

基于无线通信技术的高速铁路信号系统应用

王亚飞

中铁通信信号勘测设计院有限公司, 北京 100036

[摘要]随着科学技术与现代通信技术的不断发展,铁路系统的智能化与自动化水平不断提高。当前铁路信号系统结合先进的无线通信技术,极大地提高了信号系统运行的准确性和可靠性,并降低了设备成本和人工投入,保障了铁路系统安全平稳的运行。本文主要通过对无线通信技术进行简单介绍,分析高速铁路信号系统中无线技术的应用。

[关键词]无线通信; 高速铁路; 信号系统

Application of High Speed Railway Signal System Based on Wireless Communication Technology

WANG Yafei

China Railway Communication Signal Survey and Design Institute Co., Ltd., Beijing, China 100036

Abstract: With the development of science and technology and modern communication technology, the intelligent and automatic level of railway system is increasing. The current railway signal system combines the advanced wireless communication technology, greatly improves the accuracy and the reliability of the operation of the signal system, reduces the equipment cost and the manual investment, and guarantees the safe and smooth operation of the railway system. This paper mainly introduces the wireless communication technology, and analyzes the application of the wireless communication technology in the high-speed railway signal system.

Keywords: Wireless communication; High-speed railway; Signal system

前言

信号系统在整个铁路系统中所站到的成本比重虽然不大,但在铁路安全稳定的运行中发挥着至关重要的作用。轨道电路系统往往由于环境变化大,自然环境恶劣等特点导致电路传输信号不稳定,设备更新成本大,信息传输速度较慢,原有的以轨道电路为基础的铁路信号系统已经无法满足铁路行业发展的需要。现代无线通信技术的发展和成熟为铁路信号系统注入了新的升级,在铁路系统全面升级和革新中有十分重要的意义。

1 国外基于无线通信的铁路信号系统发展现状

1.1 北美信号系统发展现状

上世纪八十年代,加拿大与美国铁道协会最早提出了在高速铁路控制系统中引入无线通信的方案,建立基于无线通信的新型铁路信号系统。该系统依靠数字数据传输技术为支撑,协同现代微处理器,能够及时快速的获得列车准确的运行速度以及运行位置等,根据反馈得到的信息可以更为快速高效的发现问题解决问题,实现对列车的安全控制。该新型系统不需要传统信号系统的大量地面设备,降低了生产和安装成本,增强数据传输信号,使列车运行稳定性得到大幅提高。基于无线通信的控制系统主要包括无线数据传输网络、中央控制系统、路旁设备、车载设备以及移动终端等五个子控制系统。该网络的功能模块和系统结构设计基于高速铁路网络的实际需求,并增加有可靠的检测方式和平衡手段,以最大程度的避免人为失误造成的列车事故与列车延误^[1]。

1.2 日本信号系统发展现状

日本是能够自主设计和完成高速铁路建造的少数几个国家之一,随着无线技术的发展,先后出现了多种无线通信高速铁路信号系统。日本高速铁路系统运行的数字式ATC控制系统具有良好的自动制动功能,极大提高了列车运行的安全系统。但是由于该自动制动功能过强,在启动工作时,会造成乘客的颠簸,影响乘客的乘车体验。随着技术的不断升级与改进,日本逐渐在铁路系统使用CARAT控制系统,这样不仅能够及时测得列车运行的各种速度和位置数据,而且还可以时刻了解到列车的运行情况,更好的保障乘客的运行安全^[2]。

1.3 欧洲信号系统发展现状

欧洲目前铁路运行没有具体的统一标准,多以各国的铁路标准来各自运行,有各自的基于无线通信技术的铁路

信号系统, 各个国家铁路的供电系统、信号设备以及轨道间距也多有不同, 这给欧洲铁路之间的连续运输造成了一定困难。上世纪九十年代以来, 欧共体委员会建立了标准化欧洲铁路控制系统 ETCS, 将整个欧洲混杂的列车控制系统与自动防护系统统一起来, 使铁路系统的设备和功能更加规范化, 以促进各国铁路运行数据的统一。ETCS 的建立在很大程度上促进了欧洲铁路运输管理系统的建立, 使得各个国家的铁路运行更加安全、稳定, 构建了覆盖整个欧洲的无线通信铁路信号系统, 使得旅客信息、铁路运行情况、车票发售信息得以全欧洲共享^[3]。

2 无线通信技术的高速铁路信号系统特征和问题

2.1 基于无线通信技术铁路信号系统的特点

基于无线通信的铁路信号系统是列车命令相关的控制系统, 当列车在一个区段运行时, 依照信息标志或者全球信息定位系统可以快速实现高速列车速度以及位置的确定, 利用列车装载的计算机可以把测量所得的数据发射到处理端, 处理端通过无线接收设备捕获信息之后, 将信息输入到控制计算机中完成进一步处理, 从而可以计算得到完成的列车参数和区间参数, 比如列车长度、制动性能以及列车要经过的坡度和弯道等, 能够更好的预测列车到达时间, 并推算出列车运行下一个区间的最大允许速度。将测算所得的各项数据和参数通过无线通信系统发送到列车上, 列车收到数据后及时调整或者继续保持运行参数, 如果列车实际运行速度大于最大允许速度而信息传递到列车之后司机并没有做出有效调整, 则可以通过远程控制将列车速度降到允许速度之下, 保障列车运行的安全^[4]。

基于无线通信的铁路信号系统主要根据列车自身运行状态或者前行列车的运行状态进行调整, 可以适当取消地面线路、地面信号机以及固定分区等, 提高线路的通过能力。无线通信铁路信号系统提高了地面与列车上信号的可信度, 控制中心对列车运行方位的监控以及控制更为准确, 可以为列车运行提供更合理的指导, 防止列车不必要的制动或者加速, 更加节省资源能源。此外, 该系统的适应能力更强, 当铁路要全面提速或者降速时, 只需要对系统软件中的相关参数进行修改即可^[5]。

2.2 基于无线通信的高速铁路信号系统关键问题

随着无线通信技术的不断发展, 无线通信在各行各业的应用也越来越多, 目前主要的无线通信技术主要包括蓝牙、红外、433MHz 以及 2.4GPa 这几个频率段。高速铁路相对于普通铁路来说运行速度更快, 对通信设备的要求也更高, 在高铁列车上, 如果距离比较大, 那么需要进行的无线通信距离也较大, 以上频率的无线通信技术通常不用或者少用中继。如皋高速列车运行的距离较短, 则以上这些无线通信技术均能够满足信号传输的要求^[6]。高速铁路信号系统是列车运行的控制系统, 通过定位技术对列车位置和速度进行监控, 当列车速度较高时, 为了实现对列车运行数据更好的控制, 可靠信息量的需求会越来越大。基于无线通信的高铁信号系统虽然可以高速率、高效率的完成大容量数据包的传递, 实现所有运行列车的实施双向通道通信, 但是在实际无线线路的连接和搭建中, 还应该考虑到数据接收处理以及发送转换对列车运行速度和密度上限值的影响, 拒收码字还会对列车运行和控制造成负面影响。同时, 在高速列车系统实际运营的过程中, 还需要考虑到信号接受、地形特点、误码率以及信噪比等造成的区域控制切换问题^[7]。

基于无线通信的高铁信号系统计算得到的列车最大允许速度主要依据追踪列车与前行类车的速度和位置参数, 对于运行速度较高, 运行密度较大的运行线路, 必须要保证每一辆列车速度和位置的测定。尤其是需要避免列车进站的误差, 列车进站信号机前几米的误差有可能造成无法挽回的后果^[8]。

目前高铁信号系统应用的轨道电路只能使用比较低的数据发送频率, 电码发送效率难以满足高铁的实际运行需要。无线通信高速铁路信号系统主要通过应答器件和环线设备接受数据信息, 但由于传输环境恶劣, 可能会有时间上面的延迟, 对列车安全平稳运行造成一定的隐患。电缆电线是铁路轨道之间的双向信息通道, 一般来说抗干扰能力较强, 信息传输量也比较大, 但是相对来说成本较高, 且没有有效的防盗措施, 如果电缆电线被盗, 对铁路安全运行会带来严重后果。

3 无线通信技术在高速铁路信号系统中的应用

3.1 自动实现通话组之间的变动

高速铁路系统的通话组之间变动一般通过工作站来完成, 因此移动台中的通话组转变可以自动实现。在高速列车运行时, 如果某些列车属于高速铁路管理运行系统范围, 则通话组会对该列车运行范围进行管理。但是如果列车在正规的路线运行, 需要适当提高列车的管理调度范畴, 实现列车台的自动变换。

3.2 中继器中无线技术的应用

高速铁路系统每一条铁路都会配备通信基站保证每条铁路运行的安全性, 但是的大量通信基站的配置将会大幅提高系统运行的成本, 也不能够发挥出铁路信号系统中无线通信的优势。将无线通信技术与中继站结合起来, 可以

使用中继站完成数据信号的接收和传递，这样就能够实现站区内各种数据的有效管理。

3.3 用于集中调度

具有无线通信的高速铁路信号系统是替代传统铁路系统的最佳方案，传统的铁路控制系统只能大致了解列车的运行情况，根据区段内车站和闭塞分区的情况简单进行火车排列进路，准确度与无线通信控制系统相比有较大差距，同时需要更多人力成本的投入。无线通信高速铁路信号系统的主控中心能够精确掌握各个运行高铁的运行状况，包括运行速度、运行位置、信号设备状态等。同时，主控中心也可以与列车之间实现双向无线数据通信，自动控制列车运行速度，发送控制命令，保证列车在一定区间之内以最小时间间隔安全高速的运行。

3.4 微机联锁中无线通信技术的应用

在无线通信技术中，微机联锁的已经用可以把信号机状态、道岔情况等准确及时的发送到主控中心中，并利用道旁接口单元接收传达的各项指令，以完成对信号机动作与道岔的有效控制。此外，也可以利用无线通道，加强道口单元与控制中心之间的联系，并通过电缆电线以及现场设备等的连接实现控制与检测功能。就目前来说，无线通信技术在微机联锁中的应用，虽然会造成较大的信号干扰和运行成本而无法得到广泛应用，但是微机联锁的明显优势也使得其在未来铁路控制系统发展中有十分重要的应用价值。微机联锁中无线通信技术的应用也可以提高列车运行的安全性，防止列车在高速运行中，信号传输的损伤和不稳定，从而保证列车运行参数的精度。

4 结束语

综上所述，基于无线通信技术的高速铁路信号系统不仅给高速铁路的安全运行提供专业的技术支持，而且相较于传统的控制系统，有效降低了铁路信号系统的成本。无线通信技术在高铁信号系统中有十分广阔的应用前景，虽然当前无线通信技术的应用还处于初级阶段，但随着技术不断进步和发展，无线通信技术在高速铁路发展当中的运用机会将越来越多。

[参考文献]

- [1] 孙屹枫. 基于无线通信技术的高速铁路信号系统应用[J]. 电子技术与软件工程, 2014(04): 48-49.
- [2] 陈艳斌. 浅析无线通信技术的高速铁路信号系统中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2012(2): 15.
- [3] Wolfgang. 无线通信实现控制方案高效化[J]. 现代制造, 2009(30): 32-34.
- [4] 陈永生, 徐金祥. 上海轨道交通信号制式的多样性及其对策[J]. 城市轨道交通研究, 2002(4): 29.
- [5] 徐昕. 浅析我国高速铁路的现状与发展[J]. 交通与运输, 2010, 26(3): 10-11.
- [6] 陈莎莎, 杨宁, 田辉等. 利用中继提高小区高数据速率覆盖的研究[J]. 无线电工程, 2008, 38(2).
- [7] 程纪平, 傅勇. 铁路中间站无线通信系统[J]. 铁道通信信号, 2010, 46(10): 59-61.
- [8] 于修舜, 孙广富. 无线数字通信网络在交通管理中的应用[J]. 电信技术, 2003, 5(11): 60-63.