

# 线型感温消防系统在高海拔地区变电站中的设计与研究

张春花<sup>1,2</sup> 杨 婷<sup>1,2</sup> 王新红<sup>1,2</sup>

1.中国电建集团青海省电力设计院有限公司 青海 西宁 810008

2.西宁宁光工程咨询有限公司 青海 西宁 810008

**【摘要】**：为了确保变电站内设备区域线型感温消防系统报警区域分区更合理，进一步提升高海拔地区变电站火灾防控能力，现设计一款功能完善、实用性强的线型感温消防系统。首先，介绍了系统总体方案设计；其次，从微控制模块设计、电源模块设计、信号采集模块设计、显示控制模块设计、通信模块设计等方面入手，完成对系统硬件的科学设计。最后，从操作系统设计、感温报警器软件设计两个方面入手，完成对系统软件的科学设计。结果表明：本文所设计的线型感温消防系统运行正常、可靠、稳定，各个功能模块实现满足设计相关要求。希望通过这次研究，为技术人员提供有效的借鉴和参考。

**【关键词】**：变电站；线性感温；消防系统；设计

## Design and Research of Linear Temperature Sensing Fire Protection System in High Altitude Substation

Chunhua Zhang<sup>1,2</sup>, Ting Yang<sup>1,2</sup>, Xinhong Wang<sup>1,2</sup>

1.Power China Qinghai Electric Power Design Institute Co., Ltd. Qinghai Xining 810008

2.Xining Ningguang Engineering Consulting Co., Ltd. Qinghai Xining 810008

**Abstract:** In order to ensure that the alarm area of the linear temperature sensing fire protection system in the equipment area of the substation is more reasonable, and further improve the fire prevention and control ability of the substation in high altitude areas, a linear temperature sensing fire protection system with perfect functions and strong practicability is designed. Firstly, the overall scheme design of the system is introduced; secondly, from the micro control module design, power module design, signal acquisition module design, display control module design, communication module design and other aspects, complete the scientific design of the system hardware. Finally, the scientific design of the system software is completed from the two aspects of operating system design and temperature alarm software design. The results show that the linear temperature sensing fire protection system designed in this paper operates normally, reliably and stably, and each functional module meets the design requirements. It is hoped that this research will provide effective reference for technicians.

**Keywords:** Substation; Linear temperature sensing; Fire protection system; Design

目前我省变电站内带油设备消防设施主要以固定的手持干粉灭火器、排油充氮灭火器等为主。站内电缆沟内的防火主要以分段设置防火隔墙，并在防火隔墙两侧1米范围内涂刷防火涂料为主。这种常规的防火措施只能在火灾发生后起到防火灭火或减轻火灾蔓延的范围，无法提前告警并预防，目前均为有人值守无人值班运行方式，站内消防设施必须保证站内有人的状态下才能做到预防和阻碍火灾的蔓延。而线型感温消防系统的设计和应用可以很好地解决以上问题，使得变电站火灾防控能力得以大幅度提高，所以，如何科学地设计和应用线型感温消防系统是技术人员必须思考和解决的问题。

### 1 系统总体方案设计

线型感温报警器是一种火灾报警控制器，它通过架设在环境中的感温电缆检测温度的变化，当温度达到同定的值时发出报警信号。由以上说明感温报警器有以下几个部分构成，如图1-1所示：核心处理器；火灾的检测，即完成感温电缆状态的检测；良好的人机界面；火灾和故障报警显示功能；通讯模块

的实现，为了联动控制消防系统和监控主机，需要加入通信接口，这为后期系统硬件设计和系统软件设计提供了相应的理论基础。

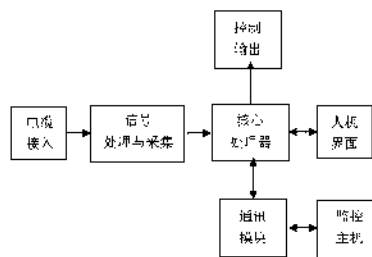


图 1-1 线型感温消防系统组成

### 2 系统硬件设计

线型感温消防系统硬件框图如图 2-1 所示。感温电缆的电阻变化通过桥路和差分放大电路转化成电压信号，在一路二级放大和一路分压跟随后，接入 ADC 模块的两个通道进行 AD 转换。同时桥路中接入感温电缆的单臂电压分压信号通过电压

跟随器接入模拟电压比较器模块，用于检查感温电缆断路。LM3S615 微控制器通过 ADC 采样值和比较器输出值，判断系统的工作状态，当系统处于非正常状态时，感温报警器在液晶显示器上显示，并通过 RS485 或 GSM 传输至监控的主机。其中电缆的长度和报警温度的设置可分别通过按键输入和主机监控软件设置。

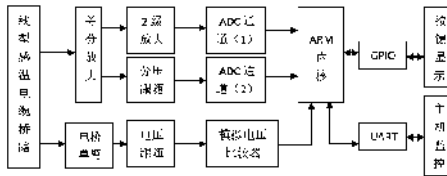


图 2-1 线型感温消防系统硬件框图

### 2.1 微控制模块设计

系统采用了 TI 公司 LM3S615 作为微处理器，LM3S615 是采用为小型嵌入式应用方案而优化的 32 位 ARM-Cortex-M3 结构，Cortex-M3 是首款基于 ARMv7-M 架构的处理器，是专门为了在微控制器，汽车车身系统，工业控制系统和无线网络等对功耗和成本敏感的嵌入式应用领域实现高系统性能而设计的，它大大简化了可编程的复杂性，使 ARM 架构成为各种应用方案的上佳选择。LM3S615 是一款高性价比、高集成度的嵌入式微控制器，适应本系统的性能要求。

### 2.2 电源模块设计

电源是嵌入式系统的总能量来源，它的设计质量直接影响整个系统的运行。首先，电源设计应满足电气特性要求，即提供器件的要求的电压、电流等。对于本系统主要分为数字电路部分和模拟电路部分，数字电路需要一路 3.3V 供给微处理器及其外设，一路 5V 供给其他外设，而模拟部分需要一路 12V 供给放大电路和一路 12V 精密电源供给桥路。因此电源部分至少要提供 3.3V、5V、12V 和精密 12V 四种电压。为了简化设计，通过制作 24V 直流稳压电源从外部直接输入，作为整个系统的输入电压；然后再通过 DC 电路，DC 电路将其转换成需要的电压。其次，由于系统的可靠性要求较高。需要必要的抗干扰设计。在电源向系统供电时，其噪声也将耦合到系统上，电源耦合的干扰对电路的影响很大。

### 2.3 信号采集模块设计

感温报警器的核心工作是火灾的检测，即对感温电缆状态信号的检测，信号采集离不开 ADC 数模转换器。模数转换器外设用于将连续的模拟电压转换成离散的数字量。LM3S615 芯片自带 ADC 模块，电气特性如表 2-1。该模块的转换分辨率为 10 位，含 2 个输入通道和一个内部温度传感器，包含一个可编程的序列发生器，无需控制器参与，允许对多个模拟输入源进行采样。每个采样序列均可以灵活的编程，其输入源、触发事件、中断的发生和序列优先级都是可配置的，大大地简化

了软硬件设计。

表 2-1 ADC 电器特性

参数名称	额定值
模拟输入电压 (V)	0~3.0
分辨率 (bits)	10
积分非线性 (LSB)	±1
微分非线性 (LSB)	±1
偏移量 (LSB)	+2

### 2.4 显示控制模块设计

LCD 液晶显示器件作为智能仪表的信息显示界面，具有低压、低功耗、显示清晰等特点，如今广泛应用于低功耗型的智能仪器中。本系统根据需要使用的是 OCMJ12232GB，它是一款带字库的 122X32 点液晶屏，可以显示字母、数字符号、中文字形及图形，具有绘图及文字画面混合显示功能，它具有三种控制接口，分别是 8 位微处理器接口，4 位微处理器接口及串行接口。它的控制芯片是 ST7920，内置 2M 位中文字形 ROM (CGROM) 总共提供 8192 个中文字型 (16×16 点阵)，16K-位半宽字型 ROM (HCGROM) 总共提供 126 个符号字形 (16×8，点阵)，其工作电源为+3.0V-+5.5V。

### 2.5 通信模块设计

系统通信模块主要包括 RS485 和 GSM，主要实现报警器向监控主机的报警、故障、模拟火警和模拟故障等状态的通信和监控主机对报警器工作状态设置和通讯状态的测试，RS485 和 GSM 的设计运用了 LM3S615 芯片中的 UART 模块。

## 3 系统软件设计

系统软件设计主要是指通过科学的设计感温报警器软件和主机监视软件，以保证整个系统的运行性能，其中，感温报警器软件在实际运行中，需要借助操作系统，接下来，对操作系统设计和感温报警器软件设计进行详细介绍。

### 3.1 操作系统设计

#### 3.1.1 内存管理

操作系统通常表现出强大的内存管理功能，通过利用该功能可以将内存页面相关申请信息、释放操作信息安全、可靠地传输到操作系统中，确保内存分配动态性和科学性，避免出现内存碎片现象，使得系统整体运行性能得以大幅度提高。

#### 3.1.2 任务管理和调度

单个任务又被称为单个线程，属于一种结构简单的程序，任务除了包含可以无限循环执行的任务外，还包含一次执行完毕即可删除的任务，该程序在实际运行中，往往会占用大量的 CPU，各个任务均是整个系统应用程序的重要组成部分，任务不同，所对应的优先级也存在一定的差异，同时，这些任务均拥有属于自己的 CPU 寄存器。任务调度流程为：事先确定出

优先级较高的任务，然后，利用系统函数 OSSched（）对该任务进行上下文切换。

### 3.2 感温报警器软件设计

感温报警器软件在实际设计中，需要借助微控制器 LM3S615 程序进行固化操作，然后，将固化好的程序存储到 FLASH 存储器中，该软件主要运行在操作系统中，该软件除了可以实现对感温电缆长度的设定外，还可以精确地控制和调整报警温度，同时，还能全面化采集和收集电缆状态信息，并将报警器当前运行状态形象、直观地呈现在用户面前，为实现对相关数据通信信息的自动化输出打下坚实的基础。

#### 3.2.1 功能介绍

系统主要功能模块包括电缆状态的检测、LCD 及 LED 显示、继电器输出控制、键盘输入和通讯模块。电缆状态的检测，可实现电缆断路、短路以及超温报警状态的检测；LCD 及 LED 显示模块显示系统的运行状态和设置状态；通讯模块实现与远程主机的通讯。系统根据检测范围可以接入 100m、200m、300m 和 400m 四种不同长度的感温电缆，而报警温度可据需要设定在 70℃、90℃ 和 140℃ 上，实现在不同报警长度和报警温度下工作。当故障或报警发生时，LCD 及 LED 显示故障或报警的类型，故障及报警继电器输出用于驱动其他联动报警装置，同时通过 RS485 / GSM 通讯将该状态传输至主机监控软件。为了能够实时的检测通讯线路的状况，系统增加了自检功能，即通过按键和主控软件发送模拟故障和模拟报警指令用于检测通讯线路和报警装置。

#### 3.2.2 任务划分与实现

整个软件系统有了嵌入式操作系统的平台，开发应用软件主要就是编写具体任务，根据任务的轻重地位以及需要的资源安排任务优先级，设置一定大小的堆栈，然后启动，让内核管理这些任务。根据以上系统功能需要，软件应实现以下几个功能：（1）人机界面：包括按键响应和 LCD 显示及 LED 状态显示。这两部分功能逻辑和硬件支持相对独立，应该分为两个独立的任务：键盘响应任务和显示任务。（2）继电器输出控制：包括自检时的模拟故障与报警和实际故障与报警控制输出，因其系统对 GPIO 的控制简单，同时控制状态与 LCD 显示状态对应，因此将该功能并入 LCD 显示任务中。（3）电缆状态检测：根据设计要求，电缆状态检测是系统的核心功能，系

**参考文献：**

- [1] 李军.自适应模糊控制在消防传感器恒温测试温箱中的应用研究[D].陕西:西安交通大学,2003,26(14):21-22.
- [2] 张林,张宏宇,郭媛媛.缆式线型感温火灾探测器在电力产业消防系统中的应用研究[J].硅谷,2014(9):128-128,123.
- [3] 范平安,常高超.分布式光纤感温探测系统消防应用分析[J].消防技术与产品信息,2013(6):50-53.
- [4] 陆振华.光纤温度传感系统在火灾探测中的应用[J].低压电器,2007(20):27-31.
- [5] 佚名.Protectowire 光纤系统 4000 线型感温探测系统简介[J].消防技术与产品信息,2007(5):85-86.

作者简介：张春花（1978.5），女，正高级工程师，从事电力工程设计管理工作 20 余年，在电力设计方面积累了丰富的经验。

统必须能够根据当前的设定工作状态，判断当前电缆的状态，发出显示、控制、通讯指令，软件中为这一过程建立了单独的任务：电缆状态检测任务。（4）通信模块：为了适应不同的应用场合，系统提供了 RS485 和 GSM 短信两种通讯方式实现与主控软件的通讯。结合两种通讯的特点，系统分别运用了 TaskCommu、TaskUartO、TaskUartI、TaskGSM 和 TaskGSMCheck 五个任务用于通讯。其中 TaskCommu 用于通讯模块与其他任务总的信息交互，TaskUartO 用于 RS485 通讯，而 TaskUartI、TaskGSM 和 TaskGSMCheck 用于 GSM 短信通讯。

## 4 系统应用

### 4.1 系统敷设方式

线型感温消防系统能起到保护电缆全长的作用，在敷设时沿动力电缆全长敷设的，在全长范围内均可采集动力电缆的温度，即使是外界因素使电缆温度变化也可探测到。温度探测灵敏，超细干粉自动灭火装置也可根据探测信号自动启动灭火装置，为火灾的预防、扑灭争取了宝贵的时间。

### 4.2 系统应用效果

线型感温消防系统在实际运行中，所起到的作用如下：（1）感温电缆主要采用二芯钢性结构，弯折性能及抗压性能强，有抗电磁干扰性强、抗机械损伤的特点。特别适合对可靠性、灵敏度需求很高及需要联动消防灭火设备的场所使用。（2）感温电缆具有连续的灵敏度，可连续测温，灵敏度不受环境温度变化和使用长度的影响，不需要调整和补偿。（3）感温电缆结构稳定，抗干扰性及抗拉性能强。（4）在安全温度范围内探测器报警后不损坏感温电缆，感温电缆可重复使用。在变电站带油设备及电缆沟内设置线性感温电缆和超细干粉灭火装置，根据设备区域对感温电缆报警区域进行合理分区，并接入站内火灾报警系统，实现故障及火警分区报警。

## 5 结语

本文所设计的线型感温消防系统具有操作简单、安装部署灵活、安全可靠等优点，通过将其应用到高海拔地区变电站中，可以为火灾的预防、扑灭争取了宝贵的时间，从而最大限度提高变电站的火灾防控能力，使得全站消防系统变得更加完善化，便捷化。由此可见，该系统具有较高的应用价值和应用前景，值得被进一步推广和应用。