

基于地理信息的配电网 SCADA 系统的研究

孟昭勇 梁军 李仁俊 李欣堂 车仁飞

山东工业大学电力工程学院 济南 (250014)

【摘要】 以一个分层式配电网自动化系统的研究为背景,分析了配电网的主要特点,着重介绍其基于地理信息的 SCADA 软件系统的设计与实现方法。

【关键词】 配电网 自动化 SCADA 地理信息

引言

配电自动化系统亦称配电管理系统(DMS),是指包括 110/10kV 变电站及其 10kV 馈线、开闭所、二次配电站和用户负荷在内的整个配电系统的自动化与能量管理系统。其旨在提高供电可靠性,保证供电质量,降低运行和维护费用。

近年来,我国电力发展迅速,配电系统尤其是城市配电网的负荷密度猛增,网络结构愈来愈复杂,人们愈来愈强烈地感到实现配电网系统自动化的必要性和迫切性。

配电综合自动化的内容有许多方面,但基础和关键是配电网 SCADA 监控。

目前,我国对配电网自动化系统的研究刚刚起步,关键是如何开发出适于配电网特点的 SCADA 监控系统。配电网之区别于高压电网的主要特点是 10kV 馈线多为辐射性结构,且沿街道架设,各种电气设备及终端智能测控设备(如分段器、开关、杆上 RTU、补偿电容器、调压变压器等)多装于沿街架设的电杆上,其测控点多,信息量大,设备种类多,传统的 SCADA 系统无法满足配电网的需要。

本文首先给出一个即将投入运行的配电自

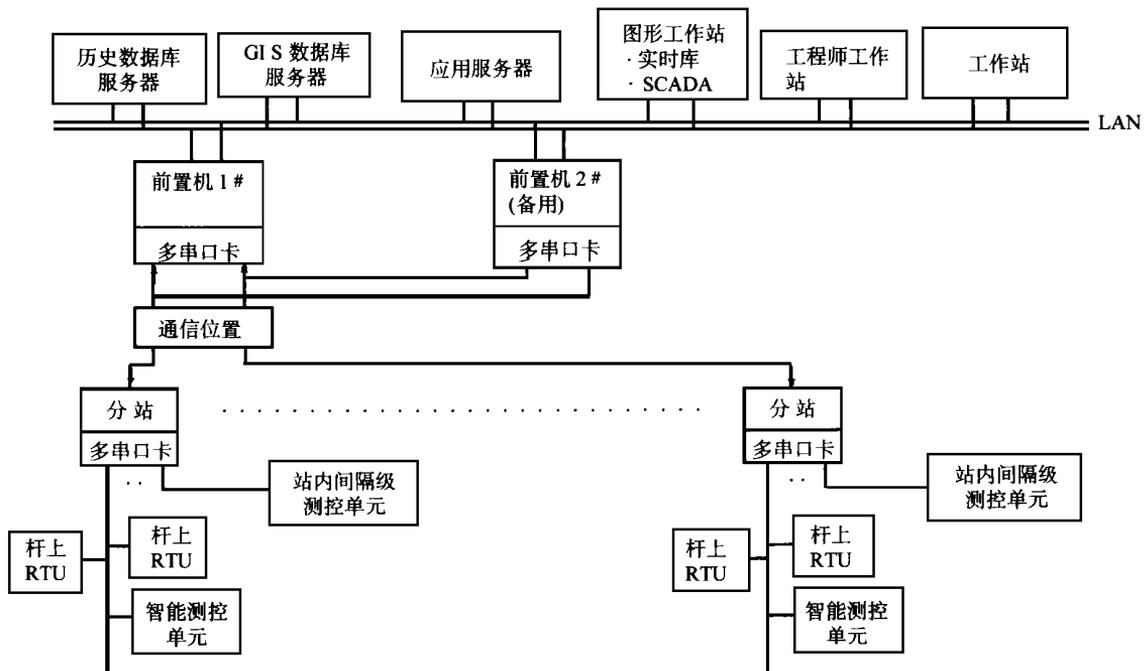


图 1 配电自动化系统的硬件系统结构

动化系统的总体结构,着重讨论其基于地理信息的 SCADA 子系统的设计与实现方法。

1 配电网自动化系统硬件系统设计

整个配电自动化系统由主站系统、分站系统及终端测控设备共同构成三层分布式结构,该层次结构可使整个系统的性能得到优化和提高。

主站系统以双(单)以太网形式将各图形工作站前置机及各种数据服务器联成局域网,其网络操作系统采用 Microsoft Windows NT。

分站一层设于变电站内部,可以一台(或两台互为备用)高档工控机配以多串口扩展卡来构成,分站与各种站内间隔级单元及杆上终端测控点以 1:1 或 1:n 方式连接,但与同一条 10kV 馈线上的所有测控点以 1:n 方式连接,这种方式便于扩展和维护。分站一层的主要作用为:

信息汇集和转发;

当地监控:包括对所属 10kV 馈线的故障隔离及恢复的自动控制功能;

规约转换:分站设有“规约库”,可兼容不同厂家的测控设备的通讯规约,并转换成统一的标准规约与主站进行通讯。

前置机与分站之间以 1:1 方式连接。

通讯媒介可根据现场的实际情况选择光纤、微波通道有线电缆或无线方式。

2 主站软件系统设计

主站软件系统设计遵循开放式系统标准,采用面向对象的及客户/服务器方式的分布式系统结构。其系统分层式结构如图 2 所示。操作系统采用了 Microsoft 公司近年推出的 Windows NT,其硬件平台的可移置性强;且具有抢占式可设优先级的多任务、多线程管理内核;其安全性符合 C2 级标准;内嵌完善的网络通讯管理功能;其标准统一的 Windows 界面已深为广大用户所喜爱;具有丰富、方便、易用的配套开发环境。选用 Windows NT 为开发一套高性能的 DMS 系统奠定了坚实的基

础。

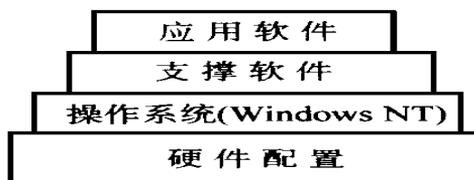


图 2 软件系统的分层式结构

支撑软件系统包括:分布式实时数据库管理系统,网络任务管理系统,面向对象的 MMI 框架系统,自动绘图系统,表格处理系统。支撑软件向应用程序提供服务的方式有:

以 API 向应用软件提供调用接口;

运行时以 C/S 方式提供信息查询服务;

向应用程序提供约定的面向对象的数据结构描述(如图形对象的数据结构描述)。

应用软件主要包括:

配网 SCADA 监控(包括自动故障隔离及恢复);

无功/电压控制,配网潮流分析计算;

网络拓扑分析及最优开关程序(网络重构);

负荷控制及管理(可与已有的负荷控制系统集成);

AM/FM/GIS 系统;

远方抄表、电量电价分析,自动计费和管理系统;

与其他系统的联网及信息共享。

3 基于地理信息的配网 SCADA 系统

配网动态信息的地理分布特性,使得配网 SCADA 必须建立在地理信息(AM/FM/GIS)的基础上,方可充分发挥其效用。目前已有的 AM/FM/GIS 系统大多是以 AutoCAD 为支撑环境二次开发的成果,有些系统是在某些专用的地理信息开发环境(如 Mapinfo、Arcinfo 等)二次开发形成的。这些系统作为地理信息管理系统已比较成熟,但要作为配网动态实时 SCADA 系统的地理信息开发基础,却很难满足性能上的要求,这主要是因为其动态信息的数据结构描述的不灵活性以及数据结构的冗余

大等因素所致，为此，我们自行开发了一套 AM/FM/GIS 系统，其 AM 子系统兼做配网 SCADA 系统的图形生成工具，而其地图及地图属性数据库则可为 SCADA 及 GIS 共享，如图 3 所示。

3.1 自动绘图系统

自动绘图系统的功能设计如下所述：

图形矢量化描述以基本图形元素（线、矩形和椭圆等）及图符（代表某一具体的物理对象）为单位，这样便可产生面向物理对象的数据描述文件。

图形转入转出功能：可与标准的 DXF 格式进行相互转换，从而实现与 Auto CAD 之间的接口；具有与数字化仪表及其他数字化设备的接口。

丰富的图形编辑功能。图形编辑以基本图形元素和图符为单位进行编辑。

具有 SCADA 实时数据库及地图属性（设备信息）数据库之间的接口，可自动生成动态图形对象与实时库之间的连接，并自动维护设备属性信息数据库。

图符编辑器：可任意编辑生成各种矢量图符。

图形可任意按层组织，图层显示顺序、图层颜色均可任意设置。

AM 软件系统是用 VC++4.0 在 Windows NT 下以面向对象的思想编写，其代码及数据冗余在保证通用性的前提下可做到最少，这就为大大提高 SCADA 系统的性能奠定了基础。

3.2 配网 SCADA 监控软件系统设计

基于上述自动绘图系统 SCADA 系统软件的设计具有高度通用性和相对稳定性，同时又可保证其动态实时性能。配网 SCADA 系统的信息量大，种类多，如何在保证实现所有配网 SCADA 功能前提下，提高 SCADA 系统性能便成了 SCADA 软件系统设计的主要矛盾，设计中采用了下述思想。

自动绘图系统与配网 SCADA 之间以文件方式实现信息交换，且文件分为三类：静态图形信息描述文件，动态图形对象信息描述文件及代表设备的图形对象的数据描述文件，且同类文件中又以不同的对象分类进行描述，如动态图形对象信息描述文件中将开关、动态文本、线路（主线和支线）、母线、刀闸、测控点等图形对象分类描述，这样可大大减少动态显示刷新、查询及批量访问实时数据库所用的时间。

静态图形信息描述文件只用于显示，而动态图形对象信息描述文件则包含与实时数据库的连接信息，用于动态显示刷新；设备图形对象信息描述文件包含有与设备属性数据库之间的联接描述，故可实现普通显示和对任一电气设备属性信息的查询、区域设备统计、某些同类设备的突出颜色显示以及由设备标识寻找其地理位置等。

地图区域对象被作为动态对象考虑，任一区域均可关联一条线路或一台变压器，当线路或变压器发生故障或因其他原因停电时，可实现动态区域着色。

SCADA MMI 子系统的设计采用了面向对象的多层次、多窗口、多线程的设计思想，任

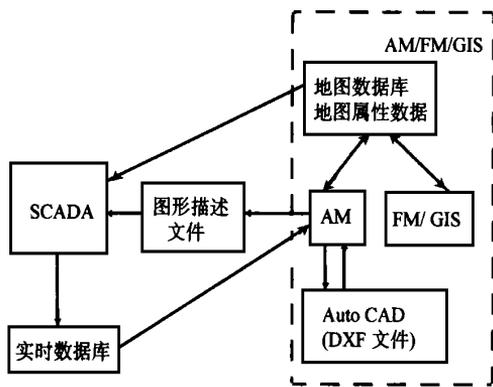


图3 AM系统与SCADA及地理信息系统之关系

AM可为SCADA提供下述三类数据描述文件：

所有静态地图图形元素的数据描述文件；

所有代表物理电气设备的图形对象（图符）的数据描述文件；

所有代表动态物理对象（如开关、动态文本、测控点等）图形对象的数据描述文件。

何一幅图表及其所有操作均被封装在一个框架内, 表现为屏幕上的一个框架窗口, 而由一幅图中某一对象 (如线路), 可以点 (以鼠标) 出描述该子对象的另一幅图表。图形及其图形对象均按层次组织, 如某一测控设备 (杆上 RTU) 在图中以一个“测控点”表示。该测控点的状态 (以不同颜色表示) 表示其所包含的所有遥测或遥信量的总的状态。但用户也可点出该测控点的详细内容。

总之, 由于自动绘图系统及其自动维护的设备属性数据库为 SCADA 及 GIS 系统所共享, 真正做到了 SCADA 与地理信息系统的高度集成, 同时保证了 SCADA 系统实时性能。

SCADA 与实时数据库之间采用了运行时客户/服务器方式的连接。实时数据库作为独立的进程, 运行于每一个工作站节点, 随时准备为多个应用程序提供服务。SCADA 可通过管道向实时数据库发送查询请求 (包括单个查询、批量查询、记录查询、表查询等), 而实

时数据库负责按请求查询结果, 并将结果集通过管道或共享内存文件发回给 SCADA。这种方式既保证实时查询速度, 同时又保证了程序之间的相对独立性, 便于维护和扩展。

4 结论

本文以山东潍坊电业局城网配电自动化工程的开发研究为背景。所开发的配电自动化系统即将投入运行。文中描述的基于地理信息的配网 SCADA 子系统在整个系统中是难点和关键。我们所提出的设计思想已成功地运用于这一系统的开发过程。关于其他各子系统, 我们将分别另文专述。

参考文献

- 1 Trudeau D, Hoffman, Seamour M. A. Integrating AM/FM Maps with Distribution SCADA. IEEE Transaction on Power Delivery, 1990, 5 (2).
- 2 王明俊, 于尔铿, 刘广一. 配电系统自动化及其发展 (一) ~ (七). 电网技术, 1996, (7) ~ 1997, (1).

RESEARCH ON A DISTRIBUTION NETWORK SCADA SYSTEM BASING ON GEOGRAPHICAL INFORMATION

Meng Shaoyong et al (Shandong Industrial University, Jinan, 250014)

Abstract The main features of distribution network are analyzed according to the research on a layered automation system of distribution network. The design and realization of SCADA software system based on geographical information are introduced.

Keywords Distribution network automation SCADA Geographic information

(上接 17 页)

APPLICATION OF SIMULATED ANNEALING ALGORITHM IN FAULT- LOCATION OF 10kV POWER TRANSMISSION LINES

Yan Tian, Li Erxue (Liaoning Industrial College Jinzhou, 121001)

Yang Shiyong (Zhejiang University, Hangzhou, 310027)

Abstract The aim of this paper is to solve the problem of Fault - Location in weak Current Connecting to Earth System, it chooses the electric power distribution network of 10kV as its subject. It analyses and researches a single - phase connecting to earth 's fault that has the highest fault ratio and form mathematical model under network fault state.

The Simulated Annealing Algorithm is applied to fault - location in weak current connecting to earth system for the first time. It solved a series of problems in applying Simulated Annealing Algorithm. It 's proved by the simulating experiment that the Location Error of Fault recognition is far less the requirement.

Keywords weak current to earth system Fault - Location Simulate Annealing Algorithm