

# 新型分布式全电子计算机联锁系统<sup>①</sup>

权海宁, 张友鹏

(兰州交通大学 自动化与电气工程学院, 兰州 730070)

**摘要:** 以联锁机为核心的集中控制方式是当前计算机联锁系统的主流, 但该方式存在风险集中, 工程造价较高, 系统维护困难等问题。随着计算机、控制和通信技术的发展, 分布式控制结构的优势日益突显。为了进一步提高系统的可靠性、安全性和灵活性, 引入区域控制的概念, 并将其与分布式控制、智能控制等技术相结合, 在符合计算机联锁技术条件的基础上提出了一种新型的分布式全电子计算机联锁结构。给出了该计算机联锁系统中区域控制器的模型, 对其联锁功能、网络结构进行了详细介绍。该结构实现了地理上和功能上的分散控制, 有效降低了系统风险, 符合铁路信号故障-安全的要求。

**关键词:** 铁路运输; 计算机联锁; 分布式控制; 全电子; 区域控制

## Novel Pattern of Distributed All Electronic Computer Interlocking System

QUAN Hai-Ning, ZHANG You-Peng

(School of Automation & Electrical Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** Nowadays, the centralized control mode with the interlocking computers as its core is the main trend of the current computer interlocking systems, however, this type of control mode always induces many problems such as centralized risks, higher project costs, and difficult tasks of system maintenance. As the development of computer, control and communication technology, the advantage of the structure of the distributed control mode is highlighted increasingly. In order to improve the reliability, security, and flexibility of system furthermore, by introducing the concept of field control (FC) which was combined with other techniques such as the distributed control and intelligent control in this study, we proposed a novel pattern distributed general electronic computer interlocking system on the basis of requirements of computer interlocking technology. We presented a model of the field controller in the computer interlocking system and made detailed instructions about its interlocking function and network structure. The structure achieved the decentralized control geographically and functionally, and it reduced the system risk effectively and agreed with the requirements of the fault-oriented security principle.

**Key words:** railway transportation; computer interlocking; distributed control; full-electronic; field controller

车站信号联锁系统的主要作用是保证站内行车安全、提高铁路运输效率以及改善行车人员劳动条件<sup>[1]</sup>。而全电子计算机联锁系统是计算机、控制和通信技术发展的必然产物。目前国内大多数全电子联锁系统采用室内集中控制的方式, 其优点是处理机对系统的工作状态有全面的了解, 程序是一个整体, 实现起来比较容易; 缺点是软件庞大, 区域内所有联锁处理工作

由同一处理机完成, 存在着处理机负担过重的问题。而且, 当车站控制规模扩大, 系统的功能进一步增强时, 单一处理系统将可能不堪重负, 存在可靠性降低的隐患。因此, 需要将不同的任务分配给不同的计算机来承担。分布式控制结构的特点就是将联锁系统的功能按结构层次划分成若干个相对独立又有一定联系的功能模块, 各功能模块均由相应的计算机或微处理

① 基金项目:甘肃省科技计划项目(1011JKCA172)

收稿时间:2011-11-21;收到修改稿时间:2012-01-12

器来处理,从而使系统在处理机的配置上形成多机分散式结构,分布式控制结构更可靠,系统效率更高,更易于扩展。本文引入区域控制的概念,并将其与分布式控制相结合,提出一种新型的分散式、智能化全电子计算机联锁系统的设计方案。

## 1 基于FC的计算机联锁系统体系结构

区域控制<sup>[2]</sup>是指保留原计算机联锁系统的人机交互层和联锁层,在现场采用区域控制(Field Controller-FC)模块控制信号设备,由它完成现场信号设备的驱动、状态采集等功能,不仅如此,它还具有联锁功能,可以完成与己相关的联锁问题,又能通过协作解决全局的联锁问题。每个 FC 可以根据现场的实际情况连接若干个信号设备。图 1 为基于 FC 的计算机联锁系统体系结构图。

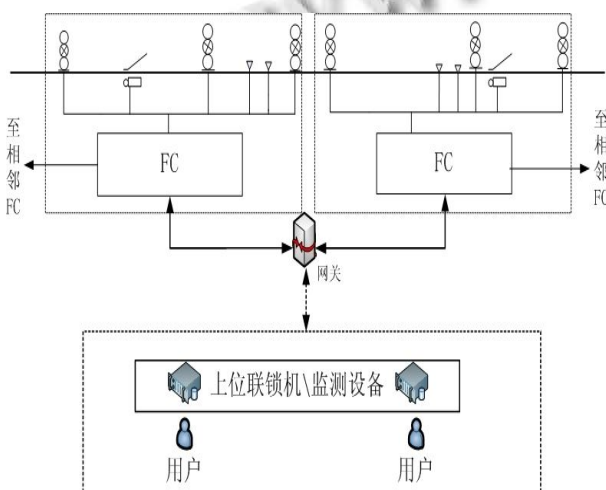


图 1 基于 FC 的计算机联锁系统体系结构

FC 设于对象群(信号设备)附近,对区域内的信号设备进行控制和监督。如果要排列跨区域的长进路,则要在 FC 之间交换数据,并通过网关与联锁机交换控制信息和反馈信息。各 FC 之间以及 FC 与联锁机之间的数据传输均采用“呼叫交换法”。

联锁机负责联锁任务的动态分配和调度,协调各 FC 之间的合作。各个 FC 的地位平等,没有逻辑上的隶属关系,它们协作实现联锁机的动作命令。FC 同时接收来自联锁机的控制命令和相关 FC 的联锁状态信息,并通过微控制单元(Micro Control Unit-MCU)比较、验证和判断逻辑关系,在各信息符合联锁条件,运行结果保证“故障-安全”的情况

下,形成新的区域控制命令,驱动设备动作<sup>[3]</sup>。这样,各 FC 既能保证充分的独立性,又使设备具有较高的可用性。同时,不管什么车站,系统的硬件结构和软件程序基本相同,其区别只在于描述室外信号设备的数据类型及地址等。

## 2 FC 结构

铁路现场的每一个信号设备都在其相应 FC 的控制和监督之下。如图 2 所示,FC 是控制命令和状态信息的区域控制中心,内部必须有自己的编译机构,一方面接收和校核来自联锁机的控制代码,经译码后形成控制命令,以驱动相应的设备控制电路;另一方面又接收监控对象的状态信息,经编码传送到联锁机,由每个 FC 根据当前的状态决定自己的行为,协作解决当前全局的任务信息。不仅如此,FC 还担负与其相关的联锁处理任务,相当于将联锁机的数据处理任务分散验证,有效提高了系统的可靠性。它所处理的信息均属于涉及安全的信息,所以应具有故障-安全的性能。它本身故障时,也会自动通知联锁机,以便及时处理。

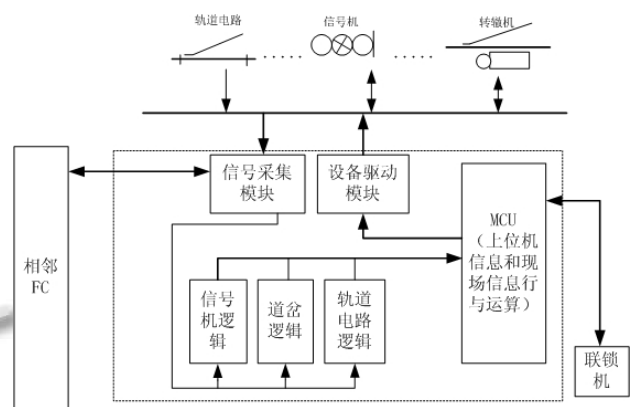


图 2 FC 结构示意图

FC 具有如下特点:

① 自主性。即能够在没有人或其它 FC 的干预下,自发式地控制自己的行为 and 内部状态,并且具有自己的控制意图。

② 适应性。即能够根据信号设备、环境等的变化及时调整自己的控制策略,满足故障-安全。

③ 社会性。一个 FC 需要与其它 FC 协同工作,才能处理好整个站场的控制任务,CAN 协议就是它们相互交流的通信方式。

### 3 系统功能

基于 FC 的计算机联锁系统应通过各 FC 之间的协作, 实现计算机联锁系统的功能。计算机联锁的基本功能与继电式电气集中是相通的, 基于 FC 的计算机联锁系统的联锁功能如下。

① 进路的控制<sup>[4]</sup>。包括列车进路和调车进路的选择、锁闭和解锁。进路的办理方法和继电联锁设备办理方法基本相同。当车站值班人员办理进路按下始端按钮后, 人机交互层将命令传达至联锁机, 经联锁计算得到此进路相关道岔的定、反位信息, 经 CAN 总线传至相对应的 FC。FC 收到命令后, 进行联锁关系验证运算, 验证联锁关系准确无误后根据 FC 内各道岔采集模块采集来的道岔状态进行判断, 如果道岔实际位置与命令位置相同, 则向联锁机返回一个道岔已经就位的信息; 如果道岔实际位置与命令位置不符, 则 FC 内的驱动模块将道岔动作至命令位置, 成功后向联锁机返回一个道岔状态信息。当相应道岔的 FC 都返回正确信息后, 进路选取完毕, 进入进路锁闭功能。联锁机将检查进路空闲命令发送至各个进路相关 FC, 各 FC 中的采集模块检查现场轨道电路状态, 如果轨道电路空闲, 同时联锁机经相应 FC 检查敌对信号和迎面咽喉敌对信号, 返回正确的状态信息后进路建立完毕。另外, 系统对原铅封按钮的相应办理作了一些改进, 可以采用数字化仪操作, 点击原铅封按钮后, 屏幕提示输入口令, 口令正确操作才被执行。

② 信号的正常开放和关闭, 人工重复开放信号以及防止信号的自动开放。当进路锁闭成功后, 联锁机将通过 FC 驱动现场相应的信号机开放, 不仅如此, 在信号机的开放期间还需要不断检查进路空闲、道岔位置正确、敌对进路未建立等信号开放的条件, 一旦条件不符立即关闭信号机。

③ 道岔的单独操纵、锁闭和解锁。

此外, 通过在联锁软件中增加相应的功能模块, 再加上少量的硬件电路, 系统可进一步实现 6502 中平面调车溜放控制、站内道口控制以及场间联系等一些特殊电路的联锁功能。

### 4 分布式计算机联锁网络结构

计算机联锁采用分布式控制结构, 由于各层计算机均能相对地独立运行, 具有一定的并行处理能力,

因此, 可以提高整个联锁系统的处理速度。另外, 分布式系统是按功能模块配置计算机的, 在结构上具有模块化、积木化的特点, 因而在设计、生产、施工、维护和扩充等方面都具有明显的优势; 缺点是各层模块之间通信联系复杂, 通信故障易降低整个系统的可靠性。因此, 如图 3 所示, 本文提出了一种优化的计算机联锁系统网络结构。

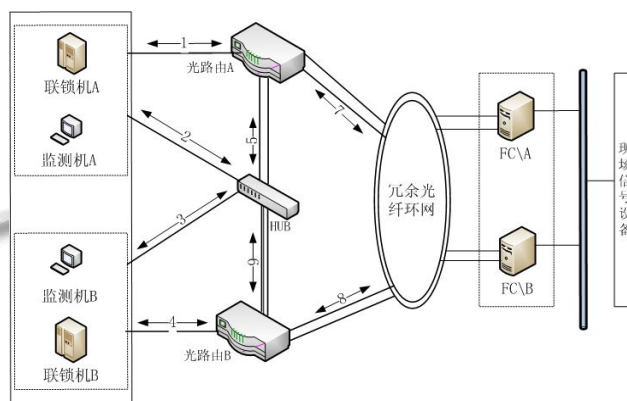


图 3 分布式计算机联锁网络结构

网络拓扑结构设计为光纤冗余环网, 将 4 根光纤分两组置于两根光缆中, 两根光缆分列路基两侧, 从而防止施工挖掘等造成两根光缆同时断裂。与此同时, 如图将 1, 2 号光纤接入逻辑控制单元 A, 3, 4 号光纤接入逻辑控制单元 B, 使用双接口耦合 HUB 连接, 将 2,3 号光纤接入 HUB, 从而使逻辑控制单元 A 有: 1-7, 2-5-7, 1-5-6-8, 2-6-8 四条通路。同理, 逻辑控制单元 B 有: 4-8, 3-6-8, 3-5-7, 4-6-5-7 四条通路, 使系统通信的可靠性得到极大地改善。不仅如此, 为了确保传输质量和带宽, 传输介质采用单模光纤和多模光纤结合的方式。适合长距离通信的单模光纤用于站站通信的主干网, 而芯径大且与 LED 等光源易结合的多模光纤在短距离通信中应用广泛, 因此, 用于站内局域网中, 以降低建设复杂程度<sup>[5]</sup>。

同时, 光纤连接也存在接口设备昂贵, 安装操作复杂的问题。假设光端设备为 N 个, 则点对点连接至少需要的光纤通道数为 2N, 对此, 本文采用以太无源光网络<sup>[2]</sup> (Ethernet Passive Optical Network-EPON) 技术组网, 同一个无源光网络共享光纤, 使用分光器把信号从单一光纤分散至 N 个独立的通道, 终端交换机以太网络仅使用一条骨干光环网。因此, EPON 仅

(下转第 139 页)

### 3.3.3 监控状态展现

顺利获取 SNMP 数据后,可通过 MIB 获得设备运行状态关键信息再通过 PHP 编程,可将查询结果发布到网站上,如图 9 所示。

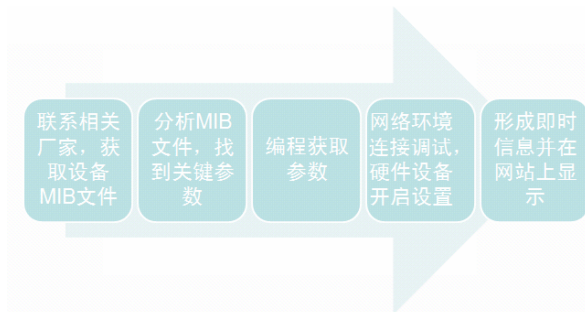


图 8 监控功能实现流程图



图 9 存储监控信息发布

## 4 结语

本文介绍了一种实现存储统计和监控功能的方式。在实际工作中,存储统计功能起到了促进用户清理陈旧数据的效果,监控功能也起到了及时发现硬件故障的作用,使得硬件故障能快速排除,让整个存储系统平稳运行。

## 参考文献

- 1 郭江.高性能计算机在石油勘探开发领域的应用.当代石油石化,2005,13(8):30-32.
- 2 Hugh E. Williams,David Lane. Web Database Applications with PHP&MySQL. 2nd ed., Sebastopol, O'REILLY, 2004: 179-214.
- 3 左婷,尹建国,谭振江. Red Hat Linux 平台上架设 WEB 服务器.吉林师范大学学报:自然科学版,2009,30(1):128-130.
- 4 区海平,寿国础.基于 MIB 定义的 SNMP 分析系统及实现.计算机应用,2009,29(1):38-41.
- 5 吴思远,梁峰.Crontab 实现数据库索引及统计的自动更新.重庆邮电学院学报:自然科学版,2001,31-33.
- 6 Arnold Robbins, Nelson HF. Beebe: Classic Shell Scripting. Sebastopol, O'REILLY, 2005:15-20.

(上接第 166 页)

需一个骨干网,内含两根光缆,同时只需 N+1 个光收发器,也不需要额外的电力设施。使其在节点最少的情况下保证了可靠性。

## 5 结语

分布式计算机联锁系统将分散控制理论、FC、计算机网络、通信及控制技术相结合,实现了一种新型的全电子计算机联锁方式,有效提高了系统的可靠性、安全性、灵活性和容错性。

## 参考文献

- 1 赵志熙.计算机联锁系统技术.北京:中国铁道出版社,2008:19-26.

- 2 Takashi Kunifuji, Tadao Miura, Gen Kogure, Hiroyuki Sugahara, Masayuki Matsumoto. A Novel Railway Signal Control System Based on the Internet Technology and an Assurance Technology. The 28th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops. Beijing: Distributed Computing Systems Workshops, 2008(75):581-586.
- 3 魏文军,范多旺.铁路车站全电子计算机联锁系统的研究与设计.自动化与仪器仪表,2007,3:19-22.
- 4 周洋,董昱,于晓英.基于 MAS 的分布式计算机联锁系统研究.兰州交通大学学报,2010,29(1):21-24.
- 5 Jun Nishiyama et.al.A Signal Control System by Optical LAN and Design Simplification. Proc. of IEEE SMC. 2007,10: 1711-1.