

# 输电线路智能雷电监测系统开发

张 倩

(三门峡职业技术学院, 河南三门峡 472000)

**【摘要】**文章介绍了一种输电线路智能雷电监测系统,该系统通过采集环境及雷电数据,上传监测系统终端,精确还原雷击参数,精准定位并反馈雷击信息到手机终端,实现雷击监测数据智能化、实时化和准确化,从而提高输电线路防雷设施的可靠性,减少雷击引发的输电线路故障,确保电网的安全稳定运行。

**【关键词】**输电线路;雷电监测;智能管理;精准定位

**【doi:10.3969/j.issn.2095-7661.2022.01.003】**

**【中图分类号】**TM862

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**2095-7661(2022)01-0009-03

## Development of Intelligent Lightning Monitoring System for Transmission Lines

ZHANG Qian

(Sanmenxia Polytechnic, Sanmenxia, Henan, China 472000)

**Abstract:** This paper introduces a kind of transmission line lightning intelligent monitoring system. The system gathers the environment al and lightning data and uploads the data to the monitoring system terminal to accurately reduce the lightning parameters for accurate positioning and lightning information feedback to the mobile terminal. In this way, we can get intellectualized, real-time and accurate lightning monitoring data so as to improve the reliability of transmission line lightning protection facilities, reduce power transmission line fault caused by lightning to ensure the safe and stable operation of power grid.

**Keywords:** transmission lines; lightning monitoring; intelligent management; accurate positioning

雷暴天气给电力系统安全运行带来极大的隐患,易造成重大的人员伤亡、经济损失和不良的社会影响,输电线路是电力传输的重要组成部分,最容易遭受雷击,每年电力系统故障中,雷击导致的故障占比较高。输电线路的雷击跳闸,一直是电网安全运行急需解决的难题,一旦输电线路杆塔遭受雷击,雷电保护系统就发挥至关重要的作用。因此掌握输电线路所在地区的雷害状况,并结合现有的防雷措施采取有效的智能化雷电监测尤为重要。

随着电力传输系统的传输电压逐渐增高,目前我国输电网络完成500 kV、750 kV超高压和1000 kV特高压交流输电升级。目前广泛采用避雷线、避雷针等防雷装置,当遭遇雷击故障时,雷击计数器对雷击次数进行记录,但不能监测雷电参数,数据获

取难。部分变电站中电压等级输电线路已安装在线监测系统,可实现雷电过电压、雷电电流、雷电定位监视、雷电的时间等在线监测<sup>[1]</sup>。高压塔杆通常需要穿越高山地区,是雷电最为集中的区域,也是高架传输线最容易出现雷击故障的区域,高效可靠的监控系统对高架传输线进行雷电信息的监控尤为重要。为此研发了输电线路智能雷电监测系统,实现雷击监测数据的智能化、实时化、准确化,<sup>[2]</sup>实现从“避”到“控”,为输电线路提供服务和降低输电线路故障率提供参考。

### 1 输电线路智能雷电监测系统的组成及功能

输电线路智能雷电监测系统由现场监控终端、集中控制器和后台软件三部分组成,系统构架如图1所示。通过智能雷电检测模块精确采集环境

[收稿日期] 2022-02-11

[作者简介] 张倩(1984—),女,陕西潼关人,三门峡职业技术学院智能制造学院副教授,硕士,研究方向:控制工程理论。

及雷电数据,通过GPRS上传监测系统终端。在终端精确还原雷击的峰值、极性、波形及产生雷电的环境参数。硬件系统主要包括控制器、传感器、外围接口电路、电源系统、4/5G传输模块、GPS定位模块、风光互补发电模块。同时,监测系统的各个硬件电路与上层的控制系统之间进行相互通信,将实时监视得到的数据及时地发送给上层控制中心,并通过数据库来存储,方便了后续数据的查询。系统硬件电路结构图如图2所示。

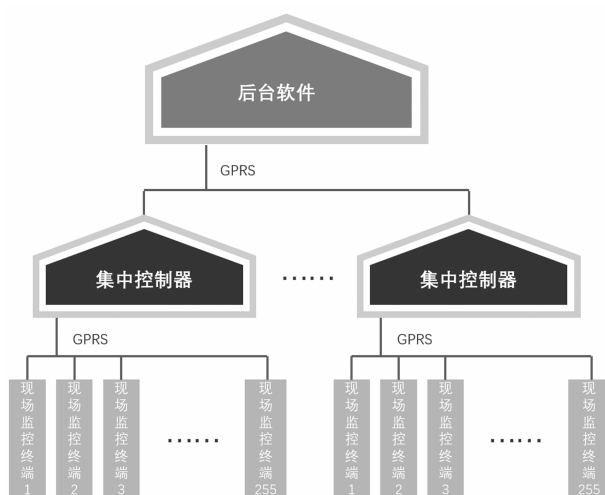


图1 输电线路智能雷电监测系统架构图

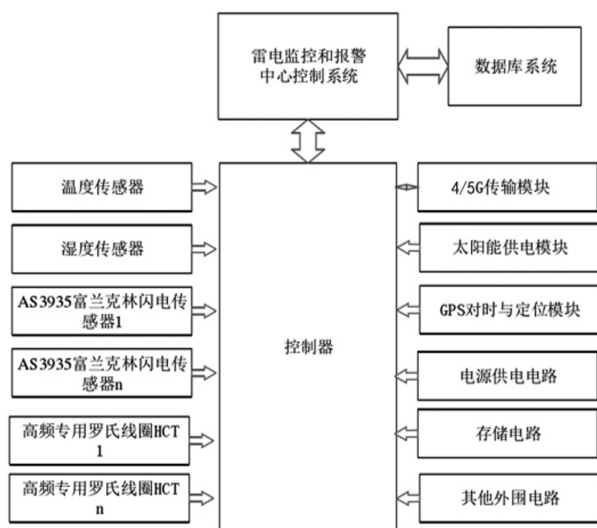


图2 输电线路智能雷电监测系统的硬件电路结构图

### 1.1 现场监控终端

现场监控终端采用IP67防水设计,可适应野外露天安装环境。由于传感器是能否正确检测雷电信息的核心因素,其性能直接影响到雷电信息监测的准确性。各类传感器在密闭的金属箱体内部,通常在环境较恶劣的室外工作,为此增加箱体内部温度和湿度的检测功能。夏日太阳直射会导致箱体的温度过高,当监测到高温环境可关闭该设备,系统停止工作,以防止硬件电路被高温烧毁。为了

防止箱体进水,增加环境湿度检测,当检测到湿度过高时,警示工作人员进行现场检查,判断箱体是否漏水。供电方式采用“太阳能+蓄电池”独立供电,在一些太阳能和光照条件良好的环境下,主要是靠太阳能来进行发电,但是在天气不好,尤其是续阴雨天气时,太阳能无法正常工作,系统通过外部获取电能。

### 1.2 集中控制器

集中控制器接收现场监控终端所采集的现场数据,使用和借鉴云物联、传感器、智能算法术、大数据、移动互联等技术手段实现了该系统的技术突破。系统通过采集输电线路氧化锌避雷器所遭受雷电流的大小、雷击时间、雷击次数等参数,通过GPRS数据传输模块将雷电数据传输到后台服务器。

#### 1.2.1 雷电信息监测

雷电信息的检测,主要是检测雷击瞬间产生的高压和大电流,罗氏线圈传感器检测雷电信息最为常见,这种技术应用的成本低,性能可以满足要求,因此在电力系统中得到了广泛使用<sup>[3]</sup>。雷电信息监测传感器选择AS3935富兰克林闪电传感器,该传感器是一个全集成的可编程闪电传感器,它可以检测到所在地区周围潜在的闪电靠近的危险信号,可评估闪电到达地面的距离。嵌入的闪电算法检测收集的信号,排除人为造成的干扰信号的影响。

#### 1.2.2 雷电电流监测

对于雷电电流大小的精确监测采用罗氏线圈传感器HCT。它专门应用于检测雷电电流的装置中,大量的使用到全球气象监测领域<sup>[4]</sup>。具有安装方便,线性好,动态范围大,瞬态反应突出,频率响应灵敏,无磁饱和、铁磁谐振等问题,无开路危险,无过载危险,体积小,重量轻,性价比高、微功耗的特点。

#### 1.2.3 4/5G无线传输单元设计

4/5G模块选用MC706CDMAEV-DO无线模块,稳定性好,可靠性高。它使用AT命令集,能够达到无线发送和接收。GPS定时与定位单元选用追踪精度高、测量输出频率也很高的ATK-NEO-6MGPS模块<sup>[5]</sup>。这个模块本身具备50个信号的通道,可以实现同时进行多个卫星的跟踪。

#### 1.2.4 温湿度传感器电路设计

选用DS18B20数字温度传感器,输出是数字信号,体积小,精度高,抗干扰能力强,具有独特的单线接口方式,支持多点组网功能,在使用过程中不

用任何的外围元件。湿度传感器选择NH131YS叶面湿度传感器,它通过介电常数的变化来测量水雾的存在量,可进行长期不间断监测。该传感器具有性能稳定、灵敏度高、响应快、互换性好的特点。

1.2.5 雷电监测系统程序设计

软件程序包括雷电信息监测、电流大小检测、温湿度检测、4/5G传输、GPS授时与定位、供电监控子程序等。雷电信息监测子程序采用MSP430控制器来控制AS3935闪电传感器。通过SPI接口获取检测信息,对接收的数据进行分析,判断雷电强弱<sup>[5]</sup>。雷电电流的数据检测通过电流控制处理单元实现ADC数据转换。温湿度检测子程序通过接口获得数据,对ADC信号进行处理。4/5G传输子程序采用MC706模块和控制器,对串口进行设定和操作。GPS授时与定位子程序采用ATK-NEO-6M GPS模块和控制器通信,通过串口来运行。供电监测子程序的功率监测主要目标是实时地监测到系统所输出的功率。风光互补发电模块采用带电源的管理电路和外部接口的无线通信,实质为一个串行协议运行和配置。

1.3 后台管理软件

后台软件安装于监控中心,具有远程访问操控技术,可实时操控和访问现场监控终端,对站内所有现场监控终端进行控制和管理,工作人员可实时查询任意监控终端站点的实时数据,可远程查看所有组网变电站内的避雷器运行状况、雷击状况、接地电阻变化情况、空气开关状态和环境温度等,出现故障时,监测软件端报警窗口闪烁、电话语音报警、短信报警。同时,后台软件自动记录每一条报警的详细信息,包括报警位置、报警原因、报警时间、各项参数值等。

2 系统创新点

输电线路智能雷电监测系统创新地使用和借鉴云物联、传感器、智能算法技术、大数据、移动互联等技术手段实现了该系统的技术突破。导入“管理+软件”的设计思想,可实现避雷器、雷电流的实时监测、智能管理、傻瓜式设计等功能。输电线路智能雷电监测装置如图3所示,技术参数见表1。

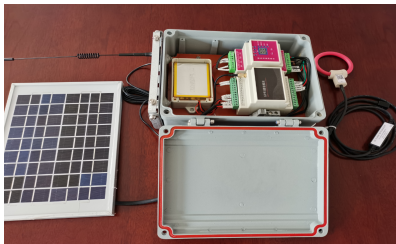


图3 输电线路智能雷电监测装置图

表1 输电线路智能雷电监测装置技术参数

| 功能       | 采集1路雷电流峰值、1路雷击次数、1路雷击发生时间                                  |
|----------|------------------------------------------------------------|
| 防雷能力     | $I_{max}(8/20\mu s) 100\text{ kA}$ , $U_p < 1.5\text{ kV}$ |
| 通讯方式     | GPRS                                                       |
| 防护等级     | IP67                                                       |
| 供电方式     | 太阳能+蓄电池                                                    |
| 雷击计数动作时间 | $\geq 300\text{ A}$                                        |
| 雷击峰值监测范围 | 1 kA~99 kA                                                 |
| 工作温度     | $-20^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$                 |

2.1 实时监测

该系统具备发现故障秒上报,即时完成报警、分析等功能。在线监测技术对输电线路设备运行状态下的各项参数进行监测,监测结果符合实际情况,更加真实和全面,雷电采集精度高,误差在正负5%以内,采用全波形数据采集智能算法,还原雷电流波形<sup>[6]</sup>。同时,通过物联网技术、传感器技术及算法等实现动态防护和动态管理,能够对设备状态实时监测,不受设备运行情况和时间的限制,可随时检测设备的运行状态,一旦设备出现缺陷,能及时发现并跟踪检测、处理,对保证电网安全更具意义。

2.2 智能管理

输电线路智能雷电监测系统采用物联网、传感器技术植入,通过逻辑算法及自身防雷设计,实现各类分析判断自动智能。无需专业人士、专业器材检测,故障自动报警。系统客户端、服务器可布局在任何位置,打破局限性,实现无人值守数据自动采集,故障信息通过短信发送至管理员,同时在本地进行保存,供用户查询。

2.3 地图精准定位

客户端软件建立在百度地图引擎上,实现各监测位置的精准定位,出现故障情况直接定位到杆塔,有效保证系统的稳定性。

3 社会价值

输电线路智能雷电监测系统可以采集高精度雷电参数,能有效提高输电线路供电可靠性,减少线路停电次数和时间。雷击故障发生时能够在最短时间内跟进定位信息,组织人力,及时修复雷击线路,降低经济损失。

输电线路智能雷电监测系统综合运用直击雷防护、接地系统、过电压等各项技术措施,构成一个完整的防雷体系。通过全方位防护、综合运用、层层设防,

(下转第60页)

电、电工、模电”综合成一门学科,即“电子与电工技术”,并增加相应的实训课程,比如“电子产品调试与维修”“电子基本技能训练”等,让学生在具体的实践过程中掌握必备的技能,比如维修能力、焊接能力、调试能力等,为参与双创活动奠定实践基础。

#### 3.4.3 引入新型课程,为双创思维创造条件

教师注重引入新型课程。教师结合时代发展的趋势,引入“互联网+”相关的内容,即开展嵌入式的课程,比如“嵌入式系统设计”“Java编程”等,拓展学生的学习视野,为增强他们的创新能力提供必要的知识基础。在此之后,教师针对核心课程适时地融入其他的课程内容,比如“电子产品设计与制版实训”“嵌入式电子场频设计与制作综合实训”等课程,让学生在具体实践的过程中获得综合创新思维能力的提升。

#### 4 结语

总而言之,在电子信息工程技术专业人才培养

的过程中,教师一方面需要从学生的核心素养入手,另一方面需注重增强学生的双创能力,并在此过程中灵活地进行相应课程内容和方式的设置,为学生搭建具有实操性的课程体系,让他们在实训过程中获得综合能力的提升,促进学生双创思维以及核心素养的形成。

#### 【参考文献】

- [1]彭元辉.基于学生核心素养的高职课程体系研究[J].科技创新导报,2020(14):203,205.
- [2]施纪红,贾瑞.基于学生核心素养的高职课程体系研究[J].河北农机,2018(12):39-40.
- [3]王奕.高职院校“岗课赛证创”多维融通课程体系探索[J].科技风,2022(2):26-28.
- [4]李继.新工科背景下电子信息工程专业创新创业教育改革[J].中阿科技论坛(中英文),2021(3):144-146.
- [5]赵勇.电子信息工程专业创新创业教育改革分析[J].科技风,2020(3):73.

(上接第11页)

保证智能变电站的安全可靠运行。同时该系统采用模块化设计,便于二次开发,可推广应用于建筑、风电、移动通信设备、气象等方面,为其提供实时监测数据。

#### 4 结论

输电线路智能雷电监测系统可及时判断输电线路故障,实时信息监控性能完善,通过智能监控,可提前预测误差,提出事故预警方案,及时采取有效措施,减少雷电灾害带来的经济损失和不良社会影响,为实现雷电实时监测信息共享提供依据,有助于推动输电线路安全建设,促进我国智能电网建设,提高电网经济效益,创造较高的社会效益。

#### 【参考文献】

- [1]王黎明,闫石,李夏喜,梅红伟,邢琳琳,钱迪.基于雷电流引发空间磁场的雷电流测量传感器线圈研制[J].高电压技术,2016(11):3392-3398.
- [2]陈家宏,赵淳,谷山强,向念文,王宇,雷梦飞.我国电网雷电监测与防护技术现状及发展趋势[J].高电压技术,2016(11):3361-3375.
- [3]田吉刚.一种新型避雷器在线监测系统在智能变电站中的研究与应用[J].中国新技术新产品,2014(23):3-4.
- [4]顾黎明,倪勇.变电站避雷器在线监测系统[J].科技创新导报,2014(4):93.
- [5]李勃.输电线路防外力破坏智能监测及预警系统设计[D].重庆:重庆理工大学,2022.
- [6]彭韬,朱继红,须雷.智能型避雷器在线监测装置的研制和应用[J].电工电气,2013(10):37-39,43.