

随着人口剧增和工业加速发展, 人类社会面临着矿产资源短缺的严重威胁。矿产资源是人类社会文明必需的物质基础, 开采矿产资源是人类在生产过程中更加必不可少的生产活动。开发矿产资源所产生的环境问题日益引起世界各国的广泛重视。矿产资源的开发利用, 不仅污染空气、土壤、水体, 导致土地退化、沙漠化、水环境变化等^[1], 而且还会产生局部的放射性污染。放射性污染不易觉察, 但对人类和生物的生存和发展会产生严重的危害, 特别是非放射性矿产的开发利用所产生的放射性污染。航空放射性测量对于放射性污染的检测快速而准确, 为进一步确定污染范围、采取治理污染的措施提供可靠依据。同时它对于环境背景放射性水平的检测也同样十分有效。

1 航空伽马能谱检测铁矿放射性污染

图 1 是云南某钢铁厂上空的测量异常剖面^①, 该剖面中铀道计数率出现双峰, 峰形尖陡, 强度较高, 超出底数近 3 倍; 总道峰形反映也十分明显, 较宽, 显示出一定规模; 钾道和钍道反映不明显, 属铀异常, 并有磁异常存在。

该异常区位于云南省某县城内, 呈北西向分布, 长约 600 m, 宽约 400 m, 是某钢铁厂冶炼附近泥盆系地层中的铁矿石后的废渣及废渣所制砖块砌起的房屋引起。该矿石放射性强度为 2.0 nC/(kg·h), 略低于周围第四系堆积物(3.2 nC/(kg·h)), 但铀含量偏高(12.2×10^{-6})。废渣中的放射性核素进一

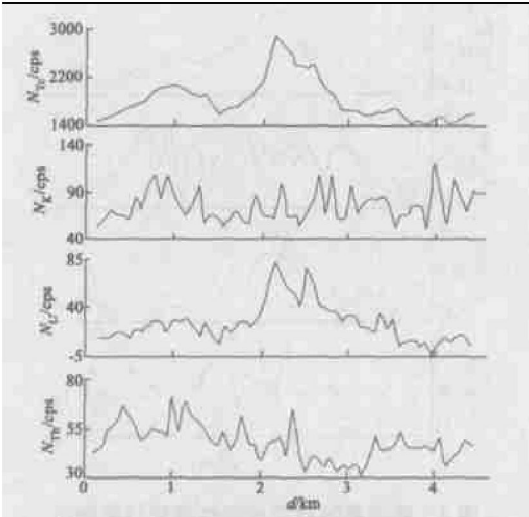


图 1 云南某地航空放射性测量异常剖面

步浓缩, 炉渣中放射性强度较高, 炉渣大量堆积, 并用来制成砖坯构筑围墙及房屋, 造成了大片的放射性污染区域。现场利用 GR-410 多道伽马能谱仪(碘化钠晶体, 体积 347 cm³)在较平坦的堆场进行测量(表 1)。测得铁矿石钾、铀、钍含量分别为 0.34%、 12.2×10^{-6} 、 4.7×10^{-6} , 空气吸收剂量率(D)为 85.7 nGy/h; 测得废渣中钾、铀、钍含量分别为 0.39%、 33.8×10^{-6} 、 15.8×10^{-6} , 空气吸收剂量率 236.3 nGy/h。废渣制砖构成的墙体钾含量最高达 0.55%,

表 1 云南某地异常区地面伽马能谱测量数据

样品名称	测点数 个	测量结果			$\frac{D}{\text{nGy} \cdot \text{h}^{-1}}$
		w(K)/%	w(U)/10 ⁻⁶	w(Th)/10 ⁻⁶	
铁矿石	31	0.34	12.2	4.7	85.7
炉渣	34	0.40	33.8	15.8	236.3
砖块	14	0.55	51.7	19.4	348.7

① 倪卫冲, 高玉恒. 云南省昆明地区航空放射性测量报告. 核工业航测遥感中心, 1990.

铀含量 51.7×10^{-6} , 钍含量 19.4×10^{-6} , 空气吸收剂量率 348.7 nGy/h 。本区内的废渣及废渣所制成的砖块在空气中的吸收剂量率远高于全国 8 805 个测点的平均值 62.8 nGy/h ① $[D(\text{nGy/h})=13.08K(\%) + 5.674eU(10^{-6}) + 2.495eTh(10^{-6})]^{[2]}$ 。

2 航空伽马能谱检测煤矿放射性污染

图 2 是新疆某地上空的航空伽马能谱测量异常剖面②,核工业航测遥感中心在新疆某地区进行航空放射性测量时相继发现了类似的 3 片异常区域,分别位于当地的几个生活区内。这 3 个地区异常特征十分相似,总道、铀道峰形反映明显,铀道峰值高出背景值近 3 倍。

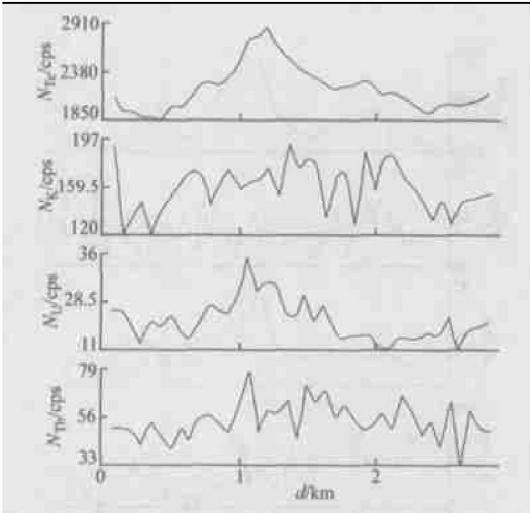


图 2 新疆某地航空放射性测量异常剖面

这 3 个异常区域均呈不规则的片状分布,累计面积约 25 km^2 。新疆阿克苏地区某地所用燃料为天山南坡二叠系地层中的煤炭,该煤炭放射性强度为 $15\text{ nC}/(\text{kg}\cdot\text{h})$ 高于周围第四系泥土、粉砂 ($4.8\text{ nC}/(\text{kg}\cdot\text{h})$)近 3 倍。由于炭质对铀元素的吸附致使其中铀含量偏高(17.5×10^{-6})。燃烧形成煤渣后放射性核素进一步浓集,煤渣中放射性强度较高,用煤渣铺垫道路及活动场所,形成了部分放射性污染区。实地利用 GR-410 多道伽马能谱仪进行测量(表 2),周围沙土中钾含量一般为 2.1%,铀含量为 4.3×10^{-6} ,钍含量 12.3×10^{-6} ,空气吸收剂量率 81.8 nGy/h 。煤渣中一般钾含量 1.345%,铀含量 33.9×10^{-6} ,钍含量 15.3×10^{-6} ,空气吸收剂量率 247.8

表 2 新疆某地异常区地面伽玛能谱测量数据

样品名称	测点数 个	测量结果			D $\text{nGy}\cdot\text{h}^{-1}$
		$w(K)/\%$	$w(U)/10^{-6}$	$w(Th)/10^{-6}$	
沙土	38	2.1	4.3	12.3	81.8
煤渣	36	1.34	33.9	15.3	247.8
煤炭	12	1.37	53.7	19.9	372.3

nGy/h 。煤渣的空气吸收剂量率是正常环境平均空气吸收剂量率的 4 倍多,显然已构成了放射性污染热点。废渣中的放射核素被雨水淋滤出来并在土壤或水体中富集,又会对植物乃至人体产生危害。

3 环境背景放射性水平偏高区的航空检测

核工业航测遥感中心在全国范围内进行了四十几年的航空放射性测量工作,累计测量 300 多万测线公里。1996 年对所获得的资料进行了照射量率等值图的连片编图,该图基本上反映了已测区域的环境背景放射性水平。在我国海南省的乐东、琼中,广东省的阳西、新丰、龙川,福建省的永安,浙江省的丽水北东向条带中断续出现许多背景放射性水平偏高区,多数区域空气吸收剂量率为 $64.1\sim 86.7\text{ nGy/h}$ (测区平均值为 51.9 nGy/h)的偏高区,少数区域出现大于 85.4 nGy/h 的较高值区、高值区。另外在河南省的汝阳地区也出现较大范围的背景放射性水平偏高、高值区。这些区域在今后的地面环境放射性水平检测中值得进一步探索,确定其性质及危害程度,以便采取合理的措施予以治理。

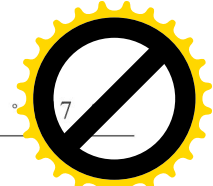
以上放射性水平偏高区域属于由地壳、空气、水等组成的原生环境,造成这种环境的原因主要是地壳表层放射性核素浓度偏高使得环境背景放射性水平偏高。生物和人类长期生活在这种环境中难免会受到放射性射线的伤害;同时生物和人不断从地表环境中摄取生长发育和繁殖所需要的元素和能量,在体内进行吸收代谢,生物和人体内的化学成分与自然环境中的化学成分基本一致,这样无形中也将一些放射性核素吸入体内造成内照射,影响生物和人体健康。

4 结语

地球上任何地方的居民都不可避免地受到天然和人工放射性的照射,只是不同区域的辐射水平有所不同。高辐射水平,高剂量的辐照所产生的效应在短时间内就可观察到组织的损伤或病变。如原子弹受害人群、核事故受害者。低辐射水平,较低剂量照射不会在较短时间内引起病理效应,如接受放射性治疗的病人或生活在放射性水平过高地区的居

① 顾仁康,沈恩升,胡明考,等.上海地区放射性水平及相关环境要素航空检测成果报告.核工业环境航空测量中心,1994.

② 李怀渊.新疆阿克苏一库车地区航空放射性测量报告.核工业航测遥感中心,1994.



民。大量研究表明,剂量与效应(癌症或遗传性疾病)发生率之间存在正相关关系。因此,必须检测出环境中人为或天然背景放射性水平偏高区域,采取必要措施,在合理的范围内尽量降低放射性辐照水平,保护人体及生物的健康。

目前我国环境放射性水平检测只在部分区域内开展了少量地面检测工作;航空检测仅核工业航测遥感中心对上海市及秦山核电站所属区域及中国国土资源航空物探遥感中心对珠海地区进行了放射性水平及相关环境要素的检测。大部分地区属环境放射性水平检测的空白区域。作为科技工作者,应该为创建“绿色地球”做出自己的贡献,使人类生活在

一个无污染、无危害、健康、美好的环境中。

在撰写本文过程中得到了范云清、邹礼规、侯振荣、胡明考高级工程师的热情帮助与指导,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 潘懋,李铁锋,孙竹友.环境地质学[M].北京:地震出版社,1997.
- [2] IAEA. The use of Gamma ray data to define the natural radiation environment[R]. IAEA: VIENNA, 1990, (566).
- [3] 张志杰.环境污染生态学[M].北京:中国环境科学出版社,1989.

THE APPLICATION OF AIRBORNE RADIOACTIVITY SURVEY TO ENVIRONMENTAL MONITORING

LI Huai-yuan

(Airborne Survey and Remote Sensing Center of Nuclear Industry, Shijiazhuang 050002, China)

Abstract: This paper has discussed the airborne monitoring of radioactive contamination formed during exploitation and utilization of iron ore and coal ore, analyzed the Gamma Radiant Eminence Map of China, and determined several relatively high radioactivity level regions, thus showing the effects of airborne radioactivity survey. The harmful effects of radioactive radiation on human health are analyzed, and the necessity of large—area airborne radioactivity survey is pointed out.

Key words: airborne radioactivity survey; radioactivity level; radioactivity pollution; environmental monitoring

作者简介:李怀渊(1965—),男,1986年毕业于华东地质学院放射性地质勘查专业,获学士学位。1999年在中国地质大学(北京)煤、油气地质专业获硕士学位。2002年毕业于中国地质大学(北京)地球探测与信息技术专业,获博士学位。现主要从事核技术与资源环境方面的生产与研究,主持完成数个大型航空测量项目,已发表论文多篇。

上接 514 页

Abstract: Terrain gamma-ray absorption dose is an important parameter in estimating the ionization radiation environment level. Gamma-ray dose calculated by in-situ gamma-ray spectrometric data has been studied and used abroad since 1970s, and terrain dose mapping has been carried out in U.S.A, Sweden and Russia. In China, gamma-ray spectrometer survey was carried out in Zhuhai, Guangdong Province, from 2002 to 2003. The dose rate was calculated by Beck Expression using concentrations of ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K measured by in-situ spectrometer. The results coincide with the gamma-ray dose measured by dosimeter. The measured and calculated average dose rates are $(144.86 \pm 27.21) \text{ nGy/h}$ and $(136.34 \pm 26.71) \text{ nGy/h}$, respectively, in Zhuhai City.

Key words: gamma-ray spectrometry; gamma-ray absorption rate; ionization radiation; environment

作者简介:王南萍(1957—),女,博士,副教授,现在中国地质大学(北京)任教。从1982年以来,一直从事核地球物理的教学与科研工作,目前主要从事辐射与环境相关的研究,发表论文30余篇。