

治理技术

催化燃烧系统中有机废气浓度检测的研究

王伯锋 苏建华 荆效民

(机械电子工业部第七设计研究院)

摘要 本文根据红外线气体分析原理,提出采用红外气体分析仪对有机可燃废气的浓度进行检测。实验证明:红外气体分析仪对常用的乙醇、苯类等有机溶剂均有相应的响应值,其响应值与气体分子的偶极矩有关。并给出了实际的校正曲线和回归系数。实验数据与生产中的实测数据较吻合。该法在催化燃烧系统中使用极为简便和快速。

在催化燃烧系统中,为了避免爆炸和火灾事故的发生,必须有可靠的浓度检测和控制仪器,以便对有机可燃废气进行可靠、连续的现场检测。同时通过控制系统调节有机废气的浓度,使其浓度控制在一定限值的安全范围内,从而保证催化燃烧系统的安全运行。

国内目前生产的催化燃烧装置一般都没有有机废气浓度检测装置,而仅进行温度控制。其主要原因之一是没有适合于催化燃烧系统运行工况的浓度检测仪器。国内目前对有机废气浓度的检测,主要采用气相色谱法^[2]。这种方法检测精度高、可进行组分分析,但仪器庞大,要求条件严格,操作复杂,速度慢,一般只能在实验室进行。由于有机废气样品的储存、运输比较困难,使得检测的准确性和连续性受到影响。对于催化燃烧净化系统来说,由于净化后气体温度较高,采样器的密封、气体在采样器壁内的贴附等问题难以解决,因此在实际生产中使用这种方法受到限制^[3]。

国内生产的有机可燃气体浓度检测仪,一般用于低温场合,其使用温度范围为-10—55℃。目前还没有适用于催化燃烧系统运行工况条件下(200—400℃)连续工作的

检测仪器。如上述检测仪用于催化燃烧净化系统则须对气体进行冷却。对于如浸渍上胶机之类的排气,则可能产生结胶堵塞现象,这将影响仪器的正常工作和检测的可靠性。本文根据红外线气体分析原理,提出采用红外气体分析对有机可燃废气的浓度进行检测的方法。并根据国内引进生产的 CO/HC 红外气体分析仪进行了试验研究。

一、红外线气体分析原理

红外线气体分析仪是利用被测气体对红外光的特征吸收进行气体定量分析的仪器。对于一定波长红外线的吸收,其强度和被测气体各组分浓度间的关系遵守比尔定律:

$$I = I_0 e^{-Kcl}$$

式中: I 为透射红外线强度; I_0 为入射红外线强度; K 为待测组分的吸收系数; c 为待测组分的克分子浓度; l 为被红外线辐射的经过待测组分的厚度。

由上式可知,在 I_0 、 l 和 K 不变的情况下, I 只与 c 有关,通过测定透射红外线的强度,便可确定待测组分的浓度。

红外线气体分析仪除了单原子气体(如 He、Ne、Ar、Xe 等)和双原子气体的同核分子(如 N_2 、 O_2 、 H_2 、 Cl_2 等)不能分析外,其它具有偶极矩的气体分子都可以分析。红外线

气体分析器不但应用范围广泛,而且具有灵敏度高、精度高、选择性良好和能够连续分析并自动控制等优点。

MEXA-324F 型红外分析仪器是国内某分析仪器厂引进日本 HORIBA 公司技术制造的。测定原理为不分光红外线分析法(NDIR)。对碳氢化合物(HC)测量范围为 0—30720 mg/m³ (以正己烷计);响应速度:90%响应不大于 10 s (包括取样系统);记录器输出:DC 100 mV 满刻度(输出阻抗 100 Ω)。分析仪器由探头、前置过滤器、取样管、水分离器、流量监测器、分析部分、泵等组成。当流量监视器指针从黑色区进入红色区时,即表示要更换前置过滤器。仪器为直接读数式和便携式,重量约为 12 kg。

二、性能试验结果分析

1. 吸气泵适用温度试验

MEXA-324F 红外气体分析仪器是测定汽车排气的便携式专用分析仪器。汽车排气如采用催化燃烧法净化,净化后其排气温度与催化燃烧系统中测定时温度差不多。1986—1987 年曾多次使用该仪器进行现场测定。结果证明:这种仪器的吸气泵适用于催化燃烧净化系统在运行工况下有机可燃气体的浓度的测定。

2. 过滤介质试验

由于工业有机废气中常含有各种颗粒凝结物,所以对仪器的过滤介质应进行性能试验。MEXA-324F 红外气体分析仪的测头由紫铜管探头、前置过滤器、取样管、水分离器组成。前置过滤器有一个过滤筒,更换很方便。如果发生堵塞,则仪器上流量监视器的指针从黑色区进入红色区,即进行更换。经试验,滤筒的过滤性能符合工艺要求,在运行工况下性能稳定,体积小。经实验室和生产现场试验,证明过滤介质不受温度变化的影响,能适应催化燃烧净化系统的高温工况。

3. 浓度反应试验

红外分析器对具有偶极矩的分子都能进

行测定。但 MEXA-324F 红外分析器是为检测碳氢化合物(HC)和 CO 而设计制造的,对碳氢化合物的衍生物(如醇、醛等)能否进行测定,并未有人进行过这方面的工作。为此,我们进行了试验研究和生产现场验证。

(1) 仪器响应试验

MEXA-324F 红外分析器所测值为 HC 总量,采用正己烷计量,以丙烷为标准气进行校正。工业上常用的有机溶剂为醇类、酮类、苯类、酚类等,其分子的偶极矩各不相同。而且工业有机废气大都为混合废气,组成较为复杂。为此,在实验室进行了单一组分废气和多组分废气的模拟试验。结果发现:该仪器对乙醇、丙酮、甲苯、二甲苯等均有响应,其响应值各异。乙醇、丙酮的响应值见表 1、表 2。

表 1 乙醇标准气校正结果

序 号	标准气浓度 (以乙醇计) mg/m ³	CO/HC 分析 仪表值浓度 (以正己烷计) mg/m ³	仪器输出电压 mV
1	15040	9504	72.8
2	11280	7040	56.7
3	7520	4752	40.7
4	3760	2464	22.3
5	1880	1021	9.6
6	1410	774	7.6
7	940	493	5.2

(2) 浓度校正结果

使用这种仪器检测有机可燃废气的浓度,因为这种仪器的测量值是以正己烷计量的,因此必须进行浓度校正,才能反映所测气体的真实浓度。我们采用标准气体、气相色谱法对乙醇、丙酮进行了浓度校正,其校正结果见表 1、表 2^[2]。将校正结果进行回归分析,根据最小二乘法原理求出直线回归方程:

$$Y = bX + a$$

计算可知: 乙醇 $a = -9.97$ $b = 0.331$
 $r = 0.9994$; 丙酮 $a = -4.62$ $b = 0.063$

表 2 丙酮标准气校正结果

序 号	标准气浓度 (以丙酮计) mg/m^3	CO/HC 分析 仪表值浓度 (以正己烷计) mg/m^3	仪器输出电压 mV
1	18798	1711	95.8
2	15278	1468	82.4
3	12954	1197	66.4
4	9715	862	54.4
5	8635	764	43.3
6	6478	598	33.6
7	6025	563	32.0
8	4319	380	21.4
9	3013	264	16.0
10	1808	137	8.0
11	904	67	4.2

$$r = 0.9996.$$

即: 乙醇 $Y_Z = 0.331X - 9.97$

丙酮 $Y_{\text{丙}} = 0.063X - 4.62$

由计算结果可知, 其相关系数都是很高的。根据回归方程做出乙醇、丙酮的校正曲线, 见图 1、图 2。从图可以看出, 校正曲线与校正结果是吻合的。

(3) 催化燃烧系统运行工况实测值的验证

许昌绝缘材料厂对老卧式上胶机排气的催化燃烧净化系统进行调试, 采用了 MEXA-

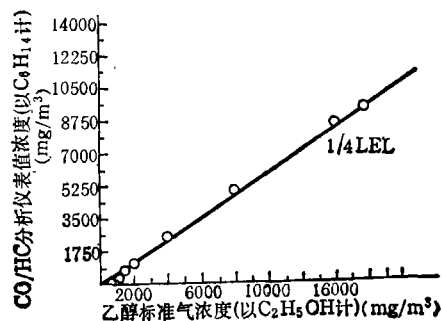


图 1 乙醇气体浓度校正曲线

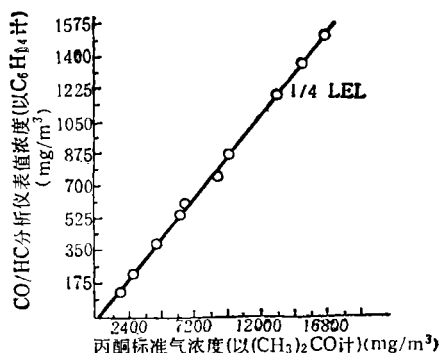


图 2 丙酮气体浓度校正曲线

表 3 许昌绝缘材料厂卧式上胶机燃烧装置净化效率测定结果

序 号	项 目 采样时间	废气浓度*(mg/m^3)		净化效率 η (%)	备 注
		催化燃烧装 置前 c_1	催化燃烧装 置后 c_2		
1	5 月 20 日 10:30	6204	108	98.0	1.表中废气浓度是按乙醇气体进行换算的 2.表中除序号 8 是在车速小于 3 m/min 下测定, 其它序号均在车速大于 3.5 m/min 下测定。
2	5 月 20 日 11:00	5935	324	94.5	
3	5 月 20 日 11:30	7890	688	91.2	
4	5 月 21 日 15:30	8904	586	93.6	
5	5 月 21 日 16:00	9105	809	91.1	
6	5 月 21 日 16:30	9173	742	92	
7	5 月 21 日 17:00	8364	809	90.3	
8	5 月 22 日 10:50	4614	512	89	

* 上胶机排气的废气浓度是采用 MEXA-324F(HC/CO) 检测仪进行检测的。

324F 红外气体分析仪检测有机可燃废气的浓度,检测结果见表 3。当时的生产工艺条件为:每小时乙醇平均挥发量约为 15 kg,每小时排气量为 1750 m³。按物料衡算,平均废气中含乙醇浓度为 8571 mg/m³,将此值与表 3 的实测值相比可以看出,仪器经校正后,其实测值可以较真实地反映实际浓度值。

三、结论

1. MEXA-324F 红外气体分析仪对乙醇、丙酮、苯类等常用的工业有机溶剂产生的有机废气均有响应值,其响应值与气体分子的偶极矩有关。对于混合废气,测出值为有机物总浓度。

2. 有机废气浓度与分析仪的测出值成线性关系,经仪器校正后红外气体分析仪可直接反映有机废气中有机物的浓度。

3. 红外分析仪对不同的有机废气浓度可

输出相应的电信号(0—100mV),见表 1、表 2。可与微机控制系统联机使用,对有机废气的浓度进行检测和控制、调节;从而保证催化燃烧净化系统连续、安全地运行。

4. 使用 MEXA-324F 红外分析仪对催化燃烧净化系统运行工况下有机可燃废气的浓度进行测定方法简便;可连续、快速的进行。仪器的便携式和直接读数式的优点尤为突出。

致谢:王一清、胡成南同志对本文给以指导和审阅,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 金鑫荣,气相色谱法,第 308 页,高等教育出版社,北京,1987 年。
- [2] 中国预防医学中心卫生研究所,大气污染监测方法,第 441 页,化学工业出版社,北京,1984 年。

(收稿日期:1988 年 11 月 7 日)

污水生物除磷技术的工作机理述评

郑 兴 灿

(中国市政工程华北设计院)

摘要 本文从生物学角度介绍了国内外生物除磷技术的研究成果并根据生物能力学原理提出的生物除磷的生物化学模式。

一、前言

自从 Srinph 等(1959)首次发表关于一些活性污泥法污水处理厂去除的磷超过一般微生物代谢需求量的报导后,引起了人们对过量除磷机理的争论。大量的实验观测资料证实,用活性污泥法处理城市污水时,在正常的水质条件下磷的去除主要是生物学作用。近十年来生物除磷技术的工程应用和作用机理的研究取得了突破性的进展。在国内,由于水资源短缺和富营养化问题日益严重,中国市政工程华北设计院等单位结合工程设

计于 1986 年初开始进行生物除磷脱氮技术的研究和工程应用,目前广州大坦沙除磷脱氮污水处理厂已经试投产。本文主要从生物学角度介绍国内外的研究成果。

二、磷的厌氧释放和好氧吸收

1965 年 Shapiro 和 Levin 经过广泛的调查和实验研究后证实磷的吸收是生物学过程而不是物理化学过程,该结论得到了许多研究者的支持和证实。1967 年他们开始进行厌氧条件下磷的释放试验,发现磷的吸收和释放是可逆的,磷是从污泥细胞的酸溶性