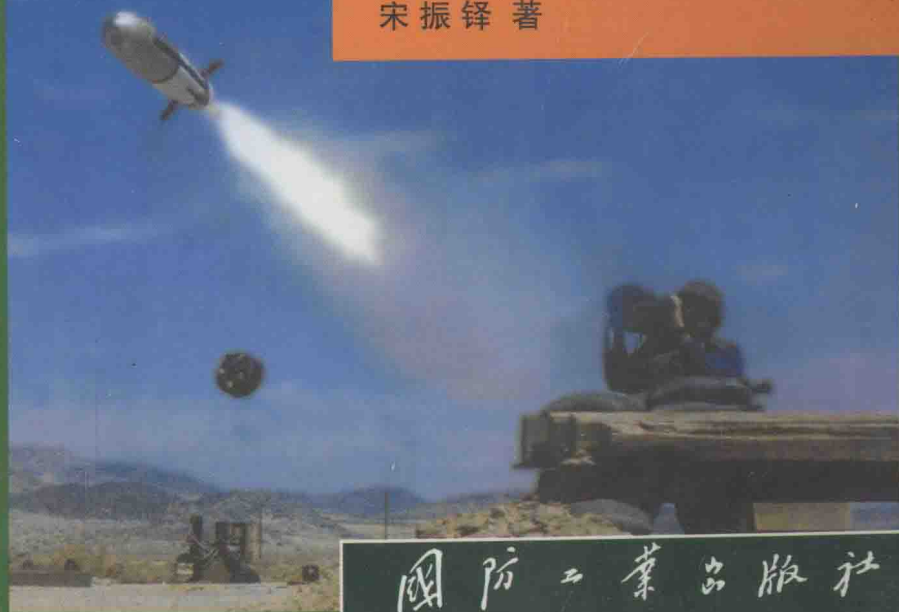


# 反坦克制导兵器 论证与试验



## Demonstration and Test for Anti-tank Guided Weapon

宋振铎 著



国防工业出版社

# 反坦克制导兵器 论证与试验

Demonstration and Test for  
Anti-tank Guided Weapon

宋振铎 著

国防工业出版社

·北京·

## 图书在版编目(CIP)数据

反坦克制导兵器论证与试验/宋振铎著. —北京:  
国防工业出版社, 2003. 10

ISBN 7-118-03197-6

I. 反... II. 宋... III. 反坦克武器: 制导武器  
IV. TJ99

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 052395 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 100044)

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 9 $\frac{3}{8}$  228 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

印数: 1—2500 册 定价: 25.00 元

---

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

## 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;密切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,密切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

#### IV

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  
第四届评审委员会组成人员

名誉主任委员	陈达植				
顾问	黄宁				
主任委员	刘成海				
副主任委员	王峰	张涵信	张又栋		
秘书长	张又栋				
副秘书长	彭华良	蔡镛			
委员	于景元	王小谟	甘茂治	冯允成	
(按姓名笔画排序)	刘世参	杨星豪	李德毅	吴有生	
	何新贵	佟玉民	宋家树	张立同	
	张鸿元	陈火旺	侯正明	常显奇	
	崔尔杰	韩祖南	舒长胜		

# 序 言


随着高新技术的迅速发展和国家综合国力的增强，我国反坦克制导兵器型号、品种和装备数量越来越多，该类武器战术技术指标和使用要求论证及试验评估也成为极为关注的重要问题。本书在运用科学的方法论证提出先进的指标体系、使用要求并进行合理的试验评估方面，进行了深入研究，做出了重要贡献。

本书覆盖了制导兵器型号论证和定型试验过程中涉及的有关技术理论问题，内容完整、新颖、翔实，具有系统性。在制导兵器威力、精度、抗干扰能力、可靠性、维修性、安全性等主要战术技术指标要求论证方法、效能分析、国外发展思想研究等方面有较大创新。书中运用了该领域国内外最新的研究方法，引用了最新的资料，反映了当前的发展方向 and 动态，对制导兵器作战目标和使用要求等进行了科学预测，具有前瞻性和先进性，学术水平高，是该领域论证、研制、试验和管理部门多年来渴望见到的学术专著。

本书作者具有三十余年多个型号的反坦克制导兵器论证、研制和试验工作的丰富经验和很深造诣，书中大部分内容经过了型号论证和研制的检验，本书的理论和方法对工程实践具有很强的指导意义和应用价值。迄今为止，系统地论述反坦克制导兵器战术技术论证和试验评估方法的专著，国内尚属首次。

## VIII

本书对军内外有关院校、研究所、工厂和部队从事教学、科研、生产、试验和使用的工程技术人员很有参考价值。它的出版将对提高我国制导兵器论证、研制、试验和管理水平发挥重要而积极的作用。

中国工程院院士：

2003年7月



# 前 言

随着光电、制导、控制、微电子、计算机等相关学科的快速发展，武器装备制导化趋势越来越明显，在制导兵器设计思想、原理和方法不断推陈出新的同时，其论证和试验科学也逐渐受到军方和研制部门的重视。

作为一门边缘和交叉学科的武器装备论证与试验学，国内外的专门研究很少，本书是在归纳、总结了多年来制导兵器论证、研制、试验和使用研究成果的基础上，拓展、深化和提炼而成的。

本书的主要内容是：以反坦克导弹为主要对象，阐述了几类反坦克制导兵器的发展历程、现状和趋势，分析了苏/俄、美国和西欧等国制导兵器的发展指导思想和原则；以最新资料和一手试验数据为基础，归纳提出了当前主要作战目标的特点，重点分析了装甲目标的防护性能现状和发展趋势；总结论述了反坦克制导兵器战术技术指标体系和总体技术方案论证的主要内容、方法与思路，提出了有效射程、威力、命中精度、抗干扰能力、安全性、可靠性、维修性、环境适用性、配套完整性等主要战术技术指标和要求的论证方法；提出了制导方式、发射方式、运载方式、控制与导引方式、使用环境、光电对抗措施、弹道选择、目标毁伤方式与技术途径论证方法；分析了当前困扰反坦克制导兵器发展的目标识别、目标毁伤、软发射、捷联导引、复合制导与信息融合等共性、型号和单项的关键技术；阐述了制导兵器定型和鉴定试验中总体试验方案设计思路，以及威力、可靠性、命中率、抗干扰能力等主要战术技术指标试验、考核与评估的方法；提出了制导兵器内、外弹道仿真模

型和仿真研究的基本方法；最后以车载和便携式反坦克导弹为例，给出了作战效能分析的对抗模型。

全书涵盖了军方反坦克制导兵器发展规划论证、型号的综合论证、战术技术论证、方案论证以及试验鉴定等研制全过程的技术理论内容，是反坦克制导兵器的论证与试验方法方面的应用性研究。全书共分七章，第一、二章依据国内外最新技术动态，分析了几类制导兵器和装甲目标的发展趋势和发展指导思想；第三、四、五章分别阐述了制导兵器论证的一般程序和方法、主要战术技术指标和使用要求论证方法、总体方案论证的基本思路和关键技术，重点是有效射程、精度、威力、抗干扰能力、制导方式、可靠性、维修性、安全性、环境适应性等共性指标的论证；第六章总结了制导兵器试验总体设计方法和主要指标考核评估方法；第七章提出和介绍了仿真试验和效能分析的数学模型和方法。

本书是许多同志智慧和辛勤劳动的结晶。书中第七章第1~5节和8~9节分别是齐占元和徐文旭同志执笔的，书中引用了才振林、陈宝祥、沈晓军、张更宇、庞常战等同志的研究成果，李森、石鑫和常皓等同志也为本书的出版做出了贡献，在此一并致谢。

本书可作为军内外有关院校本科生和研究生，以及研究所和工厂从事教学、科研、生产、试验、管理和使用的工程技术人员的参考书。

著 者

2003年6月

# 目 录

<b>第一章 制导兵器的发展</b> .....	1
1.1 反坦克导弹 .....	1
1.1.1 作用与特点 .....	1
1.1.2 发展历程 .....	2
1.1.3 发展现状 .....	6
1.1.4 发展趋势 .....	9
1.1.5 各国反坦克导弹发展思想 .....	10
1.2 末制导弹药 .....	12
1.2.1 组成和用途 .....	12
1.2.2 发展历程 .....	12
1.2.3 发展现状 .....	14
1.2.4 发展趋势 .....	15
1.3 制导航弹 .....	15
1.3.1 发展历程 .....	16
1.3.2 特点与战术应用 .....	18
1.3.3 发展趋势 .....	19
1.4 制导地雷 .....	20
1.4.1 组成和作用 .....	20
1.4.2 发展现状 .....	20
<b>第二章 作战目标分析</b> .....	24
2.1 坦克装甲战斗车辆作用、现状和发展 .....	24
2.1.1 地位和作用 .....	24
2.1.2 现状与性能、特点 .....	26
2.1.3 装甲车辆的发展 .....	32

2.2	坦克装甲部队的作战使用 .....	36
2.2.1	装甲兵运用原则 .....	36
2.2.2	进攻作战中的运用 .....	37
2.2.3	防御作战中的运用 .....	40
2.3	主装甲防护 .....	41
2.3.1	已使用的装甲 .....	41
2.3.2	新概念装甲 .....	43
2.4	爆炸反应装甲 .....	45
2.4.1	结构和分类 .....	45
2.4.2	防护机理 .....	46
2.4.3	防护效果 .....	49
2.4.4	发展情况 .....	51
2.5	主动防护系统 .....	51
2.5.1	组成与基本原理 .....	52
2.5.2	硬式和软式杀伤防护系统 .....	53
2.5.3	电磁主动装甲 .....	56
<b>第三章</b>	<b>反坦克制导兵器论证内容和方法 .....</b>	<b>58</b>
3.1	论证基本原则和内容 .....	58
3.1.1	论证的原则 .....	58
3.1.2	论证的内容 .....	59
3.2	论证基本程序和方法 .....	60
3.2.1	基本程序 .....	60
3.2.2	基本方法 .....	63
3.3	反坦克制导兵器系统指标体系 .....	69
3.3.1	反坦克制导兵器系统组成 .....	69
3.3.2	系统指标 .....	71
3.3.3	分系统主要指标 .....	74
3.3.4	主要部件和设备 .....	75
3.4	指标属性与表述 .....	76
3.4.1	指标的属性 .....	76

3.4.2	指标的结构 .....	78
<b>第四章</b>	<b>战术技术指标和使用要求论证 .....</b>	<b>80</b>
4.1	有效射程 .....	80
4.1.1	最大有效射程 .....	80
4.1.2	最小有效射程 .....	85
4.2	命中概率 .....	87
4.2.1	指标体系 .....	87
4.2.2	精度与命中率 .....	87
4.2.3	多发命中率 .....	89
4.2.4	命中率的确定 .....	90
4.2.5	射击精度要求 .....	90
4.3	战斗部威力 .....	91
4.3.1	命中弹在主战坦克上的分布 .....	91
4.3.2	指标的确定 .....	94
4.4	制导体制 .....	100
4.4.1	制导体制的分类 .....	100
4.4.2	制导体制的确定 .....	102
4.5	抗干扰能力 .....	104
4.5.1	干扰的类型 .....	104
4.5.2	干扰机理 .....	105
4.5.3	抗干扰能力要求 .....	109
4.6	导弹的机动能力 .....	110
4.6.1	机动能力的表示 .....	110
4.6.2	提出法向过载的依据 .....	110
4.7	飞行速度和射击速度 .....	111
4.7.1	导弹飞行速度 .....	111
4.7.2	射击速度 .....	113
4.8	安全性 .....	114
4.8.1	电磁环境安全 .....	114
4.8.2	核、生、化环境安全 .....	115

4.8.3	爆轰波和炮口冲击波安全 .....	115
4.8.4	激光照射安全 .....	116
4.8.5	运输安全 .....	120
4.8.6	操作使用安全 .....	121
4.9	环境适应性 .....	121
4.9.1	自然环境 .....	121
4.9.2	使用环境 .....	123
4.9.3	操作方便性 .....	125
4.10	可靠性 .....	126
4.10.1	可靠性指标体系 .....	126
4.10.2	制导兵器系统任务剖面 .....	127
4.10.3	寿命剖面 .....	129
4.10.4	故障判定 .....	130
4.10.5	可贮存性 .....	132
4.11	检测维修性 .....	133
4.11.1	指标体系 .....	134
4.11.2	维修对象 .....	134
4.11.3	维修方案 .....	135
4.11.4	维修要求 .....	136
4.12	观察、瞄准装置 .....	138
4.12.1	可见光观瞄具 .....	138
4.12.2	夜间观瞄具 .....	141
4.12.3	轴线准直 .....	144
4.13	导弹发射车及配套设备 .....	145
4.13.1	导弹发射车 .....	145
4.13.2	车上配套设备 .....	146
4.14	引信 .....	148
4.14.1	安全性 .....	149
4.14.2	可靠性要求 .....	150
4.14.3	效率性能要求 .....	151

4.14.4	抗干扰性能要求 .....	152
<b>第五章</b>	<b>总体技术方案论证 .....</b>	<b>154</b>
5.1	总体技术方案论证 .....	154
5.1.1	论证内容 .....	154
5.1.2	方案论证要点 .....	155
5.2	主要部件方案 .....	166
5.2.1	发动机 .....	166
5.2.2	舵机 .....	167
5.2.3	引信与战斗部 .....	169
5.3	测角系统抗干扰技术 .....	171
5.3.1	抗干扰技术措施 .....	171
5.3.2	抗干扰技术的综合利用 .....	174
5.3.3	典型测角系统抗干扰技术对策评估 .....	178
5.4	关键技术分析 .....	180
5.4.1	反坦克制导兵器技术特点 .....	180
5.4.2	共性关键技术 .....	181
5.4.3	型号技术 .....	187
5.4.4	单项技术 .....	188
<b>第六章</b>	<b>试验与评估 .....</b>	<b>192</b>
6.1	总体方案优化设计 .....	192
6.1.1	优化设计的准则 .....	192
6.1.2	优化的目标和指标 .....	193
6.1.3	方案优化设计方法 .....	194
6.1.4	科学设计试验程序 .....	196
6.2	仿真试验技术 .....	197
6.2.1	仿真试验 .....	197
6.2.2	仿真试验方案设计 .....	200
6.3	可靠性试验与评估 .....	201
6.3.1	方案设计原则 .....	201
6.3.2	可靠性试验方案 .....	203

6.3.3	可靠性指标评估方法	211
6.4	命中概率和有效射程	212
6.4.1	解析法试验评估	213
6.4.2	比率法	215
6.5	抗干扰试验与评估	216
6.5.1	试验方法	216
6.5.2	抗干扰能力评估	221
6.6	热像瞄准具性能试验与评估	222
6.6.1	试验方案	222
6.6.2	探测与识别距离评估	224
<b>第七章</b>	<b>仿真与作战效能评估</b>	<b>227</b>
7.1	仿真实用符号与坐标系	227
7.1.1	主要符号	227
7.1.2	坐标系	229
7.1.3	坐标转换关系	230
7.2	非滚转制导弹丸运动方程组	235
7.2.1	通用运动方程组	235
7.2.2	有关的力和力矩	236
7.3	滚转制导弹丸运动方程组	238
7.3.1	运动方程组	238
7.3.2	有关的力和力矩	240
7.4	空气动力系数	242
7.5	制导规律和指令形成	246
7.5.1	导引方法	246
7.5.2	控制指令的形成	247
7.6	制导兵器效能评估的基本方法	248
7.6.1	作战效能的量度准则	248
7.6.2	作战效能分析方法	251
7.6.3	效能分析基本程序	251
7.7	目标毁伤率	252



7.7.1	目标毁伤率 .....	252
7.7.2	典型目标毁伤律和毁伤幅员 .....	253
7.8	便携式反坦克导弹射击效率评定 .....	255
7.8.1	作战任务分析 .....	255
7.8.2	射击效率评定模型 .....	256
7.8.3	某型反坦克导弹作战效能分析 .....	261
7.9	车载反坦克导弹射击效率评定 .....	263
7.9.1	作战任务及系统组成 .....	263
7.9.2	效能模型 .....	264