

基于 C/S 和图形化的用户供电可靠性信息系统^①

孙旭霞 李生民 赵水英 (西安理工大学 自动化与信息工程学院 陕西 西安 710048)

摘要: 针对我国供电部门统计用户供电可靠性指标存在数据量大, 易出错, 致使统计数据上报不及时、不准确的问题, 采用图形化技术设计出了针对配电网的专用绘图平台; 利用配电网设备自动分层编号技术和配电网分层搜索技术, 实现了配电网的模拟操作与模拟运行, 同时系统自动记录相关信息, 进而实现用户供电可靠性指标计算、用户供电情况统计及设备管理等功能。达到了配电网设备操作与数据统计一体化管理的效果; 系统采用 C/S 网络体系结构, 实现数据远程共享。通过实际应用验证了该系统功能完善、交互性强、计算准确, 同时具有操作直观、灵活、可靠等特点。

关键词: 用户供电可靠性; 模拟运行; 配电网; 图形化; C/S 结构

Reliability Information System of Power Supply Based on C/S and Graphic

SUN Xu-Xia, LI Sheng-Min, ZHAO Shui-Ying

(Faculty of Automation and Information Engineering, Xi'an University of Technology,
Xi'an 710048, China)

Abstract: The statistics of the user power supply reliability indexes are large in volume, and this makes it easy for the Chinese power service department to make mistakes. This leads to statistics and data that cannot be reported timely and accurately. To solve such issues, this paper has designed the special plotting platform for distribution network adopting graphics technology, implemented the simulated manipulative operation, employed the automatic numbering technology of distribution equipments stratifica the searching technology of a distribution network, and recorded correlation information automatically. This system use the function of the calculation of index for user power supply reliability, the statistics of user power supply status, and the management of equipment statistics to obtain the integrated management of distribution equipment graphics and correlation data. The system adopts C/S network architecture to accomplish remote data sharing. When applied in experiments, results verify that the system has perfect functions, a strong interaction, an accurate computation, and an operation that is reliable, flexible, and instant.

Keywords: reliability of power supply for customer; simulation run; distribution network; graphic; C/S structure

1 引言

用户供电可靠性是指供电系统对用户持续供电的程度, 是电力可靠性管理的一项重要内容。它综合体现能力, 反映了电力工业对国民经济电能需求的满足程度。供电系统的规划、设计、基建、施工、设备选型、生产运行、供电服务等方面的质量和管理水平。它能够为供电企业的以下诸方面工作提供决策依据: ①城

市电网的规划、设计和改造; ②编制供电系统运行方式、检修计划和制定有关生产管理措施; ③制定供电可靠性标准和准则; ④选择提高供电可靠性的可行途径^[1]。由此可见, 及时、准确和完整地统计和上报用户供电可靠性是供电企业的一项非常重要的工作。

目前, 供电企业对用户供电可靠性统计是通过部门的专门人员, 将供电系统基本信息和设备运行中出

① 收稿时间:2010-02-01;收到修改稿时间:2010-04-03

现的停电相关数据，比如：线路名称、用户总数、用户停电起始时间、停电终止时间等，通过人工输入到专门的系统软件中进行统计；而电力可靠性管理中心对全国各地可靠性统计时，是通过各个地区供电部门将供电系统停电具体信息数据传到上一级，再统计其可靠性指标。显然这种靠人工记录，人工录入，分级统计上报的方法，存在工作量大而繁琐，可靠性指标统计不准确，上报不及时等问题，从而使一些事故隐患被隐藏，对供电的安全性、可靠性造成严重影响。

为了提高用户供电可靠性数据统计的准确性、及时性，提高供电的安全性、可靠性，本文采用图形化技术实现配电网专用绘图平台^[2]，通过此平台可将配电网运行图的运行状态直观地反映在计算机上，实现配电网运行和设备信息可视化^[3]；通过对运行图中配电设备模拟操作与模拟运行，系统自动记录相关设备及用户停电数据等可靠性指标相关的信息，为准确、及时地实现用户供电可靠性指标统计奠定基础；并将系统设计成 C/S 网络体系结构。一方面保证了各个供电部门对用户供电可靠性统计的准确性、即时性，避免人为因素的影响；另一方面为各个供电部门提供了详细地设备运行情况、各地区供电情况等。

2 系统总体框架

本系统在易于开发 Visual Basic 环境下，采用 SQL Server 数据管理系统作为底层数据库，研制了专用配电网图形平台，实现了配电网运行图的绘制；为了实现设备操作信息、停电用户信息和停电时间信息等相关信息的自动记录，进而进行设备统计、停电用户信息统计与用户供电可靠性指标计算，采用对配电网设备分层自动编号和分层搜索方法，实现配电网运行图的模拟运行功能。即用户只需模拟操作配电网的设备，系统就会自动记录用户供电可靠性指标计算相关的数据如：停电用户信息及停电时间等信息。此外，为了更大范围地实现数据共享，提高跨地区、跨区域的可靠性信息统计的即时性以及直观地实时了解各个地区设备运行状态，并考虑到配电网信息的保密性，文中采用数据集中存储的客户机/服务器(即 Client/Server, C/S) 结构模式。

系统是由用户身份认证系统、配电网图形平台与配电网设备模拟操作与运行等模块构成，系统总体框架如图 1 所示。其中，图形平台包括图形绘制与图形

编辑。用户可通过身份认证系统访问服务器端的图形化配电网可靠性管理系统，能够进行线路和设备信息查询和修改、设备统计与管理、设备模拟操作与运行、用户供电基本情况统计以及用户停电信息查询；用户供电可靠性指标计算等。其中配电网设备模拟操作与运行模块是本系统关键模块。

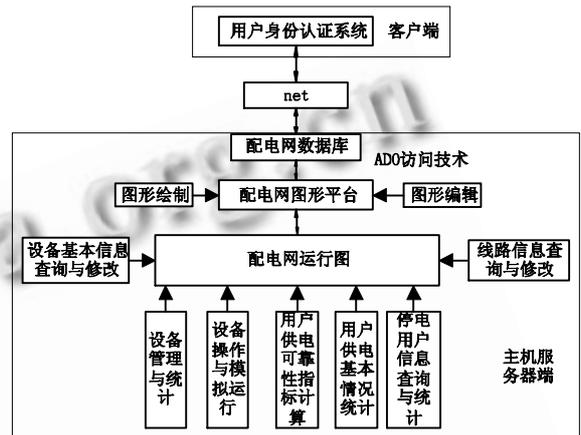


图 1 系统总体框架

3 配电网模拟运行的实现

实现配电网模拟运行的关键就是如何实现对设备图形的操作与控制。例如对某设备进行操作，必然影响相关设备的状态发生变化。如何描述设备之间的关联关系是至关重要^[5]。本文采用对图形设备合理编号的方法，来表达设备之间的关联关系；通过对电网分层搜索技术实现运行图的动态着色效果，达到模拟实际配电网动态运行的目的，并将整个实际配电网的动态运行过程直观地反映在计算机。

3.1 配电网设备自动编号

由于配电网拓扑结构比较复杂，采用以变电站为出发点设备进行合理的分层自动编号方法。所谓自动编号是指在绘制运行图的过程中，每绘制一个图元设备，自动给该图元分配一个内部编号，并且每个图元设备与图元的内部编号是一一对应的关系。鉴于实际配电网供电方式是以地区为单位，每个地区对应一张配电网运行图，每个变电站带的负荷是有限的，因此，综合考虑要区分地区间的运行图、属哪个变电站供电以及运行图中设备总数量等问题，图形设备的编号分为线路编号、变电站编号和主分支编号三部分组成。同时，设备的内部编号也将设备的线路属性、位置属性与设备属性三者建立了联系，达到了设备图

形与设备属性的一体化效果。

由于不同地区的配电网拓扑结构复杂程度不相同,因此,从分层的角度来说,不同的配电网拓扑结构具有不同的分层关系。例如有的分三层等。以三层结构为例说明自动编号思路。内部编号是由线路编号、变电站编号和主分支编号构成。其中线路编号处于内部编号的高三位,用三位数字表示,可以从000~999;变电站编号处于内部编号第五位(从高位开始)用一位字母表示,可以从A~Z;主分支编号处于内部编号的后六位,主路编号位于主分支编号的高两位,分路编号位于中间两位,最后两位表示支路编号。每一层用两位数字表示,每一位数字可以从0~9, A~Z, a~z, 这样容量高达 62×62 。因此,整个内部编号的形式如:“###-#####”。依此类推,每增加一层可以在内部编号中的主分支编号后面增加两位数字。

在上面编码规则的基础上进行自动编号。自动编号分以下步骤:①确定线路编号与变电站编号。即从数据库中搜索到它们最大的当前编号,在此基础上进行递增,便生成了新编号;②判断所添加设备是主路、分路还是支路设备;③属于哪一路上的设备,内部编号中表示这一路设备的编号在原来的基础上进行递增,其它位保持不变。这样就实现了图元设备的自动编号功能。

3.2 分层搜索技术

尽管不同地区配电网拓扑结构不同,复杂程度也不同,但每个设备都不是孤立的,都有其所属的分路^[4]。因此,无论配电网多么复杂,都可以从分层的角度进行搜索处理。当操作某个设备时其后续受影响的设备状态要进行相应改变,本文采用分层搜索技术进行得到。分层搜索的思想:由于运行图中每个设备都有唯一的设备编号,根据被操作设备的编号,搜索其后续设备。从被操作设备所在分路、所在位置开始正序或者逆序搜索,首先,对这条分路进行处理,搜到满足条件的设备将其状态改变,搜到满足结束条件的设备,则结束搜索;如果在此分路上搜索到分支,先将分支上的设备全部添加到临时表中,接着处理临时表中的设备,处理完毕后,再回到分支处继续搜索该路上的设备,如果遇到满足结束条件的设备,搜索过程结束,否则,继续搜索;如果此分路搜索完毕还未结束,开始搜索下一层或者上一层分路上的设备,

遇到分支先处理分支,直到搜索到满足结束条件的设备为止。依次类推,无论配电网多么复杂,都可以归于这一搜索思想来实现。

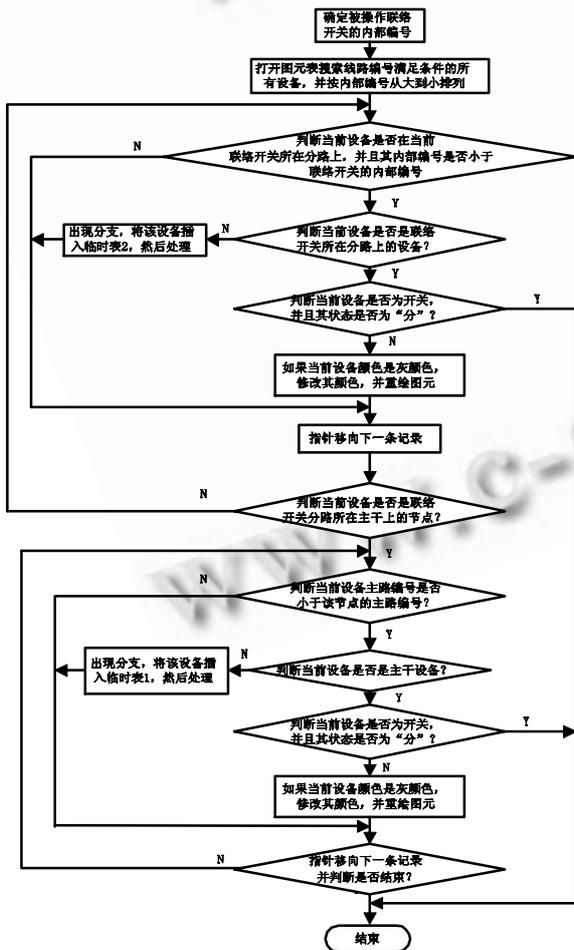
3.3 模拟操作与运行的实现

配电网模拟运行就是通过配电网设备的状态着色,来动态显示其运行状态的。模拟操作即用户可改变设备的状态,配电网运行图中可以操作的设备有普通开关、丝具开关、联络开关与变压器等。当操作某个设备后,该设备及其后续设备的状态就会变化,系统就会改变设备的着色,同时自动记录状态变化时间等,达到模拟运行的效果。例如,当操作某个开关由闭合到断开时,此开关及其后续线路中的所有设备将动态着色为灰颜色(灰颜色表示不带电)。同时,自动记录各个设备的停电起始时间、容量和停电原因等。

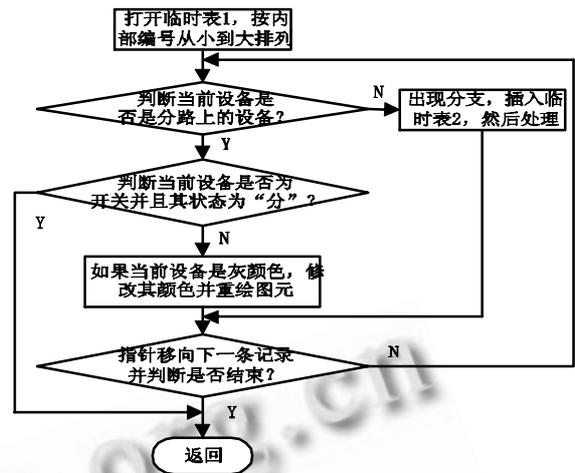
然而,对于复杂的配电网,操作某个设备后,如何确定该设备的后续受影响的设备是模拟运行中的关键问题,本文采用分层搜索技术。下面以三层配电网,网络分为主路、分路和支路三层,操作分路上的联络开关由断开到闭合为例,说明程序搜索的流程。此联络开关联接两条线路,即两个馈线网络。当有一条馈线网络变电站不供电时,或者线路中某个开关因故障断开造成部分线路停电时,可以将联络开关合上,通过此联络开关向停电的用户继续供电,这样可以尽量少停电用户。搜索大致步骤有:①首先处理联络开关所在的这一层线路。即从联络开关开始逆序搜索,搜索到满足条件的设备,将其颜色改变为目标颜色;如果遇到分支,先将分支上的所有设备添加到临时表中,接着处理临时表,等临时表处理完毕后回到原来的分支处继续搜索处理;如果搜到处于“分”状态的开关,满足结束条件,则结束搜索;否则,直到搜到此分路所在主干节点为止,分路处理完毕;②处理联络开关分路主干节点之前的线路部分。即从该节点逆序搜索,遇到分支先处理分支,直到搜索到主干上处于断开状态的开关为止;③处理联络开关分路主干节点之后的线路部分。即从该节点正序搜索,遇到分支先处理分支,搜到主干上处于“分”状态的开关,结束;或者搜到所有满足条件的所有设备为止。具体的程序实现流程如下图2所示。主程序流程图如图2(a),处理主干分支流程图如图2(b),处理分路上的支路流程图如图2(c),处理主路后一部分流程图如图2(d)所示。

4 配电网模拟运行的实现

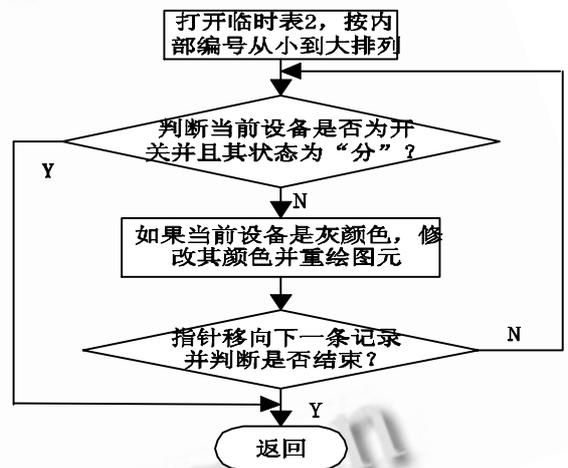
综合以上开发技术和实现方法，以简单配电网运行图为例，通过图形平台完成其绘制；在图形绘制的基础上，完成设备管理、操作与模拟运行以及用户供电可靠性指标计算等。模拟运行效果图如图 3。运行图中，灰颜色表示不带电，操作某个开关后，其后续线路中的带电设备将由红色动态着色为灰色，并自动记录停电设备、停电时间与停电原因设备相关变化信息，如设备操作原因、设备状态和等相关数据；进而可统计计算用户供电可靠性指标，如图 4；还可以进行设备查询与统计、停电设备查询与统计与供电系统用户信息基本情况统计等，并将结果可视化。此外，本系统具有界面友好、结构清晰、与用户交互过程简单方便等特点，符合实际操作人员需求，操作方便、快捷。同时，系统的操作与模拟运行动态效果佳、形象化、数据信息记录详细准确；用户供电信息与可靠性统计计算结果准确而快速。



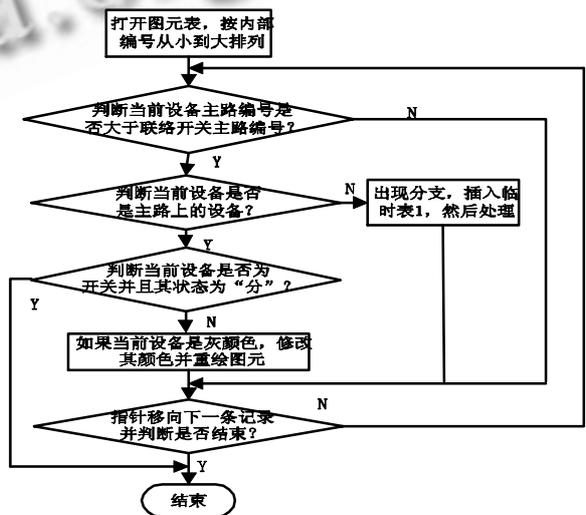
(a) 模拟运行主程序流程图



(b) 主干分支处理流程图



(c) 分路上的支路处理流程图



(d) 路正序处理部分流程图

图 2 各程序流程

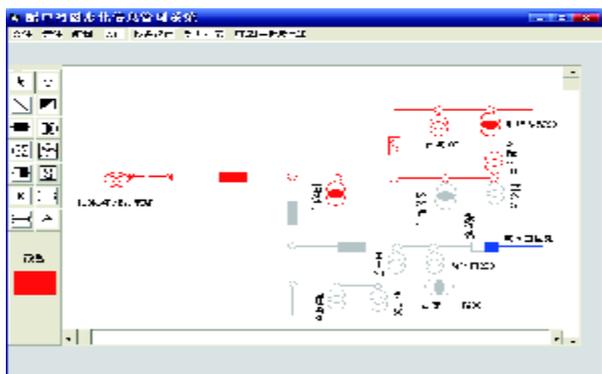


图3 模拟运行效果图



图4 用户供电可靠性指标计算

5 结语

系统采用图形化技术设计了配电网专用图形平

台,将设备模拟操作和运行与管理相结合,避免了人工输入信息,实现了用户供电可靠性数据的自动统计计算与上报。

本系统通过安康供电局的下属分局实际应用验证了用户供电可靠性数据的统计方便、及时、准确。系统还具有界面友好、配电网图结构直观、清晰、与用户交互过程简单方便等特点,能够较好地满足用户供电可靠性指标统计的需要,受到了用户的好评。

此外,本系统也可以扩展到制定检修计划和相关的安全生产管理措施等方面。具有良好的实用前景。

参考文献

- 1 郭永基.电力系统及电力设备的可靠性.电力系统自动化,2001,27(17):53-56.
- 2 胡旦.电力系统通用图形平台功能分析与技术研究[硕士学位论文].武汉:华中科技大学,2005.
- 3 周步祥,刘欣宁.基于网络图形的配电网拓扑分析方法及应用.电力系统自动化,2003,(8):67-70.
- 4 Das D, Nagi HS, Kothari DP. Novel method for solving radial distribution networks. Generation, Transmission and Distribution, IEE Proceedings, 1994,141(4):291-298.
- 5 Nahman J, Peric D. Analysis of cost of urban medium voltage distribution networks. Electrical Power and Energy Systems, 1998,20(1):7-16.