

云南省建筑材料放射性水平分析

庞建明, 武国亮, 徐文萍, 牟 胜, 唐 红

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2010)02-0169-02

【摘要】 目的 掌握云南省内建筑材料放射性水平, 为云南省内建筑材料的产销和使用提供参考依据。方法 对云南省辖区一年内送检的 127个建筑材料样品的 ^{226}Ra ^{232}Th ^{40}K 放射性比活度和内外照射指数检测结果进行统计和分析。结果 除个别样品外, 绝大部分的建筑材料内外照射指数都低于国家标准限值。结论 云南省大部分建筑材料放射性水平符合国家标准, 产销和使用范围不受限制, 对于掺有工业废渣的产品, 生产时应该合理地搭配原材料的比例, 并定期和更换配方时进行建筑材料放射性水平检测。

【关键词】 建筑材料; 放射性比活度; 内照射指数; 外照射指数

随着经济发展和生活水平的不断提高, 人们对住房的装修要求越来越高, 各种建筑材料也因此充斥着市场。目前, 国内市场销售的建筑材料主要分为建筑主体材料和装修材料两大类, 建筑主体材料包括: 水泥与水泥制品、砖、瓦、混凝土、混凝土预制构件、砌块、工业废渣、掺工业废渣的建筑材料及各种新型材料等, 装修材料包括: 花岗石、建筑陶瓷、石膏制品、吊顶材料、粉刷材料及其他新型饰面材料等。这些建筑材料中, 无论是天然的, 还是人造的都普遍存在镭、钍、钾等一些天然放射性核素^[1], 这些天然放射性核素, 在衰变的过程中, 会不断产生新的放射性核素, 并伴随着 α 、 β 和 γ 射线产生。如果使用含天然放射性核素水平较高的建筑材料进行建房和装修, 长期居住会对人体的健康, 产生一定的危害。为了有效地规范建筑材

料的应用, 2001 年我国颁布了《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)国家标准^[2], 要求对各种建筑材料进行放射性水平检测。笔者所在单位开展建筑材料放射性水平检测工作, 对送检的 127个建筑材料样品的 ^{226}Ra ^{232}Th ^{40}K 放射性比活度和内外照射指数检测结果进行统计和分析, 并对所在地区的建筑材料放射性水平进行评价, 为云南省内建筑材料的产销和使用提供参考依据。

1 检测仪器和检测方法

1.1 检测仪器 GC5020型探测器高纯锗 γ 能谱仪。能量刻度源: ^{152}Eu 。效率刻度: 用 ^{238}U ^{226}Ra ^{232}Th ^{40}K 等标准物质。

1.2 样品处理方法 根据国家标准《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)的要求对送检的样品随机抽取两份, 每份不少于 3 kg, 一份密封保存, 另一份作为检验样品。将检验样

作者单位: 云南省疾病预防控制中心, 云南 昆明 650022
作者简介: 庞建明 (1983—), 男, 助理工程师, 从事辐射防护工作。

作人员必须具有高尚的职业道德, 熟练检查技术, 足够的辐射防护意识。因此对 CT 诊疗技术人员理论知识进行强化学习, 加强辐射防护监督管理和防护知识培训^[3], 遵守操作规程, 树立对患儿负责的思想, 减少病人的不必要辐射。

3.3 CT 检查前患儿准备 CT 检查前准备工作的好坏, 不仅影响图像质量, 而且会造成不必要的重复扫描, 使病人的辐射剂量增加, 因此对病人扫描前准备工作严格要求。如去掉扫描部位的异物, 保持固定体位, 同时训练家长如何协助医生对患儿进行检查, 对不合作患儿应依医嘱给予镇静剂。

3.4 CT 诊疗技术人员的准备 应选派经过专门训练, 技术熟练, 经验丰富且具有高尚的职业道德的医生对患儿进行检查。严格控制照射野, 准确扫描范围, 是由于儿童体小, 器官间的距离小, 体积也小, 如果不严格控制, 很容易使患儿的非扫描部位受到不必要辐射。

3.5 优化扫描条件 CT 扫描过程中对于相同的曝光条件, 儿童获得的有效剂量往往比成人大。因此儿童 CT 检查必须坚持合理使用低剂量原则, 影响受照剂量参数包括管电压、管电流、扫描时间、螺距、准直等, 其中 CT 机的管电压基本为固定值, 所以降低管电流、增大螺距、应用自动曝光控制技术可以有效减少辐射剂量。

3.6 CT 扫描时患儿的屏蔽防护 因儿童身体较特殊, 所以特别注意非扫描部位防护。应采用有效易行防护用品对儿童进行防护, 在不影响扫描的前提下尽量用防护材料进行大范围屏蔽, 尤其是眼晶体、甲状腺、性腺等对辐射敏感的组织器官。

3.7 CT 机房环境准备 机房内不应放置过多的物品, 因为机房内的物品会引起 X 射线散射线的折射, 产生二次射线, 机房要做到整洁, 经常通风换气。

4 总结

CT 扫描产生的辐射剂量相对其他放射检查是比较高的, 因此在保证图像质量, 满足诊断要求的前提下, 要严格控制医疗照射辐射水平, 保护广大受检者, 特别是儿童的身心健康^[6]。这就要求我们从事 CT 诊疗技术人员不断提高自身全面素质, 还要对临床医生加强医德医风教育, 增强责任心, 进行专业技术讲座, 使其能掌握 CT 检查的适应症和禁忌症。对公共人员开展相关的辐射防护知识的科普教育, 不断强化公共人员的自我保护意识, 尽量减少病人辐射剂量, 避免对儿童的健康造成不必要危害。总之采取各种防护措施之后, 即降低了辐射剂量和致癌概率, 减少了 CT 机器损耗, 降低了 CT 检查成本, 同时又最大限度地提高了社会效益和经济效益。

参考文献:

- [1] 苏步森. X 射线和 γ 射线防护手册 [M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1982: 52
- [2] 王金鹏. 实用放射防护教程 [M]. 济南: 山东人民出版社, 2000: 116
- [3] 贾明轩, 范瑶华, 刘玉珠, 等. 6 种常规 CT 检查病人所受剂量的研究 [J]. 中国辐射卫生, 1998 7(2): 93—94
- [4] 陈忠建, 赵若琴, 张君华. 头颅 CT 检查正当化问题 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2001 21(1): 30
- [5] 刘长安, 贾廷珍, 王文学. 培育健康的辐射安全文化 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 2002 22(6): 457—459
- [6] 郑均正. 我国放射防护新基本标准强化对医疗照射的控制 [J]. 辐射防护, 2004 24(3): 74—91

(收稿日期: 2010-01-21)

品破碎,磨细至颗粒径不大于0.16mm,将其放入与标准样品几何形态一致的样品盒中,称重(精确至1g)、密封、待测。

1.3 核素分析及计算方法 封存3~4周后,当检验样品中天然放射性衰变链基本达到平衡,在与标准样品测量条件相同情况下,用低本底多道γ能谱仪对其²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K放射性比活度进行检测,比活度A计算方法是相对比较法,见公式(1):

$$A=\frac{C_{ji}(A_{ji}-A_{ib})}{W\times D}\tag{1}$$

式中: C_{ji}—第 j 种核素体标准源的活度/第 j 种核素体标准

表 1 建筑材料放射性核素的比活度 (Bq/kg)

样品类型	样品数量	²²⁶ Ra		²³² Th		⁴⁰ K	
		范围	均值	范围	均值	范围	均值
普通硅酸盐水泥	37	17.9~133.0	52.71	14.7~49.3	27.01	69.8~361.0	172.47
复合硅酸盐水泥	23	22.8~157.0	73.42	18.5~47.7	30.46	52.3~391.0	155.01
矿渣硅酸盐水泥	11	45.2~116.0	81.21	22.3~37.7	28.88	104.0~200.0	156.09
腻子粉	7	0.8~31.6	10.78	0.9~21.3	4.09	4.8~40.5	12.88
石矿	3	8.7~8.9	8.74	0.9~13.9	6.60	4.8~544.0	185.70
工业废渣	11	14.1~320.0	100.50	0.9~130.0	64.64	4.8~668.0	268.99
砖类	35	0.8~377.0	89.26	0.9~124.0	38.91	4.8~684.0	169.21

由表 1 可见,各类建筑材料放射性比活度有一定的差异,其中工业废渣类²²⁶Ra、²³²Th和⁴⁰K放射性比活度都是最高的,而腻子粉都是最低的。

2.2 各类建筑材料内、外照射指数 根据国家标准《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)可知计算内外照射指数的公式分别见公式(2)和(3)。

$$\text{内照射指数: } I_{Ra}=\frac{C_{Ra}}{200}\tag{2}$$

$$\text{外照射指数: } I_{\gamma}=\frac{C_{Ra}}{370}+\frac{C_{Th}}{260}+\frac{C_K}{4200}\tag{3}$$

其中: C_{Ra}、C_{Th}、C_K 分别为²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K的放射性比活度。单位为: Bq/kg

由公式(2)和(3)分别计算出各类建筑材料的内外照射指数,结果见表 2

表 2 建筑料放射性内外照射指数

样品类型	样品数量	I _{Ra}	I _γ
普通硅酸盐水泥	37	0.089~0.66	0.13~0.55
复合硅酸盐水泥	23	0.11~0.78	0.20~0.64
矿渣硅酸盐水泥	11	0.23~0.58	0.26~0.48
腻子粉	7	0.0040~0.16	0.0040~0.18
石矿	3	0.043~0.044	0.026~0.21
工业废渣	11	0.070~1.60	0.080~1.38
砖类	35	0.0040~1.88	0.013~1.52

从表 2 中可以看出,作为建筑主体材料的普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥、矿渣酸盐水泥、工业废渣和砖类除个别外大部分样品内外照射指数低于国家标准限值,即 I_k≤1.0 I_γ≤1.0。超过国家标准限值样品如下: 其中 1 个免烧砖 (I_{Ra}=1.10)、1 个水泥砖 (I_{Ra}=1.10)和 1 个煤渣免烧砖 (I_{Ra}=1.10)样品内照射指数超过国家标准限值,1 个粉煤灰砖 (I_{Ra}=1.88 I_γ=1.52)、1 个锡渣 (I_{Ra}=1.60 I_γ=1.38)和 1 个锰渣 (I_{Ra}=1.03 I_γ=1.03)样品内外照射指数都超过国家标准限值。作

源的第 j 个特征峰的全能峰面积 (cps); A_{ji}—被测样品第 j 种核素的第 j 个特征峰的全能峰面积 (计数/s); A_{jib}—与 A_{ji}对应的光峰本底计数率 (计数/s); W—被测样品的净重 (kg); D_j—第 j 种核素校正到采样时的衰变校正系数。

2 结果和分析

2.1 各类建筑材料放射性核素含量 各类建筑材料中²²⁶Ra、²³²Th、⁴⁰K放射性比活度的范围和均值见表 1

为装修材料的腻子粉和矿石,所有的样品内外照射指数都低于 A 类装修材料国家标准限值,即: I_k≤1.0 I_γ≤1.3 产销和使用范围不受限制。

通过对超标产品的配方进行调查分析发现,所有超标产品的都掺有工业废渣的成分。云南省是一个高原山区省份,地质类型比较复杂,据云南省环境天然放射性水平调查研究发现,省内某些地区是铀和钍的高值区,天然放射性本底水平较高,所产矿物相当一部分伴生有较多的天然放射性核素。如果用生产和提炼这些矿物所剩的工业废渣生产建筑材料,而且配方不合理的话放射性水平就有可能不符合国家标准,这也是送检样品中部分样品内照射指数或内外照射指数超过国家标准限值的主要原因。

3 结论

从以上分析结果可以看出,云南省大部分建筑材料放射性水平在国家标准《建筑材料放射性核素限量》(GB6566—2001)中的限值范围之内,产销和使用范围不受限制,但是仍然存在个别的建筑材料产品超过国家标准,特别是配方中掺有工业废渣的产品。因此,建筑材料的生产厂家在生产过程中,应该合理地搭配原材料的比例,并定期和更换配方时到具有检测资质的部门进行建筑材料放射性水平检测。消费者在购买建筑材料时,对建筑材料的放射性要有一个正确而科学的认识,到具有建筑材料放射性水平检测合格证的厂家购买。各级放射卫生监督机构务必加强对生产各类掺入工业废渣建筑材料的厂家执法监督,切实保障人民群众的身体健康和生命安全。

参考文献:

[1] GB6566—2001 建筑材料放射性核素限量[S].
[2] 陈益兰,刘承伟,刘守廷,等. 广西建筑主体材料放射性水平评价[J]. 中国辐射卫生, 2008 17(4): 450—451
[3] 李玉先,刁仁平,王顺生,等. 云南省环境天然放射性水平调查研究[M]. 昆明: 云南科学技术出版社, 1992

(收稿日期: 2010—01—12)