



中华人民共和国国家标准

GB 28489—2022
代替 GB/T 28489—2012

乐器有害物质限量

Limits of hazardous substances for musical instruments



2022-12-29 发布

2024-01-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 28489—2012《乐器有害物质限量》，与 GB/T 28489—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了术语和定义(见第 3 章,2012 年版的第 3 章)；
- 更改了邻苯二甲酸酯类限量的表述和测试方法的描述(见 5.1、6.1,2012 年版的 5.1、6.2)；
- 增加了多环芳烃类限量的要求和测试方法的描述(见 5.2、6.2)；
- 更改了可迁移元素限量的表述和测试方法的描述(见 5.3、6.3,2012 年版的 5.2、6.3)；
- 更改了苯系物、总挥发有机化合物及甲醛限量的表述和测试方法的描述(见 5.4、6.4、附录 C、附录 D,2012 年版的 5.3、6.4)；
- 增加了芳香胺染料、四氯苯酚(TeCP)、五氯苯酚(PCP)限量的要求和测试方法的描述(见 5.5、6.5.1、6.5.2)；
- 更改了电鸣乐器和乐器中电子部件的限用物质限量的表述和测试方法的描述(见 5.6、6.6,2012 年版的 5.4、6.5)；
- 更改了检验规则(见第 7 章,2012 年版的第 7 章)；
- 增加了标准的实施(见第 8 章)；
- 删除了包装标识(见 2012 年版的第 8 章)；
- 删除了测试舱的要求(见 2012 年版的附录 A)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2012 年首次发布为 GB/T 28489—2012；
- 本次为第一次修订。

乐器有害物质限量

1 范围

本文件界定了与乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物相关的术语和定义以及分类,规定了乐器、乐器配件及置于室内乐器包装物中对人体有害物质限量的要求、检验规则、标准的实施,描述了相应的试验方法。

本文件适用于乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- GB 6566—2010 建筑材料放射性核素限量
- GB 6675.4—2014 玩具安全 第4部分:特定元素的迁移
- GB/T 17592 纺织品 禁用偶氮染料的测定
- GB/T 18414(所有部分) 纺织品 含氯苯酚的测定
- GB/T 19942 皮革和毛皮 化学试验 禁用偶氮染料的测定
- GB/T 22048 玩具及儿童用品中特定邻苯二甲酸酯增塑剂的测定
- GB/T 22808 皮革和毛皮 化学试验 含氯苯酚含量的测定
- GB/T 23344 纺织品 4-氨基偶氮苯的测定
- GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质(铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚)的测定
- GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB/T 31107—2014 家具中挥发性有机化合物检测用气候箱 通用技术条件
- GB/T 40968 乐器产品中多环芳烃的测试方法
- GB 50325—2020 民用建筑工程室内环境污染控制标准
- LY/T 1985 防腐木材和人造板中五氯苯酚含量的测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

乐器包装物 musical instrument packing

正常使用情况下,置于室内的用于保护、盛装、随乐器配套使用的物件。

注:包含乐器箱、乐器盒、乐器包、乐器袋等。

3.2

直接接触口腔的乐器 musical instruments which directly contact with mouth

与演奏者口腔直接接触的部件或产品。

3.3

气候舱 climate chamber

由舱体、空气循环装置、空气交换装置、空气净化装置、温度和湿度控制装置、检测装置等组成,具有受控的操作参数、用于模拟乐器中挥发性有机化合物释放环境的试验设备。

[来源:GB/T 31107—2014,3.1,有修改]

3.4

气候舱容积 volume of climate chamber

空载时舱内空间的有效体积。

3.5

体积承载率 volume loading factor rate

被测样品外轮廓不同部位体积相加的总和与气候舱容积之比。

3.6

空气流速 air velocity

气候舱空载时舱内空气的流动速度。

3.7

空气交换率 air exchange rate

单位时间内进入气候舱的清洁空气量与气候舱容积的比。

[来源:GB/T 31107—2014,3.5]

4 分类

乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物分为两类:

- A类:正常使用情况下,演奏者直接接触口腔的乐器、乐器配件;
- B类:正常使用情况下,演奏者不直接接触口腔但人体可触及的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物。

5 要求

5.1 使用塑料材料的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物,其含有的邻苯二甲酸酯类物质的限量应符合表1的规定。

表 1 邻苯二甲酸酯类物质的限量

项目	限量值	
	A类	B类
邻苯二甲酸二异辛酯(DEHP)、邻苯二甲酸二丁酯(DBP)和邻苯二甲酸丁苄酯(BBP)的总和	≤0.1	
邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)、邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)和邻苯二甲酸二辛酯(DNOP)的总和	≤0.1	—

%

5.2 乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物，其含有的多环芳烃类物质的限量应符合表 2 的规定。

表 2 多环芳烃类物质的限量

单位为毫克每千克

项目		限量值	
		A 类	B 类
多环芳烃类	苯并[a]芘(BaP)	≤ 0.2	< 1
	16 种多环芳烃(PAH)总量	≤ 1	< 10
注：16 种多环芳烃(PAH)清单见附录 A。			

5.3 正常使用时人体可触及的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物，其含有的可迁移元素物质的限量应符合表 3 的规定。

表 3 可迁移元素物质的限量

单位为毫克每千克

项目		限量值	
		A 类	B 类
可迁移元素	铅	≤ 90	
	铬	≤ 60	
	镉	≤ 75	
	汞	≤ 60	
	锑	≤ 60	—
	硒	≤ 500	—
	钡	$\leq 1\ 000$	—
	砷	≤ 25	—
注：演奏者正常使用时人体触及不到的部件不受此限。			

5.4 使用木材、纺织物、黏合剂、涂料材料的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物，其含有的苯系物、总挥发有机化合物及甲醛物质的限量应符合表 4 的规定。

表 4 苯系物、总挥发有机化合物及甲醛物质的限量

单位为毫克每立方米

项目		限量值
苯系物	甲苯	≤ 0.20
	二甲苯	≤ 0.20
	苯	≤ 0.11
总挥发有机化合物		≤ 0.60
甲醛		≤ 0.08
注：外轮廓不同部位体积相加的总和 $\leq 0.003\text{ m}^3$ 的产品不受此限。		

5.5 使用木材、纺织物、皮革的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物，不应含有芳香胺染料、四氯苯酚(TeCP)物质；使用纺织物、皮革的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物不应含有五氯苯酚(PCP)物质；使用木材材料的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物，其含有的五氯苯酚(PCP)物质的限量应符合表5的规定。

注：芳香胺染料种类清单见附录B。

表5 五氯苯酚(PCP)物质的限量

单位为毫克每千克

项目	限量值
可触及的木材材料中的五氯苯酚(PCP)物质	≤5

5.6 电鸣乐器和乐器中电子部件限用物质的限量应符合表6的规定。

表6 电子部件限用物质的限量

%

项目	限量值
镉	≤0.01
铅	≤0.1
汞	
六价铬	
多溴联苯	
多溴二苯醚	
注：列入中华人民共和国工业和信息化部豁免物质清单的除外(见《电器电子产品有害物质限制使用管理办法》)。	

5.7 使用石质、陶制材料乐器中的天然放射性核素镭-226、钍-232、钾-40的放射性比活度应同时符合表7的规定。

表7 天然放射性核素的限量

项目	限量值
天然放射性核素	内照射指数 I_{Ra} ≤1.0, 外照射指数 I_{γ} ≤1.0

6 测试方法

6.1 邻苯二甲酸酯类

按 GB/T 22048 中的方法测定。

6.2 多环芳烃类

按 GB/T 40968 中的方法测定。

6.3 可迁移元素

6.3.1 测试试样的取样应从单个乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物样品上的可触及部分上获

取。同种材料可以结合起来作为同一个测试试样,但不应同时采用其他乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物样品的材料。在能采用物理分离方式进行有效分离时,测试样品的材料不应含一种以上材料。

注:测试试样可采用由生产厂承诺并提供能代表上述规定的相关材料及其所附着的基本材料。当测试试样的材料质量小于 10 mg 时可不进行测试。

6.3.2 测试试样的制备和提取按表 8 规定进行。

表 8 试样的制备和提取

乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物构成材料	制备和提取
纸或纸板	按 GB 6675.4—2014 中 8.3 进行
塑料涂覆的纸或纸板	按 GB 6675.4—2014 中 8.2 进行
可移取的涂层	按 GB 6675.4—2014 中 8.1 进行,如基体材料可触及按 GB 6675.4—2014 中 8.2、8.4、8.5 及 8.6 进行
非纺织物的聚合物材料	按 GB 6675.4—2014 中 8.2 进行
纺织物	按 GB 6675.4—2014 中 8.4 进行
玻璃/陶瓷/金属材料	按 GB 6675.4—2014 中 8.5 进行
其他可浸染材料	按 GB 6675.4—2014 中 8.6 进行
固态或液态的颜料、清漆、生漆、釉粉或类似材料	按 GB 6675.4—2014 中 8.9 进行

6.3.3 按 6.3.2 规定的方法取样,通过化学方法模拟测试材料在吞咽后与胃酸持续接触一段时间,在此条件下,从测试材料中萃取出可迁移元素,采用检出限适当的分析仪器测定溶液中可溶性元素的浓度。测得的结果作为被测样品的有害物质含量。

6.3.4 对于 5.3 所列可迁移元素测试方法的检出限按 GB 6675.4—2014 第 9 章的规定进行。

6.4 苯系物、总挥发有机化合物及甲醛

6.4.1 苯系物、总挥发有机化合物按附录 C 中的方法测定。

6.4.2 甲醛按附录 D 中的方法测定。

6.5 芳香胺染料、四氯苯酚物质、五氯苯酚物质

6.5.1 纺织物中芳香胺染料按 GB/T 17592 和 GB/T 23344 中的方法测定。

6.5.2 皮革和毛皮材料中芳香胺染料按 GB/T 19942 中的方法测定。

6.5.3 纺织物、纸质材料中四氯苯酚物质(TeCP)和五氯苯酚物质(PCP)按 GB/T 18414(所有部分)中的方法测定。

6.5.4 皮革和毛皮材料中五氯苯酚(PCP)物质按 GB/T 22808 中的方法测定。

6.5.5 木材材料中五氯苯酚(PCP)物质按 LY/T 1985 中的方法测定。

6.6 电鸣乐器和乐器中电子部件的限用物质

检测单元分类按 GB/T 26572—2011 中 5.1 的规定,限用物质按 GB/T 26125 的方法测定。

注:当使用限用物质时,会对材料或部件的符合性判定产生影响。

6.7 天然放射性核素

按 GB 6566—2010 第 4 章中的方法测定。

7 检验规则

7.1 检验项目及类型

7.1.1 检验项目为第 5 章的全部内容,检验类型为型式检验。

7.1.2 正常生产时,型式检验每年至少进行 1 次。当有下列情况之一时也需进行:

- 新产品定型时;
- 产品异地生产时;
- 国家质量监督部门提出要求时。

7.2 抽样方案

7.2.1 型式检验的样品按产品规格从当前生产经产品质量检验合格的产品中随机抽取。被抽取的样品从抽样地点到测试地点的运输过程中应密闭包裹完好。

7.2.2 以年度为一周期,从同一周期内生产的材料、工艺未发生变化的同一规格产品中抽取样品 2 件。

7.3 检验结果的判定

当被测全部样品所有项目的测试结果均符合第 5 章规定的要求,则判定本周期内产品合格,若被测全部样品中有一项测试结果未符合第 5 章规定的要求,则判定本周期内产品为不合格。

8 标准的实施

对于本文件实施之日前生产或进口的产品,自本文件实施之日起第 13 个月开始应满足本文件的要求。



附 录 A
(资料性)
16 种多环芳烃(PAH)清单

16 种多环芳烃(PAH)清单见表 A.1。

表 A.1 16 种多环芳烃(PAH)清单

序号	英文名称	中文名称	CAS 号
1	Benzo[a]pyrene	苯并[a]芘(BaP)	50-32-8
2	Benzo[a]anthracene	苯并[a]蒽(BaA)	56-55-3
3	Benzo[b]fluoranthene	苯并[b]荧蒽(BbF)	205-99-2
4	Benzo[k]fluoranthene	苯并[k]荧蒽(BkF)	207-08-9
5	Chrysene	蒽(CHR)	218-01-9
6	Dibenzo[a,h]anthracene	二苯并[a,h]蒽(DBA)	53-70-3
7	Benzo[g,h,i]perylene	苯并[g,h,i]芘(二苯并[a,h]芘)(BPE)	191-24-2
8	Indeno[1,2,3-cd]pyrene	茚并[1,2,3-cd]芘(IPY)	193-39-5
9	Acenaphthylene	茈烯(ANY)	208-96-8
10	Acenaphthene	茈(萘嵌戊烷)(ANA)	83-32-9
11	Fluorene	芴(FLU)	86-73-7
12	Phenanthrene	菲(PHE)	85-01-8
13	Pyrene	芘(PYR)	129-00-0
14	Anthracene	蒽(ANT)	120-12-7
15	Fluoranthene	荧蒽(FLT)	206-44-0
16	Naphthalene	萘(NAP)	91-20-3



附 录 B
(资料性)
芳香胺染料种类清单

芳香胺染料种类清单见表 B.1。

表 B.1 芳香胺染料种类清单

序号	英文名称	中文名称	CAS 号
1	4-aminobiphenyl	4-氨基联苯	92-67-1
2	benzidine	联苯胺	92-87-5
3	4-chloro- <i>o</i> -toluidine	4-氯-邻甲苯胺	95-69-2
4	2-naphthylamine	2-萘胺	91-59-8
5	<i>o</i> -aminoazotoluene	邻氨基偶氮甲苯	97-56-3
6	5-nitro- <i>o</i> -toluidine	5-硝基邻甲苯胺	99-55-8
7	<i>p</i> -chloroaniline	对氯苯胺	106-47-8
8	2,4-diaminoanisole	2,4-二氨基苯甲醚	61505-4
9	4,4'-diaminobiphenylmethane	4,4'-二氨基二苯甲烷	101-77-9
10	3,3'-dichlorobenzidine	3,3'-二氯联苯胺	91-94-1
11	3,3'-dimethoxybenzidine	3,3'-二甲氧基联苯胺	119-90-4
12	3,3'-dimethylbenzidine	3,3'-二甲基联苯胺	119-93-7
13	3,3'-dimethyl-4,4'-diaminobiphenylmethane	3,3-二甲基-4,4'-二氨基二苯甲烷	838-88-0
14	<i>p</i> -cresidine	2-甲氧基-5-甲基苯胺	120-71-8
15	4,4'-methylene-bis-(2-chloroaniline)	4,4'-亚甲基-二-(2-氯苯胺)	101-14-4
16	4,4'-oxydianiline	4,4'-二氨基二苯醚	101-80-4
17	4,4'-thiodianiline	4,4'-二氨基二苯硫醚	139-65-1
18	<i>o</i> -toluidine	邻甲苯胺	95-53-4
19	2,4-toluyldiamine	2,4-二氨基甲苯	95-80-7
20	2,4,5-trimethylaniline	2,4,5-三甲基苯胺	137-17-7
21	<i>o</i> -anisidine	邻氨基苯甲醚	90-04-0
22	4-aminoazobenzene	4-氨基偶氮苯	60-09-3
23	2,4-xylidine	2,4-二甲基苯胺	95-68-1
24	2,6-xylidine	2,6-二甲基苯胺	87-62-7

附录 C

(规范性)

苯系物及总挥发有机化合物的测定

C.1 测试原理

将被测样品按照适当的体积承载率放入模拟使用环境条件的气候舱内,当舱内挥发性物质散发达到 20 h 后,在 1 h 之内完成采集舱内气体。用合适的化学分析方法确定有害物质浓度。

C.2 被测样品外轮廓体积的测量

被测样品外轮廓体积测量可分为手动测量和自动测量,优先选用手动测量。手动测量可通过设计图纸尺寸计算或用准确度为 1 mm 的量具测量样品外形尺寸;自动测量可用自动测量仪器或自动测量技术测量样品外形尺寸。样品的外轮廓为两种或两种以上不同的形体组合时,应分别测量并以各形体的最大尺寸计算体积,其结果相加。测量误差应不超过 5%,计算结果应精确到 10^{-6} m^3 。

C.3 被测样品的预处理

测试前,被测样品应放置在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(45 \pm 10)\%$ 的环境中预处理 72 h。预处理时样品应按演奏状态放置,并按演奏状态开启应开启的部件。

C.4 气候舱

应符合 GB/T 31107—2014 中 4.1、4.2 的规定,其中 4.1.8(空气交换率)除外。

C.5 气候舱的选择

C.5.1 样品体积承载率按表 C.1 的规定,并按公式(C.1)计算气候舱容积。

表 C.1 体积承载率

单位为立方米每立方米

适用范围	体积承载率
三角钢琴、装有智能系统的三角钢琴	0.05
立式钢琴、装有智能系统的立式钢琴	0.043
除以上之外的乐器、乐器配件及置于室内的乐器包装物	0.035

$$Q = \frac{V}{L_f} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

Q ——气候舱容积,单位为立方米(m^3);

V ——样品外轮廓体积,单位为立方米(m^3);

L_f ——体积承载率,单位为立方米每立方米(m^3/m^3)。

C.5.2 当计算出的气候舱容积小于 1 m^3 时,应选用容积为 1 m^3 的气候舱,空气交换率为 $(1 \pm 0.05)\text{h}^{-1}$ 。

C.5.3 当实际气候舱容积不能满足样品装载时,按公式(C.2)选择可用的气候舱。

$$0.5Q \leq Q_1 \leq 1.5Q \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

Q_1 ——实际用气候舱容积，单位为立方米(m^3)；

Q ——气候舱容积，单位为立方米(m^3)。

C.6 测试条件

C.6.1 测试前，气候舱内指标应进行检测，当指标值达到下述规定且处于稳定状态后，开始测试：

——温度： $(23 \pm 2)^\circ C$ ；

——相对湿度： $(45 \pm 5)\%$ ；

——空气流速： $0.1\text{ m/s} \sim 0.3\text{ m/s}$ ；

——空气交换率： $(1 \pm 0.05)\text{ h}^{-1}$ ；

——甲醛质量浓度： $< 0.006\text{ mg/m}^3$ ；

——总挥发性有机化合物含量： $\leq 0.05\text{ mg/m}^3$ 。

C.6.2 当实际气候舱容积与计算气候舱容积不同时，按公式(C.3)计算气候舱实际空气交换率：

$$n = \frac{V}{Q_1 \times L_f} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

n ——实际空气交换率，单位为每小时(h^{-1})；

V ——样品外轮廓体积，单位为立方米(m^3)；

Q_1 ——实际用气候舱容积，单位为立方米(m^3)；

L_f ——表 C.1 中规定的体积承载率，单位为立方米每立方米(m^3/m^3)。

C.6.3 测试时，被测样品应按演奏状态放置在气候舱的中心位置，并按使用状态开启应开启的部件。

C.6.4 气候舱内温度、相对湿度、空气交换率、空气流速的监测应是连续和经常性的，且应在有代表性的位置测量，测试条件误差控制在以下范围：

——空气交换率：气候舱容积 $\geq 6\text{ m}^3$ ，为 $\pm 15\% \text{ h}^{-1}$ ；气候舱容积 $< 6\text{ m}^3$ ，为 $\pm 10\% \text{ h}^{-1}$ ；

——空气流速： $\pm 0.05\text{ m/s}$ 。

C.6.5 气候舱容积大于 10 m^3 时，空气流速的测量点至少应有 4 个；小于 10 m^3 时(含 10 m^3)，空气流速测量点至少应有 2 个。

C.7 苯系物释放量的采样与测定

C.7.1 采样按以下的方法进行。

- a) 采样管采用活性炭管或 2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管。活性炭吸附管应为内装 100 mg 椰子壳活性炭吸附剂的玻璃管或内壁光滑的不锈钢；2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管应为分层分隔装填不少于 75 mg 粒径为 0.18 mm~0.25 mm(60 目~80 目)的石墨化炭黑-X 吸附剂。样品管应有采样气流方向标识。
- b) 采样管使用前应通氮气加热活化。活性炭管的活化温度应为 $300^\circ C \sim 350^\circ C$ ，2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管管的活化温度应为 $280^\circ C \sim 300^\circ C$ 。活化时间不少于 10 min，活化至无杂峰为止，当流量为 0.5 L/min 时，阻力应为 5 kPa~10 kPa。
- c) 采样时应在气候舱取样口处打开吸附管，与空气采样器入气口连接，以 0.5 L/min 的速度，抽取 10 L 舱内气体，然后用皂沫流量计校准采样流量，误差 $\leq 5\%$ 。
- d) 采样后，将管的两端封闭，做好标识，并记录采样时间及采样流量、采样温度和大气压力。采样管放入可密封的金属或玻璃容器中，并应尽快分析，样品可保存 7 d。

C.7.2 测定按 GB 50325—2020 附录 D 中除采样外所有条款的方法进行。

C.8 总挥发性有机化合物释放量的采样与测定

C.8.1 采样按以下的方法进行。

- a) 采样管采用 Tenax-TA 吸附管或 2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管。Tenax-TA 吸附管可为玻璃管或内壁光滑的不锈钢管,管壁内装有 200 mg 粒径为 60 目~80 目的 Tenax-TA 吸附剂;2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑-X 复合吸附管应为分层分隔装填不少于 75 mg 的 60 目~80 目的石墨化炭黑-X 吸附剂。样品管应有采样气流方向标识。
- b) 采样管使用前应通氮气加热活化,活化温度应高于解吸温度,活化时间不少于 30 min,活化至无杂峰为止,当流量为 0.5 L/min 时,阻力应为 5 kPa~10 kPa。
- c) 采样时应在气候舱取样口处打开吸附管,与空气采样器入气口连接,以 0.5 L/min 的速度,抽取 10 L 舱内气体,然后用皂沫流量计校准采样流量,误差 $\leq 5\%$ 。
- d) 采样后,将管的两端封闭,做好标识,并记录采样时间及采样流量、采样温度和大气压力。采样管放入可密封的金属或玻璃容器中,并应尽快分析,样品可保存 7 d。

C.8.2 测定按 GB 50325—2020 附录 E 中除采样外所有条款的方法进行。



附录 D
(规范性)
甲醛的测定

D.1 测试原理

按附录 C 中的 C.1。

D.2 被测样品外轮廓体积测量

按 C.2。

D.3 被测样品的预处理

按 C.3。

D.4 气候舱

按 C.4。

D.5 气候舱的选择

按 C.5。

D.6 测试条件

按 C.6。

D.7 甲醛的测定方法

采用酚试剂分光光度法。

D.8 甲醛的测定原理

空气中的甲醛与酚试剂反应生成嗪,嗪在酸性溶液中被高铁离子氧化形成蓝绿色化合物。根据颜色深浅,比色定量。

D.9 试剂

D.9.1 除另有规定外,所用水均为重蒸馏水或去离子交换水,所用的试剂纯度一般为分析纯。

D.9.2 吸收液原液:称量 0.10 g 酚试剂 $[\text{C}_6\text{H}_4\text{SN}(\text{CH}_3)\text{C}:\text{NNH}_2 \cdot \text{HCl}]$,简称 MBTH],加水溶解,倾于 100 mL 具塞量筒中,加水至刻度。放冰箱中保存,可稳定 3 d。

D.9.3 吸收液:量取吸收原液 5 mL,加 95 mL 水,即为吸收液,采样时现配。

D.9.4 0.1 mol/L 盐酸溶液:量取 9 mL 浓盐酸,溶于水中,并稀释至 1 000 mL。

D.9.5 硫酸铁铵溶液($\rho=10 \text{ g/L}$):称量 1.0 g 硫酸铁铵 $[\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ 用 0.1 mol/L 盐酸溶解,并稀释至 100 mL。

D.9.6 碘溶液 $[c(1/2\text{I}_2)=0.100 0 \text{ mol/L}]$:称量 40 g 碘化钾,溶于 25 mL 水中,加入 12.7 g 碘。待碘完全溶解后,用水定容至 1 000 mL。移入棕色瓶中,暗处贮存。

D.9.7 0.5 mol/L 硫酸溶液:取 28 mL 浓硫酸缓慢加入水中,冷却后,稀释至 1 000 mL。

D.9.8 硫代硫酸钠标准溶液 $[c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)=0.1 \text{ mol/L}]$:可用从试剂商店购买的标准试剂,也可按

GB/T 601 的规定进行配制和标定,浓度需精确到 0.000 1。

D.9.9 淀粉溶液(5 g/L):将 0.5 g 可溶性淀粉,用少量水调成糊状后,再加入 100 mL 沸水,并煮沸 2 min~3 min 至溶液透明。冷却后,加入 0.1 g 水杨酸或 0.4 g 氯化锌保存。

D.9.10 40 g/L 氢氧化钠溶液:称量 40 g 氢氧化钠,溶于水中,并稀释至 1 000 mL。

D.9.11 甲醛标准贮备溶液:取 2.8 mL 含量为 36%~38% 甲醛溶液,放入 1 L 容量瓶中,加水稀释至刻度。此时溶液质量浓度约为 1 mg/mL。其准确浓度的标定:精确量取 20.00 mL 待标定的甲醛标准贮备溶液,置于 250 mL 碘量瓶中。加入 20.00 mL 碘溶液(D.9.6)和 15.00 mL 氢氧化钠溶液(D.9.10),放置 15 min。加入 20.00 mL 硫酸溶液(D.9.7),再放置 15 min,用硫代硫酸钠标准溶液(D.9.8)滴定,至溶液呈现淡黄色时,加入 1 mL 淀粉溶液(D.9.9)继续滴定至恰使蓝色褪去为止,记录所用硫代硫酸钠溶液体积 V_2 (mL)。同时用水做试剂空白滴定,记录空白滴定所用硫代硫酸钠标准溶液的体积 V_1 (mL)。甲醛溶液的质量浓度用公式(D.1)计算,滴定需进行二次平行滴定,滴定所用硫代硫酸钠标准溶液的体积误差应小于 0.05 mL,否则重新标定。

$$\rho_1 = \frac{(V_1 - V_2) \times c}{2} \times \frac{30.04}{20.00} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

ρ_1 —— 甲醛标准贮备溶液中甲醛质量浓度,单位为毫克每毫升(mg/mL);

V_1 —— 试剂空白消耗硫代硫酸钠溶液的体积,单位为毫升(mL);

V_2 —— 甲醛标准贮备溶液消耗硫代硫酸钠溶液的体积,单位为毫升(mL);

c —— 所用的硫代硫酸钠溶液的物质的量浓度,单位为摩尔每升(mol/L);

30.04 —— 甲醛的摩尔质量,单位为克每摩尔(g/mol);

20.00 —— 甲醛标准贮备溶液的体积,单位为毫升(mL)。

D.9.12 甲醛标准溶液($\rho=1 \mu\text{g/mL}$):临用时,将甲醛标准贮备溶液用水稀释成 $\rho=10 \mu\text{g/mL}$ 的甲醛溶液、立即再取此溶液 10.00 mL,加入 100 mL 容量瓶中,加入 5 mL 吸收液原液,用水定容至 100 mL,此时溶液 $\rho=1 \mu\text{g/mL}$,放置 30 min 后,用于配制标准色列管。此标准溶液可稳定 24 h。

D.10 仪器和设备

D.10.1 大型气泡吸收管:出气口内径为 1 mm,出气口至管底距离等于或小于 5 mm。

D.10.2 恒流采样器:流量范围 0 L/min~1 L/min。流量稳定可调,恒流误差小于 2%,采样前和采样后应用皂沫流量计校准采样系列流量,误差小于 5%。

D.10.3 具塞比色管:10 mL。

D.10.4 分光光度计:在 630 nm 测定吸光度。

D.11 采样

用一个内装 5 mL 吸收液的大型气泡吸收管,以 0.5 L/min 流量,采气 10 L。记录采样点的温度和大气压力。采样后样品在室温下应在 24 h 内分析。

D.12 标准曲线的绘制

D.12.1 取 10 mL 具塞比色管,用甲醛标准溶液按表 D.1 制备标准系列。

表 D.1 制备标准系列

管号	0	1	2	3	4	5	6	7	8
标准溶液体积/mL	0	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.50	2.00
吸收液体积/mL	5.00	4.90	4.80	4.60	4.40	4.20	4.00	3.50	3.00
甲醛含量/ μg	0	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.50	2.00

D.12.2 各管中,加入 0.4 mL 1%硫酸铁铵溶液,摇匀。放置 15 min。用 1 cm 比色皿,在波长 630 nm 下,以水做参比,测定各管溶液的吸光度。以甲醛含量为横坐标,吸光度为纵坐标,绘制曲线,并计算回归线斜率,以斜率倒数作为样品测定的计算因子 B_g ($\mu\text{g}/\text{吸光度}$)。

D.13 样品测定

采样后,将样品溶液全部转入比色管中,用少量吸收液洗吸收管,合并使总体积为 5 mL。按绘制标准曲线的操作步骤(见 D.12.2)测定吸光度(A);在每批样品测定的同时,用 5 mL 未采样的吸收液做试剂空白,测定试剂空白的吸光度(A_0)。

D.14 计算结果

D.14.1 将采样体积按公式(D.2)换算成标准状态下采样体积。

$$V_0 = V_t \frac{T_0}{273 + t} \cdot \frac{P}{P_0} \dots\dots\dots(D.2)$$

式中:

- V_0 ——标准状态下的采样体积,单位为升(L);
- V_t ——采样体积,为采样流量与采样时间乘积,单位为升(L);
- t ——采样点的气温,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- T_0 ——标准状态下的热力学温度,273 K;
- P ——采样点的大气压,单位为千帕(kPa);
- P_0 ——标准状态下的大气压,101.3 kPa。

D.14.2 空气中甲醛质量浓度按式(D.3)计算。

$$\rho_2 = \frac{(A - A_0) \times B_g}{V_0} \dots\dots\dots(D.3)$$

式中:

- ρ_2 ——空气中甲醛质量浓度,单位为毫克每立方米(mg/m^3);
- A ——样品溶液的吸光度;
- A_0 ——空白溶液的吸光度;
- B_g ——由 D.12.2 得到的计算因子,单位为微克每吸光度($\mu\text{g}/\text{吸光度}$);
- V_0 ——标准状态下的采样体积,单位为升(L)。

D.15 测量范围

用 5 mL 样品溶液,本法测定范围为 0.1 μg ~1.5 μg ;采样体积为 10 L 时,可测质量浓度范围 0.01 mg/m^3 ~0.15 mg/m^3 。

D.16 灵敏度

本法灵敏度为 2.8 $\mu\text{g}/\text{吸光度}$ 。

D.17 检出下限

本法检出下限为 0.056 μg 甲醛。

D.18 干扰及排除

二氧化硫共存时,使测定结果偏低。因此对二氧化硫干扰不可忽视,可将气样先通过硫酸锰滤纸过滤器,予以排除。

D.19 再现性

当甲醛含量为 0.1 $\mu\text{g}/5\text{ mL}$ 、0.6 $\mu\text{g}/5\text{ mL}$ 、1.5 $\mu\text{g}/5\text{ mL}$ 时,重复测定的变异系数为 5%、5%、3%。

D.20 回收率

当甲醛含量为 0.4 $\mu\text{g}/5\text{ mL}$ ~1.0 $\mu\text{g}/5\text{ mL}$ 时,样品加标准的回收率为 93%~101%。



参 考 文 献

- [1] 电器电子产品有害物质限制使用管理办法(工业和信息化部等 8 部门 2016 年第 32 号令)
-

