

基于 GPS 的输电线路巡检

胡春霞,王素珍,孙成龙

(青岛理工大学 自动化工程学院,山东 青岛 266520)

摘要:在电力系统中,架空高压输电线路是重要组成部分。为了保证输电线路的稳定安全运行、减少巡检员的工作量、同时为管理人员提供有效的监督依据,文中开发了基于 GPS 的输电线路巡检系统,该系统由终端手持机和后台管理系统组成,集卫星定位系统(GPS)、计算机通信技术和手持式处理终端于一体,具有低成本、操作方便、使用时间长等特点。该系统具有安排线路、记录数据、监督工作状态、汇总数据等功能,同时实现了无纸化办公以及巡检标准的规范化。

关键词:输电线路巡检;卫星定位系统;智能化管理

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)06-0175-04

Inspection of Power Transmission Line Based on GPS

HU Chun-xia, WANG Su-zhen, SUN Cheng-long

(College of Automation Engineering, Qingdao University of Technology, Qingdao 266520, China)

Abstract: In the power system, overhead high voltage transmission lines are an important part. In order to ensure a stable and secure operation of transmission lines, reduce the workload of patrol members, and provide effective supervision for managers, discuss the inspection management system based on the global position system (GPS). It is composed of the terminal handheld and the backstage management system, which unifies the function of the global position system, computer network communication technology and portable information processing terminal. The system has the advantages of low cost, convenient operation, long service time and other characteristics. With functions of line arrangements, data recording, supervision of the working state and summary report of data, achieve paperless office and specification of inspection standards.

Key words: inspection of transmission line; GPS; intelligent management

0 引言

定期进行人工线路巡检是保障输电线路安全稳定运行的基本工作^[1]。通过检查输电线路的运行状况,及时发现线路中的缺陷设备和危及线路正常运行的隐患,将缺陷反馈到后台管理系统,提出检修的具体措施并消除缺陷,从而保证输电线路的稳定运行。当前的巡检方式主要有射频识别巡检、基于条形码的巡检、基于机器人的自动化巡检和人工巡检^[2]。上述巡检方式都具有以下缺陷^[3]:

- (1) 巡检方式比较落后,不能及时将缺陷反馈到后台管理系统,且工作效率太低;
- (2) 巡检平台较落后,不能很好地利用当前的技术,开发成本高且不易于维护、不利于推广;
- (3) 巡检工程中有较多的人为因素,不利于管理

人员对巡检员的考核,且不能有效评估巡检效果。

文中研发了基于 GPS 的输电线路巡检管理系统,该系统改变了传统的巡检模式,摆脱了人工巡检的“两表制”,集 GPS、GIS、PDA 于一体,实现了线路巡检的电子化、信息化和规范化。最大限度减少漏检、错检,确保巡检人员从工作计划、安排、执行到验收归档规范化,从而实现输电设备长期高效稳定运行。

1 系统总体架构

系统由终端手持机和后台管理系统两部分组成^[4]。系统的总体架构如图 1 所示。

通过通讯接口,终端手持机从后台管理系统下载本次巡检任务。到达巡检地点以后,巡检员利用 GPS 接收卫星信号,并与本次巡检任务的坐标进行比较,若发现设备缺陷,从 PDA 数据库中选择相应缺陷并生成记录。巡检结束后,将巡检数据通过 GPRS 无线通讯^[5](或者 USB 接口)上传到后台管理系统。WEB 服务器与后台管理系统的数据库进行数据交互,客户端通过 IP 协议来定位 WEB 服务器,最终实现终端手持机与后台管理系统的数据通信。

收稿日期:2011-10-20;修回日期:2012-02-02

基金项目:山东省软科学项目(2009RKB201);山东省教育人文社科项目(J09WH17)

作者简介:胡春霞(1985-),女,硕士,研究方向为控制理论与控制工程。

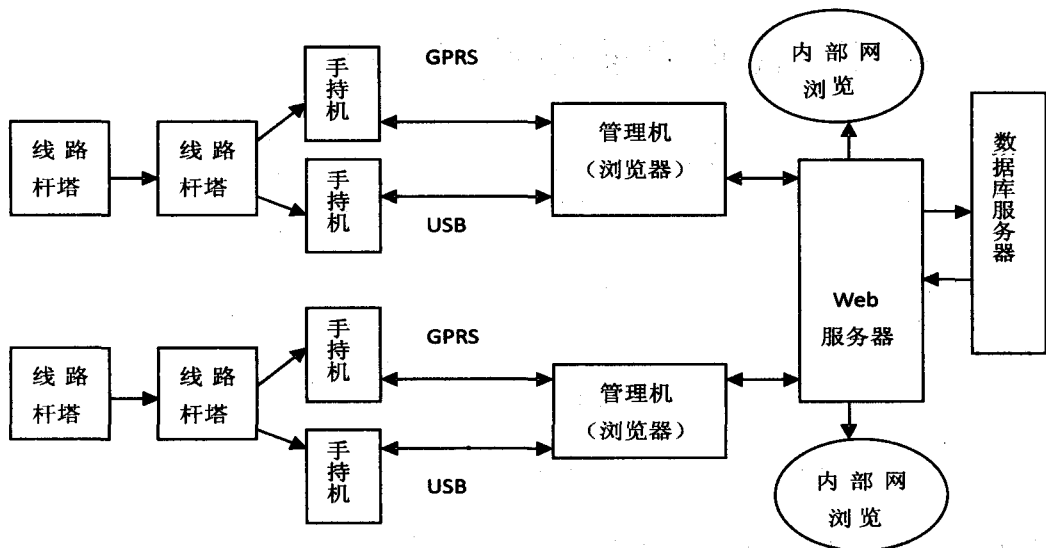


图 1 系统总体架构

2 系统功能

基于 GPS 的输电巡检系统主要包括基准定位和日常巡检两大任务^[6]。

2.1 基准定位

巡检之前,必须先利用 GPS 卫星信号接收器对杆塔进行基准定位。图 2 是基准定位的流程图。

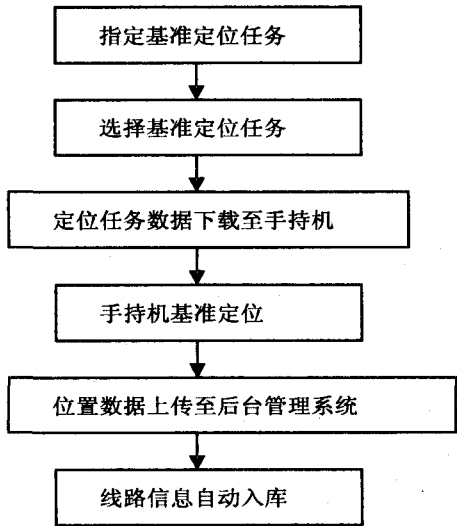


图 2 线路基准定位流程图

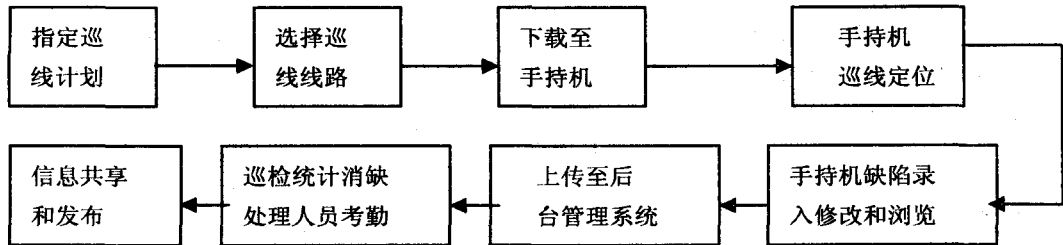


图 3 日常巡检流程

2.2 日常巡检

到达巡检地点后,巡检员利用 GPS 信号接收器获

取当前的经纬度和时间,并与数据库中杆塔的定位进行比较,并在手持机的数据库中存储设备的缺陷记录。然后通过 GPRS 无线通讯,将巡检数据上传到后台管理系统,从而生成巡

视记录和缺陷记录。

图 3 是日常巡检流程。

2.3 手持机功能

手持机主要由 GPS 卫星信号接收器和 PDA 组合而成。图 4 是其功能结构框图,主要功能有:基准定位、巡线操作、数据通信,结合实际应用还可以提供其他辅助功能^[7]。

(1)基准定位:新线路录入杆塔基本信息或系统首次运行。

(2)巡线操作:对杆塔进行巡检,显示当前的地点和时间,将发现的缺陷在缺陷表上标出生成缺陷记录。

(3)数据通信:从后台管理系统下载本次巡检任务,并将巡检数据通过 GPRS 无线通讯(或 USB 数据线)上传到后台管理系统的数据库。

(4)辅助工具:显示电池电量和 GPS 的电量;对已巡检和未巡检杆塔的不同标示;记事簿:记录并存储非巡检缺陷信息等。

2.4 后台管理系统

后台管理系统采用 B/S 的 3 层体系结构,这种方式有利于减少系统维护工作量,巡检管理的规范化,降低系统投资。

后台管理系统用来汇集和处理数据,包括巡视数据查询、数据导入导出、缺陷审批和修复、检查到位情况等功能^[8]。

(1)高级管理:实现系统的基础

配置,包括管理标准代码和标准缺陷;

(2)系统管理:实现系统配置,包括杆塔管理、线

路管理和机构管理;

(3)计划管理:根据设定的巡检时间和工作进度进行巡检;

(4)巡检管理:对线路、杆塔、缺陷记录以及巡检计划进行查询;

(5)缺陷管理:对上传的数据进行操作,实现缺陷登记、数据统计和消缺流程,使整个巡检系统形成一个闭环;

(6)数据通信:手持机从后台管理系统下载巡检和定位任务以及上传数据到后台管理机;

(7)辅助功能:包括基础设置、用户注销模块、修改密码、系统帮助和系统界面设置,体现整个系统的个性设置;

(8)扩展功能:包括数据转换和网络浏览,是对以上系统实现功能的进一步扩展。

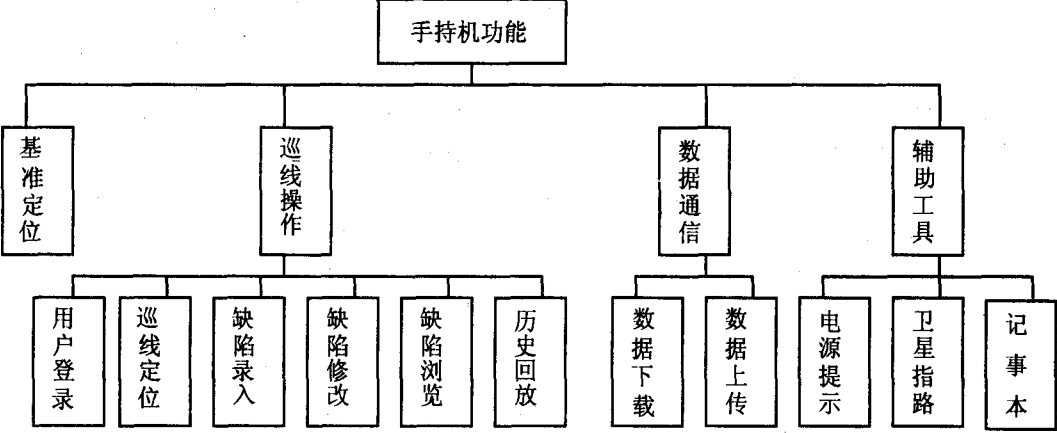


图4 手持机功能结构框图

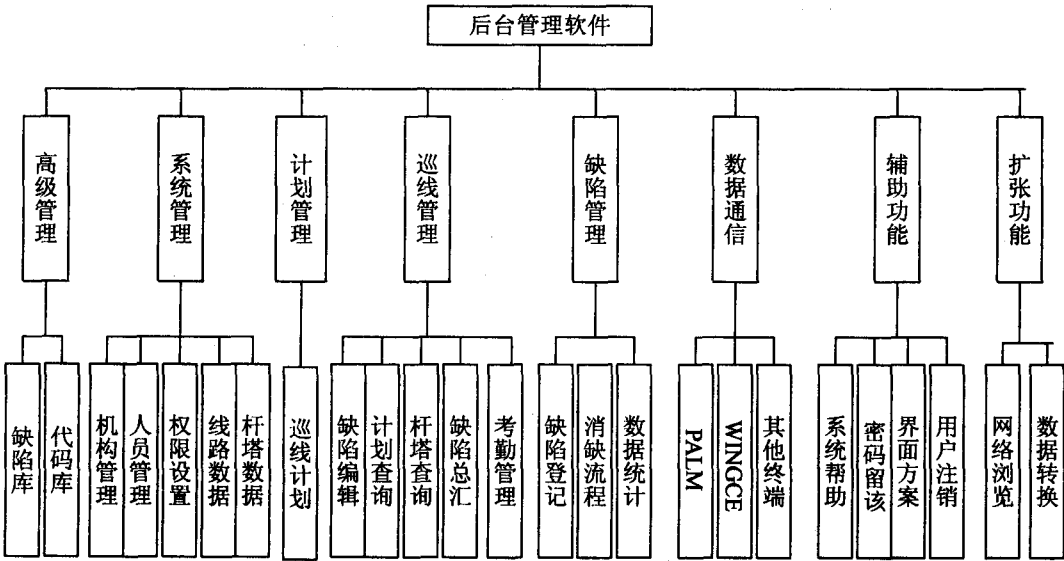


图5 后台管理系统功能结构框图

3 GPS 定位精度

在 GPS 测量中,主要有以下三种误差:

①与 GPS 卫星有关的误差,主要是卫星钟的误差

和卫星的轨道误差^[9]。卫星轨道误差是当前 GPS 测量的主要误差来源之一。

②与卫星信号有关的误差,主要是多路径效应和大气折射误差。大气折射误差主要是电离层对信号传播路径的影响,多路径效应是指接收机天线周围地物对卫星信号的影响。

③与接收设备有关的误差,主要包括载波相位观测的整周不定性影响,接收机钟差,观测误差和天线相位中心误差。观测误差包括观测的分辨误差和相对于测站点接收机的安置误差等。

差分是一个观测站对一个目标的两次测量、一个观测站对两个目标的测量、两个观测站对一个目标的观测量之间求差^[10]。差分的目的是消除公共参数和公共误差等公共项。差分的原理是基准站提供改正数,流动站接收并对测量结果进行修正,从而获得精确

的定位。使用 DGPS 消除星历误差和卫星钟误差,部分消除对流层延迟和电离延迟。

DGPS (差分 GPS) 分为三类:伪距差分、载波相位差分和位置差分^[11]。三种差分的原理都是基准站提供改正数,流动站接受并对测量结果进行改正,只是基准站提供的改正数不一样,决定了差分定位的精度也不同。

下面介绍伪距差分。首先求出接收机到可见卫星的距离,并将此距离与测量值比较。用户接收卫星的测距误差,并用此误差来修正测量的伪距。最后,利用改正后的伪距消去公共误差,提高定位精度。

接收机收集卫星的星历文件并测量伪距。根据采

集的卫星计算卫星的地心坐标 $[X, Y, Z]$, 求出基准站的地心坐标 $[X, Y, Z]_0$ 。通过基准站的地心坐标和计算的卫星地心坐标求出到基准站的真距 R^i :

伪距的改正数: $\Delta\rho^i = R^i - \rho^i$

伪距改正数的变化率 $\Delta\rho^i$: $\Delta\rho^i = \frac{\Delta\rho}{\Delta t}$

经过改正的伪距: $\rho_{ucorr}^i = \rho_u^i(t) + \Delta\rho^i(t) + \Delta\rho^i(t - t_0)$

求出改正后的伪距后, 只要观测四颗卫星就可以求得用户的精确坐标。

由于没有考虑信号穿过电离层与对流层时其速度发生变化, 所以伪距观测量等于待测距离与钟差(包括卫星钟差与接收机钟差)等效距离之和, 得出下式:

$$\begin{aligned} \rho_{ucorr}^i &= R_u^i + C \cdot d\tau_u - C \cdot d\tau_i \\ &= \sqrt{(X^i - X_u)^2 + (Y^i - Y_u)^2 + (Z^i - Z_u)^2} \\ &\quad + C \cdot d\tau_u - C \cdot d\tau_i \end{aligned}$$

式中, $d\tau_u$ 为用户机钟差, $d\tau_i$ 为卫星钟差。

精确求出接收机与卫星钟相对于 GPS 基准时间的误差之后, 就可通过钟差对伪距进行修正, 求得准确的卫星到接收机的距离。在实际应用中, 卫星钟差为已知值, 包含在导航电文中, 接收机钟差未知, 在定位计算中作为未知参数与点的位置一起解算, 这也正是 GPS 定位必须接收多于 4 颗卫星的原因。

4 结束语

基于 GPS 的输电巡检系统为电力线路运行提出了一个全新的理念^[12], 该系统可以实现任何地点、任何时间的现场管理。巡检员在第一时间收集和处理数据, 管理层及时掌握线路运行情况, 巡检任务处理不再

受地点和时间限制。该系统实现了巡检的无纸化和智能化, 减少了人为的因素, 提高了巡检的效率和质量。同时, 差分 GPS 定位的使用在很大程度上提高了定位的精度。

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] 郑三立, 李正强, 赵伟. 基于 GPS 和网络技术的线路智能线路巡检管理系统[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(5): 90-92.
- [3] 高伟. 电力线路巡检管理系统的研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2004.
- [4] 麻石玉, 杜玉清. 架空输电线路运行[M]. 北京: 水利电力出版社, 1990: 5-10.
- [5] 郭传奇, 王明渝. 基于 GPRS 通信技术的电力巡检系统设计[J]. 自动化仪表, 2007(7): 23-26.
- [6] 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.
- [7] 张益, 陈奉苏. GPS 在电力系统中的应用[J]. 上海电力学院学报, 1997(3): 22-25.
- [8] 赵凯, 丁光彬. 多功能智能巡检系统的研究[J]. 华北水利电力学院学报, 2000(1): 70-73.
- [9] 张守信. GPS 卫星测定定位理论与应用[M]. 北京: 国防科技大学出版社, 1996.
- [10] 韩小涛, 张蜚, 尹项根. 基于智能手持机的高压巡线管理系统开发[J]. 电力自动化设备, 2003(4): 47-48.
- [11] 刘稻稳, 龚庆武. 基于 GPS 的输电线路故障精确定位装置的研究[J]. 电力建设, 2002, 23(5): 20-23.
- [12] 洪延风, 郝兰荣. 智能巡检系统在输电线路巡视中的应用展望[J]. 华北电力技术, 2000(8): 25-28.

(上接第 174 页)

- integration; successer, challenges and controversies[C]//Proceedings of SIGMOD Conference. Baltimore, Mordand, USA: [s. n.], 2005: 14-16.
- [3] The Next-generation Web Service Platform[EB/OL]. 2003-05. <http://www.sun.com/servers/solutions/docs/SunONE-web.pdf>.
- [4] 闫会杰, 米娜. 基于 SOA 架构的榆林市地理信息公共服务平台建设[J]. 测绘技术装备, 2010, 12(4): 3-5.
- [5] 毛新生. SOA: 原理·方法·实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [6] 张庆福, 万麟瑞. 基于 SOA 的异构数据集集成软件架构研究[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(5): 17-21.
- [7] 郝亚东, 高敬阳. 基于 SOA 的应急数据交换系统设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(11): 205-208.
- [8] 彭明军, 樊伟. 面向服务的政务地理信息共享平台设计与实现[J]. 地理空间信息, 2009, 7(6): 59-61.
- [9] IEEE Standard for Local and Metropolitan are Networks-part 21: Media Independent Handover Services[S]. USA: IEEE, 2009.
- [10] 金笑天, 段玉山, 陆忠, 等. 基于 SOA 的城市 GIS 综合平台设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(14): 3338-3341.
- [11] 郑宗生, 黄冬梅, 张建新, 等. 面向 SOA 的城市风暴潮灾害评估 GIS 系统[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(3): 931-935.
- [12] 罗春. 地理信息系统发展的新趋势: 面向服务的体系结构[J]. 地理信息世界, 2006, 10(5): 67-69.
- [13] 许作萍, 王红. 基于 Agent 的面向服务选择的 Web Service 架构研究[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(9): 59-61.