

## 【武器装备理论与技术】

## 复杂电磁环境对导弹装备的影响及对策

黄宝安, 乔治军, 姚玉山

(95856部队, 南京 210028)

**摘要:**介绍了复杂电磁环境的构成特征,包括人为电磁辐射、自然电磁辐射、辐射传播因素等,深入阐述了复杂电磁环境对导弹装备的影响,包括影响机理和影响作用形式,并分析了其给导弹装备效能发挥、安全、检测调试带来的威胁,最后指出了深入研究导弹装备系统应对复杂电磁环境干扰方法的意义。

**关键词:**复杂电磁环境;导弹装备

**中图分类号:**TN721

**文献标识码:**A

**文章编号:**1006-0707(2012)08-0018-03

复杂电磁环境是指在有限的时空里,一定的频段上多种电磁信号密集、交叠、妨碍信息系统和电子设备正常工作,对武器装备运用和作战行动产生显著影响的战场电磁环境,是战场电磁环境复杂化在空域、时域、频域和能量上的表现形式<sup>[1]</sup>。电磁环境已成为信息化战场上最复杂的环境因素,对导弹部队的作战、训练、测试等各项活动产生全面而深刻的影响。近期在组织一次导弹转场靶试中发现在一个场站测试合格的5枚导弹到另一个场站竟有3枚检测不合格。在排除运输、温(湿)度等条件因素干扰后,分析故障原因是两个场站电磁环境的不同,导致该型导弹的电动舵机系统、图像接收发射系统以及指令与图像通路系统出现问题,由此可见,电磁环境对导弹系统及其测试有显著影响。

## 1 复杂电磁环境的构成和特征

复杂电磁环境是信息化条件下作战双方博弈的新空间,主要包括自然电磁辐射、人为电磁辐射、辐射传播因素等。其构成<sup>[2]</sup>如图1。

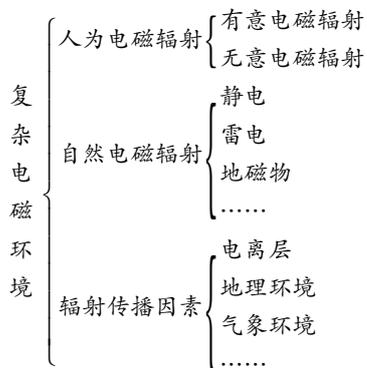


图1 复杂电磁环境构成图

自然电磁辐射包括雷电、静电、地磁场和大气层电磁场等。人为电磁辐射是由人工操控条件下各种电子或其他电器设备向空间发射电磁能量的电磁辐射,是电磁环境的主体,主要包括<sup>[3]</sup>:各种电磁发射系统(电视发射台、广播发射台、无线电台、导航系统、通信系统、微波中转站等);工频电磁辐射系统(高压送变电系统、大电流工频设备和干线电气化铁路等);工业、科学、医疗、商业领域中有电磁辐射的各种设备或系统;内燃机(产生电火花);各种家用电器、现代化办公设备、电动工具等。这些设备和系统都会产生不同频率、不同强度的电磁辐射。此外,在未来高技术战场上,各种用于军事目的的强电磁脉冲源(核电磁脉冲及非核电磁脉冲源,如无线电干扰源、电子对抗辐射源和各种电磁脉冲武器等)也使电磁环境日趋复杂和恶化。辐射传播因素是电磁环境的构成因素,对人为电磁辐射和自然电磁辐射都会发生作用。

复杂电磁环境的特征有:电磁信号类型众多、样式复杂;电磁信号密度高、冲突激烈;电磁辐射能量强,频域交错等特征。目前电磁环境已经不再局限于一种或几种平面定向电磁波,而是各种信息网络、计算机网络与众多辐射源相互匹配、相互交叠、相互渗透的立体电磁合成网络。随着电子信息技术的不断发展和新型电子信息装备的不断投入使用,包括通信设备、战场监视设备、预警/目标探测设备、制导雷达、武器控制系统、距离测量导航设备、电子对抗设备以及有人驾驶飞机/无人机的电子设备等,在一个200 km×200 km的战场区域内电磁辐射源密度可达10 000~12 000个。各种电子设备使用不同的频谱波段,从长波、中波一直到微波、毫米波、红外线直至紫外线波段,功率从小于1瓦到几千瓦,信号有跳频、扩频、跳扩频混合等多种先进调制样式<sup>[4]</sup>。电子频谱越来越拥挤,电磁环境越来越恶劣。

收稿日期:2012-05-14

作者简介:黄宝安(1972—),男,硕士,工程师,主要从事武器装备管理研究。

## 2 电磁环境对导弹装备的影响

导弹武器系统集成微电子技术、计算机技术及电爆装置于一体,属于高技术武器装备,具有信息化和电磁敏感化的特征<sup>[3]</sup>。复杂电磁环境严重影响导弹装备效能发挥,威胁导弹装备的安全,给导弹装备检测调试工作带来困扰。

### 2.1 影响机理分析

各种电磁辐射源会对导弹系统的可靠性、安全性产生威胁,其作用机理根据辐射源的不同而不同。电磁环境对导弹武器的影响和威胁主要是通过能量的传导耦合、辐射耦合等模式产生作用。其作用机理主要包括:

1) 热效应。静电放电和高功率电磁脉冲产生的热效应可以使导弹武器系统中的微电子器件、电磁敏感器件电路过热,造成局部热损伤。

2) 射频干扰。电磁辐射引起的射频干扰,会对导弹装备造成硬损伤,可以造成器件或电路性能参数劣化或完全失效,也可以形成积累效应。

3) 强电场效应。强电场可能会造成电路失效,对导弹武器系统自检仪器和敏感器件的工作可靠性造成影响<sup>[5]</sup>。

4) 磁效应。电磁脉冲引起的强电流可以产生强磁场,使电磁能量直接耦合到系统内部,干扰电子设备的正常工作。

### 2.2 影响作用形式

导弹武器系统是典型的机-电-仪一体化技术与自动控制技术紧密结合的产物,电子仪器设备数量多、分布密集,电力与电子设备互相结合,强电与弱电交叉工作。复杂电磁环境可以直接影响导弹装备的战术、技术性能的发挥,使空间定位系统、数字通信、制导系统失灵或失误,使其命中精度受影响。在伊拉克战争中,伊拉克军队曾依靠从俄罗斯进口的卫星定位干扰机发出的电磁脉冲信号,对美军发射的巡航导弹的定位系统实施干扰,使其命中率大打折扣<sup>[6]</sup>。复杂电磁环境对导弹装备工作的影响如下:

1) 对控制设备、制导设备、其他电子设备系统的损伤。

① 导弹武器系统中的导弹、测试设备、车辆、电源设备以及人体都会积累电荷成为静电带电体,静电的最大危害在于放电,静电放电能释放大量热量,大多数半导体器件都很容易受静电放电而损伤;② 导弹装备及其保障检测设备广泛采用数字化元器件和电路板件,设备一般采用体积小、电源变换频率高的开关电源,但开关电源脉冲电流和电压上升沿很陡,使用时会产生大量热量导致数字化元器件和电路板等电子设备烧坏,还能产生很强的电场效应产生射频干扰,导致弹载计算机系统功能紊乱,制导设备和控制设备失效;③ 无线电通信设备、微波收发设备、工作人员通信设备及其周边的电磁发射系统(电视发射台、广播发射台、无线电台、导航系统、通信系统、微波中转站等)都是发射源,能辐射能量不

同的电磁脉冲,产生射频干扰,经过传导、耦合至导弹内部导致传感器、接收机等敏感设备性能降低或失效,导致机电设备、电子电路元器件误操作,告警设备的虚警等,烧毁或损伤设备内部的关键电子电路和元器件;④ 导弹测试设备、电源组合、气源组合等设备大多放置在导弹测试方舱内,安装空间狭小,布线较为复杂,各种电缆、线缆产生的电磁场交错重叠,干扰导弹测试设备的电子设备系统。

2) 对指令传输系统测试的影响。复杂电磁环境中的杂乱电子信号能干扰和摧毁导弹系统中的无线电指令制导方式。当下行通道受欺骗性干扰、脉冲干扰等有源干扰时,制导雷达无法获得导弹坐标,指令计算机无法形成正确的导弹控制指令。上行通道主要受阻塞式干扰和瞄准式干扰影响,阻塞式干扰对指令信号进行压制,使译码电路工作失常或产生假指令信号;瞄准式干扰会造成指令传输的混乱,破坏整个制导系统的工作<sup>[7]</sup>。当导弹指令传输系统受到复杂电磁环境中电子信号干扰时,导弹就不能通过测试。

3) 对导弹导引头检测的影响。现代新型导弹大多具有末端自主导引功能,尤其是对付各类空中辐射源的反辐射导弹,其弹体导引头主要依靠对目标辐射源的自主跟踪进行制导。在复杂电磁环境下,战场空间可能出现大量同频段辐射源或被敌方实施同频干扰或全频段干扰,这样会致使导弹导引头被干扰压制或诱骗,失去目标辐射源的真实信息。

4) 对无线电引信测试的影响。无线电引信的作用是在导弹与目标遭遇过程中适时引爆战斗部,以取得毁伤目标的最大效果。在复杂电磁环境下,尽管无线电引信作用时间短,但一旦受到不同样式、不同程度的电子干扰,可导致引信提前起爆或者不起爆,使导弹不能杀伤目标。受到干扰的无线电引信同样能阻挠测试工作正常进行。

5) 对敌我识别系统的影响。敌我识别系统在工作时,容易受到高密度、形式复杂的电磁信号环境不利影响,在导弹测试过程中这种影响主要是己方近距离的同频通信或雷达设备的干扰,在其受到干扰而不能正常工作时,将直接影响到武器操作员和作战指挥员的判断决策行为,甚至造成严重后果。

## 3 应对措施和建议

随着敌对电磁威胁和己方用频设备的增加,目前导弹部队都面临着越来越复杂的电磁干扰,众多电磁干扰不仅影响导弹装备的检测调试,还影响其安全性、可靠性和作战效能发挥,因此研究导弹装备的电磁兼容性和抗电磁干扰能力,不仅是导弹测试工作的需要,对信息化战争具有深远意义。

1) 加强对现有导弹武器的电磁防护。在复杂电磁环境下作战离不开电子对抗,电子对抗包括电子攻击和电子防护。一方面运用电子攻击去阻止或破坏敌人有效地利用电磁频谱资源,使其不能有效地获取、传输和利用电子信息,从

而影响其指挥决策过程和精确制导武器的运用。另一方面采取相应措施加强电子防护,对现有导弹武器装备性能进行改进和加固,使其具备一定的电磁兼容性和防护能力。例如针对导弹飞行中易受静电放电的危害,采取诸如合理使用静电放电器、减少天线数量和受干扰的概率等相应的措施加以防范。在新导弹研制、设计阶段,须考虑武器系统(包括设备级、分系统级的电磁兼容)的电磁兼容性等电磁防护措施等,研制、开发、生产使用抗电磁干扰和抗电磁辐射的元器件和设备来保护己方导弹武器的电子设施不受影响,提高己方导弹武器的电子设备在复杂电磁环境中生存能力<sup>[6]</sup>。

2) 采取综合屏蔽措施。采取综合电磁屏蔽措施,是指使用切断电磁脉冲耦合进入内部的媒介,保证电子设备不受自然因素和电磁脉冲武器的干扰。包括完善导弹武器系统和阵地的接地系统,做好系统接地,通过引下线和接地体,将感应电流疏散到大地;对各种设备表面可能耦合电磁场的孔缝进行处理,使用导电材料将设备封闭包装,对于重要的电子设备采取金属外壳屏蔽的方法;对阵地的通风、空调、给排水等管道采用非金属材料或间隔采用非金属材料;对阵地的直通式出入口进行穿廊式改造,在头部内层架设钢结构衬套,加大防护门的电磁屏蔽研制设计,使阵地工程起到切实屏蔽电磁脉冲的作用;对于导弹的测试车、气源、电源车等大型目标,可张挂含金属材料的伪装网或林地伪装网进行衰减<sup>[8]</sup>。

3) 加强电磁频谱资源的分配和管控。在现代化的战场上,战场区域的电磁信号密度高,频谱资源占用紧张,为了营造和保持有利的电磁环境,必须对电磁资源进行管理,包括辐射源设备使用频率、作用空间、工作时间和辐射功率等,合理规划通信、制导等设备的电磁频谱划分,避免干扰。建立全空域、全频域、全天候、连续的战场电磁环境监测网,严密监测战区(场站)周围的各种辐射信号并建立随时可更新的数据库<sup>[9]</sup>。同时与地方相关部门密切协作,掌握民用辐射源分布和工作情况,便于监控也便于导弹部队在平时的训练、测试有相应的数据参考。

## 4 结束语

复杂电磁环境下导弹装备的工作效能发挥必须以战场复杂电磁环境的特点为基础,综合考虑其对导弹装备的作用影响,才具有实战意义,才能适应未来的高科技信息战争,随着导弹武器装备及作战样式的发展变化,深入研究导弹装备系统应对复杂电磁环境干扰的方法,既是目前提高导弹工作效能的需求,也是提高导弹部队打赢信息化战争的客观需要。

## 参考文献:

- [1] 周辉. 战场复杂电磁环境分析与应对策略[J]. 装备指挥技术学院学报, 2007, 18(3): 59-64.
- [2] 高岩. 复杂电磁环境特性[J]. 四川兵工学报, 2008, 29(1): 19-20.
- [3] 赵建忠. 导弹技术保障中的复杂电磁环境及应对措施[J]. 装备环境, 2008, 5(5): 54.
- [4] 彭新潮. 复杂电磁环境对通信对抗设备的影响分析[J]. 通信对抗, 2007, 3(98): 16-17.
- [5] 徐永成. 复杂电磁环境下装备损伤模式与保障问题研究[J]. 国防科技, 2008, 4(29): 29.
- [6] 何立萍. 战场电磁环境及其对导弹武器装备的威胁[J]. 航天电子对抗, 2009, 25(1): 2.
- [7] 赵敏. 复杂电磁环境对地空导弹武器系统作战的影响及对策探讨[J]. 飞航导弹, 2010(5): 79.
- [8] 王海燕. 复杂电磁环境对导弹武器系统安全的影响及对策研究[J]. 飞航导弹, 2008(11): 27.
- [9] 吉礼超, 袁汉钦. 反舰导弹武器系统如何提高复杂电磁环境下的抗干扰能力[J]. 四川兵工学报, 2011(2): 44-46.

(责任编辑 周江川)