

城市轨道交通信号应急盘设计及其配套 行车组织方法

彭章硕 陈 勇 赵文志 陈艾峰

(长沙市轨道交通集团公司, 410133, 长沙//第一作者, 高级工程师)

摘 要 城市轨道交通信号的 CI(计算机联锁)系统一旦发生故障,将失去对道岔的控制权,无法获知道岔状态和列车位置信息。为提高 CI 故障下的应急行车组织能力,提出在车站内设置信号应急盘,介绍了应急盘的设备结构及电路设计。该信号应急盘采用“应急盘监控道岔+微机监视列车位置”的方案,分析了应用应急盘可能存在的风险,并制定相关的对策措施。提出了与应急盘应用相配套的后备站控行车法,并对该方法下的基本操作规则和风险控制措施进行研究。该应急盘在实际运营生产中取得了良好的应用效果。

关键词 城市轨道交通;信号;计算机联锁系统;应急盘;后备站控行车法

中图分类号 U231.97;U292

DOI:10.16037/j.1007-869x.2022.03.023

Urban Rail Transit Signal Emergency Panel Design and Complementary Train Operation Organization Method

PENG Zhangshuo, CHEN Yong, ZHAO Wenzhi, CHEN Aifeng

Abstract Once the CI (computer interlocking) system of urban rail transit signal breaks down, it will lose control of the turnout, unable to obtain the turnout status and train position information. In order to improve the train operation organization ability under CI failure emergency, it is proposed to set a signal emergency panel in the station, and the equipment structure and circuit design of the emergency panel are introduced. The signal emergency panel adopts the scheme of 'emergency panel monitoring turnout + microcomputer monitoring train position'. Possible risks in the application of emergency panel are analyzed, and relevant countermeasures are formulated. The backup station train operation control method that complements the application of emergency panel is proposed, and the basic operation rules and risk control measures under this method are studied. The emergency panel has achieved good application effect in actual production and operation.

Key words urban rail transit; signal; computer interlocking

system; emergency panel; backup station operation method

Author's address Changsha Metro Group Co., Ltd., 410133, Changsha, China

我国的城市轨道交通线路中,只有部分线路在车辆段内设有应急盘,在正线车站上均没有设置应急盘。应急盘可用于 CI(计算机联锁)系统故障下实现快速转换道岔位置,以尽快恢复正线的行车组织。城市轨道交通信号的 CI 系统一旦发生故障,将失去对转辙机、信号机等关键行车设备的控制权和状态监视能力。在未配置应急盘的城市轨道交通线路中,CI 系统发生故障时大多采用电话闭塞法组织行车,行车效率低,且易造成大范围的列车延误,进而影响线路的运营服务质量。本文对城市轨道交通信号系统应急盘设计及其配套的行车组织方法进行研究。

1 CI 系统瘫痪后的行车应急处置问题

1.1 行车组织用时长

CI 系统一旦发生瘫痪,将不能继续实时监视在线列车的位置信息,此时需采用人工方式来确认列车的位置及办理道岔进路转换,以维持行车秩序,确保行车安全。人工准备进路时间较长,手摇并钩锁 1 组双机牵引道岔的时间约为 6 min,办理 1 条折返进路一般需手摇 3~4 组道岔,因此组织 1 趟列车进行折返作业约需 25 min,对线路的运营服务影响很大。

1.2 列车位置追踪困难

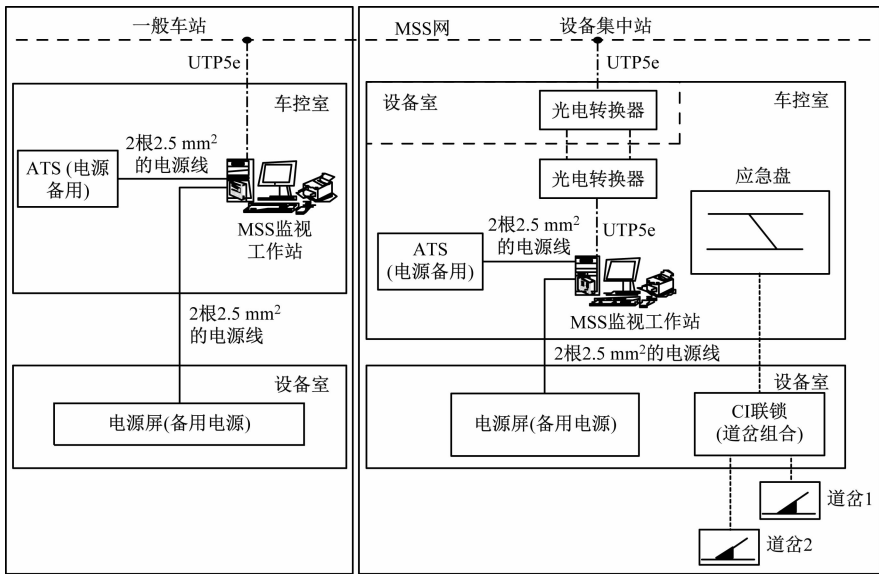
单个联锁站瘫痪后,电话闭塞法规定由司机逐一报告列车的确切位置。对单个联锁区内所有的列车进行位置确认,一般需要 3 min。从目前的行车组织现状看,有必要通过改变道岔转换方式来压缩人工准备进路时间。经研究分析,本文提出在设备

集中站车站控制室内增设 1 套信号应急盘及 1 套监测设备,以达到快速转换道岔、精确定位列车的目的。

2 信号应急盘的设备结构

城市轨道交通信号应急盘设备主要采用“应急盘监控道岔 + 微机监视列车位置”的方式。如图 1 所示,在设备集中站的车站控制室内配置 1 套应急

盘和 1 套 MSS(维护支持系统)监视工作站;在每个非集中站车站控制室配置 1 套 MSS 监视工作站。MSS 监视工作站通过维护网交换机接入既有 DCS(数据通信子系统)网络中,通过维护网获取各联锁区监测主机中的计轴系统信息,并将接收到本联锁区及相邻联锁区的轨道状态以车站站场平面图的方式呈现。



注:ATS——列车自动监控;UTP5e——超五类非屏蔽双绞线;实线表示工作站供电电源电缆;圆点线表示道岔控制电缆;点划线表示既有 DCS 网;虚线表示超五类非屏蔽网线。

图 1 信号应急盘的设备结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of equipment structure of signal emergency panel

在 CI 系统故障的情况下,行车人员可以利用信号系统既有的微机监视系统及计轴系统,通过应急盘来控制道岔的转换并监视道岔的位置状态,通过增设监视工作站来显示轨道区段的空闲/占用状态。“应急盘监控 + 微机监视”功能可辅助在线列车进行快速定位,有效缩短人工准备进路时间,以达到快速恢复线路正常运行的目的。图 1 中:道岔的控制转换及位置表示功能通过应急盘实现,采用电缆连接方式;列车位置监视、轨道区段状态监视功能通过既有维护网络获取各设备集中站监测主机中的计轴系统信息来实现,采用网线/光纤进行通信,经光电转换器隔离后接入至监视工作站;监视工作站供电电源可从电源屏后备电源接入,也可从 ATS 现地工作站电源处接入。

3 应急盘电路的构成及设计思路

3.1 应急盘防护电路

如图 2 所示,为避免人为错误操作应急盘的安

全风险,应急盘采取相应的防护电路设计,具体为:① 在应急盘上设计锁体防护,在电路上设计输出信号总开关;② 硬件防护方面设置了专门的箱体并安装双锁,操作人员需同时启用 A、B 两把钥匙方能开启应急盘箱体;③ 电路防护方面设计了启用/停用应急总开关及状态指示灯,总开关采用非自复式旋钮设计方案。

当总开关旋钮接触不良或处于故障状态时,整套应急盘失效,此时可通过应急指示灯的点亮或熄灭状态来判断应急盘总开关是否接通。当 CI 系统正常工作时,该总开关保持在停用状态,应急盘无法接通道岔控制电路,也不能输出任何控制命令,仅采集道岔开通位置表示数据。当 CI 系统故障时,经相关专业人员确认后可采用人工方式,将该总开关切换至启用位置,此后方可通过应急盘操控相应道岔;当 CI 系统恢复至正常运行后,需人工切换应急盘总开关至停用位置,以切断应急盘的控制电路。

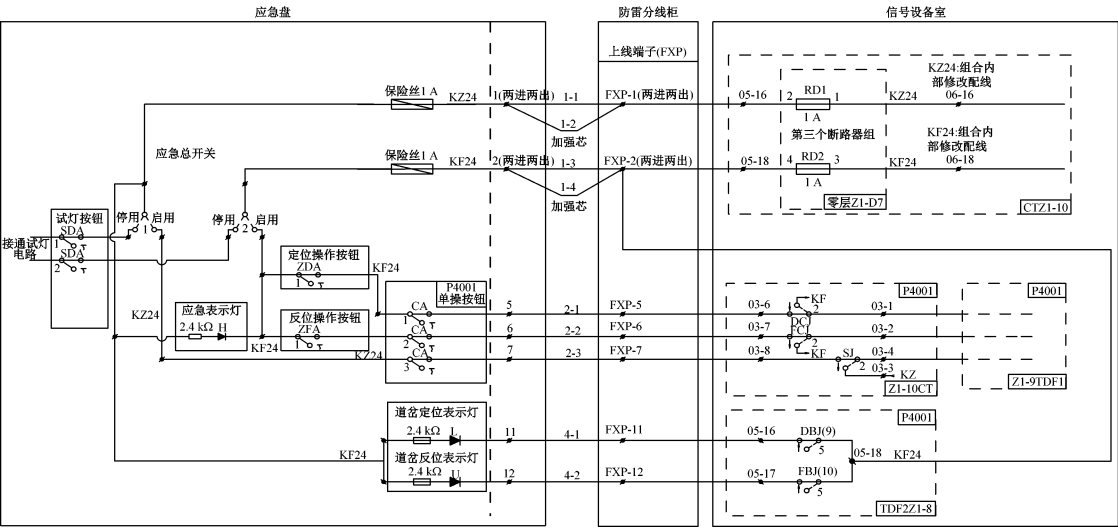


图2 信号应急盘防护电路配线截图

Fig.2 Wiring diagram of signal emergency panel protection circuit

3.2 道岔控制电路

CI 系统故障时,道岔控制电路仍在正常工作。通过定位操作继电器 (DCJ)、反位操作继电器 (FCJ)、锁闭防护继电器 (SJ) 的空接点,模拟联锁机向道岔控制电路给出 SJ 及 DCJ/FCJ 命令启动道岔控制电路。经道岔控制电路的逻辑检查及动作,将 380 V 交流电源送至轨旁转辙机,进而带动道岔转换。道岔控制电路的动作过程与 CI 控制时一致。应急盘道岔控制电路采用平时断开、双按钮按下接通的方式,需同时按下总定位按钮/总反位按钮和道岔单操按钮,方能接通道岔控制电路。

3.3 道岔表示电路

CI 系统故障时,道岔原表示电路仍正常工作。通过各道岔定位表示继电器、反位表示继电器的空接点采集信息,接通控制盘上相应的道岔表示指示灯,最终给出相应道岔的定、反位表示。道岔表示灯位的点亮或熄灭仅受供电电源质量及道岔表示继电器的接点状态的影响。即使发生按钮失效或线路开路故障,表示电路也不会错误接通。

3.4 应急盘工作指示灯电路

指示灯电路采集应急盘总开关的状态信息,总开关处于停用位时指示灯灭,总开关处于启用位时指示灯亮。若发生按钮失效或线路开路故障,指示灯电路不会错误接通。

应急盘道岔开通位置表示灯与道岔表示继电器的状态一一对应。当道岔开通位置表示灯(定位/反位)全部熄灭时,则表示道岔表示灯电路故障,此情况下不得使用应急盘设备。

3.5 MSS 监视工作站工作原理

对轨道区段占用/空闲状态的监视建立在既有 MSS、计轴系统及相关继电器电路正常工作的基础上,采用网线/光纤将监视工作站接入 MSS,使其与计轴主机通信。MSS 监视工作站可实时监视所辖联锁区内各轨道区段的状态,并在监视工作站的工作界面上实时显示。界面上可设置不同颜色显示,用以代表轨道区段的不同状态,如红色表示轨道占用、蓝色表示轨道出清、灰色表示轨道状态未知等。

4 应用应急盘的风险与对策

4.1 应急盘与 CI 同时驱动道岔的风险

4.1.1 风险描述

现有的信号系统中,CI 与应急盘间无接口,无法实现应急盘与 CI 的互锁。启用应急盘后,可能会出现 CI 正常工作时人员误操作应急盘、CI 和应急盘同时给道岔发出驱动指令的风险,进而导致道岔错误转换。

4.1.2 应对措施

本方案中已设置硬件及电路防护,还需制定相应的管理制度:对应急盘启用、停用条件,以及具体操作流程进行规定;CI 瘫痪后,操作人员应按规定流程确认 CI 已瘫痪,方能解除应急盘箱体外锁,并接通应急盘总开关,再通过应急盘操动道岔;在 CI 恢复正常运行后、操作上电解锁前,操作人员应按规定流程关闭应急盘总开关,断开应急盘对道岔的控制;联锁上电解锁后,操作人员应确认只有联锁机能对道岔进行控制。

4.2 红光带允许转换道岔的风险

4.2.1 风险描述

CI 在启动道岔控制电路前会先检查道岔所在区段的状态。若道岔区段状态为占用(有车或故障),则不会转换道岔。但是,在应急盘设计时未将道岔区段状态作为道岔动作的前置条件,在道岔区段出现红光带时也可以转换道岔,这将可能误导现场人员,使其判断失误,在有车占用道岔区段时仍通过应急盘错误地转换道岔,进而造成列车挤岔或列车掉道。

4.2.2 应对措施

需制定严格的管理措施,规定在使用应急盘转换道岔之前,现场人员必须抵达该道岔所在区段并进行现场确认,在确认道岔区段无车占用后,方可使用应急盘对该道岔进行转换。

5 应急盘的配套行车组织方法

鉴于实际运用应急盘存在的风险,本文设计了配套的行车组织方法——后备站控行车法。该方法是指当发生 CI 故障时,在设置有应急盘、MSS 监视工作站的车站之间通过站间电话办理闭塞,通过 MSS 监视工作站判断站线、区间的空闲状态,通过应急盘操纵道岔准备进路,以车站人员的发车信号作为列车占用区间凭证的一种行车方法。

5.1 后备站控行车法的基本操作规则

当全线发生 CI 故障时,该线所有车站均为闭塞车站;当线路上某个车站或部分联锁区段发生 CI 故障时,故障联锁区所辖车站及相邻站为闭塞车站。列车在正线运行及进出车辆段运行时的闭塞区间与驾驶操作要求如表 1 所示。

表 1 后备站控模式下的闭塞区间及列车运行要求
Tab. 1 Block interval and train operation requirements under backup station control mode

情形	闭塞区间	驾驶模式与列车限速要求
正线运行	前方区间及前方接车站线为 1 个闭塞分区	采用 NRM(非限制人工驾驶)模式,限速 60 km/h 运行
出入车辆段/场	出、入段/场信号机至车站出站信号机间的线路为 1 个闭塞分区	采用 RM(限制人工驾驶)模式,限速 25 km/h 运行

注:1 个闭塞分区只允许 1 列车占用(车站首列车发车时,区间显示计轴红光带时除外);闭塞分区内的信号机显示均视为无效。

车站通过应急盘准备进路,如遇道岔位置不正

确须转换道岔时,车站值班员须先确认该道岔状态并通知道岔前方接近列车停车,再单操道岔至正确位置,最后通知司机动车(若此时道岔区段还叠加显示红光带,车站还须现场确认道岔区域无列车占用及未接报列车接近)。

原则上在采用后备站控行车法时,列车应经出段/场线驶出段/场,经入段/场线驶入段/场。

5.2 后备站控行车法的风险控制

5.2.1 对区间列车的控制

司机接到行车调度指令启用后备站控行车法后,自行以 RM 模式限速 25 km/h 运行至前方站(若此时列车压在道岔上,则以 RM 模式限速 5 km/h 出清道岔区域)。如前方区间内有道岔,列车运行至道岔前一度停车,司机与相关联锁站工作人员确认道岔位置正确后,方可继续运行;如司机发现前方区间有列车占用,须与前方列车保持安全距离并停车等待,待前方列车动车后方可自行进站。

5.2.2 对停站列车的控制

1) 如 MSS 监视工作站显示区间无红光带占用时,发车站的行车值班员与接车站的行车值班员共同确认接车站的站台空闲。发车站行车值班员通知本站的站台岗发出动车指令,此时车站须加强对该列车的监控,如发现异常,应及时通知相关车站的行车值班员及行车调度。

2) 如 MSS 监视工作站显示区间有红光带占用时,发车站行车值班员须通知发车方向站台的站台岗,站台岗须告知首列通过红光带区间的列车司机以 RM 模式、限速 25 km/h 运行至前方站进行轨道。待轨道车出清前方站站台后,方可办理后续列车发车(后续列车的运行模式及限速按表 1 要求执行)。司机须加强监控,发现异常情况应及时报车站行车值班员和行车调度。

5.2.3 对折返列车的控制

车站行车值班员须在确认折返列车到达站线或折返线停稳后方可操作应急盘,在排列好折返进路后应通知站台岗或折返线的司机动车。列车以 NRM 模式限速 15 km/h 进行折返。正在进/出折返线的列车若发生紧急制动或自动停车且未到达站台或折返线时,司机应自行以 RM 模式、限速 5 km/h 运行至站台或折返线停稳后报告车站行车值班员。

(下转第 115 页)