流量，让仪器进入采样工作状态，测得如下数据。注意这里不用吸收瓶，不用硅胶。因此理论上由累计流量计得到的流量应和仪器中涡街流量计测得的流量相同。若有误差则为仪器本身的误差。

表1中数据有3组，第一组为采样嘴直径为6mm，第二组为8mm，第三组为12mm，仪器采样枪孔板是按采样嘴8mm配置的，其它两个采样嘴直径的孔板是用线路中硬件和软件来实现的。为说明该技术是否可行也作了采样直径为6和12的两组数据。

表中各物理量的意义和单位

d: 采样嘴直径，mm

P_d: 烟道内动压，Pa

V_s: 烟道内工况下烟气流速，m/sec

ΔQ_r: 是 Q_r' 和 Q_r 的相对误差，%

E_f: 等速跟踪精度，%

从表1可见：

(1) E_f 值的分布都在100%左右，不超过±5%的误差，可见跟踪精度高，时间响应也快。

(2) 从 ΔQ_r 的分布不难看出涡街流量计的精度较高，用于本仪器都达到指标要求，误差小于±3%。

(3) 三个不同直径的采样嘴试验的结果看出，直径分别为12、6得到的ΔQ_r、E_f和直径为8得到的ΔQ_r、E_f没有什么差别。可见换采

样嘴不换孔板的技术措施可以达到换孔板后的效果。

表 1 试验数据

d (mm)	P _d (Pa)	Q _r (L/min)	ΔQ _r (%)	E _f (%)
6	718.8	45.5	1.5	100.1
	920	50.6	2.4	99.8
	565	40.7	1.5	100.3
	316	32.3	-1.0	99.7
	213	25.6	0.65	98.8
	430	36.2	-0.79	100.1
	154	21.9	1.6	100.0
	107	17.3	2.8	99.3
8	307.8	51.7	2.0	99.6
	241.5	46.1	3.4	100.3
	209.2	43.6	2.3	100.6
	155.4	37.7	2.2	97.8
	112.9	32.7	-0.7	98.3
	80.6	27.7	-0.07	99.3
	57.7	23.4	0.6	95.9
	37	18.2	1.3	99.3
12	68.9	54.8	0.05	97.9
	50.6	48.1	-0.27	98.9
	39.6	43.5	-0.0	100.3
	30.3	38.9	-1.9	100.6
	21.5	33.1	-3.1	98.8
	15.4	27.9	-2.3	99.2
	9.9	22.2	-1.6	98.2
	5.8	16.7	-2.4	99.1

收稿日期: 1997-12-29

第一作者简介 蒋德珍: 女, 高级工程师。1964年毕业于北京理工大学自动控制系。曾获中国科技大学科技一等奖, 参加“六五”、“七五”国家攻关课题, 获国家科技进步二等奖。

双硫脲分光光度法测锌的细节问题探讨

俞伟波

(浙江省诸暨市环境监测站, 诸暨 311800)

①双硫脲四氯化碳使用液的浓度: 实际操作中只有当浓度为0.0015%(m/v)时透光度才为70%, 而采用《第三版》规定的0.0004%, 则透光度已远大于70%(87%)。②比色皿光程长短的选定: 鉴于溶剂空白值较高的实际情况, 不妨采用光程长10mm(而不是20mm)的比色

皿来测定吸光度更合适。

酚二磺酸光度法分析水中NO₃⁻

方法的改进

梅永进

(福建省沙县环境保护局, 沙县 365500)

①酚二磺酸制备: 25g 酚二磺酸加150ml 浓H₂SO₄使之溶解, 再加93ml 浓H₂SO₄, 沸水浴加热6小时。②硝酸盐标准使用液制备: 25ml 0.1mg/ml 硝酸盐氮标液用0.1mol/L