

赛博空间指挥控制特点与技术体系研究

朱立新¹, 欧阳晓丽²

(1 信息系统工程重点实验室 南京 210094; 2 中国电子科技集团公司第二十八研究所 南京 210007)

摘要: 该文分析了赛博空间作战指挥控制的特点, 剖析了美军 DARPA “X 计划”对赛博作战指控技术的发展规划, 提出了发展我军赛博空间作战指挥控制系统的技术体系, 并描述了体系建设的思路和主要内容, 为发展我军赛博空间作战力量体系提供参考。

关键词: 赛博空间; 指挥控制系统; X 计划

文献标识码: A 中图分类号: TP391

0 前言

由于赛博空间作战的特殊性, 赛博空间作战指挥控制既具有一般指挥控制的基本特征, 又有区别于传统作战指挥控制的特点。赛博作战指挥控制是对实施赛博战的作战资源和力量的组织、部署和运用, 以及在作战过程中为适应对手、环境、作战节奏和进程的变化而实施的调整和优化。

赛博空间军事行动的具有如下特点:

(1) 行动高度协同。赛博空间作战可以在物理域、信息域和认知域同时展开, 必须实现行动在多域的高度协同才能达成综合对抗效果。(2) 资源分布, 按需集中。赛博空间基础设施分布在陆、海、空、天多个空间中, 赛博空间作战资源是高度分布的。但赛博空间作战资源可借助赛博空间的高速性和零距离等特性实现按需集中, 机动方式对于集中的影响可忽略不计。(3) 赛博空间作战是虚拟空间的作战, 态势感知难以实时、全面、准确, 形成全维度的态势更加困难。(4) 作战过程高速。不论是赛博进攻还是防御, 赛博空间作战行动过程都在瞬时完成, 作战装备、技术和战术必须高速实施和发挥。(5) 平战无界。赛博空间作战知识性强, 需要较长的周期积累、分析、提炼作战目标的知识, 这些都需要平时完成。同时, 在赛博行动完成时需要为下一次行动做好准备。(6) 战术和技术高度结合。赛博作战本质是智力的对抗, 因此作战中体现智力的战术和技术必须高效结合, 集成应用。

根据以上赛博空间军事行动的特点, 我们提出了赛博指挥指控的特点:(1) 全域的一体化联合指挥控制。实现对赛博作战中物理域、信息域和认知域等行动的一体化指控, 实现赛博行动的有效协同。(2) 全域的资源管理与力量调度。实现对分布在物理域、信息域和认知域的作战资源的全面管理, 并通过赛博空间实现对作战力量的调度和按需集中。(3) 多尺度的赛博态势生成。赛博空间涉及范围广阔, 作战行动关注领域差异大, 为此需要针对不同作战方向和内容, 形成不同尺度、不同方面的赛博态势, 并根据任务变化不断调整赛博态势关注点。(4) 基于不完备信息的态势评估与预测。赛博态势数据海量、类型异构, 关系非线性, 威胁隐藏在离散事件, 态势的评估与预测需要在这种条件下开展。(5) 完备的作战筹划与预案拟制。由于赛博行动都需要瞬时完成, 任何意外事件的发生都可能导致不完备作战方案难以顺利实施, 导致行动失败。因此, 在赛博行动筹划中, 必须充分收集目标情报, 进行深入分析各种不确定因素, 形成周密的行动计划和方案。(6) 全周期力量指挥与行动控制。赛博行动的战略和战术筹划必须相互衔接, 综合应用战术和战略行动。战术行动的成功需要在战略赛博战的总体策划下进行, 而不能任由特定部队随意组织实施。战略筹划可为战术行动提供大量的目标情报、并在目标系统中进行“潜伏”作战力量。战术行动是战略级赛博行动的具体实施, 包括平时的情报侦察、目标分析、武器研制和力量部署等。(7) 集中式的权力控制。赛博战虽然在法律上难以界定, 但是赛博武器和赛博战行为一旦被暴露, 会可能导致我方大量装备投入瞬时失效, 因此赛博行动过程必须采用集中式的权力控制方式。(8) 指挥控制自上而下高度同步。赛博行动中, 赛博作战指挥员与战士对行动的认知高度同步, 才能实现战术和技术高度结合, 形成智力优势, 从而保证取得行动胜利。

1 美军 X 计划的内容剖析

由于赛博空间作战指挥控制的诸多特点，2012年5月，美国国防预先研究计划局（DARPA）提出了秘密级的“X计划”广泛机构公告（DARPA-BAA-13-02），并于9月底正式发布，标志着美国初具雏形的赛博空间作战能力开始向更高阶段发展，其重点发展的内容本质上就是赛博空间作战指挥控制技术。

“X计划”概括了美军赛博空间作战力量的三大建设方向，具体包括：（1）将网络地图、作战单位和能力集三大要素融合到军事行动的作战筹划、计划生成、任务执行和评估所有阶段中，形成体系作战能力；（2）以赛博空间作战知识体系为前提，实现作战过程的高度自动化，以适应大尺度、动态、实时的赛博空间作战环境；（3）实现有效的任务计划分析和行动评估能力，研制高效的人机交互，形成人机结合的赛博空间作战系统，体现赛博空间作战以人为本的特征。

根据以上基本方向，“X计划”从情报处理与态势生成、作战筹划与方案推演、计划生成与力量编成、任务执行与指挥控制和人机交互5个典型作战行动阶段出发，提出了需要重点突破的5个技术体系，标记为TA1~TA5，如图1所示。其中技术体系TA1提供支撑整个作战过程的网络地图和基础设施；技术体系TA2是辅助指挥员开展作战筹划，通过方案推演和效果分析优化作战方案的技术方面；技术体系TA3形成具体行动计划，将赛博作战力量要素制作成可执行任务包；技术体系TA4是部署作战平台，开展行动指挥控制，完成作战任务的技术方面；技术体系TA5是实现高效人机接口的技术方面，实现以人为本的前提下人机系统的高效协作。

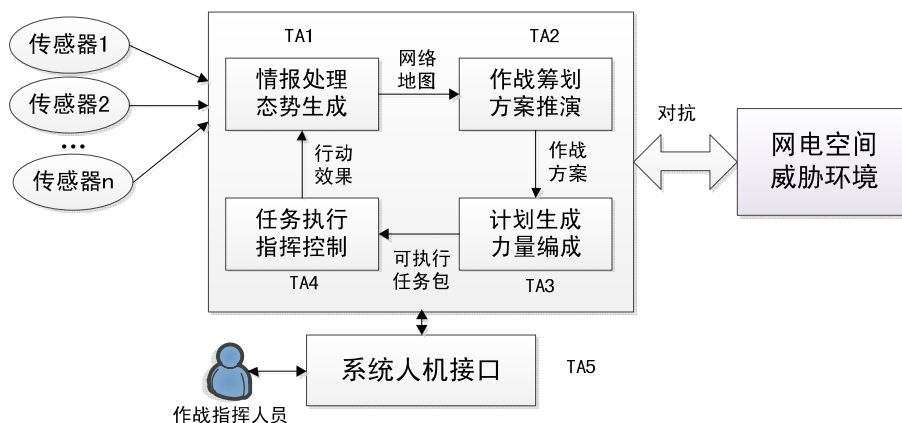


图1 典型赛博空间作战过程

以上5个作战行动阶段对应的技术体系和关键技术如表1所示。可以看出，五个技术体系的研究内容主要涉及赛博空间作战三大要素和将这些要素集成到赛博空间作战行动中的关键技术，而不涉及对赛博空间传感器和作战能力集中的接入、功能（攻击、防御等）及通信技术投入。

2 赛博空间作战指挥控制系统技术体系

通过对美军“X计划”的剖析，赛博空间体系作战力量建设的目标是形成“联合、同步、高效、知识化”的赛博空间作战行动能力。其中，“联合”指赛博空间作战力量能够与传统联合作战力量进行有效集成，互为支撑，改变现有赛博空间作战力量在现有作战力量体系中的从属地位，从而实现从传统物理空间到信息空间、到认知空间的全面军事对抗能力；另外，赛博空间作战力量自身也需要加强各作战行动要素的协调发展，在强化攻防装备发展的同时注重作战指挥系统等的协调发展，形成具有较强适应能力的作战力量整体。“同步”就是改变现有人工为主的赛博空间作战方式，实现各种行动要素的有效协作，使得整个行动过程更加优化而自动化，减少时间消耗，避免机械的行动过程，从而使得指挥员能够更加灵活的应用赛博空间作战力量。“高效”是赛博空间作战的必然要素，这里较强调通过高效的作战辅助决策、作战计划自动生成等自动化方法，提高整个赛博空间作战过程的效率。“知识化”体现了赛博空间中人的主导作用，但这里更强调将人在赛博空间作战中的“知识发现—知识创造—知识应用”等功能提炼出来，用于提高赛博作战信息系统的知识化水平，从而既体现了人的作用，又发挥了“机器”的速度特点。

表 1 赛博作战过程与技术体系对应关系

作战过程	对应的技术体系	对应的主要关键技术
情报处理 态势生成	系统体系结构 (TA1) 直观界面 (TA5)	赛博作战情报处理 (大数据处理) 赛博空间态势生成 (客观态势) 赛博作战系统体系结构设计 赛博作战系统基础设施构建 大规模并行图形处理
作战筹划 方案推演	网电战场空间分析 (TA2) 直观界面 (TA5)	赛博作战计划辅助生成 网电作战兵棋推演
计划生成 力量编成	任务生成 (TA3) 直观界面 (TA5)	高级编成语言形式化分析 赛博作战任务包生成 赛博作战预案生成
任务执行 指挥控制	任务执行 (TA4) 直观界面 (TA5)	脚本运行环境构建 支撑平台构建
系统人机接口	直观界面 (TA5)	赛博作战系统用户界面

实现以上赛博空间作战力量体系离不开与之相适应的军事信息系统。根据以上目标,本文提出了赛博空间作战指挥信息系统的体系视图,如图 2 所示。

赛博空间作战指挥信息系统的建设以支撑“联合、同步、高效、知识化”的赛博空间体系作战为牵引,包括信息系统功能组成、信息系统技术和关键使能技术三个层次的研究内容。美军 DARPA 的“X 计划”的主要研究方向和内容都涵盖在上图中。

赛博作战指控系统功能组成是支撑赛博空间作战行动指挥控制过程的各功能要素,是形成赛博空间作战体系的基本框架内容,涵盖了从作战情报、赛博空间态势、赛博空间作战筹划、赛博空间作战计划、作战指挥和评估等主要方面。

赛博作战指控系统技术是研制赛博空间作战指控系统的基础,包括赛博作战数据融合技术、赛博作战辅助决策技术、赛博作战信息系统体系结构技术和赛博作战知识工程等。赛博作战信息系统技术与传统作战指挥信息系统技术方面存在较多区别。首先,由于赛博空间是一个存在无限创造性的空间,因此数据融合方面需要处理更加海量、实时、多粒度、多源的数据。其次,在赛博作战辅助决策方面,由于影响赛博空间作战的时间周期缩短到秒级,甚至毫秒级,所以需要实现更加实时、高效、全面的辅助能力,而传统空间的辅助决策时间要求一般为分钟,甚至以天为单位。再次,赛博作战信息系统的体系结构设计方面更加复杂,一方面需要考虑自身平台的安全性,另一方面该平台又不得不与对手的“危险”网络或主机发生连接。另外该体系结构设计中还需要考虑如何与传统联合作战集成的问题。最后,赛博作战知识工程是实现有效的赛博空间作战能力的关键,赛博作战涉及的知识体系更加丰富,小到一个字符串或一台主机和路由器,大到整个互联网,所有这些目标的相关作战知识都需要被掌握,并且需要综合应用这些不同尺度的知识内容。

制约赛博作战指控系统的关键使能技术包括大数据处理、大规模并行图形处理、形式化高级语言解析和编译、人机交互、知识工程、可信基础设施、赛博空间作战仿真等技术。其中大数据处理技术是支撑赛博空间数据融合的基础,大规模并行图形处理是生成赛博空间态势图的基础、形式化高级语言解析和编译技术是实现人的指挥活动直接翻译成机器可执行指令的基本语言,赛博空间作战仿真是实现方案推演以优化行动计划的基础。

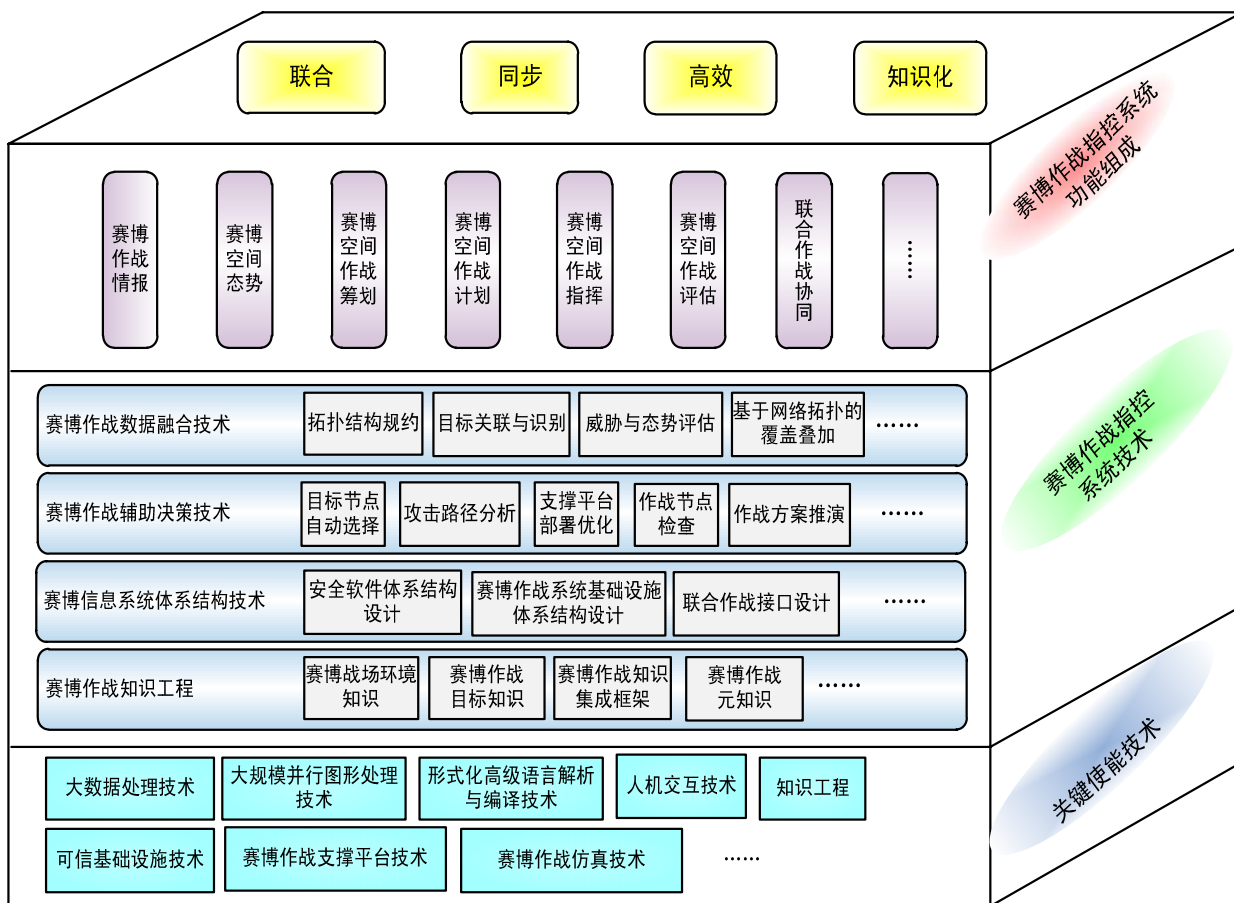


图2 赛博空间作战指控系统体系视图

3 结论

通过剖析美军 DARPA 的“X 计划”，结合我军赛博空间作战能力发展的需求，本文提出了赛博空间作战指控系统建设的问题，初步形成了赛博空间作战指挥控制系统的体系视图，可为我军赛博空间作战力量发展提供参考。

参考文献:

[1] Brian D. Fath. Network analysis applied to large scale cyber-ecosystem[J]. Ecological Modeling, 2004, 171:329-337.
 [2] Steven K. Rogers. A Qualia Framework for Awareness in Cyberspace[C]. IEEE conference on network security, 2007, 162-168.
 [3] He Weisong, Hu Guangmin, Xiang Hongmei. Apply anomaly Grey Forecasting algorithm to cyberspace situation awareness[C]. IEEE International conference on Information Security, 2008, 503-505.
 [4] He Weisong, Hu Guangmin, Xiang Hongmei. Apply anomaly Grey Forecasting algorithm to cyberspace situation awareness[C]. IEEE International conference on Information Security, 2008, 503-505.
 [5] Lundy Lewis, Gabriel Jakobson, John Buford. Enabling Cyber Situation Awareness, Impact Assessment and Situation Projection[C]. IEEE International Conference on Data Mining, 2006, 1-6.