

9-17-2021

Challenges and Reflection on Next-generation Large-scale Computer Wargame System

Guangya Si

College of Joint Operations, National Defence University, Beijing 100091, China;

Yanzheng Wang

College of Joint Operations, National Defence University, Beijing 100091, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Challenges and Reflection on Next-generation Large-scale Computer Wargame System

Abstract

Abstract: In view of the systematic, networked and intelligent characteristics of the future war, the major challenges of the new generation of large computer warfare system are proposed, and the next-generation large-scale computer wargame system is constructed. The key technologies of building a new generation of large computer warfare systems, such as intelligent war modeling, architecture integration, resource service management and human-computer interaction are researched.

Keywords

wargame system, system architecture, intelligent war, modeling and simulation

Recommended Citation

Si Guangya, Wang Yanzheng. Challenges and Reflection on Next-generation Large-scale Computer Wargame System[J]. Journal of System Simulation, 2021, 33(9): 2010-2016.



司光亚

国防大学联合作战学院副院长，教授，博士生导师，少将军衔，曾任中国仿真学会常务理事、军事运筹学会常务理事、战争复杂系统研究专委会副主任委员、中国指挥控制学会建模与仿真专委会副主任委员等职。

长期从事战争复杂系统模拟、网电体系对抗仿真等教学科研工作。先后主持及参与完成了国家 863 计划、国家自然科学基金、军委重大专项、装备预研等 20 多项课题。出版学术专著 9 部，发表学术论文 200 余篇，获国家科技进步奖及军队科技进步一、二等奖 10 余项。曾获得中国科协“求是”杰出青年实用工程奖、全国优秀科技工作者称号，为“百千万人才工程”国家级人选。

新一代大型计算机兵棋系统面临的挑战与思考

司光亚，王艳正*

(国防大学 联合作战学院，北京 100091)

摘要：针对未来战争形态呈现的体系化、网络化、智能化特点，提出了建设新一代大型计算机兵棋系统面临的主要挑战，设计了新一代大型计算机兵棋系统的体系架构，讨论了智能化战争建模、体系构架集成、资源服务管理、人机交互等新一代大型计算机兵棋系统的关键技术。

关键词：兵棋系统；体系架构；智能化战争；建模与仿真

中图分类号：TP391.9 文献标志码：A 文章编号：1004-731X (2021) 09-2010-07

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.21-0729

Challenges and Reflection on Next-generation Large-scale Computer Wargame System

Si Guangya, Wang Yanzheng*

(College of Joint Operations, National Defence University, Beijing 100091, China)

Abstract: In view of the systematic, networked and intelligent characteristics of the future war, the major challenges of the new generation of large computer warfare system are proposed, and the next-generation large-scale computer wargame system is constructed. The key technologies of building a new generation of large computer warfare systems, such as intelligent war modeling, architecture integration, resource service management and human-computer interaction are researched.

Keywords: wargame system; system architecture; intelligent war; modeling and simulation

引言

兵棋^[1]，就是运用表示战场环境的棋盘和军事力量的棋子，依据战争经验积累形成的规则、模型与数据，对作战双方对抗活动进行模拟推演的工具。兵棋的基本形式分手工兵棋和计算机兵棋，最复杂的是

收稿日期：2021-07-21

修回日期：2021-07-29

第一作者：司光亚(1967-)，男，博士，教授，研究方向为战争模拟、战略战役兵棋系统。E-mail: Sgy863@sina.com

通讯作者：王艳正(1976-)，男，博士，高工，研究方向为新型作战领域建模与仿真。E-mail: wyzyber@163.com

大型计算机兵棋系统。大型计算机兵棋系统^[2], 尤其适用于战略战役层次的战争推演研究与联合作战指挥对抗训练。

经过几十年的发展, 多数大型计算机兵棋系统均能很好地支持推演机械化战争, 其中先进的系统对于信息化战争推演也能提供一定程度的支持^[3]。但是, 目前基本上所有大型计算机兵棋系统都难以支持涵盖政治、军事、经济等全体系对抗; 难以支持基于网络信息体系的联合作战与全域对抗; 难以支持敏捷、弹性的杀伤链到杀伤网的网络化作战行动推演。问题最大的是, 普遍对未来智能化战争缺乏有效的推演支持能力。

本文所研究的是能满足未来智能化战争推演需求的新一代大型计算机兵棋系统。重点通过探索与思考新一代大型计算机兵棋系统建设面临的主要难题和挑战, 构建能推演未来智能化战争, 具有先进技术特点的新一代大型计算机兵棋系统体系结构, 提出有待突破的新一代大型计算机兵棋系统关键技术, 进一步牵引联合作战兵棋推演向智能化战争研究转型。

1 面临的主要挑战

与目前现有的系统相比, 建设新一代大型计算机兵棋系统除面临要模拟的作战行动类型多、兵力规模大, 推演支持的要素与流程全、体系结构复杂、技术指标要求高等基本问题外, 最主要的挑战是如何适应战争的发展, 满足具有智能化特征的信息化战争模拟的新需求。

1.1 “全体系”对抗要求从“作战模拟”向“战争模拟”拓展, 社会域建模将成为新一代大型计算机兵棋系统的一个新问题

随着世界经济和科技水平的不断发展, 社会因素对战争的影响越来越突出, 新一代大型计算机兵棋系统建设也要跳出单纯的军事视角, 进一步拓展至综合性和复杂性更强的社会领域, 包括政治、经济、社会、国家关键基础设施等。这对新一代大型计算机兵棋系统既是机遇, 也是巨大挑战。社会域建模面临许多与作战模拟完全不同的新问题, 如对大规模异构国家关键基础设施建模、对具有主观偏好且级联传播的社会群体行为建模等。以新近爆发的新型冠状病毒传播为例, 如何模拟病毒的传播效果以及对社会、经济甚至军事行动的影响, 虽然有不少科学家在研究, 但由于涉及的因素繁多, 特别是涉及人的社会行为, 要建立反映真实情况的新一代兵棋模型难度很大, 需要在建模方法上突破。因此, 社会域建模面临极大挑战。

1.2 战争体系和作战体系进一步趋向网络化互联、分布式杀伤, 信息域建模将成为新一代大型计算机兵棋系统的新重点

网络信息体系已成为未来战争的关键支撑, 因此也必然成为新一代大型计算机兵棋系统模型研究的重点。这方面存在 2 个具体挑战: ①网络化的联合作战杀伤链建模; ②网络空间作战行动建模。

杀伤链^[4-6]是 1996 年美空军罗纳德最先提出的概念, 之后 20 多年持续深化。未来战争中杀伤链由陆、海、空向天、网、电全域拓展, 杀伤链向更大的杀伤网拓展, 杀伤链闭合、反杀伤链等也是新一代大型

计算机兵棋系统模型要具备的新特点。杀伤链行动建模要处理大量不确定性，需要关注行动的自主性和自适应性，要描述感知、识别、判断、指挥控制、协同作战等环节的杀伤链自主与协同作战机理，而现有的很多大型计算机兵棋系统往往采用以作战效果为主的等效模拟方法，不太好描述杀伤链建模所关注信息处理全过程及其支撑形成的链式作战行动新机理，需要在建模方法上寻求突破。

网络空间已成为未来战争的一个核心作战域，可以讲网络空间作战行动已成为新一代大型计算机兵棋系统模型建设无法回避的内容。以往面向火力打击、物理空间的兵棋模型建模方法，对于强调信息域和认知域的网络空间作战在很多方面已无法适用。对于构建新一代大型计算机兵棋系统模型，网络空间作战建模^[7]主要面临三大难题：①网络空间描述难，网络空间是一个虚拟空间，其中所有的运动规律都与物理空间不太相同。这些复杂信息网络是网络空间作战的基础，也是网络攻防对抗重点攻击的目标对象，未来战争兵棋模型首先要对其建模。但复杂信息网络的大尺度、异构以及动态演化特征，使得对其建模面临诸多难题；②网络空间作战描述难，网络空间作战行动很难抽象。网络作战涉及到的部队、武器装备、编制编成、指挥控制等如何描述？网络防御、网络攻击、网络建设、网络控制等各种作战样式如何描述？③网络空间作战效果的描述更是难上加难，这些效果很多都是以体系或间接的方式体现的。这种体系或间接效果会涉及多级的连锁反应和级联失效，能影响到多大范围，毁坏到什么程度，都是非常难以计算的。比如对电网的攻击影响范围多大？间接影响到交通又有多大？等等。即使是对直接效果计算，因为网络作战行动规律还没有很好地总结，也缺乏基础性数据，因而网络空间作战效果建模也很难。

1.3 力量结构和作战行动的智能化使得未来战场趋向“无人化”，智能化建模将成为新一代大型计算机兵棋系统的新课题

人工智能技术已经并将继续成为代表新时代的标志性技术，具有智能化特征的未来战争形态和信息化作战样式也将随之而来。其力量构成以无形、无人、隐身、灵巧为主；力量运用以超量化行动、蜂群式行动为主；指挥控制从“人控”到“自主”逐步演进。对于现有兵棋系统来讲，描述“人控”和“自动”的无人作战平台，难度基本不大。但新一代大型计算机兵棋系统还要对未来的“自主”无人作战平台的智能决策行为进行建模，并要面临自主平台的复杂战争环境适应性、有人/无人混合控制以及无人集群协同作战等难题。目前人工智能的本质可以看成是对人的智能的建模，而兵棋模型的本质是以描述作战问题为目的，对智能体的智能行为进行的二次建模。这其中，如何描述不同的“智能”程度？如何反映从“人在回路”到“算法在回路”作战机理的变化？都是新一代大型计算机兵棋系统建模面临的重大课题。

2 系统体系结构

相较于之前的大型计算机兵棋系统，新一代大型计算机兵棋系统的体系结构也是由核心服务层、应用层和基础设施层组成，如图 1 所示。但是，为了支持智能化特征的信息化战争条件下未来战争设计、高端战争推演和多样化战争研究等推演应用新需求，应充分运用云计算、大数据、人工智能和复杂网络等技术，打造面向未来、符合时代特色的新一代大型计算机兵棋系统体系结构。

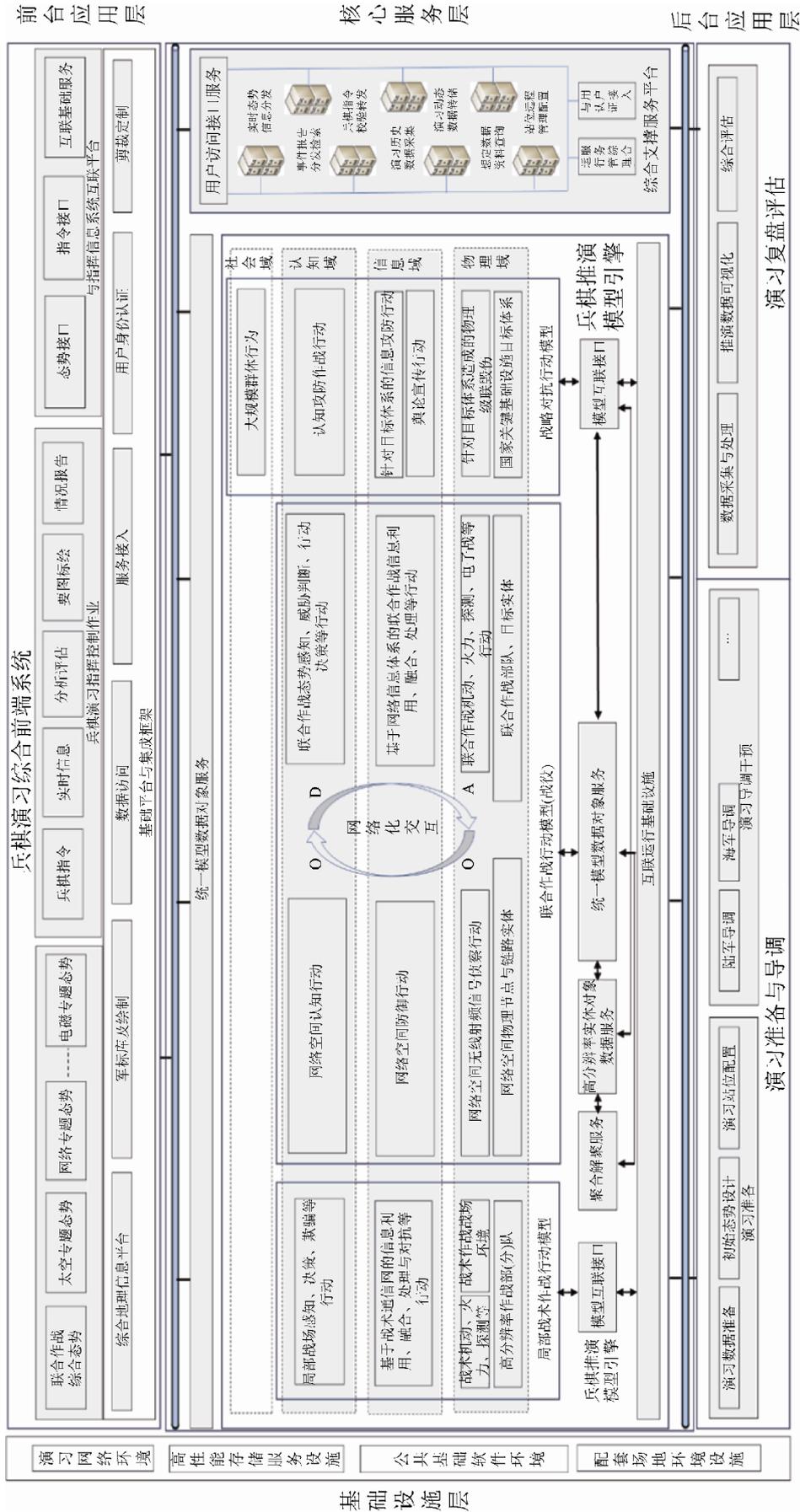


图 1 新一代大型计算机兵棋系统体系结构
Fig. 1 Construction of next-generation large-scale computer wargame system

2.1 核心服务层

核心服务层主要为兵棋推演提供各类兵棋模型与综合支撑服务。对于新一代大型计算机兵棋系统，模型仍然是核心内容。着眼模拟未来战争的需要，新一代大型计算机兵棋系统的模型体系架构应以战役行动模型为核心，在联合作战陆、海、空传统领域作战模型基础上，拓展天、电、无人尤其是网络空间等新型作战领域，在物理域模型基础上重点拓展信息域和认知域模型，构建基于实体、行为和网络化交互的联合作战模型体系，支持全域多维联合作战推演。同时，向上拓展国家关键基础设施攻防、认知攻防、群体行为等战略对抗模型，体现战争整体层面级联毁伤效果及对联合作战行动的影响，支持混合战争^[8]概念下的战略战役兵棋推演；向下增加对战术行动的模拟，满足联合作战中重要局部战役性战术行动的推演需求。为此，模型引擎应该更具开放性，具备调度管理多模态异构模型资源的能力，在提高推演速度的同时，提供统一、规范的多分辨率模型互联接口，为多模型联合推演、兵棋系统生态营造提供引擎核心支撑。

2.2 应用层

应用层直接面向兵棋系统各类使用人员，向其提供兵棋推演准备、演习与导调等各类应用功能。与传统应用相比，更加强调战训一致以及人机交互的友好性和智能性。所强调的战训一致，主要是达到让参演人员感受不到兵棋系统的存在，像指挥实际部队一样指挥兵棋模拟的“虚兵”的理想状态。此外，新一代大型计算机兵棋系统的应用层要采用人工智能技术，赋能系统运维、推演准备与推演操作的智能化推演辅助水平，具体降低管理与运维的复杂度，促进兵棋系统的自动化部署、智能化维护；减轻参演人员看态势、下指令、查情况等系统操作负担，并尽可能提高智能辅助程度以及提高数据与想定录入、校验和重复利用的质量和效率。

2.3 基础设施层

基础设施层为核心服务层和应用层提供兵棋推演所需的各类软硬件环境与资源进行集中统一配置与管理维护。新一代大型计算机兵棋系统要支持推演未来战争，所需的软硬资源更加复杂且关联紧密。为此，新一代大型计算机兵棋系统的设施层应能够支持云存储、云计算架构，应具备动态、异构、相关联的各类资源的集成应用、管理与运维能力，能实现对各类动态、异构、关联的软硬件资源的统一管理，并可弹性扩展与灵活配置，高效支撑多场不同方向、不同想定的推演应用。

3 关键技术

新一代大型计算机兵棋系统将融入未来战争理念，综合运用各种现代信息技术、军事运筹学与作战实验新方法，代表着计算机兵棋研究与建设的最高水平和发展方向，需突破以下4类关键技术。

3.1 智能化战争建模技术

能够模拟未来具有智能化特征的信息化战争是新一代大型计算机兵棋系统的核心指标之一。因此，智能化战争建模是其核心关键技术，涉及的内容很多，重点体现在以下几点：

(1) 在信息域建模方面，重点突破基于网络信息体系的杀伤链建模技术，为描述基于网络信息体系的杀伤链所具有的跨域作战、跨军种自主协同、从“传感器到射手”^[9]的新特点，需重点解决具有大尺度、弹

性等特征的复杂网络信息体系建模, 基于感知态势和情报自动分发的侦察与定位模型建模, 基于作战规则约束的软硬打击行动建模等难题。

(2) 在认知域建模方面, 主要针对全域指挥控制、算法战、无人化战争等, 重点突破智能决策、指挥控制以及无人反无人^[10]等作战行动建模技术, 着重解决态势认知、智能控制、集群协同与自主等认知域建模难题, 为未来战争推演提供具有较高水平的智能化兵棋模型。

(3) 在社会域建模方面, 主要针对战略层次推演需求, 研究心理攻防、宣传战、舆论战等作战行动与效果建模, 并重点突破国家关键基础设施及攻防效果建模技术, 主要解决相关作战行动与国家关键基础设施目标体系受火力及网络攻击软硬毁伤, 对社会域的作战与战争影响级联效应建模难题, 营造逼真的混合战争对抗推演环境。

3.2 体系架构集成技术

新军事变革的深入发展使得联合作战领域不断扩展, 联合作战理论创新方向、训练规模、研究范围不断扩大, 对新一代大型计算机兵棋系统的体系架构提出更高要求。主要体现在开放式和多分辨率 2 个技术点上。支持具有智能化特征的信息化战争兵棋推演涉及到陆、海、空、天、网、电、核、生物、社会、认知等不同作战领域, 跨战略、战役、战术不同层次, 不同领域、不同层次的模型, 建模机理存在较大差异, 尤其是天、网、电等新型领域, 新一代大型计算机兵棋系统的推演引擎需要适应多分辨率、多模态异构模型运行管理与调度应用需求, 并构建开放式的体系构架, 提供对接模式与交互接口等标准、规范, 支持多模型系统联合推演。

3.3 推演引擎与服务管理技术

除具备用户管理、部署与运维、模型管理、互联通信、安全防护等基本服务管理功能外, 新一代大型计算机兵棋系统的推演引擎与服务管理技术主要解决大尺度、高频次等推演计算服务问题。其中, 大尺度针对的是战场计算服务由战役作战区域扩展至可能的平面全球范围、立体空间高度和无形电磁空间, 其中如此大的范围内, 众多作战实体大量作战行动都离不开与空间环境的交互计算, 为此, 需突破全球尺度战场物理空间栅格化处理与交互技术。除地理环境交互外, 新的高频次计算服务还包括天、网、电领域的计算服务, 如天基信息支援、网络路由计算、电磁频谱冲突等。在新一代大型计算机兵棋系统中, 要模拟和推演智能化战争, 这些交互计算几乎全程、动态, 带来巨大计算开销, 随着作战范围与新领域环境的拓展以及作战实体的增加, 计算开销呈指数级增长, 严重影响了推演的规模和性能, 需特别关注并解决。

3.4 以指挥员为中心的人机交互技术

兵棋推演活动离不开高中级指挥员的直接参演, 新一代大型计算机兵棋系统的人机交互技术就是解决高中级指挥员能看懂兵棋态势, 指挥控制好兵棋模拟的作战部队, 理解清楚兵棋评估结果等核心需求问题。尤其对于面向未来战争设计与研究的兵棋推演, 新一代大型计算机兵棋系统还要提供必要的人机交互功能。最具代表性的问题是兵棋推演智能辅助技术, 为构建面向未来智能化战争的人机混合指挥决策兵棋推演虚拟环境, 需突破人机协同的态势认知、人机混合的指挥控制等关键问题, 减少指挥员对抗推演中的操作压力, 更专注于谋略与指挥决策顶层问题。

4 结论

美军在推进“第三次抵消战略”过程中指出“发展颠覆性技术，兵棋推演与人工智能相结合，验证作战概念，促进技术发展，将是重点发展趋势。”新一代大型计算机兵棋系统要解决的关键问题也是智能化战争推演。在设计过程中，突出构建云化、智能化、体系化的新一代大型云计算兵棋系统体系结构，并以关键技术突破带动新一代系统的建设。其中，新一代大型计算机兵棋系统关键技术需要业界共同努力、创新理念、持续攻关。

参考文献:

- [1] 胡晓峰, 范嘉宾. 兵棋对抗演习概论[M]. 北京: 国防大学出版社, 2012: 7-9.
Hu Xiaofeng, Fan Jiabin. Introduction to War Gaming[M]. Beijing: National Defence University Press, 2012: 7-9.
- [2] 张明智, 马力. 浅析联合作战对大型计算机兵棋发展的牵引[J]. 国防大学学报, 2012, 277(8): 81-83.
Zhang Mingzhi, Ma Li. Development of Large-scale Computer Wargame System under Joint Operation Initiative[J]. Journal of National Defence University, 2012, 277(8): 81-83.
- [3] 冯伟强, 严宗睿. 美军作战仿真系统建设发展与启示[J]. 指挥控制与仿真, 2018, 40(3): 137-140.
Feng Weiqiang, Yan Zongrui. Development of US OSS Construction and Its Inspiration[J]. Command Control & Simulation, 2018, 40(3): 137-140.
- [4] Joint Chiefs of staff. Joint targeting: joint publication 3-60 [EB/OL]. (2007-04-13) [2019-02-21]. <http://www.docin.com/p-1159084971.html>.
- [5] Marzolf G S. Time-critical Targeting: Predictive Versus Reactionary Methods, Analysis for the Future[D]. Alabama: Air University, 2002.
- [6] Cheater J C. Accelerating the Kill Chain Via Future Unmanned Aircraft [EB/OL] [2019-02-21]. <https://www.mendeley.com/catalogue/37f7dfda-37ec-3477-114a-7c9cd2f72201/>.
- [7] 司光亚, 王艳正. 网络空间作战建模仿真[M]. 北京: 中国科学出版社, 2018: 1-2.
Si Guangya, Wang Yanzheng. Cyberspace Operation Modeling & Simulation[M]. Beijing: China Science Press, 2018: 1-2.
- [8] Frank Hoffman. Conflict in the 21st Century: the Rise of Hybrid Wars[R]. Virginia: Potomac Institute for Policy Studies, 2007: 17-19.
- [9] Alberts D S, Hayes R E. Power to the Edge Command Control in the Information age[M]. Washington, DC, USA: Command and Control Research Program(CCRP), 2003: 99-100.
- [10] Bryan Clark, Mark Gunzinger. Winning the Gray Zone-Using Electromagnetic Warfare to Regain Escalation Dominance[R]. Washington, DC, USA: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2017: 20-30.