

基于CAN总线的电梯群监控系统研究

采用CAN总线技术对建筑物内电梯群监控系统进行了分析。提出了电梯群控并联调配新算法。在硬件设计方面,采用单片机和CAN总线控制器作为主要控制部分,来实现整个过程控制。在软件设计方面,利用Delphi软件完成系统登录、电梯故障报警和电梯维护等功能。最后,探讨了电梯群监控系统的抗干扰设计。

魏立明^{1,2} 孙大伟^{1,2}/1.吉林建筑大学 2.吉林省智能建筑系统集成与节能控制重点实验室

0 引言

随着现代化城市的发展,城市中高层建筑的大量出现使得电梯已成为必不可少的垂直交通工具。因此电梯的安全运行、故障报警和及时维修已成为现代社会发展的一个重要课题之一^[1-2]。目前国内电梯在安装上具有面广点散的分布特性,其使用环境比较复杂,电梯型号多种多样,操作运行各异,加之国内维护技术人员比较缺乏,因此对电梯的监控系统提出了更高的要求^[3]。本文根据电梯监控系统的特点和设计要求,基于CAN总线技术对电梯群监控系统进行了设计,其中重点阐述了电梯群组并联调配算法和软、硬件控制设计各部分。同时,对电梯系统的抗干扰问题进行了研究。

1 电梯群监控系统的总体方案设计

电梯群监控系统主要涵盖电梯的群控系统和电梯监控系统两大部分。电梯群控系统是指将多台电梯进行分组,根

据建筑内交通量的变化,采用优化算法实行最优输送人群的运行方式。电梯的监控系统则是对上述安装在不同位置的电梯群,通过已经选定的通信线路(本文采用CAN总线)进行集中监控,同时对电梯数据资料进行管理、维护、统计、分析、故障诊断及救援。电梯群监控系统的总体方案如图1所示。从图1中可以看出,电梯群监控系统主要由电梯群控器、电梯控制系统以及电梯监控系统组成。电梯群控器是整个群控系统的指挥调度中心,负责所有电梯的运行控制。电梯群控器主要通过与各电梯主控制器之间的通信,采集来自不同楼层大厅呼叫装置的召唤信号,根据所有群控组电梯的位置、运行方向、负荷以及客流需求等因素作出最优的层站召唤分配,并通过CAN总线把召唤任务发送给指定的电梯控制器;当接收到电梯控制器的应答信息以后,群控器向层站召唤系统发出指令,消除该层站的召唤信息。电梯控制系统主要由曳引机、控制柜、轿厢、门机以及井道相关配件组成。电梯控制系统主要由大厅呼叫装置接收厅外乘客的呼叫请求,电梯控制柜(群控时群控器)发出应答控制指令,控制曳引机的正反转运动,通过曳引绳牵动轿厢上下运动,从而实现上/下运送乘客的功能。电梯监控系统对被监控电梯的整个运行情况进行集中监控,它把总控模块发送来的电梯群的运行情况,在监控界面上进行显示,能够让电梯管理人员很好地掌握整个电梯群的运行状况,及时发现电梯可能出现的异常情



魏立明/教授

关键词/Keywords

电梯群监控系统·
CAN总线·
软硬件设计·
抗干扰措施·

吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(吉教科合字[2014]第224号)。

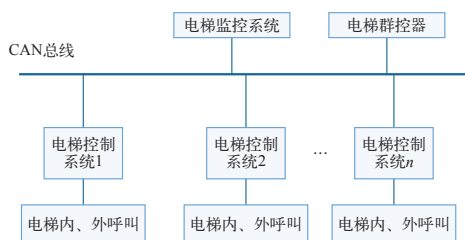


图1 电梯群监控系统的总体方案

况，并进行排除。

本文电梯群控系统的通信采用CAN总线是由于CAN总线在实时性、灵活性、可靠性和抗干扰性等方面具有优势。CAN总线采用基于优先权的总线仲裁技术，在出现多个节点同时需要发送数据的情况下，可以按照其所发报文的优先级高低决定由谁先占用总线进行数据发送，各节点之间不会产生冲突。因此，群控系统中群控主机和各电梯控制器之间可以采取多主的方式进行工作，满足电梯群控系统对实时性方面的要求。CAN总线具有先进的错误检测以及错误处理技术。对每一帧数据，CAN总线均采用CRC校验或其他检验方法，且网络上每一个节点都设有错误检测、错误自检以及错误标定等措施，从而使数据的传输具有很高的可靠性。因此，在电梯群控系统中以CAN总线作为各节点之间的数据通信方式，在数据传输的可靠性方面更有保证。当有某个节点发生严重错误时，CAN总线能够自行关闭，不再向总线上发送数据，这样就不会对网络上其他节点产生影响。因此，采用CAN总线能够大大提高群控系统的抗干扰性。

2 电梯群组并联调配算法分析

电梯群的调配问题是一个不断变化的NP类问题，类似于著名的背包问题^[4-6]。众所周知，目前还没有一个专门针对NP类的最佳解决方案，只有接近最优解。本文设计的电梯群调配算法为改进贪心算法与动态规划算法相结合算法。其设计步骤如下：

- 1) 获取所有电梯的内部呼叫队列。
- 2) 收取所有外呼队列。
- 3) 对外呼队列进行分类，一类为上呼，一类

为下呼。

4) 鉴于电梯的基本运行规则，所以对呼叫队列进行排序。排序规则为取同类呼叫，计算其对每一个电梯而言需要花费的时间。

5) 边计算边记录头N个呼叫对于每一个电梯而言需要花费的时间。

6) 统计时间，依据时间重新生成一个队列，该队列集成了所有的外呼队列。

7) 查表得到头N个呼叫对应哪个电梯的时间最短，将这N个呼叫送入对应的电梯呼叫队列。

8) 记录送入电梯队列的呼叫信号。

9) 等待呼叫队列变化。

10) 当呼叫队列发生时，收回送入各个电梯的呼叫队列的呼叫信息。如果该做法会导致电梯队列为空且电梯运行中，则设置该电梯停靠于下一层站。

11) 重复步骤1)。

实现电梯群调配算法需有相匹配的模块，该模块主要由以下的几个子模块组成：

1) 主模块。该模块为电梯的控制中心，负责调配其他模块协同工作，其流程图如图2所示。

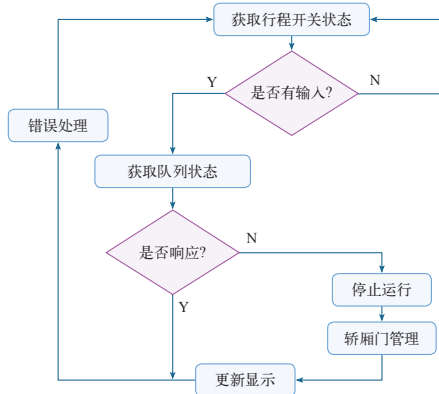


图2 主控模块流程图

2) 呼叫管理模块。该模块功能为接受外部呼叫并将其划分到正确的队列中，负责维护上呼下呼两个队列以及队列中每个元素对电梯的位置，并且对外提供两个队列的地址。

3) 时间计算模块。该模块的功能是根据传递进的参数计算响应时间并返回时间信息。

4) 最小时间管理模块。该模块功能为维护最

小的N个响应时间队列。

5) 排序模块。该模块负责对整个队列的排序。

6) 输出模块。该模块负责通过对最小时间管理模块信息获取，向电梯派送呼叫信号并记录派送情况。

3 电梯群监控系统软硬件设计

3.1 硬件设计

本监控系统的硬件主要包括控制板的控制器、CAN总线控制器和CAN总线收发器。每个呼梯盒节点作为一个智能CAN节点，用于信息的回显，轿厢中的轿厢盒、轿顶盒也是CAN智能节点。CAN总线控制器采用Philips公司的SJA1000，选用了同样为Philips公司的PCA82C250作为CAN总线收发器，主控制器采用AT89C55。SJA1000是一种独立的CAN控制器，主要用于移动目标和一般工业环境中的区域网络控制，它增加了一种新的操作模式Peli CAN，这种模式支持具有很多新特性的CAN 2.0B协议。CAN总线的使用涉及到报文发送、帧结构的选择、错误类型的界定、位定时和同步等较为复杂的协议问题，这些复杂的协议一般由CAN总线控制器来完成。CAN控制器的主要功能就是实现CAN总线协议和与微控制器接口电路部分。PCA82C250是CAN协议控制器和物理总线之间的接口，该器件对总线提供差动发送能力，并对CAN控制器提供差动接收能力。PCA82C250支持多达110个节点，这样就完全可以满足本系统的实际需要，并且可以实现接口的标准化，另外可以通过增加光耦合来提高传输的准确度。本系统加入了6N137作为光耦合器。AT89C55主要包括20 KB Flash存储器、256B片内RAM、4个8位的双向可寻址I/O口、1个全双工UART（通用异步接收发送器）的串行接口、3个16位的定时器/计数器、多个优先级的嵌套中断结构、1个片内振荡器和时钟电路。由于本系统采用分布式CAN总线串行通信系统，而电梯控制主要是属于逻辑控制，很少涉及算术运算，因此常用的8位微处理器可以满足要求。AT89系列的微处理器价格便

宜，指令和INTBRL系列的处理器完全兼容，内部还有Flash ROM，编程调试方便，且抗干扰性强。系统硬件清单如下表所示。

表 电梯群监控系统硬件选取清单

序号	组成单元	类型	所选模块
1	控制板单元	主控制器	AT89C55
		CAN总线控制器	SJA1000
2	CAN 智能节点单元	CAN 总线收发器	PCA82C250
		光电耦合器	6N137
3	报警单元	电源芯片	MAX232
		透明锁存器	74LS373
		看门狗	MAX813

3.2 软件设计

电梯监控系统的软件设计采用模块化结构设计思想，根据执行不同的功能设计不同的软件模块，主要包括主程序、数据采集程序、检测程序和故障诊断专家系统。主程序的工作流程如图3所示。当监控系统通电后，监控程序开始执行，起动电梯监控服务，监控系统开始倾听是否有监控连接。当系统接收到来自电梯终端的连接请求后，监控系统开始实行对电梯运行状态的监控，否则继续倾听连接。接收到电梯运行信息后，系统开始对这些电梯运行信息进行数据格式转换，接收转换之后的数据并校验无误后，把转换后的电梯运行数据信息转换成图形信息，在电梯监控中心的监控界面显示出来。在接收电梯运行数据信息的同时，本监控系统还监控是否有来自监控中心计算机的电梯控制信号，如果有电梯控制信号，就把控制信号转换成特定的格式，检验后把控制信息发送给电梯控制柜，从而实现监控主机对现场电梯运行的简单控制。数据采集程序完成对电梯状态与故障信号的采集工作，包括通信子程序、数据采集与存储子程序。通信子程序完成中心计算机与前端机的通信任务，包括模块地址、波特率和校验状态等；数据采集存储子程序则用于采集并存储数据。检测程序完成运行状态的检测，包括电梯运行方式与电梯运行状态，并对数据库中提供的定时数据进行异常判断。当检测程序发现有故障时，发出故障报警，系统自动

（或管理人员）启动故障诊断系统，对故障进行远程自动诊断，自动判断故障的性质与范围，帮助维修人员迅速准确确定故障点。

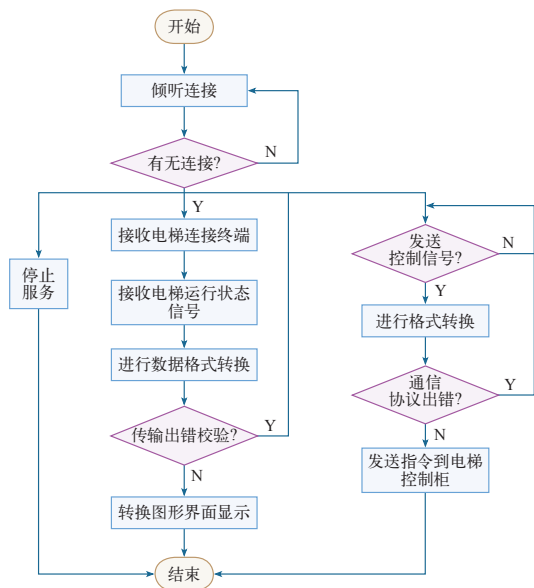


图3 电梯群主程序工作流程

基于CAN总线技术的电梯监控系统软件的设计应充分考虑到电梯用户的要求和使用习惯，具有中文图形操作界面，通用性强，运行状态实时显示，故障显示明确等特点。监控系统采用Delphi7.0来实现，监控系统软件设计采用支持面向对象的程序设计的思想和方法，以对象为单位进行程序设计，独享的组建是整个软件设计的基础。由于本监控系统需要同时监控多台电梯，这些电梯既具有相同的属性，又有着相对独立的参数，这些特点都适用于使用面向对象的管理方式。将这种与电梯运行相关的参数进行封装，形成用于管理电梯实时数据和运行参数的电梯类。数据库采用Access，Delphi软件与硬件的数据通信是通过其串口控件来完成的。电梯群监控系统界面如图4所示。

4 电梯群监控系统抗干扰设计

对于一个完整的系统设计，抗干扰措施是必不可少的。抗干扰设计的基本原则是抑制干扰源，切断干扰传播途径，提高敏感器件的抗干扰性能。抗干扰技术是设计系统时重要的抗干扰措



图4 电梯群监控系统界面

施，能有效抑制干扰源，阻断干扰传输通道，以提高系统可靠性和安全性。电源中的干扰主要有高频干扰、感应负载产生的瞬变噪声、电网电压的短时间下降干扰和拉闸形成的高频干扰。针对电源干扰的这些特性，本系统采用以下方式提高系统抗干扰能力：

- 1) 采用瞬态电压抑制器（TVS）。本设计中将TVS加在信号线与地线之间，从而避免数据及控制总线受到不必要的噪声影响。
- 2) 充分考虑电源对系统的影响，在电源的进入处并联一个大容量的（容量大于1 000 μF）电解

电容和电容 (0.1 μF)。电解电容抑制低频波动,而来自电源侧的高频干扰由高频电容抑制。高频电容用于改善负载端的瞬态响应,抑制瞬态噪声干扰,电解电容可以改善纹波。

3) 采用CAN总线分离终端方法,有效地减少线路辐射,提高抗干扰能力。

5 结束语

本文对基于CAN总线技术的电梯群监控系统进行了方案设计与分析。其中对电梯群并联调算法进行了阐述,提出了改进贪心算法与动态规划算法相结合的新算法。针对系统的软、硬件问题,完成了CAN智能节点、控制板单元和报警单元的硬件选型。同时,利用Delphi软件完成系统软件编程与实现。本文还对电梯群监控系统的抗干扰设计进行了探讨。通过本文的研究为电梯群监控系统智能化、人性化控制的理论与应用研究奠定了基础。

(上接第39页)

控制器联动应急照明集中电源(分配电装置)实现。

5) 集中电源集中控制型系统,由火灾报警控制器或消防联动控制器启动应急照明控制器实现。

8 结束语

本文主要介绍了消防应急照明及疏散指示系统选题的背景和意义、国内相关技术及规范的发展趋势及与火灾自动报警系统的安全目标、消防火灾联动逻辑关键问题,并重点介绍工作原理。

消防应急照明与疏散指示系统依据GB 17945—2011标准制造,系统产品由单灯带电池趋向集中电池组供电,再趋向实现远程监控无人值守的集中控制型。由于系统的最终产品具有高可靠性要求,规范涵盖了稳妥的国内外成熟产品的先进技术与国内应急灯具市场实际应用技术的结合。伴随着计算机通信管控技术的进一步提升,未来应急照明系统在后备电源持续应急时间的容量、电路设计与元器件选择的冗余度、电池

参考文献

- [1] 张磊. 电梯驱动系统节能关键技术研究 [J]. 电气应用, 2013, 32 (6): 61-64.
- [2] 王坚. 基于三菱PLC的群控电梯智能系统设计与实现 [J]. 电气应用, 2013, 32 (20): 93-96.
- [3] 王岩. 基于PLC的楼宇群控电梯系统研究 [J]. 检测与控制, 2011 (11): 85-87.
- [4] 李晓理. 多模型电梯群控的自寻优策略 [J]. 控制理论与应用, 2014, 31 (3): 366-373.
- [5] 朱德文, 付国江. 电梯群控技术 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [6] Hirasawa K, Eguchi T, Zhou J, et al. A double-deck elevator group supervisory control system using genetic network programming [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews, 2008, 38 (4): 535-550.

(收稿日期: 2015-02-11) **EA**

管控及电源切换机理方面会有更好更完善的解决方案。

参考文献

- [1] 公安部沈阳消防研究所. GB 50116—2013 火灾自动报警系统设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.
- [2] 公安部天津消防研究所. GB 50016—2014 建筑设计防火规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [3] 公安部沈阳消防研究所. GB 17945—2010 消防应急照明和疏散指示系统 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
- [4] 公安部沈阳消防研究所, 辽宁省公安消防总队, 浙江省公安消防总队, 等. GB 25506—2010 消防控制室通用技术要求 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [5] 北京市公安局消防局. DB 11/1024—2013 消防安全疏散标志设置标准 [S].

(收稿日期: 2015-07-16) **EA**