

中國環境放射性水平 及衛生評價

中華人民共和國衛生部

人民衛生出版社

中国环境放射性水平 与卫生评价

中华人民共和国卫生部

主 编：朱昌寿

副主编：李学成 赵 儒

编 委：石玉成 朱昌寿 朱桂兰 刘 英

李学成 汪家兴 宋玉芳 林莲卿

杨孝桐 赵 儒 程 杰 顾之琼

(按姓氏笔划为序)

人 民 卫 生 出 版 社

(京)新登字081号

Et 76/41 28

中国环境放射性水平与卫生评价

中华人民共和国卫生部 编

人民卫生出版社出版

(北京市崇文区天坛西里10号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米16开本 19+印张 450千字

1992年3月第1版 1992年3月第1版第1次印刷

印数: 00 001—2 000

ISBN 7-117-01662 0/R·1663 定价: 17.00元

〔科技新书目 259—218〕

编者的话

本书内容分为两大部分，第一部分是1960到1987年全国环境放射性水平与居民受照剂量的初步的总结。读者从中可以了解我国近30年来环境中人工放射性核素的水平、动态和卫生评价。第二部分是各省、自治区、直辖市环境放射性监测和调查研究结果的总结。考虑到1980年以前的监测结果曾于1985年以内部印刷出书的形式作了总结，这部分主要是1981年以后的监测结果的总结。

1981年以后卫生系统还对我国环境天然辐射水平和对居民所致剂量进行了全国范围的调查研究，对1986年苏联切尔诺贝利核事故也做了系统的监测，这些都已有专辑出版。为了保持监测内容的完整性和补充尚未总结的资料，本书在一些章节中也对上述内容给予简略的叙述。

这本书还不能反映1980年以后卫生系统在这一领域的全部研究成果，凡已在公开刊物发表的文章，本书均未纳入。在文稿征集过程中得到了各省、自治区、直辖市放射卫生防护机构的领导和从事本专业的科技人员的大力支持，有的研究所领导亲自组稿审定，在此表示衷心的感谢。本书内容范围有限，部分稿件未能采纳，请供稿单位和作者原谅。

这本书是全国卫生系统各环境放射性监测站的同志共同编写完成的，是历年监测和研究结果的总结，因此在写作内容、写作风格上各有特点。这也给本书的编辑加工带来一定的困难，书中有许多不足和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

一九九一年三月五日

前 言

自从19世纪末发现了天然放射性元素以来，人们逐渐认识了存在于自然界的天然辐射源的构成和特性。此后，由于铀矿的开采、核工业的发展、反应堆和核动力厂的运行，人类生活的环境中受到了放射性污染，增加了电离辐射对人体照射的机率，尤其是1945年以后，有核国家进行了一系列大气层核爆炸试验，使大量人工放射性核素释放到环境中。此外，一些严重的核设施事故也造成不同程度的环境放射性污染。这些都引起了各国政府和公众的关注，科学家对此开展了大量的调查研究工作。

早在60年代初，我国卫生系统就在全中国范围内建立了环境放射性监测站网络，它们分布在各省、自治区、直辖市内，最多时有45个监测站，至今这项工作仍在不间断地进行中。这个网络有统一的监测方案和工作制度，有一定的质量保证措施，在近30年的监测实践中，积累了大量的监测数据，及时地向国家提供了我国环境放射性水平及对公众所致照射剂量的资料。为保护人民健康、保障我国核试验的顺利进行、监测国外核事故放射性释放对我国的影响、制定放射卫生标准和科学研究提供了重要的参考资料。

这本书在上述工作的基础上，综合分析了全国环境放射性水平的历年动态，给出了卫生评价，并对1981年以来各地区的环境放射性水平的监测结果做了总结。这本书的出版将为进一步研究环境放射性与人体健康的关系、为我国国民经济建设、尤其是为核电事业的发展提供有意义的背景材料，也是卫生监督 and 环境保护工作者的一本有用的参考书。

中华人民共和国卫生部副部长

何界生

目 录

第一部分：中国环境放射性水平动态分析和卫生学评价 (1961~1987年)	1
一、监测方案与方法简介	2
二、大气沉降物放射性水平历年动态分析	8
三、食品中的人工放射性核素	23
四、水源水中的放射性水平	41
五、苏联切尔诺贝利核电站事故对我国造成的放射性污染	45
六、放射性落下灰所致内照射剂量的估算	53
第二部分：1980~1989年各省、自治区、直辖市环境放射性监测总结	63
一、北京地区环境放射性水平监测总结 (1980~1989年)	64
二、天津地区环境放射性水平 (1981~1989年)	79
三、石家庄市及河北省部分地区环境放射性监测总结 (1981~1989年)	81
四、太原地区环境放射性监测总结 (1981~1987年)	88
五、呼和浩特地区环境样品中放射性水平 (1981~1989年)	92
六、包头地区环境放射性监测总结 (1981~1987年)	98
七、沈阳地区环境放射性水平与评价 (1981~1987年)	101
八、大连地区环境放射性监测与评价 (1981~1989年)	105
九、长春地区环境放射性水平与卫生学评价 (1981~1989年)	111
十、吉林省水中天然放射性水平及对居民所致剂量的研究 (1985~1988年)	120
十一、延边地区环境放射性水平 (1981~1988年)	124
十二、哈尔滨地区环境放射性水平 (1981~1989年)	132
十三、上海市环境放射性监测报告 (1981~1986年)	137
十四、南京地区环境放射性水平 (1981~1989年)	146
十五、连云港地区环境放射性水平 (1981~1989年)	150
十六、杭州地区环境放射性水平及所致居民剂量评价 (1981~1987年)	156
十七、合肥地区环境放射性水平 (1981~1982年)	165
十八、福州地区环境放射性水平与卫生学评价 (1981~1989年)	169
十九、福州地区雨水中人工放射性 (1962~1980年)	175
二十、福建省环境水系放射性 (1962~1984年)	182
二十一、南昌地区环境放射性水平 (1980~1989年)	191
二十二、济南地区环境放射性水平调查与卫生学评价 (1981~1989年)	198
二十三、郑州地区环境放射性监测总结 (1981~1989年)	206
二十四、武汉地区环境放射性水平 (1981~1989年)	208
二十五、广州地区环境放射性水平及卫生学评价 (1981~1989年)	214
二十六、南宁地区环境放射性监测动态与评价 (1981~1988年)	219
二十七、四川省环境放射性水平现状及卫生学评价 (1981~1989年)	229
二十八、四川省饮水中 ³ H、 ¹⁴ C的放射性水平与分布特征 (1986~1989年)	238
二十九、昆明地区环境放射性监测总结 (1981~1985年)	247
三十、陕西省环境放射性水平 (1981~1987年)	251

三十一、兰州地区环境放射性水平及评价 (1981~1989年)	254
三十二、银川地区环境放射性水平 (1981~1989年)	261
三十三、德令哈地区环境放射性水平 (1981~1988年)	267
三十四、哈密地区环境放射性水平 (1981~1989年)	274
三十五、阿勒泰地区饮用水中 ²²⁶ Ra和U浓度的调查 (1985~1988年)	288
三十六、新疆水源水中放射性水平及卫生学评价 (1985~1987年)	290

第一部分
中国环境放射性水平动态分
析和卫生学评价
(1961~1987年)

在一个世纪以前人类还只受到天然电离辐射源的照射。自从1945年7月16日美国在新墨西哥州进行了第一次核爆炸试验后,截止到1980年底在全球范围内已进行了423次大气层核爆炸试验,其中绝大部分是在1962年以前进行的。在1957~1958年和1961~1962年美苏两国集中的进行了大规模的核试验,致使在这两个阶段有大量放射性物质进入大气层中,造成全球性的人类生活环境的放射性污染。这一事实引起了广大公众和各国科学家的重视,并开展了大规模的科学研究工作,建立了全国和全世界的环境放射性监测站网。与此同时,由于逐年增加的反应堆和核电站的运行,也使一定量的放射性物质排放到附近的环境中,当核设施发生事故时,会有不可控制的大量放射性物质释放到大气或水系中,造成环境污染,使公众受到不必要的照射。到目前止,有三次较为严重的核事故,它们是1957年10月7日英国温茨凯尔(Windscale)军用反应堆事故;1979年5月28日美国三哩岛(Three Miles Island)核电站事故;1986年4月26日苏联切尔诺贝利(Chernobyl)核电站燃烧爆炸事故。其中以苏联这次事故最严重,共有相当于1865PBq的放射性物质释放到大气中,除严重污染了附近地区外,还污染了欧洲大部分地区,也影响了整个北半球。

为了认识进入大气层中的放射性物质的沉降规律与特点,研究其在生态环境中的蓄集和转移规律,了解放射性物质进入人体的途径和数量,以及对人体所致照射剂量和对健康的影响,卫生系统在50年代末期就开展了人类生活环境中放射性本底的调查研究。到1963年卫生部已在全国范围内建立了环境放射性监测机构,开始制订监测方案和有关技术方法。在1964年10月16日我国第一次核试验时,全国卫生系统已有21个监测站监测了我国首次核试验后放射性落下灰对各地区的污染。

本文是根据各省、自治区、直辖市卫生系统的放射性监测站从1961年起到1987年期间监测结果的汇总分析报告。对全国由于放射性落下灰沉降所造成的污染水平与动态变化做一宏观分析,并对我国公众由此受到的照射剂量做了估算。具体监测数据和各地区监测结果另有分项报告,不列在本文内。

一、监测方案与方法简介

(一) 放射性监测站布局

卫生系统的放射性监测站分布在全国29个省、自治区、直辖市,由当地卫生防疫站、劳动卫生研究所、职业病防治院或有关医学研究单位承担。这些单位都有放射卫生防护科(或专业所、室),负责对公众和从事放射性工作的职业人员的卫生防护与监测。

在1965年以前全国共有27个监测站,到1971年根据中央文件精神共建立了45个监测站进行不间断的放射卫生监测。近年来根据任务调整,各省、自治区、直辖市一级的监测站仍坚持常规监测和应急监测任务,有些市(地区)级站已终止了常规监测工作。在1981年以后有大连、青岛、连云港、包头、延吉、德令哈、哈密等监测站仍坚持正常工作。

卫生系统全国放射性监测站地理分布情况见图I-1,负责执行放射卫生监测任务的机构名称见表I-1。

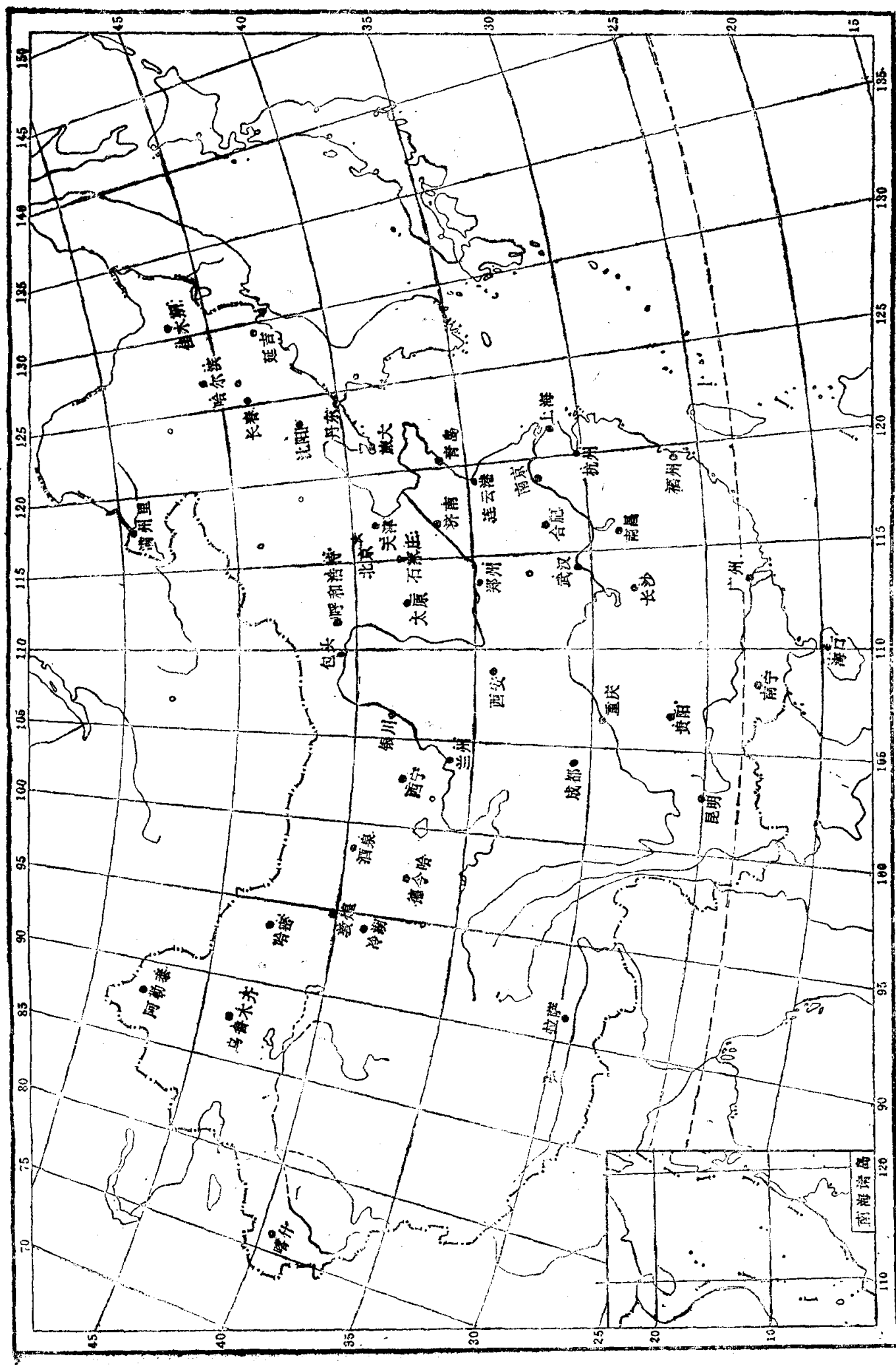


表 I-1 中国放射性监测站

纬度带 °N	城 市	放射性监测站名称	经度 °E	纬度 °N	海拔高度 m
<25	海 口	海南省卫生防疫站	110.4	20.0	17.5
	南 宁	广西壮族自治区卫生防疫站	108.4	22.8	123.2
	广 州	广东省放射卫生防护所	113.2	23.0	7.3
	昆 明	云南省卫生防疫站	102.8	25.0	1802.5
25~30	福 建	福建省放射卫生防护所	119.3	26.1	92.0
	贵 阳	贵州省放射卫生防护所	106.7	26.6	1074.1
	长 沙	湖南省劳动卫生研究所	113.0	28.2	44.4
	南 昌	江西省劳动卫生职业病防治所	115.7	28.7	49.9
	重 庆	重庆市卫生防疫站	106.6	29.5	315.5
	拉 萨	西藏自治区卫生防疫站	91.0	29.7	3659.4
30~35	杭 州	浙江省卫生防疫站	120.2	30.2	8.0
	武 汉	湖北省医学科学院	114.3	30.5	23.5
	成 都	四川省放射卫生防护所	104.0	30.8	507.4
	上 海	上海市卫生防疫站	121.5	31.2	5.3
	合 肥	安徽省卫生防疫站	117.3	31.9	32.3
	南 京	江苏省卫生防疫站	118.8	32.0	12.5
	西 安	陕西省卫生防疫站	109.0	34.3	396.8
	连 云 港	连云港市卫生防疫站	119.2	34.6	24.0
	郑 州	河南省职业病防治所	113.6	34.8	111.4
35~40	兰 州	甘肃省工业卫生实验所	103.8	36.0	1518.3
	青 岛	青岛市卫生防疫站	120.4	36.1	79.2
	济 南	山东省医科院放射医学研究所	117.0	36.6	52.2
	西 宁	青海省职业病防治院	101.8	37.2	2262.2
	德 令 哈	青海省海西州卫生防疫站	97.2	37.4	97.2
	太 原	山西省卫生防疫站	112.6	37.8	779.3
	石 家 庄	河北省放射卫生研究所	114.5	38.0	82.3
	银 川	宁夏回族自治区放射卫生防护所	106.4	38.4	1113.3
	大 连	大连市劳动卫生研究所	121.6	38.9	54.6
	天 津	天津市卫生防疫站	117.2	39.1	5.2
	喀 什	喀什地区卫生防疫站	76.0	39.5	1290.7
	北 京	北京市卫生防疫站	116.3	39.9	30.5
40~45	丹 东	丹东市工业卫生所	124.4	40.1	13.9
	敦 煌	敦煌县卫生防疫站	94.8	40.2	1139.7
	包 头	包头市卫生防疫站	110.0	40.6	1389.9
	呼和浩特	内蒙古自治区卫生防护所	111.2	41.0	1065.0
	沈 阳	辽宁省劳动卫生研究所	125.3	41.8	43.3
	延 吉	延边朝鲜族自治州卫生防疫站	129.5	42.9	178.5

纬度带 °N	城 市	放射性监测站名称	经度 °E	纬度 °N	海拔高度 m
	哈 密	哈密地区卫生防疫站	93.5	43.1	738.7
	乌鲁木齐	新疆维吾尔自治区放射卫生所	87.0	43.7	654.0
	长 春	吉林省卫生防病中心	125.1	43.9	238.5
	阿 勒 泰	阿勒泰地区卫生防疫站	88.2	47.7	735.2
>45	哈 尔 滨	黑龙江省放射卫生防护所	126.8	45.7	146.6
	佳 木 斯	佳木斯市卫生防疫站	130.4	46.8	82.2

(二) 监测方案

卫生系统的放射卫生监测方案有常规监测和应急监测两项内容。监测项目包括大气沉降物、降水、空气（近地面空气气溶胶）、各种食品和水源水，土壤和地面 γ 辐射。具体监测频度和核素指标等分别见表 I-2 和表 I-3。

表 I-2 平时环境放射性监测频度(常规监测)

监测项目	监测指标	监测频度 (次/年)				
		1965年前	1965~1972年	1972~1980年	1981~1987年	1987年后
大气沉降物	总 β	73	365	365	0	0
	^{90}Sr	12	12	12	4	4
	^{137}Cs			12	4	4
空气气溶胶	总 β	52	365	365	0	0
	γ 谱				52	12
	^3H				12	12
降雨水(雪)	总 β	12	12	机动	机动	
	^3H				机动	
粮 食	总 β	1~2	1~2	1~2	1	0
	$^{90}\text{Sr}, \text{Ca}$	1~2	1~2	1~2	1	1
	$^{137}\text{Cs}, \text{K}$	1~2	1~2	1~2	1	1
	$\text{U } ^{226}\text{Ra}$				1	
蔬 菜	总 β	4	4	4	2	0
	$^{90}\text{Sr}, \text{Ca}$	4	4	4	2	2
	$^{137}\text{Cs}, \text{K}$	4	4	4	2	2
	$\text{U } ^{226}\text{Ra}$				1	
牛 奶	总 β	12	12	4	2	0
	$^{90}\text{Sr}, \text{Ca}$	12	12	4	2	2
	$^{137}\text{Cs}, \text{K}$	12	12	12	2	2
饮用水(自来水、井水)	总 β	12	4	2	2	2
	$^{90}\text{Sr}, ^{137}\text{Cs}$	12	4	2	2	2

(续表 I-2)

监测项目	监测指标	监测频度(次/年)				
		1965年前	1965~1972年	1972~1980年	1981~1987年	1987年后
水源水	总 α ^{226}Ra ^3H				2	2
	总 β	12	2	2	2	2
	^{90}Sr ^{137}Cs	2	2	2	2	2
土 壤	总 α ^{226}Ra ^3H				1	2
	总 β	2	1	1	0	0
	^{90}Sr , Ca	2	1	1		
	^{137}Cs , K	2	1	1		
地表 γ 辐射	γ 照射量率	12	12	12	52	
	累积剂量				4~12	4

表 I-3 校事故应急监测项目和频度

监测项目	监测指标	监测频度(次/年)	
		1965~1987年	1987年以后
大气沉降物	总 β ^{131}I ^{90}Mo ^{140}Ba ^{89}Sr	每小时一次 酌情每日或隔日一次	每日一次 ^{131}I ^{134}Cs ^{137}Cs γ 谱
空气气溶胶	总 β γ 谱	每日4次 酌情	每日一次
地表 γ 照射量率	$\mu\text{R}\cdot\text{hr}^{-1}$	每日一次	每日1次或连续
蔬菜(叶菜)	总 β ^{131}I γ 谱	两日一次	每周两次
饮用水 (露天水源)	总 β ^{131}I	两日一次	γ 谱每周两次
牛 奶	^{131}I	三日一次	每周一次
羊甲状腺	^{131}I	三日一次	每周或两周一次
人代谢物	^{131}I 及其它核素		酌情

沿海各监测站对海水、海鱼、虾贝类和藻类(海带为主)等进行每年两次监测,以总 β 、 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 为主要指标。这项工作从1972年以后也制订了监测方案,系统地进行监测。对渤海、黄海、东海、南海沿岸和我国领海范围内的海水和捕捞量大的海产食品进行放射性监测。这对了解海洋食品的放射性水平,为我国核潜艇的安全航行、保护海洋环境作出了贡献。由于采样等技术条件限制,近年已停止了对海水的监测。

(三) 监测方法和质量保证

卫生系统放射性监测站使用的测量仪器、监测方法,包括样品采取和预处理,和化学分析程序、放射性活度测量方法等都经过本系统内多次举办培训班,组织科研协作课

题进行分析测量方法的研究,统一配备刻度仪器用的标准源和回收率测量用的标准放射性溶液。组织编写监测方法的手册、推荐分析操作程序等形式,不断提高和改进分析测量方法,提高专业人员的技术水平。并组织了多次样品比对活动,在数据处理和应用统计学方法方面也进行了研讨。总之,为了搞好本系统内数据的可比性,提高监测技术,采取了一系列的质量保证措施。

以上这些质量保证措施都由卫生部工业卫生实验所组织实施。从1983年以来,该所每年都参加两次由设在法国巴黎的世界卫生组织放射性参考中心(WHO-IRC)组织的环境样品放射性测量的国际比对活动。该中心是法国卫生部的电离辐射防护所(SCPRI),负责法国全国核电站排放和放射防护监督监测,以及一切核事故的应急处理,具有权威性。我们参加的历次放射性比对都获得了好的结果,通过比对活动总结经验,继续提高技术水平,促进了本系统的工作质量。从1982年以来卫生部工业卫生实验所还组织了多次FD-71闪烁微伦仪和累积外照射剂量计TLD元件的全国和国际比对,对仪器的刻度、方法学的研究都有了提高。这些活动大大提高了监测质量。

有关样品比对和测量仪器和方法的刻度,不论是国内活动还是国际比对多已在杂志上公开发表。表I-4为国内环境样品比对结果的概略介绍,从中也可看出我们监测中的不足之处和改进后的效果。

表 I-4 全国放射性监测站样品比对结果

时间 (年)	样品	比对项目	使用方法	准确度在下列范围的比例			
				$\leq \pm 10\%$	$\leq \pm 20\%$	$\leq \pm 30\%$	$> \pm 30\%$
1972	牧草灰	总 β (13)*	放化分析	54	85	100	
		^{90}Sr (15)		20	53	100	
		Ca(14)		57	93	100	
	骨 灰	总 β (28)	放化分析	27	75	100	
		^{90}Sr (30)		46	80	100	
		Ca(26)		69	76	100	
1977	面 粉	^{90}Sr 自制源	放化分析	40	74	89	11
		^{90}Sr 原用源		9	34	84	16
		总 β		65	89	98	2
		Ca		56	80	82	18
		灰鲜比		98	100		
1979	参考样	^{90}Sr		29	62.5	75	25
		^{137}Cs		16.7	39	66.7	33.3
		总 α		66.7	89	100	
		总 β		90	96.7	100	
1982	面 粉	U	放化分析	48	72	83	17
		Th		54	77	81	19
		^{226}Ra		42	55	70	30
		^{40}K		72	88	97	3

* 括号内为参加比对的单位数

二、大气沉降物放射性水平历年动态分析

(一) 总 β 放射性日沉降量

每 24 小时收集沉降盘 (总承接面积 0.5m^2) 一次每日晨 8 时采样, 测量总 β 放射性活度, 称为总 β 放射性日沉降量, 用 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 表示。这项监测指标可初步发现是否有放射性物质从大气中沉降到地面, 方法简单快速, 在核试验期间有落下灰沉降到地面时, 可及时发现总 β 放射性活度增高, 这为进一步分析测量早期核爆炸的信号核素—— ^{131}I 、 ^{90}Mo 、 ^{140}Ba 等提供依据, 并有利于确定人工放射性核素污染程度和时间。这项指标在 1960~1980 年期间的监测方案中订为必做项目, 对监测国内外大气层核试验放射性落下灰对我国环境的污染曾发挥了重要作用。本方法不足之处是受降雨、飘尘等气象因素影响而有波动, 不易判断轻微污染, 不易确定具体放射性核素种类。1981 年以后终止此项监测、一方面由于在世界范围停止了大气层核试验; 另一方面在监测技术上有更先进的手段可以取而代之, 即采用大流量空气采样器和 HPGe 或 Ge(Li) 探测器的 γ 谱仪, 可快速测出空气中人工放射性核素的种类和污染水平、方法先进。

表 I-5 大气沉降物总 β 放射性活度全国历年平均值

年 份	全国平均值	总 β 放射性日沉降量 最高值	(地区)	$\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 最低值	(地区)
1960	8.7				
1961	46.2	103.2	郑州	4.8	长春
1962	125.0	282.3	天津	7.8	上海
1963	66.2	166.1	银川	13.7	杭州
1964	53.7	196.1	兰州	11.8	长沙
1965	26.8	209.8	兰州	3.0	福州
1966	52.3	551.7	沈阳	5.8	海口
1967	20.8	188.0	呼和浩特	4.0	海口
1968	7.3	15.2	长春	3.0	上海
1969	7.9	14.8	重庆	3.1	海口
1970	10.7	27.8	重庆	5.2	海口
1971	34.4	608.6	敦煌	6.7	青岛
1972	12.0	46.6	拉萨	4.8	青岛
1973	34.8	754.8	兰州	1.5	南京
1974	10.2	18.9	敦煌	2.2	南京
1975	8.0	16.6	丹东	1.5	南京
1976	11.4	34.8	沈阳	1.1	南京
1977	37.3	74.3	沈阳	3.3	南京
1978	12.4	94.0	哈密	3.3	南京
1979	6.8	11.8	兰州	1.8	杭州
1980	6.3	19.2	重庆	1.8	连云港

表 I-5 给出我国历年总 β 放射性日沉降量的全国平均值, 并给出平均最高值和最低值, 以及出现地区。图 2 为 1960~1980 年总 β 放射性日沉降量全国历年平均值的逐年变化, 从表 I-5 和图 I-2 中可以看出以下几点

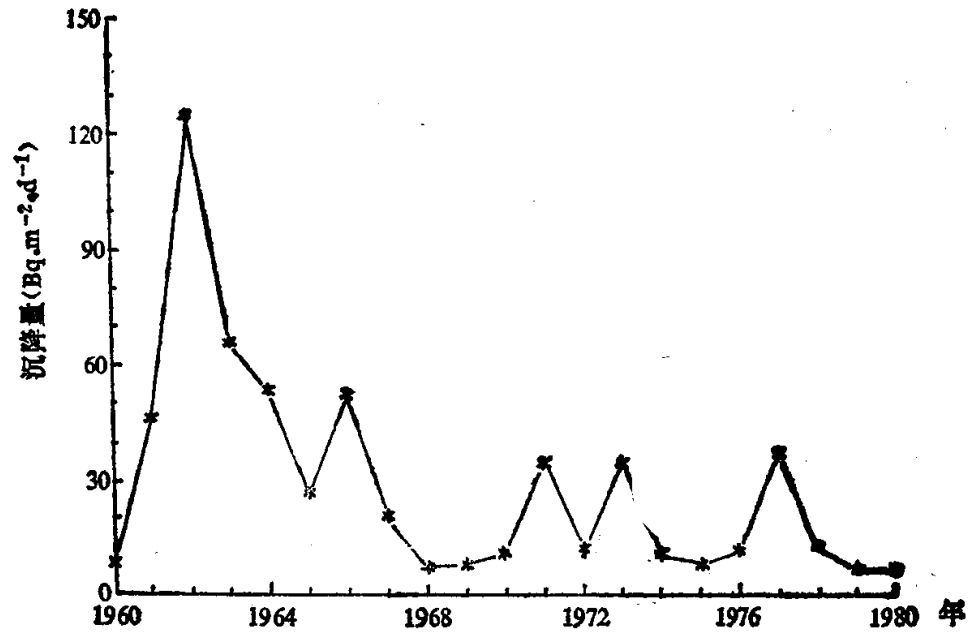


图 I-2 1960~1980年全国总 β 放射性日沉降量年平均值动态变化

1. 总 β 放射性日沉降量的全国年平均值以 1962 年最高, 1961~1966 年都处于较高水平, 以后有波动, 如 1971 年、1973 年、1977 年仍出现高值, 但总体上看呈下降趋势。这与 1961~1962 年美苏两国大规模核试验有明显关系, 1966 年、1971 年、1973 年和 1977 年总 β 放射性日沉降量出现高值与我国三次地爆核试验和一次空爆核试验有关, 1973 年我国一次空爆核试验后曾出现大范围降雨天气, 致使我国一些地区出现较明显的放射性污染。

2. 11 个放射性监测站获得的 1962~1963 年的总 β 放射性日沉降量平均值均高于 $18.5\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, (仅杭州 1962 年低于此值)、见表 I-6。正常情况下总 β 放射性日

表 I-6 1962~1963 年我国一些地区总 β 放射性日沉降量的年均值

	总 β 放射性日沉降量年均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)	
	1962 年	1963 年
北京	105.1	92.5
石家庄	114.7	95.1
太原	118.4	104.3
沈阳	88.8	70.3
济南	300.0	96.9
郑州	188.0	125.4
武汉	34.0	64.8
长沙	131.7	36.3
上海	145.8	82.1
杭州	13.7	23.3
福州	30.7	41.1

沉降量波动在 $18.5\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ 左右。这表明在 1962~1963 年间我国有较大范围地区内都受到美苏核试验造成的放射性污染。

3. 1964 年以后, 全国范围内总 β 放射性日沉降量年均值都低于 1962 和 1963 年。尽管在我国核试验后有些地区曾在短时间内受到明显的放射性落下灰的污染, 如兰州、敦煌、沈阳、包头等地区总 β 放射性日沉降量出现高值, 但因持续时间较短, 故反映在全国平均值上则仍低于 1962 和 1963 年的平均值。

为了进一步说明 1962 年苏联大规模核试验放射性落下灰对我国的污染, 在距苏联边界较近的乌鲁木齐市, 总 β 放射性日沉降量明显高于距离较远的北京, 见表 I-7。1962 年 5~12 月乌鲁木齐总 β 日沉降量均高于北京, 尤以 8~11 月最为明显。

表 I-7 1962 年乌鲁木齐与北京两地区总 β 日沉降量的比较

月 份	总 β 放射性日沉降量的月平均值 ($\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$)							
	5	6	7	8	9	10	11	12
乌鲁木齐	81.4	107.7	124.1	2968	4133	2052	6581	273
北 京	69.3	117.9	92.3	677.4	75.6	223	210	80.7

(二) ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 全球释放量和大气储量的估算值

根据联合国原子辐射效应科学委员会 (以下简称 UNSCEAR) 历届报告书中给出的资料, 截止到 1980 年底以前, 在全球范围内共进行了大气层核爆炸试验 423 次, 估计总当量为 545.4 百万吨 (Mt), 裂变当量为 217.2 MT。进行核试验的国家和次数见表 I-8 和表 I-9。据估算和实测结果的推导, 这些核试验产生的放射性落下灰中的主要有意义的放射性核素 ^{90}Sr , 进入到大气层的总量约为 600 PBq (P 为 peta 的字头, 相当 10^{15}), 这与以前文献给出的 16.2 MCi 值是一致的。若用 423 次大气层核试验的总裂变当量 217.2 MT 计算, 进入大气层的 ^{90}Sr 总量为 660 PBq。

表 I-8 大气层核试验的估计当量

国 家	年 份	次 数	%	估计当量 (Mt)			
				裂变当量	(%)	总当量	(%)
美国	1945~1962	193	45.6	72.1	33.2	138.6	25.41
苏联	1949~1962	142	33.6	110.9	51.06	357.5	65.55
英国	1952~1953	21	4.96	10.6	5	16.7	3.06
法国	1960~1974	45	10.64	10.9	5	11.9	2.18
中国	1964~1980	22	5.2	12.7	5.8	20.7	3.8
总计		423	100	217.2	100	545.4	100

根据各国对放射性落下灰长期监测结果表明, 落下灰中 $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ 的比值为 1.6, 这样估算 ^{137}Cs 进入大气层中 ^{137}Cs 的总量约为 960 PBq。沉降到地面的 ^{137}Cs 全球平均累计沉降量为 $3.14 \times 10^8 \text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$ 。表 I-10 给出全球 ^{90}Sr 和 ^{137}Cs 的累计沉降量*, 从

* 注: 累计沉降量是指 ^{90}Sr 沉降到地面的单位面积上的时间积分值, 单位为 $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-2}$, 国外也称沉降密度 (integrated deposition density), 本书沿用国内习惯用法。以下同。