

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, 离子吸附型矿属铈系, 产品中仅含²²⁷Ac及其子体, 比活度最低; 氟碳铈镧矿属钍系, 产品中放射性主要来自于²²⁸Ra及其子体, 比活度其次; 独居石则属铀系、钍系和铈系三者混合, 产品中不但含有²²⁷Ac、²²⁸Ra, 还有²³⁵U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(×10²Bq·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	
	含铈 RECl ₃ ·xH ₂ 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	
	低钕少钕碳酸稀土	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	
单一稀土化合物	氢氧化稀土	1		888		137	氢氧化稀土类
	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 LaCl ₃ (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-钐-钕富集物	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4.05×10⁴Bq·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10²(Bq/kg)(单位下同), 只有氢氧化稀土数量级为10⁴; 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10²; 而在稀土金属及合金中, 只有混合稀土金属的数量级为10², 其它金属或合金的数量级均为10³或10⁴。(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
岛津 500mA (床上球管)	82kV 1. 2mA	铅围裙	—	—	—	—	105	—
		防护剂量减弱率(%)	—	—	—	—	96. 5	—
		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:

* * 混合防护屏由铅玻璃(1mmPb)与铅胶帘(0. 5mmPb)组成。

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

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

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

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。

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