

# 地铁信号维护支持系统信息安全采集设计策略研究

陈鹏

北京市地铁运营有限公司通信信号分公司

DOI: 10.12238/ems.v4i9.5598

**[摘要]** 信号设备是城市轨道交通运营中非常重要的部分,同时信号维护是保证信号系统正常运行的要点。结合地铁信号系统维护情况,应设计更具针对性的地铁新线维护支持系统,实施监测信号设备运作情况,全面显示故障报警信息,协助设备维护工作,以此提高地铁信号系统设备维护,提高信息安全采集设计质量。

**[关键词]** 地铁;信号维护支持系统;信息采集设计;CBTC信号系统

**中图分类号:** U231.7 **文献标识码:** A

## Research on information security acquisition design strategy of subway signal maintenance support system

Chen Peng

Communication Signal Branch of Beijing Metro Operation Co., Ltd

**[Abstract]** Signal equipment is a very important part of urban rail transit operation, and signal maintenance is the key point to ensure the normal operation of the signal system. In combination with the maintenance of metro signal system, a more targeted metro new line maintenance support system shall be designed to monitor the operation of signal equipment, fully display fault alarm information, and assist in equipment maintenance, so as to improve the maintenance of metro signal system equipment and improve the design quality of information safety collection.

**[Keywords]** subway; Signal maintenance support system; Information collection design; CBTC signal system

### 一、引言

我国城市地铁交通实际调研结果显示,现阶段因为信号设备问题导致地铁系统问题逐渐增加,地铁通信运营管理部门对于信号维护要求不断提高。如今开通的运行线路还有部分没有设计信号维护系统,一般都是应用智能电源屏系统、停车微机监测、ATS报警功能等分散维护系统。因为地铁交通是现代化城市的主要基础设施,它让城市居民的出行环境更加安全、快速、便利,最大程度上促进城市人员流动。和城市其他公共交通工具相比,地铁交通更加安全可靠、速度快、运量更大、污染更低,同时还不会因为其他交通形式出现运行变动,进一步提高城市交通运输效率。而地铁能够快速、有效、安全的运输,与信号系统息息相关。在控制速度的基础上提高列车自动化控制,同时设计更具针对性的交通信号系统成为地铁运用的最佳选择。事实上信号系统也是有效管控与调整交通运营的重点,应用合适的信号系统,能够为城市的运行带来更多的社会效益与经济效益。

当前,地铁交通系统信号设备供应商逐渐增多,每个供应商提供的设备标准、规格等大不相同,任何制式的信号系统在

运行过程中都需要更加高质量的管理与维护。另外,若地铁交通列车行驶效率标准不断上升,那么针对信号系统应用的高效性与可靠性标准也会随之提高。也就是说,地铁交通信号维护支持系统可以让信号设备维护处于更加专业、高质量的综合维护状态,能够为信号设备提供更加全面的维护方案,确保工作平台运行更加有效,进而提升信号设备的质量与运行效率,同时保障地铁交通系统运行的可靠性与高效性。

### 二、各子系统接口问题

地铁交通信号系统构成部分主要有计算机联锁CBI子系统、自动防护ATP子系统、自动运行ATO子系统、自动监控ATS子系统,各子系统之间相互影响,相互依存,共同构成一个有序且完整的高效信号系统。其子系统在DCS网络作用下有效连接,进而形成数据连接系统,同时在数据接口支持下对信号设备进行信息采集,其中接口方式由DCS(车地无线通信系统)、CI(计算机联锁)、MSS(维护支持系统)、ATS(自动列车监控系统)、地面ATP/ATO等提供以太网接口。当地铁信号设备与信号维护支持系统使用DCS等进行通信时,通讯设施室可能存在浪涌、系统噪声、电位不同等问题,影响通信与设备,严重时还会干扰列

车安全行驶<sup>[1]</sup>。为了保证接口信息安全采集,应当实施有效的安全隔离方案,安全隔离电气与数据,保证信号维护支持系统达到工作标准、与安全要求,也就是在任何情况下都不能干扰信号的正常工作。另外,信号子系统不能在信号维护支持系统作用下产生互扰问题。

### 三、系统信息安全采集设计

#### (一) 系统隔离

在信号传输过程中,可能会因为各种因素引起非预期电涌,这是电流感应作用结果,例如工业环境下长电缆就会被这些问题所干扰。长时间运作电机设备容易让电位产生变动,这些变动情况很有可能产生电流,当这些电流经过周边线路后可以电位的补偿。还有一些感应电涌来自于电击或静电放电,该电流会促使线路中的电位极速上升,进而生成电压浪涌或瞬态电流,并且这些失控电流和电压会对信号系统中造成相应损害,导致系统产生各种故障问题。因为CBTC信号系统中连接了各种子系统,所以容易受到这些问题的干扰。为了减少防止这些潜在安全问题,与总线相关的设备与系统需要连接统一地线,与此同时要将系统中与总线相连接的系统进行有效隔离,以此预防电涌或接地环路影响电路运行,信号系统总线与各个系统电路应连接单独的隔离底线,保证信号系统电路参与到同一个底线当中,以此减少接地环路<sup>[2]</sup>。在隔离措施保护下,可以减少电缆线中的电压与电涌,保证地电路基准电压源可以随之变化,并不会就此限制固定的底线上,以此预防器件被损坏。为了提高系统隔离效果,应将信号系统线路与电源相隔离。一般情况下回使用光耦合器来隔离信号,运用DC-DC电源隔离电源。隔离方法比较简单,但相关设计人员需要在安装隔离电路时多考量几个因素。如果数字隔离器不能满足信号系统标准,无法将数字隔离器安装到信号系统中的接收器、驱动器、电缆之间,那么为了有效隔离信号系统路径,应结合信号系统与驱动器、接收器之间的数字信号路径,设计一个更加合适的隔离器。该隔离器要涉及到输入域输出电路,同时确保两者之间能够在电气形式下相互隔离,以此消除接地环路,预防浪涌带来其他损坏问题。理论上来说,变压器可以提供隔离功能,倘若总线传输速度变慢,还需要使用大型变压器提高运输效果。

#### (二) 系统应用

##### 1 CBTC信号系统

在通信技术支持下列车控制(简称CBTC)ATC系统——移动闭塞,此系统可以脱离轨道电路向列车控制设备传输信息,即通过通信技术进行列车通信,同时还可以实时上传列车实际定位。在轨旁通信设备、车载设备等技术支撑下实时交换车站、列车以及控制中心的信息数据,以此有效控制列车。信号系统能在在列车与地面进行持续、双向、快速的通信当中保证列车行驶数据能够在地面与车辆之间进行有效的交换,以此明确客车实际位置,进而确定列车之间的相对位置,以此保护列车之间的安全距离<sup>[3]</sup>。

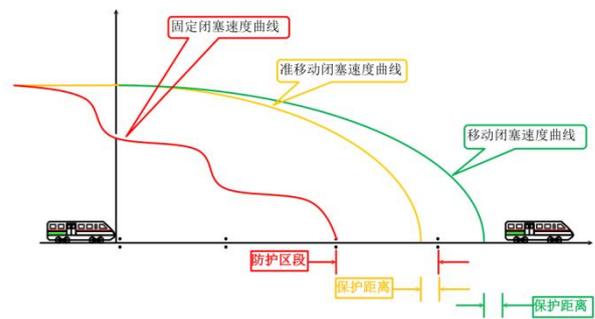


图 1 速度曲线

地铁交通CBTC信号系统是在轨旁设备与车载设备持续相互通信进行运营的。列车可以将车辆行驶方向、实际速度以及具体位置等数据信息传输到控制中心,而控制中心可以结合这些数据性实时计算列车之间的最大制动距离。将列车长度、最大制度距离以及相应的防护距离相加,便可以计算出列车移动虚拟分区。明确列车前后安全距离之后,就可以保证两个相邻移动的列车分区能够在规定间隔之间同时行驶,这样可以保障列车之间的最佳运行速度与间隔大小,进而提高运行效率。

铺设到钢轨之间的交叉感应环线是CBTC系统传输媒体,此系统在轨道交通中的使用时间最长,但交叉感应环线安装工艺难度较大,施工流程复杂,而且不利于相关工作人员进行日常维护与检修,列车通信效率较低。但因为环线使用经验比较充足,运用时间较长,成本投入较少,所以现如今还在连续使用。

但在无线通信技术发展下,CBTC系统慢慢使用到了传输自由的无线传输技术;对于无线频段,通常会使用公用的5.8GHz频段,且接入点(AP)天线不断成为列车通信手段,科学设定AP能够保证列车区间无线能够重复覆盖。无线通信技术可以进行自由的空间传输,同时不会被强行局限车载通信设备安置位置,并且无线通信设备传输速度更快,能够进行自由空间重叠覆盖,而且进行单个接入设备也不会被限制运行,如此一来可以减少轨旁设备的安装,提高设备信息采集与维护<sup>[4]</sup>。

CBTC系统体现了轨道交通列车控制系统的发展趋势,是这些年值得推荐使用的一种闭塞制式,现如今已在城市中得到有效使用。此系统是在计算机与通信技术基础上构建而成的移动闭塞系统,它可以实时监测、控制列车基本运行,而且该系统突破了轨道电路判别闭塞分区占用,革新了固定区间局限,相比之前的系统具备了更高含量技术<sup>[5]</sup>。

##### 2 RS-485系统

该系统总线标准是运用最多的物理总线设计标准,按照此标准可以同时操控32个驱动器与接收器,长度可以放宽至4000m。在本次设计中应用RS-485各项功能,能够有效连接上地热信号系统进行有效的信息安全采集设计。RS-485驱动器运用平衡的信号输出线路输送数据信息,接收器在输入信号支持下进一步明确了逻辑关系,同时驱动器和接收器之间的信号线路的电路可以引导电流;与单端驱动方案信号比较,该系统具备了超高的抗噪水平,所以使用RS-485驱动器可以促使系统位于高阻状

态, 确保多个驱动器能够在同一总线中进行信息共享, 预防一条总线竞争问题。由于驱动器功能和软件协议直接明确了线路贡献仲裁程序, 也就是软件协议可以重载驱动器, 确保一个驱动器一直处于活跃状态。其中仲裁可以允许32个以上的驱动器共享路线同时运作, 这是因为RS-485使用的是双线、多分支、双向、双工配置, 能够在一条总线上支撑32个驱动器和接收器。与此同时, 总线上每个节点会安置一个接收器和驱动器, 基于这样的配置, 所有的接收器和驱动器便可共享两个信号线, 进而实现安全信息采集<sup>[6]</sup>。

因为RS-485系统会连接多种系统, 如果电缆铺设较长, 就需要重视总线与系统之间的隔离, 为此需要使用数字隔离技术, 以此预防过压瞬变。并且有效使用数字隔离技术可以降低信号失真与信息采集误差, 预防总线电压与组织、系统、接地失配。现如今网络安全问题逐渐突出, 使用串口通信可以防止病毒感染, 因为串口之间的、编码形式、数据流以及数据信息都是通过串口通信程序进行控制的, 一般的协议难以通过此处。而且串口通讯协议具有自己的设计特点, 只有相符的串口通信才能进行信息采集, 这样病毒便无法流传于通信线路中<sup>[7]</sup>。

促使串口通信设备出现故障的主要原因有感应雷击、电磁干扰、浪涌、热插拔等情况, 而安置光电技术将串口通信有效隔离, 能够将地线回路与串口通信设备电气完全隔开, 当信号两端互传时, 可以有效保护通信设备, 提高系统通信效率与安全性。基于此, 运用带光电隔离串口可以安全手机接口数据, 保证在恶劣情况下也能进行相应的通信工作。

#### 四、通信接口机

若信号维护支持系统可以利用交换机连接上信号设备, 可能会让信号设备与系统产生之前没有的互连关系, 这对列车的安全行驶来说存在一定风险。如果要采集大量的接口数据, 但通信距离较远, 使用光电隔离串口通信也不能达到使用要求, 则可以使用以太网通信。并且将通信接口机应用于通信方案中, 并将信号设备与信号系统相互连接, 可以保障通信安全, 将通信接口机中的网络接口转变成串口, 并和信号系统相互连接, 让一路网口转变成一路串口, 此时同一台通信接口机可以将8路网口转变成8路串口, 其中每个通讯通道是独立的, 其信号设备也不会存在其他的物理连接。由此可见, 通信接口机可以有效隔离信号系统与各信号设备<sup>[8]</sup>。

如果将通信接口机作为安全隔离措施, 还要考量多串口卡、通信接口机、网络数据量等数据。如果信号设备需要传输大量的数据到信号系统当中, 但因为串口速度不快, 这时不利于通信接口机的使用, 还需要使用其他安全方案<sup>[9]</sup>。

#### 结论

地铁交通信号系统保障了整体列车的运行, 现如今不断增加的客流量让信号设备安全、可靠运行标准得到进一步提升。通过信号维护支持系统智能采集于分析列车信号设备工作状态, 能够全面评估信号系统运行效果, 同时能够实时监测信号设备的运行情况, 出现问题及时显示设备运行故障预警, 进而强化信号系统维护效果。使用地面信号专业CBTC信号系统以及串口安全通信, 可以进一步提高地铁信号设备信息采集质量。其中串口安全通信成本更低, 能够有效隔离病毒, 适合运用在通信距离短、数据采集较小的信号设备通信当中。CBTC信号系统可以在各项子系统作用下实时采集列车位置、运行速度、明确列车之间的安全距离等, 可以有效保障列车安全、高效、可靠的运行。信号系统在地铁体系中占据重要位置, 在未来我们还需要深入研究线号系统信息安全采集设计方案, 以此推动地铁通信技术高质量发展。

#### [参考文献]

- [1]王磊, 贺昌寿, 尤刚. 互联互通框架下的地铁信号集中监测系统设计[J]. 电子设计工程, 2022, 30(04): 129-133.
- [2]何彬. 地铁信号系统的维护方法与检修技术探析[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(11): 220-221.
- [3]王宗琰. 地铁信号系统设备维护技术[J]. 中国科技信息, 2021(10): 64-65.
- [4]刘湘国, 邓礼万. 城市轨道交通信号系统的运营维护及管理路径探讨[J]. 江西建材, 2020(05): 72+74.
- [5]柴娟. 基于射频识别技术的地铁信号系统备品备件管理系统研究[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(S2): 79-83.
- [6]冯宏东. 浅谈地铁信号计轴系统[J]. 电子世界, 2019(19): 56-57.
- [7]刘晓亮. 地铁信号系统智能运维方案设计[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2019(05): 145-146.
- [8]李叶, 崔海刚. 地铁信号系统室内集成测试方案优化[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(01): 83-86+146.
- [9]莫志刚. 基于RAMS的地铁信号系统运营维护管理研究[D]. 华中科技大学, 2018.