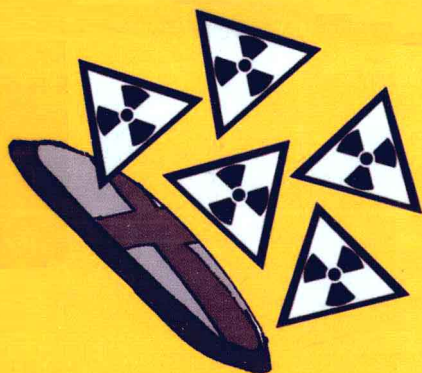


上海大学出版社

王传珊 著

核辐射

← 离我们有多远



图书在版编目(CIP)数据

核辐射,离我们有多远/王传珊著. —上海:上海大学出版社,2011.5

ISBN 978-7-81118-812-7

I. ①核… II. ①王… III. ①辐射防护—普及读物
IV. ①TL7-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 084920 号

策 划 郭纯生 焦贵平
责任编辑 焦贵平
封面设计 张天志
版式设计 施羲雯
技术编辑 金 鑫 章 斐

核辐射 离我们有多远

王传珊 著

孙建华 插图
富 力

上海大学出版社出版发行

(上海市上大路 99 号 邮政编码 200444)

(<http://www.shangdapress.com> 发行热线 66135110)

出版人:郭纯生

*

南京展望文化发展有限公司排版

上海第二教育学院印刷厂印刷 各地新华书店经销

开本 850×1168 1/32 印张 5.25 字数 156 千字

2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

印数:1~3100

ISBN 978-7-81118-812-7/TL·001 定价:21.00 元



核辐射危害到底有多大

(代序)

自从我们的邻国日本的福岛核电站发生核事故以来,这个问题就一直被关注。

此次福岛事故对公众和环境的主要影响来源于放射性物质的泄露,放射性物质在衰变过程中会放出各种射线,这就是我们常说的核辐射。至于核辐射对我们的影响,要从科学和社会心理两个方面来探讨。

核辐射,真是那么可怕?

虽然核辐射听起来可怕,但是它却有规律可循。

放射性元素被发现一个多世纪以来,人们已经逐步掌握了这些规律:例如核辐射按照一定的规律产生、扩散、衰减;核辐射对人体的危害取决于辐射的强度,取决于受照时间的长短,也取决于射线的品质。控制的界限是一个人在一年的时间内所能承受辐射的最大累计量,称为年限量。核辐射对人体有影响,人体在一定程度上也有修复核辐射造成的影响的能力:在一定剂量的照射下,会导致癌症发病率增加;若照射剂量更大,就可能在几小时或几天内引起急性放射病,甚至导致死亡。

核辐射并不神秘,人类利用核辐射为自身服务已经有很长时间。例如,在医疗方面:X光检验、癌症的放射治疗(目的是



杀死癌细胞而非正常细胞)，在工程领域：核能发电、辐射改性、无损探伤、活化分析等。如今可以毫不夸张地讲，核科学已经成为我们人类社会生活中的一部分。特别是随着核电站的增加和某些事故的发生，核技术的安全性和可靠性也被提到前所未有的高度，最显著的标志是个人接受辐射的年安全限量变得越来越低。在福岛事故之前，还发生过两次严重的核电站事故，即 1979 年美国三里岛核电站泄漏事故和 1986 年苏联切尔诺贝利核电站泄漏事故。人们从这些事故中汲取经验和教训，使核电站的安全性和可靠性日益增强。

另一方面，核突发事件给社会公众带来的心理影响或许会造成比核突发事件的直接损失更严重的后果。由于核污染水平和污染边界在短期内不易确定，一般公众的核知识又相对匮乏，容易听信不负责任的传媒报道和流言，导致了某些人产生严重的心理问题，包括紧张、压抑、焦虑、恐慌，并会在公众中蔓延。这使根本未受照射或者受照射量不大的人，也会出现头疼、眩晕、失眠、精神难于集中、记忆力减退等症状，再加上心理暗示的作用，结果引发疾病。

核事故社会心理不仅对人们身体健康造成伤害，还会对社会秩序造成严重冲击。2009 年，河南杞县就曾发生过这样的典型事件。2009 年 7 月传媒报道：因网上盛传开封杞县一辐照厂“钴 60 放射源泄漏”，引发了全县群众的大逃亡。由于一些人奔向周边县市“避难”，致使道路堵塞，宾馆爆满。后经核实，并没有发生“钴 60 放射源”泄漏，而仅是发生“卡源”故障。后来当地警方拘留了在网上不负责任转帖的网民，但对于政府在及时公开信息方面所存在的不足之处却没有明确说法。今天，我们要总结教训，吃一堑长一智。从政府层面来说，除了要加强核技术安全方面的教育和制度建设外，还应该一旦发生



核事故情况,第一时间保证信息的及时公开,防止公众因专业知识的匮乏和缺乏安全感引起的恐慌,引导公众保持健康的心理。

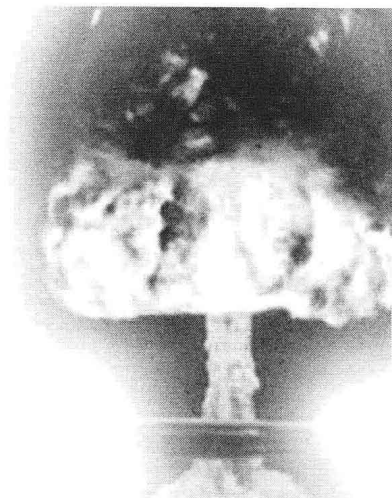
为了普及核辐射的基本知识,我们编写了这本小书。

现在,让我们一起来揭开核辐射神秘的面纱吧。

王传珊

2011年4月25日

前言



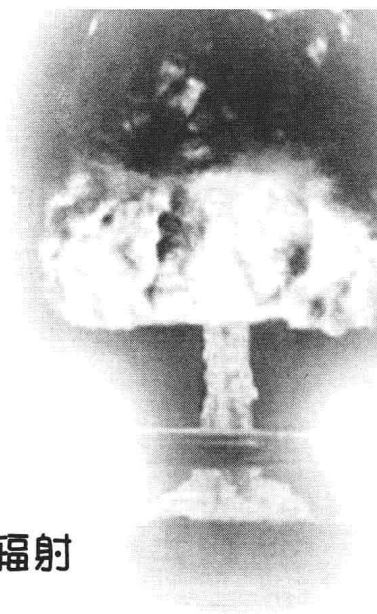
人们通常被告知：核电站是最洁净的能源。

果真如此吗？核电站安全吗？25年前的切尔诺贝利核电站事故记忆犹新，今天日本福岛第一核电站又重燃危机。在突发的核安全事故面前，我们该怎么办？

我们生活在原子能的时代，核辐射无处不在，核辐射在给予人类利益的同时，又有损于人体健康，这是一把双刃剑。我们只有认识它，才能趋其利而避其害；只有全民都普及核知识，才能在灾害到来时，不惊慌失措，不轻信谣言，把损失降到最小。

本书以不具备专业知识的读者作为对象，介绍一些核辐射的基本知识，并针对公众关心的问题，尽可能地作详尽解答。

目录



1 第一章 什么是核辐射

1 一、漫话辐射

5 二、进入“小宇宙”

10 三、辐射有多少种

13 四、辐射来源于何处

17 五、辐射剂量与监测

20 六、电离辐射被物质吸收

α 射线被吸收

β 射线被吸收

γ 射线被吸收

24 七、天然辐射的年有效剂量

高本底地区

本底的涨落

26 八、没有辐射就没有生命

29 第二章 人类文明与核辐射的共荣

29 一、古代炼金术的联想

29 二、发现放射性



- 31 三、卢瑟福的发现
- 32 四、裂变反应
- 34 五、两颗原子弹
- 36 六、中国能制造原子弹、氢弹
- 38 七、和平利用核能

39 第三章 核能如何释放

- 39 一、质量消失了
- 40 二、质量变成了能量
- 41 三、铀的自发裂变
- 42 四、结合能曲线
- 43 五、一个公式和一条曲线引发的能源史
的革命
辐射能从哪里来
- 46 六、释放精灵的魔法——核能技术

52 第四章 核能发电

- 52 一、战争，聚焦核能利用
- 53 二、核电站——核能的和平利用
核电站使用的核燃料——裂变材料铀
反应堆
核电站
我国的第一座核电站——秦山核电站
- 60 三、高效、洁净的能源



63 四、核电站的安全设计

65 五、核燃料循环中的核污染

铀矿石开采过程中的污染

反应堆里的核裂变

高浓度的放射性废物

报废

69 第五章 辐射对人体的危害及防护
方法

69 一、人类生活在辐射中

71 二、对人体有害的放射性核素有哪些

72 三、辐射防护三原则

正当性原则

尽可能少的原则

个人限量原则

78 四、辐射对人体有哪些伤害

等效剂量

辐射对人体细胞的作用

84 五、核辐射对人体的危害有多大

急性放射病

低水平辐射

88 六、因核电而增加的辐照剂量

正常运行的核电站安全性大

核电站事故情况的安全性问题

福岛核电站事故最恶劣的后果分析



关于发展核电的一点思考

98 七、注意居室中的放射性污染

居室中放射性污染的元凶——氡
室内氡的来源

101 八、饮食中的放射性物质

103 九、饮用水的核污染

103 十、煤的放射性污染

煤对环境水源的放射性污染
煤对大气的放射性污染
煤灰渣对环境的放射性污染

107 第六章 辐射突发事件

107 一、核突发事件的分期

109 二、外照射与内照射的防护

外照射防护
内照射防护

113 三、公众如何获得正确的信息

114 四、在不同的时期应该怎么做

117 五、公众如何应对核突发事件

核突发事件中公众的心态该如何调整
核突发事件中应重点保护的對象

120 六、主动防护核辐射

防患于未然
公众参与
妇女的辐射防护



儿童如何防止辐射损伤

男性的辐射防护

日常生活的电磁辐射预防

127 七、碘片能不能抗辐射

128 八、“抢盐”风潮

130 九、抗辐射食品

135 第七章 三个核电站事故分析

135 一、三个核电站事故

三里岛

切尔诺贝利

福岛

138 二、三个核电站事故的分析

为什么核电站事故比其他核设备事故严重

为什么压水堆比沸水堆安全

安全壳的完整性是重中之重

福岛是另一个切尔诺贝利吗

福岛核事故对我国会产生什么影响

143 三、一些比较严重的核事故

145 四、其他核事故

把镅棒含在嘴里

当宝贝拿回家

安全门不安全

旅馆人满为患

149 写在最后

第一章

什么是核辐射

一、漫话辐射

人类生存在一个繁花似锦的世界里,山川田野、江河湖海里有数不清的动物、植物,天空中有无数的星辰。世界万物无论大小都有共同的特点,它们都在不断地运动着,呈现在我们面前的是一个生机勃勃的世界。从更微观的角度看来,万物都是由原子组成的。而原子也是由电子围绕着原子核不断地运动着。万物都在运动,概莫能外。所以我们认识到这个世界是物质的,而物质是运动的。没有运动就没有世界。

运动离不开能量。我们每天要吃饭来补充能量,以维持我们的机体的运动消耗。同时我们也在不停地向我们周围的环境放出能量;在寒冷的冬季,人类、野兽都会“抱团取暖”,就是相互给对方能量。与此相似,大到太阳和星辰,小到蝼蚁,也都在向外界散发着能量。我们发现这些物体散发能量的一种主要方式是以射线的形式向周围放出。我们可以形象地把这些射线看作从圆心(放出能量的物体)向四周延伸的“辐条”(就像自行车轮圈上的钢丝),这样



我们就有了“辐射”这个名词。那些发出能量的物体就叫作“辐射源”。

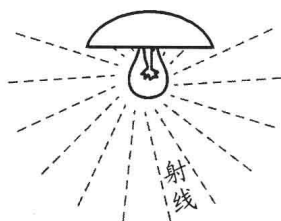


图 1-1

现代社会中许多科技产品也会辐射能量，因此也是辐射源。例如雷达站、电视台、手机、灯泡等，它们需要消耗电能，而消耗的电能的主要价值就是用来转换

为各种辐射。

何为核辐射？

在本书中，我们关注的是一种特殊的辐射，这种辐射是组成物质的原子的原子核在特定情况下发出来的，我们称它为核辐射。对于大多数的普通人来说，核辐射是一个比较生疏、神秘和恐怖的名字。其实核辐射是我们这个世界上最为重要和普遍的一种辐射方式，与我们每个人有极其密切的关系。例如，人们一致歌颂“万物生长靠太阳”，供给我们这个星球光和热的太阳本身就是一个巨大的辐射源，它对于我们这个星球上所已经发生和即将发生的一切事物都有着决定性的作用。除了太阳，我们地球上的空气，江河湖海，岩石土壤，各种生物中也或多或少的会发出核辐射，因此可以这样说：核辐射无所不在，我们人类总是处于无数个大大小小的核辐射包围中的！

核辐射不但无法完全避免，而且它还进一步的被开发和利用。今天我们在科技如此发达的 21 世



纪,地球村的村民们,为了避害趋利,就很有必要以这次轰动全球的福岛核危机事件为契机,增强我们对于有关核辐射知识的了解。

我们安全吗?

目前,我们每天都在关心有关福岛核危机事件的报导,我国的权威部门每天都发布信息。总的说,我国还是安全的。这种安全感的科学依据又是什么呢?我们就借此来了解一下核辐射的距离效应。

在前面我们已经知道,核辐射和其他辐射一样,在不加控制的情况下,其能量是向四面八方均匀地发射的。如果我们把辐射源作为圆心,以任意距离(半径)在空间画一个圆球,那么在球面上的每一点(一个很小的面积),吸收核辐射能量是相同的。在忽略空气吸收的情况下,这个圆球球面总吸收的辐射能量就是这个辐射源所辐射的能量。

因为这个圆球是随意画的,也就是说它的半径可大可小,圆球的表面面积也可大可小。由于辐射源在某一时刻所发出的总的辐射能是不变的,于是我们可以得知在半径较大的圆球表面上的一个点(即一个很小的面积)所接受到的辐射能量也就较小。确切地说,由于圆球表面的面积是与球的半径平方成正比,因此某

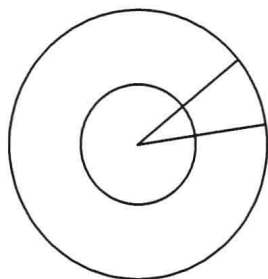


图 1-2 两个同心圆,表示辐射与距离的关系



一点接受到的核辐射能量是与距离的平方成反比的。

我们可以把辐射的距离效应的原理，具体应用到这次的福岛核危机事件。目前日本政府已经把福岛第一核电站周围 20 公里定为高度危险区。因为在这个范围内核辐射的强度对于人们是有害的，而日本的首都东京离开核泄漏地有 220 公里，所以，东京的核辐射强度仅为福岛危险区边缘的 $20 \times 20 / 220 \times 220 = 1/100$ ，而我国距离福岛约 1 500 公里，因此福岛的泄漏对于我国的影响仅为当地的 $20 \times 20 / 1500 \times 1500 = 1/6\,000$ 。

不言而喻，福岛作为核辐射的泄漏源，对于我国的直接影响是很小的。是不是就没有威胁呢？答案是否定的。此次核事故对于我国人民较大的潜在威胁在于它所产生的放射性尘埃可能产生的“内辐射”（或称内照射）。为什么细小的放射性尘埃可能造成较大的危害呢？我们可以从核辐射的距离效应来理解。在核事故中会产生大量的具有放射性的颗粒，其中不乏细小的尘粒。这些细小颗粒就有可能悬浮在大气中，或者被海水所携带四处飘流，或粘附在动植物以及各种物体的表面。这些放射性颗粒将会由大气流、洋流和各种交通工具扩散开来造成大面积的污染。其最严重的结果是这种放射性颗粒有可能通过呼吸、饮水和食物进入人体内部，上演的是一出不折不扣的“孙悟空钻进了铁扇公主肚子里”的闹



剧。由于放射性颗粒和人体组织直接接触其距离很小,就会造成很大的损伤。

在此次福岛核事故中,由于日本东北部海域的洋流流向并不会经过我国海域,而在这冬春之交,我国上空的风向主要是西北风,所以无论是水体还是大气都不会把放射性物质直接带到我国。不过我们不要忘记地球是圆的,这些含有放射性颗粒的大气和海水在环绕地球一周后还会再路过我国,不过经过一段较长的上空旅程后,它们将会被极大程度地稀释,其危害程度亦将大幅度降低。

二、进入“小宇宙”

随着科技进步,我们对于大自然的认知也不断拓宽深化。当我们仰望苍穹时,我们已经扬弃老祖宗的“天圆地方”的概念。我们知道所处的这个星球属于太阳系。共有十个类似于地球的行星围绕着太阳运转。我们的地球离开太阳的距离大约为149 597 870公里,这是一个很大的数字。但是整个太阳系却仅仅是浩瀚无际的宇宙中沧海一粟。由此可见宇宙之大!

另一方面,我们对于身边的“小宇宙”也加深了认识。我们得知世界上,宇宙中的一切物体都是由一百多种微小物质的颗粒——原子所组成。不同的



原子结合在一起就形成了千百种物质。例如被称为生命之源的水(H_2O)就是由氢原子和氧原子结合而成。原子虽小，但是它远非微观世界的终点。因为我们已经确认原子也还是可继续被穷尽，它是由更微小的原子核与电子所组成，而原子核还可以被继续剖析，它又是由中子与质子所组成。在每一个原子中电子也是围绕着原子核运动。就像在太阳系中我们的地球围绕着太阳运动一样。你看这“小宇宙”和“大宇宙”有多么惊人的相似之处！

原子与原子核以及构成原子核的中子和质子，这些微观质点如此微小，我们仅凭肉眼是无法直接观察的。但是先进的现代科技可以帮助我们仔细观察研究微观世界。

首先我们要给出这些微观质点的尺度，使大家对这个“小宇宙”具备一些概念。

一个原子如同太阳系那样，在其中心有一个原子核，而数个电子就像太阳系中的行星那样围绕原子核不停地运动。为了便于理解原子及其中的微观粒子的相对尺度，我们可以把它放大。如果把原子想象为一个长半径约为 60 米的标准 400 米跑道（当然原子是立体的），那么原子核就是在跑道中心的、直径为 1 毫米的小球，而电子则是在跑道上奔驰的一粒花粉。这样就能够形象地帮助我们理解原子、原子核和电子的尺度相差是如何悬殊。更具体地说，原子的尺度约为百亿分之一米（ 10^{-10} 米），而原