

配电网停电管理系统的研究分析

匡洪海, 肖伸平

(湖南工业大学冶金校区电气系, 湖南 株洲 412000)

摘要: 随着配电系统设备的日益增多,设备种类也日趋繁杂,因此配电网的操作人员要在最短的时间内找出故障设备,以恢复供电是相当困难而且很费时的。为了能够准确而又快速地找出故障点,以便系统维修人员抢修,及早恢复供电,许多电力公司正在考虑为其配电网安装停电管理系统。因此研制和开发一个功能强大且可以升级的停电管理系统提到了电力行业的日程中来。针对配网停电管理系统的应用进行了深入的研究和分析。

关键词: 配电网; 停电; 停电管理系统

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)06-0053-04

0 引言

随着电力系统及其信息化的快速发展,电力公司迫切需要新的配电管理模式来提高配电网管理和运行的自动化水平,以适应当前的社会需求。2003年的“8·14美加大停电”使全世界对电网的安全可靠运行引起了高度的关注,因此研究和开发一个综合的停电管理系统提到了电力行业的日程中来。停电管理系统是基于电力信息系统(GIS)的一个系统,停电管理系统到底包括哪些方面的功能,目前还没有一个统一的规定和标准。本文就此对配网停电管理系统的应用进行了深入的研究和分析。

1 停电管理和停电管理系统

停电管理主要是指按照指定线路,开关刀闸停电后,系统自动显示停电影响范围,并可生成停电申请表等工作票。停电管理包括计划停电管理、故障停电管理、停电查询等功能。

计划停电管理是指在制订停电计划时,进行供电可靠性分析、在执行计划停电时,进行最佳停电隔离点决策和负荷转移决策,并对制定计划、执行计划和恢复供电的流程进行管理,为业扩流程等工程提供科学依据。

故障停电管理是指在自动收到 SCADA 故障停电信息或在图上选取故障停电位置后,系统进行最佳停电隔离点决策和负荷转移决策,并将发生故障到恢复供电的整个流程信息记载在故障停电表中,作为供电可靠性分析的依据。

停电管理系统是指接到停电投诉后, GIS 通过

调用 CIS 和 SCADA 功能,迅速查明故障点和影响范围,选择合理的操作顺序和路径,显示处理过程中的进展,并自动将有关信息转给用户和其他系统进行应答处理。

1.1 停电管理系统的内容及任务

停电管理系统作为现代配电管理自动化中最高层次的应用,以设备管理、维修人员调度和运行调度为基础,全面处理计划事故停电。停电管理系统的停电指的是居民、商业楼、工厂的停电。停电管理系统的主要任务就是分析停电相关的数据,考虑停电的可能原因作出停电预测。具体可分为三个任务,首先在获得停电报告后,迅速并尽可能准确地判断故障点,然后调度派遣抢修人员,并协助他们恢复供电,最后形成各种报表并存档备规划使用。

判断故障点的基础是网络模型的建立,网络数据是否准确反映当前的网络结构决定了故障点的准确性。网络模型应包括居民、商业楼、工厂与配电网的网络连接方式和连接设备,这个网络模型还会用于恢复供电方案的确定。故障点判断可以由计算机来完成,一个局部故障可能引起大面积的停电,停电管理系统能够自动判别这种危险性,并产生报警来通知调度员。

在确定故障点以后,调度员要马上调度抢修维护人员赴现场进行故障处理并制定故障隔离和恢复供电方案,这个过程是以分钟来评价的。抢修人员调度管理、制定故障隔离和恢复供电方案也是停电管理系统的功能要求之一。抢修人员调度管理与各个地区调度的习惯和工作方式紧紧相关,它也由专用的计算机系统来管理,抢修维护人员的具体操作

步骤由调度员下达操作票,制定隔离故障和恢复供电方案,可使用倒闸工作单仿真,考虑的因素包括有影响的范围、网络过负荷过电压情况、变压器抽头和网损。

最后故障消除恢复供电以后,停电管理系统应协调调度员进行事故分析和整理事故报告,如事故原因、发生时间和消除时间、影响负荷的统计、抢修维护记录等。

由于停电管理系统有助于电力公司在停电期间处理接收到的大量呼叫,比较报告,确定最可能的故障位置,以及第一时间调度维修人员到最重要的场所。因此停电管理系统能很大程度地加速供电恢复处理。

1.2 停电管理系统与其他子系统的关系

为了提高处理故障的效率,可将停电管理系统与其他配电自动化子系统结合,图1即为停电管理系统与SCADA、客户信息系统、AM/EM/GIS连结图。停电管理系统可由AM/EM/GIS与SCADA取得网路及开关操作资料,由客户信息系统取得停电呼叫报告,从而协助停电管理系统执行故障区分析,并将故障分析的记录传送到AM/EM/GIS和SCADA。各个子系统资料库的资料有相当大的重复性,因此为避免资料的重复建置及提高各个子系统的效率,分散式执行方式及各子系统间资料库的相互支援配合已成为配电管理系统中的一种趋势。

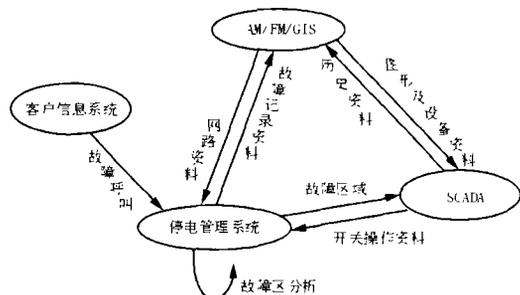


图1 停电管理系统与各子系统的连结图

Fig 1 Link figure of OMS and other subsystems

1.3 停电管理系统的功能

停电管理系统在大范围内的信息综合、相互作用的功能上提供了所需的必要条件。停电管理系统是电力公司信息服务策略的不可或缺的一部分。一般来说,停电管理系统依赖于几种基本信息的接口,基本信息包括设备信息、设备连通性、用户与设备的关系,信息是构造一个运行模型的基础。

一个综合停电管理系统应具备以下功能:(1)实现停电范围分析与显示,包括分析停电影响的范

围及停电用户等;(2)提供线路、配电变、开闭所等设备的停电历史记录情况的查询,如果是故障停电,GIS图中要有实时显示与提示,如果是计划停电,根据通常的业务流程模拟计划停电从申请到恢复的全部过程,并判断最终停电设备以及拉开的刀闸;(3)停电事项的各项管理,记录各个停电信息,并提交到数据库,可以进行打印、浏览、查询等功能;(4)各种操作票的生成、提交到数据库、浏览、查询、打印等各种功能。

由此可知,配电网综合停电管理系统的功能是由模拟配电系统及其元件,动态管理电气连接,管理故障呼叫和报告,预测停电的类型和地点,管理维修人员,供电恢复时间,实时监控性能,追踪和记录供电恢复结果,报告性能信息的能力组成。

2 停电管理系统的构架

停电管理系统的构架主要是由知识库、配电自动化资料库、拓扑分析及搜索程序构成,如图2所示。文献[2]提出了以知识库为基础,配合配电自动化资料库,利用拓扑分析建立网路构架,配合搜索法则所制定的搜索程序,并以彩色派翠网路推论引擎作为停电管理系统的核心,构成了配电网停电综合管理系统。

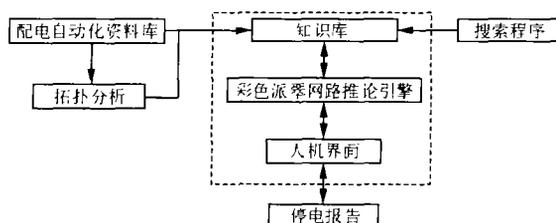


图2 停电管理系统构架

Fig 2 Outage management system configuration

配电自动化系统资料库内含地理位置、特性、配电系统元件的电气连结及用户资料。它是由停电管理信息系统资料库、客户信息系统资料库、AM/EM系统资料所构成。

派翠网路是一种具有图形化和数学模型的工具,现正被广泛应用于各个领域。派翠网路模型的主要组成元素有状态节点和转移节点,如图3所示。在派翠网路模型中,状态节点通常以圆圈表示,而转移节点用横杠表示,线段的方向即为系统动作方向,在派翠网路中,状态节点代表条件,若状态节点拥有标记则代表存在符合条件的事实,而转移节点则代表事件或动作。一个转移节点可有数个输入状态节点以及输出状态节点,其分别代表事前状态及事后

状态。当转移节点的所有输入状态节点均具有标记时,转移节点即被致能,已致能的转移节点是否动作则取决于控制函数是否被满足或事件是否真正发生。

在图 3 所示彩色派翠网路模型中,状态节点代表停电管理系统目前的状态,而转移节点的致能动作则代表系统状态的改变,并且藉由彩色派翠网路模型中,标记的传送及状态的改变显示推论结果,当转移节点的控制函数被满足时,转移节点将被致能激发,标记从状态输入节点传送到输出节点,在彩色派翠网路推论机制中,可同时存在多个标记及状态,亦可同时由数个转移节点被致能,因此彩色派翠网路亦可达成类平行推理机制。



图 3 典型派翠网路模型

Fig 3 Typical Petri net model

知识库是由配电自动化系统资料库提取资讯所组成,并根据电气连接记录,从 SCADA 获得的开关状态,利用拓扑分析建立配电系统网路结构,也就是说推理机利用电气连接记录及 SCADA 所得的开关状态,建立配网综合停电管理的配电网路模型。搜索程序包含配电系统操作员所采用的启发性搜索法则,以协助推理机寻找故障点。

3 停电管理功能的基本流程分析

图 4 所示停电管理的流程分析,显示了一个企业是怎样通过综合所有与处理有关的系统,迅速对停电通知做出反应。从呼叫中心到工作单管理系统、停电管理系统、地理信息系统,通过综合各系统使恢复供电和提供最新信息给用户的时间更短。

在停电情况下,电力公司必须马上做出反应。当停电发生时,用户会通知呼叫中心,报告停电发生了。如果是已经知道的停电,则呼叫中心代理可能会检查所连接的 GIS 提供的地图。企业和 GIS 之间的连接通过商用连接器识别,商用连接器很容易和企业提供的界面连接。

如果是不知道的停电,则呼叫中心代理开始前面的办公程序“停电”,同时该程序会发送一个通知给所连接的停电管理系统,停电分析系统也会考虑程序控制系统或 SCADA 系统数据。停电通知经中间文件传送给停电管理系统,中间文件是企业工作单/操作票管理界面的一部分,界面允许计算机辅助调度系统和停电管理系统相结合。

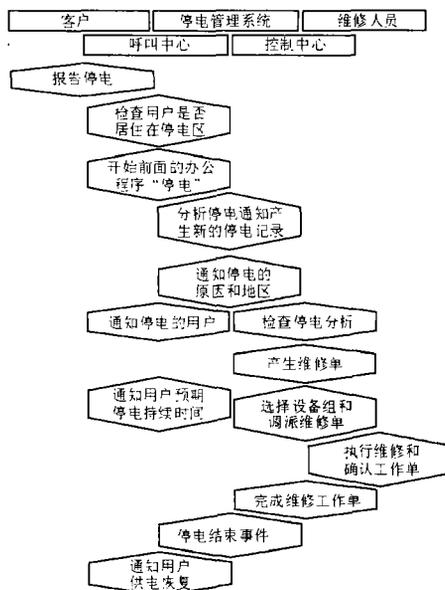


图 4 停电管理功能的流程分析图

Fig 4 Analysis flow chart of outage management function

停电管理系统发送有关停电原因和受影响用户给控制中心,在控制中心的操作人员将分析停电管理系统提供的信息并产生一个维修工作单,通过企业资产和工作单/操作票管理追踪所有维修行为,通过工作单/操作票管理界面,维修工作单自动地传送给企业,同时将恢复供电的估计时间报告给企业。这样呼叫中心将接到最新信息并能通知其他用户的呼叫。

在控制中心维修工作单被调派给维修人员,停电管理系统和地理信息系统的工具帮助调度员分派工作单,维修人员执行维修并确认工作单,维修工作单在控制中心完成,停电管理系统结束停电通知并更新网络实时运行模型以便对变化做出反应。工作单的确认和完成再次自动地传送给公司,呼叫中心就能通知用户恢复供电。

4 结语

通过上面的分析可知,停电管理系统具有许多我们预期没有想到的好处:

1) 能综合用户数据、负荷管理数据、允许对配电系统模型上的任意一点的用户数和峰负荷进行准确的分析。允许对停电原因、持续时间、趋势作详细的分析,从经济和系统可靠性来说,分析的结果为优化工程研究提供了参考。

2) 控制中心操作人员可根据实时数据进行决策,可减少控制中心对定位故障设备和受影响用户

的呼叫分析的应答时间。

3) 系统自动数据传送可节省时间,减少错误。

4) GIS可使呼叫中心的代理和控制中心的调度员可视化,因此GIS的可用数据奏效了。呼叫中心的代理得到实时信息,其工作量也减少了。

5) 对已知的停电可最小化维修人员时间,减少恢复供电时间,因为可以直接调度维修人员到可能的故障设备。

6) 可提供准确地图的自动程序,将允许配电系统操作人员查看实时更新的系统地图。通过图形展示和系统地图的智能导航可节约在地图上翻阅的大量时间。

7) 能提供及时的信息给当前客户,传送停电信息和预安排停电通知。

8) 能对可能的可靠性指标作精确的计算。能确定电路拓扑数据的准确性和完备性。

参考文献:

- [1] 匡洪海,黄少先. 停电管理系统应用的探讨[J]. 国际电力, 2004, 8(3): 46-47.
KUANG Hong-hai, HUANG Shao-xian. A Discussion on Application of Outage Management Systems[J]. International Electric Power of China, 2004, 8(3): 46-47.
- [2] 袁其俊. 以专家系统支援用户停电管理的研究(硕士学位论文)

文)[D]. 广州:国立中山大学, 2003.

- YUAN Qi-jun. Application of Expert Systems to Customer Outage Management, Thesis[D]. Guangzhou: National Sun Yat-sen University, 2003.
- [3] 匡洪海,黄少先. 配电网停电管理系统方案设计[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(24): 71-74.
KUANG Hong-hai, HUANG Shao-xian. Design of the Outage Management System for Distribution Network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(24): 71-74.
- [4] Guven N, Ozay N, Tunab E. GIS Based Outage Analysis System for Electric Distribution Network[A]. Electrotechnical Conference, LEMECON. 1996. 761-764.
- [5] Hom R. Outage Management Applications and Methods[A]. Power Engineering Society Winter Meeting 1999. 866-869.
- [6] Tran H. Selection and Implementation of an Outage Management System[A]. IEEE PES Winter Power Meeting on Outage Techniques and Experiences 1999. 870-872.
- [7] Koch B. Distribution Outage Management: a Critical Part of Distribution Automation[J]. Electrical World, 1998: 45-50.

收稿日期: 2005-08-08

作者简介:

匡洪海(1972-),女,工学硕士,讲师,主要从事电力系统保护和配网停电管理的研究;E-mail: khzyz@163.com

肖伸平(1965-),男,工学硕士,副教授,主要从事控制工程与自动化方面的研究。

Analysis of outage management system

KUANG Hong-hai, XIAO Shen-ping

(College of Metallurgy, Hunan Polytechnic University, Zhuzhou 412000, China)

Abstract: In the recent years, the kinds of devices of distribution network has increased a lot. It is a very difficult and time-consuming task to the operators of distribution to find the fault device for restoring service as quickly as possible. In order to find out fault location exactly and rapidly so that maintenance staff rushes to repair and restore service, many electric utilities are prepared for installing an outage management system (OMS) for their electric distribution operations. Developing a robust and scalable outage management system (OMS) is a new task for electric power industry. This paper details the application of distribution outage management systems.

Key words: distribution network; outage; outage management system

(上接第 20 页 continued from page 20)

Abstract: In this paper, a fast CPF-based transfer capability calculation model due to the voltage stability limit is discussed. Considering the impact of branch and generator outage contingency on system's voltage stability, contingency selection is performed through voltage stability proximity indices, and system transfer capability with $N-1$ security constraints is calculated by CPF method. The results of IEEE 9- and 30-bus systems show that the proposed method is simple, fast and effective.

Key words: transfer capability; contingency; voltage stability proximity indices