

# 室内环境与岩石建材的核辐射问题

吴慧山 张兆山 戴忠强

(核工业北京地质研究院, 100029)

本文以几组重要的历史数据为依据,说明岩石建材的确有着不可轻视的放射性,其中特别是花岗岩和陶瓷砖,对此,应冷静和科学地对待。本文列举多种事实说明氡是室内环境中普遍存在的有害气体;列出了有代表性的20种对核辐射认识的误区;最后提出了降低室内环境核辐射对人体危害的若干措施。

**关键词** 室内环境 岩石建材 放射性 氡 核辐射

## 1 引言

据报道和统计<sup>[1-4]</sup>,室内环境存在着数千种有害物质,其中仅有机污染物就有千种以上,天然放射性核素上百种。美国几年前正式公布的有害物质有189种,其中不少是由于新装修的建材引起的,但其中与人体健康息息相关的、常见的并且又是最危险的则只有10多种。它们是:氡、放射性、甲醛、苯、氨和总挥发性有机物(TVOC)等。氡和其他放射性元素是重要的有害物质,也是本文讨论的重点。TVOC品种繁多,但在室内环境和建筑材料中比较重要的有甲醛、苯、甲苯(包括其他未列出组分)、对(间)二甲苯、邻二甲苯、苯乙烯、乙苯、乙酸、丁酯和十一烷等。其中甲醛和苯被单独列出。

继18世纪工业革命带来的煤烟产生的第一代污染和19世纪汽车工业和油气工业发展带来的光化学烟雾而形成的第二代污染之后,20世纪80年代开始的、21世纪初还在继续的室内环境污染已成为世界性的第三代污染,同时也是当代都市的一种特殊灾害。再则,由于人们有80%以上的时间是在室内度过的,因而这种污染引起人们普遍的关注(金宗哲等,2000;吴慧山,2001)。为此,世界上有不少发达

国家已将消除这种污染列入了议事日程。氡和其他放射性核素是室内环境污染的重要组成部分,然而,由于宣传力度不够,以及氡本身所具有的无色、无味(摸不着和看不到)的特殊性质,所以,人们要么将它们视为“洪水猛兽”;要么是“无动于衷”,或由于感觉不到,或由于认识不够而进行的误导,甚至还由于个别的标准规范提法不够严谨,如“低剂量,问题不大”,“绝对安全”,“无需检测”,“百分之九十九点几是A类的”等等,因而认为核辐射没有什么可怕,从而失去了警惕而受到伤害。本文主要是针对这些认识和问题,列举了相关的数据和历史的事实加以说明,并在理论上进行扼要的阐述,希望能引起注意,有所启迪。

## 2 关于岩石建材放射性的若干事例

岩石建材系指直接取自岩石,或经掺进配料加工而成的一组建材,例如花岗石(花岗岩经加工而成的建材)、大理石、板石(用板岩加工的建材)、砂岩、玄武岩、辉绿岩、水泥和建筑用沙等,以及人造石材、陶瓷砖(含人造的)和洁具及混凝土等。

今年国标 GB 6566-2001《建筑材料放射性

收稿日期:2002-05-29

第一作者简介:吴慧山(1934-),男,福建惠安人,高级工程师(研究员级),主要从事核物化探方法和环境科学研究。

核素限量》颁布以来,岩石建材“无放射之忧”不断在升温,诸如“陶瓷砖产品的放射性不超标”,“花岗岩放射性超标也是极个别的”,“石材放射性水平与其他建材产品的放射性水平基本相当”,又是什么“卫生陶瓷产品无放射之忧”,甚至是“绝对安全”和“根本无需检测”,等等。这是一种危险的误导!笔者认为:花岗岩和陶瓷砖等建材的放射性应辩证地分析和冷静地看待,所谓的百分之百 A 类的提法是片面的,不科学的。请看:

#### 历史的事实<sup>[1,5,6,7]</sup>

(1) 1998 年第 4 季度,国家质量技术监督局组织国家建材局产品和建材用工业废渣放射性监督检测中心,对国内石材产品的放射性进行了国家监督抽查。108 种产品的抽样合格率仅为 73.1%,其中花岗岩放射性最高。

(2) 1999 年 4 月,某市对某石材城的 46 种石材产品进行了放射性检测,符合 A 类的占 82.6%。

(3) 1999 年 7 月,某市技术监督局对汉西建材市场抽查了 4 种花岗石板材的放射性,合格率为 50%。

(4) 下面引用的 3 个实例,主要是用于说明岩石建材存在着较高的,甚至是高的放射性,而不探讨其患病致癌的病因:

① 1999 年 3 月报道,由于使用远远超出放射性安全标准的花岗石洗面盆而使成都东郊张某患病致癌;

② 2001 年 1 月报道,沈阳市的一户居民因装修使用具有较高放射性的陶瓷洁具而致鼻癌;

③ 2000 年 5 月报道,北京一对年轻夫妇 1998 年在厕所和客厅使用远远超过国家规定的放射性标准的花岗石而致不育。

(5) 2001 年 5 月 8 日报道,“国家对石材放射性抽查结果判定……,国产石材的 80% 以上均能满足百姓家装使用(注:超标的大部分是 B 类, C 类的仅是少量)”,意思是说,尚有近 20% 的产品是属于非 A 类的。

(6) 2001 年 10 月报道,据国家环保局和卫生部调查,环保型建材具有毒性污染的占

60%。

(7) 卫生部放射性监测所, 1994 年对包括北京市在内的 14 个城市的 1 524 座写字楼和住宅进行了氡检测,发现室内氡浓度超标率达 6.8%。建材是室内氡超标的重要原因之一。

类似实例不一一列举。

从上述事实还可看到,属放射性非 A 类的产品平均在 10% 以上。另据查,大部分放射性超标的是花岗岩、陶瓷砖和砂岩制品建材,主要来自铀本底偏高区。

### 3 室内环境中氡是地道的“隐形杀手”<sup>[1,8,9,10]</sup>

氡致病和致癌,早在氡被发现的 300 多年前就已有所闻。

氡是 1900 年被发现的,而氡致肺癌则是在 1546 年由捷克和德国矿山矿工患肺癌的报告中第一次提出来的,但当时称这种病为斯尼伯格矿山病,直到 1924 年才知道氡是这种病的发病原因,并于 1951 年被正式肯定下来。在这期间,人们着重研究铀矿山中氡致肺癌问题;到了 20 世纪 60 年代,人们才开始意识到,非铀矿山也有氡,也可能会致肺癌;十多年后,人们进一步意识到,正常的生活环境中,也存在偏高或高氡,同样也可能会致病和致肺癌。

氡的调查已被世界不少发达国家正式立法,例如,1986 年美国众参两院讨论并通过了氡及其他室内有害物质的调查立法议案;俄罗斯杜马 1994 年也通过了“氡计划”。

#### 3.1 居民住宅中氡的评估标准

以美国为代表的西方发达国家,对室内空气中氡的允许浓度标准大多定为  $150 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

俄罗斯及相邻东欧国家大多定为  $200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

中国对新建房定为  $100 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ,已建房为  $200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。对于地下设施,新建的定为  $200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  和已建的定为  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ <sup>①</sup>。

世界其他国家和地区氡的标准大多定在  $100 \sim 400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  范围内。例如瑞典对新建房

① 最近建设部颁布的标准有所放宽;而将要出台的国家环保局标准则要求更严。

和已建房均定为  $100 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  (最早为  $800 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 后来又改为  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 上世纪未定在  $150 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ); 芬兰, 新建房定在  $100 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 已建房定为  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ; 德国和英国均定为  $200 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ; 加拿大定为  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  (以前为  $800 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ )。

### 3.2 住宅中氡的超标率实例

(1) 美国 1986 ~ 1990 年曾进行了一次氡调查, 被调查的住宅数达 43 000 所<sup>①</sup>。统计结果表明, 全国室内氡浓度平均为  $124 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 其中有 21% 的住宅氡浓度超过  $150 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ; 5% 的住宅氡超过  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ ; 有 1% 的住宅氡超过  $800 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(2) 德国 有 3% 的住宅氡超过  $300 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(3) 法国、加拿大和北欧三国约有 7% ~ 15% 的住宅氡超标, 其中加拿大有 5.6% 住宅氡超过  $400 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 1% 住宅氡超过  $800 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(4) 中国住宅氡调查, 目前尚较零散, 调查项目的划分也比较粗略, 正如上述 [2.1 节中 (7)] 氡的超标率为 6.8%。蔡钟业等 (1991 年) 报道, 对 5 个地区的 37 个地下工程氡的调查, 超标率达 54%。北京室内氡浓度平均小于  $70 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 太原为  $26 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 杭州为  $25 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 沈阳为  $14 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 济南为  $7.5 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

(5) 芬兰、比利时、瑞士、印度、奥地利和日本等国都有类似情况, 不一一例举。

### 3.3 关于氡致病、致癌问题

全世界患肺癌死亡的总人数中有 8% ~ 25% 是由于以前吸入空气中的氡而造成的, 其中, 美国每年约有 3 ~ 4 万人; 英国约 0.7 万人; 瑞典约 0.07 万人; 而俄罗斯和中国各约有 5 万人 (章晔, 1997)。经流行病学调查, 近年来, 在瑞典、英国和美国等国又发现, 氡还可以诱发各种白血病。亨绍对 14 个国家进行了调查后认为, 英国 有 12% 的白血病是由氡诱发的。他还认为, 如果世界室内平均氡浓度为  $50 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$ , 则估计世界至少有 13% ~ 25% 的白血病是由氡诱发的。由此可见, 氡诱发的白血病发病率, 似乎比它诱发的肺癌更高一些。有的报

道还认为, 氡还可以诱发肾癌、皮肤癌、黑色素瘤, 以及对骨髓造成损伤。由此还可见, 高氡能致肺癌和白血病, 低氡同样也能致肺癌和白血病, 无非就是致病时间长一点而已, 因为氡及其子体对人体致害的剂量是累积式的, 并且是不可逆的。

### 3.4 氡致肺癌危险度的比较

美国一位学者几年前这样写道: “氡导致人类患肺癌虽已为人们所认识, 但氡作为国家健康环境的最大威胁, 则还未完全被人们所接受”。试举例如下: 美国每年由氡诱发的肺癌死亡人数比艾滋病死亡人数 (19 161 人) 多 1 倍多; 氡比铅、聚氯乙烯、农药、二氧化物和石棉化合物等总和所致死的还多几千人; 氡几乎与麻醉剂过量而致死的人一样多; 氡与醉酒开车致死人一样多, 且氡比手枪致死的人还要多, 等等。

### 3.5 氡致肺癌的机制

氡致肺癌主要是由于氡的子体所致。由于  $^{222}\text{Rn}$  的半衰期是 3.825 d, 且在体内停留的时间又较短, 这样, 吸入的氡与呼出的氡, 在半小时内即可达到平衡, 体内的氡不再增加。当人们离开氡源 1 h 后, 体内的氡可被排出达 90%, 所以在呼吸道内产生的剂量就很小, 危害也相对小些。而氡子体则不然, 它是金属粒子 (铅、钋和铋), 很容易被呼吸系统所截留, 并在局部区段不断积累。由于氡子体半衰期很短, 可全部在原处衰变, 这是大支气管上皮细胞受到的剂量的主要来源, 因此大部分肺癌首先就是在这—区段发生的。

## 4 对核辐射认识的若干误区

关于在室内环境中存在的氡气和其他放射性物质, 以及岩石建材的放射性等问题, 社会上存在着种种似是而非的认识, 或称认识的误区。这些误区对于正确了解放射性有着负面的影响。下面扼要例举常见的 20 种误区:

### 4.1 对氡认识的误区

(1) “氡就是放射性, 放射性就是氡”

首先要说明的是, 氡和放射性是两个概

① 美国住宅总数约 1 亿所。

念。它们之间既有共同之点,也存在着质的不同。原子核能自发地放出射线或粒子,并转变为另一种原子核。具有这种衰变的原子核称放射性原子核。这种现象称放射性。氡则是放射性气体,是一种核素,这是质的不同;但氡也具有放射性,这是两者的共同点。氡易被人吸入,产生内照射,而放射性的危害则主要是对人体的外照射。内照射对人体的危害比外照射要严重得多。

#### (2)“氡致病、致癌的时间很长”

氡致病与致癌是两种概念。氡致肺癌一般时间较长,即少则几年,多则几十年,而氡致病则时间可能较短,少则数天,多则几个月,乃至数年,例如疲乏、无力、掉头发、破坏白血球和骨髓,以及损伤皮肤,甚至产生不育和怪胎等(注:产生这些病症,也可能出于其他原因!);另外,氡还有可能加快或激发原来存在的“隐病”。

#### (3)“氡衰变的 $\alpha$ 粒子穿透力小,危害不大”

氡对人的伤害主要不是其衰变的 $\alpha$ 粒子的穿透能力,而是通过其产生的电离与激发。 $\alpha$ 粒子的电离比 $\gamma$ 射线强大10 000倍,它不但可能破坏生物肌体的正常机能,而且还能与肌体内占70%以上的水分子起作用,破坏正常物质代谢;另外,氡主要是产生内照射,它比放射性产生的外照射对人体的伤害利害得多!

#### (4)“氡可以治病杀菌,不是‘杀手’”

有人认为,氡可以治病杀菌,因而不能称其为“杀手”,这是错误的认识,也是危险的误导。这有如鸦片、吗啡在医学上可用做镇痛剂一样,但它们的确是毒品。

#### (5)“室内氡浓度低,剂量不大,风险小,不可怕”

从上述所列数据可以看出:全世界室内氡浓度超标率,在5%~10%之间,而且有升高的趋势;另外,氡诱发肺癌的死亡人数比其他事故要多、风险要大,它是仅次于吸烟致肺癌的第二大病因,而且更重要的是,氡对人伤害的剂量是随时间增长而增多;再者,人接受的辐射剂量有50%以上是来自氡的辐射。

#### (6)“人一直生活在核辐射包围之中,所以不可怕”

不少人认为,由于人一生下来就生活在放射性环境的包围之中,又由于它产生的危险性并不比坐汽车、坐火车等危险性要高,何况室内环境下的放射性是低剂量的,所以并不可怕,等等。上面的实例和所列数据,可充分说明这种提法的片面性。

氡的危害程度,除了量之外,还与照射时间长、短等都有密切的关系。

#### (7)“只要室内氡不超标,评价室内建材是否超标毫无意义”

这种观点,表面上看似很正确,但其实质仍然是“氡就是放射性,放射性就是氡”的认识。自然界存在着一些不成系列,也不产生氡的放射性核素,如 $^{40}\text{K}$ 、 $^{87}\text{Rb}$ 、 $^{130}\text{Te}$ 、 $^{187}\text{Re}$ 等。它们往往存在于花岗石、陶瓷砖和建筑用沙中,因而同样能产生高的放射性,同样能“伤人”,因此必须对这些建材进行严格地评价,尽管室内氡可能很低(注:上述这些核素不产生氡)。室内环境的高放射性还可能来自核爆炸和宇宙射线。

值得特别指出的是,目前已颁布的“标准”和在进行征求意见的“标准”,室内环境评价指标中竟没有“放射性”这样一个重要指标。

#### (8)“天然大理石有高氡”

天然大理石的成分主要是由放射性含量很低的方解石(95%以上)组成的石灰岩,经高温高压变质而成的,所以它的放射性与氡,同石灰岩一样都是很低的。放射性很低的石材中还有基性岩类中的玄武岩和辉绿岩等;而放射性偏高,甚至高的有偏红或偏绿的花岗石和陶瓷砖以及部分砂岩和板岩等,甚至还有部分建筑用沙和水泥等。

#### (9)“室内氡随时间而消失”

在有氡源 $^{226}\text{Ra}$ 存在的建材中,氡实际上是不可能消失的,因为产生氡的母体 $^{226}\text{Ra}$ 的半衰期长达1 600 a。

#### (10)“高氡浓度可能致癌,而低氡浓度则不可能致癌”

我们讨论问题都是针对室内环境的,即氡浓度一般都是属于低剂量的,这没错。高氡致

癌不言而喻,已有不少实例证明,但低氡也能致癌,这方面也有报道,正如上所述,甚至在室内氡浓度低于  $50 \text{ Bq} \cdot \text{m}^{-3}$  时,全世界的白血病中仍有 13% ~ 25% 是由氡诱发的,其中一个重要的根据是:人接受核辐射剂量是累积的,并且是不可逆的。

#### 4.2 对岩石建材放射性认识的误区

所有的建筑材料,都不同程度地有着放射性,但偏高的或高的放射性只存在于岩石建材中,因此,其他建材的放射性,原则上可以不予讨论。主要的认识误区有:

(1)“所有的大理石、板石、砂岩都属于 A 类,也就是在家庭里你把它装到哪里都是绝对安全的”。这种提法太笼统,容易产生误导。正如上述,笔者认为只有天然大理石,可以放心使用,但也还不能说是“所有的”、“绝对安全的”;如果是人造大理石,那就未必了。众所周知,人造大理石通常是用不饱和聚酯树脂为粘结剂和用天然大理石的碎石作填充料,与水泥、石膏经搅拌成型、研磨、抛光后制成。有些产品填充料采用量大且便宜的花岗石,而石膏则是采用磷块岩制作磷酸后的材料(注:其铀含量往往偏高)。这样,这种人造大理石就可能有较高的放射性。再加上,胶粘剂可能不同程度地含甲醛等有害物质,所以,在使用上提出“所有的”和“绝对安全的”是不合适的。

(2)“真正不适于在居室内使用的花岗石只占千分之几”,也就是说,花岗石有百分之九十九点几是属于 A 类的。这完全与事实不符。从以上列举的事实中可明确得出:市场上销售的花岗石中约有 10% 以上是属于非 A 类的,对于个别的品牌甚至可达到百分之几十!另据“北京青年报”2001 年 5 月 8 日公布的某中心对 19 种花岗石的检测结果,竟有 11 种属非 A 类,占 57.9%,这个超标率竟是“千分之几”超标率的 100 多倍!还有,某大学在试验便携式专用仪器时,随意检测的数百种花岗石的放射性,其中属非 A 类的也在 10% 上下,超标率比“千分之几”高出 20 倍!

(3)“便携式放射性检测仪检测的结果,标准中规定不予承认”。媒体上进行这种报道严重失实,因而是不负责任的。第 1, GB6566-2001

标准明确规定适用于生产企业,用于生产产品时的型式检验,而没有规定适用于市场监督检测;第 2,标准明确规定:第 3 章(要求)为强制性条款,其余则为推荐性条款”;第 3,推荐性的第 4 章“试验方法”的仪器采用低本底多道  $\gamma$  能谱仪,而没有规定不能应用其他包括便携式的  $\gamma$  仪器等;第 4,标准中所列  $^{226}\text{Ra}$ 、 $^{232}\text{Th}$  和  $^{40}\text{K}$  的放射性比活度均为型式检验项目,而进行市场监督测量或上门服务测量则属非型式检验,因此就未必采用镭、钍和钾项目,所以媒体上报道的,便携式仪器测量的结果不予承认,严重地歪曲了标准;第 5,如果标准有错误,又应是如何对待呢?第 6,在编制 GB6566-2001 时,采用了便携式 X- $\gamma$  仪测量的数万个数据!“不予承认”又是如何自圆其说呢?

(4)“石材放射性限量被科学、合理地放宽”。众所周知,古今中外,随着国家的富强和人们生活、物质、文化水平的提高,对各种标准规定的有害物质的限量要求是越来越严的。“松绑”、“放宽”,要求不严格是不正常的,除非你能证明以往的相应标准规定是错误的!另外,上面列举的事实,充分证明石材放射性超标率在 10% ~ 50% 范围内;再者,如果“放宽”,是根据便携式仪器检测的若干数据由小到大的统计排列,人为地将 90% 上升到 95% 的这个量,规定为 A 类的,而没有充分考虑“应在保障公众及其后代的健康与安全的前提下,促进建材工业的合理发展”,而是抱着相反的或其他目的来编制,“放宽”,就更不应该了!

(5)“对于个人用户来说,不一定非得送检石材,可以查阅相关石材放射性参数即可”。这种观点,实质上是说,石材没有什么放射性,你们可以不送检。另外,“查阅相关石材放射性参数”,到哪里查?查什么?一般消费者从何而知?

(6)“完全可以通过调整原料配方来生产 A 类建筑卫生陶瓷产品”。众所周知,陶瓷产品主要原料(约 90% 以上)是粘土(或称陶土)或高岭土(或称瓷土),它们对铀有较强的吸附能力,因而在铀本底较高的地区,或靠近铀成矿区,或在铀矿区附近,开采的原料,往往有较高的放射性,它决定了陶瓷产品的基本放射性水平。掺进的配料一般有沙石、矿渣或工业废渣,有些产

品表面还涂釉,最后便烧结而成。由此看出,陶瓷产品中的放射性水平主要是由主材料粘土或高岭土来决定的,这就是为什么南方的一些地区(铀偏高区),陶瓷产品有相对高的放射性的缘故;其次掺进的少量矿渣或工业废渣,由于有时也有相对高的放射性,因而也影响陶瓷产品的放射性水平;另外,釉面陶瓷产品的釉经常含有与钍密切相关的稀土元素,因而也会部分地影响陶瓷产品的放射性水平。

(7)“石材的放射性水平与其他建材产品的放射性水平基本相当”。这是一种不了解放射性的不科学的提法。理论和实践充分证明:石材,以及与岩石有内在联系的建材,如陶瓷砖、洁具等,其放射性水平肯定比其他建材,如胶粘剂、涂料和木材等为高。承认石材放射性相对高,并不是说石材不能用,而是一种责任,是科学,即提醒人们要按照相应标准因地制宜地使用,而绝不能由于“基本相当”,便认为石材没有什么放射性而随便使用。

(8)“对于使用灶台、窗台等用量很少的石材,无需考虑放射性大小的问题。”这种认识是片面的。灶台和窗台是人们接触最多的部位。

(9)“装修是青面獠牙,祸根在建材”。这种提法也是片面的。不过装修是有可能导致室内空气污染。但只要按照 GB50210-2001(“建筑装饰装修工程质量验收规范”)进行合理施工和验收,并根据 GB50325-2001(“民用建筑工程室内环境污染控制规范”)进行选材和验收,完全可以达到绿色环境的标准。

## 5 冷静和科学地看待岩石建材的放射性

笔者的看法是:

(1)放射性存在于自然界的许多物质中,包括饮用水和空气。问题的实质不是有没有放射性,而是是否存在偏高或高的放射性,因此,最近颁布的《建筑材料放射性核素限量》标准(以下简称标准)所规定的限量就成为我们讨论问题的关键了!

(2)放射性对人体的伤害,正如上述,除了超剂量之外,还与照射的方式有关,例如,是

全身照射还是局部照射?前者比后者更有害;是内照射还是外照射?吸入的(氡或放射性灰尘)是内照射,一般来说它比外照射厉害 10 多倍;照射的剂量是随时间增长而增加的;在放射性和氡超标的情况下,封闭式的室内比换气通风的室内“伤人”更厉害,等等。也就是说要正确地理解放射性,就可以避免或减少其危害。

(3)生产一批建材进行放射性监测,被鉴定合格后再销售,这是对的,“标准”已有明确规定。但从生产厂(场)到建材市场,再到消费者手中,无法保证不出现“假冒伪劣”产品,因此市场监督和上门进行室内检测,是非常必要的。然而,“标准”没有这方面规定,是个大缺陷!请看,近期国家质检总局对北京和内蒙古等 7 个省市(区)的 72 种天然花岗石和大理石建筑板材的产品质量进行的检查,合格率仅为 81.9%,而产品在经销部门的检查合格率更远远低于生产企业,仅为 44.1%,说明在流通过程中存在着“假冒伪劣”产品的掺进!充分说明市场监督是必要的。据初步了解,岩石建材的放射性,在厂家与销售部门的检测合格率与产品质量的检验也大致是一个量级的。

加入 WTO 后,我国要与世界接轨,最主要的是在“法律、标准、检验和市场监督”上。上述的实例,正说明我们在这些方面存在着问题。

(4)当前,在市场销售的岩石建材其放射性合格率为百分之百的 A 类,这是不可能的。上面所列举的历史事实已证明,当前建材市场上存在着百分之十几的非 A 类产品。这是因为,由于岩石的放射性分布,不仅在平面上,而且在垂直方向上,都是不均匀的,因而,采自铀本底较高地区的、或铀矿区附近的建材,往往都有偏高或高的放射性。减少非 A 类产品,主要靠正确的建材勘查、高水平的生产检验,以及产品流通过程中的监督,而不是靠人为的“放宽”和“松绑”。另外,“标准”中规定的限量应以人们的身心健康为大前提,同样也不能靠人为的“放宽”和“松绑”。

(5)相对高的放射性,不仅存在于花岗石和陶瓷产品中,而且有时也存在于砂岩中,甚至包括出口的建筑用沙( $^{40}\text{K}$  可达  $634 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) 和

水泥( $^{40}\text{K}$  达  $695 \pm 3 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ )中。

综上所述,应该承认岩石建材有放射性,第1,这是对社会负责;第2,说岩石建材中有百分之几放射性偏高,甚至是高的,并不是说建材不能用,而是提醒人们要因地制宜地选用;第3,说岩石建材有约10%放射性偏高,说明生产厂商需进一步改进勘探和提高生产检验水平,切实加强产品流通过程中的监督。

## 6 2个重要问题

在编制有关核辐射限量标准时,应考虑如下2个重要问题。

(1) 广大消费者的身心健康是制定相关标准的重要前提

随着科技水平的发展、经济实力的增强和生活水平的提高,人们对有害物质的控制标准,要求越来越严,这是古今中外的一个普遍规律,可当前的有些“标准”则要求越来越“放宽”和“松绑”,这是不可思议的。下面仅以《建筑材料放射性核素限量》标准为例进行扼要分析:标准JC518-93(96),将石材规定为A类(使用范围不受任何限制)、B类(除卧室外的一切范围)和C类(用于建筑物的外饰面),而根据2000年标准,则将其大大放宽,例如某协会对全国14个省、市、区的112个陶瓷产品进行了全面检测,结果是A类的占75.9%,B类的为24.1%。但由于2000年标准规定:陶瓷产品质量厚度小于 $8 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$ 时,可按A类产品来管理。这样,24.1%原本应属于B类的,一夜之间就被“放宽”、“松绑”而变成了A类;有人还宣布:“中国卫陶无放射性之忧”。紧接着,2001年的标准又被进一步“放宽”、“松绑”,特别指出(放射性相对高的)花岗岩的使用范围不受限制(A类产品由原来的90%上升为95%,甚至提出,花岗岩的放射性只有千分之几是属于非A类的!“标准”发布后尚没有足够的和科学的实验检测数据,就以先前的数据,划框框定调子!非A类的花岗石只能 $< 5\%$ ,甚或是千分之几!笔者认为,标准制定和限制变化,应在“保障公众及其后代的健康与安全的前提下,以促进建材工业合理发展”为总目标,而不能

是相反,或者是其他目的。也就是说,所规定的标准限量,应考虑是否符合国家规定的公众的年剂量当量!不管你是“合理的”、“科学的”被“放宽”,还是“松绑”,都应以此为大前提!否则就有可能是个不合理的和不科学的“放宽”和“松绑”!

(2) 放射性应是室内环境污染评价的一个重要参数

看了一些已颁布的或将要出台的“标准”,室内环境污染的评价参数中竟没有放射性参数这一项!是疏忽,还是认识问题?亦或是技术原因?正如上所述,氡指标不能代替放射性指标,同样,放射性也不能代替氡。氡与放射性就不是一个概念。上面已说明,室内高氡必有高放射性,而且室内低氡也可能有高放射性,这是因为在岩石建材中常存在 $^{40}\text{K}$ 等核素,还有外来的多种宇宙射线和核爆炸的影响等,它们都不产生氡,但可能有高放射性,也能伤人。所以说,由于室内低氡而不去评价建材或室内环境可能出现的放射性,这是一种误区。建议有关标准的制定或将来的修定,应考虑放射性这一个重要参数!

## 7 室内防氡降氡的若干措施

第1,要正确认识氡,才不会“草木皆兵”,也不会“无所谓”,甚至“麻木不仁”,更不会接受误导,而受到伤害。

第2,准确懂得氡的来源,防氡才能“有的放矢”。在室内环境下氡主要来自:①地基下的岩石(土壤),特别是新构造;②建材(主体建材和饰材);③生活用品(水、煤气等);④室外含氡空气的侵入等。对于三层以上的高层建筑物,氡则主要来自后三者,其中建材就成了室内氡的主要来源。所以在建筑装修装饰中,挑选建材就成了室内是否有高氡或高放射性的重要方面。这里指的建材,主要是指岩石建材,即花岗岩、大理石、砂岩、板石、人造石材、陶瓷砖,以及建筑用沙、水泥等。

第3,防止建材的放射性危害主要抓4个环节:

(1) 关键抓好岩石建材的矿山勘查、开采、

连续检测和放射性评价;杜绝岩石建材取自铀本底值高的地区和铀矿区附近。这是岩石建材放射性是否符合标准限量的第一个关键。

(2)抓好生产检验。这是现行国标认为的关键环节,应予抓好。抓好这一环节,一是管理、二是技术、三是设备、四是素质。

(3)抓岩石建材流通过程,特别是市场的监督。岩石建材从生产厂(场所)到消费者手中的多种环节的流通过程,往往由于多种原因而“变形”,出现假冒伪劣产品是常有的事,因此要加强建材市场放射性指标的监测。这就成为抓放射性限量标准的另一个关键!

(4)抓室内检测。室内有害物质的有效检测,是保证装修“绿色”,保证身心健康的最后一道关卡。试图将生产检验的那一套方法技术搬到上门服务,是“杀鸡用牛刀”,“华而不实”。笔者认为,上门服务应采用轻便和有效的方法技术。

#### 第4,具体措施:

(1)抓绿色装修。绿色装修是以“自然、安全、美观、简捷、舒适和低耗”为目标,进行“有利健康、有利环境、有利生态和适量点缀有益花卉的装修”。概括起来主要抓6个基本环节:科学设计、环保建材、规范施工、质量监督、绿色监理(检测有害物质)和适量花卉。

(2)通风换气。它是防止和降低室内环境有害物质的有效而省钱的措施;另外,它们还可以“增加室内氧气”和减少多种相关细菌的繁殖等。

(3)建筑和装修竣工后,氡气与放射性检测与评估应作为验收的2个不可缺少的指标。

(4)必要时使用防氡涂料,如瑞尔康牌涂料。

(5)必要时使用吸入过滤(如活性炭)为主的净化器。

(6)关键要选好卧室中的低放射性和低氡建材;并注意防止其他有害物质。

## 8 结束语

核辐射,在本文中首先主要是讨论室内环境氡和岩石建材的放射性(危害、来源和防治等),以及它们之间的不同点与相同点;第2,本文的另一个目的是扼要归纳总结当前社会上普遍存在的对核辐射认识的若干误区,并尽量给予正解;第3,本文也对已颁布的GB6566-2001《建筑材料放射性核素限量》和GB50325-2001《民用建筑工程室内环境污染控制规范》,以及将出台的《室内环境质量评价标准》提出一些商榷性意见,以供参考。

### 参考文献

- 1 吴慧山,韩跃照,郭冬发. 室内装修要警惕氡、甲醛、苯等的危害. 北京:原子能出版社,2000.
- 2 Ревин Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. м. изд. мнэпу, 2001.
- 3 王炳华,赵明. 美国环境监测一百年历史回顾及其借鉴. 环境监测管理与技术,2001(1)~2002(2).
- 4 吴慧山,刘德长,等. 室内环境质量若干问题. 天津:室内环境与健康专家论坛会,2001.
- 5 吴慧山. 岩石建材的放射性不能大撒把. 中国建设报,2002-03-14.
- 6 吴慧山. 建材放射性标准“松绑”不正常. 中国消费者报,2002-04-19.
- 7 吴慧山. 岩石建材放射性并非无害,中华工商时报,2002-03-25.
- 8 中国科学技术协会工程学会联合会编. 面向21世纪,全国首届室内环境质量研讨会论文集,2001.
- 9 吴慧山. 氡是“隐形杀手”. 北京晚报,2002-03-21.
- 10 吴慧山,梁树红,等. 氡测量及实用数据. 北京:原子能出版社,2001.