

内蒙古煤炭放射性调查及分析

李业强,李学业,尚丹华

(内蒙古自治区辐射环境监督站,内蒙古 包头 014030)

摘要:本文对呼包鄂三市 3 个燃煤电厂、14 个煤矿和 2 个煤炭市场的煤炭、煤矸石、炉渣和粉煤灰进行环境 γ 吸收剂量率监测和放射性核素分析。测量结果表明,鄂尔多斯铀矿区周围采集的样品中放射性核素含量与天然放射性水平处于同一水平;本次采集的所有样品均不纳入伴生放射性污染源;燃煤电厂中炉渣和粉煤灰中放射性核素含量燃烧后发生富集;三个电厂粉煤灰内外照射值,除了托县电厂粉煤灰外照射略高于标准外,其余均低于国家标准。

关键词:内蒙古煤炭;放射性;调查;分析

中图分类号:X837

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2016)02-0062-03

INNER MONGOLIA COAL RADIOACTIVE SURVEY AND ANALYSIS

LI Ye-qiang, LI Xue-ye, SHANG Dan-hua

(Inner Mongolia Autonomous Region Radiation Environment Supervision Station Inner Mongolia Autonomous Region, Baotou, 014030, China)

Abstract: In this paper, the call package three cities of hu, bao, e three coal-fired power plants, 10 coal mine and 2 coal market coal, coal gangue, slag and fly ash for environmental gamma absorbed dose rate and the radioactive nuclide analysis. Measurement results show that the ordos radionuclide content in samples collected from the area around uranium and natural radioactivity level in the same level; Are not included in the associated radioactive sources; Radionuclide content in slag and fly ash in coal-fired power plants burning after enrichment; Three power plants fly ash internal and external exposure value, in addition to outside the county power plant fly ash external exposure slightly higher than the standard, the rest are lower than the national standard.

Key words: Inner Mongolia coal; Radioactive; Investigation; Analysis

煤炭是我国重要的能源,内蒙古煤炭探明储量和预测储量均居全国第 2 位。鄂尔多斯市的东胜煤田煤质优异,在国际市场上有很强的竞争力,远销多个国家。东胜煤田作为全区优势矿种,煤炭资源的开发利用程度在不断加大,同时,在煤炭资源开发利用过程中的污染问题也越来越多的被人们关注,在 2000 年左右东胜煤田的大营、纳岭沟、

罕台庙、皂火壕等地发现了一系列的大型铀矿床,煤炭的开发利用过程中放射性污染问题更被人们所关注。有文献记载煤炭与放射性物质伴生存在,并且煤炭在燃烧过程中放射性核素会富集,尚可能存在用煤过程中放射性污染。随着粉煤灰在生产生活中的应用越来越广泛,对内蒙古煤炭放射性核素分析就显的尤为必要了。

1 研究方法

1.1 监测项目及采样布点

收稿日期:2015-06-26

第一作者简介:李业强(1983~),男,工程师,硕士研究生,从事辐射环境监测工作。

根据《辐射环境监测技术规范》和《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》对呼和浩特市、包头市和鄂尔多斯市 14 个煤矿、3 个燃煤电厂和 2 个煤炭市场的煤炭、煤矸石、炉渣和粉煤灰进行采样,共采集样品 43 个:其中煤炭样品 23 个,包括煤矿样品 14 个、煤炭市场的煤炭样品 5 个、电厂用煤 4 个;煤矸石样品 14 个;呼和浩特、包头和鄂尔多斯各选一个燃煤电厂,共采集粉煤灰样品 3 个;炉渣样品 3 个;煤矿堆场、煤炭市场、矸石堆场、电厂用煤堆场等场所 γ 外照射监测点位共计 57 个:其中本底值 18 个;煤矿堆场 14 个点位;煤炭市场 5 个点位;矸石堆场 14 个点位;电厂 6 个点位。

1.2 仪器及分析项目

本文使用 FH40G 便携式环境 X- γ 剂量率监测仪测量煤矿、煤炭市场和燃煤电厂中的煤炭、煤矸石、炉渣和粉煤灰表面 1m 处环境 γ 吸收剂量

率;使用 DSPEC-jr-2.0 高纯锗 γ 能谱仪分析样品中 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 放射性核素的含量。

1.3 质量控制

本次所有现场监测与采样方法均按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T61-2001)要求执行,测量仪器和分析设备经国家计量部门检定,并定期进行期间核查,以确保仪器的稳定性,监测数据严格执行“三级审核”制度,并由技术总负责人审定。

2 测量结果及分析

2.1 测量结果

通过现场测量和实验室分析,各种样品现场环境 γ 吸收剂量率和样品放射性核素的含量范围如表 1 所示。

2.2 测量结果分析

2.2.1 铀矿周边煤炭样品分析

表 1 现场环境 γ 吸收剂量率和样品放射性核素的含量范围

样品名称	γ 剂量率 (nGy/h)	^{238}U (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
煤炭	70.9-113.0	6.3-57.7	1.0-72.8	4.1-102.0	7.38-288.0
煤矸石	82.8-136.5	14.6-87.2	15.0-88.3	21.0-110.0	49.05-586.6
炉渣	88.5-90.4	59.4-128.3	47.9-143.4	58.1-131.6	77.4-400.8
粉煤灰	94.9-99.0	72.8-182.9	62.1-183.5	74.9-174.7	74.5-443.8

本次在鄂尔多斯铀矿区周围共采集了 9 个煤矿的样品,分析结果见表 2,监测结果与相关文献^[2-3]相比,测量值在其范围内,并与 1983~1990 年全国环境天然放射性水平内蒙古自治区环境调查值也处于同一水平。

2.2.2 伴生放射性污染源判断

根据全国第一次污染源普查,按照国家给定的矿石或主要原材料(如精矿)中 U、Th 系核素的含量大于 0.1 Bq/g,矿石或主要原材料(如精矿)表面 1 m 处的剂量率超出“当地本底水平+50

表 2 铀矿周边煤炭样品分析结果

项目名称	γ 辐射空气吸收剂 (nGy/h)	^{238}U (Bq/kg)	^{232}Th (Bq/kg)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{40}K (Bq/kg)
原煤	78.4-113.0	6.3-28.1	1.0-69.0	4.1-22.1	7.4-153.1
煤矸石	82.8-134.6	22.8-87.2	15.0-88.3	21.0-110.0	62.2-586.6
全国煤矿中煤、矸石天然放射性核素含量调查分析	/	3.4-9020	1.8-4600	1.4-11200	5-1200
内蒙古西部区原煤及粉煤灰放射性水平的研究(原煤)	/	5.0-183.0	5.0-109.7	5.0-105.2	18.5-368.4
1983~1990 年内蒙古自治区环境天然放射性水平调查值	/	4.5-87.3	8.3-97.9	7.0-88.3	83.9-1526.0

nGy/h”和主要废物(如尾矿、尾渣)表面 1 m 处的 γ 剂量率超出“当地本底水平+50 nGy/h”条件作为纳入伴生放射性污染源范围^[4]。通过对数据分析,

哈尔乌素煤矿矸石表面 1 m 处的 γ 剂量率超出“当地本底水平+50 nGy/h”,但采样对核素分析后,其放射性核素含量均小于 0.1 Bq/g;吴四圪堵

煤矿原煤和矸石表面 1 m 处的 γ 剂量率未超出“当地本底水平+50 nGy/h”，但核素分析 ^{226}Ra 含量大于 0.1 Bq/g。因此，本次调查的所有样品，均不纳入伴生放射性污染源。

2.2.3 燃煤电厂用煤与粉煤灰、炉渣的放射性富集

根据监测结果，呼包鄂三个电厂用煤、粉煤灰和炉渣放射性核素不同程度的富集，最大富集量为煤炭中 ^{238}U 含量 7.2 Bq/kg，燃烧后炉渣中 ^{238}U 含量 79.2 Bq/kg；炉渣和粉煤灰中放射性核素含量均比相应煤炭中放射性核素含量高，煤炭中放射性核素含量在燃烧后发生富集。

2.2.4 粉煤灰外照射和内照射估算

电厂用煤燃烧过程中，其中灰份的 80 % 变为粉煤灰，20 % 变为炉渣，经电厂除尘后，大约 1 % 的粉煤灰排放到空气中。粉煤灰在开发利用过程中，其产生的辐射会对环境造成辐射污染，通过外

于标准外，其余均低于国家标准。

3 结论

综上所述，本次对内蒙古部分煤矿、煤炭市场和燃煤电厂中的煤炭、煤矸石、炉渣和粉煤灰进行现场 γ 剂量率监测和放射性核素分析，测量结果表明，鄂尔多斯铀矿区周围采集的样品中放射性核素含量与文献中数据相比在其范围内，并与 1983~1990 年全国环境天然放射性水平内蒙古自治区环境调查值也处于同一水平；根据全国第一次污染源普查伴生放射性污染源判断标准，本次调查的所有样品，均不纳入伴生放射性污染源；燃煤电厂中炉渣和粉煤灰中放射性核素含量均比相应煤炭中放射性核素含量高，煤炭中放射性核素含量在燃烧后发生富集；估算三个电厂粉煤灰内外照射值，除了呼和浩特某电厂粉煤灰外照射略高于标准外，其余均低于国家标准。

表3 粉煤灰内外照射值

项目	外照射 I_γ	内照射 I_{in}	标准
鄂尔多斯某电厂粉煤灰	0.6	0.4	$I_\gamma \leq 1.0$ $I_{in} \leq 1.3$
包头某电厂粉煤灰	0.6	0.4	
呼和浩特某电厂粉煤灰	1.2	0.9	

照射估算评价，排入空气中的粉煤灰通过内照射估算评价。根据《建筑材料放射性核素限量》(GB6566-2001)估算三个电厂粉煤灰内外照射值见表 3，除了呼和浩特某电厂粉煤灰外照射略高

参考文献

[1]1983~1990 年内蒙古自治区环境天然放射性水平调查值(内蒙古自治区)。
 [2]刘福东,潘自强,刘森林,等.全国煤矿中煤、矸石天然放射性核素含量调查分析[J].辐射防护,2007,27(3):171。
 [3]杨洪敏,张洪杰,隋文力.内蒙古西部区原煤及粉煤灰放射性水平的研究.全国辐射环境管理学术研讨会论文集,1994,天津:188-190。
 [4]第一次全国污染源普查培训教程。

(上接第 54 页)

[4]李海龙,于立.中国生态城市评价指标体系构建研究[J].城市发展研究,2011,18(7):81-86
 [5]王彦鑫,梁吉业.生态城市评价模型:构建及应用[J].经济问题,2011,10:126-129.
 [6]吴颖婕.中国生态城市评价指标体系研究[J].生态经济(学术版),2012,(12):52-56.
 [7]张伟,张宏业,王丽娟,张义丰.生态城市建设评价指标体系构建的新方法——组合式动态评价法 [J].生态学报,2014,34 (16):4766-4774.
 [8]王锋,刘传哲,吴从新,许士春.城市低碳发展指数的构建与应用——以江苏 13 城市为例[J].现代经济探讨,2014,(1):79-83.
 [9]王锋,刘传哲,吴从新,张炎治.区域低碳发展指数建模——基于中国 30 省份的实证分析[J].统计与信息论坛,2014,(4):30-36.

[10]曾守楨,陈佳琴,王赢政.基于组合评价的浙江省城市可持续发展能力实证分析[J].统计科学与实践,2012,(2):28-30.
 [11]夏春海.生态城市指标体系对比研究 [J].城市发展研究,2011,18(1):36-42.
 [12]关海玲,孙玉军.我国省域低碳生态城市发展水平综合评价——基于因子分析[J].技术经济,2012,31(7):91-98.
 [13]栾志理,朴锺澈.从日、韩低碳型生态城市探讨相关生态城规划实践[J].城市规划学刊,2013,(2):46-56.
 [14]李迅,刘琰.中国低碳生态城市发展的现状、问题与对策[J].城市规划学刊,2011,(4):23-29.
 [15]李迅,曹广忠,徐文珍,杨春志,宋峰,赵培红.中国低碳生态城市发展战略[J].城市发展研究,2010,17(1):32-39.