

探讨LTE系统在城市轨道交通信号系统中的应用

李文斌

卡斯柯信号有限公司 上海市 200070

摘要：随着我国城市化建设的进程不断加深，尤其是都市圈、城市群等经济体的不断提出和扩大，一个城市对轨道交通的需求也日益迫切，这样使得城市轨道交通建设也进入了全面高速建设的发展阶段，这就要求更多更安全更可靠的技术来保障我们的城市轨道交通建设发展，其中，信号系统是城市轨道交通系统的中枢控制系统，通过引进系统先进、成熟、稳定的LTE技术作为信号系统的网络通信技术方案，就可以发挥LTE技术的在轨道交通信号领域的科技优势。

关键词：LET技术；城市轨道交通；信号系统

引言

TD-LTE是采用基于3GPP和B-TrunC标准的无线移动通信技术，满足中城协针对城市轨道交通制定的LTE-M规范。目前广泛应用于城市轨道交通信号系统数据通信DCS子系统通信方案中，它采用A/B红蓝双网冗余架构设计，承载CBTC信号系统业务，实现无线信号的覆盖和安全传输。轨道交通信号系统主要涉及问题是安全，高质量的网络覆盖和传输系统将为信号系统的安全、稳定、可靠提供保障，其灵活的系统升级扩容特性将为工程建设带来便利。把TD-LTE技术使用到城市轨道交通信号系统中，能够更充分的发挥LET技术的优势。

1 城市轨道交通信号系统概述

城市轨道交通是都市实现现代化的重要基础设施，能

最大限度地满足了城市居民的日常出行和生活需要，它安全、舒适、便捷，深受都市居民的青睐。在市内所有运输工具中，它具备了运载容量大、车速快、安全、环境污染少、受其他交通运输工具的影响小等优点。城市轨道交通信号系统是城市轨道交通运输的中枢控制器。它通过信号设备控制、列车进路管理、列车时间管理、调度指挥、信息管理、运营状态管理与设备维护管理，并由此建立了一个先进的智能控制系统。LTE技术为城市轨道交通信号系统提供高安全性、高可靠性的无线通信网络系统，是保障列车运行安全，实现列车运行指挥和列车运行现代化，提高城市轨道交通运力和服务质量的关键系统设备。

2 LTE 技术

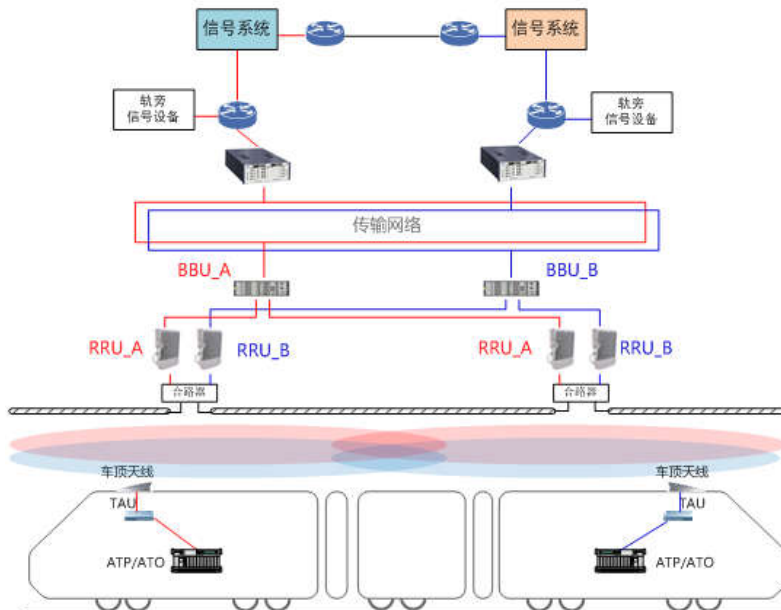


图1 TD-LTE系统结构图

LTE网络,是第三代移动通信与第四代移动通信之间的过渡产品,LTE技术则是基于3G网络技术进行开发与创新的延伸,是处于3G与4G中间的过渡技术,其最明显的优点是对第三代移动通信技术进行的更加完善,使OFDM和MIMO实现了标准化,也可将它认为是第四代移动通信技术标准。LTE技术大大改善了边缘系统的稳定性和功能,并降低了网络延迟^[1]。其主要特征包括:①改善了频率谱密度的使用效果;②优化优先级的调整机制;③能够实现高速移动;④多业务集成单系统。

LTE标准是由国际3GPP组织提出的对UMTS标准的长期发展,中城协针对LTE系统制定了城市轨道交通LTE-M规范,主要目标是为中国城市轨道交通系统提供更为先进、成熟、稳定、高效的通信技术。它是基于3GPP标准的TD-LTE移动通信技术,采用A/B红蓝双网冗余架构设计,A/B红蓝双网采用独立网络方式,每张网内各有1套核心网和基站系统,完全覆盖行车区域,因此A/B双网共需要设置2套核心网和基站系统,A/B双网的基站的天馈接口通过合路器汇接后与泄漏电缆连接,实现无线信号的覆盖,可以确保运行列车能够正常接入冗余的无线网络,保证无线通信的连续性。其系统架构如图1。

如图1所示,TD-LTE系统由核心网、基站系统和车载终端组成,其中基站系统由BBU基带单元和RRU射频单元组成。

1)TD-LTE系统核心网EPC放置在控制中心,通过SGi接口与信号系统的骨干环路的交换机相连,继而连接到信号系统的地面CI、ZC、ATS、ATP/ATO等信号系统各子系统设备。核心网EPC通过S1接口与基站系统的BBU相连。2)TD-LTE系统BBU放置在设备集中站及场段,S1接口数据利用信号系统骨干网进行传输。3)TD-LTE系统基站的RRU沿着列车行驶的线路部署,包括正线、折返线、渡线、停车线、出入段/场线、车辆段/停车场咽喉区、车辆段/停车场停车列检库及试车线等所有需要CBTC覆盖的所有区域。BBU通过光纤拉远与RRU相连接,A/B红蓝双网的基站应采用不同的光缆回路。4)A/B红蓝双网的RRU同站址部署,采用合路器合路,线路区间采用轨旁漏泄同轴电缆实现覆盖,在车库区域则采用定向天线实现覆盖。5)TD-LTE系统的车载终端TAU部署在列车编组的前后司机车厢,两套TAU均可驻留在A/B网上。TAU通过以太网接口与车载ATP/ATO连接,从而建立了车载ATP/ATO到信号系统的地面CI、ZC、ATS、ATP/ATO之间的点到点连接。

3 城市轨道交通信号系统中LTE无线覆盖技术的应用特点分析

3.1 实现设备集中管理

LTE无线网管系统能够集中实现TDD-LTE无线接入设备、核心网设备(EPC,LAN交换机及路由器)及终端设备(车载TAU)的共同管理,采用模块化分层,各模块相对独立,支持快速开发、快速部署和方便灵活的管理。无线网管服务器放置与核心网设备一起在控制中心。在控制中心、车辆段设置无线网管客户端工作站,用于LTE无线系统的管理及维护。

3.2 业务需求及高可靠性

LTE无线通信单网络列车运行控制业务要求上下行每路传输速率不小于3Mbit/s,并应满足每个RRU至少关联6列列车的运营要求。车地间采用基于无线通信技术的传输方式时,在最高列车运行速度不小于120km/h条件下,误码率小于 10^{-6} ,95%概率条件下车地通信单网络的越区切换时间应在100ms以内,丢包率小于1%,传输延迟时间小于150ms,传输速率不应低于1Mbps等,且系统采用双向自愈的环形拓扑结构,保证环网中一个节点故障后重新配置时间小于50ms,可用性不小于99.99%。

3.3 维护成本低

LTE网络在传送媒介的选取上主要采用漏泄同轴电缆作为主要传送媒介。与常规无线通信方式不同的是,系统中通过采用LTE技术可以降低轨道的装置数量。更关键的是,LTE网络技术可以使用扁平的网络结构组成整个无线网络系统,从而降低了元件系统的实际应用,更有利于系统工作人员的网络管理工作。

4 城市轨道交通信号领域LTE无线网络现状

4.1 容易受到其他同频段设备的干扰

地铁TD-LTE系统采用的1.8G频段是1785MHz~1805MHz,国家规定该频段占用情况是目前中国移动的DCS1800系统的频率(1710~1755MHz/1805~1850MHz频段),其中,靠近地铁TD-LTE系统的是DCS1800系统下行发射频段。中国电信FDD-LTE采用的1755~1785MHz频段,作为FDD LTE上行发射频率。

DCS1800对1.8G TD-LTE的干扰主要考虑两种:

1)杂散干扰:DCS1800基站发射出来的下行信号,除了在1805~1830MHz范围内的GSM载波,在1805MHz以下的频段内也会发射出无用杂散信号,称为带外辐射。DCS1800在1785~1805MHz范围内的带外辐射,与TD-LTE的频段相同,形成了同频的带内干扰。

2)阻塞干扰:DCS1800基站在1805~1830MHz范围内的GSM载波,即使经过TD-LTE接收滤波器的抑制衰减后,仍然会进入TD-LTE接收机,形成了带外的干扰,因为这种带外干扰与TD-LTE不是同频,因此主要表现为阻塞干扰,只要不造成对TD-LTE接收机的阻塞,就不影响TD-LTE系统的正常工作。

4.2 不支持高速移动

经过对全国不同区域城市轨道交通信号系统的调研显示,目前很多地方都在进行城市设计过程中已经把列车的最高行驶时速设定在了120km/h,而针对120km/h或者更高的列车时速,将给整个城市交通信号系统的信息传递产生了很大的影响。从当前的WLAN技术应用标准的制定来看,最初的被定位于与室内场景之间的无线宽带数据传输中,对运行速率较大的移动设备而言,还缺乏适当的信息传送优化设施可以保障移动设备的高速运转,而过高的移动速率也会在很大程度上提高信息传送误码率,从而对无线信息的覆盖和传播产生了负面影响。

4.3 列车速度会影响信号的传输

信号的传输,通常只能在一定列车运行速度范围内,一旦列车速度超出相应的范围,则信号便难以进行正常传输。而对于高速度运行的设备,如果没有与其相匹配的传输设备,则运动速度越快,信号传输过程中出现错误的几率便会越高,当达到一定速度时,则会导致无线信号的传输受到影响。

4.4 轨道两端无线设备多

列车运行速度越快,信号传输的距离便需要越短,这样才能保障信号传输的质量,这种情况导致轨道两端的无线设备较多,增加设备成本同时也增加信号传输系统的安全隐患点,给故障的诊断以及故障的排除带来了更大的难度,导致技术人员难以快速确定故障位置,进而导致故障难以及时排除,甚至还会影响到列车的正常运行^[2]。

5 LTE 技术在城市轨道交通信号系统中的应用

5.1 LTE技术运用于城市轨道交通CBTC系统

应用于城市轨道交通信号系统网络中的LTE设计方案,有三方面都十分关键,第一为核心层,它是整个系统的核心组成部分,并管理其他的子系统,以保证其系统通过与核心层的交互传输数据,为双向传输提供更可靠的数据内容,并收集和管理整个系统数据^[3]。第二个是接入层,将车站和控制中心之间实现骨干网连通,整个系统由旁轨RRU还有车载接入终端TAU组成。第三个层是网管终端层,是将核心层和接入层进行汇总,对于该类信息的存储,有利于车辆与地面控制中心实现可靠的数据交换和实时监控。

5.2 LTE技术的使用专用频率

LTE技术使用专用的频率主要是为了能够避免外界信号的干扰。2015年,工信部对于城市轨道交通系统申请专用频段提出了明确的要求,并制定了相关的规定。其

中明确城市轨道交通单位可以对LTE技术的专用频段进行申请,申请下来的频段可以作为独立的频段存在,能够避免手持设备可能会对信号传输产生的影响^[4]。专用频段的推出助力LTE技术在城市轨道交通发展并提供坚实的技术支持。

5.3 LTE技术在城市轨道交通信号系统中的应用的的优势

相对于目前工作在ISM频段的802.11系列无线技术上的CBTC系统,LTE技术在可靠性、可用性高等方面的优势明显。主要有以下几点:①LTE的网络系统一般采用BBU、RRU和EPC的三层扁平网络结构方案,通常要求更小的网元节点数量和更少的延迟以更好满足系统的实际需求,同时具有少延迟、低复杂度和低成本的优点。②LTE网络在城市轨道交通信号系统中的广泛使用也显示了更高的移动接入特性,而自动频谱校正系统能够提高无线技术链路的效率^[5]。③LTE系统是一个完备的移动通信系统,包括移动通信基本的系统性功能,比如:移动性管理、移动用户(车载终端)管理、网络管理等。通过系统架构的优化设计,可以极大程度提高CBTC系统的可用性。④TD-LTE系统支持1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz、20MHz的不同带宽配置,灵活组网。

结语

LTE作为目前移动通信发展的稳定技术,具有高带宽、高可靠、高抗干扰能力等特性,适合复杂的移动环境下无线信号的稳定传输,更适合应用于轨道交通信号系统无线通信领域。在获取专用频段后LTE技术能为信号系统提供稳定、可靠、安全的无线传输通道。在今后新建信号系统项目中,LTE技术将更多的在城市轨道交通信号系统车地无线通信系统中发挥其巨大的贡献。

参考文献

- [1]赵彦芳.LTE技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用探索[J].天津建设科技,2016,(02):78-80.
- [2]赵静.关于LTE与WLAN技术在城市轨道交通中的应用对比分析[J].现代城市轨道交通,2018(02):14-17.
- [3]贾萍,徐淑鹏.TDD-LTE技术在城市轨道交通CBTC系统中应用[J].城市轨道交通研究,2015,(12):113-116.
- [4]黄晶.探究TD-LTE技术在电力无线通信系统中的应用[J].中国新通信,2018,20(03):115.
- [5]李洪,吴泽龙.浅析LTE无线通信技术与物联网技术的结合与发展[J].数字通信世界,2018(02):122.