

王少龙 罗相杰 编著

核武器 原理与发展

HEWUQIYUANLIYUFAZHAN



兵器工业出版社

核武器原理与发展

王少龙 罗相杰 编著

兵器工业出版社

内 容 简 介

核武器是20世纪中叶问世的一种大规模杀伤性武器,它的问世使得战争的概念发生了根本性的变化,简单来说就是在战争中不会再有真正的胜利者,核战争带给人类的将是一场空前的大灾难。为此,遏制核战争并将最终消灭核武器,是人们所要追求的最终目标。

本书以核武器的物理基础、核武器的研制与出现、核武器的发展与壮大、核武器未来的状态与规模为主线,较为系统地介绍了核武器发展的总体概貌。其中,通过前三章关于核武器物理原理的介绍,读者可以明白为什么核武器具有巨大的杀伤破坏能力、核武器为什么是现在这种结构形式等问题;通过第四、五、六、七、八章的介绍,读者可以对核武器的整个发展历程有个大致的了解,对核禁试以及禁试后核武器的前景与命运有一个清醒的认识。

本书主要以相关专业的学员和从事核武器研究、管理的有关人员为阅读对象,也可以作为科普读物供广大的军事爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

核武器原理与发展/王少龙,罗相杰编著. —北京:
兵器工业出版社, 2005. 12
ISBN 7-80172-585-9

I. 核... II. ①王... ②罗... III. 核武器—基本知识
IV. TJ91

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第132360号

出版发行:兵器工业出版社

发行电话:010-68962596, 68962591

邮 编:100089

社 址:北京市海淀区车道沟10号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京瑞达方舟印务有限公司

版 次:2005年12月第1版第1次印刷

印 数:1-1050册

责任编辑:刘燕丽

封面设计:李 晖

责任校对:郭 芳

责任印制:赵春云

开 本:850×1168 1/32

印 张:10

字 数:257千字

定 价:20.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

责任编辑：刘燕丽
封面设计：李 晖

《核武器原理与发展》编委会

主 编：陈玉春

副 主 编：冯煜芳 汪德武

编委会成员：王效廉 余文力 孙新利

李卫平 王 涛 徐宜行

谭奉明 姜仁强 张祥伟

陆华庆 赵宏伟 董三强

张加强 段纯刚 曹锡江

王新赤

前 言

核武器是20世纪40年代问世的一种大规模杀伤性武器，它的问世从根本上改变了世界上的政治和军事格局。拥有核武器是一个国家实力和地位的象征，它日益影响并将在一个相当长的历史时期内继续影响着世界各国的政治、军事、经济以及社会活动的方方面面。

核武器的出现是基于原子核物理学发展的基础之上的。世界上无数优秀的科学家在进行理论分析与实验研究的基础上，逐步深入地探索到了深藏于原子核内部的奥秘，在创立了一门新兴学科——原子核物理学的同时，还为人类找到了一种新能源，并指明了开发与利用这种新能源——原子核能的途径。

与世界上许多的科学新发现一样，原子核物理学上的这一进展首先在军事方面得到了应用——制造出了威力空前的原子弹。众所周知，原子弹的出现与使用在结束第二次世界大战方面起到了相当重要的作用。可以说，核武器的出现是科学发现与当时的世界局势紧密结合的一种必然产物。

半个多世纪过去了，核武器也同样经历了它的兴衰过程：从无到有、从粗到精、从小到大、从大到小、从少到多、再从多到少。世界上各核大国花费在核武器上面的经费何止亿万！高峰时期，世界上服役的核弹头数量达到了数万枚，世界上人均TNT当量的占有量达到了

4 t，是当时世界人均粮食占有量的十倍以上！大国之间为了核武器争吵不休，一会儿互相较着劲儿地大力发展，一会儿又互相监督着大量裁减。仔细想来，犹如一场游戏，又犹如一场闹剧。

但无论如何，核武器仍然是决定世界格局和世界发展走向的一枚重要的棋子。历史的经验告诉我们，谁失去了核威慑的优势，就等于失去了世界大国的地位，谁就将沦为二等公民。印度政府曾公开宣称：“要争取世界政治大国的地位就必须拥有核武器”。拥有核武器无形中被看作是改善一个国家政治地位的一种特权。

正因为核武器是如此的重要，因此，每一个热爱和平的人士都应该对核武器有点起码的了解。

本书以广大的普通读者为主要对象，并兼顾到业内人士的需求，以较为通俗易懂、又不失一定理论深度的风格编撰而成。对于书中那些难懂的理论推导部分，普通读者尽可以越过不管而不会影响到对全书的理解。

全书共分八章，先后介绍了核武器的物理基础知识、核武器的基本结构形式、世界上首批核武器的研制历史、核武器的爆炸方式与杀伤破坏因素、世界上有核国家现役核武器的性能介绍、禁核试条约的签订及其条约对核武器发展的影响等内容。读者可以根据自己的爱好有选择地阅读。

需要说明的是：在本书的编写过程中，作者除整理选用了自己多年来的教学教案、学术论文、科研成果以外，还查阅、摘录了许多已公开发表的有关文字资料，选用了许多有价值的图片，特别是部分章节（第二章核

武器物理基础知识；第三章第三节特殊功能核武器；第四章世界上首批核武器的研制历史）较多地引用了原子能出版社出版的《核武器概论》中的有关内容，特在此说明并致谢！

由于作者水平有限，错误与不足之处在所难免，恳请读者不吝赐教。

作者
2005 年于北京

目 录

引 子	(1)
第一章 概 述	(4)
第一节 核反应的实现	(4)
一、反应需要大量高能量的质子	(6)
二、反应几率太小	(6)
三、反应不能自动持续	(6)
第二节 核武器的出现	(7)
第三节 导弹的几种突防措施	(10)
一、电子干扰	(10)
二、多弹头	(11)
三、轨道武器	(14)
第二章 核武器物理基础知识	(17)
第一节 原子和原子核	(17)
一、原子的组成	(17)
二、原子的大小	(18)
三、原子核的组成	(19)
四、原子的质量	(20)
五、原子核的半径	(21)
第二节 核 聚	(22)
一、核素图	(23)
二、核素的种类	(24)
三、原子核的衰变	(25)
四、原子核的衰变规律	(26)
第三节 核 能	(27)

一、核力	(27)
二、质量亏损	(28)
三、质能关系式	(30)
四、原子核的结合能与比结合能	(30)
第四节 原子核反应	(33)
第五节 原子核的裂变	(34)
一、裂变截面与裂变产物	(36)
二、主要的裂变材料	(42)
三、链式反应以及形成链式反应的条件	(46)
四、中子增殖因数 k	(48)
五、核系统的临界质量	(54)
六、超临界条件下链式反应的特点	(57)
第六节 原子核的聚变	(59)
一、研究聚变反应的意义	(60)
二、形成聚变反应的条件	(63)
第三章 核武器的基本结构	(65)
第一节 原子弹的基本结构	(66)
一、枪式原子弹的结构原理	(66)
二、内爆式原子弹的结构原理	(67)
三、助爆式原子弹的结构原理	(77)
四、原子弹爆炸时系统初始温度的估算法	(79)
第二节 氢弹	(86)
一、能量输运的物理过程	(87)
二、氢弹的结构原理	(93)
第三节 特殊功能核武器	(100)
一、中子弹	(100)
二、减少剩余辐射弹	(104)
三、增强 X 射线弹	(106)
四、感生放射性弹	(109)

第四节 第四代核武器	(110)
第五节 核武器爆炸的物理过程	(112)
一、原子弹的爆炸过程	(112)
二、氢弹的爆炸过程	(115)
三、关于提前点火问题	(115)
第四章 世界上首批核武器的研制历史	(119)
第一节 美国的曼哈顿计划	(121)
第二节 苏联的原子弹研制	(127)
第三节 美苏核军备竞赛	(129)
第四节 英国的原子弹研制	(134)
第五节 法国的原子弹研制	(139)
第六节 德国的早期核科学研究	(143)
第七节 印度奉行的核武器政策	(144)
第五章 核爆炸方式及其杀伤破坏因素	(147)
第一节 核爆炸方式	(147)
一、空中核爆炸	(148)
二、高空核爆炸	(148)
三、地面核爆炸	(148)
四、地下核爆炸	(148)
五、水下核爆炸	(148)
第二节 核爆炸的杀伤破坏因素	(149)
一、冲击波	(149)
二、光辐射	(151)
三、早期核辐射	(152)
四、放射性沾染	(154)
五、核爆电磁脉冲	(155)
第六章 主要有核国家战略核武器装备现状及	
发展趋势	(158)
第一节 美国战略核武器的装备现状与发展趋势	(158)

一、装备现状	(158)
二、发展趋势	(163)
第二节 俄罗斯战略核武器装备现状及发展趋势	(170)
一、装备现状	(170)
二、发展趋势	(177)
第三节 美俄核力量对比	(179)
一、库存实力比较	(179)
二、实战能力对比	(181)
第四节 英国战略核武器装备现状及发展趋势	(183)
一、装备现状	(183)
二、发展趋势	(184)
第五节 法国战略核武器装备现状及发展趋势	(185)
一、装备现状	(185)
二、发展趋势	(186)
第六节 印度核力量	(187)
第七节 巴基斯坦核力量	(192)
第七章 禁核试条约的签署以及对核武器发展的影响	(196)
第一节 美国急于签署《全面禁止核试验条约》的真实目的	(196)
一、保持对有核国家的绝对优势	(196)
二、制止无核国家获得核武器	(197)
三、企图在政治上得分	(198)
四、全面禁止核试验对美国影响不大	(198)
第二节 禁止核试验谈判的历史	(199)
一、1955~1963 年	(200)
二、1964~1976 年	(201)
三、1977~1980 年	(202)
四、1981~1990 年	(202)

五、1991 年以后	(203)
第三节 美国、俄罗斯核裁军峰会大事记	(204)
第四节 对禁核试条约的估价	(205)
一、核武器研究的新阶段	(206)
二、禁核试后核武器研究的重要性和艰巨性	(206)
三、研究工作方法的重大转变	(207)
四、禁核试后美国的核武器研究计划	(210)
第八章 附 录	(214)
第一节 中华人民共和国政府声明	(214)
第二节 我国签署全面禁止核试验条约和中国 暂停核试验的声明	(216)
第三节 核试验 50 年大事记	(218)
第四节 全球到底生产了多少核武器 (1945 ~ 2002)	(238)
第五节 美国能源部 2004 年核武器活动经费 预算	(243)
一、重点加大库存核武器的改进力度	(243)
二、大力增强核武器联合体的研制能力	(243)
三、继续开展钻地弹头的研究论证	(244)
四、提高核弹头钨芯的制造能力	(244)
五、缩短恢复核试验的准备时间	(244)
六、其他	(245)
第六节 美苏关于限制反弹道导弹系统条约	(246)
第七节 美俄关于战区弹道导弹防御问题的声明	(251)
一、1997 年 9 月 26 日关于《反导条约》的第一个 协议声明	(251)
二、1997 年 9 月 26 日关于《反导条约》的第二个 协议声明	(252)
三、继承谅解备忘录	(254)

第八节	美利坚合众国和苏维埃社会主义共和国联盟 关于削减和限制战略进攻性武器条约 (START I)	(255)
第九节	俄罗斯联邦和美利坚合众国关于进一步削减和限 制进攻性战略武器条约 (START II)	(293)
第十节	常用代号	(302)
第十一节	常用的物理学常数表	(303)
参考文献		(304)
后 记		(305)

引 子

美国当地时间 1945 年 7 月 16 日凌晨 5:29'45", 这是一个值得世界上所有爱好和平的人们应该记住的日子: 位于美国新墨西哥州荒漠的阿拉莫戈多空军基地, 代号为“三一试验”(Trinity test) 的世界上第一枚原子弹爆炸成功。这是一枚选用 ^{239}Pu 作为裂变材料、长 3.3 m、直径 1.5 m、重达 50 t 的“内爆式”原子弹。爆炸装置(原子弹)事先放置在一个高达 30.5 m、重达上百 t 的钢架上。爆炸威力远远超出了人们事先预计的结果: 原子弹释放出了大约相当于 1.9 万 t 梯恩梯炸药完全爆炸所释放出来的总能量! 钢架被部分地“蒸发”了! 爆心附近的沙子被烧成了琉璃状! 放置在不同距离处的摄像、录像器材被全部损坏! 人们惊呼爆炸生成的火球“比一千个太阳还亮”!

获准在现场采访的唯一一位记者威廉·劳伦斯描述到: “天外飞来的闪光, 宛如好几个太阳团聚在一起, 令人眼花缭乱。这是一个人们从未见过的景象。仿佛一个巨大的太阳, 瑰丽无比, 在一瞬间腾升到 2500 m 的高空, 直到与天上的白云混为一体, 把大地和天空都映红了, 光焰夺目。这个直径达 2000 m 的巨大火球徐徐上升, 不断变换着颜色, 从紫罗兰到橙黄色, 渐渐变得越来越大。它升得越高, 就显得越大, 顷刻间, 它变成了一片奇异的绿色。人们简直要说天地裂开了!” 也就是从这一时刻开始, 人类进入了“核武器时代”。

1945 年 8 月 6 日, 一枚代号为“小男孩”(Little Boy) 的原子弹在日本的广岛上空爆炸, 其爆炸威力大约为 2 万 t 梯恩梯当量。这是一枚以 ^{235}U 为裂变材料的“枪式”原子弹。原子弹的爆炸直接导致了大约 71000 多人的死亡, 致伤 68000 多人, 在面

积为 13 km^2 的地区内, $2/3$ 的建筑物被彻底摧毁。

同年8月9日,另一枚代号为“胖子”(Fat Man)的原子弹在日本九州岛的长崎上空爆炸,炸死大约35000多人,炸伤60000多人,在 4.7 km^2 的区域内,40%以上的建筑物被摧毁。这枚原子弹以 ^{239}Pu 为核材料,属于内爆式原子弹,爆炸威力大约为2.1万t梯恩梯当量。

图0-1所示即为“小男孩”和“胖子”的外形示意图。

自从核武器问世至今已经过去半个多世纪了。在这半个多世纪的时间里,世界上各有核国家总共制造了大约7万多件核武器,世界处于一种“不可能实现和平,核战争也打不起来”的恐怖平衡之中。在世界总共经历的17次核危机当中,1962年10月22日出现的“导弹危机”——即苏联核武器进入古巴——使得这种恐怖平衡发展到了最高峰。

在半个多世纪的时间里,伴随着世界综合科技水平的进步,核武器的设计水平、结构组成、质量效能等方面都得到了长足的发展。目前,就世界上各有核国家服役的核弹头而言,已由当初简单的原子弹发展成原子弹、氢弹、特殊功能核武器等多种种类的核弹头,弹头威力也由当初的万吨级水平发展成为今天的数十万t到数百万t梯恩梯当量的量级,武器的各种效能指标同最初的原子弹相比已经不能同日而语。

如果以梯恩梯炸药的密度为 1.6 g/cm^3 为例,一次威力为160万t梯恩梯当量的核武器爆炸,其放出的能量就相当于形状为长、宽、高各为100m、也就是 100 m^3 的高能炸药完全爆炸所释放出来的总能量!

区区核武器,直径不过1m,重量不过1t,哪里来这么大的威力呢?换句话说,我们提出这么几个问题:

核武器爆炸的能量是从哪里来的?

核爆炸基于什么样的原理?

核武器的基本结构是怎样的?



图 0-1 “小男孩”和“胖子”外形示意图

核武器的结构为什么是现在这种样子？

在核武器问世至今的半个多世纪里，关于核武器发生了什么故事？

目前世界上服役核武器的状况如何？

全面禁止核试验后核武器又将如何发展？

本书拟根据作者多年来的教学与科研工作实践和见解，就上述问题做一简单、通俗的介绍与分析，以飨读者。