

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.04.018

## 近岸岛屿联合作战船艇装备保障力量部署方法

刘增勇, 崔益烽, 张春润, 李伟, 伊洪冰  
(军事交通学院 装备保障系, 天津 300161)

**摘要:** 为实现对船艇装备保障力量部署问题的定量研究, 采用约束满足问题的理论与方法, 通过对近岸岛屿联合作战中船艇装备保障力量部署体系的分析和对保障阶段、保障区域、保障节点的划分及相关参数的简化与设置, 构建了数学模型。该方法对战时船艇装备保障力量的部署具有一定的指导作用。

**关键词:** 近岸岛屿联合作战; 船艇装备保障力量; 约束满足问题; 部署

**中图分类号:** E237 **文献标识码:** A

## Deployment Method of Watercraft Equipment Support Resources in Alongshore Islands and Islets Joint Operations

LIU Zeng-yong, CUI Yi-feng, ZHANG Chun-run, LI Wei, YI Hong-bing  
(Dept. of Equipment Support, Academy of Military Transportation, Tianjin 300161, China)

**Abstract:** In order to achieved quantify research of the watercraft equipment support resources deployment. Using the constraint satisfied problem theory and method, the deployment system of the watercraft equipment support resources in the alongshore islands and islets joint operations is analyzed, as well as the stage, guarantee district and guarantee node are divided, and then the relevant parameters are simplified and constituted. Based on these, the mathematical model are given, which could afford an instruction and reference of the deployment of the watercraft equipment support forces application in the wartime.

**Keywords:** Alongshore islands and islets joint operations; Watercraft equipment support resources; Constraint satisfied problem; Deployment

### 0 引言

随着军事准备的深入和《陆军舰部队战时保障条令》的颁布, 舰艇部队的使命任务正从单纯的物资运输保障向登岛作战综合输送保障转变<sup>[1-3]</sup>。近岸岛屿联合作战的组织指挥高度合成, 协同保障极其复杂<sup>[4]</sup>。船艇装备战损将十分严重, 装备保障突显重要, 合理地部署船艇装备保障力量将成为影响船艇部队完成使命的重要问题。故根据装备保障力量“整体衔接、综合配套、合理区分、稳动相济、适当靠前、隐蔽安全”的部署要求<sup>[5]</sup>, 未来近岸岛屿联合作战中的船艇装备保障力量部署优化的目标是保障机动反应时间最短、保障效果最大、保障力量受打击损失最小及消费比最高等, 采用约束满足问题的理论与方法对船艇装备保障力量部署研究。

### 1 约束满足问题<sup>[6]</sup>理论与方法概述

约束满足问题 (Constraint Satisfied Problem) 由一个变量集合、每个变量的值域及一个限制变量取值的约束集合组成<sup>[6]</sup>。解决约束满足问题的任务就是在各个变量的值域范围内, 为所有的变量找到

一个赋值, 尽可能使所有的约束得到满足。约束满足问题的求解是新的软件技术, 适合于表示及求解规模大、难度高的组合问题。由于约束表达的通用性, 寻求约束求解的高效算法具有重要的学术价值、经济价值和社会价值。一些研究先后提出了许多具有实际应用价值的有效算法<sup>[7-8]</sup>。总的说来, 这些算法分为两大类。一类是回溯搜索 (Backtracking Search) 算法, 另一类是局部搜索 (Local Search) 算法。在实际问题中, 很多问题很难确定明确的优化目标, 化成约束满足问题后, 不但使问题易于表达, 简化了模型, 而且减少了问题的难度和复杂性。采用约束满足问题来解决近岸岛屿联合作战船艇装备保障力量部署问题将是较为有效的途径。

### 2 部署问题的分析、简化与设定

未来近岸岛屿联合作战船艇装备保障力量的部署问题将是一个复杂的系统工程, 不仅涉及到保障力量的编组配置、保障船艇的战术技术指标、器材设备的供应等力量的基本要素, 还与保障阶段、区域、节点及对应的容纳量、保障任务的指派和海上战场环境及气象水文海况条件等因素有重要联系,

收稿日期: 2009-10-29; 修回日期: 2009-12-08

作者简介: 刘增勇 (1970-), 男, 山东人, 天津大学博士毕业, 副教授, 从事军事装备学、装备保障管理研究。

是在作战力量体系和整个装备保障力量体系下对各级船艇装备保障力量配置的部署和筹划。为较准确地描述部署, 必须对保障体系分析, 在此基础上, 对保障阶段划分、保障区域和方向、保障节点设置、保障力量需求量及对应关系等简化与参数设置。

### 2.1 部署体系分析

第一, 整个作战集群的攻击部署和作战样式决定了船艇装备保障力量部署的基本区域。近岸岛屿联合作战, 分梯队、多波次连续强击, 基本形成以岸强海、以海制岛的兵力部署格局和战斗流程, “岸、海、岛” 一体的攻击主线。因此, 战役海上船艇装备保障行动必须同时强调岸基、海上、敌岛滩头 3 个区域, 把住战役作战行动的关节点, 才能形成“岸、海、岛” 一体的保障体系和连续、有效的保障态势。

第二, 海区自然条件和敌岛滩头特点决定了船艇装备保障力量部署的主要方向。从海区自然条件看, 装载上船地域必须选择在适合船艇停泊和防卫的水域, 输送编队也必须选择上级规定的安全航线进行航渡。根据敌岛滩头的地理位置和地域环境特点, 在预案中明确适合登陆的地域, 从而决定是单向攻击, 还是南北夹击, 东西夹击, 还是四面包围。这样就可确定船艇装备保障力量部署的主要方向, 从而在保障重点、保障力量及保障手段上具有清晰的区分, 以达成时势相宜、灵活高效之部署目的。

第三, 近岸岛屿联合作战的作战进程和船艇输送保障的阶段划分决定了保障力量的编组配置和需求量预计。作战进程基本区分为兵力集结、装载上船、海上航渡、突击上陆和战役结束阶段, 而中间 3 个阶段与船艇保障密切相关。不同阶段受敌威胁程度不同, 战损也不同, 故对力量的需求与配置不同。如海上航渡阶段实施保障, 更强调保障力量的机动能力, 因而编成若干机动保障组。

综上分析, 就可以明确船艇装备保障力量部署体系的整体架构是一个由一线前进伴随保障、海上二线中继保障、岸基三线固定保障纵横交错的网状结构, 形成了系列基本区域, 交叉的结点就是保障力量柔性部署的重要任务节点。

### 2.2 相关参数简化设定

1) 阶段参数。只考虑装载上船、海上航渡、突击上陆 3 个阶段。 $P = \{p_1, p_2, p_3\}$  表示阶段的集合。

2) 区域参数。以登岛部队装载点后沿线、敌对海攻击兵器有效打击距离外沿线、冲击出发线以及

环敌岛海岸线构成 4 条基本横线, 以船艇输送编队的航渡线构成基本纵线, 交叉形成基本区域。用  $K$  表示基本区域的数量,  $V = \{1, 2, \dots, K\}$  表示区域的集合。对于保障网络中的某个区域  $v$  来说, 用  $(v, B_v, N_v, E_v, A_v, M_v, C_v, D_v)$  来表示该保障区域的属性。其中,  $B_v$  是区域的代称;  $N_v$  和  $E_v$  是区域中心点的地理坐标北纬和东经的度数, 用来定位;  $A_v$  表示部署在该保障区域的保障小组类型, 事实上一个阶段内的保障小组类型基本一致;  $M_v$  表示该区域内保障小组能有效机动情况下的保障载体正常容纳数量,  $C_v$  表示最大容纳数量;  $D_v$  是该区域的等级, 是对敌情和水深、海浪、海况、潮汐、风力等自然环境的综合评定, 反映保障的难易程度。

3) 节点参数。基本区域的交叉产生的连结点, 往往是受损船艇的可能位置, 是保障力量重点关注的任务点, 因而定义为保障节点。用  $N$  表示所有保障节点的集合, 对于保障网络中的第  $s$  个节点来说, 用  $(s, F_s, B_{sv}, N_s, E_s, D_s)$  来表示该保障节点的属性。其中,  $F_s$  是节点的代称;  $B_{sv}$  表示此保障节点周围辐射的区域, 因为辐射区域存在交叉重叠, 该参数是定位的柔性依据;  $N_s$  和  $E_s$  是节点的地理坐标北纬和东经的度数, 用来精确定位;  $D_s$  是该节点的等级, 含义同区域参数中的  $D_v$ 。

4) 保障力量需求量。由前面分析可知, 各区域、各节点和输送阶段是存在交叉重叠的, 战时考虑力量是否足够问题, 保障节点并不可能都设置保障力量小组, 提出保障节点只是用来概略表示战时保障力量小组可能需要被指派进行保障的船艇位置, 主要还是依托各区域内的配置力量根据任务需求、敌情及节点至各保障小组的机动半径来决策指派进行辐射保障。因此, 在表示力量需求量时, 以区域和阶段为依据, 加上保障力量小组参数, 采用三维矩阵的形式表示。 $(Y_{vpa})_{K \times P \times A}$  表示第  $v$  区域第  $p$  阶段对船艇装备保障力量  $a$  的需求量。其中,  $K$  表示水域的数量,  $P$  表示输送阶段数,  $A$  表示装备保障小组类型数。事实上, 可以知道每个阶段保障小组和人员的最小需求量 (根据各阶段的战斗损伤和非战斗损伤维修任务量计算), 则所有阶段所需的最小保障人数应该取保障需求最大的那个阶段的人数 (因为

可以考虑此阶段保障小组没有任何损失，一直成整个战役保障过程)。

### 3 约束满足表述的船艇装备保障力量部署

未来近岸岛屿联合作战中的船艇装备保障力量部署可以分别由整变量强约束、整变量弱约束和逻辑约束三类约束来构成。下面的分析将以保障小组为对象，关于保障人员只要根据每个小组的编配情况进行换算即可。

#### 3.1 整变量强约束分析

某些限定是必须满足的约束，如由于某区域的容纳程度有限，对保障小组载体的部署量不能超出其容纳程度，还比如必须把某种保障小组的力量完全部署在某个阶段等，称为强约束。对于任一区域  $v$ ，用  $x_{av}$  表示区域  $v$  中某种保障小组  $a$  的部署量，则按照容纳程度需要满足约束：

$$x_{av} \leq M_v < C_v, \quad a \in A, \quad v < V \quad (1)$$

对于某一阶段  $p$ ，需要满足该阶段对保障力量的最小需求约束：

$$\sum_{v \in V_p} x_{av} \geq Y_{pa}, \quad a \in A, \quad v < V, \quad p < P \quad (2)$$

其中： $Y_{pa}$  是阶段  $p$  对某种保障小组的最小需求量， $V_p$  表示属于该阶段的保障区域的集合。

对总体过程来说，则要选择保障需求最大的那个阶段的最小需要量作为约束：

$$\sum_{p \in P} \sum_{v \in V_p} x_{av} \geq \text{Max}(Y_{pa}), \quad a \in A, \quad v < V, \quad p < P \quad (3)$$

#### 3.2 整变量弱约束分析

对于有些保障小组，比如巡回保障组，战时可能会到各个保障区域，比如伴随保障组，可能伴随整个过程。这说明存在力量的重合性，但也显示了某些保障小组的特殊性和重要性。因此，在部署上要体现柔性，可以通过弱约束来反映。主要体现在部署的顺序上，首先应满足第一优先部署，即一线前进伴随保障的力量，可简化为对应突击上陆阶段的保障区域要尽可能多的部署力量。如可满足约束：

$$\sum_{a \in A} x_{av} = M_v, \quad v \in V_1 \cap V_2 \cap V_3 \quad (4)$$

其中， $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$  是指与某阶段对应的阶段内所有区域的集合。

其次，满足第二优先部署，即海上二线中继支援保障的力量也应达到一定程度。如可以加上决策

层满意的比例系数  $u$  来给出弱约束范围：

$$uM_v \leq \sum_{a \in A} x_{av} \leq M_v$$
$$v \in \{V_1 \cap V_2\} \cup \{V_1 \cap V_3\} \cup \{V_2 \cap V_3\} \quad (5)$$

#### 3.3 逻辑约束分析

由于保障小组是以保障装备作为保障平台的，根据船艇部队保障装备的性能、战术技术指标等情况，保障装备到达的区域就受到限制，因而存在可以进入和不可以进入的逻辑关系约束。

可以进入和不可以进入的逻辑关系约束 (6)

根据船艇编队不同输送阶段对保障力量的需求，装载上船阶段主要是以岸基保障为主，可以依托后方保障基地或码头进行定点保障，也可以依托通用装备保障力量或以车辆为载体配置船艇相关保障设备器材和人员进行一定的机动巡回保障；但到了海上航渡阶段，这些力量载体一般就不可以进入，依托海上浮动平台或浮船坞等保障载体进行保障的力量就可以进入，依托修理工程船进行伴随、机动或巡回的保障力量也可以进入；到了突击上陆阶段，依托海上浮动平台或浮船坞等保障装备进行保障的力量又不可以进入了。约束模型如下：

以岸基固定保障为主的阶段；对应于本阶段部署的区域：

以部署岸基保障组为主 (7)

以中继支援保障为主的阶段；对应于本阶段部署的区域：

以部署机动、巡回保障组为主 (8)

以前进伴随保障为主的阶段；对应于本阶段部署的区域：

以部署伴随、机动保障组为主 (9)

总之，战时根据不同阶段对保障力量需求的不同变化，则部署的约束也会发生变化。

以上 9 个约束构成了未来近岸岛屿联合作战船艇装备保障力量部署的主要约束，满足以上约束的部署基本可满足保障力量部署的基本原则和要求。

### 4 结束语

该方法对战时进行船艇装备保障力量的部署与调整具有指导和参考作用。力量部署是十分复杂的系统工程，还需要根据模型设计部署系统，并通过相关实例分析验证和完善。

(上接第 60 页)

### 参考文献:

- [1] 李东俊, 徐卫兵, 朱作勤. 适应船艇使命任务调整加快船艇装备发展和装备保障转型步伐[J]. 陆军船艇, 2004, 20(1): 21-23.
- [2] 孙代方, 吴水仁. 适应形势任务变化, 着眼未来实战需要, 全面加强船艇部队应急输送保障能力建设[J]. 陆军船艇, 2007, 23(5): 11-13.
- [3] 张北忠, 陈建胜. 适应形势任务需要, 着眼实战, 扎实推进船艇部队任务转变[J]. 陆军船艇, 2007, 23(5): 22-24.
- [4] 任兆瑞, 龚传信, 樊延平. 岛上城市进攻作战装备保障面临的问题及对策[J]. 装备指挥技术学院学报, 2004, 15(6): 29-32.
- [5] 余高达, 黄成林. 战役装备保障学[M]. 北京: 国防大学出版社, 2002: 119-123.
- [6] Kim Marriott, Peter J. Stuckey. Programming with Constraints: An Introduction [C]. Massachusetts: The MIT Press, 2000.
- [7] Dorit S, Hochbaum. Approximation Algorithms for NP-Hard Problem[C]. Boston: PWS Publishing Company, 1997.
- [8] Philippe Baptiste, Claude Le Pape, Wim Nuijten. Constraint-Based Scheduling: Applying Constraint Programming to Scheduling Problem[C]. Switzerland: Springer, 2001.