

【武器装备】

弹药电爆装置受电磁干扰的机理及防护措施

刘品¹, 李松岩¹, 王美义¹, 吴勇²

(1. 西安军代局驻203所军代室, 西安 710065; 2. 武汉士官学校, 武汉 430000)

摘要:介绍了弹药电爆装置受电磁干扰的机理, 分析提出了弹药电爆装置受电磁干扰的3个基本条件, 在此基础上提出了弹药电爆装置防护电磁干扰的策略和技术。

关键词:电爆装置; 电磁干扰; 防护

中图分类号: O441.5; TP339

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2011)02-0047-03

The Mechanism and Protection Measures of Electromagnetic Interference for Electro-explosive Device in Ammunitions

LIU Pin¹, LI Song-yan¹, WANG Mei-yi¹, WU Yong²

(1. Section of PLA Representation of 203 Research Institute, Xi'an 710065, China;

2. Wuhan Ordnance Non-Commissioned Officer Academy, Wuhan 430000, China)

Abstract: In the paper, it introduced the mechanism of anti-jamming of electromagnetic interference for electro-explosive device in ammunitions, and also analyzed and proposed three basic conditions of anti-jamming. Based on the above mentioned, the paper proposed the corresponding strategy and technology as well as anti-interference measures.

Key words: electro-explosive devices; electromagnetic interference; protection measure

在高技术条件下, 战场的电磁环境日益复杂, 电磁环境效应对武器装备的安全性乃至战场生存能力构成了严重的威胁。因此, 如何提高电子设备的抗电磁脉冲干扰能力, 已成为当今军事强国研究的重要课题之一。图1表示了现代战场的复杂电磁环境构成情况^[1]。为了适应现代和未来战争的需要, 武器系统必须有较强的抗各种电磁辐射和电磁干扰的能力。弹药作为武器装备的重要组成部分, 由于威力巨大和在战争中的作用重要, 故其电磁防护能力令人关注。另一方面, 随着通信、电视、雷达等电子设备数量的增大、发射功率的增强, 复杂电磁环境对弹药的储存、运输、勤务处理、使用的危害也越来越大。在战争中, 弹药对各种电磁干扰的牢固防护, 对于我方取得战争胜利的重要作用是不言而喻的。尤其是使用电引爆装置的弹药, 对于敌方的电磁干扰必须采取相应有效的措施。

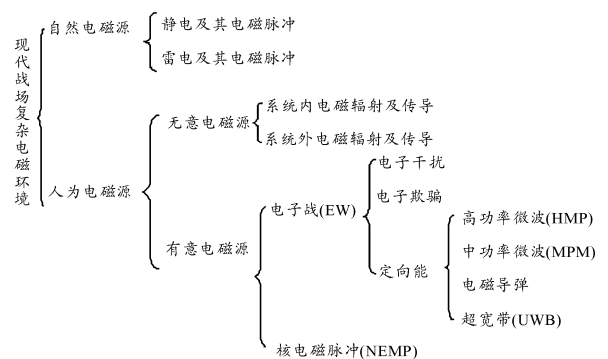
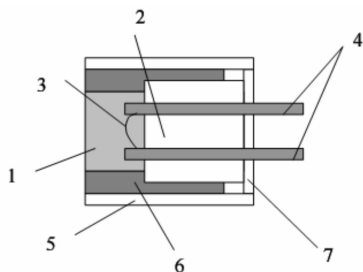


图1 复杂电磁环境构成

1 电爆装置受电磁干扰的机理

常用的电爆管形式是桥丝型。引爆时, 电流在桥丝中流动, 使桥丝发热, 从而引爆初级炸药, 再顺次引爆主炸药。起

爆方式主要有3种:热、电弧和冲击波。利用桥丝上的直流焦耳热引爆是一种常见的方式,在这种情况下,能否引爆取决于电流的大小和初级炸药的起爆特性;此外,由射频能量耦合到引线上引起桥丝发热,以及由周围介质加热也能引爆^[2]。图2是桥丝式电火工品结构示意图简化模型。



1. 炸药;2. 绝缘材料;3. 桥丝;4. 导线;
5. 外壳;6. 塑料圈;7. 盖

图2 桥丝式电火工品结构示意图简化模型

电爆装置能否受到电磁干扰,发生误动作、瞎火、意外发火等,是多方面因素共同决定的。但是总的来说,电爆装置受电磁干扰的基本条件有3个。

1) 有电磁干扰源。现代战场的电磁环境相当复杂,不仅敌方的电磁武器可以干扰到我方的武器装备、弹药,甚至我方的雷达、通信系统等也可能对弹药的电引爆系统产生影响。此外,雷电、静电等自然干扰源的存在也会对我方的电爆装置产生影响。

2) 在干扰源和受干扰弹药之间存在耦合途径^[1]。通常认为,干扰的耦合途径分为2类:传导耦合途径和辐射耦合途径。其具体分类如图3所示。

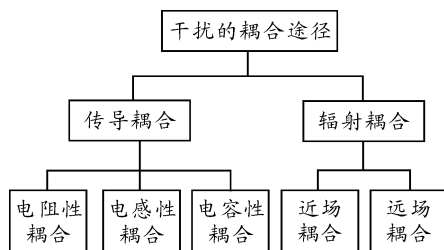


图3 干扰耦合途径的分类

3) 耦合进入弹药电爆装置的电磁能量高于其发火阈值。导体处于变化的电磁场中时,必然会产生感应电流。电爆器件一般由正负电极和电热装置(桥丝)构成,当有感应电流从电热装置通过时,会引起桥丝发热,当电流足够大时,桥丝产生的热量会引燃点火药,致使电爆器件发生爆炸。电爆器件受到电磁辐射时,会长时间在桥丝两端形成电势差,在电磁波场强足够大的情况下产生强电流使发火件发火,影响弹药火工品的正常使用,造成极严重的后果。再者,射频场源也会影响电爆器件使其迟发火或瞎火。在变化的射频场中,当感应电流瞬时方向与施加电流方向不一致时,发火部件上的电能量降低,发火所需能量积聚时间必然增长,这就造成迟发火或瞎火,严重影响系统工作,战时甚至贻误战机,造成不可估量的损失^[3]。

2 电爆装置抗电磁干扰的策略和技术

在了解了弹药电爆装置受电磁干扰的基本条件之后,就可以针对这3个基本条件,结合实际情况,采取相应的策略和技术抗电磁干扰。

2.1 从源头上进行防护

首先必须清楚掌握敌方电磁脉冲武器的详细情况,同时针对敌方的电磁打击预先进行电磁防护,并力争从源头上予以打击,甚至摧毁敌方电磁武器。此外,对于友方的无意干扰源也得做好防护,必要时可以对干扰源采取屏蔽措施。

2.2 切断外界电磁能量进入电爆装置的耦合路径

这方面采取的措施主要可从以下几方面考虑。

1) 滤波。针对射频电磁干扰,可以采用低通滤波电路进行防护。其原理是用高阻抗隔断不要的高频电磁能量,并具有良好的低通特性。低通滤波器的典型结构有:并联电容滤波器、串联电感滤波器、L型和Π型和T型滤波器。在设计滤波器时,既要考虑使不需要的电磁信号受到衰减,让所需要的信号通过,又要不使点火脉冲信号衰减。同时,还需考虑电路插入滤波器的情况下,正确选择电路的负载电压和电流,以便能可靠地发火。

吸收滤波,其原理就是通过吸收不需要的频率成分来达到抑制干扰的目的。吸收滤波器通常有媒质填充或涂覆传输线形式,媒质材料可以是铁氧体材料或其他的损耗材料(如铁素体类、碳类、钛酸钡等)^[3]。实验表明,采用吸收元件的电火工品,其射频敏感度将明显下降,也就是说,在使用了可吸收滤波的元件之后,电火工品的抗电磁干扰能力将得到极大提高。

2) 电磁屏蔽,就是在2个空间区域之间进行金属隔离,以控制电场、磁场和电磁波由1个区域对另1个区域的感应和辐射^[4]。屏蔽是抗电磁干扰的常用技术之一,其效果显著,而且可行性较高。大多数装备需要与系统外界保持通信,故在被屏蔽弹药与外界的连接处,要注意采取措施加强屏蔽。影响屏蔽体屏蔽效能的因素有2个,一是整个屏蔽体表面必须是导电连续的,二是不能有直接穿透屏蔽体的导体。屏蔽体上有很多导电不连续点,最主要的一类是屏蔽体不同部分结合处形成的不导电缝隙。这些不导电缝隙将产生电磁泄漏。解决这种泄漏的一个方法是在缝隙处填充导电弹性材料,以消除不导电点。但也不是说用导电弹性材料将缝隙密封到滴水不漏的程度才能够防止电磁波泄漏,因为缝隙或孔洞是否会泄漏电磁波,取决于缝隙或孔洞相对于电磁波波长的尺寸。当波长远远大于开口尺寸时,并不会产生明显的泄漏。因此,当干扰的频率较高时,这时波长较短,就需要使用电磁密封衬垫。具体说,当干扰的频率超过10MHz时,就要考虑使用电磁密封衬垫^[4]。

3) 接地与搭接。射频接地能够将射频场源屏蔽体部件内产生的感应电流迅速引流。射频接地是在设备屏蔽体和大地之间用低电阻的导体连接起来,形成电气通道,从而造成屏蔽系统与大地之间等电位分布。

搭接是将2个金属构件以低阻抗通路连接起来的结构,搭接阻抗一般很小,搭接的目的在于为射频电流流动提供一个均匀结构和低阻抗通路,以避免在相互连接的金属间形成

电位差,从而引起射频干扰现象。良好的搭接可以减少系统间电位差引起的干扰,减少接地电阻,从而减小接地共阻抗干扰和各种地回路干扰,并有效防止杂散电流干扰^[5]。

2.3 提高敏感度阈值

根据实际情况,在允许范围之内尽可能使用敏感度较高的元件作为弹药电爆的发火系统,可以减少由于受到干扰而产生误动作的可能性。在1 A、1 W、5 min条件下不起爆的电爆器件称为钝感电爆器件,其最佳工作电流为5~8 A。此类电爆器件抗静电感应和电磁感应以及防雷电等性能均优于敏感电爆器件,但其要求的可靠发火电流较大,如果弹上使用的数量多,则要求电源容量加大,故这又限制了他的使用,必须视具体情况而定。钝感电爆器件发火延时时间一般不大于30 ms,如同时有2个以上并联使用,其发火不同步性比敏感电爆器件要大一些^[3]。

3 结束语

现代战场电磁环境日益复杂,对弹药防电磁干扰能力的要求也越来越高。提高弹药的防电磁干扰能力就是提高我军的战斗力,就是对我军取得现代战争胜利的有力保障。弹药电点火系统的电磁损伤机理是相当复杂的,由多方面因素

共同决定。目前关于这方面的研究多数只停留在理论上,并且一些实验还是在理想条件下进行,与实际存在一定误差。在今后的研究中,不仅要提高理论、机理方面的研究,还要贴近实战,将弹药防电磁干扰置于现代战争的复杂电磁环境下来研究。

参考文献:

- [1] 刘尚合,武占成. 静电放电及危害防护[M]. 北京:邮电大学出版社,2004.
- [2] 王天顺. 电爆装置电磁兼容性要求[J]. 飞行设计,1999(3):32-38.
- [3] 李静海. 舰载导弹火工品点火电路安全技术研究[J]. 国防技术基础,2008(2):44-48.
- [4] 王春峰. 屏蔽的基本原理及应用[J]. 西部广播电视,,2006(5):52-54.
- [5] 李金明,安振涛,罗兴柏,等. 射频对电火工品的影响及防护措施[J]. 爆破器材,2004(5):17-19.

(责任编辑 周江川)

(上接第43页)由图3和式(5),可计算出平均命中概率 $P_{命中} = 0.404$ 。

2.5 导弹的毁伤概率和可靠性

由于现代攻击直升机系统依赖性的提高和便携式地空导弹战斗部的改进,可以认为便携式地空导弹一旦命中目标,就能成功击毁目标或使其失去战斗力,从而无法对空降兵部队进行有效攻击,所以此处取 $P_{毁伤} = 1$ 。另外,根据文献[3],伞降空投装备的战损率约为30%,本文中取便携式导弹的作战可靠性 $P_{可靠} = 0.7$ 。

3 实例计算

假设空降兵在没有上级或友邻敌情通报的情况下利用某便携式地空导弹对AH-64武装直升机实施抗击,设直升机速度 $v_m = 100$ m/s,高度 $H = 50$ m, $\lambda = 3$,以便携式导弹的射击航路捷径作为随机数,通过以上的计算步骤,可得 $P_{发现} = 0.533$, $P_{可射击} = 0.88$, $P_{可靠} = 0.7$, $P_{命中} = 0.404$, $P_{毁伤} = 1$,射击效率 $K = 0.554 \times 0.88 \times 0.7 \times 0.404 = 0.133$ 。

此外,同等条件下,便携式导弹采用近炸引信可使 $P_{命中} = 0.494$,使用雷达可使发现目标概率提升至0.8,采用2发导弹齐射,则作战效能

$$E^* = 1 - (1 - E) \times (1 - E) = 0.437$$

4 结束语

空降兵防空作战中,便携式地空导弹抗击攻击直升机有

其独特的优势,比如便携式地空导弹操作简单,便于隐蔽射击,抗干扰能力强等。但是,通过计算发现单独发射时其作战效能偏低,分析原因主要是:目视发现目标的概率太低;单发命中概率较低以及攻击直升机飞机状态变化突然等。提高便携式地空导弹抗击武器直升机的射击效能可以采取以下对策:① 装备低空搜索雷达和加强空情报知,提高发现目标概率;② 安装近炸引信,提高命中概率;③ 多发齐射,提高毁伤概率。

参考文献:

- [1] 白渭雄. 便携式地空导弹抗击巡航导弹研究[J]. 空军工程大学学报,2004(2):51-54.
- [2] 田棣华. 高射武器系统效能分析[M]. 北京:国防工业出版社,1991.
- [3] 孙建军. 登岛空降作战防空兵的运用[J]. 空降兵,2000(2):76-78.
- [4] 王选民. 空降兵营战术[M]. 北京:解放军出版社,2002.
- [5] 韩挺进,齐泽强. 防空兵新“三打三防”[M]. 北京:解放军出版社,2001.
- [6] 俞开堂. 特种空袭目标与对抗理论[M]. 北京:国防大学出版社.2000.

(责任编辑 周江川)