

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.02.019

综合电子对抗系统作战能力评估

黄希利, 杜红梅

(装备指挥技术学院 试验指挥系, 北京 101416)

摘要: 针对综合电子对抗系统的作战能力评估问题, 结合其组成及作战流程, 建立了综合电子对抗系统作战能力评价指标体系。基于指标体系中不同的上下层指标间的关系, 给出了两种不同的聚合模型。利用该模型分析了综合电子对抗系统作战能力评价指标体系中各层指标间的聚合关系, 得到了综合电子对抗系统的作战能力评估模型。其评估结果可为综合电子对抗系统合理配置和有效使用提供参考。

关键词: 综合电子对抗系统; 作战能力; 指标体系; 聚合模型

中图分类号: TN97 **文献标识码:** A

Evaluation of Combat Capability for Integrated Electronic Warfare System

HUANG Xi-li, DU Hong-mei

(Dept. of Testing & Command, Institute of Command & Technology of Equipment, Beijing 101416, China)

Abstract: Aiming at the evaluation problem of combat capability for integrated electronic warfare system, established the index system of evaluation problem for combat capability of integrated electronic warfare system through the structure and combat flow. According to the relationship between indexes of upper and lower layers, two kinds of models for index aggregation are given. Aggregation relationship of each index of combat capability for integrated electronic warfare system's index system is analyzed, evaluation model of combat capability for integrated electronic warfare system is obtained. The result can give a reference to collocating and using of the integrated electronic warfare system.

Keywords: Integrated electronic warfare system; Combat capability; Index system; Aggregation model

0 引言

综合电子对抗系统指在计算机控制下, 把多个不同类型、不同频段、不同用途的电子对抗装备集成在一起, 构成具有多种作战功能的电子对抗系统。其特点: 突出系统的综合设计、信息资源的综合利用和电子对抗资源的综合控制与管理, 实现多种功能综合化, 具有电子侦察、电子进攻和电子防御等多种作战能力^[1]。故在探讨信息战下, 对综合电子对抗系统应具备的作战能力要素及评估进行研究。

1 作战能力与作战效能

作战能力和作战效能是既有联系又有区别的概念。作战能力是指武器装备为执行作战任务应具有潜力, 是相对静态的概念; 作战效能是在特定条件下, 武器装备被用来执行特定作战任务所能达到预期目标的有效程度, 是动态的概念^[2]。故作战能力是系统固有的属性, 由系统的质量特性(性能参数/战技指标、可靠性、维修性等)决定, 与作战过程无关; 而作战效能不但与装备的质量特性、数量有关, 而且与作战编配和在作战中的实际运用有关。

评估综合电子对抗系统的作战能力是指指挥员作战决策的重要内容, 它关系到对装备的正确使用,

以最大限度地发挥综合电子对抗系统的作战效能。

2 综合电子对抗系统概述

综合电子对抗系统的体系结构如图 1。

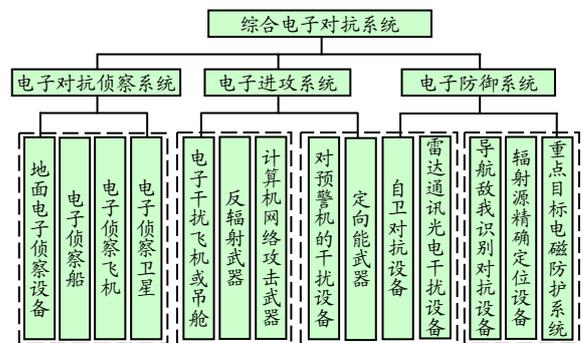


图 1 综合电子对抗系统的体系结构图

综合电子对抗系统是集成情报侦察、电子防卫、电子攻击为一体的综合性电子对抗系统, 主要包括雷达对抗、通信对抗、光电对抗 3 个方面。

在情报侦察中, 综合电子对抗系统应用陆、海、空、天、媒体(各种网络)多平台电子情报侦查系统, 构成一体化的电子情报侦察体系。这些电子侦查系统, 综合调度、配置、侦查空域(地域、海域、网络空间)相互覆盖、频段相互交迭, 侦查所得的情报、信息相互交边、补充, 并进行综合、相关、

收稿日期: 2009-09-02; 修回日期: 2009-10-15

基金项目: 武器装备军内科研项目, 装司(2007)401 号

作者简介: 黄希利(1972-), 女, 陕西人, 副教授, 硕士, 从事综合评价、小子样技术研究。

滤波、融合, 以构成高层次、高可信度、高质量的电子情报资源。该全方位、多层次、立体化的综合电子侦查系统构成严密的监视网, 进行长期、不间断的侦察和监视, 为信息战提供情报资源。

在电子防卫中, 综合电子对抗系统利用对预警机的干扰系统、对敌空中攻击轰炸编队通信/导航/敌我识别干扰系统、对大功率电子干扰飞机、空中预警飞机及攻击轰炸雷达辐射源的无源定位和辅助攻击系统, 对雷达/红外/激光制导导弹/炸弹进行干扰和欺骗的重点目标防护系统, 对信息攻击系统构成全方位、多层次、多手段的电子防卫系统, 并与常规防空系统中的雷达探测网、作战指挥网、防空导弹网及防空歼击机群相互交连、协调、补充, 构成具有很强的抗电子干扰、抗反辐射攻击、抗低空突防、抗隐身武器突防的新防空体系。

在电子攻击中, 综合电子对抗系统可利用大功率专用电子干扰飞机、专用电子干扰吊舱、反辐射武器系统, 地一地电子干扰系统, 非杀伤性武器系统以及各种攻击平台(飞机、舰船、坦克等)上的电子干扰系统, 构成一个软/硬性杀伤/非杀伤性相结合、有源/无源干扰相结合、压欺/压制干扰相结合、雷达/通信/导航/敌我识别/武器制导/网络对抗相结合的高强度、综合性的电子攻击力量。在进攻时, 对敌雷达网、通信网、作战指挥网、导弹网进行干扰和压制破坏, 以保证在军事信息战和作战信息战中, 在关键时刻、关键地域构成局部电子优势。

3 综合电子对抗系统作战能力指标体系

遵循指标体系建立的原则, 可建立综合电子对抗系统作战能力评估指标体系结构如图 2。

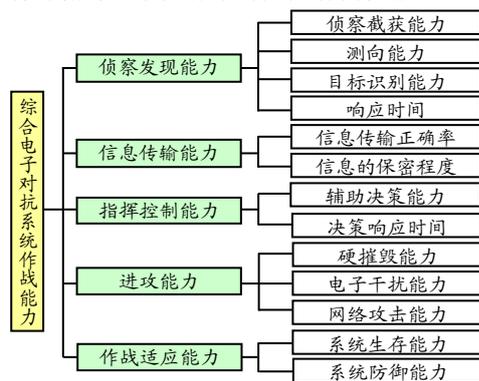


图 2 综合电子对抗系统作战能力指标体系

4 综合电子对抗系统作战能力评估模型

4.1 指标权重的计算

由于各指标对作战能力的影响和作用不同, 故对下层各指标要赋予不同的权重。考虑到一般的层

次分析法法(analytic hierarchy process, AHP)^[3]需要两次检验一致性, 实际中都凭着大致的估计来调整判断矩阵, 有时需经过多次调整才能通过一致性检验。为解决此问题, 可利用最优传递矩阵的概念对 AHP 改进, 使之自然满足一致性要求, 直接求出权重值^[4]。采用改进 AHP 法计算权重, 步骤如下:

1) 建立判断矩阵 $W_0 = (W_0_{ij})_{n \times n}$, 同一般的 AHP 方法;

2) 进行对数变换 $w_{ij} = \ln w_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, n)$, 把 W_0 变换成反对称阵 W_1 ;

3) 进行变换 $w_{2ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (w_{ik} - w_{jk})$, $(i, j = 1, 2, \dots, n)$ 求 W_1 的最优传递矩阵 W_2 ;

4) 变换 $W^* = e^{W_2}$, 求 W_0 的拟优一致阵 W^* ;

5) 用方根法计算矩阵 W^* 的特征向量:

$$w_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n w_{ij}^*}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n w_{ij}^*}}$$

指标值的归一化处理。

4.2 指标聚合模型

对综合电子对抗系统, 子系统与系统的功能、作战任务呈现出层次性, 系统的作战能力也呈现出层次性, 同时, 系统的作战能力可由子系统的作战能力以及装备的性能参数/战技指标聚合。作战能力指标体系呈现出多层次结构, 任一层次的作战能力由其多个下层能力(性能参数/战技指标)聚合而成。

考虑到上层指标与下层指标间的关系, 对上层指标, 每个下层指标均与上层指标有密切关系, 缺一不可, 任何下层指标性能很差都会导致上层指标性能很差, 对这类关系采用甲类模型; 还有一些上层指标, 下层指标与上层指标间有一定关系, 但并非缺一不可, 下层指标性能很差不会导致上层指标性能很差, 对于这类关系采用乙类模型来描述。

$$\text{甲类模型: } \bar{y} = \prod_{i=1}^m \sqrt[n]{(1 + x_i)^{m w_i} - 1}$$

$$\text{乙类模型: } \bar{y} = \sum_{i=1}^m w_i x_i$$

式中: \bar{y} 为某一上层指标; x_i 为构成该指标的第 i 个下层指标; w_i 为构成该指标的第 i 个下层指标的权重系数。

(下转第 73 页)

量数据间或测量数据与系统已有知识之间的互联关系, 一次性或分多次向导航系统全局性空间投影, 形成系统的状态估计, 得到更全面、可靠的导航信息。实验证明, 将组合导航技术用于无人机动平台, 其性能良好, 能满足无人机动平台的导航需要。

参考文献:

[1] 曹建平, 周恒军. 现代战争给通信对抗带来的思考[J]. 海军航空工程学院学报, 2000, 15(9): 387-388.
 [2] 李鸣. 航空工程手册:航电综合类[M]. 北京: 航空工业出版社, 2001.
 [3] Ching-Chih Tsai, Hung-Hsing Lin, Szu-Wei Lai.

Multisensor 3D Posture Determination of a Mobile Robot Using Inertial and Ultrasonic Sensors[J]. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 2005, 42(2): 317-335.
 [4] Carlson EA, Beraducci M P. Federated Kalman filter Simulation Results [J] Navigation, 1994, 41(3): 297-321
 [5] Fernando Lizarralde, Nunes Eduardo V L, Liu Hsu, Wen J T. Mobile Robot Navigation using Sensor Fusion[J]. Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation, 2003, 17(6): 458-463.
 [6] Atanas Georgiev, Allen P K. Localization Methods for a Mobile Robot in Urban Environments. IEEE transactions on robotics, 2004, 20(5): 851-864.
 [7] 宋国栋. 移动机器人组合导航系统设计与应用的研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2006: 15-21.

(上接第 59 页)

4.3 综合电子对抗系统作战能力评估模型

根据综合电子对抗系统基本作战模式, 系统的作战能力与每个子系统均有密切关系, 任何一个子系统的作战能力差都会影响到整个系统。因此, 综合电子对抗系统的作战能力由侦察发现能力 U_1 、信息传输能力 U_2 、指挥控制能力 U_3 、进攻能力 U_4 、和作战适应能力 U_5 以甲类模型聚合, w_i 为构成该指标的第 i 个下层指标 U_i 的权重系数:

$$U = \prod_{i=1}^5 \sqrt[5]{(1+U_i)^{5w_i}} - 1$$

基于图 2 的综合电子对抗系统作战能力评估指标体系与作战任务, 二级指标以如下思路进行聚合: 侦察发现能力、信息传输能力和指挥控制能力均由对应三级指标以甲类模型聚合, 进攻能力和作战适应能力由对应三级指标以乙类模型聚合。以电子对抗系统的性能参数/战技指标的取值作为底层输入, 可

逐层计算各级上层指标值。直至计算到最顶层, 得出综合电子对抗系统作战能力的最终评估值。

5 结束语

该研究只考虑了 2 种模型, 还不能完全地反映客观实际。接下来, 将进一步研究综合电子对抗系统的作战机理, 以提炼出更多的指标聚合模型。

参考文献:

[1] 汪致远, 童志鹏. 现代武器装备知识丛书, 电子战和信息战技术与装备[M]. 北京: 原子能出版社、航空工业出版社、兵器工业出版社, 2003: 28-68.
 [2] 罗鹏程, 傅攀峰, 周经伦. 武器装备体系作战能力评估框架[J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(1): 72-75.
 [3] 赵焕臣. 层次分析法[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
 [4] 陈健, 张锡恩, 李忠民, 等. 导弹装备权重计算方法选取研究[J]. 火力与指挥控制, 2005, 30(增刊): 43-45.
 [5] 宋道军, 张安. 空袭突防作战中雷达对抗作战效能评估研究[J]. 弹箭与制导学报, 2005, 125(4): 991-993.
 [6] 李智生, 李钊. 基于随机服务系统的雷达对抗效能评估[J]. 无线电工程, 2006, 36(11): 56-58.

(上接第 66 页)

参考文献:

[1] D.G.Kallgren, J-W Smaal, M.Gerbrands, M.Andriess. An Architecture for Internet Protocol over HF: Allied High-Frequency Wide-Area Networking using STANAG 5066 [R]. NC3A, Netherlands: NATO/PFP UNCLASSIFIED-APPROVED FOR INTERNET TRANSMISSION (RTO-IST-054), IEEE Military Communication Conference,2005.
 [2] NATO Standardization Agreement 5066: Profile for High Frequency (HF) Radio Data Communications, version 1.2, NATO Standardization Activity reference 0114-C3/5066, 27 January 2004.
 [3] 王金龙, 王呈贵, 吴启晖, 等. Ad Hoc 移动无线网络[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.
 [4] Jacquet P., Muhlethaler P., Clausen T. et al. Optimized link

state routing protocol for ad hoc networks[C]. In: Proceedings of the 2001 International Multi-Topic Conference (IEEE INMIC 2001). Lahore, Pakistan: IEEE, 2001: 62-68.
 [5] Johnson DB, Maltz DA, Broch J. DSR: The dynamic source routing protocol for multiple wireless ad hoc networks[C]. USA: Addison-Wesley, Ad Hoc Networking, 2001: 139-172.
 [6] W. Richard Stevens. TCP/IP Illustrated Volume 1: The Protocols[M]. 范建华, 等. 译. 北京: 机械工业出版社, 2000.
 [7] B.Crow et al. Investigation of the IEEE 802.11 Medium Access Control (MAC) Sublayer Functions[C]. Kobe, Japan: Proc. INFOCOM 97, 1997(4):126-133.
 [8] E.E. Johnson, et al. Routing in HF Ad-Hoc WANs[C]. Monterey, Canada: Proceedings of MILCOM 2004, 2004: 1040-1046.