

清 华 大 学

# 综 合 论 文 训 练

题目：业务流程建模技术及梳理工具  
的研究

系 别：自动化系

专 业：自动化专业

姓 名：吴 充

指导教师：曹军威 研究员

2008 年 6 月 8 日



---

## 关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解清华大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留学位论文的复印件，允许该论文被查阅和借阅；学校可以公布该论文的全部或部分内 容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存该论文。

(涉密的学位论文在解密后应遵守此规定)

签 名：\_\_\_\_\_ 导师签名：\_\_\_\_\_ 日 期：\_\_\_\_\_



## 中文摘要

业务流程建模 (BPM, Business Process Modeling) 是对业务流程进行表述的方式, 它是过程分析与重组的重要基础。

随着万维网应用的不断推广, Web 服务、电子商务等技术的飞速发展, 各种流程管理工具及服务的不断更新升级, 越来越多的商业和政务应用开始借助业务流程实现对所需业务功能和资源的共享、发现、重用和组合。

而随着面向高端的业务流程的复杂度不断加大, 在业务流程的展示、维护、浏览以及跟踪等环节都出现了各种问题。

针对这些问题, 本文通过学习已有的业务流程建模系统 Intalio 和 Control-ES, 利用内容管理系统、BPMN、XML 以及 Apache、MySQL、PHP 等理念、技术和工具, 设计并实施了一套业务流程建模系统服务端。

本业务流程建模系统服务端, 采用 B/S 三层架构, 实现了业务流程文件的管理、用户资源管理、业务流程展示等功能。

**关键词:** 业务流程建模 复杂度 BPMN 内容管理系统

## ABSTRACT

Business Process Modeling (BPM) is the expression of the business processes, which is the important foundation of the process restructuring and analysis.

With the continuous promotion of the World Wide Web applications, and the rapid development of the web services and e-commerce technology, all kinds of process management tools and services continuously updating, an increasing number of commercial and government applications start with business processes to achieve the sharing, founding, reuse and composition of the required business functions and resources.

With high-end business processes increasing the complexity of the business processes, there are a variety of issues has been found in the display, maintenance, browsing and tracking links.

In light of these problems, the paper by means of the study of business process modeling system Intalio and Control-ES, use of content management systems, BPMN, XML and Apache, MySql, PHP, and other concepts, technologies and tools, designed and implemented a set of business processes modeling system server.

The business process modeling system server, using B/S three-tier structure, realized the management of the business processes document and user resources, and business processes display features.

**Keywords:** Business Process Modeling Complexity BPMN Content Manage System

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 1 章 序言 .....                   | 1  |
| 1.1 业务流程建模(BPM)背景 .....          | 1  |
| 1.1.1 什么是业务流程建模 .....            | 1  |
| 1.1.2 业务流程建模技术 .....             | 2  |
| 1.2 问题提出及分析 .....                | 3  |
| 1.2.1 流程建模的抽象度 .....             | 3  |
| 1.2.2 复杂流程的展示 .....              | 3  |
| 1.2.3 复杂流程的更新维护 .....            | 4  |
| 1.2.4 复杂流程的跟踪评估 .....            | 4  |
| 1.3 项目工作规划 .....                 | 4  |
| 1.3.1 工作内容 .....                 | 4  |
| 1.3.2 时间安排 .....                 | 4  |
| 1.4 文章结构 .....                   | 5  |
| 第 2 章 业务流程建模系统 .....             | 6  |
| 2.1 INTALIO.....                 | 6  |
| 2.1.1 Intalio Designer.....      | 6  |
| 2.1.2 Intalio Server.....        | 7  |
| 2.1.3 Intalio 的不足和可借鉴之处 .....    | 8  |
| 2.2 Control-ES .....             | 9  |
| 2.2.2 Control-ES 客户端 .....       | 10 |
| 2.2.3 Control-ES 的不足和可借鉴之处 ..... | 11 |
| 2.3 开发业务流程建模系统 .....             | 11 |
| 2.3.1 建模工具 (Designer) .....      | 11 |
| 2.3.2 业务流程服务端 (Server) .....     | 11 |
| 第 3 章 项目应用到的理念、技术和工具 .....       | 13 |

---

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 3.1 内容管理系统 (CMS) .....      | 13        |
| 3.1.1 什么是内容管理系统 .....       | 13        |
| 3.1.2 内容管理系统包括的功能 .....     | 13        |
| 3.2 BPMN&XML .....          | 14        |
| 3.2.1 什么是 BPMN .....        | 14        |
| 3.2.2 什么是 XML .....         | 15        |
| 3.2.3 XML 文件存储信息的优势 .....   | 15        |
| 3.3 Apache+PHP+MySql .....  | 16        |
| 3.3.1 Apache .....          | 16        |
| 3.3.2 PHP .....             | 17        |
| 3.3.3 Mysql .....           | 18        |
| <b>第 4 章 项目实施过程介绍 .....</b> | <b>19</b> |
| 4.1 项目设计 .....              | 19        |
| 4.1.1 用例设计 .....            | 19        |
| 4.1.2 数据库设计 .....           | 20        |
| 4.2 样例流程图设计 .....           | 22        |
| 4.3 数据库及实体层 .....           | 23        |
| 4.3.1 数据表及存储过程 .....        | 23        |
| 4.3.2 实体类 .....             | 25        |
| 4.4 文件管理系统及用户管理系统 .....     | 26        |
| 4.4.1 文件内容管理系统 .....        | 26        |
| 4.4.2 用户管理系统 .....          | 27        |
| 4.5 流程展示系统 .....            | 27        |
| 4.5.1 XML 文件内容解析 .....      | 27        |
| 4.5.2 不分角色的业务流程展示系统 .....   | 28        |
| 4.5.3 区分角色的业务流程展示系统 .....   | 28        |
| <b>第 5 章 结论及展望 .....</b>    | <b>29</b> |
| 5.1 项目成果展示 .....            | 29        |
| 5.1.2 流程图管理中心 .....         | 30        |
| 5.1.3 用户角色管理中心 .....        | 31        |



|                          |    |
|--------------------------|----|
| 5.1.4 业务流程展示 .....       | 32 |
| 5.2 项目总结 .....           | 33 |
| 5.2.1 项目特色 .....         | 34 |
| 5.2.2 项目问题及解决办法 .....    | 34 |
| 5.2.3 项目收获 .....         | 35 |
| 5.3 项目展望 .....           | 35 |
| 5.3.1 业务流程视图的不同入口 .....  | 35 |
| 5.3.2 与业务执行关联的动态展示 ..... | 35 |
| 5.3.3 富页面信息展示 .....      | 36 |
| 插图索引 .....               | 37 |
| 表格索引 .....               | 38 |
| 参考文献 .....               | 39 |
| 致 谢 .....                | 40 |
| 声 明 .....                | 41 |
| 附录 A 外文资料的调研阅读报告 .....   | 42 |



# 第1章 序言

## 1.1 业务流程建模(BPM)背景

业务流程建模 (BPM, Business Process Modeling) 是对业务流程进行表述的方式, 它是过程分析与重组的重要基础。在跨组织业务流程重组的前提下, 流程建模的主要目的就是提供一个有效的跨组织流程模型并辅助相关人员进行跨流程的分析与优化。

### 1.1.1 什么是业务流程建模

业务流程建模 (BPM, Business Process Modeling) ——也被称作业务流程管理 (Business Process Management)。BPM 是一套设计、执行、管理及监控业务流程的技术和标准。一个业务流程是指为了实现某种业务目的的行为 (盒子) ——每个盒子代表一个人的操作、一个内部系统、或一个合作公司的流程——的流程或一系列动作。

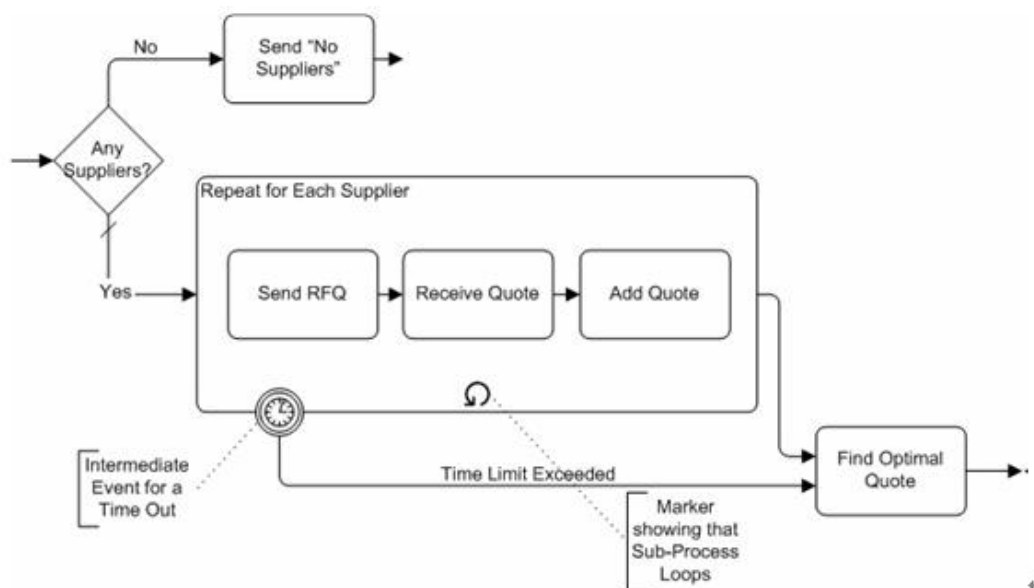


图1.1 一套由“盒子”组成的业务流程

业务流程的范围在不断的扩展, 最早它被称为“工作流”(Work Flow), 用来管理和驱动类似申请、审批、核查等一系列公司内部的业务工作, 它模仿了传统的业务纸质传递活动, 并以电子化的形式使其效率得到优化。

而当下，BPM 是一种企业集成技术，作为对面向服务系统架构（SOA，Service-Oriented Architecture）、企业应用集成（EAI，Enterprise Application Integration）以及企业服务总线（ESB，Enterprise Service Bus）的补充。它们能够成功的处理复杂系统的交互，而且其本身作为一种服务，依照已有的完善的技术契约，能够与其他公司的流程进行交互、交流。一个实际的例子，就是沃尔玛的处理订单的业务流程利用 XML 消息与顾客和仓库以及供货商的流程进行了完美的沟通的交互。

### 1.1.2 业务流程建模技术

BPM 不是一个完整的规则，其中有许多不同的形式、表示法和资源。有许多资讯公司和企业资源规划软件厂商采用了专用的方法以作为它们的竞争优势。比如，ARIS Implementation Platform, Line of Visibility Enterprise Modeling (LOVEM) 以及 IBM 的组件业务建模（CBM，Component Business Modeling）战略。

而最近的趋势是定义表示可执行流模型的标准方法，比如（Business Process Execution Language for Web Services, BPEL），这是一种用于 Web 服务的业务流程执行语言。它作为一种建模语言，不仅仅能够分析并描述业务流程，甚至将其范围扩展到了实现层面。

此外，BPMN 语言也是一套类似的新的标准建模符号。通过 BPMI Notation Working Group 超过2年的努力，于2004年5月对外发布了 BPMN 1.0 规范。BPMN 的主要目标是提供一些被所有业务用户容易理解的符号，从创建流程轮廓的业务分析到这些流程的实现，直到最终用户的管理监控。BPMN 也支持提供一个内部的模型可以生成可执行的 BPEL4WS。因此 BPMN 的出现，弥补了从业务流程设计到流程开发的间隙。

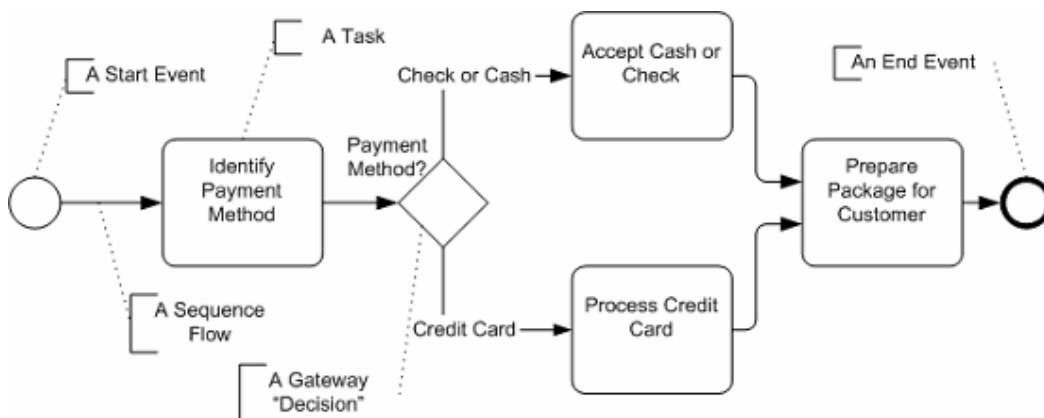


图1.2 BPMN流程图

BPMN 定义了一个业务流程图 (Business Process Diagram), 该业务流程图基于一个流程图 (flowcharting), 该流程图被设计用于创建业务流程操作的图形化模型。而一个业务流程模型(Business Process Model), 指一个由的图形对象 (graphical objects)组成的网状图, 图形对象包括活动(activities)和用于定义这些活动执行顺序的流程控制器(flow controls)。

## 1.2 问题提出及分析

随着万维网应用的不断推广, Web 服务、电子商务等技术的飞速发展, 各种流程管理工具及服务的不断更新升级, 使得越来越多的商业和政务应用开始借助工作流等复杂的流程组织技术实现对所需业务功能和资源的共享、发现、重用和组合, 以更低的成本、更快的速度、更灵活的方式以及更直观的形式来实现不同的商业目的和政府职能。

随着流程管理工具的推广, 其实际应用的规模和涉及的领域不断的扩大, 使得现有商业或政府业务流程的功能、变化、规模和复杂性不断达到新的高度。因此, 基于现代信息技术和网络技术的支撑, 如何在满足用户实际需求和约束条件下正确、合理地组织业务, 检验业务流程对用户业务需求的有效实现成为了流程管理技术领域中的一个重要问题。其中主要包括以下四方面的技术挑战:

### 1.2.1 流程建模的抽象度

采用流程建模技术生成的流程模型一般是一种抽象度较高的标记语言, 即使采用了相对形象的图形表示方式, 对于不了解建模图形语义的普通执行人员, 依然无法快速准确的理解流程图所表达的意义。

此外, 如何将已有的业务流程抽象成为建模技术所能表达的模型样式, 也是流程建模的抽象度问题的一部分。高度抽象的模型样式会将较多的次要信息过滤, 而有时次要信息也需要被保存下来。而不够抽象的模型样式虽然可以保证事无巨细的完整性, 但换来的是一个庞大的图库的维护代价。

### 1.2.2 复杂流程的展示

随着流程建模技术应用的范围不断扩大, 同时在各个领域的深度不断加深。所应用的流程的复杂程度也相应的提高了。而通过各种技术方式将流程展现在执行人员面前的建模图形, 其复杂程度往往等同于流程本身的复杂程度, 而不够合

---

理的设计甚至会导致复杂度的增加。这与业务流程建模所追求的简洁明了的目标相背离。

### 1.2.3 复杂流程的更新维护

复杂流程的维护也面临和它的展示类似的问题。一般的更新并不需要对流程建模图形的绝大部分做改变，但有时高耦合的设计往往导致牵一发而动全身的后果。而且，由于业务流程建模结果与实际业务流程之间的差异，难以做到一一对应，而在更新维护时，也会出现寻找不到与被更新流程相对应的建模部分的情况。

### 1.2.4 复杂流程的跟踪评估

业务流程展示只是作为业务流程建模的一个重要组成部分。而业务流程的跟踪以及绩效评估是另外两个重要环节。一个动态的业务流程系统才是一个能够满足实际业务需求的完整的业务流程系统。

而如何对流程建模结果进行实时的跟踪评估甚至改变，也是一个有待解决的问题。

## 1.3 项目工作规划

根据以上背景及问题的分析，尤其是面向高层次业务流程建模的实际需求，本项目的主要工作及规划如下：

### 1.3.1 工作内容

1. 学习 BPMN 建模业务流程建模标注规范，了解基本业务流程场景。
2. 学习已有的业务流程建模、梳理、运行工具的使用。
3. 利用已有的工具，生成并分析业务建模结果文件。
4. 针对结果文件设计一套业务流程管理展示系统。
5. 在展示系统的基础上，添加跟踪评估的模块。

### 1.3.2 时间安排

第一阶段（1~2 周）此阶段主要学习学习 BPMN 建模业务流程建模标注规范以及了解基本业务流程场景，通过阅读文献了解整个项目的运用环境及背景，并制定学习开发时间表。

第二阶段（3~4周）此阶段主要研究已经存在的各种业务流程建模、梳理、运行工具，通过部署应用、学习实例乃至研究运行机制及核心代码，从感性上对整个流程进行了解、分析，并理解本项目的难点及核心问题。

第三阶段（5~6周）此阶段在前两个阶段的基础上，分析需求，设计样例流程。并对需求的业务流程系统功能进行讨论分析。

第四阶段（7~12周）搭建业务流程管理展示服务器，实现包括业务流程内容管理，用户资源管理，业务流程展示，用户流程跟踪等一系列功能。

第五阶段（12~14周）最后总结，撰写论文，分析工作的收获与不足。

## 1.4 文章结构

本文的其余章节将如下安排：

第2章着重分析两款现有的流程建模工具——**Intalio** 和 **Control-ES**。这两款流程建模工具都比较成熟并且有比较广的应用，通过对它们的学习分析，指导本项目下一步的工作。

第3章将介绍本项目应用的理念，包括分层流程建模、**CMS**。以及一些应用到的技术工具，如 **BPMN**, **PHP**, **MySql**。

第4章将详细介绍项目的实现过程及具体内容。

第5章给出实施结果，对项目进行整体评价和总结，分析缺点和不足，并指出项目下一步的方向。

---

## 第2章 业务流程建模系统

目前的主流业务流程建模工具依然以 UML 设计为主，加上各厂商专有的建模语言，采用 Web 服务 WDSL 作为执行层，成为一套完整的业务流程建模系统。而 Intalio 和 Control-ES 则是其中两款比较有特点的建模系统。

### 2.1 INTALIO

2003 年 2 月 11 日，企业建模开发商 Popkin 软件公司和 Intalio 公司宣布了双方的合作：将 Popkin 的建模工具和 Intalio 的业务流程执行引擎整合在一起。

该方案将把 Intalio 的 n/3 业务流程管理系统[BPMS]和 Popkin 的系统架构工具集整合在一起。

通过此项合作，已经采用了 Popkin 建模软件的公司实际上将具备执行模型和转换模型的能力，模型的执行通过图形化映射到后端的 IT 系统来实现。

采用新的解决方案，Popkin 的系统架构可以由流程模型产生输出的 BPML，而不论该模型是采用 IDEF（一种结构化过程建模和分析技术）这样的传统技术还是新定义的 BPMN 创建的，然后，BPML 可以在 Intalio n/3 Designer 上执行或者部署到 Intalio n/3 Server 上去。

Intalio 和 Popkin 的合作意味着业务流程管理迈上了一个新的台阶，Intalio 的官方宣称，通过使用这些集成的产品，用户可以应用系统架构来为他们的流程建模，然后利用 Intalio 的技术来得到流程部署的方法。

目前，Intalio 已将其建模工具 Designer 的全部代码捐献给了开源社区，而由其基础代码架构的 Eclipse STP BPMN 项目处于初步开发的阶段，该项目属于 SOA Tools Platform Project 项目的一个子项目，可以创建和编辑 BPMN 图，采用 GEF，基于 EMF 模型，并将模型保存为 XML 文件。

#### 2.1.1 Intalio Designer

Intalio Designer 是 Intalio 业务流程建模系统中的建模工具，它利用 Java 语言，结合开放的 Eclipse 平台，以 Eclipse 的一组插件形式实现了类似 Visio、Rose 之类 UML 建模工具的图形化建模。



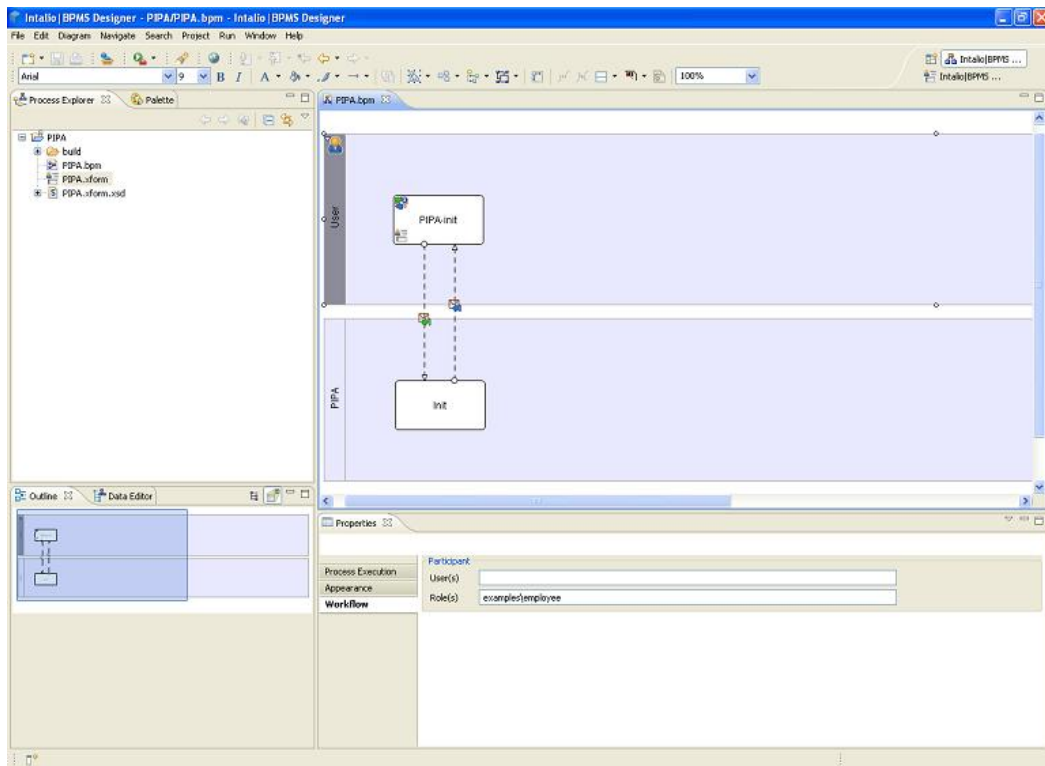


图2.1 Intalio Designer界面

Intalio Designer 提供了丰富的图库工具箱，并且采用了 Pool-Lane 的架构，可以较好的处理并行交互的业务流程。

Intalio Designer 采用的基于 BPMN 标记语言的建模，能比较严谨的处理复杂的语义表达。而且可以直接与 WDSL 交互，形成可执行的工作流程。生成的 BPMN 文件是一种 XML 文件，可以直接部署在 Intalio 的服务器中，并通过 B/S 结构的客户端直接运行。

### 2.1.2 Intalio Server

Intalio 是与 Intalio Designer 相对应的运行服务器，它提供了包括业务流程管理、部署、运行以及跟踪的一系列服务。

它利用 Geronimo 服务器，搭建了一个 B/S 架构的平台，提供了针对后台管理、流程部署以及普通用户使用等不同情况的不同入口。通过解析由 Designer 生成的 BPMN 文件，调用业务流程中的 WDSL，响应运行指令并进行实时跟踪，完成各种指定的工作流程。

此外，它还提供了形式多样的跟踪界面，可以实时查看流程运行情况，并通过用户管理系统将运行状态和结果呈现给不同的用户。

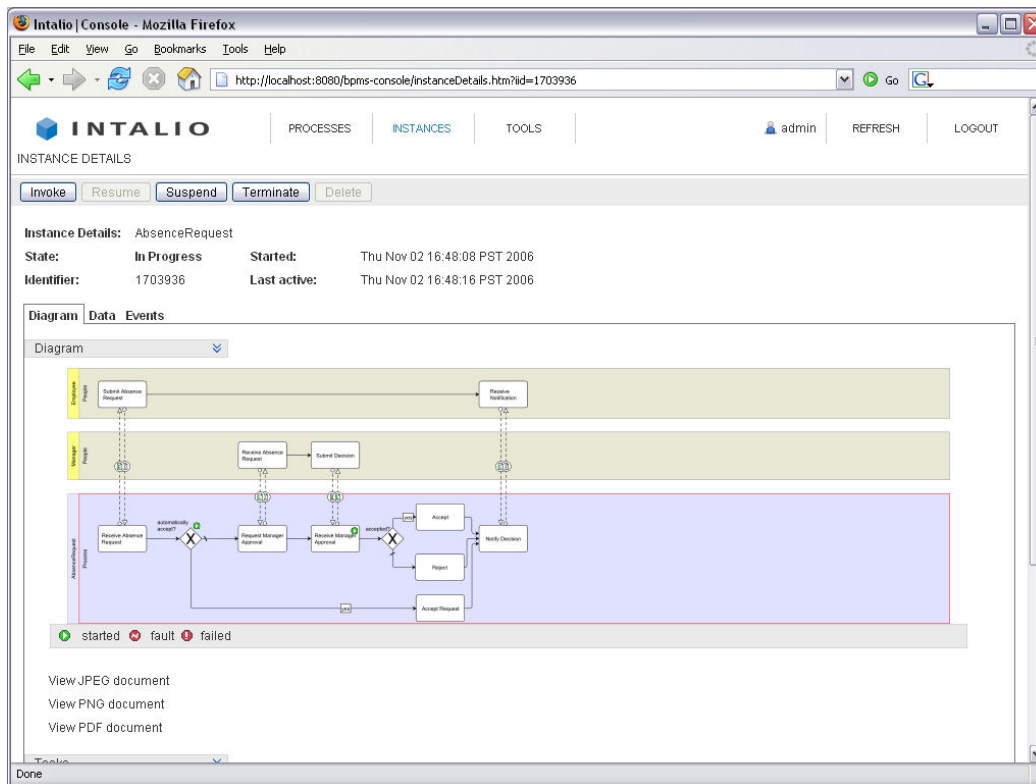


图2.2 Intalio Server界面

### 2.1.3 Intalio 的不足和可借鉴之处

Intalio 业务流程建模系统提供了丰富的建模功能和轻巧的服务器环境，并且其开源模式也为定制开发提供了灵活的开发接口。

它提供的 Lane-Pool 容器模型也是很好的业务流程建模思路。解决了并发流程交互的表现问题，同时，通过将分支流程与主干流程放置在不同的 Pool 中，也在一定程度上解决了复杂流程的表达不明的问题。

此外，Intalio Server 提供的功能也是值得借鉴的，通过流程管理系统实现流程的部署激活停止等操作，并利用用户管理系统，实现针对不同用户的流程展示以及处理。

但 Intalio 的定位是面向低端实施层次的工作流的，这导致它不能很好的处理一些高端的业务流程的需要，比如企业战略级流程，它无法表示一些需要表达的宏观业绩指标。

而且，Intalio 提供了过于丰富的图库工具箱，在高端业务流程中，其实只需要比较少的逻辑模块，过多的图形反而影响了建模者的思路和建模效率。而且在面向执行者时，也很难让执行人员理解流程图标的意思。

此外, Intalio Designer 的界面依然难以符合一般模型设计人员的要求, Eclipse 风格的界面让普通用户难以下手。

## 2.2 Control-ES

Control-ES 是由英国的 Nimbus 公司开发的企业绩效管理软件, 目前在全球 15 个国家 700 多个国际知名企业得到了应用。

Control-ES 是一套企业绩效管理 (CPM) 软件。它能够将目标、职责与审核标准清晰、准确的从战略决策层传达到每一项具体的工作或任务中, 帮助企业提高其自身的运营表现。

Control-ES 专注于人、流程和绩效之间的交互作用, 并提供基于网络运行的适合企业持续改进需求的工具。是现代企业不可或缺的应用管理软件。

作为应用管理软件, control-ES 与 ERP、CRM 等软件有所不同。后者是面向数据管理的软件, 而 control-ES 是面向业务管理的软件, 是为管理者设计的。将管理的主动权还给管理者是软件设计的核心思想。

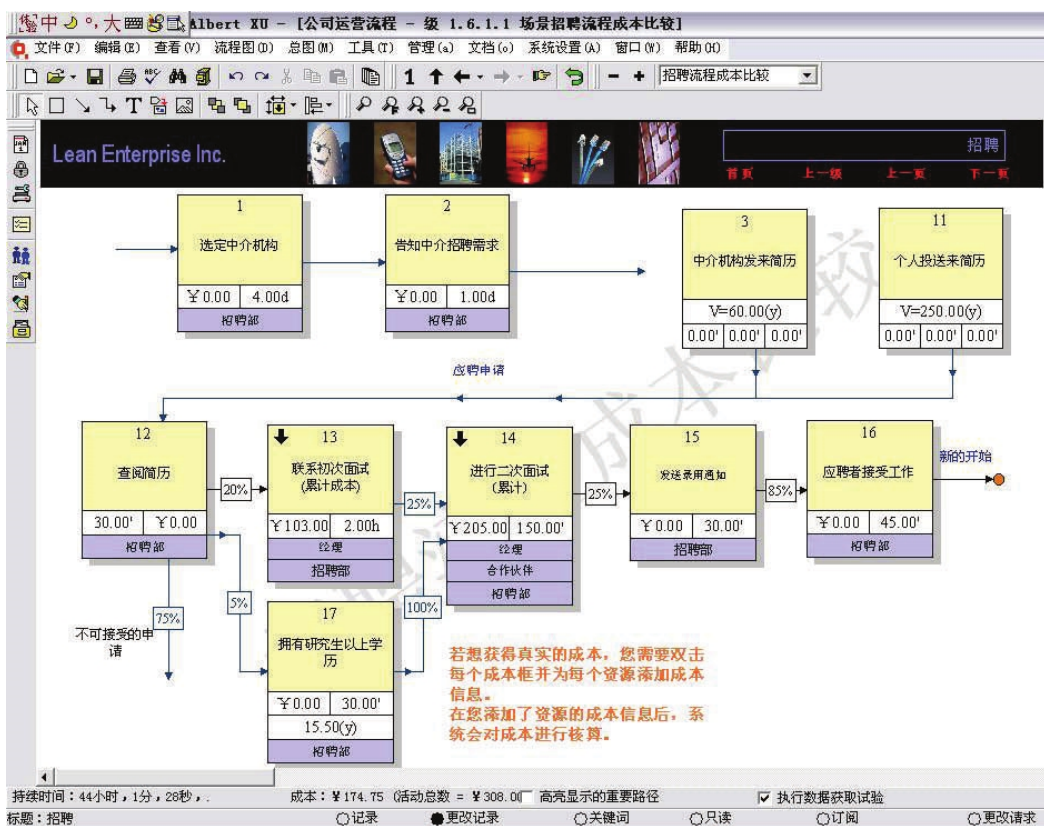


图2.3 Control-ES界面

---

Control-ES 提供了一个 Common Operational Platform(COP)通用运营平台，这个平台可以保证战略举措从首席执行官到话务员在公司上下得到实施。它的特点在于：

1. 明确划定每个人的岗位和职责；
2. 明确组织上下端到端的业务流程并进行相应的度量；
3. 积极审计对公司和监管机构要求的服从情况；
4. 积极敦促职能部门及个人之间进行合作。

### 2.2.2 Control-ES 客户端

Control-ES 客户端采用了类似 Office 系列软件风格的界面。通过拖拽在主绘图区绘制流程图。

相比 Intalio 庞杂的图库，Control-ES 只提供了一种流程盒子模块和四种盒子样式，用以区分活动、判断等操作。它的丰富性更多的体现在针对高端业务流程提供的各种资源管理、成本统计以及指标评估等功能。

而且，Control-ES 提供了丰富的用户、组织交互的功能，一个流程图可以通过 Control-ES 被不同用户维护管理，并且通过用户之间的通信和流程审批功能保证流程设计的统一。

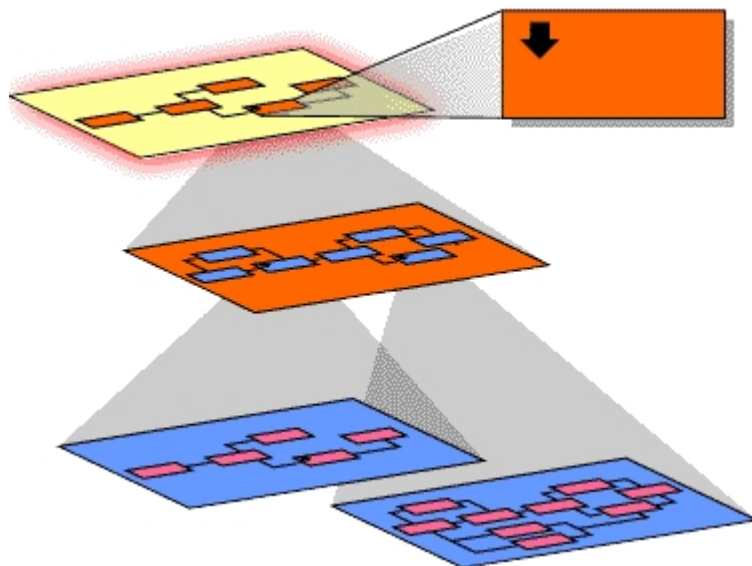


图2.4 Control-ES的层级表示

此外，它提供了特点鲜明的分层流程管理模型，将一套流程图分为多个层级，利用树状结构将其层层展示。

### 2.2.3 Control-ES 的不足和可借鉴之处

和 Intalio 类似，通过 Control-ES 设计的业务流程模型被存为了 XML 文件，而且由于 Control-ES 提供了更为丰富的业务流程元素，所以 XML 文件的内容也更为充实。

Control-ES 作为一款面向高端业务流程建模的软件，它的层级流程模型值得借鉴，通过分层流程模型，提高了复杂流程的可维护性，并且保证可以将主干流程最为清楚的展示出来。

此外，虽然 Control-ES 仅提供了一种流程盒子模块，但足以应对高端业务流程建模的需求。而且在建模时可以自定义样式、添加注释和外链，极大的充实了业务流程的展示内容，使浏览业务流程的人能够高效的理解业务流程。

而且，Control-ES 与 Office 系列软件有很好的结合，Control-ES 业务流程建模系统本身也可以作为一套办公系统使用。

但 Control-ES 依然存在不足：

作为商业软件，它没有提供源码和接口，不可能在 Control-ES 的基础上进行二次开发。而且它利用的是自定义的专业标准，没有像 BPMN 那样的推广潜力。

## 2.3 开发业务流程建模系统

通过学习熟悉以上两种业务流程建模系统，确定了我们需要开发的业务流程建模系统的功能和样式。

### 2.3.1 建模工具（Designer）

建模工具将根据 Intalio 提供的开源代码，利用 Java 语言和 Eclipse 平台进行开发改造。主要实现功能如下：

1. 借鉴 Control-ES，加入高端流程的资源、成本等元素；
2. 借鉴 Control-ES，采用层级流程模型；
3. 去除冗余的图形。并对生成的 BPMN 文件进行相应的修改。

### 2.3.2 业务流程服务端（Server）

业务流程服务端将利用 Apache + PHP + Mysql 进行搭建。主要实现功能如下：

- 
1. 实现业务流程管理功能；
  2. 实现用户管理功能；
  3. 实现业务流程展示功能；
  4. 实现针对不同用户角色的业务流程动态展示功能。

## 第3章 项目应用到的理念、技术和工具

在本项目中，我主要负责的是业务流程服务端的搭建，本章将介绍我应用到的理念、技术和工具。

### 3.1 内容管理系统（CMS）

事实上，整个业务流程服务端就是一个内容管理系统，它包括了业务流程管理系统、用户角色管理系统。

#### 3.1.1 什么是内容管理系统

内容管理系统是一种位于 WEB 前端（Web 服务器）和后端办公系统或流程（内容创作、编辑）之间的软件系统。内容管理解决方案重点解决各种非结构化或半结构化的数字资源的采集、管理、利用、传递和增值，并能有机集成到结构化数据的商业智能环境中，如 OA,CRM 等。内容的创作人员、编辑人员、发布人员使用内容管理系统来提交、修改、审批、发布内容。这里指的"内容"可能包括文件、表格、图片、数据库中的数据甚至视频等一切你想要发布到 Internet、Intranet 以及 Extranet 网站的信息。

内容管理系统 CMS 可以有效解决用户网站建设与信息发布中常见的问题和需求。对网站内容管理是它的最大优势，它流程完善、功能丰富，可把需要管理的网站内容分门别类并授权给合法用户编辑管理，而不需要用户去直接操作数据库或者编写代码与文件系统交互。

#### 3.1.2 内容管理系统包括的功能

内容管理系统(CMS)的基本思想是分离内容的管理和设计。页面设计存储在模板里，而内容存储在数据库或独立的文件中。 当一个用户请求页面时，各部分联合生成一个标准的 HTML 页面。

一个内容管理系统通常有如下要素：

文档模板：一般是动态页面，提供专门的动态展示内容的区域，通过接收不同的参数，展示不同的内容。

---

脚本语言或标记语言：动态页面的基础，用来读取数据库或文本文件内容，生成动态内容和样式。

数据库集成：内容和样式的存储地，也是内容管理系统的“内容”的真实来源。

内容的包含物由内嵌入页面的特殊标记控制。这些标记对于一个内容管理系统通常是唯一的。这些系统通常有对较复杂的操作的语言支持，如 Python, Perl, 或 Java, PHP 等。

内容管理系统对站点管理和创造编辑都有好处。这其中最大的好处是能够使用模板和通用的设计元素以确保整个网站的协调。作者只需在他们的文档中采用少量的模板代码，然后即可把精力集中在设计之上的内容了。要改变网站的外观，管理员只需修改模板而不是一个个单独的页面。

内容管理系统也简化了网站的内容供给和内容管理的责任委托。很多内容管理系统允许对网站的不同层面人员赋予不同等级的访问权限，这使得他们不必研究操作系统级的权限设置，只需用浏览器接口即可完成。

其他的特性如：搜索引擎、日历、Web 邮件等也会内置于内容管理系统 CMS 内，或允许以第三方插件的形式集成进来。

## 3.2 BPMN&XML

BPMN 是 Designer 设计的业务流程图的标准，而 XML 文件则是 Designer 和 Server 交互的文件格式。

### 3.2.1 什么是 BPMN

业务流程建模标注 (Business Process Modeling Notation, BPMN)描述基本的 BPMN 符号，包括这些图元如何组合成一个业务流程图 (Business Process Diagram); 讨论 BPMN 的各种的用途，包括以何种精度来影响一个流程图中的模型; (Also discussed will be the different uses of BPMN, including how levels of precision affect what a modeler will include in a diagram.); BPMN 作为一个标准的价值，以及 BPMN 未来发展的远景。

由 BPMI(The Business Process Management Initiative)开发了一套标准叫业务流程建模符号(BPMN)。在 BPMI Notation Working Group 超过 2 年的努力,于 2004 年 5 月对外发布了 BPMN 1.0 规范。BPMN 的主要目标是提供一些被所有业务用



户容易理解的符号，从创建流程轮廓的业务分析到这些流程的实现，直到最终用户的管理监控。BPMN 也支持提供一个内部的模型可以生成可执行的 BPEL4WS。因此 BPMN 的出现，弥补了从业务流程设计到流程开发的间隙。

BPMN 定义了一个业务流程图 (Business Process Diagram)，该业务流程图基于一个流程图 (flowcharting)，该流程图被设计用于创建业务流程操作的图形化模型。而一个业务流程模型 (Business Process Model)，指一个由的图形对象 (graphical objects) 组成的网状图，图形对象包括活动 (activities) 和用于定义这些活动执行顺序的流程控制器 (flow controls)。

### 3.2.2 什么是 XML

XML 是 eXtensible Markup Language 的缩写。扩展标记语言 XML 是一种简单的数据存储语言，使用一系列简单的标记描述数据，而这些标记可以用方便的方式建立，虽然 XML 占用的空间比二进制数据要占用更多的空间，但 XML 极其简单易于掌握和使用。

XML 与 Access, Oracle 和 SQL Server 等数据库不同，数据库提供了更强有力的数据存储和分析能力，例如：数据索引、排序、查找、相关一致性等，XML 仅仅是展示数据。事实上 XML 与其他数据表现形式最大的不同是：他极其简单。这是一个看上去有点琐细的优点，但正是这点使 XML 与众不同。

XML 的简单使其易于在任何应用程序中读写数据，这使 XML 很快成为数据交换的唯一公共语言，虽然不同的应用软件也支持其它的数据交换格式，但不久之后他们都将支持 XML，那就意味着程序可以更容易的与 Windows、Mac OS, Linux 以及其他平台下产生的信息结合，然后可以很容易加载 XML 数据到程序中并分析他，并以 XML 格式输出结果。

XML 的前身是 SGML (The Standard Generalized Markup Language)，是自 IBM 从 60 年代就开始发展的 GML (Generalized Markup Language)

### 3.2.3 XML 文件存储信息的优势

XML 的主要优势来自于它提供了一种简洁的描述复杂数据的能力。

“树”在软件设计中可能是最重要的数据结构。但是在我们的实际软件设计和实现过程中，“树”往往是比较难于控制。追其根源，主要因为目前高级语言的结构描述还停顿在单层结构上。多层数据结构需要几个结构做复合描述，或者是使用递归描述；其次，在高级语言中需要先定义类型，然后才能派生数据实例。

---

不能直接产生实例数据，数据不能自我描述。由于数据描述方法限制，在数据的构造、提取、转化上都需要比较多的代码篇幅。程序调试和测试也有很多工作量。随着 XML 相关类添加到高级语言中，情况发生了改变。使用 XMLDOM 作为树型结构的通用表达方法能够极大的提升数据描述能力。

### 3.3 Apache+PHP+MySql

本项目利用了被广泛采用的 APM (Apache & PHP & Mysq1) 来搭建 Web 服务器。

#### 3.3.1 Apache

Apache 是世界使用排名第一的 Web 服务器。它可以运行在几乎所有广泛使用的计算机平台上。

Apache 源于 NCSAhttpd 服务器，经过多次修改，成为世界上最流行的 Web 服务器软件之一。Apache 取自“a patchy server”的读音，意思是充满补丁的服务器，因为它是自由软件，所以不断有人来为它开发新的功能、新的特性、修改原来的缺陷。Apache 的特点是简单、速度快、性能稳定，并可做代理服务器来使用。

本来它只用于小型或试验 Internet 网络，后来逐步扩充到各种 Unix 系统中，尤其对 Linux 的支持相当完美。Apache 有多种产品，可以支持 SSL 技术，支持多个虚拟主机。Apache 是以进程为基础的结构，进程要比线程消耗更多的系统开支，不太适合于多处理器环境，因此，在一个 Apache Web 站点扩容时，通常是增加服务器或扩充群集节点而不是增加处理器。到目前为止 Apache 仍然是世界上用的最多的 Web 服务器，市场占有率达 60% 左右。世界上很多著名的网站如 Amazon.com、Yahoo!、W3 Consortium、Financial Times 等都是 Apache 的产物，它的成功之处主要在于它的源代码开放、有一支开放的开发队伍、支持跨平台的应用（可以运行在几乎所有的 Unix、Windows、Linux 系统平台上）以及它的可移植性等方面。

Apache 的诞生极富有戏剧性。当 NCSA WWW 服务器项目停顿后，那些使用 NCSA WWW 服务器的人们开始交换他们用于该服务器的补丁程序，他们也很快认识到成立管理这些补丁程序的论坛是必要的。就这样，诞生了 Apache Group，后来这个团体在 NCSA 的基础上创建了 Apache。

### 3.3.2 PHP

PHP，一个嵌套的缩写名称，是英文超级文本预处理语言（PHP:Hypertext Preprocessor）的缩写。PHP 是一种 HTML 内嵌式的语言，PHP 与微软的 ASP 颇有几分相似，都是一种在服务器端执行的嵌入 HTML 文档的脚本语言，语言的风格有类似于 C 语言，现在被很多的网站编程人员广泛的运用。PHP 独特的语法混合了 C、Java、Perl 以及 PHP 自创新的语法。它可以比 CGI 或者 Perl 更快速的执行动态网页。用 PHP 做出的动态页面与其他的编程语言相比，PHP 是将程序嵌入到 HTML 文档中去执行，执行效率比完全生成 HTML 标记的 CGI 要高许多；与同样是嵌入 HTML 文档的脚本语言 JavaScript 相比，PHP 在服务器端执行，充分利用了服务器的性能；PHP 执行引擎还会将用户经常访问的 PHP 程序驻留在内存中，其他用户再一次访问这个程序时就不需要重新编译程序了，只要直接执行内存中的代码就可以了，这也是 PHP 高效率的体现之一。PHP 具有非常强大的功能，所有的 CGI 或者 JavaScript 的功能 PHP 都能实现，而且支持几乎所有流行的数据库以及操作系统。

PHP 最初是 1994 年 Rasmus Lerdorf 创建的，刚刚开始只是一个简单的用 Perl 语言编写的程序，用来统计他自己网站的访问者。后来又用 C 语言重新编写，包括可以访问数据库。在 1995 年以 Personal Home Page Tools (PHP Tools) 开始对外发表第一个版本，Lerdorf 写了一些介绍此程序的文档，并且发布了 PHP1.0。在这早期的版本中，提供了访客留言本、访客计数器等简单的功能。以后越来越多的网站使用了 PHP，并且强烈要求增加一些特性，比如循环语句和数组变量等等，在新的成员加入开发行列之后，在 1995 年中，PHP2.0 发布了。第二版定名为 PHP/FI(Form Interpreter)。PHP/FI 加入了对 mSQL 的支持，从此建立了 PHP 在动态网页开发上的地位。到了 1996 年底，有 15000 个网站使用 PHP/FI；时间到了 1997 年中，使用 PHP/FI 的网站数字超过五万个。而在 1997 年中，开始了第三版的开发计划，开发小组加入了 Zeev Suraski 及 Andi Gutmans，而第三版就定名为 PHP3。2000 年，PHP4.0 又问世了，其中增加了许多新的特性。

PHP 的特性包括：

1. 开放的源代码：所有的 PHP 源代码事实上都可以得到。
2. PHP 是免费的。
3. 基于服务器端：由于 PHP 是运行在服务器端的脚本,可以运行在 UNIX、LINUX、WINDOWS 下。
4. 嵌入 HTML：因为 PHP 可以嵌入 HTML 语言，所以学习起来并不困难。

- 
5. 简单的语言：PHP 坚持脚本语言为主，与 Java 以 C++ 不同。
  6. 效率高：PHP 消耗相当少的系统资源。
  7. 图像处理：用 PHP 动态创建图像。

### 3.3.3 Mysql

MySQL 是一个小型关系型数据库管理系统，开发者为瑞典 MySQLAB 公司。目前 MySQL 被广泛地应用在 Internet 上的中小型网站中。由于其体积小、速度快、总体拥有成本低，尤其是开放源码这一特点，许多中小型网站为了降低网站总体拥有成本而选择了 MySQL 作为网站数据库。

#### MySQL 的特性

1. 使用 C 和 C++ 编写，并使用了多种编译器进行测试，保证源代码的可移植性；
2. 支持 AIX、FreeBSD、HP-UX、Linux、Mac OS、Novell Netware、OpenBSD、OS/2 Wrap、Solaris、Windows 等多种操作系统；
3. 为多种编程语言提供了 API。这些编程语言包括 C、C++、Eiffel、Java、Perl、PHP、Python、Ruby 和 Tcl 等；
4. 支持多线程，充分利用 CPU 资源；
5. 优化的 SQL 查询算法，有效地提高查询速度；
6. 既能够作为一个单独的应用程序应用在客户端服务器网络环境中，也能够作为一个库而嵌入到其他的软件中提供多语言支持，常见的编码如中文的 GB 2312、BIG5，日文的 Shift\_JIS 等都可以用作数据表名和数据列名；
7. 提供 TCP/IP、ODBC 和 JDBC 等多种数据库连接途径；
8. 提供用于管理、检查、优化数据库操作的管理工具；
9. 可以处理拥有上千万条记录的大型数据库。

## 第4章 项目实施过程介绍

通过对已有的业务流程建模系统的学习操作以及分析，明确了本项目的成果目标和要求，并且通过与指导老师和同学的讨论，确定了项目开发使用的技术和工具。经过一系列准备，已经具备了搭建业务流程服务端的基本要素。

利用集成了 Apache、PHP 以及 MySQL 的 AppServ 服务器套装以及 PHP 开发环境 ZendStudio，B/S 结构的 MySQL 可视化操作工具 PhpMyAdmin 以及其他的相关工具。采用数据实体层、逻辑执行层以及表现层的三层架构模式，以内容管理系统为原型，对项目进行了设计及开发实施。

本章将介绍设计及开发中的具体情况。

### 4.1 项目设计

在项目具体实施之前，我首先对项目的关键环节进行分析及设计。主要包括项目用例设计以及数据库的设计。

#### 4.1.1 用例设计

结合前几章的分析，以及本项目的具体开发要求，将本项目分为三个用例系统：

1. 流程建模系统：这一系统是流程建模者利用业务流程建模工具，也就是 Designer，设计业务流程，并生成业务流程模型文件。

2. 流程及资源（角色）管理系统：这一系统是业务流程服务端的一部分，是一个内容管理系统。由业务流程管理人员通过本系统，管理由流程建模系统产生的业务流程模型文件，并相应的管理在业务流程模型文件中描述的相关资源（角色）、成本、指标等元素。

3. 流程展示与执行系统：这一系统是业务流程服务端的另外一部分。业务流程执行者通过客户端登录业务流程服务端，查看业务流程，并对业务流程进行操作，将结果通过业务流程服务端，实时的计算展现出来。其中查看业务流程又分为两部分，一部分是对整体流程的查看，不区分查看者的角色。另一部分则是针对不同查看者角色提供不同的业务流程展示结果。

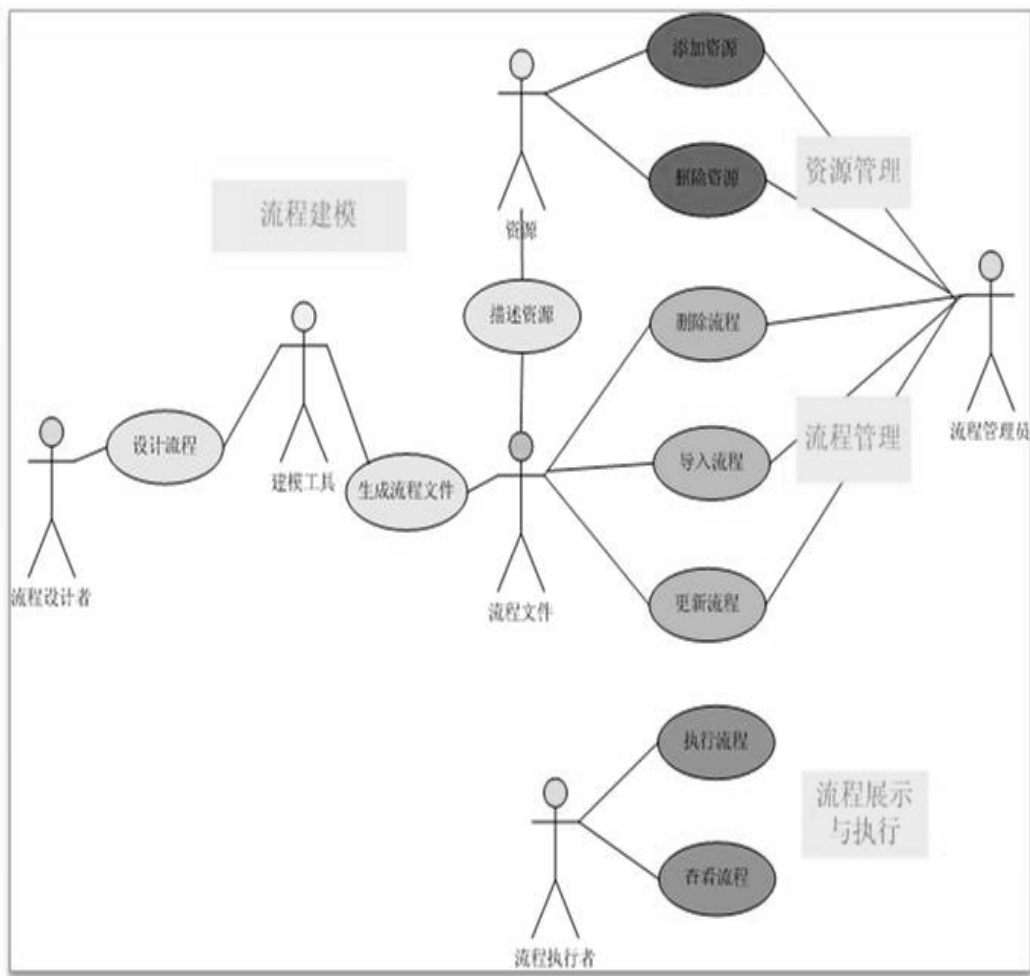


图4.1 用例图

#### 4.1.2 数据库设计

业务流程建模系统服务端的数据分两部分存放，其中记载流程建模详细信息的数据被直接存放在由业务流程建模系统设计端生成的 XML 文件中，通过对 XML 的 DOM 解析进行分析处理。

另一部分记录标题数据的数据，比如储存业务流程标题、作者、创建时间等信息的数据，以及相应业务流程建模文件的路径，被存储在数据库中。

此外，在数据库中，还将存有与业务流程相关的资源（角色）信息，以及用户管理的用户信息。

在项目开发的后期，需要添加业务流程动态推进的功能，为此，添加了将资源（角色）与业务流程相关联的数据。这些数据将整个数据部分炼成为了一个整体。

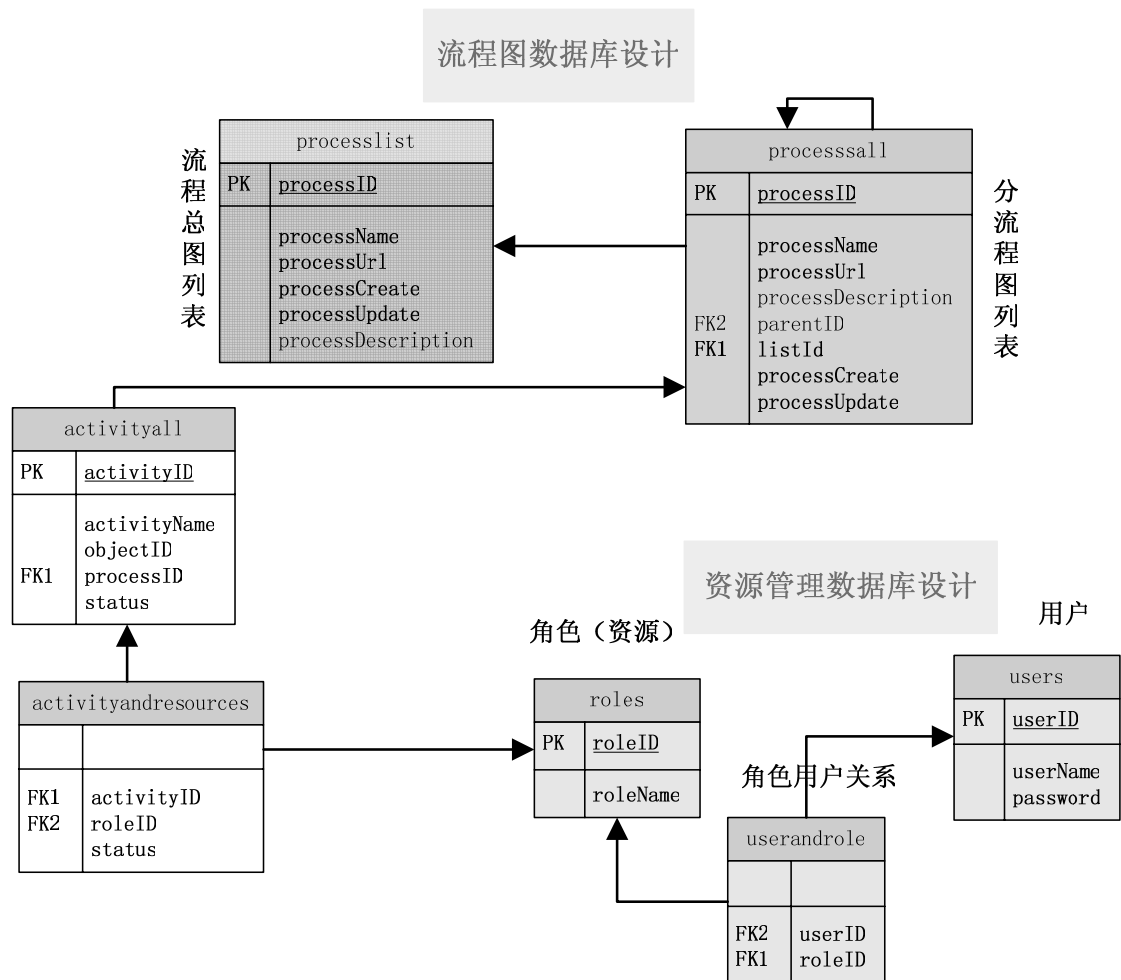


图4.2 数据库设计

所以，共设计了七张表：

1. 业务流程总图数据表：本项目采用分级业务流程模型，每一个业务流程分为多个层次，每一层业务流程都会生成相应的业务流程模型文件，即业务流程子图。而将所有属于同一业务流程的业务流程子图集合称为业务流程总图。而业务流程总图数据表记录了业务流程总图的信息，包括业务流程名称，创建日期，入口文件地址等数据。

2. 业务流程子图数据表：这张表记录了所有业务流程子图的相关信息，包括子图名称，子图文件地址等数据。同时通过外键 ListID 指向业务流程总图的总图 ID，指明业务流程子图所属的总图。此外，还利用 ParentID 字段指明每一业务流程子图的父级业务流程子图 ID，用以进行分层管理和展现。

3. 用户数据表：用户数据表主要包括用户管理系统需要的用户名和密码，用于标识用户。

4. 角色数据表：角色数据表储存的是本系统内置的角色，即业务流程的资源信息，包括了角色的名称。

5. 用户角色关系数据表：本表通过两个分别指向用户数据表和角色数据表的外键，用于声明每个用户所属的角色，从而实现了用户与角色之间的多对多的关系。

6. 业务流程活动表：每个业务流程都由一系列活动组成，这些活动的信息被存储在业务流程活动表中，并在业务流程被动态推进时得到应用。

7. 业务流程活动与资源关系表：该表用于表示业务流程活动与资源的关系，并保存活动完成的状态与完成时间等信息。

## 4.2 样例流程图设计

本项目需要一个能反映实际需求的样例流程图，要求其具有一定的复杂性，面向高端业务流程，并且适于使用分层设计模式，包含必要的资源、成本等信息。通过查阅相关资料，完成了样例流程图的设计，该样例流程描述了一个企业从年初制定企业发展战略调研报告，制定企业发展战略草案，直至进行年度目标绩效考核，并完成年度经营管理总结的全年业务流程。

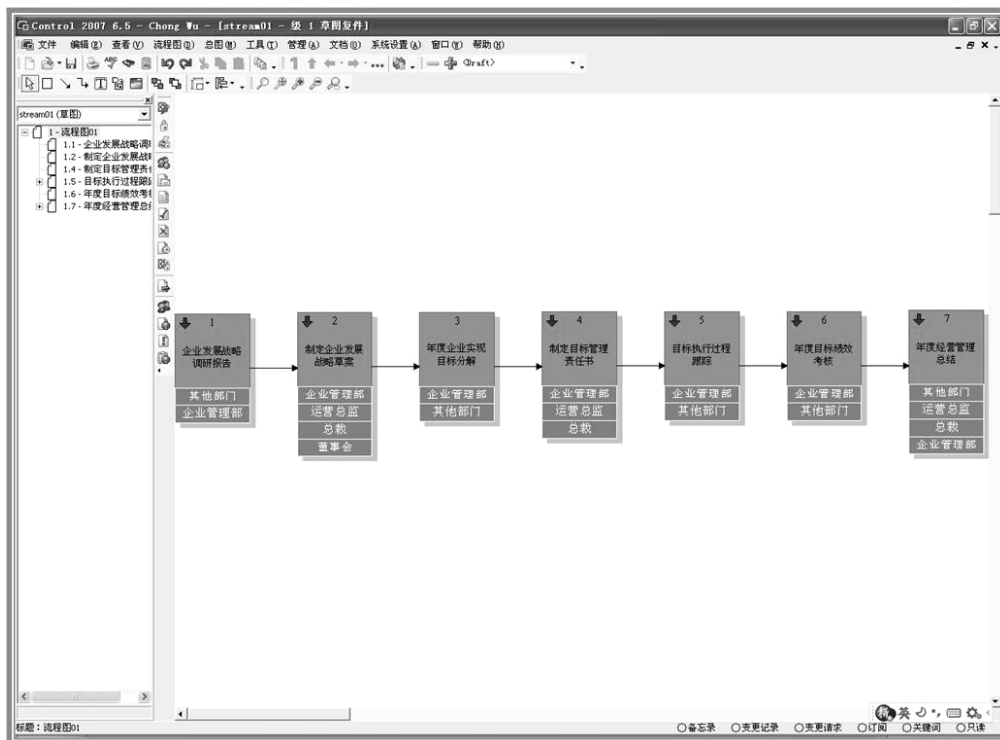


图4.3 利用Control-ES设计成的业务流程模型



之后利用 Contol-ES 业务流程建模工具，完成了样例业务流程建模，并生成了相应的 XML 文件。

### 4.3 数据库及实体层

数据库方面，主要按照之前的数据库设计，在 MySQL 数据库中添加了五张数据表。并添加了相应的存储过程和实体类。

#### 4.3.1 数据表及存储过程

利用 phpMyAdmin，在 Mysql 数据库中创建了数据库 processshop。为了与 phpMyAdmin 的 UTF-8 编码相一致，processshop 数据库也采用了 utf8\_general\_ci 编码。

在 processshop 中依次添加了 processList（流程总图数据表）、processAll（流程子图数据表）、users（用户数据表）、roles（角色数据表）、userandrole（用户角色关系数据表）五张表，分别设置了各表的主键，并将其设为自增长，以唯一标识各项数据。

由于五张表都有外键相互链接，所以采用了 MySQL 中的 InnoDB 数据库引擎，能够实现外键，并设置外键的更新机制为递归。以实现当主键被更新或删除时，相应的外键条目也会做相应的变化。

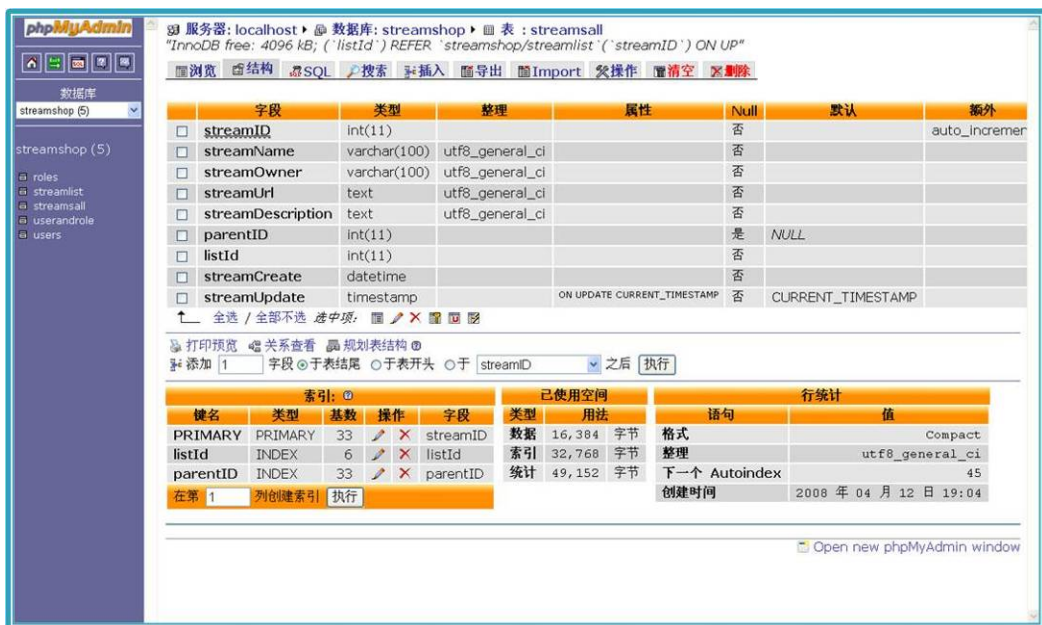


图4.4 数据库

此外，对于流程图的标题、地址、描述等字段，都采用了 `varchar` 或 `text` 类型。这种字段类型可以动态的适应存储数据的字节长度，实现数据库空间的最有效利用。

之后，针对每张数据表的增加、删除、更新以及查找操作，分别添加了存储过程。



图4.5 存储过程

存储过程是 `MySQL5.0` 新添的特性，采用存储过程的优势在于：

1. 避免把大量的数据下载到客户端，减少网络上的传输量
2. 在服务器上执行存储过程，可以改善应用程序的性能，因为服务器往往具有强大的计算能力和速度。

3. 存储过程只在创造时进行编译，以后每次执行存储过程都不需再重新编译，而一般 SQL 语句每执行一次就编译一次，所以使用存储过程可提高数据库执行速度。

4. 当对数据库进行复杂操作时(如对多个表进行 Update,Insert,Query,Delete 时)，可将此复杂操作存储过程封装起来与数据库提供的事务处理结合一起使用。(在联表操作中用得很多)

5. 存储过程可以重复使用,可减少数据库开发人员的工作量。而且代码精简一致，一个存储过程可以用于应用程序代码的不同位置。

6. 安全性高,可设定只有某用户才具有对指定存储过程的使用权，并且通过参数形式，避免了由于拼尽 SQL 语句而造成的 SQL 注入的问题。通过指定存储过程参数的数据类型，作为深层次防御性策略的一部分，可以验证用户提供的值类型。

#### 4.3.2 实体类

三层结构中的数据层主要是通过实体类与逻辑执行层进行交互。在最初的实现中，我只是编写了一些函数方法来实现对数据库的操作。后来，考虑到代码的可读性与复用性，决定采用 PHP 支持的面向对象的实体类设计模式，将数据库操作函数以及数据库字段都封装到实体类的属性和方法中。

一段典型的实体类代码如下：

```
class ProcessList
{
    var $processID;
    var $processName;
    var $processUrl;
    var $processCreate;
    var $processUpdate;
    var $processDescription;

    function Insert(){.....}
    function Delete(){.....}
    function UpdateByID(){.....}
    function UpdateByName(){.....}
```

---

```
static function GetByID($id){……}
static function GetByName($name){……}
static function GetAll() {……}
}
```

其中用 `var` 关键词定义的变量分别代表数据表中的相应字段值, `Insert`、`Delete`、`Update` 方法分别调用相应的存储过程, 实现数据的添加、删除和更改。

用 `static` 关键词修饰的三个 `Get` 方法则是静态的查询方法, 通过 `Select` 语句和条件限定, 分别得到具有指定 `ID` 或 `Name` 的数据, 或者全部数据, 并用实体类封装数据返回。

通过实体类封装的数据实体层, 在逻辑执行层中可以很方便的调用, 而不需要考虑其具体实现。

## 4.4 文件管理系统及用户管理系统

文件管理系统及用户管理系统是业务流程管理系统的重要部分。利用 `PHP` 按照内容管理系统的模式, 完成了这一部分功能。

### 4.4.1 文件内容管理系统

文件内容管理系统主要包括流程图模型文件的添加以及删除两部分功能。

流程图模型文件的添加功能的实现, 通过了一个页面表单, 利用 `HTML` 控件 `Input File` 将源流程图模型文件上传至服务器指定文件夹中, 并同时向数据库中添加数据。

由于采用分层流程模型, 一个流程总图包括多个流程子图文件。而本文件内容管理系统实现了通过上传最顶层流程子图文件, 在服务器创建专属该总图的文件夹, 并在服务器端解析子图 `XML` 文件内容, 自动将同属于该流程总图的其他子图文件上传至该总图的专属文件夹中, 同时将总图信息及总图下的所有子图信息分别添加至数据库的业务流程总图数据表和业务流程子图数据表中, 极大的方便了业务流程管理员的操作。

相应的删除操作, 通过在业务流程总图列表中选中并激发删除操作, 实现总图的删除, 该操作将同时删除服务器文件系统中的该总图文件夹及文件夹中文件, 以及数据库中业务流程总图数据表的总图信息和业务流程子图数据表中所有属于该总图的子图数据。

#### 4.4.2 用户管理系统

用户管理系统包括四部分内容，分别是用户管理、角色管理、用户角色关系管理以及登录管理。

用户管理和角色管理都包括添加、删除以及修改三项操作，通过调用相应的实体类，实现与数据库的交互。

用户角色关系管理则同样通过调用相应实体类的相关方法，通过添加、删除操作，指定用户所属的角色或角色包括的用户，并写入数据库。

登录管理则通过登录表单传递登录者的用户名和密码信息，并于数据库数据比对，查找相应用户，并将登录者信息储存在 Session（页面会话）中，以实现在会话期间的状态保持，而且通过用户判断，限制了匿名用户对某些页面的访问，并同时判断并储存用户所属的角色，为流程展示系统中的区分角色的业务流程展示系统提供依据。

### 4.5 流程展示系统

流程展示系统是本项目的最后一个功能也是最重要的功能，用户通过该系统实现最终的业务流程查看并进行相应的执行操作。

#### 4.5.1 XML 文件内容解析

所有业务流程模型信息都存储在 XML 文件中，所以在业务流程展示前，需要对 XML 文件内容进行解析。

定义了一个用于 XML 解析的类：processXml，它继承自 PHP 提供的 DOMDocument 类，这是一个提供解析 DOM 对象方法的类。而 processXml 类在提供一般的 DOM 解析方法之外，还提供特定的针对本项目的的方法和属性。

表4.1 processXml的属性列表

| 名称             | 说明           |
|----------------|--------------|
| \$XMName       | 业务流程总图名称     |
| \$DrillDowns   | 业务流程下级子图     |
| \$ProcessOwner | 业务流程子图作者     |
| \$ProcessTitle | 业务流程子图名称     |
| \$Activities   | 业务流程子图活动对象集合 |
| \$Lines        | 业务流程子图连线对象集合 |

表4.2 processXml的方法列表

| 名称                | 说明   |
|-------------------|--|
| load              | 重写 DOMDocument 的 load 方法，读取 XML 文件，并进行初始化。 |
| getGeneralInfo    | 获取业务流程总图基本信息                               |
| getInfo           | 获取业务流程子图信息                                 |
| getContents       | 获取业务流程子图中的内容，包括活动对象、连线对象、资源对象等             |
| getDrillDownPaths | 获取业务流程子图下级子图文件路径                           |

此外，还定义了 ProcessActivity、ProcessLine 以及 Resouce 三个类，分别表示业务流程模型中的活动对象、连线对象以及资源对象。这三个类都提供了各自的解析方法 parse 和展示方法 show。

#### 4.5.2 不分角色的业务流程展示系统

业务流程展示系统主要由一个框架页面构成，框架代码如下：

```
<frameset cols="23%,77%">
  <frame src="process-tree.php?Id=<?=$Id?>" name="tree" />
  <frame src="process-detail.php?url=<?=$url?>" scrolling="auto"
name="detail" />
</frameset>
```

其中包括两个动态页面。左边的 process-tree.php 页面，通过读取数据库信息，并利用 JavaScript 方法，以树状形式动态展示业务流程结构。

右边的 process-detail.php 页面分为两部分，上部是指明当前所处业务流程子图层次的面包屑路径。下部是业务流程子图的内容展示。其中内容展示部分，采用了 Div+CSS 架构，通过分析业务流程子图 XML 文件中的位置信息，在页面中用绝对定位的 Div 模块将业务流程图型化展示出来，并且达到了页面展示和建模设计效果基本一致。

#### 4.5.3 区分角色的业务流程展示系统

区分角色的业务流程展示系统和不区分的业务流程展示系统基本类似，只是在展示时，会根据当前用户所属的不同角色，比照业务流程中各个活动所利用的角色（资源），而呈现出不同的样式。

## 第5章 结论及展望

### 5.1 项目成果展示

本节将主要通过对业务流程建模系统服务端的截图，展示项目成果。

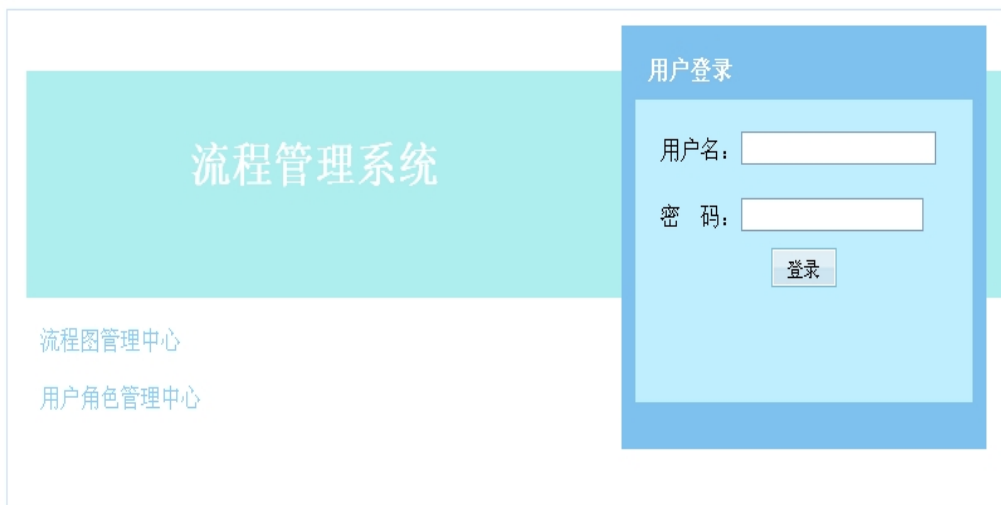


图5.1 服务端首页（未登录）

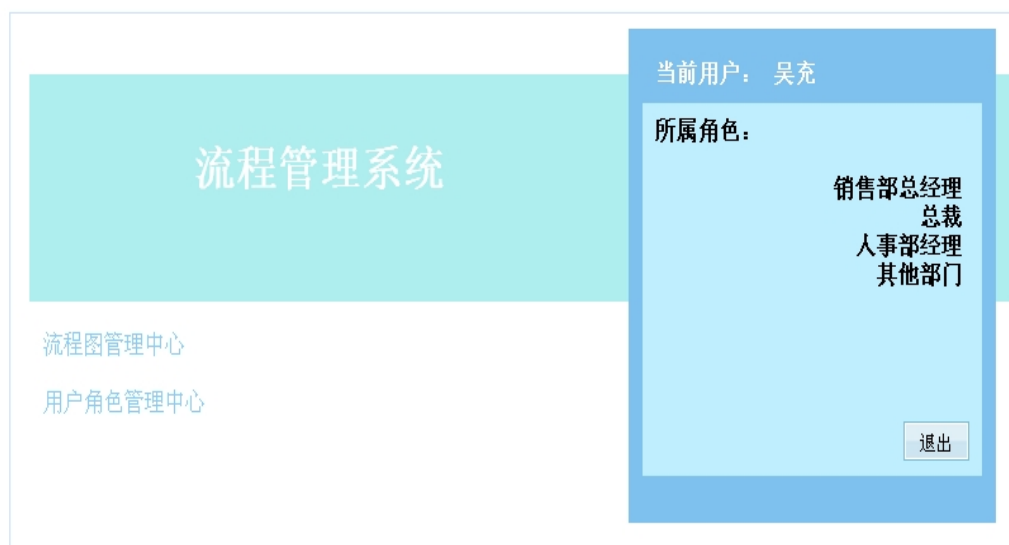


图5.2 服务端首页（登录后）

## 5.1.2 流程图管理中心

上传XML

|                          | ID | Name      | Url                                 | Create              | Update              | Description |
|--------------------------|----|-----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 18 | process01 | ../Upload/Process/process01/1.xml   | 2008-05-09 22:52:07 | 2008-05-09 22:52:07 |             |
| <input type="checkbox"/> | 20 | process03 | ../Upload/Process/process03/1.xml   | 2008-05-15 09:31:51 | 2008-05-15 09:31:51 |             |
| <input type="checkbox"/> | 21 | process04 | ../Upload/Process/process04/1.xml   | 2008-05-15 09:38:48 | 2008-05-15 09:38:48 |             |
| <input type="checkbox"/> | 22 | process05 | ../Upload/Process/process05/1.1.xml | 2008-05-28 20:31:56 | 2008-05-28 20:31:56 |             |
| <input type="checkbox"/> | 23 | process06 | ../Upload/Process/process06/1.1.xml | 2008-05-28 20:33:38 | 2008-05-28 20:33:38 |             |
| <input type="checkbox"/> | 24 | stream01  | ../Upload/Process/stream01/1.1.xml  | 2008-05-28 20:42:13 | 2008-05-28 20:42:13 |             |

删除 取消 全选

[返回主页](#)

图5.3 流程图管理中心

上传XML

C:\Documents and Setting 浏览... 请选择流程图XML文件:

命名流程图 (留空则取XML中流程名称)

上传所有链接流程
  覆盖原有流程图

|                          | ID | Name      | Url                                 | Create              | Update              | Description |
|--------------------------|----|-----------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | 18 | process01 | ../Upload/Process/process01/1.xml   | 2008-05-09 22:52:07 | 2008-05-09 22:52:07 |             |
| <input type="checkbox"/> | 20 | process03 | ../Upload/Process/process03/1.xml   | 2008-05-15 09:31:51 | 2008-05-15 09:31:51 |             |
| <input type="checkbox"/> | 21 | process04 | ../Upload/Process/process04/1.xml   | 2008-05-15 09:38:48 | 2008-05-15 09:38:48 |             |
| <input type="checkbox"/> | 22 | process05 | ../Upload/Process/process05/1.1.xml | 2008-05-28 20:31:56 | 2008-05-28 20:31:56 |             |
| <input type="checkbox"/> | 23 | process06 | ../Upload/Process/process06/1.1.xml | 2008-05-28 20:33:38 | 2008-05-28 20:33:38 |             |
| <input type="checkbox"/> | 24 | stream01  | ../Upload/Process/stream01/1.1.xml  | 2008-05-28 20:42:13 | 2008-05-28 20:42:13 |             |

删除 取消 全选

[返回主页](#)

图5.4 上传流程图XML文件



### 5.1.3 用户角色管理中心

| 用户管理   |          |          |      |
|--------|----------|----------|------|
| userID | userName | password | 角色用户 |
| 4      | 小王       | 7654321  | 角色用户 |
| 7      | 老孙       | 1234567  | 角色用户 |
| 9      | 吴充       | wuchong  | 角色用户 |
| 10     | abc      | 1234567  | 角色用户 |
| 13     | 123      | 1234     | 角色用户 |

| 角色管理   |          |      |
|--------|----------|------|
| roleID | roleName | 角色用户 |
| 1      | 销售部总经理   | 角色用户 |
| 3      | 总裁       | 角色用户 |
| 4      | 人事部经理    | 角色用户 |
| 5      | 其他部门     | 角色用户 |
| 6      | 运营总监     | 角色用户 |
| 7      | 企业管理部    | 角色用户 |
| 8      | 董事会      | 角色用户 |

[返回主页](#)

图5.5 用户角色管理中心

| 吴充                                |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/>          | 销售部总经理                            | <input type="button" value="添加"/> |
| <input type="checkbox"/>          | 1                                 | 销售部总经理                            |
| <input type="checkbox"/>          | 3                                 | 总裁                                |
| <input type="checkbox"/>          | 4                                 | 人事部经理                             |
| <input type="checkbox"/>          | 5                                 | 其他部门                              |
| <input type="checkbox"/>          | 6                                 | 运营总监                              |
| <input type="checkbox"/>          | 7                                 | 企业管理部                             |
| <input type="checkbox"/>          | 8                                 | 董事会                               |
| <input type="button" value="删除"/> | <input type="button" value="取消"/> |                                   |

图5.6 用户角色关系管理

## 5.1.4 业务流程展示

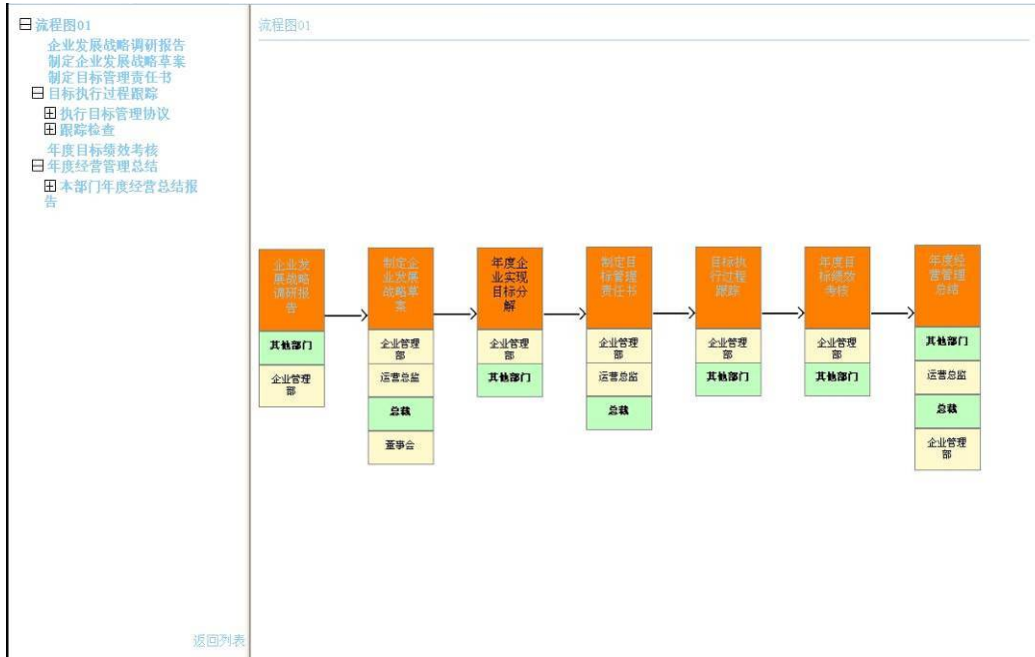


图5.7 业务流程展示总体效果图

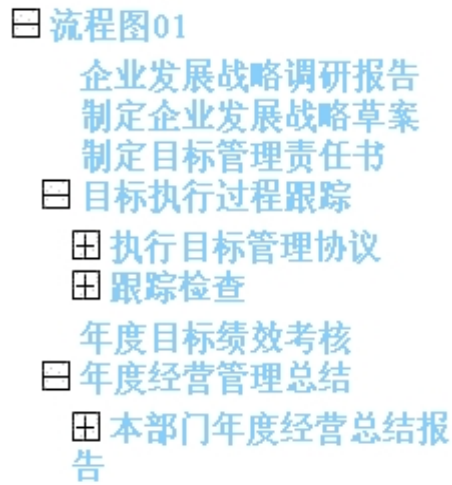


图5.8 左侧树状导航

流程图01 ⇒ 目标执行过程跟踪 ⇒ 跟踪检查

图5.9 右侧上方面包屑路径

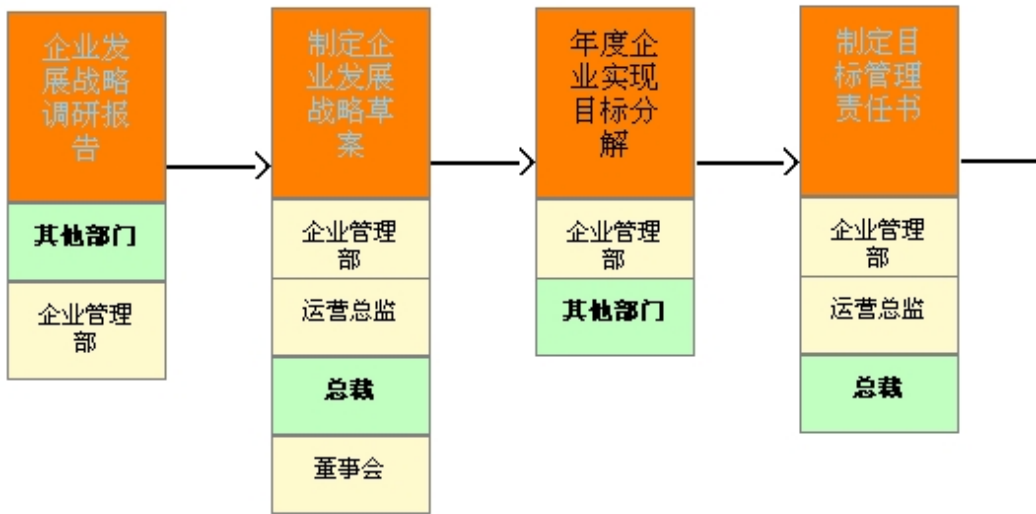


图5.10 区分角色的业务流程展示（绿色代表当前用户所属角色）

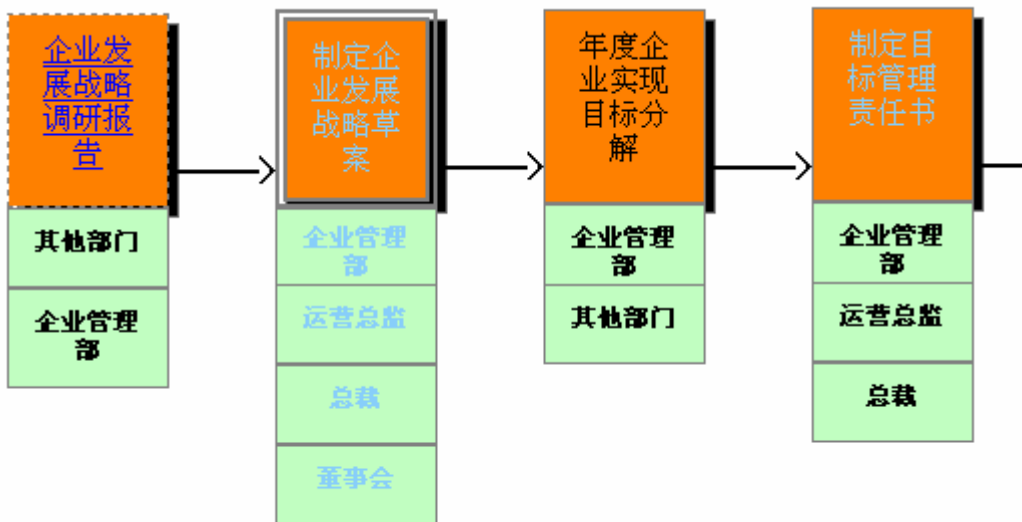


图5.11 展现流程推进的业务流程展示（边框为虚线表示完成的业务流程活动，边框为双实线表示当前的业务流程活动）

## 5.2 项目总结

本项目经过学习、研讨、设计以及最终实施，历时两个多月，其间经历过一些挫折和坎坷，并有过一次大规模的代码重写，最终完成了项目的基本需求，收获颇丰。

---

### 5.2.1 项目特色

本项目其整体是一个 B/S 结构的内容管理系统，其特色主要体现在以下几方面：

1. 利用 Div+CSS 实现了类似桌面应用程序的展示界面。Web 应用程序怎样达到和桌面应用程序相同或类似的展示效果，一直是一个难点，由于 PHP 并没有提供足够丰富的绘图工具，业务流程的展示系统一度被放弃，曾经考虑过用表格代替图形状的业务流程图。但考虑到用更形象的方法展示业务流程，依然决定将业务流程图模型以类似在建模工具中呈现的形式在 Web 页面中呈现。最终采用了 Div 绝对定位配以 CSS 的方式解决了这一难题。

2. 利用 JavaScript 实现了类似桌面应用程序的使用效果。一些动态展现的功能虽然通过回发给服务器，在服务器计算并返回结果虽然也能达到效果，但频繁的回发一方面加重了服务器的负担，另一方面，等待服务器响应也减少了用户体验的舒适度。所以本项目利用 JavaScript，完成了一些前台验证、表单呈现的任务，较好的减轻了服务器的处理负担，提高了用户的体验。

3. 三层架构的使用。通过三层架构，将数据层、逻辑执行层以及展现层分开，实现了各层间的低耦合以及各层内部的高内聚。能够以一种极清晰的思路完成项目的开发。并且，这种架构使得在今后的更新中，只需要对一部分模块进行更新，而不需要对其他封装好的部分改动。尤其是对于存储业务流程详细数据的 XML 文件。如果日后 XML 文件的标记进行了更改，只需要改变 Xml-Parse 文件中的 XML 解析类进行较少的改动，而展现层的代码并不需要更新就可以使用。

### 5.2.2 项目问题及解决办法

项目的开发过程中也出现了一些问题并被最终一一解决。下面简单列数一些重要的问题及解决方法，以备后续的开发借鉴。

1. 汉字编码问题。

鉴于 phpMyAdmin 使用的是 UTF-8 编码，我的所有页面都使用了 UTF-8 编码，数据库中字段也都采用了 UTF-Genera 编码。但在使用过程中出现了汉字编码的问题，其中之一是将上传的业务流程建模文件存入服务器文件系统时，如果使用了汉字命名文件夹，文件夹名会变为乱码。后来检查发现 Windows 文件系统的文件夹命名采用的 GB2312 编码，所以将 UTF-8 编码的汉字文件夹名称转化为 GB2312 后问题解决。但后来又出现了存入数据库的汉字在数据库中显示为乱码，但读取时在页面展示时正常，在网上查找资料后发现这其实是 MySQL 的默认设置

编码为 latin 导致的，通过在与数据联通过，存储数据前，加入语句 `mysql_query("SET NAMES 'utf8'");`，解决了这一编码问题。但由于 MySQL 中不存在 NVarchar 类型，在存入某些特殊汉字时，读取出的字符串会出现断字不正确的情况，这一问题最终也没有解决，最后只能尽量避免使用会出错的汉字。

## 2. 用户登录状态保存。

用户登录状态的保存一般有两种方法，一种是利用 Cookie，一种是利用 Session。这两种方式都会向页面头写入数据，并且会有一定的生存时间，Session 在关闭浏览器后会失效。在开发过程中，遇到过 Session 和 Cookie 失效的情况，后来发现主要是由于 Cookie 存储时没有设置合适的路径，通过设置路径，保证了主目录下各个目录中的页面都能访问 Session 和 Cookie，解决了用户访问状态保存的问题。

### 5.2.3 项目收获

通过本毕业设计项目，我学习了业务流程建模设计方面的知识，对 BPMN 业务建模标记语言以及 Intalio、Control-ES 等建模工具有了一定了解。之后学习并掌握了 PHP+MySQL 的 Web 应用开发方法，掌握了 XML 的解析方法，并对内容管理系统以及页面设计有了进一步体会。

## 5.3 项目展望

本项目这一阶段的开发基本告一段落，但它还有很多值得挖掘的工作以供后续开发，以下是个人认为最值得挖掘的方向。

### 5.3.1 业务流程视图的不同入口

目前用户浏览业务流程模型视图只有一个入口，通过这个入口能够看到业务流程的整体样式。但有时会有对特殊视图的需求，比如专注于某一角色业务流程分工的视图，在该视图中并不提供完整的视图展现，而只展现与指定角色相关的业务流程部分。

### 5.3.2 与业务执行关联的动态展示

目前业务流程展示系统依然是静态的展示，并没有与用户更多的交互，而数据库主要是储存一些宏观的数据，而没有对流程图的元数据的存储和处理，也没有流程运行状态的相关存储和处理。所以接下来的一个重要工作就是让业务流程

---

服务端与某一执行段衔接，通过用户在执行端的操作，操作数据库，并使得在服务端有相应的变化和展现。

### 5.3.3 富页面信息展示

目前在业务流程展示中，采用的主要是 HTML+CSS+JavaScript，缺少足够丰富的元素和信息。在下一步的工作中，也许可以把类似 Flash 或者 Silverlight 之类富媒体加入到业务流程的展示系统中，使得业务流程展示系统展示的内容更为丰富，而且与用户的交互更多。

## 插图索引

|        |                           |    |
|--------|---------------------------|----|
| 图 1.1  | 一套由“盒子”组成的业务流程            | 1  |
| 图 1.2  | BPMN 流程图                  | 2  |
| 图 2.1  | Intalio Designer 界面       | 7  |
| 图 2.2  | Intalio Server 界面         | 8  |
| 图 2.3  | Control-ES 界面             | 9  |
| 图 2.4  | Control-ES 的层级表示          | 10 |
| 图 4.1  | 用例图                       | 20 |
| 图 4.2  | 数据库设计                     | 21 |
| 图 4.3  | 利用 Control-ES 设计成的业务流程模型  | 22 |
| 图 4.4  | 数据库                       | 23 |
| 图 4.5  | 存储过程                      | 24 |
| 图 5.1  | 服务端首页（未登录）                | 29 |
| 图 5.2  | 服务端首页（登录后）                | 29 |
| 图 5.3  | 流程图管理中心                   | 30 |
| 图 5.4  | 上传流程图 XML 文件              | 30 |
| 图 5.5  | 用户角色管理中心                  | 31 |
| 图 5.6  | 用户角色关系管理                  | 31 |
| 图 5.7  | 业务流程展示总体效果图               | 32 |
| 图 5.8  | 左侧树状导航                    | 32 |
| 图 5.9  | 右侧上方面包屑路径                 | 32 |
| 图 5.10 | 区分角色的业务流程展示（绿色代表当前用户所属角色） | 33 |

---

## 表格索引

|       |                       |    |
|-------|-----------------------|----|
| 表 4.1 | processXml 的属性列表..... | 27 |
| 表 4.2 | processXml 的方法列表..... | 28 |



## 参考文献

- [1] BPMN Information Home. <http://www.bpmn.org>
- [2] Intalio, Leader in Open Source BPMS. <http://www.intalio.com>
- [3] Ulric J. Gelinas, Jr., Steve G. Sutton, Jane Fedorowicz. 业务流程与信息技术[M]. 毛尧飞, 施英 译. 北京: 清华大学出版社, 2006: 8-12
- [4] Jorg Becker, Martin Kugeler, Michael Rosemann. 业务流程管理[M]. 刘祥艳, 薄玉秋 译. 北京: 清华大学出版社, 2004: 12-20
- [5] PHP 手册. <http://cn.php.net>
- [6] 中国 XML. 论坛 <http://bbs.xml.org>
- [7] Charles F. Goldfarb, Paul Prescod. XML 用户手册[M]. 潇湘工作室 译. 北京: 人民邮电出版社, 2000
- [8] MySQL::The world's most popular open source database. <http://www.mysql.com>

## 致 谢

首先，要感谢我的导师，曹军威研究员。他是一位和蔼可亲的长者，每次与他谈话都令我受益匪浅。在他的指导下，我能够很快的掌握问题的关键，明确研究的方向，而他严谨的科研作风也是十分值得我学习的。

此外，还要感谢实验室里的几位师兄。张帆师兄直接指导了我的毕业设计项目，我能顺利的解决一个个难题，最终得到项目成果，与他的监督和帮助是分不开的。而王震师兄则对我的开题报告、中期小结以及毕业论文的写作提出了宝贵的建议和意见，张文师兄也帮助我快速的适应了实验室的环境，掌握实验室的资源。

最后，再次感谢所有关心帮助我的人。

## 声 明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师指导下，独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本学位论文的研究成果不包含任何他人享有著作权的内容。对本论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。

签 名：\_\_\_\_\_ 日 期：\_\_\_\_\_

## 附录 A 外文资料的调研阅读报告

### **The Research on Business Modeling Technique and the Application of Carding Process Tools**

Competitive markets set high demands on product quality and productivity. However, most business practices encompass complex processes involving many process variables. The complex interaction among variables determines the performance of machines and product quality.

As the rapid development of the technology of World Wide Web, Web services, more and more commercial and government applications began to achieve the required technical functions and resources with work flow through the complex process, which is a .lower costs, faster speed, more flexible way to achieve different business objectives and functions of the government.

Workflow management systems ( WMS ) facilitate the spanning of business processes across the value chain. These types of systems are becoming ever more critical in today's business environment. As the value of the information increases, the management of information flows and the development of supporting WMS becomes pivotal.

A business process is a set of one or more linked procedures or activities that collectively realize a business objective or policy goal, normally within the context of an organizational structure defining functional roles and relationships According to Workflow Management Coalition (WMC), a workflow model is the formal representation of a business process in a form that supports automated manipulation. It includes five relevant perspectives, i.e., process, resource, organization, information, and function perspectives, which are necessary for a workflow that can be automated by workflow management system (WMS).

Workflow management aims to help business goals to be achieved with high efficiency by means of sequencing work activities and invoking appropriate human and/or information resources associated with these activities. Correctness verification

and performance analysis of a workflow model play the key role in implementing successful workflow management.

With the scale of the practical application and the fields involved continue to expand, making existing commercial and government business processes functions change in the size and complexity. Therefore, based on the support of modern information technology and network technology, how to right, reasonable organize the business and test business processes to users' s needs, become an important issue in the field of process management technology. Which mainly include the following four aspects: technical challenges:

- (1) Differences of the knowledge in different Professional field.
- (2) Complexity of the scale application.
- (3) Non-formal semantics of business processes.
- (4) Diversity of business process models.

The Business Process Management Initiative (BPMI) has developed a standard Business Process Modeling Notation (BPMN). The BPMN 1.0 specification was released to the public in May, 2004. This specification represents more than two years of effort by the BPMI Notation Working Group. The primary goal of the BPMN effort was to provide a notation that is readily understandable by all business users, from the business analysts that create the initial drafts of the processes, to the technical developers responsible for implementing the technology that will perform those processes, and finally, to the business people who will manage and monitor those processes. BPMN will also be supported with an internal model that will enable the generation of executable BPEL4WS. Thus, BPMN creates a standardized bridge for the gap between the business process design and process implementation. BPMN defines a Business Process Diagram (BPD), which is based on a flowcharting technique tailored for creating graphical models of business process operations. A Business Process Model, then, is a network of graphical objects, which are activities (i.e., work) and the flow controls that define their order of performance.

Comprehensive analysis of the issues in the current work flow technology development on the basis of business processes with the implementation of business in the state and diverse, business and the relationship between the state difficult to sort out complex issues, put forward a formal business logic modeling and verification

methods, to achieve international standards and norms (such as WS-BPEL), and the pipeline mode with the formal semantics, the complexity of the work flow norms provide an important basis for the formal At the same time, formal verification, as well as the research of corresponding performance improvements related technology.

As to the issue that must be resolved to achieve the systematic, and the development of business process modeling tools carding a package. To the topic of e-government as the basic background, the use of software modeling tools to achieve practical application of a group of business process modeling, analysis and verification, the functionality and performance of the two aspects of the issues raised Formal modeling business processes and Methods for testing and certification model.

#### 参考文献

- [1] BPMN Information Home. <http://www.bpmn.org>
- [2] Ulric J. Gelinas, Jr., Steve G. Sutton, Jane Fedorowicz. 业务流程与信息技术[M]. 毛尧飞, 施英 译. 北京: 清华大学出版社, 2006: 8-12
- [3] Jorg Becker, Martin Kugeler, Michael Rosemann. 业务流程管理[M]. 刘祥艳, 薄玉秋 译. 北京: 清华大学出版社, 2004: 12-20