

doi: 10.7690/bgzd.2013.11.003

基于作战能力需求航母编队兵力编成模型

朴成日¹, 沈治河²

(1. 海军大连舰艇学院作战与训练系, 辽宁 大连 116018;

2. 海军大连舰艇学院科研部, 辽宁 大连 116018)

摘要: 为提高航母编队的攻防及独立作战能力, 构建一套科学合理的航母编队兵力编成模型。以航母编队兵力编成与能力需求之间的映射关系为基础, 确定了航母编队兵力编成思路, 根据航母编队兵力承担的作战任务、作战行动特点和兵力配置要求, 运用解析法建立了兵力需求模型。该模型为解决航母编队兵力编成问题提供了可借鉴的理论依据。

关键词: 兵力编成; 航母编队; 作战能力

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Force Composition Model of Aircraft Carrier Formation Based on Combat Ability

Piao Chengri¹, Shen Zhihe²

(1. Department of Operation & Training, Dalian Naval Academy of PLA Navy, Dalian 116018, China;

2. Department of Scientific Research, Dalian Naval Academy of PLA Navy, Dalian 116018, China)

Abstract: A set of scientific and reasonable force composition model of aircraft carrier formation should be conducted in order to improve the strike and defense capability and its independent operation ability. Based on the relationship between the force composition and capability demand of the aircraft carrier formation, this paper fixed the way of force composition. According to the combat tasks, operation characteristics and force disposition, the force requirement model was constructed using analytic method. This model may shed light on the solution to the force composition of the aircraft carrier formation theoretically.

Key words: force composition; aircraft carrier formation; combat ability

0 引言

航母编队作战力量是遂行作战任务的物质基础, 作战力量的形成是靠科学、合理的兵力编成来实现的。《中国人民解放军军语》对“编成”的定义是: 按照一定的要求把部队或阵地组成有机的整体。因此, 航母编队兵力编成是按照一定的要求, 将航母编队各兵种作战力量组成有机的整体。航母编队兵力编成, 应符合结构合理、攻防兼备、独立运用的基本要求。从编队体系结构方面看, 航母编队必须从系统、体系的整体角度出发, 合理编配、优化各种作战、保障力量, 形成完整的有机统一体, 在质量上要顶用, 数量上要适用, 功能上要配套好用。从编队攻防作战能力方面看, 航母编队必须攻防兼备, 编成内的兵力、兵器, 既要有较强的进攻能力, 能有效打击敌海空目标, 又要有较强的防御能力, 能在一定程度上保证自身和被掩护目标的安全。从编队独立作战能力方面看, 航母编队必须具备较强的独立运用能力, 航母编队是海军的重兵集团, 要能够在某一战役方向上相对独立地完成作战任务; 因此, 航母编队必须在作战能力上自成体系, 以形

成较强的快速反应能力和持续作战能力。

针对兵力编成问题, 专家学者提出了很多方法和思路, 目前应用较多的方法有: 一是效能评估法, 即在人工编好几种编成形式的情况下, 针对特定任务运用层次分析法或模糊优选方法进行选优^[1], 关键在于建立正确评估兵力作战效能的方法^[2]; 二是以决策者、作战资源和作战任务三要素之间的关系来设计任务型兵力编成, 如PCANS模型^[3]; 三是在不同结构模式(如矩阵模式、功能性模式、区域性模式和扁平模式等)之间进行分析选择^[4]; 四是通过建立任务流程图与兵力编成图之间的匹配来设计最佳的编成模式, 这一方法被美军广泛用于兵力编成设计^[5]; 五是建立决策模型, 通过组织决策过程来优化兵力编成^[6]。

航母编队标准兵力编成不是针对某一特定作战任务, 而是在适当作战能力需求下有一定的鲁棒性、适应性和灵活性。笔者以航母编队兵力编成与能力需求间的映射关系入手, 来确定航母编队兵力编成。

1 航母编队兵力编成方法

笔者将航母编队作战需求按照基本作战样式进

收稿日期: 2013-05-02; 修回日期: 2013-06-17

作者简介: 朴成日(1975—), 男, 辽宁人, 朝鲜族, 博士研究生, 讲师, 从事兵种战术学研究。

行分解；每种作战样式的达成都要依赖于 3 个要素（子系统），即打击系统、指挥控制系统、信息系统等，缺一不可；每个要素功能都是由相应的平台提供，这样就建立了功能与平台之间的映射^[7]；依据航母编队作战能力需求与平台具备的作战能力，确定兵力编成，如图 1 所示。

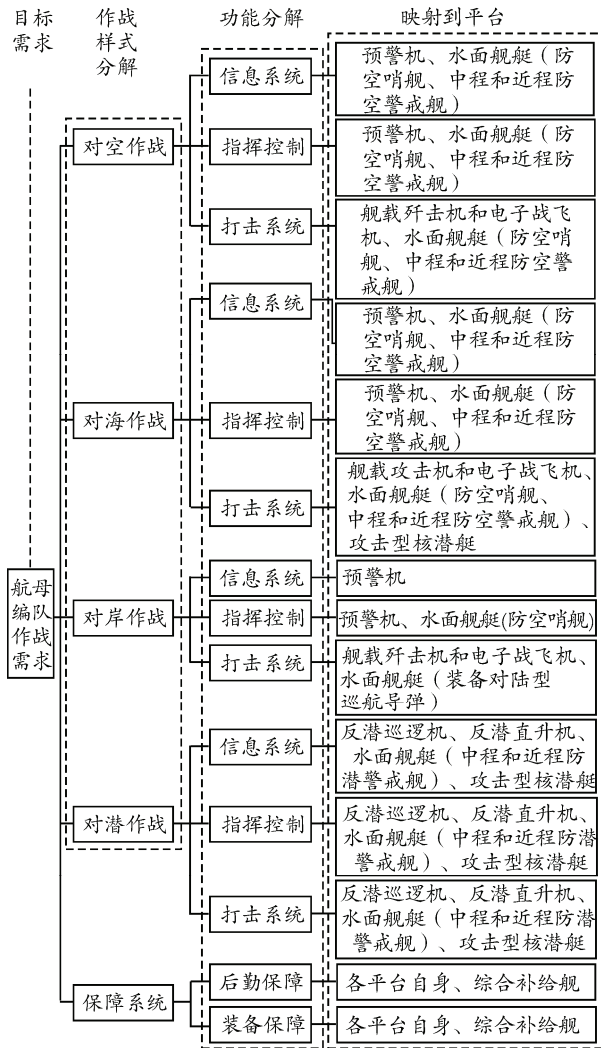


图 1 航母编队作战能力需求与平台映射关系

航母编队的兵力编成具体体现在 2 个方面：一是舰艇编队的编成；二是舰载机的编成。

2 航母编队兵力数量需求模型

2.1 近程警戒舰数量需求模型

近程警戒舰成环形配置在航母周围，其数量要求满足对空和对潜 360°全方位防御。近程警戒舰与航母之间的距离、以及警戒舰之间的相互距离需要综合考虑航海安全、通信、导航、舰载机起降作业、对空防御、对潜防御等因素。对空防御遵循的原则是：抗击对象以反舰导弹为主^[8]，满足舰空导弹射击安全、电子干扰、舰空导弹火力衔接等约束要求。

对潜防御遵循的原则是：在敌潜艇占领鱼雷发射阵位对航母实施攻击之前，警戒舰能对敌潜艇及时发现、识别并实施攻击。具体的数学模型在其他文献中已经讨论，不再赘述。无论是防空还是防潜都会确定出警戒舰前出距离 D_{H-J} 、相邻警戒舰距离和单舰掩护航母扇面角度 φ 3 个参数，构成了如图 2 所示的三角函数关系^[9]。

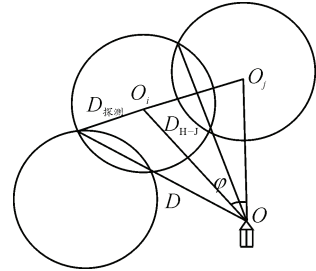


图 2 近程警戒舰配置示意图

$$\varphi = 2 \arccos \left(\frac{D^2 + D_{H-J}^2 - D_{探测}^2}{2DD_{H-J}} \right) \quad (1)$$

其中： D 是警戒舰提供的有效掩护距离（或警戒距离）；在对潜防御时 $D_{探测}$ 表示警戒舰对潜探测距离，在对空防御时则表示舰空导弹反导杀伤区远界。

为了兼顾防空与防潜需求，近程警戒舰到航母的距离应该在防空前出最小距离和防潜前出最小距离之间取大。近程警戒舰前出距离确定后，单艘警戒舰为航母提供的防空掩护扇面角度和防潜掩护扇面角度也随之确定，如果防空与防潜各自的掩护扇面角度大小相近，这种情况比较理想。当防空掩护扇面角度与防潜掩护扇面角度相差较大时，警戒舰的方位角度间隔以防空掩护扇面角度为依据，如果防空掩护扇面角度大于防潜掩护扇面角度时，相邻两舰之间的防潜掩护角度空隙，可以利用舰载反潜直升机来弥补。则近程警戒舰数量需求为

$$N_{近程} = \left\lceil \frac{360}{\varphi} \right\rceil + 1 \quad (2)$$

2.2 中程警戒舰数量需求模型

中程警戒舰以威胁轴为基准进行配置，其数量要求满足一定扇面内对空和对潜防御。警戒舰与航母之间的距离，以及警戒舰之间的相互距离需要综合考虑对空和对潜防御因素。对空防御需要遵循的原则是：以敌机为主要作战对象，在远程舰空导弹最大射程上拦截敌机。对潜防御遵循的原则是：及时发现、识别、消灭敌潜艇，阻止其占领反舰导弹或远程鱼雷射击阵位攻击航母。同样，中程警戒舰的前出距离、与相邻警戒舰距离以及警戒扇面角 φ ，构成了类似图 2 所示的三角函数关系。前出距离、相邻警戒舰方位间隔确定原则与近程警戒舰类似。

则编队所需中程警戒舰的数量为

$$N_{\text{中程}} = \left\lceil \frac{\psi}{\varphi} \right\rceil + 1 \quad (3)$$

其中, ψ 表示编队对中程警戒扇面角度需求。

2.3 防空哨舰数量需求模型

防空哨舰的任务是: 对空预警、防空作战和识别咨询控制等。其前出距离需要根据编队提出的预警距离和预警扇面角度需求、通信以及空中掩护等因素来确定。同样, 防空哨舰的前出距离、探测距离、预警距离和预警扇面角度 φ 构成了类似图 2 所示三角函数关系。则编队所需防空哨舰的数量为

$$N_{\text{哨舰}} = \left\lceil \frac{\psi}{\varphi} \right\rceil + 1 \quad (4)$$

其中, ψ 表示编队对预警扇面角度需求。

2.4 攻击型核潜艇数量需求模型

攻击型核潜艇配置在远程防潜区域, 其任务是: 为编队提供对潜预警, 搜索和攻击企图占领反舰导弹射击阵位的敌潜艇; 在航母编队进入综合作战区之前, 对综合作战区实施严密的反潜清扫。攻击型核潜艇的前出距离是由编队提出的对潜预警需求、空中掩护、安全、通信等因素来确定。攻击型核潜艇的前出距离、探测距离、对潜预警距离和预警扇面角度 φ 构成了类似图 2 的三角函数关系。从对潜防御的角度, 编队所需攻击型核潜艇的数量为

$$N_{\text{防潜}} = \left\lceil \frac{\psi}{\varphi} \right\rceil + 1 \quad (5)$$

其中, ψ 表示编队对防潜扇面角度需求。

当攻击型核潜艇在综合作战区内以指定概率搜索时, 攻击型核潜艇数量一般与搜索时间、搜索面积、敌我双方潜艇声纳探测距离及敌我双方潜艇的航速有关^[10]。从综合作战区反潜清扫来看, 编队所需攻击型核潜艇的数量为:

$$N_{\text{清扫}} = KS \frac{\lg(1-P)}{Td_w} \quad (6)$$

$$K = \frac{-2.3d_D}{2(D_{GB} \sqrt{V_{WQ}^2 - V_{DQ}^2} - V_{DQ} \sqrt{d_D^2 - D_{GB}^2})} \quad (7)$$

其中: T 为攻击型核潜艇对综合作战区敌潜艇的搜索时间; P 为上级指定攻击型核潜艇在综合作战区对敌潜艇的搜索概率; S 为综合作战区面积; d_w 为攻击型核潜艇声纳作用距离; d_D 为敌潜艇声纳作用距离; D_{GB} 为敌潜艇规避距离, 一般取值为 $0.6 \sim 0.8 d_D$; V_{WQ} 为攻击型核潜艇航速; N 为攻击型潜艇数量; V_{DQ} 为敌潜艇航速。

编队攻击型核潜艇的数量在 $N_{\text{防潜}}$ 和 $N_{\text{清扫}}$ 二者中取大。

2.5 舰载战斗机数量需求模型

舰载战斗机是航母编队的主战力量, 无论是何种类型舰载战斗机, 其数量需求可通过日出动能力^[11]指标来确定。

以舰载战斗机日出动能力指标来衡量时, 设作战期间舰载战斗机的出动率为 b , 战斗出动强度为 ε , 战斗出勤率为 k , 战斗开始后第 n 天可出动的飞机数为 $a(n)$, 则作战开始后第 n 天, 舰载战斗机的日出动架次 $S(n)$ 为

$$S(n) = b \times k \times \varepsilon \times a(n) \quad (8)$$

$$a(n) = a(n-1) - q \times S(n-1) \quad (9)$$

式 (8) 代入式 (9), 得

$$a(n) = a(n-1) - b \times k \times \varepsilon \times a(n-1) \times q \quad (10)$$

$$\text{整理得, } a(n) = (1 - b \times k \times \varepsilon \times q) a(n-1) \quad (11)$$

经过迭代后, 得到

$$a(n) = a(1) \cdot (1 - b \cdot k \cdot \varepsilon \cdot q)^{n-1} \quad (12)$$

战斗开始后第 n 天, 战斗到规定的战剩飞机数 B 时, 则有

$$a(1) = \frac{B}{(1 - b \times k \times \varepsilon \times q)^{n-1}} \quad (13)$$

这样, $a(1)$ 就是舰载战斗机的数量。

2.6 舰载预警机数量需求模型

预警机的前出距离 $D_{\text{前出}}$ 、探测距离 $D_{\text{探测}}$ 、预警距离 $D_{\text{预警}}$ 和预警扇面角度 φ 构成了三角函数关系。预警机前出后不可能固定在某一阵位上, 而是在一定的空域里(或巡逻线上)巡逻飞行。如图 3 所示, 设直线 MN 为巡逻线, 垂直于威胁轴, 图中 2 个圆分别是预警机在巡逻线 2 个端点 M 和 N 的探测范围, 这样扇面 OAB 则是预警机的预警扇面。

预警机的前出距离、巡逻线长度与提供的预警距离、预警扇面角度存在关系式:

$$\beta = \arcsin\left(\frac{0.5 \times D_{MN}}{D_{\text{前出}}}\right) \quad (14)$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{D^2 + D_{\text{前出}}^2 - D_{\text{探测}}^2}{2D D_{\text{前出}}}\right) \quad (15)$$

$$\varphi = 2 \times (\alpha + \beta) \quad (16)$$

其中: D 为预警机在威胁方向上提供的预警距离; φ 为预警机提供的预警扇面角度, 以基准点为圆心, 以 D 为半径; $D_{\text{前出}}$ 为预警机巡航时阵位相对于基准点水平距离的最大值; D_{MN} 为巡逻线 MN 的长度。

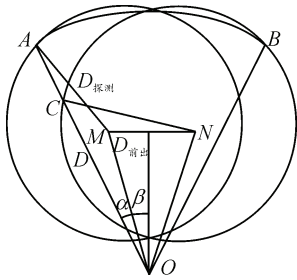


图 3 预警机巡逻线配置示意图

预警机数量是由预警机可执行任务的时间和预警机提供的预警扇面角度来决定，而这 2 个参数又是由预警机前出距离、预警距离、巡逻线长度等因素来决定。这样预警机数量表达式为

$$N = \frac{T \times \psi}{\varphi \times t \times \varepsilon \times b \times k} \quad (17)$$

其中： T 为编队预警时间需求， ψ 为编队预警角度需求， φ 为单架预警机提供的预警扇面角度， t 为单架预警机提供的预警时间， ε 为出动强度， b 为预警机出动率， k 为预警机出勤率， N 为编队预警机数量需求。

2.7 舰载反潜直升机数量需求模型

当反潜直升机运用吊放声纳对潜搜索时，其数量需求是由搜潜海区面积 $S_{总}$ 、编队对潜搜索时间需求 T 、单架直升机搜索时间 $t_{搜索}$ 、吊放声纳作用距离 P 等因素综合确定^[12]，搜索海区范围如图 4。

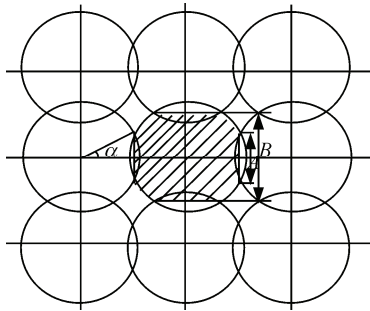


图 4 直升机使用吊放声纳搜索面积示意图

则存在关系式

$$n = \text{int} \left(\frac{t_{搜索}}{t_{搜周}} \right) \quad (18)$$

其中： $t_{搜周}$ 为直升机使用吊放声纳搜索，从到达一个探测点开始，放下声纳探头，听测一段时间后，收起探头，飞到下一个探测点，整个过程所持续的时间； $t_{搜索}$ 为反潜直升机可用于搜索潜艇的时间，由直升机巡航时间和搜索海区距离来决定； n 为反潜直升机点水次数。由图 4 可以得出

$$S_{单} = n \times \left(\pi P^2 - 4 \left(\alpha P^2 - \frac{AB}{4} \right) \right) \quad (19)$$

$$A = 2 \sqrt{P^2 - \frac{B^2}{4}} \quad (20)$$

$$\alpha = \arctan \left(\frac{A}{B} \right) \quad (21)$$

其中： B 为相邻两个探测点间的距离； $S_{单}$ 为单架直升机有效搜索面积。这样反潜直升机数量表达式为

$$N = \frac{T \times S_{总}}{S_{单} \times t_{搜索} \times \varepsilon \times b \times k} \quad (22)$$

其中： T 为编队对潜警戒时间需求； $S_{总}$ 为搜索海区总面积； ε 为反潜直升机出动强度； b 为反潜直升机出动率； k 为反潜直升机出勤率； N 为编队反潜直升机数量需求。

所有类型舰载机数量总和需要满足航母机库容量这一约束。

3 结束语

为解决航母编队兵力编成问题，笔者确定了以航母编队兵力编成与能力需求之间的映射关系的思路，建立了兵力需求数量模型。下一步，笔者将在此基础上，运用合理的数据来验证模型。

参考文献：

- [1] 谭安胜. 水面舰艇编队作战运筹分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- [2] 刘奇志, 宋宁. 空中进攻作战航空兵兵力需求分析模型[J]. 系统工程理论与实践, 2008, 18(10): 138-143.
- [3] Carley K. M, Krackhardt D. A. PCANS model of Structure in Organization[A]. International Symposium on Command and Control Research and Technology, Monterey, CA. 1998: 765-772.
- [4] Harris M, Raviv A. Organization Design[J]. Management Science, 2002, 48(7): 852-865.
- [5] 阳东升, 刘忠, 张维明, 等. 组织描述方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2004, 24(3): 1-7.
- [6] 阳东升, 张维明, 刘忠, 等. C2 组织的有效测度与设计[J]. 自然科学进展, 2005, 15(3): 349-356.
- [7] 奥斯坦科夫. 军队集团战斗编成的论证方法[J]. 张桂芬, 译. 外国军事学术, 2003, 15(11): 54-56.
- [8] 张小东, 方立恭, 王富宾. HVU 护航编队航空导弹体系需求分析[J]. 战术导弹技术, 2011, 32(1): 17-21.
- [9] 张永生, 杨楠楠. 近程警戒舰艇在航母编队防空作战中的兵力需求[J]. 舰船科学技术, 2011, 33(7): 112-114.
- [10] 李瑛诺, 吉春生, 王继兵. 潜艇为编队阵地入口实施反潜警戒的配置研究[J]. 科技创新导报, 2009, 3(2): 20.
- [11] 朱宝蓂, 朱荣昌, 熊笑非. 作战飞机效能评估[M]. 北京: 航空工业出版社, 2006.
- [12] 吴福初, 从红日, 盛文平, 等. 直升机使用吊放声纳检查反潜兵力需求模型[J]. 海军航空工程学院学报, 2011, 26(3): 347-350.