

地区电网继电保护整定计算系统的开发和应用

曾杰¹, 张步涵¹, 曹发文¹, 赵进², 李陆²

(1. 华中科技大学电气与电子工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 武汉新曙光计算机工程有限公司, 湖北 武汉 430071)

摘要: 针对地区电网存在的线路多、分布广、支接线多等特点, 提出了一种图形界面和数据库后台相结合的地区电网继电保护整定计算系统, 并开发出基于 Object Pascal, ODBC, SQL Server 的应用软件, 具有元件参数计算、单个元件整定或以变电站为单位自动整定、自动生成整定计算书等功能, 有效地减少了继电保护工作人员在保护整定时所需的繁重的工作量。该文介绍了该系统的构成、功能设计、数据库设计和系统的应用情况, 并对系统的进一步完善和发展进行了探讨。

关键词: 电力系统; 继电保护; 短路计算; 整定计算

中图分类号: TM73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)19-0042-03

0 引言

随着电网规模不断扩大, 电力系统继电保护装置的数量大大增加, 质量不断提高, 继电保护管理工作的复杂程度和技术难度也大大增加。这对传统的继电保护管理方法和工作方法带来了挑战。

因此, 开发一套可视化的面向工程实际的完整的继电保护整定程序, 对提高保护计算的工作效率和有效性, 具有极其重要的现实意义和理论意义^[1]。本文以“地区电网继电保护整定计算系统”的成功开发为例来介绍该系统的构成、功能设计、数据库设计和系统的应用情况, 并对系统的进一步完善和发展进行了探讨。

1 系统构成

系统以数据库为核心, 通过数据库将各个功能模块连接成一个有机、完整的整体。该系统的基本结构如图 1 所示。

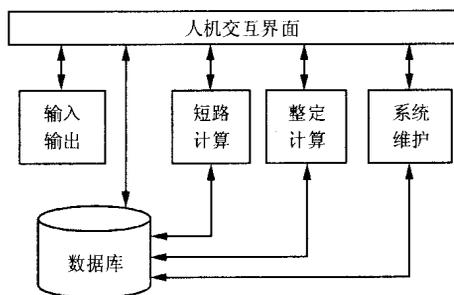


图 1 系统结构图

Fig. 1 System architecture

系统由输入输出(包括图形显示功能)模块、短路计算模块、整定计算模块、系统维护模块组成。系

统的各个模块分别完成特定的功能, 模块之间的信息交换通过系统管理框架对数据库相应的操作进行。

2 系统的功能设计

该系统的开发采用 Object Pascal 语言作为基本程序编制语言, 使用 Borland 公司的 Delphi 作为主要的程序开发环境。在数据库管理和操作上, 采用 ODBC 机制, 实现了与数据库的开放式链接。本系统在数据库的设计和实现上, 采用 SQL Server 作为基本开发工具。

下面将介绍各个模块的功能设计。

2.1 输入输出模块

在输入界面方面, 程序不仅提供了传统的文本方式, 还提供了图形方式。输入数据的同时, 程序依照电网特征和元件特性, 对原始数据进行规范化处理, 并进行数据自动检查。

图元的设计是图形化系统的基础。常用的方法是自己设计一个绘图系统, 利用点线的组合绘制各种元件^[2]。但这种方法需要自己设计绘图功能, 同时基于灵活性的考虑, 还要实现和主流 CAD 系统(如 AutoCAD)的兼容问题。近年来, 已有许多基于专用的绘图工具开发的继电保护计算软件^[3,4], 文献^[4]就是将 AutoCAD 作为开发继电保护图形化系统的一个工具, 不再绘制图元, 仅在原有图纸基础上对所关心的“区域”(继电保护模块)添加带属性的图块。但这种方式仍需依赖专用的绘图软件对图纸进行修改, 另外深层次的功能如拓扑分析、查找等不可依靠它们完成。

本文的做法是使用 AutoCAD 中的面向对象的

ActiveX Automation 技术,结合 Delphi 的快速编程优势和 AutoCAD 强大的图形功能,利用 AutoCAD 的二次开发来定制和绘制各种适用于继电保护图形平台的图元,利用其附加属性,充分表示元件的拓扑、隶属、主从等关系及其参数,进而形成整个图形系统。采取这种方法的优点在于短路计算模块可以直接提取图纸中各图元的连接信息,以形成所需的拓扑数据。

考虑到兼容性的需要,软件还可以实现重现基于 Protel 绘制的电子版矢量图纸。重现的含义是根据 Protel 的原理图(*.sch)所提供的信息,在 Delphi 中重新绘制出相同的图形,并可实现各种数据操作。重现的图形能分辨出元件、线路、节点等。图形重现的基本思路是:将 Protel 的原理图(*.sch)导出为文本文件(*.txt),分析文本文件,选择绘图方式,编程读文本文件绘图。定位位于图形上鼠标的位置,从而在图形上直接对元件的参数进行数据操作。问题的难点在于遇到元件调用时的解决方案。如果文件中字符串的值显示是调用了元件,首先存储元件坐标,然后重新打开文本文件,逐行分析,根据元件名称锁定对应的元件描述段,结合元件坐标和元件描述段提供的信息绘制出元件图形。在该方式下,程序能自动识别任意方式构成的同一个图形元件(如下列情况将被认为等效:同一个变压器元件,不论是由数段弧构成,还是由两个圆构成)。由于基于 Protel 的图形重现不需要定制特定的图形文件,因此图纸的修改需依赖 Protel,且程序不能直接从图纸中获取拓扑信息。

程序提供了丰富的数据输出方式。程序可自动生成定值单和整定计算书。定值单和整定计算书的输出以 OLE Automation 技术实现,以 Excel 电子表格^[5]的形式生成。

2.2 短路计算模块

短路计算是故障分析和保护整定的基础。输电网络的短路电流计算一般采用节点导纳矩阵,并且采用稀疏技术可以明显地提高短路电流计算的效率。但配电网的结构特点是多为辐射形且支路参数 r 和 x 相差不大,甚至有时会出现 $r > x$ 的情况。而地区电网多由配电网组成。因此,本软件根据配电网少环的结构特点将电网中的节点重新编号,再用支路追加法逐步形成阻抗矩阵,使用传统算法处理并行、同杆线路的互感问题,采用复合相序等值电路法进行计算。在搜索算法中,采用广度优先搜索算法。

具体功能如下:可以进行简单故障、分支系数、

助增系数、支路短路电流、各序电流、任意多个 T 接线等的计算;故障点、故障类型、过渡电阻大小等可以任意设定;计算可以自动进行,也可以通过对计算过程的控制,实现特殊要求时的计算工作。依照实际需要生成短路电流总表与短路电流分布表。

2.3 保护整定计算模块

由于地区电网中,各元件的保护配置方式不一定相同,因此各保护的整定计算中,其程序的编制一般采用各类型保护同时进行整定计算的原则^[6]。因此,针对地区电网实际,该模块采用面向被整定元件的模块化设计,符合地区电网保护元件多样化的特点。

该模块对地区级电网 220 kV 变压器以及 110 kV 及其以下电压等级的多种类型电气元件保护的定值进行整定计算。计算充分考虑部颁整定规程和地区经验,使整定结果更准确,合乎工程实际。

保护整定计算可以根据用户要求进行以变电站为单位分站整定或者单个元件整定。单个元件保护整定还有自动与手动两种整定方式,手动计算方式以人机交互方式进行:按整定条件列出整定计算公式集,整定人员根据公式反复进行调整核实。

2.4 系统维护模块

系统维护模块实现对计算所需常数的管理以及对各部门及各用户权限的管理。

在权限管理中规定只有最高级系统管理员具有最高维护权限,为最高一级用户。他可以定义各级用户权限及部门权限,并指派各部门的系统管理员。各部门维护人员可定义各部门人员名单及最高级系统管理员所赋予的人员权限。各部门的系统管理员可以根据各部门的实际情况和岗位变动情况分别赋予某人定值录入、审核签发、下令执行等权限。

3 数据库设计

系统采用关系数据库。由于地区电网继电保护是面向被整定元件的,因此,数据库也是按照面向被整定元件的原则进行设计:面向电网设备描述系统参数,电网模型采用分层、分区的方法建立;数据按变电站为索引实现分站管理,形成数据的树状结构。

本系统将数据库分为 4 大类:网络参数库。发电机、变压器、线路等网络元件参数,包括下面所提到的系统参数和元件参数,表结构的设计涵盖短路计算模块中数据结构的全部内容;保护参数库。各电气元件的保护配置情况及各保护的定值等相关参数;方式库。网络的接线方式、运行方式

以及变压器中性点接地方式; 装置参数库。各种保护装置的基本信息。

为了保证软件的扩展性、移植性和重用性,本文采用了文献[7]提出的电力系统常见元件和保护的数据交换的标准(standard of data structure,缩写为SDS)建立系统参数、元件参数和保护参数的数据模型。其总体结构如图2所示。

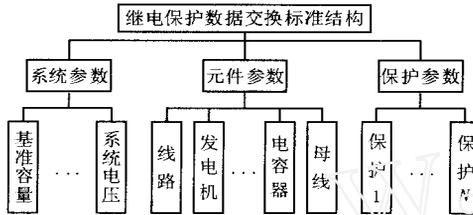


图2 SDS总体结构

Fig.2 Overall structure of SDS

本系统在数据库设计中普遍采用存储过程简化客户端程序。如在数据输入的同时自动生成计算数据;自动对网络元件参数和保护参数进行分析;对特殊类型的接线(T型接线、线路变压器组、分段线路、串联补偿线路、未级线路等)在数据库中做出标志。

4 应用情况

该系统现已通过调试,进入试运行阶段,并已获得用户的好评。从使用情况看,该系统思路新颖、界面友好、操作简便、方便灵活、功能齐全、性能稳定、可扩展性强,解决了整定计算工作中的许多实际问题,有效地减轻了整个继电保护整定计算工作的工作量。

5 结论和展望

本文提出了一种基于地区电网的继电保护整定计算系统,该系统可对地区电网220 kV变压器以及110 kV及其以下电压等级的多种类型电气元件保护的定值进行整定计算;该系统兼容基于AutoCAD、Protel通用工程绘图工具绘制的电子版矢量图纸。为满足未来需要,提高性能,该系统还需要在以下方面进一步研究和完善:

- 1) 图形操作功能有待提高。
- 2) 系统智能化水平的提高,如网络参数或保护参数发生变化时,系统自动判断受影响区域。
- 3) 与配电自动化系统等其他系统的融合。

这些新技术的应用和功能的扩充,使继电保护整定计算系统已经远远超出了传统的概念,将极大地提高电力运营水平。

参考文献:

- [1] 蔡泽祥,刘桂喜,孔华东,等(CAI Ze-xiang, LIU Gui-xi, KONG Hua-dong, et al). 发电厂继电保护可视化整定计算与定值管理系统(The Visual Setting and Management System of Relay Protection for Power Plant) [J]. 继电器(Relay), 2000, 28(6): 1-3.
- [2] 张超,陈允平(ZHANG Chao, CHEN Yun-ping). 图形程序设在继电保护计算机辅助整定计算软件开发中的应用(Graph Program Design of the Relay Setting Computation in Power Systems) [J]. 继电器(Relay), 2002, 30(2): 48-50.
- [3] 王铁红,张炳达,沈捷(WANG Tie-hong, ZHANG Bing-da, SHEN Jie). 继电保护培训仿真系统(The Training Simulation System for Relay Protection) [J]. 继电器(Relay), 1999, 27(6): 34-36.
- [4] 刘为雄,蔡泽祥,邹俊雄(LIU Wei-xiong, CAI Ze-xiang, ZOU Jun-xiong). 模块化的电力系统继电保护图形数据一体化设计(Modularized Design of Graph datum Integration for Relay Protection of Power System) [J]. 电力自动化设备(Electric Power Automation Equipment), 2003, 23(11): 51-53.
- [5] 刘子林,卜淮原(LIU Zi-lin, BU Huai-yuan). 利用OLE Automation实现Delphi与Excel的集成(The Implementation of Integration of Delphi and Excel Using OLE Automation) [J]. 重庆工业高等专科学校学报(Journal of Chongqing Polytechnic College), 2001, 16(9): 48-53.
- [6] 陈永琳(CHEN Yong-lin). 电力系统继电保护的计算机整定计算(Setting Calculation of Power System Protection with Computer) [M]. 北京:水利电力出版社(Beijing: Hydraulic and Electric Power Press), 1994.
- [7] 柳焕章,段献忠,李银红,等(LIU Huan-zhang, DUAN Xi-an-zhong, LI Yin-hong, et al). 电力系统继电保护数据交换标准的探讨(Discussion on Relay Protection Data Exchange Standard of Power System) [J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(7): 41-44.

收稿日期: 2004-02-09; 修回日期: 2004-02-16

作者简介:

曾杰(1979-),男,硕士研究生,研究方向为地区电网继电保护整定计算理论及相关软件技术研究; E-mail: zjmon@sina.com

张步涵(1950-),男,教授,研究方向为电力系统分析、运行管理与控制,电力系统继电保护及安全自动装置;

曹发文(1980-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统故障计算理论及相关软件技术研究。

一种低压数字继电器的设计

刘曙光, 姜雪明

(西安工程科技学院, 陕西 西安 710048)

摘要: 基于微处理器 DS80C390 和电能表芯片 CS5460 设计了一种低压数字继电器, 既能够对低压系统进行保护, 又能对各种电量进行计量, 同时具有遥控、遥测、遥信功能。给出了硬件及软件设计方案, 并对几项关键技术作了详尽的分析。实验结果表明, 所设计继电器不仅实时性好、电磁兼容性强, 而且体积小、成本低、容易实现。

关键词: 继电器; 低压; 继电保护

中图分类号: TM581.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2004)19-0045-04

0 引言

在低压电器领域, 断路器是一种非常重要的保护器件。它可以对配电系统、电力输送系统及用电设备的过载、短路、单相接地以及欠电压等情况实现保护, 以避免或减少故障给电力系统及用电设备所造成的损失, 确保供电系统的安全性和可靠性。在低压电力系统中, 涉及测量、计量、继电保护等基本要求。传统的低压元件多采用机电式结构, 这种结构的低压元件性能差、体积大、成本高、功能单一且不具备智能。低压数字继电器是根据我国对电力设备运行、保护和计算机监控要求设计的, 适合我国工矿企业、民用建设等供配电的自动化装置, 主要用于低压系统(0.4 kV)的继电保护。此外, 还具有很强的综合测量、显示功能, 能直接显示三相电流、三相电压、功率因数、无功功率、有功功率、电度、频率等电量参数; 能指示断路器的分闸、合闸和故障状态。通过操作按键可整定 CT 变比、直接显示进线的一

次电流、一次电压; 通过对各项保护参数的整定, 可实现短路速断、过流报警、过压报警、欠压报警等保护功能。通过 CAN 接口, 可以组成功能完善、经济实用的计算机电能管理网络系统。

为满足上述要求, 采用 Dallas 公司新近推出的微处理器 DS80C390 及 CIRRUS LOGIC 公司的电子式电能表芯片 CS5460, 设计了一种低压数字继电器。

1 低压数字继电器的原理

低压数字继电器的原理如图 1 所示。低压一次系统的三相电压信号(AC 380 V)直接接在本装置上, 电压信号经电压互感器整理送入采集芯片 CS5460A。低压一次系统的三相电流信号(AC 5 A)经 CT 接入本装置, 电流信号经电流互感器整理也送入采集芯片 CS5460A。MPU 从 CS5460A 中读出当前的电流、电压、电能等参量进行数据处理, 根据整定值和测量值控制输出触点的闭合, 还可根据外部状态输入显示外部状态。

Development and application of relay protection setting calculation in local power network

ZENG Jie¹, ZHANG Burhan¹, CAO Farwen¹, ZHAO Jin², LI Lu²

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. Wuhan Newshine Software Co., Ltd, Wuhan 430071, China)

Abstract: A graphic interface for local power grid of protection setting which takes database as its core is introduced and software based on Object Pascal, ODBC, and SQL Server is developed. This system has powerful functions such as calculating parameters of component automatically, and calculating relay setting through out a transformer substation, which can simplify the working procedure effectively. The structure, functions, and design of the system are introduced and its further improvement and development are discussed.

Key words: power system; relay protection; short-circuit calculation; setting calculation