

基于 GIS 的反窃电管理系统研究与实现

苑振宇^{1,2}, 张明明³, 王结臣^{1,2}

(1.江苏省地理信息技术重点实验室, 江苏 南京 210093;

2.南京大学 地理信息科学系, 江苏 南京 210093;

3.合肥工业大学 地理信息科学系, 安徽 合肥 230009)

摘要: 传统反窃电技术的反窃电管理效率不高。GIS 具有高效管理海量空间数据的能力, 与电力系统结合形成的电力地理信息系统, 大大提高了电力设施的生产效率、管理质量和科学决策水平。将 GIS 运用到反窃电领域, 将电力设备标示在地理底图上, 结合传统反窃电技术在硬件上各类传感器的使用, 实现对电力设备的动态监测和高效管理, 提升反窃电技术的管理效率, 减少电力企业由窃电带来的损失。

关键词: GIS; 窃电; 反窃电; 动态监测; 信息管理

中图分类号: P208

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)02-0060-03

The research and implement on electricity anti-theft management system based on GIS

Yuan Zhenyu^{1,2}, Zhang Mingming³, Wang Jiechen^{1,2}

(1.Jiangsu Provincial Key Laboratory of Geographic Information Science and Technology, Nanjing 210093, China;

2.Department of Geographic Information Science, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

3.Department of Geographic Information Science, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: The management efficiency of traditional electricity anti-theft methods is relatively low. GIS has the capability to manage mass spatial data efficiently and if combined with power system to form the Electric power GIS (EGIS), it will greatly improve the production efficiency, management quality and scientific decision-making ability of power facilities. This paper applies GIS to electricity anti-theft and depicts the electricity equipment on the geographical base map, as well as uses the sensors on electricity equipment to implement dynamic monitoring and efficient management on electricity equipment and enhance the efficiency of electricity anti-theft, finally, retrieve the loss of electricity theft for power companies.

Key words: GIS; electricity theft; electricity anti-theft; dynamic monitorin; information management

电力工业为工业和国民经济其他部门提供基本动力, 是国民经济发展的先行部门, 是国民经济的第一基础产业, 也是世界各国经济发展战略中的优先发展重点。在电力系统中, 窃电问题长期以来一直困扰着供电部门。窃电现象不仅损害了电力公司的利益, 导致大量国有资产流失, 而且严重威胁着电网的安全运行。电力部门根据多年的经验, 针对不同的窃电手段形成了一套自己的防范措施, 但大都是硬件上的措施, 没有很好的软件系统的支持, 管理效率较低; 同时由于窃电手段层出不穷, 给反窃电工作带来很大难度。地理信息管理系

统 GIS (Geographical Information System) 是由计算机硬件、软件及不同的方法组成的系统, 用来支持空间数据的采集、管理、处理、分析、建模和显示, 以便解决复杂的规划和管理问题^[1]。近年来, GIS 蓬勃发展, 在各行各业都得到了很好的应用。在电力行业, GIS 也已经形成一套完整的解决方案, 得到了广泛的应用。本文对智能电网中反窃电技术进行研究, 在传统的反窃电技术的基础上将 GIS 引入到反窃电领域, 旨在提升反窃电技术中数据管理的效率问题, 更好地为电力企业服务, 避免窃电带来的损失。

技术与方法 Technique and Method

1 窃电与反窃电

1.1 窃电现象及其危害

电能是国家的重要能源,属于国家财产。窃电是为偷越电能计量装置用电而采取有意措施使电能计量结果产生偏差的一种不法用电行为。窃电的方式多种多样,主要包括以下几种^[2]:改动短路计量装置的电流线圈,也称欠流法窃电;断开电压联片或在电压线圈上串联分压电阻,也称欠压法窃电;调接零火线窃电;断零窃电;绕越计量装置窃电。当前,窃电方式也已发展到运用现代化高科技的智能型窃电方式,即引入高科技手段,利用电能表的物理原理,通过改变电流、电压、相位和安装接线等4个方面的参数,从而达到窃电的目的。这些窃电行为和手段都非常隐蔽,一般难以发现。

窃电对社会危害性极大,损害了供电企业的合法权利,导致国有资产大量流失。其危害主要表现在:(1)使国家财产蒙受巨大损失。据统计,2008、2009两年武汉市被窃电量达3.8亿千瓦时,直接经济损失2.2亿余元。(2)窃电行为危害人民群众人身安全和电网安全。窃电行为危害巨大,轻则使低压电气设施受损,造成局部供电中断;重则导致技术性电网事故,如果发生连锁反应,还可能致大面积停电的严重后果。(3)窃电分子践踏社会道德和诚信原则,破坏了市场经济的公平竞争原则,践踏了公平、公正和道义^[3]。

1.2 传统反窃电技术及存在的问题

在发达国家,电力应用较早,电网建设也较为完善,但是依然存在着窃电现象。其减少窃电的方式主要有3种:技术手段、管理手段和企业改制^[4-5]。国内的供电部门采取的反窃电措施包括两个方面:一是制度层面上,通过立法制裁窃电,宣传窃电危害,建立健全反窃电管理制度等手段;另外就是技术层面上,包括对现有电能计量装置存在的容易窃电的缺陷进行结构性改造,采用具有反窃电功能的计量装置,改造计量回路,改变计量方式;利用高科技手段,开发并充分应用负荷控制系统的电量分析监控功能,实现对大宗用户电量的即时遥控和遥测;在条件成熟的地方试行电力线远程集抄方式,使供电企业在线损分析、电量远方实时监控方面发挥更佳的效果^[6-7]。

综合国内外反窃电技术的研究现状,虽然供电部门根据多年的经验和研究,在反窃电技术方面取得了一定的进展,但反窃电技术的管理效率还比较低。当前电力企业在反窃电技术上,大都使用经过改进的智能电表来防止窃电。智能电表一般具有自动抄表、自动收费等功能,兼有反窃电的功能,当用户存在窃电嫌疑时,电表可以利用移动通信网络对计量回路的各种故障(如失压、欠压、电流开路和短路、相序错误、接线错误等)直接报警,又能随时和定时采集用户用电负荷情况,对用户的用电情况进行实时监测。但是,由于电力系统每天要产

生大量的数据,导致目前的管理系统效率较低,同时无法准确地定位表箱的位置,不能及时地处理存在的窃电嫌疑,使得智能电表的作用大为降低。

2 基于GIS的反窃电管理系统的设计思路

电力系统正向高度信息化、自动化的方向发展,电网规模的日益扩大,使其需要管理庞大的电力设备设施数据、用户数据、规划数据等。而科学的决策在某种程度上依赖于决策者所掌握的信息量的大小。GIS作为一个高效管理空间信息的工具,可以最大限度地将其系统中的相关信息集成起来,从而为电力系统决策人员提供一个多元化的决策依据^[8]。因此,将GIS应用于电力系统是电力企业信息管理发展的必然趋势。而对于反窃电技术而言,通过GIS可以更加高效地管理电力设施的实时信息,及时处理各类窃电异常,从而有效地遏制窃电现象的发生。

反窃电技术的关键是实现了对电力设备的实时监控,为了实现这一目标,需要依赖监视控制系统SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)。SCADA系统是以计算机为基础的生产过程控制与调度自动化系统网。它可以对现场的运行设备进行监视和控制,以实现数据采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能^[9]。由于窃电的手段主要是在电表箱处做手脚,因此系统在电表及电表箱处安装了数个传感器,用来实时监控电表的电压、电流等各类运行参数以及电表箱的开闭状态等。

本系统是一个实时运行系统,其稳定性和可靠性与监控系统的实时性密切相关。如果要在GIS上显示实时信息,就必须结合SCADA系统。在反窃电设备管理系统中,为了有效地管理、调度维护和抢修,管理员对地理信息的依赖程度非常大,把GIS提供的准确的、最新的设备信息和空间信息与SCADA系统提供的实时运行状态信息有机地结合起来,可以有效地改进电力分配紧急情况下的调度以及日常维护与抢修任务。SCADA系统利用收集配电网实时运行数据,包括电压、电流、功率、温度及开关状态等,将它们传递给GIS,使GIS具有实时性。另一方面,SCADA系统以这些地理图形为背景与SCADA接收的实时信息相结合,可反映表箱设备当前的运行状况,管理员可以利用这些信息准确及时地发布控制命令,有效地防止窃电的发生。图1所示为GIS与SCADA系统的集成结构示意图。

系统提供了一种将电力设施进行可视化处理、分析和管理其空间信息和属性信息以及由传感器传回的实时信息的技术手段。表箱以点符号的形式显示在地理底图上,运用GIS管理空间数据及其属性数据的能力,提供添加、删除、更新等编辑功能,实现对表箱的高效便捷的管理;并通过接收传感器传回的实时数据,动态监测表箱的实时状态,一旦发生异常,系统会及时地处理,并

技术与方法 Technique and Method

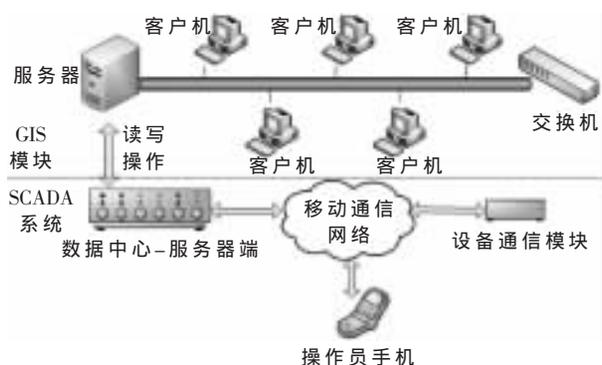


图1 GIS与SCADA系统的集成

以不同符号高亮显示报警级别；系统还通过对历史数据的统计分析，判别可能发生窃电的单位以及发生窃电嫌疑的大小。通过以上功能，系统配合传感器等硬件设施，形成一套有效防治窃电的机制。

3 系统实现

针对供电局的具体情况，系统硬件网络结构采用C/S结构，这种结构最重要的特点在于发挥服务器容量大、速度快等特点，减少客户端的工作量，减少网络通信信道上的信息流量。C/S结构实际上是把客户端的任务通过网络交给专用服务器处理，处理完成后，通过通信信道把数据回传给用户。系统采用Microsoft .Net平台C#语言开发，数据库选用SQL Server 2000，GIS平台选用MapInfo的MapX 5.0。系统主要分为如下4个模块：

(1)系统模块：①登录设置，包括管理员登录和注销以及修改密码的功能；②监控设置，对数据库中的信息进行实时更新，并在地图上显示各个电表箱所处的状态；③编辑控制，对设备编辑功能的控制，包括开始编辑、结束编辑、保存编辑等功能。

(2)管理模块：①设备管理，对表箱设备进行添加、删除、编辑属性等操作；②人员管理，对操作员进行添加、删除、更新等操作；③任务管理，对电力系统日常业务的管理，包括处理异常、分配人员、任务对调、任务互查等。

(3)查询模块：根据用户给出的查询条件或操作，查询和显示相应的信息。①空间查询，包括点选查询、矩形框选查询、多边形查询；②人员查询，根据人员姓名、人员手机、设备编号等条件，查询人员的详细信息；③设备查询，根据设备编号、责任人姓名、手机、设备状态、所在区域等条件，查询设备的详细信息；④组合查询，通过选择多个不同的条件进行查询。

(4)分析模块：包括对用户的电量分析和趋势分析。电量统计是对用户的用电量进行统计，最后以表格的形式显示在地图下方的属性表中。趋势分析是对用户以月为单位进行统计，分析其一年内的用电走势，并通过走势判断其是否存在窃电的可能性。当用户在某一月份用电量出现大幅下降或较大波动时，其原因可能有多种，

窃电也是其中之一，管理员可以进一步查看其设备的异常信息情况，必要时可以对该用户进行突击检查，以确定其是否存在窃电行为。

此外，系统提供了地图操作的工具，实现基本的GIS地图操作功能，方便操作人员浏览地图信息，主要包括基本的放大、缩小、平移、全图、鹰眼等功能。图2为系统实现的界面。



图2 反窃电管理系统的实现效果

电力系统的规模日益增大，管理复杂度也日渐增大，这同时也加大了反窃电工作的难度。随着计算机技术的不断发展和广泛应用，在电力设施管理系统中引入地理信息系统技术，建设以GIS为平台的电力设施管理系统已经成为电力行业的一种发展趋势。本文针对传统反窃电技术的不足，将GIS引入反窃电领域，实现一种基于GIS的电力设施管理系统。该系统的建设和发展能进一步提高电力设备的管理水平，利用GIS技术对空间数据管理所具有的优势，配合各类硬件传感器的使用，实现了对电力设备的实时监测和高效管理，大大提高了反窃电技术的管理效率。

参考文献

- [1] 黄杏元,马劲松.地理信息系统概论(第3版)[M].北京:高等教育出版社,2008:4-5.
- [2] 薛伟.窃电现象特点和反窃电措施分析[J].中国新技术新产品,2010(16):109.
- [3] 刘军.窃电与反窃电浅析[J].人力资源管理(学术版),2010(4):26-28.
- [4] SMITH T B.Electricity theft: a comparative analysis[J].Energy Policy,2004(32):2067-2076.
- [5] Soma Shekara Sreenadh Reddy Depuru, Wang Lingfeng, DEVABHAKTUNI V.Electricity theft: overview, issues, prevention and a smart meter based approach to control theft[J].Energy Poliry,2011(39):1007-1015.
- [6] 冯晓琴.窃电分析及防窃电技术措施[J].四川电力技术,2005,28(5):24-25.
- [7] 史立明,刘东旗.当前窃电现象的分析及反窃电对策[J].

技术与方法 Technique and Method

科技资讯, 2009(31): 98.

[8] 倪建立. 电力地理信息系统及其发展[J]. 电力设备, 2004, 5(7): 85-88.

[9] 黄志龙, 邱家驹. 配网 SCADA 和 GIS 功能的集成[J]. 电力系统及其自动化学报, 2000, 12(4): 36-41.

(收稿日期: 2012-09-26)

作者简介:

苑振宇, 男, 1987 年生, 硕士研究生, 主要研究方向: GIS 研究、设计、开发与应用。

张明明, 女, 1981 年生, 博士研究生, 讲师, 主要研究方向: GIS 应用及开发, 三维 GIS, 三维地质体建模及应用。

王结臣, 男, 1973 年生, 博士, 教授, 主要研究方向: GIS 理论与应用。

