

doi: 10.7690/bgzdh.2022.05.011

## 基于 5G 技术的军事应用场景构建

韩松岳<sup>1,2</sup>, 黄伟<sup>1</sup>, 李立甫<sup>1</sup>, 田春元<sup>1</sup>

(1. 陆军工程大学通信士官学校, 重庆 400035; 2. 中国人民解放军 32705 部队, 西安 710086)

**摘要:** 为加快 5G 技术军事化应用进程, 提升我军信息保障水平, 介绍 5G 网络架构和关键技术, 分析 5G 技术特点, 梳理国内外建设和研究现状。基于多视图方法开展军事需求分析, 指出 5G 军事应用潜力, 构建 3 类典型军事应用场景, 最后综合分析结论提出我国发展军用 5G 系统的思考和建议。分析结果表明: 所构建的 3 类应用模式可以充分发掘 5G 在军事领域应用的潜力, 并为军队发展和应用 5G 技术提供参考。

**关键词:** 5G; 关键技术; 现状评述; 军事需求分析; 军事应用

**中图分类号:** TJ01 **文献标志码:** A

## Construction of Military Application Scenario Based on 5G Technology

Han Songyue<sup>1,2</sup>, Huang Wei<sup>1</sup>, Li Lifu<sup>1</sup>, Tian Chunyuan<sup>1</sup>

(1. *Communication Sergeant School of Army Engineering University of PLA, Chongqing 400035, China;*

*2. No. 32705 Unit of PLA, Xi'an 710086, China)*

**Abstract:** In order to speed up the militarized application process of 5G technology and improve the information support level of our army, introduces the 5G network architecture and key technologies, analyzes the characteristics of 5G technology, combs the construction and research status at home and abroad, carries out military demand analysis based on multi-view method, points out the military application potential of 5G, and proposes to build 3 typical military application environment. Finally, based on the conclusion of the comprehensive analysis, the paper puts forward some thoughts and suggestions for the development of military 5G system in China. The analysis results show that the 3 application modes can fully explore the potential of 5G application in the military field, and provide a reference for the development and application of 5G technology in the army.

**Keywords:** 5G; key technologies; status review; military demand analysis; military application

### 0 引言

当前, 移动通信技术主要面临 3 大挑战: 1) 未来海量增长的移动通信网络流量及终端数量对网络承载带来的挑战; 2) 物联网与移动互联网深度融合, 网络连接维度由人与人拓展到人、机、物的万物互联, 引发跨系统协同和终端能效等挑战; 3) 多样化业务需要差异化的网络承载, 由此对传统网络架构和网络功能带来的挑战。5G 引入了 IT 领域虚拟化的思想, 摆脱传统专用网元, 网络功能演进为部署在通用服务器上的软件包, 网络架构更加扁平灵活, 网络性能和功耗效率实现大幅增长, 具有大带宽、低时延、广连接以及高可靠性等优势; 5G 开放的网络功能和架构能够与边缘计算、车联网、物联网、人工智能和大数据分析等技术紧密耦合, 成为促使社会行业信息化智能化转型重塑的技术引擎。

同时, 5G 技术的军事应用潜力正被世界各国高度重视。美国自 2018 年至今, 先后出台大量政策法

规用于 5G 军事应用研究, 内容涵盖战略研究、网络安全、组织保障、应用验证和基建投入 5 个方向, 并在先期就为军方预留了 4 960~5 000 MHz 的频段。美国国防部先后选定了 12 个军事基地用于 5G 军事场景下的应用与测试<sup>[1]</sup>; 法国军队与空客公司进行了机载组网军事通信技术测试; 澳大利亚发布了《5G-促进未来经济》战略性文件, 促进军民频谱的共享。

为实现我军信息通信领域跨越式发展, 抢占 5G 战略优势, 确保未来信息科技和数字经济引领地位, 保障国家安全和经济发展大局, 亟需深入开展 5G 在军事领域的应用研究。为此, 需从 4 个方面着手: 1) 战略层面, 要做好规划论证和顶层设计; 2) 技术层面, 要做好民用技术的转化移植和适应性改造; 3) 应用层面, 要做好军事应用场景的构设和实验验证; 4) 建设层面, 采取军民共享共建的方式抓好先期试点验证工作。基于此, 笔者构设基于 5G 技术的军用应用场景。

收稿日期: 2021-12-23; 修回日期: 2022-01-28

基金项目: 信息通信事业费项目

作者简介: 韩松岳(1993—), 男, 陕西人, 硕士, 从事 5G 移动通信、军事通信研究。E-mail: 572041759@qq.com。

# 1 5G 移动通信技术

## 1.1 网络架构

### 1.1.1 无线接入网架构

5G 无线接入网 (radio access network, RAN) 包含 2 种节点: 5G 基站 (gNodeB, gNB) 和 4G 基站 (enhanced NodeB, eNB)。二者以 Xn 接口互联, 并都经控制面接口连接到接入和移动管理功能 (access and mobility management function, AMF)、用户面功能 (user plane function, UPF)。接入网主要承载了小区无线资源管理、移动性连接控制、无线接入控制、动态资源调度等功能。5G RAN 有 3 种部署方式: 1) 集中式部署 (centralized-RAN, C-RAN), 即一个或多个 BBU 集中部署, 连接多个 AAU; 2) 分布式部署 (distributed-RAN, D-RAN), 即一个 BBU 与 AAU 或 RRU 共站部署; 3) 基站直连, 当缺少光纤资源时, gNB 与承载网元采用微波对打的形式部署。

### 1.1.2 核心网架构

5G 核心网采用服务化架构 (service based architecture, SBA), 用户面 (user plane, UP) 与控制面 (control plane, CP) 分离, 以模块化设计解耦重构网络功能, 为 5G 赋能垂直行业应用创造了条件。5G 核心网独立扩容、独立演进、灵活部署, 相较于传统的层级结构具有负载均衡、容灾性强、易于升级演进等优势。5G 核心网主要承载非接入层安全、注册管理、会话管理、IP 地址分配等功能。

### 1.1.3 整体网络架构

5G 采用如图 1 所示的 3 层网络架构。基于 NFV 和 SDN 技术, 传统硬件网元虚拟化为运行在通用服务器上的软件包, 即虚拟网元, 使网络架构更加灵活, 能够按照业务需要调整布设位置, 如 UPF 的下沉降低了业务交付时延和用户体验质量。

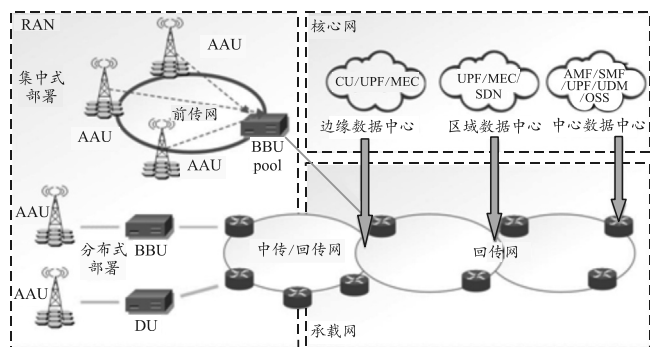


图 1 5G 端到端网络总体架构

## 1.2 关键技术及其军事场景使能分析

### 1.2.1 NFV、SDN 与网络切片技术

网络功能虚拟化 (network functions virtualization, NFV) 通过虚拟化技术, 实现了网元设备由硬件专业向通用平台的迁移, 解耦了软硬件, 网络功能可以按需部署在通用服务器及存储设备上, 通过控制虚拟资源池实现网络切片和资源按需编排。基于虚拟化技术的网络切片, 可以将物理网络切分成多个独立的逻辑网络, 有硬切分和软切分 2 种方式, 可以提供定制化的管控策略和资源分配, 提升用户体验和服务质量。美军以网络切片技术, 在本地与异地运行多级安全通信系统, 规避了系统干扰和泄密问题, 解决了与其盟军之间通信系统隔离问题<sup>[2]</sup>。

软件定义网络 (software defined network, SDN) 引入了操作系统思想, 可以集中控制网络资源、基础设施及其上层应用, 通过开放的 API 接口, 基于软件定义的逻辑网络, 实现各类应用的灵活开发。SDN 技术应用于 5G 网络架构, 转发性能更强, 硬件成本更低, 网络可靠性更高, 有利于业务应用的创新。

NFV 实现了软硬件分离以及业务按需部署; SDN 实现了控制与转发面分离、网络集中控制以及网络可编程, 网络拓扑和资源调度更加灵活可控, 二者相互独立又强互补。

### 1.2.2 超密集组网技术 (UDN)

为满足未来海量增长的移动通信业务需求, 需要对系统容量进行扩容, 主要方法有提升频谱效率、网络密度、网络带宽, 可以通过信号处理技术、增加天线数量、缩小小区半径、提升站点部署密度等方法实现。其中缩小小区半径, 提升频率复用效率方法的效费比更高。

工业制造及消扰技术的进步, 确保 5G 基站呈小型化、低功耗趋势, 超密集组网 (ultra dense network, UDN) 和毫米波通信更易实现。初期通过在宏基站覆盖区域内, 部署微基站以形成宏小区与小小区组成的多层网络, 满足覆盖需求的同时, 提升系统容量; 后期演进, 宏小区内的低功率通信节点越来越多, 边缘侧节点密度的提升, 使得用户终端的上下行传输距离缩短, 节省带宽资源的同时大幅降低端到端时延, 用户体验得到提升。

UDN 技术主要满足室内场景、热点场景、高频

通信场景的覆盖要求。然而，若在军事领域移植应用该技术，实现指挥所和关键区域毫米波通信，仍面临着小区虚拟化、移动性和信号干扰等问题，需要深度改造升级。

### 1.2.3 大规模阵列天线技术 (mMIMO)

传统的 8 天线 MIMO 技术难以支撑高速网络性能。大规模多输入多输出 (massive MIMO, mMIMO) 系统天线数量可达 16/32/64/128 甚至更多，mMIMO 通过波束赋形和信道预估技术，形成相互独立的窄信号波束，准确指向特定区域，降低小区间干扰的同时，提升网络容量及接收端的信号质量，增强小区中心和边缘侧的信号质量。

如图 2 所示，军事场景下，不同波束指向不同任务群组，提供差异化网络承载。其次，mMIMO 技术还能够较好地解决 5G 高频段 (如毫米波) 传输面临的信号覆盖问题，高频段电磁信号的穿透和绕射能力较差，增加天线数量，能够补偿高频段信号传输的覆盖问题。

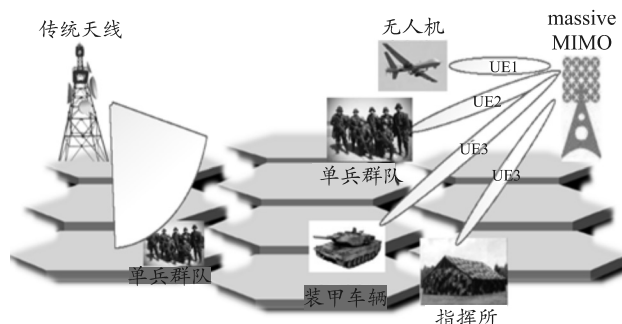


图 2 传统天线与 mMIMO 覆盖对比

### 1.2.4 移动边缘计算 (MEC)

美国韦恩州立大学施巍松教授认为：“边缘计算是指在网络边缘执行计算的一种新型计算模型，边缘计算操作的对象包括来自云服务的下行数据和来自万物互联服务的上行数据，而边缘计算的边缘是指从数据源到云计算中心路径之间的任一计算和网络资源，是一个连续统<sup>[3]</sup>。” MEC 中的“M”由 mobile 演进到 multi-access，但是业界当前研究仍聚焦移动网络，所以通常称为移动边缘计算。MEC 即在接近数据源侧部署 IT 环境和具备计算、存储、通信能力的边缘计算服务器，使得移动终端的数据不必经多跳发送至核心网，用户数据卸载至边缘侧即可完成业务交付，模型如图 3 所示。MEC 主要应用场景有云化虚拟现实 (VR)、增强现实 (AR)，企业私有云，无人驾驶等时延敏感型应用。

MEC 具有高隔离、降时延、省带宽、强感知、

节能等特点，能在数据不出院区的情况下提供低时延服务，未来将在智慧军营、战术通信网、无人化战场等场景充当主力技术。

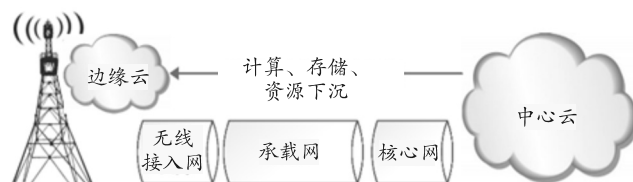


图 3 移动边缘计算模型

## 2 5G 军事应用问题分析

5G 军事应用的研究应当采用系统体系思维，按照分域的思维划分为战略研究、组织保障、系统创新、应用验证、基建布局和网络安全 6 个维度，其相互之间的逻辑关系如图 4 所示。

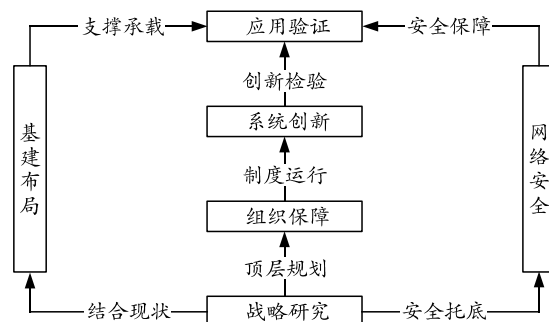


图 4 5G 军事应用研究分域逻辑

### 2.1 5G 军事应用研究建设现状及启示

#### 2.1.1 研究现状

当前学术界关于 5G 军事应用的研究主要集中在战略规划和应用验证 2 个维度，战略规划主要针对 5G 的军事应用潜力提出了相应的应用思路和发展模式，而应用验证层面主要就具体军兵种提出了较为可行的应用场景及系统架构。早在 4G LTE 时代，文献[4]便提出了基于 LTE-A 的“空天地一体化战术移动通信网”，为联合作战背景下移动通信网络支撑作战行动奠定了基础。在文献[5]中，该 3 层网络架构得到了进一步演进，指出了 5G 军事应用面临的挑战，采用“对比映射”的思路，就指挥所局域网、情报侦察和数据链 3 个场景进行了 5G 军事应用可行性分析，借鉴 5G NFV 用户面和数据面分离的思想，让信令传输由卫星中继层负责，业务数据承载由地面基站承载。提出了一种 3 层架构的战术通信网，而其采用的“对比映射”思路同样出现在文献[6]中；此外，文献[6]从作战概念、作战样式、指挥方式和系统壁垒 4 方面进行了军事需求分析，构造了 6 类典型军事应用场景。文献[7]从 5G

军事应用潜力出发,借鉴了其他行业领域技术应用的思路,对 5G 赋能现代军事整体构想做了综述。文献[8]在需求分析的基础上,构建了 5 种海军 5G 系统军事应用场景构想。文献[9]将 5G 军事应用场景的构造,划分为静态空间型场景和动态空间型场景,静态场景主要包含军队院校、医院、军营、仓库等营区区域固定场所,动态场景包含军事交通、军物流、实战演训和作战行动等活动性场景,并提出了 5G MEC 系统在 2 类场景中的系统架构。文献[10]提出了以 ADC 分析法对 5G MEC 系统在军事应用场景中的效能进行量化分析的思路,为系统效能量化评估提供了方法参考。

尽管当前学术界针对战略规划和应用验证 2 个维度的研究初具雏形,但是在军民融合组织保障制度的设计、5G 具体技术更深一层的应用研究、网络内生安全技术等方面的研究仍亟待加强。

### 2.1.2 建设现状

目前,世界各国均在积极推进 5G 技术研发和行业应用工作,国际标准化组织完成了系统架构、核心技术、频段划分以及典型应用场景的标准制定工作。

以美军为例,美国在规划时,为军方预留了 4 960~5 000 MHz 共 40 MHz 频段。2019 年 4 月,美国国防创新委员会发布了《5G 生态体系:国防部面临的风险与机遇》<sup>[11]</sup>报告,介绍了他国 5G 发展现状,指出了发展 5G 的重要性的安全风险。2020 年 5 月,美国国防部选定共 12 个军事基地用以 5G 技术军事应用的原型设计和试验测试<sup>[12]</sup>。

战略层面,美军主要有 3 方面举措:1) 频谱重新分配;2) 重塑 5G 基础设施层面政策;3) 更新通信技术的监管。其现阶段具体举措有 3 方面:1) 开展 5G 基础设施布局,先后开放多个军事基地进行 5G 测试;2) 研制 5G 终端装备,继续完善军用版 Android 手机操作系统和应用生态;3) 加速 5G 演示验证试验:建立动态频谱共享测试平台、基于 AR/VR 的任务规划、训练和智能仓库。

澳大利亚于 2017 年 10 月发布“5G-促进未来经济”战略,提出 4 方面举措:1) 及时共享频谱;2) 积极参与国际频谱协调活动;3) 简化相关程序,使移动网络运营商能够更快地部署基础设施;4) 审查现有的监管方式,保证其适用性。

日本于 2016 年发布了“到 2020 年实现 5G 应用的政策”,旨在为东京奥运会提供服务,具体有

3 项举措:1) 举办 5G 移动论坛;2) 通过“产-学-政府”合作促进 5G 研发;3) 在 ITU 和 3GPP 标准化工作采取行动。

2017 年 12 月,西班牙能源、旅游和数字议程部(MINTEAD)发布了“西班牙 5G 国家计划(2018—2020)”,具体包含 4 方面:1) 无线电频谱管理和规划;2) 推动 5G 技术-网络和服务试点项目以及研发;3) 律监管问题;4) 5G 计划的协调与国际合作。

2018 年 9 月,法国空客公司进行了机载组网军事通信技术测试,运用高空气球在平流层进行了 4G 和 5G 通信的实验,以期打造空天地一体化网络。

不难看出,世界发达国家发展 5G 主要聚焦以下方面:1) 频谱划分;2) 法规政策制定;3) 基础设施研发;4) 在标准化组织发挥影响力;5) 产业链安全和军事应用风险控制。应紧跟西方国家 5G 军事应用动态,把握我国技术先发优势,加快出台军民共享共建的相关措施,科学规划军民频谱资源运用,通过 5G 技术赋能实现我军在军队现代化建设和战斗力提升等层面的跨越式发展。

## 2.2 基于多视图的军用 5G 系统需求分析

5G 移动通信技术是一系列技术的集成公用,是一个复杂信息巨系统,对其进行军事需求分析,可以采用先整体后局部的思路,引入软件工程领域的多视图需求分析方法,从系统建设者、使用者和维护者的不同视角对目标系统进行需求分析,从而得出系统全面的标准化描述<sup>[13]</sup>。本节从整体的维度,采用多视图的方法对军用 5G 系统进行需求分析,其模型如图 5 所示。而局部维度的需求分析需要放在具体应用场景中进行,方法同理。

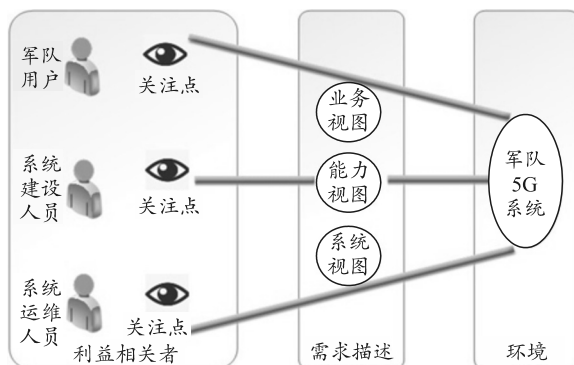


图 5 基于多视图的军用 5G 系统需求分析模型

系统用户视角映射的是业务视图,军队用户希望 5G 系统能够提供高 QoS 和 QoE 的业务,比如:作战场景下的随遇接入和高速机动的大带宽高可靠

通信；静态场景<sup>[9]</sup>下需要高安全隔离的差异化网络承载，如智慧军营中 VR/AR 远程维修业务场景需要大带宽和低时延网络承载，同时需要业务的本地化处理、头显设备采集的装备数据要与公网隔离、VR/AR 图像渲染要在本地进行等，而军营或军队医院、院校的物联场景需要大量传感设备的接入，需要网络承载支持广连接的物联网场景。综上，军队 5G 系统需要提供多样化业务应用的同时，需要具备强隔离、高安全系数的业务保障。

系统建设者视角映射的是能力视图，需要军队 5G 系统具备大带宽、低时延、高可靠和广连接基础能力外，还需要系统具有灵活组网，网络功能灵活剪裁的能力，在陆地、海上、空中、太空和电磁对抗等作战场景下，能够按照业务需求，灵活部署虚拟化的网元功能；此外，在多种静态场景<sup>[9]</sup>下，需要系统具有数据分流导流的能力，从而实现军队数据不出营区，业务本地化处理，满足防间保密的刚性要求。

系统运维人员视角映射的是系统视图，首先，需要部署整套的基础 5G 系统外，在部分核心场景下，还需要具有军队自建的核心网、军用业务服务器和安全可控的移动边缘计算系统；其次，5G 作为一个平台底座系统，将装备、财务、营房、人力和教育等业务系统纳入其中，并且与军用车联网系统、网联无人机系统和移动边缘计算系统等功能性系统深度耦合，赋能智慧军交、无人战场和智慧军营等场景；最后，系统应当能够通过 5G CPE 和专研协议网关，实现数据信息的跨系统交互，确保军事大数据的潜能得到充分发掘。

### 2.3 5G 军事应用潜力分析

5G 的军事价值体现在多个维度：1) 网络层面。随机接入的高性能移动网络能够增强战场信息流转、战场态势共享以及指挥控制等军事活动的效率，缩短 OODA 环周期。2) 终端层面。基站小型化和终端智能化，使 5G 网络能够下沉至单兵和武器单元，增强信息赋能的优势。3) 系统层面。能够打通多系统间信息壁垒，实现战场情报态势、武器平台数据、传感器数据、数据链等异构数据融合处理及实时共享，通过 AI 赋能提升指挥控制的智能化程度。4) 组织运用层面。“5G+N”模式赋能智慧军营、智慧军交、智慧仓储等应用场景，5G 技术与作战手段相融合，改变传统信息保障的组织运用模式，提升军队平时建设和战时作战的效能。5) 技术层

面。基于 NFV 和 SDN 技术，5G 网络架构灵活扁平，网络功能演进为虚拟网元；因此，5G 具有更高的开放性，成为 AI、大数据、区块链和机器视觉等技术的平台使能技术，赋能未来战场遥感测绘、航空航天和无人装备等领域的应用<sup>[14]</sup>。

## 3 5G 军事应用典型场景构建

当前学术界对 5G 军事应用场景的构想多采取民用技术移植映射的方法。文献[6]从使命任务、实际作战样式、行动出发，基于民用 5G 3 大场景提出军用场景构想。笔者则从关键技术赋能的视角，提出 3 种典型军事应用场景。

### 3.1 超密集异构组网在联合作战场景中的应用

指挥所是军事活动的神经中枢，情报态势、武器系统数据、数据链信息、传感器数据等异构数据汇聚于此，指挥所需要具备融合处理、分析研判的能力，从而形成指挥决策信息，发送至各级作战单元。同时，指挥所需要具备一定的机动能力，以提升抗毁顽存性。为此，可以通过超密集组网技术，平时以微基站配合宏基站的模式，由宏基站保证广域覆盖和低速业务，微基站支撑网络容量和大带宽业务；战时以微基站为主，增加基站部署密度，形成小区内多层异构网络，保证系统容量和通信质量，在通用硬件平台加装特定协议转换模块，实现战场异构数据网络的互联互通。

基础设施层面，加速 5G 小型基站的改装验证，构设满足特定军事需求的军用星载、机载、舰载、车载、单兵 5G 基站，基于无线自回传、自配置、自管理等功能，形成以 5G+各类装载平台的传输节点，实现战场 5G 网络的灵活部署和快速组网。其系统架构如图 6 所示。

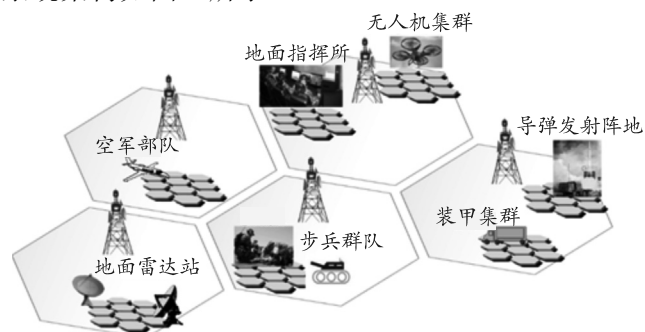


图 6 UDN 应用于多种军事任务群队

### 3.2 基于 5G MEC 技术的军用边缘云应用

在军事场景下部署 MEC 服务器，构建边缘云为各类信息系统和业务应用提供大带宽、高隔离和

低时延的网络承载，其部署并不局限于部署在哪一层级，可根据任务需要，灵活部署在各级指挥所、通信枢纽、甚至与相关网元共站部署，实现网络的灵活缩放和业务数据的本地分流。

通过对 MEC 服务器加装军用防火墙、鉴权保密模块等适应性改造，可以应用于智慧军营、智慧校园和智慧仓库等静态空间型场景，将 MEC 部署在部队营区或校区，作战人员及武器系统能够将自产或侦测到的数据卸载至边缘云上，通过机器学习算法、AI 和火控数据算法完成推演仿真和结果输出。同时，边缘云可以通过与民用移动互联网的单向接口，预置空情、气象水文、国防动员信息以供军队用户下载使用，其系统架构如图 7 所示。

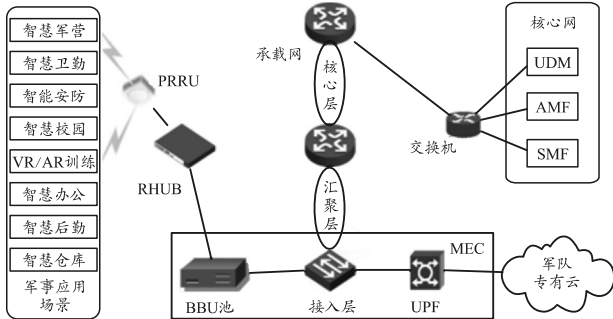


图 7 基于 5G MEC 的军队静态空间型场景系统架构

在动态空间型场景下，根据作战任务规模和信息安全保障需求，战时按不同层级部署在战术边缘(各级指挥所、车载、舰载、单兵)，为群队战术行动、车队机动和指挥所演习提供大带宽、低时延的网络承载，为武器平台、装备器材和作战人员提供随遇接入的大带宽移动网络，支撑军事通信、情报侦察、态势感知、任务分发和作战指挥等战场业务和行动。其系统架构如图 8 所示。

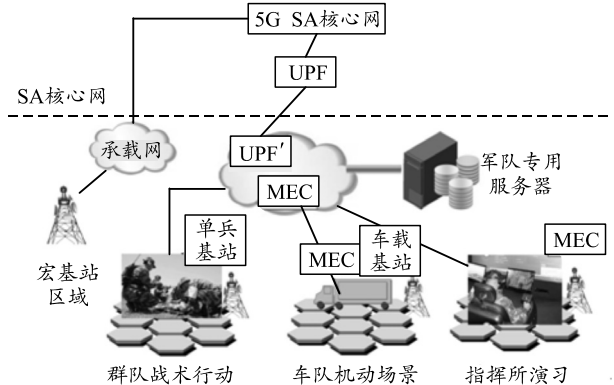


图 8 基于 5G MEC 的军队动态空间型场景系统架构

MEC 部署在战术边缘，不仅缩短了数据传输链路、节省了带宽资源，而且降低了数据泄露被窃的风险，是未来 5G 军事应用的主要支撑技术。

### 3.3 基于 5G 的网联无人机在军事场景下的应用

当前关于未来战争形态主要有 2 类观点：1) 电磁对抗主导的非接触作战；2) 网联无人装置主导的无人战场。V2X 即 vehicle to everything 指车联网技术，该技术可借鉴到网联机器人、无人机的通信标准中。未来无人战场将由基于边缘云的网联机器人、无人机和无人战车主导，衍生出排爆、作战、维修、通信、卫勤、鼓宣支援等无人作战任务。

以无人机(unmanned aerial vehicle, UAV)为例，基于 5G 的网联无人机通过地面控制站在 5G 网络承载上传输数据和控制信令，5G 可以满足 UAV 对时延、上行速率、连接数等网络需求，胜任高清图像的实时回传。当前，无人机自动飞行的上行速率至少达到 200 kbps，基于高清视频的人工接管要达到 25 Mbps。军用场景下，军用无人机系统架构如图 9 所示。

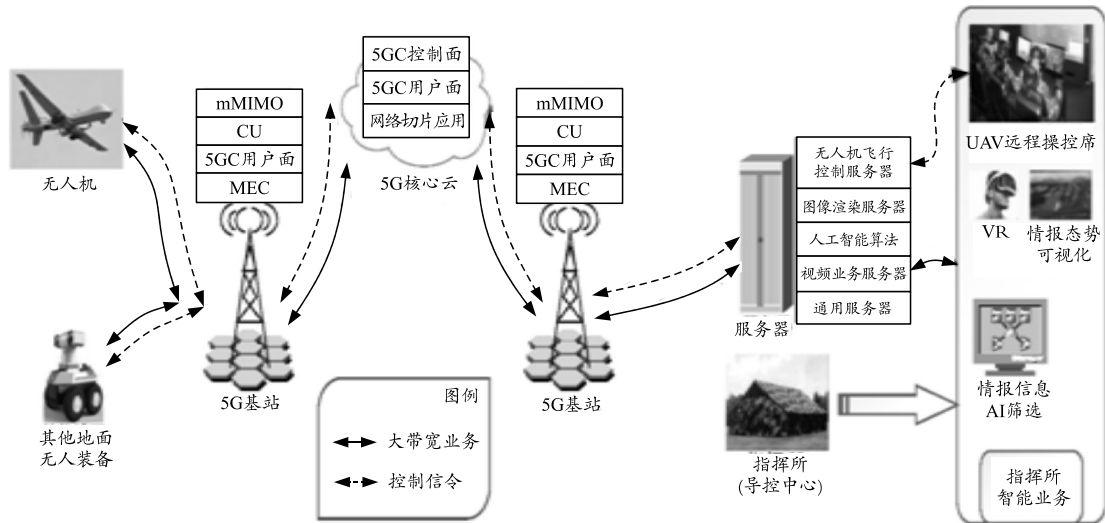


图 9 5G 军用网联无人机参考架构

基于 5G 的无人机具体应用模式主要有 3 类：

1) 功能附加类, 通过在无人机上搭载高清航拍摄像头、4G/5G 升空基站、红外成像设备、电子战吊舱等, 实现不同场景下多种功能的应用, 比如无人机+5G 升空基站, 可以作为中继站对任务区域进行覆盖, 实现野战环境下 5G 网络接入; 2) 协同作战类, 依托 5G 连接数密度优势, 相应构建无人机集群作战、无人机与任务编队协同作战的配套战术和指控信令; 3) 无人机攻击类, 需要火控系统、导航系统、雷达系统和数据链等多系统协同运行, 执行远程高精度火力打击。

## 4 对我国发展 5G 军事应用的思考

### 4.1 基础通信层面

1) 基于 5G 技术的开放性特征, 研究使其作为未来信息通信系统的基础平台和中间件。统筹短波、超短波、卫星通信手段, 融合 Zigbee、WIFI 等异构网络, 形成一张战场“大网”, 提升军事通信效能。2) 5G 军用基础设施和终端的小型化研究, 车辆装备、无人机、机器人、单兵, 甚至是单兵身上的穿戴设备都可能作为传输节点, 提升战场网络的可靠性和感知力。3) 基于 5G 的安全性优势, 降低军事通信安全风险。

### 4.2 作战样式层面

信息科技的发展对战争形态和作战样式存在多方因素的影响, 5G 作为无人化和智能化作战的平台技术, 一是研究适应未来 5G 技术的无人作战的技战术策略; 二是研究军事场景下, 基于 5G 的机器学习、人工智能、大数据分析技术的实战化应用, 确保其成为战斗力倍增器。

### 4.3 信息保障层面

应当加快 5G 军事应用的试验验证, 重点关注 5G 军事专用网关和军事保密技术的研发, 将 5G 能力投射到智慧军营、智慧校园、智慧军交、智慧后勤等应用场景, 探索以静态场景 5G 实验论证, 引领作战、军事交通和军事物流等动态场景的建设发展, 采取军民融合的思路, 以 5G 为抓手全面提升军队信息保障能力。

## 5 结束语

笔者以 5G 网络架构和关键使能技术为切入点, 厘清了 5G 技术的特点, 梳理了国内外 5G 在军事领

域的建设和运用现状, 通过软件工程领域的多视图方法, 规范细化了军事需求, 分别从平时和战时分析了 5G 军事应用潜力, 并据此构造了 3 类典型军事应用场景, 为我国发展军用 5G 系统, 运用 MEC 技术提出了思考和建议。

## 参考文献:

- [1] Defense Department Press Briefing on 5G Communications Technology Testing and Experimentation[Z/OL]. <https://www.defense.gov/Newsroom/Transcripts/Transcript/Article/2208939/defense-department-press-briefing-on-5g-communications-technology-testing-and-e/>.
- [2] 美国国防部关于 5G 通信技术测试和试验新闻发布会[EB/OL]. U.S.DEPT OF DEFENSE, [2020-06-03]. <https://www.defense.gov/Newsroom/Transcripts/Transcript/Article/2208939/defense-department-press-briefing-on-5g-communications-technology-testing-and-e/>.
- [3] 施巍松, 张星洲, 王一帆, 等. 边缘计算: 现状与展望[J]. 计算机研究与发展, 2019, 56(1): 69-89.
- [4] 罗明新, 常俊杰, 周徽. 4G 移动通信技术及其军事应用[J]. 指挥信息系统与技术, 2014, 5(2): 56-61.
- [5] 徐全盛, 邹勤宜, 葛林强. 基于 5G 的天空地一体化战术通信研究[J]. 通信技术, 2016, 49(2): 205-210.
- [6] 胡金锁, 张迎, 冷伟峰, 等. 面向 5G 的多任务场景军事应用研究[J]. 通信技术, 2020, 8(53): 1934-1942.
- [7] 孙柏林. 5G 赋能现代军事[J]. 计算机仿真, 2020, 37(1): 1-6.
- [8] 林丽娜, 宋越明. 海军 5G 军事化应用研究[J]. 通信技术, 2020, 53(11): 2699-2704.
- [9] 韩松岳, 李立甫, 田明. 5G 边缘计算技术军事应用问题研究[J]. 通信战士, 2021(6): 72-77.
- [10] 韩松岳, 杨舒询, 梁亮. 基于 ADC 分析法的 5G 边缘计算系统效能评估分析[J]. 现代信息技术, 2020, 24(4): 67-70.
- [11] The 5G Ecosystem: Risks and Opportunities For DoD[R/OL]. [https://media.defense.gov/2019/Apr/03/2002109302/-1/-1/0/DIB\\_5G\\_STUDY\\_04.03.19.PDF](https://media.defense.gov/2019/Apr/03/2002109302/-1/-1/0/DIB_5G_STUDY_04.03.19.PDF).
- [12] Defense Department Press Briefing on 5G Communications Technology Testing and Experimentation[Z/OL]. <https://www.defense.gov/Newsroom/Transcripts/Transcript/Article/2208939/defense-department-press-briefing-on-5g-communications-technology-testing-and-e/>.
- [13] 王智学, 陈国友, 陈剑, 等. 指挥信息系统需求工程方法[M]. 北京: 国防工业出版社, 2012: 172.
- [14] 黄少罗, 张建新, 卜昭锋. 机器视觉技术军事应用文献综述[J]. 兵工自动化, 2019, 38(2): 16-21.