

TEZHONG KONGXIMUBIAO YU DUIKANG
LILUNYANJIU

特种空袭目标 与对抗理论 研究

主编 俞开堂 曹淑信



国防大学出版社

特种空袭目标与 对抗理论研究

主 编 俞开堂 曹淑信
副主编 常利胜 郭春生 陆关生
王少文 苏本杰

国防大学出版社

(京) 新登字 120 号

特种空袭目标与对抗理论研究 俞开堂 曹淑信 主编

出版发行	国防大学出版社
印 刷	北京国防印刷厂
开 本	大 32 开 · 6.5 印张 · 157 千字
版 次	2000 年 12 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	3000 册

社址：北京市海淀区红山口甲 3 号

邮编：100091

统一书号 5 5626 · 146

定价：11.00 元

序 言

海湾战争和科索沃战争的硝烟向世人警示，高技术空袭已成为霸权主义国家推行强权政治、实现其战略目的的主要手段，空袭与反空袭已成为高技术局部战争的重要内容。

环视我国的安全环境，我们面临的最大威胁就是军事强国对我国发动的高技术空袭。正像江泽民主席指出的那样：“像我们这样的大国，敌人从一开始就大规模派兵跑到我们国土上来打仗的可能性看来比较小。如果一旦战争爆发，敌人首先恐怕还是利用精确制导武器、远程作战飞机进行空袭。”因此，全面、深刻地研究强敌空袭作战的基本思想、主要手段和基本战法，探索符合我军实际而又行之有效的反空袭对策，是我军现实军事斗争准备的一项重大、紧迫的任务。

随着科学技术的不断进步和空防斗争的更迭变化，现代空袭兵器为了适应作战需要，空中作战平台实现了隐形化、高速化、无人化、精确化和低空机动化。在现代高技术空袭兵器家族中，不仅出现了巡航导弹、反辐射导弹的精确打击，而且攻击直升机在第五空间也发挥着超常的作战能力。

目前，全军上下正在广泛开展以“新三打三防”为核心内容和群众性练兵活动，涌现出一批抗击强敌空袭的新成果。我高兴地看到，由俞开堂、曹淑信同志主编的《特种空袭目标与对抗理论论研究》就要与读者见面了。该书以新时期军事战略方针为指导，着眼我军反空袭作战的重点和难点问题，以巡航导弹、反辐射导弹和武装直升机为主要研究对象，系统、深入地研究了特种空袭

兵器的战术技术性能、特点和作战使用方法，并结合我陆军防空兵的实际，运用定性和定量分析方法，对我陆军防空兵抗御强敌特种空袭兵器的措施和战法进行了大胆而深入的理论研究，并提出不少新的对策。该书的出版对丰富发展我军反空袭作战理论，促进我军防空兵部队的训练，均具有重要意义和实用价值。特此作序，以飨读者。

张兴业

2000年9月于北京

目 录

第一篇 巡航导弹与抗巡航导弹	1
第一章 巡航导弹介绍	2
第一节 巡航导弹的发展	2
第二节 巡航导弹的主要特点	4
第三节 巡航导弹的制导方式	6
第四节 巡航导弹的结构	9
第五节 巡航导弹的性能	10
第六节 巡航导弹的作战使用	12
第七节 巡航导弹存在的不足	15
第八节 巡航导弹的发展方向	16
第二章 抗击巡航导弹的效率分析	18
第一节 我军防空武器装备及性能	18
第二节 防空武器抗击巡航导弹的特点	19
第三节 巡航导弹攻击地面目标的命中概率	21
第四节 目标搜索	26
第五节 服务概率	37
第六节 火炮射击	44
第七节 抗击巡航导弹的可能性	51
第三章 抗击措施	59
第一节 目标预警	59

第二节	兵力部署	62
第三节	阵地配置	66
第四节	指挥与射击	68
第五节	其他抗击巡航导弹的手段	73
第六节	改进和研制器材	76
第二篇	反辐射导弹与抗反辐射导弹	78
第一章	反辐射导弹综述	78
第一节	美国的反辐射导弹	80
第二节	英国的反辐射导弹	88
第三节	法国的反辐射导弹	90
第四节	俄国的反辐射导弹	91
第五节	反辐射导弹的实战使用	95
第六节	反辐射导弹的发展趋势	97
第二章	反辐射导弹的特点	100
第一节	反辐射导弹的技术特点	100
第二节	反辐射导弹的战术特点	103
第三节	反辐射导弹的使用弱点	104
第三章	对反辐射导弹的射击研究	108
第一节	小高炮的技术性能	108
第二节	对反辐射导弹的轨迹分析	109
第三节	对反辐射导弹的射击能力	114
第四节	对反辐射导弹的射击效率	116
第五节	对反辐射导弹的射击方法	117
第四章	抗击反辐射导弹的措施	121
第一节	技术是抗击反辐射导弹的基础	121
第二节	战术是抗击反辐射导弹的方法	125
第三节	指挥是抗击反辐射导弹的灵魂	128

第三篇 攻击直升机与抗攻击直升机	129
第一章 概述	129
第一节 攻击直升机的产生和发展	129
第二节 研究抗击攻击直升机的意义	132
第三节 美陆军航空兵在联合作战中的使用	138
第四节 攻击直升机的地位和发展趋势	145
第五节 美军攻击直升机的战术运用	151
第二章 抗击攻击直升机的对策和措施	155
第一节 战术对策	155
第二节 技术措施	161
第三章 射击效率分析	168
第一节 发现概率	168
第二节 毁歼概率	171
第三节 服务概率	175
第四章 射击实施方法	179
第一节 目标飞行方式的变化对解决命中问题 的影响	179
第二节 对不同的飞行状态怎样确定命中点	182
第三节 射击方法	183
主要参考文献	193

第 一 篇

巡航导弹与抗巡航导弹

在现代空袭中，有人驾驶飞机由于采用隐形技术和光电对抗技术，能够实施低空和超低空突防，且机载武器的命中精度大幅度提高，因而仍是现代空袭的主要武器。但由于现代防空逐步具有较先进的预警和拦截打击能力，普通飞机实施突防受到限制。使用巡航导弹突击目标，既能达成突防的突然性，又能保证发射平台的生存能力，因而由作战飞机和巡航导弹交替袭击目标将成为现代空袭的主要手段。无疑在未来防空战场上，抗击巡航导弹将成为防空兵的一项重要任务。为此，迫切需要研究巡航导弹的现状和发展情况，根据本国防空武器的现状研究一些行之有效的对抗方法。本篇通过对美军所装备的巡航导弹的特点、性能、使用手段等研究，运用定性和定量的分析，提出有关阵地配置、射击指挥等具体对抗巡航导弹的方法及其它抗击手段。

第一章 巡航导弹介绍

在海湾战争中,是战斧式巡航导弹向伊拉克打响了第一枪,并在整个战争中发挥了巨大的作用。战争前期,多国部队发射的 188 枚巡航导弹由于其高度低、精度高、突破能力强等特点,故 90% 以上都命中了预期的目标,致使伊拉克许多重要军事设施遭到严重摧毁。实践证明,随着时间的推移,各种战略、战术巡航导弹将成为现代空袭的重要武器,因而,现代防空的任务也更加艰巨。

巡航导弹是一种无人驾驶的、一次性使用的、装有弹药的、用空气喷气发动机推进的有翼自控飞机。由于导弹发射后能够按程序飞行或者自动制导飞行,大部分时间在稠密的大气层中作等速水平飞行,此时,重力和升力相平衡,推力和阻力相平衡,故称为巡航导弹。

第一节 巡航导弹的发展

巡航导弹最早出现于第二次世界大战中,鼻祖首推德国制造的“V-1”导弹。美国也先后制造了“鲨鱼”战略导弹和“斗牛士”、“高斯”等战术巡航导弹。只是由于受当时各种技术水平的限制,导弹性能比较差,具体表现在:只能从地面发射,在中、高空飞行,速度慢,飞行时间短,隐蔽性与机动性差,易被发现和击毁;飞行易受天气条件如风速、风向改变等随机因素的影响,命中精度低(偏差达 9km)。60 年代后,随着弹道导弹的发展,巡航

导弹的战略价值一度被人们忽视。进入 70 年代,随着各种防空技术的发展,普通作战飞机在现代防空系统面前突防受到限制,为谋求突防能力,给对方增加防御上的困难,以亚音速作低空飞行(通常为几十米甚至十几米)且隐蔽性能好的巡航导弹才得到重视,特别是电子计算机向微小型化的迅速发展,以及小型高效涡扇发动机的生产和小型核弹头的装备,大幅度减小了巡航导弹的体积,提高了制导精度。在当前高性能武器的单价几乎呈几何级上升,复杂技术的灵敏度已超过维修能力的情况下,致使某些武器(如 F-15、F-16)只能在数量上有极低的战备率,而巡航导弹可以集数量与质量于一体,且偏重于数量,结构相对比较简单,可一弹多用,其广泛适应能力使它比其它武器系统更能实现部队的迅速现代化。因此,无论是从改造的难易程度还是从经济上考虑,使巡航导弹达到预期参数的性能要比有人驾驶飞机简单易行,所以美苏竞相发展巡航导弹。70 年代以后,美军先后研制了空基巡航导弹 AGM-86A、B 型和“战斧”式海基巡航导弹,前苏联研制和装备了 SS-NX-21 和 SSC-X-4 等海基和陆基巡航导弹。80 年代后,美和前苏联都重视发展空基巡航导弹。苏联的 AS-15 型巡航导弹于 1985 年 10 月开始装备空军,至 1988 年,装备这种巡航导弹的图-95H 战略轰炸机已达 70 架;美军的 AGM-86B 型巡航导弹用于在防区攻击纵深目标,截止 1989 年,美空军已有 150 架 B-52G、H 型战略轰炸机完成了改装携带这种导弹的任务。到 90 年代中期,美苏已拥有巡航导弹分别为 2600 枚和 3000 枚,其中海基占 1/2。

目前各国正在研制新一代巡航导弹,如美国正在研制 AGM-129,俄罗斯正在研制 AS-X-19 导弹。

随着微电子技术的发展以及隐身技术的应用,巡航导弹的性能将更加完善,并将广泛应用于实战,从而对防空构成新的威胁。

第二节 巡航导弹的主要特点

一、体积小、质量轻

70年代后生产的巡航导弹大多长约6m,直径0.6m左右,翼展为3.0~4.0m。由于在稠密的大气层中飞行,可充分利用空气动力(主要是升力)来克服本身质量,加上采用空气喷气发动机,不需携带大量氧化剂,在射程相同的情况下,巡航导弹的体积、质量要比弹道导弹小而轻,比同样质量的火箭推进式导弹具有更远的射程,如“战斧”式导弹由于微电脑应用于制导技术,采用了质量为67.5kg的小型高效涡轮发动机,当量为20万吨的核弹头,质量只有120kg,射程却达2400km。

二、精确制导,命中精度高,可靠性好

“战斧”式导弹的制导系统由几个子系统组成:惯性制导系统,地形匹配系统和数字景象匹配区域相关器子系统(应用于AGM-86B, BGM-109A、C、D)或主动式雷达子系统(BGM-109B)。

由于采用复合制导,其惯性制导不受外界干扰,“发射后不管”,虽然制导有一定的误差,但可以用地形匹配制导系统来修正,加上末端制导,因而巡航导弹的制导精度较高,如BGM-109A的圆概率偏差为30m,而BGM-109B、C、D的圆概率误差仅为9m,远远小于导弹各自的破坏半径。在海湾战争开始的第一天,多国部队向伊拉克发射了BGM-109C、D“战斧”式导弹100枚,其中首次突击的52枚导弹中有51枚命中目标,命中率高达98%。

“战斧”式导弹的抗干扰能力也比较强,其整体可靠性大于85%。

三、突防能力强，破坏威力大

巡航导弹突防能力强，是因为它采用先进的制导系统，可以以 885km/h 的高亚音速作超低空飞行，且本身又具有隐身能力，能全天候作战，可有效地规避敌方的防空系统的探测和拦截，便于隐蔽企图，达成突然性。

巡航导弹的威力大，是因为导弹战斗部装有多种高威力炸药，如 AGM—86B 有常规弹和 20 万吨核弹两种，BGM—109A 战斗部为 W—80 核弹头，杀伤半径达 3km，BGM—109C、D 型装有 454kg 常规高能炸药，其中 C 型装有装甲弹头，D 型装有子母弹式战斗部，含有 166 枚 BLU—97B 小口径炸弹。

“战斧”式导弹的攻击方式有：水平攻击，俯冲攻击和空中爆炸。可根据目标情况选择最有利的一种攻击方式实施有效攻击。

四、动力大，射程远

由于采用轻型涡扇发动机，巡航导弹具有强有力的动力系统，因而具有较大的射程，如 AGM—86B 射程为 2400km，BGM—109A 为 2300km，BGM—109C、D 为 1250km。导弹的射程已远远超过了防空武器的火力范围，而且也比美陆军师 50km 和军团 300km 的纵深作战范围大得多，因而用巡航导弹攻击目标可大大提高载机的生存能力和纵深攻击能力。

五、发射方式多样，一弹多用

目前巡航导弹的发射方式有陆射、潜射、机载发射和地面车载机动发射等。同一型号的巡航导弹，如“战斧”BGM—109 系列导弹，既有战略型，又有战术型；既可装核弹头，又可装常规弹头，加上其质量轻、体积小、运输方便，因而是美军陆海空部队较受欢迎的通用武器。

六、成本低，可大量装备

“战斧”式巡航导弹成本较低，单枚价格只有 150 万~200 万美元，为一辆 M—1 型坦克价格的 1/2，不到 B—1B 型机价格的

1/200,也远比一架F-16型机(1000万美元)少得多,因此它已成为美国90年代大量装备、广泛使用的武器。而且单机载重量多,如一架B-52型机可带20枚,B-1B型机为30枚,波音747型机为50枚,如果再考虑发射后不管,这就进一步增大了其对重要目标实施连续突击的可能。

另外巡航导弹还有全寿命期费用低,费效比高,使用灵活等特点,因而它在海湾战争中被美军称为最受欢迎的武器之一。

第三节 巡航导弹的制导方式

小型化高精度制导系统的运用是新型巡航导弹发展的一个重要原因。

巡航导弹全程都在低空沿着复杂的航线作连续主动飞行。由于气候条件如风速、风向等无法预料的变化,使得巡航导弹在整个飞行过程中不断地出现影响偏离预定航线的因素,因此,只有使其整个飞行过程置于制导系统控制之下,实施全程连续制导,即前段与中段采用地形匹配和惯性制导,末端采用末制导,才能命中预定目标。

一、惯性制导系统

惯性制导是靠装在导弹上的惯性仪表利用惯性原理对导弹运动的速度和位置进行测量并校正飞行的一种制导系统。惯性制导系统在导弹飞行的初段和中段工作,它包括电子计算机、惯性平台和气压高度表等部件。惯性平台由三个陀螺仪组成,用于坐标和三个加速度表系统中变换导弹倾斜角度。惯性测量仪表包括加速度仪和陀螺仪。加速度仪用来测量除重力加速度以外作用在巡航导弹上的各种外力(包括推力、空气动力等)所引起的加速度;陀螺仪主要用来建立陀螺平台。加速度表测得的数据经过计算机

计算得出巡航导弹的速度和位置，再和制导系统所要求的数据进行比较产生指令，使巡航导弹按指定的航路飞行。

惯性制导的优点是不受干扰，能独立工作。缺点是随着时间的延长，积累误差增大。系统制导的误差为 0.8km/h 。

二、地形匹配制导系统

地形匹配制导系统在导弹飞行的初始段、中段和末段工作，它是利用地形高度随位置变化而变化的原理进行工作的。它包括计算机、无线电高度表和全部导弹运行标准图等部件。其工作原理是：将导弹的所在区域的地形与其飞行航线地形相对照而获得正确飞行路线。通过比较无线电高度表和参数高度表数据来判断地形（第一种表测定地表面高度，第二种表测定海拔高度），所判定的地形以数字形式输入到计算机中，计算机将输入的判定地形与地形标准图对照，然后给惯性制导系统坐标信号。地形匹配是在通过敏感区时比较地形轮廓进行工作的，因此不能在海洋、大面积的水面或平地上定位。

三、惯性加地形匹配系统制导

惯性制导随着工作时间的增加会产生积累误差（巡航导弹的速度较慢， 3000km 的路程需要 4 个多小时的时间），如不及时修正误差，就不能保证巡航导弹沿着预定的航线飞行。地形匹配就是在飞行过程中定期修正惯性系统的积累误差的制导系统。惯性加地形匹配制导，二者相弥补，能克服各自的缺点，使制导系统能达到具有体积小，质量轻，成本低，精度高的特点。两者制导的过程如下：

（1）导弹发射后，靠惯性制导飞向第一个定位区。

（2）当导弹飞到定位区时，进行地形匹配，修正误差，使导弹回到预定航线上。

（3）重复这样的过程，经最后定位区修正后，在末端制导下飞向目标。通常为保证精度，第一个定位区较宽，定为 10km ，其

余的宽为 2km，两个定位区间的距离为 240km。

四、末制导

为进一步提高攻击精度，以便用常规弹头也能破坏面积较小的目标，甚至点状目标，需采用末制导。末制导的敏感装置可以是体积小、质量轻的微波辐射计，也可以是多模雷达、红外探测器或激光器等。“战斧”BGM-109C、D 导弹采用的末制导为数字景象匹配区域相关末制导。

数字景象匹配区域相关末制导是把导弹飞临目标时弹上电影照相机或电视摄像机摄取的目标区域的光学景象与在弹上预储的目标区域的光学景象进行相关来产生制导指令的。这种末制导的精度较高，圆概率偏差在 3m 以下。景象匹配相关仪通常要求在超低空使用，以避免云层和其它不良气象影响光学系统摄取地面景象，且在距目标几英里处就开始进行末端位置修正，以防止敌方利用烟雾把接近目标的区域遮蔽住或改变环境进行欺骗。

五、全球定位系统

巡航导弹除了可利用地形匹配对惯性制导进行修正外，目前改装的“战斧”式导弹还采用了全球定位系统。

该系统由分别部署在三个平面的圆形轨道（倾角 63° ，高度 10900 英尺）的 24 个卫星组成，因而可以使地面上任何一点至少可以被 24 个卫星中的 4 个卫星同时看到。这些卫星将以千分之几秒的精度，播送能被导弹被动接收的同步编码信号。导弹上计算机利用这个信号和上述四个信号到达的时间差，算出相对于每个卫星的距离。同时卫星还将播送环绕地球轨道的信号，弹上计算机利用这个信号和上述四个信号到达的时间差，在不借助于任何外来数据的情况下，确定出导弹三维空间的真实位置，并推算出导弹的任何时刻的位置，从而对导弹的飞行进行校正。全球定位系统能在全球范围内随时随地提供高精度的三维定位数据，因此利用该系统对导弹的惯性制导进行不断修正，从而使制导系统达

到很高的精度。该系统制导的弹着点偏差小于 10m，且具有全球覆盖，自主不饱和，高精度的特点。

第四节 巡航导弹的结构

巡航导弹的壳体呈圆筒状，弹翼位于机身中央，稳定翼位于尾部，壳体用铝合金、石墨、环氧塑料等材料组成，整个弹体分布为六个舱段：

(1) 制导系统舱：内装地形匹配、惯性制导和数字景象匹配区域末端制导设备。

(2) 战斗部舱：内装各种高能炸药或核装料。

(3) 燃油箱舱：内装高能燃油，体积占导弹全长的一半以上。

(4) 翼展动力装置舱。

(5) 进气道和热气堆舱。

(6) 主级发动机舱。

下面结合“战斧”式巡航导弹介绍导弹的具体结构。

一、动力装置

巡航导弹的发动机可采用包括空气喷气发动机在内的各种类型的喷气发动机。目前巡航导弹获得发展的一个重要原因是采用了小尺寸的涡轮发动机，这种发动机由内涵、外涵两部分气流产生推力。因从外涵道排出的冷空气把从内涵道出来的热气包围起来，使混合排气的温度降低，提高了燃料的利用率，减少了红外信号辐射，使红外制导的拦截导弹难以跟踪，而且这种发动机具有体积小、质量轻、结构简单、推力小、效率高、耗油少等特点，如“战斧”式巡航导弹就采用了 F107—WR—400 小型双轴涡扇发动机，其外廓尺寸为：长 0.937m，直径 0.3m，推力 272kg，质量 61.6kg，其涡轮进气温度 2033℃，出气温度 315.6℃。该发动机