

海上合成编队指挥信息体系特征行为分析

阳东升^{1,2}, 张国³

1. 中国人民解放军91181部队, 青岛 266405
2. 国防科技大学信息系统工程重点实验室, 长沙 410073
3. 海军大连舰艇学院, 大连 116018

摘要 探讨了海上合成编队指挥信息体系5个方面的特征行为, 包括组成单元的“独立性”、组成结构模式演化的“不确定性”、指挥与信息流程的可变性、组成部分与整体间的“涌现性”以及部署区域上的分布性。海上合成编队指挥信息体系是典型的体系范例, 在其设计、部署、运行与管理上, 都需要从“系统观”转向“体系观”。

关键词 海上合成编队; 指挥信息体系; 指挥信息系统

海上合成编队是以作战任务为牵引, 由不同军兵种兵力根据任务需要而组建的任务性编组力量, 编成对象通常包括舰载航空兵、水面舰艇、潜艇以及特战力量等。海上合成编队指挥信息体系是任务性编组力量各类指挥与控制节点的铰链和纽带, 是海上合成编队作战体系的“灵魂”和“大脑”。在构成上, 区别于采取传统系统工程方法构建的“人工系统”^[1], 具有跨作战平台和作战域的特点。在行为特征上, 具有典型的“体系”特性, 是海上复杂大系统的典型范例。

关于“体系”的特征行为, Maier认为与复杂大规模单一系统相比较, “体系”应该具备以下5个方面的特征^[2-3]: 一是组成部分具备运行的独立性, 如果体系被分解为各个分系统, 则分系统能够独立运行。二是组成部分具备管理的独立性, 体系组成部

分管管理的独立性是指在体系形成之前其组织部分是分别采购或开发, 在体系形成后其组成部分仍然保持管理独立性的存在。三是体系演化不确定性, 体系并不以固定的模式出现, 其存在和发展都伴随其功能、使命、环境、知识和经验的变化而演化。四是体系行为的涌现性, 体系在功能的执行以实现其目标过程中所表现出的行为是其组成各部分所不具备或不能表现出的行为, 这些行为是整个体系的“涌现”特性。体系的“涌现行为”是体系的基本特征和构建体系的主要目标。五是体系在地理区域上分布性, 体系的各部分在地理上广泛分布, 通过信息传输技术在各部分之间进行信息交流实现各部分之间的融合。

事实上, 体系^[4-5]的特征行为除 Maier 阐述的以上5个方面外, 还存在一个重要的特性, 即流程的

收稿日期: 2020-04-13; 修回日期: 2020-07-20

作者简介: 阳东升, 高级工程师, 研究方向为作战指挥、C2原理及C2组织设计、体系与体系工程等, 电子信箱: ydsh_chsh@163.com

引用格式: 阳东升, 张国. 海上合成编队指挥信息体系特征行为分析[J]. 科技导报, 2020, 38(21): 96-102; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.21.012

可变性,这一特性同样是区别于传统“人工系统”^[1]的典型特征。本研究分析海上合成编队指挥信息体系的特征行为。

1 海上合成编队指挥信息体系组成单元的独立性

海上合成编队指挥信息体系组成单元包括两类系统,单一作战平台指控系统和任务系统。单一作战平台包括分布在各域空间的作战单元,如水面舰艇、潜艇(含无人潜航器)、飞机(含无人飞行器)以及卫星资源等;任务系统是指针对某一具体任务

而构建的指挥系统,如编队防空、编队反潜、编队补给、编队航渡系统等。

单一作战平台指控系统与任务系统都是构成海上合成编队指挥信息体系的系统,任务系统与单一作战平台指控系统又存在包含和构成的关系,即任务系统可由单一作战平台的指控系统组成,作战平台的指控系统即可以是合成编队指挥信息体系的指挥节点,也可能是构成任务系统的指挥节点,原则上,平台指控节点不可能同时兼两个角色,但在不同的阶段,其角色可进行转换。

合成编队指挥信息体系的组成及关系如图1所示。

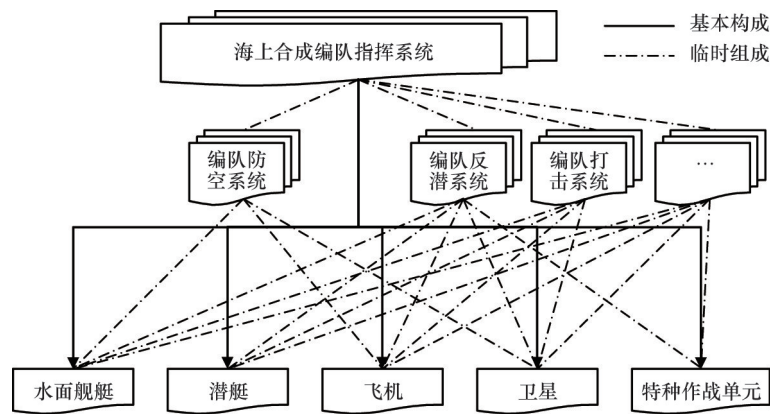


图1 海上合成编队指挥信息体系的组成及关系

海上合成编队组成单元的独立性体现在3个方面。一是构成合成编队指控系统基本单元——作战平台指控系统的独立性,作战平台指控系统可脱离合成编队指挥信息系统,组织独立的战斗活动,或者加入其他海上作战力量,与其他海上指挥节点重组,作为其他海上作战力量指挥信息系统的基本组成单元,即海上作战平台单元指控系统具有独立遂行指挥任务的能力;二是作战平台单元指控系统具有独立的全寿命周期管理行为,由于合成编队源于任务编组,而不是装备体系的顶层设计,在任务不同时,构成合成编队的作战平台可能截然不同,各作战平台单元有各自的全寿命周期管理,可能处在不同的全寿命阶段,如有的作战平台可能刚完成坞修出厂,有的作战平台即将进厂坞修,或者小修,或者报废等,各平台在全寿命周期不同阶段

的独立管理行为导致合成编队指挥信息系统全寿命周期管理的复杂性,需要根据作战平台指控系统所处全寿命周期阶段统一进行版本管理和能力管理。通常,在不同的全寿命周期阶段不同的系统版本变化和变化却是常态,也是合成编队自身特性决定。通常,作战平台指控系统与作战平台是一个紧耦合的设计体,具有典型的系统工程特征,其全寿命周期与作战平台装备基本同步,这一特征在体系上则发生了本质的变化,由此导致体系运行管理的特殊需求。三是任务系统的独立性。任务系统是合成编队的组成部分,其独立行为体现在各任务系统可支持独立的任务组织指挥,如空中行动、水下行动、水面行动等,在任务指挥活动的支持上构成任务指挥控制活动过程闭

环:任务筹划/规划→任务准备→任务实施→任务总结/评估→任务筹划/规划调整;在任务系统的部署上,既可集中部署于编队的旗舰,也可部署在属舰上,如区域防空作战平台、区域反潜作战平台,在构成指挥信息系统后,其运行管理仍然保持独立性,在需要时(任务驱动时)启动,不需要时退出。

2 海上合成编队指挥信息系统结构模式演化的不确定性(可变结构)

海上合成编队指挥信息系统结构模式的演化源于海上合成编队任务编组及指挥关系的变化。通常,在合成编队的任务周期内,不同的阶段有不同的任务目标,需要构建不同的任务编组和不同的指挥关系,启用不同的任务系统。在某一阶段,编队的任务目标可能仅仅是阵地转移或航渡,无威胁处理,不需要启用其他任务系统,指挥关系集中;而随着作战进程的演化,编队可能在实施打击作战的同时需要应对空中、水面、水下的威胁,因此,在任务编组上,需要区分不同的任务编组,并进行委托授权,组织战斗活动,且同时启用打击作战、防空作战系统、反潜作战系统、水面防御作战等任务系统;随着作战进程的持续演化,敌方空中、水面或水下作战力量被消灭,威胁解除,则相应的任务系统可不再启用。在合成编队的任务周期内,其指挥信息系统的组成并不以一种固定的模式出现,而是随作战进程的变化而演变,而作战进程的演化取决于对抗双方的博弈和战场环境的变化,战争的本质特性决定了其结构模式的演化具有不确定性,其演化过程如图2所示。

结构模式演化的不确定性是海上合成编队指挥信息系统关键的体系特征,也是合成编队指挥信息系统区别于单一作战平台指控系统的本质特征之一。单一平台指控系统有着天然的固化的结构,结构决定了系统的功能,而对合成编队指挥信息系统来说,结构模式的不确定性即天然属性,这种天然属性需要合成编队指挥信息系统具备“可变结构”的体系特性,确保能够应对不同的任务编组及指挥关系调整的需求。海上合成编队指挥信息体

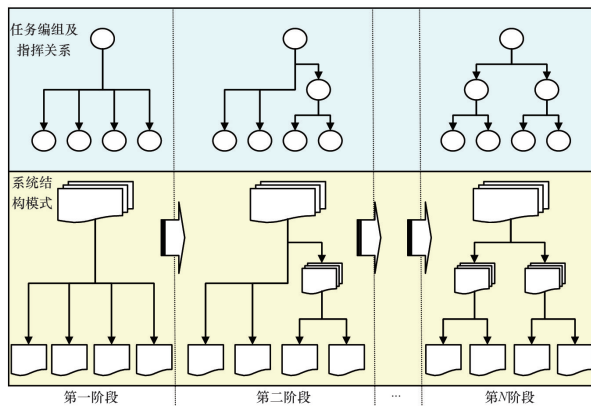


图2 海上合成编队指挥信息系统结构模式的演化示意

系结构模式演化的不确定性也改变了结构决定“功能”的系统特性,单一作战平台的指控系统适用于传统系统工程的理论与方法,功能取决于系统的结构设计,而对具有体系特征行为的合成编队指挥信息系统来说,“结构”可变,对应的“功能”也不再是传统的系统功能,而是功能的聚合,这种“聚合”的形式即为“任务系统”,其度量是针对具体任务的支持能力,而不再是功能。

海上合成编队指挥信息系统结构模式演化的不确定性要求实现结构与过程的“解耦”,传统系统工程结构与过程的“紧耦合”既不能适应合成编队指挥信息系统流程的变化,也无法满足其结构模式演化的需求。海上合成编队指挥信息系统结构与过程的“解耦”并不是结构与过程的完全分离,而是从“紧耦合”转向“松耦合”,其结构模式与流程仍然需要匹配,实现指挥效能的提升,但这种匹配是临时性的,不是永久性的,是可以灵活重组或重构的,不是固化的,在任务编组和指挥关系调整时,结构模式与流程都进行相应的重构,实现再次匹配。

3 海上合成编队指挥信息系统流程的“柔性”

同结构模式一样,海上合成编队指挥信息系统流程具有较强“柔性”,这是区别于运用传统系统工程理论与方法建设的一般信息系统的另一关键特征。合成编队指挥信息系统流程的“柔性”源于其

“体系结构与流程”的柔性可重构。由于合成编队在任务周期的不同阶段需要进行不同的任务编组,不同的任务编组需要构建不同的指挥关系,由此导致其指挥流程、信息流程、保障流程等都需要进行临时重构,以确保任务的指挥效能,即流程与结构的重新匹配,实现阶段性的临时“耦合”。

合成编队指挥信息流程的“柔性”主要体现在两个方面:一是总体流程随任务编组、指挥关系的变化而调整,包括指挥流程、信息流程、保障流程等,这些流程都需要以任务编组、指挥关系为牵引,围绕任务指挥效能的提升而进行临时性的重构,对单一作战平台的指控系统,其流程是预设的、固化的,而对合成编队指挥信息系统来说,由于任务编组、指挥关系的多样性,其流程的“柔性”行为也具有不确定性;另一方面,构成合成编队指挥信息系统的任务系统流程具有不统一性、不同步性和变化的不确定性,其不统一性主要是不同的任务系统有不同的流程需求,如打击系统和防空系统具有完全不同的流程,打击行动可能是一种战役或战略行动,而编队防空只是一种战术行为,两个不同层次的行动需要任务系统提供完全不同的信息支持与保障,因此,在流程的环节、保障的信息粒度与精度

上都存在较大的差异;其异步性是指各任务系统什么时候启用、什么时候退出、什么节奏展开等完全依赖于战场态势的变化,同时运行的防空、反潜任务系统,可能具有完全不同的节奏,各任务系统在各自任务周期内其流程有各自的节奏。

合成编队指挥信息总体流程随任务编组、指挥关系的变化而调整(图3),在不同阶段,流程与结构模式“耦合”,实现任务指挥效能的最大化。

海上合成编队作战活动具有攻防兼备、多行动样式并发特点,因此,其任务系统同样具有多系统并行运转、多线程并发、异步实施的特点,各任务系统流程取决于任务样式,攻防任务具有完全不同的流程,而同样是防御作战,在不同任务域的流程也存在较大的差异,如编队防空与反潜作战、电子防御作战等,指挥流程、信息流程和保障流程涉及不同的节点、环节和内容,需要构建不同的流程。典型任务样式的指挥流程如图4所示。

总之,海上合成编队指挥信息的流程应保持“柔性”,能够根据不同任务样式需要而重构,能够根据任务编组和指挥关系变化的需要而重组,在其任务周期的不同阶段,始终与系统的结构模式保持匹配,以任务指挥效能的最大化为目标。

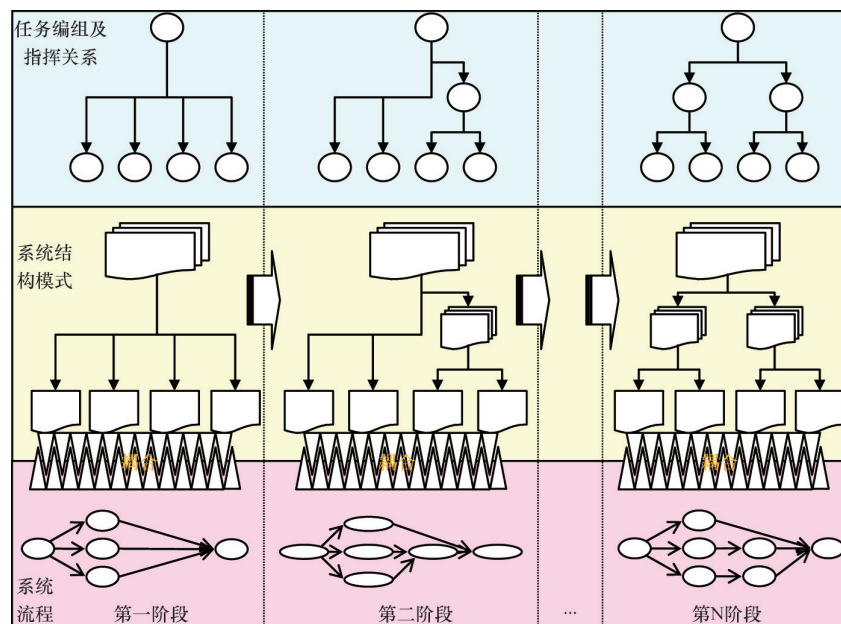


图3 海上合成编队指挥信息体系流程与任务编组、指挥关系示意

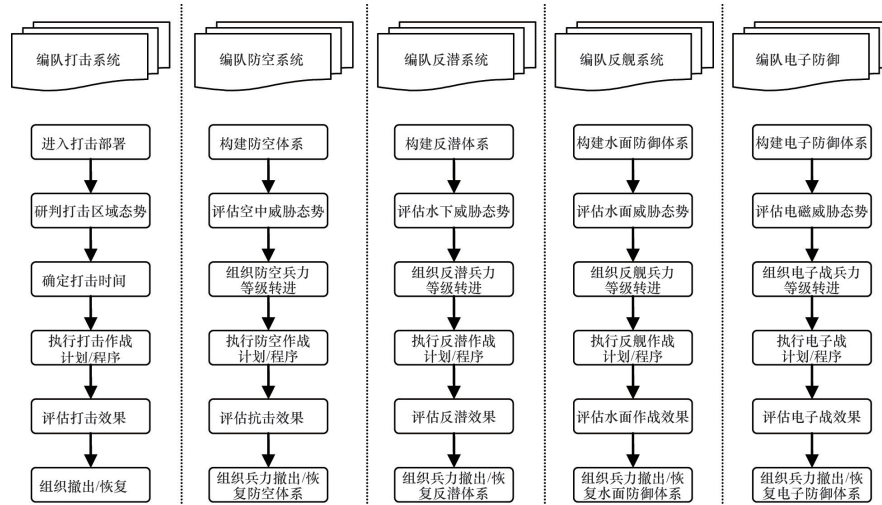


图4 合成编队典型任务指挥基本流程(实施阶段)示意

4 海上合成编队指挥信息体系的涌现性

平台指控系统和任务系统具有运行与管理的独立性,其结构模式具有演化的不确定性,流程具有与结构模式演化相匹配的“柔性”,这些特征决定了合成编队指挥信息系统与单一作战平台指控系统、各类任务系统行为相区别的另一特征,即“涌现性”。合成编队指挥信息系统的“涌现性”体现在作战平台指控系统和任务系统的指挥活动与合成编队指挥活动并非线性叠加关系。作战平台指控系统和任务系统的指挥活动是局部的、阶段性的,而这些局部、阶段性的指挥活动线性叠加并不能等同于合成编队指挥信息系统的指挥活动,两者之间存在本质的差异。

以指挥信息系统支持的筹划活动为例,合成编队指挥信息系统的筹划与各任务系统、作战平台指控系统的筹划活动并不是简单的线性叠加关系,也就是说,合成编队指挥信息系统的总体作战方案并不是各任务系统作战方案的合成,事实上,合成编队指挥信息系统筹划产品主要是针对作战任务周期的总体筹划,要素包括阶段的划分、阶段的任务目标设置、兵力分配以及主要行动要点,而任务系统或作战平台指控系统的筹划主要是针对具体行动,对行动周期内的相关要素进行筹划,包括行动

兵力、时域、海域空域以及频域的规划等。在某一时间片段,总体方案与各任务域的作战方案同样也不是简单的线性叠加,总体方案明确任务域的目标(如打击目标及毁伤程度)及实现目标的条件约束(如兵力、时限、海空域条件、友邻支持及其他相关限制等),而各任务域或作战平台的方案需要根据设定的目标及约束条件,明确行动要素(包括行动时间、海空域、航线及其他要点)。通常,在筹划活动上,合成编队指挥信息系统称之为“作战筹划”,而任务系统或作战平台指控系统则称之为“战术规划”“战术规划”与“作战筹划”是合成编队指挥信息系统行为“涌现性”的典型代表(图5)。

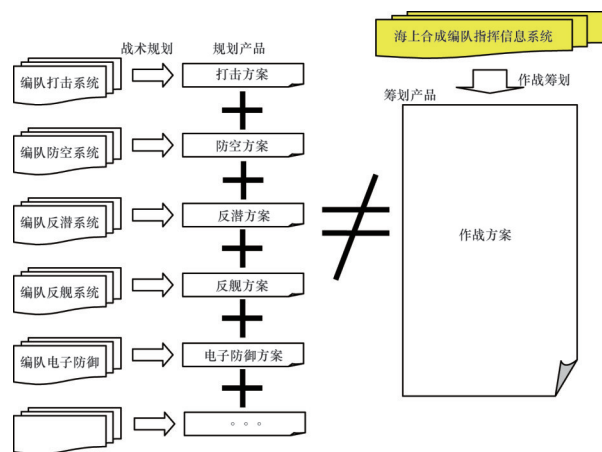


图5 合成编队指挥信息系统筹划产品与组成单元筹划产品的关系示意

合成编队指挥信息系统的“涌现”行为不仅体现在筹划活动上,同样也体现在作战准备和实施活动上。

在作战准备上,合成编队指挥信息系统主要支持编队作战部署的转进,包括兵力集结与汇合、编队航渡、编队从航渡转入作战部署或从作战部署转入航渡(队形转换)等活动,而任务系统或作战平台指控系统主要支持任务体系构建(如编队防空体系构建、反潜体系构建、水面防御体系构建、电子防御体系构建、侦察体系构建等)、行动兵力等级转进(如舰载航空兵等级转进)等活动。两类活动是不同层次的活动,合成编队作战部署的转进并不是作战平台指控系统、任务系统层次上行动体系构建、行动兵力等级的简单合成与叠加。

在作战实施阶段,合成编队指挥信息系统的执行监控与作战平台指控系统、任务系统的执行监控同样存在本质差异,并非简单的叠加关系。合成编队指挥信息系统的执行监控活动是战场全局与总体进程的监控,而作战平台指控系统、任务系统只是战场局部或单一维度和时间片段(行动周期)内的行动监控,合成编队指挥信息系统的执行监控需要作战平台指控系统、各类任务系统监控活动的支撑,但支撑并不等于叠加合成,在合成编队指挥信息系统层面的监控活动发生本质的变化,其本质变化体现对“战场重心”的监控、对“作战进程顶点”的把握。

由于合成编队指挥信息系统“涌现”行为特征的存在,合成编队指挥信息系统效能的评估不能单纯以单一作战平台指控系统和各类任务系统的效能计算其合成编队指挥信息系统效能。

5 海上合成编队指挥信息体系的地域分布性

海上合成编队指挥信息体系的区域分布性是指合成编队指挥信息系统组成单元的空间分布性,区别于传统的复杂大规模单一系统^[4],也不同于单一作战平台指控系统在空间上综合集成部署特性。合成编队指挥信息系统的两类组成单元各自具有

不同的空间分布性:作战平台指控系统单元由于与作战平台“捆绑”,具有天然的空间分布性,即可能存在于水面空间(如水面舰只),也可能分布在水下空间(如潜艇或无人潜航器),或者空天区域(如舰载机或卫星资源);合成编队另一组成单元——任务系统具有空间集中与分散部署的灵活性。通常,在实施集中指挥时,任务系统随旗舰部署,如美国海军航母战斗群的战斗指挥中心(CDC)部署有打击战区域、水面战区域、水下战区域、电子战区域等,各区域部署相应的任务系统,在同一作战平台——旗舰上实施任务指挥;在实施委托指挥时,任务系统根据委托对象所在作战平台分布部署,如编队防空作战任务系统部署于编队防空型驱逐舰,在编队指挥员委托授权时即启用部署于属舰平台的防空作战任务系统实施编队的防空作战指挥,对潜作战任务系统部署于编队反潜型驱逐舰,在编队指挥员委托授权时即启用部署于属舰平台的反潜作战任务系统实施编队反潜作战。

6 结论

海上合成编队指挥信息体系在完成从传统近岸防御作战力量——水面舰艇战术编队向远海防卫合成作战力量转型后,其系统的本质发生了根本性的变化,不再体现为单纯的系统特性,而更多体现为“体系”特性,即组成部分的“独立性”、组成模式演化的“不确定性”、指挥信息流程的可变性、组成部分与整体间的“涌现性”以及部署区域上的分布性。这些特性导致传统工程理论与方法^[6-9]很难解决现实问题,包括设计问题、测试验证问题、运行管理问题以及评估问题等。

参考文献(References)

- [1] 科普中国“科学百科词条编写与应用工作项目组”. 人工系统[EB/OL]. (2019-01-01)[2017-12-23]. <https://baike.sogou.com/v/72555125.htm?fromTitle=%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E7%B3%BB%E7%BB%9F>.
- [2] Maier M W. Architecting principles for system of systems [J]. Systems Engineering, 1998, 1(4): 267-284.

- [3] Eisner H, Marciniak J, McMillan R. Computer-aided system of systems (S2) engineering[R]. Charlottesville, VA: IEEE, 1991.
- [4] Old Dominion University. National centers for system of systems engineering[EB/OL]. (2019-01-01)[2008-12-20]. http://www.eng.odu.edu/ncsose/What_is_SOSE.shtml.
- [5] Manthorpe W H. The emerging joint system of systems: A systems engineering challenge and opportunity for APL [J]. Technical Digest, 1996, 17(3): 305-310.
- [6] 张维明, 刘忠, 阳东升, 等. 体系工程理论与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 10-15.
- [7] 阳东升, 张维明, 张英朝, 等. 体系工程原理与技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2013: 20-28.
- [8] 阳东升, 姜军, 王飞跃. 从平台到体系: 指挥对抗活动机理的演变及其PREA 环对策[J]. 指挥与控制学报, 2018, 4(4): 263-271.
- [9] 王飞跃. 指控 5.0: 平行时代的智能指挥与控制体系[J]. 指挥与控制学报, 2015, 1(1): 107-120.

Analysis of command information architecture behavioral characteristics of maritime composite formation

YANG Dongsheng^{1,2}, ZHANG Guo³

1. No. 91181 of Chinese People's Liberation Army, Qingdao 266405, China
2. The Key Laboratory for Information Systems Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China
3. Dalian Naval Academy, Dalian 116018, China

Abstract With shift of focus from traditional offshore waters defence to open seas protection, the formation command information system of the maritime combat forces has changed fundamentally, reflecting more behavioral characteristics of an architecture than a system. This paper studies and analyzes five behavioral characteristics of the command information architecture of maritime composite formation, namely, independence of component units, uncertainty of architecture patterns evolution, variability of command and information process, emergent properties of components and whole architecture, and distributivity of deployment zones. In a word, as a typical example, the command information architecture of maritime composite formation should be taken as an architecture instead of a system in terms of its design, deployment, operation and management.

Keywords maritime composite formation; command information architecture; command information system ●



(责任编辑 傅雪)