

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.01.003

美航母编队舰载战斗机防空作战出动能力分析

尹文彬, 许腾, 盖世昌, 侯博
(海军指挥学院 合同战术教研室 江苏 南京 210016)

摘要: 为深入研究美航母编队舰载战斗机防空作战出动能力, 在分析其防空作战的特点及其防空作战空域划分的基础上, 总结了舰载战斗机交战区的确定依据, 建立了舰载战斗机防空作战出动能力的分析模型, 并仿真计算了各主要因素对其出动能力的影响。该模型和仿真计算结果可为研究美航母舰载战斗机防空作战能力提供参考。

关键词: 航母编队; 舰载战斗机; 防空作战; 作战出动能力

中图分类号: N945.13 **文献标志码:** A

Analysis of Takeoff Capability of Shipborne Fighter Plane in Carrier Fleet Air Defense

Yin Wenbin, Xu Teng, Gai Shichang, Hou Bo
(Staff Room of Combined Tactics, Naval College of Command, Nanjing 210016, China)

Abstract: For making an deep research on the takeoff capability of shipborne fighter plane in carrier fleet air defense, the foundations of establishing shipborne fighter plane engagement airspace are summed up, based on the analysis of the air defense warfare characteristics and the partition of the air defense warfare airspace. Then the effects of the primary factors on the takeoff capability of shipborne fighter plane in carrier fleet air defense are simulated after the model is established. The result of the simulation can supply reference to analyze engagement capability of shipborne fighter plane in carrier fleet air defense.

Keywords: carrier fleet; Shipborne fighter plane; air defense; takeoff capability

0 引言

防空作战作为航母编队的重要作战样式之一, 历来是美海军重点关注的要点。美军航母编队的防空作战通常采用舰机结合、远近结合的方式, 从而构成了以航空母舰为核心的大纵深、多层次、阵位疏散、火力集中、立体多维和有重点的环形对空防御体系。舰载战斗机作为航母编队防空作战的首要兵力, 其作战效能很大程度上决定了编队的整体作战效能。防空作战中, 在舰载战斗机性能及其挂载武器未改变的情况下, 其作战能力主要由参加拦截作战的飞机架数即舰载战斗机的出动能力决定。故通过分析影响舰载战斗机出动能力的各因素来深入研究美航母编队舰载航空兵的防空作战能力。

1 航母编队战斗机交战区的划分依据

1.1 航母编队的防空区域划分

航母编队防空作战的实施主要由其舰载机和水面舰艇共同完成, 各兵力一般采取区域协同的方式抗击来袭的敌机和反舰导弹。以美军单航母编队航渡阶段的防空作战为例, 美军将编队防空作战区域分为预警区和作战区 2 部分。其中, 预警区根据情

报来源的不同, 分为内外 2 层, 外层是由天基支援系统和上级机构进行情报支援, 内层是由舰载预警机和水面舰艇进行预警; 作战区根据作战兵力的不同, 分为战斗机交战区、交叉区和导弹拦截区 3 部分。美航母编队一般采用标准矢量逻辑坐标法, 其防空作战各空域划分如图 1。

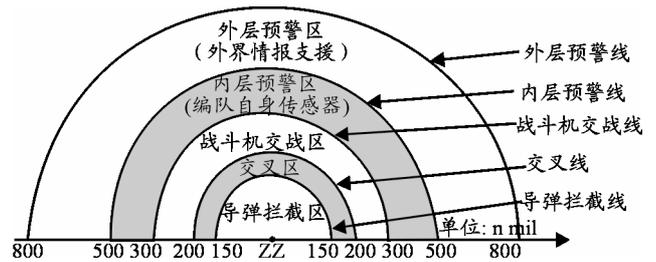


图 1 美航母编队防空作战各空域划分

1.2 战斗机交战区的划分依据分析

如图 1, 战斗机交战区主要是由战斗机交战线和交叉线决定的, 是舰载战斗机对空武器与目标实施相遇的主要区域^[1]。

1.2.1 确定交叉线的主要依据

交叉线主要是由导弹拦截线和交叉区的纵深确定的。导弹拦截线是航母编队水面舰艇导弹拦截区

收稿日期: 2010-07-05; 修回日期: 2010-08-31

作者简介: 尹文彬 (1981-), 男, 浙江人, 海军指挥学院博士研究生, 上尉, 从事战斗效能分析研究。

的外界线, 是远程防空哨戒舰防空导弹的最远杀伤范围。在已确定航母编队水面舰艇导弹拦截区的情况下, 则交叉线成为确定战斗机交战区近界的主要因素^[2]。

设置交叉区的目的主要是为了进行敌我识别, 防止舰空导弹误伤己方飞机, 是航母编队舰载战斗机拦截空战的缓冲区。一般情况下, 执行拦截空战的舰载战斗机不得进入交叉区与目标实施近程空中格斗, 但是特殊情况下需要进入交叉区作战时, 应与远程防空哨戒舰加强沟通和协调, 并保持与目标一定的距离, 以便远程防空哨戒舰对目标进行识别, 确保不发生误伤事件。执行拦截空战的舰载战斗机原则上不得在导弹拦截区与目标实施近程空中格斗, 但是可在水面舰艇的监视下, 在导弹拦截区对目标实施中远程空空弹打击。因此, 交叉区的纵深主要由中远程空空弹的射程和水面舰艇目标识别所需时间内敌机可能突入距离的最大者来确定。在一般情况下, 交叉区的纵深应以中远程空空弹的射程为主要参考依据。

1.2.2 确定战斗机交战线的主要依据

战斗机交战线是战斗机交战区的外界线, 即舰载战斗机发射的中远程空空弹在此线上与来袭目标进行最早相遇。战斗机交战线主要由外层预警线、内层预警线、中远程空空弹射程、空中战斗巡逻机的阵位配置等确定。

外层预警线决定了空袭警报的反应时间, 是决定执行拦截空战任务的舰载战斗机的出动时间, 外层预警线越靠前, 舰载战斗机的出动时间也就越早, 则战斗机交战线越远。内层预警线必须要在战斗机交战线外侧, 因为只有在这个条件的情况下, 舰载战斗机才能在舰载预警机的指挥引导下对目标实施拦截作战。中远程空空弹射程是对来袭敌机进行打击的首要武器, 其射程越远, 战斗机交战区纵深也就越大, 则战斗机交战线越远。在舰载战斗机实施空中待战的情况下, 空中战斗巡逻机阵位越靠前, 舰载战斗机就能越早在敌来袭航线上接敌, 则战斗机交战线越远; 在舰载战斗机实施甲板待战的情况下, 甲板起飞反应时间越少, 则战斗机交战线越远。

2 美航母舰载战斗机防空作战出动能力

舰载战斗机防空作战出动能力是指: 在来袭空中目标进入战斗机交战区后, 航母编队能够对目标

实施空中拦截作战的舰载战斗机架数。它是舰载航空兵防空作战能力的重要指标, 主要受舰载机起飞反应时间、可用起飞时间、弹射器工作效率、舰载战斗机战斗出动率、空中战斗巡逻舰载战斗机架数等因素影响。

2.1 起飞反应时间 $t_{\text{反应}}$ 的计算

$t_{\text{反应}}$ 表示航母编队发现目标到首架舰载战斗机起飞这一过程所需的时间, 如图2。

$$t_{\text{反应}} = t_{\text{决策}} + t_{\text{转向}} + t_{\text{准备}} \quad (1)$$

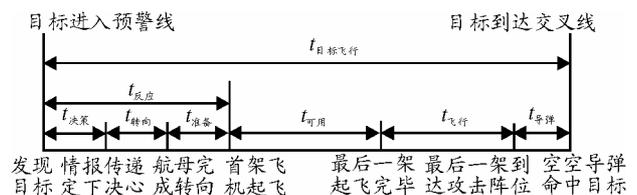


图2 舰载战斗机防空作战出动时间关系图

式(1)中: $t_{\text{决策}}$ 表示来袭情报的传递、定出防空作战决心、下达舰载机起飞的时间, 美军一般需要2 min; $t_{\text{转向}}$ 表示航空母舰在接收到防空作战命令后调整航向, 以顶风航向航行便于舰载机起飞所需时间, 它由舰载机的起飞方式决定; $t_{\text{准备}}$ 表示从航母完成转向适合舰载机起飞, 到首架甲板待战的舰载机开始起飞的时间, 它由舰载机的待命状态决定。

美航母上的舰载机采用弹射起飞方式, 这对飞行甲板上的风向和风速要求较高, 一般需要采取顶风放飞的方法, 使风速和航速的合力产生的甲板风速达到30~50节, 这样才能使得舰载机的离舰相对风速达到起飞要求。因此, 弹射方式要求航母在放飞舰载机时转向顶风航向, 这在一定程度上影响了舰载机出动的灵活性。一般舰船满舵时其战术直径(亦称旋回直径, 即转向180°时其重心至初始直航线的距离)与其舰长比值为6~10, 并且舰载机起飞要求航母以不小于30节的速度顶风航向, 则可大致估算出其完成左右各180°的转向时间为3~5 min^[3]。为方便计算, 以其平均值4 min表示。而在实际情况下, 风向是在其原航向左右(0°, 180°)范围内随机分布的, 因此可用2 min表示其转向时间, 即 $t_{\text{转向}}=2 \text{ min}$ 。美航母编队在航渡过程中一般设置2 min、5 min、15 min和30 min等4种待命状态, 每种待命状态分别有2架舰载战斗机^[4]。在空情严重的海域航渡时, 也可设置多架战斗机处于各级待命状态, 此时主要由弹射能力决定其出动速度,

但是其准备时间仍是 2 min, 即 $t_{准备} = 2 \text{ min}$ 。

2.2 可用起飞时间 $t_{可用}$ 的计算

$t_{可用}$ 表示从航空母舰上第一架舰载战斗机开始起飞到最后架能够有效参加空中拦截作战的舰载战斗机结束起飞之间的时间。为保证最后一架甲板起飞的舰载战斗机能够在战斗机交战区实施拦截, 则最后一架飞机最晚要在敌机到达交叉线附近时使敌机位于其空空导弹最远射程的距离上。此时, 舰载战斗机发射空空导弹, 使导弹和目标相遇在交叉线上。其时间关系如图 2 所示。各时间满足下式:

$$t_{可用} = t_{目标飞行} - t_{飞行} - t_{导弹} - t_{反应} \quad (2)$$

1) 目标飞行时间 $t_{目标飞行}$ 的确定

$t_{目标飞行}$ 表示来袭目标自被编队发现至其到达编队防空交叉线的飞行时间。

$$t_{目标飞行} = (S_{预警线} - S_{交叉线}) / V_{目标} \quad (3)$$

式中: $S_{预警线}$ 表示航母编队发现目标的空域到其逻辑坐标原点的距离; $S_{交叉线}$ 表示交叉线到航母编队逻辑坐标原点的距离; $V_{目标}$ 表示目标的径向速度。

2) 舰载战斗机飞行时间 $t_{飞行}$ 的确定

$t_{飞行}$ 表示最后一架舰载战斗机起飞后到达其导弹发射空域所需的飞行时间。

$$t_{飞行} = (S_{交叉线} - D_{空空导弹}) / V_{舰载机} \quad (4)$$

式中: $V_{舰载机}$ 表示舰载战斗机接敌飞行速度; $D_{空空导弹}$ 表示舰载战斗机挂载的中远程空空导弹的最远射程。

3) 导弹飞行时间 $t_{导弹}$ 的确定

$t_{导弹}$ 表示中远程空空弹攻击目标时脱离载机后的空中飞行时间。

$$t_{导弹} = D_{空空导弹} / V_{空空导弹} \quad (5)$$

式中: $V_{空空导弹}$ 表示舰载战斗机挂载的中远程空空导弹的飞行速度。

2.3 有效起飞架数 $C_{有效}$ 的计算

在确定 $t_{可用}$ 的情况下, $t_{可用}$ 时间内有效起飞的舰载战斗机架数 $C_{有效}$ 主要由航母甲板上的弹射器工作效率决定, 而弹射器工作效率主要通过飞机弹射间隔时间 $t_{间隔}$ 这一指标来反应。美航母采用 4 个 C-13 型弹射器弹射舰载机。为增加舰载机出动速度, 每艘航母一般至少使用 2 个甚至多达 4 个弹射器同时

工作。当 4 个弹射器同时全部工作时, 弹射不同型号的舰载机, 其每次弹射时间间隔为 70~75 s, 取 $t_{间隔} = 75 \text{ s}$; 而弹射相同型号的舰载机, 其每次弹射时间间隔为 30~45 s, 取 $t_{间隔} = 45 \text{ s}$ 。目前, 美航母上服役的舰载战斗机只有 F/A-18E/F/G 机型。因此, $t_{间隔}$ 应以相同型号的舰载机弹射速度来确定^[5]。则在 $t_{可用}$ 时间内起飞的架数 $C_{有效}$ 为:

$$C_{有效} = \lfloor t_{可用} / t_{间隔} \rfloor + 1 \quad (6)$$

式中: $\lfloor \rfloor$ 表示向负无穷方向取整运算符; $C_{有效}$ 表示 $t_{可用}$ 内有效起飞的舰载战斗机架数。

2.4 实际出动能力 $C_{实际出动}$ 的计算

由于舰载战斗机维护比较复杂, 平时不能确保每架舰载战斗机在任何时候都处于良好的待战状态, 舰载战斗机每天的出动强度也受限制。因此, $C_{实际出动}$ 可由以下公式表示:

$$C_{最大} = \lfloor k \cdot C_{总} \rfloor - C_{限制} - C_{其他} - C_{空中巡逻} \quad (7)$$

$$C_{实际起飞} = \min(C_{最大}, C_{有效}) \quad (8)$$

$$C_{实际出动} = C_{实际起飞} + C_{空中巡逻} \quad (9)$$

式中: $C_{最大}$ 表示防空作战中航母上可出动舰载战斗机的最大架数; k 表示舰载战斗机战斗出动率, 其取值一般为 80%~90%; $C_{总}$ 表示航空母舰上的舰载战斗机总数, 美海军 1 艘航空母舰上搭载 1 个舰载机联队共约 50 架舰载战斗机; $C_{限制}$ 表示超过安全使用强度限制的舰载战斗机架数; $C_{其他}$ 表示正在执行防空作战任务外 (如执行反舰和对岸打击作战任务等) 的舰载战斗机架数; $C_{空中巡逻}$ 表示执行空中战斗巡逻任务的舰载战斗机架数, 一般情况下其数量为 2~4 架; $C_{实际起飞}$ 表示由甲板起飞并能够有效参加空中拦截作战的舰载战斗机架数; $C_{实际出动}$ 表示实际参与航母编队防空拦截作战的舰载战斗机架数。

3 实例分析

根据现役美航母及其舰载战斗机的性能, 各参数的基本参考值设定如下^[6]: $t_{间隔} = 45 \text{ s}$, $D_{空空导弹} = 165 \text{ km}$, $V_{空空导弹} = 5\,500 \text{ km/h}$, $S_{预警线} = 800 \text{ n mil}$, $S_{交叉线} = 200 \text{ n mil}$, $V_{舰载机} = 2\,000 \text{ km/h}$, $V_{目标} = 2\,500 \text{ km/h}$, $t_{决策} = t_{转向} = t_{准备} = 2 \text{ min}$, $k = 85\%$, $C_{总} = 50 \text{ 架}$, $C_{空中巡逻} = 4 \text{ 架}$, $C_{限制} = 4 \text{ 架}$, $C_{其他} = 0 \text{ 架}$ 。对影响 $C_{实际出动}$ 的各主要

因素进行探索性分析, 并运用 Matlab7.1 计算工具

求得上述因素对 $C_{实际出动}$ 的影响曲线, 如图 3~图 7。

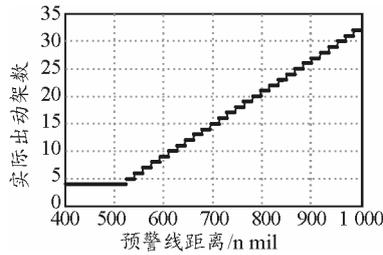


图 3 $C_{实际出动}$ 随 $S_{预警线}$ 变化图

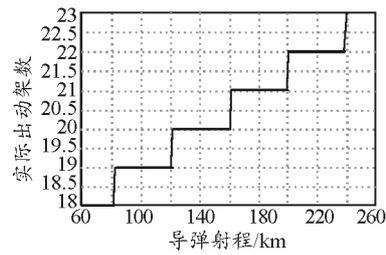


图 4 $C_{实际出动}$ 随 $D_{空空导弹}$ 变化图

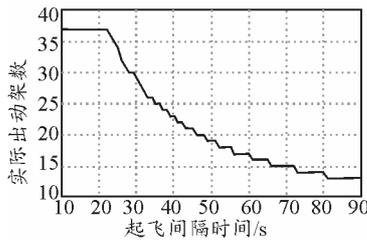


图 5 $C_{实际出动}$ 随 $t_{间隔}$ 变化图

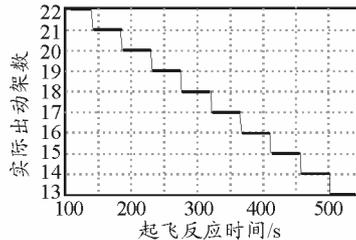


图 6 $C_{实际出动}$ 随 $t_{反应}$ 变化图

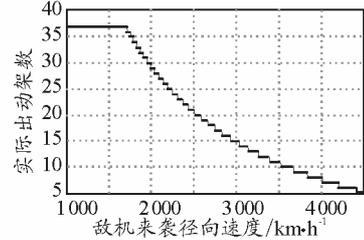


图 7 $C_{实际出动}$ 随 $V_{目标}$ 变化图

通过仿真得出, 相对于 $t_{反应}$ 和 $D_{空空导弹}$, $t_{间隔}$ 和 $S_{预警线}$ 这两个因素对舰载战斗机的出动能力影响是显著的。因此, 可通过提高弹射器的工作效率和增加编队预警线的距离来显著提升舰载战斗机的出动能力。而增加编队预警线的距离又可通过改善舰载预警机的性能及空域配置和增强天基侦察系统的情报支援能力来完成。对突击方而言, 通过提升突防航空兵的径向速度 $V_{目标}$ 能显著地减少美航母编队参加空中拦截作战的舰载战斗机数量, 降低航母编队舰载航空兵的拦截能力, 从而增加突防概率并能减少己方突防兵力的损失。

4 结束语

航母编队舰载战斗机防空作战出动能力分析是研究其防空作战能力的重要环节。该模型和仿真计算结果可为研究美航母编队舰载战斗机防空作战能力提供一定的参考。

参考文献:

[1] 陈岛. 美军航母战斗群防空作战[J]. 舰艇学术研究, 2005(2).
 [2] 徐圣良, 等. 航母编队进入综合作战区后巡逻机阵位研究[J]. 舰船电子工程, 2008(3).
 [3] 徐圣良, 等. 航母编队航渡过程中防空哨戒舰阵位确定方法研究[J]. 指挥控制与仿真, 2007(4).
 [4] 王列, 周浩. 俄罗斯飞机突防美国航母战斗群过程分析[J]. 中国雷达, 2001(3).
 [5] 童剑, 王云, 王治国. 航母舰载机两种起飞方式下出动能力的分析对比[J]. 舰船工程研究, 2009(1).
 [6] 侯建军, 等. 美国海军武器装备手册[M]. 北京: 解放

军出版社, 2000.
 [7] 刘浩. 弹箭炮三结合武器系统在近程防空反导中的应用[J]. 四川兵工学报, 2009(8): 41-43.

 (上接第 3 页)

其次, 美国推进反导力量与空间力量的融合, 通过发展反导系统的反卫能力来推动美国的空间控制战略。美国的这一做法将严重损害世界各国平等利用空间的权利, 严重损害国际空间法规的权威性和其发挥的积极作用, 对各国的空间资产构成巨大的潜在威胁, 也必将导致大规模的空间军备竞赛, 加速空间武器化的进程。空间武器发展具有战略性、军民两用性和技术带动性, 与核武器一样, 空间武器化将给世界和平与发展带来深刻长远的影响。

4 结束语

目前, 美国的导弹防御系统已成为其实现称霸全球战略的利器。充分了解美国反导系统的发展水平, 准确全面评估其产生的深远影响, 是我军正确应对的前提和依据。

参考文献:

[1] 周伯行. 美国弹道导弹防御系统近期发展浅析[J]. 电子工程信息, 2006(3).
 [2] 薛培员, 等. 2006 年美国国家空间政策[J]. 中国航天, 2007(7).
 [3] 张国清, 等. 美空军空间对抗作战条令. 中国国防科技信息中心, 2004, 12.
 [4] 唐震, 王希全, 包小林. 潜射战术导弹模拟训练系统的设计[J]. 四川兵工学报, 2009(4): 30-32.