

导弹概论

前 言

本书是根据四所高等院校拟定的教学大纲编写的。它是高等院校导弹类专业学生学习的—门先行课程。它的教学目的在于使学生初步掌握导弹结构、原理的基本知识。

导弹技术是当代最复杂的科学技术部门之一，为了掌握导弹技术，除了要学习一般的工程准备知识外，还要学习空气动力学、飞行动力学、结构力学、火箭发动机、推进剂与燃烧、自动控制理论、无线电电子学、光学、精密仪表、精密机械、电子计算机技术、测试技术等知识。所有这些知识，大家将在大学里按所学的专业不同而不同程度地学习和掌握它们。

本书在原有教材基础上编写，为适应不同专业的需要，内容包罗较广，并参考了国内外书刊、文献、图表等资料，尽可能结合实际。为便于学生和读者学习，文字力求通俗易懂，着重介绍物理概念，尽可能不用或少用数学公式，多用插图，以图文相配合来说明问题。本书由余超志主编，姚德源、夏咸松、袁子怀、李昌龙、朱荣贵、徐耀华、沈泰昌、陆秀娣、赵承庆等参加编写。

本书定稿前承黄宁主审，尹协远、乌可力、张守威、宋风海、谢名苞，卫迁等审阅了有关部分，并提出了宝贵意见；书中插图承刘桂香、孙爱勤等描绘；此外，本书还直接用了《有翼导弹引论》和《航空概论》两书中的部分插图。在此一并向他们表示感谢。

由于时间紧迫，水平有限，书中难免存在缺点和错误，希望读者批评指出，以便改正。

编 者

一九八一年一月

目 录

第一章 绪论	1	六、侧力	49
§ 1-1 火箭、火箭发动机及导弹	1	§ 2-7 空气动力力矩	49
§ 1-2 火箭和导弹的发展简史	1	一、俯仰力矩	49
§ 1-3 导弹的分类	6	二、偏航力矩	50
§ 1-4 导弹的主要组成部分	8	三、滚转力矩	51
一、战斗部	8	四、阻力力矩	52
二、动力装置	8	五、马格努斯力矩	54
三、制导系统	8	§ 2-8 空气动力实验	56
四、弹体	8	一、风洞实验原理	56
§ 1-5 主要的几类导弹简述	9	二、风洞简介	56
一、面对面导弹	9	§ 2-9 导弹运动方程组的建立	58
二、面对空导弹	10	一、地面坐标系	58
三、空对面导弹	11	二、导弹平面运动方程式	59
四、空对空导弹	11	§ 2-10 导弹的控制飞行	61
五、反舰(潜)导弹	12	一、控制飞行概述	61
六、反坦克导弹	12	二、产生和改变控制力的方法	62
第二章 导弹飞行原理	14	三、导弹的操纵元件	65
§ 2-1 火箭运动原理	14	四、导弹的稳定性和操纵性	69
一、直接反作用运动	14	五、导弹的机动性和过载的概念	71
二、火箭运动方程式	14	§ 2-11 弹道式导弹的弹道	73
三、火箭发动机的推力	16	一、飞行情况概述	73
四、火箭的理想速度	16	二、弹道的主动段	74
五、多级火箭	17	三、弹道的被动段	75
§ 2-2 地球大气	19	§ 2-12 目标导引弹道	81
一、大气层	19	一、导弹相对于目标的运动	81
二、标准大气	20	二、导引弹道	82
§ 2-3 作用在导弹上的力	21	§ 2-13 导弹攻击区与发射区	89
§ 2-4 气体流动的基本规律	23	一、地对空导弹攻击区	89
一、流动的基本规律	23	二、地对空导弹发射区	91
二、流场、流线和流管	26	三、反坦克导弹攻击区	91
§ 2-5 高速飞行现象和特点	27	第三章 动力装置	92
一、音波和音速	27	§ 3-1 对发动机的要求、发动机的	
二、空气的压缩性	28	类型和应用状况	92
三、弱扰动的传播	29	一、对发动机的基本要求	92
四、激波	30	二、发动机的类型	93
五、超音速气流流经凸角和凹角的情况	31	三、各类发动机的应用状况	94
六、超音速管流流速与截面的关系	32	§ 3-2 火箭发动机的主要性能参数	95
七、附面层与气动加热	33	一、推力	95
§ 2-6 空气动力	36	二、总冲量	98
一、空气动力坐标系	36	三、比冲量或比推力	99
二、空气动力	37	四、推力-重量比	100
三、导弹的几何形状和参数	39	五、重量比	100
四、升力	42	六、单位迎面推力	100
五、阻力	47	§ 3-3 液体火箭发动机	100
		一、液体推进剂	100

二、发动机的组成、结构及其作用原理	102	§ 4-7 电子对抗	167
§ 3-4 固体火箭发动机	106	一、电子侦察	168
一、固体推进剂	106	二、电子警戒	168
二、燃烧室	112	三、电子干扰	168
三、喷管	114	四、反干扰	169
四、药柱	115	第五章 战斗部	170
五、点火装置	117	§ 5-1 战斗部的基本组成和类型	170
§ 3-5 固-液组合火箭发动机	118	§ 5-2 炸药	171
一、固液组合推进剂	119	一、炸药的爆炸	171
二、发动机的组成、结构及其作用原理	120	二、常用的炸药	173
三、固-液组合火箭发动机的特点	121	三、烟火剂	174
§ 3-6 空气喷气发动机	122	§ 5-3 爆破战斗部	174
一、涡轮喷气发动机	122	一、组成及其结构	174
二、冲压喷气发动机	125	二、爆破作用	175
§ 3-7 火箭-冲压组合发动机	127	§ 5-4 聚能破甲战斗部	177
一、固体火箭-冲压组合发动机	127	一、组成及其结构	177
二、液体燃料冲压组合发动机	129	二、聚能破甲原理	177
三、固体燃料冲压组合发动机	129	三、破甲威力及其影响因素	178
四、火箭-冲压组合发动机的特点	129	§ 5-5 杀伤战斗部	180
第四章 制导系统	131	一、组成及其结构	181
§ 4-1 制导系统的任务、组成和类型	131	二、杀伤破坏作用及其影响因素	184
一、制导系统的任务	131	§ 5-6 核战斗部	186
二、制导系统的组成	131	一、原子弹头	186
三、制导系统的分类	132	二、氢弹头	187
§ 4-2 自主式制导系统	132	三、中子弹头	188
一、测量装置	132	§ 5-7 引信	189
二、陀螺仪系统	136	一、导弹所选用的引信类型	189
三、惯性系统	137	二、触发式引信	190
四、天文导航系统	139	三、非触发式引信	190
五、多普勒导航系统	140	第六章 弹体	195
六、复合系统	141	§ 6-1 弹体结构	195
§ 4-3 遥控制导系统	144	一、对弹体的要求	195
一、用导线传输指令的目视系统	144	二、弹体所受的载荷	195
二、电视系统	147	三、弹体的受力构件	196
三、用雷达跟踪的自动指令系统	147	四、弹体的结构形式	198
四、无线电波束制导系统	149	五、液体推进剂贮箱	200
五、目视激光波束制导系统	150	§ 6-2 弹翼	202
六、双曲线无线电导航制导系统	151	一、弹翼的功用和所受的载荷	202
七、全球卫星定位系统	152	二、弹翼的受力构件	202
§ 4-4 自动导引制导系统	152	三、弹翼的结构形式	204
一、雷达自动导引头	153	§ 6-3 弹上机构	206
二、红外(或激光)自动导引头	154	一、操纵机构	206
§ 4-5 单通道控制原理和基准信号	160	二、分离机构	209
一、单通道控制原理	160	§ 6-4 弹体的强度和结构材料	210
二、基准信号	163	一、弹体的强度	210
§ 4-6 舵机	164	二、弹体结构材料	211
一、气压式舵机	165	第七章 导弹的发射	213
二、液压式舵机	166	§ 7-1 导弹的发射方式	213
三、电磁式舵机	166		
四、电动式舵机	167		

一、发射地点	213
二、发射动力	225
三、发射姿态	226
四、发射装置	227
§ 7-2 导弹的发射与保障系统	229
一、发射设备	230
二、辅助设备	235
三、工程设施	237
§ 7-3 导弹发射的实施过程	237
一、组织战斗	238
二、技术准备	238
三、实施发射	238

四、结尾善后	239
--------	-----

第八章 导弹的研制

§ 8-1 战术技术要求	240
--------------	-----

一、作战性能要求	240
二、使用性能要求	245
三、经济性能要求	247

§ 8-2 研制过程	248
------------	-----

附录 I 各类导弹主要性能数据表	255
------------------	-----

附录 II 各类导弹外形图	264
---------------	-----

参考文献	270
------	-----

第一章 绪 论

§ 1-1 火箭、火箭发动机及导弹

火箭 火箭是利用火箭发动机而获得运动的飞行器。它有两类：一类是无控火箭，其飞行轨道不可控制；另一类是可控火箭，其飞行轨道可以控制。

火箭发动机 火箭发动机从广义来说是喷气发动机的一种。它的工作原理是在于把本身内部的工作物质，经燃烧后以很高的速度向后喷出，因而产生反作用力，由于这反作用力作用推动了火箭运动。火箭发动机与空气喷气发动机不同之处，是它随身携带工作所需的全部物质（燃烧剂和氧化剂），而不需要从外界空气中吸收任何东西，因此它不仅可以在大气层里工作，也可以在外层空间工作。

导弹 导弹是一种装载战斗部的无人驾驶的可控飞行器。所以带战斗部的可控火箭称为导弹，但是导弹不一定装置火箭发动机，它也可以采用空气喷气发动机或组合型发动机。导弹是导弹系统的一个组成部分，而导弹系统则包括导弹、地面设备、发射装置、发射设施、通讯线路和控制系统等。同一类型的各导弹系统合在一起构成一个导弹武器系统。自然应把导弹系统视为导弹武器系统中最基本的组成部分。一般说来，导弹系统的性能决定了整个导弹武器系统的性能。

§ 1-2 火箭和导弹的发展简史

我国古代劳动人民是火箭的发明者。早在火药发明后的公元969年（宋太宗开宝元年），冯义升和岳义升等人用火药制成了火箭。公元1000年（宋真宗咸丰三年），神卫水军队长唐福献制造了火箭（图1-1）。它是将装满黑火药的竹筒绑在普通的箭上，黑火药点燃后箭便由弓上射出去，这样就提高了箭的飞行速度和射距，这是最早的火箭。

11~13世纪，宋与金、元两国交战，宋军就使用了火箭。后来元军西征，将火箭传到了阿拉伯，以后又传到了欧洲。

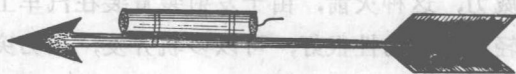


图1-1 我国古代的火箭

14~17世纪，尤其在我国明代，制造火箭的技术有了发展。当时为了提高火箭杀伤威力，制造了一种许多枝火箭齐射的“火箭束”（图1-2）。以后又制造了一种名叫“火龙出水”的水上火箭（图1-3），它在离水面三、四尺时点火，能够浮在水面上飞行二、三里。

我国不仅在古代发明了火箭，而且对火箭的发展有过很大的贡献。只是到了近代，由于封建制度的腐朽没落，帝国主义的侵略压迫，统治阶级反动腐败，使得我国解放前科学技术和工业生产长期处于落后状态，火箭技术的发展才停滞了。

国外在10世纪以后，火箭技术也有很大的发展。10~13世纪，欧洲把火药火箭用于军事上已很出名。17世纪，印度、英国都使用过火箭作战，取得了很好的效果。此后，法

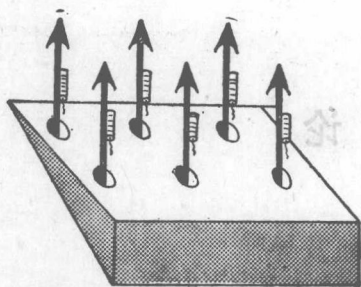


图1-2 火箭束

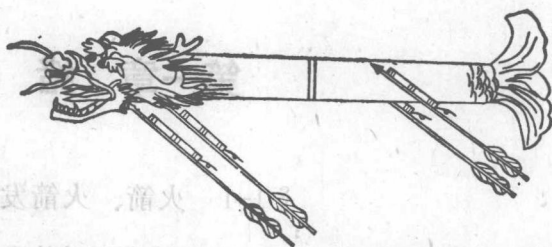


图1-3 “火龙出水”水上火箭

国、丹麦、奥地利也相继制造了火箭。俄国更早一些时候就有了火箭，又建立了生产工厂，并在战争中不断改进和完善了火箭的结构，提高了火箭的射击密集度和射程。

18~19 世纪，火箭作为武器虽然还在发展，但是，进展却很缓慢，而且几乎停止了生产和使用。其原因是 19 世纪 60 年代，冶金和机械工业的发展可以制造出线膛火炮，这种火炮发射炮弹从射程和射击密集度上，都比火箭强得多。于是在战争中火炮取代了火箭。虽然如此，但科学家对火箭的研究和实验仍一直在进行，而且取得了很大的成绩，为后来火箭技术的发展提供了理论基础和技术方向。其中以俄国学者齐奥尔科夫斯基最为著名，他第一个提出运用液体推进剂火箭发动机的可能性，并且画出了示意图，创立了著名的火箭理想速度公式，以及多级火箭的设计思想，奠定了火箭飞行动力学的基础；提出了星际航行的伟大理想。

火炮虽然在一个时期有了很大的发展，但它毕竟受到了一些具体条件的限制。因为火炮发射炮弹是靠炮膛内的火药燃烧产生高压（达 3000 个大气压）气体的力量推送出去的，火炮由于要承受很高的膛压和很大的后坐力，因此，就使得火炮比较笨重。特别是随着射程增远，炮弹重量加重，矛盾就更加突出。于是，增远火炮射程、提高炮弹威力与火炮作战机动性之间的矛盾就尖锐起来了。到了 20 世纪 20~30 年代，无烟火药的出现，给火箭提供了高能火药，同时，发动机的结构与原理也日益完善，于是，人们又转向发展火箭作为武器了。第二次世界大战，苏军在反击希特勒法西斯的战争中，使用了火箭，发挥了巨大的威力，这种火箭，由于发射装置装在汽车上（图 1-4），没有发射时的后坐力，比火炮简单轻便，机动性很好，可以多轨齐发，火力突然、猛烈。但是，它也有缺点：发射时火光太亮，烟尘大，容易暴露阵地，也不如火炮打得准。

战争要求使用的武器射程远，命中准确度高，威力大，这就促使人们研究对火箭的进一步改进。30 年代，液体推进剂，耐高温材料和无线电电子技术取得了新的进展，为导弹的发展提供了条件。希特勒为了准备侵略战争，早就积极从事火箭的研究工作，在 1933 年特别建立了火箭和导弹研究中心，终于在 1942 年研制成使用液体火箭发动机的射程为 270 公里的“V-2”弹道式导弹（图 1-5）。“V-2”导弹的出现是火箭技术发展进入一个新阶段的标志。与此同时，德国还研制了用脉冲空气喷气发动机的“V-1”飞航式导弹。德国除了研究、发射“V 型”导弹外，为了对付同盟国的飞机轰炸，研究发展了无线电制导的“瀑布”、“莱茵女儿”等几种地对空导弹。此外还发展了岸对舰、空对地（舰）、空对空导弹和反坦克导弹。

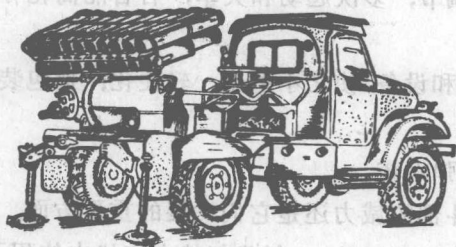


图1-4 火箭弹发射装置

第二次世界大战以后，各国都十分重视发展导弹。美、苏两国都缴获了德国的有关导弹方面的大批资料、实物，俘虏了研制导弹的人员。他们花了很大力量进行研究，并在德国“V-2”和“V-1”导弹的基础上制成射程达到数百公里以上的弹道式导弹和飞航式导弹。50年代以后，科学技术取得了飞跃的进展，近代力学、高能燃料、特种材料、无线电电子技术、电子计算机技术、自动控制、精密仪表和机械等的发展为导弹提供

了进一步发展的基础。就在这种情况下，苏联于1957年10月成功地发射了第一个人造地球卫星和洲际弹道式火箭[●]，在世界上处于领先地位。美国为了赶上苏联的导弹优势，从1957年开始，加紧发展了中程和洲际导弹，迅速弥补了当时同苏联的导弹差距。

美、苏两国在发展远程战略导弹的同时，也大力发展各种战术导弹。其中以防空导弹最受重视，发展最快，这是因为第二次世界大战以后出现了携带核武器的高空、高速战略轰炸机的威胁，这种战略轰炸机能躲避高射炮火力和歼击机的拦截，只有地对空导弹才能对付它。从50年代开始，美、苏相继发展并装备了地对空导弹。到目前为止，美、苏在地对空导弹方面，已经发展了可攻击超低空、低空、中低空、中空、高空、超高空目标以及反洲际导弹的各型导弹。在这个时期内，美、苏还发展了多种型号的空对空导弹、空对地（舰）导弹、反舰（潜）导弹、反坦克导弹。与此同时，西欧国家如英、法、西德和意大利等国也研制了不少类型的导弹，并且在战术导弹某些方面还处于领先地位。然而，美、苏两国却是从第二次世界大战以后发展导弹最早，研制品种和型号最多的国家，他们代表了当前导弹技术的先进水平。

导弹技术虽然已发展到了相当高的水平，但是，由于现代战争的更高要求以及科学技术飞速发展，导弹还在进一步向前发展，其发展的主要动向有以下几个方面：

1. 增强导弹的通用性。采用一弹多用，应用部件模式块组装导弹，以减少导弹品种。
2. 改进制导技术。采用复合制导方法，提高导引精度和抗干扰能力；使用固态电路和标准模件，实现微、小型化，提高系统可靠性。同时加快发展超视距雷达和先进的体积小、重量轻的机载雷达。

3. 采用先进的动力系统。发展固-液组合火箭发动机和火箭-冲压组合发动机，它们不

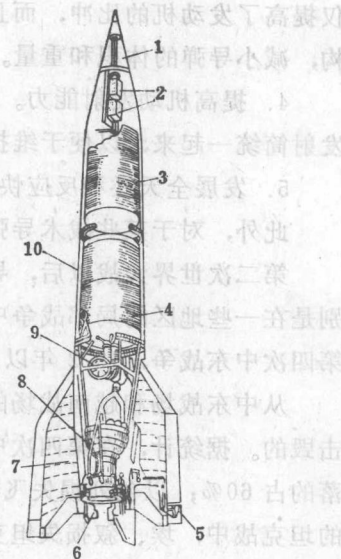


图1-5 “V-2”弹道式导弹

1—战斗部；2—制导系统；3—酒精贮箱；4—液氧贮箱；5—空气舵；6—燃气舵；7—尾翼；8—液体火箭发动机；9—涡轮泵；10—弹体。

● 射程在8000公里以上，不带弹头，故称洲际弹道式火箭。

仅提高了发动机的比冲，而且前者易实现推力调节，多次起动和关车，后者能简化导弹结构，减小导弹的体积和重量。

4. 提高机动发射能力。努力简化发射装置和设备，使之小型化、轻便化，把包装箱和发射筒统一起来，以便于维护和使用。

5. 发展全天候和反应快的完全自动化的导弹系统。

此外，对于某些战术导弹，提高射程和战斗部的威力还是它们发展的重要方面。

第二次世界大战以后，导弹不仅装备了军队，而且从 50 年代起就在实战中使用了。特别是在一些地区的局部战争中，更是大量地使用。例如 1967 年第三次中东战争和 1973 年第四次中东战争，1972 年以来的美国侵越战争，交战双方都使用了导弹。

从中东战场和越南战场的情况来看，交战双方的飞机、坦克和舰船大多数都是被导弹击毁的。据统计，在第四次中东战争中，埃、叙损失飞机 335 架，被以色列用空对空导弹击落的占 60%；以色列损失飞机 114 架，被埃、叙用地对空导弹击落的占 62%。埃、叙和以的坦克战中，埃、叙损失坦克 1700 辆，以色列损失坦克 800 辆，被苏“赛格”和美“陶”式反坦克导弹击毁的占 80%。埃、叙和以的海战中，双方损失舰船 50 余艘，全部都是被反舰导弹击沉的。在越南战场上，美国轰炸越南北方的“B-52”战略轰炸机，有 32 架被越南击落，其中被地对空导弹击落的就有 29 架，占总数的 90%。这些战例说明，导弹已经成为打飞机、打坦克、打舰艇的有效武器。

导弹之所以有这样好的作战效果，它们和非制导的武器相比，具有射程远，威力大，命中准确度高的突出优点。小型导弹还具有使用方便的优点。反坦克导弹比反坦克火炮轻巧得多。反坦克导弹有的只 30 公斤左右，可单兵携带，也可车装或机载，对发射阵地没有特殊的要求。反坦克火炮重达两、三吨以上，单兵无法使用。肩射式地对空导弹和车载地对空导弹与同类火炮相比也具有这方面的优点。

导弹也有弱点，由于一般都非常复杂而庞大，这不仅带来操作、维护和使用上的麻烦和不便，而且影响了可靠性，只要任何一个环节发生脱节、失误或故障，都会导致导弹失效。尤其是在敌方进行干扰，如施放烟幕、制造假目标、多光（热）源、采取电子干扰以及发射诱惑导弹的情况下，导弹就更容易失效，实际战例证实了这一点。美国在侵越战争中，他的“B-52”飞机采取了携带着噪声干扰机和干扰箔条，机队由专用电子战飞机掩护等干扰措施，使得越南发射的苏制“萨姆-2”地对空导弹的命中率仅达 1.4~2%；中东战争中，埃及发射的苏制“冥河”导弹开始击沉了以色列的“埃拉特”号，后来，由于以色列使用假目标和施放电子干扰，以至这种导弹连发 50 发无一发命中目标；苏制“萨姆-6”地对空导弹开始严重地威胁着以色列的飞机，可是几天后以色列使用了五万多箱干扰箔条，威胁就得到了解除。这些实例说明导弹是可以对付的。目前，多数导弹的制导系统以电子技术为基础，因此，敌对双方都十分重视电子对抗。这样，电子干扰和反干扰就成为一个重要斗争焦点。一方面是采用电子干扰来破坏对方导弹的效能；另一方面是提高自己的导弹抗电子干扰的能力。从这一点来说，研究导弹的弱点和薄弱环节，是从事导弹研制工作者的一项重要任务。它有利于我们改进和提高自己导弹的水平，也有利于我们拟出干扰和破坏敌人导弹的对策。

导弹是现代战争中的重要武器，也是国防现代化的标志之一。我国在建设现代化国防

和加强军队武器装备的过程中，也发展了导弹，并且装备了人民解放军。为了防止敌人从空中以飞机，地面以坦克，海上以舰艇对我突然袭击和入侵，我们已经发展了打飞机、打坦克、打舰艇的导弹；为了报复敌人对我进行核袭击，我们还发展了带核弹头的战略导弹。

下面介绍几幅我国发展的导弹图片。



图1-6 地对地弹道式导弹

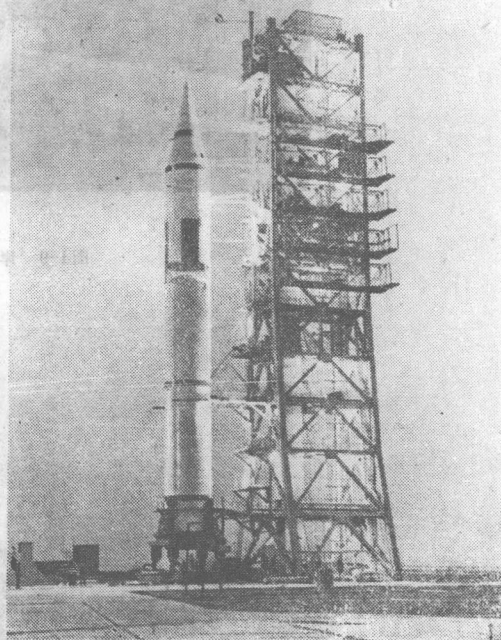


图1-7 多级运载火箭



图1-8 地对空导弹



图1-9 岸对舰导弹

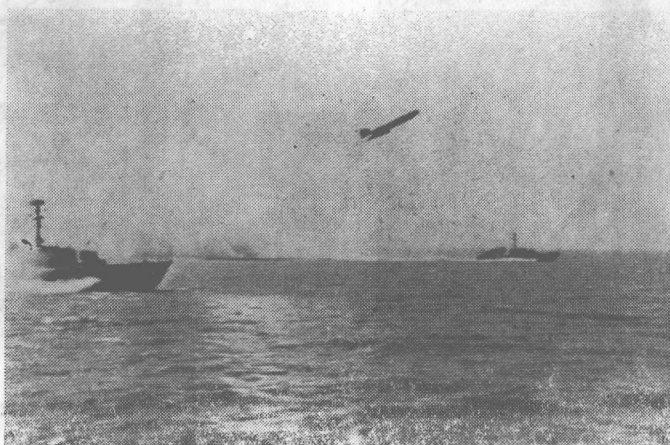


图1-10 舰对舰导弹

我们历来都声明不首先使用核武器，但是，一旦当敌人对我使用了核武器，我们就要给敌人以核打击，摧垮和削弱敌对我之侵略实力。总之，我们发展和拥有先进的带核弹头的战略导弹，可以打破霸权主义者的垄断和讹诈政策，以利于维护世界和平和推迟敌人发动侵略战争的时间；可以在战争一旦爆发之后，以利于减少我方的损失和牺牲，缩短取得战争胜利的时日，最后歼灭一切入侵之敌。

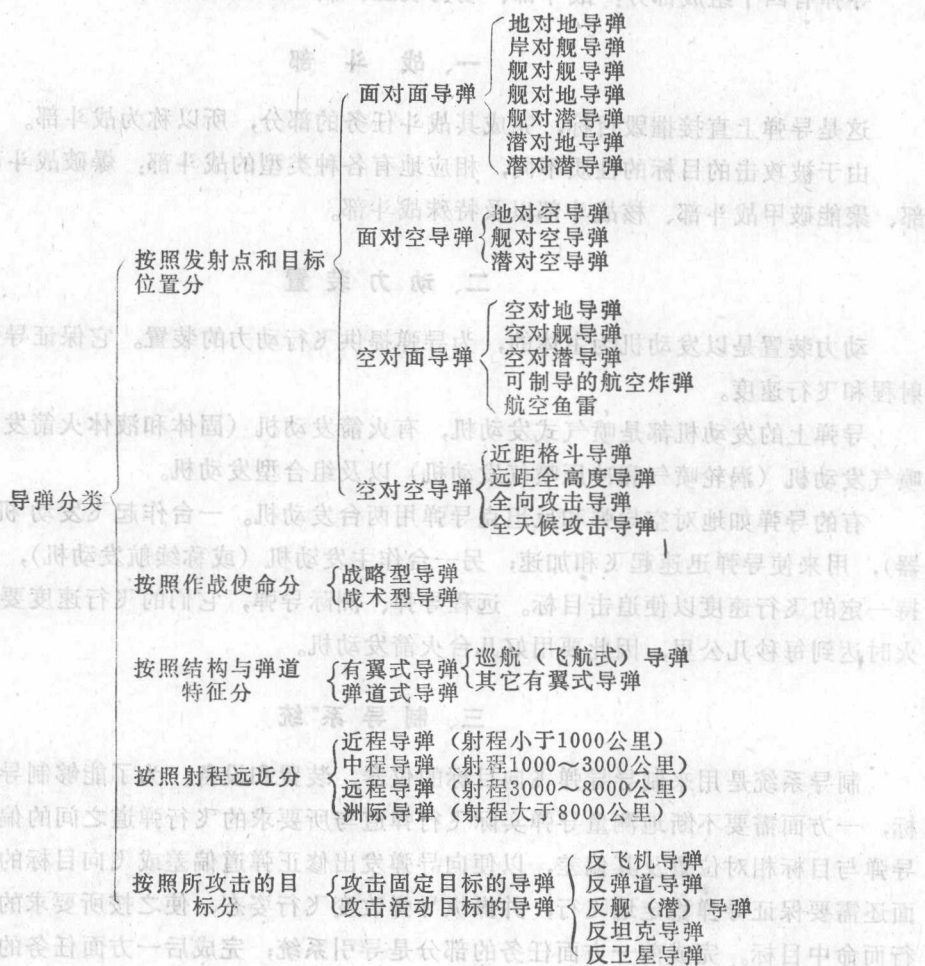
我们要在目前已取得的成就的基础上，为提高现有导弹技术水平和发展新的导弹，为国防现代化作出贡献。

§ 1-3 导弹的分类

目前，世界各国发展的导弹其型号有好几百种，为了便于研究、管理和使用，将它们进行分类。分类本身可以说是对导弹研究的入门，分类能指导实践，便于进行研究、设计和生产。导弹分类的方法虽然很多，但每一种分类方法都应概括地反映出它们的主要特征。此外，导弹尚处在迅速发展之中，新型导弹不断出现，因而分类还会有所变化和发展。

通常，导弹按照发射点和目标位置的不同，可分为四大类：面对面、面对空、空对面、空对空导弹。此外，还可按照作战使命，结构与弹道特征，射程远近以及所攻击的目标进行分类。详细列于下表 1-1。

表 1-1



我们对导弹分类表 1-1 作如下说明：

发射点和目标位置可分别在地面、地下、水面（舰船上）、水下（潜艇上）和空中（飞机或导弹）。我们约定地面（包括地下）和水面（包括水下）统称为面。

战略型导弹是攻击敌方导弹和核武器基地、军用机场、港口、防空和反导弹基地、重要军需仓库、工业和能源基地、交通和通讯枢纽等战略目标，完成战略任务的导弹。远射程面对面导弹、空对面导弹属于战略型导弹。此外，用来保卫重要城市和具有战略意义要地和设施的远射程地对空导弹也属于战略型导弹。这类导弹主要用以攻击入侵的战略轰炸机、巡航导弹和弹道式导弹。战术导弹是用于地面、海上或空中作战的，完成某个具体战役和战术任务的导弹，其类型很多。

有翼式导弹除巡航导弹外，分类表中列举的面对空导弹、空对面导弹、空对空导弹均属有翼式导弹。由于这类导弹都有弹翼，因而叫做有翼式导弹。

目前有人把导弹、可制导的航空炸弹和航空鱼雷，以及可制导的炮弹，统称为“精制导武器”。他们把“精制导武器”定义为具有命中目标的概率在50%以上的可制导的武器。

§ 1-4 导弹的主要组成部分

导弹有四个组成部分：战斗部、动力装置、制导系统和弹体。

一、战 斗 部

这是导弹上直接摧毁目标，完成其战斗任务的部分，所以称为战斗部。

由于被攻击的目标的性质不同，相应地有各种类型的战斗部：爆破战斗部、杀伤战斗部、聚能破甲战斗部、核战斗部以及特殊战斗部。

二、动 力 装 置

动力装置是以发动机为主体的，为导弹提供飞行动力的装置。它保证导弹获得需要的射程和飞行速度。

导弹上的发动机都是喷气式发动机，有火箭发动机（固体和液体火箭发动机）、空气喷气发动机（涡轮喷气和冲压喷气发动机）以及组合型发动机。

有的导弹如地对空导弹和反坦克导弹用两台发动机。一合作起飞发动机（或称助推器），用来使导弹迅速起飞和加速；另一合作主发动机（或称续航发动机），用来使导弹保持一定的飞行速度以便追击目标。远程导弹、洲际导弹，它们的飞行速度要求在发动机熄火时达到每秒几公里，因此要用好几台火箭发动机。

三、制 导 系 统

制导系统是用来制导导弹飞向目标的仪器、装置和设备。为了能够制导导弹飞向目标，一方面需要不断地测量导弹实际飞行弹道与所要求的飞行弹道之间的偏差，或者测量导弹与目标相对位置及其偏差，以便向导弹发出修正弹道偏差或飞向目标的指令；另一方面还需要保证导弹稳定地飞行，并操纵导弹改变飞行姿态，使之按所要求的方向和弹道飞行而命中目标。完成前一方面任务的部分是导引系统；完成后一方面任务的部分是控制系统。两者合起来便构成制导系统。

制导系统可全部装在弹上，如自动寻的制导系统就是这样。但是有很多导弹，弹上只装控制系统，导引系统则设在指挥站（设在地面、舰艇或飞机上）。

四、弹 体

弹体即导弹的主体，是由各舱、段及空气动力翼面联接形成的、有良好气动力外形的壳体，用以安装战斗部、控制系统、动力装置及推进剂等。当采用对接战斗部、固体火箭发动机和受力式贮箱时，它们的壳体、箱壁就是弹体的一部分。

空气动力翼面包括有产生升力的弹翼、产生操纵力矩的舵面及保证导弹稳定飞行的安定面（也称尾翼）。对弹道式导弹由于其航迹大部分在真空中飞行，而主动段不作机动飞行，因此不用弹翼或根本不用空气动力翼面。

§ 1-5 主要的几类导弹简述

一、面对面导弹

弹道式导弹和飞航式导弹（现又称巡航导弹）是这类导弹中的主要两种导弹。多用于攻击战略性目标，所以射程都比较远，可达数千乃至上万公里以上。弹上装载有大威力的核战斗部（或称核弹头），是对敌方进行核打击的主要武器。两种导弹的弹道差别很大，示于图 1-11。

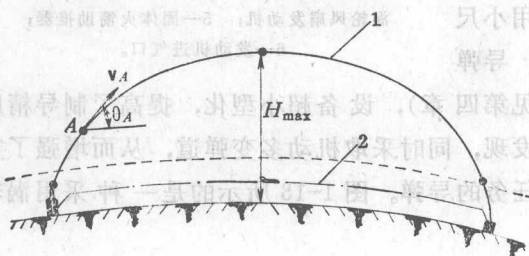


图 1-11 弹道式导弹和飞航式导弹的弹道

1—弹道式导弹的弹道；2—飞航式导弹的弹道。



图 1-12 弹道式导弹

弹道式导弹只有尾翼或者无翼，图 1-12 是一种无翼的弹道式导弹。采用火箭发动机作动力，发动机只在导弹开始时一小段弹道上工作。对导弹的控制也在这一小段弹道上进行，即控制导弹从发射台上垂直起飞数秒钟后逐渐按规定的程序角规律转弯。当转弯达到某一要求的角度，同时导弹的飞行速度也达到某一要求的值，发动机便停止工作，弹头与弹体分离。所以把这一小段弹道称为主动段弹道。此后，弹头和弹体就在很长一段弹道上既无动力，也不进行控制，就象抛射体一样作惯性自由飞行，所以把这一段弹道称为被动段弹道。“弹道”一词最早来源于希腊文，原意即“抛射”，所以把这种具有抛射体飞行轨道特点的导弹称为弹道式导弹。弹道式导弹这个名称是根据早期这种导弹的弹道特点而取的，近代这种导弹，为了进一步提高命中目标的准确度，在弹头再入大气层后对弹头进行制导，从而弹头已不再象一个抛射体，弹道式导弹的名称实际上失去了原有的意义，不过人们仍以原名称呼它。

早期弹道式导弹都用液体推进剂，这种液体推进剂（如液氧和酒精）是在导弹临发射时才向弹上加注的，因而发射阵地上得有推进剂贮存、运输和加注等设备，这不仅使导弹地面设备庞大而复杂，而且发射准备时间很长。所以到 50 年代后期发展的弹道式导弹改用可贮存“预包装”液体推进剂（如四氧化二氮和混合肼）或固体推进剂了。这样的导弹随时都处于战备发射状态。用固体推进剂的导弹不仅在使用上非常方便，而且导弹的结构相当简单，导弹的尺寸和重量也减小。近代以分导弹头为主要特征的弹道式导弹，它的一个母弹头可以分成很多可制导的子弹头导向不同的目标，这不仅有利于突防和生存，而且提高了对目标的摧毁概率。弹道式导弹的发射环境和方式有很多种，除由地下井发射外，还可由水下潜艇，飞机以及地面机动车辆上发射。

23年格22
10

13725... 208

飞航式导弹有一对很大的平面弹翼，外形与飞机很相象。采用空气喷气发动机作动力，而且全程工作。这种导弹由于机动能力较差，故只适用于攻击地面固定目标或低速运动的目标——舰艇。其飞行弹道有自己的特点，大部分是水平飞行段。导弹借固体助推器从发射装置上起飞，先爬升，然后转入平飞，当飞达接近目标上空转入俯冲。50年代发展的飞航式导弹，由于飞行高度比较高，飞行速度低，易被对方雷达发现并被地面防空火力或飞机拦截。70年代发展的属于这种类型的巡航导弹，一般都采用小尺寸，低耗油率的涡轮风扇空气喷气发动机；导弹采用惯性制导系统加地图匹配制导系统（见第四章），设备超小型化，提高了制导精度；导弹还能超低空进入目标区，不易被雷达发现，同时采取机动多变弹道，从而增强了突防能力，所以是一种能很好地执行战略轰炸任务的导弹。图1-13所示的是一种采用涡轮风扇发动机的巡航导弹。

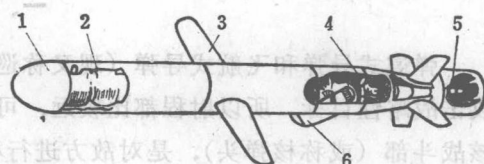


图1-13 巡航导弹

- 1—制导系统；2—战斗部；3—弹翼；4—
涡轮风扇发动机；5—固体火箭助推器；
6—发动机进气口。

二、面对空导弹

这是由陆地上、海面上（舰、潜艇）发射攻击空中目标的导弹，属于防空武器，所以也称为防空导弹。由于这类导弹所攻击的空中目标有飞机、飞航式导弹以及弹道式导弹，因而有反飞机和飞航式导弹的地（舰）对空导弹与反弹道式导弹的反弹道导弹两种类别。

远程轰炸机和飞航式导弹过去都用高空突防来进行袭击，由于搜索雷达捕获目标的能力提高，于是迫使它们不得不改变以低空突防来进行袭击，所以这类地（舰）对空导弹不仅有中高空（射高10~30公里），还有低空（射高3~10公里）和超低空（射高在3公里以下）两种。超低空地对空导弹是一种单兵携带的小型野战防空武器，导弹装在管式发射筒内，由射手肩负对空发射，攻击超低空入侵的敌机。这种导弹采用自动寻的制导系统，命中率较高，但是，由于导弹的尺寸和重量较小，战斗部的威力有限，有时即使直接命中目标也不一定能摧毁目标。

为了使地（舰）对空导弹能迅速起飞并获得很高的飞行速度，都用固体火箭发动机作助推器，助推器工作结束后自动脱落。以后就靠主发动机工作来保持导弹的飞行速度。主发动机一般采用液体或固体火箭发动机，也有采用冲压空气喷气发动机的。近年来发展采用固体火箭—冲压式组合型发动机作主发动机，它使得导弹的结构简化，尺寸减小，重量减轻。

这类地（舰）对空导弹一般都有四片弹翼，呈十字形和×字形安置，同时还有四片舵面，其安置形式与弹翼相同。这样，导弹就可以在无线电遥控和自动寻的制导系统制导之下，迅速改变其飞行方向，实现追击目标的机动飞行。当导弹击中或飞达目标一定距离时，杀伤式战斗部由引信作用而引爆将目标摧毁。

反弹道导弹是用来摧毁弹道式导弹弹头的。由于弹头这种目标尺寸小，速度高，还可多弹头分导，这就要求反弹道导弹应该反应快、速度大、机动性好、制导精度高，利用核

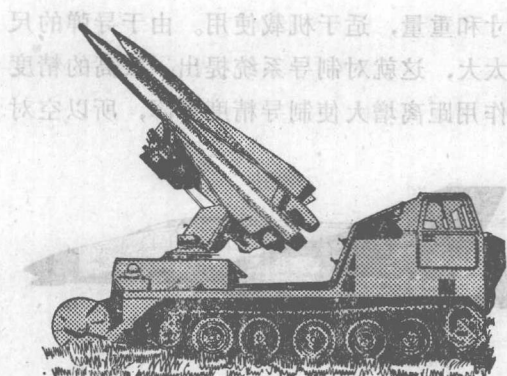


图1-14 地对空导弹

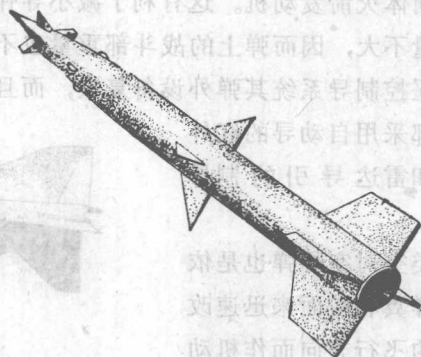


图1-15 反弹道导弹

战斗部爆炸而摧毁目标。

这种导弹装有大推力的固体助推火箭。有一种反弹道导弹用三级固体火箭发动机来推进，第一级作加速器，第二级作主发动机，第三级将导弹精确地导向目标。导弹从发射阵地用无线电指令来制导。为了有效地拦截目标，反弹道导弹和预警、目标识别、雷达跟踪以及有效拦截系统四个部分一起组成反弹道导弹系统。

三、空对面导弹

这是由飞机（轰炸机、歼击机和强击机）或直升飞机上发射攻击地面、海上或水下固定目标或活动目标的导弹。其类型较多，有机载弹道式导弹、巡航导弹、战术有翼导弹、反坦克导弹等。

机载空中发射的弹道式导弹和巡航导弹，射程很远，载有核战斗部，属于战略空对面导弹。战术空对面导弹的主要任务是近距离火力支援，用以攻击地面雷达、桥梁、机场、车辆以及舰船等目标。

空对面导弹有采用被动式雷达寻的制导系统，即利用对方雷达所发射的波束进行制导，所以也把这种导弹称为反辐射导弹。另外还有采用电视自动跟踪制导系统，激光制导系统的。

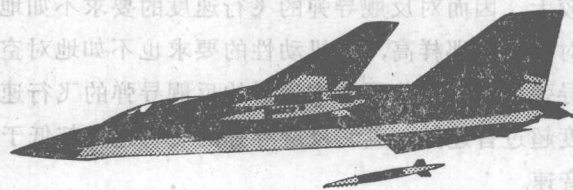


图1-16 空对面导弹

不可制导的航空炸弹和航空鱼雷属于空对面“精制导武器”。航空炸弹没有发动机，用激光制导，具有较高的命中准确度。航空鱼雷是专门反舰（潜）的，它可以在水面上攻击目标，也可以进入水下攻击目标，攻击远距离舰艇的航空鱼雷装有发动机，属于反舰（潜）导弹。

四、空对空导弹

这是由飞机上发射攻击空中目标的导弹。这种导弹是歼击机的进攻武器，轰炸机的防御武器。图1-17所示是歼击机载的空对空导弹。

空对空导弹由于载机已具有很高的飞行速度和高度，故这类导弹就不需要助推器，只

用一台固体火箭发动机。这有利于减小导弹的尺寸和重量，适于机载使用。由于导弹的尺寸和重量不大，因而弹上的战斗部重量也不可能太大，这就对制导系统提出了较高的精度要求。遥控制导系统其弹外设备复杂，而且随着作用距离增大使制导精度下降，所以空对空导弹都采用自动寻的红外导引和雷达导引的制导系统。

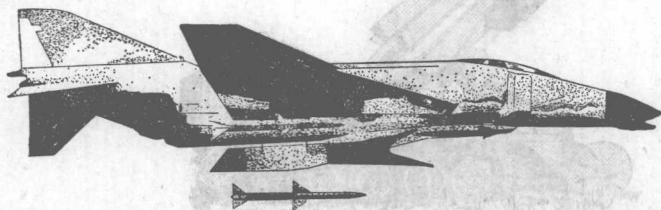


图1-17 空对空导弹

这类空对空导弹也是依靠四片弹翼和舵面来迅速改变导弹的飞行方向而作机动飞行的，导弹使用时悬挂在载机机翼下面的发射导轨上，当目标进入导弹的攻击区内，飞行员得到信号便可按下发射按钮发射导弹。

早期的空对空导弹是尾追目标进行攻击的，由于目标的速度不断提高，再要尾追攻击目标就困难了，于是发展了全向攻击的空对空导弹。为了拦截机动性好的目标，还发展了机动性非常好的近距离格斗空对空导弹，其最小射距几百米。为了对付远程空对面导弹攻击的威胁，还发展了远距离全高度攻击的空对空导弹，提高了上射和下射能力，特别是下射能力，以对付离地（海）面上空几米或十几米高度的超低空飞行目标。

五、反舰（潜）导弹

这是用于海上作战，攻击敌方各种舰艇的导弹。其射程从几十公里到几百公里，包括舰对舰、岸对舰、舰对潜、潜对舰、潜对潜以及空对舰（潜）等六类。由于舰艇行驶的速度不如飞机那样高，机动性比较差，尺寸和体积又比较大，因而对反舰导弹的飞行速度的要求不如地对空导弹那样高，其机动性的要求也不如地对空导弹那样好。除了空中发射的反舰导弹的飞行速度超过音速外，其它反舰导弹的飞行速度都低于音速。

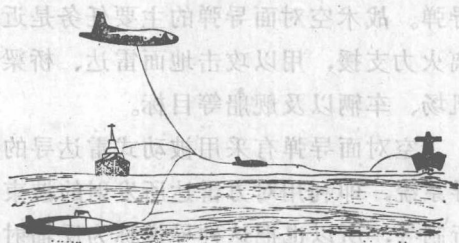


图1-18 反舰（潜）导弹

反舰导弹的主发动机多采用空气喷气发动机，也有用火箭发动机的。不管用那种主发动机，都要用固体火箭发动机作助推器。射程超过50~70公里的反舰导弹，几乎都用耗油率低的小型涡轮风扇喷气发动机，所以反舰导弹大多数为巡航导弹。导弹的战斗部有三种形式：攻击厚装甲的聚能破甲战斗部，攻击薄装甲的穿甲-爆破战斗部以及攻击无装甲的爆破战斗部。这类导弹的制导系统多采用自动控制加自动寻的复合系统，也有采用无线电指令加自动寻的系统，惯性制导加地图匹配的系统。

六、反坦克导弹

这是专门攻击地面装甲目标（主要是坦克）的导弹。射程可近到几十米，远到3~4公里或更远一些。由于使用要求决定了这种导弹的尺寸要小，重量要轻，以便于单兵携带，