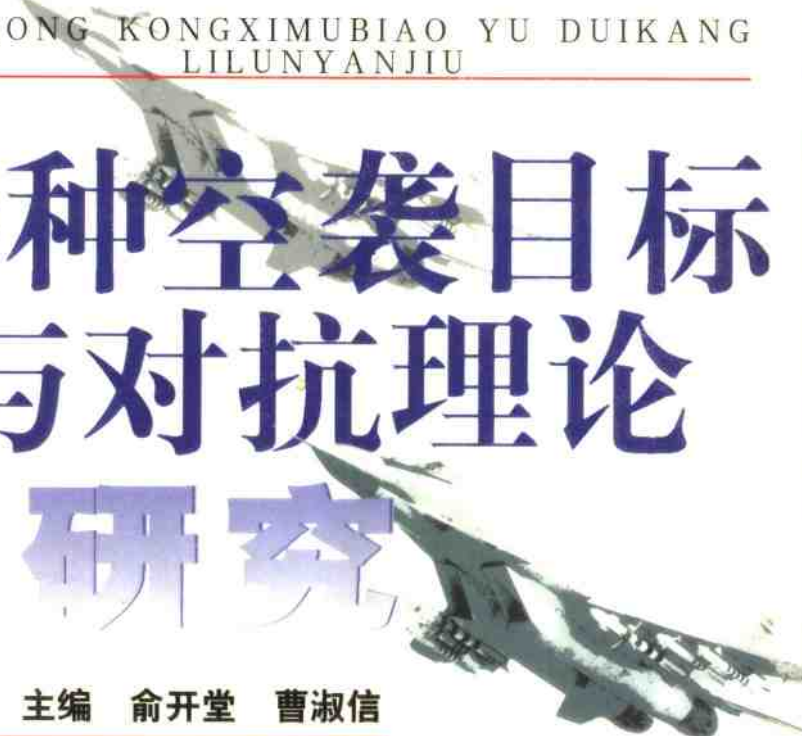


TEZHONG KONGXIMUBIAO YU DUIKANG  
LILUNYANJIU

# 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



俞开堂 1957年毕业于南开大学数学系，教授。曾任中国优选法统筹法与经济数学研究会、军事系统工程委员会、军事运筹学会、军事统筹学会和射击学会理事等职。政府特殊津贴享受者。《中国专家大辞典》入选者。参加过援越抗美战争。主要从事陆军防空武器射击运筹理论和作战指挥决策的研究和教学。主要著作有：《高炮射击理论》、《高炮射击效率评定》、《军事运筹方法》和《高炮拦阻射击理论及其实施方法》等。



曹淑信 山东省临邑县人，1951年1月生，1968年3月入伍，大学文化。历任战士、排长、学员、教务参谋、团副参谋长、参谋长、团长、学员大队长、教研部副主任、教务部副教务长、教务长、训练部部长。现任炮兵指挥学院副院长、副教授、大校军衔。曾先后就读于中国人民解放军炮兵指挥学院和国防大学。长期从事部队和院校教育训练工作。中国军事教育学会理事、射击学会理事。近年来，发表各类学术文章40余篇，有10项科研项目荣获军队科技进步奖，著有《高技术条件下炮兵侦察概论》等3部理论专著。

## 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         |
| <b>第二篇</b> | <b>反辐射导弹与抗反辐射导弹 .....</b> | <b>78</b>  |
| <b>第一章</b> | <b>反辐射导弹综述 .....</b>      | <b>78</b>  |
| 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         |
| <b>第二章</b> | <b>反辐射导弹的特点 .....</b>     | <b>100</b> |
| 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        |
| <b>第三章</b> | <b>对反辐射导弹的射击研究 .....</b>  | <b>108</b> |
| 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        |
| <b>第四章</b> | <b>抗击反辐射导弹的措施 .....</b>   | <b>121</b> |
| 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        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>第三篇 攻击直升机与抗攻击直升机 .....</b>     | <b>129</b> |
| <b>第一章 概述 .....</b>               | <b>129</b> |
| 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        |
| <b>第二章 抗击攻击直升机的对策和措施 .....</b>    | <b>155</b> |
| 第一节 战术对策 .....                    | 155        |
| 第二节 技术措施 .....                    | 161        |
| <b>第三章 射击效率分析 .....</b>           | <b>168</b> |
| 第一节 发现概率 .....                    | 168        |
| 第二节 毁歼概率 .....                    | 171        |
| 第三节 服务概率 .....                    | 175        |
| <b>第四章 射击实施方法 .....</b>           | <b>179</b> |
| 第一节 目标飞行方式的变化对解决命中问题<br>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        |
| <b>主要参考文献 .....</b>               | <b>193</b> |

## 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“鲎鱼”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,以及小型高效涡轮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  $0.8\text{km/h}$ 。

### 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， $3000\text{km}$  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  $10\text{km}$ ，其