

切尔诺贝利事故在苏联的放射学后果和 为减轻其影响所采取的措施

数据分析证实为限制事故影响而采取的大规模行动是有效的

L. A. Ilyin 和 O. A. Pavlovskij

切尔诺贝利核电厂 4 号机组于 1986 年 4 月 26 日凌晨 1 时 23 分发生的那起事故，造成 4 号反应堆在其运行过程中积累的大量放射性物质逸出该厂。由于当时的主导气象条件有利于气团迁移，因而事故期间形成的放射性烟云在该厂以西和以北地区留下了放射性余迹。在事故发生后的 10 天内，该厂持续不断地释放了大量放射性气体和气溶胶，使不同方向上远离该厂的广大地域受到污染。1986 年 5 月 6 日算出的放射性物质（未计及放射性惰性气体）总释放量约为 1.9 艾贝可（EBq 或 10^{18} 贝可勒尔），或约为事故当时反应堆中积存的放射性核素总量的 3.5 %。生物医学上最重要的三种核素即铯-90、碘-131 和铯-137 的释放量，分别为 8.1、270 和 37 拍贝可（PBq 或 10^{15} 贝可勒尔）。

疏散的决定

在这起事故发生后的最初若干小时内，放射性烟云从普里皮亚季镇旁边飘过。但在后来，当从被毁反应堆释放出的放射性烟云的高度显著降低的时候，

由于近地层风的风向改变，放射性烟缕曾在一段时间内笼罩全镇，使该镇逐渐被污染。在直到 1986 年 4 月 26 日下午 9 时的这段时间里，在该镇几条街道距地面 1 米高处测得的 γ 辐射剂量率为 14—140 毫伦/小时（mR/h）。在 4 月 26 日到 27 日之间的夜里，该镇的 γ 辐射状况开始变得更加严重。到 4 月 27 日上午 7 时，距切尔诺贝利核电厂最近的库尔卡托夫街上的 γ 辐射剂量率已达到 180—600 mR/h；而在另一些大街上，剂量率则为 180—300 mR/h。根据推算，该镇公众在事故后最初几天内受到的外照射，也许会超过苏联用于决定是否采取保护公众的应急措施的那个判别标准，于是决定疏散普里皮亚季镇及其附近几个居民点的全体居民。^{*} 疏散于 4 月 27 日下午 2 时开始，下午 5 时完成。疏散完成之前，该镇的 γ 辐射剂量率已达到 0.36—0.54 伦/小时（R/h），库尔恰托夫街一带已达到 0.72—1.0 R/h。到 5 月 6 日，该镇的辐射水平下降到这些值的大约 1/3。

场外放射性监测数据估计的值和从辐射安全人员

Ilyin 和 Pavlovskij 两位教授在莫斯科苏联卫生部生物物理研究所任职。本文基于向 1987 年 9 月 28 日至 10 月 2 日于维也纳举行的 IAEA 核动力实绩和安全性国际会议提出的论文。这次会议的论文汇编，可向 IAEA 购买。

^{*} 见 “The adoption of urgent measures to protect the population in the event of an accidental release of radioactivity into the environment”, by I. K. Dibobes, L. A. Ilyin, V. M. Kozlov, et al., *Handling of radiation accidents, proceedings of the IAEA's international symposium, Vienna (1969)*, p. 547 (in Russian).



为了封住放射性物质和防止污染环境，被毁的切尔诺贝利核电厂4号反应堆已被封装在称为“封套”（一般称为“石棺”）的构筑物中。

和应急工作人员所用个人剂量计直接读得的数据都表明，该镇居民中关键人群受到的最大 γ 辐射外照射量可能已达0.1戈瑞(Gy)，皮肤受到的最大 β 辐射外照射量可能接近1Gy。

应该强调的是，普里皮亚季镇的绝大多数居民，尤其是儿童所受的剂量比以上的最大估计值要低得多。事故发生后曾立即劝告当地公众减少户外活动，关好门窗。4月26日，该镇各接纳儿童的公共设施中的所有户外活动均被禁止。同时，医疗小组在各接纳儿童的公共设施，分发了预防性碘剂。结果是，在4月26、27日这两天日间大部分时间呆在室内的人，受到的 γ 辐射剂量比户外记录水平低1/2到4/5。根据上述结果，可以认为，普里皮亚季镇绝大多数居民受到的可几 γ 辐射剂量为15—50毫戈瑞(mGy)，其皮肤受到的可几 β 辐射剂量为0.1—0.2Gy。

后来，苏联科学院遗传研究所专家对外周血淋巴细胞染色体的畸变率进行了检查，证实了这些估计值。这些研究工作表明，即使是对该镇最关键的居民群（切尔诺贝利事故发生后呆在户外时间较长的人和到镇中到处奔走的人——医生、军人、市政工作人员等）来说，根据这种生物学方法算出的平均吸

收剂量也仅为 $0.13 \pm 0.03\text{Gy}$ 。同时，人们发现，所用的“生物学”剂量测定法与传统的“物理学”剂量测定法的符合程度很高。对参与消除事故后果工作的93人，用这两种方法测出的辐射剂量值做了成对比较，得到的平均剂量比率为0.98，标准偏差为0.51。

鉴于被毁反应堆在继续释放放射性气体和气溶胶，并根据整个受污染区的已有资料和专门的计算，作出了从事故周围地带疏散居民的进一步决定。^{*}由于采取了这些行动，疏散的居民总数多达11.5万人。为疏散的居民建了50个居民点和13000幢农式房屋，并在基辅和切尔尼戈夫准备了8000套房间。

苏联早已批准的那个标准中的各项判据，在这个

^{*} "Assessment of the radiation consequences of accident situations at nuclear power plants and problems of public safety", by L.A.Ilyin, O.A.Pavlovskij, and I.P.Sayapin, *Nuclear power plant radiation safety and protection*, 8th ed. (Yu.A.Egorov, Ed.), Energoatomizdat, Moscow (1984) 146 (in Russian).

苏联用于发生反应堆事故时决定是否采取各种保护公众措施的判据

照射类型	照射量水平	
	A	B
γ 外照射 (拉德)	25	75
摄入放射性碘引起的甲状腺照射量 (拉德)	25 — 30	250
空气中碘-131 累计浓度 (微居 / 天 · 升)		
儿童	40	400
成人	70	700
通过食物摄入的碘-131 总量 (微居)	1.5	15
鲜奶中碘-131 的最大污染 (微居 / 升) 或口进 食量中碘-131 的最大污染 (微居 / 天)	0.1	1
牧场上的碘-131 沉降物初始密度 (微居 / 米 ²)	0.7	7

如果照射量或污染没超过 A 值, 无须采取包括暂时打乱公众正常生活秩序的应急措施。如果照射量或污染超过 A 值但未达到 B 值, 建议按照实际情况和当地条件作出决定。

如果照射量或污染达到或超过 B 值, 为确保对公众的辐射防护, 建议采取以下紧急措施: 要求公众立即躲在室内; 限制户外活动; 依据实际情况迅速组织疏散; 分发预防性碘剂; 禁止或限制食用受污染的食物; 奶牛改食未受污染的牧草或饲料。

对居民实施保护措施的关键阶段, 起了重要作用。* (见附表。) 当年在制订这些判据时就已认识到, 最急迫的措施是保护公众免遭事故释放出的放射性烟云经过时带来的危险 (吸入和外照射危险) 而必须采取的措施。防止牛奶污染及防止食用污染牛奶的措施, 紧迫性差一些。用来保护公众的各种措施, 其保护价值是不相同的, 它们可能给公众造成的心理影响也不尽相同。从这种观点来看, 居民的疏散便是要采取的行動中最复杂的一种。由此可见, 人们在选定作为采取这种或那种保护措施的依据的危险水平时, 不仅要考虑辐射带来的生物学风险, 而且应顾及以下因素: 所涉及危险的大小; 保护措施相对紧迫性; 辐射状况演变情况评价工作的可靠程

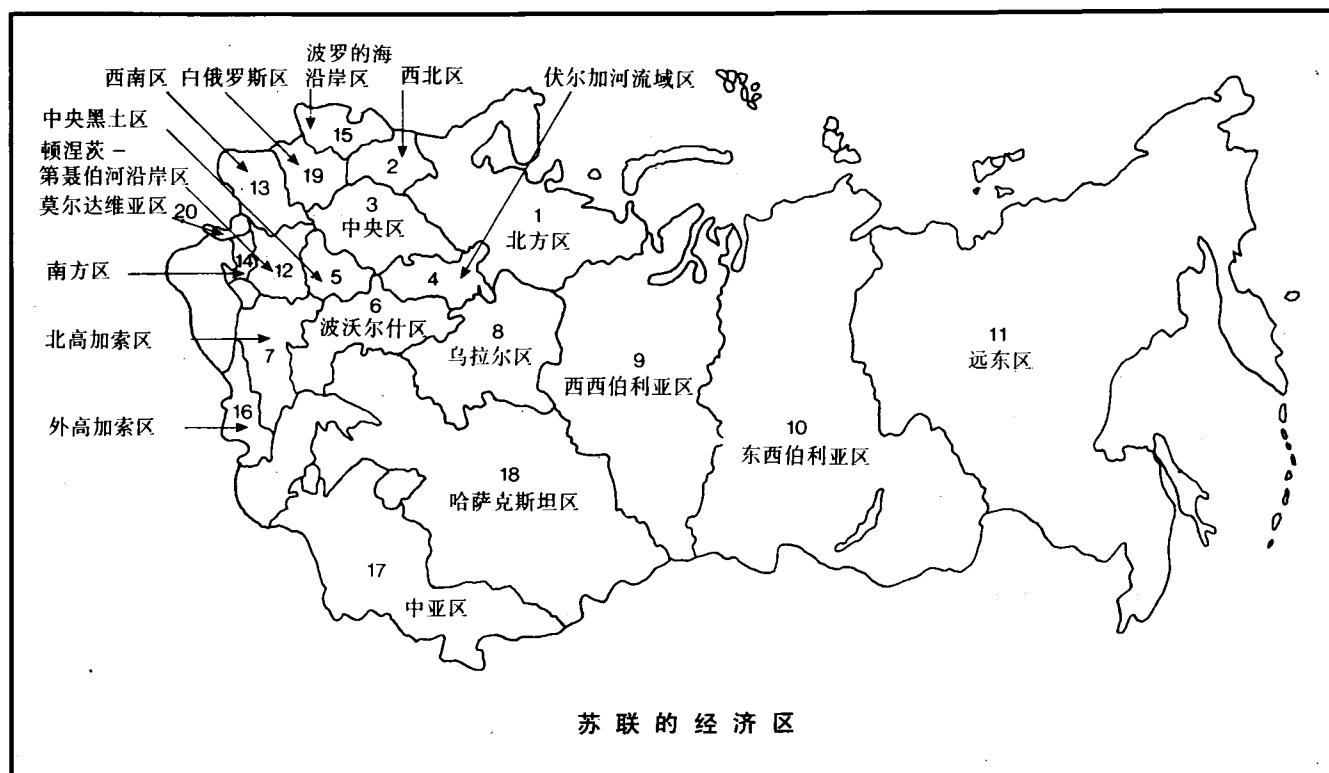
度; 措施是否真的可能被及时实施; 采取特定的具体措施后, 可能引起的不利心理影响和对公众健康的危害。鉴于以上这些因素, 当时认为, 就疏散居民以避免 γ 外照射之类的措施而言, 把剂量水平是否接近剂量阈 (照射可能对人体产生影响的剂量值) 作为主要判据是适宜的。就甲状腺因吸入碘同位素而受到内照射而言, 当时决定将临床和实验数据表明可能对人产生严重不良影响的剂量水平, 作为这种判据的上限。

根据苏联和别国在评价辐射对人体影响方面的经验, 决定将人体外照射量 0.25Gy 和甲状腺内照射量 0.25 — 0.3Gy, 作为下干预水平 (附表 A 值), 此时也许会启用包括暂时打乱居民正常生活秩序的应急措施: 将全身照射量 0.75Gy 和甲状腺照射量 2.5Gy 作为上干预水平 (附表 B 值), 这一水平代表一定要采取此类应急措施的辐射状况。应该指出, 这些剂量水平, 与国际放射防护委员会 (ICRP)、世界卫生组织 (WHO) 和国际原子能机构 (IAEA) 推荐的供事故早期阶段作出疏散居民决定用的干预水平上下限 (全身照射量为 0.05 — 0.5Gy, 甲状腺照射量为 0.5 — 5Gy), 颇为接近。* 不过, 关于疏散普里皮亚季镇居民的决定, 并不是在公众所受照射量已经达到或超过 A 值时作出的, 而是当辐射状况预测表明有可能发生这种情况时作出的。其它受污染区域的居民疏散工作, 也遵循这一原则, 但由于事故周围地带的辐射状况一直在不断变化, 不能确保所有居民都不会受到超过 A 值的剂量。在放射性污染最严重地区 (托尔茨林村和科帕契村等) 的若干居民点, 公众受到的外照射量为 0.3 — 0.4Gy, 但没有一处达到附表中相应的 B 值。不过, 即使人体外照射量达到这些 B 值, 对受到照射的人来说也不存在立即出现急性躯体效应的危险。

对从普里皮亚季镇疏散到邻近的波列斯克地区

* "Criterion for urgent decisions on measures to protect the population in the event of a nuclear power plant accident", by Yu. O. Konstantinov, *Nuclear power plant radiation safety and protection*, 9th ed. (Yu. A. Egorov, Ed.) Energoatomizdat, Moscow (1985) (in Russian).

* 见 *Derived intervention levels for application in controlling radiation doses to the public in the event of a nuclear accident or radiological emergency — principles, procedures and data*, Safety Series No. 181, IAEA (1986), and *Nuclear Power accidental releases — practical guidance for public health action*, WHO Regional Publications, European Series No. 21, Copenhagen, WHO Regional Office for Europe (1987).



苏联的经济区

的人中所做的甲状腺碘同位素负担测定表明，在受检的人群中，97% 的人的甲状腺碘负担造成的剂量不大于 0.3Gy；2% 的人的这种剂量为 0.3—1 Gy；不到 1% 的人的这种剂量为 1.1—1.3Gy。发放预防性碘剂和对食用私人奶牛所产牛奶施加的限制，起到了较好的作用。普里皮亚季镇的一部分居民被疏散到了别拉雅泽尔科夫镇，那里对食用被碘-131 污染的食物制品的可能性做了严格的限制。这一部分居民的甲状腺碘负担测定结果，也证实上述数据是正确的。根据 1986 年 5 月 7 日的测定结果，大多数受检者的甲状腺碘负担为 0.015—0.25Gy；只有少数几名年龄为 3—8 岁的儿童的甲状腺碘-131 负担为 0.17—0.24 兆贝可 (MBq 或 10^6 贝可勒尔)，造成的甲状腺吸收剂量为 1.5—2.2Gy。居民中因吸入而造成的甲状腺照射量的这种分布情况，也大致适用于从事事故周围地带疏散到其他居民点的居民。

作为一种预防措施，所有来自疏散地区的儿童（超过 27 000 人），1986 年夏天都被送往国家医疗保健单位；这一工作是统一组织的。对那些据估计在碘同位素完全排出之前，受到的甲状腺照射量会超过 0.3Gy 的儿童，提供持久的医疗监督

服务。包括 170 万儿童在内，总共有 540 万人收到了预防性碘剂。除这种应急措施外，在邻近出事地点的一些地区，还根据苏联和其他国家关于保护公众的另一些措施的有效性方面的资料，采取了大量的预防和保护措施。这些措施，使当地居民所受到的内照射量和外照射量大为降低。* 下面详细介绍

* *Planning for off-site response to radiation accidents in nuclear facilities — recommendations*, Safety Series No. 55, IAEA (1981); *Radioactive iodine and the problem of radiation protection*, by L.A. Ilyin, G.V. Arkhangel'skaya, Yu. O. Konstantinov, and I. A. Likhtarev (L. A. Ilyin, Ed.) Atomizdat, Moscow (1982) (in Russian); *Bases for the protection of the organism from the effect of radioactive substances*, by L.A. Ilyin, Atomizdat, Moscow (1977) (in Russian); "Agricultural produce as a source of radionuclides and some principles for organizing agriculture in the vicinity of nuclear power facilities", by R.M. Aleksakhin, N.A. Korneev, L. I. Pantelev, and B. I. Shukhovtsev, *Nuclear power plant radiation safety and protection*, 9th Ed. (Yu. A. Egorov, Ed.), Energoatomizdat, Moscow (1985) 70 (in Russian).

绍这些措施,以及它们在消除事故后果方面的有效性。

长期后果的评估

从苏联欧洲部分不同地区收集到的资料表明,切尔诺贝利核电厂的放射性释放,对该厂附近地区和远离该厂的地区的辐射状况都有影响。为了评估这起事故的长期放射性后果,按通常的经济区将苏联全部领土划分为 20 个区。(见地图。)

分析每个经济区的和整个苏联的计算结果,可以得到以下四点结论:

- 放射性烟云引起的外照射量的作用不大——在事故后第一年中,占苏联居民总集体剂量的 2.5%;在人的一生中占 0.8%。在靠近切尔诺贝利核电厂的几个地区,这个因素所起作用比上述数字稍大。这是因为从距该厂 30 公里地区内疏散出来的居民,还另外受到了一些剂量。

- 由吸入放射性物质给人体造成的内照射量,也只占这些居民所受这一类辐射剂量的一小部分(分别是年剂量和终生剂量的 4.5% 和 1.4%)。这种类型的剂量,主要来自碘-131,而受到的照射量最大的关键器官是甲状腺。这里应该指出,这个因素给白俄罗斯居民造成的平均照射量,对 1 岁幼儿为 4.3mGy;对 10 岁左右的儿童为 3.7mGy;对成年人为 5.0 mGy。对于其它地区来说,这部分剂量比上述数值低得多。

- 考虑到从已采取和计划以后实施的所有措施,苏联居民所受剂量的主要部分,来自沉降到地上的放射性落下灰的外照射。它在公众剂量负担中的比例,将从事故发生后第一年的 53% 上升到 60%。应该指出,在事故发生后第一年内,苏联居民所受外照射量在其总的剂量负担中占 26.7%。在这个 26.7% 中,20.2% 是由碘-131 等短寿命同位素造成的,余下的 6.5% 是由铯-134 和铯-137 造成的(铯-134 占 3.5%,铯-137 占 3%)。当然,对终生剂量而言,起主要作用的是铯-137。在这起事故所产生的放射性落下灰沉降到地球表面后,对公众造成的全部外照射量中,铯-137 造成的部分为 70%。在计算铯-137 造成的短期和长期照射量时,考虑了苏联每个地区总人口的变化和城市人口相对比例的变化。应该指出,去污工作在降低居民所受 γ 外照射量方面起到了重要的作用,在靠近切尔诺贝利核电厂的一些地

区尤其是这样。对 600 多个居民点进行了去污,清运并随之掩埋了被污染的土壤,抑制广大地区内的灰尘,用沥青铺盖或用碎石、石屑、砂、新土覆盖污染区段,标示出禁区,以及限制生产活动等措施,使这些地区居民的平均照射剂量下降了二分之一到三分之二。

- 因摄入放射性物质而引起的内照射,是辐射照射中最“可控”的一个因素。在切尔诺贝利事故造成的照射剂量中,起主要作用的核素是碘-131、铯-134 和铯-137。这起事故发生以前在苏联就已实施的那些标准,象其他国家一样,都只考虑了放射性物质的年容许饮食摄入量。对饮用水中核素的容许浓度也规定过一个值。在每种食品的放射性核素容许含量方面,根本没有任何规章。但是,对关键产品(牛奶)和在事故中影响最大的核素即碘-131,有一些发生事故时适用的标准。

食品标准

在切尔诺贝利事故之后,必须有效地解决检查和禁止食用某几种食品的问题。由于事故后早期阶段的主要威胁,来自春夏季主要通过牛奶,其次通过绿叶蔬菜摄入的碘-131,所以在切尔诺贝利事故后立即规定了有关牛奶、奶制品(凝乳、酸奶、奶酪和奶油)和可食用绿叶蔬菜中碘-131 容许含量的标准。这些标准是这样算出的,目标是要使儿童的甲状腺剂量不超过 0.3Gy。牛奶中碘-131 容许浓度定为 3.7 千贝可/升 (kBq/L) 可以满足这个要求。1957 年,英国在温斯克爾事故之后曾规定过类似的标准。对肉类、家禽、蛋、果酱和药用原料中碘-131 的容许水平,也建立了一些标准。在 1986 年 5 月的后半月取得的一些数据表明,随着碘-131 的衰变,铯-137 和铯-134 在肉类等产品的污染中的比重愈来愈大。还发现了食品中存在着某些稀土元素同位素的证据。为了能够在这个时期对食品进行大规模的监测和检查,需要有一些利用最简单的仪器就能进行监测的标准。换句话说,这些标准必须与 β 活性总含量有关。1986 年 5 月 30 日,苏联卫生部批准了这些标准。它们与 1986 年 5 月 8 日和 12 日制订的早期标准保持了一定的连续性,涉及的产品范围较宽,并反映了截至 5 月底所观察到的辐射状况的变化。计算这些标准时依据的全身容许照射量是 0.05 希沃特 (Sv)。

在事故后的最初若干天和若干周内, 食品中的放射性污染主要来自碘-131。事故发生后 2—3 天内, 在牧场放养过的奶牛所产的牛奶中, 有碘-131 存在。在这一段时间内, 在与核事故地区相毗邻的白俄罗斯南部、乌克兰北部和俄罗斯联邦社会主义共和国 (RSFSR) 的一些州, 牛奶中碘-131 的污染水平达到 40—400kBq/L, 这比已确定的标准高出数十甚至数百倍。不过, 栏中奶牛所产牛奶的污染程度很低。在受到放射性污染影响的各个州, 每天要检查数百个牛奶样品。这样, 便能够详细了解每个地区和整个苏联的农产品污染情况的变化。通过对这些数据所作的分析, 证实了牛奶中碘-131 浓度呈对数正态分布, 并且确定了由集中管理系统向公众销售的牛奶中的碘-131 浓度积分值。对于白俄罗斯的戈麦尔州, 求得的积分值为 107 贝可·年/升 ($\text{Bq}\cdot\text{a}\cdot\text{L}^{-1}$); 对于白俄罗斯的莫吉廖夫州为 $230\text{Bq}\cdot\text{a}\cdot\text{L}^{-1}$, 对于其它州和其它共和国, 只有它们的 1/10、1/100 甚至更低。同时应该指出, 例如在 1986 年 5 月 17 日, 白俄罗斯上述各州有 20—30% 的牛奶中的碘-131 含量超过 3.7kBq/L 。

一整套控制牛奶碘-131 污染措施的实施, 能够显著降低这个因素对公众所造成的照射量。一些评估结果表明, 与由于牛奶碘-131 污染绝对水平不高而未采取这些措施的地区相比, 污染最严重地区的公众个人所受剂量只有它们的 1/20—1/5。通过摄食进入人体的碘-131 所造成的剂量, 在苏联居民受到的总剂量中占 2.5% (在白俄罗斯居民中为 1.1%), 而在包括乌克兰的 13 个州 (其中有基辅州、切尔尼戈夫州和日托米尔州——即最邻近事故发生地区的那些州) 在内的西南经济区, 记录到了最大的个人甲状腺照射量。该经济区中居民的平均甲状腺照射量, 对 1 岁幼儿为 26mGy, 对 10 岁儿童为 8.2mGy, 对成年人为 2.6mGy。

在事故发生后的头几个月里, 对住在紧靠 30 公里疏散区的地区的 33 万人 (其中 63% 为儿童) 的甲状腺碘同位素浓度进行的直接测量表明, 这个器官的平均碘-131 活度低于 0.1MBq 。与这个活度值相对应的照射量水平, 约为上述对整个西南经济区给出的平均值的 10 倍。

为了评估通过污染食品摄入人体的铯同位素量, 使用了苏联各个地区的牛奶、肉和蔬菜受污染情况的数据。评估结果表明, 当牛奶中铯-137 浓度 (以 Bq/L 为单位) 与地面污染密度 (以 kBq/m^2 为单

位) 之比的全苏几何平均值为 21 时, 对于由集中管理系统向公众销售的牛奶而言, 污染最严重地区的这个比值约等于 5。评估结果还表明, 向公众销售的牛奶中铯-137 活度的样品分布, 与对数正态律符合得很好; 而铯-137 活度的几何平均值, 对白俄罗斯为 43Bq/L , 对西南经济区为 30Bq/L , 对中央经济区 (包括俄罗斯联邦社会主义共和国的 12 个州) 为 12Bq/L 。这些值比肉中的铯-137 高 1—3 倍。在 1986 年和 1987 年, 曾对人体中铯同位素含量进行过 30 万次以上的测量。所得结果表明, 在几乎 80% 的事例中, 人体的铯-137 活度不超过 1kBq , 而根据标准计算预估的水平为 10—15kBq。对于整个苏联来说, 铯-134 和铯-137 的摄入对事故发生后一年的剂量所起的作用, 分别为 13% 和 20%。

铯的未来剂量的估计

预测铯同位素对人体的近期和长期辐射效应, 是一项比较困难的任务。为了作出这种估计, 曾决定使用 1984—1986 年间确定的铯-137 向几种主要农产品的转移系数。这些系数是在分析核试验落下灰对苏联领土所造成污染的监测数据的基础上导出的。这些分析结果表明, 苏联牛奶中所含铯的半衰期为 8.4 年, 也就是说, 在铯元素作为一个整体的去污模型中, 土壤的“自净”率是 0.06/年。根据上述情况, 将事故后第二年期间的铯-134 和铯-137 的累积摄入量分别取为这些核素总摄入量的 2.5% 和 12%。计算集体剂量时还注意到了苏联各地区的人口增长情况, 但认为食物消费结构与 1986 年相同。后面这条假设可能导致计算结果偏低, 因为苏联近年来的消费趋势一直是肉和奶制品的消费量明显增加, 土豆和面包的年消费量显著减少。

根据上述情况, 苏联居民由于摄入铯同位素而引起集体剂量负担, 估计为 117 000 人·希, 其中只有 27% 是第一年中出现的。由此可见, 这一剂量值的主要部分是在事故后的第二年及其后一些年里出现的; 在这段时间里, 通过对农产品的严格监测和对受污染土地实施农业技术措施 (甚至包括重建农场), 就可以主动控制居民的辐射照射量。

根据苏联国家农用工业委员会颁布的实施细则, 1986 年和 1987 年, 在乌克兰、白俄罗斯和俄罗斯苏

维埃联邦社会主义共和国的受污染地区，实施了一系列旨在使农产品适宜于消费的农业技术措施和农业化学措施。在这些共和国实行了深耕，并在几十万公顷受污染土地上施用了大量无机肥料。改良草原和牧场的工作正在进行中。正在采取往土壤中施加石灰、磷肥和钾肥，以及某些吸附剂（沸石）等措施，以减少放射性物质从土壤向作物的转移。在采取这些措施的第一年中，农产品的放射性污染水平减少了 $1/3 - 2/3$ 。全部实施苏联国家农用工业委员会所规定的一切措施，居民通过食物接受的照射量很可能会大大降低。

人均剂量负担

苏联全体居民的人均剂量负担将达到约 1.2 毫希沃特 (mSv)。已知苏联的年度总本底辐射剂量为 1mSv/a ，则上述剂量负担相当于给年天然本底辐射剂量增加 2% 左右。这个数字大约比受到切尔诺贝利核电厂放射性事故释放影响的匈牙利、意大利、瑞典及西欧其它国家居民接受的剂量高 1—2 倍。

在采取了这一切措施之后，苏联居民剂量负担的主要部分是沉降在地面上的事故落下灰所造成的；外照射（约占 60%），另外大约 38% 来自食用受污染食品引起的内照射。值得注意的是，在那些因辐射和食物污染绝对水平较低而未采取预防措施的居民中心，事故后一年内人体的内外照射量之比接近 10。在农产品污染情况受到监测、不符合既定标准的食品予以丢弃的居民中心（实际上是全部居民中心），内外照射量之比接近 1。

建立健康数据库

为了对公众和工作人员进行长期的生物医学观察，建立了一些专门的科学中心和综合的科学计划。这项工作的最重要内容之一，是为所有受辐射照射的人员建立一个全苏的健康数据库。这个数据库涉及事故发生地区的包括暂住人员在内的所有居民、参与事故及其后果处理工作的外来人员、上述人员的子孙（以后进行），以及从污染区疏散出来的人员。为了帮助建立这个数据库，已精心制作了填写每一位被观察人员情况的记录卡和剂量卡。

记录卡包括如下内容：姓名、出生日期和地点、性别、住址、接受辐照的地点、辐照持续时间、健

康状况既往史、辐照开始时是否有孕（多少周）或是否照射开始以后怀孕、妊娠后果、子女资料、死因（成人、儿童、新生儿）、采取过的措施（住院治疗、服预防性碘剂）。

剂量卡含有该地区的公共卫生特性和个人的辐射照射程度（衣物、鞋和皮肤去污前后的污染情况）方面的细节。这种卡片给出有关碘-131 甲状腺负担（对受检人员进行临床检查用的剂量测量参数）的资料，和有关个人剂量测量（生物酶解物测量、使用全身计数器和其它仪器测量）的资料。

记录卡和剂量卡将由地方卫生部门填写，然后寄往有关共和国的卫生部和苏联卫生部。记录卡上记载的所有资料，也将输入永久保存在负责进行检查工作的机构内的数据库中。将根据首次检查和对受到的剂量的评估结果，确定检查的频度。对已采取的预防措施和保护措施（预防性碘剂、疏散、限制通过吸入和饮食摄入的放射性核素量），要予以考虑。

作为数据库工作的一个部分，曾对近 100 万人进行过各种医学检查，其中 700 000 人（包括 216 000 名儿童）曾接受全面的剂量测量和实验分析检验。有 32 000 人（包括 12 300 名儿童）曾住院检查。

在 1986 年和 1987 年，直接在受污染影响地区工作的一些高级专家组（由血液学家、内分泌学家、儿科医生和放射学家等组成），对居民中的儿童和成年人的健康状况作了分析，证实这些人群组与对照人群组相比，在健康状况分布方面没有什么差别。

受污染地区的发病模式或儿童死亡率，与事故前五六年间的医学记录资料相比，没有观察到任何变化。

一份专家评估报告表明，受检查妇女妊娠、分娩和产褥期的趋向，与对照地区或辐射事件发生前一些年内的趋向相同。受污染区 1986 年出生的婴儿数与平均数相同，死产婴儿的比例没有超过对照区的相应数字。在基辅，妇幼保健中心正在详细核对事故发生时已经有孕的所有妇女的资料。来自这个中心的资料已证实，在新生儿中没有发现任何畸形形成效应（由于胎儿在切尔诺贝利事故期间受到照射而可能引起的各种效应）。

上述期间进行的内分泌研究表明，新生儿及其母亲中没有任何因辐射而发生甲状腺机能减退的事例。在受到照射的居民中，甲状腺疾病发生率也未增加。

在 1986 年和 1987 年，受污染区数万居民的血象

分析表明, 血值偏离平均值的频率与完全健康人的正态分布函数相符。在血液分析中出现特殊变化的频率方面, 所有研究都没有发现受检查的受照射人员与对照人群有什么差异。

1986 年和 1987 年的详细研究表明, 受过辐射照射的儿童总的发病率没有任何增加, 按疾病分类学统计, 肺炎、变应性和自免疫病变、先天性心血管异常等疾病的发病率也都没有任何增加。对居住在受污染区的居民的传染性疾病发生率的分析表明, 在发病率及疾病结构方面, 与被牵涉地区和整个国家相比没有多大的差别。被研究地区的肿瘤发病率与对照区相比没有很大的变化。造血和淋巴组织恶性肿瘤的发病率一点没有增加。在 1986 年和 1987 年受到照射的儿童中, 未发现任何白血病性贫血患者。

对统计资料的分析表明, 在所研究地区的居民中, 精神神经病发病率未增加。然而, 从对部分受检居民的询问中得知, 有些人在事故发生后的早期, 曾有虚弱的症状, 呈现精神和身体的呆滞和营养障碍。在进行这些检查的当时, 在居住在切尔诺贝利核电厂周围 30 公里地带以外的受污染区的成人中, 看到了一些人由于对儿童健康的担心和日常生活秩序被打乱而变得更加忧虑。这种紧张心理和长期的压抑感, 正在部分居民中引起辐射恐怖综合症。在现在的这种辐射情况下, 它们对健康的威胁也许比辐射本身所造成的后果还大。

已采取措施的有效性

根据上述资料, 可以认为, 对居住在污染地带居民点中的居民的健康和辐射情况的系统监测, 已证实这些地区所采取的预防措施和保护措施是有效的。在这些措施中, 应特别提及的是居民点的去污、出于保健考虑在那个夏季让儿童和孕妇离开污染区域、在 1986 年和 1987 年全面定期地监测当地所产食品的污染程度、把奶牛转移到未受污染的牧场或饲料基地, 以及颁布禁止食用污染食品的禁令等。所有这些行动, 大大减轻了公众的辐射照射量, 使戈麦尔、基辅、勃良斯克、莫吉廖夫诸州受污染最严重地区的平均照射量下降到 10—15mSv。这些剂量中的不到 50%, 是由于铯-134 和铯-137 的内照射引起的。内照射量真正超过 50mSv 的, 仅占受检查居民的 0.5—1%。进一步的研究表明, 这部分人群之所以

摄入了大量铯同位素, 是由于他们不顾禁令食用了自产的受污染产品。这批主要由养老金领取者组成的人群中, 有许多是年轻人 (机器操纵工和家畜饲养员)。这些年轻人曾公开漠视地方卫生机构提出的、必须用他处生产的未污染产品代替本地受污染食品的指示。

评估结果表明, 上述预防措施和保护措施的实施, 使个人的外照射量减小到只有预测剂量的 $1/3—1/2$, 并使公众的内辐射剂量下降了 $9/10$ 或更多。上述那些将在今后一些年内采取的农业技术措施和卫生措施, 很可能使各个地区和全苏居民的剂量负担低于这里所述的值。

最后, 强调下述一点是重要的, 即在今后一些年里, 有必要对在消除切尔诺贝利事故后果的工作中所获得的大量经验, 进行透彻而全面的分析。在本文中, 我们所做的只有两点: 一是介绍了辐射防护理论和实践方面的一些新东西; 二是指出了事故前已有而在事故发生以后的时期被证明特别有效的那些科学工作成果。其中最重要的事例如下:

- 在为保护居民所采取的全部措施中, 分发预防性碘剂, 被证明在反应堆长时间释放放射性气体和气溶胶这样一种极其异常的情况下是很有效的。

- 建立具体食物的容许放射性污染标准, 并研制使用很简单的设备就能大规模地监测这些标准被遵守情况的成套方法, 是必不可少的工作。

- 经验表明, 把被毁反应堆周围受污染地区划分成几个地带, 及实施专门剂量控制措施防止人把放射性物质从“污染区”带入“干净区”的做法, 是很有价值的。

- 在广大地区进行大规模去污工作是可能的, 这可使外照射量减小 $1/2—2/3$, 并可大大减小由于形成次级灰尘而使人吸入放射性核素的可能性。

- 通过对食用受污染食品施加限制和采取专门的农业技术措施, 使由摄入放射性核素引起的内照射量减小 $9/10$ 以上, 是实际可行的。