

图 2 给出了本工作所研究的 364 个我国土壤样品的稀土元素含量平均值,用球粒陨石及北美页岩中稀土元素丰度归一化后所得到的稀土分布模式图。从图中可以看出,我国土壤除轻稀土部分略微相对富集外,其稀土分布模式基本上与世界土壤和北美页岩相同。

三、结 论

1. 本工作所研究的我国一些典型地区土壤中稀土元素含量多在世界土壤含量范围之内;总稀土含量为 177ppm,略高于世界土壤(156ppm)。

2. 我国土壤(364 个样品)以及各地区土壤的稀土元素分布模式基本上与世界土壤和北美页岩相同;呈负斜率分布,轻稀土元素相对富集,并存在不同程度的 Eu 负异常。

3. 不同地区土壤中稀土元素含量的差异及轻稀土元素相对富集的程度,主要受成土母质的控制及气候等成土因素的影响。

参 考 文 献

- [1] Connor, J.J. and Shacklette, H. J., *Background Geochemistry of Some Rocks, Soils, Plants, and Vegetables in the Conterminous United States*, United States Government Printing Office, Washington, 1975.
- [2] 科学院土壤本底值协作组, 科学通报(英文版), 25(1-2), 75(1980).
- [3] 朱其清、刘铮, 环境地球化学与健康, 第 54 页, 地震出版社, 北京, 1987.
- [4] 孙景信等, 环境化学, 6, 38(1983).
- [5] 唐诵六等, 土壤学报, 17(4), 299(1980).
- [6] 王景华等, 地理学报, 37(4), 394(1982).
- [7] 杨国治等, 土壤学报, 21(2), 212(1984).
- [8] 王玉琦等, 地球化学, 4, 387(1985).
- [9] 王玉琦等, 地理科学, 7(4), 364(1987).
- [10] 王玉琦等, 环境科学学报, 8(2), 172(1988).
- [11] Bowen, H. J. M., *Environmental Chemistry of the Elements*, pp.60—61, Academic Press, 1979.
- [12] Haskin, L. A. et al., In: *Origin and Distribution of Elements* (Ed. L. H. Ahrens), p.889, Pergamon Press, 1968.
- [13] Gromet, L. P. et. al., *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48, 2469 (1984).

(收稿日期: 1990 年 10 月 13 日)

强中子发生器的电离辐射对周围环境的影响

杨 化 中

(兰州大学现代物理系)

摘要 监测了 ZF-300 型强中子发生器周围的天然辐射本底, 及它的电离辐射对周围环境的影响。评价了远离中子发生器的居民的安全问题。结果表明, 居住在 150m 以外的居民, 当强中子发生器运行在 $1 \times 10^{12} \text{n/s}$ 时, 由杂散中子引起的剂量小于 $2 \mu \text{rem/h}$, 基本上是安全的。

关键词 强中子发生器; 电离辐射; 环境影响。

监测和评价天然和人为放射性辐射对环境的影响是十分重要的。兰州大学 ZF-300 型中子发生器产额是我国目前最强的, 其值为 $3 \times 10^{12} \text{n/s}$ 。它由 $T(d, n)^4\text{He}$ 反应产生中子, 中子与周围物质相互作用又产生 γ 射线, X 射线, 次级中子及各种带电粒子。所建发生器大厅有 2m 厚的水泥墙, 水泥浇筑的

屋顶厚为 1.2m, 作为中子源的屏蔽体。当发生器运行时, 中子和 γ 射线会泄漏出来, 其中最主要的是中子。这些泄漏中子经空气散射, 可传输到远离发生器的地方, 周围环境受到杂散中子的影响, 使原来的天然辐射本底增加。为了评价这台发生器的电离辐射对周围环境的具体影响, 需要建立可靠的环境监

测系统,以监测环境中天然辐射剂量水平。

一、监 测

本监测采用中国科学院高能物理所研制的环境中中子、 γ 监测系统。将一套仪器放在一座三层楼顶上的固定站内,此站距发生器约 137m,由中心计算机控制,昼夜不停地连续监测。将另一套仪器作为流动监测站。

对天然辐射本底进行了¹年多的监测,取得了一批数据,并对仪器进行了统计检验,认为所测数据是可信的。今年五、六月间,当中子发生器运行时,又收集了发生器的杂散中子对环境剂量影响的数据。

二、监测结果及分析

放射性辐射本底调查是为获得本地区环境辐射和放射性水平的本底资料,并为制订常规监测计划及评价监测结果提供充分依据。

(一) 天然辐射本底的监测

为了有充分的对比依据,首先对天然辐射本底进行监测,仅对今年五月份的数据分析如下:

天然辐射本底主要是周围环境中的 γ 射线和宇宙射线的中子产生的剂量,该区域室外 γ 射线剂量,随地点不同在 13.0—16.0 $\mu\text{rem/h}$ 内变化,平均值为 $\bar{H}_\gamma = 14.4 \mu\text{rem/h}$,而中子的剂量在 0.862—1.17 $\mu\text{rem/h}$ 内波动,平均值为 $\bar{H}_n = 1.00 \mu\text{rem/h}$,此两种剂量 (H_γ 和 H_n),除个别点以外,不同点的值都在实验误差范围内变化。因此可见,在该区域内中子剂量约为 γ 剂量的 1/14。

图 1 表示固定站在 5 月 19—30 日 γ 剂量 H_γ 和中子剂量 H_n 随时间的变化,图中 H_n 的几个峰位是中子发生器运行时,受杂散中子的影响产生的,而 γ 剂量 H_γ 没有受到中子发生器运行的干扰。在该时间内, γ 剂量的平均值为 $\bar{H}_\gamma = 10.7 \mu\text{rem/h}$,中子剂量扣除几个峰值外,其余时间天然辐射本底的

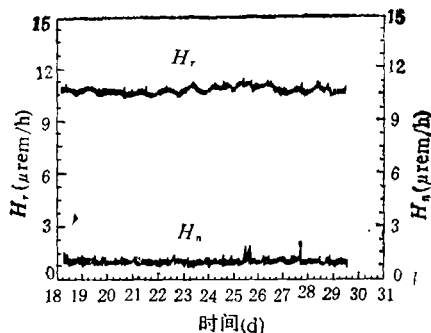


图 1 固定站中子、 γ 剂量随时间变化

平均值为 $\bar{H}_n = 0.994 \mu\text{rem/h}$ 。固定站的中子平均剂量 ($\bar{H}_n = 0.994 \mu\text{rem/h}$) 和流动站 (室外的) 的平均剂量 ($\bar{H}_n = 1.00 \mu\text{rem/h}$) 相比,结果十分一致。而 γ 剂量两站相比,固定站的平均剂量 ($\bar{H}_\gamma = 10.7 \mu\text{rem/h}$) 比流动站 ($\bar{H}_\gamma = 14.4 \mu\text{rem/h}$) 减少 25%,这是因为固定站的探头离地面在 1.5m 以上,而流动站只有 1m,地面的影响使数据偏大。另外固定站的房顶是一层 2mm 厚的铁板和一层纤维板构成,四周一层铁板和二层纤维板,这有可能使 γ 剂量减弱,但前者是主要因素。如果把固定站的数据与北京 1986 年 6 月的结果^[1] ($\bar{H}_\gamma = 9.75 \mu\text{rem/h}$, $\bar{H}_n = 0.16 \mu\text{rem/h}$) 相比, γ 剂量相差不大,而中子剂量增加了 525%。由此可见,中子剂量随海拔的升高而增加,这与文献[2]的结果基本一致。而 γ 剂量只与地理位置、周围环境所含放射性核素物质的多少等有关。

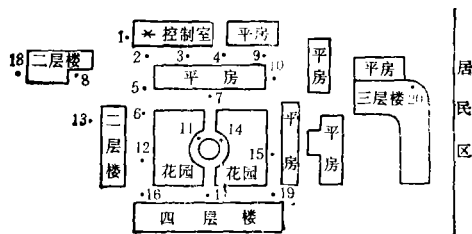


图 2 测试点位置平面示意图

*中子发生器 ●测试点

(二) 强流中子发生器的电离辐射对环境的影响

表 1 中子和 γ 剂量随距离的变化*

位置编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
距离(m)	11	16.5	20	30	35	46	46	52	53	58
$H_n(\mu\text{rem/h})$	90.2	10.9	7.10	5.68	4.80	3.33	3.10	2.82	4.26	2.96
$H_\gamma(\mu\text{rem/h})$	59.4	15.9	13.5	15.4	13.8	14.2	14.6	14.0	14.0	14.3

位置编号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20**
距离(m)	60	66	68	70	79	81	84	90	94	137
$H_n(\mu\text{rem/h})$	3.09	2.54	2.79	2.39	2.23	2.33	2.48	2.67	2.76	2.06
$H_\gamma(\mu\text{rem/h})$	14.0	14.0	14.6	14.9	13.2	13.2	14.0	13.2	14.6	10.9

* 监测时中子源产额为 $\sim 5 \times 10^{11} \text{ n/s}$, ** 此点为固定站

在监测和评价天然辐射本底的基础上评价强中子发生器的电离辐射对环境的影响。大厅内的 X 射线及各种带电粒子是不会传出屏蔽体的, 只有中子和 γ 射线会泄漏出来。现将 5 月 26 和 28 日中子发生器运行期间, 所监测的结果列于表 1 中 (表中结果含天然辐射本底), 测试点的几何位置表示在图 2 中。从表 1 和图 2 可以看出, 除 1 号位置由于大厅东门的屏蔽较弱, 使中子和 γ 射线泄漏较强外, 其他位置的 γ 剂量 (H_γ) 在天然本底范围内变化, 并没有受到强中子源的影响。中子剂量 (H_n) 在 $2.06\text{--}90.2 \mu\text{rem/h}$ 内变化, 结果如图 3。从图 3 可以看出, H_n 基本上随距离的增加而减少, 它并不遵循与距离平方成反比的规律, 而是以指数函数加天然辐射本底的形式变化。在监测不同位置的中子剂量时, 由于受发生器产额涨落的影响, 还有杂散中子在向远方传输中, 受到风向和风

力及建筑物等的影响, 使某些点的 H_n 有较大的涨落。有些测试点设在建筑物的背后, 如 8、7 和 18 等位置, 直接的散射中子影响应该很小, 但从表 1 和图 3 的结果来看, 相差不大, 由此说明杂散中子主要是从发生器房顶泄漏, 经天空散射, 传输到较远的地方。

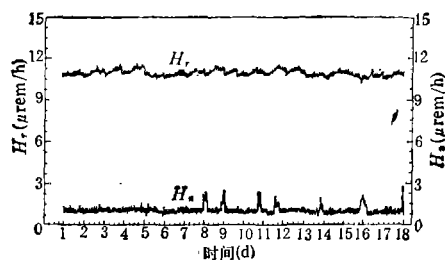


图 4 固定站 H_n 受中子源产额的影响
(产额 $3 \times 10^{11} \text{--} 1 \times 10^{12} \text{ n/s}$)

从图 4 可以看出, 即使中子产额增加到约 $1 \times 10^{12} \text{ n/s}$ (6 月 18 日), 发生器的运行对 H_γ 还是没有影响。 H_γ 主要受降雨的影响, 它随降雨量和降雨时间而变化, 而 H_n 与降雨没有关系。再从图 1 和图 4 分析得出, 中子发生器运行在不同产额时, 杂散中子对固定站的 H_n 的影响, 基本上随产额的增加而增大。如产额为 $5 \times 10^{11} \text{ n/s}$ 时, H_n 比天然辐射本底 ($\bar{H}_n = 0.994 \mu\text{rem/h}$) 大一倍, 其值增加到 $H_n = 2.06 \mu\text{rem/h}$; 当产额为 $1 \times 10^{12} \text{ n/s}$ 时, 其值增大到 $3 \mu\text{rem/h}$ 。杂散中子的影响只有 $2 \mu\text{rem/h}$ 。这样在图 2 中的其

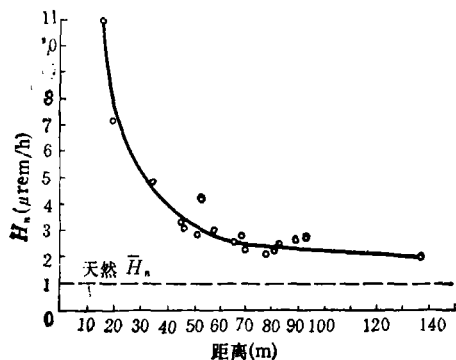


图 3 H_n 随距离的变化 (中子源产额 $5 \times 10^{11} \text{ n/s}$)

他位置,当产额为 $1 \times 10^{12} \text{ n/s}$ 时, H_n 的值比原来增大两倍左右,这对该区域工作人员来说,所接受的剂量是允许的。居住在 150m 以外的居民,当强中子发生器运行在 $1 \times 10^{12} \text{ n/s}$ 时,由杂散中子引起的剂量小于 $2 \mu\text{rem/h}$, 随距离增加,这个值愈来愈小。因此,居住在 150m 以外的居民基本上是安全的。

本实验的误差主要是由于仪器本身^[1]和统计所致。 γ 探头的误差为 6.3%,统计误差

小于 10%,总误差小于 12%;中子探头的误差为 11.2%,统计误差小于 12%,总误差小于 16%。

参 考 文 献

- [1] 李建平等,高能物理与核物理,12(1),12(1988).
- [2] Hess, W.H. et al., P.R.,116,445(1959)

(收稿日期 1990 年 8 月 5 日)

• 环境信息 •

一种从水中除去废物的电化学方法

德国慕尼黑的 Sintra 股份有限公司宣称,他们的新型电化学废水处理方法,可除去重金属乳状液,表面活性剂,油和其它碳氢化合物。费用为 2—3 ¢/m³ 废水,能与超过滤 5—13 ¢/m³ 废水的方法相比媲美。该公司设计的反应器包括一根铝管(阳极),该铝管安放在钢制端板(阳极)上方的隔板上。

在确保 pH = 6.5~8,电导率 3 毫西门子的事先调节后,废水泵入反应器并通过端板上的孔眼流

出进入一游选槽。阳极和阴极板之间的 40 伏电压,在阳极上产生氢氧化铝,它与可溶油和其它污染物生成络合物。阴极产生的氢气使 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 络合物絮凝,并在槽中将其撇去。被络合物污染物可进一步处理或直接作为有毒废物处置。每分钟可处理 2—2000L 污染的废水。

申南竹译自 Chemical Engineering
97(12), 15(1990)。

• 环境信息 •

毒性快速检验法

美国加利福尼亚州卡尔斯巴德的 Microbics 公司研制成功一种用于测定不溶水固体相对毒性的检验法,这种被称为 Microtox 固相检验的方法只需 30 分钟,具有经济、高度可重复的特点,可用来在进行比较特殊及比较昂贵的分析之前预先鉴别物质。

这一检验法与该公司的标准 Microtox 生物量法相似。在后一种方法中,发光细菌——明亮发光杆菌的水溶液被曝露于固体样品。由光电倍增管测定发光度的损耗来说明相对毒性。不过这种常规方

法需要样品保持在溶液中,因此不溶于水的固体物质必须溶于溶剂中,由于溶剂本身有毒,所以就使得实验更加复杂和困难,在新的方法中,有机体的水溶性悬浮液可以简单地与样品(如土壤)混合,孵化 20 分钟,然后过滤出进行分析,每次检验费约为 20 美元。

申南竹译自 Chemical Engineering 97(12),
17(1990)。

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Environ. Sci., 12(5), 1991, pp. 42—46

An experimental study on the production of activated carbon from straw pulp and paper black liquor by acid hydrolysis carbonization and $ZnCl_2$ activation was carried out. Results show that about twenty grams of activated carbon can be obtained from a litre of 7-8 Be straw pulp and paper black liquor. The iodine number and methylene blue of the activated carbon thus produced are higher than 1000 mg/g and 180 ml/g, respectively. The main quality indices of the product are better than those of LY216-79 produced in China and JIS 1426 Grade 1 produced in Japan. After removal of the activated carbon, the CODer in the liquor reduced by 72%, and the colority reduced by 93%. The residual liquor can be used for preparing Na_2SO_4 and furfural.

Key Words: activated carbon, straw pulp and paper black liquor.

Study of Anaerobic Rotating Biological Contactor in the Treatment of Organic Wastewater of High Concentration. Huang Changdun (Beijing Polytechnic University), Zhang Zhiren (Beijing Special Engineering Design Institute), Hang Shijun (Beijing Municipal Engineering Design Institute): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 46—50

Anaerobic rotating biological contactor is a new device for the treatment of organic wastewater of high concentration and sludge. This study demonstrated that under mesophilic conditions, COD volume load could be 5.44—11.6 $Kg/m^3 \cdot d$ and removal rates for COD and T-P could reach 70.0—74.7% and 35.0—48.5%, respectively. During the process, organic nitrogen in wastewater broke down to NH_3-N . For the removal of every 1 Kg COD, 0.5—0.8 $Kw \cdot h$ of energy would be consumed and 0.41—0.65 M^3 of marsh gas produced. The process is simple in construction, easy to start and convenient in operation.

Key Words: Wastewater treatment, anaerobic rotating biological contactor

Concentration and Distribution of Rare Earth Elements (REE) in the Soils of China, Wang Yuqi, Sun Jingxin (Institut of High Energy Physics, Academia Sinica): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 51—54

Eight rare earth elements (REE) including La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb and Lu in 364 top soil samples were detected by instrumental neutron activation analysis (INAA). The samples were collected from typical areas in China. The samples represent main soil types of these areas. The concentration and distribution characteristics of REE in soil of different areas and in the whole soil studied in China were reported in the present paper.

Key Words: rare earth elements (REE), soil neutron activation analysis.

Influence of Ionization Radiation from Intensive Beam Generator on the Surrounding Environment. Yang Huazhong (Dept. of Modern Physics, Lanzhou University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 54—57

The background of natural radiation of the environment around ZF-300 intensive beam generator was monitored for a long period of time and the influence of the ionization radiation from a intensive beam generator on the environment was measured. The influence of the ionization radiation from the generator on the environment reduced with increasing of the distance from the generator. The residents living over 150 m away from the generator suffered the radiation of scattering neutron at a safe level lower than 2 μ rem/hr.

Key Words: neutron, gama-ray, potential neutron source.

An Introduction to the Dendrochronology and Its Application in the Environmental Sciences. Xia Bing, Yang Kaihong and Lan Tao (Jiangsu Institute of Botany, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 58—62

Some basic concepts of dendrochronology and applications of tree ring analysis in the research on the change of atmospheric CO_2 , response of plants to the increase of CO_2 and the change of air pollution are introduced in the paper.

Key Words: dendrochronology, element analysis of tree ring, CO_2 problem, air pollution.

Overview of Desulphurization Technologies by In-furnace Calcium-based Sorbent Injection and Main Influence Factors on SO_2 Capture. Pang Yajun (Electric Power Branch of Taiyuan Industrial College), Shi Xuegui, Xu Xuchang (Dept. of Thermal Engineering, Tsinghua University): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991, pp. 62—67

In this paper, the latest development of desulphurization technologies by in-furnace calcium-based sorbent injection at home and abroad are introduced, and various factors influencing the capture of SO_2 are reviewed. A brief introduction to Tampella LIFAC process and research results of raising SO_2 capture and calcium utilization by recirculating the sorbents are illustrated. The future development of desulphurization technology by in-furnace sorbent injection is forecasted.

Key Words: in-furnace calcium-based sorbent injection, desulphurization.

An Approach to the Treatment of Sulfate-Containing Organic Wastewater. Yu Hanqing (Dept. of Civil Engineering, Hefei University of Technology): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(5), 1991.