

基于 .Net 平台的继电保护定值在线校正系统

李文清¹, 姜伟², 刘前进¹

(1.华南理工大学电力学院, 广东 广州 510640; 2.国家开发银行广东省分行, 广东 广州 510640)

摘要: 继电保护定值与系统的安全稳定运行密切相关, 在分析定值校正必要性的基础上, 依次对继电保护定值校正的定义、实现的方法技术以及在线校正的功能结构和过程进行了详尽的阐述, 并基于 .Net 平台, 构建了系统框架。最后通过实例及可视化界面设计验证了所述的校正思想的合理性与正确性。

关键词: .Net 平台; 在线校正; 可视化

Protective relaying setting rectification system based upon .Net platform

LI Wen-qing¹, JIANG Wei², LIU Qian-jin¹

(1.South China University of Technology, Guangzhou 510641,China; 2.China Development Bank, Guangzhou 510640,China)

Abstract: Protective relaying setting is closely related to the safety and stability of electrical power system. On the basis of analysis for the necessity of setting rectification, the definition of setting rectification, its realization method and the functional structure and realization process of on-line rectification are fully elaborated in turn. Furthermore, based upon .Net platform, system frame is conceived. In the end, the reasonability and validity of design thought for rectification is verified by a practical case and visual interface.

Key words: .Net platform; on-line rectification; visualization

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)15-0046-04

0 引言

继电保护装置是“事先整定、实时动作”的^[1]。它是电力系统最重要的二次设备之一, 是电力系统安全运行的保障。由于定值不正确而导致保护错误动作的事故时有发生。在事故发生前, 很难被发现, 或者说不能被实时监测, 因而被认为是继电保护领域的一种隐含故障源。因此, 合理的安排继电保护定值及实时的定值在线校正, 是提高继电保护运行管理水平, 保障电网安全运行的重要条件。

计算机及网络通信技术在电力系统中的广泛应用, 使得电力系统及继电保护信息管理的功效和精度得以有效提高。同时, 将面向对象的程序开发工具 VC++.NET 和关系型数据库 SQL2000 紧密结合, 并运用可视化编程技术和模块化的设计思想, 从而使继电保护在线校正得以实现, 对提高电力系统稳定和自动化水平有着重要意义。

1 保护定值在线校正常义

对于继电保护定值在线校正的定义, 文献[2]中

是指: 通过获取电力系统的实时数据, 对当前系统中各种继电保护定值的性能进行在线校验的过程。而文献[3]中将保护定值校正分为定值检测和定值纠正两项内容。定值检测是在某种具体运行方式下, 对电网中保护的定值进行选择性的、灵敏性等检测, 得出是否错误的结论, 其实质是整定计算的逆向思维。定值纠正是当定值检测得出定值不满足选择性或灵敏性要求的结论时, 给出合理的定值。

由此可见, 定值校正在很大程度上可以认为是定值在线整定^[4], 即根据系统当前运行状态和继电保护装置的定值, 在系统运行状态发生变化时, 在线自动确定继电保护的新定值, 并通过网络通信自动更改各保护装置的定值。

2 基于 VC++.NET 与 SQL2000 的定值校正研究

2.1 面向对象的可视化程序设计

VC++.NET 为面向对象的程序设计(OOP)提供了良好的可视化开发环境, 集成了众多功能强大、行之有效的可视化编程工具, 能够让用户高效地开发各种应用程序。它以可视化技术为基础, 以 C++

语言为蓝本,并提供了 MFC 类库,一般性工作可以全部交给 VC 来完成,用户只要在其基础上做出自己想要实现的功能即可。以定值校正系统中所需的电力图形库为例,利用面向对象的方法,定义从 MFC 基类 CObject 类继承来的类 CDevice 作为各种电力设备类的抽象基类,基类里包含有各种图形所具有的共同基本属性如图形的类型、颜色、线型和线宽等。其它各个设备元件类都由此基类派生出来。如图 1 所示。

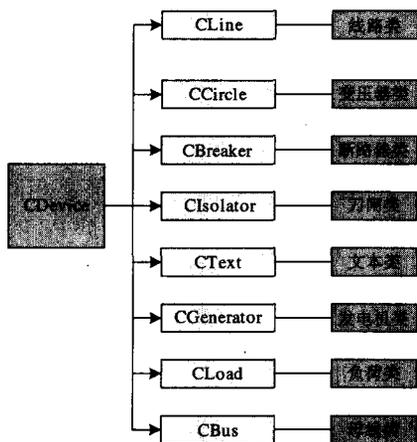


图 1 图元类层次图

Fig.1 The arrangement of drawing class

此外,VC++.NET 中提供了各种数据库访问技术,其中 ADO 技术具有访问速度快,编程效率高的优点;同时,它基于 COM(Component Object Model),具有 COM 组件的诸多优点,能够提高在线校正系统的可重用性与可移植性。因此,本系统采用 ADO 技术对数据库进行操作。

2.2 数据库技术

考虑到系统的开放性和实时性,同时为了保证电力系统接线图及计算所需数据信息的一致性、数据访问的高效性。本系统采用了有高性能的事务吞吐量、高可靠性、管理工具功能强大的 SQL 2000 作为本系统的数据库。

SQL 2000 本身具有各种数据格式的转换功能,能方便地导入电力局现有的各种类型的系统数据,提高了工作效率。本系统建立的数据表如表 1 所示。

其中的线路参数管理表如图 2 所示。

另外可以通过 VC++.NET 中 ADO 的 DataGrid 等控件与数据库建立关联,而不需要任何编程即可实现对数据库的访问,从而实现并满足在线校正对各种原始数据及实时信息的快速查询访问及修改。

表 1 数据表类型

Tab.1 Type of data tables

数据表名	表说明
保护参数表	记录保护特征信息及参数
网络元件基本参数表	保存全网线路等各种参数
变压器参数表	描述变压器信息及各侧支路
互感参数表	记录互阻抗及同名端等
线路参数表	记录线路及支路编号等
虚拟节点参数表	记录虚拟节点编号
运行方式参数表	描述各种运行方式下的系统信息
实时信息缓存表(包括开关信息,刀闸信息等)	接受并预处理各种实时系统信息

图 2 线路参数管理

Fig.2 Management of line parameter

3 定值在线校正系统的结构及流程

3.1 功能结构

系统采用了模块化的设计思想,其定值在线校正系统又可以分为检测任务确定与分配、定值检测与定值纠正三个子模块^[3];它与故障计算、整定计算、定值管理等功能模块息息相关。其整体关系如图 3 所示。

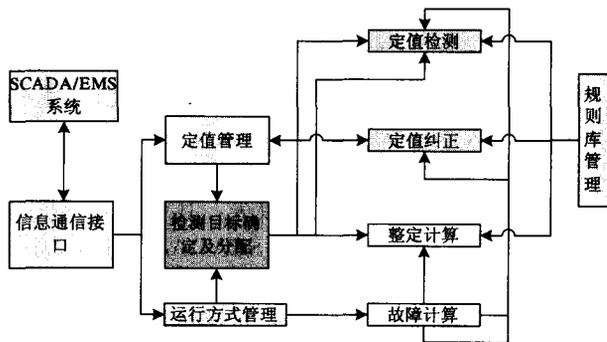


图 3 定值校正模块结构图

Fig.3 The structure diagram

其中检测任务确定与分配模块功能为:根据实时信息处理接口提供(在线应用时)或由用户指定(离线应用时)的运行方式或保护定值改变信息,确定哪

些保护需检测，并把检测任务分配给各个定值检测子模块。

3.2 在线校正过程

目前，继电保护装置的定值和各项性能指标是在离线状态下，根据系统的最大、最小运行方式获得的，且在系统运行中保持不变。但是，系统的运行方式是不断变化的，当系统处于某些特殊运行状态时，部分保护的定值可能不满足灵敏度和选择性的要求，导致系统存在保护误动或拒动的事故隐患^[5]。目前保护定值校验工作一般由保护人员根据新的运行方式和设备参数进行短路计算，校验原保护方案。当保护灵敏度或选择性不满足要求时，需要给出新的定值。

在线定值校验时获取电力系统的实时数据，根据当前的保护配置和保护定值，以及设定的整定原则和校验原则，对当前系统中各种继电保护定值进行在线校验的过程，其数据流如图 4 所示。

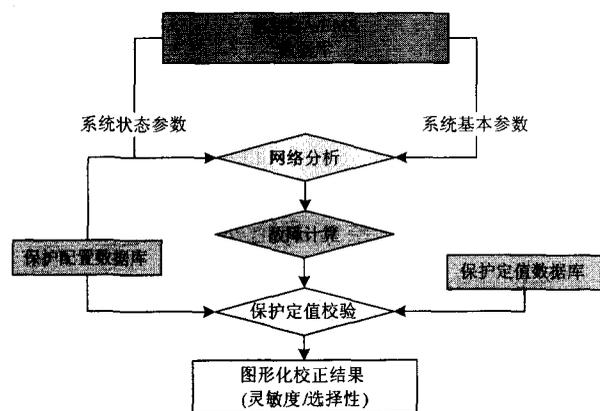


图 4 定值在线校正数据流

Fig.4 Data flow of on-line rectification

图中系统基本参数指系统设备信息与参数，为静态信息；系统状态参数指断路器或其它设备的运行状态，为动态信息，其中包括系统需要预设置的参数。系统状态参数的变化可能改变网络拓扑结构。保护配置参数指保护的配置、整定原则、整定参数以及保护校验原则、校验参数等。其中，系统状态参数和系统基本参数需要从 SCADA/EMS 系统获得。

在线定值校验主要用于定量评价运行保护的两项性能：灵敏度和选择性^[6]。对于线路保护：前者主要校验在当前系统运行方式下，保护所在线路内部故障时保护能否可靠动作；后者主要校验在当前系统运行方式下，保护所在线路外部发生故障时保护能否可靠不动作。它可以对定值设置不合理，可能存在的误动、拒动等事故隐患的所有保护给出报

警信息。

需要注意的是，保护定值在线校正可以作为继电保护综合管理系统的一部分，其数据来源于 SCADA/EMS 系统，其校正结果也可以发布到该系统中，做到定值的实时更新校正；为调度运行人员实时快速地进行决策提供保护运行信息。

4 应用实例

4.1 算例部分

如图 5 所示的电网中，系统正常运行时，零序过流保护 P1 和 P2 的 I 段、II 段定值如表 2 所示。当主变 T1 由于某种原因停运时(特殊方式)，定值校正软件检测出保护 P2 的 II 段定值与保护 P1 的 I 段定值失去配合，即保护 P2 的 II 段保护范围伸入到保护 P1 的 II 段，两者的时间定值又相同，所以失去了选择性。定值校正软件对保护 P2 的 II 段定值进行纠正：在主变停运情况下，与保护 P1 的 I 段定值配合，计算得到定值为 990 A，但灵敏度不满足要求；所以与保护 P1 的 II 段定值配合，定值为 870 A，时间定值为 0.5 s，灵敏度为 1.4。

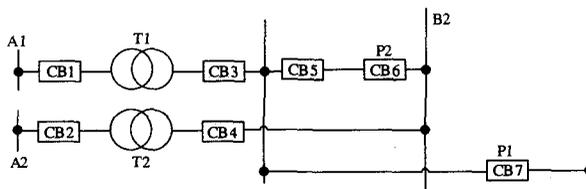


图 5 电网示意图

Fig.5 Sketch of a power network

表 2 软件校正结果

Tab.2 Result of software rectification

保护	T1 正常时的定值	T1 停运时的定值
零序过流保护 I 段	1500A, 0s	
P1 II 段	940A, 0.3s	保持不变
零序过流保护 I 段	1320A, 0s	
P2 II 段	790A, 0.3s	870A, 0.5s

由此可见，定值校正能从保护的选择性、灵敏性等角度检测出电网当前运行方式下保护定值存在的错误，并进行纠正。

4.2 系统界面

可视化的图形操作平台是系统与用户交互的主要界面，也是系统各个功能集成的总控制台，负责信息的传递和消息的响应。本系统基于 VC++、.NET 可视化编程技术与 SQL2000 数据库的支持，实现了友好的用户界面能够很好地完成保护校正功能。如

图6所示。

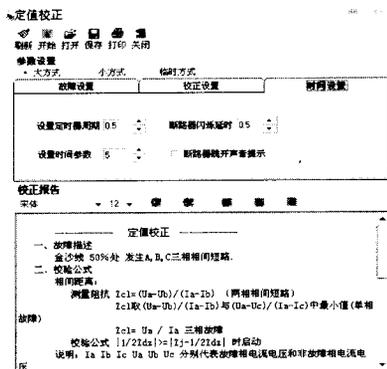


图6 定值校正界面

Fig.6 Interface of relay rectification

本定值校正系统可作为可视化继电保护整定计算综合管理系统的一个重要部分,解决了整定计算软件定值无法通过实际故障来验证其选择性和灵敏度的问题,减少了定值配合失误带来的各种事故,试运行效果良好;而且随着电力通信网络的迅速发展以及电力系统自动化水平的不断提高,在线校正更将展现良好的实用价值和应用前景。

5 结论

本文在分析定值校正必要性及定义的基础上,对实现定值在线校正的关键技术、功能结构和过程进行了详尽的阐述,并结合 VC++、.NET 可视化编程技术与 SQL2000 数据库技术,对其进行了软件实现,并通过实验验证了定值校正功能的实用性。

参考文献

- [1] 王明俊.大电网继电保护自动装置的隐藏故障、脆弱性和适应性[J].电力自动化设备, 2005, 25(3):4-8.

(上接第40页 continued from page 40)

- [15] Holland J H. Genetic Algorithm[J].Scientific American, 1992,9(7):44-50.
- [16] 毕鹏翔,刘健,刘春新,等.配电网重构的改进遗传算法[J].电力系统自动化,2002,26(2):57-61.
- BI Peng-xiang,LIU Jian,LIU Chun-xin, et al. A Refined Genetic Algorithm for Power Distribution Network Reconfiguration[J]. Automation of Electric Power Systems,2002,26(2):57-61.
- [17] 朱守真,张昊,郑竟宏,等.分布式电源与配电系统并网运行的探讨[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2005, 1(4):1-4.
- ZHU Shou-zhen,ZHANG Hao,ZHENG Jing-hong, et al. Discussion on Parallel Operation Between Distributed Generator and Distribution System[J]. Journal of

WANG Ming-jun. Hidden Failure Vulnerability and Adaptability of Relaying Automations in Large Interconnected Power Systems[J]. Electric Power Automation Equipment,2005, 25(3):4-8.

- [2] 曾耿晖,李银红,等.电力系统继电保护定值的在线校正[J].继电器, 2002, 30 (1):24-26.
- ZENG Geng-hui, LI Yin-hong, et al. A Discussion About On-line Verifying of Relay Setting in Power System[J]. Relay, 2002, 30 (1):24-26.
- [3] 王慧芳,何奔腾.电网继电保护定值校正软件研究[J].电力系统及其自动化学报, 2006,18(2):90-94.
- WANG Hui-fang, HE Ben-teng. Study on Software of Relay Settings Examination and Rectification[J]. Proceedings of the CSU-EPSSA, 2006,18(2):90-94.
- [4] 段献忠,杨增力,等.继电保护在线整定和离线整定的定值性能比较[J].电力系统自动化,2005,24(19): 64-67.
- DUAN Xian-zhong, YANG Zeng-li, et al. Performance Analysis of Relay Settings Determined According to Off-line Calculation and On-line Calculation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005,24(19): 64-67.
- [5] 王维俭.电气主设备继电保护原理与应用(第二版)[M].北京:中国电力出版社, 2002.
- [6] 高翔,张培超,等.电网故障信息系统应用技术[M].北京:中国电力出版社, 2007.

收稿日期:2007-11-07

作者简介:

李文清(1982-),女,硕士研究生,主要研究方向为电力系统继电保护; E-mail:liwenqingjiangwei@163.com

姜伟(1982-),男,硕士研究生,主要研究方向为电力市场;

刘前进(1967-),男,副教授,主要研究方向为电力系统继电保护及电力系统智能控制。

Shenyang Institute of Engineering(Natural Science), 2005,1(4):1-4.

- [18] Goswami S K, Basu S K.A New Algorithm for Reconfiguration of Distribution Feeders for Loss Minimization [J].IEEE Trans on Power Delivery,1992,7(3):1484-1491.

收稿日期:2007-11-21; 修回日期:2008-03-06

作者简介:

崔金兰(1981-),女,硕士研究生,研究方向为电力系统稳定与控制,分布式发电; E-mail: everyou_81@yahoo.cn

刘天琪(1962-),女,博士,教授,IEEE会员,研究方向为电力系统稳定与控制,高压直流输电和调度自动化;

李兴源(1945-),男,教授,博士生导师,中国电机工程学会理事,IEEE高级会员,研究方向为电力系统分析,电力系统稳定和控制等方面。