

1572  
原成[78]-012  
内 部

# 科学技术成果报告

## 401地区环境辐射监测总结报告

技安室环境辐射监测组

中国科学院原子能研究所

一九七八年四月

# 401地区环境辐射监测总结

## (1959—1973年)

### 一、前言

401地区是我国最早的一个综合性的原子能研究中心。这里有一个实验性重水反应堆，于1958年7月开始运转，十几年来已逐渐改造成为一个有多种用途的反应堆；有一个游泳池式材料试验反应堆，于1964年12月开始运转；一个零功率实验室；还有三个加速器。这些设备投入运行后的最初几年主要是做些核物理和放射化学方面的研究工作，以后工作范围逐渐扩大，包括核燃料后处理工艺研究，放射性废水处理研究和放射性同位素生产等工作。随着工作量的增加，向外环境排放废气（气溶胶）、废水的数量和放射性核素的成分也逐渐增加。

为了发现和控制401地区排出的放射性物质对周围环境的污染，评价周围居民的辐射危害，保护环境和居民，促进工农业生产，巩固工农联盟，从1959年起，对401地区环境辐射水平进行了常规监测。监测的环境介质有气溶胶，水，土壤和生物；监测范围一般是5公里以内，最远的到20公里。监测点的分布见图1和图2。

为了总结经验，进一步作好环境辐射监测工作，现将15年来的环境辐射监测工作总结如下。

### 二、401地区地质、水文、气象条件

401地区位于北京市西南郊房山县沙窝村和北坊村之间。西北面是海拔为300—350公尺的山区，大都由老的，坚硬的石灰岩，石英岩等组成。东面是海拔100多公尺的丘陵，大都由坨里砾岩组成。南面是冲积平原，它自坨里由北往南逐渐变厚变宽，形成一个冲积扇。冲积扇包括南北成条带状分布的河漫滩和它两旁的一级阶梯地。所区位于冲积扇尖端的一级阶梯地上。河漫滩宽0.2—1.5公里，高出枯水面3—5米，洪水时可以淹没，它大都由砾岩、粗砂和细砂组成。一级阶梯地高出河漫滩7—8米，由东向西倾斜，倾角 $2^{\circ}$ — $3^{\circ}$ ，宽1—1.5公里，表土为砂土、粘质沙土、沙质粘土，其下是砾岩、卵石，再其下是沙砾岩和粘质沙土。

401地区浅层地下水较丰富。地面距地下水面的深度从3公尺到20公尺，西北较浅，一般为3—8公尺，东南较深，一般为7—20公尺。水位一般5月最低，9月最高，变化幅度2—3公尺。地下水主要含在砾石层当中，含水层厚度约为3—11公尺，平均厚度为6.1

\*601厂水源勘测报告，1956

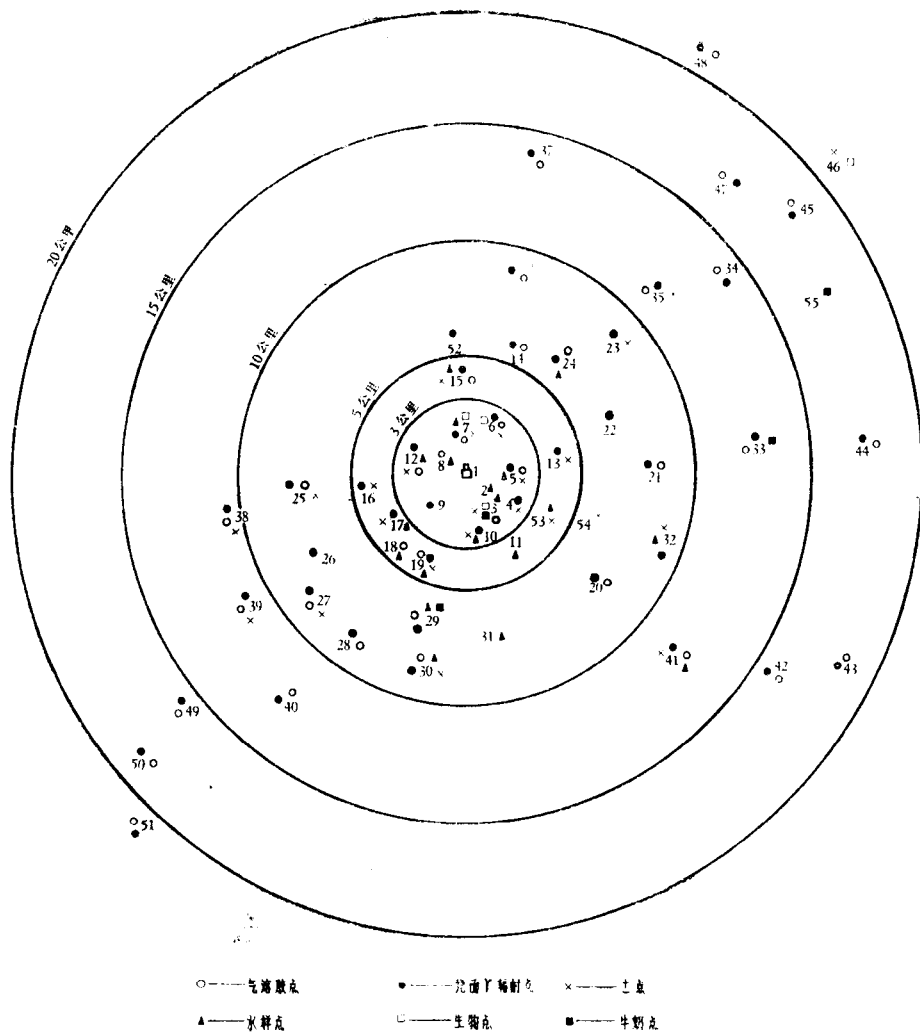


图1 所外监测点分布示意图

1—所区, 2—北坊, 3—污水厂, 4—吴庄, 5—南区, 6—大院, 7—沙窝, 8—水源井, 9—气象站, 10—熊庄, 11—大董村, 12—八十亩地, 13—庄伙, 14—土洞, 15—坨里, 16—前朱各庄, 17—羊头岗, 18—丁家洼, 19—马各庄, 20—炒米店, 21—中航, 22—马家坟, 23—怪村, 24—青龙头, 25—歇息岗, 26—北庄, 27—红寺, 28—西坟, 29—田各庄, 30—夏村, 31—苏村, 32—良乡, 33—长阳, 34—云岗, 35—朱各庄, 36—晓儿营, 37—后南营, 38—车场, 39—周口店, 40—支楼, 41—七里店, 42—普安屯, 43—前柳子, 44—马场, 45—杜家坎, 46—董沟桥, 47—李家峪, 48—东河沿, 49—瓦井, 50—天开, 51—二龙岗, 52—水浴, 53—小董村, 54—闾村, 55—稻田。

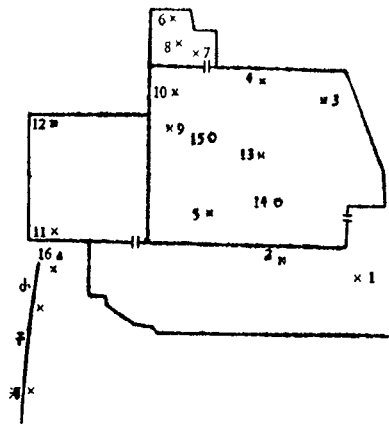


图2 所内监测点分布示意图

图例同图1。

1——北区大食堂西南, 2——20#楼南墙外, 3——14#仓库北, 4——12#楼北, 5——冷却水塔南, 6——615西北, 7——615东南, 8——615西南, 9——46#南, 10——钻泡房西北, 11——301西南, 12——301西北, 13——所区中央, 14——20#楼顶, 15——503工棚北, 16——工业废水总排出口。

公尺。地下水由雨水和大石河水补给,并由大石河分界,东与炒米店一带相连,西与房山一带相连,均为潜水。在所区地下水的流向是由北往南稍偏东。南北水流坡度为0.0041。东西坡度很小。渗透系数由50.72米/昼夜到743.02米/昼夜,平均渗透系数为213.3米/昼夜。实际流速由0.4米/昼夜到18米/昼夜,平均实际流速约为3米/昼夜。

在所区西面约2500公尺处,有一条大石河。它发源于泉水,由此往南流,流域面积653平方公里,全长90公里,流入琉璃河,再入大清河。河水由降水补给,在4—5月份旱季断流。根据漫水河水文站1951—1973年观测的资料得到的流量和流速值列在表1。

表1 大石河的流量和流速

年 度	年平均 流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最大月平 均流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最小月平 均流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最 大 流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最 小 流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最大实测 流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最小实测 流量, 米 <sup>3</sup> /秒	最大实测 流速, 米/秒
1951		(9月) 2.23	(12月) 0.99	3.65	0.81	7.43	1.86	
1952	3.51	(7月) 14.27	(6月) 0.25	166.7	0.19	163.62	0.21	
1953	7.06	(8月) 37.2	(6月) 0.57	385	0.49	325.71	0.57	3.85
1954	16.0	(8月) 73.4	(5月) 0.8	738	0.71	857.00	0.71	7.14
1963				1360				
1973				550				

所区 301 地区南面有一条小干河（明沟），河水主要是雨水和我所的工业废水，由北往南流，至苏村北面被大坝截住，改由东向西流，至田各庄北面与大石河汇合。

1964年我们在所区西南 1 公里的气象站进行了一年的常规气象观测工作，其结果如下：全年平均气温为  $11.3^{\circ}\text{C}$ ，极端最高气温为  $39.2^{\circ}\text{C}$ ，极端最低气温为  $-17.9^{\circ}\text{C}$ ，全年平均气压为 1010.8 毫巴，全年平均相对湿度为 69%，最小相对湿度为 3%。全年降雨量为 789.2 毫米，全年蒸发量为 1539.8 毫米。全年白天平均风速为 2.6 米/秒，风向频率以西南风最多，频率为 13%，其次是南风 and 东北风，频率分别为 12% 和 10%，一般情况下，地方环流上午是偏北风，下午是偏南风，每天上午 10—11 点钟开始转变风向。

### 三、放射性“三废”排放处置情况

#### 1. 放射性气体（气溶胶）废物

401 地区产生量较大的放射性气体（气溶胶）废物，主要是氙-41，氙，碘-131，钋-210 及其他一些裂变产物和活化产物等。这些放射性气体（气溶胶）废物通过 8 个高为 30—60 米的大烟囱排入大气中。一些中、低水平放射性实验室产生的少量放射性气体（气溶胶）废物，通过一些高出建筑物的排风口排入大气中。

大烟囱一般都安装有气溶胶净化过滤设备，但也有少数大烟囱（如 502 工号大烟囱和 101 反应堆大烟囱）没有安装气体（气溶胶）净化设备。

表 2 列出了两个大烟囱 1971—1973 年每年排放的气溶胶中长寿命放射性的年平均浓度和最大浓度（8 小时平均值）。

表 2 排放的气溶胶中长寿命放射性的浓度  
单位：居里/升

年 度	111 大 烟 囱		503 大 烟 囱	
	$\beta$ 放射性 年平均浓度	$\beta$ 放射性 <sup>1)</sup> 最大浓度	$\alpha$ 放射性 年平均浓度	$\alpha$ 放射性 最大浓度
1971	$5.0 \times 10^{-14}$	$1.7 \times 10^{-13}$	$4.2 \times 10^{-13}$	$4.3 \times 10^{-12}$
1972	$8.1 \times 10^{-15}$	$1.9 \times 10^{-13}$	$2.5 \times 10^{-13}$	$6.2 \times 10^{-12}$
1973	$2.3 \times 10^{-15}$	$1.3 \times 10^{-14}$	$3.6 \times 10^{-13}$	$1.4 \times 10^{-11}$

1) 不包括气体和碘-131等挥发性核素的  $\beta$  放射性。

由 101 和 49-2 两个反应堆的大烟囱中排出的氙-41 的浓度约为 1—2 居里/小时。对氙、碘-131 等放射性气体和挥发性核素在 1973 年以前没有进行常规监测\*。放射性气体（气溶胶）除了正常排放情况以外，有时还发生事故性的异常排放，如考验元件的

\*1974年7月开始在111大烟囱监测碘-131，其浓度一般是 $10^{-14}$ — $10^{-11}$ 居里/升，最大值是 $1 \times 10^{-10}$ 居里/升。  
1974年12月开始在101大烟囱监测氙，其浓度一般是 $10^{-11}$ — $10^{-9}$ 居里/升，最大值是 $5.4 \times 10^{-9}$ 居里/升。

破损，反应堆照射某些样品时包装罐的破漏等。如 101 反应堆从 1968 年以来共辐照 70 次碘样品，有 38 次发现烟囱排出物中放射性水平升高。其中一次是 1973 年 9 月，由于包装罐的破漏一次就向外环境排出了 5—6 居里的碘-131。

## 2. 放射性液体废物

401 地区的放射性废水，根据不同浓度，用三种方式进行处置。

1. 总  $\beta$  放射性浓度大于  $10^{-4}$  居里/升的废水（称强放废水），由不锈钢强放废水管道（或专用车）送到埋在所区内专用厂房的不锈钢罐中长期贮存。一些含氟的放射性废水，也是贮存在所区内专门工号的不锈钢罐中。少量的有机放射性废水一般是贮存在有关工号的房间中。

2. 总  $\beta$  放射性浓度为  $10^{-5}$  居里/升— $5 \times 10^{-11}$  居里/升的废水（称弱放废水），由弱放废水管道输送到所区内专门工号的碳钢罐中暂时贮存，定期用凝聚沉淀、蒸发、电渗析、离子交换等方法处理，达到小于  $5 \times 10^{-11}$  居里/升后的废水，通过地下专用管道，送至我所西南约 2 千公尺处的大石河滩地下约 10 米左右排入地下水中。处理后剩下的残渣浓液则排入专用的钢罐中贮存。

3. 总  $\beta$  放射性浓度小于  $5 \times 10^{-11}$  居里/升的废水，经工业废水下水道直接排入我所南面的小干河中，旱季地表经流 2—3 千公尺左右逐渐渗入地下，雨季则流至苏村北面再向西与大石河汇合南流。

401 地区的生活污水，经生活污水下水道，排至我所南面约 2 千公尺处的污水厂，由附近生产队灌溉农作物。

目前我所贮存的强放废水约有 240 米<sup>3</sup>，强放废残渣约 200 吨，含有氟的废水约有 70 多米<sup>3</sup>（101 工号保存水池的 120 米<sup>3</sup> 废水除外），有机放射性废水约有 0.7 米<sup>3</sup>。

我所弱放废水从 1965 年开始，每隔 1—2 年处理排放一次，至 1973 年共处理排放约 11545 米<sup>3</sup>，总  $\beta$  放射性浓度均小于  $5 \times 10^{-11}$  居里/升（不包括氟）。1973 年处理后的废水中氟的浓度约为  $1.6 \times 10^{-6}$  居里/升（以前净化处理后的废水没有测量氟，估计也可能含有氟）。

由小干河每年排出的放射性废水，总  $\beta$  放射性的平均浓度和最大浓度列于表 3。

表 3 排出的工业废水中总  $\beta$  放射性浓度  
单位： $\times 10^{-12}$  居里/升

年 份	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1972	1973
年平均浓度	5.4	9.6	10.6	22.5	29.5	9.9	10.4	5.7	4.8	33.0
最大浓度			90.1	230.0	500.0	20.7	22.0	7.3	12.8	355.0

放射性废水除通过上述三种方式正常处置外，还有一些误排事故，特别是 1969 年以后发生得较多。表 4 中列出了几次主要的误排放射性废水事故的情况。此外，随生活

污水也经常有一些放射性物质排到外环境中去。表5列出了排出的生活污水中总 $\beta$ 放射性的年平均浓度和最大浓度。

表4 几次主要误排废水事故的情况

时间	地点	总排出量	主要核素	污 染 的 地 区
1969年8月	108工号	几居里	裂变产物	108工号南约400米 <sup>2</sup> 荒地
1970年3月	104工号	2毫居里	<sup>90</sup> Sr	301地区工业废水第一个排出口和明沟
1970年4月	104工号	2居里	裂变产物	301地区工业废水第一个排出口和明沟
1971年2月	46-戊工号	几居里	裂变产物	301地区工业废水第二个排出口和明沟, 133生活污水提升站
1972年2月	194所弱放管道	60居里	裂变产物	301地区南面约200米 <sup>2</sup> 荒地
1972年	135工号	174克	天然铀	301地区生活污水管道
1973年	144工号	7毫居里	<sup>60</sup> Co	301地区生活污水管道, 133生活污水提升站和污水厂约1000米 <sup>2</sup> 耕地
	135工号	13毫居里	<sup>51</sup> Cr	

表5 排出的生活污水中总 $\beta$ 放射性浓度  
单位:  $\times 10^{-12}$ 居里/升

年 份	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
年平均浓度	3.0	11.4	15.5	19.9	26.8	12.7	6.6	5.5	9.7	9.5	3.2	8.2	4.7	4.9	5.5
最大浓度	5.9	24.0	48.8	35.8	72.0	32.4	11.5	6.2	12.3	25.2	8.7	34.0	15.7	11.2	14.4

### 3. 放射性固体废物

401地区放射性固体废物一般都贮存在所区内专设的固体废物库或坑内。1974年在所区外污水厂地下埋藏了约100米<sup>3</sup>浓度低于 $10^{-9}$ 居里/克的含<sup>60</sup>Co的污土。

## 四、监测结果

### 1. 气溶胶

气溶胶样品分瞬时样(取样时间为30分钟)和累积样(取样时间为8小时)。取样测量方法是用吸尘器或抽气泵,经超细纤维滤纸,抽取一定量的空气,然后测量滤纸上捕集的 $\alpha$ 和 $\beta$ 放射性。为了及时发现 $\alpha$ 或 $\beta$ 放射性污染,采用取样后20分钟测量氦子体的 $\alpha$ 和 $\beta$ 放射性比值的方法。长寿命 $\alpha$ 和 $\beta$ 放射性的浓度用衰变法测量(衰变时间

在4天以上)。测量 $\alpha$ 放射性是用直径为5厘米的ZnS(Ag)晶体闪烁计数器,测量 $\beta$ 放射性1968年以前是用直径为5厘米的G-M钟罩形计数管,以后是用直径为4厘米,厚为0.3毫米的塑料闪烁计数器。

监测点的布置,1964年以前是在所区内和周围5公里内的不同方位上布置几个瞬时取样点,取样周期每半月一次。所区内1961年9月以后还设立了一个累积取样点,每天取样一次。为了更准确地确定我所对周围环境气溶胶的影响,1964年4月至1965年12月,把气溶胶监测范围扩大到所区周围20公里以内。监测点的布置原则是根据我所对周围环境可能污染的程度不同,按不同距离分成4个圆圈(所内,5公里以内(近点),5—10公里(远点),10—20公里(外围点)),并按方位分成4个扇形,两个常年下风向(东北和西南)扇形,分别称为“第一污染方位”和“第二污染方位”,两个非常年下风向(西北和东南)扇形称为“清洁方位”。在三个方位内布置相等数目的监测点。取样周期,外围点每季度一次,远点每月一次,近点每半月一次,气象站每天三次,所内每天一次累积取样。1966年,为了使气溶胶取样更具有代表性,又将所区周围附近的瞬时取样点改成3个累积取样点(2个在全年下风向,1个在职工生活区)。

近点气溶胶的长寿命 $\alpha$ 和 $\beta$ 放射性各年监测结果列于表6。1964年不同距离、不同方位的监测结果列于表7。周围环境中气溶胶长寿命 $\alpha$ 和 $\beta$ 放射性浓度各年平均值见图3。

从监测结果可以看出:(1)气溶胶长寿命 $\beta$ 放射性浓度从1960年开始有明显升高,1962年达最大值,以后开始下降。但用数理统计方法分析气溶胶的监测数据,没有发现气溶胶的 $\beta$ 放射性浓度有方位间和距离间的显著性差异。因此,我们认为空气中气溶胶长寿命 $\beta$ 放射性浓度的升高是核试验沉降灰造成的全球性污染,我所排放的气溶胶的 $\beta$ 放

表6 气溶胶长寿命 $\alpha$ , $\beta$ 放射性浓度年平均值  
单位:  $\times 10^{-15}$ 居里/升

地点	方位	1960年		1961年		1962年		1963年		1964年		1965年		1967年	
		$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$
水源井	所西 (1.5公里)	0.52	1.3	1.34	10.5	0.16	11.3	0.18	9.4	0.14	4.1	0.06	2.5		
污水厂	所南 (2公里)	0.58	6.4	2.2	7.6	0.22	20.6	0.15	8.8	0.14	3.7	0.1	3.1	0.02	1.0
南区	所东南 (2公里)	0.57	3.7	0.95	5.4	0.38	11.4	0.21	9.5	0.12	2.0	0.08	2.7	0.01	1.9
坨里	所北 (4公里)	0.46	2.7	1.85	6.2	0.19	11.5	0.17	9.4	0.21	3.0	0.05	2.8	0.01	0.8
所内		0.51	3.3	3.85	7.6	0.14	14.0	0.14	7.0	0.04	1.6			0.02	2.4



表 7 1964 年气溶胶监测结果

地 点	所 内		所 内		气 象 站		近点(5个) (5公里以内)			远 点 (5—10公里)			外 围 点 (10—20公里)		
	20* 楼顶	46*	西	南	西	南	西南	东北	东南	西南	东北	东南	西南	东北	东南
种 类	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
年平均浓度, $10^{-15}$ 居里/升	0.02	1.5	0.57	1.5	0.27	2.3	2.8	3.7	3.7	3.0	3.2	3.7	2.2	2.7	2.2
最大浓度*, $10^{-15}$ 居里/升	0.51	13.0	52	19	4.5	82	4.9	21.4	21.4	5.9	7.1	13.3	4.0	5.4	5.6

\*本年10月16日我国进行了一次核试验，由于各监测点取样时间不同，故 $\beta$ 放射性的最大浓度有显著的差别度。

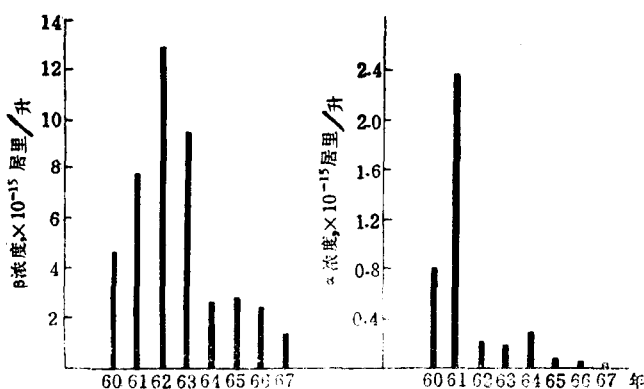


图 3 各点气溶胶长寿 $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性浓度年平均值

射性没有对周围环境造成显著污染。(2) 1961年(主要是后几个月)我所周围气溶胶 $\alpha$ 放射性浓度普遍升高, 年平均比1960年高三倍, 其原因不明。(3) 我所排放的气溶胶的 $\alpha$ 放射性( $^{210}\text{Po}$ ), 对周围环境的某些地点有瞬时性的污染。如1963年3月在所内503工棚周围气溶胶的 $\alpha$ 放射性浓度达 $1.4 \times 10^{-15}$ 居里/升, 1964年在同一地点气溶胶 $\alpha$ 放射性浓度的年平均值为 $5.7 \times 10^{-16}$ 居里/升, 最大值为 $5.2 \times 10^{-14}$ 居里/升。在一次越级操作时, 同一地点的气溶胶 $\alpha$ 放射性浓度最大值达 $2.2 \times 10^{-13}$ 居里/升。1964年气象站气溶胶 $\alpha$ 放射性浓度的年平均值为 $2.7 \times 10^{-16}$ 居里/升, 最大值为 $4.5 \times 10^{-15}$ 居里/升。

## 2. 水

环境水样品分两类: 一类是地下水(上游井水, 下游井水), 取样范围在5公里以内, 1964—1965年把取样范围扩大到15公里以内; 一类是地面水(静水, 流水), 取样范围在10公里以内。取样周期每月一次, 样品量为3升, 蒸发浓缩后测量残渣中的 $\beta$ 放射性。1961年以后是用反符合屏蔽低本底 $\beta$ 测量装置测量。

1959—1965年各监测点地下水和地面水中总 $\beta$ 放射性浓度的平均值列于表8, 表9。

表8 地下水中总 $\beta$ 放射性浓度年平均值  
单位:  $\times 10^{-12}$ 居里/升

地点	时间, 年	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
上游	沙窝		3.8	4.2	5.6	6.6	3.9	2.7
	八十亩地		3.3	4.8	3.6	5.8	4.0	2.0
	所内自来水	3.4	6.1	4.5	4.8	4.3	2.3	2.1
下游	北坊		8.0	4.8	4.9	8.2	4.7	2.7
	焦庄村			3.8	4.1	9.0	4.3	2.8
	大董村			3.5	4.8	10.6	3.1	2.6
	小董村						2.8	2.4
	西肥						2.4	2.3
	南梨园						3.0	2.4
	开各庄						2.7	3.6
	苏各村						3.3	3.7
	七里店						2.7	
	羊头岗						2.0	2.6
	马各庄		4.0	7.9	4.9		2.4	1.5
田各庄						2.1	2.6	
良乡				6.2	6.5	5.8	5.3	

表9 地面水中总 $\beta$ 放射性浓度年平均值  
单位:  $\times 10^{-12}$ 居里/升

地点	时间, 年	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
静水	青龙头水库	2.4	4.9	12.5	49.0	51.2	14.5	10.9
	丁家洼水库	4.5	3.6	8.5	14.9	43.2	14.0	9.1
	南坊水池	3.8	4.1	11.8	17.4	49.4	11.9	5.1
流水	坨里河水		6.3	5.7	7.1	25.4	3.9	1.7
	夏村河水						2.8	2.0

用数理统计方法分析上面几年的监测结果,发现1963年我所下游地下水中总 $\beta$ 放射性浓度显著地(置信水平大于98%)高于上游地下水中总 $\beta$ 放射性的浓度,这可能有我所排出的放射性废水的影响。但是1964—1965年已经看不出上、下游地下水中总 $\beta$ 放射性浓度的显著差异,说明下游地下水中的 $\beta$ 放射性污染迹象已经消失。地面水中总 $\beta$ 放射性浓度从1959年开始普遍增加,1963年达最大值,其后逐渐下降。这与核沉降和空气中总 $\beta$ 放射性浓度的变化规律相符合,说明是核试验造成的污染。

由于下游地下水中 $\beta$ 放射性的污染迹象消失和未发现我所放射性气溶胶对周围环境有显著影响, 1966年改变了水的监测点的布置方案。撤消了地面水各监测点, 在地下水下游5公里内保存3个监测点, 上游保留1个对照监测点, 直到1971年。但从1965年开始增加了专门监测弱放废水排放的监测点(大石河滩1—5号监测井)。这几年各监测点地下水中总 $\beta$ 放射性浓度的年平均值列于表10。

表10 地下水中总 $\beta$ 放射性浓度年平均值  
单位:  $\times 10^{-12}$ 居里/升

时间, 年	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
地点								
沙窝	2.7	3.3	2.4	2.1	2.1	2.8	2.1	
北坊	2.7	3.6	3.3	2.6	2.3	3.8	2.4	
焦庄	2.8	4.4	2.2	2.8	1.9	2.1	2.0	
大董村	2.6	3.0	2.1	2.3	1.8	2.3	2.0	
大石河	4.6	4.1	5.2	2.6	2.6	3.2	2.4	2.3
1*井	3.1	3.8	2.8	2.4	1.6	2.6	2.3	1.9
大石河	2.8	3.7	4.7	2.2	2.8	2.7	2.9	2.0
2*井	3.3	2.6	2.6	2.6	2.9	2.3	2.2	2.6
大石河	3.4	3.9	4.1					
3*井	4.1	3.2	1.8					
大石河	5.6	8.1	4.2					
4*井	2.7	3.5	3.0					
大石河	3.1	5.6	5.2					
5*井	3.1	3.9	3.2					

通过更仔细地调查了解我地区的地质水文情况, 为了更好地发现由于把放射性废水排入小干河对地下水的污染, 1972年撤消了原大董村和焦庄两个监测点, 增设了焦庄林场和解放军农场两个距小干河较近的监测点。由于同年七月在污水厂地下水发现有 $\beta$ 放射性污染, 为了查清污染范围, 程度和原因, 又扩大了监测范围, 增加了监测点数目, 并分析了污染水中的放射性核素 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 等的浓度。

1972年—1973年各监测点地下水中总 $\beta$ 放射性浓度的年平均值列于表11; 1973年地下水中 $^{90}\text{Sr}$ 和 $^{137}\text{Cs}$ 的浓度列于表12。

通过调查, 证明我所下游局部地区的地下水确实有不同程度的 $\beta$ 放射性污染。污染的原因是由于1969年以后发生的几次大的放射性废水误排事故, 特别是1972年194所发生的一根弱放废水管道破裂, 之后又将强放废水误排入该管道内造成的。污染范围

表11 地下水中总β放射性浓度年平均值

单位:  $\times 10^{-12}$ 居里/升

地 点	时 间, 年	1 9 7 2	1 9 7 3
沙窝		2.5	3
301 南墙外		308	239
气象站 东北		15.6	6
北坊村 西北		70.5	18
北坊村		2.3	3
五七农场		4.7	4
污水厂 西南		51.7	21
污水厂 西南		30.2	10
解放军农场		1.8	2
消防器材厂 西南		8.7	4
消防器材厂 南		2.7	2
焦庄 西南		10.2	5
林场 北		6.7	8
林场		6.6	22
马厰		3.5	5
师范学校		1.7	2
大董村 西		2.2	2
大董村 I 号扬水站		2.6	3
大董村 II 号扬水站		5.2	5

表12 1973年度水中锶、铯的最大值和平均值

取 样 地 点	沙 窝	3 * 井	4 * 井	五·七连	7 * 井	12 * 井	2 * 井	
锶	最大值, $\times 10^{-12}$ 居里/升	1.53	3.32	7.05	1.44	2.11	1.06	$2.68 \times 10^2$
	平均值, $\times 10^{-12}$ 居里/升	$6.72 \times 10^{-1}$	1.44	2.22	1.05	$7.10 \times 10^{-1}$	$6.06 \times 10^{-1}$	$1.36 \times 10^2$
铯	最大值, $\times 10^{-13}$ 居里/升	5.28	6.06	3.76	2.02	2.28	4.54	13.6
	平均值, $\times 10^{-13}$ 居里/升	1.81	1.97	1.86	1.25	1.43	1.41	5.72

在1972年12月达最大, 约为0.8平方公里(长约3公里, 宽约200—300公尺), 见图4。地下水中总β放射性浓度最高达 $8.4 \times 10^{-10}$ 居里/升, 高出本地区天然本底( $3 \times 10^{-12}$ 居

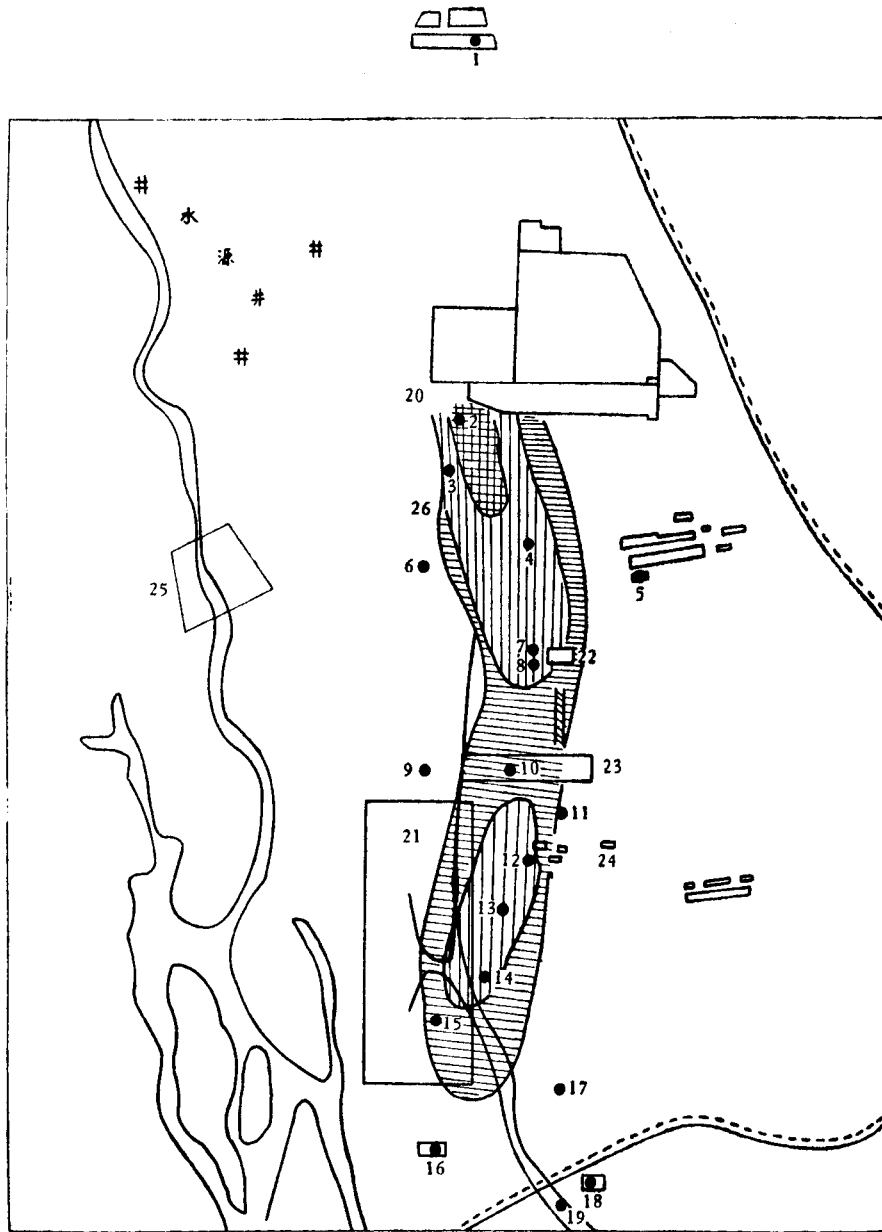


图4 401地区1972年12月份地下水污染平面示意图



1—沙窝；2—301南墙外；3—气象站东北；4—北坊村西；5—北坊村；6—五七农场；7—污水厂西；8—污水厂西南；9—解放军农场；10—消防器材厂西；11—消防器材厂南；12—焦庄西南；13—林场北；14—林场；

里/升) 约270多倍。地下水中 $^{90}\text{Sr}$ 的浓度最大值达 $2.7 \times 10^{-10}$ 居里/升，已超出了国家规定的居民饮用水中 $^{90}\text{Sr}$ 的限制浓度 ( $7 \times 10^{-11}$ 居里/升)。地下水中总β放射性浓度

离污染源越近越大，越远越小。污染范围在逐渐缩小，1973年12月已缩小至0.3平方公里，水中总β放射性浓度也逐渐下降，分别见图5和表11。

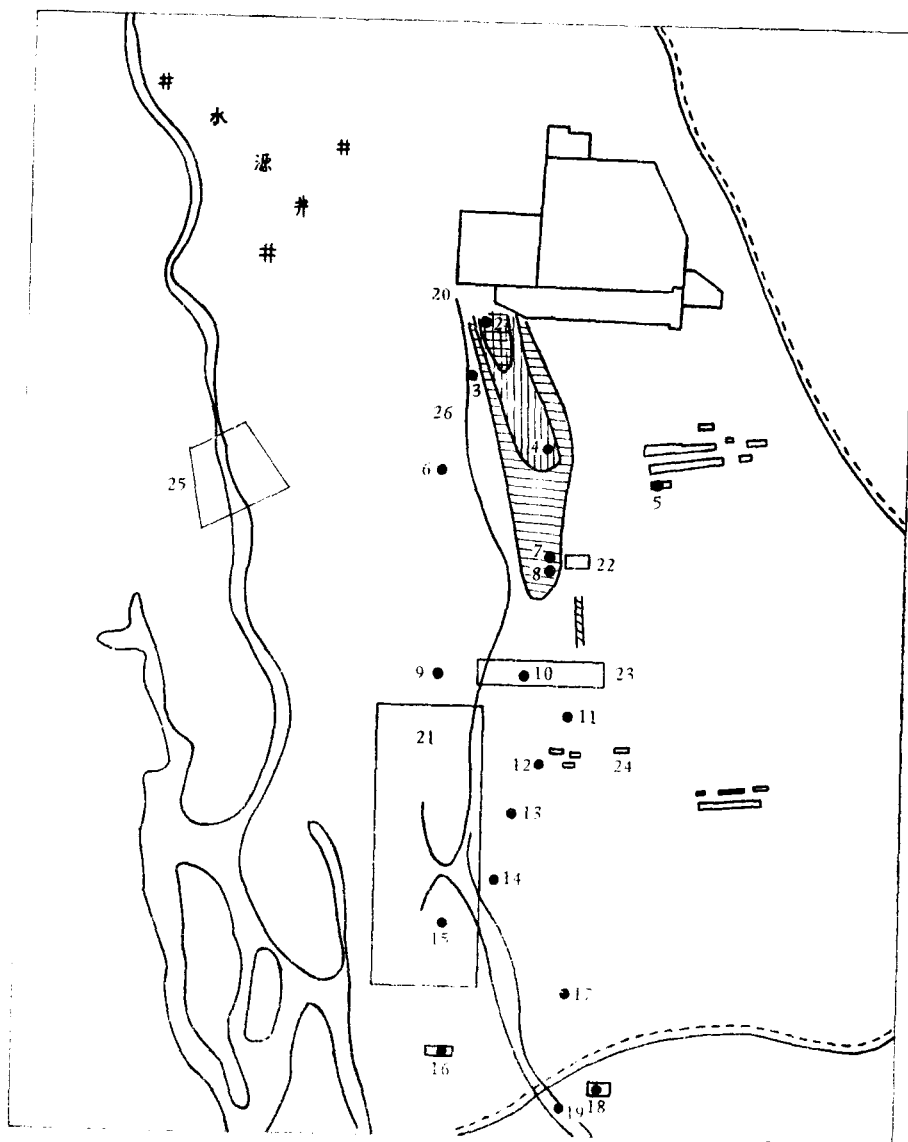
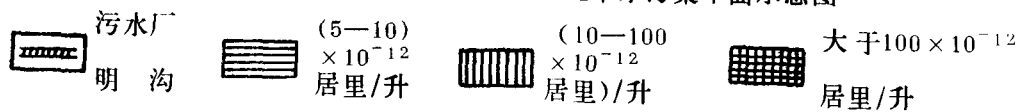


图5 401地区1973年12月份地下水污染平面示意图



15—马厩；16—师范学校；17—大董村西；18—大董村I号扬水站；19—大董村II号扬水站；  
20—工业废水总排放口；21—解放军桥梁厂；22—污水厂；23—消防器材厂；24—焦庄；25—  
大石河排放点；26—气象站。

### 3. 土 壤

土壤监测点分四类：所内荒地，近点（6公里内）耕地和荒地，远点（6—20公里）耕地和荒地，排放工业废水的小干河中的淤泥。取样周期每月一次。土壤取回后，用烘箱在110°C条件下烘干，研磨、过筛后取8克平均样测量总β放射性。1959—1965年所内、外有代表性的各监测点的土壤中总β比放射性年平均值列于表13—16中，各有代表性土壤中总β比放射性的年平均值见图6。

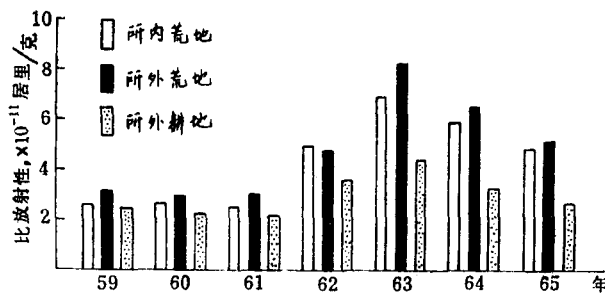


图6 各点土壤中总β比放射性年平均值

表13 所内土壤中总β比放射性年平均值  
单位：×10<sup>-11</sup>居里/克

地点	时间, 年	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
北区大食堂西南		2.2	2.3	2.2	3.7	5.2	3.8	2.9
20* 楼南墙外		2.7	2.4	2.9	5.0			
14* 仓库北		2.1	2.4	2.4	4.7	6.7	5.5	4.1
12* 楼北		2.5	2.9	2.7	4.3	6.8	4.7	2.8
冷却水塔南		3.0	3.5	2.9	5.5			
615西北		1.9	2.6	2.2	7.3	7.1	4.0	2.8
615东南					7.2	9.6	6.1	3.3
615西南					4.5	6.4	4.6	2.8
46* 南		2.4	3.0	2.5	5.0	8.9	5.5	7.4
钴泡房西北			3.3	2.9	5.4	5.2	5.4	4.7
301西南			2.0	2.2	4.3	6.1	5.7	4.1
301西北			2.0	2.1	3.9	7.8	5.9	3.6
所区中央			3.1	2.7	4.7	7.6	4.8	4.3
各点平均值		2.4	2.7	2.5	5.0	7.0	5.9	3.9

表14 远点和近点荒地土壤中总β比放射性年平均值

单位  $\times 10^{-11}$  居里/克

时间、年		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
近点	南区水塔西	3.4	3.3	2.9	5.0	7.3	4.9	4.4
	小董村	1.5	2.0	3.0	5.3			
	庄伙	3.1	3.8	2.8	5.6	8.2	7.7	4.3
	八十亩地	4.4	3.6	3.2	4.9	8.4	7.9	5.1
	羊头岗	3.4	3.6	3.2	3.4	9.5	6.9	4.6
	吴庄	2.2	2.3	2.9	5.3	7.3	6.8	5.6
	坨里	2.8	3.0	2.6	5.2	7.9	6.3	4.2
	各点平均值	3.0	3.1	2.9	5.0	8.1	6.8	4.7
远点	房山	2.9	2.6					
	孟家湾	3.1	2.7				4.5	
	七里店	2.9	2.7				4.5	2.8
	下干河	4.7	3.5	3.0	5.4			
	怪村	3.6	3.3	3.2	4.9	7.5	6.6	5.6
	周口店		3.3	3.1	5.2	9.2	9.0	7.9
	芦沟桥		2.7	2.8	3.6			
	各点平均值	3.4	3.0	3.0	4.8	8.4	6.0	5.1

表15 远点和近点耕地土壤中总β比放射性年平均值

单位:  $\times 10^{-11}$  居里/克

时间、年		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
近点	污水厂	2.2	2.1	2.0	3.2	4.0	3.0	2.7
	庄伙	2.7	2.5	2.5	3.8			
	沙窝	3.6	2.9	2.4	3.8	4.6	3.2	2.3
	羊头岗	2.5	2.3	2.2	3.4	5.0	3.0	2.2
	小董村	2.2	2.2	2.2	3.7			
	各点平均值	2.6	2.4	2.3	3.6	4.5	3.1	2.4
远点	房山	3.0	2.2	2.1	4.5	5.7	4.1	3.0
	孟家湾	1.9	2.5	2.5	4.1			
	七里店	2.4	2.2	2.0	3.2	4.5	2.8	2.5
	夏村	2.4	2.1	2.2	3.3	3.8	3.2	2.6
	各点平均值	2.4	2.3	2.2	3.8	4.7	3.4	2.7



表16 各点土壤中总β比放射性年平均值

单位:  $\times 10^{-11}$ 居里/克

地点		时间, 年						
		1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965
所内	荒地	2.4	2.7	2.5	5.0	7.0	5.9	3.9
	耕地	2.6	2.4	2.3	3.6	4.5	3.1	2.4
所外近点	荒地	3.0	3.1	2.9	5.0	8.1	6.8	4.7
	耕地	2.6	2.4	2.3	3.6	4.5	3.1	2.4
所外远点	荒地	3.4	3.0	3.0	4.8	8.4	6.0	5.1
	耕地	2.4	2.3	2.2	3.8	4.7	3.4	2.7

通过分析上述土壤中总β比放射性的监测结果, 没有发现方位间和距离间有显著的差异。但从表16和图6中可以看出土壤中总β比放射性随时间有很大变化。从1959年开始逐渐增加, 1963年达最大值, 其后又逐渐下降。这也是由于核试验的沉降灰造成的全球性污染。1966年以前我所未对周围土壤造成β放射性污染, 但是1973年10月由于把钴-60和铬-51排入了301地区的生活污水管道, 使离我所南约2公里处的污水厂约1000平方米的土壤受到了钴-60和铬-51不同程度的污染。土壤中钴-60的比放射性最大值为 $8 \times 10^{-9}$ 居里/克, 铬-51的比放射性最大值为 $4 \times 10^{-8}$ 居里/克(现已作了清除处理)。附近生产队约几百平方米的小麦和玉米地也受到轻微的污染。

在所内则有明显的污染带。如46\*南1964年四季度的总β比放射性为 $9.5 \times 10^{-11}$ 居里/克, 比相邻地区约高1倍, 经γ能谱分析, 其中含有铯-137。另外, 由于管理不严和多次误排废水事故, 使所区内有几处土壤的β-γ放射性污染很严重。(1)在138仓库东北约30米处, 污染面积约180平方米, 土壤中总β比放射性最大值约为10微居/克, 总β比放射性在 $10^{-10}$ 居里/克以上的土壤约有100多米<sup>3</sup>。此处向东约80米处, 污染面积约3平方米, 表土中总β比放射性平均值都在 $10^{-6}$ 居里/克以上。土壤中的放射性核素主要是铯-137, 铈-90, 钷-144等(这个污染区194所已做了清除处理)。(2)108工号南, 污染面积约400米<sup>2</sup>, 土壤中总β比放射性最大值为 $2.3 \times 10^{-6}$ 居里/克。总β比放射性在 $10^{-10}$ 居里/克以上的土壤约有50米<sup>3</sup>。土壤中主要放射性核素是铯-137, 铈-90等。(3)101工号西面, 污染面积约200米<sup>2</sup>, 土壤中总β比放射性最大值为 $1.3 \times 10^{-9}$ 居里/克。土壤中主要放射性核素是钴-60、铯-137等, 其中钴-60的最大比放射性为 $1.7 \times 10^{-7}$ 居里/克。(4)301地区工业废水排出口的一段明沟中(约30多米), 土壤中铯-137的比放射性约为 $1 \times 10^{-8}$ 居里/克, 土壤中主要放射性核素是铯-137、铈-90等。

我所排放工业废水的小干河淤泥中总β比放射性的年平均值列于表17。

从表17中可以看出小干河的淤泥在100米内有不同程度的β-γ放射性污染, 出口附近较严重。主要放射性核素是钴-60、铯-137等。从时间上看, 1968年污染较严重, 其后逐渐减弱。