

新型智能化输电线路巡检系统的研发*

况 军, 李志咏

(重庆市电力公司, 重庆 400014)

摘要:输电线路是电力系统的重要组成部分,输电线路巡检管理则是有效保证输电线路及其设备安全的一项重要基础性工作。详细介绍了一种以地理信息系统 GIS 为整体平台,以全球定位系统 GPS 为地理定位的技术手段,将掌上电脑、GPS 信号接收器、后台管理机,计算机和网络通信技术融为一体的智能化输电线路巡检系统。该系统在实现原理、可靠性、实用性和扩展性等方面有明显优势,实际应用表明该系统能有效满足巡检工作快速、高效和实时的要求。

关键词:地理信息系统(GIS);全球定位系统(GPS);输电线路巡检

中图分类号: TM755 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-7329(2006)01-0139-04

Development of a Novel Intellectual Transmission Line Inspection System

KUANG Jun, LI Zhi - yong

(Chongqing Electric Power Company, Yuzhong District, Chongqing 400014, P. R. China)

Abstract: The power transmission line is one of the important parts of electrical power system, the management and inspection of the transmission lines have been significant routine job ensuring the reliability of the transmission system. This paper describes in detail the basic principle of the intellectual transmission line inspection system using Geographic Information System (GIS) and Global Position System (GPS) technology. This novel inspection system is composed of pocket PC, GPS receiver and management PC, and takes full advantage of modern computer and network communication technique. Owing to the advantages of high reliability, practicability and scalability, the practical application of this intellectual inspection system shows that it completely meets the requirements for fast speed, high efficiency and real-time performance.

Keywords: Geographic Information System; Global Position System; transmission line inspection

输电线路是电力系统的重要组成部分,由于长期暴露在自然环境中,不仅要承受正常机械载荷和电力负荷,还要经受污秽、雷击、强风、洪水、滑坡、沉陷、地震和鸟害等外界因素的危害。这些因素会使线路上各元件逐渐老化、疲劳,如不及时发现和消除这些潜在隐患,则可能由量变发展到质变,并最终发展成各种严重故障,对电力系统的安全运行构成严重威胁^[1]。

线路巡检管理是有效保证输电线路及其设备安全的一项基础工作。通过巡视检查能掌握线路运行状况及周围环境的变化,及时发现设备缺陷和危及线路安全的隐患,提出具体检修意见,以便及时消除缺陷、预防事故发生或将事故限制在最小范围内,从而保证输电线路安全和稳定运行^[2]。

传统输电线路巡检普遍采用巡检人员现场手工纸质记录线路缺陷,然后再人工进行统计,该工作方式存在以下明显缺点:

1) 对现场巡检人员缺乏科学的监督和考查手段。巡检人员是否到了每基杆塔以及是否对应检设备进行认真查看,管理人员无法考查,因此存在巡检人员责任心不高造成输电线路杆塔等设备的漏检情况,故很难确保巡检质量。

2) 人员素质是影响巡检质量的重要因素。巡检人员各自知识、经验的积累参差不齐,每个人对应检设备、应检项目的理解各不相同,因此检查质量和现场检查记录也就可能大相径庭。

3) 巡检资料以纸质方式保存,存在统计和查询困

* 收稿日期:2005-09-18

作者简介:况 军(1970-),男,重庆人,工程师,主要从事输电线路计划检修研究。

难。每次巡检后都会产生大量的巡检记录,要对这些记录的数据进行收集、汇总、分析和统计,工作量相当大,并且纸质资料存在长期保存比较困难和容易遗失的缺点。

4) 运行管理人员仅靠检查巡检记录,很难对巡检人员的工作质量和数量做出准确、定性的评价。

5) 输配电杆塔资料手工管理,差错缺漏时常发生。手工查询资料不方便,统计报表费工费时。

由于传统输电线路巡检方式存在人为因素多、管理成本高、无法监督巡检人员工作状态等缺点,因此为了提高输电线路巡检工作的科学管理水平,有效监督巡检人员的工作,杜绝巡视不到位情况的发生,并对巡检数据进行集中数字化统一管理和统计分析,实现巡检工作的电子化、信息化和智能化,开发一种高效、实时的智能化巡检系统具有重要现实意义。

从电网信息管理的一体化趋势要求来看,以地理信息系统 GIS 为整体平台,以设备地理空间的唯一性作为关键索引进行电网多种管理信息系统的集成是电网管理信息系统建设的发展趋势,而基于全球卫星定位技术 GPS 的巡检管理系统则为输电线路运行管理引入了一个全新的概念。鉴于此,我们开发了整合 GIS 和 GPS 技术的智能化输电线路巡检系统,该系统的研制成功为输电线路的科学管理提供了强大的技术支撑,下面详细介绍该系统的基本原理。

1 地理信息系统(GIS)作为开发平台的选择依据

地理信息系统 GIS(Geographic Information System, GIS)是将计算机图形和数据库结合在一起能够存储和处理空间信息的技术。GIS 在计算机硬、软件的支持下,成为实现地理空间数据的输入、存储、管理、检索、处理和综合分析的技术系统。它是计算机技术与地理学相结合的产物,经过近 30 年的发展,目前已经从实现信息存储、数据库建立、查询检索、统计分析和自动制图等基本功能转向建立多功能、多目标、多层次的专业化分析评价模型。我国从 20 世纪 80 年代开始引进 GIS 技术,经过多年的消化与吸收,现已逐渐从科研机构的实验室转向实际应用。

GIS 利用计算机建立空间地理数据库,将地理环境的各种因素,包括它们的地理空间分布状况和所具有的属性数据进行数字存储。它可以很好地将数据库中的信息进行直观的可视化分析,能够综合分析并检索空间定位数据,利用数据库技术把空间数据(如杆塔等设备)与属性数据(如设备状态)一一对应联系起来,用可视方式形象、直观地进行查询、统计、分析、输

出,使用户直接在地理背景上完成各种管理工作。因此,对现有的输电线路设施、空间的地理位置以及线路巡检信息形成 GIS 信息库,利用 GIS 的空间数据分析功能和可视化表达进行输电线路巡检的各种辅助决策非常必要。

传统电网管理涉及各个系统,例如 SCADA 系统以及雷电定位监测系统等,通常都注重各自权限范围内的管理,与其他各电网管理系统之间难以找到一条有效途径进行有机结合,数据实时性、唯一性、共享性、联系性差,给电力企业的设备统一性、实时性和准确性管理带来非常大的技术挑战。这种技术上的难度带来了管理上的相互闭塞,重复性的劳动多,部门之间协调性差。而 GIS 技术则为解决这个问题提供了良好的解决方案,那就是利用电力设备地理空间的唯一性作为关键索引,把各个系统联系起来,对电网的各属性数据和空间数据进行应用,并利用其强大的空间分析能力对设备之间的逻辑关系进行分析,对整个电网系统进行统一建模和管理。GIS 与雷电定位监测系统等电网管理系统的集成,使整个电网依托于电子地图形成一个高效、动态、实时的系统。目前 GIS 技术在电网管理中应用越来越广泛,在配电管理和输电管理中都有较为成熟的应用,但以 GIS 为统一平台把电网高级应用系统集成在一起的数字电网系统还没有。而从电网的一体化管理发展的要求来看,以 GIS 为整体平台,以设备的地理空间的唯一性作为关键索引进行电网的多管理系统集成是电网管理系统建设的发展趋势。该系统提供的电网基础参数和地理信息可直接应用于经济调度管理、运行、保护、输电管理、雷电定位系统等方面,为电网运行的经济、可靠、安全服务,提高电网管理水平,为保证电网实时安全管理有重要意义。

重庆电力公司在近几年完成了雷电定位监测系统的投运、污区电子地图的研制,各种在线监测系统研究成果也开始应用,以上各个子系统在自身的体系中都发挥了重要作用,但相对独立,给管理带来了不便,同时增加了相关硬件的重复投入。将各个投运的或者在建的子系统联网集中处理、资源共享、实现输电线路运行管理平台化和可视化是一个必然的需求,也是一个重要的研究课题。因此,在开发输电线路巡检系统时选择了 GIS 作为连接各个子系统的统一技术平台。

2 全球定位系统(GPS)技术在智能化输电线路巡检系统中的应用

全球定位系统(Global Position System, GPS)是美国建成的具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。GPS 由 24

颗 GPS 卫星、地面控制站和 GPS 卫星信号接收器组成,对于陆地、海洋和空中的广大用户,只要拥有能够接收、跟踪、变换和测量 GPS 信号的设备(即 GPS 卫星信号接收器),就可在任何时候解释出 GPS 卫星发送的导航电文,实时计算出用户点的三维位置、三维速度和时间信息^[3-4]。

利用 GPS 卫星的空间定位功能实现高压输电线路的巡检管理,可以科学有效地解决高压输电线路缺陷的管理和巡线工作质量的监督^[5]。基于 GPS 的输电线路巡检系统与 GIS 系统的信息交互可采用共享数据库的接口方式,巡检系统获取 GIS 服务器地理信息(例如杆塔地理位置),GIS 服务器获取 GPS 巡检系统的运行信息(例如设备缺陷信息)。用户在 GIS 系统上输入基本数据,通过接口传送到巡检系统中,同时巡检系统上采集的信息也可以通过接口传送到 GIS 系统。基于 GPS 的输电线路巡检系统融入 GIS 系统可以使两个系统的数据得到了充分的共享。对提高高压输电线路安全运行水平是较好的技术支持手段。

基于 GPS 的输电线路智能巡检系统由智能巡检手持机(由 GPS 接收器和掌上电脑构成)和线路巡检管理主机组成,整个系统的构成见图 1。智能巡检手持机的终端管理软件通过通讯接口从管理主机接收本次巡视任务;然后,巡检人员在到达巡检地点后,使用智能巡检手持机的 GPS 接收器接受 GPS 卫星信号,并把接收到的 GPS 信号和本次巡视任务中巡视点的经纬度坐标进行比较,查询比较之后,显示出对应巡视点的详细巡检内容及相应的下一步操作。若该巡视点存在缺陷,可以从 GPS 手持终端管理软件的缺陷库中选择相应缺陷并进行记录,一次巡检结束后,再将这些数据通过非实时通讯方式(RS-232 或 USB 通信电缆连接)一次上传到管理主机。

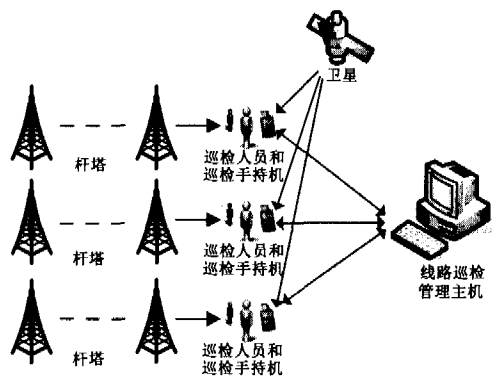


图1 智能化线路巡检系统图

掌上电脑和 GPS 接收器的组合可以完满地达到方便快捷、数据精确的要求。这是由于使用了 GPS 接收器的定位能避免巡检人员责任心不强造成的巡检不

到位、漏检等现象,而掌上电脑又可以方便地记录输电线路各巡视点的情况。

在线路巡检中使用 GPS,关键是要在指定地点将 GPS 传回的卫星数据记录下来。若当前没有和卫星取得联系,GPS 接收器将给出相应提示,这时巡视人员可暂缓进行巡检操作。

GPS 在输电线路巡检中的使用,使得巡检中不按巡视路线巡检、漏检、巡视不到位、不及时和做虚假巡视记录的现象得以杜绝。巡检人员每次巡检的路线、时间都将准确地通过卫星记录在掌上电脑中,为管理人员者提供了有效的监督依据,进而达到提高工作效率及管理水平的目的。

3 智能化线路巡检系统的功能和特点

自动巡检管理系统的目的在于帮助线路巡检人员摆脱原始的纸质记录方式,降低人为因素带来的漏检或错检,使管理部门有效监督巡检人员工作状态成为可能,其核心功能可概述如下:

1) 无需在杆塔或线路上安装任何信息识别载体,直接利用全球卫星定位系统实现线路巡视自动定位、自动记时,并通过掌上电脑完成缺陷的详细规范化记录,使消缺管理和人员考勤逐步走向电子化、信息化、标准化。

2) 管理机收集手持机中的巡检记录信息,完成巡检数据的存储、查询、分析、汇总和报表输出,实现从缺陷发现到缺陷处理及注销的全过程高效监管。

3) 缺陷库编制采用开放的分级代码管理模式,将各种缺陷进行分级分类并赋予唯一的代码编号,整个巡检管理系统内部只识别缺陷代码,而缺陷的名称和描述可以任意更改或定制,为用户的运行和维护提供了极大灵活性。

4) 手持机可接入供电企业内部网络,实现巡检数据的远程传输,供电企业领导可以通过 MIS 对线路巡检管理进行在线查询,最大限度地提高企业运行效率。

该系统有以下独特的特点:

1) 免施工、免维护:无需安装任何信息识别载体,直接利用全球卫星定位系统实现线路巡检自动定位、自动记时;

2) 减少巡检缺勤率,减少录入工作量,减少系统总成本:通过掌上电脑完成缺陷的详细规范化记录,使消缺管理和考勤管理逐步走向电子化、信息化、标准化;管理机收集手持机中的巡检记录信息,完成巡检数据的存储、查询、分析、汇总和报表输出,巡检管理工作一目了然;可以有效考察巡视人员的工作情况,避免巡检人员巡视不到位的情况;

3) 增加消缺的及时性和准确性:实现从缺陷发现到处理及注销的全程高效监管,最大限度减少漏检、错检的发生次数。

随着电网的日益扩大,传统线路巡检模式所引发的电网安全隐患已日渐突出,同时也无法适应线路管理信息化的发展要求。为此,我们采用 Visual C++ 开发工具和 SQL Server 数据库开发了智能化巡检管理系统。使用该系统可以实现任何时间、任何地点的现场业务管理,巡检人员能够在第一时间内收集和处理数据,管理人员能够在第一时间里掌握业务运行状况,巡线业务处理不再受时间和地点的限制,不但可以提高工作效率,而且对于保障电力的安全运行和减少人为差错起到了积极的作用。该系统的推广和应用,必将有利于提高线路运行的安全性、可靠性和稳定性,有利于提高供电企业的管理水平和企业形象,确保电力线路长期高效稳定运行。

4 结语

以 GIS 作为可视化平台进行电网高级应用功能集成的开发,对于解决目前信息系统面临的“信息孤岛”,解决多系统间数据共享提供了一个有意义的参考模式,同时对于以 GIS 为基础平台做企业应用的载体平台提供了一个有意义的尝试。我们依此思路利用电力设备以地理空间的唯一性作为关键索引,以 GIS 为基础平台在多系统接口和整合方面可以进行进一步

的工作,尝试将重庆电力公司近几年完成的雷电定位监测系统、污区电子地图和各种在线监测系统逐步在 GIS 平台上以集中体系进行建设,形成一个依托于电子地图的高效、动态、实时、互动性强和数据统一的数字电网,逐步解决“信息孤岛”问题,达到企业信息一体化建设的目的,带来企业整体效率的全面提升。

随着 GPS 技术在导航定位、授时校频、高精度测量方面的开发、推广和应用,必将不断推动电力系统中自动化技术的发展,极大提高整个电力系统的工作效率。基于 GPS 的输电线路智能巡检系统将使输电线路巡检工作向标准化、规范化、智能化靠拢,减轻巡视人员和管理人员的工作量,进一步提高输电线路的生产管理水平,具有良好的市场发展前景。

参考文献:

- [1] 舒勇. GPS 在输电线路巡检中的应用[J]. 云南电力技术, 2003, 31(4): 50-51.
- [2] 张海军, 赵雪松. 基于 GPS 的输电线路巡检管理系统的设计与实现[J]. 电网技术, 2005, 29(7): 78-81.
- [3] 郑三立, 张锦孚, 周仲晖. 基于 GPS 和单片机的智能线路巡检管理系统[J]. 电工技术杂志, 2004(9): 54-57.
- [4] 郑三立, 李正强, 赵伟. 基于 GPS 和网络技术的线路智能巡检管理系统[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(5): 90-92.
- [5] 申晓留, 周长玉, 雷琼. 全球定位系统(GPS)在电力系统中的应用[J]. 现代电力, 2003, 20(6): 74-78.

“2006 年中国交通土建工程学术交流会”会讯

“2006 年第二届中国交通土建工程学术交流会”经过一年的筹备工作,将于 2006 年 4 月在成都西南交通大学举行。本次交流会在筹备之初面向交通土建工程领域的从业人士进行论文征集,于 2006 年 3 月中旬出版《2006 年中国交通土建工程学术论文集》,预计长达将近 1000 页的论文集分为上、下两册,收录论文 200 余篇,具有极高的学术价值。

目前,组委会正积极组织参会代表来蓉参加会议,已有来自铁道第二勘察设计院、中铁西南科学研究院、成都地铁有限责任公司、中铁二局股份有限公司、中铁八局有限公司等公司代表报名参加此次会议;上届参会单位有广州地铁总公司、中铁隧道股份有限公司、上海浦东新区建设(集团)有限公司、北京城建集团有限责任公司、北京市政工程总公司、中铁大桥勘测设计院、广州地下铁道设计研究院、中铁隧道集团有限公司深圳地铁指挥部等单位的近 200 名代表报名参加此次会议。

为了让各位代表能在“2006 年中国交通土建工程学术暨建设成果交流会”上“满载而归”,组委会向交通土建工程领域的专家、学者们发出了邀请,王梦恕、陈新等院士将出席本次交流会,同时,也特别邀请到中国铁道部副部长,铁道部相关司、局领导,中国铁道学会理事长,成都地铁有限公司计划发展部部长等领导到会。届时,业内专家及相关领导将在会上发言并做专题报告,相信本次交流会将成为近年来我国交通土建领域内少有的高层次会议。

如需参会,请咨询西南交大科技产业集团产业促进中心:028-87634738 87601177

<http://key.swjtu.edu.cn>