

## 主题：TVOC 总挥发性有机物分析（气相色谱-热解析法）

应用领域：环境监测，第三方检验等

符合标准：GB/T 18883-2002 室内空气质量标准

GB/T 50325-2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范

### 1、前言

TVOC 是三种影响室内空气品质污染中影响较为严重的一种。TVOC 是指室温下饱和蒸气压超过了 133 . 32pa 的有机物，其沸点在 50℃至 250℃，在常温下可以蒸发的形式存在于空气中，它的毒性、刺激性、致癌性和特殊的气味性，会影响皮肤和黏膜，对人体产生急性损害。

天美公司分别参照 GB/T 50325-2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范，采用一次解析仪器+GC7900+分流/不分流进样口+TVOC 专用色谱柱+FID 检测器。以及参照 GB/T 18883-2002 室内空气质量标准，采用二次热解析仪器+GC7900+分流/不分流进样口+TVOC 专用色谱柱+FID 检测器的配置，对比 2 种不同解析方式来进行 TVOC 的分析。

### 2、实验仪器和试剂

#### 2.1 试剂

##### 2.1.1 甲醇；分析纯

##### 2.1.2 TVOC 9 种混合标样

#### 2.2 设备

##### 2.2.1 GC7900 气相色谱仪

##### 2.2.2 PR-7060 二次热解析仪

天美(中国)科学仪器有限公司  
北京市朝阳区天畅园7号楼(100107)

t 010-64010651  
f 010-64060202  
e techcomp@techcomp.cn  
w www.techcomp.cn

### 2.2.3 PR-7070 一次热解析仪

### 2.2.4 大气采样器

## 3、实验过程

### 3.1 样品采集

选择不锈钢的 Tenax 吸附管，将吸附管与采样泵用硅橡胶管连接。采集 10L 体积的气体，采样后将管取下，密封管的两端，待检测。

### 3.2 定性分析

根据 TVOC 各组分在 TVOC 专用柱上的保留时间不同，将这些组分进行分离。

### 3.3 定量分析

以 TVOC 9 种混合标样，采用面积外标法定量，定量已知组分。未知组分含量以甲苯的响应系数来计算。总的 TVOC 浓度为（已知组分含量+未知组分含量-空白组分含量）/采样体积。

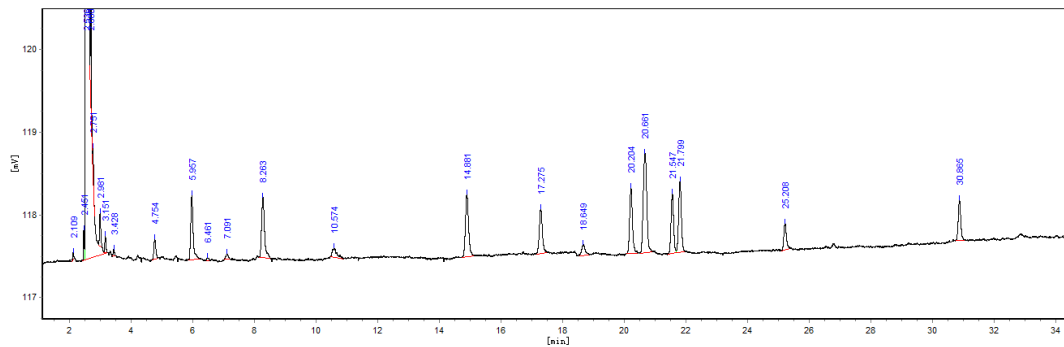
## 4.实验结果

### 4.1 一次解析实验数据如下

#### 4.1.1 定性分析谱图

TVOC 9 种混合标样组分为：苯、甲苯、乙酸正丁酯、乙苯、间二甲苯、对二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、正十一烷。溶于甲醇中。

取 1 $\mu$ L 100ppm 混合标样在相应条件下进样，得到定性用色谱图如下：



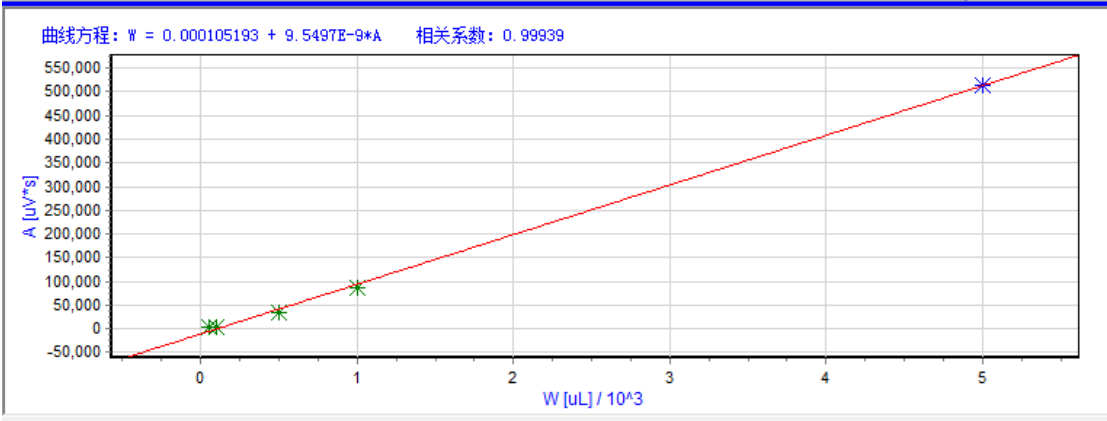
采用 TVOC 专用色谱柱可以有效分离各类组分

峰序	组分名	保留时间 [min]	峰高 [uV]	峰面积 [uV*s]	峰面积%	浓度 [ppm]	峰类型	标准浓度
13	苯	8.263	734	4880	1.5088	151.799	BB	100
15	甲苯	14.881	765	5369	1.6598	140.208	BB	100
16	乙酸正丁酯	17.275	540	3681	1.1380	158.469	BB	100
18	乙苯	20.204	798	5108	1.5793	149.425	BB	100
19	间(对)二甲苯	20.661	1204	9620	2.9743	134.111	BB	100
20	苯乙烯	21.547	732	4271	1.3205	153.002	BV	100
21	邻二甲苯	21.799	860	5336	1.6497	136.056	VB	100
---	{未知峰合计}	-----	95904	285184	88.1695	5109.61	---	-----
---	总计	-----	101537	323450	100.0000	6132.68	---	-----

#### 4.1.2 标准曲线谱图：

分别进 0.05、0.1、0.5、1、5 $\mu$ g 混合标样，以峰面积与对应的标准气浓度做标准曲线如下：

序号	谱图文件	面积A [uV*s]	浓度C /	纯量W [uL]	偏差%	组分列表: 甲苯 乙酸正丁酯 乙苯 间(对)二甲苯 苯乙烯 邻二甲苯 正十一烷
4	一次解析 0.05ug[1#]_000001.std	2878	10	5E-5	0.324	
2	一次解析 0.5ug[2#]_000001.std	33131	100	0.0005	15.684	
5	一次解析 0.1ug[2#]_000001.std	4880	100	0.0001	7.226	
1	一次解析 5ug[3#]_000001.std	514258	1000	0.005	165.35	
3	一次解析 1ug[3#]_000001.std	86134	1000	0.001	51.799	

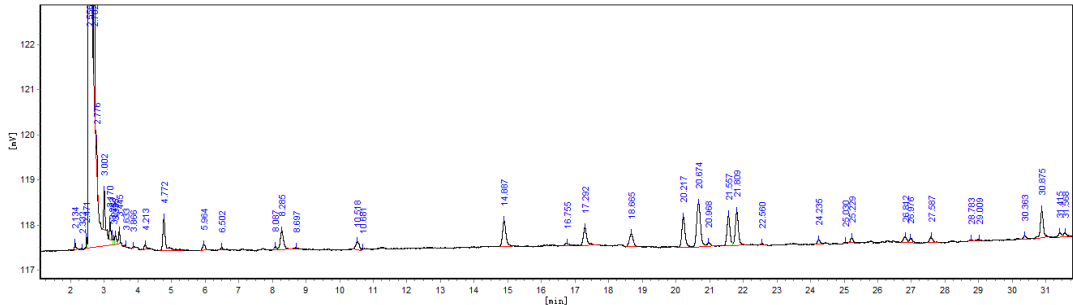


以苯线性为例 相关系数:0.99939

全部 9 个组分的线性相关系数在 0.99908-0.99956 之间。

#### 4.1.3 最低检出限

取 5 $\mu$ L 10ppm 混合标样



峰序	组分名	平均时间	时间RSD%	平均面积	面积RSD%	平均峰高	峰高RSD%	平均含量	含量RSD%	含量最小值	含量最大值	谱图数
20	苯	8.285	0.000	2878	0.000	409	0.000	26.5353	0.000	26.5353	26.5353	1
24	甲苯	14.887	0.000	4004	0.000	567	0.000	25.4638	0.000	25.4638	25.4638	1
26	乙酸正丁酯	17.292	0.000	3072	0.000	405	0.000	30.3098	0.000	30.3098	30.3098	1
28	乙苯	20.217	0.000	4570	0.000	675	0.000	28.9052	0.000	28.9052	28.9052	1
29	间(对)二甲苯	20.674	0.000	7768	0.000	964	0.000	25.1138	0.000	25.1138	25.1138	1
31	苯乙烯	21.557	0.000	4157	0.000	681	0.000	30.3885	0.000	30.3885	30.3885	1
32	邻二甲苯	21.809	0.000	4854	0.000	750	0.000	26.3986	0.000	26.3986	26.3986	1
43	正十一烷	30.875	0.000	3728	0.000	608	0.000	25.2282	0.000	25.2282	25.2282	1

## 采用一次解析仪各组分灵敏度

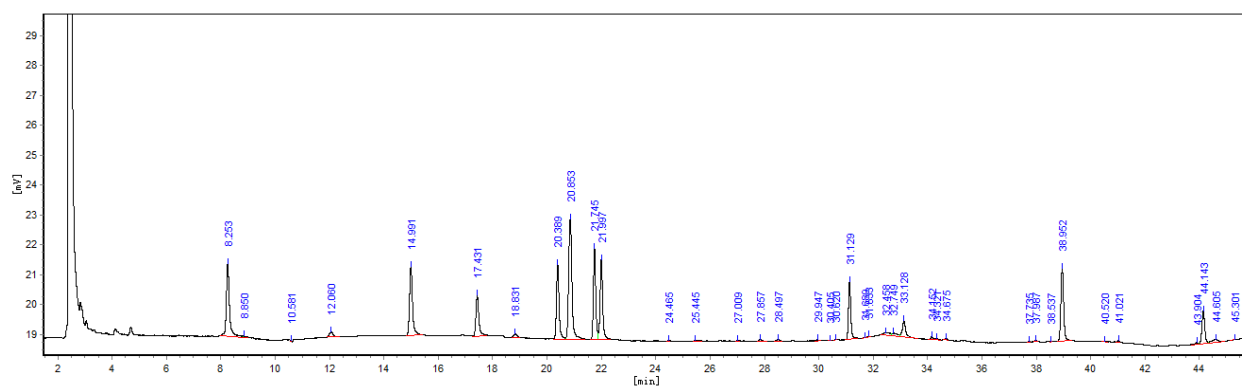
GB/T 50325-2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范中规定,室内允许 TVOC 限量为  $0.5 \text{ mg/m}^3$ ,其采样体积为  $10\text{L}$ , 因此相当于检测 TVOC 总量为  $5\mu\text{g}$ , GC7900+一次解析仪可以检测最低  $5\mu\text{L}$ ,  $10\text{ppm}$  样品, 相当于 TVOC 总量为  $0.5\mu\text{g}$ , 完全满足国标要求。

## 4.2 二次解析实验数据如下

### 4.2.1 定性分析谱图

TVOC 9 种混合标样组分为：苯、甲苯、乙酸正丁酯、乙苯、间二甲苯、对二甲苯、苯乙烯、邻二甲苯、正十一烷。溶于甲醇中。

取  $1\mu\text{L}$   $100\text{ppm}$  混合标样在相应条件下进样，得到定性用色谱图如下：

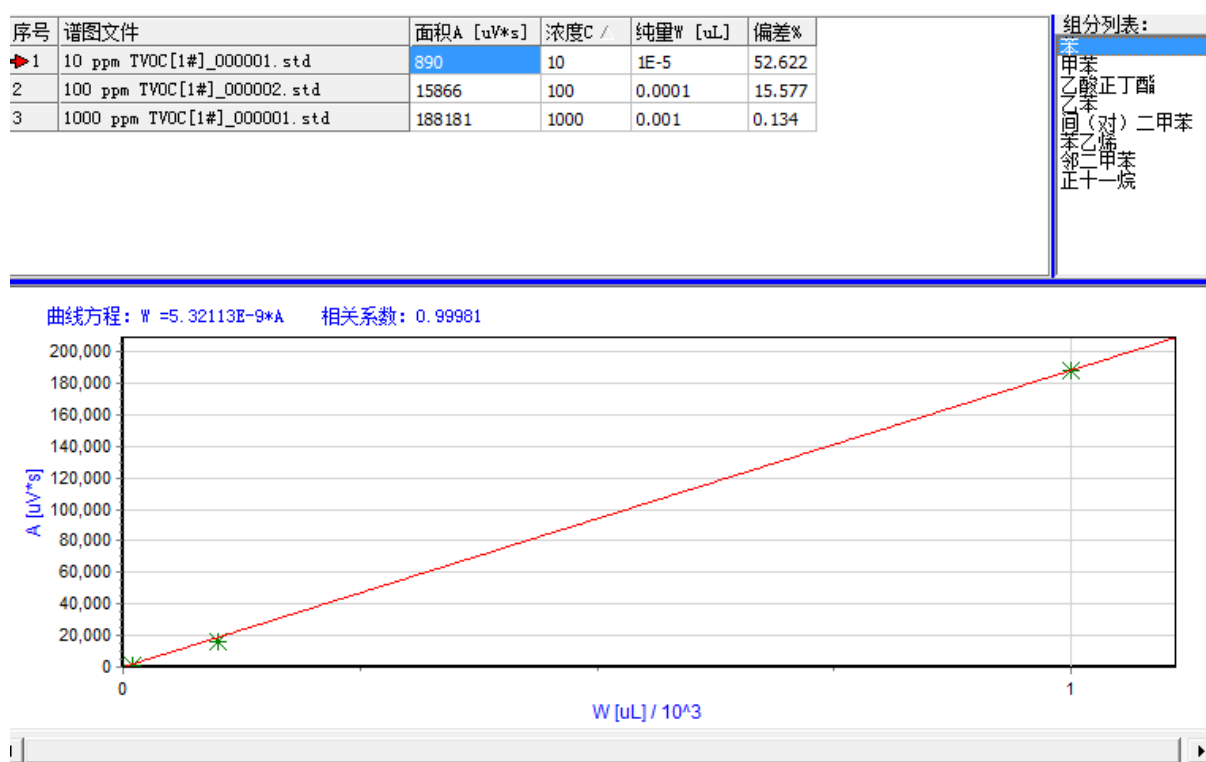


采用 TVOC 专用色谱柱可以有效分离各类组分

峰序	组分名	保留时间[min]	峰高[uV]	峰面积[uV*s]
1	苯	8.253	2442	19972
5	甲苯	14.991	2304	17620
6	乙酸正丁酯	17.431	1363	10162
8	乙苯	20.389	2505	18598
9	间(对)二甲苯	20.853	4024	33974
10	苯乙烯	21.745	3064	18213
11	邻二甲苯	21.997	2682	17959
20	正十一烷	31.129	1939	11517

#### 4.2.2 标准曲线谱图：

分别进 1 $\mu$ L 10ppm 100ppm 1000ppm 混合标样，以峰面积与对应的标准气浓度做标准曲线如下：

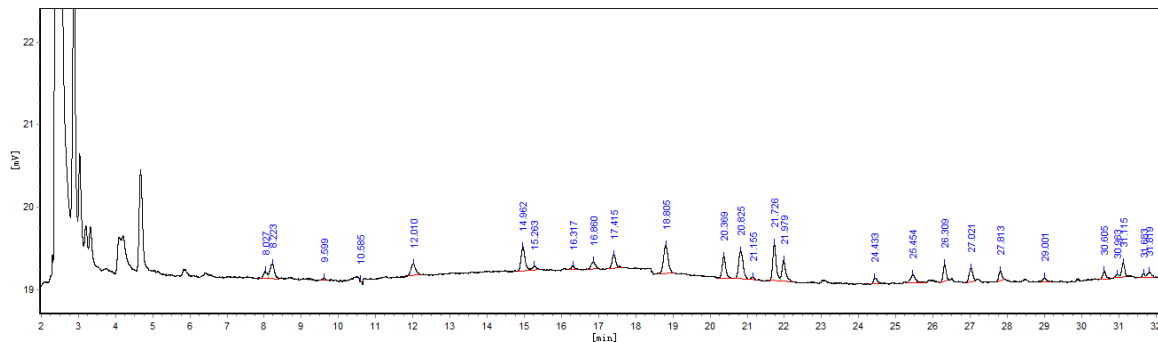


以苯线性为例 相关系数：0.99981

9 个组分的线性相关系数在 0.99981-1.00000 之间。

#### 4.2.3 最低检出限

取 1 $\mu$ L 10ppm 混合标样



峰序	组分名	保留时间[min]	峰高[uV]	峰面积[uV*s]	峰面积%
2	苯	8.223	183	1540	0.9679
6	甲苯	14.962	286	2134	1.3415
10	乙酸正丁酯	17.415	165	1251	0.7866
12	乙苯	20.369	262	1746	1.0973
13	间(对)二甲苯	20.825	337	2807	1.7644
15	苯乙烯	21.726	446	2878	1.8092
16	邻二甲苯	21.979	249	1826	1.1477
24	正十一烷	30.963	37	186	0.1172
25	正十一烷	31.115	165	917	0.5767

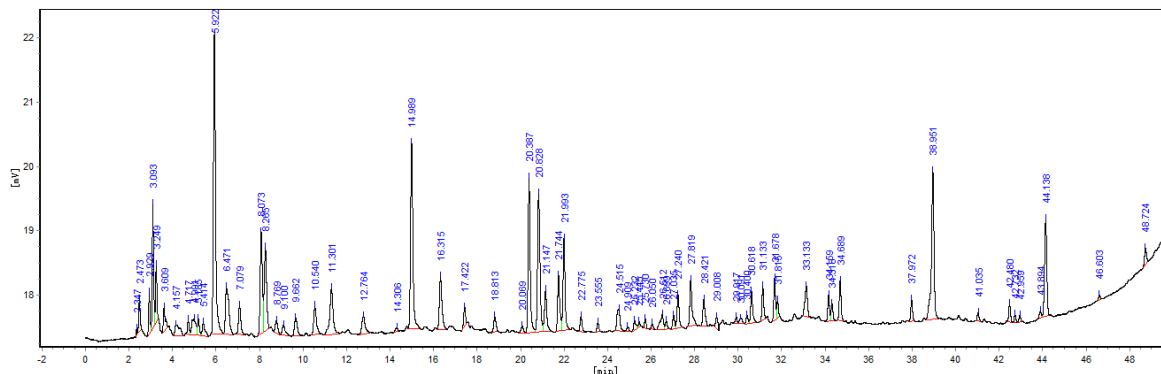
采用二次解析仪可以有效的提高各组分灵敏度

GB/T 18883-2002 室内空气质量标准中规定,室内允许 TVOC 限量为  $0.6 \text{ mg/m}^3$ ,其采样体积为 10L, 因此相当于检测 TVOC 总量为  $6\mu\text{g}$ , GC7900+二次解析仪可以检测最低  $1\mu\text{L}$ , 10ppm 样品, 相当于 TVOC 总量为  $0.09\mu\text{g}$ , 完全满足国标要求。

## 5、空气样品分析

### 样品采集

采用大气采样器采集 10L 体积室内空气, 进行分析:



空白扣除: 直接扣空含量 10 L大气 (室外)_000001.smp						
序号	项目名(组分/组名)	项目类别	峰高[uV]	峰面积[uV*s]	含量[ug/L]	标准状态下含量
1	苯	单一组分	1304	9850	0.00524113	0.00570164
2	甲苯	单一组分	1818	13575	0.00753878	0.00820117
3	乙酸正丁酯	单一组分	-62	-1017	-0.000936676	-0.00101898
4	乙苯	单一组分	1986	13325	0.00760976	0.00827838
5	间(对)二甲苯	单一组分	1856	14585	0.00399723	0.00434844
6	苯乙烯	单一组分	-21	391	0.000228472	0.000248546
7	邻二甲苯	单一组分	1281	8445	0.00447388	0.00486697
8	正十一烷	单一组分	529	2948	0.00281664	0.00306412
9	{未知峰合计}	未知合计	24764	176053	0.0977725	0.106363
→	TVOC	----	----	----	0.128742	0.140053

采用 TVOC 专用软件可以直接得到样品结果

得到实验室空气中 TVOC 含量为 0.128742 mg/m<sup>3</sup>

## 6、结果

天美公司同时具有一次解析仪以及二次解析仪的 TVOC 解决方案,可以满足 GB/T 18883-2002 室内空气质量标准和 GB/T 50325-2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范。对于相同浓度的标准品,通过二次解析仪所得到的组分峰面积(比如:苯、甲苯等)为一次解析仪的 2 倍以上,大大的提高了检测的灵敏度。