

# 建设部关于发布 GB 50325-2001 国家标准《民用建筑工程室内 环境污染控制规范》局部修订的公告

日期： 2006 年 04 月 10 日

【文字大小：大 中 小】【打印】【关闭】

第 428 号

现批准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB 50325-2001 局部修订的条文，自 2006 年 8 月 1 日起实施。其中，第 3.1.1、3.1.2、4.1.1、4.2.4、4.2.5、4.2.6、4.3.1、4.3.10、4.3.11、5.2.5、6.0.4 条为强制性条文，必须严格执行。经此次修改的原条文同时废止。

局部修订的条文及其具体内容，将在近期出版的《工程建设标准化》刊物上登载。

中华人民共和国建设部

二 00 六年四月十日

## 附件下载：

- 工程建设国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》局部修订条文

# 中华人民共和国国家标准

## 《民用建筑工程室内环境污染控制规范》 GB 50325-2001 局部修订的条文及条文说明

### 2 术语

#### 2.0.3 土壤表面氡析出率 radon exhalation rate from soil surface

单位面积 (m<sup>2</sup>) 上、单位时间 (s) 内析出的氡的放射性活度 (Bq)。

### 3 材料

#### 3.1 无机非金属建筑主体材料和装修材料

3.1.1 民用建筑工程所使用的砂、石、砖、水泥、商品混凝土、混凝土预制构件和新型墙体材料等无机非金属建筑主体材料，其放射性指标限量应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 无机非金属建筑主体材料放射性指标限量

测定项目	限量
内照射指数 ( $I_{Ra}$ )	$\leq 1.0$
外照射指数 ( $I_r$ )	$\leq 1.0$

【条文说明】建筑材料中所含的长寿命天然放射性核素，会放射  $\gamma$  射线，直接对室内构成外照射危害。 $\gamma$  射线外照射危害的大小与建筑材料中所含的放射性同位素的比活度直接相关，还与建筑物空间大小、几何形状、放射性同位素在建筑材料中的分布均匀性等相关。

目前，国内外普遍认同的意见是：将建筑材料的内、外照射问题一并考虑，经过理论推导、简化计算，提出了一个控制内、外照射的统一数学模式，即：

$$I_{Ra} \leq 1 \quad (1)$$

$$I_r \leq 1 \quad (2)$$

本条文说明参考了[1]OECD, NEA, Exposure to Radiation from the Natural Radioactivity in Building Materials. Report by an NEA, Group of Experts. 1979,1-34.

[2] Karpov VI, et al, Estimation of Indoor Gamma Dose Rate. Healthphys. 1980,38(5).

[3] Krišniuk ZM, et al. Study and Standardization of the Radioactivity of Building

Materials. In ERDA-tr 250,1976,1-62.

民用建筑工程中使用的无机非金属建筑主体材料制品（如商品混凝土、预制构件等），如所使用的原材料（水泥、沙石等）的放射性指标合格，制品可不再进行放射性指标检验。

凡能同时满足公式（1）、（2）要求的建筑材料，即为控制氡-222 的内照射危害及  $\gamma$  外照射危害达到了“可以合理达到的尽可能低水平”，亦即在长期连续的照射中，公众个人所受到的电离辐射照射的年有效剂量当量不超过 1mSv。我国早在 1986 年已经接受了这一概念，并依此形成了我国的《建筑材料放射卫生防护标准》GB6566、《掺工业废渣建筑材料产品放射性物质限制标准》GB9196、《建筑材料用工业废渣放射性物质限制标准》GB6763 等国家标准。

**3.1.2** 民用建筑工程所使用的无机非金属装修材料，包括石材、建筑卫生陶瓷、石膏板、吊顶材料、无机瓷质砖粘接剂等，进行分类时，其放射性指标限量应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 无机非金属装修材料放射性指标限量

测定项目	限量	
	A	B
内照射指数 ( $I_{Ra}$ )	$\leq 1.0$	$\leq 1.3$
外照射指数 ( $I_r$ )	$\leq 1.3$	$\leq 1.9$

【条文说明】无机非金属建筑装饰材料制品（包括石材），连同无机粘接剂一起，主要用于贴面材料，由于材料使用总量（以质量计）比较少，因而适当放宽了对该类材料的放射性环境指标的限制。不满足 A 类装修材料要求，而同时满足内照射指数 ( $I_{Ra}$ ) 不大于 1.3 和外照射指数 ( $I_r$ ) 不大于 1.9 要求的为 B 类装修材料。

**3.1.4** 建筑主体材料和装修材料放射性指标的测试方法应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB6566 的规定。

### 3.3 涂料

**3.3.1** 民用建筑工程室内用水性涂料，应测定挥发性有机化合物 (VOCs)和游离甲醛的含量，其限量应符合表 3.3.1 的规定。

表 3.3.1 室内用水性涂料中挥发性有机化合物 (VOCs) 和游离甲醛限量

测定项目	限量
VOCs (g/L)	$\leq 200$

游离甲醛(g/kg)	≤0.1
------------	------

【条文说明】水性涂料挥发性有害物质较少，尤其是北京市和建设部等部门淘汰以聚乙烯醇缩甲醛为胶结材料的水性涂料后，污染室内环境的游离甲醛有可能大幅度降低。

欧共体生态标准(1999/10/EC)规定：光泽值≤45(α=60°)的涂料，VOC≤30g/L；光泽值≥45(α=60°)的涂料，VOC≤200g/L，(涂布量大于15 m<sup>2</sup>/L的，VOC≤250g/L)。

重金属属于接触污染，与本规范这次要控制的五种有害气体污染没有直接的关系，故在产品标准中规定控制指标比较合适。

因此，本规范规定室内用水性涂料 VOC<sub>s</sub> 含量不大于 200g/L、游离甲醛含量不大于 0.1g/kg，与有关标准基本一致。

3.3.2 民用建筑工程室内用溶剂型涂料，应按其规定的最大稀释比例混合后，测定挥发性有机化合物（VOC<sub>s</sub>）和苯的含量，其限量应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 室内用溶剂型涂料中挥发性有机化合物（VOC<sub>s</sub>）和苯限量

涂料名称	<u>VOC<sub>s</sub></u> (g/L)	苯(g/kg)
醇酸漆	≤550	≤5
硝基清漆	≤750	≤5
聚氨酯漆	≤700	≤5
酚醛清漆	≤500	≤5
酚醛磁漆	≤380	≤5
酚醛防锈漆	≤270	≤5
其他溶剂型涂料	≤600	≤5

【条文说明】室内用溶剂型涂料含有大量挥发性有机化合物，现场施工时对室内环境污染很大，但数小时后即可挥发 90%以上，1 周后就很少挥发了。因此，在避开居民休息时间进行涂饰施工、增加与室外通风换气、加强施工防护措施的前提下，目前仍可使用符合现行标准的室内用溶剂型涂料。随着新材料、新技术的发展，将逐步采用低毒性、低挥发量的涂料。现行溶剂型涂料标准大多有固含量指标，本规范在考虑稀释和密度的因素后，换算成 VOC<sub>s</sub> 指标，与有关标准一致，便于生产质量管理。有关内容见表 2。

表 2 溶剂型涂料固含量与 VOC<sub>s</sub> 含量换算表

涂料种类	标准	固含量(%)	<u>VOC<sub>s</sub></u> (g/L)
醇酸清漆	HG2453—93	≥40	≤550

醇酸调和漆	HG2455—93	≥50	≤550
醇酸磁漆	HG2576—94	≥42	≤550
硝基清漆	HG2592—94	≥30	≤750
聚氨酯漆	HG/T3608—99	≥45	≤700
酚醛清漆	HG/T2238—91	≥50	≤500
酚醛磁漆	HG/T3349—87	≥64	≤380
酚醛防锈漆	ZBG51005—87	≥77	≤270
其他溶剂型涂料	……	……	≤600

室内溶剂涂料中苯含量指标按《涂装企业安全管理规则》GB7691 规定的涂料中混入苯的数量不得超过 1%(V/V)，定为不大于 5g/kg。

**3.3.3** 聚氨酯漆测定固化剂中游离甲苯二异氰酸酯 (TDI) 的含量后，应按其规定的最小稀释比例计算出聚氨酯漆中游离甲苯二异氰酸酯 (TDI) 含量，且不应大于 7g/kg。测定方法应符合国家标准《气相色谱测定氨基甲酸酯预聚物和涂料溶液中未反应的甲苯二异氰酸酯 (TDI) 单体》GB/T18446—2001 的规定。

**3.3.4** 水性涂料中挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>)、游离甲醛含量测定方法，宜按国家标准《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB18582—2001 附录 A、附录 B 的方法进行。

**3.3.5** 溶剂型涂料中挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>)、苯含量测定方法，宜按本规范附录 C 进行。

### 3.4 胶粘剂

**3.4.1** 民用建筑工程室内用水性胶粘剂，应测定其挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>) 和游离甲醛的含量，其限量应符合表 3.4.1 的规定。

表 3.4.1 室内用水性胶粘剂中挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>) 和游离甲醛限量

测定项目	限量
VOC <sub>s</sub> (g/L)	≤50
游离甲醛 (g/kg)	≤1

**3.4.2** 民用建筑工程室内用溶剂型胶粘剂，应测定其挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>) 和苯的含量，其限量应符合表 3.4.2 的规定。

表 3.4.2 室内用溶剂型胶粘剂中挥发性有机化合物 (VOC<sub>s</sub>) 和苯限量

测定项目	限量
------	----

VOCs (g/L)	≤750
苯 (g/kg)	≤5

3.4.4 水性胶粘剂中挥发性有机化合物 (VOCs)、游离甲醛含量的测定方法，宜按国家标准《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB18582—2001 附录 A、附录 B 的方法进行。

3.4.5 溶剂型胶粘剂中挥发性有机化合物 (VOCs)、苯含量测定方法，应符合本规范附录 C 的规定。

### 3.5 水性处理剂

3.5.1 民用建筑工程室内用水性阻燃剂 (包括防火涂料)、防水剂、防腐剂等水性处理剂，应测定挥发性有机化合物 (VOCs) 和游离甲醛的含量，其限量应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 室内用水性处理剂中挥发性有机化合物 (VOCs) 和游离甲醛限量

测定项目	限量
VOCs (g/L)	≤200
游离甲醛 (g/kg)	≤0.5

3.5.2 水性处理剂中挥发性有机化合物 (VOCs)、游离甲醛含量的测定方法，宜按国家标准《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB18582—2001 附录 A、附录 B 的方法进行。

【条文说明】水性阻燃剂主要有溴系有机化合物织物阻燃整理剂 (含固量不小于 55%)、聚磷酸铵阻燃剂和氨基树脂木材防火浸渍剂等，其中氨基树脂木材防火浸渍剂含有大量甲醛和氨水，不适合室内用。防水剂、防腐朽剂、防虫剂等处理中也有可能出现甲醛过量的情况，要对室内用水性处理剂加以控制。由于水性处理剂与水性涂料接近，故 VOCs 指标也为不大于 200g/L，游离甲醛含量定为不大于 0.5g/kg。测定方法与水性涂料相同。

## 4 工程勘察设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 新建、扩建的民用建筑工程设计前，应进行建筑工程所在城市区域土壤中氡浓度或土壤表面氡析出率调查。未进行过土壤中氡浓度或土壤表面氡析出率区域性测定的，必须进行建筑场地土壤中氡浓度或土壤氡析出率测定，并提供相应的测定报告。

【条文说明】“国家氡监测与防治领导小组”的调查和国内外进行的住宅内氡浓度水平调查结果表明：建筑物室内氡主要源于地下土壤、岩石和建筑材料，有地质构造断层的区域也会出现土壤氡浓度高的情况，因此，民用建筑在设计前应了解土壤氡水平。通过工程开始前的调查，可以知道建筑工程所在城市区域是否已进行过土壤氡测定，及测定的结果如何。目前已初步完成了全国 18 个城市的土壤氡浓度测定，并算出了土壤氡浓度平均值。其他绝大多数城市未进行过土壤氡测定，当地的土壤氡实际情况不清楚，因此，工程设计勘察阶段应进行土壤氡现场测定。

## 4.2 工程地点土壤中氡浓度调查及防氡

4.2.1 新建、扩建的民用建筑工程的工程地质勘察报告，应包括工程所在城市区域土壤氡浓度或土壤表面氡析出率测定历史资料及土壤氡浓度或土壤表面氡析出率平均值数据。

4.2.2 已进行过土壤中氡浓度或土壤表面氡析出率区域性测定的民用建筑工程，当土壤氡浓度测定结果平均值不大于  $10000\text{Bq}/\text{m}^3$  或土壤表面氡析出率测定结果平均值不大于  $0.02\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，且工程场地所在地点不存在地质断裂构造，可不再进行土壤氡浓度测定；其他情况均应进行工程场地土壤氡浓度或土壤表面氡析出率测定。

4.2.3 当民用建筑工程场地土壤氡浓度不大于  $20000\text{Bq}/\text{m}^3$  或土壤表面氡析出率不大于  $0.05\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，可不采取防氡工程措施。

4.2.4 当民用建筑工程场地土壤氡浓度测定结果大于  $20000\text{Bq}/\text{m}^3$  且小于  $30000\text{Bq}/\text{m}^3$ ，或土壤表面氡析出率大于  $0.05\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  且小于  $0.1\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，应采取建筑物底层地面抗开裂措施。

4.2.5 当民用建筑工程场地土壤氡浓度测定结果大于或等于  $30000\text{Bq}/\text{m}^3$  且小于  $50000\text{Bq}/\text{m}^3$ ，或土壤表面氡析出率大于或等于  $0.1\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  且小于  $0.3\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，除采取建筑物内底层地面抗开裂措施外，还必须按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB50108 中的一级防水要求，对基础进行处理。

4.2.6 当民用建筑工程场地土壤氡浓度测定结果大于或等于  $50000\text{Bq}/\text{m}^3$ ，或土壤表面氡析出率大于或等于  $0.3\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，除采取本规范 4.2.5 条防氡处理措施外，还应按照国家标准《新建低层住宅建筑设计与施工中氡控制导则》

GB/T17785—1999 的有关规定，采取综合建筑构造防氡措施。

4.2.7 当 I 类民用建筑工程场地土壤中氡浓度大于或等于  $50000\text{Bq}/\text{m}^3$ ，或土壤表面氡析出率大于或等于  $0.3\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，应进行工程场地土壤中的镭-226、钍-232、钾-40 比活度测定。当测定结果表明内照射指数 ( $I_{\text{Ra}}$ ) 大于 1.0 或外照射指数 ( $I_{\text{r}}$ ) 大于 1.3 时，工程场地土壤不得作为工程回填土使用。

4.2.8 民用建筑工程场地土壤中氡浓度测定方法及土壤表面氡析出率测定方法应按本规范附录 D 进行。

【条文说明】(4.2.2-4.2.8)2003 年~2004 年建设部出面组织了全国土壤氡概况调查，利用国内几十年积累的放射性航空遥测资料，进行了约 500 万平方公里的国土面积的土壤氡浓度推算，得出全国土壤氡浓度的平均值为  $7300\text{Bq}/\text{m}^3$ 。并粗略推算出了全国 144 个重点城市的平均土壤氡浓度(注：由于多方面原因，这些推算结果不可作为工程勘察设计阶段，在决定是否进行工地土壤氡浓度测定时，判定该城市土壤氡浓度平均值的依据)，首次编制了中国土壤氡浓度背景概略图(1:800 万)。与此同时，在统一方案下，运用了多种检测方法，严格质量保证措施，开展了 18 个城市的土壤氡实地调查(连同过去的共 20 个城市)，所取得的数据具有较高的可信度，并与航测研究结果进行了比较研究，两方面结果大体一致。全国土壤氡水平调查结果表明，大于  $10000\text{Bq}/\text{m}^3$  的城市约占被调查城市总数的约 20%。

民用建筑工程在工程勘察设计阶段可根据建筑工程所在城市区域土壤氡调查资料，结合本规范的要求，确定是否采取防氡措施。当地土壤氡浓度实测平均值较低(不大于  $10000\text{Bq}/\text{m}^3$ )、且工程地点无地质断裂构造时，土壤氡对工程的影响不大，工程可不进行土壤氡浓度测定。当已知当地土壤氡浓度实测平均值较高(大于  $10000\text{Bq}/\text{m}^3$ )或工程地点有地质断裂构造时，工程仍需要进行土壤氡浓度测定。土壤氡浓度不大于  $20000\text{Bq}/\text{m}^3$  时或土壤表面氡析出率不大于  $0.05\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  时，工程设计中可不采取防氡工程措施。

一般情况下，民用建筑工程地点的土壤氡测定目的在于发现土壤氡浓度的异常点。本规范中所提出的几个档次土壤氡浓度限量值( $10000\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $20000\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $30000\text{Bq}/\text{m}^3$ 、 $50000\text{Bq}/\text{m}^3$ )考虑了以下因素：

1. 从郑州市 1996 年所做的土壤氡调查中，发现土壤氡浓度达到  $15000\text{Bq}/\text{m}^3$

m<sup>3</sup>上下时,该地点地面建筑物室内氡浓度接近国家标准限量值;土壤氡浓度达到25000Bq/m<sup>3</sup>上下时,该地点地面建筑物室内氡浓度明显超过国家标准限量值。我国部分地方的调查资料显示,当土壤氡浓度达到50000Bq/m<sup>3</sup>上下时,室内氡超标问题已经突出。从这些材料出发,考虑到不同防氡措施的不同难度,将采取不同防氡措施的土壤氡浓度极限值分别定在20000Bq/m<sup>3</sup>、30000Bq/m<sup>3</sup>、50000Bq/m<sup>3</sup>。

2. 在一般数理统计中,可以认为偏离平均值(7300 Bq/m<sup>3</sup>)2倍(即14600 Bq/m<sup>3</sup>,取整数10000 Bq/m<sup>3</sup>)为超常,3倍(即21900Bq/m<sup>3</sup>,取整数20000 Bq/m<sup>3</sup>)为更超常,作为确认土壤氡明显高出临界点,符合数据处理的惯例。

3. 参考了美国对土壤氡潜在性危害性的分级:1级为小于9250 Bq/m<sup>3</sup>,2级为(9250~18500)Bq/m<sup>3</sup>,3级为(18500~27750) Bq/m<sup>3</sup>,4级为大于27750Bq/m<sup>3</sup>。

4. 参考了瑞典的经验:高于50000Bq/m<sup>3</sup>的地区定为“高危险地区”,并要求加厚加固混凝土地基和地基下通风结构。本规范将必须采取严格防氡措施的土壤氡浓度极限值定为50000Bq/m<sup>3</sup>。

5. 参考了俄罗斯的经验:他们将45年内积累的1亿8千万个氡测量原始数据,以5×10<sup>4</sup> Bq/m<sup>3</sup>为基线,圈出全国氡危害草图。经比例尺逐步放大后发现,几乎所有大范围的室内高氡均落在5×10<sup>4</sup> Bq/m<sup>3</sup>等值线内,说明50000 Bq/m<sup>3</sup>应是土壤(岩石)气氡可能造成室内超标氡的限量值。

大量资料表明,土壤氡来自土壤本身和深层的地质断裂构造两方面,因此,当土壤氡浓度高到一定程度时,须分清两者的作用大小,此时进行土壤天然放射性核素测定是必要的。对于I类民用建筑工程而言,当土壤的放射性内照射指数(I<sub>Ra</sub>)大于1.0或外照射指数(I<sub>r</sub>)大于1.3时,原土再作为回填土已不合适,也没有必要继续使用,而采取更换回填土的办法,简便易行,有利于降低工程成本。也就是说,I类民用建筑工程要求采用放射性内照射指数(I<sub>Ra</sub>)不大于1.0、外照射指数(I<sub>r</sub>)不大于1.3的土壤作为回填土使用。

土壤氡水平高时,为阻止氡气通道,可以采取多种工程措施,但比较起来,采取地下防水工程的处理方式最好,因为这样既可以防氡,又可以防止地下水,事半功倍,降低成本。况且,地下防水工程措施有成熟的经验,可以做得很好。

只是土壤氡浓度特别高时，才要求采取综合的防氡工程措施。在实施防氡基础工程措施时，要加强土壤氡泄露监督，保证工程质量。

我国南方部分地区地下水位浅(特别是多雨季节)难以进行土壤氡浓度测量。有些地方土壤层很薄，基层全为石头，同样难以进行土壤氡浓度测量。这种情况下，可以使用测量氡析出率的办法了解地下氡的析出情况。实际上，对室内影响的大小决定于土壤氡的析出率。

我国目前缺少土壤表面氡析出率方面的深入研究，本规范中所列氡析出率方面的限量值及与土壤氡浓度值的对应关系均是粗略研究结果。待今后积累更多资料后，将进一步修改完善。

本规范第 4.2.2 条所说“区域性测定”，系指某城市、某开发区等城市区域性土壤氡水平实测调查，由于这项工作涉及建设、规划、国土等部门，是一项基础性科研工作，因此，宜专门立项，组织相关技术人员参加，最后调查成果应经过科技鉴定并发表，以保证其权威性。

本规范所说“民用建筑工程场地土壤氡测定”系指建筑物单体所在建筑场地的土壤氡浓度测定。

### 4.3 材料选择

4.3.1 I 类民用建筑工程室内装修采用的无机非金属装修材料必须为 A 类。

【条文说明】按照本规范 3.1.1 条的规定，无论是 I 类或 II 类民用建筑工程，使用的无机非金属建筑主体材料均必须符合表 3.1.1 的要求。对 I 类民用建筑工程严格要求是必要的，因此，I 类民用建筑只允许采用 A 类无机非金属建筑装修材料。

4.3.7 民用建筑工程室内装修时，不应采用 107 胶粘剂等聚乙烯醇缩甲醛胶粘剂。

4.3.10 民用建筑工程室内装修中所使用的木地板及其他木质材料，严禁采用沥青、煤焦油类防腐、防潮处理剂。

4.3.11 民用建筑工程中所使用的能释放氨的阻燃剂、混凝土外加剂，氨的释放量不应大于 0.1%，测定方法应符合现行国家标准《混凝土外加剂中释放氨的限量》GB18588 的规定；

能释放甲醛的混凝土外加剂，其游离甲醛含量不应大于 0.5g/kg，测定方法

应符合国家标准《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》GB18582—2001附录B的规定。

【条文说明】混凝土外加剂中的防冻剂采用能挥发氨气的氨水、尿素、硝酸铵等后，建筑物内氨气严重污染的情况将会发生，有关部门已规定不允许使用这类防冻剂。但同样可能释放出氨气的织物和木材用阻燃剂却未引起大家足够重视，随着室内建筑装饰防火水平的提高，有必要预防可能出现的室内阻燃剂挥发氨气造成的污染。

在市场调查中发现，许多混凝土外加剂(减水剂)的主要成分是芳香族磺酸盐与甲醛的缩合物，若合成工艺控制不当，产品很容易大量释放甲醛，造成室内空气中甲醛的污染。因此，能释放甲醛的混凝土外加剂(减水剂)应对其游离甲醛含量进行控制。

## 5 工程施工

### 5.2 材料进场检验

5.2.2 民用建筑工程室内饰面采用的天然花岗岩石材或瓷质砖使用面积大于200 m<sup>2</sup>时，应对不同产品、不同批次材料分别进行放射性指标复验。

5.2.4 民用建筑工程室内装修中采用的某一种人造木板或饰面人造木板面积大于500 m<sup>2</sup>时，应对不同产品、不同批次材料的游离甲醛含量或游离甲醛释放量分别进行复验。

5.2.5 民用建筑工程室内装修中所采用的水性涂料、水性胶粘剂、水性处理剂必须有同批次产品的挥发性有机化合物(VOC<sub>s</sub>)和游离甲醛含量检测报告；溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂必须有同批次产品的挥发性有机化合物(VOC<sub>s</sub>)、苯、游离甲苯二异氰酸酯(TDI)(聚氨酯类)含量检测报告，并应符合设计要求和本规范的规定。

## 6 验收

6.0.4 民用建筑工程验收时，必须进行室内环境污染物浓度检测。检测结果应符合表6.0.4的规定。

表 6.0.4 民用建筑工程室内环境污染物浓度限量

污染物	I类民用建筑工程	II类民用建筑工程
氡(Bq/m <sup>3</sup> )	≤200	≤400
甲醛(mg/m <sup>3</sup> )	≤0.08	≤0.12

苯 (mg/m <sup>3</sup> )	≤0.09	≤0.09
氨 (mg/m <sup>3</sup> )	≤0.2	≤0.5
TVOC(mg/m <sup>3</sup> )	≤0.5	≤0.6

注 1 表中污染物浓度限量，除氨外均应以同步测定的室外上风向空气相应值为空白值。

2 表中污染物浓度测量值的极限值判定，采用全数值比较法。

### 6.0.5 【条文说明】

氨浓度的测定方法不限定于国家标准《环境空气中氨的标准测量方法》GB 14582—1993 中的四种，但方法必须满足技术要求。

对于民用建筑工程的验收检测来说，目的在于发现室内氨浓度的异常值，即发现是否有超标情况，因此，当发现检测值接近或超过国家规定的限量值时，有必要进一步确认，以便准确地作出结论。例如，在实际验收检测工作中，出于方法灵敏度原因，《环境空气中氨的标准测量方法》GB / T14582—93 要求，径迹刻蚀法的布放时间应不少于 30 天，活性炭盒法的样品布放时间 3~7 天，并应进行湿度修正等。对于使用连续氨检测仪的情况，在被测房间对外门窗关闭 24h 后，取样检测时间保证大于仪器的读数响应时间是需要的(一般连续氨检测仪的读数响应时间在 45min 左右)。如发现检测值接近或超过国家规定的限量值时，为进一步确认，保证测量结果的不确定度不大于 25%，检测时间可根据情况延长，例如，设定为断续或连续 24h、48h 或更长。其他瞬时检测方法(如闪烁瓶法、双滤膜法、气球法等)在进行确认时，检测时间也可根据情况设定为断续 24h、48h 或更长。人员进出房间取样时，开关门的时间要尽可能短，取样点离开门窗的距离要适当远一点。

6.0.7 民用建筑工程室内空气中甲醛检测，也可采用现场检测方法，测量结果在 0~0.60mg/m<sup>3</sup> 测定范围内的不确定度应小于或等于 25%。当发生争议时，应以《公共场所卫生标准检验方法》GB/T18204.26—2000 中酚试剂分光光度法的测定结果为准。

【条文说明】本规范要求，民用建筑工程室内空气中甲醛检测，也可采用现场检测方法，测量结果在 0~0.60 mg/m<sup>3</sup> 测量范围内的不确定度应小于或等于 25%。这里所说的“不确定度应小于或等于 25%”指仪器的测定值与标准值(标准气体定值或标准方法测定值)相比较，总不确定度≤25%。

6.0.8 民用建筑工程室内空气中苯的检测方法，应符合本规范附录 B 的规定。

【条文说明】参照国家标准 GB / T11737—89《居住区大气中苯、甲苯和二甲苯卫生检验标准方法气相色谱法》，并进行了改进，设立附录 B。

6.0.13 民用建筑工程验收时，室内环境污染物浓度检测点数应按表 6.0.13 设置：

表 6.0.13 室内环境污染物浓度检测点数设置

房间使用面积，m <sup>2</sup>	检测点数，个
<50	1
≥50 且 <100	2
≥100 且 <500	不少于 3
≥500 且 <1000	不少于 5
≥1000 且 <3000	不少于 6
≥3000	不少于 9

【条文说明】本规范修改前，房间使用面积大于 100 m<sup>2</sup>时，笼统要求设 3~5 个测量点，可操作性差。随着房间面积增加，测量点数适当增加是必要的，但不宜无限增加，据此对条文进行了修改，增加了可操作性。

6.0.16 民用建筑工程室内环境中甲醛、苯、氨、总挥发性有机化合物（TVOC）浓度检测时，对采用集中空调的民用建筑工程，应在空调正常运转的条件下进行；对采用自然通风的民用建筑工程，检测应在对外门窗关闭 1 h 后进行。

在对甲醛、氨、苯、TVOC 取样检测时，装饰装修工程中完成的固定式家具，应保持正常使用状态。

【条文说明】室内通风换气是建筑正常使用的必要条件，欧洲、美国标准和本规范均规定模拟室内环境测试舱测定人造木板等挥发有机化合物时标准舱内换气次数为 1.0 次/h，国家行业标准《夏热冬冷地区居住建筑节能设计规范》JGJ134—2001 规定居住建筑冬季采暖和夏季空调室内换气次数为 1.0 次 / h，并以此来设计确定室内温度和其他指标。由于采用自然通风换气的民用建筑工程受门窗开闭大小、天气等影响变化很大，换气率难以确定，因此本规范规定将充分换气的敞开门窗关闭 1h 后进行检测，1h 甲醛等挥发性有机化合物的累积浓度接近每小时换气 1 次的平衡浓度，而且在关闭门窗的条件下检测可避免室外环境变化的影响。采用集中空调的民用建筑工程，其通风换气设计有相应的规定，通风换气在空调正常运转的条件下才能实现，在此平衡条件下检测，才能得到真实的室内氡浓度及甲醛等挥发性有机化合物浓度的数据。

门窗的关闭指自然关闭状态，不是指刻意采取的严格密封措施。当发生争议时，对外门窗关闭时间以 1h 为准。在对甲醛、氨、苯、TVOC 取样检测时，装饰装修工程中完成的固定式家具(如固定身柜、台、床等)，应保持正常使用状态(如家具门正常关闭等)。

**6.0.19** 当室内环境污染物浓度检测结果不符合本规范的规定时，应查找原因并采取措施进行处理，并可对不合格项进行再次检测。再次检测时，抽检数量应增加 1 倍，并应包含同类型房间及原不合格房间。再次检测结果全部符合本规范的规定时，应判定为室内环境质量合格。

### 附录 A 环境测试舱法测定材料中游离甲醛释放量

#### A.0.6 游离甲醛释放量测定——乙酰丙酮分光光度法：

1 所用仪器、试剂配制应符合《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T17657—1999 的规定；

2 空气抽样系统包括：抽样管、2 个 100mL 的吸收瓶、硅胶干燥器、气体抽样泵、气体流量计、气体计量表；

3 校准曲线和校准曲线斜率的确定，应符合《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T17657—1999 的规定；

4 测定：从 2 个吸收瓶中各取 10.0mL 分别移入 50.0mL 具塞三角烧瓶中，再加入 10.0mL 乙酰丙酮溶液和 10.0mL 乙酸铵溶液，摇匀，上塞，然后分别放至 40℃的水浴中加热 15min，再将溶液静置暗处冷却至室温（约 1h）。用分光光度法在 412nm 处测定吸光度，同时做试剂空白；

5 计算：吸收液的吸光度测定值与空白值之差乘以校正曲线的斜率，再乘以吸收液的体积，即为每个吸收瓶中的甲醛量。2 个吸收瓶的甲醛量相加，即得甲醛的总量。甲醛总量除以抽取空气的体积，即得每立方米空气中的甲醛量，以 mg/m<sup>3</sup> 表示。空气样品的体积应通过气体方程式校正到 23℃时的体积。

### 附录 B 室内空气中苯的测定

#### B.0.1 原理

本测定方法主要依据 GB/T11737《居住区大气中苯、甲苯和二甲苯卫生检验标准方法气相色谱法》。

空气中苯用活性炭管采集，然后经热解吸或二硫化碳提取，用气相色谱法分析，以保留时间定性，峰高定量。

### **B. 0.2 仪器及设备**

1 采样器——采样过程中流量稳定，流量范围 0.1~0.5L/min。

2 热解吸装置——能对吸附管进行热解吸，解吸温度、载气流速可调。

3 气相色谱仪——配备氢火焰离子化检测器。

4 色谱柱——毛细管柱或填充柱。毛细管柱长 30~50m，内径 0.53mm 或 0.32mm 石英柱，内涂覆二甲基聚硅氧烷或其他非极性材料；填充柱长 2m、内径 4mm 不锈钢柱，内填充聚乙二醇 6000—6201 担体（5：100）固定相。

5 注射器——1 μL、10 μL、1mL、100mL 注射器若干个。

6 电热恒温箱——适用 B. 0.5 热解吸后手工进样的气相色谱法，可保持 60℃恒温。

### **B. 0.3 试剂和材料**

1 活性炭吸附管——内装 100mg 椰子壳活性炭吸附剂的玻璃管或内壁光滑的不锈钢管，使用前应通氮气加热活化，活化温度为 300~350℃，活化时间不少于 10min，活化至无杂质峰。

2 标准品——苯标准溶液或标准气体。

3 载气——氮气（纯度不小于 99.999%）。

### **B. 0.4 采样**

应在采样地点打开吸附管，与空气采样器入气口垂直连接，调节流量在 0.3~0.5L/min 的范围内，用皂膜流量计校准采样系统的流量，采集约 10L 空气，记录采样时间、采样流量、温度和大气压。

采样后，取下吸附管，密封吸附管的两端，做好标识，放入可密封的金属或玻璃容器中。样品可保存 5d。

注：采集室外空气空白样品，应与采集室内空气样品同步进行，地点宜选择在室处上风向处。

### **B. 0.5 气相色谱法**

色谱分析条件可选用以下推荐值，也可根据实验室条件制定最佳分析条件：

填充柱温度——90℃或毛细管柱温度——60℃；

检测室温度——150℃；

汽化室温度——150℃；

载气——氮气，50mL/min。

根据实际情况可以选用热解吸气相色谱法或二硫化碳提取气相色谱法其中的一种：

方法一：热解吸气相色谱法

标准系列：准确抽取浓度约 1mg/m<sup>3</sup> 的标准气体 100mL、200mL、400mL、1L、2L 通过吸附管，用热解吸气相色谱法分析吸附管标准系列，以苯的含量（ $\mu\text{g}$ ）为横坐标，峰高为纵坐标，分别绘制标准曲线。

1) 热解吸直接进样的气相色谱法

将吸附管置于热解吸直接进样装置中，350℃解吸后，解吸气体直接由进样阀进入气相色谱仪，进行色谱分析，以保留时间定性、峰高定量。

2) 热解吸后手工进样的气相色谱法

将吸附管置于热解吸装置中，与 100mL 注射器（经 60℃预热）相连，用氮气以 50mL/min 的速度于 350℃下解吸，解吸体积为 50~100mL，于 60℃平衡 30min，取 1mL 平衡后的气体注入气相色谱仪，进行色谱分析，以保留时间定性、峰高定量。

样品分析：每支样品吸附管及未采样管，按标准系列相同的热解吸气相色谱分析方法进行分析，以保留时间定性、峰高定量。

方法二：二硫化碳提取气相色谱法

标准系列：取含量为 0.1  $\mu\text{g/mL}$ 、0.5  $\mu\text{g/mL}$ 、1.0  $\mu\text{g/mL}$ 、2.0  $\mu\text{g/mL}$  的标准溶液，取 1  $\mu\text{L}$  注入气相色谱仪进行分析，用保留时间定性、峰高定量，以苯的含量（ $\mu\text{g/mL}$ ）为横坐标，峰高为纵坐标，绘制标准曲线。

样品分析：将活性炭倒入具塞刻度试管中，加 1.0mL 二硫化碳，塞紧管塞，放置 1h，并不时振摇，取 1  $\mu\text{L}$  注入气相色谱仪进行分析，用保留时间定性、峰高定量。

## B.0.6 计算

1 所采空气样品中苯的浓度，应按下式计算：

$$c = \frac{m_i - m_0}{V} \quad (\text{B.0.6-1})$$

式中  $C$ ——所采空气样品中苯浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )；

$m_i$ ——样品管中苯的量 ( $\mu\text{g}$ )；

$m_0$ ——未采样管中苯的量 ( $\mu\text{g}$ )；

$V$ ——空气采样体积 (L)。

2 空气样品中苯的浓度，应按下式换算成标准状态下的浓度：

$$C_c = c \times \frac{101}{p} \times \frac{t + 273}{273} \quad (\text{B.0.6-2})$$

式中  $C_c$ ——标准状态下所采空气样品中苯的浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )；

$p$ ——采样时采样点的大气压力 (kPa)；

$t$ ——采样时采样点的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

注：当与挥发性有机化合物有相同或几乎相同的保留时间的组分干扰测定时，宜通过选择适当的气相色谱柱，或调节分析系统的条件，将干扰减到最低。

【条文说明】本附录参考了 CB / T11737-89《居住区大气中苯、甲苯和二甲苯卫生检验标准方法 气相色谱法》，但有所修改：1. 可以使用毛细柱或填充柱；2. 可以热解吸后手工进样或热解吸后直接进样。与热解吸后手工进样的气相色谱法和二硫化碳提取气相色谱法相比，直接进样简化了操作步骤，降低了系统误差，大大提高了方法的灵敏度，同时可以减少操作过程中空气污染对实验人员的危害。3. 所做标准曲线(标准系列)所涵盖的苯浓度范围适中(标准曲线范围相当于取样 IOL 所对应的空气中苯浓度范围：0.01~0.20  $\text{mg}/\text{m}^3$ ，“规范”规定的空气中苯浓度限量为 0.09  $\text{mg}/\text{m}^3$ )。

## 附录 C 溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂中挥发性有机化合物 ( $\text{VOC}_s$ )、苯含量测定

### C.1 溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂中挥发性有机化合物 ( $\text{VOC}_s$ ) 含量测定

C.1.1 溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂应分别测定其挥发物的含量及密度，并计算挥发性有机化合物 ( $\text{VOC}_s$ ) 的含量。

C.1.4 样品中  $\text{VOC}_s$  的含量，应按下式计算：

$$C_{\text{voc}_s} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega_1} \times \rho_s \times 1000$$

式中  $C_{\text{voc}_s}$ ——样品中挥发性有机化合物含量 (g/L);

$\omega_1$ ——加热前样品质量 (g);

$\omega_2$ ——加热后样品质量 (g);

$\rho_s$ ——样品在 23℃ 时的密度 (g/mL)。

## C. 2 溶剂型涂料、溶剂型胶粘剂中苯含量测定

### C. 2.1 仪器及设备

- 1 气相色谱仪——带氢火焰离子化检测器;
- 2 毛细管柱——长 30~50m, 内径 0.32mm 或 0.53mm 石英柱, 内涂覆二甲基聚硅氧烷, 膜厚 1~5  $\mu\text{m}$ , 柱操作条件为程序升温 50~250℃, 初始温度为 50℃, 保持 10min, 升温速度 10~20℃/min, 至 250℃, 保持 2min;
- 3 载气——氮气 (纯度不小于 99.99%);
- 4 顶空瓶——10mL、20mL 或 60mL;
- 5 恒温箱;
- 6 定量滤纸条——20mm×70mm;
- 7 注射器——1  $\mu\text{L}$ 、10  $\mu\text{L}$ 、1mL 若干个。

### C. 2.2 样品测定

1 标样制备: 取 5 只顶空瓶, 将滤纸条放入顶空瓶后, 应密封, 用微量注射器吸取苯 0  $\mu\text{L}$ 、0.40  $\mu\text{L}$ 、0.80  $\mu\text{L}$ 、1.20  $\mu\text{L}$ 、2.20  $\mu\text{L}$ 、注射在瓶内的滤纸条上, 含苯分别为 0mg、0.351mg、0.703mg、1.054mg、1.933mg。

注: 苯为色谱纯, 20℃ 时 1  $\mu\text{L}$  苯重 0.8787mg。

2 样品制备: 取装有滤纸条的顶空瓶称重, 精确到 0.0001g, 应将样品 (约 0.2g) 涂在滤纸条上, 密封后称重, 精确到 0.0001g, 两次称重的差值为样品质量。

3 将上述标准品系列及样品, 置于 40℃ 恒温箱中平衡 4h, 并取 0.20mL 顶空气作气相色谱分析, 记录峰面积。

4 应以峰面积为纵坐标, 以苯质量为横坐标, 绘制标准曲线图。

5 应从标准曲线上查得样品中苯的质量。

【条文说明】本附录参考了 ISO 11890—1 《Paints and varnishes—

Determination of volatile organic compound (VOC) content—Part 1: Difference method》的原理及方法。

原理是：当样品准备后，先测定不挥发物质含量及密度，再通过公式计算出样品中  $\text{VOC}_s$  的含量。

不挥发物质含量测定，采用了国家标准《色漆和清漆挥发物和不挥发物的测定》GB / T6751—86，该标准所采用方法与 ISO11890—1 所推荐的方法相一致。

密度测定采用国家标准《色漆和清漆——密度的测定》GB6750—86，与 ISO 11890—1 推荐的方法相一致。

## 附录 D 土壤中氡浓度及土壤表面氡析出率测定

### D.1 土壤中氡浓度测定

D.1.1 一般原则：土壤中氡浓度测量的关键是如何采集土壤中的空气。土壤中氡气的浓度一般大于数百  $\text{Bq}/\text{m}^3$ ，这样高的氡浓度的测量可以采用电离室法、静电收集法、闪烁瓶法、金硅面垒型探测器等方法进行测量。

D.1.2 测试仪器性能指标要求：

工作条件：温度： $-10\sim 40^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 90\%$ ；

不确定度： $\leq 20\%$ ；

探测下限： $\leq 400 \text{ Bq}/\text{m}^3$ 。

D.1.3 测量区域范围应与工程地质勘察范围相同。

D.1.4 在工程地质勘察范围内布点时，应以间距 10m 作网格，各网格点即为测试点（当遇较大石块时，可偏离 $\pm 2\text{m}$ ），但布点数不应少于 16 个。布点位置应覆盖基础工程范围。

D.1.5 在每个测试点，应采用专用钢钎打孔。孔的直径宜为  $20\sim 40\text{mm}$ ，孔的深度宜为  $500\sim 800\text{mm}$ 。

D.1.6 成孔后，应使用头部有气孔的特制的取样器，插入打好的孔中，取样器在靠近地表处应进行密闭，避免大气渗入孔中，然后进行抽气。正式现场取样测试前，应通过一系列不同抽气次数的实验，确定最佳抽气次数。

D.1.7 所采集土壤间隙中的空气样品，宜采用静电收集法、电离室法或闪烁瓶法、金硅面垒型探测器等测定现场土壤氡浓度。

D. 1. 8 取样测试时间宜在 8:00~18:00 之间, 现场取样测试工作不应在雨天进行, 如遇雨天, 应在雨后 24h 后进行。

D. 1. 9 现场测试应有记录, 记录内容包括: 测试点布设图, 成孔点土壤类别, 现场地表状况描述, 测试前 24h 以内工程地点的气象状况等。

D. 1. 10 地表土壤氡浓度测试报告的内容应包括: 取样测试过程描述、测试方法、土壤氡浓度测试结果等。

## D. 2 土壤表面氡析出率测定

### D. 2. 1 仪器设备

土壤表面氡析出率测量所需仪器设备包括取样设备、测量设备。取样设备的形状为盆状, 工作原理分为被动收集型和主动抽气采集型两种。现场测量设备须满足以下工作条件要求:

温度:  $-10\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;

相对湿度:  $\leq 90\%$ ;

不确定度:  $\leq 20\%$ ;

探测下限:  $\leq 0.01\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 。

### D. 2. 2 测量步骤

按照“D1 土壤中氡浓度测定”的要求, 首先在建筑场地按  $20\text{m}\times 20\text{m}$  网格点布点, 网格点交叉处进行土壤氡析出率测量。

测量时, 须清扫采样点地面, 去除腐殖质、杂草及石块, 把取样器扣在平整后的地面上, 并用泥土对取样器周围进行密封, 防止漏气, 准备就绪后, 开始测量并开始计时 (t)。

土壤表面氡析出率测量过程中, 应注意控制下列几个环节:

(1) 使用聚集罩时, 罩口与介质表面的接缝处应当封堵, 避免罩内氡向罩外扩散 (一般情况下, 可在罩沿周边培一圈泥土, 即可满足要求)。对于从罩内抽取空气测量的仪器类型来说, 必须更加注意。

(2) 被测介质表面应平整, 保证各个测量点测量过程中罩内空间的体积不出现明显变化。

(3) 测量的聚集时间等参数应与仪器测量灵敏度相适应, 以保证足够的测量准确度。

(4) 测量应在无风或微风条件下进行。

### D. 2.3 结果计算（使用聚集罩情况）

用下述公式求被测地面的氡析出率：

$$R = \frac{N_t V}{A t} \quad (\text{D. 2.3})$$

式中  $R$ ——土壤表面氡析出率 ( $\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ )；

$N_t$ —— $t$  时刻测得的罩内氡浓度 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )；

$V$ ——聚集罩与介质表面所围住的空气体积 ( $\text{m}^3$ )；

$A$ ——聚集罩所罩住的介质表面的面积 ( $\text{m}^2$ )；

$t$ ——测量经历的时间 ( $\text{s}$ )。

## D. 3 城市区域性土壤氡水平调查方法

### D. 3.1 测点布置

在城市区域按  $2\text{km} \times 2\text{km}$  网格布置测点，部分中小城市可以按  $1\text{km} \times 1\text{km}$  网格布置测点。因地形、建筑等原因测点位置可以偏移，但最好不超过  $200\text{m}$ 。

每个城市测点数量在 100 个左右。

尽量使用  $1:5$  万~ $1:10$  万（或更大比例尺）地形（地质）图和全球卫星定位仪（GPS），确定测点位置并在图上标注。

### D. 3.2 调查方法

调查前应制订方案，准备好测量仪器和其他工具。仪器在使用前必须进行标定，如使用两台或两台以上仪器进行调查，最好所用仪器同时进行标定，以保证仪器量值的一致性。

测点定位：调查测点位置用 GPS 定位，同时对地理位置进行简要描述。

测量深度：调查打孔深度统一定为  $500 \sim 800\text{mm}$ ，孔径  $20 \sim 40\text{mm}$ 。

测量次数每一测点应重复测量 3 次，以算术平均值作为该点的氡浓度。（或每一测点在  $3 \text{ m}^2$  范围内打三个孔，每孔测一次求平均值）。

其他测量要求（如天气）和测量过程中需记录的事项按本附录 D1 执行。

### D. 3.3 调查的质量保证

仪器使用前应按仪器说明书检查仪器稳定性（如测量标准  $\alpha$  源、电路自检等方法）。

使用两台以上的仪器工作时应检查仪器的一致性,一般两台仪器测量结果的相对标准偏差应小于 25%。

应挑选 10%左右测点进行复查测量,复查测量结果应一并反映在测量原始数据表中。

#### D.3.4 测量报告

城市区域土壤氡调查报告的主要内容应包括:

1. 城市地质概况、放射性本底概况、土壤概况;
2. 测点布置说明及测点分布图;
3. 测量仪器、方法介绍;
4. 测量过程描述;
5. 测量结果。包括原始数据、平均值、标准偏差等,如有可能绘制城市土壤氡浓度等值线图。
6. 测量结果的质量评价(仪器的日常稳定性检查、仪器的标定和比对工作、仪器的质量监控图制作)。

**【条文说明】**本附录参照了原核工业部地质探矿时的有关规定。

通过测量土壤中的氡气探知地下矿床,是一种经典的探矿方法。土壤中氡测量仪器,需在野外作业,对温湿度环境条件要求较高。

由于土壤中氡含量一般较高,数量级一般在数千  $\text{Bq} / \text{m}^3$  水平,因此对仪器灵敏度不必提出过高要求(实际上不大于  $400 \text{ Bq} / \text{m}^3$  的灵敏度已经够了)。

取样器深入建筑场地地表土壤的深度太深,将加大测试工作的难度,也不太必要;太浅,土壤中氡含量易受大气环境影响,不足以反映深部情况。参照地质探矿的经验,一般情况下,取  $500 \sim 800 \text{mm}$  较为适宜。考虑到采样气体体积的需要,采样孔径的直径也不宜太大,以  $20 \sim 40 \text{mm}$  较为适宜。

土壤表面氡析出率的测量方法,通常采用聚集罩积累被测介质析出的氡,然后进行氡浓度测量。将聚集罩罩在地面上,土壤中析出的氡即在罩内积累,氡的半衰期较长(3.82d),在数小罩内氡积累量与时间成正比。

氡积累的时间段内的任意两个时刻测定罩内的氡量(即氡析出量),可用下述公式计算:

$$R = \frac{(N_{t_2} - N_{t_1})}{A \cdot \Delta t} \times V \quad (1)$$

式中  $R$ ——氡析出率 ( $\text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ );

$N_{t_1}$ 、 $N_{t_2}$ ——分别为  $t_1$ 、 $t_2$ 时刻测得的罩内氡浓度 ( $\text{Bq} / \text{m}^3$ );

$V$ ——聚集罩与介质表面所围住的空气体积 ( $\text{m}^3$ );

$A$ ——聚集罩所罩住的介质表面的面积 ( $\text{m}^2$ )

$\Delta t$  ——两个测量时刻之间的时间间隔, 即  $t_1 - t_2$  (s)。

对土壤表面氡析出率测量来说, 在聚集罩开始罩着被测地面时, 罩内空气的氡浓度可忽略不计(可视为零), 这是因为野外空气中的氡浓度一般为几个  $\text{Bq} / \text{m}^3$ , 因此, 可以将上面的公式中的  $N_{t_1}$  设为零, 不会给测量结果带来明显影响。

这样, 公式可简化为:

$$R = \frac{N_{t_2}}{A \cdot \Delta t} \times V \quad (2)$$

关于本规范中提出的氡析出率限值(即  $0.05 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $0.1 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $0.3 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$  等), 主要基于以下因素和推算:

1 根据有关资料, 不同土壤的地表氡析出率平均值约为  $0.016 \text{Bq} / \text{m}^2$ , 它是地面以上空气中氡的来源。

2 100m 以下的低空空气中的氡浓度变化范围在  $1 \sim 10 \text{Bq} / \text{m}^3$  之间, 约为  $6 \text{Bq} / \text{m}^3$  左右。

3 在建筑物中, 土壤的地表析出的氡主要影响建筑物内的低层(如 1、2、3 楼即 10m 以下)。

据此可以估计出, 在无建筑物地基阻挡的情况下, 当土壤表面氡析出率为  $0.016 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$  时, 室内氡浓度可能达到  $60 \text{Bq} / \text{m}^3$ 。

本规范对 I 类民用建筑工程规定的室内氡浓度限量为  $200 \text{Bq} / \text{m}^3$ , 也就是说, 当土壤表面氡析出率大于  $0.05 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$  时(即  $0.016 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$  的 3 倍以上), 可能发生室内氡超标。

其他土壤表面氡析出率限量值( $0.1 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ 、 $0.3 \text{Bq} / \text{m}^2 \cdot \text{s}$ )基本参照土壤氡浓度限量值, 成比例扩大。

## 附录 E 室内空气中总挥发性有机化合物 (TVOC) 的测定

### E.0.1 原理

用 Tenax TA 吸附管采集一定体积的空气样品，空气中的挥发性有机化合物保留在吸附管中，通过热解吸装置加热吸附管得到挥发性有机化合物的解吸气体，将其注入气相色谱仪，进行色谱分析，以保留时间定性，峰面积定量。

#### **E. 0.2 仪器及设备**

1 采样器——空气采样过程中流量稳定，流量范围 0.1~0.5L/min。

2 热解吸装置——能对吸附管进行热解吸，解吸温度、载气流速可调。

3 气相色谱仪——配备氢火焰离子化检测器。

4 毛细管柱——长 30~50m，内径 0.32mm 或 0.53mm 石英柱，内涂覆二甲基聚硅氧烷，膜厚 1~5 μm，柱操作条件为程序升温 50~250℃，初始温度为 50℃，保持 10min，升温速率 5℃/min，至 250℃，保持 2min。

5 注射器——1 μL、10 μL、1mL、100mL 注射器若干个。

6 电热恒温箱——适用 E. 0.6 热解吸气相色谱法的方法二，可保持 60℃ 恒温。

#### **E. 0.3 试剂和材料**

1 Tenax-TA 吸附管——内装 200mg 粒径为 0.18~0.25mm(60~80 目)Tenax-TA 吸附剂的玻璃管或内壁光滑的不锈钢管，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 30min，活化至无杂质峰。

2 标准品——苯、甲苯、对（间）二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、乙苯、乙酸丁酯、十一烷的标准溶液或标准气体。

3 载气——氮气（纯度不小于 99.99%）。

#### **E. 0.4 采样**

应在采样地点打开吸附管，与空气采样器入气口垂直连接，调节流量在 0.1~0.4L/min 的范围内，用皂膜流量计校准采样系统的流量，采集约 1~5L 空气，记录采样时间、采样流量、温度和大气压。

采样后，取下吸附管，密封吸附管的两端，做好标记，放入可密封的金属或玻璃容器中，应尽快分析，样品最长可保存 14d。

注：采集室外空气空白样品，应与采集室内空气样品同步进行，地点宜选择在室外上风向处。

#### **E. 0.5 标准系列制备**

根据实际情况可以选用气体外标法或液体外标法。

1 气体外标法：准确抽取气体组分浓度约 1mg/m<sup>3</sup>的标准气体 100mL、200mL、400mL、1L、2L，通过吸附管，为标准系列。

2 液体外标法：取单组分含量为 0.05mg/mL、0.1mg/mL、0.5mg/mL、1.0mg/mL、2.0mg/mL 的标准溶液 1~5 μL 注入吸附管，同时用 100mL/min 的氮气通过吸附管，5min 后取下，密封，为标准系列。

#### E. 0.6 热解吸气相色谱法

根据实际情况可以选用以下方法中的一种，当发生争议时，以方法一为准：

方法一：热解吸直接进样的气相色谱法。

将吸附管置于热解吸直接进样装置中，250~325℃解吸后，解吸气体直接由进样阀快速进入气相色谱仪，进行色谱分析，以保留时间定性、峰面积定量。

方法二：热解吸后手工进样的气相色谱法。

将吸附管置于热解吸装置中，与 100mL 注射器（经 60℃预热）相连，用氮气以 50~60mL/min 的速度于 250~325℃下解吸，解吸体积为 50~100mL，于 60℃平衡 30min，取 1mL 平衡后的气体注入气相色谱仪，进行色谱分析，以保留时间定性、峰面积定量。

#### E. 0.7 标准曲线

用热解吸气相色谱法分析吸附管标准系列，以各组分的含量（μg）为横坐标，峰面积为纵坐标，分别绘制标准曲线，并计算回归方程。

#### E. 0.8 样品分析

每支样品吸附管及未采样管，按标准系列相同的热解吸气相色谱分析方法进行分析，以保留时间定性、峰面积定量。

#### E. 0.9 计算

1 所采空气样品中各组分的浓度，应按下式计算：

$$c_m = \frac{m_i - m_0}{V} \quad (\text{E. 0.9-1})$$

式中  $c_m$ ——所采空气样品中 i 组分浓度 (mg/m<sup>3</sup>)；

$m_i$ ——样品管中 i 组分的量 (μg)；

$m_0$ ——未采样管中 i 组分的量 (μg)；

$V$ ——空气采样体积 (L)。

2 空气样品中各组的浓度，应按下列式换算成标准状态下的浓度：

$$c_i = c_m \times \frac{101}{p} \times \frac{t+273}{273} \quad (\text{E. 0. 9-2})$$

式中  $c_i$ ——标准状态下所采空气样品中  $i$  组分的浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )；

$p$ ——采样时采样点的大气压力 (kPa)；

$t$ ——采样时采样点的温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

3 应按下列式计算所采空气样品中总挥发性有机化合物 (TVOC) 的浓度：

$$C_{\text{TVOC}} = \sum_{i=1}^{i=n} c_i \quad (\text{E. 0. 9-3})$$

式中  $C_{\text{TVOC}}$ ——标准状态下所采空气样品中总挥发性有机化合物 (TVOC) 的浓度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )。

注：1 对未识别峰，可以甲苯计。

2 当与挥发性有机化合物有相同或几乎相同的保留时间的组分干扰测定时，宜通过选择适当的气相色谱柱，或通过更严格地选择吸收管和调节分析系统的条件，将干扰减到最低。

【条文说明】本附录参考了 ISO 16017—1 《Indoor, ambient and workplace air — Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography—Part 1: Pumped sampling》的原理和方法，还参考了 ISO 16000-6:2004 《Indoor air—Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent thermal desorption and gas chromatography using MS/FID》的原理和方法，并结合了几年来开展 TVOC 检测的实际情况。

在 E. 0. 3 中明确对 Tanex-TA 吸附剂用量、颗粒粗细及活化吸附管的具体要求，以保证吸附剂本身对空气中 TVOC 的吸附能力的一致性，提高检测结果的准确度。考虑到空气中挥发性有机化合物品种繁多，不可能一一测定，在国内调查资料的基础上，仅就目前我国建筑材料和装修材料中时常出现的部分有机化合物作为应识别组分(其他未识别组分均以甲苯计)，我们选择了标准品苯、甲苯、对

(间)二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、乙苯、乙酸丁酯、十一烷作为计量溯源依据。

在 E.0.6 中引入了热解吸直接进样的气相色谱法(方法一)：与热解吸后手工进样的气相色谱法(方法二)相比，简化了操作步骤，降低了系统误差，大大提高了方法的灵敏度。