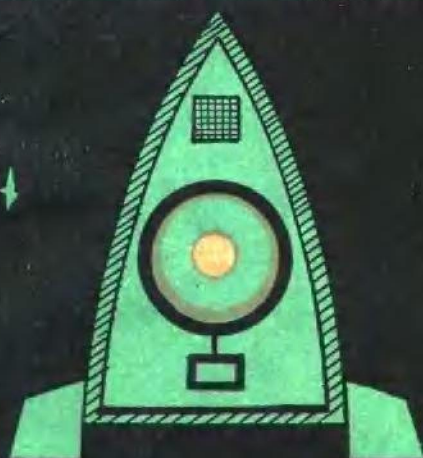


HE
JI
SHU
CONG
SHU



669179

中 子 弹



吴桂刚 著

原子能出版社

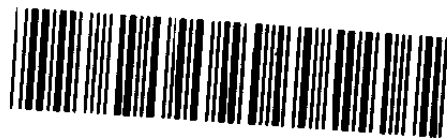
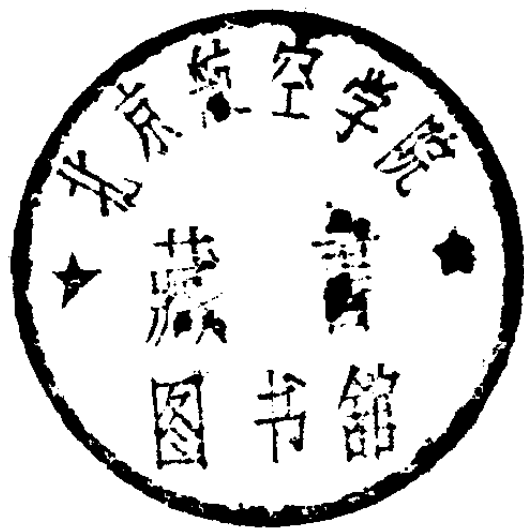
669179

TJ 9/02

核 技 术 丛 书

中 子 弹

吴 桂 刚 编



C0225805

社

内 容 提 要

《中子弹》是核技术丛书之一，描写了中子弹提出的历史背景和研制过程，介绍了中子弹的原理、内部结构、杀伤效应及防御中子弹的方法；叙述了中子弹出现后在西方国家的军界、政界引起的争论。

本书属于科普性书籍，可供具有中等文化程度的干部、战士、学生及有关人员学习了解核武器用。

核技术丛书

中子弹

吴桂刚 编

原子能出版社出版

北京2108信箱

通县张家湾印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张2.25 字数 25 千字

1987年11月北京第一版·1987年11月 北京第一次印刷

印数 1—1400

统一书号: 15175·864 定价: 0.30元

ISBN 7-5022-0011-8/O·12

序

1896年，天然放射性的发现拉开了揭示原子内部奥秘的序幕。继这以后，经过世界各国许许多多科学工作者数十年的辛勤探索和研究，取得了辉煌的成果：发现了不少新的放射性元素；实现了人工核反应；人工合成了放射性同位素；中子、质子和正电子的发现，丰富了人们对原子核的认识；从三十年代起，各种类型加速器的建成，为核物理研究提供了一种强有力的新工具，同时，用加速器生产了很多新的放射性同位素；1939年，发现了核裂变，接着，1942年，建成了世界上第一座核反应堆，它标志着人类进入了原子能时代。核反应堆提供了一种强大的中子源，为中子的研究和应用，以及放射性同位素的大量生产创造了条件。这样，放射性同位素、放射源、放射性标记化合物、放射性药物和同位素仪表等的研制和供应，逐步走上了商品化的道路，为核科学技术在各个领域中的应用打下了良好的基础。

核反应堆技术的进步和成熟，导致五十年代中核电站的出现，开创了核科学技术应用的另一崭新的领域。核能发电突出的特点是单位重量燃料的发电量十分高，一座100万千瓦的核电站每年仅消耗约一吨铀-235，而烧煤电站则需270万吨标准煤。目前核电的成本不比火电贵，对环境的污染也少；包括反应堆在内的核发电设备现已十分成熟，达到了商品化水平。今天，核能发电已占世界电站总装机容量的十分之一，可以肯定，今后仍将不断增长。

加速器的发展，使它超出了原先专供核物理研究的范围，已开始向着应用领域迈进。加速器能生产纯度高、半衰

期短、发射正电子的无载体放射性同位素，加速器产生的各种粒子束流比放射性同位素放射出的射线的强度高很多。它为核科学技术的应用提供了一种新工具，开辟了新领域。

核技术丛书包括十几个专题，基本上反映了核技术及其在各个领域中的应用概貌。编写本丛书的目的，在于使读者对核技术的特点及其应用能获得较清晰而又正确的了解，消除对放射性和射线的恐惧，普及核技术应用知识，推动核技术的应用，为我国四个现代化建设做出应有的贡献。

张永祥

目 录

序

第一章 中子弹的提出	1
第一节 苏联发射第一颗人造地球卫星——轰 动世界	1
第二节 理想的反导弹武器——纯聚变的小型 干净氢弹	3
第三节 从决定研制中子弹到第一颗中子弹的 试验成功	8
第二章 中子弹的基本原理	18
第一节 巨大的裂变能和聚变能	20
第二节 原子弹和氢弹	22
第三节 中子弹实质上是一种小型的氢弹	35
第三章 中子弹的概貌	37
第一节 中子弹的结构和爆炸过程	37
第二节 中子弹的关键部件——储氙器	38
第三节 中子弹的运载工具	40
第四章 中子弹的杀伤作用和防御	42
第一节 中子弹爆炸的特点和杀伤作用	42
第二节 中子弹对坦克装甲兵团的威胁最大	47
第三节 中子弹的防御	49
第五章 结束语	54
附录 核武器发展大事年表	60

第一章 中子弹的提出

1977年7月初，美国华盛顿人士宣称，过去一年 内，美国在内华达沙漠地区成功地爆炸了一枚中子弹。嗣后，当时的美国总统卡特要求国会授权拨款生产中子弹。有人把中子弹称之为第三代核武器。下面详细介绍一下这一代新武器。

第一节 苏联发射第一颗人造地球卫星——轰动世界

1957年8月，苏联发射了第一枚洲际火箭，同年10月4日又用当时美国无法比拟的强大火箭，将直径为58厘米、重约为84千克、取名为“伴侣”的世界上第一颗人造地球卫星送入了880千米高空的预定轨道，使当时自认为执世界科学技术牛耳的美国人大为震惊！美国的火箭专家一直想要首先发射一颗人造地球卫星，但由于没有突破某些技术难关，终未能如愿以偿。一个月后，苏联又发射成功了“伴侣-Ⅱ号”人造地球卫星，卫星内载着一只小狗，卫星总重达500多千克。这标志着苏联不久可以把人送入太空，也意味着可以袭击美国本土的苏联洲际弹道导弹技术日趋成熟。相形之下，美国在这场军备竞赛中大大落后了，直到1958年1月31日它才发射了一颗只有8.2千克重的“探险者-I号”地球卫星。

当时，苏美两个超级大国核军备竞赛越演越烈，苏联抢

先了一步，迫使美国一些人士不得不考虑美国本土的安全。有没有办法防御苏联洲际导弹的进攻呢？美国的军事技术为什么会落后于苏联呢？1957年末，美国的军事家、政治家及科学家们就这些问题展开了一场大辩论、大争吵。为了解决这些问题，美国国防部成立了多个专门小组，其中有一个小组的任务是，研究对洲际导弹的进攻是否有防御和对抗的可能性，1958年初得出了“肯定”的结论。

在提出的各种可能办法中，有一个办法就是利用载核弹头的反弹道导弹去截击和摧毁敌人的战略进攻导弹；这好像是用自己的炮弹去迎击敌人飞来的炮弹一样。此法虽然可行，但技术非常复杂。最大的困难是，防御一方在敌人的进攻性洲际导弹起飞以后必须很快知道它的飞行参数，判断、鉴别出其弹头的性质和进攻目标。完成这一过程总需要一定的时间。而敌人的进攻导弹飞行一万千米左右也只有三十到四十分钟，所以自己的反弹道导弹从准备到起飞，务必非常迅速。此外，当迎击敌人的导弹时，敌人的进攻导弹有可能已经到达自己领空或边境上空。如果此时用大当量的氢弹弹头去反击敌人的进攻导弹弹头，会有两种危险性：一种是自己大当量的核弹头爆炸，把敌人的核弹头摧毁了，同时也使自己边境附近的军民、设施遭到破坏，包括使本国人民受到放射性沉降物、冲击波和热辐射的伤害；另一种危险性是，如果敌人的第二枚洲际导弹跟随而来，或者是第一次反导弹的反击没有把敌人的进攻导弹打下来（如敌人用假弹头作诱饵使你的反击弹头爆炸，而真核弹头却绕过你的反击导弹奔向目标进攻时），则须立即发射第二枚反击导弹。可是，如果第一次反击导弹弹头爆炸当量很大，所产生的电磁干扰很强，那就会使第二枚反击导弹失去正常功能，无法命中来袭

目标。要避免上述两种危险，就必须研制一种小型干净的氢弹，要求它产生的冲击波、热辐射和放射性沉降物都很少，而主要是用它的中子和瞬发 γ 辐射破坏敌人进攻导弹弹头的控制系统和电引爆系统，或使敌人的进攻核弹头不能引爆，或提前引爆，丧失作战能力。这样本国军民就不会受到伤害，军事设施也不会受到破坏。这是一个很理想的办法。军事科学家们试图研制出这种小型干净的氢弹，即中子弹，亦即减少冲击波、增强核辐射核武器。

第二节 理想的反导弹武器——纯聚变的小型干净氢弹

理想的反导弹核武器应能在本国边界附近的高空摧毁敌人发射来的导弹核武器，而对自己国土上的建筑设施和人民生命财产基本上不产生破坏与杀伤作用。这就要求反导弹核武器的冲击波和热辐射的破坏作用很小，产生的放射性沉降物也很少。只有纯聚变的小型氢弹才能做到这一点。

这种小型氢弹是用氘和氚做核炸药，因为二者发生聚变反应时只放出 α 粒子和高能中子。 α 粒子的动能为 3.5MeV ($1\text{MeV} = 100\text{万电子伏特}$ ，电子伏特是一能量单位， $1\text{电子伏特} \approx 1.6 \times 10^{-19}\text{焦耳}$)，约占放出总能量的五分之一，它主要使空气产生高温、高压、形成火球和冲击波；高能中子的能量为 14.1MeV ，它穿过外壳向四周辐射，其中子弹强度减弱与距离的平方成反比，所以小型氢弹产生的中子的杀伤作用大约在2千米之外就很小了，一般也不会产生很强的放射性产物。因此，用这种氢弹作导弹的弹头拦截敌人的战略核武器

不会对自己的领土产生破坏和杀伤作用。这是一种很理想的反导弹武器。

但是，这种纯聚变的小型氢弹很难制造，原因是氘和氚的聚变反应只有在几百万度的高温、几百万倍于大气压力的条件下才能实现。目前是利用原子弹作引爆“雷管”，来点燃氢弹实现这种大规模反应的。为了减弱核裂变产生的破坏作用，人们自然就想到能否用一颗超小型的原子弹做“雷管”来制造一颗小型氢弹，只要小型原子弹的威力很小，小到只是小型氢弹威力的几分之一，也就是尽可能提高核弹的干净程度，那么原子弹的杀伤作用就处于很次要的地位，就可以把这种小型氢弹看成为一个近似纯聚变的氢弹，或叫做准聚变的小型氢弹！这就是那时人们对目前试验成功的中子弹的基本设想。

这种设想是有一定基础的，因为当时超小型原子弹的技术已经取得了很大的成功。1953年5月，美国初步试验了280毫米口径、重270千克的原子炮弹；到1956年3月又一种小型原子炮弹试验成功了，其原子炮弹直径为203毫米、重150千克、威力为7000吨TNT（黄色炸药）当量。尽管它作为中子弹的“雷管”来说还是太大、太重，不过离要求相差不是太远。通过研究改进，技术上完全有可能制造出更小、更轻的“雷管”。当然，这是非常困难的。

1952年11月1日美国在埃尼威托克岛试验的第一颗氢弹（实际上是一个热核装置）的装料是液体氘和氚，使用了一套可致冷到零下250℃的低温冷冻设备，使气体氘、氚变成液态；氘、氚外面用一真空层隔热，真空层外面再用液体氮冷却，再外面是一个可承受高压的密封外壳。这个巨大的圆柱体竖起来有一幢三层楼房高，平放着像一个用火车装运的

石油槽车，总重达62吨。这个试验装置是在一个巨大的铁塔上爆炸的，它的设计威力估计为300万吨TNT当量，爆炸后实际达到约500万吨TNT当量。这样的庞然大物当时任何导弹和飞机都无法运载投掷，所以没有军事作战价值。

（1953年8月8日，苏联宣布“氢弹的生产并不为美国所垄断”。同年，8月12日，苏联成功地试验了一颗氢弹，美国空军巡逻飞机在亚洲北部上空收集到苏联100万吨级热核试验装置的剩余物和沉降物样品。经过对样品进行化学分析，美国人大吃一惊，原来苏联使用的热核炸药是氘化锂固体化合物，没有用冷却装置，所以氢弹的重量是七交五的。1954年2月28日美国在比基尼珊瑚岛试爆了一枚干式装料的氢弹，是一种裂变-聚变-裂变的三相热核装置，威力为1500万吨TNT当量，重量为20吨左右。当时试验地区风向突变，日本“福龙丸号”渔轮在爆炸中心南面64公里处捕鱼，突然空中落下一片白雪似的粉末，使23个日本渔民受到放射性灰尘的辐射伤害，其中一名在半年后死亡，因此，激起了日本人民的强烈抗议。

这种抗议并没有对苏联和美国的核武器竞争产生任何影响。1955年11月23日苏联进行了第一次高空氢弹试验，爆炸当量约为1000万吨；美国在1956年5月21日在比基尼珊瑚岛1300多米上空也进行了一次1500万吨级氢弹的空中试验。这说明，氢弹的大小和重量已达到可以用气球或飞机运载投掷的水平，估计重量在4吨到10吨之间。在不到十年的时间，美国已将氢弹的重量减轻到第一个热核装置的十分之一左右。爆炸威力主要是靠聚变提供的。但是氢弹还是太大、太重，所以从五十年代末美国核武器的技术水平来看，没有长期的艰巨的努力是很难达到氢弹干净化和进一步小型化的目

的。特别是五十年代，美苏的核武器竞赛，都是以发展大当量战略核武器为主要目标，在这方面争夺核武器优势以达到实行大规模核报复的目的。因此不可能把主要人力、物力、财力用于研制小型干净的氢弹上。但是，随着核武器现代化，它的小型化问题逐渐被提到重要的议事日程上。

不可忽视的另一个问题是，五十年代中期，北约国家在研究西欧战术核武器作用和地位时，对其冲击波、热辐射和放射性沉降物的杀伤作用及其副作用的问题展开了一场大辩论。北约使用的战术原子弹，由於其冲击波、热辐射和放射性沉降物与1945年8月投在日本广岛和长崎的原子弹十分相似，在使用时除了可以杀伤敌人外，还会对西欧稠密的居民造成不可避免的较大伤害。1955年在北约国家的一场作战演习中，对使用这种武器进行了模拟，证明上述的担心是有根据的。于是，一些北约国家对使用这种战术核武器在政治和道义上产生的问题提出了异议，连美国国防部长对这场持续的辩论也深感忧虑，害怕在西欧大量使用战术原子弹会给人口稠密的欧洲居民区带来无法估量的损失；如果不采取替代办法，北约国家是不会同意使用这种核武器的，这就会使北约和华约的军事天平发生不利于北约的严重问题。所以美国也早在五十年代末、六十年代初，就着手研制一种新的战术核武器，用以代替原来的战术原子弹。于是也促进了利用中子射线作为主要杀伤因素的中子弹的研制。

综上所述，中子弹的提出和研制起因于寻找反弹道导弹的理想弹头，氢弹的小型化和干净化，北约组织战术原子弹的更新，等等。哪一个主要原因呢？各国报刊杂志众说不一。应该说，氢弹的小型化，干净化既是中子弹研制成功的技术基础，也是解决理想的反弹道导弹弹头和更新北约老

式战术原子武器的必由之路。当然，中子弹的研制成功，也促进了氢弹小型化和干净化，甚至为纯聚变氢弹打下了一定的技术基础，所以发展小型氢弹和发展中子弹是相辅相成的。表1和表2分别列出了原子弹和氢弹小型化的性能对比。

表1 原子弹小型化性能对比表

代	1945年	1956年	1962年
型 号	“胖子”（内爆式）	核榴弹炮	核榴弹炮
威 力	20000吨TNT	7000吨TNT	1000吨TNT
重 量	4.5吨	150千克	60千克
尺 寸	$\phi 1.52\text{米} \times 3.25\text{米}$	$\phi 203\text{毫米}$	$\phi 155\text{毫米}$

表2 美国氢弹小型化进展情况

年 代	1954年	1956年	1958年	1962年	1971年	1979年
型 号	MK-17	MK-36	MK-28	MK-57	MK-4Ⅲ	MK-12A
底直径(米)	1.55	1.43	0.51	0.38	0.457	0.543
长 度(米)	7.47	3.80	2.77	3.01	1.067	1.813
重量(千克)	19050	7910	2270	227	91	180
当量(万吨)	2000	~2000	~1500	10	5	33
备 注	B52机载 航弹	B52机载 航弹	B52机载 航弹	F-4机载 航弹	海神导弹	民兵-Ⅲ 导弹

第三节 从决定研制中子弹到第一颗 中子弹的试验成功

过去美国每一种核武器从初步设计到定型生产一般都要经过四个阶段，即设想和方案论证阶段、研究设计阶段、工程设计和发展试验阶段以及最后定型生产阶段。而且每一种新型核武器大约都要进行十次左右的试验：三次设计试验、三次研制试验、一次改进试验、一次生产样品试验、两次库存质量检查试验。显然对中子弹来说，上述几个阶段也是必不可少的。在1958年到1976年间，美国从决定研制中子弹到第一颗中子弹的试验成功至少经过了前三个阶段，进行过不少于四次的试验。从许多报刊杂志报导的情况看，美国中子弹的研制大致可划分为以下几个时期。

1958年到1960年为制订设计方案和方案论证时期。1958年美国国会和原子能委员会联合军事小组委员会召集利弗莫尔国立实验所的劳伦斯、米尔斯和泰勒讨论核武器发展问题，他们在讨论会上提出了制造和应用小型“清洁”热核弹的想法。这个想法使军事小组委员会很感兴趣。1960年议员杜德证实，这种“清洁”热核弹就是中子弹，是一种战术性核武器，比当时使用的所有武器都更加有效，并称中子弹放出的能量能控制，可使其产生中子流而不产生冲击波和灼热。1977年11月，美国《空军》杂志登载了“重大事件——中子弹”一文，其中谈到：美国强辐射战术核武器的研制工作可追溯到1958年，那时，兰德公司提出了研究能否在战场上使用低当量强辐射武器杀伤人员的问题，这项研究是在美

国原子能委员会提出“加强辐射的基础研究”的鼓动下进行的。国防部在1958年秋天看了兰德公司有关这种武器的一系列简报后，开始重视这项研究。此后，军方和原子能委员会多次讨论了这种武器的研制问题。到了1960年，形成了一个正式建议——必须立即采取措施，保证尽快地研制出瞬时辐射能达到最大限度的那种核武器系统。原子能委员会就该武器的性能、关键技术及解决的办法、制造工艺、费用和计划进度写出了详细报告，送交了美国国务院、国防部和国家安全委员会。随后，它又对中子弹的可行性进行了论证，结论是肯定的。1961年春，美国国会主席霍利菲尔德(C. Holifield)以及议员、军事组织委员会主席杰克逊(H. M. Jackson)都确信新的尝试会成功，能试制成如同象原子弹、氢弹一样的革命性武器。同年，美国报纸引用官方消息说：美国在研究中子武器。不过，美国氢弹之父——爱德华·泰勒发表讲话说，美国这种研究还处在实验室阶段，成功还是很遥远的事情。

1978年美国外交政策研究协会出版了一套丛书，其中有一本叫做《中子弹：政治的、技术的及军事的问题》。此书是由S. T. 柯恩写的。他自1944年以来，一直在美国从事核武器研制、军事应用及政策事务工作。柯恩在该书谈到：“在1958年我完成了增强辐射武器——中子弹具体设计的研究工作。促使研究增强辐射武器的直接原因是，由于五十年代北约所部署的大多数战术核武器会对居民造成较大的次生伤害，除非降低武器当量，否则不能减少冲击波和热辐射的破坏半径；但这样做，会降低武器的军事效能。后来发现中子弹可以解决这个矛盾，它的瞬发核辐射具有很高的、军事效能，而又大大缩小了冲击波和热辐射的破坏半径，从而可以大大降低对居民的次生损害。”由此可知，美国在五十年代末，

六十年代初，就制订了中子弹的设计方案，并对设计方案进行了论证。但是这一计划没有得到及时、有力地执行，原因是当时美国还处于艾森豪威尔-杜勒斯的重点发展和部署大规模、大当量的战略核武器的时期，所以中子弹的研制没有受到重视。

1961年到1966年前后大概是中子弹的集中研究设计时期。要完成一种新武器的设计，需要许多试验数据，需要确定结构的形状和布局及解决部件加工工艺等一系列新问题。据报道，美国在1962年就已开始进行中子弹的有关试验工作。1978年1月《化学、生物、辐射和原子事件军事纪事》杂志登载的“介绍研制中子弹的一项试验”一文中说，为了对位于空中的中子和 γ 射线源引起的地面上的剂量分布进行研究分析，1962年美国原子能委员会将一个小型裸露的原子反应器放置在一个高塔上的铝制吊舱里，考察 γ 射线和中子的能谱分布，研究辐射防护问题。这种试验目前还在进行。在美国内华达核武器试验场的另一个塔上，放了一个很强的氘氚聚变反应14MeV的中子源，它可以和裂变产生的中子源混合在一起，模拟研究中子弹的中子混合能谱及这种混合能谱通过中子弹的结构材料后的变化和中子强度的减弱情况，从而可以较准确地知道穿过中子弹外壳后中子流的强度和能量。这对研究中子辐射杀伤作用是很重要的，对中子弹的结构设计、选择什么样的材料和尺寸也是必不可少的。

英国皇家军事学院出版的《国防研究杂志》1977年3月号载文讨论氢弹的聚-变裂变比时，曾谈到，真正的氢弹的裂变部份只是作为实现自持热核反应的一个引爆器。用少量的裂变材料实现高当量的热核爆炸，其诀窍就在于氢弹各部件的合理形状和布局。同样，设计中子弹也要解决用最少量的

裂变材料点燃氘氚的自持热核反应的问题。这个问题的解决只有通过设计中子弹的有效部件并加以合理布局才能实现。要做到这一点，不通过试验是没有把握的。1962年美国对此进行了试验研究，在内华达核试验场进行的“犁头计划”的一系列核试验中，有一次代号为“轿子”的地下试验。这是一次氢弹试验，武器当量约为10万吨，但裂变产生的能量只占很少一部分。而目前中子弹的裂变聚变比是多少呢？据有关资料介绍，1000吨 TNT 当量的中子弹，其裂变能和聚变能各占一半左右；威力较大一些的中子弹头，其聚变能量约占60%，裂变能量约占40%。显然，聚变能占的比例越多越好，真正的纯中子弹，应该是100%，都是聚变释放的能量。当然，中子弹的不同结构，核炸药的比例不同，其裂变-聚变比是不一样的。在同一颗中子弹中，也可以调节其裂变和聚变比。据说，调节中子弹的威力是通过调节储氘器或调节中子弹的其它部件来实现的；有一文献报导，美国长矛导弹上的中子弹头，可以通过几个按钮来调节中子弹的裂变和聚变比，从而达到调节中子弹头威力的目的。这说明，美国通过许多试验，已掌握了调节中子弹头裂变-聚变比的办法。

1963年美国曾试验过 W-63 型核弹头，目的是提高中子辐射强度，因中子通量没有达到要求而停止。

1966年以前，美国对氢弹和中子弹的结构材料 ^6Li 、 ^7Li 、D、T、Be 等的核反应性质进行了大量的研究，测量研究了 14 MeV 的快中子与这些材料的核反应产物、产额及核反应放出的各种粒子的能量、核反应的截面和角分布，特别是针对氘和氘、氘和氘反应的速率和几率等，进行了大量的仔细的研究。测量的精确度大大提高，关键数据的精确度都在 1 %