

文章编号: 1005-8451 (2010) 08-0046-03

西安地铁2号线正线计算机联锁子系统分析

雷锡绒

(西安铁路职业技术学院 交通运输系, 西安 710014)

摘要: 计算机联锁的主要功能是实现轨旁信号设备的状态信息采集与安全联锁控制。结合西安地铁2号线, 阐述基于无线通信移动闭塞制式的正线计算机联锁子系统的设备组成、功能实现、工作原理、软件类型和接口连接设计技术方案, 为城市轨道交通信号控制系统的研发提供软硬件平台。

关键词: 无线移动闭塞; 计算机联锁; 联锁控制器 (MicroLok II); 西安地铁

中图分类号: TP302 文献标识码: A

Analysis on Main Line Computer Interlocking Sub-system of Xi'an Subway Line 2

LEI XI-rong

(Traffic and Transportation Department of Xi'an Railway Vocational & Technical Institute, Xi'an 710014, China)
Abstract: The main function of the Computer Interlocking System was controlled the signal equipments at side of the track and finished interlocking control safely. It was described the composition, function, working principle, software type, and technology program of the Interface of the Moving Blocking standard Main Line Computer Interlocking Sub-system based on wireless communications-based train control combination with Xi'an Subway Line 2. The software and hardware platform was offered for Urban Rail Transit Signal Controlled System.

Key words: wireless moving blocking; computer interlocking; interlocking controller; Xi'an Subway

目前, 我国城市轨道交通运用的计算机联锁制式较多, 其控制技术均有差异。西安地铁2号线正线信号系统采用以联锁控制器 (MicroLok II) 为核心的轨旁控制系统作为联锁控制系统, 实现轨旁信号设备的状态信息采集与安全联锁控制。

1 系统组成

西安地铁2号线采用无线通信移动闭塞列车控制系统 (CBTC) 技术。其正线信号系统采用分布式联锁控制方式, 每个联锁区包括有岔站和无岔站, 联锁控制系统主要由位于设备集中站信号设备室内的双机热备Microlok II联锁控制器控制。典型联锁控制器的使用配置参见图1^[1] (ZC: 区域控制器; Microlok II: USSI 生产的联锁系统; RI: 继电接口; BS: 骨干交换机; AS: 接入交换机; ACS: 计轴系统; TR: 分线柜; NVI: 非安全接口; LCW: Microlok II 本地控制工作站; MSW: 维护工作站)。

收稿日期: 2009-12-30

作者简介: 雷锡绒, 讲师。

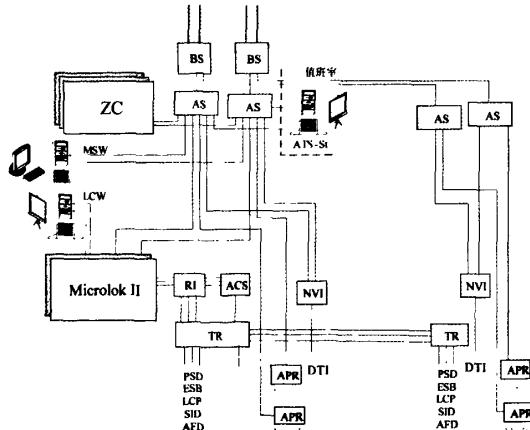


图1 典型的联锁设备配置

Microlok II通过100Base-TX以太网接口连接到接入交换机, 接入交换机通过光纤连接到骨干交换机, 然后到轨旁骨干网络。Microlok II通过安全继电器接口电路与轨旁设备接口。轨旁设备包括本站及其联锁区内其它车站的信号机、转辙机、计轴器、现地控制盘、紧急停车按钮、自动折返按钮、站台屏蔽门及区间隔断门等。

2 系统功能

CBTC系统正常工作时, Microlok II根据来自中央ATS或本地ATS工作站的进路请求, 主要控制轨旁设备动作并采集轨旁设备的状态信息来实现轨旁全部联锁逻辑的安全性功能, 还提供故障安全的输入/输出管理, 并将联锁的有关信息传送至ATP/ATO子系统^[2]。

Microlok II主要控制的项目有: 列车进路、引导进路、进路的锁闭与解锁、信号机开放与关闭、道岔操纵及锁闭、区间临时限速、扣车和取消、站台屏蔽门打开和关闭等。

Microlok II实现的进路联锁逻辑关系为: 正确的进路设定并锁闭后, 列车才会获得移动授权, 只有在列车驶过被证实后或移动授权已被取消并且生效后, 相关进路才会解锁, 敌对进路才可建立。

Microlok II控制的进路联锁功能为: 接近锁闭(列车进入联锁区前), 进路锁闭(列车进入联锁区后), 道岔锁闭(岔区有车占用时), 运行方向锁闭(防止在联锁范围内向同一区段上排列敌对进路)等。确保转辙机在岔区被列车占用时不动作并避免列车正面冲突或追尾。还能够办理取消进路、人工解锁、引导进路解锁等。

3 系统工作原理

(1) Microlok II联锁控制器

Microlok II是一个专为铁路安全应用而设计的基于微处理器的计算机系统和接口/通信系统, 其基本硬件主要包括机柜、CPU电路板、多块安全的I/O电路板、电源板、串口适配器电路板、多块非安全的I/O电路板等设备。

Microlok II系统的每个现场设备点都由一个常规单元和一个后备单元构成, 其中, 一个处于常规运行状态, 而另一个作为冗余备用。当在线系统出现故障时, 备用系统会自动变成在线系统。在线单元监视备用单元的性能状况, 如果备用单元不可用, 在线单元将向控制中心报警, 本站的MSW也有显示。在线和备用单元之间的故障切换也能人工通过控制器上的硬件复位设备完成。某个特定单元的复位还可通过应用程序内的软件复位来实现^[3]。

Microlok II系统由68322安全微处理器单板机控制, 并基于一种特定的安全结构, 软件多样且带有诊断。该系统根据一个标准的系统程序和一个专为安全功能而设计的应用程序来实现轨旁设备安全联锁的功能。它实质上是一个满足故障-安全原则的逻辑求值器, 自动采集、处理信号机、道岔等信息, 把有关命令和现场各种表示信息输入计算机, 再根据储存在计算机内的有关条件, 进行联锁关系的逻辑运算和判断, 然后输出信息至执行机构, 实现对轨旁信号设备的控制和监督。

每个Microlok II都有一个唯一的IP地址, Microlok II单元通过轨旁通信网络与ZC(ZC的作用是跟踪列车位置并发出移动授权)接口并保持通信, 并通过专用网络(光纤连接)与相邻的Microlok II接口并保持通信。CBTC正常运作时, ZC向Microlok II发出指令, 弃用计轴系统的一定功能及计轴区段占用表示。如果某辆列车的ATP设备出现故障或ZC失效, Microlok II从辅助列车检查计轴系统中获得列车位置信息, 系统还可通过每个本地Microlok II的控制保持运行。

(2) Microlok II本地控制工作站(LCW)

ATS子系统对列车运行监控可实现中央ATS和本地ATS两级控制, 能自动或人工进路控制。人工控制进路优先级高于自动控制进路, 特殊情况下不经控制权的转换操作强制进行本地ATS控制。

当中央ATS和本地ATS均不可用时, 将开关锁在本地控制位置, 本地人工仅通过LCW(每个联锁控制器Microlok II配备一套操作和显示设备作为本地控制工作站)进行, 人工控制仅限于该Microlok II控制的联锁区域。邻近联锁区仍将在其既有模式下继续运行。

4 系统软件

Microlok II系统的软件有两种类型: 系统软件和应用软件。

系统软件是固化在硬盘上的标准的安全软件。包括了一个实时操作系统和有关的I/O处理软件, 不随具体的应用环境而变化。实现系统资源的分配管理、接口的输入/输出控制和通信等。保证所有的安全输出是完全可控的并在系统出现故障的情况下, 切断安全输出的电源。

应用软件是在一台计算机上用布尔代数书写和编译的,以应用工程师易于理解的方式生成系统逻辑。该软件可在开发系统上编写、编译。该软件的开发及文档由USSI软件控制程序PR-1320管理。应用软件执行实际的控制和安全任务。

Microlok II 编程和诊断工具由编译器、模拟器、非易失性应用程序存储器的编程软件和端口模拟器组成^[3]。编译器、模拟器和编程软件允许用户对系统的应用软件做编写、修改和校验(离线)。端口模拟程序被用来监测或模拟任何串口。诊断程序可完成每个输入输出比特的测试。这些应用软件的工具软件在一台带有兼容串口的便携式计算机上,服从于认证和确认质量及安全保障。

(1) 编译器:是一个计算机程序,将带布尔等式的ASCII文本文件转换成EPROM表文件,生成一系列文件显示错误和程序开关设置,这一系列文件是ASCII文件,可用任何计算机文本编辑器查看。

(2) 模拟器:是一个用于便携式计算机上的计算机程序,在开发过程中,利用它仿效布尔等式生成相应显示来调试软件。Microlok II 系统的所有方面都能利用这一系统进行离线仿效。

(3) 端口模拟器:用来仿效或监督每个串口的计算机程序。这些程序和Microlok II 上的任何串口相连。在测试期间,利用这些程序校验每个独立的输入和输出位。

5 系统接口

5.1 系统内部接口

(1) Microlok II 与 ATS 子系统的接口:通道基于 10/100 M 以太网连接,使用 UDP/IP 协议。其间的数据流包括以下信息:

ATS 至 Microlok II 的控制:进路请求(进站和出站)、受限的人工办理进路请求(进站和出站)、信号锁闭(进站、出站信号)、信号引导请求(进站)、道岔定位/反位/锁闭请求、计轴器复位请求等。

Microlok II 至 ATS 的表示:闭塞占用-计轴、信号机状态、道岔位置、站台屏蔽门状态、激活站台紧急停车按钮、区间隔断门状态等。

(2) Microlok II 与 ZC 接口:通道基于 10/100 M

以太网连接和骨干网,使用 UDP/IP 协议。其间的数据流包括以下信息:

ZC 至 Microlok II 的控制:信号取消、进路取消、接近锁闭取消等。

Microlok II 至 ZC 的表示:每个道岔的位置、道岔锁闭、计轴区段占用状态、信号显示、屏蔽门、紧急停车按钮、现地控制盘、区间隔断门、自动折返按钮状态及到 CBTC 区域的入口闭塞等。

- (3) Microlok II 至转辙机的接口。
- (4) Microlok II 至信号机的接口。
- (5) Microlok II 至计轴器的接口。
- (6) Microlok II 至现地控制盘的接口。
- (7) Microlok II 至紧急停车按钮的接口。
- (8) Microlok II 至自动折返按钮的接口。
- (9) 联锁控制器至车辆段的接口。

正线联锁与车辆段联锁在转换轨处通过继电电路实现接口。列车从车辆段至转换轨的进路由车辆段系统完成。正线系统和车辆段系统共同接收进路请求,正线系统可以控制列车进入该进路。

5.2 系统外部接口

- (1) Microlok II 至站台屏蔽门的接口。
- (2) Microlok II 至区间隔断门的接口。
- (3) Microlok II 与其他线路联络线接口。

6 结束语

基于无线移动闭塞制式的西安地铁 2 号线正线计算机联锁子系统具有设备数量少、建设及维护成本低,采用统一标准、易于实现互通互联,硬件冗余、软件多样,且带有诊断,保证实现联锁区轨旁信号设备全部联锁逻辑的安全性功能,还提供故障安全的输入/输出管理,并将联锁的有关信息传送至 ATP/ATO 子系统。目前该设计方案已进入实际应用阶段。

参考文献:

- [1] 美国联合道岔与信号国际公司. 西安地铁 2 号线信号系统初步方案[S]. 2007.
- [2] 刘晓娟. 城市轨道交通智能控制系统[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008, 27.
- [3] 林瑜筠. 城市轨道交通信号[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008: 169-170.