

继电保护定值管理系统研究与开发

李宝树¹, 张建坡¹, 李勇²

(1. 华北电力大学电气与电子工程学院, 河北 保定 071003; 2. 泰州供电公司, 江苏 泰州 225300)

摘要: 继电保护是电力系统的重要组成部分, 而继电保护定值管理工作的有效性、及时性是电网安全、稳定运行的有力保障。在分析了继电保护定值管理工作特点的基础上, 利用 workflow 技术, 构建了基于浏览器/Web 服务器/数据库服务器三层定值管理系统模型。通过网页编程技术和数据库技术对系统进行了设计实现, 从而使该系统在满足继电保护定值管理日常工作要求的同时, 实现了定值单的自动流转。

关键词: 继电保护; 定值管理; 工作流

Research and development of setting management system of protective relaying

LI Bao-shu¹, ZHANG Jian-po¹, LI Yong²

(1. College of Electrical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China; 2. Taizhou Power Supply Company, Taizhou 225300, China)

Abstract: Relay protection is an important part of power system, how to do this work of setting management of protective relaying efficiently and timely plays an important role in protecting the power grid running safely and stably. According to the characteristics of setting management of protective relaying, a popular management system model (Browser/Web/Database) based on workflow is discussed in this paper. This system developed by ASP and database technology can not only meet the traditional demand of setting management of protective relaying but also transfer the setting sheet from one department to another department automatically.

Key words: relay protection; setting management; workflow

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)06-0077-04

0 引言

电力系统继电保护是电力系统的重要组成部分, 它在保证电力系统安全、稳定和经济运行等方面起着非常重要的作用。而继电保护管理工作的有效、及时是电网安全、稳定运行的有力保障。随着计算机技术在电力系统生产调度中的应用越来越广泛, 继电保护定值管理方式也由原来主要通过手工录入和有纸办公的形式开始向基于计算机和网络技术的无纸办公形式过渡。目前国内已有的继电保护定值管理系统大多采用 C/S 或 B/S 模式^[1], 现有的这些定值管理系统大多能利用网络实现一些数据交换, 但还不能使定值单在各部门之间自动高效地流转, 不能对工作流程进行有效的监控和管理。

工作流是一类能完全或部分自动执行的业务过程, 根据一系列过程规则使文档、信息或任务能在不同的执行者之间传递与执行^[2], 而工作流技术为任务的协同处理提供了支持。继电保护定值管理涉及大量保护装置定值数据的计算管理、保护设备管

理、定值单在不同职责的管理人员和部门之间的流转管理, 带有很大的群体性、交互性和协作性。本文结合定值管理工作和工作流的特点, 将工作流的思想引入定值单管理信息系统。该系统利用数据库来实现工作流系统, 既具备传统管理信息系统的特点, 又能够实现定值单的自动流转和监控。

1 系统需求分析

通过对用户需求分析和考虑定值管理工作的特点, 确定了系统三大功能模块: 定值单管理模块、定值单生成模块和系统管理模块。

1.1 定值单管理

通过管理界面, 用户可以实现定值单的录入、修改、删除等维护工作, 满足传统的管理要求。同时, 在此模块中利用工作流技术来实现定值单在不同职能部门的处理和自动流转。

该模块还提供了对本单位所有定值单的查询统计功能, 为继电保护管理工作提供准确、及时、全面的信息服务, 该功能对所有用户开放。在设计中

采用了所见即所得的形式，以方便用户阅读。同时，该模块提供了模糊查询功能，满足多种查询方式的要求，既可按定值单编号查询，又可按电压等级、运行单位、设备名称、保护型号、定值单状态等任选一项或几项进行组合查询，并且对于查询的结果提供了打印功能。

1.2 定值单生成

为了方便定值单的生成，将定值单的内容划分为三个模块：表头信息，具有固定的格式和内容，包括电压等级、单位、保护名称等信息，这些信息可以通过列表框进行选择生成；表尾信息，一方面存储审批流程中涉及到的操作人员信息，另一方面在定值单审批过程中提供数字签名之用，这一部分同样具有固定的格式和内容，包括申请人、计算人、审核人、复算人等；保护内容，包括定值单的整定值描述和整定值，控制字描述和控制字这两大部分。这部分内容根据定值单的复杂性，区别比较大。

通过以上分析可以看出，定值单生成工作的重点和难点主要集中在保护内容的生成。因此针对保护内容，此模块提供了四种定值单生成模式：模版模式，以定值单表头信息为条件检索模版库，从而找到与新定值单比较接近的定值单模版，然后用户进行修改，以生成所需的定值单；手工模式，提供空白的定值单，在此基础上用户可以逐行添加和删除整定值和控制字，最终形成定值单；辅助模式，用户可以将常用的控制字和整定值描述存入整定值库和控制字库，在定值单生成时，用户首先从中选择需要的整定值和控制字描述，然后再添加相应的整定值和控制字，从而形成新的定值单；自动生成，本模块提供了与自动计算程序的接口，可以将整定值导入到本系统数据库中，从而形成新的定值单。通过以上模块的设计，在一定程度上方便了定值单的生成。

1.3 系统管理

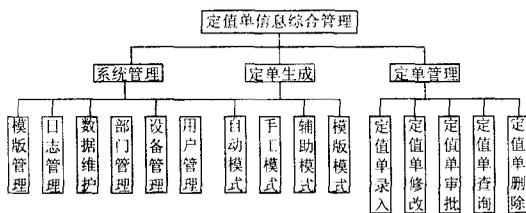


图 1 定值单信息管理系统功能模块图

Fig.1 Functional modules of setting information management system

主要实现用户管理，数据库的维护、日志管理、单位管理、保护设备管理和模版信息的管理功能。

通过以上的需求分析，建立了如图 1 所示的管理系统功能框图。

2 系统设计

2.1 系统结构设计

系统结构设计就是根据系统应用的需求，在确定系统运行环境和运行方式的情况下，设计出能使系统高效运行、安全稳定的实现架构。目前电力系统内的网络构建日益成熟，更多的应用将逐渐转向网络。为了满足网络用户的需求，本系统采用当前比较流行的浏览器/Web 服务器/数据库服务器三层架构模式。通过合理部署数据库服务器和应用程序服务器，一方面有利于提高系统的安全性和执行效率，另一方面也有利于程序的维护和升级。由于当前的操作系统基本上为 windows，因此在服务器端利用微软的 IIS 来架设 Web 服务器，服务器程序利用 ASP 进行开发，页面制作工具则采用专业的网页制作工具 Dreamweaver。这样可以将网页的布局设计与页面功能程序的设计相分离，发挥各个软件的优势，加快整个程序的开发进度。考虑到数据的海量性和安全性，数据库采用 SQL Sever2000，服务器程序利用 ADO 进行数据库的连接。为了增加程序的重用性，编写了具有数据库连接和关闭功能的独立文件，其它程序只需包含此文件就可以实现对数据库的连接和关闭。客户端直接利用现有的局域网或 Internet 连接，不需要特殊设置和安装，使用标准的 IE 浏览器直接访问 Web 服务器，通过 Web 服务器程序就可以实现数据库中存储数据的远程操作，从而不存在客户端程序的开发和维护。

2.2 审批流程设计

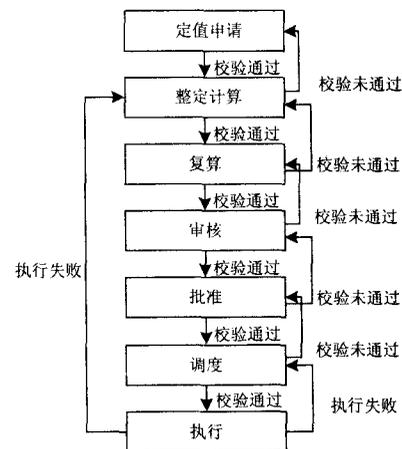


图 2 定值审批流程图

Fig.2 Flow chart setting sheet management

定值单的审批流程涉及到申请单位、继保科整

定计算组、整定专工、主管部门、调度科和厂站等单位, 他们分别位于流程中的不同的节点。定值单从申请单位提出申请, 继保科整定组完成定值单的整定、通过复算、审核到最终完成定值单的执行和存档替换为一个定值单的审批流程, 流程图如图 2 所示。通过审批流程分析, 可以明确定值单流转过程及其涉及到的人员、单位, 为 workflow 模型设计及实现提供基础。

2.3 workflow 管理系统逻辑结构设计

与通常的 MIS 系统不同, 本模块自上而下可划为四层^[3]: 表示层、工作流层、功能层、数据层, 如图 3 所示。



图 3 系统框架

Fig.3 System framework

2.3.1 表示层

就是系统的操作界面层, 是用户接口部分, 为参与 workflow 的工作人员提供与系统进行交互以及对 workflow 中流转的数据进行操作的人机接口和界面, 它担负着用户与应用间的对话功能。

2.3.2 工作流层

工作流层通过表示层通知参与者要执行的工作任务, 通过调用功能层的功能构件来执行具体的任务操作。在此利用数据库技术, 设计了工作流层的三大模块:

1) 路由表。通过流程分析, 确定定值单的转发路径, 形成路由信息以表的形式保存。从流程图中可以看出, 在定值单审批流程中主要是串行路由, 同时存在着局部循环路由。为了实现以上路由, 每一个节点保存其到前驱节点和继后节点的条件即定值单的状态, 通过定值单的状态来确定定值单转发路径。

2) 任务表。用以存储审批流程中的任务信息。在此对不同权限部门设计了保存本部门任务信息的局部任务列表, 同时设计了保存定值单详细信息的全局任务列表, 它们之间通过定值单编号进行关联。

3) 角色表。定义了执行相应操作的权限。通过对定值单审批流程所涉及到的操作分析, 定义了定值单申请、定值单整定、定值单复算、定值单审批、定值单批准、定值单执行等角色。这些角色由系统管理员赋予属于不同部门的人员, 而人员又是角色的具体执行者。因此, 在数据库中通过定义部门表, 用户表, 权限表, 实现相关角色的定义。

2.3.3 功能层

根据不同部门的职责和身份的不同, 设计了不

同的功能页面: 定值单申请、定值单生成、定值单复算、定值单审核、定值单批准和定值单执行等页面。当用户登录系统时, 根据登录人的角色登陆进相应的任务列表页面进行定单处理。同时在页面中定义了针对不同操作的功能选项: 定值单退回、定值单转发、定值单保存, 不同的功能选项对应于定值单的不同状态。

2.3.4 数据层

由于定值管理中涉及大量的数据信息, 因此采用了专门的数据库管理系统为各应用程序提供数据访问支持, 从而实现数据存储、查询、更新等功能。主要包括设备数据、定值数据、保护模版信息, 任务列表信息、路由信息和用户信息等数据。

2.4 定值单状态定义

在定值单审批管理流程中, 为了使一个工作任务能准确自动地选择路由, 需要在工作任务的运行过程中产生和响应一些状态, 利用任务状态的产生、转换来推动工作任务的流转执行。为实现系统的 workflow 模型, 定义了定值单已申请、定值单待重新申请、定值单待计算、定值单待审核、定值单待下发、定值单待执行、定值单执行成功、定值单待修改、定值单无法执行等状态。根据每阶段的操作结果, 通过在任务列表中定义相应触发器实现任务状态的自动更新和转换。

2.5 系统运行分析

基于 workflow 的定值单审批管理, 主要根据定值单状态的改变, 从而调用不同的 Web 页面来实现 workflow 执行过程中的各项任务的分配^[4], 根据流转规则即路由推进定值单在不同部门的自动流转。当用户登陆系统后, 系统根据用户的身份检索任务列表, 将就绪的任务呈现给用户。用户对任务处理完毕后, 系统根据用户的不同操作, 自动更新任务状态, 以任务状态为条件检索本单位路由表确定任务处理的下一环节, 利用数据库的触发功能将任务插入下一环节的任务列表, 实现任务的自动分配和流转。

3 系统优化设计

3.1 连接池

由于系统采用了 B/S 模式, 所以主要的工作都在服务器端完成; 同时, 在每一个用户访问 Web 服务器时, 都要同数据库建立一个连接, 那么数据库就有可能要同时处理许多建立连接的请求, 这对于数据库服务器和 Web 服务器而言是一个很严重的负担, 甚至会导致资源耗尽而死机。所以在保证客户的响应速度和服务质量的前提下, 如何使有限的计算机系统资源为更多的客户提供更好的服务, 在程序的

设计中就需要考虑。

本系统在设计实现时使用了连接池机制来解决这个问题。连接池基本的思想就是预先建立一些连接放置于内存对象中以备使用。当用户需要建立与数据库的连接时，首先到连接池中查询，如果有连接，则只需读取连接即可，如果没有可以用的连接，则建立新的连接。当用户退出程序，不需该连接时，只需将该连接放回到连接池中，以便其他程序或用户使用，从而提高程序的运行效率。同时连接池机制对于位于池中的连接具有管理的功能，增加了数据库连接的强壮性^[5]。

3.2 客户端确认

为了减少服务器的负担，将一部分工作转移到客户端完成，如用户身份的验证，提交表单时表单内容的校验；同时在使用比较频繁的数据查询功能中，用户在向Web服务器提交查询命令时，在客户端对用户的查询条件进行了限制和检验，防止用户随意和无条件的大批量的数据查询，影响系统的性能。

3.3 事务处理

数据库中数据的一致性、正确性是保证系统可靠运行的关键。由于定值单审批过程中，每一步的操作都涉及到对多个数据表的操作。为了防止在数据操作失败时造成数据不一致的后果，在设计中采用了事务处理机制，从而在数据操作失败时，可以利用事务的回滚机制，保证数据的一致性。

4 系统安全设计

4.1 用户权限设计

在应用设计中，系统管理员对用户访问所有模块的权限设计了一个权限表，通过该权限表，决定用户可访问模块的范围。系统用户根据其权限分为三种：一是系统管理员，具有系统最高权限，由他们负责整个系统的安全、调度、授权和维护等工作；二是一般用户，仅能够进行定值单的查询和统计功能，不具有写的权限；三是操作员，操作员分别属于不同的角色，从而具有不同的操作权限，可以对本单位的工作任务进行处理。这样通过权限设置即起到了防止用户非法操作的目的又方便了用户管理。

4.2 用户身份验证

进入定值管理系统需要输入用户名和密码，进行身份验证，验证通过后将该用户名及其所属的角色以 Session 的形式进行保存。当用户进入相应的页面进行操作时，首先检查其是否为登陆用户，如果是则继续，否则转到登陆页面。对每一个登陆系统的用户，系统赋予了一个操作码，对定值单的每一步写操作都需要输入其操作码，然后验证程序根

据其操作码查询用户数据表，如果有此用户，则比较其用户名和角色与其登陆时的用户名及其角色是否相同，如果相同则表明用户身份合法，如果不同则表明用户身份不合法，从而防止了登陆用户和非登陆用户对定值单的非法的操作。

4.3 日志管理

系统提供了详细的日志记录，对停留系统期间的每一个用户的详细操作都进行了记录，包括其用户名、登陆时间、操作内容、定值单编号、操作时间及其 IP 地址等信息，从而可以监测审批中的详细过程，供系统管理员参考。

5 结束语

该继电保护定值管理系统的设计，采用当前流行的浏览器 / 服务器结构模式，将 MIS 系统和 workflow 技术相结合，利用服务器端的脚本和数据库管理系统来实现 workflow 的管理、工作任务的调度、状态信息的维护等工作流逻辑，在满足供电部门继电保护工作对 MIS 使用上的传统要求的同时，实现了定值单在不同部门的自动流转。目前，该系统已在某电力公司试运行，通过现场使用情况表明，该系统一方面实现了以往传统纸质和电子定值单的入库工作，方便了管理；另一方面利用定值单多种生成功能提高新定值单的生成效率；同时借助于现有的计算机网络，利用定值单审批功能实现了定值单在不同部门的自动传递和处理，提高了审批效率。总之，本系统的开发与实现在一定程度上提高了继电保护定值管理工作的效率。

参考文献

- [1] 程景情, 林振志, 刘前进. 基于 C/S 和 B/S 模式的继电保护定值管理系统[J]. 继电器, 2006,34(1):18-21. CHENG Jing-qing, LIN Zhen-zhi, LIU Qian-jin. Setting Management System of Relay Protection Based on the Mode of C/S and B/S[J]. Relay, 2006,34(1):18-21.
- [2] 赵瑞东, 陆晶, 时燕, 等. 工作流与工作流管理技术综述[J]. 科技信息, 2007, (8): 105-107. ZHAO Rui-dong, LU Jing, SHI Yan, et al. Summary of WorkFlow and Management Technology[J]. Science Information, 2007, (8): 105-107.
- [3] 罗正军, 姚建刚, 罗滇生, 等. 基于工作流技术的发电企业管理信息系统的研究与开发[J]. 继电器, 2004,32(2):53-56. LUO Zheng-jun, YAO Jian-gan, LUO Dian-sheng, et al. Research and Development of Power Plant Management Information System Based on Workflow Technique[J]. Relay, 2004,32(2):53-56.

(下转第 90 页 continued on page 90)

为 20 km, 不会带来太多的额外工作量, 并且该地区的经济不是特别发达, 使用瓷质绝缘子减少一定的成本设计, 因此选取瓷质绝缘子较为合适。

杆塔: 输电线路在架设的过程中除了要经过 2 条宽度为 50 m 左右的河流, 其余均为水田, 因此整个杆塔的定位并不复杂。通过选择路径方案、选定线测量、平断面图测绘(包括定位调查、收集资料等)、图上定位、现场定位、施测档距等步骤, 最终确定所选取的杆塔类型为: 其中直线杆塔为 20 根, 转角塔为 4 根。

4 结论

架空电力线路路径的选择是一项非常重要的工作, 对架空电力线路的造价和安全性、适用性的影响至关重要。近年来由于工农业设施、市政设施的不断发展, 线路路径的选择越来越困难。因此在选择、设计线路时, 应认真进行调查。对各种影响因素, 如地理条件、地形条件、交通条件、运行和施工条件等, 应进行综合比较。对影响路径选择的重要环节, 应在选线时进行比较深入的技术经济比较。本文是针对一 35 kV 的单回路架空输电线路进行设计的, 首先对输电线路的选型以及对所选取的输电导线进行校验发热条件和机械强度的检验, 从而完成输电导线的设计, 其次结合具体的地形地貌从避雷线、杆塔以及绝缘子三方面完成整条输电线路的设计工作。

参考文献

[1] DL/T 5092-1999, 架空送电线路设计技术规范[S].
 [2] GB 50061-1997, 66kV 及以下架空电力线路设计规范[S].

[3] 张建利, 王文学, 杨幼雯. 试析小模板在大档距大高差定位中存在的问题[J]. 西北水电, 2001, (4):35-38.
 [4] 王璋奇. 输电线路杆塔设计中的几个问题[J]. 电力建设, 2002, (1):19-21.
 WANG Zhang-qi. Several Problems in Design Pole-towers in Transmission Lines[J]. Electric Power Construction, 2002, (1):19-21.
 [5] 王立永, 张保会, 王克球, 等. 考虑安全约束的输电断面经济传输容量及其计算[J]. 西安交通大学报, 2006, (10):1125-1128.
 WANG Li-yong, ZHANG Bao-hui, WANG Ke-qiu, et al. Transmission Section Economic Available Transfer Capability with Security Constraints[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2006, (10):1125-1128.
 [6] 王坚. 浅谈架空输电线路[J]. 山西建筑, 2004, (15):104-105.
 WANG Jian. On Design of Overhead Transmission Line[J]. Shanxi Architecture, 2004, (15):104-105.
 [7] 邢建兵, 龙小乐, 鲍务均. 钢管杆塔的几何非线性有限元分析[J]. 武汉大学学报, 2001, (1):73-76.
 XING Jian-bing, LONG Xiao-le, BAO Wu-jun. Geometric Nonlinear Finite Element Analysis of Pole-tower made of Steel Tubes[J]. Journal of Wuhan University of Hydraulic and Electric Engineering, 2001, (1):73-76.

收稿日期: 2008-09-15; 修回日期: 2008-10-06
作者简介:

王红玲(1962-), 女, 副教授, 从事电工电子方向的教学研究工作;
张元敏(1963-), 男, 教授, 从事电工电子方向的教学研究工作; E-mail: zym@xcu.edu.cn

(上接第 80 页 continued from page 80)

[4] 邓兆云, 张建平. 电力调度生产管理信息系统的工作流系统[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(16):78-80.
 DENG Zhao-yun, ZHANG Jian-ping. Work Flow of Power Manage Information Systems[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(16):78-80.
 [5] 王秀义. 基于 JDBC 的数据库连接池及实现[J]. 计算机系统应用, 2005, (4):36-39.
 WANG Xiu-yi. Connection Pool and Realization of Database Based on JDBC[J]. Application of Computer System, 2005, (4):36-39.

收稿日期: 2008-04-17; 修回日期: 2008-08-03
作者简介:

李宝树(1955-), 男, 教授, 研究方向为计算机应用技术;
张建坡(1973-), 男, 讲师, 研究方向为计算机应用技术; E-mail: zhangjianpo@126.com
李勇(1975-), 男, 工程师, 研究方向为继电保护管理。