

doi: 10.7690/bgzdh.2022.02.003

体系防御能力分析方法

李国君, 顾冲昊

(中国人民解放军 92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘要: 为提升体系对抗背景下军事能力, 根据体系防御特点探讨根据兵力构成按照由系统至平台到体系的防御能力分析方法, 建立基于防御能力和能力权重的体系防御能力数学模型, 通过典型算例给出体系防御计算结果。仿真结果表明, 该方法具有较强的适用性和较好的可操作性。

关键词: 体系作战; 防御能力; 能力权重

中图分类号: TJ99 **文献标志码:** A

Analysis Method of System of System Defense Capability

Li Guojun, Gu Chonghao

(No. 92941 Unit of PLA, Huludao 125001, China)

Abstract: In order to enhance the military capability under the background of system of systems combat (SoS combat), according to the characteristics of system of systems defense, the analysis method of defense capability from system to platform to system of systems is discussed according to the force composition, and the mathematical model of system defense capability based on defense capability and capability weight is established, and the calculation results of system defense are given through a typical example. The simulation results show that the method has strong applicability and good operability.

Keywords: SoS combat; defense ability; ability weight

0 引言

在信息化作战条件下, 仅依靠单一兵种完成作战任务是不可能的。马赛克战、分布式作战、无人机集群作战等新型作战概念改变了人们对以往战争模式、战争形态的认知。由陆、海、空、天、电磁等构成的体系作战能力分析一直是军事学研究的热点。作为体系作战能力的重要组成部分, 体系防御能力分析主要包括 ADC 方法、层次分析法、灰色关联分析法等^[1-2]。这些方法建立的分析层次结构较为简单, 在针对系统级、平台级能力评估时较为成熟, 但应用到体系防御能力分析中存在可操作性差、置信度低、难以反映体系防御实际能力等问题。

笔者主要基于海环境背景下体系防御能力分析问题^[3], 根据作战体系构成将作战兵力由顶层向底层进行分解, 将体系防御能力表征为平台和系统防御能力并赋以相应的能力权重, 按照由系统至平台到体系过程分析体系防御能力。

1 体系防御能力表征方法

体系防御能力是体系作战能力的重要组成部分

分。体系作战针对成系统、成建制的武器装备, 综合运用多种方法手段构建体系作战环境, 以作战行动为主线实现装备体系作战运用。一般来说, 体系作战能力都可看作是由信息、打击、防御、机动和保障 5 种基本作战能力按一定的方式共同实现^[4]。

在由空基、海基和岸基平台构建的防御体系中, 不同作战平台根据作战任务构建远、中、近梯次防御体系^[5-9], 根据不同协同方式实现对来袭目标的有效拦截, 体系防御能力由各平台能力权重和防御能力 2 个参数表征, 根据平台作战能力的不同赋以不同的平台能力权重; 平台防御能力由平台内各系统能力权重和防御能力 2 个参数表征, 系统能力权重表征方法与平台能力权重表征方法相同, 均采用专家打分法给出, 系统防御能力由实际有效拦截来袭目标数量与总拦截数量比值表征。相对传统方法, 该方法具有良好的可操作性和适用性, 同时大幅减小各平台间的耦合关系, 并间接反映人为因素在 OODA 作战链路中所发挥的作用^[10]。

2 体系防御能力结构层次分析

在由空基、海基和岸基平台构建的防御体系中, 不同兵力构建远、中、近防御火力梯次, 空基兵力

收稿日期: 2021-11-26; 修回日期: 2021-12-28

作者简介: 李国君(1978—), 男, 吉林人, 硕士, 高级工程师, 从事导弹武器系统相关研究。E-mail: caifbi2008@163.com。

包括预警机和作战飞机，海基兵力包括 2 艘水面舰艇，岸基兵力包括防空武器系统和电子对抗装备。空基兵力中预警机担负作战飞机引导任务，作战飞机对来袭目标进行硬拦截；海基兵力包括 2 艘水面舰艇，分别为 A 舰和 B 舰，A 舰包括 A1 防空武器

和 A2 电子对抗装备，B 舰包括 B1、B2 防空武器和 B3 电子对抗装备；岸基兵力包括 C1、C2 防空武器和 C3 电子对抗装备，各型防空武器和电子对抗装备对来袭目标进行硬拦截和软杀伤，体系防御兵力构成如图 1 所示。

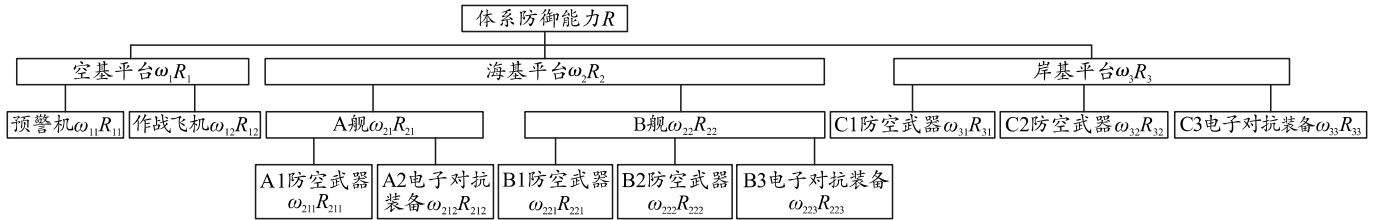


图 1 体系防御兵力构成

上图中体系防御能力表征为空基、海基和岸基平台防御能力之和，并赋以不同的平台能力权重。空基平台、海基平台(含 A 舰和 B 舰平台)及岸基平台内各系统构成整个体系防御各级节点，体系防御节点分布如图 2 所示。

机实际有效拦截来袭目标数量与作战飞机总拦截数量比，空基平台防御能力可表示为：

$$R_1 = \omega_{11}R_{11} + \omega_{12}R_{12} \tag{2}$$

式中： R_1 为空基平台防御能力； R_{11} 为预警机系统防御能力； R_{12} 为作战飞机系统防御能力； ω_{11} 为预警机系统能力权重； ω_{12} 为作战飞机系统能力权重。

海基平台防御能力由 A 舰、B 舰平台能力权重和相应平台防御能力表征。A 舰和 B 舰的舰平台能力权重由专家打分法给出，A 舰、B 舰平台能力权重之和为 1，A 舰、B 舰平台防御能力采用归一化分析方法，A 舰、B 舰平台防御能力数值为 0~1，海基平台防御能力可表示为：

$$R_2 = \omega_{21}R_{21} + \omega_{22}R_{22} \tag{3}$$

式中： R_2 为海基平台防御能力； R_{21} 为 A 舰平台防御能力； R_{22} 为 B 舰平台防御能力； ω_{21} 为 A 舰平台能力权重； ω_{22} 为 B 舰平台能力权重。

A 舰平台防御能力由系统能力权重和系统防御能力 2 个参数表征，A 舰 A1 防空武器和 A2 电子对抗装备系统能力权重由专家打分法给出，两型系统能力权重之和为 1，A 舰两型装备系统防御能力为各自实际有效拦截来袭目标数量与总拦截数量比，A 舰平台防御能力可表示为：

$$R_{21} = \omega_{211}R_{211} + \omega_{212}R_{212} \tag{4}$$

式中： R_{211} 为 A 舰 A1 防空武器系统防御能力； R_{212} 为 A 舰 A2 电子对抗装备系统防御能力； ω_{211} 为 A 舰 A1 防空武器系统能力权重； ω_{212} 为 A 舰 A2 电子对抗装备系统能力权重。

B 舰平台防御能力包括系统能力权重和系统防御能力 2 个参数，B 舰 B1、B2 防空武器和 B3 电子对抗装备系统能力权重由专家打分法给出，能力权重之和为 1，B 舰三型装备防御能力为各自实际有效拦截来袭目标数量与总拦截数量比，B 舰平台防

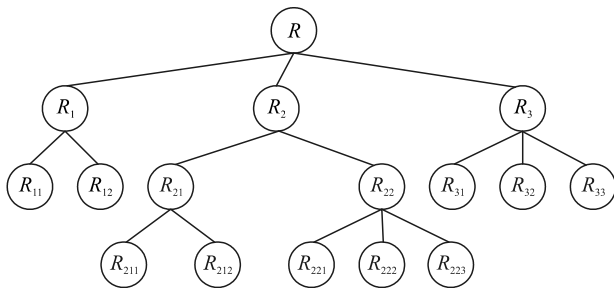


图 2 体系防御各级节点分布

上图中，体系防御能力分解为空基平台防御能力、海基平台防御能力和岸基平台防御能力加权之和，表示为：

$$R = \omega_1R_1 + \omega_2R_2 + \omega_3R_3 \tag{1}$$

式中： R 为体系防御能力； R_1 为空基平台防御能力； R_2 为海基平台防御能力； R_3 为岸基平台防御能力； ω_1 为空基平台能力权重； ω_2 为海基平台能力权重； ω_3 为岸基平台能力权重。

体系防御能力由各平台能力权重和平台防御能力 2 个参数表征。不同平台兵力配备、兵力规模和装备作战能力存在不同，平台能力权重由专家打分法给出，空基、海基和岸基兵力的平台能力权重之和为 1，平台防御能力采用归一化分析方法，平台防御能力数值为 0~1。

空基平台防御能力由系统能力权重和系统防御能力 2 个参数表征，预警机和作战飞机作战任务、作战能力存在不同，预警机和作战飞机系统能力权重由专家打分法给出，系统能力权重之和为 1，预警机和作战飞机系统防御能力相同，其值为作战飞

御能力可表示为：

$$R_{22}=\omega_{221}R_{221}+\omega_{222}R_{222}+\omega_{223}R_{223} \quad (5)$$

式中： R_{221} 为 B 舰 B1 防空武器系统防御能力； R_{222} 为 B 舰 B2 防空武器系统防御能力； R_{223} 为 B 舰 B3 电子对抗装备系统防御能力； ω_{221} 为 B 舰 B1 防空武器系统能力权重； ω_{222} 为 B 舰 B2 防空武器系统能力权重； ω_{223} 为 B 舰 B3 电子对抗装备系统能力权重。

岸基平台防御能力由系统能力权重和系统防御能力 2 个参数表征，C1 防空武器、C2 防空武器和 C3 电子对抗装备系统能力权重由专家打分法给出，三型系统能力权重之和为 1，岸基兵力三型武器系统防御能力为各自实际有效拦截来袭目标数量与总拦截数量比，岸基平台防御能力可表示为：

$$R_3=\omega_{31}R_{31}+\omega_{32}R_{32}+\omega_{33}R_{33} \quad (6)$$

式中： R_3 为岸基平台防御能力； R_{31} 为 C1 防空武器系统防御能力； R_{32} 为 C2 防空武器系统防御能力； R_{33} 为 C3 电子对抗装备防御能力； ω_{31} 为 C1 防空武器系统能力权重； ω_{32} 为 C2 防空武器系统能力权重； ω_{33} 为 C3 电子对抗装备系统能力权重。

表 1 能力权重和防御能力取值表

序号	平台	类别	平台能力权重	系统能力权重	系统防御能力	
1	空基平台	预警机	0.4(ω_1)	0.4(ω_{11})	0.6(R_{11})	
		作战飞机		0.6(ω_{12})	0.6(R_{12})	
2	海基平台	A 舰	0.4(ω_{21})	A1 防空武器	0.8(ω_{211})	1.0(R_{211})
		A2 电子对抗装备		0.2(ω_{212})	1.0(R_{212})	
		B 舰	0.6(ω_{22})	B1 防空武器	0.3(ω_{221})	0.5(R_{221})
		B2 防空武器		0.5(ω_{222})	1.0(R_{222})	
		B3 电子对抗装备		0.2(ω_{223})	0.5(R_{223})	
3	岸基平台	C1 防空武器	0.2(ω_3)	0.3(ω_{31})	0.5(R_{31})	
		C2 防空武器		0.6(ω_{32})	1.0(R_{32})	
		C3 电子对抗装备		0.1(ω_{33})	0(R_{33})	

根据上表给出的能力权重和防御能力取值，按照体系防御能力计算过程，可得体系防御能力计算结果为 0.73。

3.2 体系防御能力影响因素分析

在式(1)–(6)中，体系防御能力中平台和系统能力权重均由专家打分法给出，存在一定的不确定性，但系统能力权重要经平台能力权重加权表征体系防御能力，其影响要小于平台能力权重对防御能力影响；因此，重点分析平台能力权重变化对体系防御能力的影响。 R_1 、 R_2 和 R_3 按照表 1 取值， ω_2 用 $(1-\omega_1-\omega_2)$ 表示，式(1)可化简为

$$R=0.75-0.15\omega_1+0.1\omega_2 \quad (7)$$

体系防御能力 R 随平台能力权重 ω_1 和 ω_2 变化

3 体系防御能力仿真分析

3.1 体系防御能力计算过程

在计算体系防御能力时，体系防御能力采用归一化分析，最大防御能力为 1，最小防御能力为 0。体系防御能力计算过程如下：

1) 采用专家打分法给出平台内各系统能力权重，系统防御能力由实际有效拦截来袭目标数量与总拦截数量比值表征；

2) 根据空基平台和岸基平台中各系统能力权重和系统防御能力，利用式(2)和(6)，得到空基和岸基平台的防御能力；

3) 根据海基平台中各系统能力权重和系统防御能力，利用式(4)和(5)，得到 A 舰和 B 舰平台防御能力，根据 2 个平台能力权重，利用式(3)，得到海基平台防御能力；

4) 采用专家打分法给出平台能力权重，根据各平台防御能力，利用式(1)得到体系防御能力分析结果。

假设某场景下各平台能力权重、平台内各系统能力权重和系统防御能力取值如表 1 所示。

情况如图 3 所示。

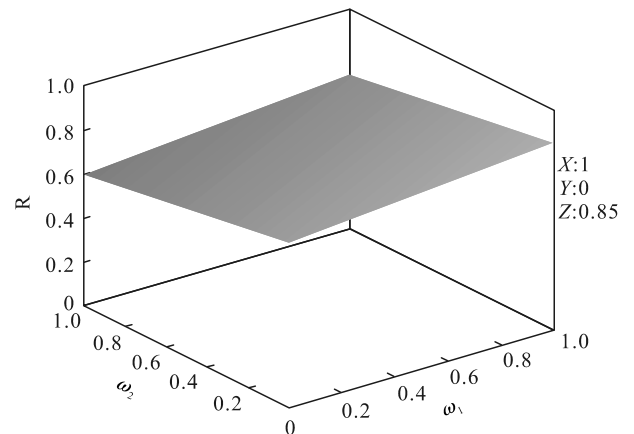


图 3 体系防御能力随权重变化情况