

贵州主要磷肥的放射性水平及评价

魏复兴 魏涛 喻立新 刘玉琴

(贵州省放射卫生防护所, 贵阳 550004)

磷肥是农作物必需的肥料之一,但是,由于磷肥含有天然放射性核素,长期施用可污染土壤与农作物,给人类带来潜在的辐射危害,早已引起人们的关注^[1-5]。

贵州磷矿资源丰富,储量居全国第二位,P2O5品位在30%以上的优质磷矿约占全国总储量的一半,居全国第一。目前全省已有26个厂家生产磷肥。但是,这些厂家对于国家标准和磷肥中含有天然放射性核素对人体的辐射危害缺乏了解。因此对贵州省主要磷肥的生产现状和放射性水平进行调查,并作出相应的放射卫生评价,这对于贯彻执行国家标准与进行放射卫生管理和政府部门决策,保障公众健康与安全有着十分重要的意义。

1 材料和方法

1.1 采样点的设置和采样方法:为了充分反映贵州省磷肥的地区特点,调查点按磷矿

层分类抽样,并适当考虑地区分布和磷肥产量。本调查以位于中、下磷矿层(优质磷矿层)地区的厂家为主,抽取了9个磷肥生产厂家;位于上磷矿层(会铀磷块岩)地带的厂家抽取了三个。每个厂家分别取矿石和不同种类的磷肥样品。矿石样品按《磷精矿和磷矿石分析试样的采取和制备方法》(GB1869-80),磷肥样品按《普通过磷酸钙》(HG2-392-76)中规定的方法进行。

1.2 测定方法:天然铀、²²⁶Ra的分析方法按《磷肥放射性镭-226限量卫生标准》(GB8921-88)中规定的方法进行测定,并在测定过程中实行质量控制。

2 结果与讨论

2.1 磷矿石及磷肥中的放射性水平:贵州省主要磷肥及所用矿石的放射性水平列于表1和表2。

表1 优质磷矿石及相应磷肥的放射性水平

样品	样品数 (n)	天然铀含量 ($\mu\text{g/g}$)		²²⁶ Ra 活度 ($\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$)	
		范 围	均值 ($\bar{x} \pm s$)	范 围	均值 ($\bar{x} \pm s$)
优质磷矿石	30	7.7~30.5	14.2±6.4	88.9~366.0	167.1±79.3
普通过磷酸钙	9	6.0~12.1	10.0±1.8	61.5~141.6	116.0±23.7
钙镁磷肥	26	5.4~16.2	9.2±2.7	62.4~175.6	107.3±30.1
复合肥	12	4.6~10.4	7.7±1.9	57.5~126.9	91.7±22.9
合计	47	4.6~16.2	9.0±1.2	57.5~175.6	105.0±12.3

表2 含铀磷块岩及相应磷肥的放射性水平

样品	样品数 (n)	天然铀含量 ($\mu\text{g/g}$)		²²⁶ Ra 活度 ($\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$)	
		范 围	均值 ($\bar{x} \pm s$)	范 围	均值 ($\bar{x} \pm s$)
含铀磷矿石	11	120.7~430.2	234.8±112.7	1393.2~4975.2	2733.2±1151.2
普通过磷酸钙	4	52.2~186.4	110.4±41.9	673.4~2125.0	1338.1±446.8
钙镁磷肥	12	80.9~256.4	177.2±76.9	1019.5~3040.3	2137.5±895.7
复合肥	9	78.4~135.7	104.0±28.0	964.3~1787.2	1845.9±350.1
合计	25	52.2~256.4	130.5±40.5	673.4~3040.3	1573.8±490.3

表1是位于中、下磷矿层地区的9个磷肥生产厂家的调查结果。由表1可见,优质磷矿石铀含量范围为7.7~30.5 $\mu\text{g/g}$,均值

为14.2±6.4 $\mu\text{g/g}$,²²⁶Ra活度范围为88.9~366.0 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$,均值为167.1±79.3 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$;磷肥中铀含量范围为4.6~16.2 $\mu\text{g/g}$

g, ^{226}Ra 活度范围为 $57.5 \sim 175.6 \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

由表 1 还可以看出, 三种磷肥的放射性水平 α 优质磷矿石的低, 说明在生产过程中得到不同程度的稀释。

表 2 是位于上磷矿层地带的 3 个厂家的调查结果。由表 2 可见, 含铀磷块岩的铀含量范围为 $120.7 \sim 430.2 \mu\text{g}/\text{g}$, 均值为 $234.8 \pm 112.7 \mu\text{g}/\text{g}$ 。 ^{226}Ra 活度范围为 $1393.2 \sim 4975.2 \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 均值为 $2733.2 \pm 1151.2 \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$; 所生产磷肥中天然铀含量范围为 $52.2 \sim 256.4 \mu\text{g}/\text{g}$, ^{226}Ra 活度范围为 $673.4 \sim 3040.3 \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。与优质磷矿石生产的磷肥相比, 天然铀和 ^{226}Ra 含量均高出十多倍。

由表 1、2 可以看出, 贵州磷矿石的特点: 产于中、下磷矿层的优质磷矿石, 含天然放射性核素较低, 而 P205 含量则较高, 一般在 $30 \sim 37\%$, 平均值为 34% 。产于上磷矿层的含铀磷块岩中放射性核素较高, 本次调查的三个厂所使用矿石铀含量在 $52.2 \sim 256.4 \mu\text{g}/\text{g}$, 而磷块岩中铀含量最高可达 $1000 \sim 2000 \mu\text{g}/\text{g}$, P205 含量一般为 $15 \sim 25\%$ 。

2.2 放射卫生评价: 从表 1 磷肥的天然铀、 ^{226}Ra 的含量看, 它们与《磷肥放射性镭—226 限量卫生标准》比较, 均在限量之内。表 1 所反映的是贵州省主要磷肥的放射性水平, 其产量占本调查 12 个厂家总产量的 90% 左右。因此, 执行限量标准, 贵州省 90% 左右的磷肥不受影响。

从表 2 看, 受到限制的是使用含铀磷块岩的磷肥, ^{226}Ra 含量均超标, 最高超标 5 倍。此种磷肥的产量及销售去向, 列于表 3。

表 3 超标磷肥厂的年生产能力及销售去向

超标厂	生产能力(吨/年)	产品销售去向
磷肥厂(1)	30000—43000	本地区为主, 少部分销往外省
磷肥厂(2)	15000—23000	本县、山东、河南、浙江
磷肥厂(3)	4000—5000	本县

由表 3 看出, 超标厂年总产量在 $5 \sim 7$ 万吨, 占调查厂总产量的 4.7% , 如果停业或转产, 对贵州省磷肥生产影响不大。但是, 这

三个厂建厂都有 20 年左右的历史, 这些地区如长期使用超标磷肥, 对土壤及农作物可带来放射性污染。

值得指出的是, 厂家并不知道磷矿石中含中放射性元素, 因此没有任何防护措施, 致使厂区受到放射性污染, 我们发现磷肥(1)厂生产办公室内空气吸收剂量率为 $4.4 \times 10^{-6} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$, 厂内矿石堆附近的空气吸收剂量率在 $4.4 \times 10^{-7} \sim 1.7 \times 10^{-6} \text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$ 。因此, 这几个厂在停业或转产时, 必须做好善后处理工作。

这三个厂原来都使用含铀磷块岩, P205 含量较低, 在生产时为了达到国家四级磷肥标准, 不得不加入少量优质磷矿石提高产品质量。但由于加入量少, 磷肥中 ^{226}Ra 含量仍然超标。因此, 在停业或转产之前, 应认真做好代价—利益分析。

3 小结

贵州以优质磷矿石为原料生产的磷肥, 天然铀含量范围为 $4.6 \sim 16.2 \mu\text{g}/\text{g}$, ^{226}Ra 活度范围为 $57.5 \sim 175.6 \text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$, 均低于国家限量标准。如使用含铀磷块岩生产的磷肥, 天然铀、 ^{226}Ra 含量都超过标准, ^{226}Ra 最高超标 5 倍。但后者产量只是调查厂总产量的 4.7% , 执行标准并不影响贵州磷肥生产。

参考文献

- 1 TpaueHko C Mu Ap. K HopuupotaHuko KoHugeHpuuguu ecmecmteHHux PalguoHylugol l qoocqop Hux ygodpe Hugx. Turu caH, 1981, (1): 84
- 2 姚仲甫, 等。磷肥中铀、钍、镭—226 在小麦中的转移规律。中华放射医学与防护杂志, 1983, 3 (1): 57
- 3 刘锡岱, 等。 ^{226}Ra 在土壤—农作物系统中的积累和转换。辐射防护, 1983, 3 (3): 211。
- 4 韩寿岭, 等。磷肥中天然放射性含量及其对环境土壤放射性贡献。中华放射医学与防护杂志, 1992, 2 (2): 120
- 5 王菊芬。浙江磷肥中 ^{226}Ra 含量及其卫生评价。中华放射医学与防护杂志, 1992, 12 (4): 258

(1995年10月16日收稿)