

指挥信息系统指标体系划分方法综述

董亚卓, 詹武, 常歌, 郭颖辉
(中国人民解放军91655部队, 北京 100036)

摘要: 构建指挥信息系统评价指标体系, 实现对指挥信息系统的度量与测算, 是贯穿指挥信息系统建设全生命周期的重要工作。当前有很多对指挥信息系统指标体系的划分方法, 其特点、适用范围和得出的结论各不相同, 本文综合分析了当前普遍采用的3种指标体系划分方法, 即面向能力、面向过程和面向质量等方法, 并对3种划分方法进行了详细说明和综合对比分析, 给出了各方法的优缺点和适用范围, 并在此基础上, 综合运用这3种方法, 提出了指挥信息系统指标体系总体结构。

关键词: 指挥信息系统; 指标体系; 效能评估

中图分类号: V271.4; TP302.1 文献标志码: A 文章编号: 1671-637X(2014)01-0050-05

A Survey on Partitioning Method of C⁴ISR Index System

DONG Ya-zhuo, ZHAN Wu, CHANG Ge, GUO Ying-hui
(No. 91655 Unit of PLA, Beijing 100036, China)

Abstract: The establishment of an evaluating index system for C⁴ISR to realize system effectiveness evaluation is very important during in the whole life cycle of C⁴ISR construction. There are a lot of partitioning methods for the index system, and their characteristics, applicable ranges and conclusions are all different. In this paper, three partitioning methods of ability oriented, course oriented and quality oriented, are analyzed. The advantages, disadvantages and applicable ranges of each method are presented. An index system architecture of C⁴ISR is given by using the three methods synthetically.

Key words: C⁴ISR; index system; effectiveness evaluation

0 引言

建设指挥信息系统是一项耗资巨大、周期很长的大型信息系统工程。如何在经费较少的条件下, 优先选择应重点发展的技术方向和项目? 如何协调系统的各项性能指标以满足未来军事任务的需要? 如何在一定的经费限制下, 选择最优的系统设计方案? 度量什么因素才能鉴别评价这些系统方案? 这些问题都关系到建成后的指挥信息系统能否适应未来作战的需要, 是研究、设计、测试和运用指挥信息系统必须回答的问题。构建指挥信息系统评价指标体系, 实现对指挥信息系统的度量与测算, 是解决这些问题的有效途径^[1-2]。

当前, 对指挥信息系统指标体系的划分众说纷纭,

指挥信息系统作为一个复杂巨系统, 根据研究角度、研究目标、侧重点不同, 有多种指标划分方法, 当前使用最多的主要有3种, 即面向能力、面向过程和面向质量的方法。3种方法各有特点, 其适用范围、关注重点和得出的结论各不相同。本文将在对这3种方法充分阐述的基础上, 对其进行综合对比分析, 以便于在构建指挥信息系统指标体系过程中, 根据不同层次的指标的不同需求, 合理使用这3种划分方法, 以达到更好的分析效果。

1 3种划分方法的对比分析

1.1 面向能力的划分方法

从能力的角度划分, 将指挥信息系统划分为5个组成部分, 即指挥控制系统、侦察预警系统(包括情报侦察系统和预警探测系统两部分)、军事通信系统、电子对抗系统和综合保障系统^[3]。

1) 指挥控制系统。

指挥控制系统是军队各级各类指挥所内的自动化系统, 既可指单一指挥所, 也可指建制系列指挥所系

统。它是实现指挥所各项作战业务和指挥控制手段自动化的信息系统,是指挥信息系统的核心,在作战过程中辅助指挥员对部队和主战兵器实施指挥控制。指挥控制系统按指挥所级别可以分为战略级、战役级和战术级指挥控制系统,按指挥所类型可分为单一军兵种、多兵种合成和多军(兵)/多国联合作战指挥所系统。指挥控制系统的主要功能包括情报接收与处理、辅助决策、作战业务计算、作战模拟、作战指挥、模拟训练和安全防护。

2) 侦察预警系统。

侦察预警系统包括情报侦察系统和预警探测系统2个部分。

情报侦察系统由战略情报侦察系统、战役战术情报侦察系统、谍报人员情报侦察系统、人民群众情报搜集系统和电子战情报侦察系统等5大部分组成。其主要功能是搜集地方的兵力部署,武器装备及其类型、数量和战术技术性能等情报,以及地形、地貌、气象等资料,经过分析、处理形成综合情报,为军事行动和作战指挥提供决策依据。信息和情报的获取主要依靠卫星、预警机、侦察机、无人飞行器和各种传感器等情报侦察手段来提供。

预警探测系统更着重于对目标的实时探测,其探测信息实时用于指挥和控制。预警探测系统的监视对象是各种飞行器及海上船只等,其任务是探测、监视敌方各种目标的活动规律和动态情况,掌握敌对双方目标的分布态势,及时、准确地探测到任何威胁目标,迅速判断出目标的特性、种类等重要参数(如目标的位置坐标、航速、航向等),并做出威胁度判断。按作用划分,预警探测系统包括战略、战役和战术预警探测系统;按目标种类划分,预警探测系统包括防空、反导弹、防天、反舰(潜)和陆战等预警探测系统;按信息系统功能,预警探测系统包括传感器系统、信息处理系统和通信系统等。按传感器平台划分,预警探测系统包括陆基、海基、空基和天基预警探测系统^[4]。

3) 军事通信系统^[5]。

军事通信系统是指挥信息系统的“神经网络”,对夺取信息优势、打赢现代高技术战争发挥着至关重要的作用。军事通信系统由指挥控制、信息感知、信息对抗、综合信息保障及信息传送等功能系统组成。在军兵种联合、陆海空天多维空间战场一体作战环境下,通信系统应当具备如下技术能力:多层次、全方位、大纵深、立体覆盖能力;多网络无缝连接能力;高速、宽带信息传输与交换能力;话音、数据、图形、图像多业务的综合能力;互连、互通和互操作能力;全天候的可靠工作能力;通信与导航、识别、定位的多功能综合能力;通信

资源共享能力。

4) 电子对抗系统。

电子对抗系统是为完成特定的电子对抗任务,将若干不同功能的电子对抗设备有机地联结起来,组成协调一致工作的电子对抗侦察、进攻、防御系统。典型的电子对抗系统由侦察传感器、信号处理、显示控制、干扰执行和系统通信等5部分组成。电子对抗系统按用途可以分为通信对抗系统、雷达对抗系统、光电对抗系统和水声对抗系统等;按运载平台可分为地面电子信息对抗系统、舰载电子信息对抗系统、机载电子信息对抗系统和星载电子信息对抗系统;按战术用途可分为支援式电子信息对抗系统和自卫式电子信息对抗系统。

5) 综合保障系统。

综合保障系统采用先进的数据处理技术、网络技术和数据库技术,实现指挥控制功能与信息管理功能的有机结合,为指挥机构、作战部队、作战平台和武器系统提供海洋地理、水文、气象、电磁、水声等环境信息保障能力,提供信息安全防护、密码保密、信息资源开发利用等基础支撑能力,提供后勤保障、装备保障、政治工作等指挥控制与信息保障能力。综合保障信息系统主要包括军事测绘保障信息系统、军事气象保障信息系统、后勤保障信息系统、装备保障信息系统、工程保障信息系统、防化保障信息系统、运输保障信息系统和无线电频谱管理系统等。

1.2 面向过程的划分方法

从面向过程的角度,指挥信息系统按信息处理的流程可以划分为信息收集、信息处理、信息传输、信息显示、信息分发和信息安全等6个方面^[6-7]。

1) 信息收集。

信息收集是知己、知彼、知环境的基础和必要条件。信息收集主要包括情报侦察、预警探测、电子对抗、航海保障等部门收集的敌情、我情信息以及环境信息等。

2) 信息处理。

信息处理是指从获取情报到提供使用的整个工作过程,即将传感器采集到的原始信息,以一定的设备和手段,按照一定的目的和步骤进行加工(如包括密码破译、文字内涵情报和图像情报的整编、目标数据的融合处理、利用专家知识库进行情报的综合判证、去伪存真等),变换成便于观察、传递、分析或进一步处理的信息形式,最后输出各种有价值的情报。

3) 信息传输。

信息传输是利用立体空间构建的情报数据传输交换和信息处理网络,将海、陆、空、天侦察监视传感器获

得的原始信息,或经处理之后的情报信息发送到所需平台,使侦察监视传感器和情报处理系统直接与相关的指挥控制或武器控制系统连通,实现情报数据交换和情报资源共享,为指挥员提供统一、及时、准确、安全、保密的战场态势,以便迅速、正确地进行决策。

4) 信息显示。

信息显示是将战场情况信息、指挥信息等需要人机交互的信息以多种方式展示出来,信息显示清晰性、及时性、全面性、可理解性等指标对提高指挥员决策时效性和决策质量具有至关重要的作用。

5) 信息分发。

信息分发是按照规则将信息由上级指挥中心传递给下级指挥中心的过 程,信息分发功能要满足用户系统灵活接入的功能需求,控制使用权限,高效稳定分发,确保各级指挥中心能够及时按需获取目标综合态势信息、战场实时环境信息,同时,信息分发过程要能适应战时与平时、作战与训练、日常战备与应急任务等各种情况下各级指挥所关系的调整变化。

6) 信息安全。

各级指挥所、用户要能够采取多种安全保密措施,确保情报收集、传输、处理、分发全过程的信息保密、信息与系统的安全防护,防止信息被非法访问和窃取,阻止对信息传输网络的恶意攻击和破坏,确保各指挥信息系统安全、稳定、可靠、高效地运转。

1.3 面向质量的划分方法

从面向信息质量的角度,可以按照能力要求的基本内容划分,根据要求目标的不同,选择不同的质量指标,比较常用的有完整性、准确性、及时性、可靠性和安全性^[8-9]。

1) 完整(全面)性,指空间范围的完整性、手段的完整性、对象的完整性、适应条件的全面性等。

2) 准确(恰当)性,指方法的科学性,手段的合理性、时机的恰当性、结果的正确性等。

3) 及时(准时)性,指时间及时性。

4) 可靠(不间断)性,指信息(情报)的不间断性(包括信息的传输、获取及生成)等。

5) 安全(保密)性,即核心要素的安全(保密)性。

2 3种划分方法的分析比较

3种划分方法研究的角度、关注的重点不同,得出结论的适用范围也不尽相同。表1从划分体系、关注重点、特点和使用范围4个方面对3种方法进行分析比较。

1) 面向能力的划分方法。从能力实现的角度,将

指挥信息系统划分为多个功能模块,这种方法能够将指挥信息系统的功能与构成清晰地对应起来,能够明确反映系统的总体结构和功能组成。面向能力的划分方法将指挥信息系统这个复杂巨系统划分为多个子系统,将大问题拆分为多个小问题,从而便于对每个子系统进行分析评价,便于对整个大系统进行综合效能评估,便于系统拆分后集成。面向能力的划分方法是顶层评估和设计中常用的划分方法,其缺点在于跨多个功能域的综合指标需要单独考虑。

表 1 3种划分方法的分析比较

Table 1 Analysis and comparison of the three partitioning methods

划分体系	关注重点	特点	适用范围	
面向能力	指挥控制、侦察预警、军事通信、电子对抗和综合保障	刻画系统效能	将指挥信息系统的功能及其构成清晰地对应起来,能够明确反映系统的总体结构和功能组成,便于对系统进行综合评价;没有涵盖跨多个域的综合指标。	顶层系统指标规划,是一种专用于评价指挥信息系统的划分方法
面向过程	信息收集、信息处理、信息传输、信息显示、信息分发和信息安全	反映信息流程	沿着信息流动过程进行划分,考虑到了人机交互的因素,更人性化,符合人们的惯性思维,思考过程简单顺畅;对信息流动过程较为复杂的系统不适用	信息流动关系较为明确的具体系统,具有通用性
面向质量	完整性、准确性、及时性、可靠性、质量安全性等	反映信息质量	面向质量过程便于衡量系统的质量指标;质量指标选取困难。	具体子系统,具有很强的通用性

2) 面向过程的划分方法。按照信息流动过程对指挥信息系统进行功能划分,考虑到了人机交互的因素,因而针对实际系统的评测更具人性化的特点,同时,这一思维过程符合人们的惯性思维,因此,面向过程的划分方法是一种广泛采用的指标划分方法。这种方法能够清晰反映信息的流动过程,非常适合于对某一具体系统或子系统进行指标划分和效能评价,而对整个指挥信息系统这一庞大的复杂巨系统而言,因其信息流动过程非常复杂,同时随着“网络中心战”思想深入人心,信息流变得四通八达,要对信息流动过程进行划分,其边界已经不是特别清晰,因而,这种方法适合于对信息流动过程比较清晰固定的系统进行指标划分。

3) 面向质量的方法。该方法是一种普遍采用的指标划分方法,因为指挥信息系统在完成建设后,质量是设计者和部队使用单位共同关心的问题,从面向质量的角度出发,可以非常方便地衡量系统的质量指标,

方便系统评价。这种方法的缺点在于,当前有关面向质量的指标众说纷纭,除传统的完整性、准确性、及时性等指标之外,又有很多学者提出了诸如不确定性、多变性等指标,因此,对质量指标的选取是面向质量的划分方法在开展研究之前首要解决的难题。

表2 指挥信息系统指标体系层次结构

Table 2 The index system architecture of C⁴ISR

层次	指标类型	解释	指标	数据来源
四层	作战效能指标	顶层作战指挥员最关心的指标。	兵力倍增系数 战斗交换比改善量	一、二、三层的有关指标(兰彻斯特战斗理论、蒙特卡罗法)
三层	作战任务效能指标	具体的作战任务指挥员关心的指标。	精确打击 优势机动 全维防护	一、二层的性能和效能指标(Petri模型方法、ADC方法、PAU方法、PRD方法、SEA方法)
二层	系统能力指标	系统设计者和下层使用者关心的指标。反映了系统在一定环境里的功能发挥情况。	侦察预警支持能力 指挥控制支持能力 军事通信支持能力 电子对抗支持能力 综合保障支持能力 生存能力	一层相应分系统的性能指标(层次分析法、概率统计法、直接分析法、模糊数学法、系统动力学方法、网络计划分析法、状态空间分析法、灰色系统建模法、系统辨识方法)
一层	系统性能指标	底层系统设计者和使用者关心的指标。与环境无关,属于技术指标的范畴。	侦察预警分系统 指挥控制分系统 军事通信分系统 电子对抗分系统 综合保障分系统	专家评定法 试验统计法 解析法 作战模拟法

1) 作战效能指标。从抽象的作战层次上概括作战任务效能指标,反映系统对战争进程和结局的有利作用,可以从兵力倍增系数和战斗交换比改善量两个方面来衡量。

2) 作战任务效能指标。从作战任务层次反映系统对作战的影响,可以从精确打击能力、优势机动能力、全维防护能力3个方面来衡量。

3) 系统能力指标。反映了系统在一定环境里的功能发挥情况,可以从侦察预警支持能力、指挥控制支持能力、军事通信支持能力、电子对抗支持能力、综合保障支持能力和生存能力等6个方面来衡量。

4) 系统性能指标一般与环境无关,取决于系统部件或子系统本身的特性,属于技术指标的范畴,反映的是系统的某一属性。性能指标可以从侦察预警分系统、指挥控制分系统、军事通信分系统、电子对抗分系统和精确保障分系统等5个方面来衡量。

指标体系中的每一个指标都可以根据需要进一步分解,用更细化的指标来综合描述。

4 结束语

指挥信息系统是一个复杂的人机大系统,是多种信息系统的综合集成,具备多种功能,因此,其指标体系的划分随观察者所处的地位与观察角度的不同,产生了对问题的不同理解。本文从指标体系划分方法的角度综合对比分析了3种指标体系划分方法,即面向

3 指挥信息系统指标体系总体结构

将整个指挥信息系统的指标体系划分为四级层次结构:作战效能指标、作战任务效能指标、系统能力指标和系统性能指标^[10],如表2所示。

能力、面向过程和面向质量的划分方法。3种划分方法的关注重点、特点和适用范围各不相同。面向能力的划分方法适合于对整个指挥信息系统的划分;面向过程的划分方法适合于对信息流动过程比较清晰固定的系统进行指标划分;面向质量的划分方法便于衡量系统的各项性能指标,方便对系统进行效能评价。

参考文献

- [1] 杜勇,孟大彪.野战C³I系统生存能力研究[C]//军事系统工程理论创新与实践论文集,北京,2000.
DU Y, MENG D B. The research of system's survival ability for military affairs's C³I system[C]//The Military Affairs's System Engineering Theory Innovation and Practice Proceedings, Beijing, 2000.
- [2] 张庆捷,董树军.信息战指挥效能初探[C]//军事运筹学会论文集,北京,1998.
ZHANG Q J, DONG S J. Primary research of information war's command ability[C]//The Annual Meeting of Military Affairs's Operational Research, Beijing, 1998.
- [3] 童志鹏,刘兴.综合电子信息系统——现代战争的擎天柱[M].2版.北京:国防工业出版社,2008.
TONG Z P, LIU X. Compositive electronical information system[M]. 2nd ed. Beijing: National Defence Industry Press, 2008.
- [4] 李德毅,曾占平.发展中的指挥自动化[M].北京:解放军出版社,2004.

- LI D Y, ZENG Z P. The developing command automatization[M]. Beijing: Chinese People's Liberation Army Publish, 2004.
- [5] 张冬辰, 周吉, 吴巍, 等. 军事通信——信息化战争的神经系统[M]. 2 版. 北京: 国防工业出版社, 2008.
ZHANG D C, ZHOU J, WU W, et al. Military affairs communications—the nerve system of information-based war[M]. 2nd ed. Beijing: National Defense Industry Press, 2008.
- [6] ALBERTS D, GARSTKA J. 网络中心行动的基本原理及其度量[M]. 李耐和, 译. 北京: 国防工业出版社, 2007.
ALBERTS D, GARSTKA J. Translate by LI N H. The basal theory and measurement of the network central action[M]. Translated by LI N H. Beijing: National Defense Industry Press, 2007.
- [7] SMITH E A. 基于效果作战[M]. 郁军, 贲可荣, 译. 北京: 电子工业出版社, 2007.
SMITH E A. Effects based operations[M]. Translate by
- YU J, BEN K R. Beijing: Electronic Industry Press, 2007.
- [8] ALBERTS D S, HAYES R E. 信息时代军事变革与指挥控制[M]. 郁军, 朱建冲, 译. 北京: 电子工业出版社, 2005.
ALBERTS D S, HAYES R E. Military transformation, command and control in the information age[M]. Translated by YU J, ZHU J C. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005.
- [9] 任邵东. 空军机动式指挥自动化系统效能评估研究与实现[D]. 北京: 空军指挥学院, 1998.
REN S D. The efficiency evaluation and realization of air force self-propelled C⁴ISR[D]. Beijing: Air Force Command College, 1998.
- [10] 刘俊先. 指挥自动化系统效能评价的概念和方法研究[D]. 长沙: 国防科技大学, 2003.
LIU J X. Reasearch of the C⁴ISR system effectiveness evaluation's conception and method[D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2003.

(上接第 45 页)

2) 基于 UKF 推导了非线性系统的参数辨识的递推最大似然法, 对导弹的气动参数和导航参数进行了辨识, 仿真结果表明, 该方法收敛速度快、辨识精度高;

3) 采用 UKF 算法对导弹的状态进行滤波, 通过参数辨识的并行计算, 保证了在不完全信息下, 导弹状态滤波的精度。

参 考 文 献

- [1] 周宏仁. 机动目标跟踪[M]. 北京: 国防工业出版社, 1991.
ZHOU H R. Maneuvering target tracking[M]. Beijing: National Defence Industry Press, 1991.
- [2] 嵇成新, 许江湖, 陈康. 跟踪机动目标的多模型算法进展[J]. 系统工程与电子技术, 2003, 25(7): 882-885.
JI C X, XU J H, CHEN K. Development of multiple-model algorithm for tracking maneuvering target[J]. System Engineering and Electronics, 2003, 25(7): 882-885.
- [3] 孙松斌, 宋建梅, 张婧. 超低空拦截导弹武器系统的 UKF-IMM 目标跟踪算法[J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(10): 2367-2371.
SUN S B, SONG J M, ZHANG J. Target tracking algorithm of super-low altitude interceptors based on UKF-IMM[J]. Systems Engineering and Electronics, 2009, 31(10): 2367-2371.
- [4] LIN L, KIRUBARAJAN T, BAR-SHALOM Y. Pursuer identification and time-to-go estimation using passive measurements from an evader[J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2005, 41(1): 190-204.
- [5] 史忠科. 最优估计的计算方法[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
SHI Z K. Computational method for optimal estimation
- [M]. Beijing: Science Press, 2001.
- [6] 周获. 寻的导弹新型导引规律[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
ZHOU D. New guidance law for homing missile[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2002.
- [7] 钱杏芳, 林瑞雄, 赵亚楠. 导弹飞行力学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2000.
QIAN X F, LIN R X, ZHAO Y N. Missile flight aerodynamics[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2000.
- [8] 雷虎民. 导弹制导与控制原理[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
LEI H M. Theory of guidance and control for missile[M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2006.
- [9] 何斌, 张剑锋. 有源导弹逼近告警初步技术研究[J]. 电子信息对抗技术, 2008, 23(5): 39-42.
HE B, ZHANG J F. Technical research of active missile approach warning equipment[J]. Electronic Information Warfare Technology, 2008, 23(5): 39-42.
- [10] 梁彦, 潘泉, 杨峰, 等. 复杂系统的现代估计理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
LIANG Y, PAN Q, YANG F, et al. The modern estimation theory and application of complex system[M]. Beijing: Science Press, 2009.
- [11] 蔡金狮. 飞行器系统辨识[M]. 北京: 宇航出版社, 1995.
CAI J S. The system identification of flight vehicle[M]. Beijing: China Astronautic Publishing House, 1995.
- [12] SHINAR J, GUELMAN M, SILBERMAN G, et al. On optimal missile avoidance—a comparison between optimal control and differential game solutions[C]//ICCON-89, IEEE International Conference on Control and Applications, 1989: 453-459.