

继电保护整定单管理系统的應用研究

周建群¹, 吕 华¹, 李志文¹, 杜俊红¹, 胡亚平², 吕飞鹏², 李运坤²

(1 浙江省临安市供电局, 浙江 临安 317000; 2 四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065)

摘 要: 长期以来, 传统的继电保护整定单管理广泛采用基于纸质的人工管理模式, 工作量较大, 存在问题较多。随着电网的飞速发展, 大量保护整定单的上报、检索、浏览、审批流程等管理工作日益繁琐。本文系统采用 workflow 技术、电子签名技术、利用计算机网络实现了整定单管理业务过程的自动化、网络化, 极大地提高了业务处理效率, 具有较高的实用价值。

关键词: 保护整定单; 继电保护; 工作流技术

Abstract For a long time the manual management mode based on paper medium is widely used for the traditional management of the setting card of protective relaying. The workload required is huge and a lot of other problems exist under this kind of work mode. With the rapid development of power grid nowadays, the setting card management work such becomes even harder and much complicated. The automation of setting card management is realized through computer network by the proposed system, so the work efficiency is greatly raised. The system introduced has a higher application value.

Key words: setting card of protective relaying; protective relaying; workflow technology

中图分类号: TM77 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)05-0031-04

0 引 言

电力系统继电保护整定单数目庞大、种类繁多。长期以来, 传统的整定单管理模式以纸为介质, 主要依靠人工方式管理, 工作量较大, 存在问题较多。大量的保护整定单的上报、检索、浏览、审批流程等工作量相当繁重。管理上也长期使用资料柜保存, 查询、复制、存档非常麻烦。保护整定单的审批流过程需要多部门不同人员之间协同配合工作, 传统的人工管理模式已经不适应建设一流供电企业的发展要求^[1-6]。

虽然已有一些相关的研发和产品报道, 但由于其实现的功能大多不够完善, 采用传统的软件技术和系统架构, 采用的技术手段不够先进, 用户界面与业务逻辑的紧耦合, 导致系统扩展、维护和重用困难, 开发成本高、效率低, 在实际生产中发挥的作用并不显著, 不能满足实际应用的具体需要, 对网络化集成日常管理工作的要求有较大差距。

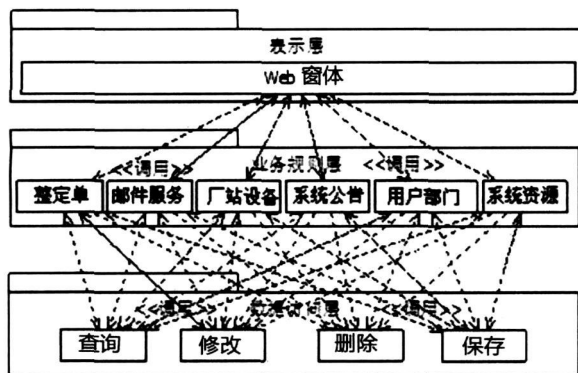
为了能够使多部门有效地协同工作, 提高管理工作的效率, 使有关管理工作规范化、流程化和信息化, 有必要紧密结合各部门日常管理工作的习惯和工作内容, 采用先进的协作系统和自动化办公系统来提高工

作效率, 使得各部门不同人员可以在一个统一的集成环境下完成各种管理工作。利用 workflow 技术可以有效地实现电力企业业务过程管理的自动化、网络化, 提高业务处理效率, 工作流技术在电力信息系统建设中已广泛应用。现有的基于 workflow 的应用系统, 有的是利用 workflow 的思想开发的基于数据库的应用系统, 但数据库本身缺乏对 workflow 应用的直接支持; 有的系统根据特定的应用, 直接从最底层设计开发 workflow 引擎, 开发难度大, 周期长, 系统可扩展性、通用性差; 还有一类系统是在 Lotus Notes 平台上进行二次开发的办公自动化应用系统, 能提供基于文件的工作流支持, 由于需要购买第三方软件, 系统实现成本较高。

下面介绍了已在临安市供电局投入实际应用的基于 Web 的整定单管理系统, 本系统采用先进的 WF (Workflow Foundation) 工作流技术、基于 PDF 文档的电子签名技术, 实现了基于网络的整定单管理。

1 系统构架

本系统采用目前比较成熟的“三层构架”思想来设计, 整个应用划分为表示层、业务逻辑层、数据访问层, 这样使系统的构架更加清晰, 每个层次完成的功能专一, 功能代码有规律可循。



如图 1 所示, 客户端表示层负责与用户交互, 实现数据显示、输入、修改及打印功能, 表示层不直接与数据库进行交互, 而是将数据传递给业务规则层, 再经由业务规则层与数据访问层进行交互。本系统的表示层采用 ASP.NET AJAX 技术以尽可能减少冗余请求, 实现页面的无刷新更新, 拥有更好的用户体验; 把以前的一些服务器负担的工作转移到了客户端, 利用客户端闲置的处理能力处理数据, 减轻服务器和带宽的负担, 节约空间和带宽。

业务规则层接受来自表示层的控制,调用相应逻辑处理模块实现如整定单管理、邮件服务管理、厂站归属和设备运行状态管理、公告资源管理、用户和部门信息管理等功能,并把运算结果以消息的方式发送回表示层,业务规则、数据访问、合法性校验等在业务规则层进行处理。

数据访问层接收上层消息,负责访问系统数据库 MS SQL Server 2000。本系统数据访问层使用了微软的最新的数据库访问技术 LNQ to SQL 数据访问技术、实现对关系数据库的图形化建模,当数据库结构改变时容易实现数据访问层的重构。如图 2 所示。

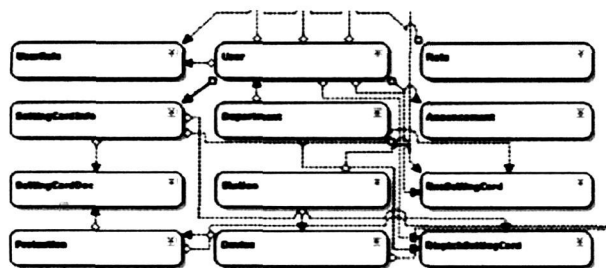


图 2 LNQ to SQL 数据访问层

三层架构中每一层只实现相对独立的功能,当任何一层发生变化时,只要保持层间接口关系不变,其它各层都不受影响,系统可扩展性强。

2 系统技术特点

2.1 PDF多重数字签名技术

数字签名也称电子签名,在信息安全方面有重要应用,是实现认证的重要工具,是整定单管理系统中是不可缺少的。它利用数字技术实现在网络传送文件时附加个人标记,完成传统上手书签名盖章的作用,以表示确认、负责、执行等。

数字签名的基本原理是:对消息 M 用散列函数 H 得到消息摘要 $h_1 = H(M)$, 然后发送方 A 用自己的私钥 K_{SA} 对这个散列值进行加密: $E_{K_{SA}}(h_1)$, 来形成发送方 A 的数字签名。然后, 这个数字签名将作为消息 M 的附件和消息 M 一起发送给消息接收方 B 。消息的接收方 B 首先把接收到的原始消息分成 M' 和 $E_{K_{SA}}(h_1)$ 。从 M' 中计算出散列值 $h_2 = H(M')$, 接着再用发送方的公钥 K_{PA} 来对消息的数字签名进行解密 $D_{K_{PA}}(E_{K_{SA}}(h_1))$ 得 h_1 。如果散列值 $h_1 = h_2$, 那么接收方就能确认该数字签名是发送方 A 的, 而且还可以确定此消息没有被修改过, 数字签名的实现原理如图 3 所示。

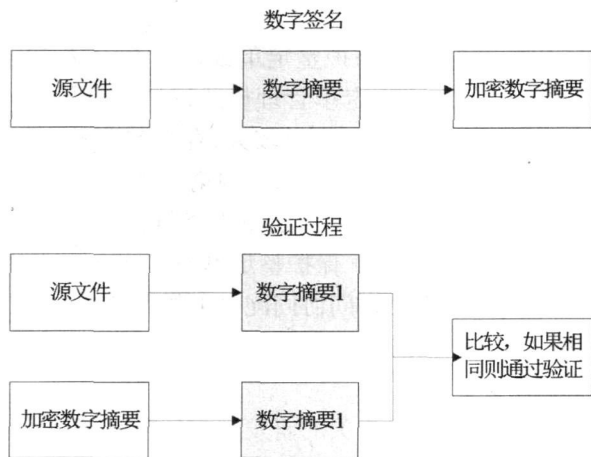


图 3 数字签名实现原理

本系统利用开源项目 iTextSharp 将上报的 Excel 或者 Word 格式的整定单文档转为 PDF 格式,并在附件中保留原上传的整定单文档,同时在 PDF 中添加多个空白签名,在整定单流转的过程中,由不同权限的人结合数字证书对空白签名进行签名更新。PDF 的多重签名如图 4 所示。

打开 PDF 格式的整定单文档时系统会自动进行签名有效性验证, 用户也可以通过 PDF 阅读器自行

临安市供电局继电保护整定单

装置型号: RCS-9612A 第2007-浙川-01号 (代版第2006-浙川-14号) 日期: 2007/01/09

变电站: 35kV浙川变	设备名称: 塔山222线	装置版本: 3.31.1	校验码: F140	额定电压: 10kV
变比: 300/5	整定原因: 线路电压额定100V	PTXX	0/1	变比: 10/0.1
29	PT断线检查	PTDX	0/1	1
30	PT断线退出与电压有关的电流保护	TUL	0/1	1

说明:
1、整定原因: 线路连接关系改变。
2、在经主变送电方式下, 允许转送塔山临时变城后512线。
3、考虑塔山变水127线转送10kV母线和出线, 此时不考虑转送塔山临时变城后512线。
4、保护限幅315A。
5、做进线时, 保护停用。

编制人: [] 校核人: [] 审核人: [] 签发人: []

执行期限: [] 实际校验日期: []

未签名域 (单击来签名)

图 4 PDF多重签名

查看验证结果,如图 5所示。由于 PDF不可修改,可确保整定单文档的有效性。

签名属性

签名有效, 由“临安市供电局”签名。

小缩 文档 签名者 日期/时间 法律声明

签名者(S): 临安市供电局 显示证书(h)...

原因(R): 整定单上报

日期(D): 2010/03/10 18:41:41 +08'00' 位置(L): 不可用

有效性小结

自应用本签名以来,“文档”未被修改。

文档是由当前用户签名。

签名日期/时间来自签名者计算机上的时钟。

图 5 签名验证

2.2 状态机工作流模型

根据整定单管理的要求和特点,本系统采用 Microsoft的工作流解决方案的新技术 WF。WF支持 2 种基本工作流样式: 顺序工作流 (Sequential Workflow)和状态机工作流 (State Machine Workflow), 其中顺序工作流适用于操作按顺序依次执行直至最后一个活动完成的流程管理;状态机工作流是以事件 (Event)为驱动, 由一组状态、转换和操作组成, 首先将一个状态表示为起始状态, 然后基于事件执行向另一个状态转换。在整定单的流转过程中涉及多个部门不同人员的异地协同合作, 为满足用户对工作流管理柔性的要求, 采用 State Machine Workflow 模型来实现。

利用 WF提供的可视化设计器可通过拖曳的方式实现整定单审批流程的图形化设计和修改维护。State Machine设计视图中, 流程定义是通过向可视化设计器中拖放 State Activity来实现的。State Activity 是一种容器类型控件, 状态机工作流实例的运行依赖于有关事件的产生和响应, 因此还需要向不同的状态

控件中添加对应的 Event-driven Activity控件来实现事件的响应和处理。

整定单的状态机工作流如图 6所示, 其中上报、校核、审核等表示相应的 State Activity 每个 State Activity里的文字表示对应的 Event-driven Activity 如校核状态的“校核通过”、“校核驳回”、“定值单追回”等。

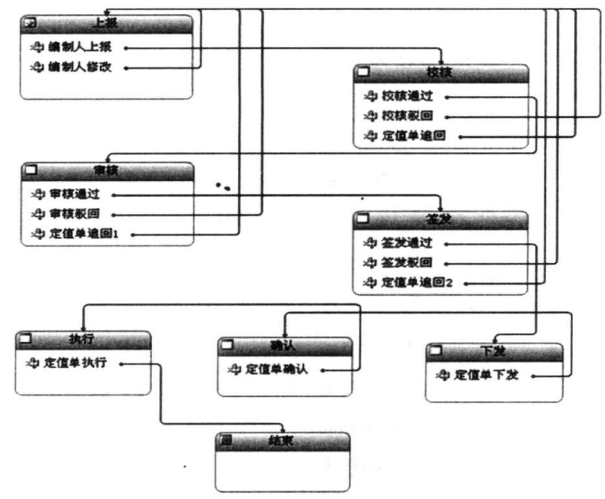


图 6 整定单状态机工作流模型

3 系统功能特点

- 1)基于 Web的保护整定单网络化管理;实现继电保护整定单上报查阅、检索、浏览、审批流程等日常管理工作的网络化、自动化和网络数据库管理。
- 2)可实现基于角色的用户权限设置管理。用户分为系统管理员、用户和访客。针对各种用户可以设置不同权限,包括整定单编制、校核、审核、签发和执行等,同一用户可具有多种角色。
- 3)支持 EXCEL、WORD、RTF、JPG 等格式的整定单。
- 4)整定单的编制:能实现历史整定单的查询,并在当前整定单的基础上新建保护整定单,并对新整定单自动编号。上报整定单时系统能够自动解析出整定单文档中的基本信息数据经用户确认后存入数据库,如整定单编号、填报日期、厂站名称、设备名称、额定电压、装置型号、整定原因等,用户也可以修改系统自动解析出的数据,不需要预先录入有关的设备基础数据,在数据解析页面编制人可以从多个具有校核权限的人员中任选一个作为校核人。如图 7所示。
- 5)整定单的审批:在整定单流转过程中实现编

整定单管理	
整定单编号	第2006-山边-01号
编制日期	2006/12/19
厂站名称	山边电站
设备名称	主变
额定电压	10 KV
装置型号	HST5330
整定原因	山边变二期投运。
校核人:	☒ 222 ☒ 2222
确定 取消	

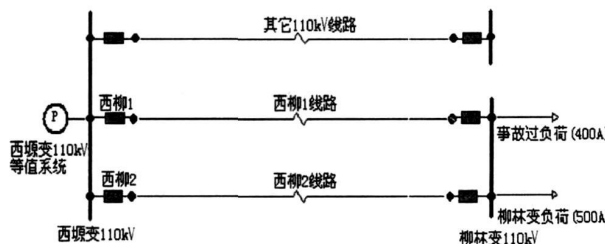
制人、校核人、审核人、签发人的电子签名,结合数字证书文件实现基于 PDF 的电子签名有效性验证;基于 workflow 技术实现整定单的上报、校核、审核、签发、下发、确认、执行、存档等流过程的自动化管理,以及将待处理定值文档通过 OA 以电子邮件形式通知下一环节具有相应权限的工作人员处理,相应人员可以通过邮件里的链接不用输入工号和密码直接登录进系统相应审批页面,如图 8 所示。流程流转人员可根据实际情况对整定单进行驳回或批准。编制人员可以对已上报尚未执行的整定单追回或删除。系统支持三人或四人审批流程,用户可灵活选择。

[illegible]

7)整定单的查询:能够按照厂站名称、设备名称、调度类型、编制日期、签发日期、执行日期进行查询、检索、浏览和打印历史整定单、当前整定单;若编制人需要对某个设备新建一份整定单,可以点击图10中“新建”链接,系统将自动生成新的整定单编号,同时为防止人员的错误操作导致编号混乱,系统设计了整定单编号管理功能,编制人可以手动修改各厂站的整定单编号。

[illegible]

8)整定单的统计:能够按照年份、月份、区间进行整定单签发、执行、遗留等情况的统计,并可输出Excel格式的统计结果,可大量节省统计工作的时间。统计结果如图 11。



4 结束语

本整定单管理系统利用网络实现了整定单管理过程的自动化、网络化,提高了工作效率,全面提高了企业管理工作的自动化水平,对电力系统稳定运行和规范管理具有重要的经济价值和现实意义,具有较高的实用价值和应用推广价值。本文系统已成功用于临安市供电局继电保护日常管理工作,取得了较好的

(下转第 92 页)

Trans PowerDel, 2006, 21(2): 935—932

[17] Gámez JC, Morcos M M. Voltage Sag and Recovery Time in Repetitive Events[J]. IEEE Trans PowerDel 2002, 17(4): 1037—1043.

[18] 张志刚,殷科生. 基于负荷敏感性及能量损失的电压凹陷的评价[J]. 西北电力技术, 2005(4): 1—2, 18.

[19] 李光荣,代红才. 定量评价电压凹陷引起的用户损失[J]. 江西电力, 2006, 30(4): 37—39.

[20] S A Yin, C N Lu, Edwin Liu, Y C Huang and C Y Huang Assessment of Interruption Cost to High-tech Industry in Taiwan [C]. Proceedings of the IEEE Transmission and Distribution Conference and Exposition, Atlanta, GA, USA, 2001.

(收稿日期: 2010—08—15)

(上接第 34 页)
技术经济效益。

参考文献

[1] 萨师煊. 数据库系统概论 [M]. 高等教育出版社, 2000.

[2] 郑耀东. ASP.NET 2.0 编程指南 [M]. 人民邮电出版社. 2007.

[3] 张杰. 基于 Web 的工作流管理系统的设计与实现 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2009, 22(1): 56—58.

[4] 石邵郡,林小村,文杰,等. 电力系统继电保护配置及定值管理系统 [J]. 电网技术, 1996, 20(8): 26—29.

[5] 谢熹,吕飞鹏,雷云川,等. 基于工作流的继电保护定值管理系统 [J]. 电网技术, 2006, 30(16): 64—69.

[6] 彭晓兰,刘沛,程时杰,等. 一个实用的继电保护运行与管理专家系统 [J]. 中国电机工程学报, 1996, 16(6):

421—426.

作者简介:

周建群 (1969),女,工程师,大学本科,从事电力系统调度运行工作;

吕 华 (1980),男,工程师,大学本科,从事电力系统自动化专业工作;

李志文 (1978),男,工程师,硕士,从事电力系统继电保护专业工作;

杜俊红 (1975),女,工程师,硕士,从事电力系统继电保护专业工作。

胡亚平 (1986),男,硕士研究生,从事电力系统继电保护研究。

吕飞鹏 (1968),男,博士,教授,从事电力系统继电保护研究。

李运坤 (1987),男,硕士研究生,从事电力系统继电保护研究。

(收稿日期: 2010—05—12)

(上接第 88 页)

AVC 系统是保证电网安全、经济、优质运行并作为电网安全稳定预防性控制措施的重要技术手段。省、地调之间的协调控制的实现为有效提高德阳电网电压控制水平、降低网损、提高电压稳定裕度提供了可靠的保证。

因此,下一步德阳电业局将根据德阳地区电网电压无功控制的特点,建立以德阳地调主站为中心覆盖包括城区供电局五里堆、孟家、二重区域电网、绵竹供电局新市区域电网、什邡供电局云西区域电网、罗江供电局万安区域电网以及广汉供电局古城区域电网在内的地区区域电压无功控制系统。

参考文献

[1] 郭庆来,孙宏斌,张伯明,等. 江苏电网 AVC 主站系统的研究和实现 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28(22): 83—87.

[2] 郭庆来,孙宏斌,张伯明,等. 协调二级电压控制的研究 [J]. 电力系统自动化, 2005, 29(23): 19—24.

[3] 唐茂林,庞晓艳,李旻,等. 计及梯级电站的省地一体化 AVC 系统研究及实现方案 [J]. 电力自动化设备, 2009, 29(6): 119—123.

[4] 王铁强,成海彦,等. 基于分层分区协调控制的河北南网 AVC 系统设计与实现 [J]. 电网技术, 2008, 12(32): 157—160.

[5] 孙宏斌,张伯明,郭庆来,等. 基于软分区的全局电压优化控制系统设计 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27(8): 16—20.

作者简介:

刘青丽 (1977),女,汉族,工程师,研究方向为电力系统调度运行;

尹 琦 (1971),女,汉族,高级工程师,研究方向为电力系统调度运行;

周 鹏 (1978),男,汉族,助理工程师,研究方向为电力系统控制及保护;

邓志森 (1978),男,汉族,工程师,研究方向为电力调度自动化。

(收稿日期: 2010—08—15)