**专 业 学 位 硕 士 学 位 论 文**

**松江区社会经济综合发展信息系统**

**设计与实现**

Design and Implementation of Songjiang Regional Society and Economics Comprehensive Developing Information System

作 者 姓 名： 卫晓东

工 程 领 域： 软件工程

学 号： 41317262

指 导 教 师：

完 成 日 期： 2015年9月

大连理工大学

Dalian University of Technology

大连理工大学学位论文独创性声明

作者郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下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内容和致谢的地方外，本论文不包含其他个人或集体已经发表的研究成果，也不包含其他已申请学位或其他用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的贡献均已在论文中做了明确的说明并表示了谢意。

若有不实之处，本人愿意承担相关法律责任。

学位论文题目： 松江区社会经济综合发展信息系统设计与实现

作 者 签 名 ： 日期： 年 月 日

# 摘 要

本文论述松江区社会经济信息系统的开发，目的是面向以本区产业创新为指导战略实施新型的城市经济规划与管理，以发展具有地方特色的社会经济结构，并对本区企业经营和科技创新为主要动力进行协调发展。该软件针对该战略的管理和实施，构建能够为领导层提供有效信息与决策辅助功能的信息化管理工具平台。

论文从软件开发的角度触发，结合软件工程的概念和方法为工具讨论该软件的设计和实现。论文首先概述该软件的开发基础。针对该系统的功能需求分析，着重阐述了该系统的开发应用目标和围绕核心功能目标的基础数据管理功能、社会经济发展状况的评价分析功能以及社会经济规划仿真和决策辅助功能。接下来对该软件的概要设计、软件架构、数据库设计和主要的系统功能层即社会经济发展状况分析评价及产经规划仿真决策辅助分析功能的软件数据结构、主要的组成对象及其整体处理流程进行讨论，以及如何以此为基础完成该系统的程序实现与测试。

该系统基于Java和SQL Server数据库平台编程实现，初步的试运行表明该系统对提升政府的经济管理能力切实起到了积极的支持作用，特别是在较为完整地提供本区产经均衡发展指标方面，较好地达到了该系统的开发目的。

关键词：社会经济管理；产业发展管理; 决策辅助

Design and Implementation of Songjiang Regional Society and Economics Comprehensive Developing Information System

Abstract

This thesis discusses development of Songjiang industrial economics information management system, which objective is to use industry innovation as its guidance strategy to conduct new type of civic economics planning and management, motivated by local featured industries, business and technical innovations. To manage and carry out this strategy, we need an informational management tool which can provide efficient information and assisted decision making function. That’s the reason the municipal government set up a project to develop this information system.

The development of Songjiang industrial economics information management system is presented based on the software engineering concepts and methods to discuss its software design and implementation in detail. First, it sketches the software’s development foundations. Pointed to the system’s function demand analysis, it focuses on discussing the system’s development application goal and several core functions, such as basic data management function, industry economic data analysis and assessment function, and industrial economy layout simulation and decision making assistant function. Then, it discusses the software’s outlined design, software structure, database design and main system function layer, which including industrial economics development status analysis and economics layout simulated decision making assistant function. It also discusses the above functions’ software data structure, main objects and overall processing flows. Based on the above analysis, it further discusses the system’s programming. In the end, from the view of programming implementation, it discusses the software’s development and testing, and gives conclusion at last.

This system is programmed and achieved by Java and SQL Server database platform. Preliminary trial running shows that it does have positive support effect to improve the municipal government’s economic management capability, and generally reaches the system’s development targets.

**Keywords**: Regional Industrial Management; Regional Economics Management; Model-based Evaluation; Management Information System

目 录

[摘 要 I](#_Toc429591520)

[Abstract II](#_Toc429591521)

[1 绪论 1](#_Toc429591522)

[1.1 系统开发背景与目的 1](#_Toc429591523)

[1.2 管理能力现状分析 1](#_Toc429591524)

[1.3 论文组织结构 2](#_Toc429591525)

[2 开发基础 3](#_Toc429591526)

[2.1 软件开发技术概述 3](#_Toc429591527)

[2.1.1 软件工程方法 3](#_Toc429591528)

[2.1.2 分布式软件的技术框架 4](#_Toc429591529)

[2.2 软件开发管理概述 6](#_Toc429591530)

[3 系统需求… 8](#_Toc429591531)

[3.1 软件开发目标 8](#_Toc429591532)

[3.2 基础信息管理 9](#_Toc429591533)

[3.3 本区社会经济状况评估管理 14](#_Toc429591534)

[3.4 发展规划与决策辅助管理 17](#_Toc429591535)

[3.5 其他管理功能 19](#_Toc429591536)

[4 系统设计 21](#_Toc429591537)

[4.1 架构设计 21](#_Toc429591538)

[4.2 基础信息管理模块设计 22](#_Toc429591539)

[4.2.1 系统数据库总体设计 22](#_Toc429591540)

[4.2.2 数据库表设计实例 24](#_Toc429591541)

[4.3 本区社会经济状况评估管理模块设计 25](#_Toc429591542)

[4.3.1 组成对象 25](#_Toc429591543)

[4.3.2 主要对象结构及处理流程 26](#_Toc429591544)

[4.4 发展规划及决策辅助模块设计 30](#_Toc429591545)

[4.4.1 组成对象 30](#_Toc429591546)

[4.4.2 处理流程 31](#_Toc429591547)

[5 系统实现 34](#_Toc429591548)

[5.1 编程方案 34](#_Toc429591549)

[5.2 基础信息管理模块实现 34](#_Toc429591550)

[5.3 本区社会经济状况评估管理模块实现 37](#_Toc429591551)

[5.4 发展规划与决策辅助管理模块实现 42](#_Toc429591552)

[6 系统测试 47](#_Toc429591553)

[6.1 测试方法 47](#_Toc429591554)

[6.2 测试结果 48](#_Toc429591555)

[结 论 50](#_Toc429591556)

[参 考 文 献 52](#_Toc429591557)

[致 谢……. 53](#_Toc429591558)

[大连理工大学学位论文版权使用授权书 54](#_Toc429591559)

# 1 绪论

## 1.1 系统开发背景与目的

松江区社会经济综合发展信息系统的开发背景，是面向松江区以产业创新为指导战略实施新型的城市经济规划与管理战略，以发展具有本区域特色的产业及企业的经营和科技创新为主要动力进行协调发展。为保障该战略能够长期有效地落实与执行，区政府配套建设一系列的保障措施，其中包括针对该战略的管理和实施建设能够为领导层提供有效信息和决策辅助功能的信息化的管理平台。

该信息平台的整体开发建设目的，首先是实现本区社会经济信息的完整性和及时性，第二是实现有效的本区社会经济信息的动态管理，为评估具体的产业发展政策提供具有科学性的辅助工具。第三是针对本区的社会经济政策的实施效果进行评价分析，以确定具体政策的实际效果和在未来时期内进行合理的管理改进的具体方向。第四是面向相对长期的未来发展，为城市制定未来的产业发展规划提供决策分析辅助。

本文所论述的软件系统是松江区经济发展管理的信息化支持平台的重要组成部分。通过本阶段开发和构建本系统，将把上述信息化管理平台的功能提升到一个新的层次，以此为核心来开始初步实施针对领导决策层而不仅仅是事务层的信息化管理工作。

## 1.2 管理能力现状分析

松江区是在以往的信息化建设过程中起步较晚的区，同时由于本区的经济发展较快、由此引起的社会结构也变化较快，因此以往振幅机构较为粗放的管理方式不能适应威力发展的需要，特别是在对于本区社会与经济发展的信息掌握与利用方面，亟需通过先进技术手段实现与政府职能相配套的支持工具。在这方面，着重需要改进以下管理能力的不足。

首先是旧的采集手段所获取的信息不完整、不及时、同时具有难以避免的错误。

第二是随着本区产业的发展，不仅需要静态的基础性信息，而且需要有效管理发展类型的动态的信息。在这方面，就得管理手段已经不能满足要求。

第三是出于精细化管理的目的，越来越需要通过本区社会与经济发展的实际数据，对本区发展规划决策，以及决策落实的实际效果进行评估，从而为长期的良性发展建立有步骤的决策规划。由于没有采用有效地信息技术手段和整体的规划，本区政府依据现有方式不能满足这一管理需要。

以上是松江区政府在其管理能力现状中较为突出的瓶颈问题。上述分析同时也为本文所论述的信息系统的开发明确了指导方向，具体将在第三章更详细地进行分析。

## 1.3 论文组织结构

本文内容安排概述如下。

论文第一章概述该软件开发的相关背景和现状分析。

第二章概述与该软件开发有关的技术基础。

第三章对该系统的功能需求进行分析，着重阐述了该系统的开发应用目标和围绕核心功能目标的基础数据管理功能、社会经济数据分析和评价分析功能以及社会经济规划仿真和决策辅助功能。

第四章对该软件的概要设计、软件架构、数据库设计和主要的系统功能层即社会经济发展状况分析评价及产经规划仿真决策辅助分析功能的软件数据结构、主要的组成对象及其整体处理流程进行了讨论，下章将以此为基础讨论该系统的程序实现。

第五章和第六章分别讨论该软件系统的程序实现与系统测试，最后总结全文。

# 2 开发基础

## 2.1 软件开发技术概述

本文所论述的应用系统基于成熟的软件工程方法和当代主流的软件技术进行开发，本章对其中相关的主要现状进行概要的阐述。

### 2.1.1 软件工程方法

应用软件的开发需要运用系统性的工程化方法，导致软件工程的深入研究和发展。经过几十年的发展和各种类型的软件开发经验的积累，当前的软件工程总结出理论上较为成熟和实践性较强的软件开发管理方法，为实现功能较为复杂的软件提供指导。

软件工程方法的核心目标是以有序的技术手段来平衡大型软件系统开发中的各种类型的风险因素[1-2]。由于软件在现代社会各个领域日益发挥关键性的作用，同时随着应用领域对软件的要求越来越高以及软件技术高度发展，软件系统的规模不断增长，使得软件的开发不断面临技术风险、资金预算、时间进度和质量保证方面的挑战。软件工程领域经过长期探索和研究，从理论与实践方面都积累了丰富的成果，形成了一套较为成熟的软件开发管理方法[3-5]。在这些方法中，九十年代发展起来的以面向对象技术和软件重用技术为核心的开发方法具有较主流额地位和广泛的应用，构成现代软件工程的主要研究成果。

在软件工程的实践方面，大型应用软件系统的开发普遍采用项目管理形式，按照特定的任务和目标将开发过程划分为不同的阶段。在总体层面，软件开发包含以下阶段及任务[6]。

在大多数项目中，开发者在软件项目启动阶段的主要任务是对将要构建的软件系统确定正确的概念、关键性的需求指标和特性以及关键需求的优先序[7-8]。该阶段要完成的另一项任务是确定软件功能需求和技术指标的可行性。

作为开发基础，确立软件的功能需求是软件成功的关键要素之一，为此需求分析阶段以软件项目启动阶段的初步论证结果为基础[9]，开发人员确定详细的需求分析，从用户的角度确立每项功能的数据输入和输出方式、信息的范围与表达形式以及各项功能之间的关系，并通过用例模型进行表达。

开发者在需求分析阶段除明确软件系统的功能特性之外，同时还需要确定的通常还有开发计划和资源分配[10-11]。对于较复杂的软件系统，需求分析阶段结合用例模型还需要给出关键功能的测试要求。

软件工程的需求分析已经发展成为较为专门的分支，即软件需求工程。需求分析的特点是从用户的角度进行分析，以确立软件的与其功能及其表达方式。目前的软件工程领域对此初步开发了相应的规范[12]。在完成需求分析任务之后是软件设计阶段，根据软件项目的需要可进一步划分为初步设计和详细设计阶段[13-14]。在初步设计阶段，开发者根据需求分析确定软件系统的主要组成单元模块、单元模块之间的访问调用关系及系统整体的主体架构。在现代软件工程方法中，特别强调软件架构的突出作用。优良的软件架构将内部单元之间的调用关系进行优化并充分考虑到软件的长期发展的稳定性[15]。在这方面，软件重用技术具有特别重要的应用。软件重用技术通过面向对象方法的接口语义稳定性原则保证软件内部功能能够灵活升级和扩展，同时保障软件系统整体功能逻辑稳定不变。

### 2.1.2 分布式软件的技术框架

在主流软件技术领域，例如广泛应用的编程技术框架如J2EE和.NET，目前的软件开发技术已经能够在设计模型、源程序的类和对象以及可执行组件等多种层次实现重用技术，有效地提高了软件开发的效率和可靠性。

在软件工程的设计阶段，软件架构是核心任务之一。目前在软件设计方面经过实践已经积累起多种有效的软件架构模式，其中多层架构对多数大型分布式软件都具有重要应用[16]。分层架构明确划分面向用户的视图层、面向内部计算密集型任务的中间数据逻辑层和面向数据密集型处理任务的数据管理层[17-18]。每个层次通过专门设计的软件和程序来完成对应的任务，能够较好地协调不同类型任务的计算特点和资源要求，同时还能够有效的分配软件系统中的计算资源、数据资源和带宽资源，是一种较为成熟可靠的架构体系。

复杂应用软件的开发者以软件架构为蓝本进行完整的设计，特别是在软件的详细设计阶段对每个单元模块或软件对象内部的数据结构、处理算法进行设计[19-20]。由于已经在概要设计阶段界定了明确的单元模块及其接口关系，因此详细设计阶段的任务是通过内部算法的设计来满足外部接口调用所规定的语义，同时通过对象接口有效隐藏内部的实现细节，以保证软件系统的整体运行逻辑具有稳定性[21]。

如前所述，目前软件工程在理论和实践方面的研究都充分考虑到软件项目的风险因素，因此针对某些信技术含量较多、风险较高的软件开发项目，在详细设计阶段通常需要进一步划分多个系统验证阶段，通过每个阶段渐进地构建软件原型以检验某些技术方案的合理性，为后续的开发降低技术风险和提供稳定可靠的成果积累。

软件编程与测试阶段的核心任务基于高级算法语言将设计模型转变为等价的源程序。为了满足标准化和跨平台要求，该阶段通常采用在业界具有普遍标准型的软件技术架构。目前在大型分布式应用软件领域所具有的技术架构有J2EE和.NET[22]，两者都具有广泛的应用成果。这两类技术架构都具有面向对象特性并支持对数据库访问的集成和Web程序集成[23]。通过所提供组件编程规范如EJB，该类软件程序的可重用性和可靠性得到很大提高。

为了准确表达软件开发在各个阶段需要解决的问题，以及准确沟通不同阶段开发者的工作，软件工程领域发展了一组形式化的模型，以便支持软件项目开发者对开发目标、软件特性和功能需求的有效管理。目前用于软件开发的模型较为丰富，涵盖从需求分析到软件运行维护各种任务，其中主要的软件模型有用例模型、架构模型、状态机模型、接口定义模型、类图模型、时序图模型、协同图模型、部署图模型等类型。

每种软件模型具有相应的元素及元素之间的关系。例如用例图模型（use case）的基本元素是用户与功能，两者之间的关系是用户的输入和功能特性的输出。用例图模型描述用户角色以及如何与软件的特定功能进行交互，同时描述较为复杂的用例集合之间的包含关系和扩展关系。

软件的架构模型、接口模型、类图模型、部署图模型从静态的角度表达软件系统的构成方式和基本组成元素如类、对象、系统模块之间的调用关系和内部元素构成，而状态机模型、时序图模型和对象协同模型从动态的角度表达软件单元的状态变化及其之间的相互作用的规则。以状态图模型为例，该模型的基本元素是软件单元的内部状态和外部消息或事件，状态图模型表达外部事件如何触发特定的状态转移过程，同时特定的状态如何触发特定的消息。时序图模型的基本元素是软件系统中的进程或线程，该模型描述不同进程之间交换消息和任务调用的规则。通过上述多种模型，软件系统的整体架构和内部单元的运行方式得到整体一致的描述与表达，有利于对复杂软件的开发进行任务分配、测试验证和管理维护。

软件开发建模的基本概念与面向对象方法（Object-oriented Methodology）具有密切关联。面向对象方法通过将软件系统抽象为对象的集合，将软件系统的动态运行过程表达为对象之间的相互作用，同时运用对象的信息隐藏与接口涵义重载的原则将对象的内部实现的操作性涵义和外部访问存取的说明性涵义相互隔离，最大程度地保证了软件设计与实现方案的相对独立性，有利于软件重用。软件重用技术是对大型软件系统的稳定性的重要保障，目前已经从传统的源代码重用（如类的继承关系）发展到可执行单元层次的重用，例如J2EE技术框架的EJB、微软公司.NET架构的ActiveX组件等，都是目前软件组件重用的主流技术。

目前在软件开发技术层次上应用面向对象方法已经较为成熟。在理论上，面向对象方法从早期的面向对象编程（OOP）发展到面向对象分析（OOA）、面向对象设计（OOD）和面向对象测试（OOT）等层次。在实践上，无论在大型事务性软件、Web应用软件还是工业领域的控制类软件，面向对象开发方法都取得了重要的应用成果。

开发者在软件测试阶段通过白盒测试和黑盒测试验证软件是否完全满足需求规范，对发现的故障进行修改和再测试，直到达到交付的要求。目前的软件工程已经针对各类程序的测试要求发展了多种方法、技术和工具。

## 2.2 软件开发管理概述

考虑到大型软件项目的需求分析通常难以在短期内完全确定以及部分功能需求可能发生调整或变动，为此在软件工程领域提出螺旋渐进式开发模式，基本要点是首先确定最为关键性的功能需求，在此基础上构建具有原型性质的初步设计。在该设计中着重考虑架构稳定性和组件的重用性，以此为基础进行部分程序开发[24]。当该部分的原型软件在主要指标上达到测试要求，则确定剩余的优先程度性对较低的功需求。在这样做的时候，可以对该类需求进行相对优先级划分，按照上述类似的原则与方法先完成相对优先级较高的部分。通过这样的处理方法，避免在某个单独阶段完成需求分析，而是在连续的循序渐进的阶段中分步骤和分层次地逐步完善功能需求，便于分配开发资源、降低每项任务的复杂性和技术风险。由于该方法在每个阶段需要完成的软件功能数量相对较少，每个阶段的开发能够以前一阶段的成果为基础，因此能够有效避免由于需求的调整变动过大而导致项目超时和失控，提高了软件项目成功的保障。

由于应用软件开发具有很强的实践性，因此开发者除了需要分析与解决技术性因素之外，还需要考虑大量的工程性因素如计划进度控制、项目风险、软件质量和成本控制。目前软件工程领域对此也发展出了相应的方法与工具。

软件开发主要采用项目管理模式，软件工程领域结合大型项目管理的理论和方法构建有效的计划管理[25]、风险管理[26]、资源调度和质量管理方法[27]。例如，附在软件在项目的需求分析阶段完成的同时，还需要对功能特性的复杂程度、技术风险因素和开发资源的需求进行评估，建立合理可行的开发进度计划。在该阶段能够应用的有效工具有基于网络图的计划分析和基于时间控制目标的关键路径分析，以确定系统开发的资源能够以合理的成本和风险进行管理。在质量管理方面，软件工程领域也广泛借鉴在工业领域发展起来的全面质量管理理论和方法，同时基于反映软件开发项目特定质量因素及其关系的软件可靠性模型，对复杂软件系统的预期质量目标、实际质量水平和需要投入的开发资源进行分析评估，以定量地确定实现软件质量目标所需要的开发资源和成本。

通过这些方法，使复杂应用软件的质量比传统开发方法有了显著的改进，同时使软件项目的风险、时间与成本因素更加可控。

综上所述，软件工程的不断发展一方面提供更为广泛实用的开发方法和软件项目管理规范，一方面针对越来越多的特殊应用提供开发工具。软件项目的质量管理方法通过采用定量的故障演化模型对实际测试的数据建立起与开发资源的半经验联系。目前这些工具的应用已经越来越广泛，经过实践证明行之有效的工具逐渐成为集成开发环境的组成部分。

## 3 系统需求

## 3.1 软件开发目标

松江区以产业创新为指导战略实施新型的城市经济规划与管理，以发展具有地方特色的产业及企业的经营和科技创新为主要动力进行协调发展。为保障该战略能够长期有效地落实与执行，区政府配套建设一系列的保障措施，其中包括针对该战略的管理和实施建设能够为领导层提供有效信息和决策辅助功能的信息化的管理平台。该平台的开发建设目标主要考虑以下要素与特点。

首先是信息的完整性和及时性，通过该平台将政府相关的职能部门如工商、科技、民政、环保等部门的统计数据及时实现全局共享，使城市的社会经济管理决策能够基于及时、有效和准确的本区社会经济基础信息。

第二是实现有效的本区社会经济信息的动态管理，该类管理功能着重于本区产经信息的动态管理功能，针对社会经济发展状况进行短期和长期的状况分析和趋势分析，为评估具体的产业发展政策提供具有科学性的辅助工具。

第三是针对本区的社会经济政策的实施效果进行评价分析，该类功能主要面向过去一段特定时期的产经政策状况、预期相关因素的实际作用范围和程度通过科学定量的方法和部分经验模型进行评估，包括与本区过去发展状况和同类城市的同期发展状况进行纵向与横向分析，以确定具体政策的实际效果和在未来时期内进行合理的管理改进的具体方向。

第四是面向相对长期的未来发展，为城市制定未来的产业发展规划提供决策分析辅助，包括基于本区的社会经济发展现状生成合理范围的发展指标，以及对不同的发展规划方案和配套政策的预期效果进行定量或半定量的分析和仿真测算，以辅助领导层选择相对优化的实施方案。

该系统是松江区经济发展管理的信息化支持平台的重要组成部分。该平台的建设目前已经经历第一阶段的实施，在各个职能部门开发和实现了较为完善的本部门管理信息系统和具体针对本部门决策管理的部分辅助支持系统，同时通过较为玩针对各电子政务系统，在事务处理的层次上实现了一定程度的信息集成。但是在面向产业和本区经济发展的深层次管理的水平上，目前的信息化管理水平还很不完善，各个职能部门的信息平台在全局范围的层次上还基本处于信息孤岛的状态，虽然能够联网访问但还不能实现在特定信息处理功能下的自动分析，也不能有效实现全局性信息的领导决策辅助。通过本阶段开发和构建本系统，将把上述信息化管理平台的功能提升到一个新的层次，以此为核心来开始初步实施针对领导决策层而不仅仅是事务层的信息化管理工作。

该系统的总体功能用例如图3.1所示，以下几节分别讨论主要的具体功能需求，包括需要处理的数据和相应的功能操作与处理模式。

部门

主管

社会经济基础信息管理

电子政务辅助工具

产经发展分析和评价

产经发展业绩信息管理

产经规划决策辅助分析

图3.1 系统功能总用例

Fig. 3.1 System General Functional Use-case

## 3.2 基础信息管理

松江区社会经济信息管理系统首先对全市和下属区县的产经基础信息实现全面的共享管理。该类功能一方面基于目前已经完成开发的各级部门的内部产经信息进行自

动汇总，同时基于定量的指标数据对宏观基础信息进行具有针对性和面下个特定主题的特征提取，以具体度量各级部门的管理成效和各个领域的社会经济的实际发展效果。为此该模块的具体功能分为以下几个部分的子功能因此，即：

（1） 源于各部门的基础信息的汇总管理；

（2） 针对具体管理任务的指标管理；

（3） 针对产经动态信息的及其发展业绩类信息管理。

第一项子功能主要实现周期性地汇总和更新本区域社会经济发展有关的基础数据，具体需要实现的项目实例有本区人口的分类统计信息，特别是流动性人口的年龄分布和就业状况，该类信息通过周期性访问民政部门数据获取。本区企业经营状况、吸纳就业状况和行业分类经营信息，该类信息通过访问工商部门数据库获取，以及本区的农业及环境状况信息、城市基础设施建设信息及其使用负荷统计等。该项子功能主要是对现有数据的周期性转储和合并，主要的基础是访问存取其他专业部门数据库的数据信息。

第二项子功能实现本系统应用主题的社会经济指标管理功能，目的是支持该系统在此基础上完成后续的信息分析、决策分析和政策评估计算。因此该项功能创建和维护各类社会经济发展指标，以支持第三项功能在此基础上进行对比实际发展状况业绩的定量计算。针对该项子功能的目的，该模块基于可配置的参数模式管理指标及其分组，每项指标从内部计算的角度包含以下属性。

原始变量表，即计算该指标所依据的原始的数据变量组，例如对企业收益类指标，相应的原始变量表包含所有具有行业分类的企业所有制类型、年度收益、年度纳税和企业负债等公共财物指标数据。

指标计算规则指示用以计算该指标的计算程序，该程序在逻辑上统一表示为具有系统全局命名的自定义函数，在具体实现的层次上分为特定的数据库存储程序或可重用的算法模型对象。指标计算模型的相应参数处理函数等也作为计算规则的组成部分。

以上是该系统需要实现的指标计算任务的静态组成单元，具体计算程序由软件开发确定同时需要实现面向系统管理人员的配置与维护接口，使得在指标体系不变的情况下升级计算程序和模型，或者增加新的指标与撤销旧指标。

从面向用户的角度，该系统对经营决策指标提供自定义功能以满足不同情况下的特殊决策的需要。出于该类需要，系统对指标进行不同的划分，其中按照时间划分分为长周期指标如三年期指标和短周期指标如年度和季度指标。按照行业领域划分为专项数据类指标和综合数据类指标，前者的计算仅基于单个领域或行业如建筑业、小型加工业、贸易行业等，后者计算则需要跨涵盖多个行业，在数据一致性和时间一致性

上需指定特定的处理规则。

该系统的社会经济基础信息的管理功能如图3.2所示。该功能的主要操作主要面向系统管理员，主管领导对生效的信息和产经指标进行审核。

创建年度指标

创建产经指标组

系统管理员

加入指标变量

设置组内相对权重

设置本组整体权重

设置单项指标和权重

年度指标体系审核

分管领导

数据转储/报盘管理

图3.2 社会经济基础信息管理功能用例

Fig. 3.2 Industrial Economy Advancing Indices Management Use-Case

该模块第三项子功能面向本区的社会经济动态信息的及其发展业绩信息进行

基本的指标计算，为后续的分析和决策辅助提供基础数据。该模块所完成的通用型的业绩主题指标有：

本区的基础性资源指标信息，包括劳动力的结构性数据指标计算、基础能源的攻击类指标计算如电力产出及其分布指标、本区域的物流运输指标计算、环境类指标数据等信息。

本区的产出和利润类指标信息，该类信息按照基础数据进行行业分类汇总计算，包括净产出、收益的行业分布和税收的行业分布等信息。

人才类数据管理，该类指标包括人才流动性信息和行业分布信息，并以此为基础与行业效益类信息进行交叉性的相关分析。

科技创新类信息管理，具体包括对本区企业和机构的科技投入数据统计、本区研发型企业的研发投入数据以及科技产业的基础性数据（如研发人员规模、人均产出和利润数据）等统计计算。

企业融资类数据管理，该类信息基于本区的金融机构的贷款项目信息及企业获取信贷项目的信息进行双向统计计算，综合统计该区域的信贷利率平均水平、资金周转流动性水平（周转率）、信贷项目违约率、违约金额及行业分布、信贷资金回报收益率及其行业分布等信息。

该模块还实现的其他辅助类指标信息统计计算有：

（1） 本区的教育机构规模和容量增长率数据；

（2） 企业员工培训支出费用统计数据；

（3） 新增公共设施的投入及规模增长率的分类统计数据等。

上述社会经济指标反映本区产经发展的宏观业绩信息，需要随基础数据的变化而自动更新计算。该模块为适应不同类型的应用目的对内部指标实现两种类型的更新模式，第一类是时间驱动更新，按照设置的时间周期进行定期更新。该类指标的计算适合短周期指标。第二类是消息驱动更新，每当相应的基础变量发生变化时进行计算。为了提高计算效率，该类模式针对涵盖多领域的长周期综合型社会经济指标计算规则，如劳动力就业结构和本区财政和企业收益结构分布等。该系统的指标计算功能按照从下向上、分层计算的逻辑进行，这样的计算功能利于提高效率和数据的重用性，特别是能够有效支持在少数共同的基础指标数组上进一步组合计算多种不同类型的高级指标。指标计算的最上层任务是计算生成本区的基本社会经济视图。不同层次的计算不仅原始变量组不同而且计算周期也可以不同。在需要的情况下，该系统的用户可指派保存中间变量的数据结果到日志系统中以备检索。

上述分项功能用例图如图3.3所示。

产经资源类信息管理

产值和利润类信息管理

产经发展

主管领导

劳动力数据管理

基础能源供给类数据管理

研发机构类数据管理

人才类数据管理

科技投入类数据管理

企业融资类数据管理

科技产业类数据管理

创业服务类数据管理

环境类数据管理

科技创新类管理

图3.3 社会经济发展业绩数据管理功能用例

Fig. 3.3 Industrial Economy Advancing Real Data Management Use-Case

## 3.3 本区社会经济状况评估管理

该系统的产经发展分析与评价功能主要面向已经制定和实施生效过程中的社会经济政策的成效进行分析，以支持领导决策层对产经政策调节和动态优化。该功能所根据的定量基础是上节所讨论的产经实际效益指标信息的统计计算，同时通过系统内实现的定量和半定量分析模型进行产经发展的状况评估。

该模块的具体功能分为定性和定量信息分析评估两个方面。定性信息的管理主要针对政府职能部门在领导实施产经发展政策中的执行情况，对相应的工作信息进行统计和评分。定性信息的管理功能如图3.4所示。

定量分析与评价功能则面向产经指标所反映的实际数据进行对比、分析和评测，确定在政策实施过程中与预期效果的偏差、未预见因素的作用和范围以及进一步改进的方向性指标。

该功能按照不同的领域和主题分项实现，具体包括：

（1） 第一产业（以农副业产经指标数据为主题）发展分析评估；

（2） 第二产业（以本地制造业和加工业产经指标数据为主）发展分析和评估；

（3） 第三产业（以金融、教育、服务类产业的产经指标数据为主）的发展分析与评价；

（4） 对本区的科技驱动发展状况（以企业研发投入指标、科技项目指标、本区域和跨区域产学研项目绩效指标和综合性的科技发展贡献度指标数据为主）的分析与评估；

（5） 劳动力综合教育程度、再教育程度及就业结构指标数据的分析与评估等。

以上每项分析评价功能既具有共性的方面，也具有不同的特殊性要求。在共性的功能方面，上述分析和评估处理都是以前面所讨论的产经指标为基本数据。指标计算的目的是为了向决策者揭示当前经营指标所反映的实际状况。由于很多较容易计算的指标具有较为间接的性质，同时单一指标很难完整反映实际状态，因此在指标计算的基础上还需要进一步通过模型进行分析与测算，以便使高层管理与决策者能够更明确地掌握数据状况。

为了达到具体分析和产经政策实效评估的目的，该系统针对不同类型的主题调用基于对应的数值模型进行分析计算。该系统具体实现两类模型，其中指标分析模型在产经统计指标实际数值的基础上对进行计算分析。该模型具体划分为静态模型和时间序列模型。静态分析模型仅根据某特定时间点上的指标数据计算该时间点上的发展状态，例如针对科技对本区社会经济发展驱动程度的投入产出效益测算模型、科技贡献度分析模型等。时间序列类的数值模型则根据一段时间区间上的指标数据分析计算某类产经发展指标变量的动态特性，包括企业库存周转率测算模型、金融机构投资收

益率测算和企业融资回报率测算模型等。

职能部门主管听取科技回报

和工作会议信息评分

分管领导

主要管理成效说明及评分

人才政策落实信息及评分

产经目标责任制落实信息及评分

图3.4 产经管理落实（定性）信息功能用例

Fig. 3.4 Industrial Economy Implementation Information(Qualitative) Management Use-Case

基于模型的专题指标分析功能的实例（科技促进状况）如图3.5所示。

在上述产经发展专题分析评估评估的基础上，该系统完成综合性的分析评估。该评估功能基于专题指标数据和调用评价模型来定量计算具有参考意义的产经综合发展指数，基本的处理步骤如下。

首先用户针对政策对象确定综合评估所依据的行业范围和具体主题。每项政策具体特定的对象范围，因此用户需要确定与政策目标相对关系最为密切的主体范围。在确定了该主题范围后，系统自动关联相应的指标计算规则及其历史数据。

第二步确定评估参数，包括分项指标的属性、相对权重、时间范围和基准参数。例如针对农业类经济发展政策的评估分析处理需要用户在该步骤确定农业类产业的基准指标、相应的加工业和贸易类行业的下游价格数据及其波动率权重等，以建立综合评价的基准参数和外围数据的权重。此外，在该步骤专家用户还需要就多项指标的相对权重达成一致，基本处理方法是采用多用户评价矩阵方法对每位用户的权重偏好进行冲突消解转换，以生成接近整体一致性的综合权重。

科技研发支持类指标评估

主管领导

产经专家

科技及创业服务类信息评估

跨区域产学研项目信息

统计与评估

教育/再培训发展及评估

本区科技主导型产业发展

指标评估

科技贡献度评估分析

图3.5 科技促进状况分析与评价功能用例

Fig. 3.5 Technology-Driving Situation Analysis and Evaluation Use-Case

第三步是基于上述指标数据集合及其基准参数进行分析计算。专家用户可以指派该系统基于不同类型的指标数组调用对应的模型进行分项评估，也可以首先采用通用的数值模型进行评估计算，然后基于层次分析方法的校正处理算法进行后处理。为了适应该系统的灵活性要求，在软件功能上要求实现运行维护接口以及设计的模块化和组件特性以集成新的分析模型或更新现有模型对象。

上述处理步骤主要面向专家类型的用户。系统在上述计算的基础上，根据专家用户确定的指标一致性关联矩阵计算出本区综合发展指数。该指数通过加权和插值的方式反映所评估的指标数据受特定政策影响的程度及其趋势，是政策效果的直观表示。该系统进一步计算出不同时期（对短期政策分析缺省为季度，对长期政策分析缺省为年度）发展的时间序列以及同类城市的同类政策评价指数的横向对比，为政策分析评价生成尽可能直观的输出。

针对已实施的社会经济政策实效的上述分析评估功能用例总结于图3.6。

确定评价参数

产经专家

主管领导

同类区域横向对比排序

指标分组评价

计算综合指数

确定评估科目范围和主题

图3.6 社会经济发展综合评价功能用例

Fig. 3.6 Industrial Economy Comprehensive Evaluation Management Use-Case

## 3.4 发展规划与决策辅助管理

上节的分析评估功能主要面向已经实施的产经政策效果，而产经规划和决策辅助功能则面向未来的政策制定进行分析评测。

为此该系统在功能上采用决策分析模型。该类模型在逻辑层面上所求解的是指标统计计算的逆问题，即针对用户设定的某组决策变量，也就是反映对该本区的社会经济起控制作用的变量如税收优惠政策、科技研发补贴等，计算当决策者以某种方案调节这组变量时，相应的社会经济指标将如何变化。该类模型拟解决的另一类问题是为使相应的指标按照预期的规律进行变化，相应的决策变量的数值应该如何调控。该类模型的目的是为了辅助决策者了解各种可能的经营决策后果，在逻辑上是在用户设定的条件下对特定组合的社会经济指标的预期结果进行测算。

产经专家类型的用户通过该类模型所设定的决策条件包括内部条件，即通过上述的决策变量数值及其变化规则所反映的政策方案，或者确定外部条件即对外部市场环境如信贷需求增长率、利率水平、通货膨胀率的预期变化假设下本区的产经指标如何变化进行模拟计算。这两类模型在该系统中与用户交互的模式都是针对用户设定的条件进行计算并生成输出模拟的社会经济发展的预期视图，每项预期视图对应一种决策方案的结果，同时调用与上节类似评价模型对方案进行评估和优选。

为提高政府决策的科学性和充分性，该系统采用宏观经济的数理统计模型作为对各项指标的基础分析工具。该模型基于区域性宏观经济基础数据如区域能源消耗增长、物流指数、消费品物价指数、主要固定资产价格指数等指标，基于计量经济学算法将宏观经济指标对不同决策方案的模拟测算结果进行校正。

上述功能面向产经专家和主管领导的用例模型分别如图3.7-3.8所示。

确定变量基准

确定政策变量

产经专家

政策/方案评价和排序

基于决策分析模型计算预期产经指标变化;

基于模型计算满足产经指标变化要求的政策变量。

决策仿真分析

图 3.7 产经规划方案/决策分析用例

Fig. 3.7 Industrial Economy Programming/Decision Analysis Use-Case

计算预期发展指数和方案排序

确定本区产经发展指标组

主管领导

确认分析条件

生成电子报表文档

生成预期发展视图

图3.8 产经政策规划决策管理用例

Fig. 3.8 Industrial Economy Programming and Decision Management Use-Case

## 3.5 其他管理功能

以上较为系统地讨论了该产经信息管理系统的最主要的功能，即针对政府决策层的科学管理实现基于信息化的决策辅助和数据分析计算功能。上述功能构成对本区的社会经济发展决策层面的有效支持，同时为了将该层面的功能与政府部门已经建立的十五层面的管理功能有效衔接，该系统还需要在事务处理层面补充相应的信息管理功能。

本系统对该类功能最主要的形式是实现同政府部门电子政务系统的数据集成和工作流集成，具体要求以下方面。

首先是数据管理的全局性集成，各职能部门的数据通过统一的数据库平台实现自

动的开放和复制。

第二是实现数据处理流程的规范化管理，例如定期的统计数据和基础型数据通过集成的电子平台自动汇总供决策分析使用。

第三是实现政策管理的信息化流程支持，定期自动汇总生成本市及下属区域的社会经济指标数据并完成通用的指标计算和电子报表。

限于篇幅，本文着重讨论前几节的主要信息分析、评估以及决策辅助功能，略去该系统的事务性处理功能的叙述。以下将针对本节主要功能从该系统的软件设计和编程实现的角度进行分析和阐述。

# 4 系统设计

本章首先叙述该系统的软件概要设计方案，然后从数据库设计及基础信息管理模块、社会经济数据的分析和评价模块以及产经规划决策辅助模块的角度分别该软件的讨论不同组成部分的详细设计方案。

## 4.1 架构设计

该软件的概要设计方案在整体上采用客户服务器架构模式，客户端主要实现功能导航、用户交互和各种类型社会经济管理主题的视图管理。视图随意来的基础数据计算在系统内部通过基本指标程序或测算模型完成，客户端调用视图生成程序进行显示和变换处理。

在中间应用层上，该系统的软件由两个子层组成，分别实现社会经济的发展分析和评价，即面向当前政策实效的定量分析评估功能，以及社会经济规划决策支持的分析和方案优选处理。

在产经发展分析与评价功能层，包含四个子模块，分别完成反映社会经济动态信息的指标计算、管理部门基础数据的分项统计汇总、针对产经政策实效性的评价模型管理和综合信息查询管理。这些模型基于指标计算为核心。该系统的指标计算模块处理所访问的基础信息系统是在数据库平台上实现的整体数据管理层，为各个分项主题指标的计算处理提供共享数据，具体包括基本产业信息、本区人口和劳动力数据、企业基础信息、本区行业收益、科技创新和基础设施建设项目等信息。系统整体通过对象构成的软件总线模块进行集成。该系统同时与数据库平台在线数据分析接口集成，为本系统的客户端提供视图生成工具。

在决策辅助功能层，具体有产经指标仿真测算模块和决策分析模块完成决策支持所需要的数据计算和优化功能。在该层次上实现一组用以指标仿真计算和社会经济发展规划决策分析的数值模型。在该系统中的模型都以对象的形式进行管理和调用，因此每个模型具有相应标准化的接口和特殊的访问接口，前者包含通用的服务函数如初始化函数、参数加载、数据加载和数据输出函数，后者是包含面向特定模型的服务函数如针对本区经济发展类指标、科技贡献度指标分析的参数优化函数和针对本区行业经济收益测算模型的市场变量及其数值处理函数等。模型对象的静态参数在数据库中以数据表的形式存储。在加载到应用服务器后应用程序将静态参数结合动态更新的状态变量生成内部模型的复合对象结构，通过处理流程与规则进行调用。

以上对该系统软件的概要设计进行了分析讨论，该系统的软件架构如图4.1所示。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 产经动态信息  指标计算 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 功能导航及产经视图生成 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 政策实效  评价模型管理 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 决策分析  模型管理 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 产经基础数据管理 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 分项数据汇总  统计处理 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 综合排序与信息统计查询管理 | |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 产经指标仿真  测算管理 | |

图4.1 软件架构方案

Fig. 4.1 Software Architecture Design

## 4.2 基础信息管理模块设计

### 4.2.1 系统数据库总体设计

该系统的基础信息管理层实现在数据库服务器平台上，基于关系数据魔性对该系统所需要的社会经济及其相关的区域宏观经济类数据进行统一的管理。

该层次上管理的基础数据有以下几类。

第一类是从下属专业职能部门的数据库复制导入的数据，例如企业基础信息、企业财税信息、劳动力基础信息等。该类数据定期更新同时保留原始数据的主要字段和表结构。

第二类是基于原始数据计算导出的指标类数据，主要以时间序列的形式进行存储。该类数据的一部分是根据实际经济产业信息计算生成的实测数值，另一部分是在政策

的仿真测算过程中生成的预期数值，两者的涵义不同单所沿用的表结构相同。

第三类是本系统的专有数据，主要有产经指标的模板数据如指标计算规则、基准参数、评估与分析模型的参数和调用规则等。该类数据用于系统的内部计算。考虑到第一类和第三类数据的变化更新频度相对于第二类数据即产经指标数据要小得多，主要用于在计算过程中被引用，因此在设计数据库方案是针对该类数据考虑合理的索引模式，有利于提高访问存取的性能。

该系统的数据库设计方案的ER图如图4.2所示，其中仅描述了主要的数据实体。

综合评估信息表

政策评价主题信息表

主题

评价指标信息表

组成

劳动力信息表

相关

科技投入信息表

区域产经实绩信息表

区域内企业信息表

贡献

贡献

产业分类统计信息表

汇集

统计

科技政策类信息表

实效

n

n

n

n

n

n

1

1

1

1

1

1

1

1

n

1

n

1

1

范畴

招商引资政策类信息表

实效

1

n

区域内行业信息表

企业收益信息表

收益

n

n

图4.2 系统数据库E/R图

Fig. 4.2 E/R Model of System Diagram

## 4.2.2 数据库表设计实例

表4.1-4.4是该数据库中代表性的数据实体的关系模型设计实例，其他数据表从略。

表4.1 企业信息表

Tab. 4.1 Enterprise Information Table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性变量及数据类型 | 主键/外键 | 是否可空 | 涵 义 |
| EntrpRcdId int PRIMARYKEY NOTNULL 企业标识号  EntrpNm varchar（80） NOTNULL 企业名称  EntrpTm Datetime NOTNULL 经营开始时间  EntrpTps int 企业类型码（如有限责任制等）  EntrpAddr varchar（40） 企业地址  EntrpInds int FOREIGNKEY 企业所属行业代码  EntrpTecNm int 当前技术人员数量  EntrpEmplNm int 当前员工数量  EntrpRctTxDst decimal（6,2） 最近年度税收额（万元）  EntrpRctAve decimal（6，2） 最近年度经营或销售额（万元）  EntrpRDTxDst decimal（6,2） 最近年度研发加计优惠减除  免税额（万元）  EntrpPrvSpBgtdecimal（6，2） 最近年度获政府财政预算内  资助额（万元）  EntrpSt varchar（6） 经营状态 | | | |

表4.2 评价指标信息表

Tab. 4.2 Evaluation Indicators Information Table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性变量及数据类型 | 主键/外键 | 是否可空 | 涵 义 |
| EvIdxRcdId int PRIMARYKEY NOTNULL 指标唯一标识号  EvIdxTime Datetime NOTNULL 生效时间（年/月）  EvIdxTls varchar（60） NOTNULL 指标名称  EvIdxModEvl varchar（6） 指标单位  EvIdxObjVal decimal（10，2） 指标目标值  EvIdxRslVal decimal（10，2） 指标实际值  EvIdxGrpId int FOREIGNKEY 所属评价指标组  EvIdxWgt decimal（4,2） 权重因子  EvIdxGrpWgt decimal（4,2） 组内相对权重因子  EvIdxTps char（1） 指标极性（正、负、中性）  EvIdxDfszUt decimal（4，2） 每单位偏离度的分值增量  EvIdxCallSqlRt varchar（40） 调用的存储程序名 | | | |

表4.3 产经实绩信息表

Tab. 4.3 Economic Performance Information Table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性变量及数据类型 | 主键/外键 | 是否可空 | 涵 义 |
| STadRcdId int PRIMARYKEY NOTNULL 唯一标识号  STadTime Datetime NOTNULL 采集时间（年/月）  STadGDP1 decimal（10，2） 第一产业总产值（万元）  STadGDP2 decimal（10，2） 第二产业总产值（万元）  STadGDP3 decimal（10，2） 第三产业总产值（万元）  (GDP总量=三类产业总产值之和)  STadIndsIncr decimal（10，2） 工业增加值  STadIndsAve decimal（10，2） 工业企业当期销售收入（万元）  STadRsdIncom varchar(12) 居民可支配性总收入（万元）  STadRsdNetIncm decimal（8，2） 居民当期纯收入（万元）  STadFdIncm decimal（8，2） 财政当期总收入（万元）  STadbdgtIncm decimal（8，2） 本地区财政一般预算收入（万元）  STadbgdtOpt decimal（8，2） 本地区财政一般预算支出（万元）  STadTxbft decimal（6，2） 高新企业税收优惠总额（万元）  StadTxRDbft decimal（6，2） 当期企业享受研发经费加计扣除  优惠政策税收减免总额（万元）  STadSTOpt decimal（8，2） 政府当期科技支出（万元） | | | |

## 4.3 本区社会经济状况评估管理模块设计

### 4.3.1 组成对象

产经发展状况分析和评价功能层的设计主要通过以下类型的软件对象IEIdxCompt、IEInfoAgt、IEPEval和IEStxQuery组成，分别完成对社会经济动态发展指标的计算、分项数据的汇总统计、政策实效的评价模型管理和结果的综合排序与生成产经现状的视图。在此着重讨论IEIdxCompt和IEPEval两类对象的设计。

IEIdxCompt类对象对产经指标的计算采用数据驱动模式，具体工作机理是对每项指标编制计算例程，每当相应的基础数据即IEInfoAgt所汇总生成的数据变量发生变化，该例程就完成相应的计算，然后将计算基于软件总线的模式组播到每个需要基于该指标进一步计算或者分析的其他例程。

从区域性产经指标的计算和评价分析的计算量考虑，该模块在数据流方面具有数据量大和实时性要求强的特点，因此除了高可靠性和高带宽的基础网络技术的支持，在软件层次还需要良好的数据流管理与调度处理机制，才能够使系统性能具有可扩展性同时保障高层的处理软件的更新于基础层次上的数据流的调度管理机制相独立。为此该系统对数据流的管理采用指标分配服务机制对象IEInfoTsf来进行，通过在程序中访问IEInfoTsf接口的方法来控制特定计算任务的数据变量传输和分配，具体的分配方法则基于IEInfoTsf对象的过滤参数来实现管理。

上述设计方法有以下优点。首先是适合在基础层次上有大量区域产经数据构成的信息平台架构。由于蕴含区域产经特征的数据来自很多独立部门的数据库，同时服务器程序下达的计算指令和配置参数流向特定的任务单元，在该层次上构成一种典型的逻辑数据流系统。在数据流动的层次上，每个区域产经指标存取单元的驱动程序、关键产经指标分类汇总程序等按照特定的规则发送数据同时按照特定的规则过滤和接收数据。相同的数据针对不同类型的接收函数在该层次上产生不同的数据或基于多项数据生成源和特定的合成规则合成逻辑数据实体，同时生成数据方的数据按照不同的要求传递到不同类型的单元。

考虑到该系统的数据流层次上的软件对象及其接受和发送关系不是静态和固定不变的，而是可能随用户的评价与分析主题的不同而变化，因此需要上述方法来对指标数据集合完成自动的配置管理。

该系统基于IEInfoTsf对象完全在软件层次上按照管理任务的需求而非硬件或网络结构来合理配置区域产经数据的发送和对数据的接收规则。具体的软件处理方法是调用IEInfoInit和IEInfoEval、IEInfoDstp和IEInfRcv等对象在内部实现网络结构和数据单元分布结构到数据的逻辑流动规则的映射，将该系统在基础层次上的多数据库存取过程与高层的软件架构隔离开以保障软件系统的整体有序性和易维护性。

该软件同时通过调用IEInfoTsf的接口函数实现非功能性的特性指标，例如对区域产经数据的质量保证，通过对创建的IEInfoDstp类对象和IEInfRcv类对象关联服务规则和性能参数来保证数据可靠性和性能。该方法在网络层次上基于路由模式实现数据通信以高效利用数据带宽。

## 4.3.2 主要对象结构及处理流程

完成上述功能的主要对象的数据结构概述如下。

/\*产经指标组计算对象

class IEPEval

{

/\*产经指标存取和计算函数\*/

int st;

int ModId; /\*评价模型标识\*/

int evlDvsNm; /\*指标组标识\*/

int spInst（String sqlStmt，int zs）; /\*指标组初始化\*/

int spRmv（int zs）; /\*撤销指标组\*/

int spUpd（String sqlStmt，

int fdsTps,

String fdsbs，

float ht，

float val，

int ts）;

/\*指标属性修改\*/

int spInit(Object[] params); /\*模型参数初始化\*/

int gtSql(String sqlLst); /\*加载数据\*/

/\*初始化临时变量表(略去参数,下同)\*/

int cpmtProc(…);

int PdModdvs(…); /\*同步变量更新\*/

int modstSvr(…); /\*模型输出重定向管理\*/

int cpmtExpt(…); /\*调试记录\*/

int cpmtLog(…); /\*日志变量\*/

int cpmtpreRt(…); /\*输入信息队列预处理\*/

int cpmtpostRt(…); /\*输出处理函数,生成数据文档或更新数据库表\*/

int InfoViewGt（int RTId，

float sz，

int val，

string wght，

int dbNm，/\*数据库名\*/

string FmSpx）; /\*格式参数\*/

(其他辅助函数略)

}

class IEInfoEval extends IEPEval

/\*IEPEval继承类\*/

/\*在数据更新时触发接口函数完成计算\*/

{

Int dsptINT; /\*初始化参数\*/

Int dsptDAN; /\*参数设置\*/

Int dsptACDT; /\*排序基准{初始化\*/

Int dsptDROD; /\*时序参数更新\*/

Int dsptTXNO; /\*自定义参数\*/

Int dsptASN; /\*视图参数设置\*/

Int dsptETN; /\*数据库更新\*/

Int dsptVFAG;

(其他成员略)

}

Class IEInfoTsf

{

Object[] plsVar; /\*政策变量组\*/

String sbDvsIdt; /\*综合指标组名\*/

int sbTmInst（String sqlStmt，int s，int t）;

/\*指标分项过滤\*/

int sbWdt（int zs）; /\*撤销指标\*/

int sbUpd（String sqlStmt，

int zs，

float val，

String fdsbys，

int fdsTps）;

/\*变量更新\*/

int fdsINT; /\*一致性权重层次编号\*/

int fdsTs; /\*加载权重\*/

int fdsADT; /\*权重更新\*/

int fdsDRS; /\*层次分析评估算法调用\*/

int fdsTX; /\*变量插值\*/

int fdsVAs;

}

限于篇幅在此略去完整的文字说明，相应的对象数据结构描述在图4.3-4.4中。

指标计算类IEPEval

|  |
| --- |
| 评价模型标识 |
| 模型版本号 |
| 指标变量数组 |
| 基值初始化函数() |
| 属性更新函数() |
| 参数初始化函数() |
| 数据库更新函数() |
| 模型同步() |
| 数据同步() |
| 数据更新() |

专题指标计算类IEInfoEval

|  |
| --- |
| 分析专题名称 |
| 版本号 |
| 所属指标组 |
| 权重数组 |
| 目标值数组 |
| 实际值数组 |
| 极性数组 |
| 评分输出变量组 |
| 分值计算函数() |
| 趋势计算函数() |
| 视图生成函数() |

Object

图4.3 产经信息分析评价数据模型

Fig. 4.3 Data Model for Industrial Economic Information Evaluation and Analysis

政策类IEPolicy

|  |
| --- |
| 类型 |
| 年度 |
|  |
| 年度总评分 |
| 数据库存取() |

IEInfoTsf

|  |
| --- |
| 行业主题标识 |
| 时间 |
| 自定义参数组 |
| 政策变量组 |
| AHP权重矩阵 |
| 权重一致性检验（） |
| 增加属性() |
| 更新属性() |
| 保存主题() |
| 汇总统计() |

专题指标计算类IEInfoEval

|  |
| --- |
| 分析专题名称 |
| 版本号 |
| 所属指标组 |
| 权重数组 |
| (参考图3.3) |

图4.4 产经评价主题管理数据模型

Fig. 4.4 Data Model for Industrial Economic Subject Evaluation Management

该系统的产经状况分析评价处理层的总体计算流程如下图4.5所示。

连接数据库

数据加载

结 束

模型参数初始化

下层指标

Y

N

从基础数据库计算

指标数值

一致性检验/平滑

直接设置目标组

计算当前层次的评价指数

N

Y

计算全局加权矩阵;

调用评价模型计算综合指数

更新数据库;

关闭会话

图4.5 评价分析处理流程

Fig. 4.5 Evaluation and Analysis Flow

## 4.4 发展规划及决策辅助模块设计

### 4.4.1 组成对象

该层次主要基于社会经济指标的政策方针测算对象IESim和决策分析模型管理

对象IEDssMod来完成具体功能，同时通过其他一组对象完成辅助性的数据处理。

IESim是仿真测算模型的基类。模型对象求解指标计算问题的逆问题，即针对用户设定的某组决策变量，也就是反映对该本区的社会经济起控制作用的变量如税收优惠政策、科技研发补贴等，计算当决策者以某种方案调节这组变量时，相应的社会经济指标将如何变化。该系统的模型拟解决的另一类问题是为使相应的指标按照预期的规律进行变化，相应的决策变量的数值应该如何调控。该类模型的目的是为了辅助决策者了解各种可能的经营决策后果，在逻辑上是在用户设定的条件下对特定组合的社会经济指标的预期结果进行测算。

用户通过该类模型所设定的决策条件包括内部条件，即通过上述的决策变量数值及其变化规则所反映的政策方案，或者确定外部条件即对外部市场环境如信贷需求增长率、利率水平、通货膨胀率的预期变化假设下本区的产经指标如何变化进行模拟计算。这两类模型在该系统中与用户交互的模式都是针对用户设定的条件进行计算并生成输出模拟的社会经济发展的预期视图，每项预期视图对应一种决策方案的结果，同时调用与上节类似评价模型对方案进行评估和优选。

在加载待分析的输入政策变量数据后，IEDssMod首先调用模型的预处理函数。预处理及指标计算单元将基础数据指标通过数据分布服务的组件发送到处理服务器进程，该进程按照内部设置的处理参数和规则进行数据的目标特征识别与判定。

## 4.4.2 处理流程

该模块对多变量指标仿真计算采用多线程模式来完成，不同的线程针对不同类型的指标仿真算法进行分类测算。该程序在内部实现的仿真算法有以下几种类型。

首先是基于初始条件和离散型政策变量类型的指标仿真测算。该类算法的基本模式是根据指标特性指标预先设置目标等级，基本等级为几类不同程度的目标状态，每类状态等级具有明确的基准数值，以及这些变量在指标空间中的划分区域。每个划分区域对应某种决策目标的离散等级。相应的算法根据特定的计算模型对预期的目标数据进行计算处理后映射到特定区域以确定设定的政策变量和预期的变量水平的差异。系统同时计算预计的偏差水平，如果水平低于阈值则继续迭代计算同时通过提高精度或缩短数据周期进行调节。如果平均误差高于临界数值则暂停计算并加载更长周期的数据后重新计算。

第二种是针对具有连续政策变量的指标仿真计算。该方法对与所分析的政策变量相关联的数据序列进行回归和外推，针对不同的指标分组调用不同的测算模型，在完成数值估计及误差均值计算后生成视图实时输出显示，同时调用评估算法计算决策方

案的综合指数和优化排序。

上述两类算法存取数据的方式不同，但同类算法的数据存取方式有相同之处，因此不同类型的处理算法采用不同的线程来执行。该模块的多线程指标处理在内部的主要数据对象有状态输入缓冲区、指标缓冲区和数据输出队列。这些数据单元供所有的线程所共享。该进程内部的线程主要是状态调度输入处理线程负责将输入数据分流到不同类型的处理线程，以及数据输出调度线程，负责将生成的输出按照综合指数的分类排序提交数据库。

该功能层对产行业经济规划方案的仿真处理的整体流程如图4.6所示。

连接数据库

仿真参数数组初始化

结 束

误差超界

Y

N

调用仿真模型

外生变量预处理

内生变量初始化

误差检验

更新数据库;

关闭会话

计算综合指数;

方案优化排序;

图4.6 仿真测算处理流程

Fig. 4.6 Simulation Procedure Flow

综上所述，本章对该软件的概要设计、软件架构、数据库设计和主要的系统功能层即社会经济发展状况分析评价及产经规划仿真决策辅助分析功能的软件数据结构、主要的组成对象及其整体处理流程进行了讨论，下章将以此为基础讨论该系统的程序实现。

# 5 系统实现

## 5.1 编程方案

该软件的系统架构采用基于浏览器、Web服务器和数据库服务器的三层模式，应用环境面向图形界面的视窗Windows操作系统平台，使之具有尽可能广泛的实用性。

该系统的编程Java语言和相应的标准组件与接口。数据库服务器平台采用SQL Server 2012关系数据库，存储程序采用SQL编程实现。为了使部署方案及可能紧凑，在Web服务器端同时运行该系统的应用程序部分。

Java编程语言集成多种先进特性的高级算法语言，结合J2EE技术架构，目前已经发展成为大型分布式应用软件开发的主流语言和编程技术。

Java不仅是一种编程语言，也是一整套具有良好适应性的编程模型和分布式开发技术。Java编程模型具有多种先进的特点，这些特点从各方面简化了编程和提高了效率。Java在语言层次的主要的特点可概括如下。首先是具有面向对象范型。Java语言的程序的基本单元式对象，对象是具有内部状态、变量和处理方法的数据实体。外部实体不能直接访问对象内部的变量和状态，必须通过调整相应的接口才能访问对象的功能。因此，一个对象就是封装了状态和处理方法的黑盒，通过接口函数向外部提供具有明确含义的服务。对象的上述信息隐藏特性具有很多优点，例如将某种计算方法的内部实现和外部的输入输出语义相分离，使得基于对象及其接口地调用所构建的软件具有稳定的逻辑涵义，及时对象内部的实现算法发生变化，例如在软件升级和更新维护中的情况，整体软件仍然保持原来的外部输入输出功能不变。Java编程模型在语言层次提供多任务机制，具体通过源程序层次上的线程对象实现并发处理。每个Java线程是对象类Thread的实例，通过对接口函数Run的实现使线程的运行任务具体化。通过提供源程序层次上的线程对象，Java程序实现在任何平台上的多任务处理能力，具体的并发调度通过虚拟机在特定操作系统环境下实现，为编程开发者提供了便利。

## 5.2 基础信息管理模块实现

该系统的基础数据管理曾基于数据库SQL程序实现自定义处理函数。该组程序一方面基于目前已经完成开发的各级部门的内部产经信息进行自动汇总，同时基于定量的指标数据对宏观基础信息进行具有针对性和面下个特定主题的特征提取，以具体度量各级部门的管理成效和各个领域的社会经济的实际发展效果。为此该模块的具体功能分为以下几个部分的子功能因此，包括源于各部门的基础信息的汇总管理，针对具体管理任务的指标管理，针对产经动态信息的及其发展业绩类信息管理。

该层的第一组SQL程序实现周期性地汇总和更新本区域社会经济发展有关的基础数据，具体需要实现的项目实例有本区人口的分类统计信息，特别是流动性人口的年龄分布和就业状况，该类信息通过周期性访问民政部门数据获取。该层的第二组SQL程序实现本系统应用主题的社会经济指标管理功能，目的是支持该系统在此基础上完成后续的信息分析、决策分析和政策评估计算。因此该项功能创建和维护各类社会经济发展指标以支持第三项功能在此基础上进行对比实际发展状况业绩的定量计算。该模块第三组SQL程序面向本区的社会经济动态信息的及其发展业绩信息进行基本的指标计算，为后续分析和决策辅助提供基础数据。该组程序所完成的通用型的业绩主题指标有本区的基础性资源指标信息，包括劳动力的结构性数据指标计算，基础能源的攻击类指标计算如电力产出及其分布指标、本区域的物流运输指标计算、环境类指标数据等信息，本区的产出和利润类指标信息，按照行业分类汇总计算如净产出、收益的行业分布和税收的行业分布等信息，人才类数据指标并以此为基础与行业效益类信息进行交叉性的相关分析。科技创新类信息如本区企业和机构的科技投入数据统计、本区研发型企业的研发投入数据以及科技产业的基础性数据的统计计算，本区的金融机构的贷款项目信息如信贷利率平均水平、资金平均周转率、信贷项目违约率、违约金额及行业分布、信贷资金回报收益率及其行业分布等信息。

基础信息管理层的数据处理主要以条件查询的方式向用户进行显示，界面实例如图5.1-5.3所示。

本区: 松江区/科教新城



图5.1 定性类型基础信息实例

Fig. 5.1 Qualitative Basic Information Example



图5.2 人才类政策信息

Fig. 5.2 Human Resource Policy Information

2013 2014

本区: 松江区/科教新城



图5.3 城市宏观经济基础信息

Fig. 5.3 Basic Information on City Macroeconomics

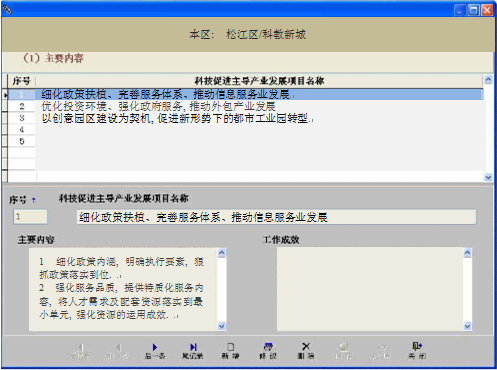


图5.4 产业政策类基础信息

Fig. 5.4 Basic Information on Industry Policies

## 5.3 本区社会经济状况评估管理模块实现

该层的程序的共同数据结构有原始变量表，用以计算产经指标所依据的原始的数据变量组，例如对企业收益类指标，相应的原始变量表包含所有具有行业分类的企业所有制类型、年度收益、年度纳税和企业负债等公共财物指标数据。

指标计算规则映射用以计算某项指标的计算程序，该程序在该系统中表示为具有系统全局命名的自定义函数，在具体实现的层次上分为特定的数据库存储程序或可重用的算法模型对象。指标计算模型的相应参数处理函数等也作为计算规则的组成部分。

以上是该系统需要实现的指标计算任务的静态组成单元，具体计算程序由软件开发确定同时需要实现面向系统管理人员的配置与维护接口，使得在指标体系不变的情况下升级计算程序和模型或者增加新的指标与撤销旧指标。以下是该层主体程序的主要代码段。

class IEPEval

{

String sql;

IEPEval(){

PmsInit();

null;

}

/\*参数和模型访问接口, 程序为每项评价指标

映射到计算函数和计算规则的参数组\*/

IEPEvalExt(LnkdSQu qs,view params){

tv=qHftdv(qs,nFst);

null;

}

int modEvs(){

ConstVf();

try{

for(int k=0;k<Sp.Array.size();k++){

tv.info=

cls.EvtProc(Sp.inst();

this.

modThdx.callSql(Sp.Array.val(k));

/\*调用评价指数计算接口\*/

AHPfunc.open();

rs=AHPfunc.getRetVals(sql);

pt=rs.getInit();

obx=new Object(pt.getFm);

while(rs.next()){

Vxsim.output(rs.getInt(1)+"

"+rs.getInt(2)+" "+rs.getInt(3));

for(int I=1;I<pt.getFm()+1;I++){

rs.getObject(I,obx);

}

this.Info(obx);

}

while(!this.qs(0)){

Thdx.wait(MAX\_WTPRD\_SQ);

}

Thdx.reset();

}

}

}

int DtProcSql(string Dbm) {

/\*指标计算规则维护接口\*/

/\*变量声明和初始化(略)\*/

rs=new DBst(this.cfg,sp.cfgRmt);

rs.setDBst(Dbm);

Thdx(p).start();

return(1);

}

}

该系统在分析评价处理层的每类模块具有自身业务的处理逻辑与流程，其中某些处理逻辑具有一定的相似性，因此在具体设计过程中考虑将具有共性的方面进行归纳和抽象，建立起与具体评估指标相对独立的流程框架，在此基础上再进一步着重针对各类业务的特定要求建立内部数据结构和处理算法。

该层的分析计算流程建立在基于事件的调度模型上，具体在第三章总结在逻辑流程图。作为该层的后处理部分的数据库存取代码模块如下。

void DBCnnt() throws SQLException, ClassNotFoundException

{

/\*变量声明及初始化(略)\*/

st=class.pstProc(dbm);

con=DM.getCnnt(st);

stmt=con.createStmt(st);

}

vf=st.update(dbm, stmt) throws SQLException{

if(vf<0){

con.close();

}

松江

上海

严凯



图5.5 评价指标管理界面

Fig. 5.5 Evaluation Indices Configuration Interface

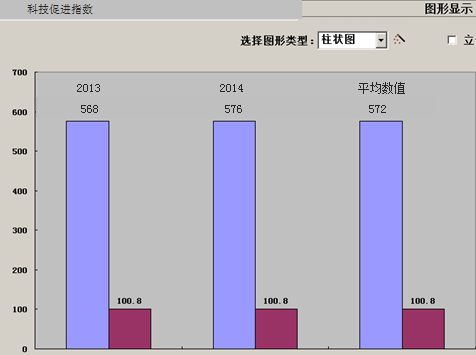


图5.6 产经指标评价实例

Fig. 5.6 Industrial Economic Indicator Evaluation Instance

产业发展分析与评价功能层的程序组成如图5.7所示，其中圆形表示程序对象，矩形表示主要的数据实体，实现表示调用关系，虚线表示数据流关系。

dbCnn

ieView

ieVAR

DtProc

创建区域产经变量组

加载产经变量:

能源供给类数据

企业收益类数据

科技投入类数据

融资信贷类数据

行业公共数据

IEPEval

调用产经指标计算

指标变量初始化

调用

SQL例程

更新数据库

IEIdxCompt

wtMatrix

调用政策实效

评价计算

初始化评价

权重矩阵

IEInfoAgt

评价结果

汇总排序

创建视图

图5.7 社会经济状况分析评价程序组成

Fig. 5.7 Social Economics Analysis and Evaluation Program Components

图5.8是该系统对本区社会经济发展状况分析评价的输出实例。该软件根据计算结果生成视图，用户设定显示模式，如时间序列视图、同类城市社会经济指标对比视图等，为决策者提供产经发展的纵向与横向对比信息。

奉贤 青浦 松江 嘉定 郊县对比(2014)

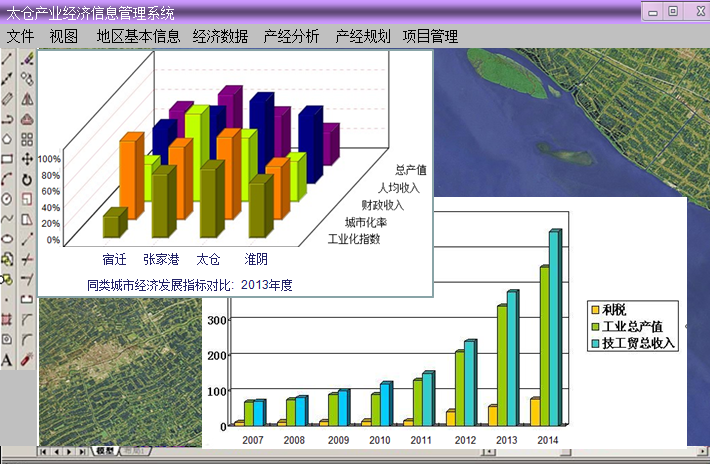


图5.8 社会经济状况发展性评价信息

Fig. 5.8 Social Economics Analysis and Evaluation Information

## 5.4 发展规划与决策辅助管理模块实现

根据软件设计方案，该层的决策分析模型对象IESim针对用户设定的某组决策变量即反映对该本区的社会经济起控制作用的变量如税收优惠政策、科技研发补贴等，计算当决策者以某种方案调节这组变量时，相应的社会经济指标将如何变化。该系统的模型拟解决的另一类问题是为使相应的指标按照预期的规律进行变化，相应的决策变量的数值应该如何调控。该类模型的目的是为了辅助决策者了解各种可能的经营决策后果，在逻辑上是在用户设定的条件下对特定组合的社会经济指标的预期结果进行测算。用户通过该类模型所设定的决策条件包括内部条件，即通过上述的决策变量数值及其变化规则所反映的政策方案，或者确定外部条件即对外部市场环境如信贷需求增长率、利率水平、通货膨胀率的预期变化假设下本区的产经指标如何变化进行模拟计算。这两类模型在该系统中与用户交互的模式都是针对用户设定的条件进行计算并生成输出模拟的社会经济发展的预期视图，每项预期视图对应一种决策方案的结果，同时调用与上节类似评价模型对方案进行评估和优选。

在加载待分析的输入政策变量数据后，软件对象IEDssMod首先调用模型的预处理函数。预处理及指标计算单元将基础数据指标通过数据分布服务的组件发送到处理服务器进程，该进程按照内部设置的处理参数和规则进行数据的目标特征识别与判定，并在判别出目标的条件下提示用户。该层的主要程序代码如下。

/\*为决策变量进行预处理和后处理的EISim接口函数\*/

int DVInitProc(DVList dvs)

{

/\*变量声明(略)\*/

……………..

dtINT = (stCtg(dvs[0]));

dtACNO = stExtCtg(dvs[1],drINT);

dtACT = iniEs(dvs 2]);

dtDRC = procVx(dvs[3], 0);

dtTNO = procVx(dvs[4], 2);

dtACF = iniVx(dvs[5], 1);

dtEDN =iniVx(dvs[6], 4);

dtVAG = mrp(dvs[7]);

dtSetup(drEDN, drACF);

dtValidate(dvs);

return;

}

/\*外生变量预处理\*/

int EXVInitProc(EXVList Exv,

String dbm,

rnList PmsTA,

int nf){

/\*变量说明(略)\*/

................

/\*创建数据库会话加载外生变量\*/

dbExvInit(Exv.val[1], dtINT, dbm);

dbExvInit(Exv.val[2], dtACTN, dbm);

dbExvInit(Exv.val[3], drACT, dbm);

dbExvInit(Exv.val[4], drDRD, dbm);

dbExvInit(Exv.val[5], drTX, dbm);

dbExvInit(Exv.val[6], drACFN, dbm);

......................

/\*外生变量一致性校验\*/

CstValidate(dbm,Exv,PmLst);

dbm = CmptExvs(Exv.Nm,Exv, FMT\_SQL\_OUTPUT);

/\*暂存校正的外生变量组\*/

n = ExvUpdate(dbm, Exv);

sf = setDBF(dbm, n);

if(!sf.Empty());

{

cnn =new bsEvt(sf.vals(FMT\_MAXSZ));

sqls=new bsEvt(sf.keys(FMT\_MAXSZ));

try{

s = Lnk();

if (s.tmpXs(snn)>0)

{

fd=ngtLn();

cnnts.put(s.substring(0,

s.idx(fd.cfg\_key)),

s.substring(s.idx(fd.cfg\_nm)+1,fd.cfg\_val()));

fd.reset();

}

}else{

throw new dvsException(expIds+Cnnst.nm);

}

/\*更新数据库(略)\*/

…………………

}

该软件系统的决策辅助功能层的程序实现如图4.9所示，其中圆形表示程序对象，矩形表示主要的数据实体，实现表示调用关系，虚线表示数据流关系。

dbCnn

OutputTA

pamsTA

EISim

创建参数数组

加载外生变量

创建输出视图

调用测算模型

处理内生变量

内生变量输出

更新数据库

IEDssMod

图5.9 仿真测算模型管理程序组成

Fig. 5.9 Simulation Computing Model Management Program Components

在完成决策变量和外生变量的处理后，IESim调用具体的仿真测算模型对象进行计算，具体的模型对象以不同组合的决策变量如税收优惠政策、科技研发补贴幅度及比率以及外生变量如信贷需求增长率、利率水平、通货膨胀率的预期变化为条件计算当决策者以某种方案调节该组变量时，相应的社会经济指标作为内生变量如何变化。另一类测算模型计算为使相应的指标按照预期的规律进行变化，相应的决策变量的数值应该如何调控。该类模型的目的是为了辅助决策者了解各种可能的经营决策后果，在逻辑上是在用户设定的条件下对特定组合的社会经济指标的预期结果进行测算。在加载待分析的输入政策变量数据后，对象IEDssMod调用模型的预处理函数。预处理及指标计算单元将基础数据指标通过数据分布服务的组件发送到处理服务器进程，该进程按照内部设置的处理参数和规则进行数据特征识别与判定并为用户生成内生变量和和社会经济指标的决策仿真视图。

该软件对产经动态指标的计算作为时间序列来处理，每类指标的时间序列采用一个主表记录项和相应的一组样本序列项表达，在系统数据库内的关系数据模型的描述如表5.1-5.2所示。

表5.1 时间序列主表

Table 5.1 Time Sequence Main Table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性变量及数据类型 | | 涵 义 | 主键/外键 |
| TId | Int | 序列编号 | PRIMARY KEY |
| Name | varchar(32) | 序列名称 | NOTNULL |
| Intv | Int | 采样间隔 |  |
| Scale | Int | 时间单位 |  |
| Type | Int | 类 型 |  |
| UpperBund | decimal(10,2) | 样本上界 |  |
| LowerBund | decimal(10,2) | 样本下界 |  |
| Avg | decimal(10,2) | 均 值 |  |
| Srt | decimal(4,2) | 均 方 差 |  |
| TCoeff | decimal(4,2) | 趋势系数 |  |
| PPA | decimal(10,2) | 峰-谷波动幅度 |  |
| SigmaL | decimal(6,2) | 一阶上升率 |  |
| SigmaP | decimal(6,2) | 二阶波动率 |  |

表5.2 时间序列样本表

Table 5.2 Time Sequence Table

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 属性变量及数据类型 | | 涵 义 | 主键/外键 |
| DtxId | Int | 样本编号 | PRIMARYKEY |
| Ts | Int | 采样时序 |  |
| Ys | Int | 年度 |  |
| Ss | Int | 季度 |  |
| Ms | Int | 月度 |  |
| Val | decimal(10,2) | 样 本 值 |  |
| TId | Int | 所属指标 | FOREIGNKEY |

软件工程为解决复杂应用软件的开发和运行维护提供既具有科学性的理论方法，同时又提供具有实践性的管理方法和工具。无论是具有较高通用性的软件产品，还是具有特殊用途和专门要求的定制软件系统的开发，软件工程领域所发展和提供的成果都具有重要的指导意义。为了有效地研究和把握复杂软件的开发与管理，软件工程领域将软件的开发划分为一组相互关联的过程，理论上作为软件开发的过程模型，以此为基础建立软件开发在不同阶段需要考虑的关键性因素、相应要解决的问题和科学的管理方法。较为成熟和通用的软件开发模型是线性模型（或称瀑布模型），该模型将软件仙姑划分为一组顺序发生的阶段，分别是需求分析阶段、概念设计阶段、详细设计阶段、程序实现阶段、软件测试阶段和运行维护阶段。开发者在每个阶段解决的主要问题和任务可以归纳如下。在需求分析阶段，开发者确定所计划开发软件的关键性的功能特性，各项功能的数据处理要求，并确定这些功能特性对用户的价值程度和技术可行性。需求分析阶段建立的软件功能要求是在后续阶段进行开发的依据，例如功能之间的关联关系通常是软件设计的重要依据，功能特性的输入输出特性是软件测试的基本依据，同时功能复杂性和对用户价值的高低事实是软件项目管理预约测得重要因素。软件的概念设计阶段通常针对较为复杂的软件系统，在深入进行各个模块的设计之前从整体上将外部功能需求映射转换为软件系统的内部单元以及这些单元的逻辑组织，包括主要的功能层次划分、单元之间的调用关系和接口等。上述关系构成软件系统架构的主要元素，在此基础上展开各个模块的内部设计。目前较为常用和相对程序的软件架构模式有线性架构（Linear Architecture）、分层架构（Layered Architecture）、容器类架构（Container Architecture）、客户服务器架构（Client/Server Architecture）、管道和过滤器架构（Pipeline/Filter Architecture）等类型。确立科学合理的软件架构的优点是能够使开发者相对独立地集中处理不同软件单元的内部详细设计，根据接口层次上的功能要求较为独立地确定内部数据结构和算法。同时，合理的架构体系使得不同软件单元的内部实现相互隐藏，有益于对大型软件系统的升级与维护。软件编程与实现阶段将软件详细设计转换为可执行的程序代码。该阶段的主要工具是算法语言和编译环境。目前主流的编译环境如Visual Studio、Eclipse等都集成了一定程度的软件工程开发工具，例如部分的设计建模工具、接口说明脚本和部分代码的自动生成能力。考虑到大型软件系统通常具有多种组成部分，如应用服务器程序和数据库程序，不同的部分适合于不同类型的程序实现，因此主流编程工具通常支持有效地混合语言编程开发，例如C#或Java程序与Web脚本程序以及关系数据表运算的SQL程序的混合调用与集成开发。软件测试是系统开发过程能否达到交付要求和开发目标的重要保障，该阶段基于目标明确的测试任务与计划，对软件特性进行逐项测试和验证。软件工程领域这对测试阶段建立了丰富的测试模型、测试和分析以及测试结果的评价方法。较为成熟的软件测试模式针对软件程序进行一系列的测试检验，从不同的层次和角度验证软件程序具有所计划中的目标特性。目前常用的测试类型有软件单元测试、组件测试和模块测试，需求规范所进行的情景测试，针对性能及可靠性所进行的性能测试与负载测试等。同时，目前在实践层次上也涌现出较为丰富的测试工具，以支持开发者进行高效的测试管理。为适应对大型软件开发项目都有效管理，同时结合在其他工业领域发展起来的全面质量控制（TQC）的理论与成果，软件测试也逐步发展为不仅局限于特定阶段、而是面向完整的软件开发过程的质量管理方法。软件质量（Software Quality）管理的基本观点，是从系统开发全局的范围考虑和把握软件的质量因素，并将控制软件质量的任务分配到开发过程全周期的各个阶段，结合每个阶段的工作内容进行管理。这样的全面质量模式对复杂软件具有很大的优势，因为复杂软件的质量因素与可靠性因素数量较多、相互之间的关联关系复杂，开发者如果不从项目开始就进行全局性的分析和管理规划，仅仅依赖于在测试阶段的软件功能验证，不能够发现足够多的问题，同时对所发现的软件故障进行修改，通常需要变成需求分析、软件设计以及编程方案，成本高、周期长，是导致软件项目的成本超支和时间延期的主要风险因素。因此，从更为全面的质量保障与可靠性控制的角度实施软件的质量管理，是软件测试领域的重要发展趋势。在如何组织上述开发阶段和任务方面，除了瀑布开发过程模式，在软件开发领域还应用的其他模式有增量式开发模式；快速原型开发模式；螺旋渐进开发模式；面向软件复用的开发模式。目前能够集成各类开发模式优点，同时又具有较高灵活性的软件开发模式是以面向对象和软件复用为基础的Rational统一开发模式（UDP：Universal Development Process）。该方法的基本原则是以需求分析为动因进行软件项目管理的控制与决策，以软件架构为核心进行软件开发的技术和资源的组织，同时以循序渐进的原则对各个阶段和人物进行管理。该方法在九十年代问世以来经过不断的发展改进，在理论和实践上缺的越来越丰富的成果，对各种类型的软件开发都产生了积极的影响。综上所述，目前软件工程在理论和实践两方面都对复杂软件的开发起到重要的推动作用，不仅具有重要的理论发展，而且在实践领域也取得丰富的成果，同时结合这些成果的经验建立了很多有力的支持工具。为了准确表达软件开发在各个阶段需要解决的问题，以及准确沟通不同阶段开发者的工作，软件工程领域发展了一组形式化的模型，以便支持软件项目开发者对开发目标、软件特性和功能需求的有效管理。目前用于软件开发的模型较为丰富，涵盖从需求分析到软件运行维护各种任务，其中主要的软件模型有用例模型、架构模型、状态机模型、接口定义模型、类图模型、时序图模型、协同图模型、部署图模型等类型。每种软件模型具有相应的元素及元素之间的关系。例如用例图模型（use case）的基本元素是用户与功能，两者之间的关系是用户的输入和功能特性的输出。用例图模型描述用户角色以及如何与软件的特定功能进行交互，同时描述较为复杂的用例集合之间的包含关系和扩展关系。软件的架构模型、接口模型、类图模型、部署图模型从静态的角度表达软件系统的构成方式和基本组成元素如类、对象、系统模块之间的调用关系和内部元素构成，而状态机模型、时序图模型和对象协同模型从动态的角度表达软件单元的状态变化及其之间的相互作用的规则。以状态图模型为例，该模型的基本元素是软件单元的内部状态和外部消息或事件，状态图模型表达外部事件如何触发特定的状态转移过程，同时特定的状态如何触发特定的消息。时序图模型的基本元素是软件系统中的进程或线程，该模型描述不同进程之间交换消息和任务调用的规则。通过上述多种模型，软件系统的整体架构和内部单元的运行方式得到整体一致的描述与表达，有利于对复杂软件的开发进行任务分配、测试验证和管理维护。软件开发建模的基本概念与面向对象方法（Object-oriented Methodology）具有密切关联。面向对象方法通过将软件系统抽象为对象的集合，将软件系统的动态运行过程表达为对象之间的相互作用，同时运用对象的信息隐藏与接口涵义重载的原则将对象的内部实现的操作性涵义和外部访问存取的说明性涵义相互隔离，最大程度地保证了软件设计与实现方案的相对独立性，有利于软件重用。软件重用技术是对大型软件系统的稳定性的重要保障，目前已经从传统的源代码重用（如类的继承关系）发展到可执行单元层次的重用，例如J2EE技术框架的EJB、微软公司.NET架构的ActiveX组件等，都是目前软件组件重用的主流技术。目前在软件开发技术层次上应用面向对象方法已经较为成熟。在理论上，面向对象方法从早期的面向对象编程（OOP）发展到面向对象分析（OOA）、面向对象设计（OOD）和面向对象测试（OOT）等层次。在实践上，无论在大型事务性软件、Web应用软件还是工业领域的控制类软件，面向对象开发方法都取得了重要的应用成果。由于应用软件开发具有很强的实践性，因此开发者除了需要分析与解决技术性因素之外，还需要考虑大量的工程性因素如计划进度控制、项目风险、软件质量和成本控制。目前软件工程领域对此也发展出了相应的方法与工具。软件开发主要采用项目管理模式，软件工程领域结合大型项目管理的理论和方法构建有效的计划管理、风险管理、资源调度和质量管理方法。例如，附在软件在项目的需求分析阶段完成的同时，还需要对功能特性的复杂程度、技术风险因素和开发资源的需求进行评估，建立合理可行的开发进度计划。在该阶段能够应用的有效工具有基于网络图的计划分析和基于时间控制目标的关键路径分析，以确定系统开发的资源能够以合理的成本和风险进行管理。在质量管理方面，软件工程领域也广泛借鉴在工业领域发展起来的全面质量管理理论和方法，同时基于反映软件开发项目特定质量因素及其关系的软件可靠性模型，对复杂软件系统的预期质量目标、实际质量水平和需要投入的开发资源进行分析评估，以定量地确定实现软件质量目标所需要的开发资源和成本。通过这些方法，使复杂应用软件的质量比传统开发方法有了显著的改进，同时使软件项目的风险、时间与成本因素更加可控。目前在大型分布式应用软件开发领域，J2EE和.NET是主要的技术框架和业界标准，为分布式软件的开发提供较为充分的技术资源、可重用的软件中间件和灵活可靠的编程模型。J2EE的基本编程语言是Java语言，同时具有与其他程序语言的集成能力，如混合调用面向Web的脚本语言和数据库平台的SQL语言程序。Java语言提供完整的算法语言机制，通过面向对象编程模型和多线程模型实现附在程序的模块化和并发特性，是目前先进和成熟的程序语言之一。Java语言的基本编程模型具有丰富的数据类型、计算和逻辑控制机制，继承了主流算法语言的重要特性。该语言最重要特点是面向对象特性，程序的主要元素有各类对象组成，程序对算法和逻辑控制流程的实现也主要表现为对象的访问存取和调用。在Java程序中，重要的数据类型除了实数、整数等基本元素之外，主要的内置对象有字符串、输入/输出流、文件、线程、异常事件等类型。所有对象都具有特定的接口函数和调用语义，同时根据继承关系进行接口处理含义的重载。例如输入输出流对象提供基础性的字符串输入/输出处理功能、字节流输入输出处理功能、面向网络分组的输入输出处理和端到端通信功能。在此基础上，开发者可以通过自动以的类来进一步扩展输入输出对象的能力，例如实现具有流媒体控制能力的多媒体播放单元等逻辑设备对象。针对更复杂的应用，Java语言具有自定义类和对象实例化的能力。开发者将数据和相应的处理算法封装在class数据结构内，该数据结构仅通过特定的接口函数接受外部的访问，而外部访问调用的结果完全基于被调用对象的内部算法获取特定的输出，在此基础上形成对象之间相互作用的机制。Java对象之间支持继承关系。继承关系是单向关系，继承类不仅直接具有父类对象的全部属性而且允许对付类对象的函数接口的内部计算进行替换，通过这种方法在程序中建立功能丰富同时在逻辑含义上一致的对象集合。每个Java对象关联一个或者一组接口（interface）。接口是Java语言中的特殊类型的对象，每个接口包含一组自定义的函数和参数，但不负责具体函数的实现。与特定接口相关联的对象负责实现该接口上的全部函数。因此，相同的接口当与不同的对象相关联时，可以具有不同的内部实现算法，例如字节流的输入输出接口在普通文件对象上的存取函数实现为对磁盘文件的访问，在XML对象上实现为对编码页面文件的解码，在多媒体的音频和视频文件对象上实现为对媒体编码序列的解压缩译码，在网络端口上则实现为基于因特网协议的数据发送和接受处理。通过该方法，Java程序能够实现高层的算法抽象，因而特别有利于复杂软件的编程实现与维护。Java语言的编程模型具有通过多线程实现的并发处理特性。每个线程对象具有标准化的线程调度和控制接口，线程对象通过具体的编程实现各个接口函数实现线程任务处理的具体要求。由于线程对象通过约定的接口规范被运行环境所调用，因此基于线程的多任务运行具有一致的语义和规则，保证Java多线程进程的运行在任何环境下具有相同的含义和结果。同时，标准化的多线程接口及重载机制能够将程序开发者从线程管理任务中解脱出来，集中精力于线程所实现的内部算法，因而提高了编程开发的效率和程序的可靠性。Java程序的另一项重要优点是具有跨平台运行能力。Java程序具体基于虚拟机机制实现跨平台运行能力。虚拟机为Java程序提供运行环境，使Java程序的源文件中间代码按照该环境当前所基于的硬件处理器指令集合进行在线编译和调度，将环境底层的运行调度正确反映高层程序的算法和处理逻辑。通过虚拟机环境，显著简化了Java程序的移植工作，提高了程序部署的效率。J2EE在Java编程模型的基础上构建分布式系统的编程模型，除了保留Java程序的全部特性和优点之外，基于远程调用机制（RMI）实现基于中间件的分布式软件框架。远程调用机制通过端到端的网络协议实现对象对远程对象接口方法的访问存取，通过运行环境对调用方和被调用方的正确调度保证在程序层次上具有与本地调用完全相同的语义。由于Java程序的基本组成是软件对象及其访问调用，因此远程调用为分布式Java程序的实践建立了基础。在远程调用的基础上，J2EE通过提供一组中间件提供对分布式软件的公共服务资源。这些中间件都是作为独立的Java可重用的二进制组件即各类EJB对象来实现，分布式应用程序通过访问中间件实现远程数据访问和存取，在逻辑上构成完整的分布式软件系统。J2EE软件技术框架为分布式应用软件编程所提供的公共中间件有以下类型：分布式文件存取中间件；目录服务和命名对象访问的中间件；基于消息驱动和异步处理的中间件；事务处理中间件；数据库访问中间件；数据安全和身份认证类中间件。由于J2EE编程框架的优点，在主流应用软件的开发中获得广泛支持和应用。开发者在应用现有技术资源的同时，通过实践不断丰富开发框架，特别是可重用的软件组件方面，不断进行完善和扩展，例如Hibernate与Struts等，从而大大扩展了J2EE框架的开发复杂应用的能力。目前基于Java开发的应用程序从嵌入式数字仪器的信号处理程序、控制程序到大型事务系统的管理平台、工业控制软件等，积累了丰富的应用成果。随着因特网应用的广泛，Java/J2EE在很大程度上集成了对Web开发的支持，相应的软件资源能够高效实现众多类型的Web应用编程。同时，重要的分布式软件开发标准如Web Service也都以Java作为重要的实现手段，以使之具有广泛的应用。Java程序对数据库平台的灵活和高效的访问能力也是该技术具有广泛应用的重要因素。不仅如此，考虑到Java程序的广泛性和跨平台运行特性，重要的数据库平台如Oracle、SQL Server等在其内部SQL运行环境也集成了对Java程序的调用能力。通过上述方法，使计算密集型和数据密集型的处理能够更可靠和高效地实现与集成。企业管理信息化需要以大量的数据为基础，为此数据库技术在这类应用系统中具有重要作用。目前企业数据库软件已经成为大型分布式应用系统不可缺少的组成部分，在重要的应用系统中作为后台数据管理平台提供对信息的集中存储和处理功能。在多层软件架构中，通常数据库是作为在基础层次上的支撑组件，对前端和中间服务器的计算提供数据检索和事务处理的支持。例如在典型的Web应用中，在电子商务平台以及生产管理系统中，数据库服务器直接处理大量的基础数据，对数据进行高效检索和统计计算是数据库的基本功能之一。先进的大型企业数据库以关系数据模型作为基本的通用数据模型来表达信息实体，同时结合其他更为灵活的数据模型对特殊信息实体进行建模。这类特殊的信息实体的类型主要有：多媒体类型的信息；二维、三维空间信息以及多维抽象特征空间中的信息；工程信息，特别是在计算机辅助设计系统中的产品构件信息和工艺信息等。面向上述特殊类型的信息实体，大型的数据库平台应用面向对象方式对信息进行建模和存取。信息对象包装一组内部的属性和访问存取方法，对外部表现出确定的说明性语义，在内部则相接口语义转换为特定的算法过程来加以实现。结合多媒体应用的需求，大型企业数据库还支持XML等类型的嵌套式信息模型。面向企业应用的数据库平台不仅支持基础性的数据管理，而且实现以事务为单元的计算处理机制。数据库平台上的事务是一项计算任务的基本单元，具有原子性、一致性、完整性和持久性的特点。每项事务的处理效果要么是完整地完成计算、要么是没有进行任何处理。很多领域的应用如金融领域和关键性的工业控制领域都需要实现这种类型的事务处理特性。通过事务处理特性，数据库平台不仅能够完成有效的数据管理，而且能够作为一个独立的软件运行环境基于所管理的数据完成高度可靠的事务处理任务。目前的主流数据库平台在架构上都采用客户服务器模式，支持构建分布式应用软件。在大型的信息系统中甚至可能需要部署多个数据库平台，这些数据库进程通过数据复制机制实现远程分布站点上的数据同步。在面向用户方面，主流数据库普遍具有在线数据分析（OLAP）的能力，支持多维数据模型的可视化建模和分析。多维数据模型按照用户指派的变量及其关系生成计算，为用户以可视化的方式展示数据变量所蕴含的关系。该特性在决策支持功能中具有重要的实用价值。主流数据库软件还提供数据编程机制，通过用户的自定义例程来完成数据的特殊处理任务。目前最广泛运用的是基于关系数据模型的编程语言SQL。该语言以数据表为基本对象，通过带任意条件的关系运算语句来实现对关系数据表中的元组的插入（INSERT）、删除（DELETE）、元组数值更新（UPDATE）和检索（SELECT）。以此为基础，当前的主流数据库还针对上述的特殊信息实体的处理要求，如针对XML符合文档对象、多维空间信息对象等对SQL的数据类型和运算处理机制进行扩展，以适应管理复杂信息实体的要求。目前主流的通用数据库平台有Oracle、微软公司的SQL Server、IBM的DB2以及Informix等。大型数据库不仅具有高性能的数据处理内核，而且具有灵活的管理、部署和优化工具，同时支持从外部程序如C++、C#和Java程序对数据库进行高效的访问。为此开发了标准组件完成该类访问，如JDBC、ADO和OLE DB的那个都是具有外部访问接口功能的标准组件。某些该性能的数据库如Oracle和DB2等能够在内部直接运行Java程序，使得数据密集型的处理和复杂的计算能够无缝集成，有力地提高了大型企业应用软件的开发和编程效率。综上所述，Java/J2EE是目前成熟、可靠的分布式应用软件开发的技术框架之一，为主流应用程序的开发提供了稳定、实用的中间件资源和编程模型，同时也提供了丰富的开发工具支持。大型数据库的最新发展，除了提升数据处理的规模和性能之外，不断提升智能化水平也是发展趋势的重要方面。基于目前的理论成果结合数据挖掘技术、人工智能技术和计算机仿真技术，在数据库基础上构建企业数据仓库、商业智能支持和面向复杂决策的决策分析与支持平台，是应用企业数据库的重要方向，在这方面发达国家取得了很多值得借鉴的应用成果。综上所述，企业数据库技术是开发企业应用软件的重要组成部分，在发展企业应用软件方面具有越来越重要的应用价值。

# 6 系统测试

## 6.1 测试方法

测试环节是软件开发项目的重要组成部分，具体针对该社会经济综合发展信息综合管理系统开发项目的软件测试分两个方面进行。

第一方面的测试工作针对该软件系统的需求分析所确定的各种功能要求，以此为基准测试软件的具体实现是否准确，即在信息的输入/输出层面上是否符合需求报告的界定的用例要求，例如该软件在用户输入所规定的信息和条件下，其信息输出内容与形式完全符合需求分析报告的全部要求，同时在不正确的输入下具备稳定性。

第二方面的测试工作着重于软件整体的内部完整性和软件项目开发的规范性，具体针对该系统内部各项信息、本区社会经济综合信息指标属性及参数的维护、对每项社会经济指标的计算算法、对计算输出结果的评估是否准确满足软件的设计要求，具体方法为：

（1）对软件模块或对象的分类的合理性进行审核。

（2）基于算法的逻辑对程序的正确性和可靠性进行审核，例如在程序对异常条件的处理方式、敏感数据的必要保护等方面。

在此基础上，具体加载样本数据测试该软件的整体运行结果并进行数据计算指标的对比分析。

以该软件的产经指标分析和综合评估功能的测试为例。由于该功能面向较为复杂和多样的本区社会经济数据样本，因此对程序的验证不仅要求计算正确，同时还需要验证该类程序对关键性的中间变量、临时数据的管理等方面完全正确。

按照以上方法，以产经指标分析评价处理模块为例，在测试中需要检验的中间变量及测试要求如表6.1所示。

软件开发团队基于以上方法，按照以下步骤处理每项测试任务：

（1）识别该软件程序实现中的编程错误或故障。

（2） 测试工程师对所出现的每项故障的条件、环境变量和具体状态进行详细记录，确定故障事件。

（3）程序员进行程序修正，被修正的程序需要提交审核同时在程序测试中完全消除故障。

（4）经过修正的程序重新结束专业测试小组的模块测试和集成测试，确认故障完全消除。

表6.1 以产经指标分析评价模块为例的关键测试变量

Tab. 6.1 Critical Testing Variables for Indicators Evaluation Module as an Example

|  |  |
| --- | --- |
| 关键变量 | 测试要求 |
| 行业分布的收益增长率类指标 | 与数据样本时间变化一致 |
| 劳动力类指标 | 与导入数据一致 |
| 行业分布的能源消耗类指标 | 与能源类统计数据一致 |
| 行业分布的企业信贷类指标 | 与金融类统计数据一致 |
| 综合评估指数 | 均方误差低于统计阈值 |
| 相对权重 | 与所属指标组一致 |
| 指标权重 | 不变 |

## 6.2 测试结果

基于上述的测试方法和步骤，按照测试项目划分的系统功能测试结果如表6.2所示。

表6.2 按测试项目划分的系统测试结果

Tab. 6.2 Test Conclusions According to System Functions

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 所属模块 | 测试项目 | 测试结果 |
| 产经动态信息  指标计算 | （1）产经指标创建和属性维护 | 通过 |
| （2）指标数组审核 | 通过 |
| （3）数据转储处理 | 通过 |
|  | （1）产经资源类信息维护与统计 | 通过 |
| 分项数据汇总  统计处理 | （2）产值和利润类信息维护及统计  （3）人才类信息维护及统计 | 通过 |
|  | （4）科技创新类信息维护及统计 | 通过 |
|  | （5）企业融资类信息维护与统计 | 通过 |
|  | （6）创业服务类信息维护与统计 | 通过 |
|  | （1）定性类评估 | 通过 |
| 政策实效评价  模型管理 | （2）定量类评估： | 通过 |
| 产业发展指标评估、科技研发支持类指标评估、教育及再培训类指标评估、科技贡献度评估分析 | 通过 |
| （1）指标分组测算评估 | 通过 |
| 产经指标仿真  测算管理 | （2）综合指数计算 | 通过 |
| （3）同类区域对比排序处理 | 通过 |
| （4）参数管理 | 通过 |

表6.2 按测试项目划分的系统测试结果(续)

Tab. 6.2 Test Conclusions According to System Functions(Continued)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 所属模块 | 测试项目 | 测试结果 |
|  | （1）输入变量管理 | 通过 |
| 决策分析模型管理 | （2）预期发展指数测算 | 通过 |
|  | （3）多方案排序 | 通过 |
|  | （4）视图显示 | 通过 |
|  | （5）数据转储 | 通过 |

除上述与该系统有关的测试项目之外，还需要完成通用性测试，这些项目包括：

（1）基于用户角色及权限的安全性测试

（2）基于系统负载的性能测试

（3）针对输出信息的报表生成功能测试

对这些测试不在此进行详述。

目前该软件已经完成小规模样本数据下的试运行，修正了所发现的故障，初步达到了系统开发目标，下阶段将在实际样本数据基础上进行更全面的上线试运行测试。

# 结 论

本文论述松江区社会经济信息管理系统的开发，以软件工程的概念和方法为基础较为详细地讨论了该软件的需求分析、设计和实现。该系统面向产业创新为指导战略实施新型的城市经济规划与管理，以发展具有地方特色的产业及企业的经营和科技创新为主要动力进行协调发展。针对该战略的管理和实施建设能够为领导层提供有效信息和决策辅助功能的信息化的管理工具，该区政府立项开发该信息系统。

该平台的开发建设主要考虑以下目标。首先是信息的完整性和及时性，通过该平台将政府相关的职能部门如工商、科技、民政、环保等部门的统计数据及时实现全局共享，使城市的社会经济管理决策能够基于及时、有效和准确的本区社会经济基础信息。第二是实现有效的本区社会经济信息的动态管理，该类管理功能着重于本区产经信息的动态管理功能，针对社会经济发展状况进行短期和长期的状况分析和趋势分析，为评估具体的产业发展政策提供具有科学性的辅助工具。第三是针对本区的社会经济政策的实施效果进行评价分析，该类功能主要面向过去一段特定时期的产经政策状况、预期相关因素的实际作用范围和程度通过科学定量的方法和部分经验模型进行评估，包括与本区过去发展状况和同类城市的同期发展状况进行纵向与横向分析，以确定具体政策的实际效果和在未来时期内进行合理的管理改进的具体方向。第四是面向相对长期的未来发展，为城市制定未来的产业发展规划提供决策分析辅助，包括基于本区的社会经济发展现状生成合理范围的发展指标，以及对不同的发展规划方案和配套政策的预期效果进行定量或半定量的分析和仿真测算，以辅助领导层选择相对优化的实施方案。

该软件的概要设计方案在整体上采用客户服务器架构模式，客户端主要实现功能导航、用户交互和各种类型社会经济管理主题的视图管理。视图随意来的基础数据计算在系统内部通过基本指标程序或测算模型完成，客户端调用视图生成程序进行显示和变换处理。

在中间应用层上，该系统的软件由两个子层组成，分别实现社会经济的发展分析和评价，即面向当前政策实效的定量分析评估功能，以及社会经济规划决策支持的分析和方案优选处理。产经发展分析与评价功能层包含四个子模块，分别完成反映社会经济动态信息的指标计算、管理部门基础数据的分项统计汇总、针对产经政策实效性的评价模型管理和综合信息查询管理。这些模型基于指标计算为核心。该系统的指标计算模块处理所访问的基础信息系统是在数据库平台上实现的整体数据管理层，为各个分项主题指标的计算处理提供共享数据，具体包括基本产业信息、本区人口和劳动力数据、企业基础信息、行业收益、科技创新和基础设施建设项目等信息。

该软件的决策辅助功能层具体有产值仿真测算模块和决策分析模块，完成决策支持所需要的数据计算和优化功能。在该层次上实现一组用以指标仿真计算和社会经济发展规划决策分析的数值模型，以对象的形式进行管理和调用，对经济发展类指标、科技贡献度指标分析的参数优化函数和针对本区行业经济收益测算模型的市场变量及其数值计算。

该系统基于Java和SQL Server数据库平台编程实现，初步的试运行表明该系统对提升政府的经济管理能力切实起到了积极的支持作用，初步达到了该系统的开发目的。

# 参 考 文 献

[1]Munkery J. 企业应用软件开发实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

[2]周岚. 软件开发项目管理[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.

[3]S.Backman. UML理论与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

[4]A.迈克奈尔. 快速软件开发：方法、工具和应用指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.

[5]M.默奇. 软件工程：基于UML模型的开发过程[M]. 南京: 东南大学出版社, 2012.

[6]成浩. 软件工程理论与实践[M], 北京: 国防工业出版社, 2011.

[7]温思涛. 软件工程最佳实践[M], 北京: 电子工业出版社, 2010.

[8]冯永仁. 基于组件重用技术的软件架构与构建[M]. 武汉: 湖北科技出版集团, 2013.

[9]Hallington N. Component based Software Engineering[M]. New York: Prentice-Hall Inc, 2010.

[10]庞新华. 基于构件重用的软件构建技术与标准[J]. 计算机应用与软件, 2012, 29(1): 56-61.

[11]高悦. 面向组件重用的软件工程方法[J]. 武汉理工大学学报, 2008, 38(1): 67-71.

[12]邝武彬. 在线事务处理系统开发与管理教程[M]. 济南: 山东教育出版社, 2014.

[13]樊胜. J2EE与.NET比较及基于Web系统的开发技术[J]. 计算机科学, 2009, 36(6): 822-827.

[14] Zielers J-P. OLAP Component Applications in Business Management based on .NET Platform[J]. Trends in Business Intelligence, Berlin: Springer- Verlag,2010, 52(9): 960-964.

[15]Fitz A. An Introduction to Unified Software Development Process[M]. New York: Prentice-Hall Inc, 2009.

[16]梁思源. 面向异构数据库的混合模式数据转换[J]. 信息与控制, 2010, 39(6): 912-921.

[17]高闵. 基于多数据源融合的数据仓库构建[J]. 小型微型计算机系统, 2010, 31(1): 37-41.

[18]曹亮. 大型实时数据库系统技术及应用[J]. 计算机科学, 2010, 37(2): 32-37.

[19]林雯荪. 软件架构比较分析[J]. 计算机科学, 2011, 38(3):323-325.

[20]付喜春. 面向混合架构工作流管理的算法及在线调度机制[J]. 计算机应用与软件, 2010, 27(1): 35-38.

[21]贺文晖. 分布式系统组件技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.

[22]宋梓. 分布式中间件集成框架技术进展[J]. 小型微型计算机系统, 2011, 32(2): 226-228.

[23]刘瑜, 陈铁英. 面向Web的企业信息系统开发指南[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.

[24]Gamma T. Software Design Patterns[M]. Addison-Wesley, 2011.

[25]Freeman S. 软件工程支持环境[M]. 北京：国防工业出版社，2013.

[26]李秀峰. 面向风险控制的软件工程项目管理技术[J]. 中南工业大学学报,2012,36(2):176-180.

[27]Schwartz D. 软件质量管理[M]. 南京：南京大学出版社，2010.

## 致 谢

本次论文从选题到完成，每一步都是在导师的耐心指导下走出的，倾注了导师大量的心血。导师知识渊博、治学严谨、工作精益求精，教书育人诲人不倦、师德高尚，学者风范对学生影响深远。不仅使本人树立了学习目标，还初步掌握了有价值的研究方法。在此，谨向导师表示崇高的敬意和衷心的感谢！

在写论文的过程中，老师、同学给我慷慨、热情的帮助，在这里请接受我诚挚的谢意！在此我向大连理工大学2013电子商务班的所有老师和同学表示衷心的感谢，谢谢你们在三年里的帮助和教诲！

# 大连理工大学学位论文版权使用授权书

本人完全了解学校有关学位论文知识产权的规定，在校攻读学位期间论文工作的知识产权属于大连理工大学，允许论文被查阅和借阅。学校有权保留论文并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印、或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

学位论文题目： 松江区社会经济综合发展信息系统设计与实现

作 者 签 名 ： 日期： 年 月 日

导 师 签 名 ： 日期： 年 月 日