

# 指挥控制系统战场电磁兼容研究

刘德祥, 李云山

**摘要:** 描述了指挥控制系统电磁兼容的基本内涵, 分析了指挥控制系统电磁干扰产生的原因, 提出了指挥控制系统适应战场电磁兼容的技术对策与组织对策。

**关键词:** 指挥控制系统; 战场电磁兼容; 技术对策; 组织对策

## 0 前言

现代战争是体系与体系的对抗。电磁兼容, 是体系战斗力集成的一个重要因素。指挥控制系统是军队战斗力的“倍增器”, 是作战指挥的必备手段, 是未来国际上军事对抗的重要领域。它是以电子信息为主要支撑的, 涉及情报侦察、预警探测、导航定位、军事通信、指挥和控制、电子对抗、综合保障以及数据处理等诸多领域。在信息化条件下战争中, 电磁技术已广泛应用于各种信息化装备之中, 运用于整个作战过程。指挥控制系统除了本身存在的电磁兼容问题外, 在一定的作战空间行动时也会存在电磁兼容问题。如果不能很好地解决, 就有可能使各信息系统之间互相影响而抵消战斗力, 甚至造成作战失利。指挥控制系统战场电磁兼容问题将成为一个不可忽视的新课题会越来越突出。

## 1 指挥控制系统战场电磁兼容概述

指挥控制系统战场电磁兼容是指指挥控制系统在共同的电磁环境中能一起执行各自功能的共存状态, 即不会由于受到处于同一电磁环境中其他设备的电磁发射而导致或遭受不允许的性能降级, 它也不会使同一电磁环境中其他设备因受其电磁发射而导致或遭受不允许的性能降级。可见, 从电磁兼容性的观点出发, 指挥控制系统战场电磁兼容除了要求设备能按设计要求完成其功能外, 还要求指挥控制系统有一定的抗干扰能力, 不产生超过规定限度的电磁干扰。随着科学技术的发展, 电子、电气设备和系统的数量急剧增多, 特别在军事领域, 雷达、通信以及电子对抗技术的发展, 装备的频带日益加宽, 功率逐渐增大, 信息传输速率提高, 灵敏度提高, 连接各种设备的网络也越来越复杂, 造成了极其复杂的电磁环境。同时, 也由于这些设备和系统的性能要求越来越高, 这些要求的不断提高, 使其相互的干扰也越来越严重; 而电磁频谱的资源却很有限, 造成可供使用的工作频道拥挤, 电磁干扰日益严重。恶劣的电磁环境往往使电子、电气系统或装备不能正常工作, 甚至造成指挥控制系统故障和事故, 战争史上, 由于电磁兼容性问题导致武器装备作战效能得不到正常发挥甚至遭到破坏的事例并不鲜见。如今, 随着电子装备的日益增多, 指挥控制系统的战场电磁兼容问题将变得越来越突出。

## 2 指挥控制系统产生电磁干扰的原因

现代战争跨越陆、海、空、天、电多维战场, 只要在同一区域内有服务的, 其中两方或者是全部共同运作时, 必须要受到电磁环境的折磨。指挥控制系统要在非常高密度的电磁环境中进行作战运用, 在有限的地理区域内不得不使用非常多的发射器和接收器。这些发射器和接收器可能是指挥控制、情报侦察、导航定位、通信系统、战场监视系统、武器系统、电子战系统和野外计算机系统的一部分, 因而不可避免地产生电磁干扰。干扰产生的原因可能来自多个方面, 既存在自然的因素, 也不能排除人为的原因。

### 2.1 自然干扰

指挥控制系统所受到的自然干扰主要是无线电噪声和电磁辐射。无线电噪声有很多来源, 包含外层空间、卷入地球的大气层和地表以下, 可以在煤矿、湖泊、海洋、城市的大型建筑物、舰艇、小船或飞机上

探测到它的存在。它的主要贡献是暴风雨、闪电、流星、像来自银河系的无线电星或太阳。在太阳活动高频期，太阳斑附近可见的能量爆破，使我们一天大约要经历 12 次太阳射电噪声。银河系内产生的宇宙噪声在 1MHz 范围以上。伴随着放电的表面电荷聚集产生静电噪声，来源于天线、交通工具或铁金属结构；而大功率的高频信号会产生强烈的高频电磁波，以空间辐射的形式向四周扩散，对其它电路形成干扰。在系统内部，有许多元件集中安装在狭小的空间内，由于大功率信号的辐射，在弱信号电路的附近产生电磁场耦合是很正常的。特别是对于信号工作频率很宽、大小信号电路公用、单元布局密集、离散器件和立装元器件多的单元，有时它的每根金属线都会产生天线发射电磁波和接收电磁波。此时，在敏感器件的周围、弱信号电路处，更容易形成导线的天线效应。值得说的是，在一定的作战空间内，指挥控制系统所受到的自然干扰基本保持不变。

## 2.2 人为干扰

指挥控制系统所受到的人为干扰来自大量产生电磁辐射的电子设备和装置的集合体。比如各种车辆、电力传输线、通信、广播、导航发射器、人造卫星、雷达发射器、干扰发射台等等所产生的电磁辐射。除此之外，还存在于指挥控制系统本身工作时人为操作产生的干扰。如接地干扰和传导性耦合干扰。接地干扰是指在同一电路中，两个不同的接地点之间总有一定的阻抗，地电流在该公共阻抗上产生了地电压，而地电压又直接加到电路上成为干扰电压。一般情况下，接地阻抗往往都很低，设计时可以不考虑，但对于电磁干扰而言，地回路接地面上的阻抗是不能忽略的。其产生的原因主要是接地电流的存在与接地方式的不同所造成；传导性耦合是指当两个或两个以上回路的电流经过一个公共阻抗时，一个回路的电流在该公共阻抗上形成的电压就会影响到其它电路回路，即为电路的传导性耦合。在实际的电路中，传导性耦合可以分为电场耦合、磁场耦合和电场磁场耦合，即我们常等效的并联于电路的电容耦合、中联于电路的电感耦合和同时并联中联于电路的电容电感耦合。

## 3 适应战场指挥控制系统电磁兼容对策

一般认为，电磁干扰具有复杂性、隐蔽性和随机性，比较难以分析，因此适应战场指挥控制系统电磁兼容对策往往感觉无从下手，实施也很困难。其实，战场电磁干扰也是有其规律的，指挥控制系统内的电磁兼容问题就是要解决系统内各分系统、设备和部件间的电磁兼容性，适应战场指挥信息系统电磁兼容对策可以从技术和组织两个方面着手采取相应的对策。

### 3.1 技术对策

电磁干扰的形成都是由三个基本要素组合而产生，它们分别是电磁干扰源、对该干扰能量敏感的接收器和将电磁干扰源传输到接收器的媒介，即传输通道或藕合途径。在技术上，应该从电磁干扰三要素入手，采取有效的技术手段拟制干扰源，减少不希望有的发射；消除或减弱干扰耦合，增加敏感设备的抗干扰能力，包括合适的接地、良好的搭接，合理的布线、屏蔽、滤波和限幅等技术以及这些技术的组合使用。此外，还应该加强电磁兼容性预测仿真技术、电磁兼容性技术和控制技术、电磁兼容性试验和评估技术、电磁辐射危害及其防护技术、电磁脉冲效应及其防护技术等技术的研究。

### 3.2 组织对策

组织对策，主要包括电磁兼容标准制定和战场电磁资源管理。

为了拟制电磁干扰实现电磁兼容，国际上已成立一系列相关的组织，还有各国政府及军事部门等，它们制定了一系列的电磁兼容标准、规范与频谱分配，规定了干扰发射的极限值，限制各种设备发射出超过标准的干扰，并使各种系统在指定的频域、时域及空域上工作，尤其是推行强制性电磁兼容认证，以保证电磁兼容的有效实施；

战场电磁资源管理，就是在时域、频域、空域以及调制域对指挥控制系统设备实施综合管理。要从根本上解决指挥控制系统电磁兼容问题，就要从顶层设计抓起，从以往单设备、单任务、单性能的设计转向大系统、高集成、多层次和全寿命等方面综合优化电磁兼容性的设计。比如，两个设备之间兼容，应该考虑是否会与其它设备互相产生干扰；一个系统相互兼容，应该考虑与另一个系统是否也会兼容；整艘舰艇

兼容，应该考虑与编队其他舰艇、飞机等是否兼容；静态时互相兼容，应该考虑动态时是否兼容。这些问题都要在设计中充分考虑，并要借助一定的技术检测手段进行充分试验论证，从源头上解决未来联合作战中指挥控制系统可能出现的电磁干扰问题。

## 4 结束语

在未来信息化战争中，指挥控制系统所处的战场电磁环境将变得极为复杂，如果不能采取正确应对措施，势必导致指挥控制系统效能下降，形成战场感知迷茫、指挥协同紊乱，从而直接影响作战进程甚至战争成败。电磁兼容性是直接影响指挥控制系统作战效能的重要因素，也是制约指挥控制系统作战力发挥的关键技术。因此，开展指挥控制系统战场电磁兼容及其对策研究，加强指挥控制系统电磁危害的防护，提高指挥控制系统在未来战场的生命力，是至关重要的。

### 参考文献：

- [1]苏锦海等编著，军事信息系统，北京：电子工业出版社，2010年
- [2]梁晓波等译著，美军电磁作战空间与电磁频谱管理，北京：军事科学出版社，2009年
- [3]陈德章主编，云南省无线电监测网综合应用教程，昆明：云南大学出版社，2009年
- [4]李恒劭等编著，战场信息系统，北京：国防工业出版社，2003年