

The Design and Implementation of Service Deployment Module of SDH Network Planning Simulation System

Yijie Li¹, Li Li²

¹Power Dispatching and Control Centre of Guangdong Power Grid, Guangzhou

²State Key Laboratory of Networking and Switching Technology, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing

Email: lldaxiang@163.com

Received: Apr. 4th, 2014; revised: Apr. 29th, 2014; accepted: May 10th, 2014

Copyright © 2014 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

This research focuses on the design and implementation of service deployment module in grid power communication network. Service deployment is an important part of SDH network planning, as the main purpose of device and link deployment in SDH network is to undertake the businesses. This paper introduces the background of the power communication network planning, the technology of power communication network planning simulation, and the function analysis of the simulation system. Then this paper makes the requirement analysis and preliminary design of the service deployment module of the simulation system, and shows the detailed design of the deployment module with the architecture of the configuration and management simulation system, explaining the relationship between the various sub-modules. Finally, this paper shows the implementation of this simulation module based on Eclipse and FLEX.

Keywords

Sdh, Grid Power Communication Network, Network Simulation, Service Deployment

SDH网规划仿真系统业务部署模块的设计与实现

李溢杰¹, 李 莉²

¹广东电网公司电力调度控制中心, 广州

²北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室, 北京

Email: lldaxiang@163.com

收稿日期: 2014年4月4日; 修回日期: 2014年4月29日; 录用日期: 2014年5月10日

摘 要

本文研究的重点是电力通信网业务部署模块的设计与实现。业务部署是SDH网络规划的一个重要环节, SDH网络的设备以及链路搭建的主要目的正是为了承载业务。本文首先介绍了电力通信网规划这一概念提出的背景、电力通信网规划仿真系统的技术基础、电力通信网规划仿真系统的功能分析。其次, 对仿真系统的业务部署模块进行了需求分析和概要设计。再次, 本文针对电力通信网规划仿真系统业务部署模块进行了详细设计, 提出了配置管理仿真系统的实现架构, 并阐述了各子模块之间的关系。最后基于Eclipse和FLEX开发工具实现了该仿真模块。

关键词

SDH, 电力通信网, 系统仿真, 业务部署

1. 引言

电力通信网是为了保证电力系统的安全稳定运行应运而生的。电力通信网与电力系统的安全稳定控制系统、调度自动化系统被合称为电力系统安全稳定运行的三大支柱。目前, 它更是电网调度自动化、网络运营市场化和现代管理的基础, 是确保电网安全、稳定、经济运行的重要手段, 是电力系统的重要基础设施。

未来电网的链路、涉及的站点及链路参数将越来越复杂, 承载的业务也将日益丰富。为了更好地进行电力网络规划, 同时能更方便、高效、快捷地对规划方案进行远程管理, 设计一个稳定而成熟的电力通信网络规划系统势在必行。

电力通信网规划仿真系统具备仿真设备规划、链路规划、业务需求设置、规划方案生成等网络规划仿真需求, 并实现对规划方案进行经济性、风险性、资源利用率等量化分析。在实现与现有运行管控系统之间的信息集成; 并在对相关应用人员进行实用培训之后, 即可投入试运行, 指导网络的实际部署[1]。

本课题将设计与实现电力通信网规划仿真系统中的业务部署模块, 该功能模块是规划仿真系统的基础模块, 是支撑仿真系统功能的重要部分。通过业务部署模块, 管理人员可以获取业务信息, 设定业务参数, 进行业务部署规划, 确保用户的业务规划满足设备及其它约束条件。同时, 业务部署模块是传输网规划仿真系统的基础模块, 为业务分析、故障诊断等其他模块提供支撑。因而, 设计与实现电力通信网规划仿真系统的业务部署模块具有十分重要的意义。

2. 背景知识及相关技术

2.1. 电力通信网规划仿真系统概述

随着电力通信网络结构和规模越来越复杂化以及网络应用的多样化, 单纯依靠经验进行网络规划设

计已经不能适应网络的发展：一方面，专业人员面对现网大量的业务数据和纷繁复杂的光缆资源往往无所适从，需要专用网络工具对业务和已有资源数据进行分析，根据不同目标高效地完成网络设计；另一方面，面对已设计的网络没有行之有效的方法进行验证，需要为电力通信网的管理和运行维护人员提供一个低成本的性能分析平台，为网络建设的决策提供有力的数据支持。目前，电力通信网络仿真技术的研究刚起步，对于网络规划设计的支撑还不到位，需要网络分析工具为电力通信网络的规划设计提供客观、可靠的定量分析依据。

电力通信网规划仿真系统应具备仿真设备规划、链路规划、业务需求设置、规划方案生成等网络规划仿真需求，并实现对规划方案进行经济性、风险性、资源利用率等量化分析。电力通信网规划仿真系统完成后，应部署在电网中调所提供硬件环境上，实现与现有运行管控系统之间的信息集成；并在对相关应用人员进行实用培训的基础上，投入试运行，为电力通信网络的规划设计提供客观、可靠的定量分析依据。

本文的目的为实现电力通信网规划仿真系统的一部分，即开发与设计业务部署模块，该模块主要包括了业务需求设置、业务部署生成、业务部署调整三大功能。

2.2. 技术基础

仿真系统由 FLEX 框架完成界面呈现。Flex 是一个高效、免费的开源框架，可用于构建具有表现力的 Web 应用程序，这些应用程序利用 Adobe Flash Player 和 Adobe AIR，运行时跨浏览器、桌面和操作系统实现一致的部署。虽然只能使用 Flex 框架构建 Flex 应用程序，但 Adobe Flash Builder 软件可以通过智能编码、交互式遍历调试以及可视设计用户界面布局等功能加快开发[2]。

使用 Flex 创建的 RIA 可运行于使用 Adobe Flash Player 软件的浏览器中，或在浏览器外运行于跨操作系统运行时 Adobe AIR 上，它们可以跨所有主要浏览器、在桌面上实现一致的运行。连接到 Internet 的计算机中超过 98% 装有 Flash Player，这是一个企业级客户端运行时，它的高级矢量图形能处理要求最高、数据密集型应用程序，到桌面应用程序的执行速度。通过利用 AIR，Flex 应用程序可以访问本地数据和系统资源。

Macromedia Flash 是强大的矢量动画编辑工具，Flash 推出了面向对象的编程脚本 ActionScript3.0，并且建立起类似于 java swing 的类库和相应 component(组件)。Flex 通过 java 或者 .net 等非 Flash 途径，解释 .mxml 文件组织 components，并生成相应的 .swf 文件。

3. 业务部署模块的需求分析及概要设计

3.1. 电力通信业务部署需求分析

在网络结构中，业务部署方案是为满足新增业务的需求，而需要的网络资源数量、类型及占用方式[3]。在了解任务目标、进行相关调研和学习总结电力通信网相关管理机制后，提出部署方案内容及定义如表 1 所示。

3.2. 规划仿真系统业务部署模块需求

系统需要实现对电力业务的仿真管理，包括继电保护、安稳控制、自动化业务等多种业务类型。可以实现业务和通道、光路、电力线路等进行关联。针对不同业务类型，实现各类业务拓扑结构图，体现电力业务对业务网络中的位置和对业务网络的影响。

在了解任务目标、进行相关调研和学习总结后，提出了规划仿真系统业务部署模块需求如表 2 所示。

Table 1. Contents and definitions of service deployment plan in power grid communication**表 1.** 电力通信业务部署方案内容及定义

| 内容 | 定义 |
|------|---|
| 承载业务 | <ol style="list-style-type: none"> 1、新增业务数量 2、每条新增业务/业务组的属性，例如新增业务优先级、类型、速率等 |
| 资源使用 | <ol style="list-style-type: none"> 1、每台设备的端口占用数量 2、每台设备所承载的新增业务/业务组 3、每台设备所链接的链路 4、每台设备的属性，包括类型、名称等 5、每条链路所占用的时隙 6、每条链路所承载的新增业务/业务组 7、每条链路的属性，包括保护类型、可靠性、速率等 |
| 业务路由 | <ol style="list-style-type: none"> 1、业务/业务组所占用设备上的端口 2、业务/业务组所占用链路上的时隙 3、业务/业务组的工作路径 4、业务/业务组的保护路径 5、业务/业务组的备份路径 |

Table 2. Requirements of the service deployment module of the planning simulation system**表 2.** 规划仿真系统业务部署模块需求

| 子模块 | 需求 |
|----------|---|
| 部署方案自动生成 | <ol style="list-style-type: none"> 1、设置/修改新增业务部署策略，包括资源分配排序、路由分配等策略 2、自动生成新增业务部署方案 3、若生成新增业务部署方案不满足约束条件则显示失败，并提示原因 |
| 方案版本管理 | <ol style="list-style-type: none"> 1、保存/打开部署方案 2、设置/修改方案属性，包括版本名称、版本号 3、支持 EXCEL、CVS 形式导出该版本信息 |
| 业务部署方案调整 | <ol style="list-style-type: none"> 1、选择需要调整新增业务或业务组 2、调整该业务或该业务组的工作路径 3、调整该业务或该业务组的保护路径 4、调整该业务或该业务组的备份路径 5、验证调整后的结果是否可行 |
| 业务管理 | <ol style="list-style-type: none"> 1、查询业务需求 2、查询业务工作路径、保护路径和备份路径 3、删除规划业务 4、增加规划业务 |

3.3. 规划仿真系统业务部署模块需求

本课题所要设计与实现的是电力通信网规划仿真系统中的业务模块，如图 1 所示将服务器端与终端设计成分层结构[4]，这样易于修改、实现。

最上层是表示层，主要为使用的系统的外部对象提供界面，如业务拓扑图，业务清单等。

1) 业务层分为需求设置模块、业务部署模块、部署调整模块，同时这三个模块又与数据库连接，存储持久化数据信息，如业务的资源信息，业务的链路等等；

2) 业务层的下一层是控制层，使用路由生成算法，根据用户需求生成业务路径，并返回结果给业务层模块。

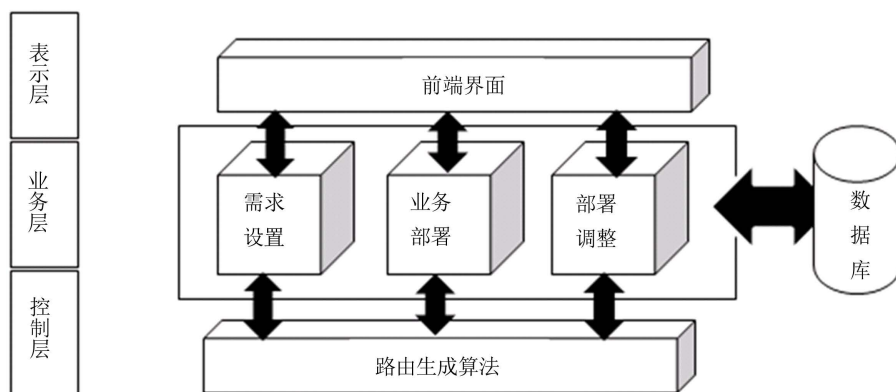


Figure 1. Software structure design of the service deployment module in planning simulation system

图 1. 规划仿真系统业务部署模块软件架构设计

各个子功能模块的具体描述如下：

1) 前端界面：用户通过浏览器进行系统访问及控制的界面，可显示当前方案的基本信息，左端 XML 树显示设备、链路及业务结构，中部的网络拓扑图可显示设备、链路及业务之间的拓扑图，右下部数据表显示业务清单的详细信息。

2) 需求设置模块：通过前端界面调用，用于获取用户业务需求，获取业务的业务名称、业务等级、业务优先级、业务起始设备、业务终止设备、业务类型及业务速率等。并在设置完成之后将需求信息显示与拓扑图上，将数据项存入数据库。

3) 业务部署模块：通过前端界面调用，用户可通过该模块选取已设置需求但未实际部署的业务，并选定业务部署的策略(最短路径、负载均衡等)，模块在此之后调用路由生成算法模块计算出业务路由，设置完成之后将更新过后的信息显示于拓扑图上，将数据项存入数据库。

4) 部署调整模块：通过前端界面调用，用户可通过该模块选取已实际部署的业务，并选定业务路由中待替换的设备，模块在此之后调用路由生成算法模块计算出更新过后的业务路由，设置完成之后将更新过后的信息显示于拓扑图上，将数据项存入数据库。

5) 路由生成算法模块：通过业务层将设备链路信息以邻接矩阵形式传达至该模块，通过 Dijkstra 算法及 BFS 搜索获取用户策略下的最优路径，并将该路径返回给业务层模块。

4. 业务部署模块的详细设计及实现

4.1. 业务部署模块的详细设计

本课题设计并实现电力通信网仿真系统业务部署模块，业务部署模块的子模块有业务需求设置、业务部署生成、业务部署调整，并且需要构建电力通信网仿真系统业务部署模块的架构，以便编程实现业务资源采集、路由生成、设备/业务拓扑图生成，因此电力通信网仿真系统业务部署模块详细设计的重点将放在如何建立业务部署模块的用例图，重点分析业务部署模块的功能，然后设计了电力仿真规划系统下业务部署模块的基本架构，划分了功能子模块，最后设计了路由生成算法，解释了如何生成和部署业务路由。

图 2 描述了业务部署模块使用者用例。用户可以登录系统，打开某个自定义方案，并进行业务需求设置、业务部署生成和业务部署调整。在部署业务之前，需要先进行业务需求设置，业务需求设置包括业务信息采集和业务可行性分析。当业务需求设置完成后，用户才能通过业务部署生成子模块部署业务，

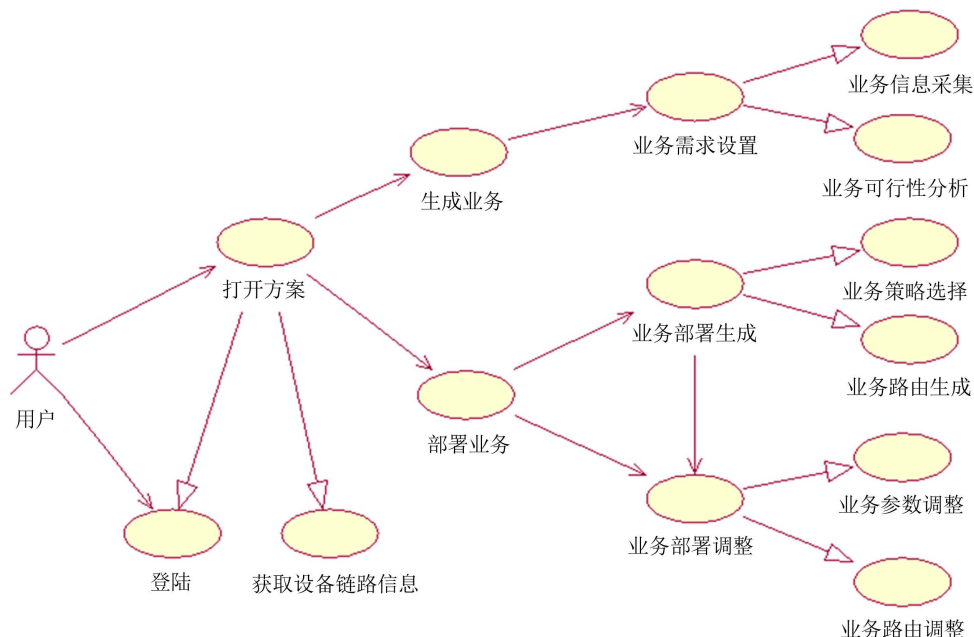


Figure 2. Software structure design of the service deployment module in planning simulation system
图 2. 规划仿真系统业务部署模块软件架构设计

生成相应的业务路由，并占用设备资源及链路资源。业务部署调整是基于已部署业务的基础之上的，所以需要在已部署业务列表中选择带调整业务，并根据需要进行业务参数调整及业务路由调整。

4.2. 路由生成算法设计

本课题所要设计与实现的是电力通信网规划仿真系统中的业务模块，业务层将设备链路信息以邻接矩阵形式传达至路由生成算法模块，设计采用 Dijkstra 算法来计算最短路径。在业务部署生成模块中，根据用户业务需求，一般使用最短路径策略生成业务路由。本设计中，采用 Dijkstra 算法来生成最短路径。

Dijkstra(迪杰斯特拉)算法是典型的单源最短路径算法，用于计算一个节点到其他所有节点的最短路径。主要特点是以起始点为中心向外层层扩展，直到扩展到终点为止。Dijkstra 一般的表述通常有两种方式，一种用永久和临时标号方式，一种是用 OPEN, CLOSE 表的方式，这里均采用永久和临时标号的方式。注意该算法要求图中不存在负权边。

算法步骤如下：

- 1) 初始时令 $S = \{V_0\}$ ， $T = \{\text{其余顶点}\}$ ， T 中顶点对应的距离值；
- 2) 若存在 $\langle V_0, V_i \rangle$ ， $d(V_0, V_i)$ 为 $\langle V_0, V_i \rangle$ 弧上的权值；
- 3) 若不存在 $\langle V_0, V_i \rangle$ ， $d(V_0, V_i)$ 为 ∞ ；
- 4) 从 T 中选取一个其距离值为最小的顶点 W 且不在 S 中，加入 S ，对其余 T 中顶点的距离值进行修改：若加进 W 作中间顶点，从 V_0 到 V_i 的距离值缩短，则修改此距离值；
- 5) 重复上述步骤 2)、3)，直到 S 中包含所有顶点，即 $W = V_i$ 为止。

4.3. 业务部署模块的具体实现

工程代码采用 mxml 和 AS3 语言编写，将 Eclipse 作为开发环境[5]、Flash Builder 作为开发平台，为了开发拓扑图的 GUI 界面，又安装了 twaver 插件；在构建数据库时，在 Eclipse 服务器端工程中导入了 Oracle JDBC 连接包，以便进行数据库交互。在安装了 Oracle 数据库后，又安装了 Oracle Administrator，

可以方便地查看数据库 Oracle 服务器的运行情况, 随时开启或终止服务器。为了克服 Oracle 可视性、可操作性不足的情况, 又安装了 Oracle Front, 以便在可视化界面下进行数据库的建模、输入数据、查看数据, 删除数据等操作(表 3)。

图 3 为本课题设计的主界面资源视图。主界面上方为导航栏, 为仿真系统各个功能模块的入口, 左侧的树状图可清晰地显示设备、链路以及业务的树状结构, 中部的拓扑图清晰地显示了设备和链路结构, 右下方的数据表可显示设备、链路、环的清单[6]。

图 4 为本课题设计的主界面业务视图。主界面上方为导航栏, 为仿真系统各个功能模块的入口, 左侧的树状图可清晰地显示设备、链路以及业务的树状结构, 中部的拓扑图清晰地显示了设备、链路结构以及业务状况, 其中蓝线为链路, 粉色直线为已设置需求但并未实际部署的业务, 红线为已实际部署的业务。右下方的数据表可显示业务清单[7]。

5. 总结

本论文主要通过电力通信网规划的研究现状, 在总结了电力通信网规划流程、调研业务部署模块功能需求的基础上设计并实现了电力通信网仿真规划系统业务部署管理模块。随着电力通信网络结构和规模越来越复杂化以及网络应用的多样化, 单纯依靠经验进行网络规划设计已经不能适应网络的发展, 电

Table 3. Development platform and environment

表 3. 开发平台与环境

| | |
|----------------|-----------------------------------|
| 开发环境 | Eclipse 3.4.1 及 Flash Builder 4.6 |
| 开发平台 | Eclipse 3.4.1 下的 Flash Builder 平台 |
| Eclipse 开发相关插件 | twaver 插件、Oracle JDBC 连接包 |
| 数据库 | Oracle g10 |
| 操作系统 | Windows XP |

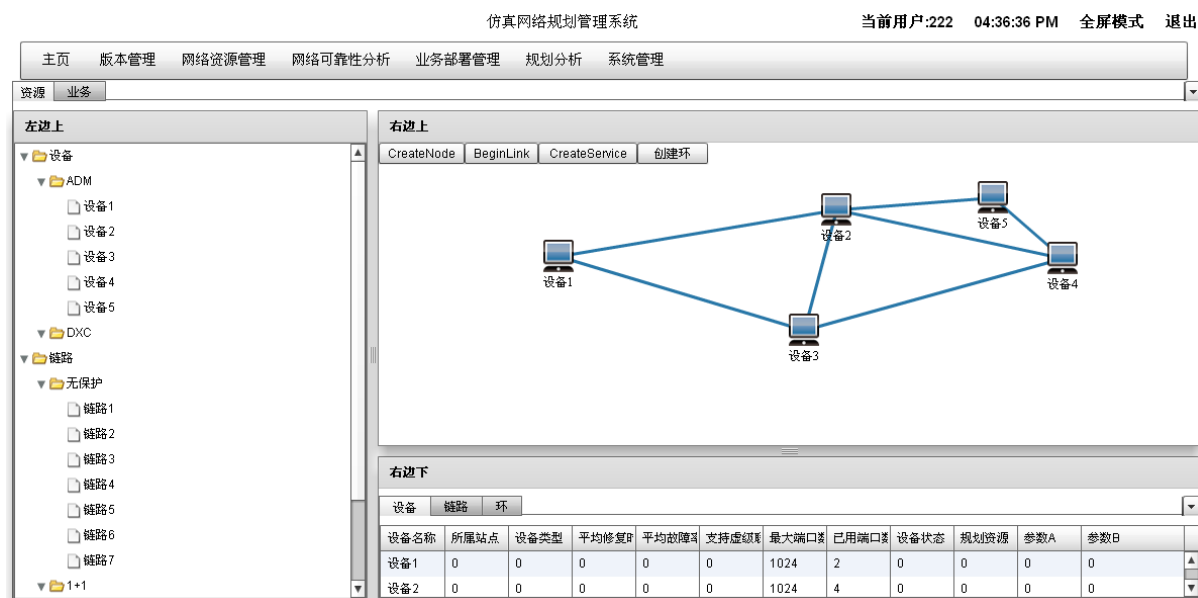


Figure 3. Resource view of the main interface of the planning simulation system

图 3. 规划仿真系统主界面资源视图

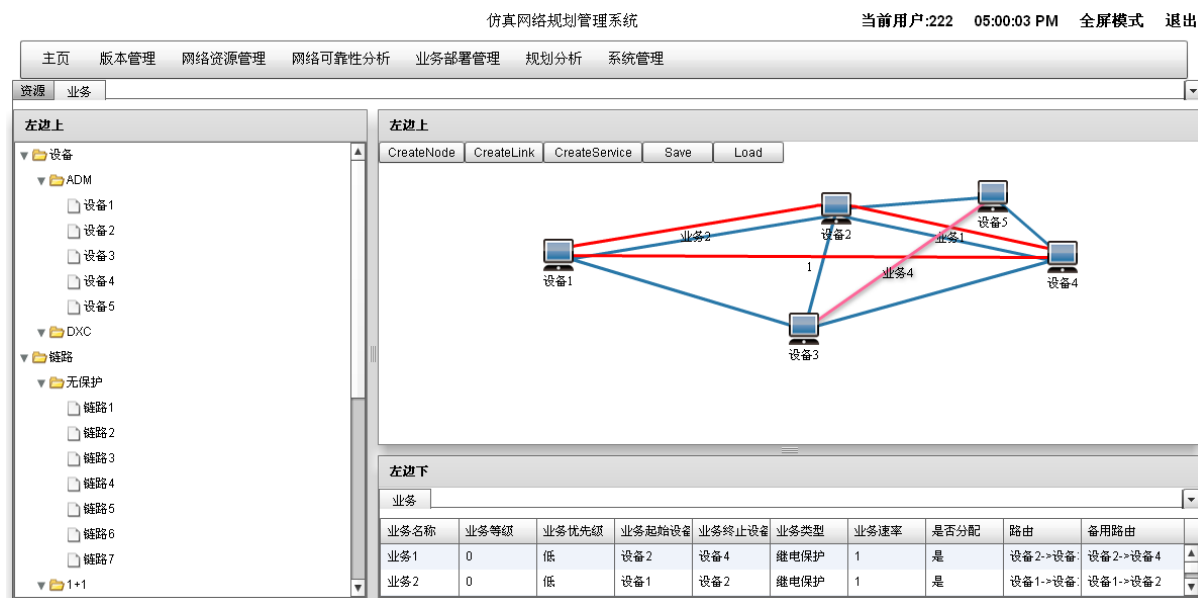


Figure 4. Service view of the main interface of the planning simulation system

图 4. 规划仿真系统主界面业务视图

力通信规划对于运营商的作用将更加重要，其作为移动运营支撑体系的一部分，将在指导设备投入、开展业务部署，提高运营收益方面发挥不可替代的作用。

参考文献 (References)

- [1] 张聚明 (2003) 电力通信网综合网络管理系统解决方案. *电力系统通信*, **3**, 35-39.
- [2] Labriola, M., Tapper, J., et al. (2010) *Adobe Flex4: Training from the Source*. Adobe Press, 1-403.
- [3] 何为 (2006) 终端管理业务平台的设计与实现. 硕士论文, 北京邮电大学, 北京.
- [4] 郑人杰, 殷人昆, 陶永雷 (2005) *实用软件工程*. 清华大学出版社, 北京, 1-422.
- [5] 陈刚 (2007) *Eclipse 从入门到精通*. 清华大学出版社, 北京, 1-380.
- [6] Zhong, Z., Xu, C., Billian, B.J., Zhang, L. (2005) Power system frequency monitoring network (FNET) implementation. *Power Systems*, **6**, 1-6.
- [7] Paap, G.C. (2000) Symmetrical components in the time domain and their application to power network calculations *Power Systems. IEEE Transactions*, **12**, 1-5.