

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0116-03

浅谈高速公路机电设备的抗电磁干扰问题

苏浩然, 庄晓实

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 通过对具体实例的分析探讨高速公路机电系统中的电磁干扰问题的解决方法, 并介绍了电磁干扰与电磁兼容的概念和技术发展。

关键词: 公路; 电磁兼容; 电磁干扰

中图分类号: U412 366; O441

文献标识码: A

Analysis of Electro-magnetic Interference Problem in Highway Electric-machinery System

SU Hao-ran, ZHUANG Xiao-shi

(Research Institute of Highway, Ministry of Communications, Beijing 100088, China)

Abstract: This paper discusses the solution of EMI problem in highway electric-machinery system through analyzing a real case in application, and introduces the concept of EMI and EMC and the condition of technical development.

Key words: Highway; EMC; EMI

几年前, 笔者在一次工程实施中遇到的一个问题。该工程是一个收费系统项目, 所遇到问题的现象是: 车道控制器不定时地发生混乱, 所运行的 Windows 操作系统弹出大量的对话框, 最终显示“系统内存不足”, 屏幕变蓝, 此时只有重新启动。重新启动后, 系统能够恢复正常, 但以上现象还会发生。为此, 排除了机器硬件和病毒的因素后, 将焦点集中在与车道控制器相连接的外部设备上。最后将问题锁定在收费员所使用的键盘上, 通过增加保护电路、增强屏蔽等措施, 解决了这个问题。

1 电磁干扰的种类及对高速公路机电设备的危害

随着我国高速公路建设的蓬勃发展以及高速公路管理水平的逐步提高, 国内很多高速公路都应用了大量的机电设备。这些设备主要包括: 通信、收费、监控三大系统中所采用的机械电子设备。其中收费车道(广场)设备及监控外场设备是最容易受到电磁干扰影响的设备。

按照环境电磁学的理论, 电磁干扰(简称 EMI, Electro-magnetic Interference)属于电磁污染, 污染源分

为天然污染源和人为污染源。

天然的电磁污染是自然现象引起的, 最常见的是雷电, 火山喷发、地震和太阳黑子活动引起的磁暴等都会产生电磁干扰。

人为的电磁污染主要有: 1) 脉冲放电。例如切断大电流电路时产生的火花放电。2) 工频交变电磁场。例如在大功率电机、变压器以及输电线等附近的电磁场。3) 射频电磁辐射。例如无线电广播、电视、微波通信等各种射频设备的辐射。

对于高速公路机电设备最常见的干扰当数雷电, 雷电可分为直击雷、感应雷和球形雷, 其中球形雷比较罕见, 雷电直接击中公路机电设备也较少, 比较常见的是感应雷, 空中云层放电产生能量巨大的电磁场, 通过电缆感应形成瞬间脉冲高压进入设备, 造成损毁, 这是公路机电设备的大敌。高速公路上安装的紧急电话外场分机、监控系统外场设备如可变情报板、可变限速标志、车辆检测器等, 暴露在空旷的野外, 而且有较长的电缆连接, 极易引雷, 所以做好防雷接地、做好防感应雷措施是非常重要的。

其次是上面所说的脉冲放电, 汽车的火花塞是公

路机电设备常遇到的电磁污染源,尤其是收费系统车道设备,多为精密的计算机设备,距离车辆较近,而且连接大量的外部设备,容易引入电磁干扰。

在本文开始提到的问题就是由于键盘受到电磁干扰而产生的,经过仔细检查,发现在出厂时有些键盘的屏蔽线没有接地,并且键盘的电路设计缺乏抗干扰特性,所以会出现上述现象。

电磁干扰的另一个危害是干扰系统通信,使通信线路产生大量误码。计算机网络在公路交通管理中的应用越来越普遍,在监控中心、收费站、收费广场的布线中多采用 UTP (非屏蔽双绞线) 电缆进行布线,UTP 电缆属于平衡传输系统,它利用传输线对的扭绞来抵消电磁干扰及电磁辐射,但 UTP 电缆只有具有理想的平衡特性才能有效地抵消电磁干扰及电磁辐射。理想的平衡 UTP 是不存在的,因为 UTP 的平衡特性受周围环境影响,当 UTP 电缆附近存在金属物体或隐蔽接地时,由于不同导体与金属物体或地的距离不同,UTP 的平衡特性会遭到破坏。另外弯曲也会破坏 UTP 的平衡特性,在实际安装时,电缆不可避免要弯曲,当电缆弯曲时,相邻绞节将疏密不同,不能有效抵消电磁干扰及电磁辐射。第三,UTP 的节距与电磁干扰或信号波长相比必须充分小,才能有效地抵消电磁干扰和电磁辐射,即节距越小,EMC 性能越好,但双绞线的绞结节距不可能无限减小。实验证明,当外界电磁干扰或网络工作频率超过 30MHz 时,UTP 的 EMC 性能下降,即网络的可靠性降低,误码率增大,电磁辐射也相应增大。

以往公路交通行业使用的计算机网络工作在较低的频率范围内,如 10Mbps 以太网,UTP 电缆在这样低的工作频带内具有一定的 EMC 能力,而且计算机通信具有出错重发及纠错能力,所以网络能够在一定的电磁环境中正常工作。而现在使用的网络多为快速以太网 (100Mbps),远超过 30MHz 的范围了,这样在监控中心、收费站、收费广场进行布线时,一定要严格注意避免将网络线布设在干扰源周围,也要注意避免将网线与电力线缆平行布设。如果无法避免,则可以使用屏蔽双绞线进行布线,屏蔽双绞线的 EMC 性能比 UTP 要高很多,当然成本也高一些。

使用屏蔽布线系统的另一个好处是安全性较高,我们不仅要考虑防止 EMI 对系统的干扰,同时也要考虑到系统本身也是一个电磁辐射源,UTP 相当于发射的天线,窃听者可能会进行数据拦截,不过这个问题不是本文讨论的重点。虽然在收费系统的拆账中心、银行联网点等关键部分可能需要关注数据安全问

题,但本文主要讨论的是 EMI 对系统的影响和系统内部设备之间的 EMI 影响,不过相信这个问题也将随着联网收费的规模扩大逐步提上讨论日程。

2 抗电磁干扰技术的发展现状

有关电磁干扰与电磁兼容已形成一个独立的学科,称为环境电磁学,该学科是环境物理学中新形成的一个分支学科,主要研究各种电磁污染的来源及其对人类生活环境的影响。它的一个重要研究内容是研究和提高电子仪器和电气设备在强烈电磁波干扰的环境中工作的稳定性和可靠性。

1943 年成立的国际无线电干扰特别委员会 (CISPR),早就在测定方法、干扰标准和抑制技术等方面开展了研究工作。此后,随着电工、无线电技术的飞跃发展,抗干扰的研究不断取得成果,国际和国内的科研机构进行了大量的研究工作,已基本形成了标准体系和认证体系,在电子行业推广得比较普遍。

3 电磁兼容方面的机构和标准

电磁兼容相关的组织和机构有 IEC (国际电工委员会)、URSI (国际无线电科学联盟)、IEEE-EMC (跨国电气电子工程师学会电磁兼容专业委员会)、FCC (美国联邦通信委员会) 等。

相关的标准系列包括:ISO 标准、IEC 标准、FCC 标准、EN (欧洲标准),我国也根据国际标准制订了部分国家标准。

大部分的国家都有自己的电磁兼容测试和认证机构,并且有规范的电磁兼容测试实验室。如美国的 FCC 认证,欧盟的 CE 认证,我国已在家电行业推行 CCC 认证 (中国国家强制性产品认证),由中国电磁兼容认证中心负责测试与认证。

推广电磁兼容认证,对于保证设备的电磁辐射符合标准,并且具有较好的电磁干扰防护水平,是具有很大意义的。对于公路交通大批量使用的机电设备,应当通过电磁兼容测试与认证。

4 高速公路机电设备抗电磁干扰应对措施

解决 EMI 的影响,有两个方法:增强防护性能、提高设备自愈自检能力。

(1) 增强防护性能

防护电磁污染,首先要堵住电磁污染传播的途径,电磁污染传递途径一是通过空间直接辐射;二是借助电磁耦合由线路传导。只要截住电磁污染传播的途径,就能够防止电磁污染对设备的危害。

电磁辐射的防护手段是在电磁场传递的途径中安设电磁屏蔽装置,使有害的电磁场强度降低至容许范围以内。电磁屏蔽装置一般为金属材料制成的封闭壳体。当交变的电磁场传向金属壳体时,一部分被金属壳体表面所反射,一部分在壳体内部被吸收,这样透过壳体的电磁场强度便大幅度衰减。电磁屏蔽的效果与电磁波频率、壳体厚度和屏蔽材料特性等有关。一般地说,频率越高,壳体越厚,材料导电性能越好,屏蔽效果也就越好。

电磁屏蔽可分为有源场屏蔽和无源场屏蔽两类。前者是把电磁污染源用良好接地的屏蔽壳体包围起来,以防止它对壳体外部环境的影响;后者则是用屏蔽壳体包围需要保护的区域,以防止外部的电磁污染源对壳体内部环境产生干扰。

对于在公路交通行业使用的机电设备,应当加强电磁屏蔽,一方面减小对周边环境的电磁辐射,另一方面减小来自外界的电磁干扰。比如在收费亭内,可能会装有多种设备,如车道控制器、显示器、发卡/读卡机、对讲机、电源设备等,如果其中有产生电磁干扰的设备,那么系统工作就很可能出现不正常。

另外,只增强屏蔽,而不将屏蔽层有效接地,也会妨碍屏蔽效果,为了抑制变化的电磁场的干扰而采用的多种屏蔽层、屏蔽体,都必须良好地接地,才能起到良好的屏蔽作用。

(2) 提高设备自愈自检能力

毫无疑问,任何防护都是针对一定的电磁干扰水平的,无限制提高防护水平无疑会大幅度增加成本。以上面所述键盘的案例来说,键盘的连接线是很容易引入电磁干扰的部分,为连接线增加屏蔽层,提高了键盘的抗电磁干扰能力,对于类似于汽车火花塞、电动工具等等强度的电磁辐射起到了很好的防护作用。但电磁干扰强度加大会怎样呢?在问题解决之后很久,用户通知笔者:现象又出现了。于是在现场进行了长时间观察,没有发现任何规律。在与收费员的

闲谈中偶然发现,由于个别收费员厌倦工作,于是借来电击枪,在键盘连接线旁连续放电,这样做几下,百分之百会出现问题。

原因找到了,问题也通过增强管理得到解决,但也为键盘设计增加了教训,除了增强连接线的屏蔽层外,还可以通过看门狗电路来解决问题,看门狗电路是一个形象的说法,是一个负责监督键盘单片机软件的芯片,键盘软件每隔 1.5s 将看门狗芯片的电平翻转一次,如果 1.5s 时没有翻转,看门狗芯片将自动触发键盘的复位信号,重新启动一次键盘软件,这样就保证了键盘不会发出大量的乱码,系统就不致崩溃了。

另外,在车道控制器软件的编制中,应当将不用的字符键和系统功能键等屏蔽掉。

上面说到的是收费系统的问题,在监控外场设备中,也大量使用了单片机和外场设备控制器等计算机设备,对于它们,也应当注意类似的问题,对于长时间在野外独立运行的设备,一定要增强抗干扰保护,并且要增加看门狗电路等自动复位、自检或远程检测功能。

5 结语

电磁干扰问题包含的范围较为广泛,其中每一个问题都能够单独拿出来进行深入研究,比如防雷、接地、布线等,每一个范畴都是值得深入研究和探讨的问题,本文只是根据笔者的经验对公路行业中机电系统的应用进行一次初步的探讨,希望能够对读者有所助益。

参考文献:

- [1] 黄耀峰. 电子电器设备的接地 [J]. 2002
- [2] 电路抗干扰技术手册 [M]. 北京科学技术出版社, 1987.
- [3] 刘书明, 曹晓波. 几种电磁干扰的分析与解决 [J]. 2002
- [4] 布线中的屏蔽与非屏蔽 [N]. 中国电磁兼容网, 2001.