

输电线路故障快速抢修指挥系统设计与实现

贺要锋¹, 封晓东¹, 孙强宇¹, 孙少华²

(1. 国家电网公司河南许昌供电公司, 河南 许昌 461000; 2 南京泰欧科技开发有限公司, 江苏 南京 210000)

摘要: 以开发输电线路故障快速抢修指挥系统为契机, 实现故障的实时监控、故障点的快速定位、及时通知相关责任人与相关技术人员、导航被抢修线路的最优道路、指定到达故障点的最佳停车点和智能显示最优步行路线, 最终以最短的时间及时抢修故障线路; 缩短排查故障点的时间, 节约寻找到达故障点道路的时间, 实现快速抢修。系统对故障位置确定、最佳抢修路径算法、相关 GIS 数据库建设进行了研究, 并创新地提出最佳停车点的设计, 系统具有较高的智能性和实用性。

关键词: 线路故障; 在线检测; 快速抢修; 指挥调度

Design realization of fast-repairment command system for transmission line fault

HE Yao-feng¹, FENG Xiao-dong¹, SUN Yu-qiang¹, SUN Shao-hua²

(1. National Electrical network Company, Henan Xuchang Electric Power Company, Xuchang 461000, China;

2. Nanjing Peaceful Europe Science and technology Development Limited company, Nanjing 210000, China)

Abstract: This paper develops fast-repairment command system to realize fault real-time monitoring and fault point fast localization, prompt notice correlation owner and related technical personnel, navigate and the most superior path, assign to arrive the fault point the best parking and the intelligent demonstration most superior walk route and finally promptly repairs in a rush the faulty line by the shortest time. It reduces the fault point location time, seeks frugal arrives the fault point path the time, realizes the fast emergency repair. The system researches fault location, the best repairment path, and relevant GIS data. It also designs the best stopping location, which has higher telligence and practiveness.

Key words: circuit break down; on-line examination; fast to repairment; conductor

中图分类号: TM769

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)22-0033-03

0 引言

近年来, 随着国家现代化建设的高速发展, 电力输送网络迅速扩大, 电力部门对电网的管理要求越来越高, 停电所造成的损失越来越变得难以承受。高压输电线路发生故障后迅速修复成为全社会对电力部门的基本要求。

输电线路的故障快速修复分为三个阶段: 快速发现并确定位置、维修人员快速抵达故障现场和快速修复。

快速发现并确定位置包含两项重要技术: 输电线路故障测距和 GIS 定位计算。故障测距的理论研究和应用试验已成为国内外的热门课题之一, 近年已经形成相当实用的应用系统。在飞速发展信息技术的今天, GIS 技术也得到迅猛发展, 现已在交通、电信网络、电力系统和城市规划等领域得到广泛应用。

维修人员快速抵达故障现场分为快速准备和快速抵达两个部分。快速准备属于业务培训管理范畴, 计算机只能起到辅助作用。快速抵达涉及最佳路径

选择技术和现代移动通信技术。

快速修复同样属于业务培训管理范畴, 计算机可以通过建立专家系统而起到辅助作用。

本文以开发许昌市输电线路故障快速抢修指挥系统为契机, 重点对故障位置确定、最佳抢修路径选择算法、相关 GIS 数据库的建设进行研究, 并创新地提出最佳停车点的设计, 使得系统具有较高的智能性和实用性。

1 系统设计

1.1 高压输电线故障定位

输电线路故障定位按其工作原理分为阻抗法和行波法, 通过相应的原理和算法, 配合一定的硬件接口, 可以得到线路故障点与测量点的距离 L 。

GIS 软件根据该线路的沿途杆塔信息, 计算出故障点的地理坐标 (X, Y) 和具体的杆塔号。

校正因素: 线路经过不同类型杆塔均有一定长度的线路 (ΔL_x) 用于安装需要; 杆塔之间需要一定的弧垂 $(\lambda\%)$ 以保证线路安全。

一个档距(L_x)的实际线路长度(LL_x)为:

$$LL_x = L_x + \Delta L_x + L_x \times \lambda \% \quad (1)$$

故障发生的地点的杆塔号(m):

$$\Sigma (LL_1 + LL_2 + \dots + LL_{m-1}) < L < \Sigma (LL_1 + LL_2 + \dots + LL_m) \quad (2)$$

根据剩余数据对比 GIS 数据库的矢量图可以得到故障点的地理坐标 (X, Y)。

1.2 GIS 数据内容设计(图 1)

传统的 GIS 数据库的主要内容为交通道路的地理数据和一些特殊点的地理数据。电力线路的 GIS 数据库则增加线路杆塔的地理信息。为了在实际工作中增加系统的实用性, GIS 数据库增加每个杆塔对应停车点数据作为最佳路径选择的目标点, 另外可选增加停车点到具体杆塔的步行路径数据, 以缩短抢修反应时间。

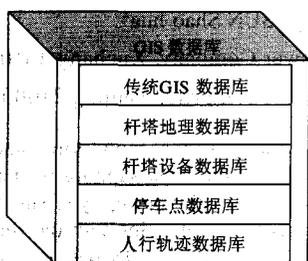


图 1 GIS 数据库结构

Fig.1 GIS database structure

1.3 影响抢修时间因素分析

从线路出现故障到修复故障的总用时就是故障的抢修时间, 具体由以下因素影响抢修时间(图 2):

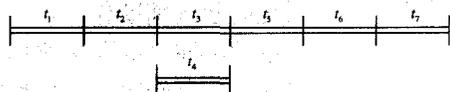


图 2 抢修时间分类

Fig.2 Emergency repair time classification

发现时间 t_1 ——发生故障到在线检测系统发现故障并计算距离的时间, 由计算机自动在线完成, t_1 的数量级小于秒, 因此, 这个时间对抢修时间影响极小。

位置确定时间 t_2 ——当在线检测到故障, GIS 软件根据线路编号和故障距离, 计算得到具体故障点的杆塔号和地理位置所用的时间, t_2 的数量级小于秒, 因此, 这个时间对抢修时间影响极小。

抢修准备时间 t_3 ——工具、备品备件准备速度等业务能力不在本文讨论范围, 但提供准确快捷的故障信息通知平台可以大大缩短准备时间。

车辆调度时间 t_4 ——车辆调度属于 GIS 的另一个重要应用, 时间的长短主要取决于实际条件, 本文介绍的系统设有车辆调度子系统。

车辆行驶时间 t_5 ——GIS 软件提供的最佳路径选择功能, 可以大大缩短这个时间。

停车点至故障点步行时间 t_6 ——在特殊地段的故障, 这个时间可能最难控制, 系统的显著特点之一就是借用专家系统的概念, 将引入步行路径指示功能, 可以大大缩短这个时间。

修理时间 t_7 ——取决于准备充分与否、业务能力的强弱, 但系统可以提供专业提示并建立专家系统支持。

1.4 最佳路径算法

最佳路径选择算法是 GIS 的一个重要应用领域, 实际上属于城市交通网络中的最短路径问题(图 3)。理论研究已相当深入, 而且已有大量应用系统和设备。现有算法都是以目标(故障点)与公路(线)的最短距离作为拓朴算法的基础。在电力线路快速抢修的实际应用中, 考虑到输电线路大部分在农村地区, 大多数情况抢修车辆并不能直接到达故障发生点, 在交通不发达地区, 还可能远离交通公路。因此, 为了缩短车辆行驶时间 t_5 和停车点至故障点步行时间 t_6 , 本文在设计电力线路抢修最佳路径算法时, 引入车辆停车点的概念, 以实际测量每一个杆塔的最佳停车点建立一个数据库, 并作为最佳路径算法的目标点, 对于停车点到杆塔的步行路径相对复杂的杆塔, 可以直接调用事先存入数据库的步行路径, 即将最佳路径分成三段, 市内路经用普通意义的算法, 农村路经提供全部选择, 步行路径则作为系统固定数据的方式直接调用, 以提高应用效果。



图 3 最佳路径分段设计

Fig.3 Optimal path stepped design

1.5 数据通信和移动终端(图 4)

数据通讯采用通用的 WINSOCK 套接字, TCP/IP 协议, 当收到故障信息号, 经过算法处理后得出故障杆塔位置, 通过 SMS 发送到相关责任人和相关技术人员手机上。

在得到故障杆塔位置的同时, 启动最优路径选择, 通过 GPS/GPRS/GSM 车载或手持终端和 GIS/SMS 平台, 实现监控中心调度、监控抢修车辆; 快速到达故障点, 及时抢修故障线路。

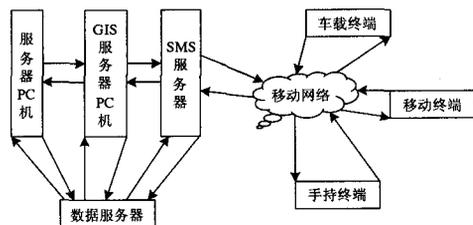


图4 移动终端网络结构

Fig.4 Mobile termination network architecture

2 系统实现

系统利用 GIS/GPS/GPRS/GSM/SMS 技术和录波技术, 实现故障的实时监控、故障点的快速定位、及时通知相关责任人与相关技术人员、导航被抢修线路的最优道路、指定到达故障点的最佳停车点和智能显示最优步行路线, 最终以最短的时间及时抢修故障线路; 缩短排查故障点的时间, 节约寻找到故障点道路的时间, 实现快速抢修。故障抢修工作流程如图5所示。

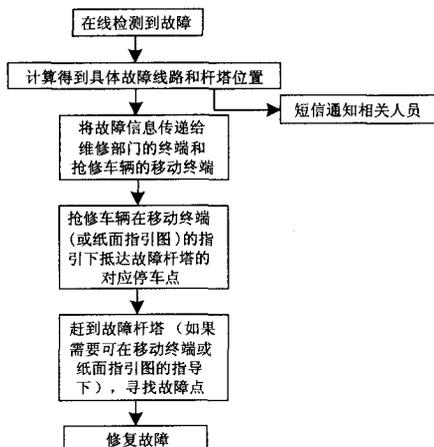


图5 故障抢修工作流程图在线检测到故障

Fig.5 Breakdown emergency repair work flow chart online examines the breakdown

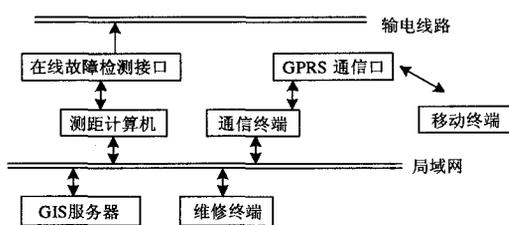


图6 系统结构图

Fig.6 System structure drawing

系统结构图如图6所示。

系统整体采用 GIS (Global Positioning System) 技术、GPRS (General Packet Radio Service) /GSM (Global System for Mobile Communications) 技术、

SMS (Short Messaging Service) 技术、GPS (Global Positioning System) 技术和最佳停车点算法技术。

3 结束语

本文结合某市的输电线路故障快速抢修指挥系统的开发为契机, 通过对故障位置确定、GIS 数据内容设计、影响抢修时间的因素分析、最佳路径计算算法、数据通信和移动终端的分析与设计, 提出系统开发的体系与结构, 并结合电网分布的地理特征提出最佳停车点的设计, 使得系统具有较高的智能性, 对输电线路故障快速抢修指挥系统的实际应用具有参照价值。

参考文献

- [1] 郭俊宏, 谭伟璞, 等. 电力系统故障定位原理综述[J]. 继电器, 2006, 34(2): 76-81.
GUO Jun-hong, TAN Wei-pu. The Electrical Power System Breakdown Localization Principle Summarizes[J]. Relay, 2006, 34(2): 76-81.
- [2] 程力, 等. 一种实用的高压输电线路故障双端测距算法[J]. 现代电力, 2003, 20(5): 44-47.
CHENG Li, et al. One Kind of Practical High Pressure Transmission Line Breakdown Double-end Range Finder Algorithm[J]. Modern Electric Power, 2003, 20(5): 44-47.
- [3] 彭敏放, 等. 一种不受故障类型限制的高压线路故障测距方法[J]. 华北电力技术, 1999, (2): 45-47.
PENG Min-fang. One Kind Not Breakdown Type Limit High Pressure Line Fault Range Finder Method[J]. North China Electric Power Technology, 1999, (2): 45-47.
- [4] 孙才新, 等. 电力地理信息系统及其在配电网中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
SUN Cai-xin, et al. Electric Power Geographic Information System and in Distribution Network Application[M]. Beijing: Science Press, 2003.
- [5] 鲍远慧, 冯三强, 等. 基于矢量地图的路径寻优算法[J]. 微电子学与计算机, 1999, 28(5).
BAO Yuan-hui, FENG San-qiang, et al. Based on Vector Map Way Optimization Algorithm[J]. Microelectronics and Computer, 1999, 28(5).
- [6] 刘春林, 何建敏, 等. 应急模糊网络系统最大满意度路径的选择[J]. 自动化学报, 2000, 26(5).
LIU Chun-lin, HE Jian-min, et al. Emergency Fuzzy Network System Biggest Degree of Satisfaction Way Choice[J]. Automated Journal, 2000, 26(5).

收稿日期: 2007-04-25;

修回日期: 2007-05-11

作者简介:

贺要峰 (1972-), 男, 工程师, 从事继电保护方面的运行; E-mail: heyao Feng036@163.com

封晓东 (1962-), 男, 高级工程师, 从事继电保护方面的运行;

孙强宇 (1979-), 男, 工程师, 从事变电运行工作。