

常用建筑材料放射性水平测定及室内  $\gamma$  辐射剂量估算

路克平, 王 军, 赵桂玲, 苏 铭

中图分类号: R145; X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2001)01-0032-02

【摘要】 目的 为保障居民身体健康, 对 10 种常用建筑材料的放射性水平进行测定, 并估算室内  $\gamma$  辐射剂量。方法 分别采用闪烁射气法、分光光度法及四苯硼钠沉淀容量法测定了常用建筑材料的放射性比活度。结果 硅酸盐砌块、粉煤灰砖、花岗岩等放射比活度较高, 石灰、天然沙等放射性比活度较低。结论 对硅酸盐砌块、粉煤灰砖、花岗岩等建筑材料, 在民用住房建筑中要慎用。

【关键词】 建筑材料; 放射性比活度; 辐射剂量

随着社会的发展和科学技术的进步, 建筑材料的种类也逐渐增多, 尤其是掺工业废渣的建筑材料及美化人们生活的岩石建筑材料已成为当今世界重要的建材。但无论是掺工业废渣的建筑材料还是石材产品, 其中有一部分建材的放射性的活度明显超过我国现行的国家建筑材料放射性限制标准所规定的限值<sup>[1]</sup>。因此, 常用建筑材料的放射性水平测定并估算室内  $\gamma$  辐射剂量是广大公众十分关注的课题。

## 1 调查内容与测量方法

按照《建筑材料放射卫生防护标准》<sup>[1]</sup>的要求对辖区内部分建材产品进行采样监测, 建材中<sup>226</sup>Ra 和<sup>232</sup>Th 活度测量分析

表 1 几种常用建材放射性核素比活度测量结果

建材种类	样品数	放射性比活度(Bq/kg)						f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>
		<sup>226</sup> Ra		<sup>232</sup> Th		<sup>40</sup> K			
		范 围	均值	范 围	均值	范 围	均值		
红砖	49	21.0~137.0	67.1	42.7~131.9	77.6	101.4~987.3	423.6	0.341	0.590
页岩砖	25	35.1~127.3	73.8	39.9~132.7	75.5	216.3~901.2	426.1	0.369	0.612
预制构件	14	33.7~92.9	58.4	28.0~123.6	56.6	23.1~379.0	154.2	0.293	0.432
水泥	28	32.0~113.7	58.7	9.7~113.2	67.8	35.7~227.0	122.3	0.291	0.458
灰沙砖	21	21.9~103.4	36.8	17.2~39.6	28.8	89.0~381.1	298.6	0.180	0.291
硅酸盐砌块	11	52.9~269.8	116.4	47.7~186.4	92.3	116.7~603.1	346.2	0.584	0.752
粉煤灰砖	14	89.9~180.1	143.9	60.9~137.0	94.6	215.5~539.7	426.2	0.724	0.883
花岗石	7	67.6~139.7	117.9	82.9~148.1	117.0	60.0~209.9	134.8	0.592	0.824
石灰	9	8.7~61.4	36.3	2.7~27.4	17.9	4.1~410.3	161.5	0.182	0.209
天然沙	17	25.4~46.7	37.9	16.1~46.0	30.7	49.1~603.9	546.8	0.191	0.268
碎石	9	26.1~39.0	35.7	45.6~91.1	60.7	61.1~1298	778.1	0.185	0.523

注:  $f_1 = A_{Ra}/200$   $f_2 = A_{Ra}/350 + A_{Th}/260 + A_K/4000$ 。

2.2 6 种工业废渣样品比活度测量结果, 见表 2 比较表 2 的

表 2 工业废渣样品中放射性核素比活度测量结果

废渣种类	样品数	放射性比活度(Bq/kg)						f <sub>1</sub>	f <sub>2</sub>
		<sup>226</sup> Ra		<sup>232</sup> Th		<sup>40</sup> K			
		范 围	均值	范 围	均值	范 围	均值		
煤 渣	11	87.4~359.2	174.9	65.7~241.2	130.3	207.4~825.1	398.9	0.874	1.101
粉煤灰	12	81.1~229.3	147.6	62.2~300.9	151.7	219.1~606.9	443.7	0.738	1.012
磷石膏	9	111.2~204.9	126.8	11.7~150.2	91.7	11.7~751.2	258.3	0.634	0.780
水泥矿石	7	105.9~179.1	139.2	50.9~118.2	99.7	220.0~276.5	254.3	0.696	0.916
硫酸渣	4	62.3~66.1	63.7	24.6~52.0	39.1	281.7~392.4	339.5	0.319	0.417
高炉渣	4	8.9~120.0	57.3	9.9~71.6	35.7	9.8~170.2	80.3	0.267	0.321

考虑到土地资源的限制, 再考虑到工业废渣等废物利用的经济效益, 在今后各种掺入工业废渣的建筑材料会迅速发展, 因此, 各级卫生行政部门和各级放射卫生监督机构, 务

作者单位: 济南市市中区卫生防疫站, 山东 济南 250002

采用闪烁射气法和分光光度法, <sup>40</sup>K 采用四苯硼钠沉淀容量法测量, 部分样品采用  $\gamma$  能谱测量, 以进行对照。

## 2 结果与讨论

2.1 几种常用建材比活度测量结果, 见表 1 由表 1 可以看出, 石灰、天然沙及灰沙砖等建材属低放射性建材, 硅酸盐砌块、粉煤灰砖、花岗石等建材放射性水平较高, 利用此建材时要慎重。而其他几种建材放射性水平居中。最近几年, 红砖生产过程中, 多掺入煤渣等工业废渣, 致使红砖放射性水平呈增高趋势。

结果, 可以看出工业废渣中放射性水平大体趋势是: 煤渣 > 粉煤灰 > 水泥矿石 > 磷石膏 > 硫酸渣 > 高炉渣。

必要加强对各类掺入工业废渣的建筑材料的管理和剂量监测。

在实际工作中, 若发现成批的建筑材料放射性核素比活度超过国家标准时, 除限制该类建材的使用范围外, 必须落实降低建材放射性水平的具体措施, 包括查清废渣的放射性水平来

源, 现存数量等, 调整配料, 减少废渣比例, 确保建筑材料的放射性水平应控制在国家标准规定的限值以内。

3 室内γ 辐射剂量的估算

参考KrsiuK 4π 简化模式, 并取墙体厚度和门窗修正系数为0.56<sup>[2]</sup>, 则来自建筑材料的室内γ 空气吸收剂量率D<sub>γ</sub>可根据公式<sup>[2]</sup>计算:

表3 室内γ 辐射剂量估算结果

建筑材料类型	D <sub>γ</sub> (Gy/ h)	H <sub>E</sub> 外(mSv/a)
红砖	0.129	0.633
页岩砖	0.131	0.643
预制构件	0.092	0.452
水泥	0.101	0.496
灰沙砖	0.062	0.304
硅酸盐砌块	0.168	0.825
粉煤灰砖	0.190	0.933
花岗岩石	0.179	0.879
石灰	0.046	0.226
天然沙	0.076	0.373
碎石	0.112	0.550

$D_{\gamma}=6.05\times10^{-4}A_{Ra}+8.74\times10^{-4}A_{Th}+4.80\times10^{-5}A_K(\mu\text{Gy/h})$   
式中A<sub>Ra</sub>、A<sub>Th</sub>和A<sub>K</sub>分别为<sup>226</sup>Ra、<sup>232</sup>Th和<sup>40</sup>K的比活度(Bq/kg), 根据UNSCEAR1982年报告<sup>[3]</sup>, 室内γ 辐射产生的有效剂量当量H<sub>E</sub>为

$H_E=8.760\times10^{-3}F\cdot q\cdot D_{\gamma} \quad (\text{mSv/a})$

式中q为室内居留因子, 山东地区为0.83, F是有效剂量当量率对空气吸收剂量率的平均比值, 为0.7, 故

$H_E=4.91D_{\gamma} \quad (\text{mSv/a})$

根据表1中的数据, 利用上述公式, 分别计算出相应的D<sub>γ</sub>和H<sub>E</sub>列入表3。

从表3可知, 室内墙体建筑材料种类不同, 相应的H<sub>E</sub>之间相差较大, 因此建筑设计时, 应考虑到所选取的建筑材料放射性核素的比活度, 并掌握因建材不同对室内γ 辐射有效剂量当量的影响。不同的建筑物体, 可选用不同的建材。原则上讲, 大型的公共场所选用建材要求可适当放宽, 民用住房建材选取一定要慎重。尤其是表2中所列建材在民用住房建筑时要慎用。

参考文献:

[1] GB 6566—86 建筑材料放射卫生防护标准[S].  
[2] 孙世荃. 人类辐射危害评价[M]. 北京: 原子能出版社, 1996.  
[3] UNSECAE 1982 Report[R]. ANNEX B. 89.  
(收稿日期: 2000—10—03)

【工作报告】

放射工作者眼晶状体变化的分析

田大勇

中图分类号: R146 文献标识码: D

眼晶状体是射线的敏感器官之一。为了解射线对其影响, 对我市615名放射工作者的眼晶体变化进行了调查分析, 结果报告如下。

1 调查对象与方法

1.1 对象 调查对象为泰安市范围内的放射工作者615人, 其中男521人, 女94人。年龄在18~64岁之间, 平均年龄33.79岁; 工龄在1~38a间, 平均工龄10.50a。  
1.2 方法 使用国际标准视力表查远视力及矫正视力, 后用5%的新福林滴眼, 扩大瞳孔至6mm以上, 在裂隙灯下查眼底的晶状体, 晶体混浊点在5个以上者视为晶体混浊。

2 结果

检出晶体混浊者476人, 混浊率为77.40%, 其中男性混浊率78.69%, 女性为70.21%, 二者差异无显著性。混浊主要发生在后囊下, 赤道及前囊下。混浊形态主要为点状混浊, 其次为片状, 个别可见空泡。

2.1 放射工种与眼晶状体混浊的关系 由表1看出, 医用X射线工作者晶体混浊率明显高于工业探伤人员。统计分析表明, 二者间晶体混浊率差异有非常显著性(P<0.01)。γ射线工作者与工业探伤及医用X射线工作人员之间差异均无显著性(P>0.05)。

2.2 放射工龄与晶状体混浊的关系 见表2。

表1 不同放射工种与晶体混浊的关系

工种	检查例数	晶体混浊例数	晶体混浊率(%)
工业探伤	83	54	65.06
γ射线	74	52	70.27
医用X射线	458	370	80.79
合计	615	476	77.40

表2 放射工龄与晶体混浊的关系

工龄(a)	检查例数	晶体混浊例数	混浊率(%)
<5	215	161	74.88
5~	117	90	76.92
10~	119	91	76.47
15~	80	66	82.50
20~	84	68	80.95
合计	615	476	77.40

由表2看出, 随放射工龄的增长, 晶体混浊发生率有增高的趋势, 但各组间差异均无显著性(P>0.05)。

3 讨论

本文对晶体混浊发生率及不同放射工种与晶体混浊关系的调查结果同于夕荣等的报告<sup>[1]</sup>结果基本相符。工业探伤人员较医用X射线工作者晶体混浊发生率低, 可能与其远距离隔室操作, 且工作量小有关。γ射线工作者晶体混浊发生率介于二者之间, 可能一方面缘于射线的性质, 另一方面其工作环境状态又介于二者之间。本文发现随放射工龄的增长, 混浊率有增高的趋势, 但相互间差异均无显著性。这与于瑞广等的调查结果不同<sup>[2]</sup>。分析原因可能存在以下几个方面: 第一, 引起晶体混浊的射线剂量较低, 并且潜伏期较短。进一步分析表明, 工龄低于2a的工作人员晶体混浊率为63.33%, 与5a以下工龄组晶体混浊率差异无显著性。第二, 随年龄增长而生的生理性晶体混浊因素。

参考文献:

[1] 于夕荣, 杜玉兰, 张红利, 等. 434例放射工作者的眼晶状体检查[J]. 中国辐射卫生, 1993, 1(1): 33.  
[2] 于瑞广, 赵兰波, 李玉英. 437例X射线工作者眼晶状体变化的调查[J]. 中国辐射卫生, 1994, 3(3): 173.  
(收稿日期: 1999—11—02)