

广州地铁 1 号线信号系统更新改造倒接方案研究

张文洲

(广州地铁集团有限公司, 510145, 广州//工程师)

摘要 在城市轨道交通线路既有信号系统更新改造工程中,需要设计专用的倒接装置,以实现新、旧两套系统共用的设备/接口安全、快速倒接。结合广州地铁 1 号线信号系统更新改造工程,分析了倒接装置设计原则、选型及工作原理,并以转辙机为例对新、旧两套系统的倒接方案及实施步骤进行详细论述,可为国内其他同类项目提供參考。

关键词 城市轨道交通;既有线;信号系统;更新改造;倒接装置

中图分类号 U231.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.07.048

Research on Signaling System Updating and Reverse Connecting Scheme of Guangzhou Metro Line 1

ZHANG Wenzhou

Abstract In the renewal and transformation of urban rail transit existing signaling system, it is necessary to design a special reverse connection device to realize the safe and fast reverse cutting of the equipment/interface shared by the new and old systems. Taking the implementation of signaling system renewal and transformation project of Guangzhou Metro Line 1 as background, the reverse connection scheme and implementation steps of the switch machine in the new and old systems are expounded by analyzing the design principle, type selection and working principle of the reverse connection device, providing reference for other similar projects in China.

Key words urban rail transit; existing lines; signaling system; upgrading; reverse connection device

Author's address Guangzhou Metro Group Co., Ltd., 510145, Guangzhou, China

北京、上海、广州等地的部分城市轨道交通线路运营开通时间较长,其信号系统主要采用 20 世纪 90 年代的技术,已接近或达到生命周期年限,存在着信号系统可用性降低、故障率升高、维护成本增加等问题^[1]。这些线路多为城市公共交通的重要骨干线路,其信号系统的制式和性能已不能满足城

市轨道交通线网发展对线路行车间隔、运营效率等方面的要求。为了彻底解决信号系统设备老化问题,进一步提升信号系统性能,提高线路运营服务水平^[2],需要对这些线路的既有信号系统进行更新改造。

在既有信号系统更新改造期间,为了尽量避免改造对线路运营造成影响,应对新系统与既有系统进行完全隔离,即:在夜间进行新系统的安装及调试,在白天仍由既有系统保障线路的正常运营。因此,在既有信号系统更新改造工程中需要设计专用的信号倒接装置,以实现新、旧两套系统共用的设备/接口能够安全、快速倒接。信号倒接工作需要持续到新系统完成调试并正式投入运营。

应用倒接装置实现既有系统与新系统间的倒接,国内已有成功先例。相关论文对倒接开关电气原理、施工接入及拆除^[3]、倒接方案^[4]、旧系统倒接的倒接电路^[5]进行了研究。本文根据广州地铁 1 号线信号系统更新改造工程的系统倒接方案,分析倒接装置的设计原则、选型、工作原理及安装方式,并结合工程实际研究论述了新、旧两套系统对 ZD6 转辙机的控制倒接方案。

1 倒接装置的设计原则

与新建的城市轨道交通线路信号系统建设相比,既有线的信号系统更新改造工程存在实施周期长、夜间调试作业多(新系统调试均需要在夜间进行)、实施风险高等困难。为了降低项目的实施风险,需要实现新、旧系统共用的设备/接口在两套系统间安全、快速的倒接,不影响线路的正常运营。为此,需要为既有线的信号系统更新改造工程设计专用的倒接装置。通过倒接装置,不仅可以实现既有系统与新系统的完全隔离、互不干扰,还可以有效缩短系统倒接时间、提高倒接的正确性和可靠性。倒接装置应按以下原则进行设计:

1) 倒接装置接入新、旧两套系统,不会对信号

系统的功能及安全性造成影响。

2) 倒接装置有且只有两种状态,分别为“既有系统”和“新系统”两种状态。不管倒接装置处于哪种状态时,既有系统设备与新系统设备都处于电气隔离状态,从而确保两套系统完全隔离、互不干扰。

3) 控制倒接装置的应用范围以尽量减少倒接点为原则,以降低倒接作业的复杂度及风险。

4) 倒接装置应安装在设备集中站信号设备房内,以实现对该区域倒接设备的远程控制,提高倒接作业效率。

5) 倒接装置应采用插头/插座的方式与新、旧两套系统连接,以便于快速处理倒接装置硬件故障。

6) 倒接装置应便于拆除,在新系统正式投入运营后,应尽早拆除倒接装置,以彻底消除倒接装置故障给运营带来的风险。

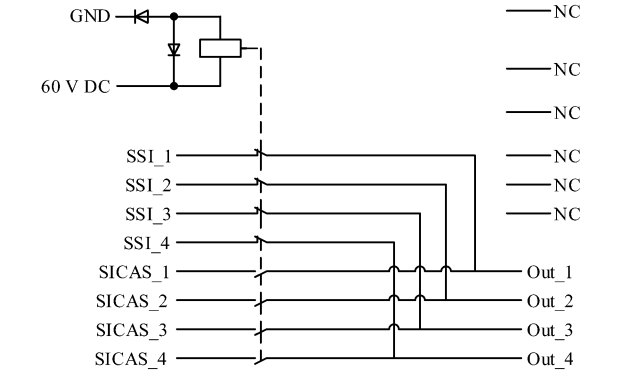
2 倒接装置的选择和工作原理

基于新、旧两套系统完全隔离、互不干扰的设计原则,倒接装置应具有强制导向接触点结构,且内部多个接触点不会同时处于导通状态。安全型继电器^[6]内部强制导向接触点结构及多个接触点不会同时导通的特性,保证了新、旧两套系统共用的设备/接口状态对系统输出的唯一性,可作为信号系统的倒接装置。

选用安全型继电器时,应结合工程倒接方案,考虑倒接设备相关电气参数,选择适用的型号,如选用的安全继电器工作电流应大于需要倒接设备(如转辙机)的工作电流。

广州地铁 1 号线信号系统更新改造工程采用德国 DOLD 安全继电器作为倒接装置,其内部电路如图 1 所示。其中:① SSI_1 至 SSI_4 为常闭接触点端子,与既有系统相连接,继电器失电时接触点闭合,继电器得电时接触点断开;② SICAS_1 至 SICAS_4 为常开接触点端子,与新系统相连接,继电器失电时接触点断开,继电器得电时接触点闭合;③ 两套系统共用设备(如转辙机等)的“开关量”信号与安全继电器 Out_1 至 Out_4 接触点连接。

继电器常闭接点(失电闭合)与既有系统连接,在继电器失电状态下,两套系统共用的设备/接口与既有系统连接,保障白天线路正常运营。继电器常开接点与新系统连接,只有在夜间开展新系统调试时使继电器得电,此时常闭接点断开,常开接点闭合,两套系统共用的设备/接口与新系统连接,进



注:GND——接地;NC——常闭接点。

图 1 倒接装置内部电路图

行新系统调试。

若在新系统与既有系统倒接时,继电器内部任意 1 个或多个接触点发生故障,则无法完成系统倒接。此时,在系统中会产生类似控制电路中断的报警信息,在终端设备上无法对两套系统共用的设备/接口进行控制。技术人员更换继电器故障件后,系统将恢复正常。

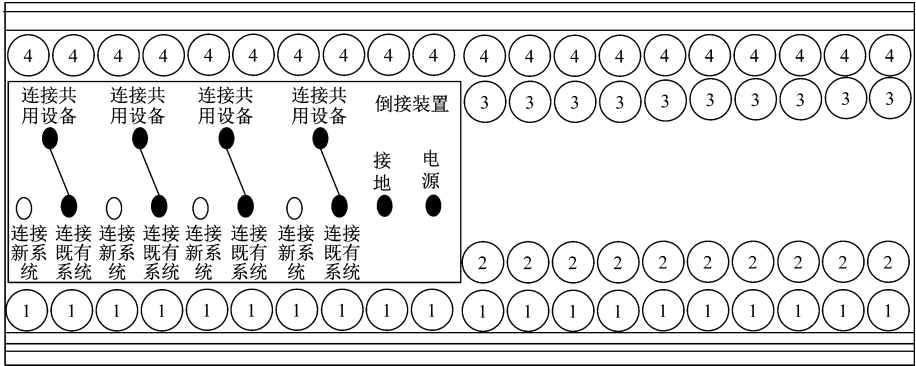
3 倒接装置的安装设计

倒接装置需要安装在专用的柜体内,柜内装有电源引入端子、电源转换模块和多组接线端子。在机柜门上应设置倒接开关,可通过倒接开关完成对机柜的上电或断电操作,实现对柜内所有倒接装置的集中控制。

每个倒接装置有 5 类接线端子,分别为接入接地线端子、电源线端子、连接既有系统的常闭接触点端子、连接新系统的常开接触点端子,以及连接共用设备的输出接触点端子。在工程实施配线阶段需要对不同作用的线缆用颜色区分,作清晰的标识。

如图 2 所示,倒接装置通过底座安装在万可端子上。每个万可端子有 2 组接线孔,接线孔 1 与接线孔 2 内部短接、接线孔 3 与接线孔 4 内部短接。在倒接电路设计中,接线孔 1 和接线孔 2 连接导通,接线孔 3 和接线孔 4 连接导通。为了便于现场操作,通过不同万可端子的接线孔 1 连接新系统/既有系统,通过接线孔 4 连接两套系统共用的设备/接口的信号线缆。这样的设计便于在新系统完成调试并正式投用后,对这些倒接装置及相关连接线缆予以拆除。

根据倒接方案,确定倒接装置的应用范围,核



注:数字为接线孔的编号。
图2 倒接装置与万可端子的信息对应表

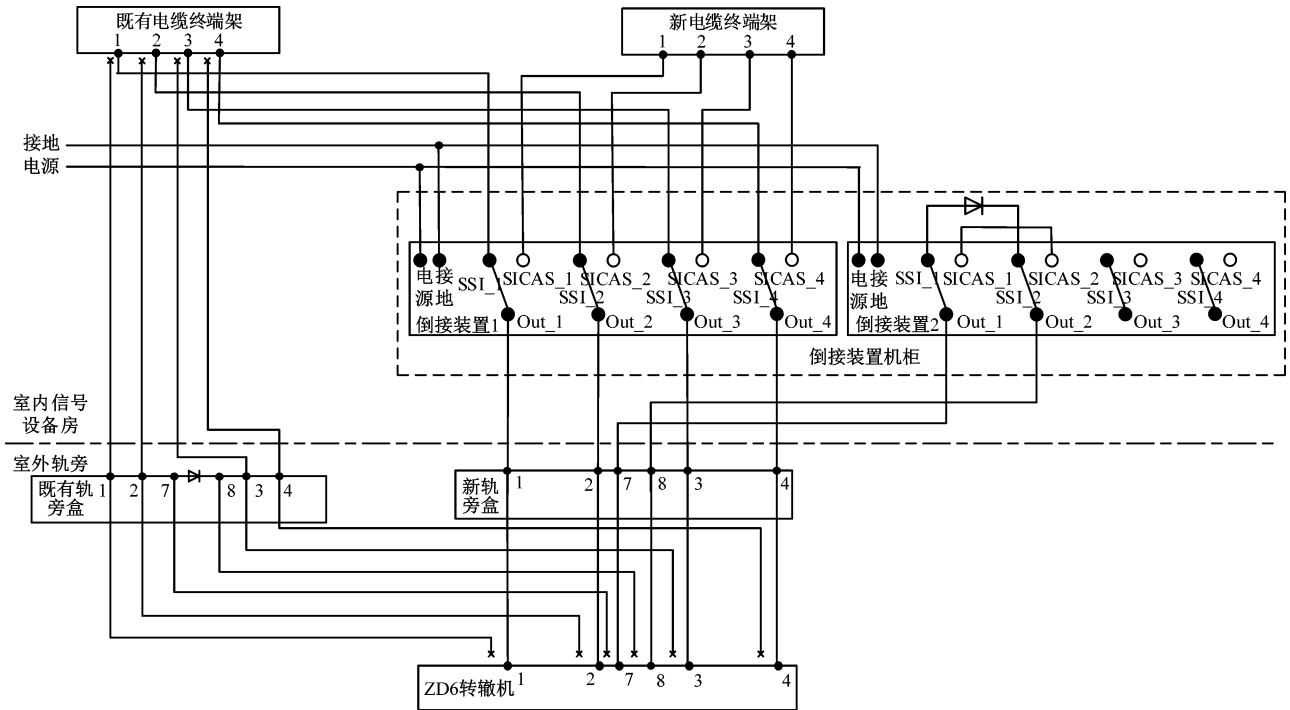
对需要进行倒接的设备/接口的控制电路及相关线缆数量,进而配置满足倒接方案要求的倒接装置及机柜尺寸。

4 转辙机倒接方案

本文以该倒接工程的转辙机倒接方案为例,对转辙机在新系统与既有系统间的倒接电路和主要实施步骤进行论述。根据倒接装置设计及应用原则,为提高倒接作业效率,将倒接装置设置在设备集中的信号设备房内,对区域内需要倒接的设备/接口进行集中式倒接操作。当转辙机室外电缆经

分线架接入倒接装置后,转辙机在新、旧两套系统的倒接作业只需要操作倒接机柜上的倒接开关即可完成。

广州地铁1号线采用四线制单机牵引的直流ZD6转辙机,其倒接电路原理如图3所示。1台直流ZD6转辙机的倒接电路中需要配置2块倒接装置,其中:倒接装置1连接既有电缆终端架4根转辙机控制电缆,倒接装置2连接转辙机表示二极管。新系统转辙机控制模块可输出直流电,所以新系统在转辙机控制电路中不需要设置二极管,如图3所示,倒接装置2内 SICAS_1 和 SICAS_2 短接导通。



注:数字表示接线端子编号。
图3 直流ZD6转辙机倒接电路原理图

图3为倒接装置接入既有系统后ZD6转辙机与既有系统连接的状态。此时,既有的室外转辙机至室内终端架的4根控制电缆已断开。室外转辙机通过新轨旁盒与倒接装置连接,再通过倒接装置分别与室内既有电缆终端架和新电缆终端架连接。其中,既有电缆终端架与倒接装置内的常闭接触点端子SSI_1至SSI_4连接,新电缆终端架与倒接装置内的常开接触点端子SICAS_1至SICAS_4连接。

通过控制倒接装置的断电或得电,以实现两套系统共用的转辙机在既有系统与新系统之间的倒接。白天运营时,倒接装置断电,既有系统对转辙机进行控制,保障正常运营。夜间新系统调试期间,倒接装置得电,新系统对转辙机进行控制,开展新系统调试工作。

通过倒接操作,新、旧两套系统可分别对转辙机进行控制,为此需要将倒接装置接入既有系统。其主要的实施步骤为:

1) 在倒接装置接入既有系统前完成新轨旁盒、切换装置的安装,新轨旁盒至切换装置Out接触点端子的线缆、倒接装置内SICAS_1至SICAS_4常开接触点端子至新电缆终端架的线缆都需要完成敷设及配线。而新轨旁盒至转辙机内的线缆,以及倒接装置内SSI_1至SSI_4常闭接触点端子至既有电缆终端架的线缆完成敷设后做好清晰的标识即可,暂不需要进行配线。另外,还需要完成倒接装置的上电测试,确保倒接装置状态良好。

2) 在倒接装置接入既有系统期间,需要断开室外转辙机内部至既有轨旁盒的连接及既有轨旁盒至既有电缆终端架的连接,并接通室外转辙机内部至新轨旁盒的连接及倒接装置内SICAS_1至SICAS_4常开触点端子至新电缆终端架的连接。每次至少更换1台转辙机所有控制线缆的相关配线,针对该台转辙机倒接装置的配线、调试及启用需要在同1个夜间作业点内完成,以免影响次日的运营。

3) 在倒接装置接入既有系统后,需要在既有系统下通过室内终端工作站、转辙机控制模块及室外

转辙机状态来核对设备状态的一致性。只有核对结果符合预期,才能投入次日的载客运行。

在倒接装置成功接入既有系统后,意味着倒接装置正式投用,倒接装置即时纳入运营管理,只有在运营主管单位同意的情况下才能操作倒接装置。在白天运营期间,倒接开关处在“既有系统”状态位置,保障正常运营秩序。在夜间新系统调试时,倒接开关处在“新系统”状态位置,开展新系统调试。当新系统完成调试并正式投入运营后,再逐步拆除倒接装置及相关线缆。

5 结语

在城市轨道交通既有线路信号系统更新改造工程实施中,新系统与既有系统能否做到安全、快速的倒接是改造工程实施的关键之一。本文以广州地铁1号线信号系统更新改造工程为依托,从倒接装置的设计及应用原则、选型、工作电路原理进行分析,并以ZD6转辙机倒接方案为例,论述了转辙机实现新、旧两套系统间的倒接方式及主要实施步骤,可为国内开通运营较早且有计划进行信号系统更新改造的线路(如广州地铁的2号线和3号线)提供参考。

参考文献

- [1] 中铁二院工程集团有限责任公司. 广州市轨道交通1号线正线信号系统更新改造工程可行性研究报告[R]. 成都: 中铁二院工程集团有限责任公司, 2016.
- [2] 王焱, 霍苗苗. 浅析城市轨道交通既有信号系统升级改造策略[J]. 铁道通信信号, 2013(8): 63.
- [3] 倪伟华. 轨道交通运营信号系统改造转辙机倒接试验技术方案[J]. 科技传播, 2016(13): 185.
- [4] 马永恒. 城市轨道交通信号系统改造倒接方案设计[J]. 微电机与应用, 2015(19): 7.
- [5] 刘莉, 胡姗. 城市轨道交通信号系统倒接电路设计[J]. 城市轨道交通研究, 2017(7): 127.
- [6] 李学斌, 赵鹏. 安全继电器在自动化设备中的应用[J]. 电子世界, 2019(18): 155.

(收稿日期: 2020-03-24)

欢迎订阅《城市轨道交通研究》

服务热线 021—51030704