

实时无功优化软件 ORP 的开发与应用

钟红梅¹,任震²,张勇军²,黄良毅³,李邦峰³

(1. 惠州供电公司,广东 惠州 516001; 2. 华南理工大学电力学院,广东 广州 510640;

3. 海南省电力总公司,海南 海口 570203)

摘要: 介绍了实时无功优化软件 ORP 在某省电网中的应用,讨论了开发该软件的意义以及几个实时应用问题,阐明了通过调度生产管理系统 DMIS 调用 SCADA 系统实时数据以及如何进行人工干预的具体实现方法,讨论了无功优化计算程序的实现等问题。最后通过试运行证明了 ORP 的实用价值。

关键词: 实时无功优化; 调度生产管理系统; SCADA 系统

中图分类号: TM714.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)11-0055-03

0 引言

无功优化是电力系统运行操作中的一个重要问题,是指通过合理调配可调抽头变压器的分接头位置、PV 节点的电压幅值、补偿装置的投入容量等,使系统有功网损达到最小。

本文所提无功优化目标函数涉及 3 个方面:保持各节点电压幅值不越限;降低系统有功网损;避免变压器抽头和补偿装置的频繁调节。约束条件为:发电机电压约束、无功约束、负荷节点电压约束、变压器变比约束、补偿容量约束以及潮流方程约束等^[1]。

目前,大部分无功优化程序的应用只是利用经验数据进行离线计算。为了跟踪在线负荷变化,使电网处于最佳运行状态,实时无功优化软件 ORP 程序需要不断地调用实时参数进行计算,本文详细讨论了实时数据的调用过程,并考虑到遥测值的准确性,提出了人工干预方案。最后,讨论了 ORP 的实用价值,通过试运行,证明了它的两大特点:提高了电压质量和系统电压稳定性;降低了系统网损。

1 应用于某省电网的 ORP 简介

该电网是一个独立网,包括 77 个节点母线,25 台发电机组,13 个可调抽头变压器,19 个无功补偿点,41 条交流线路。无功优化软件 ORP 采用 Visual Basic 进行界面开发,用 VC++ 进行计算程序的编制,并采用 Access 数据库。该软件适用于 Win9x/WinMe/Win2000 等操作系统,界面包括参数输入、作业定义、计算、结果查询等功能选项。考虑到管理员和调度员的权限不同,设置了修改(撤销)密码选项,提供“管理员登录”和“匿名登录”两种方式,匿名登

录不允许进行基础数据库的修改,在作业数据中只能进行一些开关闭合以及变压器抽头位置,各发电机及负荷节点有功、无功,电压幅值的修改。ORP 既可以进行离线计算,也可以进行在线计算。在线计算的数据从某电网 DMIS(调度生产管理系统)中获得。SCADA(数据采集和监控)系统的在线数据与 DMIS 系统以及 ORP 的关系如图 1 所示^[2]。

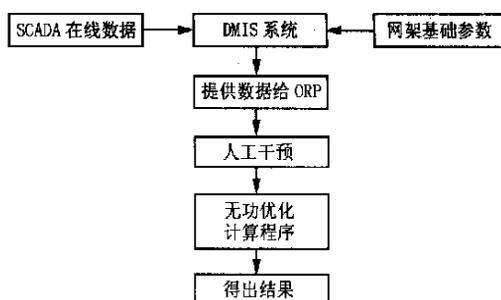


图 1 SCADA,DMIS 和 ORP 程序的关系

Fig. 1 Relations among SCADA,DMIS and ORP

首先,DMIS 和 SCADA 系统接口,从 SCADA 系统中调用实时数据(各母线有功、无功以及电压幅值)到本地数据库。ORP 进行无功优化计算前先调用 DMIS 系统服务器数据库的实时数据,经过处理转换成所需格式数据,传到 ORP 的 Access 数据库。ORP 提供了查看遥测值选项,考虑到遥测值不准确的情况又增加了人工干预功能,可以对遥测信息不准确的项设定合适的值进行干预^[3]。再将干预值存入 ORP 数据库,最后调用本地数据库的参数进行无功优化计算。计算完毕,可以得到初始潮流和优化潮流的节点数据、支路数据、总发电量、负荷、有功损耗的前后对照表以及明确的调整方案,调度员一目了然,操作方便。

2 ORP 与 DMIS 系统的接口

2.1 通信协议选择

ORP 与 DMIS 系统的接口采用局域网方式,并使用 Windows Sockets 接口技术进行通讯。Windows Sockets 是在网络上发送和接收数据的 API,可以使用的协议包括用户数据文报协议 (UDP) 或者传输控制协议 (TCP)。TCP 协议是基于连接的协议,可以将它同电话系统相比。在开始数据传输之前,用户必须先建立连接。UDP 协议是一种无连接协议,两台计算机之间的传输类似于传递邮件:消息从一台计算机发送到另一台计算机,但是两者之间没有明确的连接。另外,单次传输的最大数据量取决于具体的网络。ORP 用 VB 编程,引用 Winsock 控件,采用 TCP 协议,因为它可以保证数据的完整性,确保客户端接收到数据,并且可以接收大容量数据。

2.2 通信规约选择

目前在电力自动化系统中采用的通讯规约主要有循环式和问答式^[4]。这两种规约的重要区别是:循环式规约是发送端按要求周而复始地向接受端发送信息;问答式规约是接收端发问,发送端根据问的报文回答,数据只传输一次。ORP 和 DMIS 的通信采用了问答式规约,这样问方掌握通信的主动权,需要时才进行实时数据的传送,可以减轻发送端的负荷,减少网络流量。目前主要进行遥测值(发电机及负荷节点有功、无功,电压幅值等)的传送。

不论循环式或者问答式,信息通常是以帧为单位进行传输。问答式规约采用可变帧长度传送,问帧结构由一个控制字和若干个信息字组成,未提供校验码,因为 TCP 协议本身提供校验。建立连接后要向服务器发送问帧,即建立一个可变长度的数组 my-buf (N),用 16 进制表示,前 5 个字节代表控制字:其中 my-buf (0) = &HF,代表帧类别;my-buf (3) = &H0,my-buf (4) = &H0,代表两个备用字节;my-buf (1)和 my-buf (2)代表遥测值的个数,分别表示 16 进制的低位和高位;从第 6 个字节开始每两个字节组成 1 个信息字,代表 1 个遥测信息,称为“点号”,分别表示其 16 进制的低位和高位。这样,一旦点号个数和点号值确定,就可以发送问帧给 DMIS 服务器。

当服务器接收到问帧 my-buf (N)以后,TCP 提供校验,按点号顺序传送 1 个接收帧 my-receiver ()给本地机。遥测值用二进制表示,每 5 个字节组成 1 个信息字,代表 1 个遥测值,第 1 个字节表示该遥测的状态,0 为正常,1 为异常,其他 4 个字节用来表示浮

点数,低位在前,高位在后。经过十进制转换便可以得到与点号相对应的遥测值,存入 ORP 数据库,这样即完成了实时数据的调用。

2.3 DMIS 与 SCADA 系统的接口

DMIS 与 SCADA 系统的接口采用 TCP 协议,循环式规约,即 SCADA 的实时数据循环地向 DMIS 传送,DMIS 数据库的刷新时间为 2 s,足以保证它的实时性,进而保证了 ORP 计算程序的实时性。

3 人工干预

ORP 提供了人工干预窗口,进行实时无功优化计算之前应该设定人工干预选项,对那些事先已知的不准确的遥测值进行干预。在结果查询中提供了最近一次的遥测值查看选项,包括各个遥测量及其点号、遥测值等,可以依此来判断遥测值的准确性,并以此为依据进行人工干预设置,以便进行以后的在线计算;同时,无功优化计算程序也具备一定的自动纠错能力,对那些明显错误的遥测值进行恰当的处理,并向用户提示处理方法和出错原因,为调度员提供了又一个进行人工干预的依据。

4 无功优化计算程序

在进行了实时数据采集以及人工干预之后,ORP 计算程序即可调用数据库的数据进行计算。该计算程序既可单独进行潮流计算,也可进行无功优化计算,在无功优化计算前不需有现成的潮流计算结果,它会自动首先进行初始潮流的计算,并给出初始潮流和最优潮流的计算结果并进行比较。

表 1 初始潮流和优化潮流的结果比较

Tab. 1 Comparison of the initial power flow and the optimal power flow

	MVA			
	总负荷	总发电	总厂用电	总网损
初始值	647.131 + j218.706	705.495 + j282.197	41.715 + j25.864	16.648 + j37.628
优化值	647.131 + j218.706	704.954 + j224.293	41.715 + j25.864	16.109 - j20.260

无功优化计算程序是在现有网架结构基础上进行变压器抽头调整、补偿容量的增减以及发电机节点电压调整,以达到综合考虑电压水平以及系统有功网损的一个经济指标。采用改进遗传算法^[1],群体规模、最大迭代次数、交叉概率和变异概率等设定默认值,且均可通过界面由用户来进行修改。其他可由用户进行修改的包括节点电压上、下限,变压器抽头和无功补偿装置的调节代价等;可选项包括:平

衡节点是否参与调压选择以及是否考虑负荷静特性等。该计算程序在某省电网的应用效果良好,程序运行平均时间为 3.3 s,例如某省大方式下的初始潮流和优化潮流的比较如表 1 所示。初始潮流有 6 个节点电压越限,优化后所有节点电压均回到限定范围之内,有功网损降低了 539 kW,优化效果十分明显。

5 结论

通过无功优化软件 ORP 的试运行,可得出如下结论:

- 1) ORP 软件界面友好,基于 Access 数据库编程,查询方便,操作简单;
- 2) 该软件的投入使用使得电网调度管理工作有了新进展,使无功补偿设备和变压器可调抽头等得到充分的利用,提高了电压质量,降低了网损;
- 3) 该软件通用性强,具有推广价值,尤其适合于地区电网的无功优化调度。

参考文献:

- [1] 任震,钟红梅,张勇军,等 (REN Zhen, ZHONG Hong-mei, ZHANG Yong-jun, et al). 电网无功优化的改进遗传算法 (Improved Genetic Algorithm for Reactive Power Optimization of Electric Network) [J]. 电力自动化设备 (Electric Power

Automation Equipment), 2002, 22(8): 16-19.

- [2] Sharif S S, Taylor J H, Hill E F, et al. Real-time Implementation of Optimal Reactive Power Flow[J]. IEEE Power Engineering Review, 2000, 20(8): 47-51.
- [3] 黄梅,龚强,何希芬,等 (HUANG Mei, GONG Qiang, HE Xi-fen, et al). 利用 SCADA 系统实时数据进行电网无功优化计算 (Calculation of Reactive Power Optimization by Using Real-time Data of SCADA System) [J]. 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 1998, 22(8): 70-72.
- [4] 盛寿麟 (SHENG Shou-lin). 电力系统远动原理 (The Remote-control Theory of Electric Power System) [M]. 北京:水利电力出版社 (Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1993.

收稿日期: 2003-09-01; 修回日期: 2003-11-15

作者简介:

钟红梅(1978 -),女,硕士研究生,主要研究方向为电力系统无功优化;

任震(1938 -),男,教授,博士生导师,国务院学位委员会电气工程学科组成员,主要研究方向为电力系统无功优化、小波理论及其在电力系统中的应用、电力系统可靠性、高压直流输电、谐波分析等;

张勇军(1973 -),男,博士研究生,主要研究方向为电力系统无功优化。

Development and application of real-time ORP software

ZHONG Hong-mei¹, REN Zhen², ZHANG Yong-jun², HUANG Liang-yi³, LI Bang-feng³

(1. Huizhou Power Supply Company, Huizhou 516001, China; 2. Department of Electric Power, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China; 3. Dispatch Center of Electric Power Company of Hainan Province, Haikou 570203, China)

Abstract: The application of real-time optimal reactive power (ORP) software in some Hainan power system is introduced. The benefits and several real-time application problems are discussed. The realization of transferring on-line data from SCADA to DMIS and the procedure of manual intervene are detailed. The implementation of the ORP calculation program is discussed. The practicality of the ORP is verified with the engineering application.

Key words: real-time reactive power optimization; DMIS; SCADA system

(上接第 54 页 continued from page 54)

Implementation of data management system of medium and small-sized power plant

HAO Yu-dong¹, CHEN Geyong², YANG Li-xi², WEI Ya³

(1. Zhengzhou College of Animal Husbandry Engineering, Zhengzhou 450002, China; 2. Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 3. Zhengzhou Power Supply Company, Zhengzhou 450053, China)

Abstract: Medium and small-sized power plant lacks fund, technology, and advanced management. Many of these factories record their operation data depending on hand work, which can not meet the need of modern enterprise management. Using simple, practical, low-cost, and high-performanced management system may solve the fund-lacking problem in technology reform. Consequently data acquisition, supervision and enquiry system of units and line parameters in medium and small-sized power plant is designed. Hardware and software design and implementation of the system are introduced. The applications and effects of the proposed system are related in this paper.

Key words: data acquisition; serial port; local area network (LAN); active X data objects (ADO); multithreading