

城市地下电缆的可视化全面管理

为解决电力系统生产管理部门对地下电缆管理中存在的原始落后的管理方式、数据丢失以及繁重的维护工作量等问题,提出对地下电缆实行可视化的全面管理,此方法采用现在成熟的GIS地理信息系统平台,将电缆的分布定位在GIS地图上,将电缆的分布轨迹路径等基础数据先进行采集,然后在此基础上对电缆的动态全面管理作出论证,并对每一种技术作出定义性的选择,最后达到全面的科学管理电缆运行。

雷振江¹ 苏坤³ 王鹏宇¹ 张文国¹ 刘坤² 赵小峰³/ 1. 国网辽宁省电力有限公司
2. 南京南瑞集团公司信息通信技术分公司 3. 安徽南瑞继远软件有限公司



雷振江/工程师

关键词/Keywords

地下电缆管理·
地理信息平台·
管理·

0 引言

地下电缆是电力供电网络的重要环节。由于历史原因,电力系统各个生产管理部门对电网运行中涉及地下电缆的管理还很落后,很多数据已经丢失,不完整;在管理方法上还停留在管理员凭记忆和部分纸质图纸进行分区域管理。导致很多管理单位虽然已经装备了电力GIS生产管理、运行管理系统,但由于基础数据的不健全和缺失而无法实现其先进的管理效果;而现在许多大城市地下电缆实际长度已经达到了上千乃至几千公里,对电缆运行、维护工作带来了越来越繁重的工作量。

我们在实际各个供电单位的调研发现,很多电缆在沟道内敷设混乱,电缆上面没有统一的挂牌标识,地面上缺少电缆警示标志牌,作为电缆管理部门,尤其目前没有准确完整的电缆轨迹图纸,沟道内的电缆也没有唯一性识别标识,也没有完整的电缆沟道图纸,更由

于基础数据的缺失,在故障抢修中经常出现工作人员消耗大量的人力和时间用在电缆轨迹的寻找过程中,即使使用了电缆故障检测仪等先进设备,在知道故障点距离但不知电缆路径的情况下,还是无法做到故障点的快速、准确定位。

另外,城市建设中大量的道路施工和建筑工程,对地面进行开挖是经常的事情;但施工方往往不能及时准确地掌握开挖区域内地下电力电缆的位置和深度等相关资料而导致无法实施有效管理,由于盲目开挖而导致的各种事故已屡见不鲜,特别是电力电缆被挖断,还会造成人员伤亡的重大事故等等,不但给社会生活造成了很大的影响,同时也给供电局造成了很多不必要的损失。

针对上述实际情况,对地下电缆的信息化管理已经刻不容缓,为此,考察和研究了现在国际、国内的各种现代化手段,提出对地下电缆实行可视化的全面管理,以下将从六个方面进行分布论证。

1 电缆的GIS可视化管理

收集所有电缆的竣工资料,将所有运行电缆轨迹、走向、起点、终点、规格型号、长度、投运日期及施工单位等基础数据进行统一整理归档。同时收集电缆的更新资料,修正因实际施工引起的电缆数据更改。

收集所有电缆管沟的施工资料,尽量将整个城市的电缆管沟资源统计清

楚，特别是电缆管沟施工以后的竣工图纸，因为管沟在施工完成以后改动的可能性很小，大多数竣工图纸和实际现场的管沟是一致的。

由于电缆在实际运行中的改动较多，例如由于用电负荷的增加，在两个变电站之间增加的变电站，造成部分线路因供电范围的更改而开断，造成实际名称和路径发生改变。有时由于故障引起的电缆开断，造成中间接头的增加，位置的改变等。部分用户在没有和供电局沟通的情况下，偷偷在电缆沟道内敷设自己的电缆，种种实际情况的变动，引起现场的电缆敷设情况很多是和竣工图纸上反映的情况是不相符合的。为此，必须对实际现场电缆的敷设情况数据核对和补充，把实际运行的电缆数据进行现场的采集。

为了采集数据的完整性，必须制定详细的采集计划，对各项工作进行缜密安排。

首先是对电缆管沟资源数据的采集。由于城市地下资源的拥挤，各种地下管线、管沟资源分布复杂多变，又相互交叉。我们采用专业的测绘技术，测绘规范拥有的精度可以达到3 cm，现在我国所有的房屋、桥梁及道路等的建设，定位全部是采用测绘手段。对管沟的测绘，采用带型测量，以管沟为中心，两侧各测量30~50 m的范围，采用1:500的比例尺，在图纸上可以清晰地看到管沟的尺寸，所处的相对位置，井盖的位置及大小等数据。电缆井是电力施工和电缆维护的重要资源，因此对电缆井的数据测量要尽量完整，包括电缆的长度、宽度及深度，电缆井盖的类型，如圆形、方型盖板。圆形井盖的直径、厚度及材质；方型盖板的长度、宽度、厚度及材质。对于沟道，需要测量电缆沟道在电缆井各个立面所处的位置，深度，测量沟道的剖面尺寸（宽度和深度），沟道顶部与地面的距离，沟道尺寸变换的位置。对于排管，需要测量排管在电缆井各个立面所处的位置、深度，排管的排列方式，数量，排管孔径的大小、材质，排管顶部与地

面的距离。对电缆井的编号是以路名加编号的形式，编号将按顺序从小到大方式，南北向从南到北以从小到大编号，东西向从东到西以从小到大编号，如：南七马路#1、南七马路#2、南七马路#3……。对于路的两侧都有电缆井，将在路名后先加一个东、南、西、北四个方位中的一个，然后按顺序从小到大方式编号，南北向从南到北以从小到大编号，东西向从东到西以从小到大编号，如：五一（东）1#、五一（东）2#、五一（东）3#、……。测绘技术不仅有对平面测量有很好的精度，知道平面所处的经纬度和相对位置，它还有立体的参数-高程。现在城市建设非常迅速，特别是马路的改造建设和城市绿化建设，经常把电缆井掩埋。采用测绘技术，每一个电缆井都有一个高程，即使被掩埋了，不仅知道电缆井的具体位置，还知道实际被掩埋了多深。

其次是对电缆设备数据的采集，包括变电站、开闭所、环网柜、分支箱、用户变及电杆等的定位，对设备的尺寸规格也进行测量。采集设备的主要参数，包括线路图，开关的规格，型号，生产厂家，投运日期等。将设备的现场照片拍摄下来（整体照片、铭牌照片和内部开关分布照片），为以后现场的施工提供直接的可视化依据。

第三是对于沟道内有多条电缆，采用电缆的唯一性识别技术，将电缆沟道内的每一条电缆进行准确识别，识别以后挂上标志牌。同时将各条电缆的分布情况在电缆沟剖面图上完整地绘制出来。为以后电缆的施工或则抢修提供直接可视化的沟道剖面的形式，对电缆井的每一个剖面拍摄照片，将照片的剖面图关联在一起使用。

最后是对电缆接头和电缆盘余量的定位和测量。电缆的故障，在本体上的相对较少，80%以上的故障多发生在接头位置。分析原因主要是当初接头施工工艺的落后和接头时间长了老化引起的。因此，对每一根电缆上的所有

接头进行准确定位标注,是及时高效的维护、抢修电缆的保证。电缆盘余量的定位和测量,也是为精确定位故障点提供直接依据,为电缆做接头时从哪里拉取余量提供依据。

将和电缆有关的所有基础数据全部采集来后,我们必须建立一个地下电缆GIS地理信息管理系统,动态即使地将运行电缆的各种数据录入到GIS管理系统。在GIS系统内,电缆管理、设备管理和管沟的管理要相对独立地分成几个模块。这样,不管电缆怎么敷设更改,电缆管沟资源是不会变的;管沟资源的增加也不会影响电缆的管理;而设备的更改也不会影响电缆和管沟。

2 地下电缆运行维护的规范化

现在对架空线路的运行维护基本已经规范,但是对于城市的命脉—电缆的日常运行维护还处于手工阶段。主要原因是电缆基础数据缺失不完整所造成。有了地下电缆GIS管理系统以后,对于电缆的基础数据就和架空线路一样了,对其实行规范化管理也有了直接的依据。

首先对电缆的运行实行定期巡检制度,根据用户等级的不同,设定不同的巡检周期,主要对电缆的终端头和电缆接头进行测温、表面验电等检查。为了使旬检工作落到实处,对每一个巡检小组配备带GPS定位功能的PDA手持终端机。这样,在实际现场巡检过程中,可以将巡检人员的巡查时间活动巡查轨迹记录下来,特别是对电缆接头的巡检,在具体位置停留了多少时间,是否打开电缆井盖(和后面电缆井盖的动态管理相结合)等。根据GPS卫星定位,将实际所处位置电缆井内的照片和电缆分布数据通过联通或移动的3G无线通信技术,实时传输到PDA终端机,核对现场的数据和GIS数据库内的资料是否一致。

其次是数据及时更新制度。对电缆进行更名、开断,增加新电缆,更换电缆时,在现场

施工的工作票上增加一条,勾票的最后一步是在GIS中数据的更新,只有完成GIS中的数据更新后,才能完成工作票的最后一步勾票任务,保证现场数据和GIS数据的一致性。

3 地下电缆故障预警系统

按照上面“电缆运行维护的规范化”的方式,定期巡检毕竟只是一种离散的检查,只有在线的实时监测才是确保电缆可靠运行的保证。电缆故障的大多数原因是绝缘老化,或则接触电阻变大,首先是电缆发热,发热进一步引起绝缘降低和电阻加大,恶性循环,最后导致电缆击穿甚至爆炸。所以只要对运行电缆的发热情况进行动态监测,当温度超过某个设定值时就发出报警信号,及时到现场进行抢修处理,消除故障于萌芽状态。考察国内外几种温度测量手段,红外测温,主要适合人工手持巡查,对于敷设于地下的电缆,显然不适合,另外采用在电缆表面敷设热电偶测温,由于热电偶对环境要求较高,传输距离也比较短,对于这么大面积、大范围的测温,实际操作也很困难。因此,采用发展时间虽然不是很长,但已经比较成熟的光纤测温技术—基于拉曼散射的分布式光纤测温。由于采用的光纤,所有就没有长度的限制,也不会受到干扰因素的影响,只要将光纤敷设在电缆沟道内,当某根电缆的某个位置发热后,设置在一边的光纤就能将该异常温度测量出来,并实时将异常温度值和位置点发送到报警中心。

4 地下电缆防盗系统

电缆的主要材料的紫铜,即使是按照废品出售,其价格也达到几十元一公斤,社会上的很多不法分子一直将贼手伸向电缆的偷盗。每年因为偷盗而给电力部门造成的损失少则几百万,都则上千万,不仅仅在经济上造成了直接和间接的损失,还给社会影响造成很多不良

影响,给用户带来大面积停电,造成停工停产等。

若对每一根电缆进行实时监控,在电缆内部没有被破坏时就发出的报警,不仅给盗贼以威慑作用,做到防患于未然。同时还可以真正保证我们供电的可靠性,节省大量的抢修物力和财力。

通过在变电站每一根出线电缆上,安装一个信号收发器,在电缆上定时收发信号。在变电站内设置一个电缆防盗报警器,定时发出信号,并及时收回信号,判断电缆的正常运行情况。通过通信接口,将变电站内的每一根电缆运行情况传输到局电缆防盗管理系统。电缆防盗系统根据预先定位的每一根电缆轨迹及位置,将报警电缆的位置在GIS地图上高亮显示,并及时发出报警信号,通知运行110联动抢修人员及时赶到现场。

5 新电缆管沟的规划

考虑以前电缆沟道设计时,对于以后余量考虑不足,导致现在很多电缆沟太小,里面已经放满了电缆。几十年来,更新了许多电缆,由于电缆之间的相互压叠,造成废旧电缆很难抽出,有的地方的废旧电缆甚至已经占用的仅1/3沟道资源。再加上电缆故障引起的增设的电缆接头,其他系统管道共沟敷设,有的还和污水沟道相通,使现在的沟道内混乱不堪,无从下手。

随着经济的发展,新电缆还要不断增加,考虑到长远因素,采用适合城市使用的排管敷设,和城市规划部门商量一致后,在道路的合适位置重新敷设一批排管,根据道路周遍企业或用户对电力的需求,设定充足的余量。以后新增加的电缆全部走新敷设的排管。老电缆沟道内的电缆从排管敷设以后直减不增。若更新电缆,全部走排管。这样不仅保证了现有管沟内电缆的可持续性运行,也符合发展的思路,老旧管沟可以相互更替、备份。

6 结束语

本文以地下电缆的GIS平台为基础,将电缆的分布轨迹路径等基础数据先进行采集,然后在此基础上对电缆的动态全面管理作出论证,并对每一种技术作出定义性的选择,最后达到全面的科学管理电缆运行。

参考文献

- [1] 田应中,张正禄,杨旭.地下管线网探测与信息管
理.北京:测绘出版社,1997.
- [2] 李学军.城市地下管线探测与管理技术的发展
及应用.城市勘测,2010(8).
- [3] 李学军.论专业管线运行监管信息化建设[J].
城市勘测,2007(4).
- [4] 林广元,夏蕾哲,吴成勇.关于城市地下管线
探测与信息化工作的探讨[J]:城建档
案,2004,22(6):8-10.

(收稿日期:2015-5-21) EA

作者简介

雷振江(1976-),男,本科,高级工程师,从事企业
信息化规划、建设及应用的管理工作。

苏坤,男,本科,助理工程师,从事电力企业信息化建
设管理及应用的管理工作。