

[电力电缆]

一种电力电缆接头防火报警装置

文/河南广播电视大学 张景杰

国网宁夏电力公司宁东供电公司 吕琨路

随着电网改造的实施，电力系统中电力电缆的敷设量越来越多。尤其是随着城市改造和建设的不断深入，城市电网中电力电缆所占的比重越来越大。地下电缆与架空线路相比，具有运行可靠、不需架设电杆、不占地面、不碍观瞻等优点。而这些电缆长期运行在高电压、大电流环境下，容易引起温度上升、温度异常，尤其是电缆接头处，容易引起火灾和爆炸，因此对电缆接头温度检测是非常重要的。

地下电缆是电力输配电系统中不可缺少的重要组成部分，往往会由于各种原因导致其温度升高，造成火灾。电缆沟内火灾发生的主要原因是由于动力电缆中间接头制作质量不良所造成的，或压接不紧，或焊接不牢，或连接不好，或接头材料选择不当，或受到损伤，造成运行中接头氧化、脱焊、局部发热或炸裂导致着火。电缆接头温度监测系统就是自动监测、记录及显示电缆接头温度，以供分析温度变化

规律。一旦电缆接头温度超限，该系统将发出声光报警，可以采取应急措施，以避免电缆爆裂。

系统的整体结构

根据系统的要求，系统的基本硬件为六部分：上位机、单片机、多路转换芯片、温度传感器、开关量输出单元及火灾报警装置，其总体结构如图1所示。

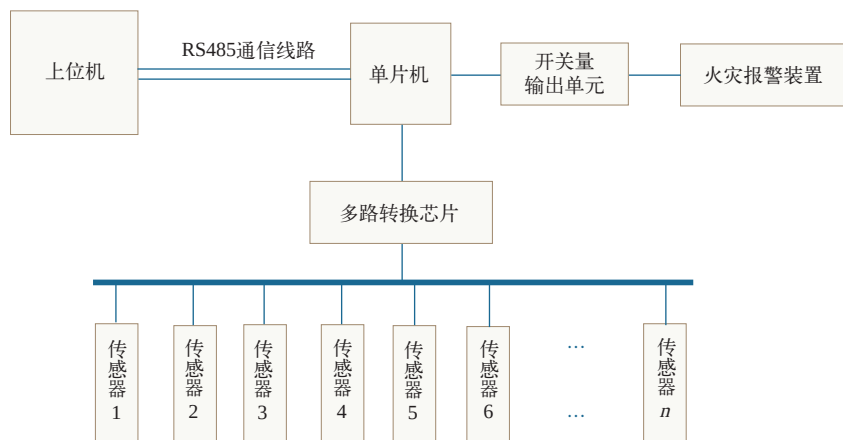


图1 系统的总体结构图

温度传感器主要是采集每个电缆接头接触点的温度值，在其内部将采集到的温度值送入单片机集中进行处理。由于单片机的I/O端口有限，而温度传感器的数量较多，因此每个温度传感器不

可能直接接入单片机，必须外接多路转换开关，将温度传感器采集的数值循环地送入单片机。

如果发现电缆接头温度过高，单片机会通过一个开关量输出单元控制火灾报警装置报警。

系统的硬件设计

根据系统的整体结构进行合理的硬件设计，设计的基本原则是在系统性能稳定的前提下成本合理。

1. 单片机与上位机的选择

基于成本和控制系统的特性考虑,本设计选择新华龙公司生产的C8051F020单片机为保护装置

的CPU。C8051F020单片机是完全集成的混合信号系统级MCU芯片，C8051F020完全兼容CIP-51内核，编程调试使用方便，同时内部集成有12位ADC模块，因此，本系统不需要外接A/D转换芯片，可以直接选用模拟式温度传感器直接接入单片机，C8051F020的外部管脚图如图2所示。

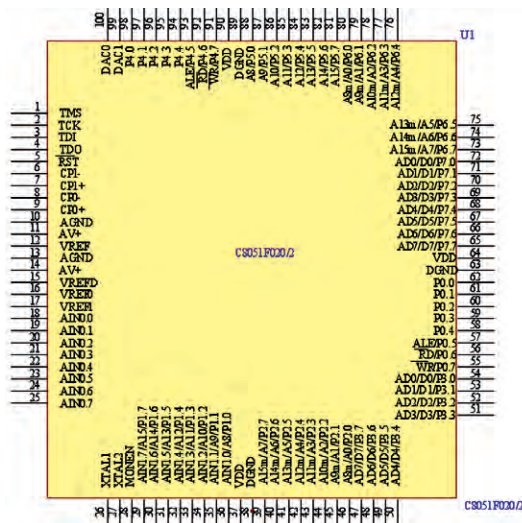


图2 C8051F020的外部管脚图

上位机可以选择普通PC，C8051F020单片机与上位机的之间的通信可以采用RS485屏蔽双绞线进行通信。

2. 电缆温度采集模块的设计

常用电力电缆允许的最高温度如表1所示。

表1 常用电力电缆的最高允许温度

电缆类型	电压/kV	最高允许温度/℃	
		额定负荷时	短路时
黏性浸渍纸绝缘	1~3	80	
	6	65	250
	10	60	
	35	50	175
不滴流纸绝缘	1~6	80	
	10	65	250
	35	62	175
交联聚乙烯绝缘	≤10	90	
	>10	80	250
聚氯乙烯绝缘		70	160
自容式充油	63~500	75	160

注：1. 对发电厂、变电所以及大型联合企业等重要回路铝芯电缆，短路最高允许温度为200℃。

2. 含有气焊中间接头的电缆, 短路最高允许温度为160℃。

由表1可知,常用电力电缆额定负载最高允许温度为90℃,短路时最高允许温度为250℃,再根据电缆接头的特点综合考虑,可以选择MFS3-102-3 270 A型温度传感器,它为NTC型热敏电

阻贴片式温度传感器。其特点是：价格便宜，产品性能稳定，适合远距离安装测温，采用全新工艺、产品性能稳定，可长期工作（年电阻值漂移率 $\leq 1\%$ ）。电阻值和B值精度高、一致性好、可互换（电阻值和B值精度分别可达 $\pm 1\%$ ）、灵敏度高、反应迅速（电阻温度系数可达 $(2\sim 5)\% / ^\circ\text{C}$ ）。采用双层密封工艺，具有良好的绝缘密封性和抗机械碰撞、抗折弯能力、可靠性高。可根据使用的安装条件封装，便于用户安装。可制成高耗散产品，测试电流可大大高于传统结构的传感器，简化线路。抗潮湿性可以达到高温水煮2000 h，阻值、B值漂移率小于2%。具有良好的绝缘密封性、抗机械碰撞能力同时也是贴片式温度传感器，如图3所示。



图3 MFS3-102-3 270 A型温度传感器

由于温度传感器众多,但是单片机的模拟量输入端口有限,所以必须使用多路转换开关将多路温度信号输入有限的模拟量输入端口。多

路转换开关使用CD4051单8通道数字控制模拟电子开关。有A、B和C三个二进制控制输入端以及INH共4个输入，具有低导通阻抗和很低的截止漏电流。幅值为4.5~20 V的数字信号可控制峰值至20 V的模拟信号。

系统的温度采集电路如图4所示。图中Pt是温度传感接口，经 R_1 耦合后送入集成运算放大器UA，UA设计成同相比率放大电路，放大倍数为

2，其输出电压与摄氏温度成比例，温度每变化1℃，电压输出变化10 mV。图中Pt采用0 到+5 V供电，因此0℃输出电压为0 mV，25℃输出电压为250 mV，100℃输出电压为1V，由于参考电压是2.56 V，因此放大2 倍使得100℃输出电压为2 V 接近2.56 V，测量温度的量程略以大于100℃。温度传感器输出电压经2倍放大后，由电阻 R_2 耦合送入多路转换芯片。

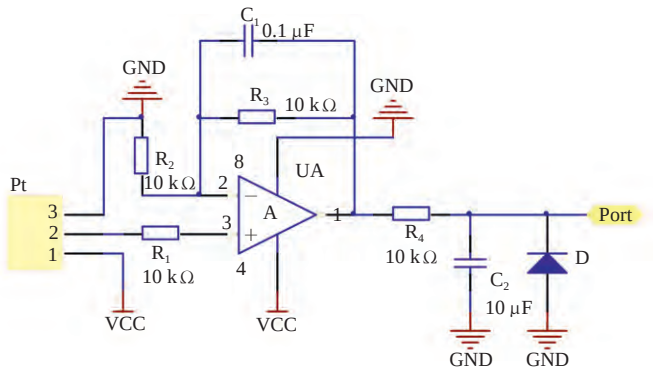


图4 温度采集电路

系统的软件设计

当系统的硬件电路确定之后,系统的主要功能还要靠软件来实现。如果说硬件决定了产品的造价,那么软件是在硬件搭配合理的前提下很大程度上就决定了系统的性能。

1. 系统的主程序设计

本系统主要完成温度数据的采集和对比以及温度过高进行报警功能,除此之外还要实现参数设定,上位机通信等功能,主程序的流程图如图5所示。

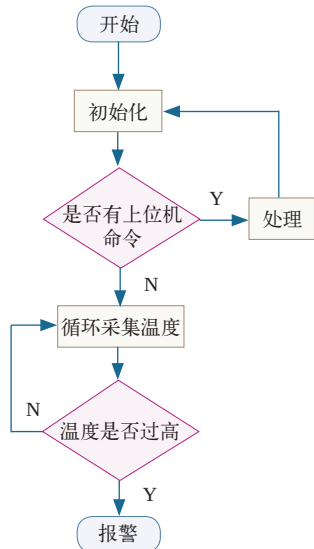


图5 系统主程序的流程图

2. 电缆接头温度判断程序设计

本程序可通过设定诊断的条件参数，来适应

诊断的需要，使得诊断灵活可用。输电电缆温度的规定范围 T 和变化范围 ΔT ，可通过更改参数来决定。不同的温度设定参数，显然会影响程序的判断。这样的主要是考虑监测电缆的差异性。诊断流程图如图6所示。

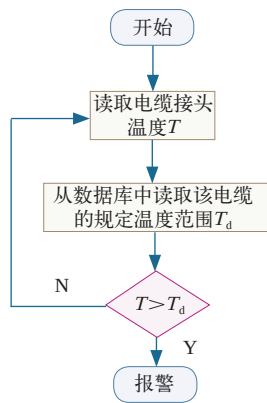


图6 电缆接头温度判断程序流程图

结束语

随着近几年我国电网和农网的大规模改造，越来越多的输电线路从原来的架空线路改造成了地下电缆，而电缆接头处过度发热是造成地下电缆故障的主要原因之一。因此对电力电缆接头进行温度检测，防止火灾发生，有着非常重要的意义。使用本系统可以快速、直观地了解电缆接头实时温度，以及出现温度过热会自动报警。EA

（收稿日期：2015.07.31）

（编辑：白文亭）