

催化燃烧法测量空气中的总有机碳含量

TOC-018

摘要：本文介绍了使用气体直接进样和催化燃烧法测量空气中挥发性有机物的总有机碳含量的方法。试验结果表明，该方法快速准确，重现性好，适用于空气样品中总有机碳含量的测量，对空气质量的评定有着重要的指导意义。

关键词：催化燃烧 TOC 总有机碳空气 VOC 挥发性有机物

挥发性有机物 VOC 是空气中的重要污染物质之一，对空气质量评定有着重要作用。但传统的气相色谱和气相质谱联用的测量方法过程复杂，且需要已知待测物质的组分，很难通过测量 VOC 含量对复杂的各种气体样品的有机污染情况进行统一的监控。本法使用气体直接进样和催化燃烧法，直接测量空气中总有机碳含量来代替挥发性有机物的测量，可以有效对空气中各种有机物

的污染情况进行监控。测量时，首先通过 TC 进样口注射气体进入燃烧炉，在铂金催化剂的高温催化下，把各种有机物都氧化成二氧化碳，之后进入 NDIR 非色散红外检测器测得样品中的总碳浓度；然后通过 IC 进样口，绕过燃烧炉，直接把气体注射入仪器当中，测得样品中的无机碳含量；最后通过差减法得到样品总有机碳含量。仪器结构如下图 1 所示。

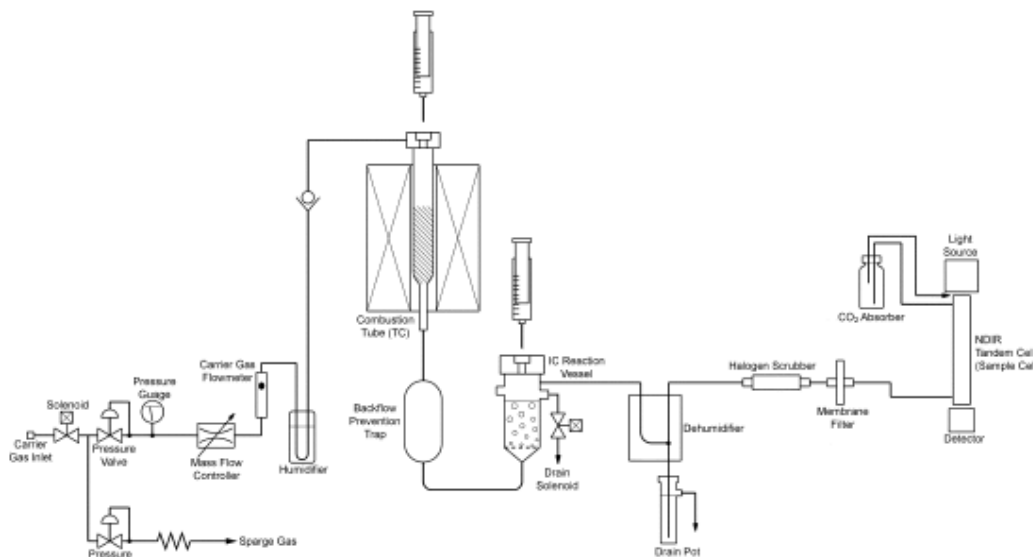


图 1 仪器结构示意图

材料和方法

1.1 仪器及试剂

TOC-V_{CPH} 总有机碳分析仪（岛津制作所）

1.2 分析条件

催化剂：常规铂金催化剂

检测池：长池

气体：高纯氧气 载气流速：150 mL/min

1.3 分析方法

通过 TC 进样口注射待测样品，测量样品中 TC 含量，通过 IC 进样口注射待测样品，测量样品中 IC 含量，并差减得到 TOC 值。

结果讨论

2.1 标准曲线

以某苯系物总碳含量（即总有机碳含量）1731.6 mg/m³ 的标准气体为 TC 标准样品，依次进样 0 mL，1.0 mL，2.0 mL，5.0 mL 的 TC 标准气体，得到总碳的标准曲线。以某无机碳含量 224.3 mg/m³ 的标准二氧化碳气体为 IC 标准样品，依次进样 0 mL，0.5 mL，1.0 mL，2.5 mL 的 IC 标准气体，得到无机碳的标准曲线。

表1 TC 标准曲线

| 序列号 | TC 浓度 (mg/m ³) | 响应面积 |
|-----|-------------------------------|-------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 346.3 | 135.0 |
| 3 | 692.6 | 264.8 |
| 4 | 1731.6 | 667.2 |

$r > 0.99995$
(仪器自动按线性回归计算标准曲线。)

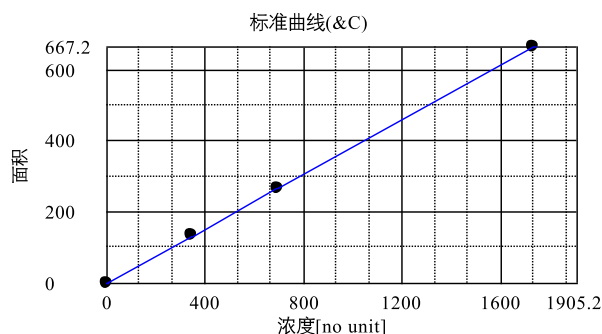


图2 TC 标准曲线

表2 IC 标准曲线

| 序列号 | IC 浓度 (mg/m ³) | 响应面积 |
|-----|-------------------------------|-------|
| 1 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 42.8 | 10.42 |
| 3 | 85.72 | 19.88 |
| 4 | 214.3 | 48.19 |

$r = 0.9998$
(仪器自动按线性回归计算标准曲线。)

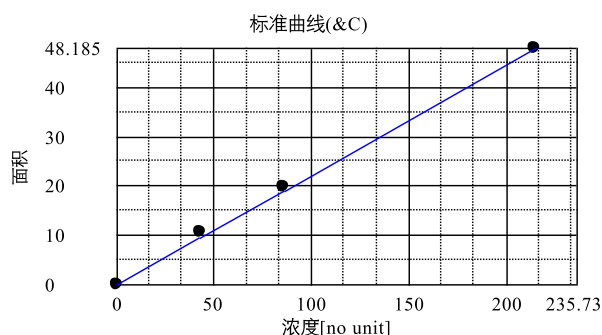


图3 IC 标准曲线

2.2 标准气体样品回收率实验

测量丙烯醛等标准气体样品，验证 TC 标准样品的回收率，测量 57 和 65 种标准苯系物气体样品的 TC 和 IC 含量，验证 TC 和 IC 差减法的回收率。测量结果请见表 3。

表3 回收率实验

| 序号 | 样品名称 | TC 测量结果 (mg/m ³) | IC 测量结果 (mg/m ³) | TOC 测量浓度 (mg/m ³) | 理论结果 (mg/m ³) | 回收率 (%) |
|----|------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------|
| 1 | 丙烯醛 | 65.63 | --- | --- | 65.60 | 100.1 |
| 2 | 57 种 | 149.4 | 19.3 | 130.1 | 133.9 | 97.2 |
| 3 | 65 种 | 225.3 | 14.3 | 211.0 | 205.7 | 107.4 |

如表中所示，标准气体样品的回收率在 97~108% 之间，符合化学实验室方法认证标准。

2.3 某喷涂车间气体样品测定结果

直接气体进样，测量某喷涂车间气体中总有机碳含量，测量结果如下：

表 4 某喷涂车间气体样品测量

| 序列 | 样品名称 | TC含量 (mg/m ³) | IC含量 (mg/m ³) | TOC含量 (mg/m ³) | RSD (%) |
|----|-------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1 | 1#-1 | 283.0 | 226.2 | 56.8 | 1.9 |
| 2 | 1#-2 | 308.9 | 251.1 | 57.8 | 0.2 |
| 3 | 1#-3 | 314.7 | 265.4 | 49.3 | 0.02 |
| 4 | 1#-4 | 288.6 | 235.8 | 52.8 | 0.56 |
| 5 | 1#-5 | 294.8 | 241.3 | 53.5 | 0.07 |
| 6 | 1#-6 | 303.3 | 252.7 | 50.6 | 0.62 |
| 7 | 1#-7 | 280.3 | 225.7 | 54.6 | 1.43 |
| 8 | 1#-8 | 280.7 | 222.4 | 58.3 | 0.05 |
| 9 | 1#-9 | 310.5 | 227.4 | 83.1 | 0.08 |
| 10 | 1#-10 | 350.7 | 230.2 | 120.5 | 0.83 |
| 11 | 1#-11 | 341.4 | 222.1 | 119.3 | 0.37 |
| 12 | 1#-12 | 359.7 | 222.4 | 137.3 | 0.01 |

■ 结论

本文使用气体直接进样和催化燃烧法，直接测量空气中总有机碳含量来代替挥发性有机物的测量，可以有效对空气中各种有机物的污染情况进行监控。试验结果表明，该方法线性相关系数良好， $r > 0.9998$ 以上，标准气体样品的回收率达到 97~108%。该方法符合实验室分析方法的认证要求，适用于空气样品中总有机碳含量的测量，对空气质量评定有着重要的指导意义。