

某县煤渣砖放射性水平分析与评价

胡 培 武国亮 熊菊英 杨 璐 王大芳

(云南省卫生防疫站,昆明 650022)

某县废渣砖厂利用县氮肥厂和黄磷厂多年来排放废渣制作废渣砖,投产前未作成品放射性核素分析,生产初期废渣砖主要用于建造商品住房和办公大楼。在建设过程中,某单位要求进行 γ 照射量率现场测量,监测结果偏高。人们对废渣砖作为建材使用产生怀疑态度,为此,我们对废渣砖生产工艺流程进行了放射性监测评价工作。

1 概况

砖厂制砖所用废渣主要是县氮肥厂锅炉用煤燃烧后产生锅炉渣和造气用焦炭燃烧后产生焦炭渣,以及邻近县黄磷厂排放磷渣。其中,部分锅炉渣渣体暗红,称锅炉红渣。而部分锅炉渣渣体灰黑,呈松散状,称锅炉黑渣。焦炭渣和磷渣单独堆放,锅炉红渣和锅炉黑渣则分层混合存在,但很易区分。

因焦炭渣和磷渣堆放较远,生产初期使用废渣为锅炉渣。

2 调查方法

2.1 样品采集

成品采集锅炉红渣砖、锅炉黑渣砖、锅炉黑渣混合砖。作为对照,还采集了当地泥土烧制的传统青砖、传统红砖。

原料采集锅炉红渣、锅炉黑渣、造气焦炭渣、磷渣和石灰。

按统计学要求,所有样品均在堆场5点以上随机取样5千克,混合后取其中约1千克作代表性样品进行分析。

2.2 实验分析

镭-226比活度(A_{mRa})分析:闪烁射气法
钍-232比活度(A_{mTh})分析:离子交换-分光光度法

钾-40比活度(A_{mK})分析:火焰光度法。

3 结果讨论

成品砖和废渣原料放射性核素比活度分别列于表1表2。

表1 成品砖放射性核素比活度(Bq/kg)

	A_{mRa}	A_{mTh}	A_{mK}	m_{Ra}^*	m_{Th}^*
锅炉红渣砖	264	55.7	146	1.3	1.0
锅炉黑渣砖	67.3	80.9	177	0.3	0.5
锅炉黑红渣混合砖	151	53.3	192	0.8	0.7
传统青砖	36.6	56.1	471	0.2	0.4
传统红砖	53.0	38.3	446	0.3	0.4

$$* m_{Ra} = A_{mRa} / 200 \quad m_{Th} = A_{mRa} / 350 + A_{mTh} / 260 + A_{mK} / 4000^{[1]}$$

表2 制砖原料放射性核素比活度(Bq/kg)

	A_{mRa}	A_{mTh}	A_{mK}
锅炉红渣	333	83.4	193
锅炉黑渣	78.6	82.9	196
焦炭渣	55.7	117	183
磷渣	142	22.8	209
石灰	64.2	11.2	153

从表1可见,和传统砖相比,煤渣砖放射性核素镭-226比活度明显增高,钍-232相差不多,钾-40比活度则煤渣砖低于传统砖,与文献报道相吻合^[2]。其中,锅炉红渣砖 m_{Ra} 、 m_{Th} 大于1,超过国家标准限值。

制砖所用原料为85%废渣和15%石灰。按此比例,分别用锅炉红渣、锅炉黑渣、焦炭渣、磷渣,模拟制得废渣砖,其放射性核素比活度和 m_{Ra} 、 m_{Th} 估计值列于表3。

表3 模拟废渣砖放射性核素比活度(Bq/kg)

	A_{mRa}	A_{mTh}	A_{mK}	m_{Ra}	m_{Th}
锅炉红渣+石灰	293	72.6	187	1.5	1.2
锅炉黑渣+石灰	76.4	72.1	190	0.4	0.5
焦炭渣+石灰	57.0	101	179	0.3	0.6
磷渣+石灰	130	21.1	201	0.7	0.5

从表3见,以锅炉红渣为主制得废渣砖放射性核素比活度将超过国家标准,这与成

品废渣砖分析结果一致。显然,锅炉红渣中镭-226比活度偏高是造成锅炉红渣砖放射性比活度超过国家标准限值的主要原因

根据文献^[3],煤燃烧时产生约 1700℃的高温,煤中大部分矿物质熔入玻璃样灰中。较轻的飞灰进入烟道,部分较重的灰连同未完全燃烧煤渣掉入炉底成为锅炉渣。因此,锅炉渣中放射性核素实际上是由玻璃样灰和未完全燃烧煤渣两部分共同提供。

锅炉红渣出炉后长时间暗火燃烧,煤中有机成份充分挥发,放射性核素达到富集。但由于是低温燃烧,煤渣中矿物质不能形成玻璃样灰。

钍-232和钾-40多以可溶盐形式存在,而镭-226常与不溶盐类产生共沉淀。在长年的露天堆放中,钍-232和钾-40受风雨侵蚀而流失,镭-226则保留下来。另一方面,玻璃样灰中放射性核素由于受外层玻璃体保护而不受外界风雨影响。

这样,在锅炉渣中钍-232和钾-40主要由玻璃样灰提供,镭-226由玻璃样灰和煤渣共同提供。锅炉红渣镭-226比活度远高于锅炉黑渣。钍-232和钾-40比活度二者相差不大。

4 建议

锅炉黑渣、焦炭渣、磷渣可单独和石灰配比制砖,锅炉红渣则必须和其它废渣掺合使用。如以 X代表废渣中锅炉红渣最大掺合百分比, C代表和锅炉红渣掺合另一废渣镭-226比活度(贝可/千克)。根据国家标准限制式:

$$aRa/200 \leq 1$$

代入制砖原料配比及相关数据得:

$$(0.85(333X + (1 - X)C) + 0.15 \times 64.2)/200 = 1$$

上式化简后得:

$$X = (224 - C)/(333 - C)$$

即制砖所用锅炉红渣掺合比例必须小于根据上式计算所得 X 值,才能确保制得成品符合国家标准。相应地,在分别和锅炉黑渣、焦炭渣、磷渣掺合情况下,锅炉红渣比例必须分别小于 50%、60%、40%。

5 结论

据估计,全国煤渣砖放射性核素比活度超标率平均值为 40%^[4],部分省报道值 53%^[5]。因此,对煤渣砖建材可能存在的对人体潜在放射性危害一定要引起高度重视。

我们认为,对煤渣砖建材应强调投产前放射性核素比活度分析论证。限定生产厂家将拟使用煤渣送放射卫生防护部门检验,经认定合格后,方可投产。

本次调查发现,即便是同一来源的煤渣,由于燃烧完全程度的不同,可以造成放射性核素比活度的极大变化。因此,对煤渣砖建材进行每批次成品 γ 照射量率监测是十分必要的。

同时,考虑到超标建材生产厂家的实际利益,应提倡在可能的前提下进行技术改造。通过调整生产工艺原料配比,降低成品放射性核素比活度,最终达到国家标准要求,这是值得探讨的一种经济可行的方法。

参 考 文 献

- 1 中华人民共和国国家标准·建筑材料放射卫生防护标准 (GB6566-86)。
- 2 孙性善,等·建筑材料放射限制量研究·中华放射医学与防护杂志,1986,6(5): 289。
- 3 章仲候,等·放射卫生学·第一版·北京:原子能出版社,1985,26。
- 4 中华人民共和国卫生部·建筑材料放射卫生防护标准 (GB6566-86)的依据和说明,1986。
- 5 陆有荣,等·广西建筑材料放射性水平及居民受照剂量·中华放射医学与防护杂志,1991,11(3): 188。

(1996年 9月 24日收稿)

· 小资料 · 器官剂量:在 X 线检查中,受检者某一器官(或组织)的积分剂量除以该器官的总质量。器官剂量可分为 X 射线摄影器官剂量 (D_{Tr})和 X 射线胸部透视器官剂量 (D_{Ti})两种。全身平均吸收剂量:在 X 线检查中,受检者全身的积分剂量除以全身总剂量。