

《室内空气质量标准》（GB/T18883-2022）—— 化学性指标（下）标准检验方法解读

中国疾病预防控制中心
环境与健康相关产品安全所

陆一夫 副研究员

2023年8月



主要内容

第一部分

苯、甲苯、二甲苯的测定

第二部分

总挥发性有机化合物 (TVOC) 的测定

第三部分

三氯乙烯、四氯乙烯的测定

01



基本情况



室内空气中苯系物主要来自室内装修用的涂料、木器漆、胶黏剂及各种有机溶剂里，包括苯、甲苯和二甲苯。既往研究表明其可对人体产生多种健康危害，对呼吸系统、皮肤、粘膜刺激性、神经毒性、生殖和发育毒性、淋巴造血系统毒性的非致癌效应等。苯为国际癌症研究机构（IARC）第一类致癌物，具有明确的致癌效应。

本次修订对苯的限值标准做了调整，限值由**0.11mg/m³**降为**0.03mg/m³**，甲苯和二甲苯的限值标准未做调整，仍为0.20mg/m³。

02



目前的检测进展

目前我国现有适用于室内空气中苯系物的标准检验方法《HJ 584-2010环境空气 苯系物的测定活性炭吸附/二硫化碳解析气相色谱法》、《HJ 583-2010 环境空气 苯系物的测定固体吸附/热脱附气相色谱法》和《HJ/T 167-2004室内环境空气质量监测技术规范 附录I 室内空气中苯、甲苯、二甲苯测定方法》。见下表。

标准编号	检测方法
HJ 584-2010	活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法
HJ 583-2010	吸附管-热解吸-气相色谱法
HJ/T 167-2004	便携式气相色谱法

02



目前的检测进展

为便于室内空气检测方法的推广应用，同时考虑到检测结果的时效性，在确保检测结果准确可靠的基础上，本次修订保留了原版本标准中的检测方法，同时参照国内现行有效的标准方法，新增加使用较为广泛和适用于现场测定的检测方法，便于实际推广应用。

本次修订所采用的检测方法灵敏度均可满足标准限值的要求。

	本次修订采用的标准检测方法	备注
1	固体吸附-热解吸-气相色谱法	新增
2	活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法	原标准方法保留
3	便携式气相色谱法	新增



03



关键技术点

- 1、固体吸附-热解吸-气相色谱法和活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法使用**极性色谱柱**，便携式气相色谱法使用**非极性色谱柱**。
- 2、推荐优先使用**固体吸附-热解吸-气相色谱法**。
- 3、活性炭吸附-二硫化碳解吸-气相色谱法应使用**色谱纯的二硫化碳**，避免杂质干扰。
- 4、便携式气相色谱法适用于**初筛**，如结果接近或超过限值应进行复测。
- 5、计算**邻、间、对二甲苯结果之和**用于二甲苯的结果表达和限值评价。
- 6、间、对二甲苯如因如（**柱效、仪器参数等**）不能达到基线分离，不影响结果评估。



04



注意事项

- 1、采样管使用前应确保排除干扰。
- 2、不同品牌的吸附管性能（**填料量、粒径等**）存在差异，需进行筛选确认。
- 3、色谱柱应定期老化，确保柱效满足检测需要。
- 4、样品采集完成后保存和运输过程中应确保密封性。



01



基本情况

挥发性有机化合物是一大类重要的空气污染物，也是近几年室内空气污染的热点问题。已知许多挥发性有机化合物具有呼吸道毒性、神经毒性、免疫毒性、胚胎毒性及致癌性，许多挥发性有机化合物可损害血液成分和心血管系统，引起胃肠道紊乱。

由于室内空气中挥发性有机化合物污染存在来源广泛、种类多样、组成复杂等特点，且单一种类的挥发性有机化合物组分浓度往往不高，但若干种挥发性有机化合物共同存在于室内时，其联合作用是不可忽视的。由于它们种类多，单个组分的浓度低，常用总挥发性有机物（TVOC）表示室内空气中挥发性有机化合物总的质量浓度值。

02



目前的检测进展



原标准中用于总挥发性有机化合物（TVOC）的标准检测方法对于可使用的吸附管、色谱柱和检测器只给出了指导性意见，结果计算采用对十个最高峰定量。

VOCs种类非常多，即便是明确到一定范围的TVOC，由于室内空气污染情况不一致，差异也会比较大。GB/T 18883-2002规定，至少应对10个最高峰进行定量，实际检测过程中，由于不同室内空气样品中10个最高峰不尽相同，准确定量难度比较大，不便于实际应用，无法作为统一的标准进行评判。



02



目前的检测进展



国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 方法中涉及环境空气中挥发性有机物的方法有ISO16017-1:2000、ISO16017-2:2003和ISO 16000-6:2021。

其中ISO 16000-6:2021适用于室内、环境和工作场所空气中TVOC (总挥发性有机物) 测定。该方法使用Tenax TA吸附剂采集室内空气中的挥发性有机物, 用热解析/气相色谱-质谱法进行测定。

其他国际组织没有发布关于TVOC (总挥发性有机物) 的标准检验方法。

02



目前的检测进展

目前我国现有的室内空气中TVOC的标准检验方法有：《GB 50325-2010 民用建筑工程室内环境污染控制规范 附录G 室内空气中总挥发性有机化合物（TVOC）的测定》、《GB/T 18883-2002 室内空气质量标准 附录C 室内空气中总挥发性有机物（TVOC）的检验方法》和《T/CECS 539-2018 室内空气中苯系物及总挥发性有机化合物检测方法》，所采用的检测方法见下表。

标准检验方法	检测方法
GB 50325-2010	固体吸附-热解吸-气相色谱法
GB/T 18883-2002	固体吸附-热解吸-气相色谱法
T/CECS 539-2018	固体吸附-热解吸-气相色谱法、固体吸附-热解吸-气相色谱质谱法



03



关键技术点

考虑到TVOC是**特定采样、分析条件**下检出的保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机物，能够检出的目标物与吸附管、**色谱柱**、检测器的类型密切相关，且要对尽可能多的VOC进行定性和定量分析，对仪器的定性能力要求高，本次修订进一步明确吸附管、色谱柱的类型，并采用气相色谱质谱法；同时给出明确的质谱定性要求，优化TVOC的**计算规则**，给出**特征目标物**，便于实际应用。

03



关键技术点

- 1、完善细化TVOC的定义，是指使用Tenax TA填料吸附管采集，非极性毛细管色谱柱（DB-5等效色谱柱，不可用WAX等极性色谱柱）分析，保留时间在正己烷和正十六烷之间的挥发性有机化合物的总称。
- 2、根据1小时限值的采样要求，样品采集条件明确为使用Tenax TA填料吸附管，采样流量100mL/min，采样体积5L，采样时间50 min。
- 3、明确TVOC的测定参数，包括热解析仪参数、气相色谱柱类型、气相色谱参数、质谱参数等。
- 4、原标准方法采用保留时间定性，修订方法采用保留时间和定性离子，结合标准质谱图比对定性。



03



关键技术点

- 5、各实验室仪器性能不一，标准给出的是**参考条件**，各实验室要优化进样口温度、升温程序、流速、分流比，确定最佳色谱条件。
- 6、注意**色谱柱柱效**和**热解吸条件对解吸效率**的影响。
- 7、参考世界卫生组织（WHO）提出的优先监测的室内空气中挥发性有机污染物、ISO16000-6-2021标准中列出的室内空气中常见挥发性有机污染物以及国内部分文献报到的室内空气中常见挥发性有机污染物（**装修材料、家具污染、厨房油烟、吸烟**），筛选出了适合我国室内空气中需要监测的**22种特征目标化合物**作为定量指标，其他满足TVOC定义的挥发性有机污染物统一以甲苯的校准标准曲线进行半定量。

03



关键技术点

序号	特征目标化合物	WHO	ISO16000-6-2021	国内文献中室内空气中常见VOCs
1	正己烷		√	√
2	乙酸乙酯		√	√
3	三氯甲烷		√	√
4	苯	√	√	√
5	四氯化碳		√	√
6	环己烷		√	√
7	正庚烷		√	√
8	三氯乙烯	√	√	√
9	甲基环乙烷			√
10	甲苯		√	√
11	正辛烷		√	√
12	四氯乙烯	√	√	√
13	乙酸丁酯		√	√
14	氯苯		√	√
15	乙苯		√	√
16	间二甲苯		√	√
17	对二甲苯		√	√
18	苯乙烯		√	√
19	邻二甲苯		√	√
20	正壬烷		√	√
21	1,4-二氯苯			√
22	正十六烷		√	√

03



关键技术点

8、对TVOC的定量计算规则进行了细化，对特征目标化合物和其他满足定义要求的未校正化合物分别使用不同的运算模式进行计算，采用外标法定量，具体计算规则优化为：

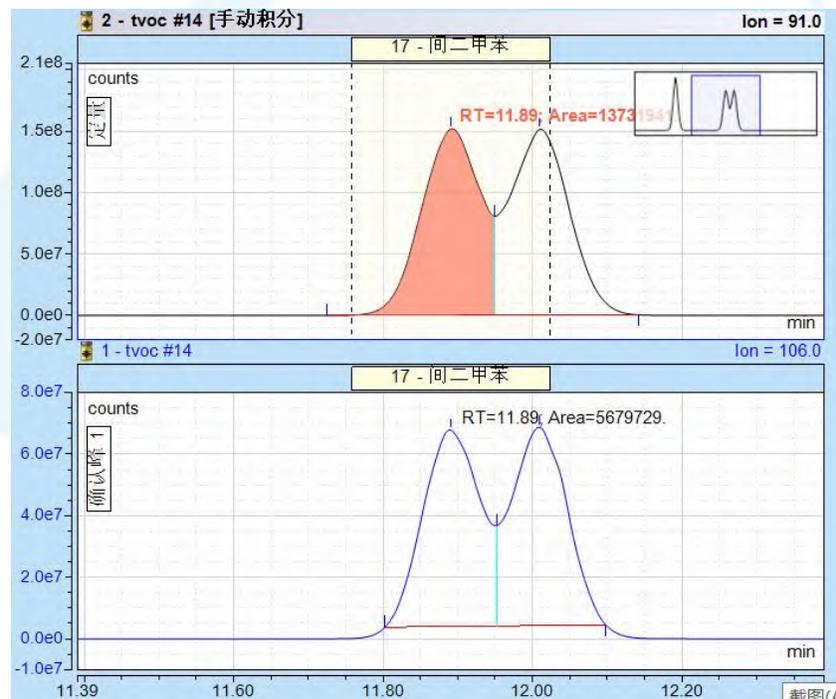
- (1) **特征目标化合物**：基于全扫描模式下的提取离子绘制标准曲线定量；
- (2) **其他各种未校正的化合物**：采用基于全扫描模式下的甲苯总离子流图绘制的标准曲线进行计算，并列其中**10个**峰面积最大和浓度大于**2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 的化合物。
- (3) TVOC浓度计算应合并特定目标物、10个峰面积最大的未校正化合物和浓度大于**2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** 的未校正的化合物。

03



关键技术点

9、在结果表示中明确TVOC的测定结果为**半定量结果 (总量评价)**，个别组分如**间二甲苯和对二甲苯**如因故 (柱效、仪器参数等) 不能达到基线分离，不影响结果评估。





03



关键技术点

- 10、吸附管使用前均须进行老化，确保空白小于检出限
- 11、结果计算公式中涉及的**空白管检测结果如小于检出限**，按零计算
- 12、标准曲线应采用吸附管绘制，不可直接用液体标准绘制
- 13、本方法同时适用于室内空气中**三氯乙烯、四氯乙烯**等挥发性有机物的测定。
- 14、目前GB/T 18883标准中要求TVOC <0.6 mg/m³，本方法检出限（总量）0.014 mg/m³，本方法测定下限（总量）0.056 mg/m³，满足限值要求。



04



注意事项

- 1、在采样前应对采样系统的气密性进行检查，不得漏气
- 2、不同品牌的吸附管性能（**填料量、粒径等**）存在差异，需进行筛选确认
- 3、样本采集完成后，将吸附管密封保存，-20 °C冷冻储存，应于7 天内分析
- 4、进样系统、冷阱系统中可能会有残留的挥发性有机物，应定期启动冷阱系统的烘烤程序，去除残留
- 5、色谱柱定期进行老化



05



实际应用

2020年3月~5月，对50份包括办公室、住宅和公共场所等不同环境采集的室内空气样品，应用本方法进行测定。

22种特征目标化合物检出率均在 50 % 以上，其中乙酸乙酯、三氯甲烷、苯、甲苯、乙酸丁酯、乙苯、间二甲苯、对二甲苯、邻二甲苯和1,4-二氯苯等10种化合物的检出率为100 %。TVOC的测定结果在 $60.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 824.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间，其中22种特征目标化合物占TVOC含量的比例为 75.2 %~91.4 %，表明本方法确定的22种特征目标化合物基本能够代表室内空气中常见的挥发性有机污染物，反映了室内空气中TVOC的整体污染水平。



第二部分 总挥发性有机化合物 (TVOC) 的测定

05



实际应用



序号	特征目标化合物	检出率/%	含量范围/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	中位值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	正己烷	60.3	11.3~18.8	15.5
2	乙酸乙酯	100.0	1.4~35.5	22.0
3	三氯甲烷	100.0	23.2~473.1	80.1
4	苯	100.0	2.6~40.7	10.4
5	四氯化碳	95.7	1.3~13.3	5.0
6	环己烷	51.3	1.2~19.3	9.7
7	正庚烷	54.5	1.3~29.3	12.8
8	三氯乙烯	86.2	1.1~3.8	2.2
9	甲基环乙烷	60.7	1.1~7.4	3.9
10	甲苯	100.0	3.4~176.2	44.3
11	正辛烷	53.5	1.3~8.2	4.2
12	四氯乙烯	93.1	1.1~13.6	5.7
13	乙酸丁酯	100.0	2.8~26.1	9.3
14	氯苯	69.8	1.3~3.1	2.2
15	乙苯	100.0	1.5~39.4	8.5
16	间二甲苯	100.0	1.6~74.5	15.1
17	对二甲苯	100.0	1.7~28.4	7.5
18	苯乙烯	96.4	1.8~22.3	8.2
19	邻二甲苯	100.0	1.5~24.1	7.8
20	正壬烷	59.7	1.3~9.1	3.2
21	1,4-二氯苯	100.0	1.1~37.1	7.1
22	正十六烷	82.1	5.9~31.2	9.2
/	TVOC	100.0	60.7~824.3	293.1



01



基本情况

室内空气中三氯乙烯来源主要包括装修时涂料的稀释剂、脱漆剂；使用含有三氯乙烯的消费品（如胶粘剂和胶带）、蒸汽侵入（挥发性化学物质从地下进入上层建筑）、以及供水系统中的挥发。三氯乙烯具有发育及免疫毒性以及致癌效应。国际癌症机构（IARC）在2014年将三氯乙烯列为一类致癌物。

室内空气中四氯乙烯来源主要包括衣物和纺织品洗涤剂的挥发。四氯乙烯具有神经毒性、免疫毒性、生殖毒性、发育毒性、遗传毒性等非致癌毒性以及致癌效应。国际癌症研究机构（IRAC）2014年基于流行病学证据将四氯乙烯从2B类致癌物升级成2A类致癌物。

本指标为新增指标，本次修订中三氯乙烯的标准限值为 $0.006\text{mg}/\text{m}^3$ ，四氯乙烯的标准限值为 $0.12\text{mg}/\text{m}^3$ 。



第三部分 三氯乙烯 四氯乙烯的测定

02



目前的检测进展

目前国际上关于室内空气中三氯乙烯和四氯乙烯标准检测方法，主要参照国际标准化组织（ISO）和美国环保部（EPA）发布的相关文件。

机构	方法编号	检测方法
国际标准化组织（ISO）	16000-6:2021	Tenax 吸附管-热解析-GC-MS
美国环保部（EPA）	TO-1	Tenax 吸附管-热解析-GC/MS
	TO-2	碳分子筛-热解析-GC/MS
	TO-14	苏玛罐-热解析-GC
	TO-15	苏玛罐-热解析-GC/MS
	TO-17	吸附管-热解析-GC/MS



第三部分 三氯乙烯 四氯乙烯的测定

02



目前的检测进展

目前我国现有的空气中三氯乙烯和四氯乙烯的标准检验方法见下表。

标准编号	检测方法
HJ 759-2015	苏玛罐-热解吸-GC/MS
HJ 734-2014	吸附管-热解吸-GC/MS
HJ 645-2013	活性炭吸附-二硫化碳解吸-GC
HJ 644-2013	吸附管-热解吸-GC/MS
GBZT300-2017	活性炭吸附-二硫化碳解吸-GC、吸附管-热解吸-GC

03



本次修订内容

本指标为新增指标，原标准中未有相应的检测方法。

为便于实际应用，考虑到室内空气检测的实际应用情况（**采样便利性和检测实效性**），本次修订采用TVOC检测方法同步测定（Tenax 吸附管-热解吸-GC-MS），可满足限值要求。

谢谢!



CDC