

文章编号:1671-6833(2011)05-0125-04

高压输电线路泄漏电流在线监测系统的设计

勾占锋¹, 王青三²

(1. 郑州师范学院 信息技术系, 河南 郑州 450044; 2. 南阳热电有限公司, 河南 南阳 473000)

摘 要:提出了通过高压输电线路绝缘子泄漏电流在线监测来实时查看绝缘子污秽情况的方法,设计了一种用于保障输电线路可靠安全运行的无线实时在线监测系统的方案,能够远程无线监测绝缘子的泄漏电流以及温湿度、风向风速等环境数据,为状态检修提供决策依据,起到预警的作用,提高安全管理水平。

关键词:高压输电线路;泄漏电流;在线监测

中图分类号: TP726

文献标志码: A

0 引言

电力安全传输是保障国民生产、生活的重要因素,而高压输电又是其中最关键的一个环节。在高压输电线路中采用高压绝缘子来增加爬电距离,保障安全传输。高压输电线路绝缘子当其外表面粘附有一定的污秽物,同时遇到湿润空气作用后,污层电导会增大,使绝缘等级下降,泄漏电流增大,进而发展会产生局部放电、电弧闪络,引起高压线路意外跳闸断电,给国民经济造成重大损失。因此,高压输电线路泄漏电流的监测有重大的意义。

为了防止污闪,除了被动的清洗之外,国内外学者也对绝缘子泄露电流的检测提出了各种方法,主要分为非电流测量方法和电量测量方法两大类,但就发展趋势而言,目前主要采用电量测量方法。1994年杨万开^[1]等研制了利用光纤传感器检测运行中绝缘子误会条件泄露电流的测量系统。之后,有很多学者对泄露电流的检测进行了研究^[2-6],主要的趋势是利用无线传输网络进行自动检测^[7-8]。

笔者根据高压输电线路的特点,提出了一种用于保障输电线路可靠安全运行的无线实时在线监测系统的设计方案,所完成的系统能够远程无线监测绝缘子的泄漏电流以及温湿度、风向风速等环境数据,为状态检修提供决策依据,起到预警

的作用,大大提高输电线路的安全运行管理水平。

1 项目背景

高压输电线路具有分布地区广、地理环境复杂的特点,以往电力部门都是根据经验制定计划,对各条输电线路的绝缘子进行现场人工清洗,这样的工作方式不具有针对性,同时也耗费人力、物力,对污秽严重的绝缘子若没有及时发现并清洗,就会发生跳闸断电事故。

根据输电线路的特点,本系统使用远程无线监测方法,在监控中心实时监测绝缘子的泄漏电流,通过泄漏电流大小间接反映污秽情况,使管理人员可根据情况合理安排现场清洗。

在参考电力行业标准^[9]的基础上,根据大量在线监测数据进行了反复试验,初步确定报警参考值:当泄漏电流有效值大于10 mA且脉冲频次大于10次/s时,已接近污闪,为预警值;当泄漏电流有效值大于或等于20 mA时,极易发展成污闪,为污闪报警值。

2 系统设计

高压输电线路泄漏电流在线监测系统由传输网络、前端设备和监控中心三部分组成,如图1所示。下面对传输网络、前端设备、监控中心的工作过程分别进行说明。

收稿日期:2011-05-10;修订日期:2011-06-16

基金项目:河南省科技型中小企业技术创新基金项目(2007P56)

作者简介:勾占锋(1974-),男,河南郑州人,郑州师范学院讲师,硕士,主要从事自动控制和数据挖掘方面的研究,

E-mail:gouzhanfeng@126.com.

2.1 传输网络

根据高压输电线路的特点,选择移动通信网络(GSM)进行传输.移动通信网络具有覆盖范围广、传输距离远的优点,在移动通信网络能够覆盖的地区都能使用,不需要考虑距离的因素.



图1 系统组网示意图

Fig.1 System network diagram

2.2 前端设备

前端设备安装在高压架空线路杆塔上,完成泄漏电流、温湿度、风速风向、电压等的监测以及数据处理、分析、编码和数据的接收、发射,主要包括各种采集器、编码、传输、发射、太阳能电池和GSM通讯模块等.前端设备主要部件包括泄漏电流传感器(CSC)、温湿度传感器(THC)、风向和风速传感器(WDRC)、室外机单元(RCMS)、太阳能电池(BATTERY)和GSM天线等六部分,前端设备及外围配件的连接方式如图2所示.

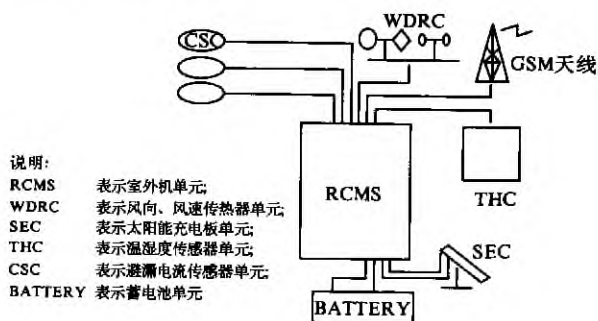


图2 前端设备及外围配件连接示意图

Fig.2 External front-end equipment and accessories connection diagram

泄漏电流传感器专业设计了高精度、双量程、微电流传感器,检测交流电流的实时值.系统在硬件和软件等方面对传感器进行了线性修正及特殊处理,确保在电流信号很小时也能达到所要求的线性度和测量精度.

分机主要完成信号处理、A/D转换、定时自动报警等功能,由信号处理模块、A/D转换模块、时钟模块、监控模块和CPU模块这五部分完成相

应的功能.介绍如下.

a)信号处理模块负责对各传感器的微弱信号进行带通滤波、线性放大、采样保持、信号预处理,保证对采集信号进行精确地放大.

b)A/D转换模块完成对泄露电流、蓄电池电压和温湿度的模拟信号到数字信号的转换.

c)监控模块保证系统的正常运行以及特殊情况的告警处理,监测单片机的运行状态,防止单片机程序死锁,保证长期稳定可靠运行.

d)时钟模块提供分机的定时信号,使分机按照规定的时间定时休眠与醒来,在醒来时分机检测是否有主机指令或回送主机数据,当泄漏电流超限时分机会即时自动报警.

e)CPU模块在时钟模块控制下定时醒来一次,控制电源模块、信号采集模块、D/A模块和通讯模块按照一定的程序工作,另外在告警超限时自动发出报警信号.

电源供电模块采用太阳能电池板对蓄电池进行智能充电,根据不同的天气情况、电池的剩余容量自动地按照适合于蓄电池的充电曲线进行充电,根据电池电压、温度、充电时间、充电电流自动决定充电的开始与停止.同时该模块还完成太阳能电池到+5V、-5V、+12V的电压转换,另外由单片机控制各模块的单独供电,对暂时不用的模块进行断电处理,以充分降低电能的损耗.

GSM无线通讯模块负责数据的调制解调和无线通讯的发射、接收,通过软硬件抗干扰措施解决信号的抗干扰问题.该模块受CPU控制,通过串口与CPU连接,使用遵从GSM 07.05标准的AT指令按照短消息方式收发数据信息.

2.3 监控中心

监控中心设计由监控主机、数据传输设备以及运行在主机上的监控软件组成.

监控主机实现对整个系统的控制和管理、污秽电流的统计分析、查询、统计打印、告警提示和专家建议,从而实现对整个区域的污秽监测和现代化维护管理.数据传输设备完成监控主机与前端分机的数据交换.

监控软件设计为业务处理台、服务控制中心、数据库系统三大模块,三者可以分别安装在不同的PC上,也可以安装在同一台PC上,具有很强的灵活性.软件系统对接收到的泄漏电流和其他数据进行分析处理,可以把泄漏电流按照数学模

型计算出来,并可给出某段时间内的最大值、平均值以及和其它气候条件的对照,给监测人员一个直观的判断依据.软件设有告警系统,可以用声、光报警,也可用短消息的方式把告警信息自动发送给监管人员.同时软件使用 MapInfo 地理信息系统,可以很明晰地显示各检测点的实际地理位置,并能对地图无限放缩、漫游,实现直观、良好的人机界面.

3 工作方式设计

系统的工作方式设计为正常工作、告警主动上传、主机发送指令3种情况.

正常工作时,室外分机定期检测各点的泄漏电流、温度和湿度、风向、风速等参量,把这些数据进行计算、处理、打包后按一定的时间间隔以短消息的方式发给监控主机,由中心的系统软件对这些数据处理、储存、显示.这里的时间间隔可以由管理人员通过系统软件随时设定、修改.

告警主动上传方式是当室外分机判断检测到的泄漏电流数据高于设置的门限值时,立即主动上传此数据.

主机发送指令是指主机可以随时对室外分机下达各种指令,包括点测、校时、修改门限设置、恢复默认设置、修改分机发送数据的时间间隔等.其中,点测指要求分机测量当时的数据并立即返回测量值,校时指对分机的时钟校对时间,以使系统中的设备都工作于同一时钟系统下.室外机的GSM模块一直处于接收状态,当收到主机指令后可以立即响应,完成指定操作,并发回相应信息.

4 技术难点解决方案

系统中的重点在于室外分机的设计.由于安装在野外的高压输电线路杆塔上,条件非常恶劣,周围高压线的强电磁场干扰和日晒、雨淋、雷电、灰尘、冰冻的危害对设备的可靠性设计提出了很高的要求.本设计在嵌入式程序中加入很多容错措施,对模拟信号的放大方面进行了采样保持、峰值跟踪等设计,对各部分电路分时供电,并且在机箱上也进行了双层屏蔽、密封处理,使电路在各种恶劣环境下都能可靠稳定工作.

泄漏电流监测系统是本设计的难点.温度采集器、无线收发器须安装在高压导线上,却不能使用高压线上的电源,又要遭受更强的电磁场、高频

谐波干扰,一旦安装上就难以进行维护,这些给此部分电路提出了更多研究课题.本设计中采用特制的太阳能电池给模块供电,同时设计特殊的防过充电、过放电、限制充电次数的电路进行保护.整个模块由时钟芯片控制定时供电、断电,数据进行无线收发时又采用定制的控制协议来达到既省电、又能随时、可靠传输数据的目的.温度采集时没有使用传统的模拟信号,而是采用了高集成的数字温度传感器,传输数字信号时还另外提升了信号电平,以防止被高压线的强噪声淹没.系统中的所有电路都采用了特殊的屏蔽处理,无线通信使用了超高频的频段并做多级抗干扰处理.

5 现场应用

本系统设计成功后,经过现场一年时间的稳定运行,积累了很多一手数据,为管理人员绝缘子的泄漏电流情况,合理安排调度提供了实际参考数据.图3为系统软件的一个曲线截图,图4为其中一个杆塔上一天时间内三个绝缘子的泄漏电流数据和周围环境数据,该数据显示绝缘子泄漏电流较小,污秽程度很轻.通过这些在监控端的数据,使用户能够清晰的掌握每个绝缘子的泄漏电流的变换,一旦发生泄漏电流超出告警值,就可以有针对性的进行清扫,大大提高了工作效率,保障了电力传输的安全.

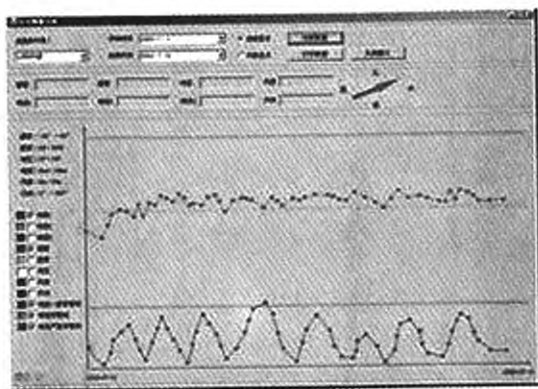


图3 系统软件部分数据曲线截图

Fig.3 The curve part of the data system software screenshot

6 结论

通过对高压输电线路的特点进行分析,设计了符合实际需求由传输网络、前端设备、监控中心三部分组成的高压输电线路泄漏电流在线监测系统,该系统可以根据泄露电流情况采用正常工作、

时间	电流1	电流2	电流3	电压	温度	湿度	风向	风速
0:00:00	0.57	0.218	0.92	12.882	15.294	52.156	28.16(西北偏北)	2.8571(2级)
2:00:00	0.64	0.258	1.04	12.882	17.647	47.45	33.991(西北风)	1.9047(2级)
4:00:00	0.66	0.27	1.03	12.882	18.823	43.921	103.63(西南偏西)	0.9523(2级)
6:00:00	0.61	0.218	0.96	12.882	22.745	36.078	93.333(西风)	2.4761(2级)
8:00:00	0.58	0.209	0.92	12.882	23.529	34.117	105.98(西南偏西)	1.9047(2级)
10:00:00	0.64	0.258	0.98	12.882	11.764	40.392	322.52(东北风)	4.3809(3级)
12:00:00	0.63	0.295	0.99	12.882	10.588	45.882	322.52(东北风)	2.4761(2级)
14:00:00	0.56	0.138	1.02	12.882	1.9607	67.843	275.29(东风)	1.9047(2级)
16:00:00	0.448	0.068	0.92	12.882	2.3529	65.882	217.35(东南风)	1.3333(2级)
18:00:00	0.4	0.142	0.78	12.882	5.098	58.431	247.94(东南偏东)	0.9523(2级)
20:00:00	0.423	0.166	0.75	12.882	7.0588	54.117	0(北风)	0.7619(2级)
22:00:00	0.51	0.209	0.84	12.882	9.4117	46.666	58.223(西北偏西)	1.1428(2级)
0:00:00	0.62	0.287	0.97	12.764	12.156	46.274	15.46(西北偏北)	1.9047(2级)

图4 某杆塔设备传回的部分数据截图

Fig.4 Tower part of the data returned by the device screenshot

告警主动上传、主机发送三种工作方式,对保障输电线路的安全提供了有力的保障.通过对本系统的试用,使工作人员初步掌握了高压架空线路接点的泄漏电流变化规律,及时预判了接点故障的产生,达到了状态检修的目的.这套系统不但给管理部门提供了直观的判断依据,给相关行业的技术改进提供了第一手的数据资料,而且节省了大量人工巡检的人力、物力,具有较高的经济效益.

参考文献:

- [1] 杨万开,田璧元,程仲林.污秽绝缘子泄露电流光纤测量系统[J].电力情报,1994,(1):59-61.
- [2] 吴存衡.导体接头过热的早期诊断和防治[J].华东电力,1995,23(11):24.
- [3] 胡世征.电气设备红外诊断的相对温差判断法及判

断标准[J].电网技术,1998,22(10):10.

- [4] 聂一雄,尹项根.绝缘子在线检测方法的探讨[J].现代科学仪器,2000(1):27-30.
- [5] 熊一权.超高压线路绝缘子状态的在线检测[J].四川电力技术,2003(1):28-29.
- [6] 任海鹏,刘丁,李琦,等.变电站绝缘子污秽闪络在线检测技术[J].电工技术学报,2002,17(2):77-81.
- [7] 陈攀.基于无线分组的输电线路绝缘子泄露电流在线检测系统研究[D].重庆:重庆大学高压及电工新技术重点实验室,2006.
- [8] 程荣祥.基于ARM的导线支柱泄露电流检测的研究与探讨[D].成都:西南交通大学电气绝缘国家重点实验室,2007.
- [9] DL/T 596—1996,电力设备预防性试验规程.[S].

Design of Line Leakage Current Real Time Monitoring System in High Voltage Transmission Line

GOU Zhan-feng¹, WANG Qing-san²

(1. Department of Information Technology, Zhengzhou Normal University, Zhengzhou 450044, China; 2. Nanyang Thermoelectric limited liability company, Nanyang, 473000, China)

Abstract: This paper proposes the method for examining the insulator contamination in real time via online monitoring of HV transmission line insulator leakage current, designs a scheme for the wireless real-time online monitoring system to guarantee the reliable and safe operation of transmission line, and provides the environmental data required for the remote wireless monitoring of insulator's leakage current, temperature, humidity, wind direction and wind speed, etc., in order to provide decision basis for status inspection, act as a warning and improve the safety management level.

Key words: HV transmission line, leakage current, online monitoring