

轨道交通信号控制系统主备双系工作状态的识别与控制

杨月琴

(吉林铁道职业技术学院 吉林 吉林 132299)

摘要: 轨道交通信号控制系统在保障城市交通安全和效率方面起着至关重要的作用。主备双系工作状态的识别与控制是确保系统可靠性和稳定性的重要环节。在此针对当前轨道交通信号控制系统冗余结构中主备双系统状态切换时, 存在的风险问题, 提出一种新的硬件判定方式, 以期合理规避风险。文章先详细阐述轨道交通信号控制系统组成结构, 以及主备双系切换的原理和应用过程, 然后提出一种基于硬件的判决方式, 合理识别工作状态并加强风险管控。最终发现, 改进后的方法具备适用范围更为广泛、降低信息丢失问题发生概率、便于维修维护等明显优势。

关键词: 轨道交通信号控制系统; 冗余结构; 主备系统; 风险识别; 切换控制

0 引言

随着时代持续化发展, 城镇凭借发展更快、资源更丰富、机遇更多等优势, 吸引大量人口集聚, 城市规模日益壮大。在此过程中, 为城市交通带来更大压力。为了满足日益增长的城市人口出行需求、缓解交通系统压力, 城市轨道交通得到大力发展。与此同时, 城市人口数量也对城市轨道交通建设提出更高要求, 尤其是通信方面, 为了实现智能指挥、科学管控目标, 城市轨道交通信号控制系统建设成为必然趋势。目前, 已经构建出较为系统、科学、可靠的体系, 为了满足可靠性需求, 双机设计是重点。通过双机冗余确保交通信号控制系统稳定运行。而系统运行过程中, 工作状态识别和控制是其中关键, 文章在此主备双系工作状态的识别和控制展开分析, 以求为交通信号控制系统安全运行提供更多支持。

1 轨道交通信号控制系统

1.1 系统组成

轨道交通信号控制系统包含广泛, 通常列车自动控制系统(ATC)、列车运行控制系统(CBTC)等均属于信号安全控制系统。其中列车自动控制系统是城市轨道交通信号系统的核心, 可以细化为列车自动监控系统(ATS)、列车自动防护系统(ATP)、列车自动运行系统(ATO)三个分系统。其中列车自动监控系统基于结构组成差异, 可以细分为监视分散型、计中控制型、自制分散型三类。系统主要

负责监测监控处于调度区段内的列车运行情况、监测控制设备状态、记录行车轨迹等, 也具备自动生成报表的能力。列车自动防护系统功能是控制列车运行速度、监测运行的设备、监测列车位置以及故障报警等。其与其他系统通过接口连接可以实现数据同步交换。列车自动运行系统主要功能是提高驾驶员的工作效率以及为客户提供更令人满意的服务。系统可以通过接收地面信息, 控制列车基于车站位点实现精确化停车, 这可以在一定程度上降低能源消耗。列车自动控制系统(CBTC)由列车自动监控系统(ATS)、车载控制器(VOBC)、区域控制器(ZC)、数据通信系统(DCS)几部分组成, 其中ATS主要负责屏查列车信息, 并与沿线列车交互信息数据, 精确控制列车运行; VOBC和列车之间存在一一对应关系, 可以基于接收的速度等数据, 监测列车运行速度和行驶距离, 达成自动驾驶目的, 包含数据库, 涵盖所有轨道信息。ZC主要功能是基于障碍地点和交通载荷量, 确定列车行驶权限, 保证列车运行安全。DCS主要功能是实现控制信息传送, 确保信息交换高效安全进行^[1]。

1.2 重要性分析

轨道交通信号控制系统作为城市交通运输的重要组成部分, 具有不可低估的重要性。第一, 轨道交通信号控制系统直接关系到乘客的安全。通过对列车运行速度、停车位置、轨道交叉等实时监控和控制, 系统可以确保列车之间的安全距离, 防止追尾事故等危险情况的发生。这种高度自动化的控制方式能

够大幅度降低人为操作带来的错误和事故风险。第二,轨道交通信号控制系统能够提高交通效率。系统可以根据客流情况和运行计划,智能地调整列车的发车间隔和运行速度,以最优列车运行时间和能源消耗,实现交通资源的高效利用。第三,轨道交通信号控制系统还有助于减少交通拥堵。通过实时监测交通流量和运行状况,系统可以快速做出调整,避免拥堵点的形成,并通过合理的信号控制和优化调度方案来分散交通流,缓解交通拥堵问题。第四,能够有效降低事故风险。系统能够及时检测到列车故障或异常情况,通过自动控制和紧急制动等手段,降低事故的发生概率,并能够迅速通知相关人员进行处理,保障乘客和列车的安全。综上所述,其在保障乘客安全、提高交通效率、减少拥堵、降低事故风险等方面发挥着关键作用。

2 信号控制系统工作状态的判决方式分析

结合上文对轨道交通信号控制系统的组成和重要性进行分析,对信号控制系统有了更为深入的了解。

2.1 信号控制系统主备双系结构阐述

为了满足可靠性需求,系统采取双机设计,也就是通过双机冗余结构,保证运行效率和安全性。目前最常见的冗余结构为双机热备、“三取二”和“二乘二取二”三种类型,其中双机热备和“二乘二取二”制式最为常见。这两种方式均是由两个完成功能相同的主备两系(机)组成,实际应用过程中,两个系统均发挥作用,但主系具备优先控制权,也就是主系可以优先对外输出控制命令。输出的各项驱动命令和控制命令等对系统运行有直接影响^[2]。

通常情况下,双机热备和“二乘二取二”制式系统,必须主备双系同步工作,且拒绝出现“双主”情况,也就是只能“一主一备”。基于此,为了保证双系合理运行,有效规避风险,对信号控制系统主备双系工作状态进行识别和控制极为重要。目前,关于此领域的研究不断深入开展,且已经取得不俗成绩。

2.2 判决方式

结合上文对信号控制系统主备双系结构的阐述,总结其工作状态判决方式。目前,基于现今轨道交通信号控制系统结构组成,工作状态判决方式包括通信判决和硬件判决两种。

通信判决是以通信手段为基础的判决方式,通过主备双系之间相互传递必要信息对状态进行判定。

其中“误判双主”升高或常见故障之一,这与主备双系之间无法正常通信获取对方工作状态有关,例如通信中断、通信不畅或者双系统软件版本出现漏洞等均会造成上述问题。导致通信中断及通信不畅的原因较多,如主备双系间通信线短线或者漏插就是典型原因。一旦出现“双主”代表此时“主备双系统”均会向执行层发送合法指令,且两个系统不同步,很容易出现彼此之间命令不一致问题,再加上驱动表示模块不具备预防“双主”机能,很容易导致严重后果出现。同时,其中一个系统更换软件后,由于主备系统软件版本不一致,也会出现“双主”问题出现。基于此,采取多种方式加固双系统的通信通道和处理方式,尽可能避免上述现象出现成为保证双系统稳定运行的可行思路^[3]。

硬件判决是指向系统中加入硬件电路或者元器件,通过采集硬件信息、监测器状态从而表示控制系统工作状态的判决方式。与通信判决方式对比而言,该方法在预防“双主”问题时更具优势。基于此,文章通过对比两种可行方法,选择以硬件判决方式为基础,阐述轨道交通信号控制系统主备双系工作状态的识别和控制。

3 信号控制系统工作状态判决原理设计

3.1 工作继电器的设计原理

无论是双机热备还是“二乘二取二”制式系统,均可以在其中设置工作继电器,然后借助继电器的硬件接点满足条件实现主备双系工作状态的展示。采集信息过程中,除了采集自身继电器接点信息,还需要采集另一系的接点信息^[4]。

主备双系各自的固定工作状态包括主控、同步和离线三种工作状态。信号控制系统启机后,继电器发挥作用,通过检查主备双系继电器接点状态便可以控制系统在三种固定状态之间转换,并控制继电器进行下一步动作。其中该方法工作状态转移如图1所示。

结合图1来看,主控状态或者同步状态下,自身控制的继电器被吸起,离线状态下,自身控制的继电器落下。对于继电器而言,落下状态为安全模式。基于此,为了更为精准判断主备双系工作状态,文章设计继电器与主备双系均连接,采集中需要对本系和对方系继电器前后接点状态进行采集和校验^[5]。图2为继电器驱采图示。

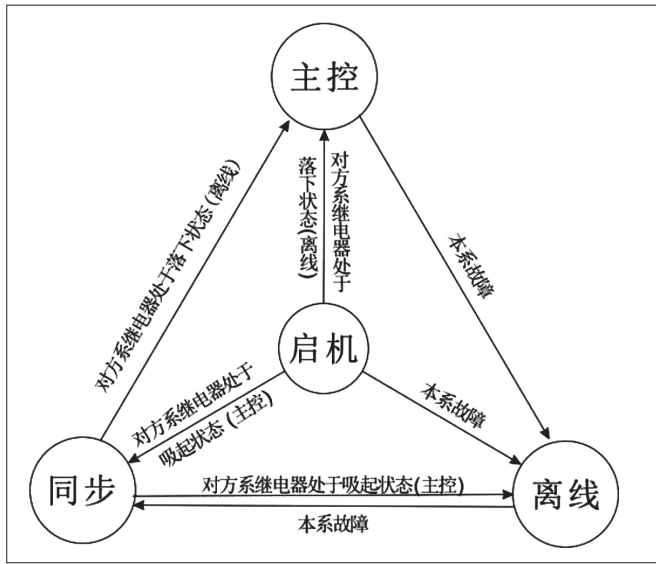


图1 信号控制系统继电器判决方式模式下工作状态转移图示

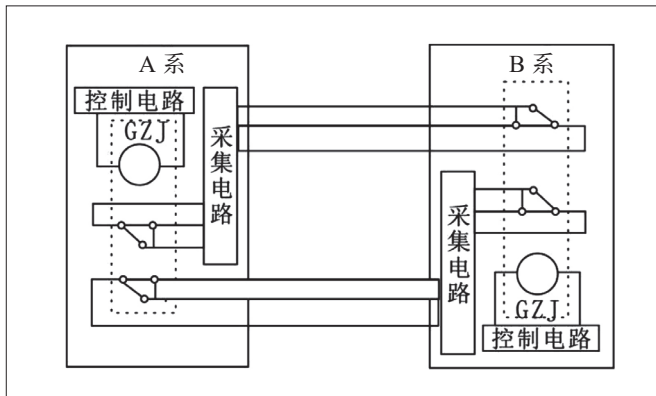


图2 继电器驱采图示

3.2 工作状态转移的判决原则

启机过程中,主备双系处于非固定工作状态,也就是该状态后可以灵活转变为任一状态(主控、离线和同步三个工作状态之一)。系统启机后,只有采集到对方系继电器后接点接通、前接点断开才能判断对方系处于离线状态,此时本系可以转变为主控状态,也就是驱动本系继电器励磁吸起;对方系继电器前接点接通、后接点断开,且语言对方系通信正常,此时本系可以转换为同步状态,并驱动本系继电器励磁吸起;本系自检发现问题,此时处于离线状态;本系处于离线状态,系统自检,确认一切正常后,可以采集对方系继电器状态,如果确认继电器处于吸起状态,可以设定特殊时刻,主动呼叫对方系,取得联系并确认满足转换条件时,可以转换为同步状态,驱动本系继电器吸起。如果本系处于离线状态,正常情况下,对方系应处于“主控”或者“离线”

状态,如果检测到对方系继电器处于吸起则为主控状态,但不可能为同步状态^[6],

本系处于同步时,对方系一定为“主控”状态,如果主控系出现故障,本系采集到信息后,会立即由同步状态转变为主控状态,确保系统正常运行。如果本系处于“主控”或者“同步”状态,出现故障后,会立即转变为“离线”状态,此时对方系会接替发挥效用。变为“离线”状态的系统在故障未排除之前不会升级为“主控状态”,当故障处理完成后,需要重新启机,才可以转为“主控”或者“同步”状态。处于“主控”状态的一系一般情况下不会主动升为“同步”状态,多数是在故障发生后,才会放弃“主控”身份。表1为交通信号控制系统在不同工作状态下,继电器判决对应状态总结。

4 应用分析

基于铁路交通信号控制系统分析,其对主备双系工作状态的控制主要包括设有状态控制手柄方式和不设有状态控制手柄方式两种。前者需要配备三位切换手柄,便于在“A系”“B系”和“自动”三种状态中切换,分别对应强制A系持续主控、强制B系维持主控及自动控制各系工作状态三个工作模式转换。后者是在主备双系统均开启状态下,直接进入自动控制各系工作状态切换模式,该方法不需要人为判断,更精确也更智能,但想要改变当前工作模式,需要关闭“现有对方系”才可以实现^[7]。

基于此,本文结合上文对继电器判决方式的分析和各状态转换阐述,将其融入交通信号控制系统中,也就是在主备双系中接入继电器,继电器与双系均连接,此时通过识别继电器的吸起和落下状态可以更为精准识别工作状态。该方法可以应用在两种工作状态控制体系中。目前,该方法已经在一些轨道交通信号控制系统中得到实际应用,且取得不俗成绩,为其他同类型系统工作状态识别和控制提供更多借鉴。

5 结语

本研究旨在围绕当前轨道交通信号控制系统中主备双系工作状态识别面临的风险,提出一种更为高效、精准辅助系统识别工作状态的设计方案,为信号控制系统安全、稳定运行提供支持。文章结合轨道交通信号控制系统组成和重要性,分析主备双

表 1 信号控制系统主备双系各工作状态下继电器状态对应总结表

工作状态	本系继电器采集状态				对方系继电器采集状态				是否驱动继电器
	10	1	0	11	10	1	0	11	
本系主控许可状态	✓	×	×	×	✓	✓	✓	✓	是
主控处理状态	⊙ 1	↘ 1	↘ 2	↘ 3	⊙ 2	⊙ 3	⊙ 4	⊙ 5	
同步许可状态	✓	×	×	×	✓	×	×	×	是
同步处理状态	对方系状态决定	↘ 4	↘ 5	↘ 6	⊙ 6	↗ 1	↘ 7	↘ 8	
离线许可状态	×	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	否
离线处理状态	⊙ 7	⊙ 8	⊙ 9	⊙ 10	⊙ 11 或 =1	⊙ 12	⊙ 13	⊙ 14	
启机许可状态	×	✓	×	×	✓	✓	✓	✓	否
启机处理状态	↘ 9	对方系决定	↘ 10	↘ 11	=2 或 ↘ 12	↗ 2	↘ 13	↘ 14	

注:10- 前接点采集得到信息,后接点无;01- 前接点采集无,后接点采集得到信息;00- 前后皆未采集得到信息;11- 前后接点均采集得到信息;✓表示允许;×表示禁止;表示升为主控; 代表降为离线;⊙表示维持原状态;=代表转为同步;符号右边数字代表其状态转移序号。

系工作状态判决方式,基于整体结构组成和常见组成方式,提出以继电器为主要元件的主备双系识别和控制方式。最终发现,该方法不依赖双系通信便可以实现工作状态转换,相对而言更为安全可靠;无论系统是否开机,只有继电器接点仍可以采集信息,便可以准确识别对方系和本系工作状态;继电器模式效率更高。基于此,该方法具备推广、应用价值。

参考文献:

[1] 邹海平. 城市轨道交通全自动运行系统站台门与信号系统集成方案研究 [J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(6):261-266.
 [2] 王蕾, 任奕臻, 哈云霞. 城市轨道交通信号智能化运维自动控制系统设计 [J]. 自动化与仪器仪表, 2022, 42(7):217-

220.
 [3] 王春军. 城市轨道交通信号系统安全防护体系建设研究 [J]. 中国新通信, 2022, 24(10):107-109.
 [4] 陈雨, 李新, 叶亮, 等. 城市轨道交通车段/场 ATP 系统改造策略 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2022, 19(01):56-60..
 [5] 王宗琰. 城市轨道交通信号控制方式研究 [J]. 电子元件与信息技术, 2021, 5(5):166-167.
 [6] 汪宁远. 全自主化轨道交通信号控制系统应用实例 [J]. 造纸装备及材料, 2020, 49(3):225.
 [7] 齐文远. 铁路与城市轨道交通信号控制系统比较分析 [J]. 工程技术研究, 2019, 4(10):126-127.

作者简介: 杨月琴 (1982.08-), 女, 汉族, 山西忻州人, 本科, 讲师, 研究方向: 城市轨道交通通信信号。