

不同产地的稀土产品放射性水平比较

时华蓉 赵如意

(包钢预防保健中心, 包头 014010)

中图分类号: X591; R145 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)01-030-01

我国稀土资源丰富, 矿体大致可分为三类: 第一类是氟碳铈矿, 产于内蒙古白云鄂博矿的副产物中和四川攀西地区; 第二类是广东省和湖南省出产的独居石; 第三类是江西、广东、福建、湖南等地蕴藏的离子吸附型矿。我们对不同矿体生产的稀土产品总 α 和总 β 放射性水平进行了测量比较。

1 检测项目和方法

- 1.1 检测项目 总 α 和总 β 。
1.2 仪器 FJ-367型通用闪烁探头, FH-408自动定标器。
1.3 分析方法 总 α 采用饱和层法, 总 β 采用相对测量法。

2 结果和讨论

2.1 包头地区稀土产品总 α 、总 β 放射性水平

据文献^[1]报道, 离子吸附型矿属钢系, 产品中仅含 ^{227}Ac 及其子体, 比活度最低; 氟碳铈矿属铈系, 产品中放射性主要来自 ^{228}Ra 及其子体, 比活度其次; 独居石则属铀系、钍系和钍系三者混合, 产品中不但含有 ^{227}Ac 、 ^{228}Ra , 还有 ^{232}Th 组成复杂, 比活度最强。内蒙古白云鄂博矿为低品位铁矿, 其中伴生的氟碳铈矿是包头地区稀土产品的主要原料, 这些产品的总 α 、总 β 放射性水平测定结果列于表1。

表1 包头地区稀土产品总 α 、总 β 水平($\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$)

类别	名称	样品数 n	总 α		总 β		附注
			范围	$\bar{x} \pm s$	范围	$\bar{x} \pm s$	
稀土精矿	包钢稀土精矿	10	197~569	355±107	32.30~78.20	49.50±14.00	
混合稀土化合物	氧化稀土	6	1.07~7.95	3.65±2.34	0.56~2.24	1.24±0.56	氧化稀土类
	少钕氧化稀土	1		4.32		2.63	
	氯化稀土	23	0.57~14.10	4.59±3.38	0.24~7.69	1.77±1.57	氯化稀土类
	混合氯化稀土	4	1.01~25.00	10.50±9.10	0.57~7.14	2.80±2.60	
	富镧氯化稀土	18	1.81~15.90	4.42±1.93	0.98~4.10	1.94±0.90	
	少钕氯化稀土	4	2.31~3.33	2.85±0.37	0.85~1.36	1.15±0.19	
	含钕 $\text{RECl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	1		14.90		9.33	
	低镁氯化轻稀土	1		2.88		2.17	
	氯化稀土	8	5.50~9.59	7.43±1.28	1.11~4.67	2.46±1.19	氯化稀土类
	碳酸稀土	8	1.06~11.60	7.35±3.61	0.14~3.98	1.68±1.05	碳酸稀土类
	少钕碳酸稀土	14	0.99~7.99	3.66±2.11	0.31~2.85	1.39±0.75	
	低氯少钕碳酸稀土	2	4.35~4.85	4.60±0.25	1.67~1.94	1.81±0.14	
	少钕碳酸稀土	6	4.60~8.46	6.11±1.44	7.43~70.10	28.50±24.50	
	富镧碳酸稀土	2	6.10~9.47	7.79±1.69	3.39~5.70	4.55±1.16	
富铈碳酸稀土	1		1.23		0.94		
	氢氧化稀土	1		888		137	氢氧化稀土类
单一稀土化合物	氯化镧	3	1.81~5.35	3.65±1.45	1.62~2.79	2.05±0.53	
	碳酸镧	3	24.00~47.30	36.77±9.64	6.49~12.60	10.50±2.83	
	富 $\text{LaCl}_2(\text{CO}_3)_3$	1		2.04		0.34	
	氧化钪	1		0.44		0.29	
	氧化钪	1		3.80		1.03	
	氧化铈	1		3.27		2.12	
	氧化铈	1		1.95		0.40	
	氧化铈	3	1.34~3.25	2.51±0.84	1.34~6.01	3.30±1.71	
	氧化镨	1		5.28		1.08	
	氧化铈	1		5.78		2.50	
稀土金属及合金	稀土硅合金	3	254~369	302±49	23.40~34.50	29.30±4.60	
	稀土镁合金	7	47~127	71.10±26.70	4.40~17.50	8.50±4.03	
	稀土硅铁合金	6	123~302	236±60	12.10~19.20	16.60±2.50	
	稀土硅镁铁合金	3	46~85	60.30±17.50	40.70~48.80	45.20±3.40	
	金属钕	1		70.90		24.90	
	钕-钕-钪富集物	3	10.40~12.70	11.80±1.00	1.19~1.28	1.24±0.04	
	混合稀土金属	5	1.36~7.18	3.32±2.17	0.34~2.10	0.93±0.69	

由表1可见, 包钢稀土精矿的总 α +总 β 放射性水平为 $4.05 \times 10^4 \text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 左右; 混合稀土化合物中, 总放射性水平为氧化稀土类<氯化稀土类<氟化稀土类<碳酸稀土类<氢氧化

稀土类, 一般数量级为 10^2 (Bq/kg)(单位下同), 只有氢氧化稀土数量级为 10^4 ; 在单一稀土化合物中, 放射性水平为氯化镧<碳酸镧, 单一稀土氧化物的数量级为 10^2 ; 而在稀土金属及合金中, 只有混合稀土金属的数量级为 10^2 , 其它金属或合金的数量级均为 10^3 或 10^4 。(下转第32页)

作者简介: 时华蓉(1971~), 女, 天津市人, 助理工程师, 主要从事应用物理专业。

表2 介入放射工作防护用品的防护效果

X 射线机型	照射条件	防护用品	受照部位空气比释动能率($\times 10^{-6}\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)					
			头部	甲状腺	胸部	腹部	性腺	手部
东芝 800mA (床上球管)	76kV 1. 2mA	无防护	2500	3000	3500	3500	2000	3200
		有机铅玻璃防护屏(0.5 mmPb)	26.5	25.7	44.4	46.1	41.0	3200
		* 防护剂量减弱率(%)	98.9	99.1	98.7	98.7	97.9	0
西门子 CORSKOP (床下球管)	66kV 1. 25mA	无防护	180	190	200	250	270	200
		有机铅玻璃防护屏(0.5 mmPb)	4	5	5	33	38	200
		防护剂量减弱率(%)	97.8	97.4	97.5	86.8	85.9	0
菲力普 H500C (床下球管)	78kV 7. 9mA	无防护	2000	2000	2000	2000	3000	2000
		** 混合防护屏	30	26	20	70	30	2000
		防护剂量减弱率(%)	98.5	98.7	99.0	96.5	99.0	0
		铅围裙	—	—	—	—	105	—
		防护剂量减弱率(%)	—	—	—	—	96.5	—
岛津 500mA (床上球管)	82kV 1. 2mA	无防护	600	800	700	480	100	800
		铅胶帘(0.5mmPb)	350	220	250	220	50	
		防护剂量减弱率(%)	41.7	72.5	64.3	54.2	50.0	

* 本表内所列防护剂量减弱率的意义如下式所示:

$$\text{剂量减弱率} = \frac{\text{无防护时剂量} - \text{采用防护后剂量}}{\text{无防护时剂量}} \times 100\%$$

** 混合防护屏由铅玻璃(1mmPb)与铅胶帘(0.5mmPb)组成。

效果显著,操作亦较方便,但均由德国制造进口,价格昂贵,难以推广使用。若采用简易防护措施,如用0.25mm铅当量的铅胶帘覆盖于床上球管机的X射线球管组装体及输出部位,可使操作者相当部位的受照剂量减弱41.7%~72.5%,亦能达到一定防护效果。因此,根据各自单位用于介入诊断治疗的X射线机及其工作场所的实际情况,采用各种简便防护设备用以降低操作者受照剂量是可以做到的。根据检测还显示铅胶围裙用于介入放射工作可减弱受照剂量96.5%,因此操作者在从事介入放射工作时穿戴铅围裙至关重要,必不可少。

参考文献:

- [1] 陈星荣,等. 介入放射学[M]. 第1版. 上海:上海医科大学出版社,1989年,1~3
- [2] 刘凤君,牟灿兴,朱剑雯. 医用诊断X射线心血管造影工作人员和受检者受照剂量调查[J]. 中国辐射卫生,1993,2(3):130
- [3] 袁志强,林秀华,刘晓虹. 介入治疗的X射线防护监测与评价研究[J]. 中华放射医学与防护杂志,1998,18(2):117
- [4] 朱世平,等. 介入治疗的X射线防护[J]. 中华放射医学与防护杂志,1996,16(3):199

收稿日期:1999-07-21

(上接30页)

2.2 包头与其它地区稀土产品放射性水平的比较 不同地区的稀土产品总 α 、总 β 放射性水平列于表2。

由表2可见,产品放射性水平比较:氯化稀土为包头<江西<四川;富镧氯化稀土和碳酸稀土为包头<四川;氯化镧为

包头<江西<四川<广东;碳酸镧为江西<包头<广东。其中包头地区产品放射性水平最低的原因:一为原矿放射性水平相对较低,二为出口的需要,各稀土厂均采用先进工艺使其降低了放射性水平。

表2 不同地区稀土产品总 α 、总 β 放射性水平($\times 10^2\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$)

名称	产地	样品数 n	总 α		总 β	
			范围	$\bar{x} \pm s$	范围	$\bar{x} \pm s$
氯化稀土	包头	23	0.57~14.10	4.59 \pm 3.38	0.24~7.69	1.77 \pm 1.57
	江西	3	6.90~9.70	8.25 \pm 1.15	1.99~4.40	3.40 \pm 1.02
	四川	2	12.40~14.10	13.27 \pm 0.87	9.62~11.20	10.41 \pm 0.79
富镧氯化稀土	包头	18	1.81~15.90	4.42 \pm 1.93	0.98~4.10	1.94 \pm 0.90
	四川	2	12.90~15.70	14.30 \pm 1.40	5.47~6.55	6.01 \pm 0.54
碳酸稀土	包头	8	1.06~11.60	7.35 \pm 3.61	0.14~3.98	1.68 \pm 1.05
	四川	4	12.90~17.60	15.15 \pm 2.12	2.37~4.44	3.22 \pm 0.81
氯化镧	包头	3	1.81~5.35	3.65 \pm 1.45	1.62~2.79	2.05 \pm 0.53
	江西	4	13.60~36.90	24.58 \pm 8.28	1.48~4.83	3.08 \pm 1.27
	四川	6	24.50~77.10	51.45 \pm 18.13	1.48~26.40	11.49 \pm 8.28
	广东	5	137.00~488.00	275.80 \pm 117.20	17.30~69.20	39.50 \pm 16.78
碳酸镧	包头	3	24.00~47.30	36.77 \pm 9.64	6.49~12.60	10.50 \pm 2.83
	江西	3	11.00~15.40	13.17 \pm 1.80	1.41~2.91	2.30 \pm 0.65
	广东	3	47.30~76.10	61.00 \pm 11.80	16.10~26.40	22.13 \pm 4.39

3 结论

综上所述,包头地区稀土产品总 α 、总 β 放射性水平较其他地区低。其中,在混合稀土化合物中,又以氧化稀土类最低,氢氧化稀土类最高;单一稀土氧化物数量级均为 10^2 ;稀土金属及合金中除混合稀土金属外,数量级均为 10^3 或 10^4 。而不同地区稀土产品放射性水平总的趋势为包头<江西<四川<广东,符

合总的规律,即离子吸附型矿<氟碳铈镧矿<独居石。

参考文献:

- [1] 赵淑权,江俭玲,陈正国,等. 用半导体 γ 谱仪分析稀土产品中放射性核素的含量[J]. 原子能科学技术,1992,26:24~26

收稿日期:1999-06-28