

[高压电缆]

电缆智能高压接地箱的研发与应用

文/浙江日新电气有限公司 冯颖姣 张 盛 姜 建
衢州学院 方建文

高压电缆线路在城网中担负着重要的输电任务，高压电缆的有效接地对于保障电缆系统正常运行具有重要意义。给出了电缆智能高压接地箱的整体设计方案及研发关键技术。该智能高压接地箱不仅具备传统接地箱各项电气功能，还具备电缆环流监测、防水、防火、防盗及报警功能。通过GPRS可实现远程对智能接地箱的测控及管理。该智能高压接地箱已在沧州中铁项目试运行，运行情况良好。

随着电缆线路的延长，接地系统日益复杂。电缆接地箱作为高压电缆接地线汇集的连接设备，很容易因监测不力埋下安全隐患，因此迫切需要研发高压电缆智能接地箱，在原有接地箱电气功能基础上，能同时监测电缆护套环流大小、电缆接头温度并具备防盗等功能，进一步确保电缆安全运行。

电缆智能高压接地箱研发背景

高压单芯电力电缆在运行时，其金属护层上产生一定的感应电压，若不采取相应的措施，将影响电缆长期稳定运行。在实际应用中，高压单芯电力电缆的金属护层一般采用单端接地、两端接地、中性点接地以及交叉互联接地方式来降低护层的感应电压。当电力电缆发生短路故障时，由于通过的短路电流很高，电缆的金属护层不接地的一段可能会产生很高的感应电压。电缆金属护层上的过电压一旦超过金属护层的承受范围，可能导致金属护层被击穿或烧毁保护器，甚至击穿电缆主绝缘。通过对电缆接地电流、电缆接头温度进行实时监测，能够及时有效地发现电缆发生的故障，及时消除缺陷，保障电缆长期稳定运行。本文研发了电缆智能高压接地箱并已在项目上运行。

电缆智能高压接地箱实现

高压电缆智能接地箱是在普通的接地箱的基础上，增加高准确度电流传感器及电缆在线监测装置，设置TA感应取电、光伏取电装置以及倾斜振动式防盗装置三个部分。电缆在线监测装置可自主监测电缆接地电流、电缆接头温度以及接地箱振动等数据，同时采用GPRS通信技术将数据发送给远程监控中心，一旦发现数据异常，则向监控中心报警或以短信等方式通知相关人员及时处置。电缆智能高压接地箱整体功能模块示意图如图1所示。

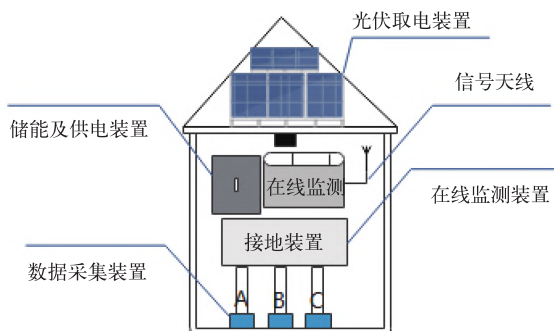


图1 电缆智能高压接地箱功能模块示意图

本文设计的智能高压接地箱通过内置电缆在线监测装置配以防盗设计，解决电缆温度、环流实时在线监测及设备安全问题，装置通过TA取电及

GPRS无线通信可实现免布线,通过GPRS可传输到上位机报警系统。电缆在线监测装置是智能高压接地箱核心控制系统,该装置采用模块化设计,同时具有BIOS扩展功能,预留足够的扩展空间,可测量环境温度湿度、水位、烟雾以及有毒有害气体等。电缆在线监测装置原理如图2所示。

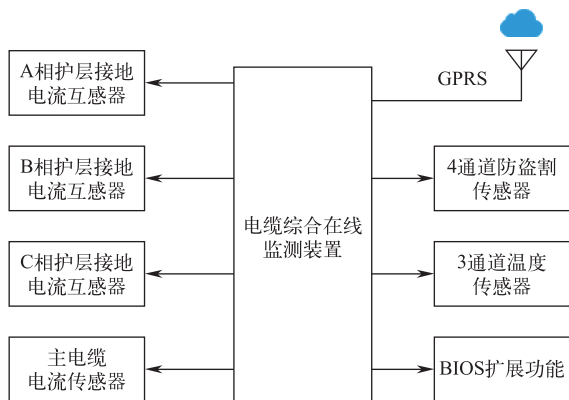


图2 电缆在线监测装置原理

电缆在线监测装置设计实用技术

1. 电缆接地电流采集原理

在智能高压接地箱内,加装3个单模精确电流传感器(电流比300:1),将大电流变成小电流,通过1 A/3.53 V电流传感器转换成与实际电流成正比的电压信号,再通过由 R_3 、 R_4 、 R_6 、 $VD_2 \sim VD_5$ 以及运放OP07组成的精密整流滤波电路进行滤波放大,将直流信号送入单片机的A/D转换模块进行转换测量,电缆接地电流大小可反映护层接地的良好程度、电缆老化程度以及线芯负荷大小变化等情况;同时高压电缆线路正常运行的情况下,当接地环流值产生突变减小或为零时,接合电调情况及电缆运行状态分析诊断模型,可以有效判断接地箱被盗或接地线被盗割。电缆接地电流采集原理如图3所示。

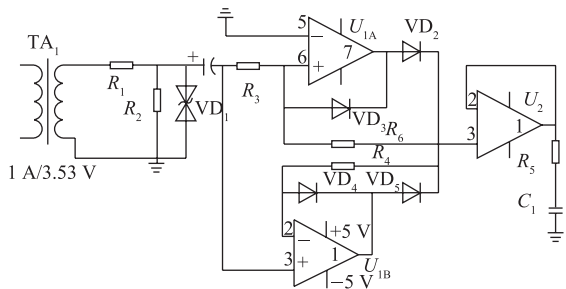


图3 电缆接地电流采集原理

2. 高压电缆非接触式感应取电技术

本系统监测电源采用自感应取电方式,也可采用光伏取电方式供电。TA感应取电将开启式电流互感器套接在电缆接地箱内的接地线上,感应电路由开合式取电TA传感器、整流滤波电路(VD_1 、 L_1 、 C_1 、 C_2)、电压保护与能量泄放电路(A_1 、 Q_1 、 R_1 、 R_2 、 C_3 、 VD_2)和储能电路(C_4 、 VD_3 、 SC)等组成。感应取电电源设计中超级电容SC的使用解决了本系统使用GPRS模块在发送数据时瞬间大功率供电的问题。自感应取电电路如图4所示。

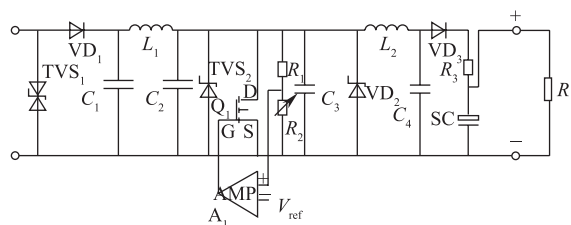


图4 自感应取电电源电路

3. 电缆及接地箱防盗技术

在智能高压接地箱门闭合位置及顶帽位置安装倾斜报警装置,倾斜报警装置关键部件是振动传感器,它的作用主要是将机械量接收下来,并转换为与之成比例的电量。接地箱在遭受外力损坏时,会产生一定频率和幅度的振动,振动经传感器转为电信号后,通过监测主机采集和识别。本系统选取CSX-SEN-300 A传感器,可实现全方位振动侦测、位移感知以及运动唤醒,以其高灵敏度来感知外界环境变化,当发生振动和位移时,传感器产生连续高低电平变化波形如图5所示,采用 R_1 、 C_1 进行滤波,并通过软件设置来调节传感器灵敏度,振动信号采集电路如图6所示。

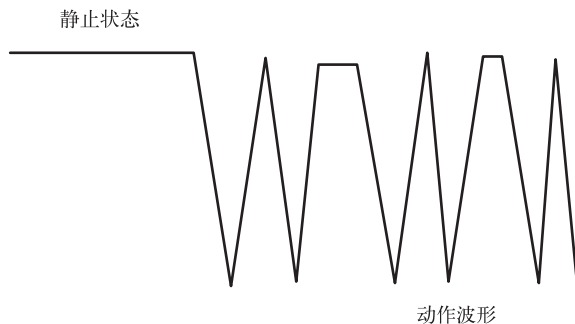


图5 振动传感器信号波形

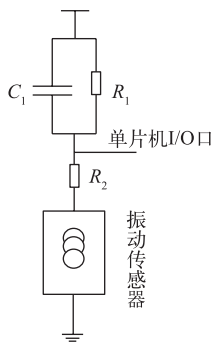


图6 振动信号采集电路

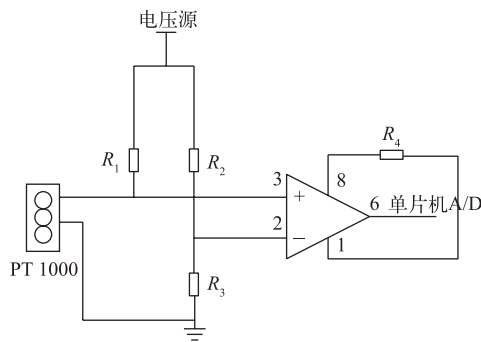


图7 电缆接头温度采集原理

4. 电缆接头温度采集原理

运行高压电缆金属护层系统环流的增大，使得电缆金属护层损耗剧增，电缆的温升增加，严重时可能导致电缆过热甚至着火燃烧，实时监测电缆接头温度对判断电缆接地故障报警起到辅助作用。电缆接头测温模块是在接地电缆外护套位置固定温度传感器探头。本装置采用PT 1000铂电阻传感器探头，该传感器具有防水、防潮以及准确度高等特点，方便安装维护。通过桥式电路测量PT 1000电阻值，经过运放将信号放大，温度模块控制器对温度信号进行采样，并通过无线通信方式传给电缆在线监测装置。电缆接头温度测量原理如图7所示。

5. 其他关键技术

由于电缆接地箱安装环境比较潮湿，电缆接地

箱外壳的防护等级和防水等级要满足要求，本系统采用防护等级IP68材料及环氧树脂胶填充的全密封性箱体，即使长期处于潮湿环境，也能在很大程度上保证电缆线路可靠供电。在防盗技术方面除了基本的开门报警功能，还预留了视频监控接口，可实现视频监控，预防接地箱被盗。

电缆智能高压接地箱的应用

该系统已在沧州中铁项目试运行，通过对高压电缆接地箱智能化集成，实现了对110 kV及以上高压电缆中每个金属防护接地线电流的实时监测及精准测量，并通过GPRS实现远距离控制及监测。上位机电缆环流显示页面如图8所示。



图8 上位机电缆环流显示页面

结束语

电缆智能高压接地箱将环流在线监测装置与接地箱完美结合，不仅可监测高压电缆本体及电缆护层环流的数据，还可监测高压电缆接头表皮温度，具备防盗报警功能，可通过平台对电缆智能高压接地箱发送的命令进行控制。电缆护层环流与电缆

接头温度相结合，可全面反映电缆线芯负载及外护层绝缘水平。本文设计电缆智能高压接地箱，提高了电缆环流巡检效率，减少了现场运维人员的工作量，不受环境及距离限制，可实现远程报警，可用于隧道管廊等场合，具有广阔的应用前景。EA

(收稿日期: 2021-08-27)