

doi: 10.7690/bgzdh.2013.04.025

某型车载武器系统电缆电磁兼容性设计

张筱波, 魏健, 程俊

(总装重庆军代局驻绵阳地区军代室, 四川 绵阳 621000)

摘要: 根据电缆电磁兼容性特点, 对某型车载武器系统电缆电磁兼容性进行分析设计。从电缆的接地、屏蔽及导线的绞合等方面, 分析在某型车载武器系统中电缆的电磁兼容性能, 给出该型车载武器系统电缆电磁兼容性的几点处理方法。结果表明: 该方法是有用的, 能满足该武器系统对电缆的要求, 使之达到抗干扰和抗辐射的能力。

关键词: 电磁兼容; 设计; 电缆

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Cable Electromagnetic Compatibility Design of Certain Type Vehicle Weapon System

Zhang Xiaobo, Wei Jian, Cheng Jun

(PLA Presentation Office in Mianyang District, PLA Military Representation Bureau of General Equipment Headquarters in Chongqing, Mianyang 621000, China)

Abstract: According to the cable electromagnetic compatibility feature, analyze and design cable electromagnetic compatibility of certain type vehicle weapon system. From cable grounding, shielding, and wire inter-twist, analyze cable electromagnetic compatibility of certain type vehicle weapon system, and give some suggestions for electromagnetic compatibility. The results show that the method is effective which meet requirements of weapon system to cable. Therefore, the cable can anti-disturbance and anti-radiation.

Key words: electromagnetic compatibility; design; cable

0 引言

电磁兼容 (electro-magnetic compatibility, EMC) 是指在复杂的电磁环境中, 每台电子、电气产品除了本身要能抗住一定的外来电磁干扰保持正常工作以外, 还不能产生对该电磁环境中的其他电子、电气产品所不能容忍的电磁干扰^[1]。

在当今信息社会中, 随着电子技术和计算机技术的发展, 一个系统中采用的电子、电气设备数量不断增加, 频带日益增宽, 功率逐渐增大, 信息传输速率及灵敏度不断提高, 连接各种设备的网络也越来越复杂。而电缆又是电子、电气设备之间进行电源供给、信息传输等的重要通道; 因此, 电磁兼容问题日益重要。笔者以集机械、电子于一体的某型车载大型复杂武器系统为例, 通过对电缆的接地、屏蔽及导线绞合等方面的分析, 剖析电缆在该系统中的电磁兼容性能, 以提高整个武器系统的可靠性。

1 电缆的电磁兼容性分析

在电磁场存在的地方, 电缆都起到天线的的作用, 电磁场中的能量会耦合到天线上, 电缆中的感应电流与电缆磁场的相对方向、附近的导体及电缆长度有关。反之, 通过射频电流电缆辐射的场强也与这些因素有关, 故产品的电磁兼容性都受到连接电缆的影响, 而影响电缆电磁兼容性的因素在低频时主要是导线间的电容耦合, 在高频时则是辐射耦合^[2]。

1.1 电容耦合

由于电容是由 2 个导体构成的, 而电缆中的导

线也是导体, 因此 2 根导线就构成了 1 个电容, 该电容被称为“导线之间的寄生电容”。由于这个电容的存在, 一根导线中的能量就能耦合到另一根导线上, 从而产生干扰, 这种耦合就称为“电容耦合或电场耦合”。电容耦合的干扰作用就是相当于在导线与地之间连接了一个电流源, 当导线在传输信号时, 该电流源就会耦合到信号当中, 导致信号失真, 干扰设备对命令的正确执行。

1.2 辐射耦合

通过辐射途径造成的骚扰耦合称为辐射耦合, 是以电磁场的形式将电磁能量从骚扰源经空间传输到接受器 (骚扰对象)。为防止电缆中传输的信号受到外界电磁场的辐射干扰, 需对电缆采用防止高频电磁场的电磁屏蔽。对于电缆, 需要屏蔽的区域是电缆中的导线束。电缆的屏蔽层必须接地才能起屏蔽作用, 如果屏蔽层未接地, 那么在电缆与地间的回路中会形成骚扰电流和电压, 该骚扰电压通过地回路感应到受害电路的输入端, 而形成地回路干扰。

2 电缆的制作与设计

2.1 电缆的设计

针对以上影响电缆电磁兼容性因素的分析, 在电缆设计时提出以下解决方法。

2.1.1 导线双绞

针对导线间的电容耦合, 将电缆中的导线进行简单的双绞, 使其变成减少电磁及电磁性干扰的双

收稿日期: 2012-12-21; 修回日期: 2013-03-03

作者简介: 张筱波 (1983—), 男, 云南人, 本科, 助理工程师, 从事装备监造与质量管理研究。

绞线,就可保证电容的均匀分布,到地和到外部干扰源的电容,两者平衡对称,这意味着共模的电容耦合也平衡对称,因此电缆具有更高的共模抑制。

同时,在减少低频率电磁干扰方面,双绞线最有效,它可将磁回路区域减小到几乎为零。对于一个统一的外部场,每半个双绞就会颠倒依次感应的方向,因此 2 个连续的半双绞就会抵消这个场在导线上的影响。且双绞线还有一个更为突出的特点,就是它提供了一个相当稳定的特性阻抗,当它与整体屏蔽相结合以获得更好的共模抑制的时候,这种组合电缆的性能在传输高速率的数据信号时表现非常稳定,可将辐射噪声和感应干扰降到最小值^[3]。

2.1.2 电缆的屏蔽

2.1.2.1 电缆屏蔽层的端接方法及方式的选择

电缆的屏蔽,最重要的是屏蔽层的端接方法,要实现正确的端接须将屏蔽层连接到干净的地上(机箱外壳),屏蔽层与机箱外壳要在 360°内搭接。

电缆电磁兼容设计中电缆屏蔽层的短接方式的选择也是决定电缆屏蔽的要素之一,即如何端接电缆的屏蔽层,是在两端还是在一端端接。电缆屏蔽层的端接方式分为以下几种情况:1)若输入端接地,则屏蔽层只在输入端接地;2)若源端接地,则屏蔽层只在源端接地;3)若源端和输入端都接地,则屏蔽层在两端接地。

为使电缆形成良好的屏蔽,针对某型车载武器系统电缆电磁兼容性进行设计制作时,电缆绝缘层外面包了一层金属防波套,制作成屏蔽电缆。屏蔽层(即金属防波套)的端部撕开,均匀地包裹住圆形连接器的尾部附件,然后用软圆铜线将防波套紧紧捆在圆形连接器的尾部附件上,而圆形连接器通过设备机箱单体的外壳与地连接,这样屏蔽电缆的屏蔽层就实现了接地,起到了屏蔽作用。同时,因为电磁屏蔽主要是针对高频电磁场的影响,所以在金属防波套的两端都进行了接地,这样就使地回路电流只经过金属防波套而不过电缆内部的导线,因而可以抑制地回路的干扰。成品电缆示意图如图 1。

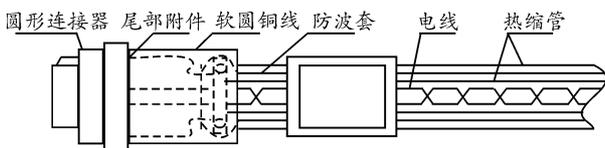


图 1 成品电缆示意图

2.1.2.2 电缆屏蔽的结构设计

决定电缆屏蔽效能的要素还有电缆的结构,即电缆屏蔽体上的导电不连续点。这些导电不连续点包括各种孔洞和缝隙。孔洞包括通风口、显示口、观察口、调节器件的开口,缝隙主要指构成屏蔽体

不同部分间的接缝。故电缆屏蔽结构设计中的关键是处理好这些开口和缝隙。在设计与制作某型车载武器系统电缆电磁兼容性时,为防止屏蔽层产生孔缝泄露,在导线与圆形连接器的焊接处用尾部附件包裹起来,而防波套又均匀包裹住尾部附件。因为尾部附件是一个圆柱形的金属壳体,其作用就相当于是一个导体防护罩,再与金属防波套连接起来,为感应电流提供返回路径,防止耦合到信号中,同时也限制信号中的辐射电流,防止产生外部磁场^[4]。

以上是针对电缆的电磁兼容性的解决方法,而对某型车载大型复杂武器系统而言,还采取了其他有效方法,如:每个单体的外壳都采取接地处理;布置电缆时,将电源电缆与信号电缆分开布置在车体的两侧大梁上;在击发电磁铁和保险电磁铁的回路中(因这 2 个电磁铁是电感性负载)增加一个二级管作为反电动势的泄放电路等,这些措施对减少干扰起到了很好的效果,提高了系统的电磁兼容性。

2.2 材料的选择

首先连接电缆和电器设备的连接器需具有良好电磁屏蔽性、防淋雨、防盐雾、防沙尘和抗腐蚀能力,故选择某系列的圆形连接器,该连接器采用卡口式快速连接,具有五键盲插和防插错功能,增强了电缆的连接速度,其尾部附件对导线与连接器接头部分形成了良好的电磁屏蔽效果。其次选择具有良好通电性、绝缘性和可靠性的 FVN 型电缆。最后,对于制作电缆的其他材料也作了要求,如防波套需具有良好的电磁屏蔽能力,而热缩套管则具有良好的径向、轴向收缩率(径向收缩率 $\geq 50\%$,轴向收缩率 $\leq 10\%$),其耐磨和抗腐蚀能力有很大提高^[5]。

3 结束语

笔者将用以上材料和方法制作的电缆与某型车载大型复杂武器系统一起进行了各种试验验证,包括系统的电磁兼容性试验,期间没有出现任何问题,证明该电缆的电磁兼容性及耐磨、耐腐蚀、防水、防沙尘等性能完全满足该车载大型复杂武器系统的要求,该设计是切实可行的。

参考文献:

- [1] 杨克俊. 电磁兼容原理与设计技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [2] 白同云, 赵姚同. 电磁干扰与兼容[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1991.
- [3] 刘鹏程, 邱扬. 电磁兼容原理与技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 1993.
- [4] Tim Williams. 电路设计技术与技巧[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [5] 白同云, 等. 电磁兼容设计[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001.