

基于 PI3000 平台的县级电网设备检修 workflow 系统

荣 耀^{1,2}, 王建东², 瞿静文³

(1 南京师范大学 中北学院, 江苏 南京 210046)

2 南京航空航天大学 信息科学与技术学院, 江苏 南京 210016

3. 南京电力自动化研究院, 江苏 南京 210003)

[摘要] 为了提高县级调度机构电网设备检修任务的管理效率, 减少失误率, 保证电网可靠、高效地运行, 以 PI3000 平台为基础设计开发了县级电网设备检修 workflow 系统。系统采用 PI3000 平台对对象、流程和安全进行动态建模, 解决了检修 workflow 对象的并发访问控制问题, 采用 XML 进行细粒度数据描述, 利用 PI3000 A JAX 框架实现了无刷新客户界面。该系统已经应用于江苏省县级调度机构电网设备检修系统等项目中, 能够适应电网设备管理数据处理量大、业务流程复杂的特点, 运行效果良好。

[关键词] 设备检修, 动态建模, workflow, 安全控制, 并发访问控制, 细粒度数据描述, 无刷新客户界面

[中图分类号] TP393.09 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2007)04-0067-05

Equipment Maintenance Workflow System of County Power Network Based on PI3000 Platform

Rong Yao^{1,2}, Wang Jiandong², Qu Jingwen³

(1. College of Zhongbei Nanjing Normal University Nanjing 210046 China)

2. College of Information Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016 China

3. Nanjing Electric Power Automation Research Institute Nanjing 210003, China)

Abstract To improve management efficiency of maintenance tasks of county power network equipments, reduce error rate, and guarantee the power network's reliable and efficient operation, an equipment maintenance workflow system for county power network based on PI3000 platform is designed. The platform is used in the system for dynamic modeling of object, process, and security, to solve the problem of concurrency control of the object of maintenance workflow, XML is used for fine granular data description, and the PI3000 A JAX framework is used to implement non-refresh client interface. The system has been applied to the DMIS project in Jiangsu Province and some other DMIS projects. Practice shows that the system satisfactorily meets large volume data and complex business processing of power network equipment management and runs very well.

Key words equipment maintenance, dynamic modeling, workflow, security control, concurrency access control, fine granular data description, non-refresh client interface

0 引言

电力生产过程中电网设备的可靠性、安全性关系到社会生活的方方面面, 对电网设备进行科学、合理、定期的检修管理工作是电网正常运行的重要保证。随着电网规模不断扩大, 对设备检修业务管理的电子化、流程化的要求越来越高, 建设一套完善的电网设备检修系统成为迫切要求, 以提高管理效率, 减少人工失误, 保证电网正常、高效地运行。围绕检修申请单展开的业务流程是县级调度机构电网设备(以下简称县级电网设备)检修管理中的核心业务。以 PI3000 平台为基础开发的设备检修 workflow 系统可以有效地实现对县级电网设备检修任务的统一管理。

收稿日期: 2007-09-18

作者简介: 荣 耀(1971-), 讲师, 博士研究生, 主要从事软件架构和软件工程等方面的教学与研究。E-mail: royao@royabo.com

1 系统架构

以江苏各地方县调为例,县级电网设备检修业务流程如下:首先由公司班组或基层用户填写检修申请单,根据其上级主管部门的不同,分别交由生技部或营销部审核.在调度班长和调度主任审核并签署意见后发送至调度台执行.调度人员根据电网当前实际运行情况决定是否执行检修任务.如因客观原因无法执行,则执行延期或改期操作.所有检修申请流程执行完毕需归档.

县级电网设备检修工作流系统主要划分为如下几个模块:

(1) 检修单管理模块:该模块针对不同的角色配置用户权限,自动为用户生成个性化的检修工作流管理界面.用户可以在权限范围内新建、查看检修工作流所处的状态,并执行发送、回退、废弃等操作.

(2) 检修单上报模块:该模块主要实现申请单填报功能.公司班组或基层用户填写申请人、申请单位、停电设备以及申请停电时间等内容,填写完毕可执行保存或发送操作.若执行发送,则系统根据上报者角色的不同,自动分配不同的发送目标及收件人;如果执行保存,则申请单暂存于草稿箱中,用户可以在确认无误后再将检修申请单依照流程发出.

(3) 检修单审核模块:该模块主要为生技部主管、营销部主管、调度班长和调度主任提供审核并签署意见的功能.如果待检修设备属于上级管辖线路,则可以通过上报地调的接口,将当前检修单按规定格式上报至地调.待每位用户签署意见并执行发送操作后,检修申请单就依照流程发至下一级用户的收件箱,直至流转到调度台.

(4) 检修单调度台模块:该模块允许调度人员对检修单状态进行选择.已通过审批但尚未开工的检修单为“未开工”状态;已经填写开工时间的检修单为“已开工”状态;当选择“延期”或“改期”状态时,调度人员需要填写执行该项操作的原因以及延期或改期的时间,然后系统会依照流程进行流转;当申请单的状态为“已竣工”时,整个业务流程结束,检修单归档.

(5) 检修单综合查询模块:为了满足用户对所有设备检修单的查询要求,系统提供多种查询方式,可根据检修单编号、申请单位、当前状态、县调批准时间段、开工及竣工时间段等进行精确查询,或者综合多个属性进行组合查询,还可以按申请时间、批准时间、实际开竣工时间等进行查询.

(6) 检修工作流打印模块:系统为设备检修单提供了固定格式的打印功能,可打印出所选检修工作流的详细信息,便于实现对检修单的存档管理.

系统采用 B/S 架构,如图 1 所示.前端界面不直接对数据库进行操作,而是与 PI3000 平台开放的各种 Web 服务进行交互^[1],包括业务基础服务、工作流服务、文件服务、消息服务、报表服务等.Web 服务既是前端浏览器界面与后端数据库交互的媒介,又将前、后端自然地隔离开,使系统具有更好的扩展性、复用性和移植性,可有效地应对业务需求变化.系统硬件平台可采用多服务器群集搭建,实现负载均衡,提高访问速度和可靠性^[2].

2 使用 PI3000 平台进行动态建模

PI3000 平台是在参考业界成熟规范的基础上,采用面向服务架构对原有 PI2000 平台重构而成的动态模型驱动的基础平台.PI3000 是一种通用的电力企业信息系统平台,所提供的动态建模工具在根本上不同于普通的数据建模工具,它采用了面向对象的建模思想和方法,将信息系统所管理的事物均视作种类不同的广义对象.系统在数据库与应用程序之间添加了一层 O-R(对象-关系)映射,使得系统模型的修改可自动映射到物理数据库结构中(图 2 展示了使用 PI3000 创建电网设备检修申请单类型,实质上是在数据库中新建了一个名为 PM_NJ_YF_DW_SBJXSQD 的物理表),并通过自动生成引擎和网络在所有相关的人机界面上即时呈现出来^[3].该过程完全自动化,打破了静态建模的局限,使建模工具的实用性大为提高.对象模型还包含类型的属性、操作、状态、过滤方案、界面方案、类型关联、属性含义、基础代

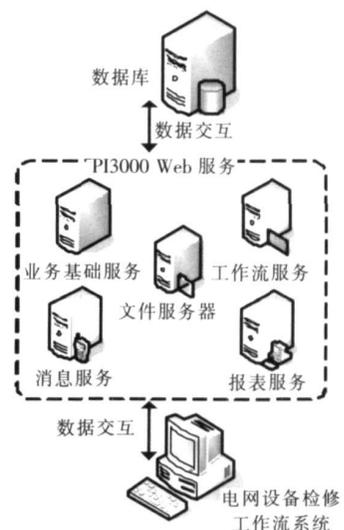


图 1 系统架构

Fig.1 System architecture

码等. 面向对象的建模支持类型派生, 使得对象定义既避免了不必要的重复, 又保证了定义的完备性, 同时还便于系统在运行期对对象进行统一管理, 方便用户查询以及对数据的深度利用^[4]. 从图 2 可见检修申请单类型的派生层次结构.

PI3000 工作流系统是建立于 PI3000 基础平台之上的业务流程定义和运行控制系统. 该系统提供的流程建模与运行控制功能与基础平台既保持相对独立又有着密切的交互, 与平台内其它系统松散耦合. 系统由工作流设计器、工作流执行服务器、工作流执行客户端和工作流监控分析工具等组成. 通过界面交互、脚本定义及交互接口设计等方式, 为电力企业提供了具有高度柔韧性、健壮性和交互性的工作流管理方案, 能够满足电力企业业务规则复杂、多变甚至跨系统交互的流程处理需求. 图 3 展示了检修单系统工作流设计界面.



图 2 对象建模

Fig.2 Object modeling

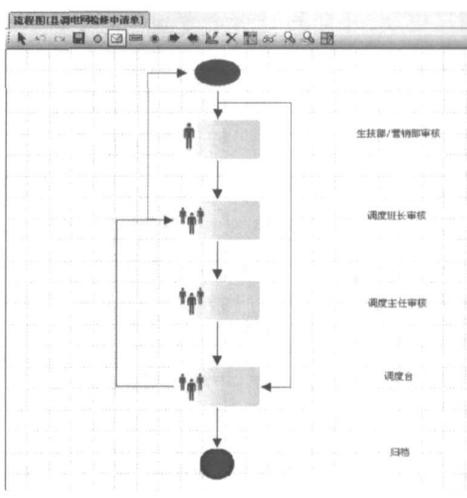


图 3 工作流建模

Fig.3 Workflow modeling

系统安全控制是电力企业应用的一个关键环节. 安全控制的一个重要方面是处理身份验证以及对系统中资源的访问授权. 身份验证是确定用户身份的过程, 只有通过身份验证的用户才有继续操作的权限. 授权是确定已验证用户是否有权访问应用程序中的某些功能或某些数据. PI3000 平台提供的权限控制机制引入了角色组、角色以及安全域等安全模型来管理流程中各个步骤的安全策略. 图 4 展示了检修单处于申请状态时的权限设置状况.

3 关键业务处理技术

设备检修工作流系统使用 HTML 和 JavaScript 进行页面展示, 使用 XML 进行数据描述与传输, 使用 ADO.NET 进行数据访问^[5], 使用 IBM DB2/O racle 作为数据库服务器. 在设计和实现该系统的过程中解决了若干关键的问题, 下面简述并发访问控制、无刷新客户界面以及 XML 的使用场景.

3.1 并发访问控制

在设备检修工作流系统运行过程中, 多名用户可能会同时操作同一个检修工作流, 因此需要建立一种并发访问控制机制防止一个用户的修改对其他用户产生不利的影响. 系统设计了一种方便、安全的“乐观锁”机制. 图 5 模拟了这种机制的使用场景.

假设用户 A 和用户 B 在 13 点 20 分同时访问了 20070522021 号检修工作流, 并且均保持为打开状态. 一旦其中一人对检修工作流内容进行修改, 就会导致数据的不一致性. 为此, 在数据库表中添加一个 Las-

电网检修申请单-申请只读的编辑	
名称	电网检修申请单-申请只读
是否使用计数决策	<input checked="" type="checkbox"/>
决策方式	禁止优先
扩展定义	<input type="checkbox"/>
描述	
备注	
周知标识	

角色名称	权限名称	是否允许
电网检修申请单-基层用户	修改权	<input type="checkbox"/>
电网检修申请单-班组申请	修改权	<input type="checkbox"/>
电网检修申请单-市公司申请	修改权	<input type="checkbox"/>

图 4 安全建模

Fig.4 Security modeling

UpdateTime 字段, 用于存放每条记录最近一次被修改的时间. 每当用户访问记录时, 就会将该条记录的 LastUpdateTime 字段值缓存到本地, 在此该缓存值为“2007-5-22 13: 14: 46”. 当用户 A 在 13 点 21 分更新 20070522021 号检修 workflow 后, 数据库内该条记录的 LastUpdateTime 值即被更新为“2007-5-22 13: 21: 34”. 系统以 5 s 间隔异步读取当前记录的 LastUpdateTime 字段值, 并与缓存在用户本地的值进行比较. 一旦发现二者不相等, 即向用户 B 弹出提示消息框, 提示该记录已经在某一时刻被其他用户更新, 并询问是否需要刷新. 用户 B 在接到通知后点击确定则刷新页面, 从而得到最新的数据信息. 若用户 B 不愿放弃当前操作则选择取消按钮, 这时保存按钮将会失效, 需手工刷新页面恢复保存功能.

时间	用户	操作	最后更新时间
13:20	A	访问 20070522021 号检修 workflow	2007-5-22 13:14:46
13:20	B	访问 20070522021 号检修 workflow	2007-5-22 13:14:46
13:21	A	修改 20070522021 号检修 workflow	2007-5-22 13:21:34
13:21	B		2007-5-22 13:21:34

图 5 并发访问控制
Fig.5 Concurrency access control

3.2 XML 生成与解析

XML (EXtensible Markup Language, 可扩展标记语言) 是由 W3C 定义的一种数据描述语言, 被广泛地用于 Web 环境下的数据描述、传输和交换^[6]. 图 6 上方展示的是一个会签控件, 用来满足各级部门主管填写审核与批复意见. 在用户激活该控件并填写内容后, 该用户的名称和填写时间也会被显示到页面中. 在其他会签主管填写审批意见时不会覆盖或修改前面会签者所填写的信息.

如果采用拼接字符串的方式以纯文本的格式将签属内容、签属人和签属时间存入数据库表的同一个字段中, 那么数据的显示格式就难以保证, 也不利于在流程归档后对各主管签署意见的分别提取和追溯. 设备检修 workflow 系统采用特别设定的 XML 文档格式, 将所有会签内容存入数据表同一个字段中. 这种方式使得数据的描述粒度细化, 为进一步利用该信息创造了有利条件.

利用 .NET 提供的 XML 文档处理技术^[7], 能够便捷地解析出签属内容、签属人和签属时间, 并将其拼接为指定的形式呈现在页面上. 最后输出到客户端的为一段 HTML 代码, 在浏览器中的效果如图 7 所示.



图 6 会签控件
Fig.6 Cooperating signature component

生技/营销批复:	同意, 按工作内容执行。 韦磊 2007-5-17 19:29:46 同意。 张小华 2005-5-17 19:35:02
----------	--

图 7 XML 文档解析效果
Fig.7 Effect of XML document parsed

3.3 无刷新客户界面

检修 workflow 系统利用 PI3000 AJAX 框架实现了无刷新的客户端界面. AJAX 的全称是 Asynchronous JavaScript and XML, 即异步 JavaScript 和 XML, 它是一种基于浏览器的交互式网页应用技术^[8]. AJAX 应用网页具有局部更新的功能. 在客户端浏览器与服务器之间进行异步通信的同时, 可以保持页面原有状态, 无需中断用户的操作.

PI3000 AJAX 框架提供了大量的丰富客户端组件, 包括文本框、选择对话框、日期控件、签名控件等, 在检修 workflow 系统中得到了广泛的使用. 图 6 所示的会签控件就是一个典型的应用. 当用户点击签署意见单元格时会弹出一个文本框, 待签署内容完毕, 签署意见、签署人以及签署时间会显示在单元格内. 这一过程不会导致页面的整体刷新, 从而提高了系统的运行效率, 保证了用户交互的连续性和流畅性, 显著改善了用户体验.

4 结语

县级电网设备检修 workflow 系统基于 PB000平台采用 B/S架构开发, 有效地利用了平台的对象、流程和安全的动态建模功能。当检修业务发生变化时, 可以通过调整模型实现从后端到前端的迅速更新。由于解决了检修 workflow 对象的并发访问控制问题, 采用 XML进行细粒度数据描述, 并且利用 PB000 AJAX框架实现了无刷新客户界面, 使得系统的可靠性、交互性与现有的同类系统相比有着显著的优点。目前该系统已经投入江苏县级电网设备检修系统等项目试运行, 运行情况表明系统安全可靠、易于维护, 能够很好地满足县级电网设备检修管理流程化、规范化和标准化的需要。

[参考文献] (References)

- [1] 于建军, 孙鹏. 一种 Web Service动态调用框架的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2006 32(4): 119- 121
Yu Jianjun, Sun Peng Design and implementation of dynamic web services invocation [J]. Computer Engineering 2006 32(4): 119- 121. (in Chinese)
- [2] 郑洪源, 周良, 吴家祺. WEB服务器集群系统中负载均衡的设计与实现 [J]. 南京航空航天大学学报: 自然科学版, 2006 38(3): 347- 351.
Zheng Hongyuan, Zhou Liang Wu Jiaqi Design and implementation of load balancing in web server cluster system [J]. Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics Natural Science Edition 2006 38(3): 347- 351 (in Chinese)
- [3] 林峰, 孔震. PB2000界面设计系统的实现 [J]. 电力系统自动化, 2003 27(13): 72- 74
Lin Feng Kong Zhen Design and implementation of PB2000 user interface system [J]. Automation of Electric Power Systems 2003 27(13): 72- 74 (in Chinese)
- [4] 林峰, 姚健, 林毅, 等. 电力企业 MIS中对象管理动态建模技术 [J]. 电力系统自动化, 2001 25(21): 18- 20
Lin Feng Yao Jian Lin Yi et al Object management dynamic modeling for MIS of electrical enterprises [J]. Automation of Electric Power Systems 2001 25(21): 18- 20 (in Chinese)
- [5] 荣耀. ASP.NET 2.0实战起步 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
Rong Yao Practical ASP.NET 2.0 [M]. Beijing: China Machine Press 2007 (in Chinese)
- [6] David Chappell . NET大局观 [M]. 2版. 荣耀, 译. 北京: 电子工业出版社, 2006
David Chapell Understanding .NET [M]. 2nd ed Rong Yao Translated Beijing Electronics Industry Press 2006 (in Chinese)
- [7] 屈喜龙, 孙林夫. ASP.NET 中 XML文档处理的各种方法的研究 [J]. 计算机应用研究, 2005(5): 60- 62
Qu Xilong Sun Linfu Research of all methods to XML document processing in ASP.NET [J]. Application Research of Computers 2005(5): 60- 62 (in Chinese)
- [8] 荣耀, 李昕. 企业级 AJAX框架设计与实现 [J]. 南京师范大学学报: 工程技术版, 2007, 7(3): 64- 69
Rong Yao Li Xin Design and implementation of enterprise AJAX framework [J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2007, 7(3): 64- 69. (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]