

基于 Internet/Intranet 的电力系统负荷预估系统

张秀英¹, 张传民¹, ZHANG Chuanli², LEDWICH Gerard²

1. 济宁华润燃气有限公司, 山东济宁 272137
2. 昆士兰科技大学工程学院, 布里斯班 4001, 昆士兰省, 澳大利亚

[摘要] 介绍了基于 GPS 全球定位系统和 Internet/Intranet 实现的机动负荷测量系统, 包括硬件的开发和系统结构。该测量系统已经应用于澳大利亚电力系统, 并成功地提取出了系统的震荡信息。分析结果表明, 监测系统能够成功地记录电力系统的功角变化, 进而进行事后故障分析, 并可以实时监视系统的震荡情况。

[关键词] 模态; 电力系统震荡; 电压功角

[中图分类号] TP227

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2007)17-0052-03

Internet/Intranet-Based Load Estimation Measurement System

ZHANG Xiuying¹, ZHANG Chuanmin¹, ZHANG Chuanli², LEDWICH Gerard²

1. Jining Huarun Resources Gas Co, Ltd., Jining 272137, Shandong Province, China
2. School of Systems Engineering, Queensland University of Technology, Brisbane 4001, QLD, Australia

Abstract: In this paper, GPS-based mobile measurement system is introduced including the hardware and the architecture of the system based on Internet/Intranet. The measurement system has been applied in Australian Network and successfully extracted the oscillatory frequency and damping values of the power system. Results from the analysis show that the angle measurement system is able to be used to record the variation of phase angle of the power system thus to carry out the post-event analysis of the incident of the power system successfully and extracting oscillation of the system in real-time.

Key Words: mode; power system oscillation; voltage angle

CLC Number: TP227

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2007)17-0052-03

0 引言

电能传输是电力市场的主要环节之一。如果能量的传输受到限制, 市场操作就会受到损害。现代的电力市场规则要求严重的系统扰动不能影响电力系统的正常运作。现在定义的能量传输极限是模拟系统遭受严重扰动的情况下得出的。但是用于模拟的系统模型完全没有必要受限于一系列的预测。如果人们了解在某一时刻扰动的负荷, 能量传输的预测就不会变得那样保守。

整个电力系统网络的模型需要采集不同枢纽点的

实时数据, 比如功角的实时变化。所有采集的不同地点的数据集中到分析中心, 进行负荷模型的分析。这对通讯系统是个挑战, 因为大量实时数据需要动态地通过通信网络进行交换。幸运的是, 互联网技术为之提供了可能性, 用于实现分布式控制系统, 即应用系统分布于不同的地点。电力系统负荷模型监测便是这样的分布式系统: 测量系统分布于不同的变电站, 所有的数据传送到中心进行综合分析。

本文的主要目的是构建机动的硬件系统, 以监测系统功角的变化, 并基于互联网通信技术集中数据, 测

收稿日期: 2007-07-10

作者简介: 张秀英, 济宁市济宁华宇煤气有限公司, 工程师, 研究方向为工业自动化监控系统; E-mail: jnzc9943@yahoo.com.cn

ZHANG Chuanli (通讯作者), 澳大利亚昆士兰科技大学工程学院, 研究员, 研究方向为电力保护系统、电力系统稳定性和电能质量; E-mail: czhang@powerlink.com.au

量系统的实时震荡参数。

1 系统结构

构建实时负荷模型监测系统需要以下条件。

1) 分布式便携测量系统实时记录电压、电流、无功和有功的变化。

2) 存储采集数据并通过互连网络或实时发送到分析中心。

3) 负荷分析在分析中心进行。

4) 系统具有可扩展性, 能够容纳更多的测量单元进行实时数据分析。

基于上述要求, 本文采用分布式结构进行负荷模型的预估, 其结构如图 1 所示。实时负荷预估系统按照功能可分为 3 层结构, 分别为测量单元层、数据库层和分析层。其中, 测量单元层用于采集实时数据并把数据存储在本地硬盘; 数据库层用于备份数据; 分析层则根据数据库的数据进行负荷预估分析。



图 1 系统结构

Fig. 1 Structure of proposed system

1.1 测量单元层

如图 2 所示, 测量单元层包括 4 个测量单元。测量单元用于采集数据, 如电压幅值的实时变化、电压幅角的变化、电流幅值、电流幅角、有功和无功的变化。每个单元配有 GPS 接收机, 以便所有测量单元的采集数据

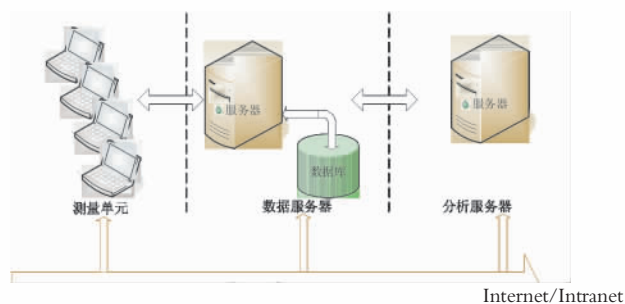


图 2 负荷预估系统功能层结构

Fig. 2 Function layers for the load estimation system

同步。所有测量单元的数据一方面就地备份, 另一方面传送到数据库存储。同时, 数据还传输到数据分析服务器以进一步分析。

每个测量单元主要由两部分构成。① 备有 PCMCIA NI 数据采集卡^[1]和以太网卡。数据采集卡用于采集数据, 测量单元的采样频率是 10 kHz。② 转换单元, 为所测量的电流和电压提供电子接口。它还集成有 GPS 接收器和相应的时间同步电路。

测量单元采用 NI 的高速数据采集卡, 其 A/D 转换的分辨率高达 500 kHz。这样的采样频率大大减小了整个系统的数据量化误差, 有利于进行基于小扰动的负荷预估分析。图 3 所示的是测量单元的硬件设计。该测量单元可以输出 50 Hz 和 10 Hz 带有时标的数字。考虑到通信网络的局限性, 只有 10 Hz 数据送到数据库服务器。测量单元的测量代码以 Service 的方式运行, 也就是说用户无需登录手动起动程序代码。供电后, 用户不用登录, 测量单元装置程序即可自动运行。测量单元的硬件内部结构如图 4 所示。

1.2 数据库层

数据库层是连接测量单元和数据分析服务器的桥梁。一方面, 测量单元发布实时数据到数据库服务器, 另一方面, 数据分析中心从数据库中提取同步数据, 做



图 3 便携测量单元装置示意图

Fig. 3 Mobile measurement unit



图 4 测量单元的内部硬件结构

Fig. 4 Structure diagram of measurement unit

实时分析。数据服务器采用两种方法,以保证安全地传输数据。

1)采用数据服务器管理接口。该接口鉴别用户是否可以发送数据以及发送何种数据到数据服务器。

2)数据服务器可以运行于防火墙之外,而应用程序则在防火墙内安全地运行。数据服务器充分采用 TCP/IP 端口 3015。该端口已经通过 IANA(国际互联网网络授权协会)注册为 DSTP 端口(数据包传输协议)。

1.3 负荷预估层

负荷预估层也称作数据分析层,它位于数据分析中心,由负荷预估软件包组成,并完成下列任务。

1)从数据服务器实时读取带有时标的的数据。

2)利用模态分析算法预估系统的震荡数据,如震荡频率和阻尼等。

2 基于便携式测量系统的数据分析

4 台配有 GPS 接收器的便携式测量仪已经安装在

澳大利亚电力网络的 4 个枢纽点:① 布里斯班:South Pine 275 kV;② 悉尼:Sydney West 330 kV;③ 墨尔本:Rowville 220 kV;④ 阿德雷德:Para 275 kV。

50 Hz 和 10 Hz 数据存储在当地硬盘,只有 10 Hz 数据经由数据包服务器传送到数据库服务器。数据 50 Hz 和 10 Hz 为二进制格式,这样既降低了传输的时间,又节省了存储空间。

分析服务器从数据库中读取数据如母线电压的角度,实时地计算出震荡信息^[2-4],如震荡频率和阻尼值。图 5 是数据分析软件的界面。从图中可以看出,系统有 3 个震荡频率,其阻尼值分别为 -0.24 Np/s 、 -0.32 Np/s 和 -0.48 Np/s 。图中上半部分是基于长窗口(3 h 窗口)的阻尼变化;下半部分是基于能量算法短窗口(5min 窗口)的阻尼变化。长窗口的结果相对而言比较精确,用于长期规划;而短窗口的结果误差比较大,但是分辨率比较好,用于实时为调度系统提供预警信息,以便迅速采取措施。



图 5 震荡频率和阻尼的变化结果

Fig. 5 Estimation of oscillatory frequency and damping values

3 结论

本文研究了基于全球定位系统和互联网技术实现的便携式负荷预估系统,用于采集功角的变化,预估出系统的震荡信息如震荡频率和震荡阻尼等,进而分析系统的特性,如负荷对震荡的影响等。

致谢:感谢澳大利亚昆士兰科技大学,澳大利亚 NEMMCO, TRANSGRID, Powerlink, ElectraNet SA 和 VENCORP 电力公司的大力支持。

参考文献 (References)

[1] NI DAQCard 6024E for PCMCIA [OL]. <http://sine.ni.com/>

nips/cds/view/p/lang/en/nid/10969.

- [2] System Investigations Branch, Transmission Development Group. Transgrid initial small-signal analysis of the oscillations of 10th April 2004[R]. June 2004.
- [3] OPPENHEIN A V, SCHAFER R W. Discrete-time signal processing [M]. 2nd edition. Engewood Cliffs: Prentice Hall, 1998: 69.
- [4] ROGERS G. Power system oscillations [M]. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000.

(责任编辑 齐志红)