

A-10A WARTHOG



A-10A: DCS 怒火危崖

飞行手册

介绍

感谢您购买了 **A-10A: DCS 怒火危崖** 模组。该模组是我们怒火危崖系列的一个子产品。其画面和气动模型都很优秀，而且它的上手难度要比 DCS 中的 **A-10C**、**Ka-50** 和 **P-51D** 等其他模组要容易许多。该模拟不仅保持了原怒火危崖系列中 **A-10A** 的驾驶舱功能，而且还增加了一个很先进的气动模型。

A-10A: DCS 怒火危崖 的关键特征如下：

- 细节丰富的精确 3D 模型和动画
- 六自由度（6DOF）驾驶舱
- 先进气动模型（AFM）
- 包含战役和任务
- 包含多个飞行中队的 **A-10A** 涂装
- 降低游戏难度的简易航电模式

也许最重要的是，作为数字战斗模拟的一部分，**A-10A: DCS 怒火危崖** 不仅运行在经常更新的数字战斗模拟平台上，而且还与其他的 DCS 模组线上兼容。

目录

.....	1
介绍	1
目录	3
关于 A-10A.....	7
确定需求.....	7
A-X 的竞争	8
生产	9
A-10 的演变	12
A-10 的任务	13
近距离空中支援 (CAS)	13
战场空中遮断 (BAI)	14
前线空中指挥员 (AFAC)	14
战斗搜索与救援 (CSAR)	14
作战使用.....	14
第一次海湾战争 (沙漠风暴行动)	20
科索沃战争 (联合力量行动)	22
阿富汗战争和第二次海湾战争	23
设计概况	25
机身和机翼.....	26
机身	26
机翼	27
控制面	28
升降舵	28
副翼	29
方向舵	29
简易航电模式.....	31
导航模式.....	32
空对空模式.....	33
空对地模式.....	34

瞄准系统	35
A-10A 驾驶舱仪表.....	36
电视显示器 (TVM)	38
雷达告警接收器 (RWR)	38
空速表	38
迎角 (AoA) 表.....	39
迎角指示灯.....	39
姿态方位仪 (ADI)	39
水平状况仪 (HSI)	40
高度表	40
垂直速度计 (VVI)	41
过载表	41
发动机级间涡轮温度表 (ITTI)	41
发动机核心机转速表.....	42
发动机滑油压力表.....	42
发动机风扇转速表.....	42
发动机燃油流量表.....	43
襟翼位置指示器.....	43
油量表	43
武器控制面板 (ACP)	44
A-10A 抬头显示器 (HUD) 和电视 (TVM) 的操作模式.....	46
基本的 HUD 和 TVM 符号	46
导航 (NAV) 模式	46
着陆模式下的 HUD 和 ILS.....	48
内置航炮和非制导火箭弹 (RKT) 投放模式.....	48
非制导炸弹投放模式.....	50
空对空武器投放模式.....	51
AGM-65 导弹投放模式	52
空对空导弹	55
AIM-9 响尾蛇.....	55

空对面武器	57
AGM-65K 和 AGM-65D 小牛导弹	57
Mk-82、Mk-82AIR 和 Mk-84 非制导炸弹	58
Mk-20 石眼集束炸弹	59
CBU-87 集束炸弹	59
LAU-61 火箭发射巢	60
北约的电子干扰 (ECM) 吊舱	60
AN/ALQ-131 电子干扰吊舱	60
雷达告警接收器	61
无线电通讯与消息	65
无线电指令	65
玩家发送的无线电指令	66
无线电信息	71
无线电信息	71
语音信息和告警	73
语音信息系统的信息	73
理论训练	74
指示空速与真空速	74
速度矢量	74
迎角指示器 (迎角表)	75
转弯半径与转弯速率	75
转弯速率	77
持续转弯和瞬时转弯	78
能量控制	78
战斗基础操作	79
空战战术	79
机动	79
空战中机炮的使用	79
空对空导弹战术	81
防空系统	81

高射炮 (AAA)	81
地对空导弹 (SAM) 系统	81
地对空导弹系统的交战区域.....	84
地面控制拦截.....	85
穿越敌方防空区域.....	85
导弹规避.....	87
A-10A 部署检查单.....	90
空对空武器.....	90
AIM-9 响尾蛇导弹.....	90
空对空模式下航炮的使用.....	90
空对面武器.....	91
在 CCIP 模式下进行轰炸	91
在 CCRP 模式下进行轰炸	91
非制导火箭弹和 GAU-8A 航炮的使用.....	92
AGM-65 小牛导弹的使用	92
附录	93
缩略词表.....	93
开发者	97
Eagle Dynamics 团队	97
主管	97
程序员	97
美术与声效.....	98
质量保证.....	98
本地化	98
科学支持.....	98
IT 与客户支持.....	98
测试人员.....	99
翻译	100

关于 A-10A

确定需求

美军在越战中的经历，使其萌发了对 A-10 的需求。虽然快速的飞机如 F-100、F-4 和 F-5 能在紧急情况下为部队提供近距离空中支援（CAS），但它们存在留空时间短，太高速，武器投放不准确等问题，解决方案很昂贵。另一方面，速度比较慢的飞机如 U-10 和 OV-10，缺乏重火力打击能力。这些批评未能使美国空军认真重视近距离空中支援，一些高层官员也没有寻求一种专门的攻击机来补救。

A-1 天袭者在当时是担当近距离空中支援（CAS）和战斗搜索与救援（CSAR）的角色，其耐用性、巨大的载弹量和巡航能力在东南亚证明是成功的。然而，它被认为在欧洲的战场环境没有足够的生存能力。



图 1. A-1 天袭者

越战期间，对执行近距离空中支援（CAS）任务飞机的主要威胁是小型武装、低空导弹和低空高射机枪火力。因此，美军产生了一个需求，就是寻求一架能更好地在近距离空中支援作战环境下生存的飞机。在当时，主战场被设定为欧洲，面对的是华约部队一系列广泛的防空武器，这种飞机仍然有足够的战斗生存能力。

除了空军的高、低速攻击机外，具备近距离空中支援的 UH-1 和 AH-1 武装直升机没有足够能力来有效地阻止苏联可怕的机械化装甲部队向西欧推进。

基于这些原因，空军寻求一架全新的攻击机来代替 A-1，新机要具备以下特点：

- 坚固，生存能力强；
- 有足够长的留空时间；
- 可挂载重型武器，包括反装甲武器；
- 具备优秀的低速机动性；
- 相对较短的起飞及着陆滑跑距离；

由于预计到要面对密集的华约综合防空系统的威胁，因此也决定了这架飞机的飞行剖面需要非常接近战场，以最大程度地利用地形遮蔽。这样导致了专注于低空到中空的性能要求，而没有考虑到高空的飞行剖面。

A-X 的竞争

1966年6月，攻击实验（A-X）计划正式启动，并要求在同年9月发布结果。1967年3月6日，由空军向21个国防承包商发布了招标邀请函。1969年，新飞机的基本要求确定，重量为35000磅，造价为每架一百万美元，使用两台高涵道比的涡扇喷气发动机。性能要求如下：

- 发动机的推力在 31.1 千牛到 44.5 千牛之间；
- 作战半径为 250 海里；
- 挂载 9500 磅有效载荷时在最大作战半径的留空时间达两小时；
- 起飞滑跑距离 4000 英尺；
- 低于 1000 英尺时仍具有高机动性；
- 在前线作战机场（FOB）也可容易地进行维修保养；
- 低成本；
- 具备使用内置的 30 毫米口径航炮来摧毁主战坦克的能力；
- 使用现有的硬件设施，尽量减少成本。

在选择 A-X 时，采用的“先飞再买”的政策，而不是以往的固定价格的合同。因此，在 1970 年 5 月 7 日，准备购买 600 架飞机，每架造价 1400000 美元（最终造价）的竞标意向合同发给了 12 间公司。1970 年 12 月 18 日，这 12 间公司中的诺斯罗普公司和费尔柴尔德公司胜出，开始各自制造原型机进行最终的角逐。每间公司制造两架原型机。诺斯罗普的原型机命名为 YA-9，费尔柴尔德的原型机命名 YA-10。



图 2. YA-10A



图 3. YA-9A

1972 年 5 月 10 日，爱德华兹空军基地，在试飞员霍华德·山姆·尼尔森的手中，YA-10 完成了它的处女首飞。最初的 YA-10A 安装有一门 M61A1 20 毫米口径航炮，在后来的量产机以 GAU-8/A 30 毫米口径航炮代替。

这两架原型机之间的激烈竞争从 1972 年的 10 月 10 日持续到 12 月 9 日。竞争的结果最终由 YA-10 胜出，尽管这两架原型机都超越了原本的设计需求。这是由于：

- 大部分试飞员认为 YA-10 的飞行品质要比 YA-9 好；
- 滚转惯性较低；
- 操作翼下武器挂载点较为轻松；
- 从原型机过渡到生产机型估计比较短；
- 发动机采用美海军 S-3 维京反潜机一直在使用的 TF-34 发动机；
- 更好的系统冗余度 / 生存能力。

1973 年 1 月 18 日，YA-10 被宣布在竞争中胜出。有趣的是，落败的 YA-9A 与俄罗斯研发的近距离空中支援飞机 Su-25 非常相似，而后者已在世界各地大量装备。这也证明了两个竞争的原型机的设计都非常优秀。

如果您对 Su-25 也感兴趣，我们建议您试一试我们开发的“Lock On: Platinum”中的 Su-25T。

生产

经过试生产后，1973 年 3 月 1 日签订了一份价值 1 亿 5920 万美元的合同，10 架试生产型的 YA-10 进入费尔柴尔德公司的厂房。与此同时，通用电气公司也提供了经过轻微改良的 TF-34 发动机。改良过的发动机更加坚固耐用，命名为 TF34-GE-100A。尽管有要为 A-10 更新发动机的讨论，但在过去的 40 年里，TF-34-100A 已证明是可靠、耐用的发动机。

为了回应国会的一个建议，空军要求对新 YA-10 对抗现有的 A-7D 海盗船 II 作出评估。1973 年 4 月 16 日至 5 月 10 日，在麦康奈尔空军基地，由经验丰富的空军飞行员评估这两架飞机到底哪一架更适合当初 A-X 项目的要求。在第二次评估飞行结束后，YA-10 再次被认为是更适合的飞机。原因如下：

- 更强的生存能力；

- 安装上 30 毫米口径航炮后将更具有致命性；
- 运作成本较低；
- 留空时间明显更长，达两个小时。而 A-7D 仅得可怜的 11 分钟！



图 4. 早期涂装的 A-10A

1975 年 2 月，第一批试生产型的 YA-10 进入测试阶段，吸取了参加竞争和评估飞行的两架原型机（YA-9 和 A-7D）的优点，作出了一些改进。在此期间，由于预算的限制，试生产型的飞机数量减少了四架。这些改进有以下几点：

- 增加了前缘缝翼，可改善发动机在高迎角时的气流；
- 增加后缘整流罩；
- 机翼翼展略有增加；
- 最大襟翼偏斜角有所减少；
- 重新修正了垂直尾翼；
- 空中加油的受油管放到了机头位置；
- 增加了一个内置登机梯；
- 航炮瞄准轴降低了 2 度，可更好的进行瞄准；
- 在前机身右侧增加了一个挂架，挂载铺路便士激光追踪吊舱；

共制造了六架试生产型的飞机，每架飞机负责不同的飞行测试项目：

- 第 1 架飞机，编号 73-1664，负责性能和操纵测试；
- 第 2 架飞机，编号 73-1665，负责武器认证；
- 第 3 架飞机，编号 73-1666，负责子系统和武器投放测试；
- 第 4 架飞机，编号 73-1667，负责作战测试和评估；

- 第 5 架飞机，编号 73-1668，负责独立初始作战评估（IOT&E）和载弹量认证；
- 第 6 架飞机，编号 73-1669，负责气候测试验证。

注：第 6 架飞机由于吸入了航炮的废气导致两台发动机熄火而坠毁。这个缺点在后来的生产型飞机中被纠正了。

第一架量产型的 A-10A 于 1975 年 10 月 10 日首飞，并与随后下线的三架飞机一起参加了飞行测试。由于测试用的飞机从 10 架减少到 6 架，导致首架作战用的 A-10A 迟了五个月，在 1976 年 3 月才交付到第 355 战术战斗联队（TFW）。以现在的标准来看，并没有延迟太多。第 355 战术战斗联队进行了最后的作战测试，并把 A-10A 带到欧洲，第一次参加航展表演，并与北约举行演习。第 355 战术战斗联队还把新的 A-10A 放到严寒的北极进行演习，也参加了红旗军演、联合攻击武器系统（JAWS）试验。



图 5。在联合攻击武器系统（JAWS）试验中的 A-10A

在交付第一百架 A-10A 的时候，五角大楼正式把飞机命名为雷电 II。然而在传统上，F-84 的绰号叫“土拨鼠”，F-84F 的绰号叫“超级猪”，F-105 的绰号叫“顶级猪”，因此 A-10A 也有了另外一个绰号叫“疣猪”，或干脆简称“猪”。这个绰号配上 A-10A 那不怎么优美的线条很贴切。

为了建造夜间攻击型的全天候版本的 A-10，国防部（DoD）和费尔柴尔德公司决定把试生产型的 1 号飞机转换为夜间/恶劣天气（N/AW）测试用原型机 YA-10B。它的驾驶舱增加了一个座位给武器系统操作员，负责操作电子干扰（ECM）、导航和目标截获。YA-10B 的垂直尾翼也被延长了。机身的右侧安装了一个前视红外吊舱（FLIR），左侧则安装了一个对地雷达。结果空军对 YA-10B 失去了兴趣，提出把它作为 A-10 的教练机。这个计划最终被取消，双座的 A-10 仅制造了一架，现存放在爱德华兹空军基地。

A-10 总共生产了 715 架，最后一架在 1984 年交付。



图 6。作战涂装的 A-10

A-10 的演变

多年来，A-10 已作了很多次升级更新。

最初为飞机升级了航向姿态参考系统（HARS），这个系统为飞机提供了基本的惯性导航；还有铺路便士激光传感器吊舱（标记目标的导引头），飞行员可以用激光照射目标进行识别。铺路便士只是被动的导引头，不能自行为激光制导炸弹（LGB）指定目标。铺路便士由驾驶舱中的目标识别设定激光（TISL）面板来完成控制。虽然铺路便士的功能基本上已被现在的 A-10 的瞄准吊舱所代替，但仍然保留了这套系统和操作功能。

A-10A 机队的第一次重大升级，是升级低空安全与瞄准增强系统（LASTE）。LASTE 提供计算机化的武器瞄准设备，低空自动驾驶（LAAP），以及地面碰撞告警系统（GCAS）。飞机升级 LASTE 有几种方式，包括升级 LASTE 4.0 版和 LASTE 6.0 版，但并没有升级嵌入式 INS GPS（EGI）导航



图 7. A-10A 的驾驶舱

A-10 的任务

在长达 30 多年的作战服役中，A-10 的战斗力不断发展，以满足不断变化的任务需求和战场的复杂性。从 A-X 计划的要求开始，A-10 最初的任务主要是给友军部队提供近距离空中支援（CAS），在冷战变热战的情况下对抗华约军事力量。然而，A-10 在波斯湾、巴尔干半岛和阿富汗的实战行动中，最初的低空近距离空中支援任务发生了戏剧性的变化。

与中空相比，低空有更强大的防空威胁力量，A-10 在作战时通常会爬升至中空（12000 至 20000 英尺），将防空高射炮（AAA）和单兵便携式地空导弹（MANPAD）的威胁减至最低。这可能是由于缺少可靠的中到高空防空威胁，或者缺少足够的友军部队支持以抵消威胁。因此，大部分 A-10 在作战时会爬升至 12000 英尺以上，再俯冲到低空发射武器（机炮扫射或者以 CCIP 模式发射火箭弹和炸弹）。现在的 A-10C，尤其是把 Litening II AT 瞄准吊舱与精确制导炸弹和导弹结合使用，可在中空防区外发起攻击，避免低空威胁。

在这个高度以同样的方式作战，A-10C 通常可以执行四种不同类型的任务：

近距离空中支援（CAS）

这是 A-10 的首要任务，当初就是为了这个才设计它的，在地面部队与敌方交战时直接提供支援。虽然最初的设想是为北约军队抵挡华约军队的进攻，但今天，在伊拉克和阿富汗战场上，CAS 已经成为 A-10C 支援联军的最普通任务。通常 A-10C 会负责清除靠近己方部队的敌人。A-10C 的升级更好的整合了瞄准吊舱和 SADL 数据链系统，提高了协同作战能力和武器的精确度，有效避免了友军打友军的悲剧。

地面友军部队的联合末端攻击控制员（JTAC）的支持使得 CAS 更加有效。JTAC 的任务是，在地面部队交战时，协调 A-10C 飞行员把武器更有效、更精确地投向目标。随着数据链的整合，JTAC 现在可以把数字化的任务指令传送到 A-10C 的多功能显示屏上显示，还可以直接传送文本信息。当然，也可以通过无线电以传统的口头指令告诉飞行员已指定目标的位置。

战场空中遮断（BAI）

BAI 的意思是，两军还没交战前，利用空中力量去攻击前线后方的敌军。这些目标包括有：后方的增援梯队、火炮/火箭系统、后勤以及通信线路。根据目标离前线的距离，BAI 通常分为两个等级：对远离前线的目标进行深度遮断，通常包括后勤、指挥和控制中心，以及石油化工（POL）等目标；或是对靠近前线仍没有与友军交战的敌军第二梯队进行战场遮断。

多年来，A-10 一般只执行战场遮断任务，其他飞机如 F-15E、F-16、F-117、以及 F-111 则执行深度遮断。然而，这种情况逐渐发生了变化。现在，BAI 任务的分配则是基于天气、目标类型、预期威胁和地形的情况而定。因此，越来越多的 A-10 都可以接受两种类型的 BAI 任务。

由于目标位于前线的后方，很少接受 JTAC 的联络，除非有特种部队位于敌人后方。

在实战行动中，例如“沙漠风暴”和“联盟力量”，战场空中遮断是最常见的任务类型。在沙漠风暴行动中，A-10 机组经常被指派到“杀伤区”猎杀目标。在联盟力量行动中，也指定了类似的目标区域，但目标信息是由前线空中指挥员（AFAC）来传送。

前线空中指挥员（AFAC）

与 JTAC 的作用非常相似，负责指派担任 CAS 任务的飞机攻击特定的目标。不同的是，AFAC 是在飞机上执行工作，而 JTAC 是在地面上工作。JTAC 做得最多的是分配 CAS 的攻击目标，而 AFAC 通常都会执行 CAS 和 BAI 这两种攻击目标的分配。一些显著的例子可以看到 AFAC 的作用。在巴尔干半岛，A-10 经常扮演 AFAC 的角色来协调 BAI 攻击。在伊拉克和阿富汗，地面部队与敌军作战时，作为 AFAC 的 A-10 也经常负责协调 CAS 攻击。

当一架 A-10 扮演 AFAC 角色时，我们称它为 OA-10。除了执行任务的类型之外，A-10 和 OA-10 之间并没有实质的不同，OA-10 通常会使用 AFAC 的武器挂载，包括白磷发烟火箭弹之类的一些武器。A-10 可以为 CAS/BAI 这两种任务担任 AFAC，有时会被称为 A/OA-10 或者“童子军杀手”。

随着 Litening II AT 瞄准吊舱的装备，A-10 越发强大，在白天和黑夜都可以执行 AFAC 任务。在此之前，执行夜间的 AFAC 任务只能依赖夜视镜（NVG）。执行日间的 AFAC 任务，老式的 OA-10 还得使用双筒望远镜。

装备了瞄准吊舱后，SADL 数据链可使 OA-10 把目标的位置以数字化的方式在网络中传送给其他飞机，也可以用文本信息的方式传送。当然，也可以通过无线电进行直接对话。

战斗搜索与救援（CSAR）

当飞行员在敌后方被击落后，A-10 的另一个重要任务就是要把他找回来。执行 CSAR 任务时，A-10 往往会在现场负责协调救援行动。此外，A-10 也会负责攻击威胁己方救援直升机的敌军，和向被击落飞行员位置靠近的敌地面部队。

在塞尔维亚和科索沃的作战行动中，CSAR 任务都由 A-10 来执行。

作战使用

1976 年 3 月，在亚利桑那州的戴维斯空军基地，第 355 战术训练联队是第一个接收 A-10 的作战单位。1978 年，南卡罗来纳州的美特尔海滩空军基地，第一个实现完全作战准备的单位是第 354 战术战斗机联队。A-10 在美国本土及海外都有部署，有现役、预备役、和空军国民警卫队（ANG）。2009 年年中正在服役的 A-10 包括有：



图 8。第 25 战斗机中队的“Assam Draggins”，隶属第 51 战斗机联队（太平洋空军），驻韩国乌山空军基地，机尾码为 OS。



图 9。第 47 战斗机中队（训练）的 A-10，隶属第 917 联队，驻路易斯安那州的巴克斯代尔空军基地，机尾码为 BD。



图 10。第 74 战斗机中队的“飞虎”，隶属第 23 战斗机大队，第 23 联队（ACC），驻乔治亚州穆迪空军基地，机尾码为 FT。



图 11. 第 75 战斗机中队的“虎鲨”，隶属第 23 战斗机大队，第 23 联队（ACC），驻乔治亚州穆迪空军基地，机尾码为 FT。



图 12. 第 81 战斗机中队的“黑豹”，隶属第 52 战斗机联队（USAFE），驻德国斯班德林，机尾码为 SP。



图 13. 第 103 战斗机中队，隶属第 111 战斗机联队（宾夕法尼亚空军国民警卫队），驻宾夕法尼亚 Willow Grove ARS，机尾码为 PA。



图 14。第 104 战斗机中队，隶属第 175 联队（马里兰州空军国民警卫队），驻马里兰州巴尔的摩，机尾码为 MD。



图 15。第 107 战斗机中队，隶属第 127 联队（密歇根州空军国民警卫队），驻密歇根州塞尔弗里奇空军国民警卫队基地，机尾码为 MI。



图 16。第 172 战斗机中队，隶属第 110 战斗机联队（密歇根州空军国民警卫队），驻密歇根州巴特尔克里克空军国民警卫队基地，机尾码为 BC。



图 17。第 184 战斗机中队，隶属第 188 战斗机联队的“飞行剃刀鲸”（阿肯色州空军国民警卫队），驻阿肯色州史密斯堡区机场，机尾码为 FS。



图 18。第 190 战斗机中队，隶属第 124 联队（爱达荷州空军国民警卫队），驻爱达荷州博伊西空军国民警卫队基地，机尾码为 ID。



图 19。第 303 战斗机中队，隶属第 442 战斗机联队（AFRC），驻密苏里州怀特曼空军基地，机尾码为 KC。



图 20。第 354 战斗机中队的“斗牛犬”，隶属第 355 战斗机联队（ACC），驻亚利桑那州的戴维斯蒙森空军基地，机尾码为 DM。



图 21。第 357 战斗机中队的“龙”（训练），隶属第 355 战斗机联队（ACC），驻亚利桑那州的戴维斯蒙森空军基地，机尾码为 DM。



图 22。第 358 战斗机中队的“狼”（训练），隶属第 355 战斗机联队（ACC），驻亚利桑那州的戴维斯蒙森空军基地，机尾码为 DM。



图 23。第 66 武器中队，驻内华达州尼利斯空军基地，机尾码为 WA。



图 24。第 422 测试和评估中队，驻内华达州尼利斯空军基地，机尾码为 OT。

第一次海湾战争（沙漠风暴行动）

1991 年，第 23、第 354 以及第 917 战术飞行联队进驻沙特的法赫德国王国际机场以便对沙漠风暴行动进行支援。这 144 架 A-10 的飞行架次数占整个沙漠风暴行动中飞行架次数的 16.5%。

A-10 在沙漠风暴行动中主要的打击对象是沿伊拉克-科威特边境部署的七个伊拉克共和国卫队师。行动目标是在联军发动地面攻击之前有效地削弱上述部队的战斗力。



图 25。A-10A 在沙漠风暴行动中

A-10 在沙漠风暴行动中的数据统计：

- 摧毁了 987 辆伊军坦克；
- 摧毁了 501 辆伊军庄稼人员运输车；
- 摧毁了 249 辆伊军指挥车；
- 摧毁了 1106 辆伊军卡车；
- 摧毁了 926 门伊军大炮；
- 摧毁了 96 部伊军雷达；
- 摧毁了 72 座伊军地堡；
- 摧毁了 50 门伊军高射炮；
- 摧毁了 28 座指挥设施；
- 摧毁了 11 门多管火箭炮（MRL）；
- 摧毁了 10 架飞机（摧毁于停机坪）；
- 摧毁了 9 座防空导弹阵地；
- 摧毁了 2 架直升机（使用 GAU-8/A 航炮）；
- 飞行了 19545.6 小时 / 8755 架次；
- 投放了 7445 枚各型武器；
- 任务可靠性高达 98.87%。

A-10 机队通常在一天超过 8 小时的任务规划中要执行 3 次任务。但是当任务目标变更为在伊拉克西部沙漠中执行猎杀飞毛腿导弹时，每天出动 10 个小时则是家常便饭。



图 26。喷涂在 A-10 机鼻处的战绩

在执行深入敌方战线的“猎杀飞毛腿”任务期间，A-10 同时也担负起了搜寻己方被击落飞行员的任务。

一般 A-10 出动时会在两边机翼上各挂一枚红外成像制导的 AGM-65D 导弹，配合夜视镜使用以备在夜间执行任务。

A-10 在沙漠行动中给予联军的大力支持使得美国空军不得不重新考虑原有的将 A-10 机队逐渐转型为短腿、低效、打了就跑的对地攻击型 F-16 机队的计划。

科索沃战争（联合力量行动）

1999 年 3 月 23 日，第 81 飞行中队的 15 架 A-10 被部署到意大利境内的阿维亚诺空军基地以支援联军在科索沃战争中的行动——将塞尔维亚部队从科索沃地区驱逐出去。次日，科索沃战争爆发。



图 27. 1999 年 4 月 12 日，参加科索沃战争的 A-10，部署地为意大利乔亚德科尔（Gioia del Colle）

3 月 27 日，隶属于第 81 飞行中队的 A-10 参与了搜寻被击落的 F-117 飞行员的任务。

A-10 机队在科索沃战争中首次成功执行任务是在 1999 年 4 月初。此次任务兼有近距离空地支援（CAS）和空中前线控制（AFAC）的性质。在任务区域，F-16 机队和 A-10 机队分别担负夜间和昼间的空中前线控制任务以掩护其他联军飞机在科索沃上空的行动。同样是在 4 月，第 81 飞行联队进行了出色的重新部署，从阿维亚诺空军基地转移到了意大利南部的乔亚德科尔空军基地。第 74 飞行联队的一部分也从波普空军基地转移以便同第 81 飞行联队汇合。这次重新部署让 A-10 机队离科索沃地区更近，从而增加了执行任务的效率。

科索沃战争末期，第 103、第 172 以及第 190 飞行联队也被部署在这个区域以支援联军的行动。

纵观整场战争，A-10 是联军所有空中单位中摧毁塞尔维亚军队武器数量最多的飞机。正是因为有了 A-10 积极参与搜索被击落飞行员的行动，使得联军被击落的飞行员无一被敌军俘获。尽管有的 A-10 在执行任务时被击伤，但是没有一架 A-10 在科索沃战争中被击落。

如同在第一次海湾战争中一样，A-10 在科索沃战争中的再一次证明了它在现代战场上是多么地有效。

阿富汗战争和第二次海湾战争

911 事件之后，美国分别开始了阿富汗战争（蟒蛇行动）和第二次海湾战争（伊拉克自由行动）。

为了支援伊拉克自由行动，60 架分属于各个国民警卫队联队的以及处于储备状态的 A-10 被部署到相应区域以支援最初的地面攻势。尽管其中一架飞机因为友军火力而损失，A-10 机队还是保质保量地完成了近距离空地支援任务（CAS），为地面部队的快速推进做出了贡献。在执行 CAS 任务的同时，A-10 还在陆军开进的沿线执行了战场空中遮断（BAI）任务。A-10 机队在整个作战过程中达到了 85% 的任务可靠率，并发射了 311597 发 30 毫米航炮炮弹。2007 年底的时候，原驻地为马里兰州的第 104 联队装备的 A-10C 进行了首次作战行动。



图 28。机务人员正在检查一架被伊拉克导弹击伤的 A-10 II。

阿富汗战争中，A-10 机队驻扎在巴格拉姆空军基地，而他们的任务范围则是阿富汗全境，任务类型也无非是传统的近距离空地支援（CAS）和空中前线控制（AFAC）。和在伊拉克一样，A-10C 也在阿富汗战争中小试牛刀。

设计概况

A-10A/C 是一架单座固定翼飞机，安装有大涵道比涡轮风扇发动机，主要用于执行近距离空地支援（CAS）任务。它原本是专门为了对抗驻欧洲的苏联装甲部队而设计的，造就了它在恶劣战场条件下无与伦比的生存性和执行 CAS 任务时的有效性。

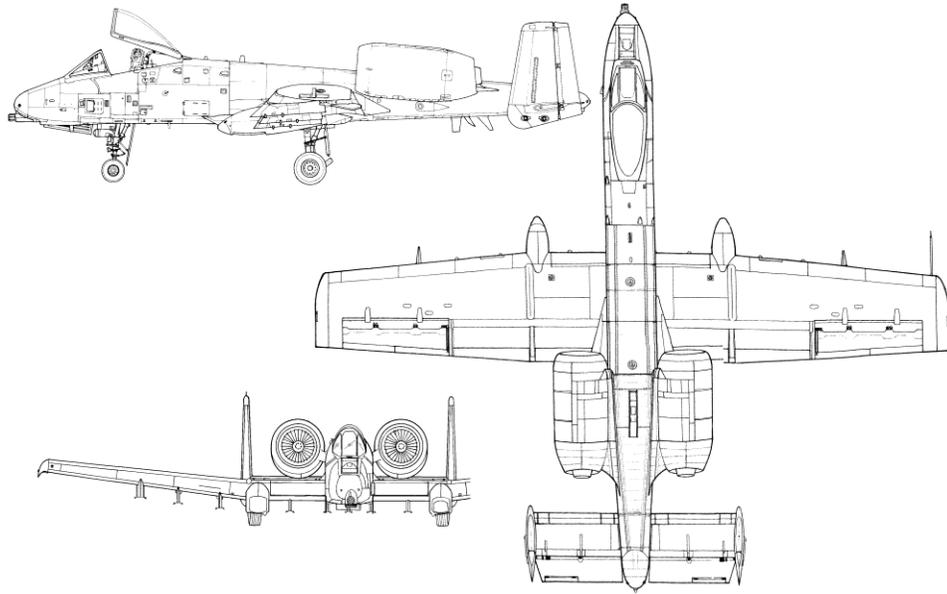


图 29. A-10A

在这个章节里，我们主要讨论 A-10 飞机的主要组成部件以及这些部件如何造就了这样的一架战争机器。

机身和机翼

A-10 采用承力蒙皮覆盖了机身和机翼。隔框、主梁和翼肋等结构搭建了一个极为坚固的机体。

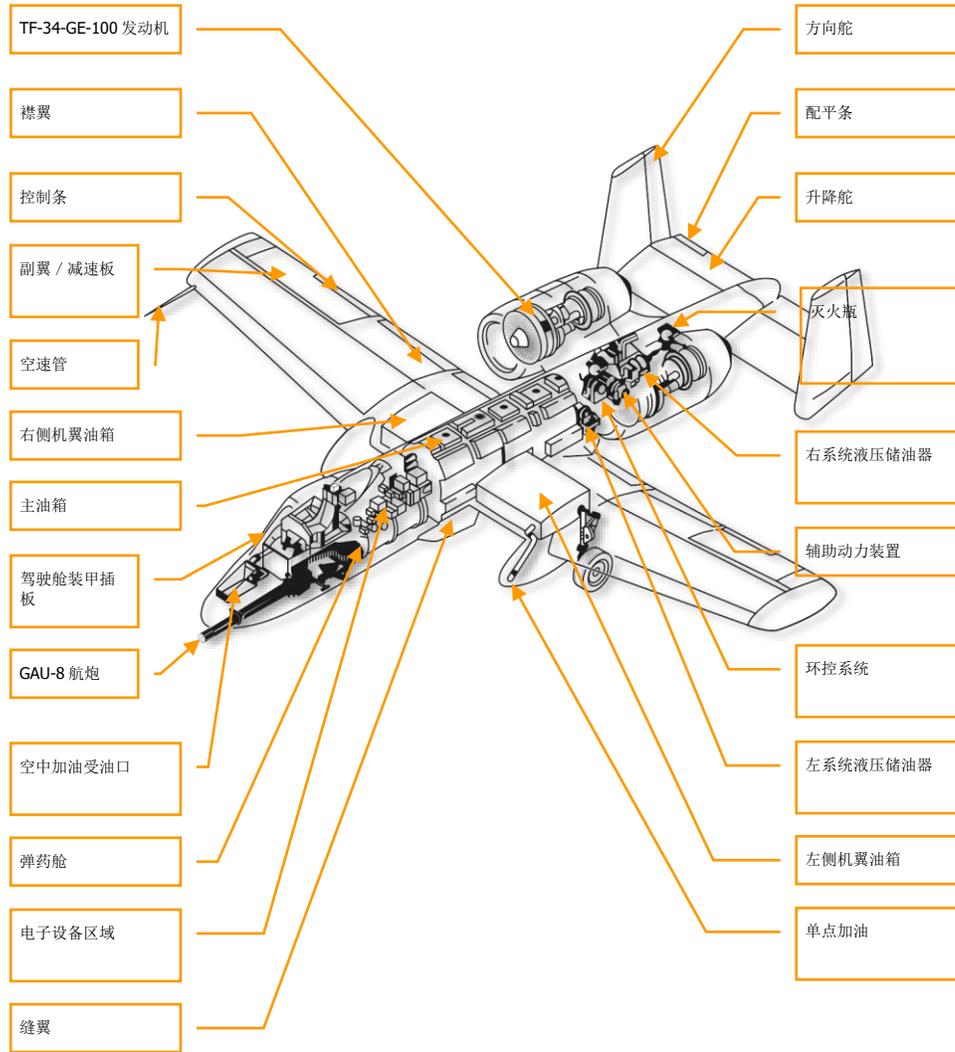


图 30. A-10 的结构

机身

A-10 机身前部的大部分空间被 GAU-8/A 30 毫米航炮所占据。而航炮的击发和供弹装置则一路延伸到驾驶舱的后面。可收放的前起落架则被挤到了机身中轴线的右边。航炮中置射击确保了击发时后坐力不会影响飞机飞行轨迹，从而提高了射击精度。配有树脂玻璃舱盖的驾驶舱位于航炮和起落架上方，驾驶舱内部配备有 0-0 弹射座椅和仪表等设备。由于驾驶舱位置较高，视野极佳，为飞行员搜索前方地面目标提供了很多便利。前部机身还见缝插针地布置了各种航电设备和空中受油装置。

飞机的前机身油箱和后机身油箱位于中部机身。5 号、6 号和 7 号硬挂点也位于中部机身下方，需要注意的是 5 号和 7 号硬挂点的挂载会和 6 号硬挂点的挂载冲突。6 号硬挂点通常用于挂载 TK600 型副油箱。

后部机身主要承担了为两个发动机舱以及水平尾翼提供支撑和相应的管路的功能。每个发动机舱内装有 TF34-GE-100 发动机，辅助动力系统（APU）位于两个发动机舱之间的机身内。后机身内还安装有左右两侧液压系统和环境控制系统（ECU）的相关组件。

机翼

A-10 机翼为一幅低翼载荷的平直下单翼，使得 A-10 具备很好的机动性和很低的失速速度，从而增加了在任务空域的滞空时间和生存机率，当然带来的负面作用是 A-10 是同时代所有作战飞机中飞行速度最慢的。平直翼翼尖下垂，从而降低了诱导阻力和乱流，增加了低速下副翼的效率。



图 31。一架 A-10 正在进行维护

左右主翼根部安装着左右机翼油箱。TK600 型副油箱也可以挂载在机翼的 4 号和 8 号挂架上。燃油是先使用副油箱后使用机翼油箱的顺序使用的。和机身油箱一样，机翼油箱也具有自封闭特性，同时还填充了弹性泡沫以防止油箱爆炸。但是副油箱并无此功能，同时也从来没有在战斗中使用过。

机翼前缘缝翼从机翼根部开始一直延伸到起落架舱边缘，能够在飞行迎角过大时自动伸出。前缘缝翼只有收放两档，伸出时能够改善大迎角下发动机前的空气流场。前缘缝翼由紧急失速预防系统（ESPS）控制。

襟翼布置在机翼后缘。襟翼在一般情况下是由油门操纵杆左边的襟翼开关手动控制的，有 UP（0 度），MVR（7 度）和 DN（20 度）三档。如果飞行员试图在指示空速 185 到 219 节的区间内放下襟翼，襟翼将会自动收起。襟翼的位置显示在驾驶舱面板上的襟翼位置指示器上。襟翼自身由外侧翼面和内侧翼面两部分构成。它们将同时收起或放下。起飞前，襟翼应设为 MVR 档。

飞机的主起落架舱分别布置在两侧机翼的下表面前部，并凸出机翼前缘向前延伸。两个主起落架向前收起，部分包裹在起落架舱里。左主起落架舱前部安装有单点加油接口。右主起落架舱前部的相应位置被涂成黑色，里面安装有 IFF（敌我识别）接收机。

副翼位于在左右主翼外侧，可以上下分开形成减速板。

主翼下表面布置着 8 个硬挂点，可以挂载多种武器。包括独立挂架，三联装弹射挂架（TER），小牛导弹及 AIM-9 导弹发射架等等。其中第 3、4、5、7、8 和 9 号挂点是 1760 型智能挂点，它可以允许飞机和诸如惯性导航弹药（IAM）、目标指示吊舱以及小牛导弹等挂载进行“对话”。

控制面

飞机飞行时需要使用升降舵，副翼和方向舵控制其俯仰、滚转和偏航。A-10 飞机的这些控制面也是相当有特点的。



图 32。控制面

升降舵

飞机的俯仰由安装在水平安定面上的两副升降舵控制。两副升降舵由一个可共享的交叉轴连接起来。使得当一边的升降舵卡死，另一边的升降舵还能保持操控，但飞机俯仰控制权限将会下降。



图 33。升降舵

两个升降舵分别由两套液压作动器驱动。每个作动器通过线缆以及带断开机构的连接器提供指令。一系列的挺杆负责将操纵杆的输入信号送到升降舵的断开机构。如果一个驱动器出现故障，只要升降舵还与共用的转向轴相连，那么单独的驱动器仍能为两个方向舵舵同时提供动力。

升降舵的配平由升降舵后缘外侧的配平条控制。飞行员可以通过操纵杆或紧急飞控系统面板配平飞机。紧急飞控系统使用 2 个独立的电路来驱动配平电机控制配平条，并提供力反馈。

增稳系统（SAS）通道用于提供俯仰阻尼，使得飞行员在放下减速板时飞机能更好地跟踪和阻止俯仰趋势。

如果其中一个升降舵被卡住，飞行员可以使用升降舵紧急断开开关来断开它。

副翼

滚转控制由两边机翼后缘外侧的副翼提供。每个副翼由各自一侧的液压系统驱动。挺杆负责将操纵杆的滚转输入送到断开机构。断开机构再用线缆将滚转输入送到液压副翼作动器。

因为使用了串联液压控制机制，单独一个系统的液压丢失并不会影响到副翼控制。

但如果其中一个副翼作动器与操纵杆丢失连接，飞行员只能通过操作单侧副翼来进行滚转控制。



图 34. 翼尖及副翼

如果副翼被卡住，飞行员可使用副翼紧急断开开关来释放它。

副翼配平由副翼后缘配平条控制，并由配平电机驱动。若飞行员要手动控制飞机的滚转配平，副翼配平条也能为飞行员提供力反馈。即便配平条所在的副翼已失效，该配平条仍能工作。

注意在手动恢复飞控模式（MRFCFS）下，飞行员不能直接进行滚转配平。而是要通过操纵杆移动来驱动滚转配平条来进行配平。

除了提供首要的滚转控制外，每个副翼还可以上下分开形成减速板。

方向舵

偏航控制由 2 个安装在垂直安定面后缘的方向舵提供。每个方向舵由独立的液压作动器控制，通过线缆和脚踏板连接在一起。不同于升降舵和副翼，方向舵并没有断开开关。

如果一个方向舵的液压失效，飞行员仍可控制这 2 个方向舵，但是需要更大的脚踏输入。如果 2 个方向舵的液压都失效，那么方向舵将自动通过线缆控制。

[本章节参考并引用了 **DCS: A-10C** 官方中文手册的部分内容]

简易航电模式

简易航电模式为玩家提供了“街机风格”的航电系统，这个系统使得休闲玩家能更容易接受和熟悉这个游戏。

玩家可在游戏设置选项或直接设置游戏的预设模式为“简易航电”来打开这个模式。



图 35. 简易航电模式下的简易雷达显示屏

简易航电模式下，屏幕的右上角显示了雷达屏幕，采用俯视视角。底部中央的绿色圆圈代表玩家驾驶的飞机，玩家飞机上方的符号代表位于玩家前方的单位，左边或右边的符号分别代表位于玩家左侧和右侧的单位。

下面的图片展示了简易航电模式的更多细节。注意，根据飞机所处的不同模式：导航模式、空对空或空对地模式，玩家会看到不一样的符号。

然而，以下的数据在各个模式中都是相同的：

- **模式。** 当前飞机所处的模式显示在屏幕的左上角外侧，有 NAV（导航）、A2A（空对空）或者 A2G（空对地）模式。

模式按键：

- 导航：[1]
- 空对空：[2]、[4]或[6]
- 空对地：[7]
- **雷达探测距离。** 雷达当前设定的探测距离显示在显示器右上角外侧。

雷达探测距离按键。

- 放大: [=]
- 缩小: [-]
- **真空速 (TAS)**。真空速显示在显示器的左下角外侧。
- **无线电高度**。无线电高度显示在显示器右下角外侧, 用来显示玩家飞机到地面或者水面的高度。
- **当前航向**。玩家飞当前的磁航向显示在显示器顶部内侧中央。

导航模式

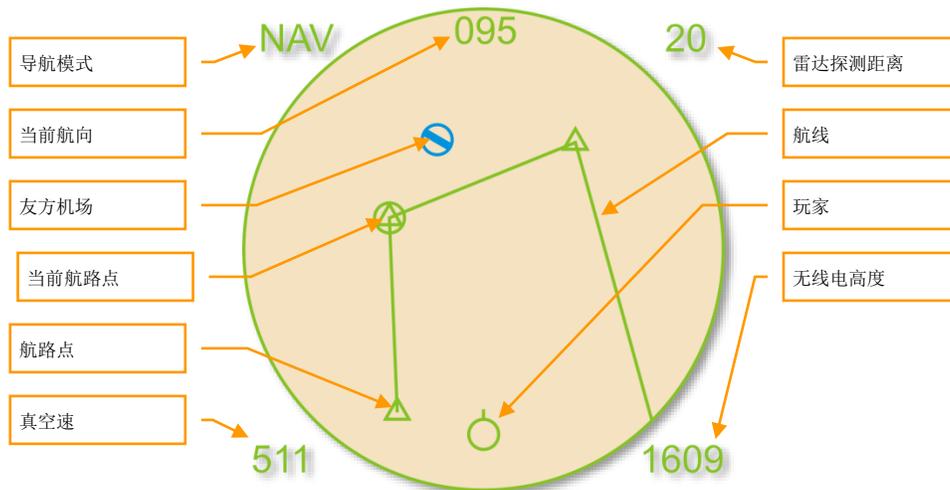


图 36。简易航电模式导航显示

导航模式中独有的符号如下:

- **(玩家飞机符号)**。玩家的飞机用一个绿色圆圈表示, 显示在显示器底部中央。
- **(友方机场符号)**。这个蓝色符号表示友方机场。
- **(当前航路点符号)**。这个绿色圆圈表示了当前已选择的航路点, 玩家可以通过 [LCtrl - ~] 组合键循环切换航路点。
- **(航路点符号)**。这个绿色三角表示了飞行计划中的其他航路点。
- **(航线)**。绿色的航线连接了玩家的飞行计划中的航路点。

空对空模式

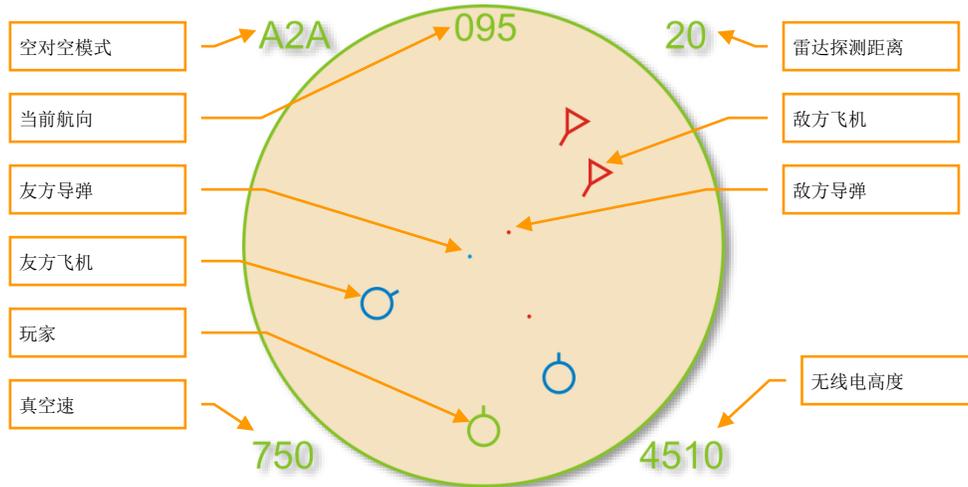


图 37。简易航电模式下的对空显示

空对空模式中独有的符号如下：

- **（玩家飞机符号）**。玩家的飞机用一个绿色圆圈表示，显示在显示屏底部中央。
- **（友方飞机符号）**。所有的友方飞机都用蓝色圆圈表示，每个圆圈上的直线代表该机当前飞行的方向。
- **（敌方飞机符号）**。所有的敌方飞机都用红色三角形表示，每个三角形上的直线指向该机当前飞行的方向。
- **（友方导弹符号）**。友方导弹用蓝点表示。
- **（敌方导弹符号）**。敌方导弹用红点表示。

空对空模式下常用的按键如下：

- 自动锁定中央的飞机：**[RAIt - F6]**
- 自动锁定最近的飞机：**[RAIt - F5]**
- 自动锁定下一架飞机：**[RAIt - F7]**
- 自动锁定前一架飞机：**[RAIt - F8]**

空对地模式

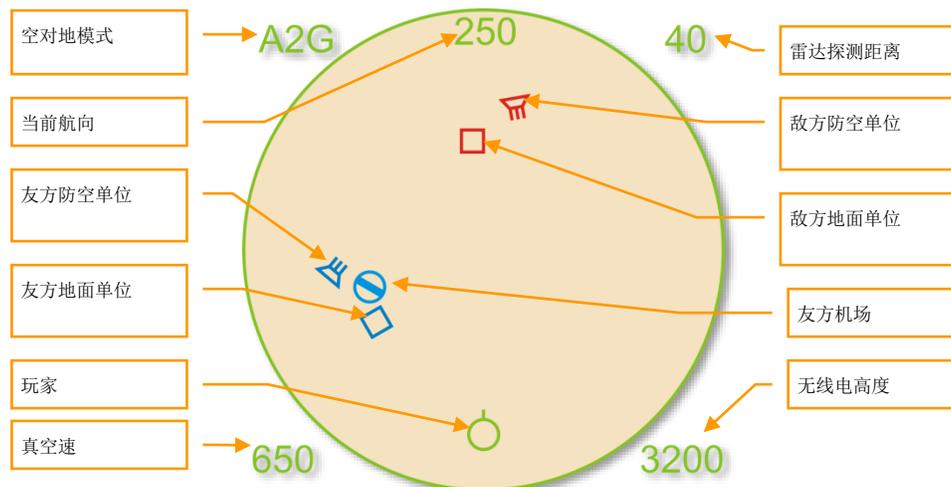


图 38。简易航电模式下的空对地显示屏

空对地模式中独有的符号如下：

- （**玩家飞机符号**）。玩家的飞机用一个绿色圆圈表示，显示在显示屏底部中央。
- （**友方地面单位**）。所有的友方地面单位都用蓝色方框表示。
- （**敌方地面单位**）。所有的敌方地面单位都用红色方框表示。
- （**友方防空单位**）。友方防空单位用带有三条线段的蓝色梯形框表示。
- （**敌方防空单位**）。敌方防空单位用带有三条线段的红色梯形框表示。

空对地模式下常用的按键如下：

- 自动锁定中央的地面目标：[RAIt - F10]
- 自动锁定最近的地面目标：[RAIt - F9]
- 自动锁定下一个地面目标：[RAIt - F11]
- 自动锁定上一个地面目标：[RAIt - F12]

[本章节参考并引用了 **DCS: A-10C** 官方中文手册的部分内容]

瞄准系统

A-10A 的瞄准系统可在远距离探测到目标。近距离空中支援飞机一般没有装备雷达。这是因为在战场低空活动的飞机上安装昂贵的雷达是不明智的。这种飞机主要依赖于目视发现目标。



图 39. 铺路便士吊舱

A-10A 的大多数非制导弹药使用惯性导航系统和 LASTE 系统来进行瞄准计算。像小牛这样的导弹则使用它们自己的导引头来进行瞄准。导引头上的图像显示在了驾驶舱内的电视显示器 (TVM) 上。使用 TVM 图像，飞行员就能够探测并追踪视距外的目标。为了与前线空中指挥员 (FAC) 进行互动并得到精确的目标位置，A-10A 装备了铺路便士吊舱。这是个反射激光能量探测器，它能够探测到被第三方进行激光照射后反射回的激光能量。因为铺路便士吊舱不是一个主动激光照射器，所以它并不能对自己的目标进行激光照射。

A-10A 驾驶舱仪表

A-10A 被设计成能够在战场上为地面部队提供近距离空中支援火力，所以 A-10A 装备了能够达成这项任务的必备仪表。然而，它并没有装备雷达。

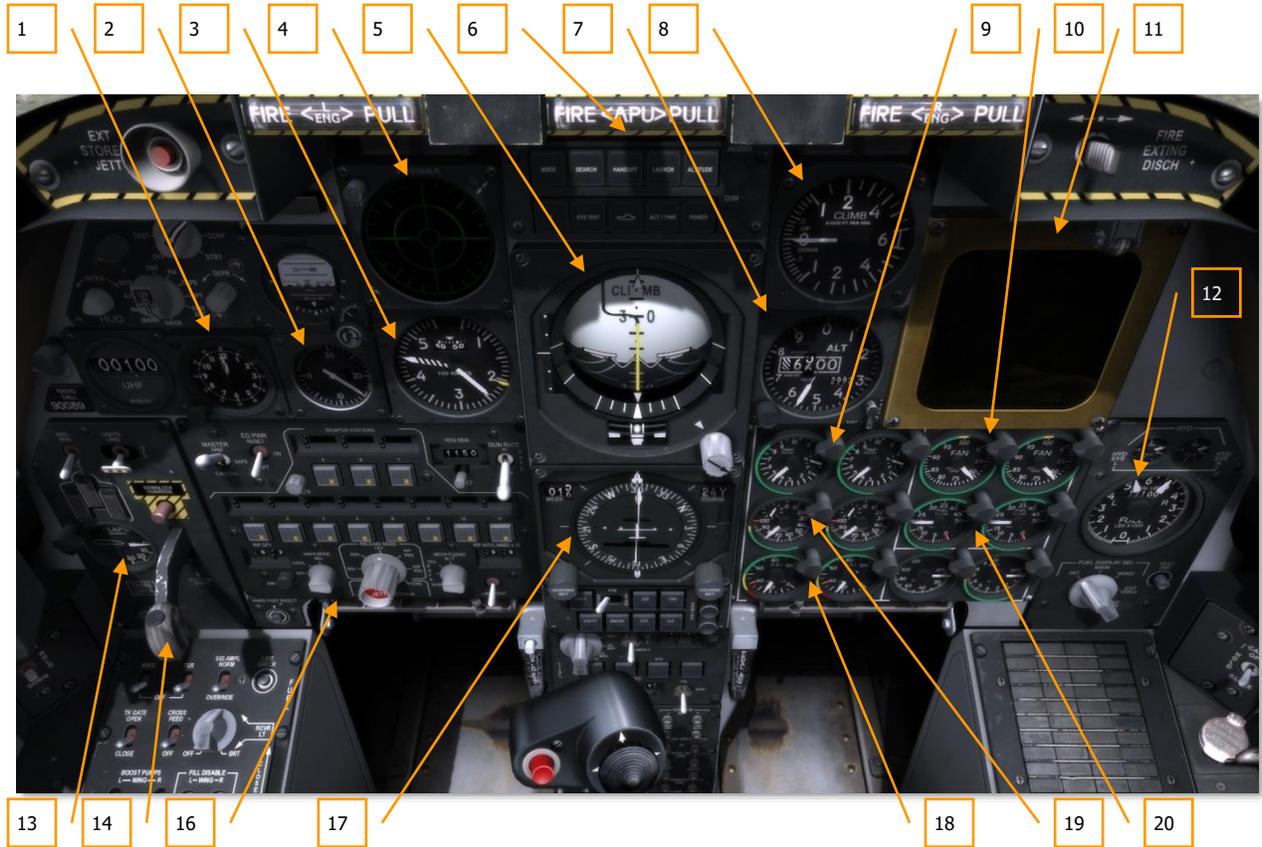


图 40. A-10A 驾驶舱

A-10A 驾驶舱内的大部分仪表显示了飞行性能监控、动力系统和控制系统的参数。电视显示器 (TVM) 位于驾驶舱的右上角，显示了当前已被选择的 AGM-65 小牛战术空对地导弹 (TASM) 的导引头图像。电视显示器并不是个多功能显示器 (MFD)。

1. 飞行时钟
2. 迎角 (AoA) 表
3. 空速表
4. 雷达告警接收器 (RWR) 显示屏
5. 姿态方位仪 (ADI)
6. RWR 控制面板
7. 高度表
8. 垂直速率显示器 (VVI)
9. 发动机级间涡轮温度表 (左和右)

10. 发动机风扇转速表（左和右）
11. 电视显示器
12. 油量表
13. 襟翼位置显示器
14. 起落架手柄
15. 起落架位置显示屏
16. 武器控制面板
17. 水平状况仪（HIS）
18. 发动机滑油压力表（左和右）
19. 核心机转速表（左和右）
20. 燃油流量表



图 41. A-10A 平视显示器（HUD）区域

1. 过载表
2. 迎角指示灯
3. 平视显示器（HUD）
4. 备用磁罗盘

电视显示器 (TVM)

电视显示器 (TVM) 显示了 AGM-65 小牛导弹的导引头图像。关于 AGM-65 导弹操作模式的详细说明位于本手册对应的章节里。



图 42. 电视显示器

雷达告警接收器 (RWR)

A-10A 的雷达告警系统包含两个部分。第一部分是仪表面板左上角的雷达告警接收器 (RWR)，它显示了正在向外辐射雷达信号的信号源的数据。



图 43. 雷达告警接收器 (RWR)

接收器用符号显示了威胁种类和方位。第二部分是平视显示器下的雷达告警接收器控制面板。飞行员可使用此面板选择操作模式并过滤威胁。关于如何使用雷达告警设备的详细说明可在本手册对应的章节里找到。

空速表

空速表位于雷达告警接收器的下方。它显示了飞机当前的修正空速 (CAS)。空速表的量程为 50 至 500 节。它的读数可能会与 HUD 上的读数有小许出入。黑白相间的指针显示了为了保证飞行安全的速度限制。



图 44. 空速表

迎角 (AoA) 表

迎角表在仪表板上，空速表的左边。它显示了当前飞机的设备迎角，量程为 0 至 30 单位。注意，迎角表上的迎角值并不等同于迎角的度数值。降落时，最好保持迎角为 15 至 21 单位。



图 45. 迎角表

迎角指示灯

迎角指示灯位于左风挡支撑条上，在平视显示器的左边。它包含了三个符号，用于在着陆时显示迎角信息。若上方的指示灯亮起，说明飞机当前的迎角过大，且空速太低。若下方的指示灯亮起，说明飞机当前的迎角太小，且空速太大。若中间的指示灯亮起，说明飞机当前的迎角与正确的着陆迎角相等。若中间的指示灯与上方或下方的指示灯同时亮起，说明飞机当前的迎角只与所需的着陆迎角有少许偏差。

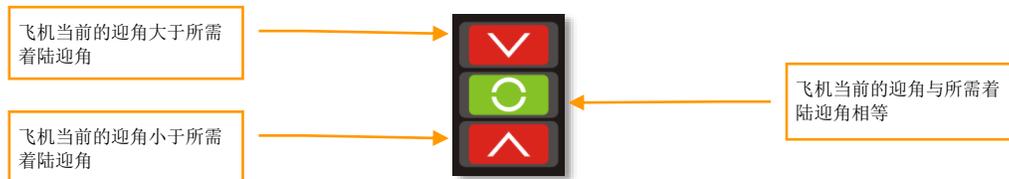


图 46. 迎角指示灯

姿态方位仪 (ADI)

姿态方位仪 (ADI) 位于仪表面板的中部。姿态球显示了飞机（显示为“W”符号）当前的俯仰和倾斜角。俯仰角以 5 度为一刻度，倾斜角以 10 度为一刻度。姿态球上的垂直和水平偏航指示条分别显示了飞机相对于计划航线的航向和高度偏航量，它们应在姿态球上形成“+”样符号。

侧滑指示器位于姿态方位仪的下部。使用脚踏板偏转方向舵可消除侧滑。飞行时，请尽量保持侧滑指针位于中间位置。

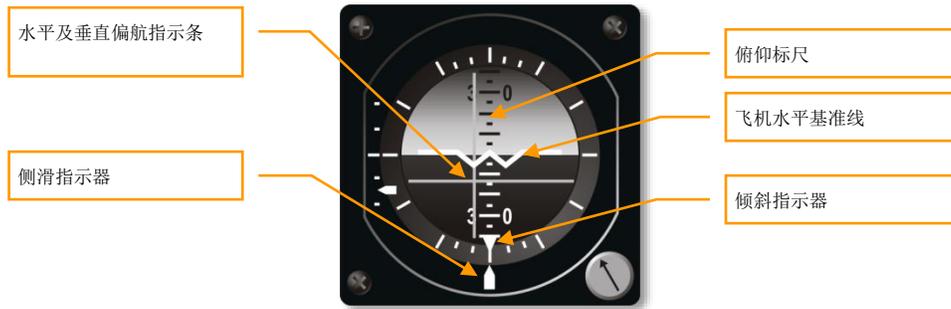


图 47. ADI（姿态方位仪）

水平状况仪（HSI）

水平状况仪（HSI）能为你提供沿计划航线飞行所需的航向和校准参考。它使用无线电信标和惯性导航系统（INS）来实现此功能。罗盘上最上面的指针显示了飞机当前的航向。航向箭头则显示了飞往下一个航路点或机场的所需航向。偏航指示器（CDI）位于罗盘中央，显示了飞机与计划航线的偏航量。当飞机位于着陆下滑道时，它则显示了飞机与着陆航线（航向台）的偏航量。在这种情况下，它与 ADI 上的垂直偏航指示条的作用是相同的。

水平状况仪的右上角显示了飞机的设定航向值，左上角则显示了飞机与下一个航路点的距离（以海里为单位）。



图 48. 水平状况仪（HSI）

高度表

高度表显示了飞机的气压高度。仪表上的每一小格代表 20 英尺。仪表亦以数字的形式显示了飞机当前的气压高度。

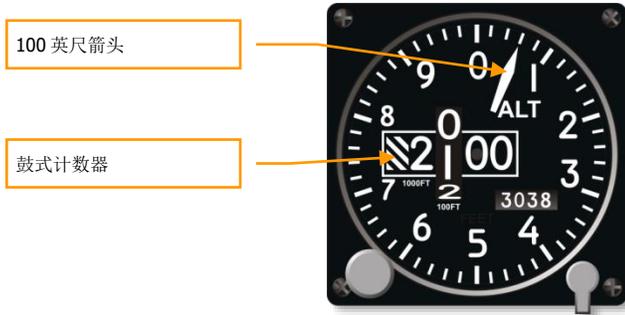


图 49。高度表

垂直速度计 (VVI)

VVI 用于显示飞机的垂直速度，即爬升率和下降率，以英尺每分钟作单位。若指针沿顺时针转动，说明飞机正在爬升，若指针沿逆时针转动，说明飞机正在下降。

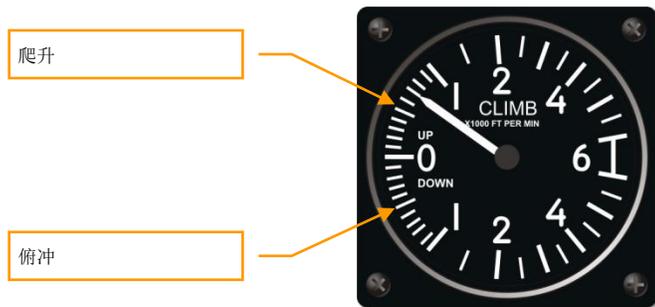


图 50。垂直速度计 (VVI)

过载表

过载表显示了飞机当前的正过载和负过载。仪表上的 G 值标记显示了飞机所能承受的最大正过载和负过载。此仪表显示的过载指数并不和平视显示器上显示的过载指数一样准确。



图 51。过载表

发动机级间涡轮温度表 (ITTI)

发动机级间涡轮温度表显示了高压涡轮和低压涡轮之间的燃气的温度，以摄氏度作为单位来测量。



图 52. 发动机级间涡轮温度表 (ITTI)

发动机核心机转速表

两个发动机核心机转速表用于显示连接发动机压气机的涡轮（即核心机）的转速。以涡轮的最大转速的百分比来计量。



图 53. 发动机核心机转速表

发动机滑油压力表

两个发动机滑油压力表用于显示发动机当前的滑油压力。若滑油压力降至 27.5 单位以下，告警面板上的告警灯将会亮起。



图 54. 发动机滑油压力表

发动机风扇转速表

两个发动机风扇转速表用于显示连接发动机风扇的涡轮的转速。以风扇的最大转速的百分比来计量。此风扇转速表亦可用于衡量 TF-34 发动机当前的推力。



图 55. 发动机风扇转速表

发动机燃油流量表

两个发动机燃油流量表显示了每个发动机当前的燃油流量，以磅每小时作单位。



图 56. 发动机燃油流量表

襟翼位置指示器

襟翼位置显示器显示了襟翼的偏转角度。



图 57. 襟翼位置指示器

油量表

油量表显示了飞机油箱里的剩余燃油量。仪表上的机械式计数器显示了飞机的总油量，指针则分别显示了左部油箱和右部油箱的油量，从飞机上剩余的 6000 磅开始显示。油量以磅作单位来计量。



图 58。油量表

武器控制面板 (ACP)

武器面板位于仪表板的左下角。

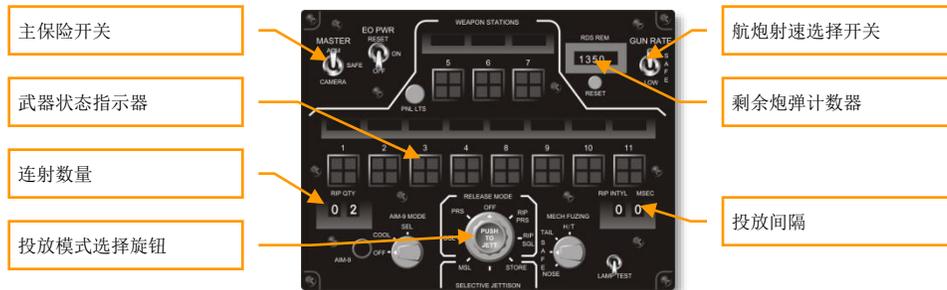
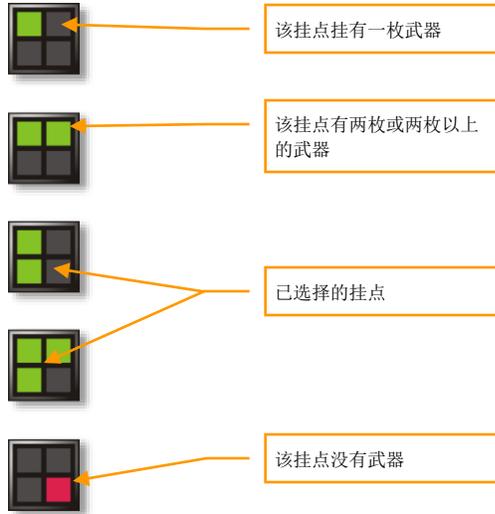


图 59。武器控制面板 (ACP)

武器控制面板用于武器选择、设定武器投放选项和显示武器当前状态。

使用投放模式选择旋钮[LShift-Space]即可选择非制导炸弹的投放模式，投放模式包括：SGL— 在单次投放中只投放一枚炸弹；PRS— 在单次投放中投放两枚分别位于两侧机翼的炸弹；RIP PRS— 在单次投放中成对投放设定数量的炸弹；RIP SGL— 在单次投放中投放设定数量的炸弹。在 RIP 投放模式中，您可以使用[LCtrl-Space] 键位来选择在单次投放中所需投放炸弹的数量。该数量显示在位于 ACP 面板左下方的计数器中。您亦可设置武器投放间隔，这将决定炸弹落点之间的距离。按下[V]键即可增大投放间隔，按下[LShift-V]键即可减小投放间隔。投放间隔显示在位于 ACP 的右下方的计数器中。投放间隔以毫秒为单位，允许设置的最大投放间隔为五毫秒。

ACP 的右上方是航炮射速选择开关和剩余炮弹计数器。



武器状态指示器显示了各挂点的武器数量和状态。

武器状态指示器上的绿灯显示了在该挂点的武器数量。若该挂点挂有两枚或两枚以上的武器，武器状态指示器上将会亮起两盏绿灯。若该挂点只挂有一枚武器，武器状态指示器上将只亮起一盏绿灯。若该挂点没有挂载武器，位于武器状态指示器下部的红灯将会亮起。

若武器状态指示器左侧的两盏绿灯亮起，说明该挂点已被选择。若飞行员切换选择武器种类，飞机将自动切换选择对应的武器挂点。

A-10A 抬头显示器 (HUD) 和电视 (TVM) 的操作模式

基本的 HUD 和 TVM 符号

基本的 HUD 符号，即无论飞行员选择任何操作模式都会出现在 HUD 上的符号。

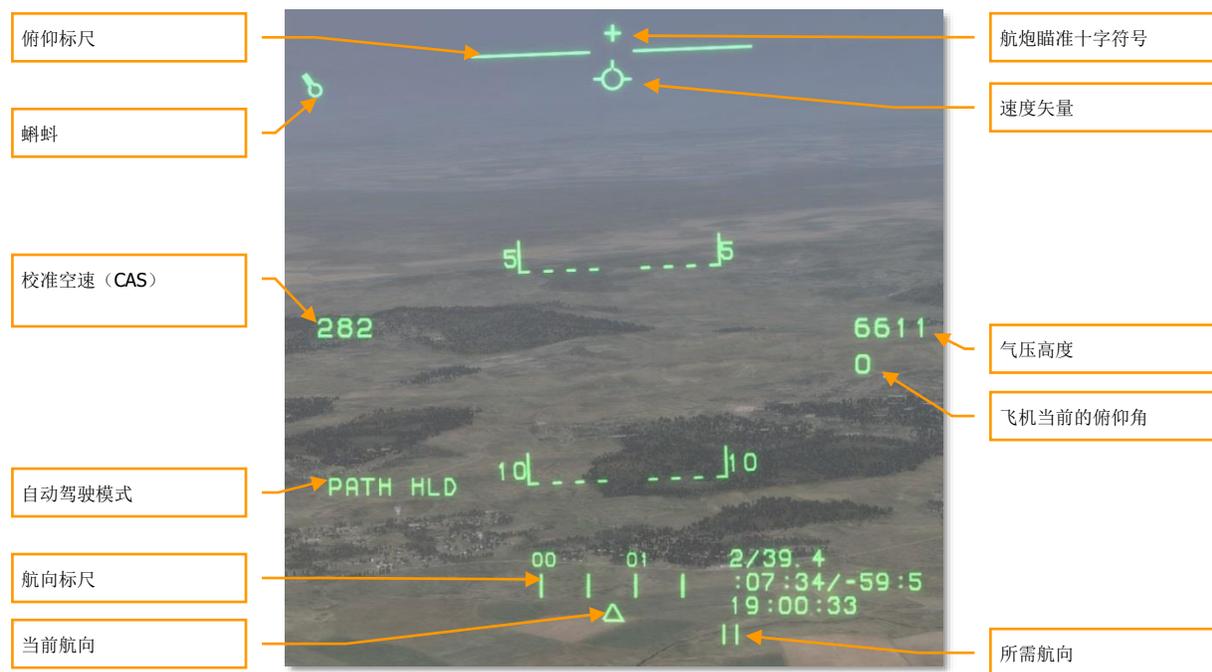


图 60。基本的 HUD 符号

- 航向标尺位于 HUD 的中下部，用于显示飞机的航向，以五度为一小格。航向标尺中间的三角形显示了飞机当前的航向（例如：航向标尺上显示的 14 对应航向 140 度）。
- 数字式空速指示器位于 HUD 的左侧，显示了飞机当前的校准空速（CAS），以“节”作单位。
- 高度指示器位于 HUD 的右侧，显示了飞机当前的气压高度，以“英尺”作单位。HUD 的左下角将会显示“BARO”字样。
- 数字式俯仰角指示器位于高度指示器的下方，显示了飞机当前的俯仰角。
- 速度矢量符号位于 HUD 边界内，显示了飞机当前的飞行轨迹。若速度矢量符号在 HUD 边界外且不显示真实的飞行轨迹，该符号将会闪烁。
- 蝌蚪是一个带有一条直线的小圆圈。操纵飞机，将速度矢量放到蝌蚪上即可飞往已选择的航路点。当蝌蚪覆盖在速度矢量上且蝌蚪上的直线朝着 HUD 的顶端，说明飞机正在飞往已选择的航路点。

导航 (NAV) 模式

当飞机处于导航模式时，HUD 将显示出各种各样的导航信息帮助您从一个航路点飞往另一个航路点。

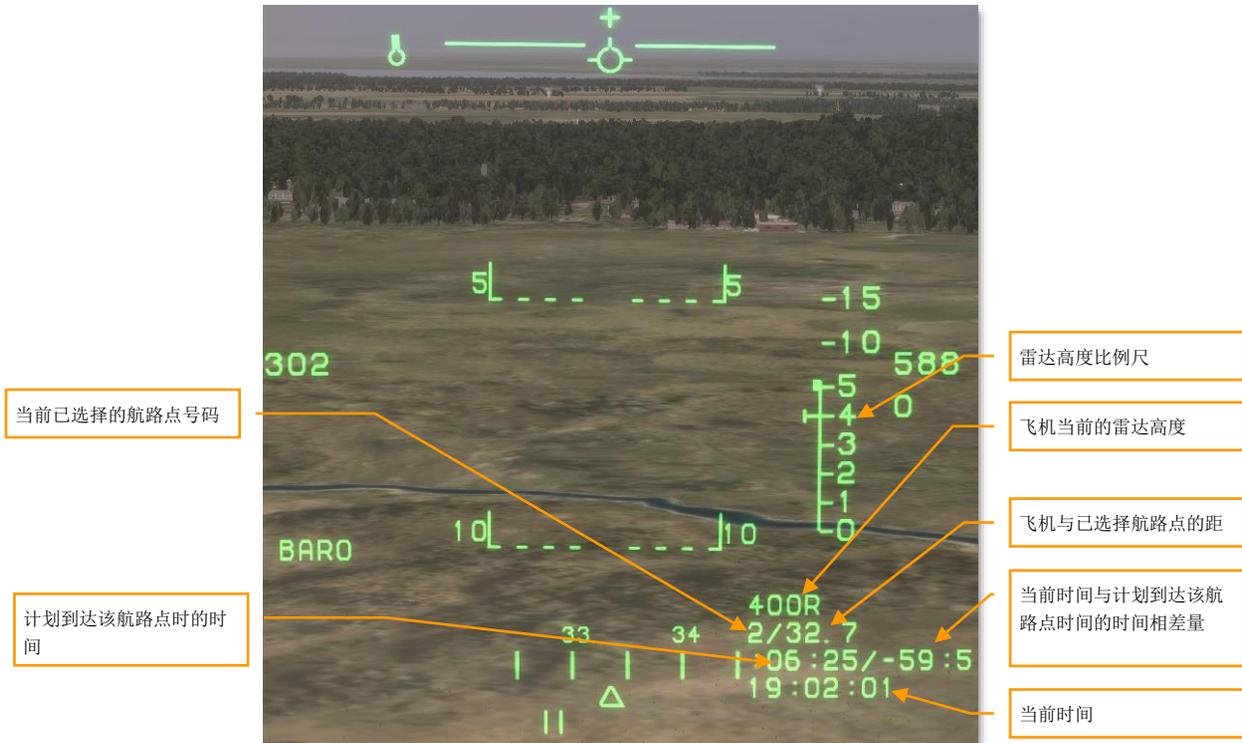


图 61. 导航模式下的 HUD

在导航模式（默认键位为[1]）中，HUD 的右下角将会显示出信息栏，有以下功能：

- 信息栏的顶部有数字式雷达高度计，显示了飞机与地面的距离。
- 雷达高度计的下面显示的是当前已选择的航路点序号。玩家可使用[LCtrl-`]键来循环选择需要飞往的航路点。如需选择航路点并查看有效的导航数据，玩家必须使飞机处于导航模式。在“/”符号后面的数字表示飞机与已选择航路点的距离，以海里作单位。
- 下一行数据显示了飞机飞至已选择航路点所需要的时间。在“/”符号后的数字显示飞行员将会提早或推迟到达已选择航路点。
- HUD 上的钻石型符号代表正在被激光照射的目标。
- 数据栏的最下方显示的是当前的任务时间。
- 在航向标尺下方的两根小竖线代表飞往已选择航路点的所需航向。当您操纵飞机将航向对准这两根小竖线后，即代表您正在飞往已选择的航路点。
- 自动驾驶模式显示在 HUD 的左侧，以下是可能出现的自动驾驶模式，飞机共有三种自动驾驶模式：

信息	自动驾驶模式
PATH HLD	跟随已计划的航线飞行模式
ALT HLD	高度保持模式
BARO	自动驾驶正处于关闭状态

着陆模式下的 HUD 和 ILS

当飞机处于仪表着陆系统（ILS）模式时，HUD 上将会显示出可帮助您进行仪表进近和着陆的有关信息。

如需进入着陆模式，请按下 NAV [1] 键。HUD 的右侧将会显示出垂直速度计，显示了飞机当前的垂直速度。

当您飞至 ILS 信号拦截点时，HUD 上将会显示出航向和下滑道偏航指示条。水平偏航指示条（下滑道）显示了飞机与着陆下滑道的垂直偏航量。垂直偏航指示条则显示了飞机与着陆航向（航向台）的水平偏航量。当水平偏航指示条与垂直偏航指示条形成一个十字时，说明飞机正在沿着一个合适的航向和下滑道进近。

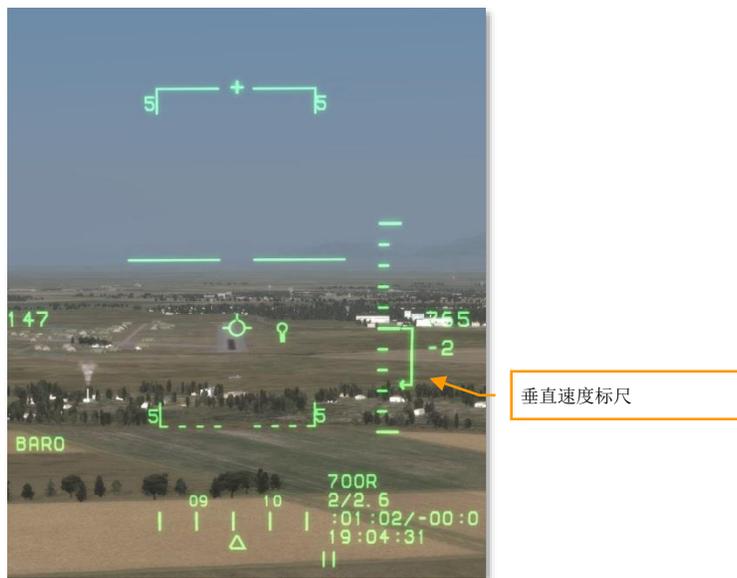


图 62。着陆模式下的 HUD

为了使飞机保持合适的着陆进近状态，您必须监控飞机的垂直速度显示器（VVI）和在 HUD 右边框的迎角（AoA）指示灯。

内置航炮和非制导火箭弹（RKT）投放模式

当您按下 [7] 键来选择空对地模式后，您可以按下 [C] 键来选择使用飞机内置的 GAU-8A 30 毫米口径航炮。当飞机处于航炮模式时，HUD 上将会显示中间带有一个点的航炮瞄准圈。航炮瞄准圈内有一个射程钟，该射程钟将随斜距（即航炮与航炮瞄准点所瞄准的地面的直线距离）的减小而沿逆时针方向转动。航炮瞄准圈下也以数字的形式显示了斜距，以海里作单位。

航炮瞄准点是一个连续计算弹着点（CCIP）。代表当您开火时，航炮炮弹将命中航炮瞄准点所瞄准的地面（假设目标已进入航炮的有效射程内）。

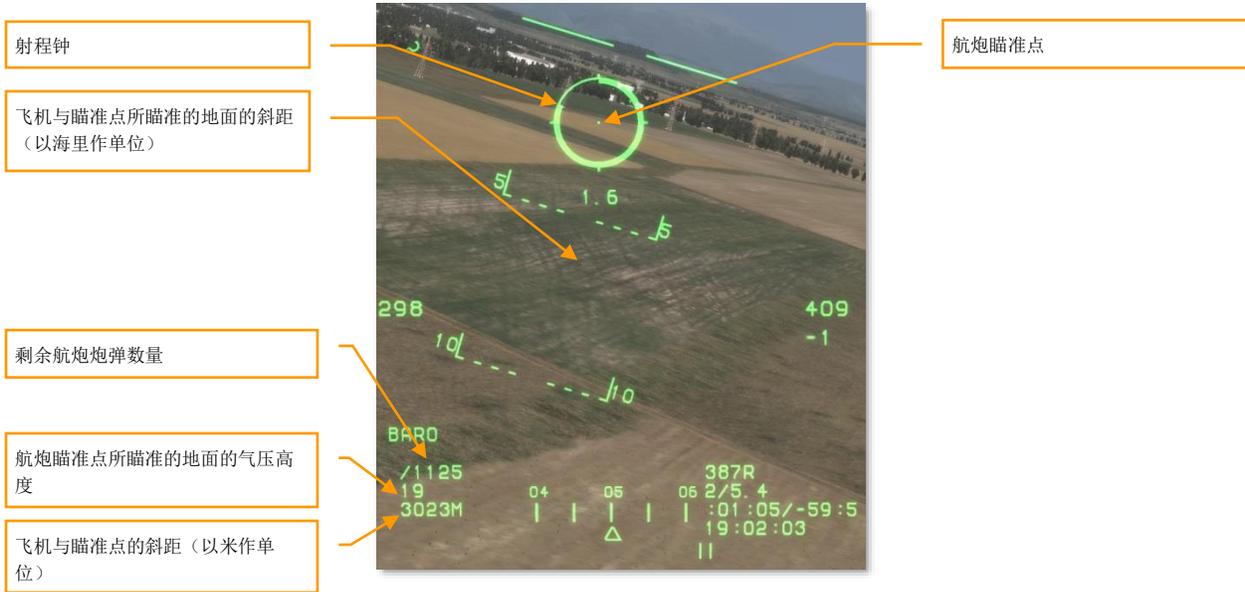


图 63. 航炮模式下的 HUD

若玩家按下[D]键来切换选择武器的种类并选中火箭弹，“RKT”字样将会显示在瞄准圈下方表示飞行员已选择使用火箭弹。瞄准圈中心点是一个连续计算弹着点（CCIP）。代表当您开火时，火箭弹将命中瞄准点所瞄准的地面（假设目标已进入火箭弹的有效射程内）。

在火箭弹模式下，一个 CCIP 航炮瞄准十字也将会出现在 HUD 上。CCIP 航炮瞄准十字下显示的是航炮与航炮瞄准点的斜距（即航炮与瞄准点所瞄准的地面的直线距离）。当该斜距值过大时，航炮瞄准十字上将会出现一个“X”符号。



图 64. 火箭弹模式下的 HUD

当飞行员选择任意武器模式后，HUD 左下角将会显示出武器数据栏。数据栏共有三行数据。第一行数据显示了当前已选择的武器种类和该武器的剩余数量。第二行显示了瞄准点所在地面的气压高度，以米作单位。第三行显示了飞机与瞄准点所瞄准的地面的距离（斜距），以米作单位。

非制导炸弹投放模式

在游戏里，共有两种投放模式用来投放非制导炸弹：连续计算弹着点（CCIP）模式和连续计算投放点（CCRP）模式。

在 CCIP 模式下，玩家使用 CCIP 模式下的瞄准点来进行目视瞄准。炸弹的飞行时间取决于它的弹道学特性和在它被释放的那一瞬间载机的初始速度和高度。有着高阻力系数或减速装置的炸弹会有一个相当弯曲的下降轨迹。这就是为什么飞机在低空时，瞄准点出现在 HUD 的靠下位置的原因。当玩家使用有高阻力系数或减速装置的炸弹时，我们推荐在高空速时投放此类炸弹。

在 CCIP 和 CCRP 模式下的 HUD 上独有的符号如下：

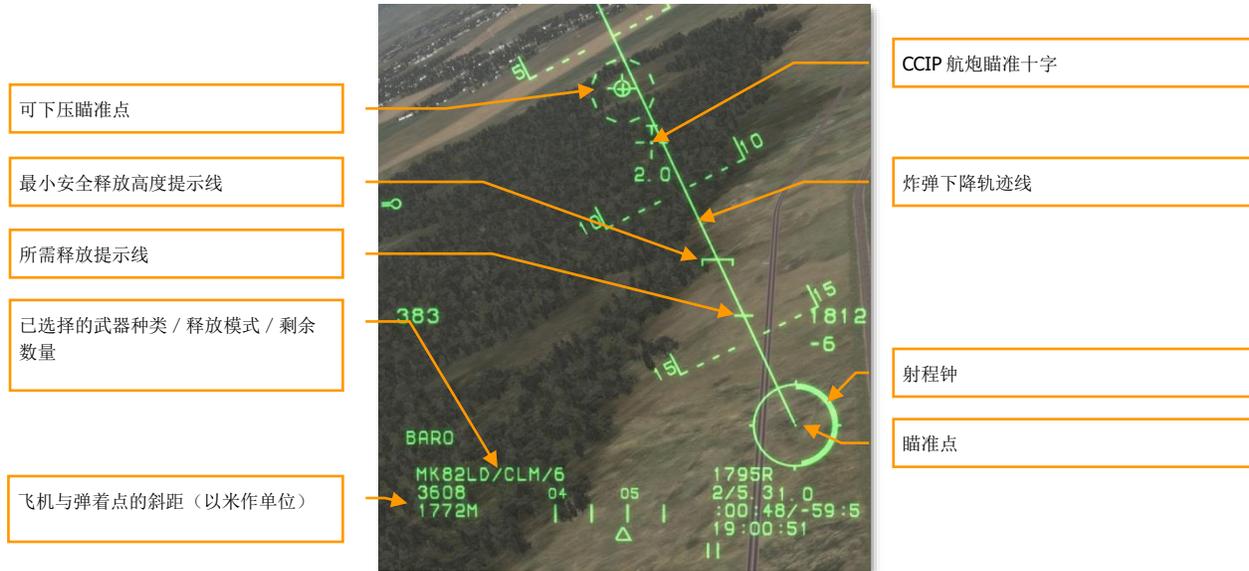


图 65. CCIP 轰炸模式下的 HUD

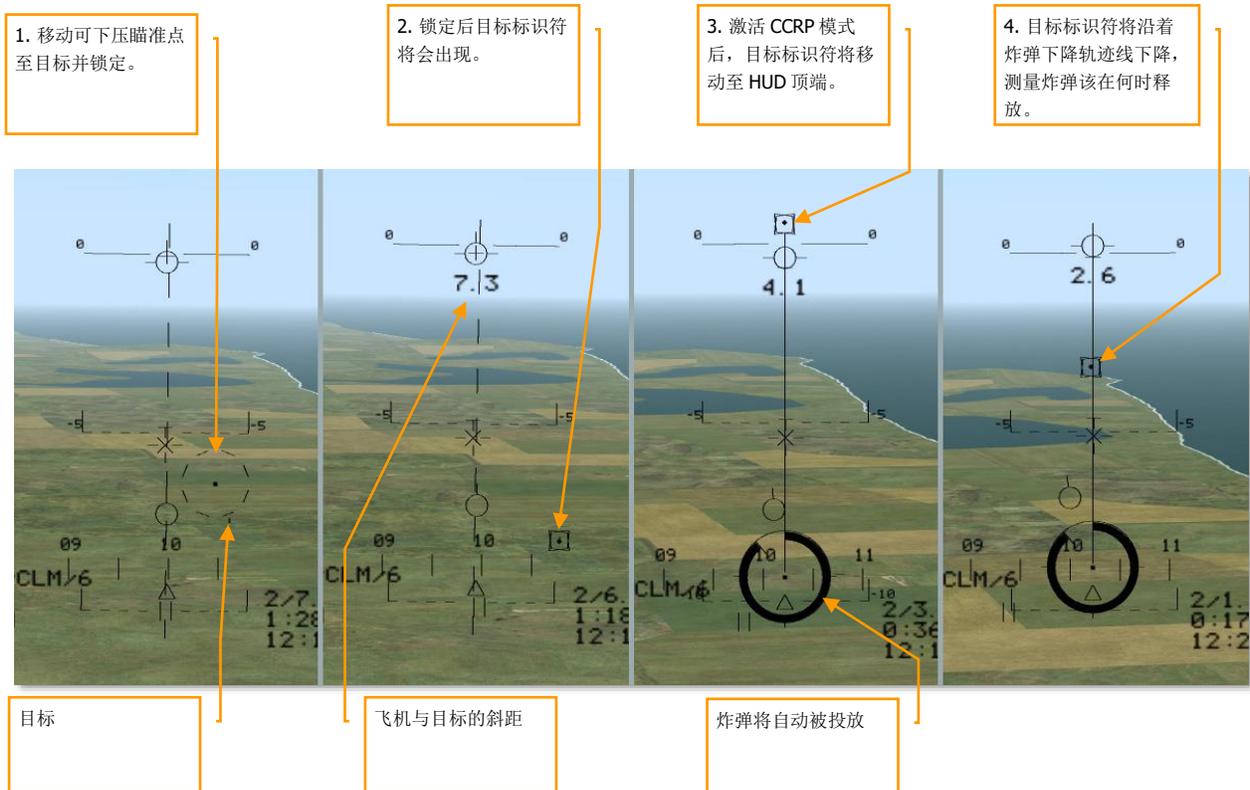
- CCIP 航炮瞄准十字显示了当前炮弹的落点。瞄准点的下面是飞机与瞄准点所瞄准的地面的斜距，单位为英里。当符号“X”显示在瞄准点上时，表示当前显示的炮弹落点并不准确。
- 炸弹下降轨迹线显示了当飞行员投弹时炸弹的下降轨迹。
- 瞄准点显示了炸弹的落点（弹着点）。
- 射程钟显示了飞机与瞄准点所在地面的斜距，最大量程为两英里。
- 射程钟下以英里为单位显示了飞机与瞄准点所在地面的斜距。
- 炸弹下降轨迹线上有两条横线。靠近瞄准点的横线是所需释放提示线（DRC），代表了最优炸弹释放高度。距离瞄准点较远的横线则是最小安全释放高度提示线（MRS），代表了飞机安全释放炸弹的最小高度。最小安全释放高度提示线是由炸弹的爆炸模式决定的。
- HUD 的左下角显示了当前已选择的武器种类和该武器的剩余数量。还以米为单位显示了当前瞄准点的海拔高度和瞄准点所瞄准的地面与飞机的斜距。

CCRP 模式一般用于水平轰炸在飞行员视野外的目标（即在机鼻下的目标）。所以首先必须使用 HUD 上的可下压瞄准点和火控计算机（FCC）来指定想要轰炸的地面上的点。在 HUD 上的可下压瞄准点是一个以虚线围成的圆圈，中间带有一个点。指定瞄准点后，FCC 即可计算出应在何时自动释放炸弹。飞行员必须操纵飞机飞往已指定的轰炸区域，已指定的轰炸区域会在 HUD 以一个像小正方形的目标标识符的形式显示出来。

飞行员可以使用 **[J]**、**[K]**、**[L]**、**[M]** 键位来在移动在 HUD 上的可下压瞄准点。当可下压瞄准点覆盖了所需轰炸的目标后，按下 **[回车]** 键位来将该位置锁定进 FCC 里。目标区域上将会出现一个像小正方形的目标标识符。

如需激活 CCRP 模式，请按下 **[O]** 键。目标标识符将移动至 HUD 的顶端，代表飞行员飞至投放点所需的偏航量。为了保证准确地飞经投放点，飞行员必须操纵飞机将目标标识符保持在炸弹下降轨迹线上。当飞机靠近至投放点时，目标标识符将开始沿着炸弹下降轨迹线下降。当目标标识符下降至瞄准点时，炸弹将被自动释放。

CCRP 水平轰炸过程如下图所示。



当飞行员使用可下压瞄准点锁定目标后，飞机与目标的斜距将显示在速度矢量的下方，斜距以英里作单位。

空对空武器投放模式

A-10A 能同时使用 GAU-8A 航炮和短程空对空导弹。在空对空武器投放模式（使用键位 **[2]** 或 **[3]** 激活）下，用来投放 AIM-9M 红外导弹和 GAU-8A 航炮的瞄准信息将显示在 HUD 上。在这个模式下 HUD 上的符号和其他 HUD 模式下的符号几乎一样，以下符号除外：

- HUD 显示了一个瞄准圈代表了导弹导引头的搜索方位限制。如需使导引头锁定目标，您必须控制飞机将圆圈标线覆盖到目标上。如果导引头已锁定目标，您将会听到一个高频的锁定音，且圆圈标线将跟随目标移动直到导引头脱锁。
- 航炮漏斗位于 HUD 的上部，在 AIM-9 导弹导引头圆圈标线的上方。它显示了航炮炮弹的预计飞行轨迹。如需使用航炮对付空中目标，您必须将航炮漏斗的两条竖线与目标飞机的翼尖对齐。鉴于航炮漏斗是以战斗机大小的目标来校准的，所以在对抗大型飞机时，您需要根据目标大小来调整瞄准位置。

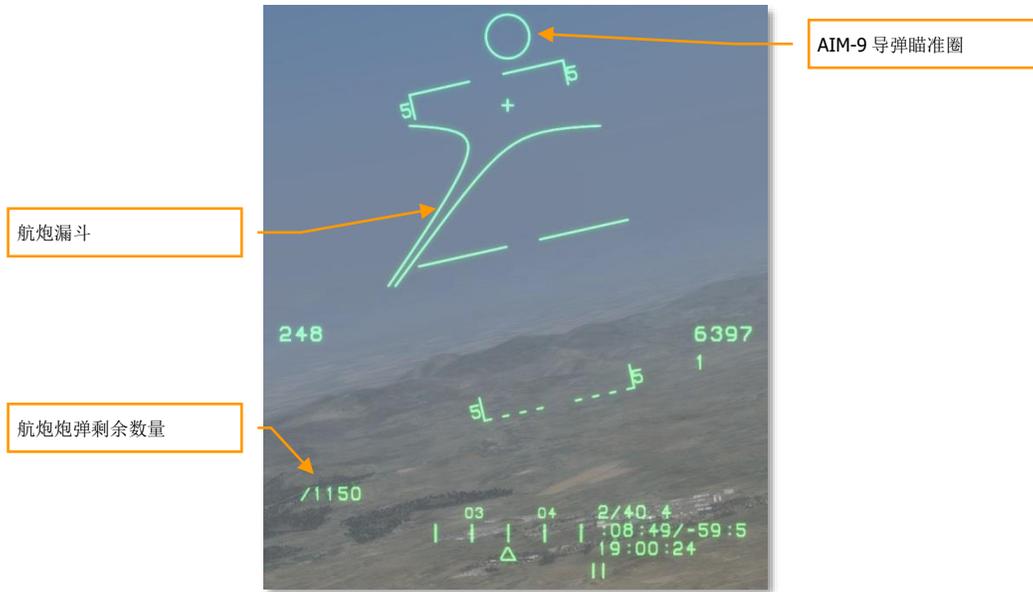


图 66. 空对空模式下的 HUD

AGM-65 导弹投放模式

因为 A-10A 并没有装备雷达，所以飞行员只能通过眼睛和 AGM-65 小牛导弹的导引头来获取目标。A-10A 能够携带两种小牛导弹，每一种都装备有不同的导引头。这两种小牛导弹包括有使用电视导引头的 AGM-65K 导弹和使用图像红外导引头的 AGM-65D 导弹。

AGM-65 导弹投放模式能在 HUD 在 TVM 上为飞行员显示出导引头指向、导引头搜索范围限制和飞机与目标的斜距等信息。AGM-65K 导弹能够在三海里距离上锁定目标，而 AGM-65D 导弹则能够在八海里距离上锁定目标。

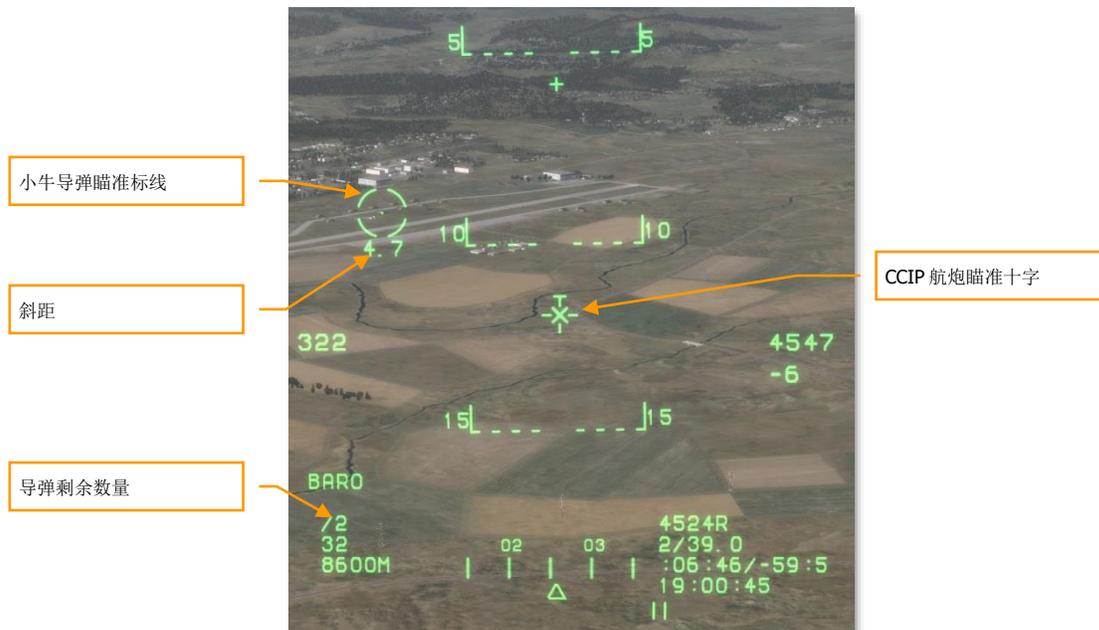


图 67. 小牛导弹模式下的 HUD

已被飞行员选择的小牛导弹的导引头图像显示在了电视显示器（TVM）上。电视显示器位于仪表板的右上角。飞行员可根据电视显示器上显示的图像来判断目前已选择的是哪种小牛导弹。

AGM-65K 和 AGM-65D 小牛导弹有着 3 倍的图像放大倍率，然而，AGM-65D 导弹还有 6 倍的图像放大倍率。使用[-]和[=]键即可切换 AGM-65D 导弹的图像放大倍率。您可以根据电视显示器上是否有边框来判断目前是否选择了 AGM-65D 导弹的 6 倍图像放大倍率。

使用小牛导弹的第一步是获取目标。您可以使用[.]、[.]、[/]、[.]键位来在导弹导引头搜索范围内移动导引头指向。当您在移动导引头指向时，HUD 上的小牛导弹瞄准标线将同时移动来告诉飞行员导弹导引头指向。小牛导弹瞄准标线是一个像货车车轮，中间带有一个准星的虚线组成的圆圈。小牛导弹瞄准圈的下面显示了飞机与瞄准点所在地面的斜距。同时电视显示器将会显示出小牛导弹导引头所看到的图像。您可以依靠 HUD 和电视显示器来定位并识别目标。

当您把小牛导弹瞄准圈移至目标附近时，请按下[回车]键来将导引头稳定在地表上。这将使得导引头稳定地锁定地表。这时您即可使用[.]、[.]、[/]、[.]键位来将 HUD 上的小牛导弹瞄准圈或电视显示器上的导弹跟踪闸门放到目标上。若目标已在导弹的射程内，跟踪闸门将自动移动到目标上并锁定目标。这时导引头将持续跟踪并保持锁定目标。当电视显示器上的导引头指向十字符号闪烁时，说明您已对目标取得有效锁定且能够发射导弹。

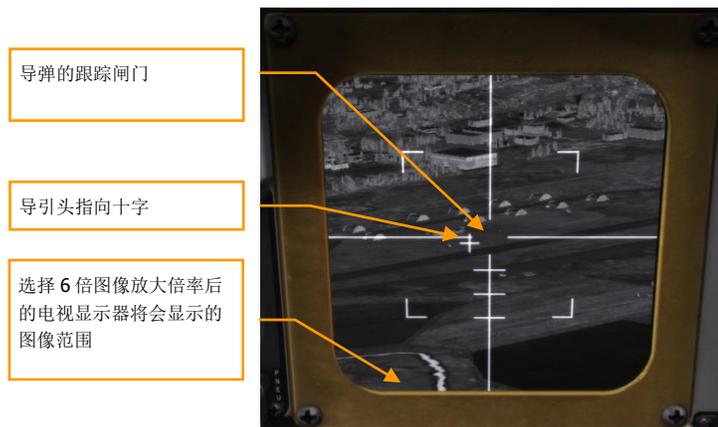


图 68. 3 倍图像放大倍率下的小牛导弹图像



图 69. 6 倍图像放大倍率下的小牛导弹图像

在电视显示器上，导弹导引头的位置以飞机纵轴为基准测量，并以指向十字的形式在电视显示器上显示出来。当指向十字在闪烁时，表示导引头已获得有效锁定。若指向十字在电视显示器的偏左下位置时，说明导引头指向飞机的左下方。导引头的移动范围为 ± 60 度。然而为了能够发射小牛导弹，您必须保持目标在导引头的移动范围 ± 30 度内。

空对空导弹

AIM-9 响尾蛇

响尾蛇导弹的设计始于 1948 年，并于 1952 至 1954 年间进行测试。1956 年，首款响尾蛇导弹，AIM-9A 开始进入美国空军服役。

响尾蛇是一款鸭式气动布局导弹。它有一个 127 毫米直径的圆柱形弹体，并装有十字梯形翼。导弹尾翼的后部装有放滚陀螺舵，用于防止导弹在飞行过程中发生横滚。响尾蛇导弹的所有改型都含有相同数量的主要部件，它们是：导引及控制系统（包括目标导引头、气动弹翼驱动部件、电源和触发引信）、近炸引信、战斗部、发动机。所有的响尾蛇导弹（除了 AIM-9C 和 AIM-9R 导弹）都装备有能够在较好的气象条件下使用的红外导引头。AIM-9C 导弹装备有雷达导引头，所以在较好和较坏的气象条件下它都能够攻击目标。

除了 AIM-9D 用电池作为能源，其它改型则用燃气发生器作为能源。燃气发生器由一个可燃药筒燃烧产生的燃气驱动。



图 70。AIM-9P 响尾蛇导弹

响尾蛇导弹装备有连续杆战斗部。当导弹飞近至目标 5 至 6 米时，由近炸引信控制起爆导弹的战斗部。若导弹直接命中目标，则由碰炸引信控制起爆导弹的战斗部。导弹的发动机为两级（加速及速度维持）固体火箭发动机。

自 1960 年至 1990 年间，响尾蛇导弹就被广泛用于地区性冲突。在福克兰群岛战争时，根据英国人的资料记载，海鹞式战斗机发射了 27 枚响尾蛇导弹，击中了 16 架阿根廷飞机和直升机。这优秀的战绩主要归功于响尾蛇导弹装备的先进的全向导引头。然而在对付能够分散红外特征的低红外特征目标时，响尾蛇导弹的导引头也常感力不从心。一个很好的例子就是对付螺旋桨运输机。众所周知，海鹞式战斗机向一架阿根廷的 C-130 运输机发射了 2 枚响尾蛇导弹，一枚失的，另一枚则破坏了一侧机翼。之后，英国飞行员赶上了 C-130，并对它的机身发射了 240 发炮弹。但对于阿根廷的喷气式飞机来说，AIM-9 响尾蛇导弹还是非常致命的。

AIM-9L – 越战暴露了响尾蛇导弹的早期子型号的低效能。这些早期子型号限制了载机的机动性，并难以击中正在进行高 G 机动下的目标。基于此，美国在 1971 年开始了 AIM-9L 响尾蛇导弹的研发。在高空条件下，AIM-9L 的最大射程为 18 千米。

为了优化原来 AIM-9L 的硫化铅（PbS）导引头，新型的 AIM-9L 将导引头更换为碲化铟（InSb）。这明显地提高了导弹的灵敏度，还提高了不单单只从目标的前半球和后半球锁定目标的可能性。另一项性能提高则是增加了导弹的导引头锁定范围和追踪速度。

AIM-9L 导弹的导引头光敏元件装备有低温冷却系统。该系统使用氩气进行冷却，氩气储存在导弹弹体内的容器。这允许地勤直接将导弹安装在飞机上，而不需要另外的发射架设备（早期响尾蛇子型号需要在发射架上安装冷却容器）。



图 71. AIM-9M 响尾蛇导弹

AIM-9L 导弹装有电子电路芯片，并使用一个热能电池作为电源。

AIM-9L 导弹是世界上第一款装备有激光近炸引信的空空导弹。它包含了发射和接收部件。当激光发射二极管（砷化镓）发射激光时，目标反射的激光将由接收部件（硅光电二极管）探测到，这将触发战斗部起爆。

AIM-9L 的战斗部也是新研发的。它有两层钢杆，钢杆两端有切口，爆炸时能形成重量一定的碎片。当战斗部起爆时，引信将同时向炸药的两端发射起爆脉。

AIM-9L 响尾蛇导弹自 1976 年起就开始服役，并在很多飞机上装备着，包括：F-4、F-5、F-14、F-15、F-16、台风、海鹞还有鹰。

AIM-9M。在 1979 年春天，新的 AIM-9M 导弹的飞行测试开始了。这种导弹是 AIM-9L 导弹的增强版本。AIM-9M 装备有新的火箭发动机，能减少发射后产生的尾烟（含有更少的铝氧化剂）。

AIM-9M 导弹与 AIM-9L 导弹的主要不同点在于 AIM-9M 导弹的红外导引头装备有闭环冷却系统，所以导弹并不需要再装填冷却剂。且该导弹的导引头能更好地抵御红外干扰（热焰弹），并能更好地分辨目标和地表背景。AIM-9M 导弹于 1983 年服役。

空对面武器

AGM-65K 和 AGM-65D 小牛导弹

AGM-65 小牛导弹是一种非常成功并被大量量产的导弹。自 1972 年开始服役以来，它已经发展成为能在很多武装冲突中看到的导弹家族。它主要由 A-10A、F-4E、F-16、F/A-18 和 F-15E 攻击机携带。

AGM-65 导弹一般装备有能提供“发射后不管”能力的光电（EO）导引头，导弹的“发射后不管”能力允许飞机在发射导弹后就能任意进行机动。且该图像导引头也允许飞行员使用这些武器来对付移动中的目标比如车辆和船只，该导弹的穿透战斗部在对付坦克时也同样有效。

小牛导弹原本被设计成一种反装甲武器，用于给北约的近距离空中支援飞机在欧洲对付苏联坦克军队的巨大优势。为了达到这个目的，AGM-65A、B 和 D 等子型号都装备有一个 57 千克的穿甲聚能战斗部。



图 72. AGM-65K 小牛导弹

最初的 AGM-65A 导弹的导引头包括一个小型的电视（TV）摄像机，它能探测到目标与周围地表光学对比的不连续性从而锁定住目标。只要导弹悬挂在武器挂架上，导引头探测到的图像就会显示在载机驾驶舱中的黑白电视显示屏上。同时，HUD 上也将会出现瞄准环表示导引头正在探测的方向。飞行员可将导弹的电视导引头“闭锁”（瞄准线）在飞机的纵轴，然后操纵飞机将瞄准环放到目标上来进行瞄准，或者将导弹的导引头“解锁”（即陀螺稳定导引头，或将导引头“锁定地面”），然后手动将导引头探测画面移动至目标上。

导弹强劲的火箭发动机使得导弹具有 20 海里的理论射程，但导弹的电视导引头限制了导弹只能锁定可目视发现、并体积足以大得触发锁定的目标。目标的伪装和 / 或大气条件例如烟雾、薄雾、尘埃和湿度均可使导引头的寻的性能下降，大多数的导弹发射其实是发生在当飞机与目标距离 1 至 2 海里时。即使有这些限制，以色列人还是在 1973 年苏伊士运河上晴朗的中东天空使用 AGM-65A 导弹斩获了令人咂舌的 87% 命中率，它不仅仅只是被用于对付埃及坦克，它还被用于对付雷达、停着的飞机还有其他的高对比度目标。AGM-65A 的短射程使得飞行员只有很少的时间用于发现、识别并攻击目标，所以它主要被双座的 F-4E 使用一当前座飞行员操纵飞机进入射击位置时，后座飞行员将会使用电视显示屏帮忙锁定目标。

AGM-65B 子型号的电视导引头具有“图像放大”功能，用来使飞行员更好地在更远的地方锁定目标。鉴于 AGM-65D 导弹可使用图像红外导引头来在更远的地方探测到热对比，所以 AGM-65D 导弹可在白天或夜晚并在广泛的大气环境中使用，对付车辆目标时，发射距离接近 6 海里。这射程在进行对付雷达导引防空导弹阵地的标准攻击时是不够的，但小牛导弹仍是在进行近距离空中支援时的高价值武器。一共有 5255 枚 AGM-65B 型和 D 型导弹在被用于 1991 年美国对伊拉克的战争中，单座 A-10A 近距离空中支援飞机发射了其中的 4000 枚。A-10A 能够在起落架短舱外侧装上 LAU-88 三联发射架来携带多达 6 枚小牛导弹，但两

个最内侧的挂架通常都是留空的。这避免了小牛导弹强力的火箭尾焰损伤 A-10A 的起落架，并降低了最大实用载荷至 4 枚 AGM-65 导弹。A commonly practiced A-10A 战术是使用小牛导弹来摧毁车队中的头车和尾车，然后使用 30 毫米口径航炮扫射其余车辆，使它们战斗失能。



图 73. AGM-65D 导弹

Mk-82、Mk-82AIR 和 Mk-84 非制导炸弹

Mk-80 系列自由落体炸弹是美国空军主要的空对地武器。它们被广泛应用于过去的几十年中所有的大型军事冲突。几乎任何种类的飞机都能使用它们。它们被大量使用于对付种类繁多的目标—敌军车辆和卡车、地面建筑，和人员。在 1991 年的波斯湾战争期间，盟军航空部队对伊拉克目标投下了 77653 枚 Mk-82 500 磅炸弹和 12189 枚 Mk-84 2000 磅炸弹。

自由落体炸弹是一种非制导炸弹，依靠飞行员来进行目视瞄准。实践证明一个训练良好的飞行员在仔细瞄准攻击后能达到 50% 的命中率。制导武器通常更准确，但同时也更加昂贵。基于这个原因，简单并便宜的 Mk-82 和 Mk-84 自由落体炸弹再几十年里还在各个战术航空队中继续使用。



图 74. Mk-82 炸弹

这些炸弹的射程取决于释放炸弹时载机的空速和高度。若载机释放炸弹时空速和高度增大，射程也会随之增大。

Mk-82 炸弹的 Mk-82AIR 版本增加了一个 BSU-49/B 高阻尾部总成，通常也叫作“气伞”。这使得炸弹能在被释放后快速地减速。并使得您在释放这样弱智的武器后能逃离武器的爆炸冲击波伤害。



图 75。Mk-82AIR 炸弹

关于如何使用这些非制导炸弹的指示在此手册的武器控制系统章节里。这些炸弹还在所有的北约成员国的空军中服役。

Mk-20 石眼集束炸弹

Mk-20 石眼集束炸弹包含 247 枚子弹药。子弹药可被布撒到大片区域上，对付装甲目标、车辆和人员很有效果，但对付坚固的建筑比如碉堡或桥梁却效果不大。在 1991 年的波斯湾战争时，北约飞机投下了 28000 枚石眼集束炸弹。



图 76。Mk-20 石眼集束炸弹

Mk-20 可像其它自由落体炸弹那样来瞄准。飞行员使用 HUD 瞄准环来目视瞄准投放此种炸弹，它的射程和命中率取决于载机投放它时的空速和高度。

此种炸弹仍在所有的北约成员国的空军中服役。

CBU-87 集束炸弹

CBU-87 综合效应弹药 (CEM) 重 950 磅，它是一种多用途集束炸弹。SW-65 战术弹药布撒器包含 202 枚 BLU-97/B 联合效应子弹药 (CEB)，它们对付装甲或非装甲目标时都很有效果。

每一个 BLU-97/B 联合效应子弹药 (CEB) 包含一个聚能、钢制外壳和一个铝环用来反装甲、反人员破片和纵火。每一个综合效应子弹药被设计成可碎裂为 300 个小碎片。若给与了此弹药最高的攻击角度，此弹药在对付装甲车辆（比如坦克）车顶的薄弱装甲会很有效果。



图 79. AN/ALQ-131 电子干扰吊舱

AN/ALQ-131 电子干扰吊舱可被北约的 F-4E、F-16C、A-10 和其它飞机所携带。

雷达告警接收器

在 A-10A 的雷达告警接收器 (RWR) 上, 中间的位置表示了您的飞机。在中间位置的周围显示了探测到您的飞机的雷达的位置。在接收器屏幕上部的信号源表示的是在您前方的雷达, 在接收器屏幕右侧的信号源表示的是在您右翼的雷达, 以此类推。

AN/ALR-69 型雷达告警接收器安装在 A-10A/OA-10A 飞机上。它是 AN/ALR-46 型雷达告警接收器的改良和完善版本。

雷达告警接收器系统可在方位角 ± 180 和俯仰角 ± 45 度上提供不间断的雷达信号探测功能。

雷达告警接收器屏幕最多可显示 16 个威胁。

即使雷达信号已不能再被雷达告警接收器接收到, 原先探测到的雷达信号仍可在屏幕上显示 7 秒钟。

RWR 有以下工作模式: “全部 (捕获)” 模式或 “锁定” 模式。

信号源与 RWR 屏幕中心的距离代表了信号源的信号强度。信号强度越大的信号源会显示在距离 RWR 屏幕中心更近的位置上。

AN/ALR-69 (安装在 A-10A 上) 的 RWR 屏幕上有方位刻度 (15 度为一小格) 和被一个圆圈隔开的两个区域 (或叫 “环”)。一个位于内环的威胁表示的是当前需要优先处理的威胁。

早期预警雷达和 AWACS 永远不会出现在 RWR 屏幕的内环里。

当一个新的威胁被探测到时, 一个高频音将会响起, 威胁符号上也会显示出一个半圆标记。

当雷达告警接收器在捕获模式探测到雷达信号时, 一个鸟叫声将会响起。

当一个威胁锁定您的飞机时, 雷达告警接收器的告警音将会从周期性的鸟叫声变为不间断的鸟叫声。



图 80. RWR 显示屏

如果飞机探测到了主动雷达制导（ARH）导弹，屏幕的内环上将会出现一个“M”符号。“M”符号将会出现在发射该主动雷达制导导弹的载机的旁边。

在 A-10A 上，敌军雷达对玩家飞机的探测和锁定提示显示在 RWR 控制面板上。



图 81. RWR 控制面板

控制面板面板上有两盏提示灯。

第一盏是绿色的“SEARCH（搜索）”提示灯。若获取雷达已照射到玩家的飞机，该提示灯将会亮起。

第二盏是红色的“LAUNCH（发射）”提示灯。若 RWR 探测到有雷达制导导弹正朝着玩家飞机飞来，该提示灯将会亮起。

注意 RWS 和 RWR 系统只探测雷达系统，而不会探测红外制导系统。

以下是可能出现在 RWR 显示屏上的符号和标记。

29

机载雷达。所有此种雷达的符号上方都会有个标记，标记的下方表示该机载雷达的载机型号。地基雷达和舰载雷达的符号解释在下面的图表里。

29

上部的半圆标记表示这是个新探测到的威胁

29

砖石型标记表示这是当前需要优先处理的威胁，即是最危险的威胁。它距离您的飞机很近。

29

闪烁的圆圈标记表示该威胁已发射导弹。

M

闪烁的圆圈和砖石型标记内有一个 M 符号表示主动雷达制导导弹（R-77、AIM-120C、AIM-54C、MICA-AR）活动痕迹。主动导弹都是需要优先处理的威胁。

需要注意的是符号和标记可能会合并显示。例如：新的威胁（上部会显示半圆）标记可以和侦测到导弹发射（闪烁的圆圈）标记合并显示。因此，这个威胁将会显示为一个下半部分会闪烁的圆圈。

在下面的表格中，您能找到 TEWS 和 RWR 上可能会出现符号和它们对应的雷达种类。

机载雷达

雷达平台	RWS 符号
MiG-23	23
MiG-29, Su-27/33	29
MiG-31	31
Su-30	30
F-4E	F4
F-14A	14
F-15C	15
F-16C	16
F/A-18C	18
A-50	50
E-2C	E2
E-3C	E3

舰载雷达

平台	SAM 防空系统	RWS 符号
信天翁级小型反潜舰、格里莎级反潜舰	SAM “黄蜂-M”（SA-N-4 壁虎）	HP
库兹涅佐夫航空母舰	SAM “匕首”（SA-N-9 长手套） AAA “栗子”（SA-N-11 格里森）	SW
Rezky, 克里瓦克 II 级反潜舰	SAM “黄蜂-M”（SA-N-4 壁虎）	TP
莫斯科级巡洋舰、光荣级导弹巡洋舰	SAM S-300F “要塞”（SA-N-6 牢骚） SAM “黄蜂-M”（SA-N-4 壁虎）	T2
不惧级护卫舰、亚斯特列布级反潜舰	SAM “匕首”（SA-N-9 长手套） AAA “栗子”（SA-N-11 格里森）	TP
卡尔·文森号航空母舰（CVN-70）	RIM-7 海麻雀	SS
佩里级护卫舰（FFG-7）	SM-2 标准 2 导弹	SM
提康德罗加级巡洋舰（CG-47）	SM-2 标准 2 导弹	SM

地基雷达

SAM 防空系统	北约命名	RWS 符号
S-300PS 40V6M	SA-10	10
S-300PS 40V6MD	SA-10 Clam Shell (蛤壳)	CS
S-300PS 5N63S	SA-10	10
S-300PS 64N6E	SA-10 Big Bird (大鸟)	BB
山毛榉 9S18M1	SA-11 Snow Drift (雪堆)	SD
山毛榉 9A310M1	SA-11	11
库班河 1S91	SA-6	6
黄蜂 9A22	SA-8	8
箭-10 9A33	SA-13	13
PU-13 兰烬尔移动指挥中心	狗耳	DE
道尔 9A331	SA-15	15
2S6 通古斯卡	2S6	S6
ZSU-23-4 石勒喀河	ZSU-23-4	23
罗兰德防空导弹	Roland (罗兰德)	RO
罗兰德雷达	Giraffe (长颈鹿)	GR
爱国者搜索和跟踪雷达	Patriot (爱国者)	P
猎豹自行高炮	Gepard (猎豹)	GP
霍克搜索雷达	I-HAWK PAR	HA
霍克跟踪雷达	I-HAWK HPI	H
火神自行高炮	M-163	VU
S-125 P-19 雷达	SA-3 Flat Face B	FF
S-125 SNR 跟踪雷达	SA-3 Low Blow	LB

无线电通讯与消息

在早期的空战中，飞行员之间的通讯非常困难，经常不可能实现。因为没有无线电，早期的飞行员只能通过有限的手势进行交流。飞行员之间的合作，尤其是在近距格斗时，基本上无法实现。

虽然现代的电子技术已经显著提升了通信能力，但通信仍面临着一些局限。战斗中或许同时有几十乃至上百人使用各个无线电频率。如果在激烈的战斗中每个人都随便使用无线电通信，结果就是任何通信都变得繁杂、难以理解甚至中断。因此，飞行员发布每一条信息时都应当严格遵守无线电使用条例，一条标准的无线电信息应当由呼号、指令、描述组成。“呼号”部分表示这条消息是发给哪个单位的，从哪个单位发出的；“指令”部分包括给接收信息一方的简短指令；“描述”部分是特别的附加信息。例如：

Chevy22, Chevy21, 向右急转，敌机在 4 点钟方向，下方。

这条消息由 Chevy 小队的 1 号机发给 Chevy 小队的 2 号机。Chevy21 命令 Chevy22 做一个向右的急转。而描述部分解释了为什么这么做：Chevy22 的 4 点钟方向下方有敌机。

无线电信息要言简意赅

游戏中的无线电通讯有 3 种类型：

- 玩家向其它飞机发送的无线电指令。
- 玩家从其它飞机、地面指挥员等单位接收到的无线电信息。
- 来自玩家飞机的信息和告警

无线电指令

下面的表格介绍了玩家能够发送的信息以及发送每种信息所用的键位。根据指令的类型，每发送一条无线电需要按下二到三个按键。当然也有一些快捷键可以用来发送一些复杂的消息。

- 信息接收方——这一列都是接收信息的单位，它可以是整个小队、某架僚机、预警机或者地面截击引导站的控制员，或者一个空中交通管制员。
- 指令——这一列表示了你要发送的信息的类型（比如一个“交战”指令，或者一个“小队”指令等）。

子指令——在一些情况下，子指令用来进一步明确指令的类型（比如“同我的目标交战”或者“一字横队”）。

如下面的表格所示，根据指令的类型，发送一个信息需要按下二到三个按键。例如，要求 3 号僚机同玩家的目标交战，需要按下 F3、F1、F1 三个按键。

玩家发送的无线电指令

信息接收方	指令	子指令	指令含义	指令回应
整个飞行小队或僚机	交战...	我的目标	玩家要求僚机攻击被玩家飞机的传感器（雷达或者红外搜索跟踪系统）锁定或被视角锁定的目标。当目标被摧毁后，僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Copy”、“(x) Roger”或“(x) Affirm”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。
		我的敌机	玩家要求僚机攻击正在攻击玩家飞机的敌军飞机。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Copy”、“(x) Roger”或“(x) Affirm”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。
		敌机	玩家要求僚机脱离小队和传感器搜索范围内的敌机交战。当敌机被摧毁后，僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Engaging bandit, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。
		防空系统	玩家要求僚机脱离小队攻击探测到的敌方防空单位。当目标被摧毁后僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Attacking air defenses, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。
		地面目标	玩家要求僚机脱离小队进攻敌方地面目标，包括任何在任务编辑器中被标定为敌方的地面设施和车辆。当目标被摧毁后，僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Attacking target, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable, ”，(x)代表了该僚机的小队编号。

		海上目标	玩家要求僚机脱离小队攻击传感器搜索范围内的敌方海上目标，当目标被摧毁后僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Attacking ship, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		执行任务并在完成后返回小队	玩家要求僚机脱离小队并攻击任务编辑器中设定的任务目标。当任务完成后，僚机将返回小队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Attacking primary, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		执行任务并在完成后返回基地	玩家要求僚机脱离小队并攻击任务编辑器中设定的任务目标。当任务完成后，僚机将返回基地。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Attacking primary, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队或者僚机	前往...	返回基地	僚机将离开小队并着陆在指定机场。若没有指定的机场，他将着陆在最近的友方机场。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Copy ”、“(x) Roger ” 或 “(x) Affirm ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		按照航路飞行	僚机将离开小队，按任务编辑器计划的航路飞行。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Copy ”、“(x) Roger ” 或 “(x) Affirm ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		保持位置	僚机将离开位置并绕当前位置盘旋。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Copy ”、“(x) Roger ” 或 “(x) Affirm ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative ” 或 “(x) Unable, ”，(x) 代表了该僚机的小队编号。

整个小队或者僚机	雷达...	开启	玩家要求僚机开启雷达并开始搜索。	僚机将会回复 “(x) Radar On,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		关闭	玩家要求僚机关闭雷达。	僚机将会回复 “(x) Radar Off,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队或者僚机	电子对抗系统 (ECM) ...	开启	玩家要求僚机开启 ECM。	僚机将会回复 “(x) Music On,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		关闭	玩家要求僚机关闭 ECM。	僚机将会回复 “(x) Music Off,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队或者僚机	拉烟	开启	玩家要求僚机开始拉烟。	僚机将开始拉烟并回复 “(x) Copy”、“(x) Roger” 或 “(x) Affirm”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		关闭	玩家要求僚机停止拉烟。	僚机将停止拉烟并回复 “(x) Copy”、“(x) Roger” 或 “(x) Affirm”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队或者僚机	掩护我		玩家要求僚机攻击距离玩家飞机最近的敌机。	僚机将回复 “(x) Copy”、“(x) Roger” 或 “(x) Affirm”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队或者僚机	抛离武器		玩家要求僚机抛离挂载武器。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Copy”、“(x) Roger” 或 “(x) Affirm”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative” 或 “(x) Unable,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
整个小队	进行编队	重新加入编队	僚机们将停止当前任务并加入编队。	若僚机能够执行这项指令，他将回复 “(x) Copy rejoin”、“(x) Roger” 或 “(x) Affirm”，(x) 代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复 “(x) Negative” 或 “(x) Unable,”，(x) 代表了该僚机的小队编号。
		横队	命令僚机们进入横队。	

		一字横队	以玩家飞机作为长机，二号机在玩家飞机后0.5英里的位置，以此类推三号、四号机位置。	若僚机能够执行这项指令，他将回复“(x) Copy”、“(x) Roger”或“(x) Affirm”，(x)代表了该僚机的小队编号。若僚机不能完成该指令，他将回复“(x) Negative”或“(x) Unable”，(x)代表了该僚机的小队编号。
		梯队	标准队形	
		密集编队	玩家要求僚机缩小各机间距。	
		松散编队	玩家要求僚机增大各机间距。	
空中预警机 (AWACS)	空中预警机 (AWACS) 呼号	玩家要求提供距离玩家飞机最近的敌机的信息 (Request BOGEY DOPE)	玩家要求预警机或地面截击引导站提供距离本机最近的敌机的航向、距离、高度和方位等信息。	若预警机或地面截击引导站可探测到敌机，他们将会回复：“(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d),”，其中(a)是玩家飞机的呼号，(b)是预警机或地面截击引导站的呼号，(x)(x)是敌机的航向，(y)(y)(y)是敌机的距离，西方国家以英里为单位，俄罗斯以公里为单位，(c)是敌机的高度，(d)是敌机的方位。 若预警机或地面截击引导站没有探测到敌机，他们将会回复：“(a), (b), clean,”，其中(a)是玩家飞机的呼号，(b)是预警机呼号。 若敌机在玩家飞机位置的五英里内，他们将回复：“(a), (b), merged”，其中(a)是玩家飞机的呼号，(b)是预警机呼号。
		要求引导至友方机场	玩家要求预警机或地面截击引导站提供距离玩家飞机最近的友方机场的方位和距离等信息。	预警机或地面截击引导站将会回复：“(a), (b), Home bearing (x)(x) for (y)(y)(y),”，其中(a)是玩家飞机的呼号，(b)是预警机的呼号，(x)(x)是距离玩家飞机最近的友方机场的方位，(y)(y)(y)是玩家飞机与距离玩家飞机最近的友方机场的距离，西方国家以英里为单位，俄罗斯以公里为单位。

		要求引导至加油机	玩家要求预警机或地面截击引导站提供距离玩家飞机最近的加油机的方位和距离等信息。	预警机或地面截击引导站将会回复： “(a), (b), Tanker bearing (x)(x) for (y)(y)(y),” ，其中(a)是玩家飞机的呼号，(b)是预警机的呼号，(x)(x)是距离玩家飞机最近的加油机的方位，(y)(y)(y)是玩家飞机与距离玩家飞机最近的加油机的距离，西方国家以英里为单位，俄罗斯以公里为单位。若任务中没有友方加油机，他们则会回复： “(a), (b), No tanker available”
		要求提供战场态势	玩家要求预警机或地面截击引导站提供战区内所有敌机的方位、距离、高度和航向。	若预警机或地面截击引导站探测到敌机，他们将会回复： “(a), (b), bandits bearing (x)(x) for (y)(y)(y). (c) (d),” ，其中(a)是玩家飞机呼号，(b)是预警机呼号，(x)(x)是敌机的方位，(y)(y)(y)是玩家飞机与敌机的距离，西方国家以英里为单位，俄罗斯以公里为单位。(c)是敌机的高度，(d)是敌机的航向。 若预警机或地面截击引导站没有探测到敌机，他们则会回复： “(a), (b), clean” 。
空中交通管制员 (ATC) — 一塔台	机场呼号	请求滑行至跑道	玩家请求塔台允许滑行至跑道。	空中交通管制员将会回复： “(a), Tower, Cleared to taxi to runway (x)(x),” ，其中(a)是玩家飞机呼号，(x)(x)是跑道的指向。
		请求起飞	玩家请求塔台起飞许可。	若没有飞机正在起飞或没有飞机正在进近，空中交通管制员将回复： “(a), Tower, You are cleared for takeoff,” ，其中(a)是玩家飞机呼号。
		请求进近	玩家请求着陆在当前选择的机场。	空中交通管制员将回复： “(a), (b), fly heading (x)(x), QFE, runway (y) to pattern altitude” ，其中(a)是玩家飞机呼号，(b)是机场呼号，(x)(x)是机场航向和距离，QFE 是机场标高大气压，(y)是着陆跑道的指向。
地勤人员		装弹	玩家请求地勤人员根据挂载选择给飞机装弹。	地勤人员将回复： “Copy” 。 装弹完成后，地勤人员将回复： “Rearming complete” 。
		加油	玩家请求地勤人员给飞机加油。	加油完成后，地勤人员将回复： “Refueling complete” 。

	请求维修	玩家请求地勤人员对飞机进行维修。	地勤人员将在 3 分钟 内完成飞机维修。
其它	这类信息根据任务及任务中的触发器而各有不同。		

无线电信息

通信是一个双向的过程；来自其它飞机的信息和从玩家发出的信息一样重要。这种来自友军的信息往往告诉你任务已经完成，或者即将完成。它们可以提醒玩家，给出目标位置，提供前往不同目标和机场的方位。下面的表格介绍了所有可能接收到的信息。

- 信息来源——发出信息的单位——僚机、预警机、塔台等。
- 事件——信息对应的行动。
- 无线电信息——玩家听到的信息。

无线电信息

信息来源	事件	无线电信息
僚机	开始滑行起飞	“(x), rolling,” ，(x)是僚机在小队内的编号。
	起飞后收起落架	“(x), wheels up,” ，(x)是僚机在小队内的编号。
	被敌方火力命中并受损	“(x) I'm hit,” 或 “(x) I've taken damage,” ，(x)是僚机在小队内的编号。例如：“Two, I've taken damage.”
	准备弹射离机	“(x) Ejecting,” 、 “(x) I'm punching out,” 、 “(x) Bailing out,” 、 “(x) I'm bailing out,” ，(x)是僚机在小队内的编号。
	受损严重准备返航	“(x) R T B,” 或 “(x) Returning to base,” ，(x)是僚机在小队内的编号。例如：“Four, R T B.”。
	发射空空导弹	如果导弹载机是美国飞机，它将回复： “Fox from (x),” 。如果导弹载机是俄罗斯飞机，它将回复： “Missile away from (x),” ，(x)是僚机在小队内的编号。例如：“Fox from two”。
	航炮开火	“Guns, Guns from (x),” ，(x)是僚机在小队内的编号。例如：“Guns, Guns from three.”。
	被敌方机载雷达照射	“(x), Spike, (y) o'clock,” ，(x)是僚机在小队内的编号，(y)是一至十二中的数字，表示照射来自僚机的几点钟方向。例如：“Two, spike three o'clock.”。
	被敌方地基雷达照射	“(x) Mud Spike, (y) o'clock,” ，(x)是僚机在小队内的编号，(y)是一至十二中的数字，表示照射来自僚机的几点钟方向。例如：“Two, mud spike three o'clock.”。
僚机遭到地对空导弹攻击	“(x) Sam launch, (y) o'clock,” ，(x)是僚机在小队内的编号，(y)是一至十二中的数字，表示攻击来自僚机的几点钟方向。例如：“Two, Sam launch three o'clock.”。	

僚机遭到空空导弹攻击	“(x) Missile launch, (y) o'clock, ”, (x)是僚机在小队内的编号, (y)是一至十二中的数字, 表示攻击来自僚机的几点钟方向。例如: “Two, Missile launch three o'clock.”。
僚机目视接触敌机	“(x) Tally bandit, (y) o'clock, ”, (x)是僚机在小队内的编号, (y)是一至十二中的数字, 表示敌机在僚机的几点钟方向。例如: “Two, Tally bandit three o'clock.”。
应对威胁作防御机动	“(x) Engaged defensive, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Engaged defensive.”。
击落敌机	“(x) Splash one, ”、“(x) Bandit destroyed, ”或“(x) Good kill, good kill, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Splash my bandit.”。
摧毁敌方地面建筑、车辆、船只	“(x) Target destroyed, ”或“(x) Good hits, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Target destroyed.”。
僚机已目视发现敌机并希望发起攻击	“(x) Request permission to attack, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Request permission to attack.”。
投放非制导炸弹或集束炸弹	“(x) Bombs gone, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Bombs gone.”。
已发射空对地导弹	“(x) Missile away, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Missile away.”。
已发射空对地非制导火箭弹	“(x) Rockets gone, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Rockets gone.”。
经过轰炸航路起始点后开始攻击地面目标	“(x) Running in ”或“(x) In hot, ”, (x)是僚机在小队内的编号。例如: “Two, Running in.”。
雷达探测到敌机	“(a) Contact bearing (x)(x) for (y)(y)(y) ”, (x)是僚机在小队内的编号, (x)是敌机方位, (y)是敌机与僚机的距离, 西方国家以英里为单位, 俄罗斯以公里为单位。例如: “Three, Contact bearing one eight for zero five zero.”。
剩余油量要求飞机必须返航否则会在返回基地前耗光燃油	若僚机属于美国飞行小队, 该僚机会回复: “(x) Bingo fuel, ”, (x)是僚机在美国飞行小队内的编号。例如: “Two, Bingo fuel.”。若僚机属于俄罗斯飞行小队, 该僚机会回复: “(x) Low fuel, ”, (x)是僚机在俄罗斯飞行小队内的编号。例如: “Two, Low fuel.”。
僚机弹药耗尽	若僚机属于美国飞行小队, 该僚机会回复: “(x) Winchester, ”, (x)是僚机在美国飞行小队内的编号。若僚机属于俄罗斯飞行小队, 该僚机会回复: “(x) Out of weapons, ”, (x)是僚机在俄罗斯飞行小队内的编号。
敌机位于玩家飞机的后方	“ Lead, check six ”
玩家飞机即将爆炸或坠毁	“ Lead, bail out ”

塔台	玩家在跑道上着陆后停止移动	“(x), Tower, taxi to parking area,” , (x)是玩家飞机的呼号。例如: “Hawk one one, Tower, taxi to parking area.”。
	玩家已抵达进近点并移交给塔台指挥,且跑道已被清空可以着陆	“(x), Tower, cleared to land runway (y)(y),” , (x)是玩家飞机的呼号, (y) (y)是即将着陆的跑道的指向。例如: “Hawk one one, Tower. cleared to land runway nine zero.”。
	玩家已抵达进近点并移交给塔台指挥,但进近航线上有其它飞机	“(x), Tower, orbit for spacing,” , (x)是玩家飞机的呼号。例如: “Falcon one one, Tower, orbit for spacing.”。
	玩家飞机在着陆时高于下滑道	“(x), Tower, you are above glide path,” , (x)是玩家飞机的呼号。例如: “Eagle one one, Tower, you are above glide path.”。
	玩家飞机在着陆时低于下滑道	“(x), Tower, you are below glide path,” , (x)是玩家飞机的呼号。例如: “Eagle one one, Tower, you are below glide path.”。
	玩家飞机在着陆时沿着正确地下滑道进近	“(x), Tower, you are on glide path,” , (x)是玩家飞机的呼号。例如: “Eagle one one, Tower, you are on glide path.”。

语音信息和告警

计算机技术的发展给作战飞机带来了革命性的变化;现代喷气机持续对自身进行诊断并向飞行员提供通知、告警甚至指导。在女性能够成为战斗机飞行员之前,设计师决定用女性声音来制作语音信息和告警,这样飞行员可以在嘈杂的充满了男性声音的无线电通信中立刻注意到这些信息和告警。

- 信息 / 告警触发原因——导致 Betty 发出语音信息的原因 (译者: Betty 指语音信息系统那个声音)。
- 信息——Betty 发出的信息的内容。

语音信息系统的信息

信息 / 告警触发原因	信息
右发失火	“Engine fire right”
左发失火	“Engine fire left”
飞控系统受损或损坏	“Flight controls”
250 节以上速度时起落架未收起	“Gear down”
在使用仪表着陆系统进近时起落架没有放下	“Gear up”
飞机的剩余燃油只够支持到最近的友军机场	“Bingo fuel”
飞机的剩余燃油只有 1500 磅 / 升	“Fuel 1500”
飞机的剩余燃油只有 800 磅 / 升	“Fuel 800”
飞机的剩余燃油只有 500 磅 / 升	“Fuel 500”
自动控制系统失效	“ACS failure”
导航系统失效	“NCS failure”

电子对抗系统失效	“ECM failure”
飞控系统液压失效	“Hydraulics failure”
导弹告警系统失效	“MLWS failure”
航电系统失效	“Systems failure”
红外搜索跟踪系统失效	“EOS failure”
雷达失效	“Radar failure”
驾驶舱内的姿态指示器失效	“Attitude indicaton failure”
除起火和飞控系统受损以外的损伤	“Warning, warning”
飞机达到或超过最大迎角	“Maximum angle of attack”
飞机达到或超过最大过载	“Maximum G”
飞机达到或超过最大速度 / 达到或者低于最小失速速度	“Critical speed”
敌方导弹在玩家飞机前方 15 公里处, 高度低于玩家飞机	“Missile, 12 o'clock low”
敌方导弹在玩家飞机前方 15 公里处, 高度高于玩家飞机	“Missile, 12 o'clock high”
敌方导弹在玩家飞机后方 15 公里处, 高度低于玩家飞机	“Missile, 6 o'clock low”
敌方导弹在玩家飞机后方 15 公里处, 高度高于玩家飞机	“Missile, 6 o'clock high”
敌方导弹在玩家飞机右侧 15 公里处, 高度低于玩家飞机	“Missile, 3 o'clock low”
敌方导弹在玩家飞机右侧 15 公里处, 高度高于玩家飞机	“Missile, 3 o'clock high”
敌方导弹在玩家飞机左侧 15 公里处, 高度低于玩家飞机	“Missile, 9 o'clock low”
敌方导弹在玩家飞机左侧 15 公里处, 高度高于玩家飞机	“Missile, 9 o'clock high”

理论训练

想要进行一场成功的空战并不是一件容易的事情，所有国家的飞行员都需要训练很长的时间，才能让战机在战斗中发挥出最好的性能，虽然空战准则不可能面面俱到，但仍然要了解这些准则。

指示空速与真空速

当飞行高度降低的时候，空气密度也会增加，密度较大的空气有助于提升机翼产生的升力，但是，同样会使阻力增加。同理，在空气稀薄的高海拔地区，飞机的升力会减小，但阻力也会减小，所以高空有助于提高飞机的飞行速度。以 700 公里/小时飞行时，飞机的飞行特性肯定不同于以 1000 公里/小时飞行的时候。由于空速管的工作特性，迎角、温度和空气密度和压力均会对空速管读数造成影响，真空速（TAS）就是修正了这些参数的空速数据。相对于真空速（TAS），地速（GS）则是飞行相对于地球的运动速度。地速（GS）大概等于真空速（TAS）减去或加上风的速度。

现代飞机的空速指示器，大多考虑到了修正对空速管造成影响的变量，如果不对这些变量进行修正，那么空速管得到的数据就是指示空速（IAS）。对于飞行员来说，指示空速（IAS）可以很好的反应飞机在目前的机动能力。指示空速通常显示在抬头显示器和仪表盘上。

空速表显示的是指示空速

速度矢量

速度矢量标记是西方国家飞机抬头显示器共有的一个特点，它也被称为飞行航路标记（FPM）。飞机的速度矢量是指飞机实际飞行的方向，可能和机头的指向并不一致。如果你的速度矢量标记指向地面，最终你的飞机也会飞向那个点。速度矢量标记对于飞行员是非常重要的工具，从作战机动到着陆进近都有应用。

迎角指示器（迎角表）

就像前面所说的，飞机的速度矢量可能和飞机的纵轴指向并不一致，飞机速度矢量在纵向对称面的投影与飞机纵轴的夹角称为迎角（AOA），当飞行员拉动操纵杆后，他会增加飞机的迎角（AOA），如果飞机在以水平直线飞行，那么减小发动机推力后，由于升力减小，飞机会降低高度，这个时候如果想保持平飞，飞行员需要拉杆并增加迎角（译者注：在一定范围内，迎角增加，升力也会增加）。

迎角（AOA）和指示空速（IAS）与飞机的升力特性息息相关，在达到临界迎角前，升力会随着迎角增大而增大。在恒定的迎角下，增加指示空速（IAS）也会提高升力。然而，随着迎角和空速的增加，诱导阻力也会随之增大。必须牢记这一点才可以好好的控制住飞机，如果飞行员让飞机的迎角超过迎角限制，那么飞机可能会失控。迎角指示器上会显示迎角限制。

大迎角下的高 G 机动可能会使飞机突然失控。

当飞机的迎角达到临界值的时候，气流会从机翼上分离导致机翼失去升力，左右两侧的不对称气流分离会让飞机进入侧滑（偏航）和失速。在空战的时候这是非常危险的，当你的对飞机失去控制，飞机开始尾旋，在敌人眼里你就是一个束手待擒的猎物。

当飞机处于尾旋状态的时候，飞机会绕着垂直轴旋转，并且不断的失去高度，有些飞机同时会在俯仰和滚转轴产生震荡。当飞机进入尾旋的时候，飞行员必须集中精力把飞机改出尾旋。好消息是，绝大多数飞机都可以用同一种方式改出尾旋：减小飞机的推力，向飞机自旋的反方向踩舵同时压杆让飞机低头，当飞机不再旋转，并且机头向下开始增加速度了之后，结束这些操作，把飞机带进水平飞行。改出尾旋通常要损失几百米的高度。

把飞机改出尾旋的方法：减小推力，向飞机自旋的反方向踩舵，推杆让飞机低头。保持杆位和舵位直到飞机改出尾旋。

转弯半径与转弯速率

气动升力矢量垂直于飞机的速度矢量，只要飞机保持水平飞行，那么升力与重力平衡。当飞机产生坡度变化的时候，升力在垂直方向的投影就会减小。

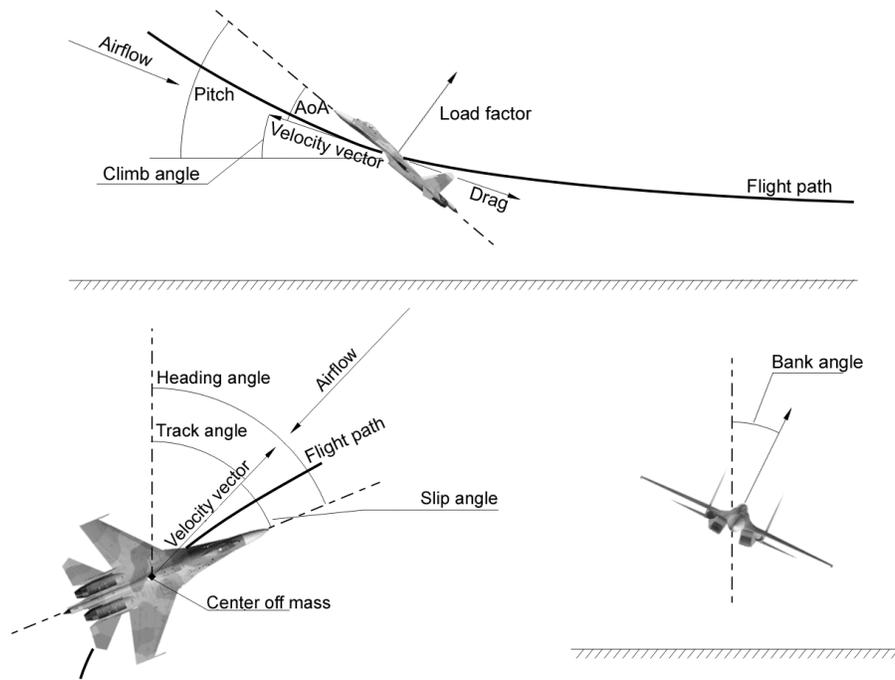


图 82. 飞机气动力

升力的可用量影响着飞机的操作特性，在水平面的转弯速率以及转弯半径是衡量飞机机动能力的最重要指标，这些数据取决于飞机的指示空速、海拔高度和升力特性。转弯速率的单位是度/秒，更快的转弯速率意味着飞机可以更快的改变飞行方向。具体的速率取决于你的飞机。首先，你得学会区分持续最大角速度（没有速度损耗）和瞬时最大角速度（有速度损耗）。一架性能优秀的飞机，在很大的速度区间和高度范围内能都应该拥有很小的转弯半径和转弯速率。

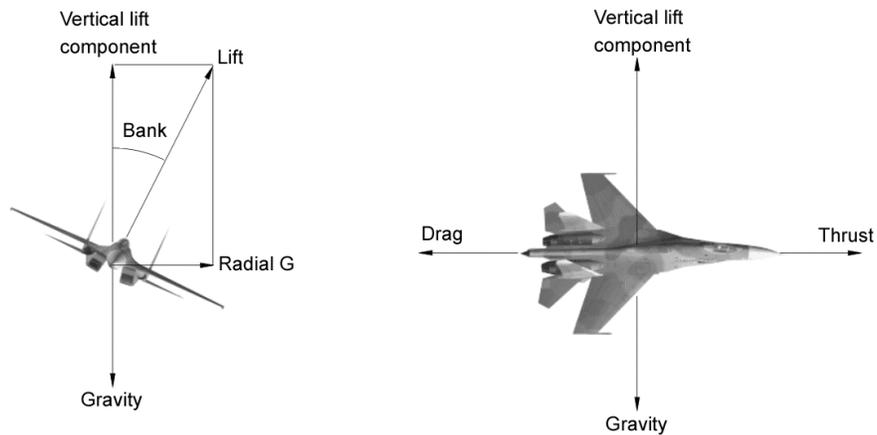


图 83. 飞机在机动时的受力情况

转弯速率

当 G 值增加，转弯半径减小，转弯速率增加，通常会有一个转弯半径达到最小，转弯速率达到最大的速度。

通常会有一个转弯半径最小同时转弯速率最大的速度。

在格斗中，你需要让飞机的速度接近这个速度。

下图说明了转弯速率与以节作为单位的指示空速（KIAS）。X 轴是空速，Y 轴是转弯速率。还有一些线表示 G 值和转弯半径，狗窝（dog house）图可以很好的表现出飞机的转弯性能，这样的图也被称为能量&机动（EM）图。虽然在 950 公里/小时的时候会达到最大转弯速率（18.2 度/秒）。但是想要获得更小的转弯半径，就得把速度降到 850-900 公里/小时。在飞行中，这取决于你的实际需求。对于其他的飞机，这个数值会略有不同，但是作为典型的战斗机来说，基本都在 600-1000 公里/小时之间。

你的高度和你的速度决定了你的转弯性能。要了解你的角点速度和敌人。

例如：如果需要在 900 公里/小时的速度下做一个持续转弯，飞行员可以拉到最大的过载，维持一个短时间的接近 20 度/秒的转弯速率，同时这也会减小转弯半径，这架飞机同样会由于消耗了大量的能量而降低速度。当速度降低到 600 公里/小时左右的时候，你就可以持续保持过载的转弯了，转弯速率会增加到 22 度/秒，而且可以显著的减少转弯半径。通过维持飞机的迎角，你可以保持这个转弯半径，保持转向并且将空速度维持在 600 公里/小时，这样的机动会帮助你获得位置优势。

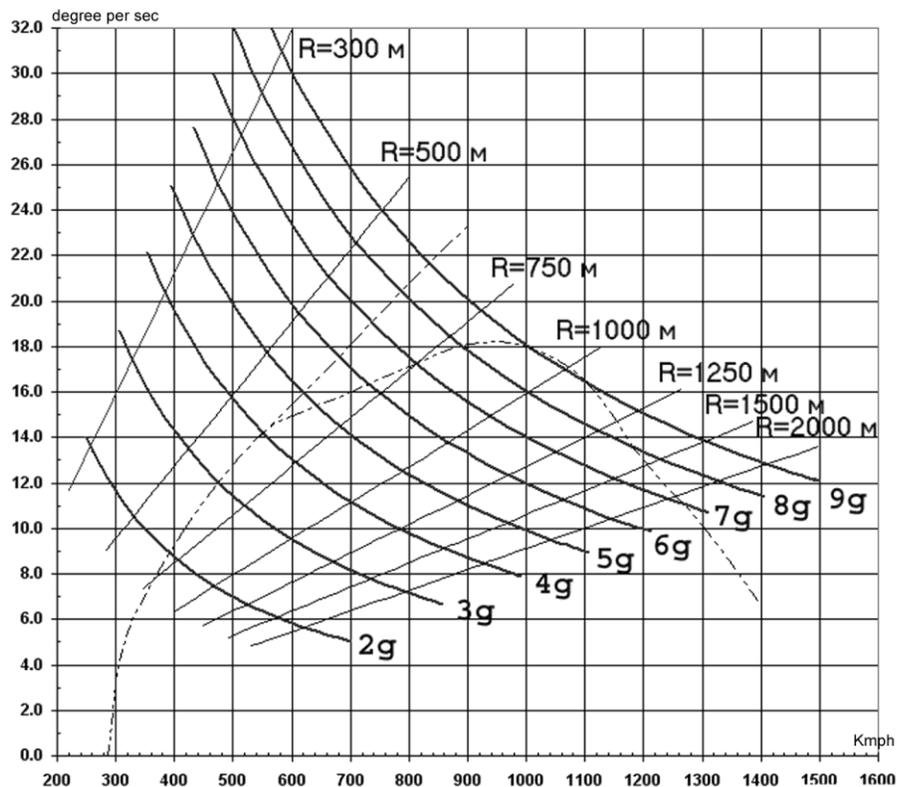


图 84。典型现代战机转弯速率—指示空速图像（狗窝区）

持续转弯和瞬时转弯

瞬时转弯的特点是高转弯速率，和转弯期间的高能量损失，迎角的增大和高过载机动都会导致阻力增大，这是损失速度的最主要原因，如果你想要获得最大转弯速率，大迎角和高过载都是不可或缺的。只有这种方法可以让你发挥出飞机的极限性能，虽然这会让你降低速度，但是这是让你把机头指向敌人的最快途径，但是请注意，这样做你会掉进一个能量空洞的状态中，并且需要一定时间的加速才能将它填满。

剧烈的转弯会造成非常明显的能量损失。

当进行持续转弯的时候，发动机推力和机翼升力会平衡阻力和重力，持续转弯的转弯速率比瞬时转弯的转弯速率要低，不过由于不损失空速，从理论上来说，飞机可以这么飞到耗尽燃油。

能量控制

一个优秀的飞行员必须在空战中懂得控制他的能量，能量就是飞机动能和势能的总和。高度决定了飞机的势能，空速决定了飞机的动能。但是由于大迎角飞行产生的阻力会抵消掉发动机推力和机翼的升力，所以这种状态下，飞机就会失去他的能量。飞行员必须注意自己的操作，避免在战斗中出现这种情况前提下，使飞机保持在最佳转弯半径和最佳转弯速率的状态。

能量=动能+势能，一些剧烈的机动同样会造成高度损失，让飞机失去能量。

你可以把能量想象成钱，这些钱存在银行里，他们可以用来买飞机的机动能力，同时有一个恒定的补给（飞机的发动机是在工作着的）。你必须精打细算，避免一些无谓的消耗。高 **G** 转弯不仅会吃掉你的补给，还会从你的银行里拿钱。当你用了太多的钱，一个富裕的敌人就可以很容易的把你弄死。

因此，你必须避免不必要的会造成速度损失的高 **G** 机动，你也应该避免损失高度（这些都是你存在银行里的钱），但是在近距离格斗中，你必须控制好你的飞机，让它处在最大转弯速率和最小转弯半径中，如果你的速度降低得太多，你必须松杆，减少 **AOA** 来为飞机补充速度，然而，补充速度是需要时间的，你需要考虑这个时间是否等于给敌人干掉你的机会。

如果你没有对飞机进行能量管理，你很快就会发现你已经把高度和速度都玩得一点不剩。

战斗基础操作

在不到一个世纪的时间之内，现代空战的战术技巧已经发生了革命性的变化。几十年前的螺旋桨战机到今天已经进化成为了先进的喷气式战机。

使虚拟飞行员坠毁或其飞机经常被摧毁的首要原因，就是战场态势与其使用的武器之间的矛盾。今天的战机比二战时期的战机们更为强大。然而现在，敌军火力往往更精准更致命，而且能在更远的距离发起攻击。简单地说，现在的战场要比过去危险了许多。

空战战术

机动

如果本机和敌机都飞进了视距内（WVR），那么经典的近距狗斗往往就会随之而来。

近距空战并不是一场棋局。飞行员不会那么想：“对方将要做一个筋斗机动，所以我必须做一个转弯。”这是一个瞬息万变的环境。飞行员会估计对方如要使用他的武器会到什么位置，然后先敌抢占优势位置，先敌开火。

战术转向

战术转向是最基础机动动作中的其中一种。飞行员在持续爬升的同时，还要做一个 **180** 度转弯。这种机动将会为接下来的机动动作积累能量。为了快速完成该动作，必须将节流阀置于军推或是全加力，从而不会损失太多的速度。

如果本机处于防御态势并拥有速度优势，敌机做出了一个防御机动（例如一个急转弯），那么你就可以做出一个“高 Yo-Yo”机动来继续维持防御态势并保持能量。

“高 Yo-Yo” 机动

“高 Yo-Yo” 机动与战术转弯非常类似。首先要朝着目标飞行路径的垂直方向做一个陡峭的爬升。在执行该机动时，不要丢失对目标的视野，这一点非常重要，必须永远清楚对方的位置。这个机动要在目标的后方高处完成。当你爬升错过目标时，做一个滚转，从而与目标回到同一机动平面上。这就能使本机建立起一次位置与能量都有优势的攻击。总体上来讲，做出一系列小“高 Yo-Yo” 机动要比做一个单次大范围机动要好。当心，敌方飞行员一旦识破了这个机动动作，对方就会反咬住你，这时你们便进入了一个“剪刀”狗斗。

剪刀防御机动

如果敌机从后半球靠近本机并准备开火，就必须立刻采取行动。其中一种最有效的机动方式被称为“剪刀”，它能将敌机迅速转变到防御位置。这个机动的本质很简单：利用速度优势转向敌机的内侧并迫使使其陷入一系列单环路径中。转弯率高，速度慢的一方将会取得胜利。

空战中机炮的使用

使用一台安装在一架不断移动的飞机上的机炮来攻击一架不断机动的飞机，绝对不是一件容易的事情。首先，机上的弹药数量和机炮有效射程都是有限的。在战斗中，敌机会不断地机动，判断何时按下扳机开火就成为了一件非常困难的事情。二战飞行员需要目测计算这个时刻，并需要估测发射的弹药何时会击

中敌机。最后，对于飞行员来说，一边在两个平面间来回机动，一边快速计算提前量，就成为了一项非常困难的差事。

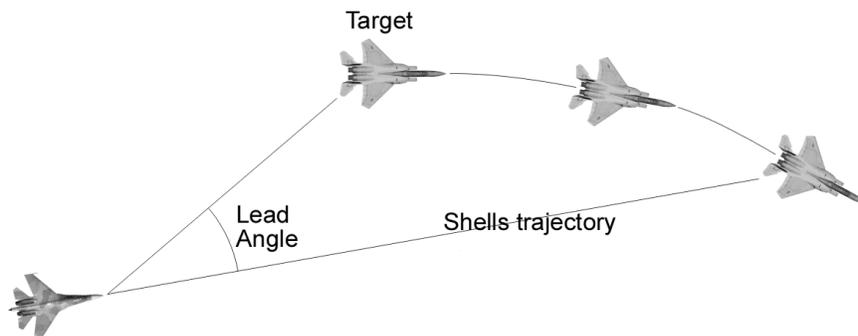


图 85. 空战中机炮的使用

同时，攻击方的飞机也在沿着曲线处在不断移动之中。从飞机上看，弹药轨迹仿佛是弯曲的，但事实上它们飞的是直线。如果一切按计划进行，飞行员会计算好合适的提前量，开火，观察该曲线轨迹并时刻修正提前量。

基于上面的描述，我们可以得出，目标距离是机炮战中最重要的因素之一。目标越远，子弹飞行的距离就越远，就越会受到阻力和重力的影响。因此，飞行员必须为更大的弹药考虑更大的提前量。由于这个原因，许多一战和二战的飞行员直到看到敌方飞行员的脸后才会开火，这就将阻力和重力的影响减到了最小。目标越近，击中概率就越高。随着目标越远，提前量的修正也会变得越发困难。

在现代战机中，飞行员现在都可以利用武器控制系统来修正提前量，武器控制系统会不断地计算正确的提前量。然而，此系统也会有缺点。为了计算提前量，必须清楚目标的距离，这个信息由雷达或者激光测距仪来提供给武器控制系统。基于本机和目标变化的参数，需要不断计算提前量，从而将机炮瞄准点显示在 HUD 上。飞行员将控制飞机使机炮瞄准点压在目标上，然后开火。苏式和美式机炮瞄准点看起来非常不同，但是在本质上，他们的功能都是相同的。

由于雷达失效或受到电子干扰时，在目标距离数据不可用的情形下，可以使用其他的机炮瞄准系统。这种系统用一个“漏斗”来表示机炮子弹的飞行路径。漏斗的中心线就是弹药的飞行路径，两边的漏斗线是目标的机翼翼展（也被称为“目标基线”）。

要使用“漏斗”来瞄准，飞行员必须将目标置于漏斗内部并使目标的机翼接触漏斗两侧的漏斗线。对于一架战斗机大小的战机，如果一切按部就班，机炮弹药就会击中目标。由于角度旋转值，“漏斗”对于迎面而来目标的瞄准精度很低。同样的，瞄准一架不断做各种机动动作的目标也是非常困难的。

一次机炮攻击需要飞行员慢慢地接近目标，获得一个稳定的开火位置才能开火。在另一个方面，当敌机突然出现在你的正前方，并位于机炮射程内时，可以通过一阵急促射击来获得一次射击机会。趁着敌机位于机炮瞄准点上时，一定要抓住这个机会击落对方。

当进行高 G 机动时，机炮瞄准点往往会位于 HUD 的下方，这时就非常难以瞄准了。在这种情况下，可以利用领先追逐占据敌机机动平面的内侧，并在一瞬间减少飞机的过载，在敌机飞过机炮瞄准线前，进行一阵短促射击，使子弹落点覆盖目标的飞行路径。

提高机炮精度需要极高的技巧，而且最重要的是，必须要不停地练习。尝试与目标处于同一个机动平面内，能够使你保持稳定的射击。机动方向有两个，一个是轴线方向，一个是升力方向。虽然一名优秀的射手能在我机和目标所在平面之间来回射击击中目标，但是目标不会只在一个平面内机动，否则它就是一个活靶子。同样，攻击方也不要这么做，否则很容易就会变成对方的猎物。

为了吻合目标的机动平面，请尝试使飞机吻合目标的迎角和俯仰角。飞行员可以通过机动到敌机后方并模仿其动作，来提高击中的概率。如果你将上面所述与预测的目标轨迹相结合，目标就能很快进入你的视野了。

空对空导弹战术

当进入敌机的视距距离时，飞行员应该争取了解周围态势的机会，而且永远不要丢失对周围态势的感知。永远不要丢失对目标的视野，尤其当你处于防御位置时。记住，威胁告警系统不会警告你有红外制导导弹来袭。这就是为什么你有时候突然就会发现正在有导弹向你飞来，却没有任何的告警。探测这种导弹的唯一方法就是不断地观察机外态势并小心机尾方向来袭的红外制导导弹。在视距内战斗中，必须保持对机外情况的不断观察，并注意任何来袭的导弹尾烟。同样记住，喷气式战机的喷气口对红外导弹来说就是一块磁铁。为了降低被红外导弹发现的概率，尽量不要开启后燃器。在战斗中，尽量在敌机不能朝你开火时再开启加力燃烧室。如果有一枚红外制导导弹已经朝你飞来，将发动机推力降低到军推，释放红外干扰弹并在导弹靠近时适时做出一个高 G 机动来摆脱导弹的追击。在最好的情况下，导弹错过你之前，每秒钟释放 2 到 3 枚红外干扰弹即可。

防空系统

防空系统包括地对空导弹（SAM）系统与高射炮（AAA），是现代战场上的一个完整组成部分。当这些武器系统与早期预警雷达（EWR）网络相连接时，它们可以为高价值设备与地面武装提供防空防御。一名训练有素的飞行员必须非常了解这些武器的知识，熟知它们的优点和缺点。

高射炮（AAA）

高射炮是一种对低空目标非常有效的武器。许多武装部队都配备有多管自走式防空机枪（SPAAG），这种机枪由火控雷达控制。火控雷达的加入可以为这些武器提供全天候全气象条件下的交战能力，命中率会比手动控制高出很多。与地基高射炮系统不同的是，海基高射炮除了要击落敌机以外，还要执行许多其他的任务。

高射炮的弹药包括战斗部、碰炸引信，和经常使用的延时引信，在弹药发射出去以后，延时引信可以根据预设的延时时间引爆弹药。

像 ZSU-23-4 “石勒喀河”这样的地基系统是一种多管高射速可移动系统。在自身配备有雷达的条件下，多管自走式防空机枪系统经常使用多种探测手段定位并追踪目标，例如，红外、雷达与光学系统。这样一来，对多管自走式防空机枪系统的雷达锁定进行规避并不能保证万无一失。

为了命中低空飞行的目标，许多舰船都配备有可以攻击敌舰、敌机与反舰巡航导弹的多功能机枪。舰炮分为以下三个种类：大口径（100-130 毫米）、中口径（57-76 毫米）、与小口径（20-40 毫米）。小口径机枪（20-40 毫米）对打击低空飞机与巡航导弹最为有效。小口径高射炮通常是舰船的最后一道防线。这种武器的射速可以达到每分钟 6000 发，可以对 5000 米之外的目标舰船产生弹幕压制效果。

地对空导弹（SAM）系统

地对空导弹系统是一个完备防空系统（IADS）的基本组成部分，每个地对空导弹单元都会为战地网络提供它的搜索情况与获得的目标数据。近距与手提式防空（MANPADS）系统一般独立于战地网络工作，并通常安装在机械化单元上。

防空导弹包括以下组成部分：导引头、引信、战斗部，与火箭发动机。在导弹弹体外侧安装有弹翼与控制面。在飞行期间，导弹由制导系统控制。导引头要么使用从导弹天线上获取的数据，要么使用从地面火控雷达上获取的数据。导弹制导方式可以分为：指令、半主动、主动、被动，或某几种方式的组合。

指令制导

指令制导方式与老式的远程制导方式类似。在导弹飞行期间，目标与导弹都要被地面火控雷达或机载雷达进行追踪。

当导弹在指令制导模式下发射时，所有用来计算飞行轨迹的信息都要通过地面站进行处理，导航指令随后会发送给导弹，为导弹建立起一条拦截路径。当导弹到达拦截点时，雷达会通过一条无线电信道将受电子干扰保护的编码信息发送给导弹。在对信号进行解码时，导弹的机载设备会将指令发送给执行机构。

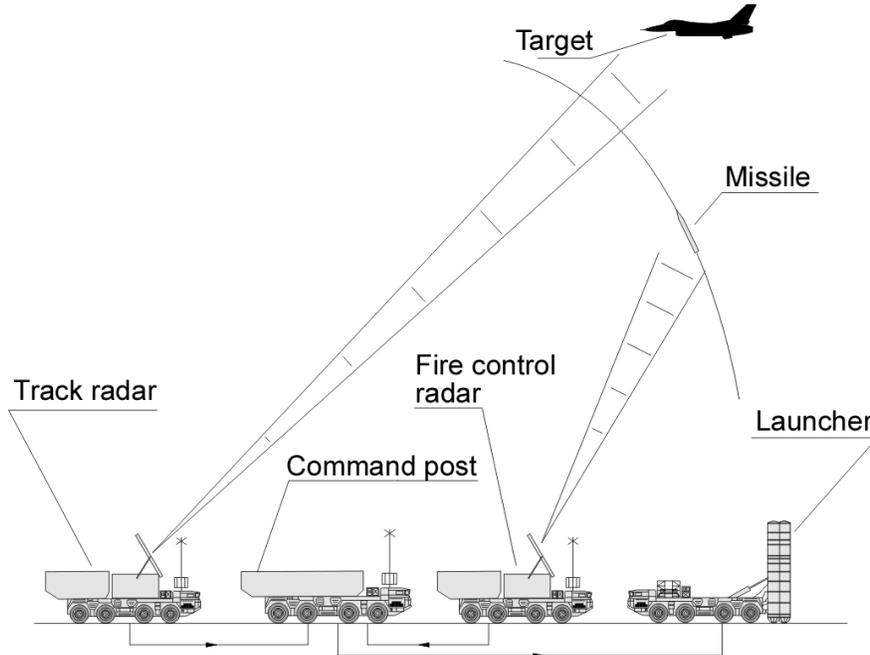


图 86. 指令制导

导弹与目标的坐标通过火控雷达进行追踪。当导弹与目标的坐标重合时，地面控制站会将一个战斗部引爆指令发送给导弹。这种制导系统在诸如 C-75 (SA-2) 这样的老式系统与诸如 SA-19 “通古斯卡” 与 SA-15 “道尔” 这样的新式系统上都有使用。

半主动制导

半主动制导方式是基于导弹利用其自身雷达天线收集的目标反射能量来进行自我制导的。这些雷达反射能量都来自于地对空导弹系统的火控雷达。所有的控制指令都在导弹的机载设备上计算。这种制导方式与半主动制导空空导弹相同。为了成功地制导并飞向目标，雷达必须在导弹飞行期间一直保持对目标的追踪。如果雷达丢失了锁定，导弹就会自毁。这种制导方式的一个缺点就是，在电子干扰环境中，制导的效率会严重下降。

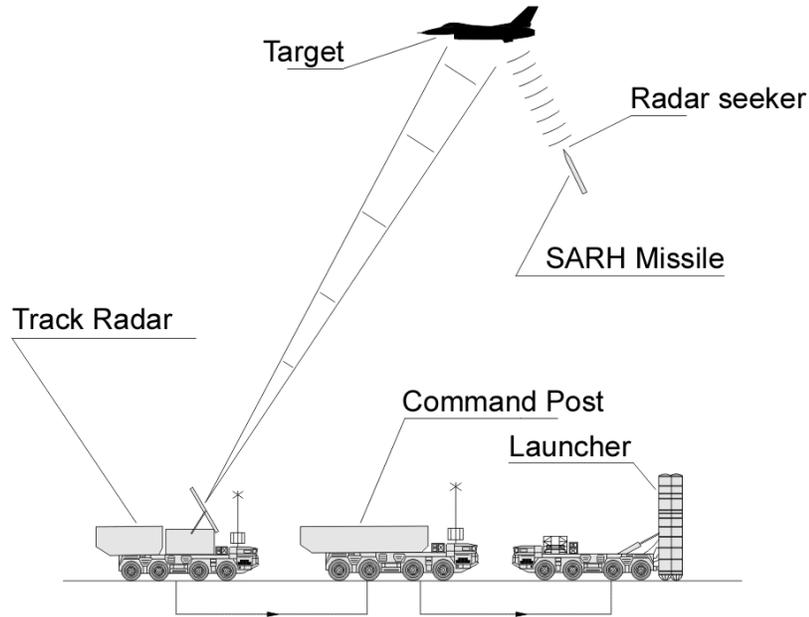


图 87。半主动制导

主动制导

这种制导方式与半主动制导方式的不同点在于，导弹导引头不仅有接收雷达反射能量的功能，它还可以发射雷达波照射目标，从而自主飞向目标。

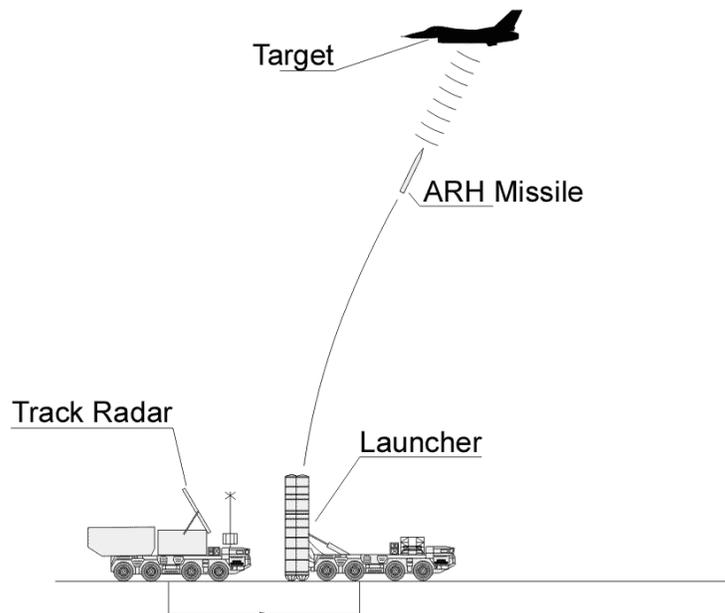


图 88。主动制导

这种制导方式的优势很强，它可以不通过地对空导弹系统雷达的帮助，使用导弹的设备对目标进行追踪。就像半主动制导方式那样，主动制导系统的效率同样也会在电子干扰环境中变低。

被动制导

这种制导方式最常用于红外制导系统中。在发射之前，导弹会锁定目标的红外信号，然后通过导弹自身对目标的锁定飞向目标。这种制导方式只会被动接收目标辐射的红外信号而并不需要接收雷达信号，从而不会惊扰到目标。被动制导的缺点包括，首先，在遇到像大雾、多云与降水这样的天气时，它的工作效率会严重下降，其次，对目标的锁定通常会被曳光弹干扰掉，最后，对目标的锁定距离也通常远远低于雷达制导系统。红外系统通常用于安装了近距防空系统的地面单元或手提式防空（MANPADS）系统。

多种方式综合制导

就像名字里描述的那样，一些导弹会通过使用多种方式综合制导提高制导效率。S-300 系统就是使用这种制导方式的例子。这种制导方式在制导的初期阶段使用指令制导方式保持对目标的制导，当导弹进入飞行的最后阶段时，半主动制导系统开始工作。通过这两种的方式的组合，远距离的制导精度得到了提高。

在导弹飞向目标的期间，目标数据也会通过导弹传回火控雷达，导弹的飞行路径便会根据这种通过导弹的追踪（TVM）方式来进行调整。地面控制站发出的无线电调整指令将与导弹的初始制导系统一同制导导弹。这样的制导方式在强烈的电子干扰环境具有很高的效率，并能明显地降低友方需要制导导弹所花的时间。

地对空导弹系统的交战区域

就像空对空导弹那样，地对空导弹系统的交战区域也是有限的。

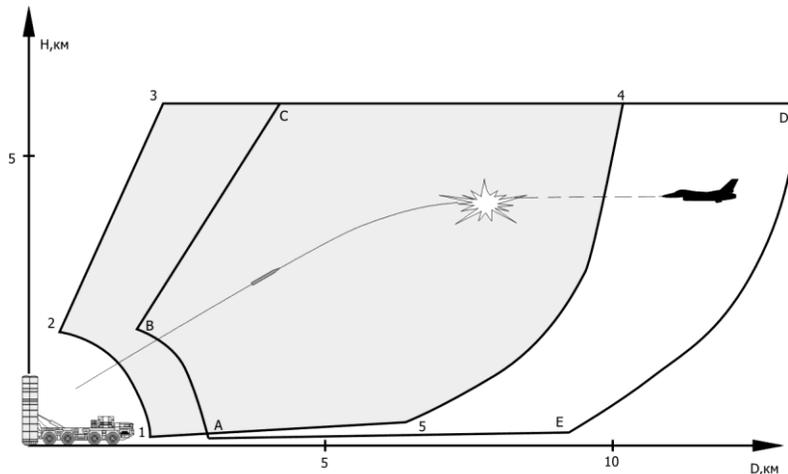


图 89. 地对空导弹系统的一般交战区域

最佳的目标交战区域通常位于武器部署区域（WEZ）的中心区域。就像空对空导弹那样，武器部署区域取决于目标距离、高度和方位角。在武器部署区域图中，名为 1-2-3-4-5 的区域为可能的交战区域。名为 a-b-c-d-e 的区域为针对飞向地对空导弹系统敌机的武器部署区域。可以看出，这个区域极大地提高了地对空导弹系统的射程。每个地对空导弹系统都有一个在图中标注为 1-2-3 或 a-b-c 曲线的“死区”。武器部署区域的高度标注为 3-4 或 c-d，距离标注为 4-5 或 d-e。这些参数主要取决于导弹的能量与制导系统的种类。图中的这些边界指出了在高度和距离上的最大拦截点。一个地对空导弹系统的武器部署区域也同样取决于目标的空速、高度和航向。

最大的搜索与锁定距离取决于目标的雷达截面面积（RCS）、距离与高度。地对空导弹系统通常可以按射程分为以下几类：

- 远距 (>100 千米)

- 中距 (20-100 千米)
- 中距与近距 (10-20 千米)
- 近距 (<10 千米)

武器部署区域的最低高度取决于地对空导弹系统雷达探测追踪低空目标的能力与导弹拦截低空目标的能力。在低空，近炸引信会过早地引爆战斗部。

像是视线内的地形障碍、进入天线的雷达回波等因素与地面杂波都会限制雷达探测低空目标的能力。如果雷达天线位于地面高度，那么当距离为 20 千米时，无线电水平面高度为 20 米，当距离为 50 千米时，无线电水平面高度为 150 米。为了探测到低空飞行的飞机，一些地对空导弹系统将雷达安装在桅杆上。

即使对于可以调节探测高度的雷达来说，在来自于地面与地面上的建筑、移动车辆等物体的自然杂波中探测目标也是很困难的。这些杂波会导致目标的角度与距离数据出错。这些错误会对目标的追踪产生有害影响，并最终导致雷达失去锁定。

为了引导一枚地对空导弹飞向目标拦截点，绝大多数防空导弹系统都会配备有水平（通过航向角）与垂直（通过仰角）制导装置。这种系统都是目标航向与高度探测型雷达。相反的是，现代系统会使用一部电子扫描式而不是机械扫描式（可以全方位旋转的天线）的定相天线阵列，能够大范围探测目标，而且通常与有 360 度交战能力的垂直发射系统（VLS）一起使用。

地面控制拦截

现代完备防空系统（IADS）与早期预警雷达和火控雷达通过一个地面控制拦截（GCI）网络相连接，这就允许一个雷达搜索或追踪同一个网络中的另一个雷达来使用另一个雷达获得的数据，从而允许发射方在不使用自身雷达的情况下仍然可以接收来自另一个地方雷达的数据。这样就会导致一种状况——飞机在敌方雷达的武器部署区域之外探测到了敌方雷达，但是在飞机下方的地面上却有一部位于其武器部署区域之内的导弹发射器。这就造成了一个非常危险的局面，飞行员对威胁没有任何反应时间。为了完成任务并返回基地，飞行员在起飞之前必须提前并贯彻了解威胁的具体位置。

穿越敌方防空区域

穿越一个完备防空系统（IADS）区域是一件非常困难的事情。下列建议会帮助飞行员到达预定的攻击点、探测并摧毁目标，然后返回基地。

不要被攻击

这看起来是一件很明显的事情，但是避免被击落的最好办法就是防止导弹向飞机飞来。战斗机飞行员通常会被描绘为渴望战斗的现代空中骑士。然而，在现实中，他们与擅长潜行，利用所有优势暗杀敌人的刺客更为相像。飞行员必须时刻避开严阵以待的敌方防空系统，并在已知的完备防空系统外进行航线规划。当要筹划一次打击任务时，先规划一次专门摧毁敌方防空系统的任务再让攻击机顺利到达目标区域是很明智的。然而，当要摧毁所有小型移动式地对空导弹系统时，这种方法可能就不是那么有效了。

对敌防空压制（SEAD）

除了那些满是黑科技的飞机以外，现代战术飞机都会轻而易举地被防空雷达探测到。这就是为什么飞行员必须采用特殊的战术来对抗这些威胁。绝大多数能有效摧毁这些威胁的方式之一就是使用合适的武器系统，也就是一枚反辐射导弹。为了消除威胁，飞行员必须锁定目标，发射武器并快速离开威胁区域。然而，如果敌方雷达探测到了向其飞去的反辐射导弹（ARM），敌方雷达可以采取关闭雷达，甚至是自主击落导弹的措施来反制这次攻击。

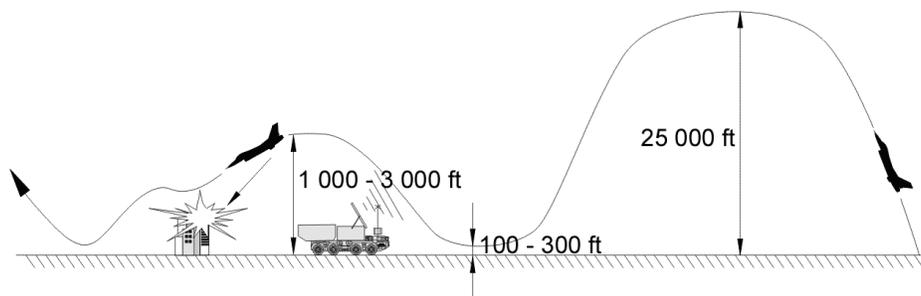


图 90。进行对敌防空压制时的飞行路径

避免被防空系统锁定并攻击的最好方法就是超低空飞行，尤其是对于早期预警雷达（EWR）来说这更为有效。这种飞行的飞行高度应该低于 30 米。当存在像是山坡或山脉的地形起伏时，飞行员必须将这种地形置于飞机与威胁之间，这叫做地形掩护，而且对于绝大多数地对空导弹系统来说，这种方法行之有效。所有的战术探测系统都只能在目标和传感器之间视线范围内探测，激光、雷达、光学和红外系统不能够穿透山脉或其他障碍物。超低空飞行对于反制防空威胁来说非常有效，但也会使飞机更容易撞向地面。在高速低空飞行中，一个小小的错误就能酿成大祸。飞行员必须始终睁大眼睛留意小口径高射炮，这些高射炮会对低空飞行的飞机造成巨大威胁。当飞机飞行在很低的高度上时，飞机可以依靠地形掩护与敌方雷达水平面的限制保护自己不受地对空导弹系统的威胁，但这两者并不能保护飞机不受高射炮与高空飞行的预警机的威胁。

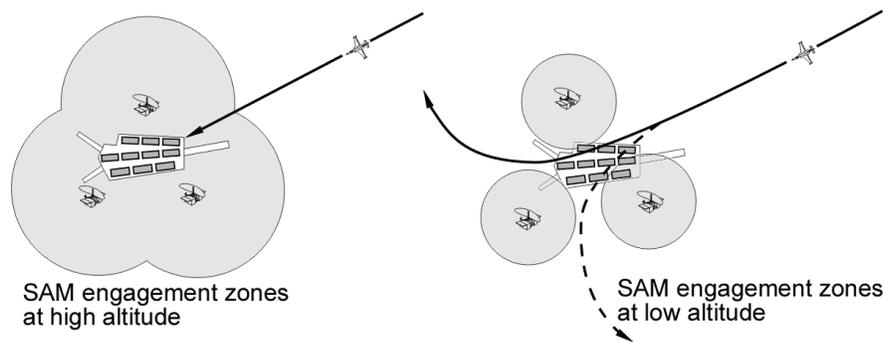


图 91。地对空导弹系统在高空与低空的攻击区域

对高射炮（AAA）的防御

高射炮通常在高度大于 1500 米以后就会失效，然而，这并不意味着在 1501 米的高度上高射炮就没有作用。敌军部队通常会把高射炮部署在较高的山脉上，由此可以增加高射炮武器攻击区域的高度。如果飞行员突然发现了一条高射炮弧线弹幕向飞机飞来，那么请记住以下建议：

- 立刻机动！飞机应该在两个平面之间进行机动，这样就会增加防空系统弹道计算机对目标轨迹的计算复杂度，使得对弹药拦截点提前量的正确计算变得异常困难。
- 不要浪费过多能量，不要慢下来。一架慢速飞行的飞机非常容易成为一个活靶子，而且飞行员想要尽快离开高射炮的武器部署区域。

如果飞机飞行在靠近 1500 米高度处的位置，飞行员必须快速爬升离开高射炮的武器部署区域。然而，这样做就会使飞机进入地对空导弹系统武器攻击区域的中心地带。

导弹规避

导弹是一种可怕且难以防御的威胁。他们会比飞机快许多，能够承受 3 到 4 倍的 G 负载，并且难以目视发现。一次成功的规避取决于许多因素，像是适时的探测、导弹距离、导弹型号、导弹速度和高度。根据不同的情形，飞行员可以采取不同的对抗措施并做出不同的反导弹机动。

幸运的是（对于目标飞机），导弹也会受到与飞机相同的物理定律。当导弹发动机关闭后，导弹只能依靠加速阶段积累的能量来继续飞行。当目标飞机机动时，导弹也需要进行机动，这种能量消耗会极大地降低导弹的速度。当速度降低时，导弹的操纵面会变得越发低效，最后就会无法承受击中目标需要的过载。

发射告警

对于雷达制导导弹的发射告警来自于雷达告警系统。在一些情形下，僚机也许会发现一枚发射的导弹并通过小队无线电向长机的你进行告警。如果一枚红外制导导弹朝你飞来，而雷达告警系统又不能探测这种导弹时，这种信息就会尤为珍贵了。在这种情况下，僚机传来的讯息可能就是唯一的告警。在任何情况下，你都必须尝试目视探测这种来自导弹的尾部烟迹，从而适时作出正确的防御机动。如果你位于敌方领土上空，那么必须时刻注意周围的空域中有没有导弹发动机的烟迹。注意，某些导弹，像是 AIM-120，使用的是无烟发动机。

记住，一旦发动机关闭，导弹就不会留下任何烟迹了。在这种情况下，早期的探测尤为重要。在远距离发射时，远程和中程空对空导弹会使用一条曲线飞行轨迹，这就使之能够利用一条圆弧形飞行轨迹来增加飞行距离。要尤其注意圆弧形的导弹烟迹。

知识就是力量

对敌机武器系统的了解，与懂得如何使之增强我机的态势，是我机手中最强的武器。例如：一枚普通的中程空对空导弹在 5000 米高度下的射程为 30 千米。在雷达和雷达告警系统上，你发现了一架 30 千米远的敌机，听到了发射告警，由此，明白了导弹此时是在这个高度的最大射程处发射的，因为这一点，你就有躲过去的可能性。飞机拐了一个 180 度的弯，开启了加力燃烧室并要逃离来袭的导弹。成功取决于飞机在最大过载（A10a 飞机最大可以承受 9G 过载，满载武器时为 5G）下转弯可以有多快，并且在转过去后加速有多快。如果足够早地接收到了发射告警，飞机就有很大的可能性躲过这枚导弹。如果飞机探测到这枚导弹太迟，或者敌机在你进入对可机动目标的最大发射距离后再发射导弹，这种战术策略就不实用了。

电子战手段

电子干扰（ECM）系统的第一要务就是干扰雷达系统。电子干扰系统一般可以分为两种：噪声干扰源，其一般安装在外部挂架上或内置在飞机中，一般用于专用电子战飞机和自卫型欺骗干扰源上；自卫型干扰源，通过采样敌方雷达信号，将一个模拟其雷达信号并包含错误数据的假信号传给敌机雷达完成干扰工作。欺骗型干扰源一般只在被敌机雷达照射时才会开启。目前有多种欺骗性干扰源，它们包括距离欺骗，地形欺骗，速度欺骗和许多其他种类。

另一方面，噪声干扰源通过利用覆盖一大片频率范围的大范围噪声干扰或只针对一小片区域的对点噪声干扰来对一片区域进行电磁轰击。这种干扰通常用来掩护一大队飞机，并会提前做好准备。这种干扰造成的结果就是，敌机雷达不能够锁定飞机，它们只能看到沿着干扰源所在方位的一串频闪。雷达并不能推断出干扰源的距离和高度。传给天线的错误回波能够造成一片目标正在同时处于多个位置的假象。

然而，当干扰源与雷达距离越来越近时，正确信号与错误信号的比率将允许雷达操作员克服这些噪声干扰。这种情况常常被称为“烧穿”。

电子干扰系统有一个致命缺点：通过发射干扰，它会将自己暴露给区域内的所有敌军飞机。想象一下，有个人在会议中用尽全力地喊叫，喊叫声的音量会迫使其他人保持沉默，但也会引来其他人的注意力

。同样的事情也会发生在噪声干扰源身上。噪声会减弱当前的威胁，而且也会吸引敌军的注意力。像是 R-77、AIM-7 和 AIM-120 这样的现代导弹，都有能力锁定这样一个干扰信号并跟踪其发射源。然而，这种制导方式并不会很精确，导弹的飞行路径也很低效。

对于游戏中可以驾驶的飞机，只有两种飞机可以安装机载电子干扰系统-米格-29S 和 F-15C。米格-29A 并没有携带电子干扰系统的能力。剩余的几种可驾驶飞机可以挂载外部电子干扰系统吊舱。按下[E]键开启电子干扰系统。

导弹规避机动

导弹躲避机动可分为两种：突破雷达锁定的机动和单纯规避导弹的机动。

如果飞机已经被一枚雷达制导导弹跟踪，首先要做的事情，就是必须尝试去突破雷达锁定。没有了雷达锁定，导弹就会进入抛物线轨迹。如果机上安装有一部电子干扰系统，最简单的方法就是开启这个系统。电子干扰系统会尝试干扰敌军雷达并降低雷达工作效率使我机摆脱锁定。记住，虽然现代导弹可以将干扰源作为制导源，但是在现实中，由于导弹得不到目标的距离信息不能建立起一个行之有效的飞行路径，导弹击中目标的概率依然会远远低于雷达支持下的攻击。不幸的是，当进入距目标 25 千米的范围内时，电子干扰系统就不是万能的了。在这个距离内，敌军雷达能够获得足够的目标反射能量来克服错误的干扰噪声，将我机牢牢锁定。在这种情况下，或者是我机如果没有安装电子干扰系统，就必须尝试用另一种途径来突破雷达锁定。

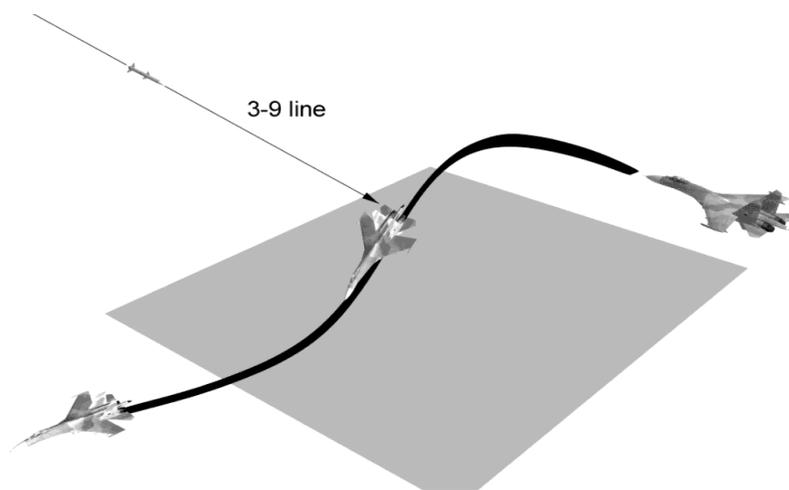


图 92。导弹规避机动

现代多普勒雷达，除了其所有优点，其也有一系列的缺点：它们难以跟踪飞行在与其飞行路径垂直方向上的目标。如果目标还处在低空迫使雷达进入下视状态，雷达的跟踪便会问题良多。这个区域被称为雷达下视杂波缺口。所以，为了突破雷达的锁定，飞行员必须将敌军雷达置于自己的 3 点或 9 点钟位置并使自己低于敌军无线电高度。

最合理的导弹规避方法就是，在不断释放箔条的同时，通过一次陡峭的螺旋式下降使敌军位于我机 3-9 线位置。

如果雷达锁定告警消失了，这就说明敌军雷达丢失了对我机的锁定，无法继续支持导弹飞行。在这个时候，我机既可以选择变换到防御位置，也可以选择利用地形掩护或其他手段防止敌军雷达重新锁定。

如果导弹安装有自主导引装置，那么就有可能继续跟踪。

必须注意，这种方法只适用于空基雷达，萨姆地对空雷达工作方式不同，可以跟踪位于雷达视线垂直方向上的目标，但是也有一些限制。

另一组机动用来直接规避导弹。现代导机会计算击中目标的时间。这就意味着目标每一次改变方向时，导弹也必须跟着改变方向。为了击中目标，导机会试图领先追逐于目标。这种导航方式被叫做比例导航（ProNav）。如果你看到了一枚相对于我机不断改变方向的导弹，即使从驾驶舱角度看来它的位置一直不变，这即是一个明确的信号，说明导弹此刻正在前往它计算好的拦截点。在这种情况下，我机必须立刻采取防御行动，比如说开启电子干扰系统或者释放箔条和红外干扰弹。如果导弹开始落后于我机，这意味着导弹可能已经失去对我机的锁定或者被对抗措施干扰掉了。

就像飞机一样，导弹也需要进行机动的能量，而且每次动作都会消耗能量。当我机增加 G 过载时，我机和导弹此时同时都在极大地损失速度和能量。我机动作幅度越大，导弹修正其提前量需要的过载就越大。

一些额外的因素也需要牢记于心。高度越低，空气密度就越大。由此，飞行在低空时，导弹的速度高度损耗就会更快。当导弹来袭时，飞向与导弹飞行路径垂直的方向并释放箔条和红外干扰弹。在进行这种机动时，尽量靠近飞机的极限瞬时转弯速度。如果导弹继续追踪，我机就需要进行最后一套机动手段。当导弹离你只有大约 1 到 2 千米时（取决于导弹的速度），执行一个最大过载俯冲机动突破导弹的飞行路径。为了使之行之有效，我机必须考虑多个因素。首先，导弹能量必须很低，不能够再执行大过载机动。第二，就像大多数机械设备那样，导弹的导引装置也有极限速度，在这种速度下，其可跟踪目标的角度会受到极大限制。如果我机将飞行路径的半径改变得足够大，导引装置就有可能丢失对我机的锁定。

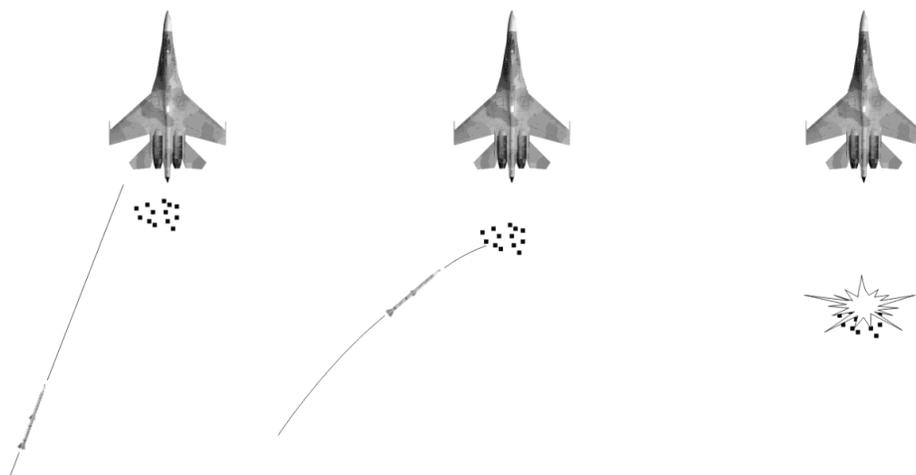


图 93。使用箔条和红外干扰弹诱骗导弹

我机应该在我方位置运用所有的手段，来使来袭导弹失去作用，包括那些主动被动干扰与各种导弹规避机动组合在一起的方式。在战场上活命的关键，就是对发射的早期探测。然而，无论威胁被探测到的时刻多么提前，也无论我机采取什么样的对抗措施，我们都不能保证导弹一定不会击中你，尤其是当有一大堆导弹从四面八方朝我机飞来时。

A-10A 部署检查单

空对空武器

A-10A 并不擅长于空对空战斗。若 A-10A 被迫卷入空战中，飞行员可使用 AIM-9 短程导弹和 GAU-8A 航炮来进行空战。

AIM-9 响尾蛇导弹

A-10A 没有装备雷达，因此，飞行员必须依靠目视来获取目标。飞行员可使用 AIM-9 导弹的红外导引头来锁定目标。

第 1 步

目视识别目标

第 2 步

按下 [6] 键来选择空对空模式。操纵飞机将目标放入 HUD 上的 AIM-9 导弹瞄准圈内。

第 3 步

等待知道导弹导引头锁定目标，此时飞行员将听到耳机发出的高频音。锁定距离取决于目标的红外特征强度，该距离可以在 0.1 至 10 英里内浮动。当耳机发出高频音瞄准圈随目标移动而移动时，说明导弹已实现有效锁定。请按下操纵杆上的武器释放按钮或按下键盘上的 [RAlt-Space] 键来发射导弹。

发射导弹时，请稳定保持 AIM-9 导弹导引头锁定。

空对空模式下航炮的使用

第 1 步

目视识别目标

第 2 步

按下 [6] 键来选择空对空模式。HUD 上将会显示出航炮瞄准漏斗和 AIM-9 导弹瞄准圈。

第 3 步

操纵飞机将目标放在漏斗线内并将其翼尖放在航炮瞄准漏斗线上。按下操纵杆上的开火按钮或键盘上的 [空格] 键来开火。

航炮的有效开火距离大约在 800 米以下。为了提高命中率，请操纵飞机使您的飞机处于和目标一样的平面上。当您的飞机在目标后方时，航炮瞄准漏斗是最准确的。

空对面武器

A-10A 被设计成可精确打击移动装甲目标的飞机。它的武器库包括通用炸弹、AGM-65 小牛导弹、非制导火箭弹和 GAU-8A 复仇者 30 毫米航炮。

在 CCIP 模式下进行轰炸

A-10A 能够携带多种自由落体炸弹，包括 Mk-82 和 Mk-84 通用炸弹和 MK20 “石眼”集束炸弹。

第 1 步

目视识别目标。

第 2 步

按下 **[7]** 键来选择空对地模式，使用 **[D]** 键来循环选择要使用的炸弹种类。在 HUD 和 WCP 上确认选择将要使用的炸弹种类。然后瞄准目标前的一个地面点进入水平俯冲。

第 3 步

当 CCIP 瞄准圈移动至目标上时，按下操纵杆上的武器释放按钮或键盘上的 **[RAlt-Space]** 按键。

释放炸弹前，请瞄准目标前的一个地面点进入水平俯冲。任何滚转、俯仰和偏航的偏差和明显地空速变化将会导致炸弹落点不准确。

在 CCRP 模式下进行轰炸

第 1 步

目视识别目标。

第 2 步

按下 **[7]** 键来选择空对地模式。使用 **[D]** 键来循环选择要使用的炸弹种类。在 HUD 和 WCP 上确认选择将要使用的炸弹。

第 3 步

使用 **[,]**、**[.]**、**[/]** 按键来将瞄准圈放在目标上。按下 **[回车]** 键将瞄准圈锁定在地面上。TDC 将出现在已指定的目标区域。

第 4 步

按下 **[O]** 键来选择 CCRP 模式，TDC 将出现在 HUD 的顶端。将 TDC 与炸弹下降轨迹线对齐，TDC 将沿着炸弹下降轨迹线下降。当 TDC 下降至炸弹瞄准圈上时，炸弹将被自动释放。

TDC 越靠近炸弹下降轨迹，轰炸将更加准确。

第 5 步

按下 **[O]** 键来关闭 CCRP 模式。

非制导火箭弹和 GAU-8A 航炮的使用

第 1 步

目视识别目标。

第 2 步

按下[F7]键来选择空对地模式。按下[D]键来选择使用非制导火箭弹或按下[C]键来选择使用航炮。在 HUD 和 WCP 上确认选择将要使用的炸弹。朝着目标进入水平俯冲。

第 3 步

当目标出现在火箭弹或航炮的瞄准圈上时，按下操纵杆上的武器释放按钮或键盘上的[空白]键来开火。

A-10A 能够在任何空对地子模式下使用航炮。HUD 上有一个小小的航炮瞄准十字。当飞机与瞄准十字所瞄准的地面的斜距大于 2.5 英里时，航炮瞄准十字上将会出现一个“X”符号。当飞机与瞄准十字所瞄准的地面的斜距小于 2.5 英里时，航炮瞄准十字下将会显示出飞机与瞄准十字所瞄准的地面的斜距。

AGM-65 小牛导弹的使用

第 1 步

目视识别目标位置区域。按下[F7]键来选择空对地模式。按下[D]键来选择要使用的小牛导弹的种类。TV 显示器上将会出现小牛导弹的导引头图像。

第 2 步

操纵飞机将 HUD 瞄准圈放到目标区域上，并按下[回车]键。导弹的导引头将进入地面稳定模式并锁定地面。使用 TVM 将导弹的导引头中心放到目标上。AGM-65D 有两级的图像放大倍率，分别是 3 倍图像放大倍率和 6 倍图像放大倍率。你可以按下[+]键来选择所需的图像放大倍率。一旦导引头探测到目标与背景有足够的对比度，导引头图像中心将自动移动至目标位置，并锁定住目标。若导引头锁定了错误的目标，你可以使用[←]、[→]、[↑]、[↓]键来移动瞄准点。

第 3 步

将已锁定的目标保持在导引头移动范围内，即飞机的纵轴的±30 度范围内。当目标进入有效射程，且电视显示器上的瞄准十字闪烁时即可发射导弹。

在发射并命中目标前，AGM-65 导弹导引头必须先锁定目标。

附录

缩略词表

AAA	高射炮
AC	交流电
ADF	自动定向仪
ADI	姿态方位仪
AF	机场
AGL	地面高度
AH	武装直升机
ALT	高度
AMMS	先进动态地图系统
AOA	迎角
AP	自动驾驶仪
AP	穿甲弹
APU	辅助动力单元
ASL	海拔高度
ATC	空中交通管制
ATGM	反坦克制导导弹
BIT	内建自检系统
BP	战斗位置
CAM	航线
CAS	校正空速
CDU	中央分配单元
CDM	多普勒航线
CG	重心
DC	直流电
DCS	数字战斗模拟
DH	计划航向

DR	偏航角
DST	距离
DT	计划航迹
DTA	计划航迹角
EDP	发动机防尘器
EEG	发动机电子调速器
EGT	排气温度
EO	光电
ETA	预计到达时间
ETP	接地点
FAC	前进空中指挥
FARP	前线装弹加油点
FEBA	战区边缘
FOV	视场
FPL	飞行计划
FSK	功能选择键
GG	燃气发生器
GNSS	全球卫星导航系统
GS	地速
HDG	航向
HE	高爆炸
HMS	头盔瞄准具
HSI	水平状况仪
HUD	平视显示器
IAF	起始进近定位点
IAS	指示空速
IDM	惯性多普勒
IDS	信息显示系统
IFF	敌我识别

IFR	仪表飞行规则
IFV	步兵战车
INU	惯性导航单元
IWP	初始航路点
LAT	纬度
LLT	线性领先转向
LONG	经度
LWR	激光告警接收器
LWS	激光告警系统
MANPADS	单兵防空系统
ME	任务编辑器
MILS	密耳的缩写，炸弹、航炮视野设置的单位为密耳，角度单位，一度等于 17.45 密耳
MRB	NDB 磁方位
MWL	主告警灯
NATO	北大西洋公约组织
NDB	无定向信标
NVG	夜视仪
OEI	单发失效
PT	自由涡轮
PNK	俄语“ПНК”。航空器飞行导航系统
PrPNK	俄语“ПрПНК”。航空器瞄准、飞行导航系统
RAIM	接收机自主完好性检测
RALT	无线电高度
RB	无线电方位
RMI	无线电磁航向仪
RPM	转速
ROF	射速
RTB	返回基地

SAI	备用姿态指示仪
SAM	地对空导弹
STP	转向点
TAS	真空速
TCA	真实航迹角
TH	真实航向
TOW	起飞重量
TP	目标点
TV	电视
TVM	电视显示器
UHF	特高频
UTC	世界标准时间
VHF	甚高频
VFR	目视飞行规则
VMU	语音消息单元
VNAV	垂直导航
VOR	甚高频全向信标
VVI	垂直速度表
WCS	武器控制系统
WPT	航路点
XTE	航迹偏差

开发者

Eagle Dynamics 团队

主管

Nick Grey	项目主管、Fighter Collection 主管
Igor Tishin	项目开发经理、Eagle Dynamics 主管、俄罗斯
Andrey Chizh	制作人、助理开发与质量保证经理、技术文档
Alexander Babichev	项目经理
Matt "Wags" Wagner	制作人、技术文档、游戏设计
Eugene "EvilBivol-1" Bivol	副制作人
Matthias "Groove" Techmanski	德语协调人

程序员

Dmitry Baikov	首席程序员
Ilya Belov	图形用户接口、地图、输入
Maxim Zelensky	AC、AI AC、飞行气动、损伤模型
Andrey Kovalenko	AI AC、武器
Alexander Oikin	航空电子设备、飞机系统
Evgeny Pod'yachev	图形、EDM 模型、系统建设
Timur Ivanov	特效、图形
Konstantin Stepanovich	AI AC、无线电、任务编辑器
Oleg "Olgerd" Tischenko	航空电子设备
Vladimir Feofanov	AI AC 飞行气动
Sergey "Klen" Chernov	武器
Konstantin Tarakanov	图形用户接口、任务编辑器
Alexander "SFINX" Kurbatov	AI 车辆、舰船
Eugene Gribovich	航空电子设备
Dmitri Robustov	地形
Eugeny Panov	AI 车辆
Alexey Militov	图形、特效、三维模型
Pavel Pestov	AI

Michael Ershov AI

美术与声效

Pavel "DGambo" Sidorov 首席美术师
Yury "SuperVasya" Bratukhin AC、车辆、武器模型
Alexander "Skylark" Drannikov 图形用户接口设计、AC 模型
Timur Tsigankov AC、车辆、舰船、武器模型
Stanislav "Acgaen" Kolesnikov 驾驶舱、AC 模型
Eugene "GK" Khizhnyak AC、车辆模型
Konstantin "btd" Kuznetsov 声音开发人员、音乐制作人员
Sergey "tama" Ashuiko 建筑、地形
Andrey "LISA" Reshetko 人物
Maxim Lysov AC 模型
Igor Piskunov 2D 美术师
Yury Starov AC 模型
Alexandra Alexeeva 2D 美术师

质量保证

Valery "USSR_Rik" Khomenok 首席测试员
Sergey "Foreman" Gusakov 测试员
Ivan "Frogfoot" Makarov 测试员
Roman "Dr.lex" Podvoyskiy 测试员
Michael "Yurcha" Urevich 测试员

本地化

Andrey "Andrey Andreevich" Kryuchenko 首席本地化人员
Elena Pryanichnikova 本地化人员

科学支持

Dmitry "Yo-Yo" Moskalenko 动力学、系统与弹道学数学模型

IT 与客户支持

Konstantin "Const" Borovik 系统与网络管理员、WEB、论坛
Ekaterina Perederko WEB

Andrey Filin	系统与网络管理员
Andrey Ustinovich	客户支持
Alena Yurykovskaya	客户支持

测试人员

Alexander "asd1234" Amelin
Alexander "BillyCrusher" Bilievsky
Alexander "vatel" Tyshkevich
Andrea "FCS_Heater" Papaleo
Anthony "Blaze" Echavarria
Carlos "Design" Pastor Mendez
Chris "Ells228" Ellis
Christopher "Mustang" Wood
Daniel "EtherealN" Agorander
Danny "Stuka" Vanvelthoven
Darrell "AlphaOneSix" Swoap
David "USAFMTL" Slavens
Dmitry "Laivynas" Koshelev
Dmity "Simfreak" Stupnikov
Ed "Manawar" Green
Edin "kuky" Kulelija
Erich "ViperVJG73" Schwarz
Evan "Headspace" Hanau
Gareth "Maverick" Moore
Gavin "159th_Viper" Torr
George "GGTharos" Lianeris
Grayson "graywo1fg" Frohberg
Guillaume "Dimebug" Leleve
James "Dusty_Rhodes" Rhodes
James "Eddie" Knight
Jeff "Grimes" Szorc
Jens "=STP=Dragon" Giesser
John "Speed" Tatarchuk
Jon Espen "Panzertard" Carlsen

Kiko "Mistral" Becerra
Matthew "44th_Rooster" Sartin
Matthias "Groove" Techmanski
Nick "BlueRidgeDX" Landolfi
Nikolay "Agm" Borisov
Norm "SiThSpAwN" Loewen
Paul "paulrkii" Kempton
Paul "PoleCat" Johnston
Pavel "Shadowowweosa" Kuzin
Peter "Weta43" McAllister
Phil "Druid_" Phillips
Raul "Furia" Ortiz de Urbina
Roberto "Vibora" Seoane Penas
Scott "HuggyBear" Matthew
Stephen "Nate--IRL--" Barrett
Steve "joyride" Tuttle
Steve Davies
Timothy "WarriorX" Westmore
Tyler "krebs20" Krebs
Vadim "zetetic" Vyveritsa
Valery "=FV=BlackDragon" Manasyan
Vladimir "lester" Ivanov
Werner "derelor" Siedenburg
Zachary "Luckybob9" Sesar

翻译

Junwei "JohnnyHo" He

©2013 THE FIGHTER COLLECTION. All rights reserved.

©2013 EAGLE DYNAMICS. All rights reserved.