

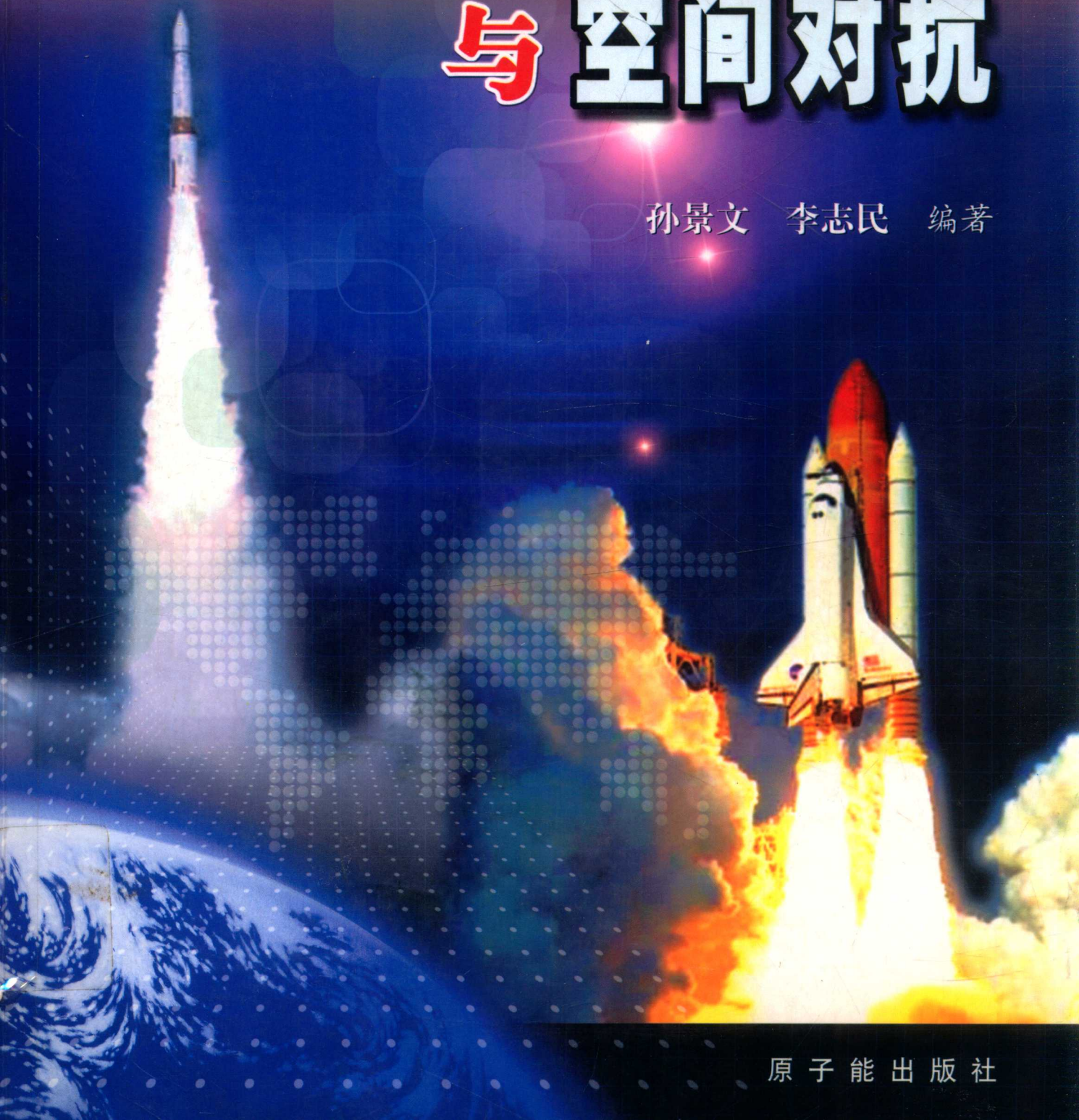
$SDI \Rightarrow NMD + TMD \Rightarrow SC$



导弹防御

与 空间对抗

孙景文 李志民 编著



原子能出版社

SDI $\Rightarrow$ NM  TMD $\Rightarrow$

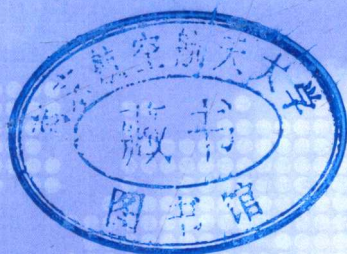
2005107263

TJ76
1010-2

导弹防御

与 空间对抗

孙景文 李志民 编著



原子能出版社

2005107263

图书在版编目(CIP)数据

导弹防御与空间对抗 / 孙景文, 李志民编著. —北京: 原子能出版社, 2004.8
ISBN 7-5022-3203-6

I. 导... II. ①孙... ②李... III. 弹道导弹—导弹防御系统 IV. TJ761.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 071772 号

内容简介

本书全面、系统地介绍了核武器与弹道导弹防御系统的基本知识。全书共分六章, 内容包括核武器的战略威慑作用、美国弹道导弹防御的发展史、美国战区导弹防御(TMD)计划、国家导弹防御(NMD)计划、助推段防御与中段防御和美国正在加速太空军事化等。书中介绍了弹道导弹与反导突防的相关知识以及美国“星球大战”计划的兴衰史和各种激光武器、粒子束、电磁脉冲炸弹的原理、构造与发展前景。它是国内第一本系统地介绍美国“星球大战”计划演变史的专著。

本书内容深入浅出、语言通俗易懂、图文并茂, 可作为广大部队官兵的高级科普读物, 也可供广大科技工作者和高等院校师生阅读、收藏。

导弹防御与空间对抗

出版发行 原子能出版社(北京市海淀区阜成路43号 100037)

责任编辑 傅 真

美术编辑 崔 彤 高源源

责任校对 冯莲凤

责任印制 丁怀兰

印 刷 保定市印刷厂

经 销 全国新华书店

开 本 880mm × 1230mm 1/16

字 数 342千字

印 张 11.25

版 次 2004年8月第1版 2004年10月第1次印刷

书 号 ISBN 7-5022-3203-6/TJ · 1

印 数 1—2000

定 价: 80.00 元

版权所有 侵权必究

出版社网址: <http://www.aep.com.cn/>

序 言



自从2001年“9·11”事件爆发以来，美国退出《反导条约》和俄美签署《削减进攻性战略武器条约》，G.W. 布什于2002年12月17日声明开始部署导弹防御系统，世界军事战略格局发生了重要变化。

首先，美国核战略指导思想由纯威慑转变为“威慑—实战”相结合的双重威慑。美国国防部2002年《核态势评估报告》(NPR) 强调，加快研发新一代当量小、穿透力强和准确性高的核武器。

其次，战略目标由“单向威慑”转变为“多方位威慑”。

第三，2002年美NPR认为，核生化武器和弹道导弹扩散继续增加，美国面对安全威胁的多样化，美将战略威慑手段由简单向复合发展，将战略威慑力量从单纯的战略核武器扩展为“核常兼顾”的武器装备系统。美NPR提出必须构筑由“核与非核战略打击能力、防御能力以及可快速响应的国防基础设施能力”组成的“新三位一体”。通过强化非核打击力量，减少对核武器的依赖，同时以“在规模、范围和目的各不相同的核打击选择”为其他军事能力提供补充。

第四，战略重心由单纯进攻转向攻防兼备、突出发展战略防御系统。美NPR强调，“仅凭进攻性能力不足以应对21世纪新安全环境”，必须以战略防御系统作为对“传统威慑”的补充。

21世纪的战争将是立体化、信息化的多维高技术战争。作战部队将在陆、海、空、天、电等构成的战场环境中实施全方位作战。在未来信息化、空天地一体化的战争中，精确作战将成为未来战场的重要特色。

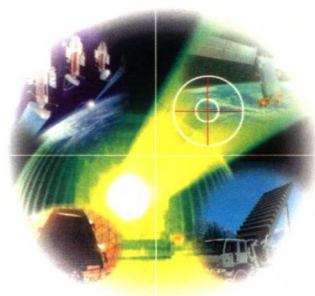
跨入新世纪，面对美俄战略的调整、面对美国加速研发部署弹道导弹防御系统、精确制导武器的攻防对抗与未来太空控制的争夺，武器装备向更加信息化、智能化方向的发展，要求我们的军队不仅要了解未来战争的形势与特点，还要掌握高技术战争的基本知识与现代化的武器装备，并使自己成为现代化的智能型部队，以应对未来战场的挑战。

本书系统地介绍了核武器的战略威慑作用与弹道导弹防御系统的基本知识，详细地阐述了美国战区导弹防御(TMD)计划与国家导弹防御(NMD)计划以及美俄空间对抗(Space Confrontation, SC)的发展态势。书中介绍了弹道导弹与反导突防的相关知识以及美国“星球大战”计划的兴衰史和定向能武器(各种激光武器、粒子束武器、电磁脉冲炸弹)的原理、构造与发展前景。它是国内第一本系统地介绍美国“星球大战”计划演变史的专著。我相信，该书的出版问世，必将为读者提供一幅未来导弹防御和空间对抗的生动画面。

中国工程院院士

彭光远

前言



1945年8月6日，当美国在日本广岛投下世界上第一颗原子弹时，广岛市瞬时变成了一片火海与废墟，从此人类进入了恐怖的核时代。

美、苏两国的核力量经过20世纪60年代的疯狂扩张，到60年代后期，两国的核力量达到了一种“恐怖均势”的平衡状态。双方都可以使对方毁灭，无论哪一方先发动进攻，最终只会导致同归于尽。

进入20世纪70年代，苏联利用美国深陷越南战争之机，大力扩充军事实力，一跃发展成为超级大国，并在很多方面逐渐呈现出苏攻美守的态势，而且苏联扩军凶猛，它在战略导弹的数量、射程、投掷重量、核弹头当量和投掷精确性等方面开始超过美国，出现了所谓“导弹差距”。

到了1982年，美苏双方的核武器数量都已达到超饱和状态，正如邓小平在一次接待外宾的谈话中指出：“苏联和美国拥有的核弹头，可以10次毁灭地球。”

核武器的破坏效应已经发展到了“极点”，远在1961年美苏双方均可造出亿吨级的氢弹。而且导弹核武器的射程达到13000公里，可把核弹头发射到地球的任何一个角落，并可以实施精确打击，命中精度（圆概率偏差）可达30米以内，其破坏作用已无任何“边界”而言，一旦美苏掀起大规模核战争，人类即将毁灭。

在常规武器方面，苏联的发展也比美国快得多。20世纪80年代初期苏联建成了强大的进攻性远洋海军，里根总统告诫美国政府说：“苏联海军是南太平洋的一支需要认真对付的力量，这是历史上第一次出现的情况。”

由于苏联军事力量无论在战略核武器方面还是在常规武器方面都有急剧增长，在美苏全球争霸过程中，苏联显示出处处咄咄逼人的进攻态势，而美国却处于被动局面。为了扭转苏攻美守的这种不利的战略格局，美国里根总统的国家安全顾问丹尼尔·格雷厄姆将军于1982年抛出“高边疆”学说，首先提出建立一种全新的战略防御体系。再加上当时的美国国防部长卡斯帕·温伯格极力推行这种主张，里根总统针对当时苏联全球扩张的态势，针锋相对地提出重振美国军事力量的主张，大幅度增加军费，推出一系列的扩张军备计划，如美国海军的“600艘战舰计划”等，其中影响最大、波及面最宽的就是里根总统在1983年3月23日通过电视演说向全世界宣读的举世闻名的“战略防御倡议”（SDI）计划，即人们俗称的“星球大战”计划。

美国“星球大战”计划所设想的反导防御系统，是一个多层次的以助推段防御为重点的、以非核拦截为手段的反导防御系统，包含助推段防御、末助推段防御、中段防御和末段防御。

“星球大战”防御系统是由助推段监视与跟踪系统、天基监视与跟踪系统、天基拦截武器、地基监视与跟踪系统、外大气层再入飞行器的拦截武器、作战管理和C³I系统六大部分组成。

美国“星球大战”计划企图以非核拦截手段反核导弹，形成一个天衣无缝的“天网”，

令核武器成为“过时”和“无用”，从而形成一种“进攻性威慑”和“防御性威慑”的双重威慑，以便打破“相互确保摧毁”的“战略平衡”，确保美国绝对安全，达到一超独霸的单极世界。

“星球大战”计划在推行过程中虽然取得了不少进展，但也遭遇到未曾料到的许多困难。

首先，“星球大战”计划提出之后，国际形势发生了很大变化，以对话代替对抗，从紧张转向缓和成了国际形势的总趋势。从当时的国际形势分析，苏联不太可能对美国进行大规模核攻击。因而作为提出“星球大战”计划之根据的“苏联威胁论”，其严重性引起了美国朝野上下包括一些美国国会议员的怀疑。

其次，“星球大战”计划在技术上遇到了种种难题。当时吹得神乎其神的激光武器与粒子束武器，无论从理论上还是在工程技术上，距离预定的技术目标，至少还要走几十年的漫长历程。

第三，经费的增加在国会遇到了强大的阻力。美国“星球大战”规划局前局长亚伯拉罕森中将指出，“部署一种初步的有作战能力的战略防御系统，需要700~1 000亿美元。”由于耗资庞大，在国内引起一片反对声。

到了1988年，随着美国政府的更迭，布什总统接任里根入主白宫。由于布什把核威慑作为战略理论的基石，因此，“星球大战”计划开始缩水。同时布什政府提出“神石”方案，其目的在于挽救“星球大战”计划，但随着冷战结束和布什政府的下台，“星球大战”计划终究没有逃脱被终止的命运。

克林顿政府时期，经反复权衡，改变了星际布防和全球保护的主旋律。1993年5月13日，国防部长阿斯平宣布放弃里根政府的“星球大战”计划，将“战略防御计划局”改名为“弹道导弹防御局”。由此推出“弹道导弹防御（BMD）计划”。

“弹道导弹防御”系统包括两部分：一是“国家导弹防御”（NMD）系统，用于保卫美国本土；二是“战区导弹防御”（TMD）系统，主要对付中、短程弹道导弹，用于保卫美国部署在海外的部队和美国的盟国。

小布什总统一上台，在反导问题上的立场比克林顿政府更强硬、规模更庞大、行动更迅速，迫不及待地推出了雄心勃勃的“小布什版”弹道导弹防御计划——“星球大战之子”。

美国总统小布什倾向“全球性的防御系统”，而不是只保护美国本土的导弹防御系统。而国防部长拉姆斯菲尔德更明确地主张要搞“多层次”导弹防御，既可以用陆基拦截弹完成弹道导弹中段的防御，又可以用海基和空基武器实施助推段拦截，这也就是全球性导弹防御系统。而且小布什打破了克林顿政府在NMD部署问题上的“有条件部署论”，改为“必须部署论”，小布什提出，只要技术条件证明可行，就立即进行部署。

小布什政府抛弃了建立在“相互确保摧毁”基础上的国际战略稳定机制，以导弹防御部署来建立美国独家经营的兼具“战略防御”和“战略进攻”的双重战略威慑力量。对于小布什政府来说，部署导弹防御系统将加速美军军备建设的速度，以“军事技术革命”全面提升美军适应新的防务需求的作战能力，从而强化美军在信息战和太空战的军事实力，这必然会打破国际战略格局的稳定，国际安全将再度进入一个不确定的时期，也必然会引发新的军备竞赛。

本书从国际安全角度出发，从技术上全面而翔实、客观而又历史地阐述了核武器的战略威慑作用、美国弹道导弹防御的发展史、“星球大战”计划的兴衰史、美国战

区导弹防御 (TMD) 计划、国家导弹防御 (NMD) 计划、助推段防御与中段防御以及美国加速太空军事化的过程与影响。

书中详细讲述了有关弹道导弹方面的基本知识、定向能武器 (各种强激光、粒子束、高功率微波武器) 的基本原理、破坏机制及其发展现状, 并对其前景做了客观评估; 详实地介绍了美国弹道导弹的 10 次飞行拦截试验概况并做了技术分析, 尤其是认真地论述了弹道导弹的突防措施。

在本书的撰写过程中, 中国工程院院士、中国工程物理研究院科学技术委员会主任彭先觉院士对本书做了详尽的修改与审定, 中国工程物理研究院总体工程研究所所长何颖波研究员和高级工程师邱勇为本书提出了一些很好的建议, 作者在此深表谢意。

鉴于在编写过程中查阅、参考并引用了国内外大量的文献与图片, 无法一一列出, 在此对这些宝贵的图文作者一并致以谢意。

作者 第一稿 2003 年 9 月 18 日
第二稿 2004 年 2 月 8 日
第三稿 2004 年 6 月 8 日

目 录

第 1 章 核武器的战略威慑作用 1

- 1.1 核武器的巨大破坏作用 1
- 1.2 核爆炸中的能量分配 2
- 1.3 核爆炸形成的火球 3
- 1.4 核武器的战略威慑作用 4
- 1.5 印巴核竞争与核威慑 8
- 1.6 美苏核对峙力量的抗衡 14

第 2 章 美国弹道导弹防御的发展史 18

- 2.1 “奈基-宙斯”系统与“卫兵”系统 18
- 2.2 “星球大战”计划概述 26
- 2.3 激光武器及其原理 39
- 2.4 粒子束 48
- 2.5 具有中继镜的地基激光武器 51
- 2.6 自适应光学 56
- 2.7 天基化学激光器 60
- 2.8 战术高能激光器 66
- 2.9 高功率微波武器——电磁脉冲炸弹 70
- 2.10 全球防御有限攻击计划 74
- 2.11 海湾战争：战区导弹防御（TMD）的催化剂 76

第 3 章 美国战区导弹防御（TMD）计划 78

- 3.1 弹道导弹的威胁作用 78
- 3.2 战区导弹防御受到重视 86

3.3 TMD 的任务与计划	88
3.4 爱国者-3 (PAC-3) 导弹防御系统	92
3.5 低层防御反导弹系统	94
3.6 扩大中程防空系统 (MEADS)	97
3.7 高空防御 (UTD)	98
3.8 美以联合研制“箭-2 战区弹道导弹防御系统”	102

第 4 章 “天网”——国家导弹防御 (NMD) 计划 105

4.1 国家导弹防御 (NMD) 计划的目的与任务	105
4.2 地基拦截弹 (GBI)	107
4.3 X 波段雷达(XBR)	109
4.4 改进的早期预警雷达 (UEWR)	111
4.5 NMD 的作战管理、指挥、控制和通信系统 (BM/C ³)	112
4.6 国防支援计划 (DSP) 卫星 / 天基红外系统 (SBIRS)	115
4.7 国家导弹防御 (NMD) 系统的部署计划及防御对象	121
4.8 美国 NMD 系统的试验与评估	123
4.9 美国退出《反导条约》的原因及其影响	132
4.10 部署 BMD 的作用及影响	133

第 5 章 助推段防御与中段防御 136

5.1 助推段防御	136
5.2 机载激光	140
5.3 微型拦截器	143
5.4 弹道导弹的突防措施	145

第 6 章 美国正在加速太空军事化 154

6.1 太空军事化的发展态势	154
6.2 美国反卫星武器系统	164

结 束 语 169

第1章

核武器的战略威慑作用

1.1 核武器的巨大破坏作用

1945年8月6日8时15分,当美国在日本广岛用B-29轰炸机投下世界上第一颗原子弹时,随着刹那间的强烈闪光,顿时火光冲天,紧接着是冲击波的巨大破坏,广岛市瞬时变成了一片火海与废墟,从此人类进入恐怖的核时代。

这颗原子弹的代号为“小男孩”(Little Boy)(见图1.1),重4.04 t,核材料为铀-235,属于枪法原子弹。为了延缓原子弹的下落时间,这颗原子弹是带着降落伞下落的,以使投弹飞机有足够的逃脱时间,免遭核爆产生的光辐射与冲击波的损伤。这颗原子弹的破坏威力相当于1.7万吨TNT炸药的爆炸当量,爆心是在广岛市中心的相生桥的600 m上空爆炸,爆后升起了



图1.2 在广岛上空升起的原子弹爆炸形成的蘑菇云

1万多米高的蘑菇云(见图1.2),完全遮住了太阳,天空呈现出一片昏暗。市区的房屋90%遭到破坏。当时广岛市有24万居民,当场死亡七八万人,受伤者达7万多人,加上爆后因核爆炸的放射性沾染在数年后死亡的7万人,总共死亡14万多人,给日本人民带来深重的灾难。

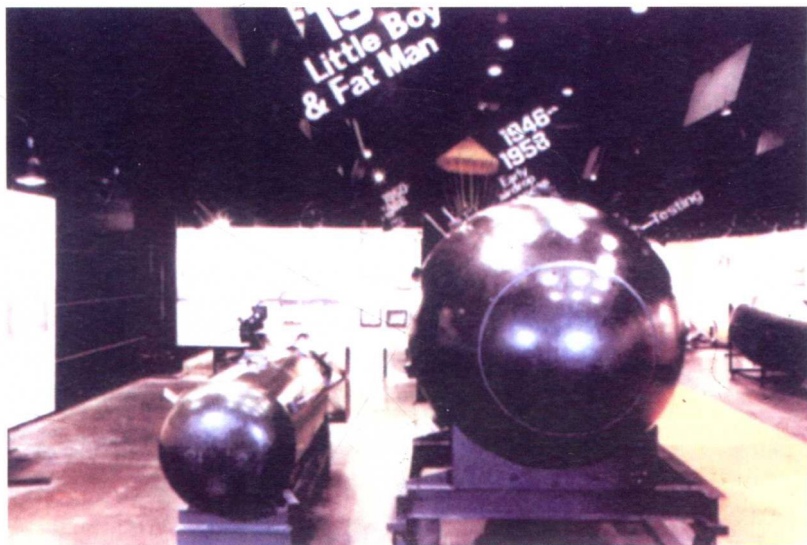


图1.1 美军在日本投掷的两颗原子弹,左图为“小男孩”,右图为“胖子”

1945年8月9日11时2分,美国又用B-29轰炸机在日本长崎的8 845 m高空投下第二颗原子弹,绰号为“胖子”(Fat Man)(见图1.3),这是一个核装料为钚-239的内爆法原子弹,重约4.5 t,核爆威力相当于2万吨TNT炸药的爆炸当量。

由于长崎是一个山城,爆心只是在狭长的山谷中,因此将爆炸限制在南北长3.7 km,东西宽3.1 km的范围内,原子弹爆炸形成1万多米高的蘑菇云(见图1.4),长崎约35 000人当场死亡,60 000人负伤。

在长崎死亡人数比广岛少得多,因为在广岛时,当天7时9分美国第一架气象侦察机飞抵广岛上空,日本防空部队立即拉



图 1.3 代号为“胖子”的原子弹外形图

响了警报,7时31分气象侦察机飞走了,警报解除,人们照常上班。日本人以为是侦察,当人们离开防空洞之后,人类史上的第一次核袭击便大难临头了。在长崎就不同了,人们接受了广岛空袭的教训,纷纷躲进防空洞,则伤亡人数少多了。

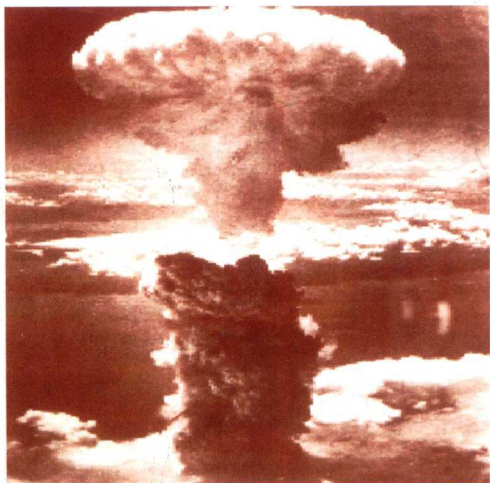


图 1.4 美国投在长崎的原子弹爆炸形成的蘑菇云

1.2 核爆炸中的能量分配

核武器的威力是用它在爆炸时释放的能量同梯恩梯炸药爆炸时释放的能量相比来表示的。例如,1枚1000t的核武器就是指当爆炸时能产生相当于1000t TNT爆炸时所放出的能量的武器。一般说来,原子弹的爆炸威力在几百到几万吨TNT爆炸当量,氢弹的爆炸威力可达几万吨到数百万吨,甚至可达千万吨TNT爆炸当量,苏联在1961年于新地岛试验成功了爆炸当量达5000万吨级的氢弹。

核爆炸与常规(或化学的)爆炸的重要区别在于,核爆炸有相当大的比例是以热辐射形式出现,由于核爆炸要产生几千万度的高温,而一次化学爆炸只能产

生几千度,因此核爆炸产生的能量要比一次化学爆炸大几百万倍,则核爆炸中的能量分配完全不同。

在离开爆炸点一定距离处,接收到的爆炸能量,对于爆炸高度不超过30 km的空中爆炸来说,热能所占份额在30%~40%之间,若取35%的话,这时大约有50%的裂变能将用来产生爆震波与冲击波(见图1.5)。在更高的高度(大于30 km)的空中核爆炸,由于空气稀薄,则核爆炸能量转换为爆震波的比例下降,而热辐射能量增加。

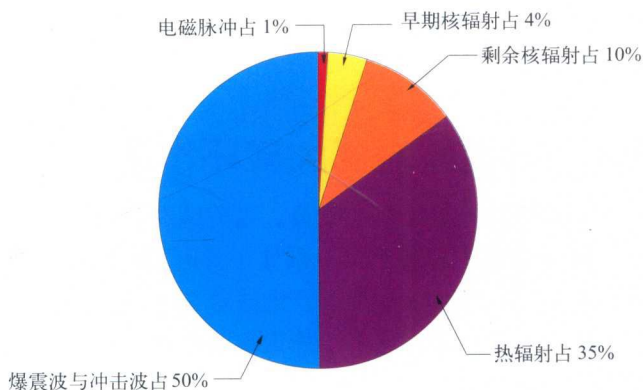


图 1.5 在30 km以下的空中核爆炸产生的能量分配图

除了转化为爆震波、冲击波和热辐射的85%的裂变能之外,剩下的15%以不同的核辐射形式发射出来。其中,大约5%构成了在爆后1min左右的时间内的早期核辐射。总裂变爆炸能的最后10%则以剩余核辐射形式出现,并在一段时期内发射出来。它们几乎全部由爆炸后出现的武器残骸(或碎片)中的裂变产物的放射性所引起的。对于热核装置(指氢弹)来说,总能量中,大约只有一半是由裂变产生的,因而剩余核辐射只占爆炸释放能量的5%。既然总裂变能中大约有10%是在爆炸后不久以剩余核辐射的形式释放出来的,我们说核爆炸的威力时,就不能包括这部分能量。因此,在一枚纯裂变武器中,爆炸能大约占总裂变能的90%;在一枚热核装置中,平均说来,爆炸能约占裂变和聚变反应总能量的95%。

早期核辐射主要由 γ 射线(γ 光子是由原子核产生的高能电磁辐射)和中子组成。这种瞬发 γ 射线包括裂变 γ 辐射、裂变碎片的 γ 辐射(短寿命衰变)、中子与弹体材料的非弹性散射与俘获时放出的 γ 辐射,可见瞬发 γ 的来源很复杂。瞬发 γ 光子能量范围从0.1~12 MeV

(百万电子伏), 其平均能量约为 1.5 MeV, 能够在空中穿过很长的距离, 并且能够穿透很厚的物质, 即使在离爆心很远的距离, 它们仍然有很大的危险。

在空中核爆炸时, 缓发 γ 辐射主要是裂变碎片放射性衰变时放出的 γ 辐射。弹体产生的瞬发 γ 辐射的能量与缓发 γ 辐射的能量虽大致相等, 但是瞬发 γ 光子在弹体还没有显著飞散时几乎已全部产生。因此, 它们中的绝大部分被密集的弹体物质吸收了。仅仅只有一部分能穿出弹壳。但是, 缓发 γ 却不同, 它是按照裂变碎片的衰变规律缓慢地放出来的, 这时弹体已膨胀成稀薄的气体, 因此在穿出弹体前很少被吸收。因此, 在 γ 辐射的总剂量中, 缓发 γ 光子的贡献比瞬发 γ 光子大得多。另外, 由于缓发 γ 辐射是裂变碎片云释放出来的, 所以要严格地计算缓发 γ 剂量值必须了解碎片云的确切运动规律, 然而, 碎片云的运动规律是很复杂的。

粗略地, 出弹壳的瞬发 γ 光子总数可按下式计算:
$$N_{\gamma \text{瞬}} = 4 \times 10^{23} Q \text{ (光子)}$$
式中 Q 为核弹头的爆炸总当量(以万吨梯恩梯当量为单位)。如取瞬发 γ 平均能量为 1.5 MeV, 则瞬发 γ 总能量为

$$E_{\gamma \text{瞬}} \approx 6 \times 10^{23} Q \text{ (MeV)}$$
式中 Q 的单位与含义同前。

缓发 γ 总数可按总裂变数乘以每次裂变放出的缓发 γ 能量(8.4 MeV/裂变)估计:

$$E_{\gamma \text{瞬}} \approx 1 \times 10^{25} Q_f \text{ (MeV)}$$
式中 Q_f 为裂变总当量, 以万吨梯恩梯当量为单位(上式只是一种零级近似的粗估, 因为未考虑碎片的膨胀与上升, 所以, 实际的有效总剂量要比上式的计算值小得多)。

延缓核辐射是由裂变产物产生的, 因为裂变产物在其放射性衰变过程中能发射 γ 射线和叫做“ β 粒子”的核辐射。 β 粒子与电子相同, 带有负电荷, 具有很高的速度, 其贯穿能力虽比 γ 小, 但也和 γ 一样, 对人体具有潜在的危險。

在核爆炸中观察到的现象和爆炸对人、对物质的效应, 很大程度上受到热辐射以及热辐射与环境间的相互作用的影响。热辐射是一种波段范围很宽的电磁辐射, 电磁辐射从波长很短的 γ 射线和 X 射线开始, 经过看不见的紫外光区到可见光区, 然后到波长较长的红外线及无线电波。

当温度平衡时, 单位体积物质的辐射能等于
$$E(\text{辐射}) = 7.6 \times 10^{-22} T^4 \text{ J/cm}^3$$

式中 T 以 K 氏温标表示温度。在核爆炸条件下, 裂变武器的温度可达几千万度 (约 10^8 K), 这时辐射能的密度可达 10^9 J/cm^3 。在这样高的温度下弹体完全化为气体, 这些气体在爆炸的瞬间, 都被局限在原来弹体内, 产生巨大的压力达到每平方厘米几百万大气压。

1.3 核爆炸形成的火球

在核爆炸的早期, 弹内反应区发出的硬 X 射线使弹壳升温, 同时弹壳膨胀。由弹体发出的 X 射线加热周围的空气, 形成高温 X 射线火球, 也叫“等温球”。同时, 由于高速向外飞散的高密度弹体蒸汽在等温状态下压缩周围的空气形成等温激波, 这种等温激波是在 X 射线火球阵面之内, 它的膨胀速度开始时比 X 射线火球阵面(即辐射波阵面)的膨胀速度慢, 而后逐渐加快, 激波阵面超过辐射波阵面之后, 激波阵面开始激发空气发光。

在火球发展的早期阶段, 时间约在爆后 ($1 \sim 2 \mu\text{s}$) 前, 称为 X 射线火球阶段。经过几个微秒之后, 由于 X 射线火球不断扩大, 火球温度降到二三百百度, 这时火球不断地向外发出热辐射, 使周围的空气加热到高温, 升温后的空气成为火球的一部分, 火球这时的扩张是由于辐射迁移造成的, 称为辐射扩张阶段。它的特点是以辐射波的形式向外传播。在波的阵面上温度和压强都有跃变(见图 1.6), 但密度变化是连续的。当辐射波后的等温激波逐渐赶上辐射波, 火球的发展阶段进入冲击波扩张阶段。

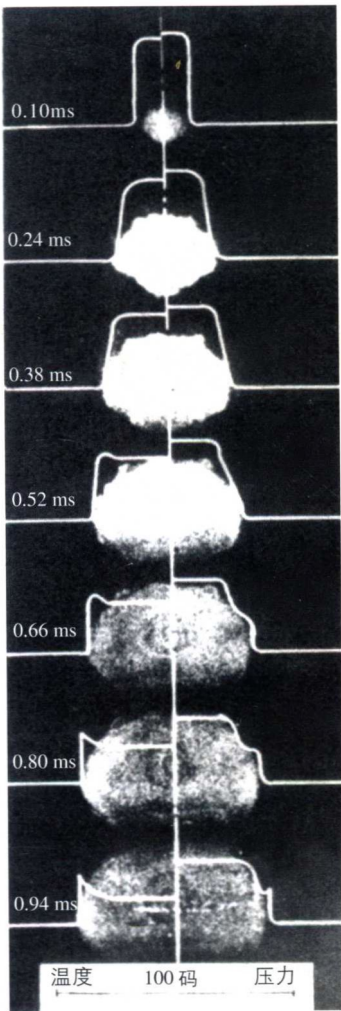


图 1.6 威力为 2 万吨梯恩梯的空中核爆炸的火球温度与压力随时间和空间的变化

冲击波阵面温度在降低到2000 K以前,尽管火球内部的温度仍然很高,但由于冲击波后空气对辐射吸收比较强,阻挡高温核向外辐射,因此从外部观察火球看不到波后的等温球。随着冲击波卷入的空气层加厚,火球的亮度逐渐下降。

空中核爆炸对绝大多数物质的破坏主要是由于伴随爆炸产生的冲击波(或爆震波)引起的。当爆震波的压力——超过大气压力(在标准海平面条件下一个大气压力=101325 Pa)约为3446 Pa时或稍多一点时,大多数建筑结构会受到某些破坏。图1.7~图1.9所示为在广岛与长崎遭受原子弹轰炸时被冲击波破坏与热辐射烧毁的场面。



图 1.7 遭原子弹轰炸后的广岛



图 1.8 遭原子弹轰炸后的第二天，广岛倒塌的建筑物仍在冒烟



图 1.9 长崎被原子弹破坏后的场面

1.4 核武器的战略威慑作用

1945年5月9日,法西斯德国战败,根据雅尔塔会议的协定,苏联将在击败德国的两至三个月后对日开战。那么8月9日就是苏联对日开战的最后期限。当时,日本军国主义者在战争中已经耗尽国内有限的资源,国内因无汽油,许多地方连汽车都开不动了。因此,杜鲁门等人决定,一定要赶在苏联开战之前把原子弹投下去,显示是美国的原子弹的打击力量促使了日本屈服,并向全世界展示自己的原子武器的威力。8月9日美国将第二颗原子弹投向长崎,同时苏联红军出兵我国东北,对日军展开全线攻击。8月10日日本宣布无条件投降。

1946年初,美国与苏联因伊朗问题发生争执。此前,美、英、苏三方曾商定,第二次世界大战期间,三国共同占领伊朗,战争结束6个月后均从伊朗撤军,三

方还商定从石油特许开采权中分配经济利益。战后,伊朗建立了亲西方政权,和美国一道反对苏联的经济要求。于是,苏联便拒绝撤军,要求与英国享受同等的石油特许开采权,并将装甲部队开往苏伊边境,支持伊朗国内的反政府的革命运动。

对此,美国总统杜鲁门十分恼火,于当年3月单独召见苏联驻美大使安德列·葛罗米柯,并递交了一份最后通牒:如果苏联军队不在48小时内从伊朗北部撤走,美国将使用原子弹实施突袭。这是美国对苏联的第一次核威胁并获得了成功,这实际上是起到了核威慑的作用。当时美国垄断着核武器,苏联不得不做出让步,在美国限定的时间内撤军。

过后不久,杜鲁门对已升任外交部长的葛罗米柯得意地说:“我们做好了对你们投掷原子弹的准备。”杜鲁门是美国惟一下令在实战中使用原子弹的总统。他把原子弹的研制成功称作“历史上最伟大的事业”,他认为原子弹是“美国胜利的武器”,只要垄断住原子弹就可以把原子优势转化为政治利益和经济效益。

1.4.1 “威慑”的概念

所谓“威慑”是用武力使对方感到恐惧。威慑是一种战略思想,自古有之。我国春秋时代的伟大军事战略家孙武在所著“孙子十三篇”的“谋攻篇”中提到“不战而屈人之兵”的思想,其中包含了以强大的军事实力为后盾,通过外交途径使敌人屈服的意思。欲使威慑发挥作用,必须具备三要素:(1)要有威慑别人的强大的军事实力;(2)要确有使用这种实力的决心;(3)威慑者必须把他的军事实力和他使用这种实力的决心传达给被威慑者,使被威慑者知道并且相信。这三个条件是缺一不可的。

美国《国防部军事及其有关术语词典》(1984年英文版)对威慑的解释是:“威慑是使对方因惧怕不堪设想的后果,而不敢采取行动,威慑是由于使对方受到确实存在的难以承受的报复行动威胁所产生的一种心理状态。”

核武器,尤其是热核武器——氢弹,具有空前庞大的破坏效应,只要爆炸几颗氢弹就可以把一个几百万人口的大城市夷为平地,而对于弹道导弹核武器,至今人们还没有找到行之有效的防御方法,特别是对于采用突防措施的远程弹道导弹或潜射弹道导弹。

核威慑是要使对手相信,通过蓄意发动战争所取得的利益,最终抵不上采取这种行动所付出的代价,

从而不敢发动战争，特别是核战争。当然核武器的作用不仅限于威慑，美国还用来给盟国提供核保护伞。其用意主要是保护盟国免遭核打击和敌方常规武器力量的攻击。筹划使用核武器还有一个作用就是增强核威慑的效果，给人一种必要时真的要打的印象。

1.4.2 美国的核威慑战略

二次大战后，核威慑一直是美国军事战略的核心，从来没有改变。只不过是在不同阶段，随着国际形势的变化以及美国内执政党的政策变化，核威慑战略的具体方针、内容而有所不同。

美国认为核威慑必须有足够数量和良好性能的核武器，并且把有关武器威力的数据公开宣扬出去，让敌人知道。美国政府还主张核力量应有生存能力，即使遭受突然袭击，也还能保存有足够数量的核武器以实施报复性反击。为此美国建立了放在坚固的地下井中的洲际弹道导弹、放在核潜艇中的潜射弹道导弹和装备核炸弹与巡航导弹的战略轰炸机。这种“三位一体”的战略力量不可能在一次攻击中被全部摧毁。在发生国际危机时，美国常常用调动其核武装部队、提高军事戒备等级、声称或暗示要使用核武器等办法来表示其诉诸核武力的决心，借以恫吓对方。

到20世纪50年代初期，美国奉行的是核讹诈和全面核大战威慑。这时美国拥有一些实战核武器，而苏联刚刚掌握核武器的设计原理。美国凭借着核垄断地位和强大常规力量对社会主义阵营采取“包围遏制”，即核讹诈政策。随着苏联核力量的发展壮大，美苏差距缩小，美国的核战略也从核讹诈转变为准备全面核大战。美国将以大规模核轰炸来对共产主义国家进行报复，这种报复是全面的，既针对军事目标，也针对非军事目标，既打击工厂，也轰炸城市。

到了20世纪60年代初，肯尼迪总统当政时，其国防部长麦克纳马拉提出了“确保摧毁”(Assured Destruction)、“限制损害”(Damage Limitation)和“灵活反应”(Flexible Response)的核战略概念。美国在当时之所以要改变核政策，是因为苏联的核军备已有较大的发展，美国已无绝对优势，如果动辄实行“大规模报复”，必然会招致对美国的核报复。

所谓“确保摧毁”是在敌方进行第一次打击后，美国必须能保存下足够的核武器以对敌城市和工业区实施摧毁性报复(第二次打击)。麦克纳马拉认为“三位一体”的战略进攻力量极不可能在遭到第一次打击时

被全部摧毁。至少，战略导弹潜艇的生存能力是很强的。核潜艇能长期潜伏水中，很难被发现并被击中，潜射导弹的命中精度虽较低，但能打击城市。由于苏联也装备了与美国类似的核力量，所以，“确保摧毁”对美国也同样成立，于是成了“相互确保摧毁”(Mutual Assured Destruction)。

“限制损害”是尽量减少核战争的破坏。麦克纳马拉最初设想是以核进攻来消灭敌方大部分力量，如果敌方是有核国家，也势必遭受对手的大量的核报复，所以并不可取。防御办法之一是积极防御，即用反导弹系统击落导弹的核弹头(技术上一直不过关)，并用防空系统来拦截入侵的轰炸机；另一种防御办法是建造大量的民防掩蔽所，但因造价太高推行不下去。

“灵活反应”是把核反击分为四级，最低一级仅打击军事目标(Counterforce)，最高一级是全面核打击。把反击分出层次是为了让美国总统能根据情况选择作战方案。

到了20世纪70年代，苏联的战略力量水平已与美国旗鼓相当，苏联战略核武器多数是陆基的洲际弹道导弹，其弹头大，数量多，对美国构成了严重的威胁。美国当时的两任国防部长，分别为施莱辛格和布朗，都修改了单一综合作战计划(SIOP)，把灵活反应搞得更细致，层次更多。这时，美国的洲际弹道导弹技术也大为发展，不但有了多弹头分导技术，而且命中精度也显著提高，于是打击军事目标就发展到了包含打击导弹地下井(Countersilo)。由于弹头数量增多了，就可以增加打击目标的数量，“灵活反应”的层次自然也就划分得更细。同时，美国也改善了核武器的通信、指挥和控制(C³)系统，增强了其生存能力及更改打击目标的灵活性。而布朗则提出了所谓的“抵消战略”(Countervailing Strategy)，就是根据苏联核进攻的程度相应地做出反应，可以打单个目标、打多个目标，直至大规模的打击，从打击军事目标直到全面打击。

20世纪70年代后的几届美国总统，采取所谓“现实威慑”战略，以打击军事目标为主。在这一阶段，由于美苏的核军备都迅速地发展，特别是苏联核力量日益壮大，双方也开始了禁止核试验、限制战略核武器的军控谈判，签订了部分禁试条约、美苏限制战略武器会谈(I)协定(SALT-I Agreement)和限制战略武器会谈(II)条约(SALT-II Treaty)、反弹道导弹条约(ABM)等。

到了20世纪80年代,苏联的战略核力量与常规武器都急剧增长,在美苏全球争霸过程中,苏联处处采取进攻之势,而美国却显得被动,为了逆转这种不利的战略格局,里根总统针对苏联正在全球扩张的态势,对苏采取了更为强硬的“积极对抗”的核战略,推行“多阶梯实战核战略”,要求美国有能力对核战争做出积极反应,能进行警告性核打击、有限核战争、战区核战争和持久核战争,打赢核战争。里根又于1983年3月23日推出了《战略防御倡议》(SDI)计划,这就是人们称谓的“星球大战”计划,采用核与非核(主要是非核)手段的多种防御武器,企图建立一个穿不透的天衣盾牌,消除弹道导弹的威胁。由于星球大战计划确实耗资惊人,加上许多技术尚不成熟,该计划终于被停止实施。

20世纪90年代,冷战结束后,美国依然把核武器作为维护其霸权地位、威慑和遏制任何可能对美国霸权地位提出挑战的国家工具。尽管美国拥有最庞大的核武库,而且在今后几十年内,还不会有任何一个国家的战略核力量对美国的超级大国地位构成挑战,但美国仍然致力于“三位一体”的战略核力量的更新换代。同时,首先使用核武器的核战略也没有改变,而且有所扩展。美国负责军备控制和国防政策的前高级官员简·劳代尔(Jan Lodal)在《优势的代价》一书中阐述了美首先使用核力量的四项有限使命:

(1) 当常规报复不能立即阻止大规模杀伤性武器攻击时,要向针对美国、美国军队或美国盟友进行非核的大规模杀伤性武器攻击进行报复。

(2) 当情报说明非核的大规模杀伤性武器攻击即将来临,并且常规的先发制人不可行时,对非核的大规模杀伤性武器攻击进行先发制人的打击。

(3) 在危急时刻,抢先用核武器摧毁那些深埋地下的大规模杀伤性武器兵工厂,这些兵工厂不能被其他军事手段摧毁,另外还会帮助敌对的流氓国家或恐怖组织研制大规模杀伤性武器。

(4) 如果一场大规模的常规战争已爆发,一场核攻击看来马上要发生、并且使用常规力量的先发制人是不可行的,在危急时刻,抢在除俄罗斯以外的核国家向美国及其盟国发动核攻击之前攻击。

“9·11”事件进一步改变了美国的威慑判断,也改变了美国的核威慑政策。布什政府于2002年出台的《核态势评估报告》(NPR)和《美国国家安全战略报告》都将拥有大规模杀伤性武器的敌对国家和恐怖分

子视为对美国最严重、最现实的安全威胁。布什明确指出:美国面临的重大威胁是寻求核生化武器的邪恶政权。

在NPR中,美国政府确定了新的首先使用核武器的三个条件:一是对付那些用(其他一切)非核武器无法摧毁的目标;二是美国受到核生化武器攻击时进行报复;三是应付出人意料军事态势发展。由此可见,进一步大大降低了使用核武器的门槛。

应当说,美国政府已经公开了“取代冷战时期的抑制战略,把攻击用最尖端武器和防御系统等结合起来,即把核武器与常规作战力量结合运用的新作战方针。”它的最大特点是,把恐怖组织与在开发大规模杀伤性武器的“无赖国家”作为假想敌,提出在对付中东及远东的地区纠纷时,将使用核武器。

在2002年NPR中,美国将国家军事战略基础原来是纯粹以核力量为基础的“三位一体”,即洲际弹道导弹、潜射弹道导弹和战略轰炸机,改变为新的“三位一体”: (1) 由整个核力量与常规武器构成的攻击体系; (2) 以导弹防御美国及盟国的导弹防御网体系; (3) 能够对各种威胁做出快速反应的军工产业基础设施。由此可见,美国核威慑概念已从过去对苏联的纯核威慑(进攻性核力量至高无上)转变为对于中心威慑和广泛威慑的所谓“空战威慑”。战略也从过去的核威慑转向4步走战略“即确保、阻止、威慑和战胜”,其中最重要也最现实的特点是把导弹防御作为其战略支柱之一。

1.4.3 苏联 / 俄罗斯的核战略

苏联是继美国之后,世界上第二个拥有核武器的国家,1955年苏联成功地进行了氢弹试验。从此,核威慑逐步成为苏联的主要军事战略。

从20世纪50年代中到70年代末,苏联奉行火箭核战略和核战争制胜战略。

50年代美国的核力量占绝对优势,苏联担心遭到核打击,因此苏联加紧研制和部署核武器,并大力发展导弹作为运载工具,赫鲁晓夫积极推行进攻战略,主张先发制人,以减少苏联的损失。他的“火箭核战略”就是认为未来战争是核战争,是火箭核大战。所以苏联大力发展战略和战术核武器,全力争夺核优势。1957年苏联抢在美国之前试验了洲际弹道导弹,一时之间震惊了美国朝野上下,以为美苏之间出现了“导弹差距”,实际上,苏联开始试射的导弹只不过是中程

弹道导弹而已,其射程达不到美国。赫鲁晓夫在1962年采取冒险主义做法,把中远程和中程导弹运到古巴,想威胁美国。发生在1962年10月的“古巴导弹危机”被认为是美苏两国在冷战时期一次最严重的对抗。当时,苏联政府征得古巴同意后,在古巴境内部署了携带核弹头的中远程和中程导弹,以“保卫古巴革命和安全”和对美国进行威慑。1962年10月22日,肯尼迪总统下令派出200多艘军舰和25万军队封锁古巴周围的海域,以阻止苏联继续向古巴运送导弹。美苏两国都发出了核威胁信号,双方处于核战争的边缘。结果在美国强大兵力的压力下苏联不得不撤出导弹,造成尴尬收场。美国停止海上军事封锁,“导弹危机”宣告结束。

赫鲁晓夫下台后,苏联的核战略没有什么重大变化。认为今后可能是核战争,也可能是局部战争,因而同时发展核军备与常规军备。但仍然把“核战争制胜”作为主要目标。1966年以后,由于苏联在核武器上有了很大发展,无论在核武器的数量上和摧毁能力上,都已超过了美国,增强了信心。

1969年11月在限制战略武器谈判中,苏联代表团声明:“即使在一方首先遭到攻击的情况下,它无疑仍会保有发动摧毁报复的能力,因此我们都同意,两国之间的战争对双方都将是灾难性的。对决定发动战争的一方来说,这就等于自杀。”这时期苏联的核战略相当于美国的“确保摧毁”和“第二次报复打击”的战略。

1969年10月,中苏在珍宝岛发生边界冲突时,勃列日涅夫政府也曾对中国政府发出核威胁,这是自朝鲜战争中国遭受美国政府的核威胁以来,中国经受了来自第二个核超级大国的直接威胁。

苏联海军元帅戈尔什科夫1973年在《海军文集》第2期中写道:“水下火箭运载工具的生存能力比陆基发射器高得多,是更有效的威慑手段。它对侵略者是一种经常的威胁。当侵略者明白来自海洋的核报复不可避免时,他可能被迫停止发动核战争。”这说明苏联对核威慑的看法同美国差不多。20世纪70年代苏联在核力量上达到同美国的均势后,就不断强调它不谋求优势。苏联在保持其和美国争霸前提下,调整了核战略。在70年代末至80年代末,采取了以核武器为后盾的常规战争战略。美苏都认识到核战争没有胜利者,所以他们都不敢轻易动用核武器。同时,苏联在常规力量方面占有优势。

苏联解体后,自1991年以来,俄罗斯的核战略经过几次重大调整。从“不首先使用”、“不承诺不首先使用”逐步演变为目前的“先发制人”核打击战略。2003年底,俄总统普京强调:现在和将来很长时间内核遏制力量都将是俄罗斯国防的主要基础。目前俄罗斯的核遏制力量处于良好的战备状态,俄还将继续发展核遏制力量。俄国防部长谢尔盖·伊万诺夫声称,当今时代的外部威胁要求俄武装力量在世界各地执行各种性质的任务,因此俄不能完全排除先发制人使用武力。

俄罗斯先发制人的核战略,既适用于核战争,也适用于常规战争;既适用于以核武器对付拥有核武器的国家,也适用于以核武器对付无核武器敌对国家。

俄罗斯与前苏联相比,无论军事实力还是经济实力都相差甚远,但俄罗斯从前苏联继承的核力量仍令美国不敢小看。俄罗斯仍是除美国以外,惟一拥有巨大战略核力量的国家,俄罗斯有能力使用核武器对全球任何一个地点发动攻击。核力量是使俄罗斯跻身于世界强国行列的重要因素之一。俄罗斯的核潜力是美国在全球无所顾忌地实施霸权主义的最后一个威慑因素。如果大量削减核力量或放弃核力量,俄罗斯就会失去作为世界大国的地位,它对社会的影响将会变得软弱无力。在目前俄罗斯经济困难、常规军事力量变弱,北约试图对俄形成包围圈的情况下,保持一支强大的核威慑力量,并坚持先发制人的核打击信念,是保障俄罗斯国家安全和利益的有效途径。

由于美国逐步推行其先发制人的核打击战略,降低了在局部战争中对包括俄罗斯在内的“危险”国家使用高精度战术核武器的门槛,俄罗斯势必会对本国核战略和核武器使用原则做出相应调整,以应对来自美国的威胁。在俄罗斯的常规力量远远落后于美国和北约的情况下,俄罗斯将不得不继续依靠核力量的威慑作用,加大战略核武器和战术核武器的研发力度(见图1.10),并降低核武器的使用门槛,继续推行俄罗斯的先发制人核战略。

2004年2月10~18日,俄军举行了最大规模的具有核战争背



图1.10 俄罗斯 SS-18“撒旦”洲际弹道导弹

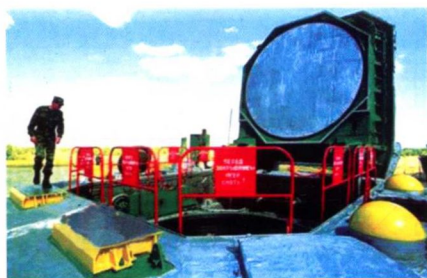


图 1.11 2004 年 2 月 10 日俄军举行大规模的具有核战争背景的军事演习。它是俄罗斯先发制人的核战略的一种实践演习，也是对美国调整核武器使用原则的必然反应

景的军事演习(见图 1.11)。俄罗斯政府如此兴师动众，举行大规模的核战演习，其目的有四方面的考虑：

首先，苏联解体后，俄

军一度因为经济原因陷入困顿之后，直到 2002 年起，俄军的演习数量逐渐增加。陆军举行了 250 次各种规模的司令部演习。伊拉克战争后，基于战争的启示，俄军不断加大演习的力度，可见普京总统决心重振俄军雄风的影子。

这次演习安排在 2 月中旬举行，显然是为普京总统在 3 月参加总统大选过程增加民众对他的支持度。

给跌向低谷的俄美关系一个警示，俄罗斯此次演习是模拟对美实施核攻击，通过大规模核战演习，让美国认识到和俄罗斯对抗也不是那么容易的。

两极格局解体后，俄敏锐地认识到“相互确保摧毁”理论受到严峻挑战，着手修正核战略，形成“现实遏制核战略”，放弃不首先使用核武器的承诺，将核武器从理论上的“威慑手段”转变为现实“遏制力量”。不断降低核门槛，可能使用核武器的范围不断扩大，将核武器的使用范围扩大到“防止地区战争”，突出了核武器在局部战争和地区冲突中的威慑作用。俄罗斯的这次大规模核演习正是对自身核遏制力量的检验。

1.5 印巴核竞争与核威慑

自从 1947 年英属印度实行分治以来，曾在 1948 年、1965 年和 1971 年发生过三次印巴战争，邻国之间的关系大大恶化了。

克什米尔问题是 57 年前印巴分治的遗留问题，由于领土、种族、宗教矛盾交织在一起，克什米尔问题成为两国关系的主要难点，可以说是印巴两国长期对抗的一个根源。巴基斯坦在 1965 年的印巴战争中遭到失败，当时受失败刺激的巴基斯坦外长阿里·布托说了一句非常有名的话：“即使我们吃草根树叶，也要搞出原子弹。”应该说巴基斯坦的核武器计划源于 1965 年失败的印巴战争。1974 年印度又成功地爆炸了一颗核装置，这就更加刺激了临国巴基斯坦坚决研制核武

器的决心。

目前，印度和巴基斯坦都是拥有核武器的国家，而核武器往往是战争的最高威慑。

“卡内基国内和平基金会”印度核计划学者乔治·波尔科维奇警告说：“现在，印巴双方应该强烈意识到，它们之间的核战争危险确实存在，所以应该极其小心才是。”

据美国核武器研究机构的一份研究报告分析，如果印巴之间真的爆发核战争的话，那么人员伤亡将是异常巨大的，因为印方的人口超过 10 亿，而巴基斯坦也有 1 亿 5 千万，即使有一枚核弹在孟买爆炸的话，那么至少会造成 85 万人的伤亡代价。

近年来，印巴之间的核竞争愈演愈烈，甚至启动核威慑。1998 年 5 月，印度在其西北部的拉贾斯坦沙漠进行了 5 次核试验，这也是继 1974 年以来印度的首批核试验，印度公然宣称自己拥有了核武器。三个星期之后，巴基斯坦在其西南部地区进行了 6 次核试验，双方达到了剑拔弩张的地步：印度能干的，我们也能干！

由于印巴两国是邻国，首都新德里与伊斯兰堡之间如果互射导弹，导弹只需飞行三四分钟即可抵达。印巴两国之间又摩擦不断，双方不时交火。所以，印巴两国间核对峙的局面也一直处于僵持状态。

巴基斯坦确属不发达国家，巴国人口与国民经济总产值都只及印度的七分之一，但是为了对付来自邻邦印度的核威胁，也投入了巨大的人力与物力建设基础核设施，并由此研制原子弹。巴基斯坦的鹰派一直坚信，他们的核武器有效地遏制了印度的进攻。

印度的核力量和常规军事力量都远远超过巴基斯坦。世界各地的科学和军备监督组织估计，印度现有 55 至 110 颗核弹，多数分析家认为 55 颗比较可靠。美国科学家联合会说，科学家们普遍估计印度约有 60 件核武器。

另一方面，巴基斯坦可能有 15 至 40 颗核弹，专家们认为巴基斯坦拥有 15 颗核弹的可能性比较大。

印度的战略核力量的重点是以飞机、陆基导弹和舰船三位一体投送系统为后盾的威慑力量，这种三位一体的投送系统尚未建成。近期内最有可能的投送方式是飞机。

印度已采纳了“不首先使用”核武器的政策，但是巴基斯坦尚未采纳这项政策。

美国兰德公司受美国政府委托进行的一项研究认