

鞍山 10 kV 配电网管理系统的研究与实现

刘燕, 姜彤, 李美燕, 党宁, 周浩

(华北电力大学电气与电子工程学院, 北京 102206)

摘要: 对鞍山 10 kV 配电网管理系统, 将集抄系统、负控系统、地理信息系统 (GIS) 和能量管理系统 (EMS) 中的数据进行整合, 通过 Web 平台和可视化潮流平台进行监控与分析。Web 平台不但显示了集抄、EMS 系统的实时数据, 还包括线损分析、可靠性分析、三相不平衡分析等的的数据; 可视化潮流平台实现了配电网系统图形绘制、潮流计算分析数据显示等。系统采用了虚拟机技术、Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) 技术、asp.net 等先进的计算机技术使得操作快速和简单化, 数据可视化, 页面美观化, 为配电网高效稳定运行及精益化管理提供决策依据。

关键词: 配电网管理系统; 集抄系统; Web 平台; 可视化潮流; Ajax

Research and realization of 10 kV distribution network management system in Anshan

LIU Yan, JIANG Tong, LI Mei-yan, DANG Ning, ZHOU Hao

(School of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: 10 kV distribution network management system in Anshan integrates the data of concentrated meter reading system, load control system, geographic information system (GIS) and energy management system(EMS). It can monitor and analyze by web platform and visible power flow platform. Web platform can display not only the real-time data of concentrated meter reading system and EMS, but also the line loss analysis data, the reliability analysis data and the three phase unbalanced analysis data and so on. Visible power flow platform can realize the graph plan of distribution management system and reveal the data of power flow analysis. The system using advanced computer technologies such as virtual machine technology, Ajax technology, asp.net technology and so on makes the operation rapid and simple, the data visible, and the page beautiful. The distribution network management system provides the decision-making basis for highly effective and stable operation and lean management of the distribution network.

Key words: distribution network management system; concentrated meter reading system; Web platform; visible power flow; Ajax

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)07-0074-03

0 引言

近年来, 随着配电网规模的日益扩大和电力企业信息化建设的深入, GIS 系统、负控系统、EMS 系统、集抄系统等各类信息系统逐步投入运行, 提高了城市配网运行管理的水平。但这些系统相对独立、数据共享程度低, 一方面, 直接导致供电企业决策人员无法及时掌握电网真实的技术指标, 难以定量了解电网存在问题的严重程度和分布位置, 面对大量数据无法做到配电网科学有效地管理; 另一方面, 也使供电企业建设和维护系统中的大量数据未得到充分利用, 造成资源浪费^[1]。

所以, 鞍山进行了 10 kV 配电网管理系统的建设, 将低层几个信息系统中的海量数据转化为有用的信息, 包括微观的变台和宏观的线路、变电站的

具体数据、技术指标分析数据, 方便多部门工作人员数据查询和比较, 辅助供电企业决策层掌握全网情况, 并为他们的决策提供依据。而现代化的配电网管理系统需要结合先进的计算机技术, 使得人机交互更加友好, 操作更加简单, 尽可能实现最广泛的应用, 产生最大的效益。

本文根据鞍山市的 10 kV 配电网管理系统的设计和运行经验, 介绍了其实现的具体背景、实现的功能、运用的技术和下一步工作的展望。

1 配电网管理系统的背景

鞍山配电系统原有三个数据库, 分别为原有的 GIS、EMS 和负控数据库。通过 GIS 数据库, 可以获取整个配电网的网络拓扑、电器元件参数等, 提取并形成需要的信息; 通过 EMS 数据库, 可以

获取配电网主变压器出口处电压、电流、有功、无功数据;通过负控数据库,可以获得配电网中高压用户的有功、无功用电情况。在 10 kV 配电网中,出于成本的考虑,通常不会安装电流互感器等设备^[2],所以无法对 10 kV 配电网系统进行有效地监控和分析。但是现在 380 V 侧安装了集抄系统的线路后就可以采集到实时的电压、电流、有功功率、无功功率和电量等电气量,再通过变压器模型就能得出 10 kV 侧的电气量。这样它们就共同构建了统一的数据中心,形成比较完整的数据业务支撑平台,为配电网的分析奠定了坚实的基础。

有了完备的数据,就可以进行后台工作,包括数据预处理、潮流计算和数据分析三个部分。前台的工作包括网络发布和可视化潮流。这就组成了 10 kV 配电网管理系统。如图 1 所示。

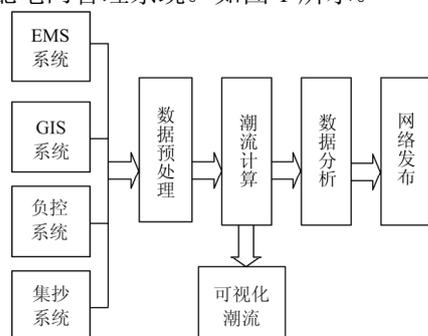


图 1 实现流程图

Fig.1 Realization flow chart

2 10 kV 配电网管理系统实现的功能

系统采用了先进的通信技术、数据库技术,具有实时、计算准确、分析完善、操作方便等特点,其功能是通过 Web 和可视化潮流两个平台展现的。

2.1 Web 页面实现的功能

(1) 集抄数据显示与监测

在配电系统中,把庞大而分散的数据及时有效地收集、统计及分析是一个非常迫切的问题。现在在低压集抄系统将大量的数据实时准确地传入数据库中,就可以随时监控每个变台的运行状况。除了显示实时数据,还需要对集抄数据的采集进行监测,筛选错误数据,帮助用户分析采集数据的正确性,提高集抄表的正确使用性。当集抄系统发生异常,比如没有数据上传或是上传错误时,会记录入数据库。工作人员通过网页及时发现错误,处理电表和通信故障,确保电能表运行和通信正常,这样就保证了实时监控和快速解决问题的特点。

(2) 数据统计与分析

集抄数据、负控数据和 EMS 数据是潮流计算

的数据基础,而 GIS 数据库是潮流计算必不可少的网络信息数据。后台将会对基础数据分时分层进行计算并存入数据库。分时是指按照小时、天、月、年进行统计计算;分层是指按照变台、线路、变电站进行统计计算。

通过潮流计算得出的数据和集抄数据可以对整个配电网的性能,包括线损、电压合格率、供电可靠性等进行分析,得到相关的技术指标。其主要分析如下:

a) 线损率是电力企业的一项重要综合性技术经济指标,它反映了电力网的规划设计、生产技术和营销管理水平。统计线损是指供电量和售电量的差。在 10 kV 配电网中,对于售电量,则是指 380 V 侧集抄数据转化为高压侧的数据和高压户数据之和。这样就能得到统计线损。理论线损是根据供电设备的参数和电网运行的负荷情况,由理论公式计算出^[3]。

b) 国家标准规定 10 kV 以下三相供电电压允许偏差为额定电压的 $\pm 7\%$ 。当电压波动超过允许的范围时,配电网设备的性能和运行状况都会受到影响,比如会使配电网的线损增大^[3]。通过集抄系统采集的数据可以查询变台任何时刻的电压情况,也可以计算出三相电压合格率。

c) 电力系统供电可靠性指标是供电企业的一项重要技术经济指标,体现了电力生产技术水平、装备水平和企业管理水平,也反映了城市总体经济的发展水平。配电网可靠性是由停电次数和每次停电时间来反映的。通过供电可靠性的分析,工作人员可以对电网采取一定的措施带来最大化的经济效益,并且增强配电系统的可靠性。

除了以上分析之外,还包括电流不平衡度、负载率、变台损耗率、功率因数分析等。通过分析工作人员就能有根据地对配电网进行优化,使系统达到最佳的运行状况。

(3) 按需查询

为了满足不同岗位工作人员的需要,系统采用了按需查询的方式。按需,是指提供不同的查询方式和菜单项。如营销人员,可以通过营销入口用营销号直接进行查询,而不需要选择台区名。同时可以切换进入其他方式进行查询。

后台所做的工作,方便工作人员按时、按层对实时和分析数据进行查询,可以选择年、月、日,也可以选择一个变台、一条线路或是一个变电站,这样就可以从纵向和横向掌握整个配电网的情况,清晰而且直观,具有灵活性的特点。如图 2。



图 2 数据查询和显示

Fig.2 Data query and display

(4) 曲线、报表的生成和打印

为了方便工作人员进行图形化对比, 实现了数据的图形化。图形化的模式包括变台功率折线图、线损柱状图、集抄电压散点图等。当鼠标停驻在不同的点, 可以精确地显示该点具体的数值。工作人员也可以把数据生成 Word 或是 Excel 报表, 并进行打印, 方便日后的工作。如图 3。



图 3 数据图形化显示

Fig.3 Data image display

2.2 可视化平台实现的功能

采集的数据通过潮流计算可以进行可视化潮流平台展示和监控。可视化潮流平台由工作平台和维护平台两部分组成。工作平台, 是电网分析软件使用人员所使用的人机交互环境; 维护平台, 是维护人员用于建立和维护系统所使用的图形数据库工具。它可以进行配电网图形绘制和修改(基于鞍山配电网地理信息系统 GIS 自动生成)、电网设备建模, 也可以查看电网参数、测量信息和潮流计算分析数据。还具有一些其它功能如导航图功能、设备查找定位功能等, 并且可以直接切换到网页界面, 方便快捷。如图 4。

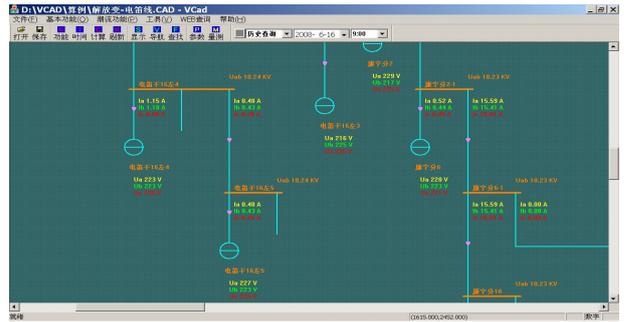


图 4 可视化平台潮流数据展示

Fig.4 Power flow data display on visible platform

3 10 kV 配电网管理系统采用的技术

鞍山 10 kV 配电网管理系统不仅功能全面, 而且采用了先进和实用的计算机技术, 实现了所需的功能, 也使得页面更加美观和人性化, 使得该管理系统走在时代的前端。

(1) 通过先进的计算机软件编程技术开发电力专项软件, 在基于 Web 的基础上运用 Ajax 技术实现网页局部刷新, 缩短响应时间。如像 google 一样通过营销号自动搜索某一个变台信息, 如图 5。

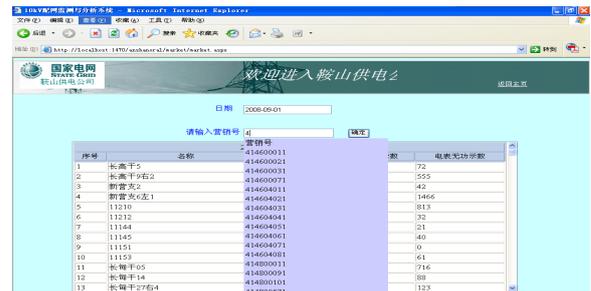


图 5 基于 Ajax 技术的数据查询

Fig.5 Data query based on Ajax technology

(2) 对数据采集、后台程序运行和网页发布采取了隔离措施, 使得它们各自运转不会产生影响。具体实现方式就是在同一台服务器上采用了虚拟机技术, 相当于是三台同时运转的服务器, 各自完成自己的功能: 一台用于集抄数据实时数据上传, 一台用于后台程序分析数据, 一台用于网页发布。这样避免了交互产生错误, 而且节约了资源, 又方便操作和维护。

(3) 海量的配电网数据, 使得每次读出、写入、查询和修改 Oracle 数据库非常耗时, 甚至会造成内存溢出等一系列问题。而该系统中采用了 DataSet, 是从数据源中检索到的数据在内存中的缓存, 且不依赖与数据库的独立数据集合。后台程序读出 Oracle 数据到 DataSet, 在 DataSet 中进行操作, 将

(下转第 80 页 continued on page 80)

式中： $L1$ 为修正后的线损率预测结果； $L2$ 为神经网络预测的线损率结果； $L3$ 为过网电量引起的线损率升高的百分比； $L4$ 为增添无功补偿装置引起的线损率下降的百分比； $L5$ 为技术改造引起的线损率下降的百分比； $L6$ 为配变台区三相不平衡经过调整引起的线损率下降的百分比。

通过这种综合预测方法，可以充分利用人工神经网络的学习推理能力，又考虑到电网改造对线损率的影响，并同过测量等手段对这些样本进行线损计算，通过 ANN 的学习过程，就可以得到一个精度高、鲁棒性强的线损模型，只要电网结构不发生大的改变，该模型可适用于今后几年的线损分析，预测和考核使相当方便的。

5 结论

本文在阅读大量文献的基础上，归纳总结了预测线损率的两种方法，阐述了线损二项式、ANN 应用于供电管理的线损率预测中，通过比较两种方法计算出的预测值，修正预测结果，确定出具有参考价值的预测值。根据预测值与线损率统计值进行分析，发现供电网络中的薄弱环节，通过理性分析，及时调整降损措施，使降损工作有的放矢，做出实效，提高企业效益，降低生产成本。

参考文献

[1] Levitin G, Kalyuzhny A, Shenkman A, et al. Optimal

(上接第 76 页 continued from page 76)

结果数据写入 Oracle 数据库，避免了在庞大的数据库中进行操作，大大提高了运算速度。

(4) 通过 ASP.NET 实现实用、专业、美观的人机界面，强大的报表、曲线/棒图、统计分析、事件报警/记录等功能。

(5) 通过 Web 服务器采用网页的方式发布各类信息，方便公司领导和有关部门进行各类查询、下载和打印数据报表。

4 结论

鞍山配电网管理系统将低层数据库进行整合，搭建了统一的数据平台，利用先进的计算机技术实现了实时数据查询，配电网分析包括线损、供电可靠性等技术指标的分析，并通过 Web 网页和可视化潮流平台展示，为供电企业决策者进行决策提供辅助支持，从而节约供电企业投资，使其各部门能科学、高效地保障电网的安全稳定运行，具有较高的科技含量及经济价值。

配电网管理系统对各种指标进行分析和归纳，发现配网运行中存在的问题。但还需要对如何合理

Capacitor Allocation in Distribution Systems Using a Genetic Algorithm and a Fast Energy Loss Computation Technique[J]. IEEE Trans on Power Delivery, 2000, 15 (2): 623-628.

[2] 袁宗才. 线损结构分析及其应用[J]. 国际电力, 2005, 6(9): 45-46.
YUAN Zong-cai. Decomposition of Line Loss and Its Application[J]. International Electric Power for China, 2005, 6(9): 45-46.

[3] 丁心海, 罗毅芳, 刘巍, 等. 改进配电网线损计算方法的几点建议[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (13): 57-61.
DING Xin-hai, LUO Yi-fang, LIU Wei, et al. Proposals on Improving the Current Methods for Calculating Line Losses of Distribution [J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (13): 57-61.

[4] 王涛, 张坚敏, 李小平. 计划线损率的计算及其评价[J]. 电网技术, 2003, 27(7): 40-42, 55.
WANG Tao, ZHANG Jian-min, LI Xiao-ping. Calculation of Scheduled Loss Ration and Its Assessment[J]. Power System Technology, 2003, 27(7): 40-42, 55.

[5] 楼顺天, 施阳. 基于 MATLAB 的系统分析与设计——神经网络[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999.

[6] 高隽. 神经网络原理及仿真实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

收稿日期: 2009-04-08; 修回日期: 2009-06-23

作者简介:

田宏杰 (1981-), 男, 硕士, 工程师, 从事电力网线损管理和电力网规划设计. E-mail: tianhj_28@163.com

重构网络, 实现最小线损、提高电压合格率等提出合理的解决方案供运行人员参考, 这是后期需要解决的问题。

参考文献

[1] 杨超杰. 对城市配电网管理现状探讨[J]. 广东科技, 2008(16): 98-100.
YANG Chao-jie. Discussion on the Development of Urban Distribution Network[J]. Guangdong Science & Technology, 2008(16): 98-100.

[2] 雷铭. 贵州电力实验研究院, 华北电力科学研究院有限责任公司. 电力网降损节能手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

[3] 王守相, 王成山. 现代配电系统分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2007.

收稿日期: 2009-04-24; 修回日期: 2009-06-01

作者简介:

刘燕 (1982-), 女, 硕士, 研究方向为电力系统分析与控制; E-mail: liuyan23@ncepu.edu.cn

姜形 (1970-), 男, 教授, 从事电力网络分析和计算机应用方面的研究。