

中子测井仪生产场所环境放射卫生学调查与评价

李天来 唐 丽 沈荣祖 侯振海 石本安 杜白则 谷雅琴

(陕西省卫生防疫站, 西安)

中子测井仪生产线的核心, 是密封型中子发生器的生产。主要生产过程为: 机加工→氟钛靶、离子源组装成中子管→排出管内气体→充氟氟(密封)→老练。在充氟氟气和老练过程中, 可能会释放出氟, 会导致生产场所空气和表面受到氟的污染。我们于1991年3月对该仪器生产场所环境放射卫生学进行了调查和评价, 对拟议扩建项目中环境放射性的影响进行了预测。

一. 调查方法

该场所位于市郊, 东邻马路, 其余三面为某村菜田, 北约500米为某村居住区, 南约200米为家属区。该场所周围环境土壤、蔬菜和饮用水的采样和分析方法见文

献^[1]。

空气总α和总β测量, 采用抽滤法, FJ-2600低本底α/β测量仪测定。

空气氟采用电磁膜泵抽气, 催化氧化和两级乙二醇鼓泡收集法; 氟表面污染是用甘油—乙醇浸过的滤布擦拭法; 然后用FJ-353双道液体闪烁计数器测定。

地表γ照射量率是用经标准 镭源校正的FD-71闪烁微伦仪测定, 并进行宇宙辐射修正^[2]。

二、结果与评价

1. 地表γ照射量率水平

环境地表γ照射量率水平见表1。

由表1看出, 除放射源库附近γ照射剂

表1 地表γ照射量率水平

测 量 点	实测值($10^{-9}\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)		γ照射量率($\times 10^{-8}\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$)	
	范 围	均值±标准差	范 围	均值±标准差
所外				
南、北、西(13个点)	5.16~5.93	5.65±0.23	7.48~8.79	8.31±0.42
所内				
源库铁门处	15.7~16.0	15.9±0.13	25.35~25.79	25.57±0.20
距库门2米处	11.3~11.9	11.6±0.26	17.95~18.81	18.38±0.43
距库门5米处	6.71~7.22	6.97±0.26	10.09~10.97	10.53±0.44
距库门10米处	5.93~6.19	6.06±0.13	8.79~9.22	9.00±0.22
其余各点(共10个点)	5.16~5.93	5.44±0.26	7.48~8.79	7.96±0.51

量率较高外, 所内、外其余环境γ辐射剂量率水平与全省均值相当^[2], 属于正常天然本底辐射地区。

2. 饮用水、土壤和蔬菜放射性水平

所内、外生活饮用水、土壤以及附近农田生长中的蔬菜放射性水平分别列于表2、3和4。

由表2~4看出, 该所周围的饮用水、

表2 饮用水中放射性水平(Bq/L)

采 样 点	总α	总β	天然铀($\times 10^{-2}$)	天然钍($\times 10^{-2}$)
某村井水	0.180±0.005	0.026±0.002	24.23±0.74	0.037±0.002
场所内井水	0.240±0.005	0.050±0.005	23.16±1.62	0.044±0.006
家属区井水、市供自来水混合水	0.008±0.002	0.035±0.001	4.08±0.48	0.028±0

表3 土壤中放射性水平(Bq/kg)

采样点	总 α ($\times 10^3$)*	总 β	天然铀	天然钍
所外				
北	1.03	548.4 \pm 9.7		
南	1.14	651.1 \pm 9.7		
西	1.30	614.4 \pm 26.1		
混合	1.16 \pm 0.11	604.6 \pm 42.5	29.03 \pm 0.87	43.45 \pm 2.34
所内				
源库附近	1.04	650.8 \pm 11.6	29.16 \pm 0.87	41.87 \pm 2.57
中子车间附近	1.30	716.0 \pm 18.3	31.19 \pm 0.93	43.40 \pm 2.30
对照区	0.98	528.0 \pm 11.7		

注* 总 α 测定总不确定度 $<25\%$ 。

表4 蔬菜中放射性水平(Bq/kg鲜)

样名	总 α *	总 β	天然铀($\times 10^{-2}$)	天然钍($\times 10^{-2}$)
菠菜	0.8	70.6 \pm 0.5	14.22 \pm 0.30	6.41 \pm 0.18
大青菜	0.7	54.3 \pm 0.1	12.95 \pm 0.30	4.89 \pm 0.12

注* 总 α 测定总不确定度 $<25\%$ 。

蔬菜和土壤中的放射性水平均与全省相应的均值相当^[1,3]。而且蔬菜中的放射性核素含量远远低于国家标准GBn54—77《食品中放射性物质限制量》^[4]的规定限值。

3. 空气中的放射性水平

①近地面空气气溶胶总 α 、总 β 放射性水

表5 近地面空气气溶胶总 α 、总 β 放射性(Bq/m³)

采样点	时间	总 α		总 β	
		20分测	4小时测	20分测	4小时测
所外	3月19日	—	1.17 \pm 0.06	—	1.70 \pm 0.34
所内	3月27日	2.41 \pm 1.30	0.44 \pm 0.11	9.52 \pm 1.00	0.62 \pm 0.20

②空气中氚浓度

在生产中子管过程中,对生产车间和对照区进行了空气氚的测定。生产中所用的氚靶活度为 1.29×10^{12} Bq(35Ci)/个,此水平正好代表该生产线中的中等氚活度。测定结果见表6。

由表6看出,中子管生产车间空气中氚的浓度,无论是氚水还是元素氚,其浓度均在GB4792—84《放射卫生防护基本标准》^[6]规定的放射性核素导出空气浓度限值(分别为 8.1×10^5 和 2.1×10^5 Bq/m³)以下,因此可以说,中子管正常生产过程中不可能造成空气中的放射性污染。

平

从场所内、外近地面空气气溶胶测定结果(见表5),可以看出,场所内、外空气总 α 和总 β 比活度属同一水平,对这些样品放置4天后,测量结果均接近为零,则可以认为该所周围环境空气中没有人工污染存在。

表6 空气中氚浓度(Bq/m³)

采样点	空气中氚浓度	
	氚水	元素氚
装靶室	4.0×10^4	4.8×10^4
排气室	1.5×10^5	1.3×10^5
存靶室	2.6×10^4	8.0×10^3
中子大厅	1.1×10^3	$<1 \times 10^3$
清洗室	2.5×10^4	1.9×10^4
对照 所内办公室	$<1 \times 10^3$	$<1 \times 10^3$
家属楼	$<1 \times 10^3$	$<1 \times 10^3$

4. 工作场所地面与设备表面氚污染

中子管生产车间的氚表面污染测定结果见表7。

表7 工作场所地面与设备表面氡污染测试

采样点	被擦拭面料	氡浓度(Bq/cm ²)
运靶器	钢面	4.0×10^2
装架台面	钢面	1.5×10^4
干燥器面	玻璃	1.5×10^2
排气室工作台面	钢喷漆	4.4×10^2
中子大厅操作台面	钢喷漆	4.5×10^{-1}
清洗室通风柜	瓷砖面	8.4×10^3
装架室地面	水磨石	1.5×10^4
走廊地面	水磨石	3.2×10^0
办公室木桌面	漆面	2.2×10^2
邻室仪器面	漆面	2.9×10^{-1}

根据GB4792-84国家标准^[6]，第6款放射性物质污染表面导出限值的规定，对于氡来说，由于最大能量小于0.3Mev，且属于低毒组放射性核素，因此，放射性工作场所的设备、墙壁、地面等表面污染水平应控制在 $3.7 \times 10^1 \text{ Bq/cm}^2$ 的10倍之内，而相邻地区的有关房间，其污染水平不应超过 $3.7 \times 10^1 \text{ Bq/cm}^2$ 的十分之一。由表7看出，装架台面和装架室地面，通风柜瓷砖面已超过了放宽后的放射性工作场所表面污染限值，办公室桌面已超过了邻室的表面污染限值，其表面污染可能是以前多次生产过程中污染的累积结果。其它各测点均在规定限值之内。由此可见，在中子管生产中可能会造成操作场所某些表面的氡污染。

5. 工作人员摄入氡的内照射剂量估算

氡是低能 β 放射性核素，外照射可忽略不计。按ICRP30号出版物提供的模数和参数^[7]，用实测工作场所的氡浓度来估算中子管生产线工作人员摄入氡的内照射剂量。操作场所空气中氡平均浓度为 $4.84 \times 10^3 \text{ Bq/m}^3$ （氡水），年工作时间取2000小时，吸入的空气量为 $2.4 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{a}$ ，则工作人员由吸入氡的年摄入量为 $1.16 \times 10^3 \text{ Bq/a}$ ，吸入氡造成的内照射年有效剂量当量为 $1.97 \times 10^{-3} \text{ Sv/a}$ ，是GB4792—84国家标准^[6]规定的放

射性工作人员全身均匀照射年剂量当量率限值（50mSv）的4%。

按开放型放射性工作单位和工作场所分级规定^[6]，该所现操作氡的等效年用量约为 $2.59 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ，属于第二类放射性工作单位，扩建后操作氡的等效年用量约为 $1.30 \times 10^{12} \text{ Bq}$ ，仍属第二类放射性工作单位；最大等效日操作量为 $2.2 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ，属于甲级放射性工作场所。

三、结 论

对该场所环境空气、水、植物和土壤等样品的放射卫生学调查结果表明，该所环境属正常天然辐射本底水平。中子管正常生产过程中不可能造成环境和工作场所的空气污染，仅仅会使生产场所某些区域的表面污染。工作人员摄入氡造成的内照射剂量当量不会超过 2 mSv/a ，远低于国家标准规定的限值。基于上述结果，我们对该所提出了环境保护和放射防护的建议。

（致谢。文中氡的测定结果由中国原子能科学研究院安全防护环保处提供，姚永明副主任医师审阅了本文，并提出了宝贵意见，项信团、高启仁等同志为本工作提供资料并大力协助，在此一并表示衷心地感谢。）

参 考 文 献

1. 沈荣祖，等. 陕西省食品和水天然放射性核素水平及其对居民的内照射剂量. 中华放射医学与防护杂志. 1988; 8 (增刊1): 147.
2. 姚永明，等. 陕西省地表照射量率. 中华放射医学与防护杂志. 1984; 4 (4): 48.
3. 石本安，等. 陕西省土壤 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 和 ^{137}Cs 水平及其所致居民的辐射量. 中华放射医学与防护杂志. 1988; 8 (增刊2): 108.
4. 国家标准GB54—77《食品中放射性物质限制量》.
5. 国家标准GB5749—85《生活饮用水卫生标准》.
6. 国家标准GB4792—84《放射卫生防护基本标准》.
7. ICRP Publication 30, Part I, ICRP 1979.

· 消息 ·

哈密地区实施建筑材料放射卫生防护许可证制度

为贯彻落实《中华人民共和国建筑材料放射卫生防护标准》（GB5666—86）。哈密地区行署卫生处、经委、劳动人事处、公安处联合颁发了哈密地区建筑材料放射卫生防护监测监督管理办法。根据规定，哈密地区卫生防疫站1990~1991年对全区109份建材成品样进行了 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 、 ^{40}K 含量分析测定，结果表明，哈密地区混合建材中 ^{226}Ra 、

^{232}Th 、 ^{40}K 含量（ $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ）分别为43.8、40.0、594.0，与我国和世界混合建材典型值基本一致。根据国家放射防护标准，我区对45个主要建材成品厂发放了建材放射卫生防护许可证，凡持有许可证生产厂产品将在我区不加以任何限制，可以广泛使用于居民住房和公共生活用房。

（韦继官）