

新疆伊犁某地浸采铀企业辐射环境影响现状调查

王志煌, 赵其文, 刁春娜

新疆维吾尔自治区辐射环境监督站, 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: **目的** 了解新疆伊犁某地浸采铀企业辐射环境影响。**方法** 进行现场调查监测, 对厂区及周围辐射环境进行监测, 分析评价其辐射环境影响水平。**结果** 厂区及周边环境放射性水平基本为当地本底范围。**结论** 新疆伊犁某地浸采铀企业周围环境未见放射性水平异常。

关键词: 新疆; 伊犁; 地浸采铀; 辐射环境

中图分类号: X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2017)03-0326-02

中国铀矿业自上世纪 50 年代开创以来, 发展至现阶段, 已逐步形成了一整套包括科研、设计、施工、生产、退役等阶段的完整的工业体系, 掌握了较为适应我国铀矿特点的、比较完整的开采技术, 尤其是上世纪末以来, 我国的铀矿原地爆破浸出、原地浸出开采技术取得了重大突破, 并成功应用于工业生产^[1]。

原地浸出采铀技术是指在天然蕴藏条件下, 通过注入溶浸液与蕴藏矿物产生化学反应选择性地溶解矿石中的铀, 而不使矿石产生位移的, 集采、冶于一体的新型铀矿开采方法^[2]。地浸采铀新技术的运用, 使原来不能开采的低品位砂岩铀矿床得以开发利用, 全面提高了铀矿采冶技术水平、生产能力以及铀资源利用范围, 对于降低企业成本及环境保护, 都具有非常重大的意义。新疆天然铀产量也因此项新技术而使其产能迅速增加, 一举跃居全国前列。

为了解地浸采铀过程的辐射环境现状水平及对周边环境的影响, 我们选取了新疆伊犁某地浸采铀企业 A 厂, 开展辐射环境现状调查工作。

1 测量仪器与方法

对 A 厂井场及厂区周围环境的 γ 致空气吸收剂量率、氡气浓度、土壤及水体样品中的天然放射性核素含量进行了调查监测。

1.1 γ 致空气吸收剂量率 采用 Identifinder NG 型 X、 γ 吸收剂量率仪(德国 ICX Radiation)在监测区域内按照 30 m × 30 m 进行网格化点位布设, 监测时严格按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)^[3]和《环境地表 γ 辐射剂量测定规范》(GB/T 14533-

93)^[4]中的有关要求, 进行现场监测时, 探测器置于距离地面约 1.0 m 高度处, 每间隔 10 s 读数一次, 每个测点读 10 次, 取读数的平均值即为该测点的测量值^[5]。

1.2 氡气浓度 采用 P-30 型测氡仪进行氡气浓度监测, 在晴朗天气时, 采用被动式吸收测量方式, 将 P-30 型测氡仪放置于监测区域的下风向位置, 每一测点监测 10 min。监测过程严格按照《辐射环境监测技术规范》(HJ/T 61-2001)^[3]和《环境空气中氡的测量标准方法》(GB/T 14582-93)^[6]中的有关规定进行。

1.3 放射性核素比活度

1.3.1 样品的采集 对企业周边居民区和农田进行土壤样品采样; 对企业周边水体取样, 每个水样采集 25 L, 选用聚乙烯塑料桶盛装, 采样之前先用所采水样将采样所用塑料桶荡洗 3 次, 采样后用浓 HNO₃(分析纯)将所采水样的 pH 值调至 2 左右, 做好防渗防漏包装, 粘贴样品标签, 做好样品登记、运输和分、领、发等工作, 严防样品污染和混淆。

1.3.2 样品的核素检测分析 ①土壤样品。按照《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB 11743-89)进行土壤样品中的放射性核素检测。样品经破碎、掺合、缩分、过筛至粒度小于 80 目后, 装入聚乙烯样品盒($\varphi 75$ mm × 50 mm), 称量样品质量后密封保存 20 d 以上, 以 GC4019 型 HPGe 多道 γ 能谱仪(美国 堪培拉公司)测量²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra 及⁴⁰K 核素的放射性比活度。样品测量时间为 4 h ~ 8 h, 样品单次测量的相对误差小于 25%^[3]。②水样品。水样品静置后取上清液进行天然放射性核素含量检测。检测对象及方法见表 1。

表 1 检测仪器及方法

核素名称	检测仪器	检测方法
天然铀	WGJ - II 激光铀分析仪	《水中微量铀分析方法》GB 6768 - 86
天然钍	UV - 1700 紫外分光光度计	《水中钍分析方法》GB 11224 - 89
²²⁶ Ra	FD - 125 型钍分析仪	《水中镭 - 226 的分析方法》GB 11214 - 89
总 α、总 β	CLB - 104 型低本底 α/β 检测仪	《生活饮用水标准检测方法放射性指标》GB/T 5750.13 - 2006

检测时检测仪器均处于检定合格有效期内。

2 调查监测结果

2.1 γ 致空气吸收剂量率结果

A 厂井场及厂区周围环境贯穿辐射所致空气吸收剂量率测值结果,除井场和水冶车间个别点位外,其余均在当地正常本底范围之内。见表 2。

表 2 γ 致空气吸收剂量率 (μGy · h⁻¹)

点位名称	γ 辐射空气吸收剂量率			
	点位数	测值范围 (扣除宇宙射线)	平均值	标准差
井场	140	0.06 - 0.32	0.137	0.047
水冶车间	20	0.11 - 0.99	0.134	0.009
厂区周边	80	0.07 - 0.17	0.103	0.005
附近居民点	40	0.06 - 0.09	0.084	0.009
生活办公区	40	0.12 - 0.14	0.130	0.014
下风向厂界	10	0.06 - 0.11	0.082	0.012

注:伊犁地区天然贯穿辐射本底范围值为:室内 0.10 ~ 0.19 nGy/h,室外 0.07 ~ 0.15 μGy/h^[7]。

2.2 氡气浓度结果

A 厂井场及厂区周围环境中氡气浓度低于 500 Bq/m³ (放射性工作场所氡浓度行动水平),为正常本底水平。见表 3。

表 3 氡气浓度 (Bq/m³)

监测点位	布点数	氡浓度测值范围
办公区	2	25 ± 9
办公区空地	2	17 ± 7
副厂长办公室	2	19 ± 8
沉淀间	2	25 ± 9
水冶车间	2	24 ± 9
居民点	2	16 ± 7
小学	2	14 ± 6
厂界下风向	2	13 ± 5

2.3 土壤中放射性核素含量

A 厂井场及厂区周围环境土壤及底泥样品中放射性核素含量处于当地本底水平范围之内。见表 4。

表 4 土壤中天然放射性核素含量检测结果 (Bq/kg)

监测点位	监测对象	放射性核素含量		
		²³⁸ U	²³² Th	²²⁶ Ra
农田 1#	土壤	39.41	34.05	35.08
农田 2#	土壤	47.60	45.82	33.58
居民点	土壤	31.26	52.58	40.86
小学院子	土壤	41.38	42.87	38.47
周边地表水上游	底泥	27.46	29.93	28.11
周边地表水下游	底泥	36.59	31.82	32.54
伊犁地区土壤本底范围值 ^[7]		10.19 ~ 79.09	26.53 ~ 65.05	18.42 ~ 54.53

2.4 水体中放射性核素活度浓度

由表 5 可见,所采水体样品中放射性指标均在往年监测范围之内。

表 5 水体中放射性核素含量检测结果

监测点位	放射性核素浓度				
	铀 (μg/L)	钍 (μg/L)	镭 - 226 (mBq/L)	总 α (Bq/L)	总 β (Bq/L)
周边地表水上游	0.393	0.611	10.6	0.0809	0.0895
2010 - 2015 年测值范围	1.6 ~ 3.67	0.44 ~ 0.88	5 ~ 13	0.08 ~ 0.26	0.09 ~ 0.22
周边地表水下游	0.842	0.523	19.0	0.0240	0.1576
2010 - 2015 年测值范围	1.12 ~ 2.34	0.22 ~ 0.81	7 ~ 15	0.04 ~ 0.23	0.11 ~ 0.17
第一水系地下水	114.069	1.327	27.5	2.5247	1.9273
2010 - 2015 年测值范围	5.3 ~ 356.34	0.6 ~ 2.556	9 ~ 1670	0.34 ~ 5.01	0.16 ~ 2.99
第二水系地下水	35.85	1.448	35.0	0.3174	0.3681
2010 - 2015 年测值范围	5.06 ~ 151.260	0.256 ~ 1.34	10 ~ 340	0.07 ~ 0.56	0.05 ~ 0.84

注:2006 - 2010 年测值范围取自新疆辐射环境监测站监督性监测数据。

3 结论

调查结果显示,A 厂井场及厂区周围环境贯穿辐射所致空气吸收剂量率测值结果,除井场和水冶车间个别点位外,其余均在当地正常本底范围之内;井场及厂区周围环境中氡气浓度低于 500 Bq/m³,为正常本底水平;井场及厂区周围环境土壤及底泥样品中放射性核素含量处于当地本底水平范围之内;所采水体样品中放射性指标均在往年监测范围之内。

综上所述,某地浸采铀企业 A 厂厂区及周边环境放射性水平基本为当地本底范围,未见放射性水平异常。

(下转第 339 页)

16 座车站不同季节平均累积氡浓度存在显著性差异,变化规律一致。所有车站季节氡浓度平均值以 2-4 月最低 (28.3 Bq/m^3)、5-7 月最高 (59.3 Bq/m^3)。经最小显著差法 (LSD) 多重检验,5-7 月和 11-1 月时段分别与其他时段之间氡浓度比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 2-4 月与 8-10 月时段之间差异无统计学意义,2-4 月、8-10 月低于 5-7 月、11-1 月,这与广州地铁一号线变化规律^[1]不一致,原因有待进一步调查和研究。

2.4 剂量估算 根据联合国原子辐射效应科学委员会 2000^[5] 报告给出的吸入 ^{222}Rn 子体的有效剂量当量转换因子 $9 \text{ nSv}/(\text{Bq} \cdot \text{h} \cdot \text{m}^3)$, 取平衡因子 $F = 0.4$ 。地铁工作人员每人每年在地铁车站的停留的时间约取 2000 小时,其他室内 5000 小时。广州地铁二、八号线 16 座车站年平均氡浓度为 40.7 Bq/m^3 ,其他室内氡浓度为 47.3 Bq/m^3 ^[4]。地铁工作人员在地铁中吸入氡子体所致人均年有效剂量当量为 0.293 mSv/a ,其它室内 0.851 mSv/a ,合计 1.144 mSv/a ,与广州市室内 ^{222}Rn 子体所致公众年有效剂量当量 1.193 mSv/a ^[6] 相近。

3 结论

广州地铁二、八号线车站内氡及其子体未给地铁工作人员带来额外的放射性剂量负担。

参考文献

- [1] 张林,胡灿云,何展,等. 广州地铁一号线车站氡浓度[J]. 中华放射医学与防护杂志,2003,23(5):383-384.
- [2] 尚兵,唐莉,曾力,等. 北京地下铁道环境放射性水平及其工作人员受照剂量评价[J]. 中华放射医学与防护杂志,1994,14(6):401.
- [3] 田义宗,高建政,张奇,等. 天津市地铁一号线车站氡浓度水平调查[J]. 中国辐射卫生,2010,19(2):201-203.
- [4] 张林,杜琳,张静波,等. 室内外 ^{222}Rn 浓度及居民所受子体照射剂量测定[J]. 中国公共卫生,2008(24)4:460-461.
- [5] The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation [M]. New York, 2000, ANNEX B:107-140.
- [6] 张林,张静波,谭汉云,等. 广州市天然辐射所致公众照射剂量的评价[J]. 中国辐射卫生,2011,20(1):79-80.

收稿日期:2016-08-04 修回日期:2017-03-11

(上接第 327 页)

参考文献

- [1] 施祖远. 我国铀矿开采技术成就与发展对策[J]. 铀矿冶,2011,30(4):175-179.
- [2] 阙为民 王海峰 谭亚辉 姚益轩. 我国地浸采铀研究现状与发展[J]. 铀矿冶,2005,24(3):113-117.
- [3] 国家环境保护总局. HJ/T 61-2001 辐射环境监测技术规范[S]. 北京:中国环境科学出版社,2001.
- [4] 中华人民共和国国家环保局. GB-14583-1993 环境地表 γ 辐

射剂量测定规范[S]. 北京:中国标准出版社,1993.

- [5] 赵其文,王国全. 新疆伊犁铀矿冶退役场所辐射环境影响现状调查[J]. 辐射防护,2015,35(4):253-256.
- [6] 中华人民共和国环境保护局. GB 14582-1993《环境空气中氡的测量标准方法》[S]. 北京:中国标准出版社,1993.
- [7] 刘鄂 杜新宪 阿不力孜. 新疆维吾尔自治区环境天然放射性水平调查研究报告[M]. 乌鲁木齐:新疆维吾尔自治区环境监测中心站,1989.

收稿日期:2017-01-04 修回日期:2017-04-20

欢 迎 投 稿 欢 迎 订 阅