

# Development of Digital Ground Line and Monitoring Device

ZHI Yong-jun<sup>1</sup>, LU Chang<sup>1</sup>, SUN Xiu-hu<sup>2</sup>

(1 Pingdingshan Power Supply Company, Henan, 467001; 2 Taian Huizhi Electronic Technology Co., Ltd, Shandong, 271000)

Zhi.yongjun@126.com

**Abstract:** It is very important to prevent incorrect operation on ground line management in power system substation. In the paper, development of ground line and monitoring device is put forward and incorrect operation is prevented well through this device. Digital ground line and monitoring device are developed based on RFID (Radio Frequency Identification), wireless data transceiver, computer and information processing technologies etc. Dynamic information on number, location and amount of ground lines and grounding knife-switch is monitored and managed by the device. Traditional method of ground line management is replaced by the device. Now, centralized control mode, dispatching and control integrated pattern are satisfied through the device.

**Keywords:** power system; centralized control center; operation team; digital ground line; monitoring management

## 数字接地线及其监测装置的研制

智勇军<sup>1</sup>, 陆畅<sup>1</sup>, 孙修虎<sup>2</sup>

(1 平顶山供电公司, 河南, 467001; 2 泰安慧致电子科技有限公司, 山东, 271000)

Zhi.yongjun@126.com

**【摘要】** 电力系统变电站接地线的管理在防止误操作方面至关重要, 本文介绍了一种能够有效防止误操作的数字接地线及其监测装置的研制方法。数字接地线及其监测装置是基于 RFID(Radio Frequency Identification)技术、无线数传技术、计算机与信息处理等技术研制而成, 能够对集控中心及其变电站接地线或地刀编号、使用位置与数量等动态信息进行实时监测与管理。该装置的应用替代了传统的接地线的手工管理方法, 适应当前变电站的集控模式和调控一体化模式。

**【关键词】** 电力系统; 集控中心; 操作队; 数字地线; 监测管理

### 1 引言

在电力系统变电站电力设备检修时, 常用地线和地刀进行接地操作, 用来消除被检修设备上的感应电和防止突然来电造成人身触电事故。但是, 又极易发生带地线(或地刀)合闸和带电挂地线(或合地刀)事故, 不仅会极大的危害电力系统及其设备、人身安全, 还会给电力系统和社会造成巨大的经济损失。因此, 长期以来, 变电站都使用传统的《地线地刀装拆记录本》进行专项登记, 并且采用与值班日志、操作票、工作票、模拟图版、实际位置进行“六对照”的方法进行严格管理, 各级调度靠听取汇报、登记来了解和掌控现场地线的使用情况。

近年来, 随着电网规模的快速发展, 变电站的数量迅速成倍增加, 普遍实施变电站集控值班模式, 地线在不同变电站之间的移动, 随着操作范围逐步扩大, 特别是同一天内、多个操作人员、在多站同时有工作

时, 或者是多天连续有工作时、多班之间多次交接后, 不仅调度室对各站现场地线的确切情况不容易掌握, 就是集控中心想费时费力的进行各个现场的检查核对也力不从心了, 地线编号使用或登记错误, 地线使用中的位置登记错误, 地线柜中的位置放错或登记错误, 检修人员擅自移动地线或擅自操作地刀等等现象时有发生。如: 2009年2月11日至5月15日, 不到100天的时间里, 国网公司系统就发生了11次事故, 误操作地线和地刀类事故占总数的46%。

传统的地线地刀手工管理方法, 很难排除人工差错因素, 已经不能适应电网快速发展和变电站集控站模式的安全要求, 因此, 我们针对防止带地线地刀合闸事故的问题进行了专题调研, 目前国内在变电站地线管理相关技术, 已应用的主要有: ①. 防误操作闭锁装置, 主要是对地线操作过程的管理, 能实时检测地线到位、变位情况<sup>[1]</sup>, 或者把接电线的各种状态信息编辑成短信息直接传送到调度中心的主控计算机<sup>[2]</sup>,

不能直接监测地线的真实位置状态;②. 智能地线工具柜, 主要是对工具柜内地线的存放位置进行监测, 着眼点放在接地线的保存管理方面, 不能对最重要的地线使用状态进行监测管理;③. 变电站地线的 GPS 卫星定位技术, 由于定位误差 $\geq 0.5\text{m}$ , 不能准确分辨出地线的实际装设位置, 且产品成本和运行费用较高。

综上所述, 现在还没有对变电站地线使用状态实时监测的有效技术装置, 也没有变电站地线地刀使用状态的综合性自动管理装置, 尤其是能够实现集控中心及其变电站的地线接地状态、保存状态实时监测的装置, 目前尚未见到相关报道, 国内集控中心及其变电站仍然普遍采取《地线地刀登记本》进行手工管理的方法。

## 2 数字接地线及监测装置的结构与工作原理

数字地线及监测装置是基于 RFID(Radio Frequency Identification)技术、无线数传技术、光伏技术、计算机广域网络技术与信息处理等技术, 结合集控中心及其变电站现场实际工作情况的全自动地线实时监测与管理装置, 包括计算机广域网络、数据处理服务器、监控工作站、无线数字通讯基站、光伏电源无线数字通讯中继站、数字地线、数字地线桩、数字地线座等硬件设备和相应的软件系统。系统通过在集控中心及其变电站范围内的现有光纤通讯网络组建计算机广域, 使用无线数字通讯基站、光伏电源无线数字通讯中继站在各变电站组建无线数传网络, 使用 RFID 标签实现各个地线桩(地线装设位置)、地线座(地线柜中)的唯一数字信息化标示, 在地线上加装含 RFID 标签读写器、无线数传模块、自动控制模块的地线控制器, 实现每组地线的唯一数字信息化标示和装接、存放位置的信息实时采集, 其整体结构示意图如图 1 所示。

在变电站值班员操作地线时, 地线控制器自动开机采集地线桩或地线座的信息, 通过无线数传网络与监控工作站交换信息, 实现变电站对现场地线编号、使用位置与数量等动态信息自动监测; 通过监控工作站与变电站综自后台机串口通讯和交换信息, 实现对现场地刀使用位置与数量等动态信息自动监测, 同时也可以将地线动态信息传递给综自后台机和微机“五防”装置; 监控中心或操作队通过监控工作站及其网络系统, 实现对现场的地刀或地线编号、使用位置与数量等动态信息, 全自动进行实时监测管理。各级调

度也可以通过综自后台机或地线监控工作站掌控变电站的地线或地刀使用情况。

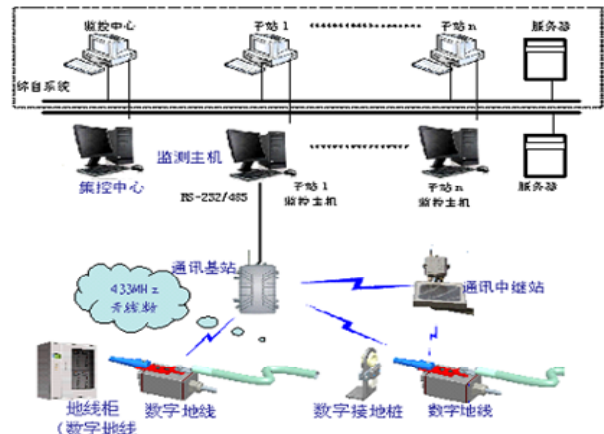


图 1 数字接地线及监测装置的结构图

Figure 1 digital ground line and monitoring device diagram

## 3 装置的研制

### 3.1 地线控制器

数字地线所有的附加功能均由地线控制器实现, 它承载了地线、地线桩、地线座的数字化及其信息采集、识别与传输功能, 主要由 RFID 标签及其读写模块、无线数传模块、工作指示灯、接近开关元件与电源管理模块、自动控制模块、以及与地线接地极一体的机壳构成, 用来替代原来地线的接地极元件, 形成数字地线, 如图 2 所示。



Figure 2 ground line controller

图2 地线控制器

地线控制器平时处于断电关机状态, 当数字地线

接地极装入地线桩、地线座或拆下时，地线控制器自动上电开机，工作指示灯闪亮，自动可识别地线桩或地线座上的 RFID 编码，确定地线的位置与状态变化，通过无线数传网络与监控工作站交换信息，通讯完毕后工作指示灯亮平光，稍后自动断电关机，实现数字地线的全自动工作。地线控制器具有电池电量检测（在监控工作站上显示与报警）、防水、防潮、抗干扰、抗跌落、动作可靠等特点。

### 3.2 数字地线桩与地线座

数字地线桩与地线座对地线安装地点和地线工具柜每格位置的信息数字化，由塑料封装的 RFID 标签和永磁磁铁组合元件构成。RFID 标签和永磁磁铁组合元件，分别安装在普通地线桩上和地线工具柜格内，由 RFID 标签实现每个地线安装地点和地线工具柜每格的位置信息唯一性，并能实现地线控制器的自动上电开机。可识别接地桩的 RFID 标签的安装可以通过对变电站现有的接地桩进行简单改造实现，不改变原地线桩工作性能。

### 3.3 通讯基站与通讯中继站

通讯基站的功能是在变电站内构建无线数字通讯网络，覆盖数字地线的使用范围，即地线桩安装地点和地线工具柜的位置，安装在变电站主控室外较开阔位置，使用 RS-232 通讯与主机连接，实现整个变电站内地线装接状态的采集与传输。通讯基站采用 433MHz 公用频段，而且此频段的无线通讯未发现对变电站设备有不良影响，壳体采用铸铝防水壳体，具备防水、防潮、抗电磁干扰功能。

通讯中继站的功能是将无线通讯范围覆盖到变电站内的死角部分，能够自动识别、无延时转发通讯基站与地线控制器之间的实时信息传递，有效的保障了无线数字通讯网络的安全可靠运行。电路中设计了充电管理单元，保证了电池长期稳定工作。

### 3.4 监测工作站

监测工作站由工控机与软件部分组成。工控机向下使用 RS-232 串口连接通讯基站，向上通过 TCP/IP 连接系统服务器，横向通过 RS-232 或 TCP/IP 接口与变电站自动化监控装置通讯、调度自动化系统、微机“五防”装置通讯；软件部分，负责硬件部分的控制，自动采集记录、分析处理变电站现场地线、地刀使用状态信息，实现地线、地刀使用状态信息全自动监测

管理功能。并且可以给变电站自动化监控装置通讯、调度自动化系统、微机“五防”等装置，提供地线、地刀使用状态信息，其用户终端界面如图 3 所示。

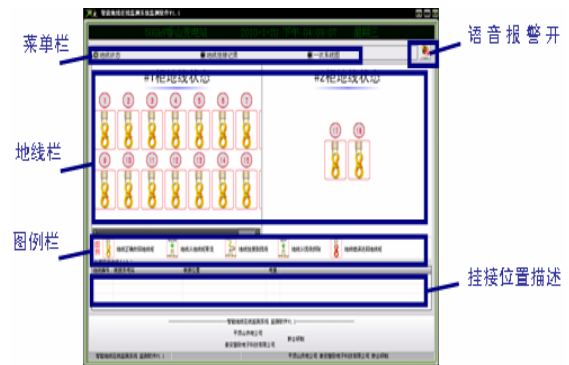


Figure 3 main interface of software

图 3 软件主界面

通过监测工作站用户终端界面，可以实现以下主要功能：

(1). 自动以图形方式显示每组接地线的正确定置存放状态、放错位置状态、从柜内取出状态、使用状态、从地线桩上取下状态，以声音方式提示上述状态变化，以文字方式注释上述状态变化。

(2). 自动以一次系统接线图形式显示地刀、地线的接地状态。

(3). 以电子记录本形式，自动记录地刀、地线的接地状态变化时间，具备《接地线装拆记录》及其浏览、查询、打印等功能。

(4). 自动以图形方式显示每只地线控制器电池电量状态，具有电池电量低的声音和文字提示功能。

(5). 报警功能。①. 系统设置为操作状态时，地线从地线桩上取下后，长时间不能放回到地线座上或放错位置，地线从地线座上取下后，长时间不能装到地线桩上，系统会声音报警提示。②. 系统设置为监控状态时，地线或地刀状态发生变化后，系统会延时声音报警，能够起到一定的防盗和防止乱动地线、地刀的功能。

(6). 变电站数字地线监测工作站，通过与变电站自动化监控装置或调度自动化系统后台机，能够将地线状态传送到调度、集控中心、操作队，显示在综合自动化监控装置或调度自动化系统的一次系统图上。集控中心或操作队的地线监测工作站，通过其自身的计算机网络和服务器系统和用户终端界面，实现集控

中心或集控站及其变电站的地线、地刀的自动监控管理。

#### 4 结束语

本文介绍了一种变电站数字接地线及其监控装置，该装置于 2009 年在河南平顶山供电公司 500kV 香山变电站投入试运行，并获得国家发明专利（专利号：200910065808.7）。在变电站值班员操作地线时，该装置能够对现场地线编号、使用位置与数量等动态信息自动监测；同时也可以将地线动态信息传递给综自后台机和微机“五防”装置。另外，监控中心或操作队通过监控工作站及其网络系统，实现对现场的地刀或地线编号、使用位置与数量等动态信息进行实时监测管理，各级调度也可以通过综自后台机或地线监控工作站掌控变电站的地线或地刀使用情况，减少了误操作的发生，该装置的研制适应当前变电站的集控值班模式和调控一体化值班模式。

#### 致谢

在本论文完成之际，首先要感谢工区的各位领导对本论文的完成给予的关心和支持，同时也对所有给予关心和帮助的人员表示感谢。

#### References (参考文献)

- [1] HAN Yongchun, HAN Yonglai, YANG Guangrui, et al. Intelligent grounding line controller: China, CN 200820002622.8[P]. 2008-11-12  
韩永春, 韩永来, 杨光锐等. 智能地线控制器: 中国, CN200820002622.8[P].2008-11-12
- [2] XU Jianyuan, DOU Wenjun, WANG Aihong. On-line monitoring system of grounding line working conditions. Electric Power Automation Equipment, 2008,28 (7) : 111~113  
徐建源, 窦文君, 王爱弘. 接地线状态在线监测系统设计, 电力自动化设备, 2008,28 (7): 111~113