

doi: 10.7690/bgzdh.2014.11.012

战场电磁环境本质及可视化描述方法研究

汤大荣^{1,2}, 韩慧¹, 袁可亮²

(1. 电子信息系统复杂电磁环境效应国家重点实验室, 河南 洛阳 471003; 2. 电子工程学院, 合肥 230037)

摘要: 为了正确认识战场电磁环境并将其可视化, 提出战场电磁环境本质及可视化描述方法。在揭示战场电磁环境本质的基础上, 分析了需求第一、客观真实和灵活高效的战场电磁环境描述原则, 并对电子对抗态势图、统计报告、频谱显示和声音提示 4 种战场电磁环境可视化描述方法进行描述。该研究有助于指挥员准确把握战场态势, 作出正确决策。

关键词: 战场电磁环境; 军事需求; 可视化

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Research on the Essence and Visualization Description Method of Battlefield Electromagnetic Environment

Tang Darong^{1,2}, Han Hui¹, Yuan Keliang²

(1. State Key Laboratory of Electronic Information System Complex Electromagnetic Environment Effects, Luoyang 471003, China;

2. Electronic Engineering Institute, Hefei 230037, China)

Abstract: In order to correctly understand and visualize the battlefield electromagnetic environment, we present the essence and visualization description method of battlefield electromagnetic environment. Based on revealing the essence of battlefield electromagnetic environment, we analyzes description principles of battlefield electromagnetic environment such as requirement priority, impersonality and reality, agility and highly active. And we describe four visualization method of battlefield electromagnetic environment including electronic countermeasures situation map, statistical diagnosis technology, spectrum display and voice prompting. The research helps commanders to hold battlefield situation and make right decision.

Keywords: battlefield electromagnetic environment; military requirement; visualization

0 引言

未来信息化战争中, 错综复杂的电磁波遍及整个战场。构成战场电磁环境的各种电磁辐射在整个战场空间相互作用、相互影响, 但却了无痕迹, 悄无声息。战场电磁环境的抽象性与无形性特征, 给人们认识和把握它增添了“迷雾”。正确认识战场电磁环境并将其可视化是战场电磁环境研究需要解决的一个重要问题。基于此, 笔者对战场电磁环境本质及可视化描述方法研究。

1 战场电磁环境的本质

对战场电磁环境, 外军和我军有着不同的认识与解释。美军 2000 年《联合电子战条令》中指出: 战场电磁环境是军队所面临的、由辐射或受控制电磁辐射能的功率、频率和工作周期组成, 其对部队作战的影响主要包括电磁兼容性、电子干扰、电子防护、电磁辐射对挥发性物质影响以及雷电、静电等自然现象的效应。俄军认为, 现代军队的威力取

决于它装备的电子系统和设备。而现代武器装备的有效运用, 起决定作用的是对电磁辐射频段的使用。我军内部的解释也很多, 如“战场电磁环境是一定的战场空间内对作战有影响的电磁活动和现象的总和^[1]”, “特定战场时空范围内形成的相互作用和影响的特殊战场环境”。

以上关于“战场电磁环境”的表述从不同的侧面阐释了战场电磁环境的内容, 但笔者觉得对战场电磁环境的本质揭示得还不够, 没有从战场电磁环境的本质源头来理解和认识战场电磁环境。

战场电磁环境的属概念是电磁环境, 其落脚点应是环境。综合《辞海》和《中国大百科全书》对“环境”的解释, 可将“环境”看作是相对于某一中心体而言的周边体, 具体表述为: 中心体存在的外部条件以及对中心体有影响的各种情况和条件的统称。因此, 要科学界定战场电磁环境, 必须合理地确定战场电磁环境的中心体和周边体, 从而明确战场电磁环境区别于其他环境的“种差”。

收稿日期: 2014-07-29; 修回日期: 2014-08-26

基金项目: “电子信息系统复杂电磁环境效应国家重点实验室”主任基金课题(CEMEE2012Z0105B)

作者简介: 汤大荣(1963—), 男, 安徽人, 硕士, 教授, 博士生导师, 从事信息作战理论研究。

事实上,军事活动实质上是一种社会活动,要解决认识、利用和改造战场电磁环境的相关问题,不能以设备或电磁波本身为中心,应以“人”为中心,应把军事人员及其活动作为战场电磁环境的中心体。由此,笔者可以进一步明确战场电磁环境的周边体及影响中心体的中介。周边体是指影响战场上人及军事活动的各种情况和条件的统称。战场电磁环境区别于其他环境主要是因为电磁波及其活动。战场电磁环境的影响,是通过电磁波及其活动这一中介,对军事人员及其军事活动产生影响。

因此,笔者认为,所谓战场电磁环境,是指以电磁波及其活动为中介,对战场上军事人员及其活动有影响的各种情况和条件的统称。其组成要素包括以下 4 类:一是电磁波本身。按照波源,电磁波可区分为军用电磁波、民用波和自然波,电磁波通过其固有的反射、折射、散射、吸收、热效应等特性影响军事人员及其行动;二是支持、产生电磁波的各种设备(系统),主要是指通信、雷达等电子信息设备;三是电磁波运动的媒介或通道。包括大气、地表等;四是人为制定的用来规范电磁波使用的协议、标准、法规、制度等电磁波活动规则。

2 战场电磁环境描述原则

为了让指挥员更准确把握战场情况,需要对战场电磁环境进行可视化的描述,战场电磁环境描述的结果在于将不可见的战场电磁环境信息转化为可以被指挥员感知或衡量的形式。要得到最佳的描述效果,必须注意以下几点,也就是我们在描述过程中应该遵循的原则。

2.1 需求第一原则

对战场电磁环境的描述始终应该坚持 1 个最基本的原则:立足于指挥员的需要。所描述的一切信息都应该有其参考价值并能为指挥员所理解和利用。战场电磁环境描述必须以电子对抗指挥员的需要为出发点。如果不对电子对抗指挥员的需求加以分析,提供指挥员藉以判断战场电磁态势和定下电子对抗作战决心的战场电磁环境信息,不仅不便于电子对抗指挥员和指挥机关掌握战场电磁环境和战场电磁态势,甚至会给指挥员和指挥机关的决策制造混乱和不必要的麻烦,以致造成错误的判断而贻误战机。

立足于指挥员的需要,就应该在描述时做到全面并且重点突出。电磁环境信息是纷繁复杂,动态

多变的。其中的某一因素都不可能独立存在并单独发挥作用,研究战场电磁环境也绝不可以只考虑其中某些方面而忽视了其他要素。例如,既要研究通信电磁环境,又要研究雷达和光电等电磁环境;既要研究电磁信号的时域特征,又要对频域、空域特性进行分析。因为缺少任何一方面,都不能完整地反映客观存在的战场电磁环境。另外,还应在全面的基础上做到重点突出。当面之敌的武器控制设备、我方对敌的干扰效果等信息无疑是电磁环境描述的重点部分。对其所关心的问题必须要给予着重标示和呈现。

立足于指挥员的需要,还要注意描述结果的兼容性。兼容性是指描述结果适用于不同级别指挥员的需要。不同级别的指挥员对战场电磁环境关注的重点、范围和详细程度是不一样的。指挥员应该可以查询其关心的、与本级指挥密切相关的战场电磁环境信息。因此,在进行描述的时候既要注意满足战役级指挥员的需求,又要注意满足战术级指挥员的需求。

2.2 客观真实原则

客观真实地反映战场实际是对战场电磁环境进行描述的基本前提。电子对抗指挥员对战场电磁信息的可参考性,首先就表现在其真实性和可靠性上。脱离了实际的战场电磁信息是毫无价值的。所以,在进行战场电磁环境描述的时候,要杜绝理想化和片面化,从战场实际情况出发,结合当今武器装备现状,做到真实性强,力求贴近战场实际。这就要求对战场电磁环境各要素进行正确、合理的分析,并在描述的时候予以体现,使得电磁环境描述最大限度地符合客观实际。

另外,要做到客观真实,还要注意战场电磁环境模拟的实时性。电子对抗并非是稳态的抗衡,而是 2 个对峙力量之间的一种动态的相互作用。现代战场电磁环境具有高密度、高复杂性、变化快的特性,那么要求描述结果也必须是动态的、实时的,尽量跟上战场实际的变化。如果提供给指挥员的是时间上滞后于战场实际发展变化的信息,也就失去了其意义。

2.3 灵活高效原则

描述过程中,符合指挥员认知习惯的描述方式必须做到迅速、直观、可用。指挥员要能够简洁地在各种信息之间进行查询和切换,所表述的内容应

能被指挥作战人员看得懂、用得上。不同级别的指挥员关注的重点和要素也不同,高级指挥员更加关注影响全局的总体战场环境或者关键节点的战场环境,中级指挥员可能关注某一个方向或者某一区域的战场环境,低级指挥员或许重点关注当前或任务范围内战场环境。在显示内容时,要让各级指挥员能迅速地从战场电磁环境显示图中立即能找到自己关注的重点,只有这样,才能灵活高效地实施指挥。

3 战场电磁环境可视化描述方式

战场电磁环境描述的目的决定了在描述时要做到迅速直观、简洁完美、全面详实、规范可用。根据指挥员的需要,战场电磁环境可视化描述方式有 4 种,即电子对抗态势图、统计报告、频谱显示和声音提示。指挥员可以在几种方式之间自由切换,以便从不同的侧面和角度把握战场电磁态势,使各种方式的信息互相补充。

3.1 电子对抗态势图

在以往的作战指挥中,作战态势图能够让指挥员比较及时地了解战场态势及变化情况。在电磁环境的可视化描述中,可以沿用这种方法。电子对抗态势图描述的是某一时刻,在一定的战场空间,双方配置的电子对抗兵力兵器和军用电子设备以及采取的电子对抗行动所形成的状态与形势。电子对抗态势图的底图可以采用地理信息系统支持的数字化地图,可以进行距离、面积、通视性、方位角、断面、高差、遮蔽度等信息地测量。值得一提的是,在计算机屏幕上标绘电子对抗态势具有纸图不可比拟的优势。比如地图可以定制大小,选取作战区域的范围,可以连续显示战场装备工作情况等。这些不仅给指挥员带来极大的方便,而且符合战场电磁环境动态变化的特点。

3.1.1 军标标注

在电子对抗作战态势图上,可以按照纸图的方式标注我合成军作战主要进攻方向、当前任务线、部队占领(集结)地域、指挥机关位置、任务分界线等信息。

由情报途径得来的诸如电子设备的部署、民用电子设备分布情况以军队标号的形式在底图上标注。其中,我方装备、敌方装备、民用电子设备、属性不明电磁辐射源按照规定颜色显示,这是可以实现的,而且符合指挥员的认知习惯。显示在图形

平台上的辐射源是当前正在工作的电子设备,指挥员可以对当前工作辐射源一目了然。对于已经部署但没有处于工作状态的辐射源可以通过调阅查询,但并不显示在当前态势图上。这主要是为了使指挥员能够实时把握当前战场情况,并减少不工作的辐射源对指挥员的视觉影响。所有显示内容均从情报数据库中获得,且随着战场情势的变化不断更新,因此是一种动态的显示。指挥员看到的这些信息均为当前信息。当电子设备停止工作或是被摧毁时,其军标随即消失。

3.1.2 图层的方法

电磁态势分层是根据战场电磁态势和作战编成,按照系统论观点将战场电磁态势区分成若干个不同的层次。

战场军用电子信息设备数量繁多,全部标注在态势图上将会鱼龙混杂,极不清晰。因此,可以采用图层叠加的方法。可以根据指挥员的选择,显示具有同一特性的战场电磁环境信息,也可同时选择几种感兴趣的信息加以显示。如,可以选择敌方通信电台图层进行查看,也可以选择当前敌我双方雷达干扰态势图层进行显示。

图层不仅可以用来显示辐射源等实体信息,还可以显示电磁信号的有效作用范围,如预警雷达的预警探测范围等,而且可以根据数学模型计算并显示其受扰情况下的有效作用范围^[2]。可供选择的图层有电子对抗侦察定位区域图层、雷达探测范围图层、通信干扰有效压制区图层、雷达干扰有效压制区图层、雷达网探测范围图层、通信电台自然通信区图层、预警机探测范围图层、侦察装备有效配制区图层等。另外,当显示有效作用范围图层时,此范围可被指挥员选取并拖动。由此可以大概估算出此装备部署在别的位置时其有效作用区域可以覆盖的空间范围,由此确定部署位置变更后的工作效果。

3.1.3 参数菜单弹出

鼠标在底图上移动时,在状态栏上显示鼠标落点处的经纬度及高度坐标。当指挥员将鼠标在所选电子信息设备上停留、左键点击、右键点击等操作时,可以按照预先设定,弹出目标的战术技术参数、运用规律、工作状态以及有效作用区域等信息。这样,指挥员就可以快速了解具体电子信息设备情况。

3.2 统计图表

有些战场电磁环境信息无法在态势图上表现，而指挥员也需要以统计的方式来查看的时候，就需要提供统计图或统计表格。如：电子信息设备受损、受扰统计报告、电子信息设备工作时域分布图等。

统计图中一个很重要的内容是电子信息设备工作情况时域分布图，如图 1 所示。

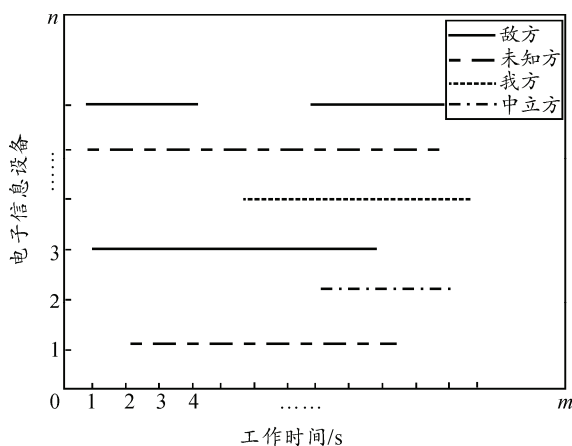


图 1 电子信息备工作时间统计

当鼠标选取某一工作条时，下面显示相应的辐射源位置、任务以及起始时间信息。

3.3 频谱显示

频谱显示可以使指挥员从频谱的角度考察当前战场电磁环境的频率分布情况，频谱显示方法可以借鉴全景侦察接收机显示器的显示方法^[3]。以频率为横坐标，依据电磁信号的频率和强度，用垂直于频率轴的线段显示，线段位置标示信号频率，线段长短代表信号强度的相对大小，并可辅以信号特征的说明，一般可用多个频率轴分段显示电磁频谱全景^[4]。如图 2 所示当鼠标选取某工作条时，下面显示相应的频率、调制样式、带宽和敌我属性等信息。

3.4 声音提示

在电子对抗作战中，对一些突发情况，应提供告警信息^[5]。如在敌重要监控信号出现、我方辐射源被干扰、我方辐射源被摧毁、电磁兼容等情况下，

必须给指挥员的视觉和听觉上以警示。如当敌威胁性辐射源开始工作、我方辐射源被干扰、我方辐射源被摧毁、出现自扰等电磁兼容问题的时候，应该以不同的提示警告音，引起指挥员的注意并及时作出反应。

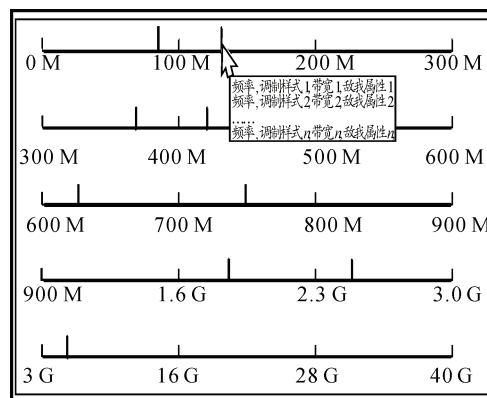


图 2 电磁频谱显示图

4 结束语

战场上的电磁信号极其复杂，仅通过一种方式是不可能将其表述清楚的，所以不仅要综合采用多种手段和方法，还应尽量使各种方式有机结合成一个功能完善且能够相互补充的整体。不同的电磁态势的内容、范围和详细程度是不同的，指挥员可以选择认为重要的信息，选择不同的方式进行自主查询。如可按配属单位、设备用途、威胁程度等方面进行查询，从而便于指挥员了解当前态势下重点作战对象的部署及工作情况。

参考文献：

- [1] 王汝群. 战场电磁环境[M]. 北京: 解放军出版社, 2010: 17.
- [2] 朱玉萍. 战场电磁环境“四域”探析[J]. 军事学术, 2007(7): 23-24.
- [3] 方程, 刘晓静, 屈林. 战场电磁环境可视化及系统设计[J]. 舰船电子工程, 2008(2): 8-9.
- [4] 靳智, 沈培辉, 刘凯. 电磁轨道炮电枢的运动特性研究[J]. 兵工自动化, 2013, 32(12): 1-3.
- [5] 马琳, 张琦, 严熙熙. 万能式断路器电磁兼容性试验技术研究[J]. 机电工程, 2013, 30(12): 1550-1553.