

- Remote Sensing, pp. 5—10, Bangkok, 1988.
 [2] 任伏虎等,环境遥感,4(1),34(1989).
 [3] 蔡贻谟等,环境影响评价手册,第 518—529 页,中国

环境科学出版社,北京,1987 年.

(收稿日期:1990 年 3 月 12 日)

沈阳地区环境放射性水平及切尔诺贝利核电站事故影响*

李树庆 陈虹 况宁 张谦 吴洪竹 李漆

(辽宁省劳动卫生研究所,沈阳)

摘要 本文报道 1981—1987 年沈阳地区环境介质中总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I 、U、Th、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 的放射性水平,1986 年 4 月 26 日切尔诺贝利核电站事故后,于 5 月 13 日放射性沉降物中有大量的总 β 和 ^{131}I ,其值分别为 $131.0\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 和 $281.2\text{Bq}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 。牛奶和蔬菜中 ^{131}I 最高值分别为 $5.1\text{Bq}/\text{L}$ 和 $48.1\text{Bq}/\text{kg}$ 。这就说明,环境已被污染。切尔诺贝利核电站事故放射性沉降物所污染。估算了沈阳居民甲状腺的剂量,成人甲状腺有效剂量当量小于 $2\mu\text{Sv}$,婴儿小于 $11\mu\text{Sv}$,均低于国家放射卫生防护标准的剂量限值。

关键词: 放射性水平;核电站事故;沈阳地区。

1981—1987 年监测了沈阳地区大气沉降物、水源水和环境生物中主要人工和天然放射性核素水平。1986 年 4 月 26 日,苏联切尔诺贝利核电站事故后,应急监测了大气沉降物等环境介质中某些人工放射性核素含量,估算了沈阳成人和婴儿甲状腺的有效剂量当量,并对放射性污染进行了讨论与卫生学评价。

一、监测项目和方法

1. 大气沉降物 用水盘法或油盘法收集样品,经处理后,供总 β 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{131}I 等分析。
2. 生物样品 于收获期或可能有放射性污染时采样,经处理后供主要人工和天然放射性核素分析。
3. 测量分析方法和测量仪器(见表 1)

表 1 分析方法和使用仪器

放射性种类	分析方法	仪 器
总 β	大气沉降物总 β 油盘法或水盘法,总 β 蒸干法	FJ-332 β 测量仪
^{90}Sr	硝酸盐或 EDTA 硫酸盐沉淀法	同上
^{137}Cs	碘铋酸盐沉淀法	同上
U	TOPO 萃取铀试剂 III 分光光度法	721 型分光光度计
Th	离子交换、分光光度测定	同上
^{226}Ra	射气法	FD-125 型氡分析仪
^{131}I	Cl ₂ 萃取法	FJ-332 β 测量仪

计数管效率,一般为 15% 左右,测量误差在 25% 以内。

二、结果和讨论

1. 大气沉降物中 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 放射性水平

沈阳地区大气沉降物中 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 的历年变化如表 2 所示。由表 2 看出 1981—1985 年间 ^{90}Sr 的每季度均值(即三个月值的平均值)一般波动在 $0.26—3.51\text{Bq}/\text{m}^2$ 之间,各年均值(即 4 个季度值的均值)在 $0.74—2.93\text{Bq}/\text{m}^2$ 之间波动。表 2 还说明了 1982—1985 年的 ^{137}Cs 年均值 $1.54\text{Bq}/\text{m}^2$, 较同时间 ^{90}Sr 年均值 $1.73\text{Bq}/\text{m}^2$ 低,且波动范围小,基本上稳定在 $1\text{Bq}/\text{m}^2$ 的量值上。

1981—1985 年各季度 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 沉降特点,一般是上半年值高于下半年值,并且第二季度值一般偏高,即所谓春季沉降高峰的特点,有时这种峰值延续到 6 月份^[1]。这与日本学者所报道的从春到初夏出现沉降峰值的结论相一致^[2]。对于出现春季峰值的机制,有的学者认为,在冬末春初对流层的高度降低,而使平流层的沉降物,由于扩散和重力作用大量的通过对流的顶部向平流层移动并回落到地面上^[2],因此,出现春季高峰的规律。并将随着平流层核裂变产物的减少,这种特点和规律会越来越不明显。

* 参加本工作的还有焦淑芬、蒋衍、王月等同志。

表 2 沈阳地区历年 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 季度和年沉降量均值 (Bq/m^2)

年 份	每 季 度 均 值								年 均 值	
	1		2		3		4			
	^{90}Sr	^{137}Cs								
1981	2.34	—	2.71	—	2.34	—	1.85	—	2.31	—
1982	—	—	3.03	3.18	3.51	2.05	2.26	1.04	2.93	2.09
1983	0.86	3.33	3.08	1.97	1.36	0.49	1.66	0.86	1.74	1.66
1984	1.05	2.15	1.29	1.75	0.26	0.24	0.35	1.16	0.74	1.32
1985	1.11	0.23	2.30	1.47	1.19	—	0.68	1.80	1.32	1.17
1981—1985	1.34	1.90	2.48	2.09	1.73	0.93	1.36	1.22	1.73	1.54
1986	2.42	3.18	2.96	171.8	6.36	4.24	3.01	4.82	3.69	46.0
1987	10.7	6.58	3.40	5.81	2.62	1.47	3.70	7.20	5.10	5.26

表 3 历年各种水源水的放射性水平 (Bq/L)

年 份	辽河水			大伙房水库水			沈阳自来水		
	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs
1981	0.10	0.05	0.02	0.12	0.01	0.02	0.04	0.01	—
1982	0.14	0.07	0.01	0.03	0.01	—	0.03	—	0.01
1983	0.37	0.02	0.01	0.14	0.02	0.04	0.04	0.02	0.01
1984	0.17	0.02	0.01	0.01	0.06	0.01	0.09	0.01	0.01
1985	—	0.02	0.01	0.20	0.05	0.01	—	—	—
1986	0.22	0.07	0.01	0.68	0.08	0.03	—	—	—
1987	0.57	0.05	—	0.07	0.02	0.01	—	—	—
平均	0.26 ± 0.16	0.04 ± 0.02	0.01 ± 0.00	0.18 ± 0.21	0.04 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00

切尔诺贝利事故之后,1986年第二、三季度乃至1987年 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 沉降值比1981—1985年各季度均值一般明显增高(表2), ^{137}Cs 在1986年第二季度达到峰值,其值为 $171.8 \text{ Bq}/\text{m}^2$,这是1982—1985年各年第二季度均值 $2.09 \text{ Bq}/\text{m}^2$ 的82倍; ^{137}Cs 年均值 $46.0 \text{ Bq}/\text{m}^2$ 是1982—1985年间最高年均值 $2.09 \text{ Bq}/\text{m}^2$ 的22倍。 ^{90}Sr 沉降值于1986年第三季度开始明显增加,其值为 $6.36 \text{ Bq}/\text{m}^2$,为1982—1985年各年第三季度均值 $1.73 \text{ Bq}/\text{m}^2$ 的4倍。1987年第一季度测到 ^{90}Sr 的季度峰值 $10.7 \text{ Bq}/\text{m}^2$ 。可见苏联核电站事故对沈阳地区的大气污染是明显的。

2. 水源水的放射性水平

几年来对各种水源水的放射性活度调查结果列于表3。辽河水的总 β 、 ^{90}Sr 放射性活度高,这是由于辽河水含泥质且不易沉淀的缘故;自来水中总 β 、 ^{90}Sr 放射性活度低,这是由于地下水源几乎不含人

工放射性核素的缘故。值得提及的是1986年大伙房水库水总 β 放射性为 $0.68 \text{ Bq}/\text{L}$, ^{90}Sr 活度为 $0.08 \text{ Bq}/\text{L}$,均高于几年来的监测值。此外,还同时测到了 ^{131}I 放射性活度为 $0.21 \text{ Bq}/\text{L}$ ^[3],这是平时所测不到的核裂变信号核素,表明露天水源受到了切尔诺贝利事故的轻度放射性污染。

3. 粮食、蔬菜和水果的放射性水平

1981—1987年收获期的粮食、蔬菜、水果中放射性核素活度列于表4。粮食中放射性一般大于蔬菜,而蔬菜又大于水果。

粮食中放射性以大豆为高,大米较低,玉米一般比高粱米高。蔬菜中放射性一般差别不大。各种植物中放射性活度不同,除了与其吸收放射性能力有关外,还与其生长期长短有直接关系。一般来说,生长期长的所含放射性活度相对较高,反之亦然。由表4还可明显看出植物中的天然放射性核素水平,除 ^{40}K 外,一般小于人工放射性核素水平。

表 4 1981—1987 年沈阳地区粮食、蔬菜和水果样品中放射性水平 (Bq/kg)

品 种	总 β	^{90}Sr	^{137}Cs	U	^{232}Th	^{226}Ra	^{40}K
大 米	20.7±0.00	0.04±0.01	0.33±0.12	3.22±0.66	5.37±0.12	1.9±0.30	26.6±0.28
小 米	59.1±0.38	0.46±0.32	1.25±1.40	5.66±0.41	13.6±0.30	18.1±1.10	32.8±0.26
高粱米	53.8±2.64	0.19±0.14	0.64±0.71	1.24±0.02	0.49±0.00	0.90±0.00	33.0±0.28
玉 米	94.2±2.03	0.24±0.19	0.50±0.55	5.89±1.04	6.58±0.77	—	42.8±0.70
大 豆	380.1±69.4	2.29±0.95	5.41±3.19	5.84±0.05	28.4±0.34	—	446.1±2.80
面 粉	—	—	—	3.18±0.20	0.31±0.03	4.10±0.70	28.9±7.10
平 均	121.6±131.3	0.64±0.83	1.63±1.92	4.17±1.75	9.12±9.70	6.25±6.94	101.8±154.0
菠 菜	62.4±30.6	1.63±1.30	2.01±1.46	—	—	—	—
白 菜	64.6±18.8	0.30±0.19	0.58±0.44	1.19±0.10	1.61±0.09	—	51.5±0.60
萝 卜	46.8±6.55	1.10±0.48	0.99±0.74	1.07±0.08	1.19±0.05	2.20±0.00	66.1±0.56
茄 子	34.3±15.0	2.04±1.14	0.38±0.30	0.96±0.25	0.57±0.00	5.10±1.90	73.9±0.28
平 均	52.0±12.3	1.27±0.65	0.99±0.63	1.07±0.09	1.12±0.43	3.65±1.45	63.8±9.28
苹 果	24.8±5.20	0.23±0.14	0.16±0.10	—	0.29±0.56	0.11±0.03	34.7±0.20
白 梨	40.8±10.3	0.22±0.05	0.45±0.56	5.84±0.56	0.39±0.01	5.00±0.50	17.1±0.10
平 均	32.8±8.0	0.22±0.00	0.30±0.14	5.84±0.56	0.34±0.05	2.56±2.44	25.9±8.8

^{226}Ra 、U、 ^{232}Th 为 $\times 10^{-2}\text{Bq/kg}$.

表 5 沈阳地区蔬菜水果中放射性水平 (Bq/kg)

样品名称	总 β		^{90}Sr		^{137}Cs	
	1981—1985	1986	1981—1985	1986	1981—1985	1986
菠菜	62.3±20.7	105.9±2.97	0.72±0.20	3.45±0.54	0.56±0.32	3.70±0.34
白菜	45.8±23.0	83.4±3.64	0.06±0.05	0.63±0.03	0.32±0.06	1.02±0.11
萝卜	33.4±5.72	40.3±0.45	0.07±0.00	1.10±0.07	0.82±0.09	1.49±0.00
茄子	19.3±1.65	49.3±1.54	0.94±0.16	3.18±0.02	0.08±0.00	0.69±0.10
苹果	26.0±0.20	22.2±0.34	0.07±0.04	0.86±0.01	0.05±0.04	0.64±0.00
白梨	39.4±1.19	44.7±0.48	0.20±0.04	6.13±0.10	0.12±0.02	1.56±0.53

1981—1985 年放射性水平与 1986 年的比较

表 5 表明了 1986 年蔬菜和水果中总 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 的放射性活度比 1981—1985 年的历年均值高。如白梨 1986 年的 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 值分别为 1981—1985 年平均值的 31 和 13 倍,比 1972—1980 年高 19 倍 (^{90}Sr)^[1]。这说明沈阳地区的蔬菜、水果受到切尔诺贝利事故的明显放射性污染。

4. 切尔诺贝利核电站事故及其它核试验对沈阳地区污染的比较

由文献[4]得知,切尔诺贝利事故后沈阳地区大气沉降物中总 β 放射性日沉降峰值(131.0Bq/m^2 ·

d),小于 1961—1962 年间苏联和美国核试验裂变产物对沈阳地区总 β 放射性日沉降最大值一个数量级,大于我国某次地上和空中核试验裂变产物对沈阳地区日沉降量最大值。沉降物中 ^{131}I 放射性活度 $28.2\text{Bq/m}^2\cdot\text{d}$,也远大于我国几次空中核试验对沈阳地区日沉降物中 ^{131}I 的最大监测值。蔬菜、牛奶中 ^{131}I 放射性活度也都大于我国地上和空中核试验进行期间的放射性监测的最大值。

综上所述,苏联切尔诺贝利核电站事故对沈阳地区造成了明显的放射性污染,其 ^{137}Cs 和 ^{131}I 放

射性污染程度更大。大气沉降物总 β 放射性和 ^{131}I 核素污染持续了25天,牛奶中 ^{131}I 污染持续了42天^[3]。

三、对公众影响评价

1. 1981—1985年间,沈阳地区环境介质中放射性活度未发现异常值。广大公众接受正常的环境放射性本底照射。

2. 1986年4月苏联切尔诺贝利核电站事故后,沈阳地区环境介质遭受了不同程度放射性污染。蔬菜和牛奶中 ^{131}I 活度最大值分别为488.1Bq/kg和5.1Bq/L。若每人每日食用1kg蔬菜,0.5L牛奶,估算沈阳居民对 ^{131}I 核素摄入量不到100Bq。低于国家对规定的摄入量限值^[4]。

3. 根据沈阳地区蔬菜和牛奶中 ^{131}I 活度,结合文献[6, 7]估算沈阳地区成人和婴儿甲状腺所受的年有效剂量当量分别为1.73 μSv 和10.9 μSv ,这些

附加的照射剂量,低于我国卫生防护标准所规定的年剂量当量限值,对辽宁省居民健康影响不大。

参 考 文 献

- [1] 李树庆,环境科学,6(1),50(1985).
- [2] 檜山義夫編,放射線影響の研究,第31页,東京大学出版社,1971年.
- [3] 焦淑芬等,中华放射医学与防护杂志,7(增刊),33(1987).
- [4] 辽宁省劳动卫生研究所,中国环境放射性水平及卫生评价,第189—206页,中华人民共和国卫生部出版,1985年.
- [5] 中华人民共和国国家标准,放射卫生防护基本标准(GB 4792-84),1984年.
- [6] 李士骏,电离辐射剂量学,第449—490页,第二版,原子能出版社,1981年.
- [7] ICRP Publication, *Limits for Intakes of Radionuclides by workers* ICRP, 30 Pergamon Press, 1979

(收稿日期:1990年2月12日)

环境影响评价工作中外环境综合调查的概念

霍 焕 裴成虎 彭应登

(北京市环境保护科学研究所)

摘要 本文在总结多年环境评价工作的基础上,提出了一套外环境综合调查的分析框架,试图为繁杂的外环境调查找到一个明确的工作思路。该框架包含二个分析层次:调查系统层次与调查因素层次,同时对各调查因素及其相互关系进行了论述。

关键词: 环境影响评价;外环境调查;框架。

在环境影响评价工作中,外环境现状调查是一项十分重要的内容,特别是在环境现状评价、区域性环境评价工作中尤为突出。对于工程建设项目的评估,外环境的现状调查工作也十分重要。通过调查,一是了解来自工程所在地域的自然与社会状况和要求,二是搞清本工程将对外界自然与社会环境的影响条件。最终作出客观的影响预测结果。

目前国内在评价工作中,已取得了不少成功的经验,但绝大多数工作仍凭评价工作者的经验制定工作方案。这样,往往为了防止漏项,工作安排得过多、过细,而针对性不强。由于无成熟的理论指导,虽然报告书冗长而繁杂,但必要的工作又做得过粗或不足。

本文在总结多年工作的基础上,提出了一套外环境综合调查的分析框架,以便从繁琐的复杂关系中,找到一个比较明确的工作思路。

该框架包含二个分析层次:调查系统层次与调查因素层次。根据外环境的特点及评价的需要,将调查系统分为自然环境系统与社会环境系统。按照环境评价的要求,将调查因素分为四大因素:地理因素、污染因素、迁移转化因素和环境敏感因素。这样从纵项来说为自然、社会两大系统,横项为地理、污染、扩散、敏感四大因素,纵横相交为八个方面的调查内容。这八个方面基本概括了外环境调查的各个方面,以此为提纲针对具体任务而取舍,达到简单而不漏项、突出重点的目的。

Investigation on Environmental Radioactivity in Shenyang Area.

Li Shuqing et al. (Liaoning Provincial Institute of Labour Sanitation, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 67—70

This paper deals with the radioactive levels of gross β , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K in some environmental media in Shenyang area during 1981—1987. After Chernobyl accident on April 26, 1986, large amounts of gross β and ^{131}I were found in radioactive fallout on May 13 of that year, their values were 131 Bq/m².d and 281.2 Bq/m².d respectively. The highest value of ^{131}I in milk was 5.1 Bq/l. and that in spinach 48.1 Bq/kg. So it is shown that the environment was affected by Chernobyl accident. However, the residents' thyroid doses in the area were estimated, and the effective dose equivalents for adults were less than 2 μSv , and for infants less than 11 μSv not beyond the dose limits, according to "Basic Sanitary Standard for Radioactive Protection".

Key Words: environmental radioactivity, Chernobyl accident, Shenyang.

A Conception on Integrated Investigation of the Exterior Environment in the Environmental Impact Assessment (EIA) Projects.

Hou Huan, Pei Chenghu, Ping Yingdeng (Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection):

Chin. J. Environ. Sci., 11(6), 1990, pp. 70—72

Based on the practical experience of environmental impact assessment (EIA) projects, this paper presents a conceptional framework for analyzing an integrated investigation of the exterior environment in an EIA work. The framework involves two investigative dimensions: natural environment and social environment, in which attention should be paid respectively to some items so as to avoid certain mistakes.

Key Words: environmental impact assessment, practical experience, exterior environment.

A Simple Algorithm for Identification of Environmental Background Values.

Xin Shichong, Wang Guangguan (Jilin College of Chemical Engineering): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. and for infants less than 11 μSv 73—75

In order to solve the cluster set problems in identification of environmental background values, a rapid and simple algorithm, the method of minimum spanning tree, is presented in this paper. The similar relation of sample variables is described with χ^2 distance coefficient matrix, and the minimum spanning tree is drawn in accordance with Kruskal method. The classified results by the algorithm are shown in a graph form. In this paper an applied case has also been given.

Key Words: cluster analysis, identification of environmental background value.

"Design Thinking of A Greening Project in and around A Petrochemical Complex"

Design Thinking of A Greening Project in and around A Petrochemical Complex. Chen Ziqin (Anqin Petrochemical Complex, Anhui Province): *Chin. J. Environ. Sci.*, 11(6), 1990, pp. 76—78

This article introduces the experience of a green project that has been performed in Anqin Petrochemical Complex for more than ten years. In order to purify ambient air around the Complex, the project was designed in line with different conditions of the branch factories where pollution sources varied from the processes of production. The design implicated a scientific choice of plant species and rational arrangement of planting trees and grass so as to attain a good environmental benefit. By means of greening work, a clean fine working and living environment has been successfully created.

Key Words: petrochemical plant, design of green project, choice of tree species.