

基于DS18B20—SGS的大型电力网络超负荷温度报警系统设计

在大型电力网络中的电力设备一旦超负荷将会引发大范围跳闸，甚至发生火灾，引起全网瘫痪。设计并实现了一种智能的大型电力网络负荷温度控制系统。系统的硬件部分采用DS18B20数据温度传感器进行不同负荷情况下的温度信号采集；采用AT89S52单片机作为主控芯片，对收集温度传感器的信号进行提纯确认等操作，并传送到上位机；采用CC4511芯片以动态扫描的方式进行数字的显示，通过控制SGS固态继电器的分断来控制进相器的工作状态，从而能够及时分断过热电力设备，并且报警。软件部分利用汇编语言编写电网温度控制系统的通信部分，重点对AT89S52与DS18B20通信部分软件和AT89S52与上位机通信部分进行了详细阐述。实验结果表明，该系统能够提高大型电力网络电力设备温度控制的准确性。

罗永莲 赵昌垣/晋中学院信息技术与工程学院
赵志刚/国网晋中供电公司



罗永莲/副教授

关键词/Keywords

电力网络 ·
负荷温度 ·
温度测量控制 ·
DS18B20 ·

在大型电力网络中分布着很多不同功能的电力设备，这些电力设备都有各自不同的容量、绝缘等级和温度等级等参数^[1]。其中，温度等级是影响电力设备老化速度的重要参数，假设电力设备的负荷温度持续运行在最高限制温度以上，电力设备将会加速老化，从而降低了绝缘性能，提高了故障率^[2]。因此，需要对电力设备的负荷温度进行控制，使其运行在安全温度范围内^[3]。大型电力网络负荷温度检测系统设计方法已经引起业内学者的普遍关注^[4]。

大型电力网络在运行的过程中，各种电力设备必须控制在最高限制温度以下才能保证运行的平稳^[5]。现有的大型

电力网络负荷温度控制系统主要采用模拟温度传感器进行温度信号的采集，如果采集的温度数值超过最高允许温度时则发出警报信号，将由人工起动保护操作^[6]。其存在的缺陷是，由于大型电力网络中的电力设备分布范围较大，传统的温度传感器采集到的温度信号通常是模拟信号。模拟信号在传输的过程中损耗较大^[7]，造成采集到的温度信号准确度较低，无法对大型电力网络进行全面的检测控制，从而难以保证大型电力网络的安全运行^[8-11]。

系统总体架构

大型电力网络负荷温度控制系统的硬件部分主要分为控制器和检测器。控制器主要包括AT89S52模块、时钟控制模块、存储器模块、通信模块、显示模块和保护模块等。检测器主要包括基于分布式的温度传感器DS18B20构成的多点温度检测模块、信号放大模块等，其框架结构如图1所示。

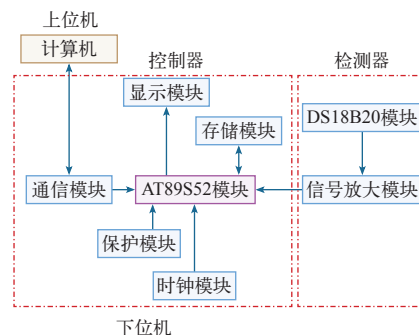


图1 系统总体架构图

系统通过DS18B20温度传感器模块采集电力设备温度信号，经过信号放大

山西省高等学校教学改革项目 (J2013098)，山西省教育科学“十一五”规划课题 (GH-08072)。

器将数字信号发送到AT89S52控制模块,显示模块根据采集到的温度信号进行实时温度数值显示,如果超过预设温度,则保护模块进行报警并及时切断温度超高的电力设备。通信模块能够将经过处理的温度信号发送到上位机,上位机通过温度信号模块能够实现直接对电力设备的温度进行实时监测和控制。

系统关键模块的硬件设计

1. DS18B20温度传感器模块的硬件设计

在大型电力网络中,温度传感器采集的信号是电力网络不同负载下的模拟信号,温度信号首先经过A-D转换后才能发送到远程控制端,转换过程会造成信号衰减,引起感染。为了解决这一问题,本文设计的大型电力网络中的温度传感器,采用DS18B20数字温度传感器进行电力设备的温度信号采集,该芯片无须经过模数转换,直接输出稳定的温度数字信号,避免了传统系统的缺陷,提高了信号采集的准确度。

在对电力网络负荷下的温度采集过程中,要求在 $0\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 内,最大的测量误差不能大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$,只有这样才能满足大型电力网络负荷温度测量的要求。DS18B20数字温度传感器的芯片有3个引脚,采用To-92的封装形式,温度检测的准确度可达 $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$,对温度的变化极为敏感,测量准确度高,检测的温度信号以16位的数字量形式输出。

以DS18B20为基础的温度传感器模块的硬件设计结构图如图2所示。

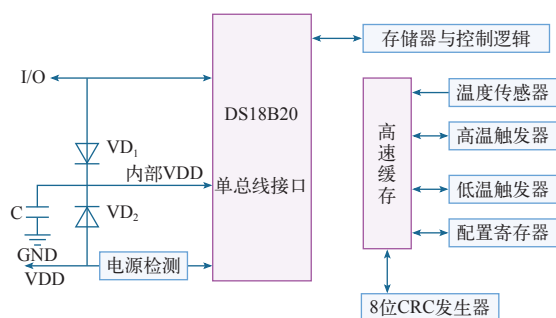


图2 DS18B20模块硬件设计结构图

图2中,温度采集模块是将多个DS18B20数字温度传感器接入到单片机AT89S52中,这样可以保

证温度数据直接被单片机处理,避免其他设备的干扰。由于DS18B20是数字温度传感器,因此无须进行数模转换,并且可以直接在芯片的引脚上加驱动电压,利用其输出引脚采集电力设备的检测温度,并直接将模拟信号转换为电压信号,输入到芯片的I/O接口。

2. AT89S52控制模块的硬件设计

大型电力网络负荷温度控制系统的主控芯片采用AT89S52单片机。该芯片可根据实际控制的需要进行编程,实现各种控制算法的功能,具有可靠性高、体积小和功能大的特点。最为重要的是,该芯片能够同时利用多个温度传感器DS18B20进行温度信号采集,并直接控制报警器的开闭,可以很好地满足系统的多路性要求。

由于大型电力网络负荷温度控制系统的范围广、距离远,因此在主控模块的设计的过程中,可采用分布式的设计思想。上位机为以单片机为主的计算机,下位机为上述介绍的温度采集系统,构成两级分布式大型电力网络负荷温度控制主控模块,并实现智能化的控制。

DS18B20温度传感器的接线形式为单总线形式,接入到主控模块后,主控模块可以自行运算,对数据进行分析,为报警模块提供数据支持。

3. 温度显示模块的硬件设计

温度显示模块主要由CC4511控制器、时钟振荡器、内置存储器和LED显示器等构成。AT89S52将接收到的温度信号进行处理后,将信号发送到CC4511控制器,CC4511控制器利用内置存储器进行温度信号的储存。温度显示屏显示的数字分为两部分:一部分是用户预设的温度值;另一部分是数字传感器直接测量的温度值。温度显示模块的硬件设计结构图如图3所示。

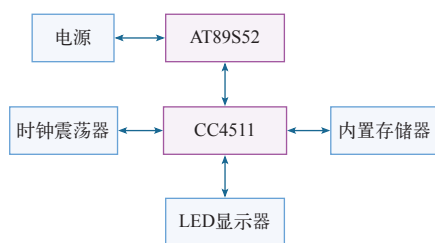


图3 温度显示模块硬件设计结构图

图3中, 由于大型电力网络负荷温度控制系统中的电力设备的运行温度可能超高100℃, 在温度显示电路的设计中采用四块共阴极LED显示屏。LED显示屏具有控制简单、成本低廉的特点, 但是在进行温度数值显示时, 静态驱动占用I/O接口较多, 导致硬件资源占用率高。由于采用CC4511控制芯片, 该控制芯片是高速串口的八位LED驱动器, 控制LED显示用户预设温度和实际测量温度, 能够进行动态显示温度的实时变化, 完全满足电力系统温度显示的要求。

4. SGS保护模块的硬件设计

大型电力网络负荷温度控制系统的保护电路主要由SGS固态继电器、警报器和晶闸管交流开关构成。通过控制SGS固态继电器的分断来控制进相器的工作状态。SGS固态继电器的输入侧采用直流控制方式, 输出侧为晶闸管交流开关, 可利用微弱的控制信号控制从0.1 A至数百安的电力设备负载, 固态继电器能够实现无触点式接通和分断, 输入端与控制信号相连接, 输出端与负载相连接, 保护模块硬件设计结构如图4所示。

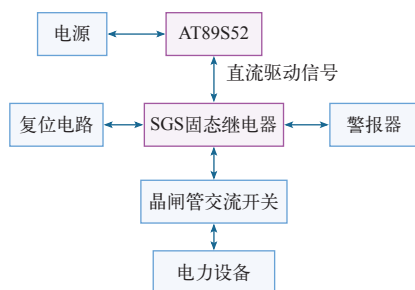


图4 保护模块内部设计结构

图4中, 当晶体管的 $V_{BE} > 0.5\text{ V}$, $V_{CE} = 0\text{ V}$ 时, 晶体管的集电极和发射极就会导通; 当固态继电器分断时, 2003ICI3的针脚为高电平, 此时晶体管导通, 且处于接地状态, 警报器的另一端接12 V的电压, 因此会报警。反之, 晶体管不导通, 处于悬空状态, 警报器未接通, 不会报警。

以某电力设备的温度升至90℃为例, 温度信号经过放大电路放大后被引入到比例积分电路, 与预设的警报温度进行对比。对比结果输入到触发电路, 产生脉冲信号触发固态继电器。在温度超高时及时切断电力设备, 起到保护电力设备的

作用。

5. 通信模块的硬件设计

通信模块主要由RS 485接口、RS 485收发器构成, AT89S52将温度信号通过RS 485接口将信号发送到RS 485接收器, RS 485接收器将信号发送到远程的上位机, 从而实现了远程电力设备的温度控制。通信模块的硬件设计结构如图5所示。

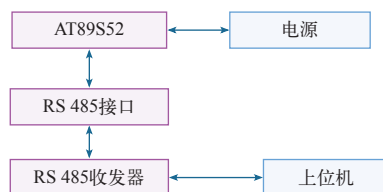


图5 通信模块硬件设计结构

图5中, 大型电力网络的通信距离通常远远大于1 km, 因此通信接口采用RS 485接口具有明显的优势。MAX485是一种高性能的RS 485收发器, 该收发器的芯片能够带动64个温度信号接收器件, 因此能够达到系统的设计要求。

软件设计

1. AT89S52与DS18B20通信部分软件设计

软件部分在设计中采用汇编语言构建温度传感器DS18B20的操作模块“DS1820_PROC”, 利用该模块实现状态机的功能。该模块需要实现的功能包括进行DS18B20的初始化, 识别DS18B20的ID序列号, 读取DS18B20的温度转化, 计算CRC校验码从而实现通信数据的准确性。上述功能需要重复进行, 该模块实现状态机的各种状态如下所述:

1) RESET。对温度传感器DS18B20进行复位, 首先进入DELAY状态, 经过500 μs后, 再进入CMD33状态。

2) CMD33。向温度传感器DS18B20发送0×33指令, 并读取温度传感器的ID序列号。

3) GET_ID。从温度传感器DS18B20读取ID序列号。

4) CMD44。向温度传感器DS18B20发出起动温度转换的指令, 并进入DELAY状态, 为下一个状态作准备。

5) GET_TEMP。读取温度传感器中的温度数值。

6) DELAY。延迟状态。

7) WRITE_BIT。向温度传感器中写入数据位状态。

8) READ_BIT。从温度传感器中读取温度数据的位状态,进行CRC校验计算,并将计算机结果储存到ID和TEMP_DATA寄存器中。

在AT89S52与DS18B20通信的过程中,主模块需要实现对DS18B20_PUOC模块的控制,并利用相关寄存器建立与AT89S52芯片的通信接口。电力设备的温度测量值和温度传感器的ID序列号通过四个16位的寄存器储存,CPU通过读取寄存器中的数值获取电力设备的温度测量值和ID序列号,部分源代码如下所述:

```
Module main (sysclk, reset, cs, wr, rd, ad,
dd, dp) ;
Input sysclk, rest, cs, wr, rd;
Input [5: 0]ad;
Input[18: 0]add;
Input aq;
DS18B20_PROC ds_ul (sysclk, reset.dp, idtemp_
data, dq_ctl) : //DS18B20_PROC模块调用
Assign dq = (dq_ctl) ? 0: 1 bz //DS18B20 dq 信号
控制
Assign r_temperature = (ad == 0) & (cs == 0)
& (rd == 0) ; //从温度寄存器中读取数据
Assign r_id_l = (ad == 1) & (cs == 0) & (rd =
= 0) : //从寄存器中读取ID序列号的低位16位数值;
Assign r_id_m = (ad == 2) & (cs == 0) & (rd
== 0) : //从寄存器中读取ID序列号的中间16位数值;
r_id_m = (ad == 3) & (cs == 0) & (rd =
= 0) : //从寄存器中读取ID序列号的高位16位数值;
assign dd[15: 0] = (r_temperature) ? temp_data:
16 bz;
assign dd[15: 0] = (r_id_l) ? id[15: 0]: 16 bz;
assign dd[15: 0] = (r_id_m) ? id[31: 16]: 16 bz;
assign dd[15: 0] = (r_id_h) ? id[48: 32]: 16 bz;
endmodule
```

2. AT89S52与上位机通信部分软件设计

温度传感器采集到的温度信息需要及时发送到监控中心,下位机利用汇编语言VB编写通信程序,利用通信接口RS 485进行通信,通信方式为MODEM。

在进行的过程中,需要设置载波频率,温度传感器将温度信号的前八位和后八位分两次传输到上位机。上位机的通信软件部分利用VB语言编写,利用MSCOMM驱动控制器接收温度数据。

在通信的过程中,上位机与主控芯片要有相同的通信协议,并且数据帧也要同步。为了避免在通信的过程中,因数据到达通信端口过快,其缓冲区溢出导致数据丢失的情况,需要利用编写软件程序的方法进行避免。

编写软件程序的方法主要有两种:延时法和应答法。第一种方法在发送通信数据时,每发送一段数据就要延迟一段时间,这种方法需要选择合适的延时系数。第二种方法是上位机以相同的时间间隔持续接收应答信号,将DS18B20采集到的温度信号分两次发送到上位机。这种方法稳定性好,可以将现场采集到的温度信号准确地发送到上位机中。在上位机中进行标度转换,并根据采集到的温度值进行相关操作。其相应的通信流程设计如图6所示。

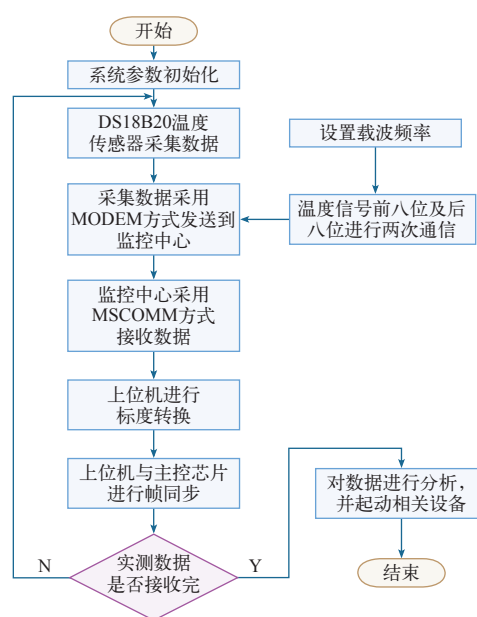


图6 通信流程图

实验与分析

为了验证本文设计系统的优越性，需要进行一次实验。实验环境是Visual C++6.0。实验环境如图7所示。

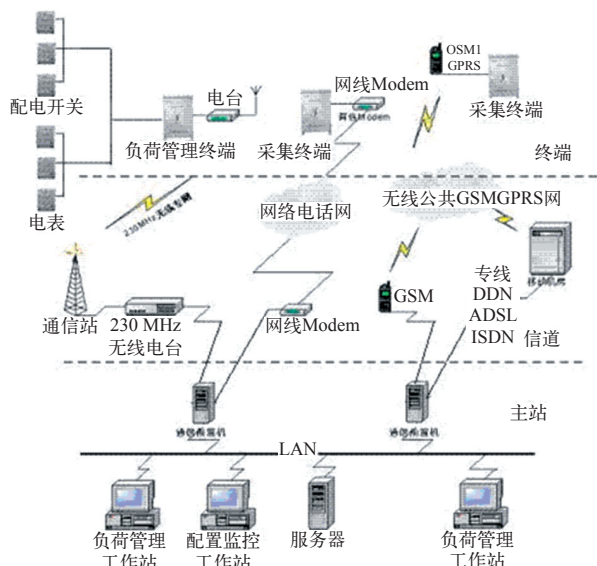


图7 实验环境

对大型电力网络负荷系统的相关数据库进行整理，能够得到的数据如下表所示。

表 电力网络数据表

序号	电力设备数目/个	平均容量/kV·A	运行时间/h
1	37	631	45
2	46	654	43
3	45	711	38
4	48	723	46
5	56	678	41
6	53	736	40
7	43	754	44
8	41	701	37
9	39	689	39
10	40	698	42

在实验的过程中，根据大型电力网络负荷温度控制的要求，相同的电力设备在不同的环境下，温度的变化趋势也是不同的，空气湿度和环境温度都是影响电力设备温度的重要因素。因此，在仿真实验的过程中，利用脉冲干扰模拟环境因素的变化，分别利用基于模拟信号温度传感器的异常温度报警系统和基于数字信号温度传

器的温度报警系统，进行大型电力网络负荷温度控制实验。为了保证本文设计系统在各种复杂环境下仍有良好的控制性能，分别采用阶跃和方波两种激励方式。

在上述两种激励的情况下，不同系统的控制响应输出如图8~图11所示。

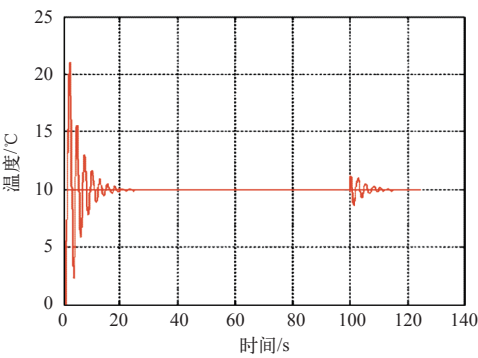


图8 传统系统响应输出（阶跃信号输入）

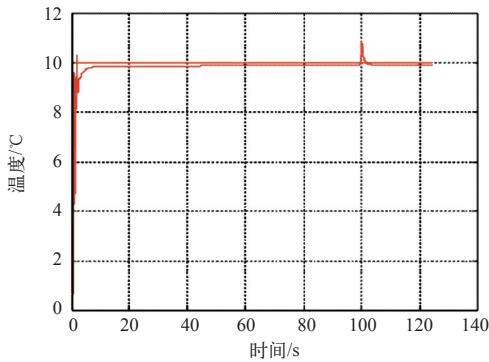


图9 本文系统响应输出（阶跃信号输入）

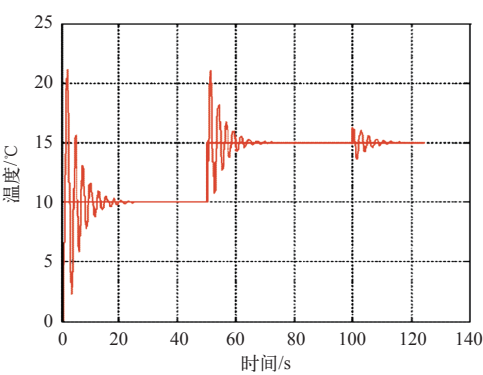


图10 传统系统响应输出（方波信号输入）

从图8~图11实验结果能够得知，传统系统在系统启动的初期，存在较大的震荡，并且震荡幅度较大，在30个采样点后进行稳定状态。当有100个点干扰时，系统的报警响应输出存在波动，系统进行稳定报警状态的时间为10个采样时间后，

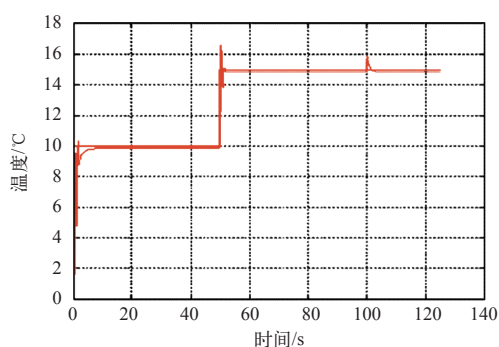


图11 本文系统响应输出(方波信号输入)

抗扰性能降低。而本文系统的输出超调量较小,具有优越的抗干扰报警性能。在干扰的三个采样时间内就能进行稳定报警状态,具有良好的控制性能。

结束语

本文提出一种基于DS18B20数据温度传感器的大型电力网络负荷温度控制系统设计方法。

系统的硬件部分采用DS18B20数据温度传感器进行不同负荷情况下的温度信号采集,采用AT89S52单片机作为主控芯片,对收集温度传感器的信号进行提纯确认等操作,并发送到上位机。采用CC4511芯片以动态扫描的方式进行数字的显示,通过控制SGS固态继电器的分断来控制进相器的工作状态,从而能够及时分断过热电力设备,并且报警。

软件部分利用汇编语言编写电网温度控制系统的通信部分,重点对AT89S52与DS18B20通信部分软件和AT89S52与上位机通信部分进行了详细阐述。实验结果表明,该系统能够提高大型电力网络电力设备温度控制的准确性。

参考文献

- [1] 王文涛. PIC的温度控制系统的设计与实现[J]. 电子世界, 2014(8): 124-125.
- [2] 方威, 张腾. 模糊PID技术在粮仓温度控制的应用[J]. 硅谷, 2014, 7(1): 10-11.
- [3] 骆炜. 铁矿石冶金性能试验炉温度控制及数据采集处理系统[J]. 科技创新与应用, 2014(15): 91-92.
- [4] 张晋疆, 秦丽, 林斯佳, 等. 温度补偿型双通道甲烷测试仪的设计[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(3): 969-971.
- [5] 周旨峰, 乔林锁. 铸钢轧辊生产中的温度控制[J]. 包钢科技, 2014, 40(2): 16-19.
- [6] 牛军海, 程金宏. 温度检测系统的非线性动态补偿研究[J]. 自动化技术与应用, 2014, 33(2): 49-53.
- [7] 竺启斌, 陈书锦, 戚顺顺, 等. 一种高速旋转焊接工件内部温度检测技术[J]. 电焊机, 2014, 44(2): 52-55.
- [8] 程俊红. 基于ARM烤房温度控制系统[J]. 青年时代, 2014(4): 187-188.
- [9] 胡新新. 基于模糊PID控制的加热炉温度控制系统的设计[J]. 科技创新与应用, 2013(13): 9-9.
- [10] 林福. 基于PLC的沸腾干燥机PID温度控制系统研究[J]. 中原工学院学报, 2014, 25(1): 26-29.
- [11] 杜华添. 水泥窑的温度模糊控制系统[J]. 机电一体化, 2014(2): 168-168.

(收稿日期: 2014-11-15) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告