

城市轨道交通无线通信系统抗干扰技术研究

张 蕾

中国铁路通信信号上海工程局集团有限公司 上海 200436

摘 要: 当今我国在通信领域的技术有了很大的进步,但随着环境的不断变化,通信信号受干扰的程度在逐渐加大,因此就需要有关研究人员加强对新型技术的研究力度,创造出更加先进的技术来提高信号的抗干扰能力,这样才能为网络环境的流程性提供保障。本文对城市轨道交通无线通信系统抗干扰技术进行研究。

关键词: 城市轨道交通;无线通信系统;抗干扰

一、城市轨道交通无线通信系统概况

为解决城市道路交通拥堵的问题,许多城市都将城市轨道交通建设作为解决问题的关键,对于当今各个城市的轨道交通规划和建设,会大面积应用无线通信技术。城市轨道交通中会有多个无线通信系统,如常见的 PIS 车地无线通信系统和 CBTC 车地无线通信系统,车地无线通信系统是整个城市轨道交通中的重中之重,车地无线通信系统的正常工作是保证列车安全运行的基础,系统的工作质量也决定着整条线路的运营水平。所以面对复杂的无线通信系统环境,通过各种调试、建设的经验,找出并分析无线系统之间的干扰是很重要的。针对形成的干扰,要采取恰当的方式来解决,提高无线通信系统的质量、提高数据的传送速度,这样才能提升无线通信系统整体的抗干扰能力。

二、无线通信系统的干扰源

当前,无线通信技术的广泛应用使城市轨道交通无线通信系统所处的电磁环境非常复杂,会对通信系统造成干扰的因素也多种多样,以下分别对城市轨道交通无线通信系统内部和外部进行干扰分析。

1. 内部干扰

由上文可知,在城市轨道交通无线通信系统中还包含多个无线通信系统,它们之间互相影响就容易产生同频、邻频干扰。设计无线通信系统时,为增加频率的利用率和系统容量,经常采用频率复用技术,即在一定的覆盖区域内,存在着许多使用同一频率的小区,称为同频小区,而同频小区之间的干扰就叫做同频干扰。同频干扰的大小与同频小区的间隔有关,同频小区离得越近,同频干扰就越大,但频率利用率就越高。所以在处理频率分配时要同时考虑频率利用率和同频干扰。邻频干扰就是相邻频率之间的干扰,一般信道间的频率间隔设置得都非常小,以达到提高频谱利用率的目的。例如,轨道交通专用频段 1.8GHz,紧邻民用通信频段,极易对专用频段造成干扰,进而影响轨道线路的正常运营^[1]。

2. 外部干扰

当列车在隧道内运行时,信号会在隧道墙壁、列车表

面上反射,电磁波各分量通过不同路径到达接收端的时间不同,造成干扰,也成为多径干扰。除此之外,在手持路由器盛行的时代,如果使用手持路由器的乘客很多,就容易造成同频干扰。这种事故在当时时有发生,其根本原因就是列车 CBTC 车地无线通信系统被外界干扰,干扰造成列车紧急制动,造成列车延误,耽误乘客的时间,影响线路正常运行。当前,大功率路由器、蓝牙等轨道交通无线通信系统之外的无线通信设备所产生的信号,也会对城市轨道交通通信系统造成干扰。

三、无线通信系统干扰的解决办法

1. 使用波导管

波导管是一种用来传输超高频电磁波的内壁光洁的空心金属管或内部镀金属的非金属导管,常见的有矩形波导管、圆形波导管,其内径大小由波导管所传输信号的波长决定。波导管可分为普通波导管和裂缝波导管,根据使用范围和安装地点选择安装不同波导管。例如,在地铁线路的列车控制系统中,使用的是裂缝波导管。相比于同样在地铁信号系统中常见的漏泄电缆,裂缝波导管的传输带宽更宽、传输损耗更小,极大地减少了电磁波在传输过程中的损耗,使电磁波顺利传输。在城市轨道交通信号系统中,大多采用基于通信的列车自动控制系统(CBTC),车地无线通信系统的正常工作,是保证列车安全运行和乘客人身安全的关键,要求系统具有过硬的抗干扰能力,裂缝波导管技术得到广泛应用,波导管需根据要求铺设在地面钢轨的中间或者轨道一旁,车载天线与波导管垂直,这也减少了一定的干扰。不只是在列车的车地无线通信系统中,在一些同站台换乘车站等电磁干扰强的地段,也可以使用波导管技术来增强无线通信系统的抗干扰性能^[2]。

2. 同频干扰控制

在当前的城市轨道交通中,CBTC 系统是最常见的信号系统,该信号系统中的车地无线通信技术通常采用 2.4GHz 无线频段,这就造成其他在 2.4GHz 频段工作的通信系统和设备会对 CBTC 信号系统造成干扰。2012 年深圳地铁就曾因为信号干扰造成列车被逼停。为车地无线通信系统申请专

用频段,是解决这种问题的一种方法。通过申请 2.4GHz 以外的频段,不过这需要对新频段进行深入研究。例如,提供专用频段设备的供应商数量较少、设备费用较高、维护成本也会相应增加,新频段的使用申请过程也相对烦琐,而且还需要进行大量的测试,以此来判断新频段是否适合用于无线通信系统。在同站台换乘车站,物理空间相对开放,可通过在无线通信系统的频点上进行区分,在不同的线路上使用不同频点的信号制式设备,或使用不同的通信方式,如漏泄电缆、裂缝波导管等,减少电磁波外泄和干扰,以此来减少不同线路之间不同信号系统的同频干扰。

使用扩频技术也是一种解决方法。信号传递所占用的带宽往往大于其所需的最小带宽,在信号发端使用扩频编码进行调制,并在接收端使用相关解调技术接收信号,这样就可以为不同的系统分配不同的扩频编码,既可以区分不同的系统也可以防止干扰。跳频扩频和直序扩频是 2 种常用的扩频方法。跳频扩频(FHSS),采取移频键控(FSK)调制方法,使载波频率跳频。例如,在 CBTC 车地无线通信系统中, FHSS 可以把系统使用频段划分为 79 个信道,每个信道带宽为 1MHz,3 个信道同时发送,并且为了确定接收端与发送端接发的信道顺序,二者必须使用相同的 PN 码。跳频扩频技术最大的特点就是抗干扰能力强,由于可以使用 2.4GHz 频段的无线通信系统很多,电磁环境很复杂,正是因为 FHSS 使载波频率按伪随机序列跳变,且序列种类也有很多种,有效地避免了车地无线通信系统与其他通信系统之间的干扰。直序扩频(DSSS),利用高速率扩频序列在发射端扩展信号频谱,信号经过发射端扩频后,频谱被扩展,根据香农定理可知,信道容量一定,带宽越宽,信噪比越低,信号甚至可以混在噪声里,实现低信噪比传输,对同频段其他通信系统的信号不会造成干扰,信号到达接收端通过与发射端相同的 PN 码进行解扩,同时,可以抑制与 PN 码不相关的干扰信号,以此保证传输的信号有较强的抗干扰性能。

3. 解决多径干扰

(1) 降低对发射机的干扰

要想降低发射机系统的受干扰程度,需要解决以下几个方面存在的问题:一是确保发射机以及天线的相互配合程度,保证其可以很好的融合;二是在两者之间加入相应的隔

离器,避免发射机和天线在工作时相互干扰;三是对发射机的性能进行改善,增强其末级功放的能力,这样才能保证发射机的变化处于可控范围中;四是事前完成对无三阶互调工作频率组的建设,避免运行过程中影响出行。

(2) 降低对减少接收机的干扰

要想从根本上解决接收机受干扰的问题,就要确保接收机接受信息的稳定性,为其提供多重选择的可能性,比如说使用多级调谐回路的方法来降低对接收机的干扰;采用变化有特定规律的部件——结型场效应管;在接收机工作的顶端安装衰减器,这样就可以很大程度上屏蔽信号的干扰。

(3) 降低外部环境带来的干扰

在日常的检修工作中,要避免碰到其他期间的插头,在完成检修时要确保各器件的接触是否良好,尤其是要保证一些重要的器件具有良好的接触性。同时还要避免金属器件受到腐蚀,可以对一些经常暴露在外的器件上涂上保护层^[3]。

结束语

文章分析了几种在城市轨道交通中常见的电磁干扰,简单分析了其产生原因,并针对性地提出了几种解决方法。使用波导管是由于其传输带宽更宽、传输损耗更小,可以有效地减少信号在传输过程中的干扰,并且可以使用在同站台换乘等电磁环境复杂的地方。对于同频干扰,可以考虑为系统申请 2.4GHz 以外的专用频段,但这需要考虑申请时间以及设备购买和维护成本。除此之外,扩频技术是解决同频干扰的一种有效技术手段。多径干扰可以使用 OFDM 和 DSSS 技术解决,而且在预算允许的情况下,DSSS 的 RAKE 接收技术巧妙利用了多径干扰的不利之处,转换成利处,这也是一种有效手段。无线通信系统的干扰时时刻刻都存在着,需要人们不断改进抗干扰技术,保证城市轨道交通正常运行。

参考文献

- [1] 朱光文. 地铁信号系统中车-地无线通信传输的抗干扰研究[J]. 铁道标准设计, 2012(8):112-116.
- [2] 郑俊锋. 合肥城市轨道交通 1 号线 CBTC 无线子系统抗干扰技术研究[J]. 城市轨道交通研究, 2015,18(S2):9-13.
- [2] 薛智军. 城市轨道交通信息通信系统技术[M]. 北京:机械工业出版社 2013.