

# 消防指示灯智能监控系统三端口网关设计

戴 鹏,杜少武,储昭碧,张 毅

(合肥工业大学 电气与自动化工程学院,安徽 合肥 230009)

**摘 要:** 提出采用两级环形总线网络拓扑、主从通信方式的消防指示灯智能监控系统。设计了用电池提供应急电源的通信网关的总体结构。采用单片机自带的双串口构成两个独立光电隔离的 RS-485 接口作为下级环形总线主站,实现与智能应急标志灯之间交换数据。利用单片机的 SPI 接口功能和另一个单片机扩展第三个独立的光电隔离 RS-485 接口,作为上级环形总线网络的从站,实现与监控主机之间状态和命令信息交换。给出了系统网络拓扑结构和基于 Modbus 协议的通信软件结构。

**关键词:** 消防应急灯;智能监控系统;环形总线网络;三端口网关;串口扩展

中图分类号: TP393.02

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2010)19-0043-04

## Design of three-port gateway of fire emergency luminary monitoring system

DAI Peng, DU Shao Wu, CHU Zhao Bi, ZHANG Yi

(School of Electrical Engineering&Automation, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** A fire emergency luminary supervision and control system with two-stage ring bus network topology and master-slave communication mode is presented. The structure of the gateway using a battery as its emergency power supply is designed. The master station of the low-level ring bus of the system is implemented by use of two independent photoelectric isolated RS-485 interfaces based on two UARTs of CPU to carry out data exchange with luminaries. The slave station of the high-level ring bus is actualized by the 3rd photo-electric isolated RS-485 interface using the SPI interface of the CPU and the UART of the other CPU for the data and command communication with supervisor computer. The network topology and the software structure based on Modbus communication are proposed.

**Key words:** fire emergency luminary; intelligent supervision and control system; ring bus network; three-port gateway; extension of serial port

随着社会的发展,大量高密度的特大型建筑不断涌现,导致火灾逃生通道更为复杂,加大了火灾发生时的逃生难度。对于消防疏散而言,怎样在火灾发生时使逃生更安全、更准确、更迅速,正是时代对建筑防灾提出的新课题。目前消防应急标志灯大多作为单体存在,无法依据火灾现场的变化,动态地调整逃生方向指示。此外,应急标志灯的日常维护和检修也存在严重的滞后现象。应急标志灯最主要的作用是在发生火灾时应急启动,而应急启动的关键在于其电池充放电工作是否正常。依靠人力的维护和检修,难以及时发现产品问题,在发生火灾时往往会给逃生疏散指示带来许多盲区。越来越高的公共安全要求使得消防应急标志灯从各自独立工作

发展为智能化消防应急灯监控系统。在火灾来临之时,该系统能迅速、准确地收集火警现场的信息,智能地选择最佳的逃生路线,通过集中控制消防应急灯具,以光流、语音、频闪形式,从听觉、视觉等感观上引导人们正确逃生。系统还可以不间断地巡检智能应急灯具运行状态,及时发现灯具故障,提高整个系统的可靠性和应急安全性<sup>[1-2]</sup>。

图 1 展示了采用双环形总线拓扑结构的消防应急灯具智能监控系统,包括上位监控计算机、中继网关和智能消防应急灯具三级,通过两级 RS-485 环形总线进行相互通信。所有的控制命令都由监控计算机发出,通过第一级总线环路传送到中继网关,再由中继网关通过

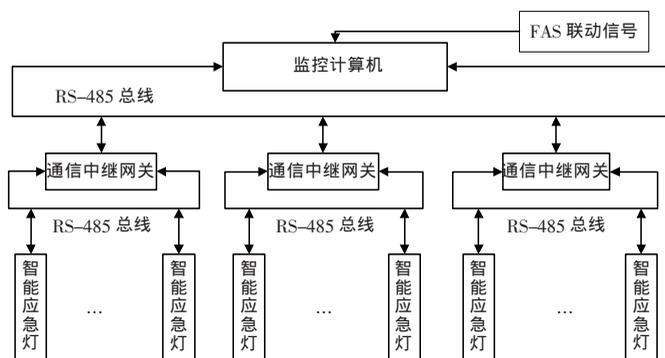


图1 具有双环形总线的消防应急灯系统

第二级总线环路网络传递至每个灯具，灯具执行命令后，依次通过第二级、第一级环路返回执行结果。在该系统中，监控计算机从火灾报警系统(FANS)获得火源信息，智能决策选择最优逃生路线，通过总线网络将指令信息传递至中继网关，然后再由中继网关发送至各灯具，指示安全可靠的逃生通道<sup>[3]</sup>。

总线型拓扑结构简单，控制方便，易于扩展，所以目前大多数消防和门禁系统都是采用这种拓扑结构<sup>[4]</sup>。环形网络还具有较好的可靠性，如果环形总线在某处断开，则可分成两个总线网络，分别连接到主站的两个接口上，仍然能够保证主站与从站之间的信息交换，大大提高了网络传输的可靠性。两级环形总线结构的另一个优点是，多个环路可并行工作，均衡并减轻单一总线上的通信负载。

在应急状态下，应急灯及其监控系统有集中供电和独立供电两种方式。在应急状态下，集中供电系统的每个灯具以及所有中继网关都从同一个专用的应急电源获得工作电源，而独立供电系统的工作电源由每个灯具或网关自带的电池提供。因此，监控电池的储能性能及保证电池的可用性都至关重要。通过控制命令可以随时检测电池电压，也可每月每年定期检查。

## 1 三端口网关设计

### 1.1 总体结构

在图1所示的应急灯智能监控系统中，中继网关作为上下两级环路之间的联络，是监控计算机与灯具之间交换数据的中转站，其结构和功能设计是整个系统设计的重要内容。

图2为独立供电型中继网关总体结构图。在主电状态下，通过市电获得工作电源。在应急状态下，由自带电池提供工作电源。网关具有电源变换、电池充放电控制功能。在整个消防应急系统中，中继网关可以通过平常的抽样和制定灯具查询该环路灯具状态，与下位机节点通信时，将发送第一个节点ID而功能码以及它们的数据项还有校验码所形成的数据帧，通过RS-485总线发送到第一个节点上，之后变为接收状态，接收第一个节点发送过来的数据帧并进行解析。当解析出下位机节点

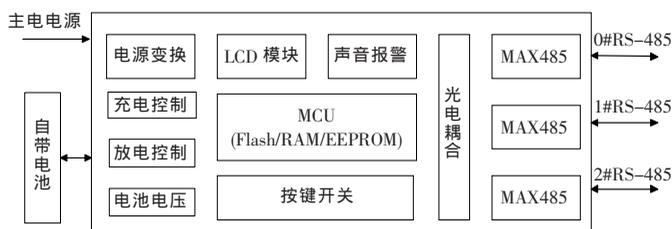


图2 独立供电型中继网关结构图

发送故障报警时，将报警信息显示在液晶显示屏上，并启动声光报警。由于监控主机程序中设有定时器，因此，如果节点未能在一定的时间发送回数据帧，则提示异常，提醒相关人员进行检查。如果未出现报警信息，则再轮询下一个节点。

系统使用主从通信协议，两级环形网络都采用RS-485总线。在系统网络拓扑中，中继网关作为第一级环路总线网络的从站，同时又是第二级环路的主站。中继网关需要3个串口，1个负责接收监控计算机命令以及把灯具和网关本身的信息整理后回馈，另外两个串口正好形成环路主站，1个负责发送，1个负责接收，如果出现环路断线，则两个都可以作为发送。

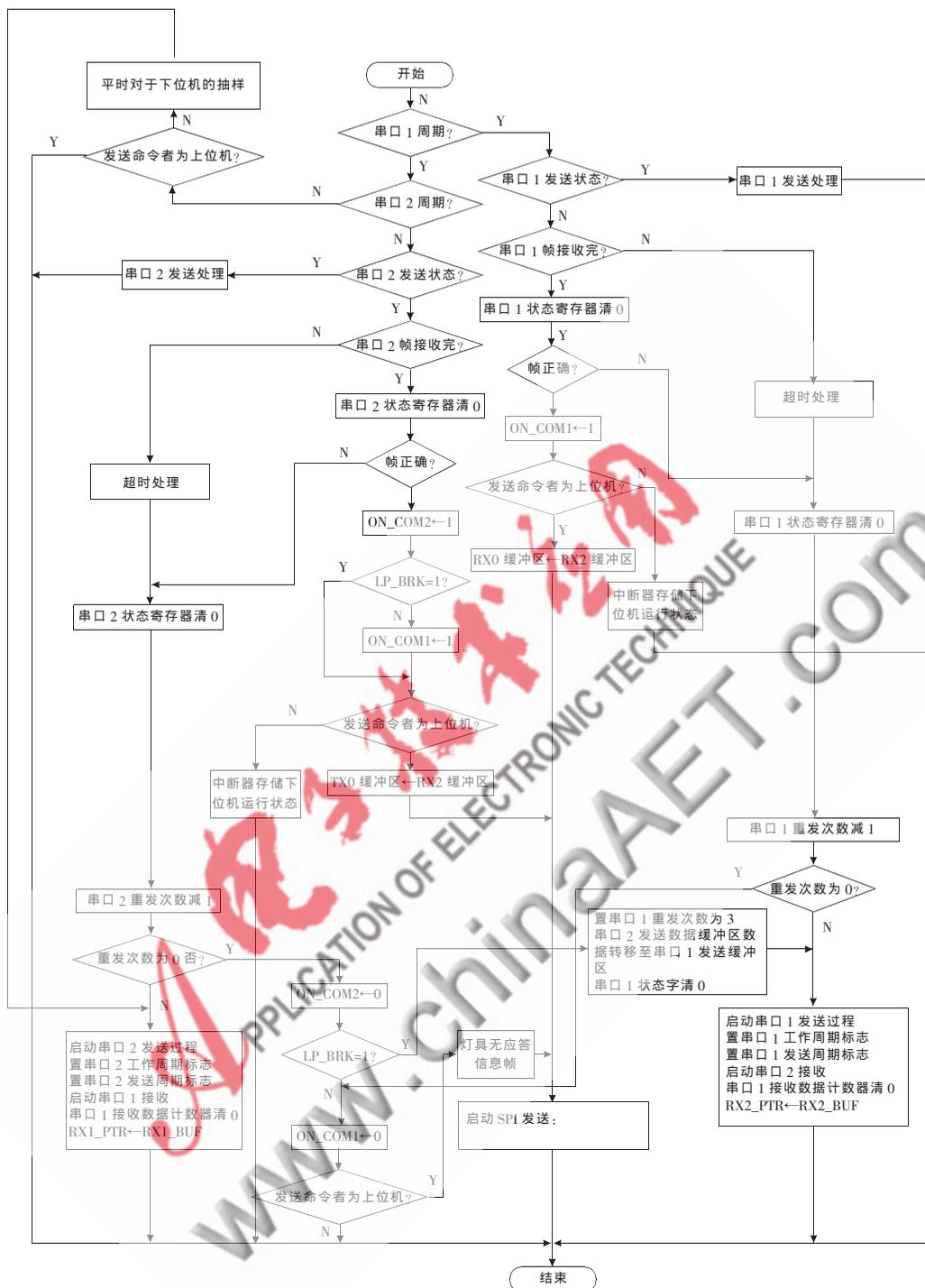
本设计中选择具有两个串口的单片机STC12C5A32S2(以下简称STC12)作为主要控制芯片，它具有2个异步串行接口(UART)，1个同步串行口(SPI)，以及和普通单片机相同的256B的内部RAM，以及扩展的1024B的外部RAM，还有28KB的EEPROM。较大的存储空间方便灯具的连接以及大量数据的存储<sup>[5]</sup>。把STC12单片机自带的两个串口设计成1#和2#RS-485接口，作为第二级环路的主站，还需要扩展另一个串口构成0#RS-485接口，作为第一级环路的从站。

### 1.2 串口扩展

串口扩展的方式有：(1)硬件的扩展方式。使用市面上对串口进行扩展的芯片(有SP2338DP, GM8123系列)。在这里对于帧的格式是不可编程的<sup>[6]</sup>。(2)软件模拟法。可根据串行通信的传送格式，利用定时器和主机的I/O口来模拟串行通信的时序，以达到扩展串口的目的。接收过程中需要检测起始位，这可以使用查询方式或中断方式进行处理。接收和发送过程中，对定时的处理既可以使用查询方式也可以使用定时器中断方式。而这种方法需要占用大量的CPU时间，只能用于功能简单的应用中，并不适合中继网关这类功能复杂的设备。

综合考虑成本和性能等因素，本设计使用STC12单片机的同步串行口(SPI)和另一个带有串口的单片机STC11F04E(以下简称为STC11)来扩展串口，其原理如图3所示。其中TX、RX分别是串口的数据发送信号和数据接收引脚。RE用于控制MAX485的接收或发送状态。图中下部分给出了光电隔离型RS-485接口原理。3个RS-485接口使用相同的原理，但3个接口中MAX485芯片的工作电源是各自独立的。





注: 串口工作周期包括串口发送过程和等待下位机接收过程和该串口接收三部分

图 5 环形总线主站通信流程图

环路分为两个单总线结构,提高了网络传输可靠性。

基于两级 RS485 总线环形通信网络的应急灯智能监控系统,设计了三端口通信网关,实现了监控计算机与大量智能应急灯之间命令和状态信息交换,监控计算机管理整个系统,网关负责传递发送至智能应急灯的信息,同时也将从灯具接收到的信息反馈至监控计算机。此外也可不通过监控计算机直接控制该环路中的智能

应急标志灯。经调试,所预设功能完全实现。

参考文献

[1] 陈映雄. 消防应急灯具的技术发展趋势 [C]. 中国科协 2005 年学术年会第 24 分会论坛论文集, 2005: 533-536.  
 [2] 孙涛. 开放式消防系统实现关键技术分析 [J]. 科学技术, 2009, (36): 156-157.

- [3] 赵婉芳,于京,田伟.基于 Linux 系统的 VoIP 语音接入网关设计与实现[J].电子技术应用,2008,34(11):91-94.
- [4] 庄克玉,胡继珍,张超.低压电力无线集中抄表系统数据采集终端设计[J].微型机与应用,2009,28(9):108-110.
- [5] STC12C5A60S2 系列单片机器件手册[Z].2009.
- [6] 鲍梦,刘智萍.51 系列单片机的串口扩展方案[J].软件导刊,2008(5):135-136.

(收稿日期:2010-06-09)

作者简介:

戴鹏,男,1986 年生,硕士研究生,主要研究方向:特种电源技术,嵌入式系统。

杜少武,男,1965 年生,教授,硕士生导师,主要研究方向:电力电子,特种电源技术。

储昭碧,男,1970 年生,讲师,主要研究方向:智能仪表、现场总线。

