



核试验 环境辐射 与人类健康

Environmental Radiation of Nuclear Tests and Human Health

叶常青 任天山 喻名德 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

核试验环境辐射 与人类健康

**Environmental Radiation of Nuclear
Tests and Human Health**

叶常青 任天山 喻名德 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

核试验环境辐射与人类健康 / 叶常青,任天山,喻
名德主编. —北京:国防工业出版社,2009.5

ISBN 978-7-118-06262-5

I. 核... II. ①叶...②任...③喻... III. ①核试验—
辐射—研究②核试验—辐射—影响—健康—研究 IV. TL76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 038990 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850 × 1168 1/32 印张 17⁵/₈ 字数 350 千字

2009 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 58.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;紧密结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,紧密结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革

开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

**国防科技图书出版基金
评审委员会**

国防科技图书出版基金

第六届评审委员会组成人员

主任委员	刘成海			
副主任委员	宋家树	蔡 镛	程洪彬	
秘书长	程洪彬			
副秘书长	彭华良	贺 明		
委 员	于景元	才鸿年	马伟明	王小谟
(按姓氏笔画排序)	甘茂治	甘晓华	卢秉恒	邬江兴
	刘世参	芮筱亭	李言荣	李德仁
	李德毅	杨 伟	吴有生	吴宏鑫
	何新贵	张信威	陈良惠	陈冀胜
	周一宇	赵万生	赵凤起	崔尔杰
	韩祖南	傅惠民	魏炳波	
本书主审委员	宋家树			

《核试验环境辐射与人类健康》

编审委员会

- 程天民 中国工程院院士,第三军医大学 教授
吴德昌 中国工程院院士,军事医学科学院 研究员
毛用泽 中国工程院院士,防化研究院 研究员
钱绍钧 中国工程院院士,总装备部科技委 委员
王相文 总后勤部司令部科装局局长 大校
唐应恒 国防工业出版社国防图书办公室主任 编审
叶常青 军事医学科学院放射与辐射医学研究所 研究员
任天山 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所 研究员
喻名德 总装备部核试验基地技术部 研究员
卜寒奇 总后勤部司令部科装局副局长 大校
胡向军 军事医学科学院放射与辐射医学研究所副所长 研究员
岳保荣 中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所副所长 研究员

主 编 叶常青 任天山 喻名德

主编助理 鲁华玉

编写人员 (按姓氏笔画排序)

叶常青 任天山 张守志 赵 力
徐翠华 龚诒芬 喻名德 鲁华玉

序

核试验是大规模综合性的科学试验,是重大的军事科技活动。核试验是为了研制和改进核武器,而同时产生的核武器效应,其真实地揭示了核爆炸对生物体(进而研究推导及人)和物资装备的杀伤破坏规律,从而为研究防护(包括医学防护)、防制破坏效应和防治伤害效应,提供重要基础。核武器试验会产生重大的影响,除政治、军事方面的影响外,人们最为关注的是环境辐射和人类健康。

1996年联合国大会通过了《全面禁止核试验条约》,但实际禁而不止。1945年—1980年间所进行的500多次大气层核试验对环境辐射和人类健康有多大的影响的研究,不仅属于重大的科技与医学领域需关注的事件,而且也是严肃的社会敏感性问题。中国作为有核国家之一,政府和公众当然也会给予充分重视。

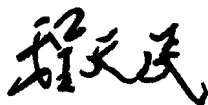
军事医学科学院放射与辐射医学研究所叶常青研究员是我多年在西北戈壁滩上的老战友,他一直从事与核辐射卫生防护有关的试验研究和现场调查工作。经过长期的酝酿,自去年开始,他与中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所和总装备部马兰基地技术部的另两位资深专家一起,经过近一年的努力,主编了这部题为《核试验环境辐射与人类健康》的专著。

叶常青等三位主编组织了国内多位专家,充分利用已公开

发表的资料,就核试验的历史、在不同地域对环境污染的程度和对不同人群健康的可能影响,以及核试验场环境整治的经验和土地再利用的方针,进行了全面和客观的阐述。

这部专著为从事有关工作的科技、教学、职业病防治的专业人员提供了翔实的科学资料,对管理与科技人员如何应对突发核事件和处理这类社会问题也有所参考和依据。关心核试验后果的广大公众也可从中对核试验这件大事有全面的、科学的了解。我对这部专著的出版致以诚挚的祝贺,并祝愿它发挥重要的社会效益。

中国工程院院士
第三军医大学原校长
军事预防医学教授



二〇〇八年八月一日

前 言

为了军事需要和科学研究目的,在预定条件下进行核试验是研制和发展核武器必不可少的手段。1945 年—1998 年间,在全世界范围有 8 个国家进行了不同目的、多种爆炸方式和各种爆炸威力的核试验,其总数达 2057 次;其中,在 1945 年—1980 年间实施的 528 次大气层核试验,总当量为 428Mt,约占爆炸总当量的 84%。

1980 年全世界范围大气层核试验停止后,国际社会对大气层核试验所致环境放射性污染和对人类健康的影响很关切,我国也不例外。联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)一直注意收集和分析这方面资料,在 1962 年—2000 年间有 7 份报告中设专题讨论了核试验爆炸的后果问题。20 世纪末,国际科联(ICSU)下设的环境问题委员会(SCOPE)安排了专题国际合作项目“来自核试验的放射性”(RADTEST),并于 1999 年出版了反映此项目成果的专集“核试验爆炸—环境和人类的影响”(SCOPE 59)。

本书系统地阐述了大气层核试验对环境放射性和人类健康影响的问题,总结了国内外在此领域取得的进展,也考虑到国内面临的实际需求。全书共有 8 章和 2 个附录。旨在为涉及此领域的有关部门管理人员和辐射防护专业人员,高等院校该领域的研究生、本科生提供一本有价值的参考书。

本书第 1 章介绍了核武器试验的目的和意义、核试验场址选址条件(包括对自然环境条件的要求和对当地的影响程度),介绍了美国、苏联、英国、法国、中国、印度、巴基斯坦和南非等国家核试验场的主要特点和 1945 年—1998 年间核试验次数和当量,以求读者对此问题的背景有个全面地了解。在本章中还介绍了 UN-

SCEAR 组织的概况及其多次报告中对该问题的主要观点,介绍了 RADTEST/SCOPE 项目的活动情况及其 SCOPE 59 报告的要点。

第 2 章大气层核试验所致的放射性污染讨论了落下灰在大气层中的输运过程和地表沉降,介绍了美国、苏联、英国、法国等核试验场场区的污染水平,在全球范围的逐年沉降量、地面累积沉积密度和人口加权累积沉积密度,重点介绍了全球性沉降在我国的累积沉积密度(包括 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 和其它核素),这些资料是分析核爆炸对环境和人类健康影响的基础数据。

第 3 章大气层核试验放射性污染对人员的辐射剂量,是分析健康影响的重要依据,本章给出了全球性沉降对不同地区居民的辐射剂量以及剂量计算模式和参数;以美国内华达核试验场下风向地区、我国酒泉地区 and 新疆地区为例,介绍了正常作业时核试验场周围地区居民的辐射剂量和意外情况下风向地区居民事故照射的剂量,讨论了居民剂量重建的方法。介绍了核试验参试人员在正常作业和异常工况时受照的剂量水平及其估算方法。

第 4 章辐射对人类健康的影响向读者提供电离辐射(简称辐射)对人体健康影响的基础知识,这种影响分五类:①组织或器官(如造血组织、胃肠道、免疫系统、性器官、胚胎和胎儿等)的损害;②非癌效应或疾病,如皮肤损伤、放射性白内障、生殖功能障碍、免疫功能失调、生长发育障碍等;③致癌危险,涉及血液系统、乳腺、甲状腺、消化系统、呼吸系统、泌尿系统和神经系统等;④致遗传疾病的危险,引用了动物、人类和细胞遗传学的材料;⑤心理社会效应,介绍了心理障碍与心身疾病、灾难对心理健康影响方面的资料和心理影响的测验方法。所有这些资料旨在说明辐射是一种有害健康的因素,但只有达到一定的剂量水平,才可能觉察出某种损伤的表现,这对于消除辐射的负面心理社会效应是特别重要的。

第 5 章是“大气层核试验核辐射对人群的健康效应”,由张守志和鲁华玉执笔。本章的重点是实例性介绍,使读者在阅读第 4 章基础知识后,对国内外大量实例的后果及其前提条件有进一步的了解。本章的内容包括参试人员(一般参试人员、超剂量照射

人员和意外照射人员)的健康调查、局部地区及下风向地区人群(包括意外照射受照人群)的流行病学调查,评估了大气层核试验释放的关键核素的辐射危险。

第6章核辐射损伤的诊断及其人身伤害的赔偿。无论是有剂量阈值的组织或器官损伤和非癌效应或疾病,还是无剂量阈值的致癌危险,目前的科学水平,可以从因果关系方面做出诊断或判断。本章详细介绍了用于诊断职业性放射性疾病和判断放射性肿瘤的国家职业卫生标准系列,介绍了我国职业性辐射损伤的赔偿体系,包括劳动能力鉴定、工伤认定和工伤保险的流程,从而便于当事人以法定的程序维护其应有的利益,也便于管理者以完整的内容做好与损伤赔偿有关的公务工作。本章还介绍了与核损害民事赔偿有关的国际法及国内法的一些现状和实例,从法律层面进行初步讨论,扩大视野,加深认识。

第7章核试验场区的环境整治与土地再利用从辐射防护及核试验场管理的角度,对核试验场区的环境治理就4个方面进行了讨论,包括:①环境整治,强调应依法分类别、分阶段实施整治,考虑土地再利用前景,因地制宜地采用整治措施;②放射性废物管理,介绍了其它国家采用的场区内处置、分类/分级处置和核爆炸弹坑利用等方面的经验;③核试验场区的管理,在别国领土上设置核试验场的国家首先要将领土移交主权国,其次要做好各类资源的管理;④土地再利用,它包括军事用途、旅游、科学研究、矿产开发、土著居民返回和人类长期居住;其中有的也是我国核试验场当前面临的社会问题。为了对核试验场土地再利用的前提有个共识,本章还重点介绍了核试验场土地清污标准,从此项标准制定依据及其优化分析、土壤活度水平筛查限值的使用和公众成员受照剂量的估算等方面讨论了标准制定的背景,也讨论了确定场址非开放的原则。

第8章禁试条约后存在的问题。从禁而不断的现实、健康影响的阴影和土地使用的需求三个方面,结合国内的现状进行讨论,旨在强调本书的出版对处理我国当前面临的社会问题具有现实意义。

编写这本书是我长期从事此领域的研究和实践过程中形成的宿愿。现在这个愿望将要实现,这首先要感谢我的另两位合作者——中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所任天山研究员和总装备部马兰基地技术部喻名德研究员。我们的紧密合作和专业互补,使得此书从结构设计和撰写分工开始,到组内互审和通稿审定为止,始终沿着合适的途径高效地运行。我还要感谢所有参加撰写的几位专家,由于他们的共同努力,在消化大量文献资料核心内容的基础上,针对预计的读者群体和社会的实际需求,分工撰写了各章内容,从而使全书成为一个完整的整体。我代表编写组全体同志感谢中国工程院院士、第三军医大学原校长、军事预防医学程天民教授为本书写序。而且,由于程天民和毛用泽(防化研究院)两位中国工程院院士的认真审议,使得这本书的框架结构和主要内容紧扣此书的核心要求,同时他们的大力推荐,也为本书申请国防科技图书出版基金创造了良好的条件。感谢吴德昌院士对本书编写内容所提出的很有价值的见解。感谢中国工程院钱绍钧院士审读了全书初稿,并提出了宝贵的建议。感谢国防科技图书出版基金评审委员会的支持。总后勤部司令部科装局局长王相文大校和副局长卜寒奇大校在确定本书主体内容和项目经费方面也给予了很大支持。因为这些,才能使得本书如期与读者见面。

2008年是军事医学科学院放射与辐射医学研究所建所50周年,我在这所科学殿堂里从事科研工作也近半个世纪,谨以此书作为献给她的一份礼物。

“学如不及,犹恐失之”。尽管我们力求以己见为国家建设和社会和谐尽一份责任,但我们深知自己的经历和见识有限,书中述及的观点可能会有不足之处,望读者不吝指正。

叶常青

2008年8月8日

Foreword

For the purpose of military use and scientific research Nuclear test under predetermined conditions is a necessary and un-substitutable measure for the research and development of nuclear weapons. During the period of 1945—1998, 2057 nuclear tests were carried out by 8 countries all over the world with different goals, bomb types and yields. Among them, 528 atmospheric nuclear tests were implemented from 1945 to 1980, and had released explosive energy equivalent to 428 million tons of TNT, accounting for 84% of the total nuclear explosive energy yielded from all tests.

The environmental radioactive contaminations by the atmospheric nuclear tests and its effects on human health were extensively concerned by international communities including in China since the atmospheric nuclear tests were stopped in the whole world in 1980. The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) has all along been paying attention to collecting and analyzing information in this field. There was special discussion on the consequence of nuclear test explosions in each of its seven reports published from 1962 to 2000. An international collaboration project, titled “the RADiation from nuclear TEST explosion” or RADTEST, was launched by the Scientific Committee On Problems of the Environment (SCOPE) under the International Council for Science (ICSU) at the end of last century, and the volumes of SCOPE 59: *Nuclear Test Explosions—Environmental and Human Impacts*, the achievement of

RADTEST project, was published in 1999.

The issues of environmental radioactive contamination and human health impacted by the atmospheric nuclear tests were systematically expatiated in this monograph, in which the progress of this field in China and abroad was reviewed and the practical needs of China were also considered. This monograph is composed of 8 chapters and 2 appendices. It is a valuable reference book for the management officers and the professionals of radiation protection and students and postgraduates of correlated specialties in universities and institutes.

Chapter 1 "Synthesis" introduces the purpose and significance of nuclear weapon test, the conditions for selecting nuclear test site (including the requirements for natural environmental scene and the extent of local impacts, etc), the major features of the nuclear test sites of the USA, the USSR, the United Kingdom, French, China, Indian, Pakistan and South Africa, and the number and explosive equivalent of the nuclear tests from 1945 to 1998 was also presented. This background information is expected to facilitate readers to understand comprehensively. In this chapter, an outline of UNSCEAR organization, the major points of view on this issue stated in its catena reports, the activities of RADTEST / SCOPE Project, and the major points of SCOPE 59 report were also introduced in this chapter.

Chapter 2: "Dispersion and deposition of debris from atmospheric nuclear weapon tests". The transport process and deposit on the ground surface of the yielded fallout were discussed. The contamination levels of local fallout patterns on the nuclear test site of USA, the USSR, UK, French; and the deposition, accumulative deposition density and population weighted accumulative deposition density year by year in globe-wide were presented. The accumulative deposition density of radioactive nuclides (including ^{90}Sr , ^{137}Cs and other nuclides) from global deposition in China was discussed as a key content. All

these information are basic data underlying the analyses of impacts of nuclear explosion on environment and human health.

Chapter 3: "Exposure to the public from the atmospheric nuclear weapon tests". In respect of the importance of radiation dose for evaluating health impact, the public radiation doses in different areas from global deposition and the models and parameters for dose calculation were presented in this chapter; in which the downward areas of Nevada nuclear test site in USA, Gansu and Xinjiang areas in China were as examples discussed; the resident radiation doses around the nuclear test sites during normal conditions, the accident irradiation doses of inhabitant after the unexpected situation and the dose reconstruction method for the public were also discussed. Finally, dose levels of the participants of nuclear tests either in normal operation or abnormal circumstances and the corresponding estimation method were also discussed.

Chapter 4: "The human health impact of radiation". This chapter provides the basic knowledge of human health effects induced by the ionizing radiation (or radiation for short) to the readers. These effects were classified into five types : ①the damages of tissues or organs (for example, hematopoietic tissue, gastrointestinal tract, immunity system, sex organs, embryo and fetus, et al.); ②non-cancer effects or diseases (for example, skin damage, radiation cataract, obstacle of fertility function, immune dysfunction, and retardation and malformation of development and growth, et al.); ③the cancer risk, which is involved in blood system, breast, thyroid, digestion system, inhalation system, urological system and nervous system, et al. ; ④risk of heritable diseases, the genetic data from the animal, human and cell studies quoted; finally, ⑤psycho-social effects, the materials of mental handicap and psychosomatic disorder, the impact on psychological health caused by the disaster and the test method for psychological

effect were introduced. All of the information proved above is aimed to declare that the radiation is a harmful factor to health, but the some damage could be detected only under the condition that the dose reached to some level, it is particular important for elimination of negative psycho-social effects caused by the radiation.

Chapter 5: "Health effects on human exposed radiation from atmospheric nuclear tests". Based on reading the ground work of Chapter 4, the purpose of Chapter 5 is to provide detail knowledge for further comprehending the consequence and the precondition of these example cases occurred in the world. The content includes the medical studies of participants (general workers, overexposure persons and accident exposure persons) and the epidemiological investigation of population (including the public persons irradiated by emergency exposure) in the local areas and downward areas. The radiation risk by the critical nuclides released by the atmosphere nuclear test was also evaluated.

Chapter 6: "Diagnosis of injury caused by nuclear radiation and compensation for body injury". It is possible to diagnose or judge the nuclear radiation injuries based on the cause-effect relationship according to the current scientific knowledge levels, either for tissue or organ damages and non-cancer diseases with dose threshold, or for the cancer risk without threshold. In this chapter, the State occupational hygienic standard system which is used to diagnose occupational radiation diseases and to judge radiation cancer was introduced in detail, followed by the compensation system for occupational radiation injuries, including the flowchart for identifying work ability, certification of work-related injuries and insurance of work-related injuries. It would be convenient for the clients to defend their profit deserved based on the legal procedures, and also for the managers to deal with the affairs related to compensation of damage. The current situation and several example cases of the international law and domestic law