

弹道导弹 攻防对抗技术

陆伟宁 主编



中国宇航出版社

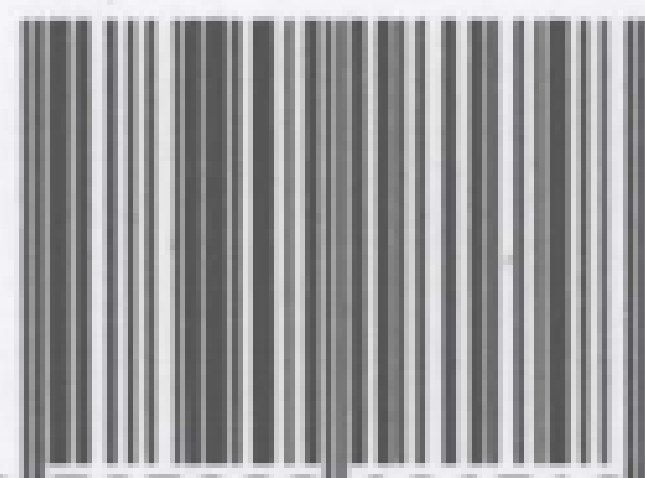
内容简介

本书主要论述弹道导弹进攻与防御两方面具有对抗性的技术。全书共分7章，包括概论、典型弹道导弹及其防御系统、弹道导弹目标特性、弹道导弹突防技术、弹道导弹防御系统对抗技术、导弹阵地防护与对抗措施、弹道导弹电子攻防效果评估，并附有国外战略和战术弹道导弹及其防御系统主要性能数据。

本书是一本比较完整的重点放在弹道导弹电子/光电攻防对抗技术方面的工程性论著，适合从事弹道导弹及其防御系统的科研、生产、应用、管理等工程技术人员以及大专院校师生阅读参考。

DANDAO DAODAN
GONGFANG DUIKANG JISHU

ISBN 978-7-80218-174-8



9 787802 181748 >

定价：60.00元

弹道导弹攻防对抗技术

陆伟宁 主编



中国宇航出版社

·北京·

《弹道导弹攻防对抗技术》编委会

主 任 黄培康

委 员 (以姓氏笔画为序)

于 滨	王国玉	许建荣	李 明
李可达	李安吾	陆伟宁	何立萍
季华益	单 涛	袁 起	徐 青
黄培康			

《弹道导弹攻防对抗技术》编写组

主 编 陆伟宁

副主编 李可达 何立萍

成 员	田培梅	陆伟宁	马骏声	何立萍
	丁林虎	朱志浩	黄培康	李可达
	方有培	王国玉	汪连栋	

序

自从有人类群体之间的战争以来，攻和防的问题就成了战争双方关注的重要问题。在以弓箭和长矛、大刀为兵器时，产生了盾和甲冑等防护手段。“矛”和“盾”之间关系的不断发展、变化，牵引着兵器和战争手段的不断变化，即可谓“有矛必有盾”。

随着生产力的不断提高、社会的发展进步，先进的科学技术不断涌现；而科学技术的发展又为战争和兵器的发展提供了支持，“矛”和“盾”的形式也发生着变化。

战争双方都是以夺取战争的胜利为目标的。夺取战争主动权成为能否取得战争胜利的关键。进攻往往处于主动地位，从某种意义说，防是为攻创造条件。因此可以说，攻和防都是为保存自己而夺取主动权。

古代战争以近身攻防为主，即主要是将士本身的防护和进攻，战场主要是在地面上。火药发明后，特别是近代兵器、军舰、飞机等的诞生，战场也随之发生了变化，既有陆地上的战争，又有海上之战，还有空中的格斗与空对地的支援，成为陆、海、空三维的战场。这一阶段，攻方处于较强的优势，守方则采取各种手段如利用夜幕、施放烟幕、构筑各类工事等保存自己以取得进攻的时机，于是创造出许许多多适合于当时条件的战略、战术和战法。

现在科学技术高速发展，以计算机、网络为核心的信息技术得到了广泛应用，战争的形式也发生了深刻的变化，世界各国都面临着一场新技术革命下的新的军事变革。各类导弹的出现，潜艇、飞机和卫星的应用，使战争成为陆、海、空、天、电磁等多维空间的战争。夺取制海权、制空权、制天权和制电磁权、制信息权成为取得战争主动权的关键。为此，现代科学技术的各种成果只要有可能会都被用于战争的攻和防。防是为了攻，攻是最有效的防。

在各类导弹中，地地弹道式导弹以其射程远、覆盖范围广、飞行速度高、杀伤威力大、防御难度大等特点，成为目前各国特别关注的进攻性武器。因此围绕其攻和防的对抗，各国也进行了大量的研究并取得了一定的成果。在这个领域中，作为世界军事强国的美国通过“星球大战”计划、NMD 计划、TMD 计划等，把地地弹道式导弹的进攻反进攻、突防反突防的攻防对抗问题炒得火暴，而通过这些计划的实施也进一步推动了其军事技术和其他科技领域的发展。为帮助我国科技工作者在国际、国内科研成果基础上归纳、梳理，以指导进一步的研究工作，陆伟宁同志从国际和我国的情况出发，组织国内从事此类工作多年的专家，结合自己的工作经验和研究成果，搜集整理国外有关资料，编写了《弹道导弹攻防对抗技术》一书。这是一个很好的尝试，该书的出版不仅对广大国防科技工作者是一个很好的启迪，也为我们树立了一个样板，为科技工作者学习和高等院校教学提供了一部不可多得的参考书，

这对于攻防对抗科学和技术的研究与发展将会起到一定的推动和促进作用。愿广大科技工作者在这个领域的研究中取得更加丰硕的成果，为我国国防现代化贡献出智慧和力量。

花禄森

2006 年 10 月 10 日

前 言

如果从德国的 V-2 导弹开始算起,弹道导弹的发展已经有了 60 多年的历史。伴随着这种武器的攻防技术,其发展也一刻没有停止过。电子攻防技术是其中之一,是电子对抗技术的一个应用分支。

弹道导弹的电子攻防技术不同于其他的电子对抗技术,它始终是与火力打击武器系统紧密结合的,围绕探测与反探测、识别与反识别、拦截与反拦截、摧毁与反摧毁来开展的,而且要在有限的时间和空间内实现这些方面的对抗,因此,涉及的技术面较宽,难度也比较大。虽然单纯从技术角度来讲,许多技术在所有应用领域都是共用的,但在弹道导弹这个特定的应用平台上,会有许多相关联的问题需要考虑并解决。

编写本书的目的有两个,一是为从事这项工作的专业技术人员提供来自一个方面的参考资料,本书的编者都是资深的工程设计专家,这是保证书中内容科学性、实用性的前提;二是表明一种态度,弹道导弹作为一种远程精确打击武器,虽然有很大的威慑力,但作为爱好和平的人,还是希望它仅仅是一种平衡力,因此,攻防技术的均衡发展是非常必要的。在当今世界和平与发展的主题下,第二点尤为重要。

本书主要论述弹道导弹进攻与防御两方面的具有对抗性的技术。全书分为概论、典型弹道导弹及其防御系统、弹道导弹目标特性、弹道导弹突防技术、弹道导弹防御系统对抗技术、导弹阵地防护技术与对抗措施、弹道导弹电子攻防对抗效果评估等 7 章,书后还附有国外战略和战术弹道导弹及其防御系统主要性能数据等。

第1章主要论述弹道导弹攻防对抗的基本概念、攻防双方武器装备发展简史；第2章介绍典型弹道导弹及其防御系统组成、基本设计原理、信息获取系统和对抗试验情况；第3章讲述弹道导弹的雷达和红外目标特性。以上3章是本书的技术基础部分。弹道导弹电子/光电进攻（突防）与防御的两方面技术是本书的重点，第4章、第5章分别就这两方面技术作比较深入的论述。第4章论述弹道导弹突防技术，包括弹头隐身技术、诱饵技术、有源干扰技术、弹头机动技术、多弹头技术和导弹突防系统设计等；第5章论述弹道导弹防御系统对抗技术，包括探测与反隐身技术、真假目标识别技术、反导雷达抗干扰技术、抗多目标饱和攻击技术。第6章主要介绍弹道导弹发射阵地或反导系统阵地的防护与对抗措施；第7章论述了弹道导弹电子攻防效果评估等有关内容。

本书第1章由田培梅、陆伟宁执笔，第2章由马骏声、何立萍执笔，第3章由丁林虎、朱志浩执笔，第4章由马骏声、李可达、朱志浩、丁林虎执笔，第5章由黄培康、李可达、朱志浩、丁林虎执笔，第6章由方有培执笔，第7章由王国玉、汪连栋执笔。附表由田培梅、方有培、李可达和何立萍编写。本书由陆伟宁、黄培康、李可达拟订编写大纲，由陆伟宁、李可达、何立萍统稿。

感谢中国航天科工集团公司科技委花禄森副主任在百忙之中为本书作序。作为导弹专家，他给本书的编写提出了很好的建议。感谢王国玉教授，作为国内电子战装备效能评估专家，他给予本书写作以极大的支持。感谢黄培康院士指导拟订本书的编写大纲、亲自参加本书的写作，并在本书的编写过程中给各位作者多方面的指导。他严谨的治学作风，永远是我们学习的榜样。

由于作者水平有限，书中难免出现错漏和不足之处，恳请读者批评指正。

陆伟宁
2007年1月

目 录

第1章 概 论

- 1.1 弹道导弹攻防对抗基本概念 (1)
 - 1.1.1 弹道导弹的定义、分类和功能 (1)
 - 1.1.2 弹道导弹武器系统的基本组成 (5)
 - 1.1.3 弹道导弹防御系统的基本概念 (8)
 - 1.1.4 弹道导弹攻防对抗的基本过程 (11)
- 1.2 弹道导弹发展简史 (13)
 - 1.2.1 战略弹道导弹的发展历程 (13)
 - 1.2.2 战术弹道导弹的发展现状与趋势 (15)
- 1.3 弹道导弹防御系统的发展简史 (19)
 - 1.3.1 战略弹道导弹防御系统的前期发展概况 (19)
 - 1.3.2 苏联的反导防御系统 (19)
 - 1.3.3 美国的反导防御系统的研制、部署及变化情况 ... (20)
 - 1.3.4 TMD 系统 (23)
 - 1.3.5 NMD 系统 (29)
- 1.4 弹道导弹武器系统电子攻防对抗技术的发展 (32)
 - 1.4.1 弹道导弹武器系统面临的电磁(光电)威胁环境 ... (32)
 - 1.4.2 弹道导弹武器系统的电子攻防技术 (33)
- 1.5 战术弹道导弹攻防对抗战例 (34)

第2章 典型弹道导弹及其防御系统

- 2.1 概述 (36)
- 2.2 典型战略弹道导弹 (37)

2.2.1	战略弹道导弹的发射	(37)
2.2.2	典型战略弹道导弹的突防方案设计	(37)
2.2.3	美、俄战略弹道导弹型号介绍	(40)
2.3	典型战术弹道导弹	(44)
2.3.1	战术弹道导弹的发射	(44)
2.3.2	典型战术弹道导弹的突防	(45)
2.3.3	美、俄战术弹道导弹型号介绍	(48)
2.4	弹道导弹防御的信息获取系统	(49)
2.4.1	天基信息获取系统	(49)
2.4.2	地基信息获取系统	(51)
2.4.3	指挥、控制系统	(56)
2.5	美国弹道导弹防御的综合飞行试验(IFT)	(57)
2.5.1	多层次的系统防御试验	(57)
2.5.2	评估系统防御能力的综合飞行试验	(59)
2.6	美国海军全战区弹道导弹防御系统及试验	(64)
2.6.1	美国海军全战区弹道导弹防御系统简况	(64)
2.6.2	美国海军全战区弹道导弹防御系统试验	(65)
2.7	爱国者 PAC-3 拦截系统及试验	(66)
2.7.1	爱国者 PAC-3 拦截系统	(66)
2.7.2	爱国者 PAC-3 拦截系统试验	(67)

第3章 弹道导弹目标特性

3.1	概述	(69)
3.2	雷达目标特性	(73)
3.2.1	RCS	(74)
3.2.2	导弹的 RCS	(76)
3.2.3	诱饵与碎块的 RCS	(79)
3.2.4	再入段的物理现象	(83)
3.3	红外目标特性	(84)

3.3.1	弹道导弹飞行全程的辐射特性	(85)
3.3.2	背景对弹头辐射特性的影响	(90)
3.3.3	红外目标特性的测量	(95)
3.4	运动特性	(103)
3.4.1	再入目标减速特性	(103)
3.4.2	外大气层目标的微运动	(107)

第4章 弹道导弹突防技术

4.1	概述	(109)
4.2	弹头隐身技术	(111)
4.2.1	电磁波隐身技术	(112)
4.2.2	红外隐身技术	(118)
4.2.3	再入段弹头隐身技术	(123)
4.3	诱饵技术	(126)
4.3.1	雷达轻诱饵	(126)
4.3.2	雷达重诱饵	(127)
4.3.3	箔条云团假目标	(130)
4.3.4	红外诱饵	(132)
4.3.5	包络球	(139)
4.4	有源干扰	(142)
4.4.1	干扰有效性估算和措施	(143)
4.4.2	压制性干扰信号参数设计	(154)
4.4.3	有源欺骗(诱饵)干扰技术	(161)
4.4.4	投放式弹载干扰机设计原则	(169)
4.4.5	弹道导弹有源压制干扰机的战术应用	(171)
4.5	弹头机动技术	(172)
4.5.1	机动变轨的方法和形式	(173)
4.5.2	机动变轨弹道选择的约束条件	(175)
4.5.3	机动变轨的技术方案	(176)

4.5.4	机动变轨弹头的设计	(177)
4.6	多弹头技术	(180)
4.7	弹道导弹突防系统的设计	(182)
4.7.1	突防总体设计的目的及程序	(182)
4.7.2	反识别技术的选择	(184)
4.7.3	弹头突防总体方案设计流程	(187)
4.8	弹道导弹突防技术的策略	(188)
4.8.1	战略弹道导弹突防对抗概念的变化	(188)
4.8.2	战略弹道导弹突防的基本策略和技术途径	(189)
4.8.3	战术弹道导弹突防目标的要求	(191)
4.8.4	战术弹道导弹突防的基本策略和技术途径	(192)

第5章 弹道导弹防御系统对抗技术

5.1	概述	(195)
5.2	探测与反隐身技术	(197)
5.2.1	天基光学预警	(197)
5.2.2	地基雷达预警	(202)
5.2.3	地基制导雷达	(208)
5.2.4	红外双模导引头	(211)
5.2.5	主动相干激光导引头	(213)
5.3	真假目标识别技术	(214)
5.3.1	真假目标识别过程	(214)
5.3.2	真假目标识别原理和方法	(216)
5.3.3	一维高分辨距离像识别	(218)
5.3.4	弹头的进动识别	(221)
5.3.5	弹头的质阻比识别	(223)
5.3.6	导引头对红外目标的识别	(224)
5.4	反导雷达抗干扰技术	(228)
5.4.1	基本抗干扰技术	(228)

5.4.2	抗箔条云团干扰技术	(240)
5.4.3	抗外投有源干扰技术	(246)
5.5	抗多目标饱和攻击技术	(248)
5.5.1	雷达组网	(249)
5.5.2	多传感器数据融合	(251)

第6章 导弹阵地防护技术与对抗措施

6.1	概述	(257)
6.2	导弹阵地侦察与反侦察技术	(258)
6.2.1	光学侦察卫星的侦察与反侦察	(258)
6.2.2	雷达侦察卫星的侦察与反侦察	(263)
6.3	对导弹阵地构成威胁的主要武器	(266)
6.4	导弹阵地防护技术	(273)
6.4.1	GPS 制导武器的威胁	(273)
6.4.2	对 GPS 制导武器的干扰	(274)
6.4.3	对雷达高度表和地形匹配(TERCOM) 制导武器的干扰	(278)
6.4.4	隐蔽与烟幕技术	(281)
6.4.5	伪装与诱偏技术	(286)
6.5	导弹阵地综合防护系统基本框图	(292)

第7章 弹道导弹电子攻防效果评估

7.1	干扰评估准则	(295)
7.1.1	基本准则	(295)
7.1.2	弹道导弹突防中雷达干扰效果评估的效率准则 ...	(297)
7.1.3	压制式干扰效果评估准则	(300)
7.1.4	欺骗式干扰效果评估准则	(306)
7.2	抗干扰评估准则	(308)
7.2.1	抗压制性干扰评估准则	(308)

7.2.2	抗欺骗性干扰评估准则	(315)
7.3	弹道导弹电子战攻防效果模糊综合评判	(317)
7.3.1	模糊综合评判方法	(317)
7.3.2	评估指标体系分析	(324)
7.4	特定试验环境下的评估方法	(331)
7.4.1	外场实装对抗试验	(332)
7.4.2	替代等效推算评估方法	(334)
7.4.3	内场辐射式/注入式半实物仿真试验	(336)
7.4.4	数学仿真试验	(338)
7.4.5	综合评估	(341)
7.4.6	综合评估实例分析	(342)
7.5	弹道导弹电子攻防对抗效果评估方法的发展方向 ...	(355)
附录 A	战略弹道导弹的主要性能数据	(358)
附录 B	战术弹道导弹的主要性能数据	(365)
附录 C	战略和战术弹道导弹防御系统的主要性能数据	(372)
附录 D	本书缩略语对照表	(386)
参考文献		(393)

第1章 概 论

1.1 弹道导弹攻防对抗基本概念

1.1.1 弹道导弹的定义、分类和功能

1.1.1.1 弹道导弹定义

(1) 弹道导弹

弹道导弹(BM)是指一类除了一小段为有动力飞行并有制导的弹道外,大部分为沿着无动力的自由抛物体弹道飞行的导弹。其作战目的是用载有核武器或常规高效弹药或生化武器的弹头,攻击敌方重要的战略、战役和战术目标。

(2) 弹道导弹的运动轨迹

弹道导弹的运动轨迹(以战略弹道导弹为例)分成有动力飞行的主动段(又称助推段)和无动力飞行的被动段(末助推段、中段、末段)。在主动段,弹道导弹垂直发射升空,然后转弯,在火箭发动机(一般为2~3级)推力和制导系统的作用下,沿预定轨道上升,作加速运动;当弹道导弹的运动参数(高度、速度、弹道倾角等)达到命中目标要求的参数值时,火箭发动机关机,弹头与弹体分离,进入被动段。在被动段,弹头依赖其在主动段获得的能量在接近真空的大气环境中作惯性飞行(距地100 km以上),作用在弹头上的力主要是地球引力。被动段又可分为自由飞行段和再入段。自由飞行段的前段称为末助推段,其后段称为中段(这是弹道导弹的主要飞行时间段)。在再入段(也称末段),弹头再入稠密大气层,以极高的速度下落,攻击目标。弹道导弹质心运动轨迹是一个近似椭圆的部分弧段。

图1-1显示了飞行中的弹道导弹的速度、所处高度随时间变化

的规律。射程小于 300 km 的战术弹道导弹 (TBM) 全程都在距地 100 km 以下的大气层内飞行。

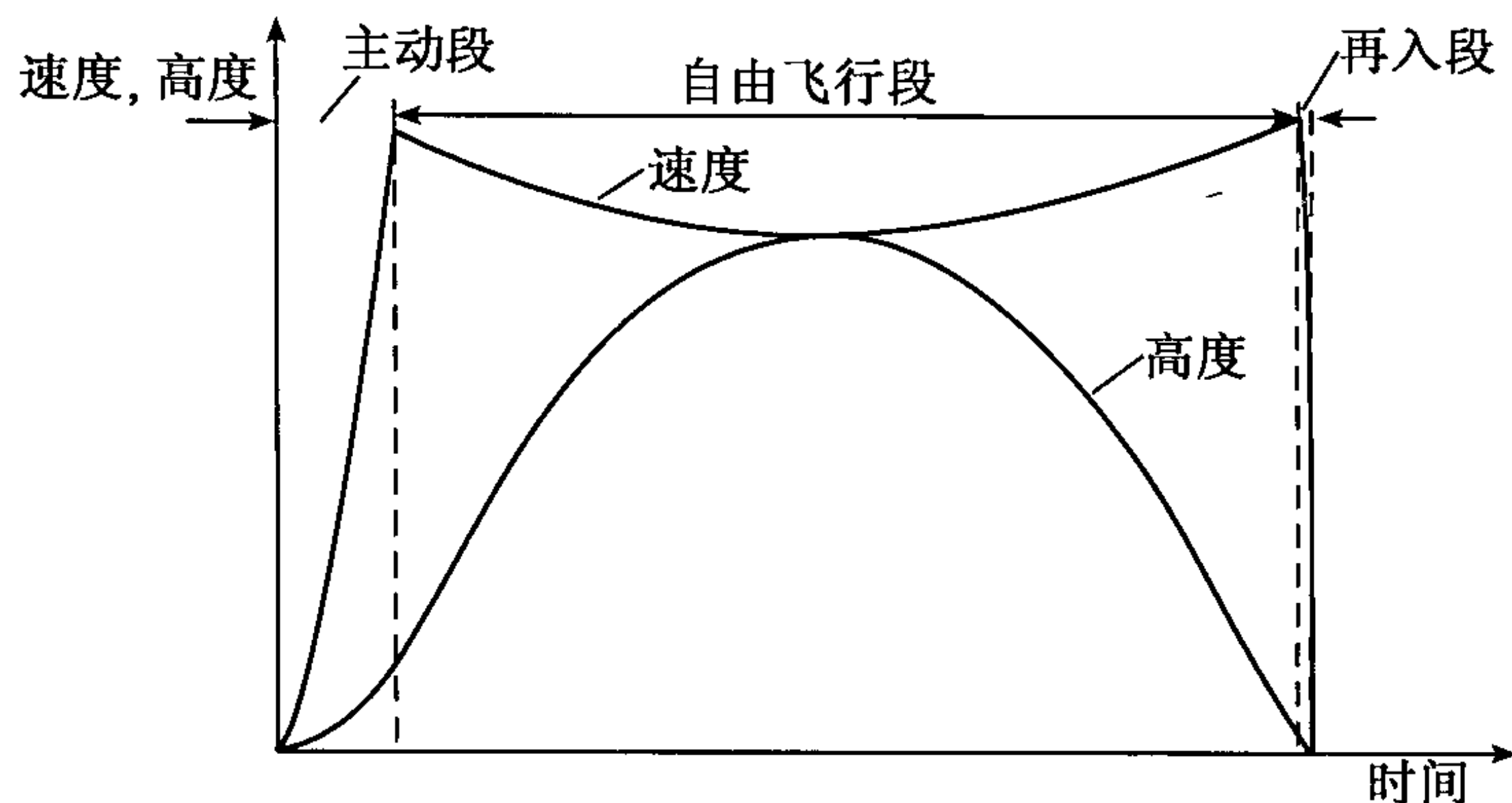


图 1-1 弹道导弹飞行中速度、高度随时间的变化规律

(3) 弹道导弹的主要战术、技术指标

弹道导弹的主要战术、技术指标有:射程、战斗部质量与威力、命中精度、反应时间、基地生存能力、弹头突防能力、使用环境条件及可靠性等。

1.1.1.2 弹道导弹的分类

(1) 按作战任务分类

弹道导弹按作战任务分类可分成战略弹道导弹和战术弹道导弹两大类。战略弹道导弹一般装有核弹头,通常射程在 3 500 km 以上,包括洲际弹道导弹 (ICBM)、远程弹道导弹 (IRBM)、潜射弹道导弹 (SLBM),主要用于打击敌方的政治、经济中心,重要军事基地,核武器库,交通枢纽等重要战略目标;(战役)战术弹道导弹通常装有常规弹药(或小当量核弹头或生化武器弹头),除少数中程战术弹道导弹射程达到 3 000 ~ 3 500 km 外,大部分射程在 1 000 km 以内,多属近程弹道导弹,主要用于打击战役、战术纵深目标和部分战略目标,如集结的军队、坦克、飞机、舰船、雷达、指挥所、机场、港口、交通枢纽等。