高压防爆开关触头温度监测系统设计

张卫东，丁恩杰，王 雷
（中国矿业大学 信息与电气工程学院，江苏 徐州 221008）

摘 要： 针对目前井下高压环境下温度监测较难的现状，设计了一种基于无线通信的高压防爆开关触头温度监测系统。该系统以 nRF24L01 为温度传感器的射频传输芯片，以 ATMEGA88 和 CC2430 为微控制器设计防爆开关内外的传输节点，给出了系统的硬件设计和软件流程。高压防爆开关触头温度监测系统在某额定电压 10 kV、额定电流 630 A 高压开关柜实际运行显示表明，系统抗干扰能力强、温度监测准确、可靠，满足高压开关柜温度监测要求。

关键词： 射频通信；防爆开关；触头温度；在线监测；nRF24L01
中图分类号： TP212 **文献标志码：** A **文章编号：** 0253－2336（2011）12－0105－03

Design on Contact Temperature Monitoring and Measuring System of High Voltage Flame Proof Switch

ZHANG Wei-dong，DING En-jie，WANG Lei
（*School of Information and Electrical Engineering*，*China University of Mining and Technology*，*Xuzhou* 221008，*China*）

Abstract: According to the present status of the difficult temperature monitoring and measuring in the underground mine high voltage environment，a contact temperature monitoring and measuring system of the high voltage flame proof switch was designed based on the wireless communication. Taking the nRF24L01 as the radio frequency transmission chip and taking the ATMEGA88 and CC2430 as the transmission nodes in and out of the flame proof switch designed for the micro－controller，the hardware design and the software process of the system was provided. The contact temperature monitoring and measuring system of the high voltage flame proof switch was applied to the high voltage switch cabinet with a rated voltage of 10 kV and a rated current of 630 A and the actual operation obviously showed that the anti interference capacity of the system was high and the temperature monitoring and measuring was accurate and reliable which could meet the temperature monitoring and measuring requirements of the high voltage switch cabinet.

Key words: radio－frequency communication; flame proof switch; contact temperature; online monitoring and measuring; nRF24L01

矿井电力设备安装不当、长期运行等因素可能造成电缆、触头的接触不良、老化而使得该处温度急剧升高，从而影响矿井安全[1]。因此温度的测量已成为其中的必要环节。而高压防爆开关的进线和出线触头均处于高电位、大电流和强电磁场的环境中，一般很难直接监测其触点温度。针对上述问题，根据无线测温的优势，笔者设计了基于射频通信的高压防爆开关触头温度监测系统。

1 系统结构

整个无线测温系统的网络结构如图 1 所示，内部测温节点完成温度的采集，内部汇聚节点完成数据的汇集和内外节点的通信，外部传输节点完成与内部节点的通信以及无线、有线数据的转换，以实现 Zigbee 网络或者 CAN 总线的接入。内部测温节点固定在触头上，由 DS18B20 采集温度后利用低功耗单片机 ATMEGA88 从总线上读取数据[2]，再通过 nRF24L01 强大的多对一通信技术和内部汇聚节点进行通信，外部传输节点以自组织形式构成网络，通过多跳中继方式将监测数据传到 Zigbee 网络中的汇聚节点，最终借助有线网络将整个区域内的数据传送到远程控制中心进行集中处理[3-4]。

收稿日期：2011－08－12；责任编辑：赵 瑞
作者简介：张卫东（1987—），男，江苏徐州人，硕士研究生，研究方向为通信与信息系统。E－mail：zhangweidong.1224@163.com
网络出版时间：2011－12－19 16：41；网络出版地址：http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20111219.1641.003.html
引用格式：张卫东，丁恩杰，王 雷. 高压防爆开关触头温度监测系统设计[J]. 煤炭科学技术，2011，39（12）：105－107.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net

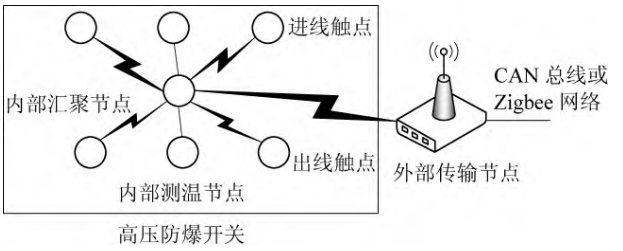


图 1　天线测温系统网络结构

2　节点硬件和软件设计

1）内部测温节点硬件设计。内部测温节点硬件框图如图 2 所示[5]。电源管理模块负责给节点的各个模块供电；DS18B20 负责采集触点温度；因防爆开关具有 6 个进出线触头，故采用具有 6 个不同数据通道的无线模块 nRF24L01 进行数据传输。ATMEGA88 微控制器是节点的核心，微控制器处理好数据后经过 nRF24L01 发送给内部汇聚节点。

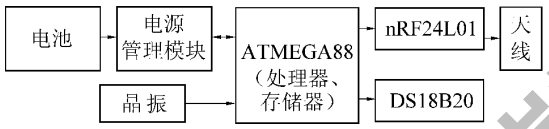


图 2　内部测温节点硬件框图

2）内部汇聚节点硬件设计。由于内部测温节点固定在触头上与高压进行等电位连接及高压防爆开关外壳的屏蔽作用，直接将无线信号传输出来是不安全不实际的。此设计中另外添加一个节点作为内部测温节点的汇聚节点，该节点与外壳等电位连接并通过天线延长线将无线信号传输至高压防爆开关外。内部汇聚节点作用是收集内部测温节点的数据并发送，不需要测量开关柜内各触头温度，因此其硬件结构是在内部测温节点基础上去除 DS18B20 温度传感器，硬件框图可参考图 2 结构[5-6]。

3）外部传输节点硬件设计。外部传输节点连接传感器网络与外部有线网络，并可实现 2 种协议之间的通信协议转换，再把收集的温度数据转发至外部网络[7]。笔者设计了一种无线传感器网络与 CAN 总线之间的外部传输节点。与防爆开关内部节点不同的是外部传输节点采用 CC2430 作为核心芯片，CC2430 集成了处理器、存储器和无线射频模块，与 CAN 控制器连接便可实现无线传感器网络和 CAN 总线的协议转换。为方便与内部节点进行通信与程序移植，射频接收模块仍采用 nRF24L01。外部传输节点硬件如图 3 所示[7-9]。

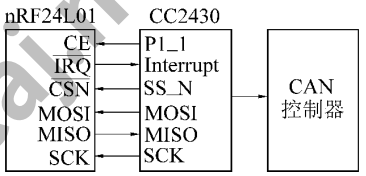
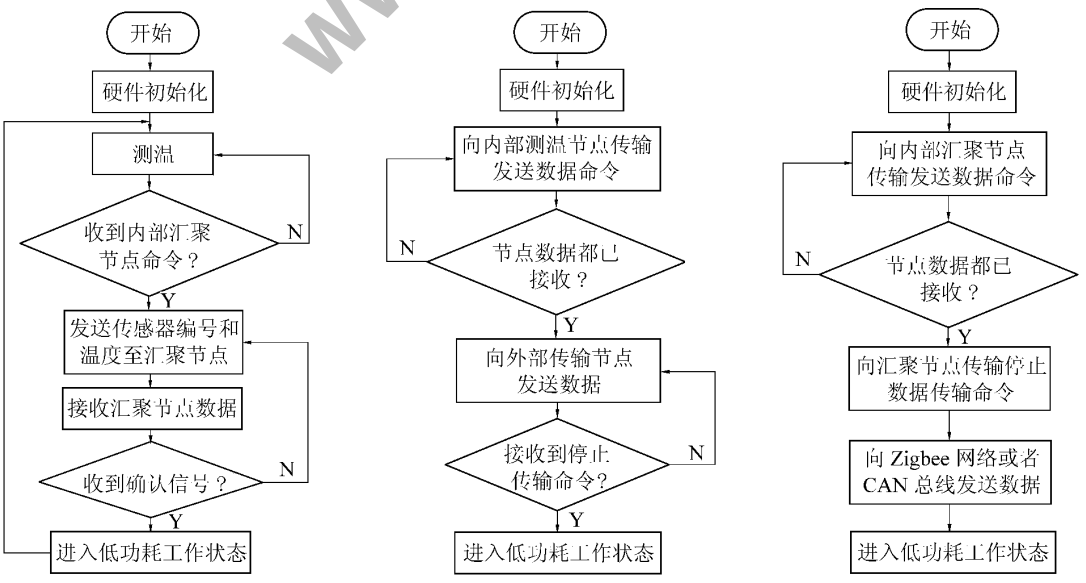


图 3　外部传输节点硬件框图

4）系统软件设计。软件设计包括内部测温节点的软件设计、内部汇聚节点的软件设计、外部传输节点和 CC2430 驱动程序设计。各个节点的程序流程如图 4 所示。内部汇聚节点采用轮询的方式与内部测温节点进行通信，当各个高压防爆开关中一



(a) 内部测温节点　　(b) 内部汇聚节点　　(c) 外部传输节点

图 4　各节点的程序流程

煤炭期刊网 www.chinacaj.net

组触点温度数据都传输到该节点后与外部传输节点进行通信，这样就可将高压防爆开关触点温度通过外部 CC2430 组建的 Zigbee 网络或 CAN 总线传输到远程控制中心。

3　测试结果

为了降低系统的功耗，DS18B20 采用 10 位的测量精度。将上述方案设计的内部测温节点固定在高压防爆开关触头上并与之等电位连接，内部汇聚节点固定在外壳上并与之等电位连接，外部传输节点通过串口与 PC 连接以读取内部测温节点测量的触头温度。调试在不通电和通电 2 种情况下进行。高压开关柜额定电压 10 kV，额定电流 630 A，通电 5 min 后，对触头温度进行监测并比对，试验结果见表 1。

表 1　温度传感器试验结果

触头号	节点温度测量值/℃		触头号	节点温度测量值/℃	
	不通电	通电		不通电	通电
1	18.75	22.25	4	19.00	24.00
2	18.50	22.00	5	18.75	23.25
3	19.00	25.25	6	19.25	22.00

从实际测量的各个触头的温度数据可以看出，各种情况下 6 个触头的数据并不完全一致，这个主要是由系统本身所引起的误差；而不通电情况比通电的情况下的触头温度稍低的原因是通电后触头接点发热导致的。现场调试情况说明该系统可以实时监测高压开关柜内各触头温度，具有良好的适应能力，可以通过灵活的配置适应不同的温度在线监测应用场合。

4　结　　语

针对目前高压环境下防爆开关温度触头检测装置的不足，提出一种基于射频通信的集实时监测和报警的温度监测系统，该系统将开关柜触头温度结果实时上传调度中心，为系统正常运行提供指导性数据，协助调度中心采取有效的故障预防处理措施。该系统将定期故障检修提升到以预防为主的实时监测、状态诊断的层面，提高了煤矿的运行维护水平及安全等级。

参考文献：

[1] 任　慧，孙继平，兰西柱. 矿用电缆温度在线监测方法的研究 [J]. 煤炭科学技术，2006，34 (12)：66－68.

[2] 卢　超. 分布式矿井温度监测系统的设计 [J]. 煤炭科学技术，2007，35 (12)：51－54.

[3] 李曙英，周根元. 基于无线的高压母线温度监测系统的设计 [J]. 微计算机信息，2008 (32)：148－150.

[4] 湛浩旻，孙长嵩，吴　珊，等. ZigBee 技术在煤矿井下救援系统中的应用 [J]. 计算机工程与应用，2006 (24)：181－183.

[5] 孙正来. 高压开关柜温度在线监测技术研究 [D]. 合肥：合肥工业大学，2007.

[6] 韩耀振，周风余，马荣琳. 基于 CAN 总线与射频技术的高压开关柜温度监测系统 [J]. 仪表技术与传感器，2009 (11)：55－58.

[7] Anon. nRF24L01 Single Chip 2.4GHz Transceiver Product Specification [EB/OL]. [2011－01－19]. www.nordicsemi.com.

[8] Anon. Maxim/Dallas Semiconductor. DS18B20 Programmable Resolution 1－Wire Digital Thermometer Preliminary [EB/OL]. [2011－01－19]. www.maxim－ic.com.

[9] Chipcon A S. SmartRF CC2430 Preliminary [EB/OL]. [2011－01－21]. http://www.chipcon.com.

(上接第 104 页)

系统有待进一步的试验研究。

参考文献：

[1] 杨继华，严国萍. 基于嵌入式 Linux 与 S3C2410 平台的视频采集 [J]. 单片机与嵌入式系统应用，2004 (11)：69－70.

[2] 武秀文. 基于 ARM 嵌入式平台的图像处理系统 [D]. 武汉：武汉理工大学，2006：25－26.

[3] 冯广生，李文英. 图像处理技术在胶带撕裂检测中的应用 [J]. 机械工程自动化，2007 (3)：105－106.

[4] 朱　虹. 数字图像处理基础 [M]. 北京：科学出版社，2004：235－239.

[5] 顾　歆，张　晞，陈　功，等. 胶带纵向撕裂图像识别保护装置的设计与研究 [J]. 机电产品开发与创新，2007，20 (6)：58－59.

[6] 黄　民，李　恩，顾玉华，等. 钢绳芯输送带纵向撕裂监测方法研究 [J]. 中国矿业大学学报，2002，31 (1)：49－52.

[7] 张安宁，孙宇坤，尹中会，等. 带式输送机防纵撕保护研究现状及趋势 [J]. 煤炭科学技术，2007，35(12)：77－79.

[8] 孙　琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解 [M]. 北京：人民邮电出版社，2006：325－328.

[9] 祁隽燕. 基于数字图像处理的皮带纵向撕裂视觉识别 [J]. 煤炭技术，2006，25 (11)：15－17.

[10] 蒋先刚. 数字图像模式识别工程软件设计 [M]. 北京：中国水利水电出版社，2008.

中国煤炭期刊网 www.chinacaj.net