

新一代军用指挥信息系统的 复杂电磁环境适应性需求分析

姚富强, 赵杭生, 陆锐敏

(总参第六十三研究所, 南京 210007)

[摘要] 根据我军新时期新阶段的使命任务和可能的电磁威胁,在总结信息作战电磁环境特点的基础上,从学术研究的角度,重点分析了新一代军用指挥信息系统中与电磁环境最为密切的有关装备及系统的复杂电磁环境适应性需求,提出了一些针对性的发展建议。

[关键词] 通信抗干扰;信息作战;电子战;指挥信息系统;复杂电磁环境

[中图分类号] TN975 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2012)02-0025-05

1 前言

在新军事变革的浪潮中,世界各国的军队都在不断地发展和完善自己的指挥信息系统。为了提高基于信息系统的体系作战能力,我国也需要考虑新一代军用指挥信息系统的建设问题,这可能是未来信息作战所需的公共支撑平台。军用指挥信息系统与一般专用指挥信息系统的根本区别在于军用指挥信息系统必须具有顽强的战场生存能力,尤其复杂电磁环境的适应能力是對抗环境下生存能力的核心问题,是加强电磁空间安全战略能力建设的重要组成部分。

美军在2007年颁布的《电子战手册》^[1]中进一步明确了电子进攻、电子防御和电子支援的电子战体系架构,并指出:“电子战居于信息战五种核心能力之首,信息战的所有核心能力要么直接使用电子战,要么间接得益于电子战”。借鉴美军有益的经验,结合我军新的使命任务,新一代军用指挥信息系统需要重点加强复杂电磁环境适应性的能力建设。国内外军用指挥信息系统中与电磁环境关系最为密切的单元都主要集中在地面及近空无线传输装备(包括数据链、各频段无线电台、微波接力机等)、卫星通信系统以及电磁频谱管理系统等方面,这些装

备和系统的复杂电磁环境适应性是新一代军用指挥信息系统复杂电磁环境适应性的重点所在,也是国内外共同关注的问题,如果解决不好,就意味着军用指挥信息系统在战时不能有效运行。因此,需要深入分析其威胁和需求,明确发展的技术思路。

2 信息作战电磁环境特点

2.1 频谱安全日趋严峻

随着侦察技术的进步,发达国家已实现了宽频段、远距离、高速度、弱信号的全域监控。侦察电磁信号的时间越来越短,短波、超短波辐射源的测向和定位速度分别达到50~100 ms和1~2 ms^[2,3]。侦察电磁信号的距离越来越长,可以实现全球任何地区短波信号的截获,利用升空侦测手段可侦察到数百千米甚至上千千米以外的超短波、微波地面辐射源。侦测手段越来越多样化,发达国家已形成完备的陆基、海基、空基和天基侦察系统,可对我国整个电磁空间实施不间断的立体侦察。总之,无论是战时还是平时,我国电磁频谱安全都面临新的考验,对电磁信号的反侦察、抗截获能力必须提出更高要求。

2.2 人为干扰越来越强

随着干扰技术的进步,发达国家在发展大功率压制性干扰的同时,又积极发展分布式灵巧干扰,不

[收稿日期] 2010-08-05

[作者简介] 姚富强(1957—),男,安徽安庆市人,博士,研究员,主要研究方向为通信抗干扰;E-mail:yfq57@sina.com

仅装备形式多种多样、干扰方式多种多样、干扰样式多种多样,而且宽带化、智能化、网络化程度不断提高,干扰信号频谱动态变化,反应速度不断加快,使战场可用频谱急剧压缩,频谱资源在可用与不可用之间迅速转换。在未来战争中,新一代军用指挥信息系统将不可避免地遭受来自地基、海基、空基和天基等不同方向、多层次、大纵深的电磁干扰威胁。所以,新一代军用指挥信息系统不仅要适应和平时期人为无意干扰,更要对适应战时对抗环境下干扰快速变化的能力和频谱自调整能力提出新的要求。

2.3 电磁脉冲威胁凸显

高功率电磁脉冲武器已日趋成熟,有的国家具备了实战应用的能力,由于其脉冲频谱覆盖范围宽,功率巨大,脉冲能量几乎无孔不入,对于各种应用半导体技术的武器装备都将形成严重威胁,尤其是信息化程度较高的卫星转发器、空中平台、指挥信息中心和有线、无线通信装备等,可使其陷入瘫痪,丧失战斗力。发达国家在发展电磁脉冲武器的同时,对重要武器平台和重要基础设施采用了相应的电磁脉冲防护措施。所以,新一代军用指挥信息系统遭受电磁脉冲攻击的威胁难以避免,需要加强针对性的电磁脉冲防护措施,尤其是暴露在地面、海面 and 近空的机动通信平台以及空间的卫星平台更需要防护。

2.4 频谱管理难度增大

电磁频谱是一个开放的空间,随着我军使命任务的变化和军民用频装备日益增多,各种来源不同的电磁频谱重叠交错,有时还要遂行境外军事行动和实施远距离打击,电磁频谱管理的难度越来越大。美军在《电子战手册》和《电磁频谱管理》^[1,4]等条例中详细规定了电磁频谱的战前规划方法和战时协调机制,提出了“以作战的方式管理电磁频谱,为电子战提供电子支援,并与联合军事行动完全整合”等电磁频谱作战的重要思想。所以,要树立电磁频谱管理是电子战重要组成部分的观念,对新一代电磁频谱管理系统提出更高要求,重点保证战时军用指挥信息系统能拥有足够的可用频谱资源。

3 地面及近空无线传输装备发展现状与复杂电磁环境适应性需求

3.1 地面及近空无线传输装备发展现状

经过几十年的发展,国内外用于地面及近空的数据链、各频段无线电台、微波接力机等无线传输装备都有了很大进步^[5],其抗干扰能力有了明显提

高,有的具备了相当高的技术水平,并形成了战斗力。但与发达国家和我军使命任务的要求相比,我国新一代军用无线传输装备对电磁环境适应性进一步发展的需求可能有:有限频谱的高效利用、动态频谱抗干扰、抗灵巧干扰、宽带波形与可重构、通信与数据链的兼容、抗干扰参数统一管控和抗电磁脉冲武器等。

3.2 无线传输装备复杂电磁环境适应性需求

3.2.1 高效频谱使用需求

虽然扩展频谱是当前无线传输的有效抗干扰手段,但实践表明,单纯扩展频谱技术体制在频谱资源、数据速率和抗干扰能力之间的矛盾日益突出,难以适应未来战场恶劣电磁环境下的通信需求,我们要从提高有限频谱资源的利用率入手,寻找新的技术途径,努力在不增加频谱资源条件下,进一步发挥扩展频谱技术体制的优势和抗干扰能力。

3.2.2 动态频谱抗干扰需求

面对快速变化的电磁干扰环境,无线传输装备需要针对动态干扰的机理及其弱点,具备对动态干扰频谱的实时感知能力,在此基础上,采用以动制动策略,通信波形在多维域信号空间动态变化,由固定频谱抗干扰发展到动态频谱抗干扰,以达到有效抵抗和规避动态干扰的目的。这一新技术在有些场合已达实用化水平,有待于进一步扩大应用范围。

3.2.3 抗灵巧干扰需求

长期以来,基于信号体积的功率压制干扰理论引领了通信干扰和抗干扰的发展^[3],然而大功率压制干扰目前受到反辐射精确打击的威胁。近些年来,发达国家在大力发展基于信号侦察和相关的小功率灵巧干扰,正在由功率战向比特战过渡^[6]。针对灵巧干扰的新挑战及其弱点,需要重点加强信号的反侦察、抗截获、抗干扰联合设计。

3.2.4 宽带波形与可重构需求

为抵抗不同人为干扰和便于抗干扰互通,需要根据电磁环境,灵活使用不同的信号波形,不仅要实时改变波形参数,还要设计宽带波形以及实现波形可重构,这是由于窄带波容易被压制干扰,固定波形难以抵抗不同干扰样式,且波形是互通的基础。为此,我们要攻克数字射频的瓶颈,实现从基带到射频的全数字化,不能仅限于中频以下的数字化。

3.2.5 通信与数据链的兼容需求

通信与数据链原是从不同的需求层面发展起来的,但如果数据链与无线电台采用相近或相同的频

段和抗干扰体制,且装备形态独立,将在同一作战平台上占用空间大,电磁兼容问题突出,影响作战平台的效能发挥。是否需要根据两者的共同点,考虑兼容设计的技术路线,以节省资源,发挥更大的效益,可能是国内外的一个共性问题。

3.2.6 抗干扰参数统一管控需求

抗干扰参数描述了通信网系的属性。跳频是目前国内外使用最多、最有效的通信抗干扰手段,跳频参数统一管控是解决网系运用和降低互扰的有效途径,否则,再好的跳频通信装备也难以发挥应有的作战效能。海湾战争中,多国部队的各频段跳频电台就曾出现过严重的互扰。所以,需要在使用通信抗干扰手段的同时,重视和解决其互扰问题。

3.2.7 抗高功率电磁脉冲武器需求

与电磁干扰的“软杀伤”不同,高功率电磁脉冲武器通过产生瞬间高强度的电磁能,对通信装备进行“硬摧毁”。目前,需要在已有成果基础上,进一步加强系统级防护、相应军用标准制定和应用研究等并从电磁脉冲毁伤效应着手,寻找高效防护的技术途径,避免简单的措施堆砌,最终达到提高防护性能,又不降低相应平台机动性的目的。

4 卫星通信系统发展现状与复杂电磁环境适应性需求

4.1 卫星通信系统发展现状

目前,发达国家的卫星通信技术和装备发展迅速,已形成了多轨道、多星座、数据速率高和受保护能力强的多种卫星通信网系。经过几十年的发展,我国军用卫星通信系统也有了很大的进步,在遂行多样化军事任务中发挥了很好的作用,但与发达国家和我军使命任务的要求相比,其电磁环境适应性进一步发展的需求可能有:抗恶劣干扰、分层综合防御、可变通信容量抗干扰业务支持和卫星平台防护等。

4.2 卫星通信系统复杂电磁环境适应性需求

4.2.1 抗恶劣干扰需求

虽然卫星通信具有覆盖范围广、信道质量好等优点,但它比地面和近空通信系统更容易受到干扰和摧毁。美军采取的策略是根据传输信息重要性程度和境内、境外运用,分别使用受保护程度不同的卫星通信系统,对于关键的信息,使用抗干扰能力强的卫星通信系统。相比之下,我们要在抗恶劣干扰卫星通信技术研究等方面引起高度重视。

4.2.2 分层综合防御需求

美军卫星通信受保护系统在传输层采用了EHF频段、抗截获/抗干扰信号设计、多种天线波束等措施;在系统层,受保护系统是一个多星系统,具有星间链路,并且组成全球组网的闭环系统,星间路由能够提供网络抗干扰能力和系统生存能力。相比之下,我们要进一步加强和重视卫星通信分层防御的设计,最终形成综合防御能力。

4.2.3 可变通信容量抗干扰业务支持需求

信息作战对卫星通信容量的需求很大,且业务种类增多。UHF、SHF是目前军用卫星通信的常用频段,但使用过多已十分拥挤。美军新一代卫星通信系统的发展重点之一是同时提高通信容量和抗干扰能力。因此,新一代卫星通信系统需要向宽带化发展,拓展更高的频段,以提供适应战时的可变量抗干扰业务和遭受强干扰时的自组网能力。

4.2.4 卫星平台防护需求

由于卫星平台共视的特殊性,其本身的安全问题非常重要。美军对受保护系统的卫星平台采取了核加固、抗辐射加固、多轨道多层次布星、安装警戒和反摧毁武器等防护措施,抗攻击能力很强。我们同样需要高度重视通信卫星平台及其载荷的防护问题,尽可能采取一些有效的安全防护措施,进一步增强卫星平台抗多种攻击的能力。

5 电磁频谱管理系统发展现状与复杂电磁环境适应性需求

5.1 电磁频谱管理系统发展现状

近些年来,电磁频谱管理的内涵和理念都发生了很大的变化,美国在已有电磁频谱管理的基础上,2010年8月又发布了《电磁频谱控制战略构架》^[7],指出“电磁频谱控制可为美军提供全过程的、所有域和所有军事行动的主动权”,从管理发展到控制,以维持电磁频谱的绝对优势。我国军用电磁频谱管理的发展也很快,但与发达国家和我军使命任务的要求相比,其电磁环境适应性进一步发展的需求可能有:战时频谱管控、国际频谱协调、数据资源共享、监测设备优化整合、分布式网络化协作频谱监测和电磁频谱安全等。

5.2 电磁频谱管理系统复杂电磁环境适应性需求

5.2.1 战时频谱管控需求

战时频谱管控需求主要体现在:不依赖既有设施的保底管控手段建设,要求设备体积小、机动性

强、且频谱监测与频谱数据传输一体化设计;动态频谱管控手段建设,根据战场电磁频谱态势的变化,与用频装备实时交互信息,且作战部队频谱指挥装备成体系建设。总之,不仅需要严密的战前频谱规划,更需要灵活的战时频谱管控手段。

5.2.2 国际性频谱协调需求

根据新的使命任务,我军有时需要出境遂行军事任务,这就要求具备境外频谱管理与协调能力。美军已建立了独立出境作战和与盟国联合作战的国际性电磁频谱协调机制,具备了很强的国际性电磁频谱协调。在这方面,我们要不断完善跨境频谱管理手段和国际性电磁频谱协调机制的建设,深入研究满足长远发展需求的机制和手段。

5.2.3 频谱数据资源共享需求

在美军近期发布的《电磁频谱控制战略构架》^[7]中,积极推动和形成综合的军民统一的国家电磁频谱控制,其频谱数据资源共享是基本要求。为了扩大频谱监测和控制的覆盖范围,需要进一步共享军、地各有关部门关于频谱感知的数据资源,统一数据格式,形成共享的网络化频谱数据环境,实现频谱数据库的高度融合。

5.2.4 频谱监测设备整合需求

根据联合作战、信息作战需求,要在统一的标准下,进一步对频谱监测设备研发和采购进行规范,对频谱监测设备的种类予以整合,以有利于频谱监测网系的互联互通;同时,不同承载平台的频谱监测手段需要进一步成系列考虑,以便于形成陆、海、空等空间的联合频谱监测力量,这也是电磁频谱控制战略的重要组成部分。

5.2.5 分布式网络化协作频谱监测需求

分布式网络化协作频谱监测是满足大区域高效频谱监测的基础。区域性分布式联合电磁频谱监测网可进行多节点协作监测,有效提高频谱监测的准确性和实效性。同时,发展小型化、低成本、可组网的便携式监测站,有利于提高频谱监测网络的部署灵活性、重点地域覆盖率、监测与测向的反应速度,更好地满足未来信息作战条件下的频谱监测需求。

5.2.6 电磁频谱安全管理需求

常规的频谱管理是规划频谱,而电磁频谱安全管理是保护频谱。电磁频谱安全主要包括频谱参数保密性安全和频谱可用性安全,成为国家和国防安全战略的重要组成部分。美军同时重视射频频情报获取与频谱安全的手段建设,每年召开一次电磁环境

效应(E3)项目评估会,频谱安全风险评估^[8]是其重要内容之一。我们至少要重点考虑不同任务用频的区别、频谱保护及泄露控制和安全风险评估等问题。

6 发展建议

1) 高度重视电子防御体系建设的整体规划。充分认识新一代军用指挥信息系统复杂电磁环境适应能力在未来信息作战中的重要地位,强化电磁空间防御作战的理念,正确区分军用指挥信息系统与民用、专用信息系统技术路线的差异;根据复杂电磁环境的适应性需求,在考虑新一代军用指挥信息系统体系框架的同时,进行电子防御的顶层设计,明确相应的要求和指标;建立健全军用指挥信息系统电子防御的理论体系、技术体系和装备体系,处理好和平时期运用和战时运用的关系;梳理对电磁环境敏感的装备类型,根据不同的使用环境和可能的电磁威胁,结合已有的研究新成果,提出合理的电子防御措施,不搞一刀切和简单的堆砌,切实提高新一代军用指挥信息系统对复杂电磁环境的适应能力。

2) 高度重视电子防御新技术研究及其应用。无线传输用频装备是新一代军用指挥信息系统战时应用的核心。需要重点关注:针对干扰和衰落引起的信道不确定性进行系统设计^[9],提高无线传输的可靠性;拓展频段和频谱高效利用,提高抗干扰通信容量;宽带高速跳频,提高抗阻塞和抗跟踪干扰能力;非线性变参数扩谱,提高抗灵巧干扰能力;信号波形动态配置与可重构,提高抗干扰互通能力;对干扰信号频、能、时、空等多维域实时感知和处理,提高动态频谱抗干扰能力;同类同频段无线传输装备抗干扰体制及其参数管控体制的统一和整合,提高网系运用能力;电磁脉冲防护,提高抗强攻击能力;多星、多轨、多频段和抗恶劣干扰等卫星通信网络体系,提高多层防御能力和抗空间打击能力。

3) 高度重视电磁频谱管理系统的功能扩展。根据未来电磁空间作战的需要,电磁频谱管理系统的功能需要由立足本土的和平时期的频谱协调向频谱作战和控制扩展,尤其为用频装备提供电子支援。需要重点关注:电磁频谱进入作战计划,提高整体信息作战能力;完善战时电磁频谱管控装备体系并使用动态管控技术,提高战时频谱管控能力;研制和完善综合电磁频谱管理系统,提高各军兵种联合电磁频谱管控能力;加速推进频谱数据资源共享和分布式网络化协作频谱监测技术的应用,提高电磁频谱

管控的技术水平;重视国际性电磁频谱协调手段和机制建设,提高国际性军用电磁频谱协调能力;加强电磁频谱安全管理,设置作战、训练和试验等不同的参数和模式,降低和规避电磁频谱安全的风险。

7 结语

新一代军用指挥信息系统在基于信息系统的体系作战中具有核心地位,其战场生存能力的核心是复杂电磁环境适应性。笔者在总结信息作战电磁环境特点的基础上,从学术研究的角度,重点分析了新一代军用指挥信息系统中与电磁环境最为密切的有关装备和系统的复杂电磁环境适应性需求,并提出了一些针对性的发展建议。

参考文献

- [1] Joint Chiefs of Staff. Electronic warfare[R]. USA:Joint Chiefs of Staff. 2007. 1.
- [2] 陆建勋. 抗干扰高频通信系统若干问题的探讨[J]. 现代军事

通信, 2002,10(1):28-30.

- [3] 姚富强. 通信抗干扰工程与实践[M]. 北京:电子工业出版社, 2008.
- [4] Francis E D. Electromagnetic spectrum management[C]// 2007 Army Spectrum Management Conference, USA, 2007, 845-915.
- [5] 姚富强. 军事通信抗干扰工程发展策略研究与建议[J]. 中国工程科学, 2005, 7(5):24-29.
- [6] 杨小牛. 突破“瓶颈”把握未来—通信对抗发展思考[J]. 通信对抗, 2004(2):3-8.
- [7] LCDR J D, McCreary. A strategy framework for electromagnetic spectrum control[R]. USA: Electronic Warfare Directorate, Joint Information Operations Warfare Center, and United States Strategic Command, 2010.
- [8] Tait G. EM Risk Assessment: RF Emissions in the Below Deck Environment[C]//2011 DoD E3 PROGRAM REVIEW, “Connecting the Tactical Edge”, Los Angeles CA, 2011(4):4-8.
- [9] Amos Lapidoth, Prakash Narayan. Reliable Communication Under Channel Uncertainty[J]. IEEE Transactions on Information Theory. 1998, 44(6):2148-2176.

Analysis of complex EME(electromagnetic environment) adaptive needs for the new-generation military command information system

Yao Fuqiang, Zhao Hangsheng, Lu Ruimin

(The 63rd Research Institute of the General Staff Headquarters of PLA, Nanjing 210007, China)

[**Abstract**] In light of our military missions and the potential electromagnetic threats for the new era, this paper summarizes the characteristics of the electromagnetic environment for information operation, focuses on analyzing the complex electromagnetic environment adaptive needs of the correlative equipment and systems closely related to the electromagnetic environment in the new-generation military command information system, and finally presents some specific recommendations for our armed forces, with academic research.

[**Key words**] communication anti-jamming; information operation; electronic warfare; command information system; complex electromagnetic environment