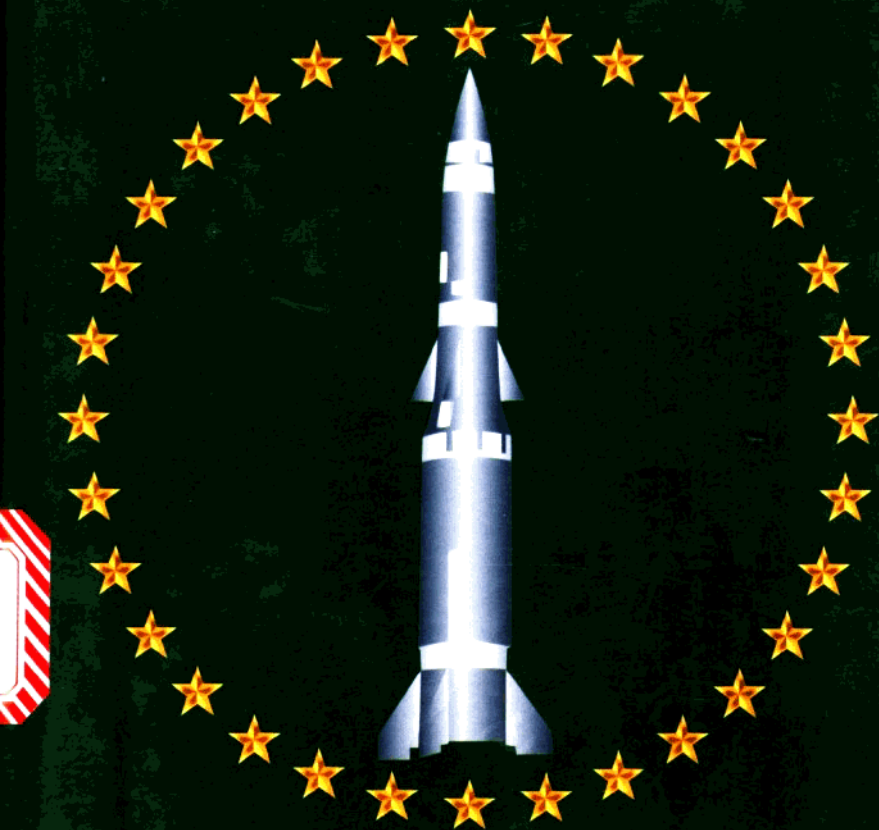


地地弹道式战术导弹效能分析

Effectiveness Analysis of Surface to Surface TBM

张廷良 陈立新 著



國防工業出版社

地地弹道式战术导弹效能分析

Effectiveness Analysis of Surface to Surface TBM

张廷良 陈立新 著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

地地弹道式战术导弹效能分析/张廷良,陈立新著.
北京:国防工业出版社,2001.1
ISBN 7-118-02292-6

I.地... II.①张...②陈... III.地对地导弹:弹
道导弹:战术导弹-效能分析 IV.TJ761.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 23081 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 13 $\frac{1}{2}$ 339 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1-1500 册 定价:26.00 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

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
第三届评审委员会组成人员**

名誉主任委员	怀国模			
主任委员	黄 宁			
副主任委员	殷鹤龄	高景德	陈芳允	曾 铎
秘 书 长	崔士义			
委 员	于景元	王小谟	尤子平	冯允成
(以姓氏笔划为序)	刘 仁	朱森元	朵英贤	宋家树
	杨星豪	吴有生	何庆芝	何国伟
	何新贵	张立同	张汝果	张均武
	张涵信	陈火旺	范学虹	柯有安
	侯正明	莫梧生	崔尔杰	

前 言

地地弹道式战术导弹是近年来各国(地区)军备中普遍采用的一种陆军远战武器。与陆军传统主战装备相比,它具有射程远、威力大、精度高、机动性强、隐蔽性好等优点和特色。这种导弹既可投射常规战斗部,也可以投射战术核弹和其他特种战斗部;它既可用于战术和战役作战的领域,又可用于准战略或战略作战的场合。因此,它具有很大的使用灵活性。加之这种武器的相对廉价性,使得它在陆军现代武器家族中,比其他远战武器更具有吸引力和竞争力。正因为如此,许多国家,特别是第三世界国家的军队,为了增强其陆军远战能力和军事威慑力,往往优先发展弹道式战术导弹,并在战争中将其作为“杀手锏”使用。

现代的地地战术导弹,分为弹道式和巡航式(飞航式)两种。前者主要在稠密大气层外以超音速飞行,而后者则在大气层中以亚音速或跨音速飞行。

对武器系统的科学使用,离不开对武器的科学理解。对于像地地弹道式战术导弹这样的高技术武器来说,其中之关键,乃是对导弹的效能评估。

影响导弹效能的因素很多,诸如:目标条件、武器状态、射击任务、火力突击手段、瞄准点位置分布、突击时机、战斗部解爆参数、弹药消耗量、兵力和火力的组织等等,都直接左右着导弹的效能。所以,对导弹效能的分析,必须计及上述全部影响因素,进行较为全面的定量评估。只有这样,才能较为准确地选择效能指标体系,获得具有较高分辨率的、较为可靠的评估结果。现代,由于数学和其他基础科学以及计算机技术的发展,给予导弹效能评估以新的手段和便利的条件,能够保证这项工作的准确、全面、高分辨率和

实时性,在很大程度上弥补了演习和实践中不能大量发射导弹,也不能进行试射和修正的缺陷。所以,对导弹的效能评估,不仅可作为作战指挥中的决策或辅助决策手段,同时也可作为武器系统的论证、试验、设计提供定量依据。

本书从导弹的历史与现状简要介绍入手,逐步展开地介绍导弹的使用系统工程,重点说明导弹效能的指标及其选择,以及导弹效能评估的方法;较详细地介绍了弹道式导弹的弹道学问题,并着重阐述终点弹道的基本内容;介绍了导弹投射偏差及射弹散布的基础知识,分析了影响导弹投射精度的各种因素,并介绍了导弹子母弹战斗部母弹解爆和子弹散布的规律以及误差分析方法,阐明了导弹射击基础诸元、射击修正量和装定诸元的理论和计算方法;以较大篇幅阐述导弹命中精度评估问题,其中包括母弹投射和子弹群覆盖的精度、单弹头战斗部、单环抛撒子弹群、多环抛撒子弹群和均匀抛撒子弹群的命中和覆盖精度计算问题,以及具有中间制导和末制导分系统的母弹和子弹的命中精度问题;叙述了导弹战斗部的威力评估,其主要内容包括:目标毁伤准则、毁伤作用场及其数学描述、子弹药的终点效应及其衡量指标、综合毁伤效能及其指标;以较大篇幅讲述用解析法评估导弹的射击效能,内容主要包括:集群目标结构及其等效方法与数学描述、子弹群对单元目标的覆盖概率、毁伤面积、对目标群的毁伤期望、完成射击任务的概率、弹药消耗量的计算、对点、线、面、体目标的射击效能计算等;介绍了导弹效能的仿真试验评估方法,包括建模、运行与置信度分析,并主要阐述了导弹的火力运用及其优化;介绍对导弹武器系统及作战效能评估方法以及导弹在特殊环境条件下的作战效能评估;最后简要介绍了按本书建模和编制的导弹效能评估软件。

本书的特点是:把终点弹道学的现代研究成果与导弹命中问题有机地联系在一起,对目标毁伤判据、毁伤作用场、集群目标结构分析、子母弹命中精度及威力评定、完成射击任务的指标及计算方法等,提出了新的见解和计算方法;对导弹效能分析建立了新的数学模型并编制了新的计算机软件。本书将武器的效能分析置于

大系统之中,并在动态的环境下实施运作,且尽可能地考虑各种因素的关键及其细节,因此,分辨率较高,系统性较强,实用性较好,可信度较高。

本书是根据我们多年来研究成果,经过进一步的组织与加工而完成的。通过本书的撰写,我们意在建立一套较全面的、高分辨率的、动态的导弹效能分析和评估体系。这是一项具有创新性的工作。由于资料的匮乏及研究的难度,这一愿望未必能如愿以偿!尽管如此,我们仍希望能推出这一成果,以便与同行们商榷与切磋,并欢迎得到批评与斧正。

本书吸取了相关研究成果,由于不能一一署名,谨此一并致谢。

张廷良 陈立新

目 录

第一章 绪论	1
1.1 地地弹道式战术导弹的历史与现状	1
1.2 导弹的使用与使用系统工程	3
1.3 效能与效率	5
1.4 导弹的作战效能指标	6
1.5 导弹射击效能评估方法	8
1.6 导弹射击效能评估的应用	10
第二章 地地弹道式战术导弹的外弹道和射击精度	15
2.1 地地弹道式战术导弹的外弹道	15
2.2 导弹弹道的简化数学模型	18
2.3 导弹射击精度和射击偏差	26
2.4 射击误差及其来源	34
2.5 射击偏差的估计	37
2.6 射击误差的修正	45
第三章 目标和射击手段	53
3.1 目标的一般讨论	53
3.2 导弹突击目标分析	57
3.3 射击任务	64
3.4 射击手段	66
第四章 装有子母弹战斗部的地地弹道式战术导弹的命中精度评估	71
4.1 母弹的投射精度	71
4.2 子弹群的抛撒和散布	90
4.3 威力环对点目标的理想覆盖概率	106

4.4	单弹头或子母弹形成的威力圆对点目标的覆盖	109
4.5	单环抛撒子弹群对目标的随机覆盖概率	111
4.6	多环抛撒子母弹对各种目标的随机覆盖	141
4.7	单环弹和多环弹沿抛撒环切向的命中概率	150
4.8	具有中间制导和末制导的地地导弹的命中精度	153
第五章	战斗部威力评估	158
5.1	目标毁伤判据	158
5.2	导弹战斗部和战斗部中子弹药的终点效应	160
5.3	毁伤作用场	201
5.4	子弹的威力半径	224
5.5	目标的易毁性和目标等效	227
5.6	弹药威力及其度量指标	232
第六章	解析法射击效能评估	258
6.1	对单个目标的射击效能评估	259
6.2	集群目标及对集群目标射击的效能评估	268
6.3	威力环对集群目标的覆盖	275
6.4	子弹群对集群目标的毁伤	285
6.5	导弹对集群目标毁伤的数学期望	296
6.6	完成射击任务的概率	298
第七章	仿真试验法射击效能评估	312
7.1	仿真法射击效能评估的基本步骤	312
7.2	仿真法射击效能评估的主要思路	313
7.3	像素—仿真法计算子母弹毁伤幅员	316
第八章	导弹火力运用及优化	324
8.1	火力运用与射击指挥	324
8.2	导弹火力运用的优化	327
8.3	射击手段的优化	348
8.4	毁伤律的正确选择与弹药消耗量的优化	355
第九章	导弹武器系统的作战效能分析	360
9.1	概述	360

9.2	导弹武器系统效能方程	363
9.3	导弹系统在对抗条件下的作战效率	373
9.4	提高导弹作战效能的措施和手段	385
第十章	导弹效能评估软件	392
10.1	导弹效能评估软件的功能特点	392
10.2	导弹效能评估软件系统结构	395

Contents

Chapter 1 Introduction	1
1.1 History and present of TBM	1
1.2 Operation and operational system engineering	3
1.3 Effectiveness and efficiency	5
1.4 Operational effectiveness criteria	6
1.5 Assessment method of firing effectiveness	8
1.6 Application of firing effectiveness assessment	10
Chapter 2 Exterior ballistic and firing accuracy	15
2.1 Exterior ballistic	15
2.2 Simplified ballistic mathematical model	18
2.3 Firing accuracy and firing deviation	26
2.4 Firing errors and their sources	34
2.5 Estimation of firing deviation	37
2.6 Correction of firing error	45
Chapter 3 Targets and firing means	53
3.1 General considerations of targets	53
3.2 Analysis of assaulting targets	57
3.3 Firing mission	64
3.4 Firing means	66
Chapter 4 Hitting accuracy assessment for TBM with cargo warheads	71
4.1 Launching accuracy of the carrier	71
4.2 Scattering and dispersion of projectiles	90
4.3 Desired covering probability of an effective ring for	

point targets	106
4.4 Covering point targets of an effective circle by complete or cargo warheads	109
4.5 Random covering probability of targets for single ring scattering projectile groups	111
4.6 Random covering probability of targets for multiple rings scattering carriers	141
4.7 Hitting probability of single ring and multiple rings cargo round along the tangential direction of scattering rings	150
4.8 Hitting accuracy of TBM with middle and terminal guidance	153
Chapter 5 Assessments of warhead power	158
5.1 Target destruction criterions	158
5.2 Terminal effects of warheads and projectiles	160
5.3 Destruction effect field	201
5.4 Killing radius of projectiles	224
5.5 Target vulnerability and equivalency	227
5.6 Ammunition power and its measurement criteria	232
Chapter 6 Firing effectiveness assessments by the analytic method	258
6.1 Firing effectiveness assessments for a single target ...	259
6.2 Group targets and firing effectiveness assessments for group targets	268
6.3 Effective ring covering group targets	275
6.4 Destruction of group targets by projectile group	285
6.5 Mathematic expectation of destruction of group targets by TBM	296
6.6 Probability of completing firing missions	298
Chapter 7 Firing effectiveness assessments by the	

simulation method	312
7.1 Basic steps for firing effectiveness assessments by the emulation method	312
7.2 Principle consideration for firing effectiveness assessments by the emulation method	313
7.3 Destruction area of cargo rounds calculated by the pixel-simulation method	316
Chapter 8 Firing employment and optimization	324
8.1 Firepower employment and firing direction	324
8.2 Optimization of firepower employment	327
8.3 Optimization of firing means	348
8.4 Proper choice of destruction principles and optimization of ammunition consumption	355
Chapter 9 Operational effectiveness analysis of TBM weapon systems	360
9.1 General	360
9.2 A formula for system effectiveness	363
9.3 Operational efficiency in conflict conditions	373
9.4 Measures and means for improving operational effectiveness	385
Chapter 10 Software for effectiveness assessments of TBM	392
10.1 Function and features of the software	392
10.2 System structure of the software	395

第一章 绪 论

现代军事领域正在经历一场深刻的革命,这场革命是由当代世界高新科技的出现、发展和积累而引发的。其特点是:多维空间的高技术兵器群的大量出现和不断完善;由此而引发的作战方式方法的改变和军事思想的变化;以及随之发生的军队装备体制和编制的变革。

基于微电子、计算机、精确探测和空间技术的突破性进展,冲破了核战争的阴霾,突出了军事信息技术和精密制导武器的作用,使世界军事强国看到了不必冒核战争的风险而达成其政治目的的前景;同时,也使某些军事上相对弱的国家有了或即将有全面地或有限地反击霸权和强权的军事手段。因此,新的军事革命是一柄“双刃剑”,它并不是仅仅有利于自诩先进与发达的当代强梁。

地地弹道式战术导弹就是这样一柄“双刃剑”,它既是超级军事强国手中的一张“王牌”,也是维护国家主权的正义之师手中的一把“杀手锏”。它的威力在当今世界多次战争中,以及世界的军事、政治格局中,均有体现并大放异彩!

1.1 地地弹道式战术导弹的历史与现状

火箭推进的地地弹道式战术导弹,其历史最早可追溯至火箭的发明。众所周知,中国是火箭的故乡,早在公元 969 年,我国发明了火箭,仅仅 30 年后,我国制成了世界上第一件参加实战的火箭增程的弓矢,一直到 16 世纪之前,我们的火箭和火炮技术始终处于世界的领先水平。只是由于近代封建社会的腐朽没落,经济发展长期停滞落后,才使得火药的祖国饱受帝国主义列强的坚船

利炮之苦!

现代的地地弹道战术导弹源于第二次世界大战末德国的 V-2 地地导弹,虽然这种导弹向英国伦敦投射了数千枚之多,但仍未能挽救世界法西斯的败亡。二战之后,由于原子弹的出现和随之而来的冷战格局,使得美苏两个超级大国竞相发展导弹核武器,展开了空前的军备竞赛。其结果是,双方均建立了能够进行洲际打击的且能将对方毁灭若干次的核武库。与此同时,世界上其它大国——法国和英国——也参与了这种核军备竞赛,建立了有限的核武库。为了维护国家主权和民族尊严,为了支援民族解放和维护世界和平,我国于 1962 年试射了远程弹道式导弹,1964 年试爆了原子弹,1966 年试爆了氢弹,随后是洲际弹道导弹试射成功和核动力潜艇服役,使我国进入具有三位一体核打击能力的核大国行列,且具有有效的核威慑力量。

常规地地弹道式战术导弹,也称为战役战术或战术地地弹道式导弹,比战略核导弹发展的起步略晚一些,到目前为止,已经发展到第三代。典型的代表有:美国的“潘兴 II”、“T-22”,苏联的“SS-21”、“SS-22”、“SS-23”等。

1987 年底美苏达成“中导协议”,射程在 500~5000km 的中程导弹如“潘兴 II”和“SS-23”等均在被销毁之列。但对此具有讽刺意味的是,当今世界上的许多国家,包括许多发展中国家,已持续多年地掀起研制、生产、采购地地弹道式战术导弹的浪潮,并且在多次局部战争和地区冲突中使用于实战,显示了突出的作战效能,从而使第一代的苏制“飞毛腿”成为一代名弹!对于这一发展势头,最为敏感和担心的莫过于当代惟一的超级大国。先是不计效费比地以“爱国者”导弹对抗于前,再继之以不顾耗费大量资金地发展“战区弹道导弹防卫系统”(TMD)于后,作出了及时而激烈的反应。这便从矛盾双方“盾”的方面,看到了“矛”的强大毁伤力和威慑力!

我国的地地弹道式战役战术导弹起步不晚,只是由于“文革”灾难的影响,而推迟了研制工作的进度。改革开放以来,随着我国