



普通高等教育
软件工程

“十二五”规划教材



工业和信息化普通高等教育
“十二五”规划教材

12th Five-Year Plan Textbooks
of Software Engineering

系统分析与设计

李爱萍 ◎ 主编

孟东霞 雷红 杨崇艳 ◎ 副主编

*Systems Analysis
and Design*



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



普通高等教育
软件工程

“十二五”规划教材



工

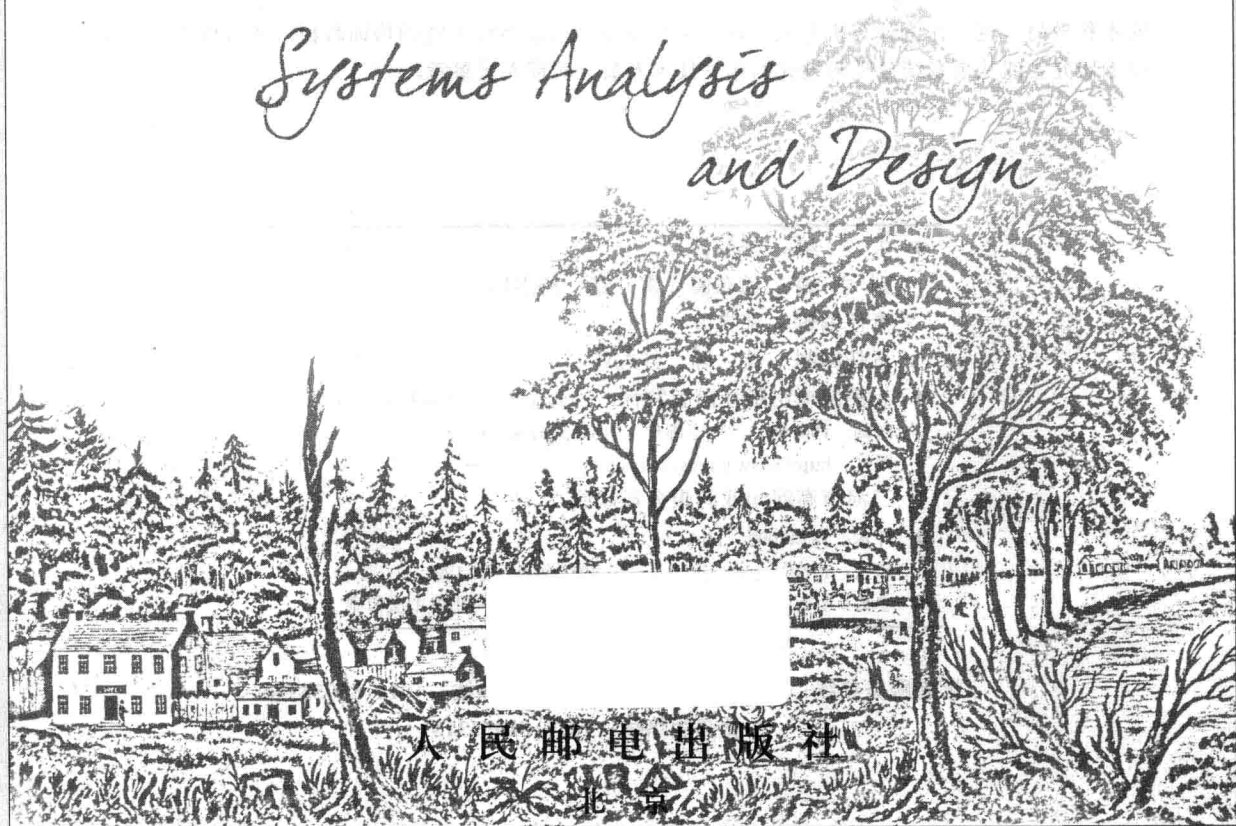
12th Five-Year Plan Textbooks
of Software Engineering

系统分析与设计

李爱萍 ◎ 主编

孟东霞 雷红 杨崇艳 ◎ 副主编

*Systems Analysis
and Design*



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

系统分析与设计 / 李爱萍主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2015.8
普通高等教育软件工程“十二五”规划教材
ISBN 978-7-115-39600-6

I. ①系… II. ①李… III. ①信息系统—系统分析—高等学校—教材②信息系统—系统设计—高等学校—教材
IV. ①G202

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第160953号

内 容 提 要

本书是一本介绍系统分析与设计的原理、方法、技术、工具和应用的教科书,重点讨论系统开发生存周期中的分析和设计阶段的活动。全书共10章,分4个部分全面介绍系统分析与设计涉及的相关概念、建模和设计的方法与技术、系统构造及实施、应用案例等内容。第1部分(第1章)从信息系统的设计模型、应用环境开始,介绍系统分析与设计的定义、过程与流行的技术方法;第2部分(第2~8章)是本书的重点内容,其中第2~4章分别从静态、动态和数据的角度讨论建模的方法和技术,第5~8章则分别从系统整体架构设计、类和包设计、人机界面设计及数据模式设计的角度讨论系统设计的方法和技术;第3部分(第9章)给出系统生存周期中,设计阶段的后续衔接阶段内容,介绍系统的构造、实施以及运行和支持阶段的主要工作;第4部分(第10章)以一个简化的教学管理系统作为示例,介绍本书前面章节的原则和技术在软件项目的分析设计过程中的应用。每章后附有小结和习题,并配有免费电子课件。

本书可作为软件工程、信息管理与信息系统、计算机科学与技术等专业“系统分析与设计”课程的本科教材,也可作为计算机专业、软件工程专业、信息系统专业的培训教材,还可以供相关领域硕士研究生或从事系统分析与设计的相关技术人员、管理人员参考。

-
- ◆ 主 编 李爱萍
副 主 编 孟东霞 雷 红 杨崇艳
责任编辑 邹文波
责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.25 2015年8月第1版
字数: 450千字 2015年8月河北第1次印刷
-

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

自1968年第一届NATO会议上首次提出“软件工程”的概念至今,软件工程得到了很大发展。2011年2月,我国国务院学位委员会新修订学科目录中将软件工程(学科代码为0835)增设为一级学科,进一步促进了软件工程的发展。

软件工程强调软件开发过程应该遵循生存周期阶段模型理论,即软件计划、软件开发和软件运行3个时期。面向过程的软件工程将生存周期细化为问题定义、可行性研究、需求分析、总体设计、详细设计、编码、测试和运行维护等过程。面向对象的软件工程则将软件生存周期分为面向对象分析、面向对象设计与面向对象实现3个阶段。系统分析与设计主要关注软件工程生存周期阶段中的分析与设计阶段。

本书按照面向对象软件工程的生存周期阶段模型展开,详细阐述面向对象软件工程中的面向对象分析与设计环节,对应介绍面向过程软件工程生存周期中的需求分析、总体设计和详细设计阶段,并提供与生存周期过程其他阶段的有效衔接。同时给出对应的案例指导,比较全面地反映了系统分析与设计的全貌。

全书共10章,按生存周期阶段的专题安排,便于组织教学。

第1章是系统分析与设计概述,介绍系统及信息系统的基本概念、特性,从信息系统的设计模型、应用环境讲起,依据基本概念、原理和发展趋势的思路,分别介绍了系统分析与设计的定义、过程与流行的技术方法,从战略的观点研讨信息系统持续发展的阶段理论,概要地描述信息系统开发的全过程。第2~3章分别从静态和动态建模的角度,讲述系统分析过程中建模的具体方法和步骤。第4章专门介绍数据建模的分类、实现方法和步骤。系统分析阶段确定了新系统的逻辑模型、功能要求等内容,系统设计阶段就需要在用户提供的环境条件下,设计出一个能够方便实施的方案。第5章讲述系统架构的设计,给出当前非常流行的系统架构设计步骤和案例。第6章介绍对象模型的设计,该阶段是对前述的分析和设计工作的精雕细琢,是设计者根据系统设计时所选取的策略对分析阶段建立的对象模型进行精化、完善及优化的过程。第7章介绍人机界面设计的原则、方法和步骤。第8章介绍第4章数据建模结果对应的数据设计。第9章简单介绍系统分析与设计的后续阶段,即系统的构造与实施。第10章通过一个教学管理系统的分析与设计过程,给出前面各章内容的综合应用。全书以UML为系统分析与设计的主线,指导和贯穿各章内容。

本书由太原理工大学软件学院长期从事“软件工程”“系统分析与设计”课程教学和科研的一线教师编写。在前导课程“软件工程”教学基础上,详细阐述系统分析与设计的原则、方法和步骤。本书共10章,其中第1、3章由孟东霞编写,第2、6章由雷红编写,第4、8章由杨崇艳编写,第5章由李爱萍编写,第7章由宋春花编写,第9章由段利国编写,第10章由杨丽凤编写。李爱萍同志负责全书架构的设计和统稿。

本书编写过程中参考了国内外有关软件工程及系统分析与设计的专著、教材和论文,详见书后所附的主要参考文献。在此,向所有作者一并表示谢意。

本书的参考学时为48~64学时,建议采用理论实践一体化教学模式,各章的参考学时(包括实践)见下面的学时分配表。

学时分配表

章	课 程 内 容	学 时
第 1 章	介绍系统分析与设计的定义、过程与流行的技术方法,从战略的观点研讨信息系统持续发展的阶段理论,概要地描述信息系统开发的全过程	6~8
第 2 章	介绍如何运用面向对象分析方法,使用 UML 语言构建系统的静态分析模型	6~8
第 3 章	从系统对象动态活动的角度,对系统分析的各构件组成及对象动态行为模型进行详细介绍	6~8
第 4 章	针对系统中的数据建模进行专门分析	4~6
第 5 章	介绍关于系统设计阶段的主体内容及注意事项,重点介绍架构设计	9~10
第 6 章	结合对象模型的设计原则和方法,介绍类设计和包设计	4~6
第 7 章	对人机界面的定义、发展历史、设计原则、评价及展望等进行综合介绍	3~4
第 8 章	对数据模式的设计进行详细阐述	4~6
第 9 章	介绍系统的构造、实施以及运行和支持阶段的主要工作	2~3
第 10 章	以一个简化教学管理系统作为示例,简要说明软件项目的分析与设计过程	4~5
学时总计		48~64

由于近年来软件工程、系统分析与设计及相关领域发展迅速,加之编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者提出宝贵意见和建议。

编 者
2015 年 5 月

目 录

第 1 章 系统分析与设计概述.....1

1.1 系统的概念和特性1

1.1.1 系统概念及特性 1

1.1.2 系统分类与环境 2

1.2 系统模型的概念和类型4

1.2.1 系统模型的概念 4

1.2.2 系统模型的类型 5

1.3 系统关联人员5

1.3.1 系统所有者 6

1.3.2 系统用户 6

1.3.3 系统分析设计人员 6

1.3.4 系统外部服务者 7

1.3.5 项目经理 7

1.4 系统发展的阶段理论7

1.4.1 诺兰的阶段模型 8

1.4.2 西诺特模型 9

1.4.3 米切模型 9

1.5 系统分析与问题领域10

1.5.1 系统分析过程11

1.5.2 信息领域 12

1.5.3 建模和模拟 13

1.6 系统开发与项目管理14

1.6.1 系统开发生存周期 14

1.6.2 系统开发方法论 16

1.6.3 团队合作与管理 22

1.7 系统分析与设计工具27

1.7.1 CASE 工具的发展 27

1.7.2 支持系统开发的 CASE 工具 27

1.7.3 统一建模语言 UML 27

本章小结29

本章习题29

第 2 章 系统静态分析建模.....31

2.1 系统分析概念及其常用方法31

2.1.1 什么是系统分析 31

2.1.2 模型驱动分析方法32

2.1.3 加速系统分析法32

2.1.4 需求获取法33

2.1.5 业务过程重构法34

2.2 系统模型的创建34

2.2.1 对象模型34

2.2.2 功能模型35

2.2.3 动态模型35

2.3 对象和类的分析35

2.3.1 类图、对象图概述35

2.3.2 类图元素38

2.3.3 分析阶段类图的构建45

2.3.4 在线销售系统类图分析示例47

2.4 用例分析51

2.4.1 用例元素的确定51

2.4.2 分析阶段用例图的建造56

2.4.3 在线销售系统用例分析示例58

2.5 包图60

2.5.1 包图及其模型元素60

2.5.2 包图建模及在线销售系统 包图分析示例62

2.6 构件图与部署图63

2.6.1 构件图及其模型元素63

2.6.2 构件图建模及示例66

2.6.3 部署图及其模型元素67

2.6.4 部署图建模及其应用68

2.6.5 在线销售系统部署图建模 分析示例70

本章小结71

本章习题71

第 3 章 系统动态分析建模73

3.1 活动和状态分析73

3.1.1 活动和状态的确定73

3.1.2 活动和状态图的建造81

3.1.3 活动和状态的建模示例84

3.2 时序与协作分析	87	5.1.6 教学管理系统架构选择 和设计示例	143
3.2.1 时序与协作的确定	88	5.2 从需求到设计的转换	143
3.2.2 顺序图与通信图的建造	93	5.2.1 从数据流图到软件结构图 的转换	144
3.2.3 时序与协作的建模示例	94	5.2.2 工资管理系统数据流图到软件 结构图的转换示例	147
3.3 过程建模	97	5.2.3 从需求模型到软件架构	148
3.3.1 过程建模概述	97	5.2.4 软件设计模式	149
3.3.2 过程建模的元素	97	5.2.5 GRASP 模式	149
3.3.3 过程建模的步骤	100	5.2.6 GOF 设计模式	158
3.3.4 过程建模分析示例	101	5.3 系统资源设计	160
本章小结	105	5.3.1 系统应用逻辑结构设计	160
本章习题	106	5.3.2 系统物理设计及其实现	165
第 4 章 数据建模	108	本章小结	172
4.1 数据模型	108	本章习题	172
4.1.1 基于记录的逻辑模型	108	第 6 章 对象模型设计	174
4.1.2 基于对象的逻辑模型	114	6.1 类设计	174
4.2 实体关系 (E-R) 模型	117	6.1.1 类设计原则	174
4.2.1 实体之间的基本关系	117	6.1.2 类设计、构建设计类图的过程	177
4.2.2 实体关系图	117	6.1.3 确定设计类	177
4.3 UML 用于数据建模阶段的规范	119	6.1.4 定义类的属性、操作	178
4.3.1 实体的表示 (类的表示)	120	6.1.5 设计类之间的关系	181
4.3.2 联系的表示	121	6.1.6 在线销售系统类图设计示例	183
4.3.3 数据字典和元数据的表示	123	6.2 包设计	188
4.4 教务管理系统分析示例	127	6.2.1 包设计原则	188
4.4.1 示例分析	128	6.2.2 在线销售系统包图设计示例	192
4.4.2 示例的物理模型	129	本章小结	195
4.5 实体关系图集成示例	129	本章习题	196
本章小结	130	第 7 章 界面设计	197
本章习题	131	7.1 界面设计的概述	197
第 5 章 系统架构设计	132	7.1.1 人机界面的定义	197
5.1 架构设计 (总体设计)	132	7.1.2 人机界面设计	198
5.1.1 架构师的定位及其应掌握的 知识体系	133	7.1.3 界面设计分类	200
5.1.2 软件架构的设计目标、设计 策略和原则	134	7.2 人机交互	201
5.1.3 常用的软件架构风格及使用 情况分析	136	7.2.1 人机交互的特点和要素	201
5.1.4 分层架构	138	7.2.2 人机界面与人机交互的关系	202
5.1.5 客户/服务器架构	140	7.3 人机界面的风格	202

7.4 人机界面的发展	203
7.4.1 命令语言用户界面	203
7.4.2 图形用户界面	203
7.4.3 多媒体用户界面	204
7.4.4 多通道用户界面	204
7.4.5 虚拟现实界面	205
7.4.6 自适应人机界面	206
7.5 人机界面设计的方法	206
7.6 人机界面设计的目标和遵循的原则	207
7.6.1 人机界面设计的目标	207
7.6.2 人机界面设计遵循的原则	207
7.7 界面结构设计 with 实现	208
7.8 人机界面设计过程中的设计问题	209
7.9 人机界面设计的过程	211
7.10 人机界面设计的评价	213
7.10.1 人机界面设计的评价方法	213
7.10.2 人机界面设计的评价	213
7.11 未来人机界面设计的展望	214
本章小结	214
本章习题	215

第 8 章 数据模式设计

8.1 数据库设计概述	216
8.1.1 数据库与数据库设计	216
8.1.2 数据库设计的方法与过程	218
8.2 UML 用于数据库设计阶段的规范	220
8.2.1 数据库类到数据库表的设计	220
8.2.2 关键字和索引的设计	222
8.2.3 约束的设计	222
8.2.4 联系的设计	223
8.3 关系数据库逻辑模式的设计	224
8.3.1 逻辑模式的概念	224
8.3.2 实体关系图向逻辑模式的转化	224
8.3.3 从类创建数据库表	225
8.3.4 从类之间的关系设计表 之间的联系	226
8.3.5 类约束向存储过程和触发器 的映射	227
8.4 关系数据库物理模型的设计	229
8.4.1 确定数据库的物理结构	230

8.4.2 评价物理结构	230
8.5 教务管理系统数据模式设计示例	231
本章小结	235
本章习题	235

第 9 章 系统构造及实施

9.1 系统构造	237
9.1.1 建立和测试网络	237
9.1.2 建立和测试数据库	238
9.1.3 安装和测试新软件包	238
9.1.4 编写和测试新程序	239
9.2 系统实施	239
9.2.1 执行系统测试	240
9.2.2 准备转变计划	241
9.2.3 安装数据库	241
9.2.4 培训系统用户	242
9.2.5 转变到新系统	242
9.3 系统运行和支持	242
9.3.1 系统维护	243
9.3.2 系统恢复	244
9.3.3 技术支持	244
9.3.4 系统增强	244
本章小结	245
本章习题	245

第 10 章 教学管理系统的分析与设计

10.1 系统需求分析	246
10.2 问题领域分析	247
10.2.1 确定系统范围和系统边界	248
10.2.2 定义参与者	248
10.2.3 定义用例	248
10.2.4 绘制用例图	250
10.2.5 绘制主要交互图	251
10.3 静态结构建模	252
10.3.1 建立对象类图	252
10.3.2 建立数据库模型	256
10.3.3 建立包图	257
10.4 动态行为建模	258
10.4.1 建立顺序图	258

10.4.2 建立通信图	260	10.5 物理模型建模	263
10.4.3 建立状态机图	261	10.5.1 建立构件图	263
10.4.4 建立活动图	263	10.5.2 建立部署图	264
		本章小结	265
		本章习题	265
		参考文献	266

第 1 章

系统分析与设计概述

本章讲述系统及信息系统的基本概念、特性，从信息系统的设计模型、应用环境讲起，依据基本概念、原理和发展趋势的思路，分别介绍了系统分析与系统设计的定义、过程与流行的技术方法，从战略的观点研讨了信息系统持续发展的阶段理论，概要地描述了信息系统开发的全过程。

1.1 系统的概念和特性

信息与物质、能源是当今社会经济活动的三大基本资源，在现代社会发展过程中起着越来越重要的作用。信息系统是利用现代信息技术，处理组织中的数据、业务、管理和决策等问题，并为组织目标服务的综合系统。为了更好地掌握系统分析与设计的各种技能，下面我们首先了解一下系统的相关概念。

1.1.1 系统概念及特性

系统是一组为实现某些结果相互联系、相互作用的部件的集合体。作为系统分析与设计的研究对象，这里的系统是指信息系统，也就是说，本书我们讨论的是如何利用信息技术，开发设计用于具体业务领域的可实践的信息管理系统。那么什么是信息系统呢？

信息系统即信息管理系统，是一组以收集、处理、存储信息为基础，并以输出完成业务任务所需信息为提交的相互联系、相互作用的部件集合体。例如，单位的工资管理系统需对职工信息和工作信息进行收集、处理及存储，并以此信息为基础组织生成工资和工资报表。企业销售管理系统则收集有关客户、销售、产品和库存等信息，进行存储、处理及提交等操作，以便管理部门安排下一步的生产。

信息系统通过收集和管理数据，可以在不同领域解决不同的业务问题。信息系统作为一个独立的可实践的应用系统，一般具有下面两个特性。

1. 可分解性

一般来说，任何系统都可以由许多子系统组成，一个子系统就是系统的一部分。例如，某企业涉及销售、生产和库存 3 个应用领域，其中销售管理系统包含 3 个子系统：订单登录子系统为客户生成新订单；订单处理子系统可以处理完成订单（包括发货、退还订单）；数据维护子系统用来维护产品目录及数据库。在进行系统分析与设计时，将一个完整的应用系统作为一组子系统来考虑是很有必要的，这一组中的子系统就是相互联系、相互作用的部件。

依据功能分解的原则，可以将一个系统划分成多个部件或子系统，这些子系统依次又可以进

一步分解成多个子系统，即可分解性的第一层含义是功能分解。

信息系统是由相互联系、相互作用的有机部件组成。理解系统部件的另一种方法是列出相互作用的各个部分。例如，一个信息系统包括硬件、软件、输入、输出、数据、人和过程，这种观察方法对系统分析与设计也是十分有效的。可分解性的第二层含义是系统由可分解的、相互联系的部件在系统中一起作用。

2. 边界性

每个系统与其所在的环境之间都有一个边界，任何输入和输出都必须通过这个系统边界。定义与设计这些输入、输出是系统分析与设计的重要任务之一。

边界性的第二层含义是指系统的自动部分和手动部分之间的分界，也称自动化边界。在一个信息系统中，人也是系统的重要组成部分对系统分析与设计来说，识别自动化边界是非常重要的事情。信息系统的目的是将某种业务操作信息化、自动化。在自动化边界的一侧是系统的自动部分，那里的工作是由计算机完成的；而另一侧是系统的手动部分，那里的工作是由人工完成的。

1.1.2 系统分类与环境

1. 信息系统的分类

无论任何系统都是为了实现特定目的而建立的，不同的系统完成不同的目标任务，从应用范围的角度来看，信息系统分为下列类型：事务处理系统、管理信息系统、智能决策支持系统和办公自动化系统等。

① **事务处理系统 (Transaction Processing Systems, TPS)**: 通过联机的事务处理系统，将系统发生数据记录下来，并将新产生的信息保存到数据库中以供其他信息系统使用，以提高事务处理效率并保证整个系统运作的正确性。

TPS 一般存在于企业的各个职能部门 (如市场营销, 生产制造, 财务会计, 人力资源等), 用于进行日常业务处理、数据记录、数据检索、分类汇总、产生文件、管理报告、综合账单等工作, 并为系统中相应组织层次提供服务的基本商务系统, 是企业与外部客户的联系纽带, 是其他信息系统的基础。

事务处理系统带给企业的益处主要表现在两个方面。一是保持系统应用的实时性、完整性。信息化的应用程序的关键是要确保所有执行操作的正确, 如果应用程序仅仅是部分地完成操作, 那么应用程序中的数据, 甚至整个系统将会处于不一致状态。二是事务处理系统可以帮助企业降低业务成本, 提高信息准确度, 进而提升业务服务水平。

② **管理信息系统 (Management Information System, MIS)**: 接收事务处理系统收集的信息, 并为管理人员生成计划和控制业务所需的报表等。因为数据已经由事务处理系统收集并存放在业务的数据库中, 因此, MIS 的日常事物操作主要用于管理需要的记录, 并对记录数据进行相关处理。

现代企业使用 MIS 系统的主要目的是, 最大限度的利用现代计算机及网络通信技术加强企业的信息化管理, 通过对企业拥有的人力、物力、财力、设备、技术等资源的调查与监控, 建立正确的数据, 加工处理并编制成各种信息资料及时提供给管理人员, 以便进行正确决策, 不断提高企业的管理水平和经济效益。

③ **智能决策支持系统 (Intelligent Decision Support System, IDSS)**: 辅助决策者通过数据、模型和知识, 以人机交互方式进行半结构化或非结构化决策的计算机应用系统。它是 MIS 向更高级发展而产生的先进信息管理系统。它为决策者提供分析问题、建立模型、模拟决策过程、评价优选方案的环境, 调用各种信息资源和分析工具, 帮助决策者提高决策水平和质量。

决策支持系统一般由交互语言系统、问题系统,以及数据库、模型库、方法库、知识库管理系统组成。在某些具体的决策支持系统中,也可以没有单独的知识库及其管理系统,但模型库和方法库通常则是必须的。基于知识的专家系统含有专业领域的知识库,智能决策支持系统就是决策支持系统与专家系统相结合的系统。

智能决策支持系统发挥了专家系统以知识推理形式解决定性分析问题的特点,又发挥了决策支持系统以模型计算为核心的解决定量分析问题的特点,充分做到了定性分析和定量分析的有机结合。

智能决策支持系统强调两个方面。一是对管理决策的支持,而不是决策的自动化,它所支持的决策可以是任何管理层次上的,如战略级、战术级或执行级的决策。二是基于知识的系统,是在领域专家的知识库基础上的决策。

④ **办公自动化系统 (Office Automation System, OAS)**: 辅助企业员工的各类日常办公活动,包括创建、共享各类报表、记录、备忘录等文档信息,支持员工与客户、员工与厂商及员工相互之间的实时通信。

在实际应用中,事务处理、管理信息、决策支持及办公自动化等系统会全部或部分地集成在一起,共享企业范围内的操作与数据。这种高度集成的信息系统称为企业应用。

2. 信息系统的环境

一般认为,信息系统的发展经历了数据处理、管理信息系统、决策支持系统3个阶段,信息系统的开发与应用有了很大的发展。现代信息系统又面临着新的研发环境,飞速发展的计算机网络、面向对象与协作开发技术、企业应用软件的定制是推动信息系统发展的新的技术动力。

(1) 高速的计算机网络环境

信息技术的进步是信息系统发展的根本推动力,也是信息系统发展必须面对的环境。一方面,过时的技术会带来很大的问题,从而驱动信息系统项目的重新研发;另一方面,新的技术又给新系统的开发带来新的机会。

现代信息系统的开发是建立在高速发展的网络环境下的,基于局域网、城域网、广域网和 Internet 网络体系结构的信息系统,除了要能在包含了大型主机、网络服务器、各种台式机等这些网络设备上运行外,大量新生的、基于 Internet 网络的笔记本电脑、掌上电脑等客户端设备的加入是需要考虑的新问题。

移动技术、无线技术无缝隙地融入信息系统。越来越多的笔记本电脑、掌上电脑(PDA)、平板电脑(Pad)、智能手机以无线或移动的技术加入信息系统,成为信息系统常规的组成设备。所有这些技术都将深远地影响新信息系统的分析与设计,也就是说,无限访问能力已成为研发新信息系统的前提条件。

(2) 对象技术与协作技术

进入21世纪以来,面向对象编程语言、面向对象系统开发技术日趋成熟,目前绝大多数现代的信息系统都是使用对象技术构造的。在面向对象的设计中,系统人员可以利用对象的软件部件来构造软件。与结构化的程序设计相比,面向对象软件开发具有明显的两个优点:一是对象是可复用的,一旦对象被设计和构造出来,它们就可以被复用于多个信息系统和应用软件中,大大地减少了开发新系统的时间;二是对象是可扩展的,软件中的对象可以方便地被修改和扩展,且不会影响任何以往使用该对象的应用软件,大大地减少了维护和改进旧系统的费用。

对象技术对系统分析和设计影响重大。目前,面向对象分析和设计方法已经成为构造绝大多数现代信息系统的首选方法。同时,结构化工具和设计方法也不是完全一无是处,两种方法都提

倡，系统设计人员应当学会何时及如何选择或组合两种方法工具，并应用于实际的工作中。

这里的协作技术是指那些提高人际交互及团队协作能力的技术，如目前广泛流行的电子邮件、即时消息、群件和工作流系统。

大家都知道电子邮件如何使用，它在信息系统开发中的重要性正在变化。为了提高交互与协作能力，现代信息系统将电子邮件功能视为应用软件的基本功能，在系统中不需要切换到某个专用的邮件处理程序，即可发送或者接收相关消息。同时，像 Internet 上流行的“聊天室”等即时消息技术，也被集成到企业信息系统应用中。群件技术使得人们可以在项目和任务中协作。使用群件软件后，即使在不同的地理位置，也可通过网络会议及共享软件工具达成协作。企业应用软件中内建这些提高交互与协作的各项功能已是趋势所需。

(3) 企业应用软件

每一个企业都需要有一套核心应用软件来保证业务的正常运行。对于大多数企业来说，核心应用软件包括财务管理、人力资源管理、市场销售及运行管理（库存或生产控制）等。以往的模式是企业自己构造应用软件。但如今，企业常常是购买、安装和配置核心企业的应用软件，并把它们集成到自己的业务过程中。

这种使用购买的企业应用软件的趋势对系统分析和设计的影响很大。很显然，对任何组织来说，购买的企业应用软件不可能完全满足所有的需求。因此，以此应用软件为基础，开发增值功能是很有必要的。系统开发人员以购买的企业应用软件为技术限制条件，开发适用于本企业的各类应用程序，并将这些开发的程序与购买的企业应用软件很好地集成和交互，这通常称为系统集成。可以预见，在相当长的时期内，系统集成软件的开发将是信息系统研发非常重要的应用之一。

1.2 系统模型的概念和类型

进行信息系统的分析与设计时最常用的方法是建模。所谓建模，就是给现实世界的事务建立一种能被人理解的模型。模型一般是系统的一种图形表示，描述了系统的现实情况或期望情形。系统建模可以促进系统用户、系统分析员、系统设计人员和系统构造人员之间的交流。

1.2.1 系统模型的概念

模型是对所研究的系统、过程、事物或概念的一种表达形式。模型是现实世界中某些重要方面的表示，在很多时候，模型用来快速表达人们同现实世界中的某些事物交流的信息，因此创建一个模型是非常有用的。同现实生活中一样，在信息系统开发中也使用模型，甚至常常使用术语“抽象”来表示模型，因为这些模型是对在研系统的抽象概念的很好解释。

在信息系统开发中，模型一般用于对系统的输入、输出、过程、数据、对象、对象之间的相互作用、位置、网络与设备，以及其他相关事物的表示。大多数模型是图形模型，包括使用公认的符号和绘制常用图、表，例如，可以使用流程图来表示程序的逻辑结构。在系统开发和应用中，还有一种很重要的模型是项目规划模型，如在项目管理中使用的 PERT 图和甘特图。这些模型是对系统开发项目自身进行表示，其中主要显示了项目任务及任务的完成日期。

在一般的开发系统中，常使用的构件模型有流程图、数据流图（DFD）、实体关系图（ERD）、结构图、用例图、类图、顺序图等。而 PERT 图、甘特图、组织层次图及财务分析 NPV 和 ROI 图则常出现在管理系统的开发过程中。

总之,在信息系统开发中,系统模型用来说明和交流信息系统的“知识”“过程”和“接口”等构件之间的关系,我们把这种基于模型的开发方法称为模型驱动开发。

1.2.2 系统模型的类型

系统模型是绝大部分系统分析和设计阶段需要交付成果的一部分。模型驱动的方法强调系统建模。模型一旦设计实现,将成为系统在其生存周期的运行、支持阶段所需的任何改变的记录文档。

目前常见的系统开发模型有上下文模型、数据模型和对象模型。作为不同的模型驱动技术,它们的差别主要是要求分析员绘制和验证的模型的类型不同。下面简要地介绍这几种系统模型的开发技术。

1. 上下文模型

上下文模型也称过程模型,是在 1978 年的结构化分析和设计方法中提出的。虽然结构化分析和设计作为一种方法学已经不再流行,但过程建模仍是一种可靠而且重要的技术。信息系统构件包括几个视角:“知识”“过程”和“接口”。过程建模主要关注“过程”构件。流程图就是系统构造人员主要使用的一种过程模型。由于业务过程重构的出现,基于上下文的建模又有新复兴,这主要是体现在数据流图和结构图,它们对于消除通常存在于非技术性的系统所有者和用户与技术性系统设计人员和构造人员之间的交流隔阂非常有帮助。

2. 数据模型

数据模型基本上是每个信息系统必不可少的部分,因为增进“知识”是信息系统框架的基本目标和基本构件。知识是信息的产物,信息又是数据的产物。数据建模方法强调知识构件,特别强调数据。在数据建模方法中,重点放在了捕捉业务数据需求的模型上,并把这些模型转换成数据库设计。数据建模是使用最广的系统建模技术,本书将在后面章节中具体介绍。

3. 对象模型

对象建模基于面向对象语言与面向对象技术的发展,是相对比较先进的系统开发方法。如今,绝大多数编程语言和方法都是基于面向对象技术的。本书在后面章节中将重点介绍此方法。

在过去 30 年,过程建模技术和数据建模技术有意将数据和过程分别加以考虑。也就是说,数据模型和过程模型是分别独立的模型。通过实践可以知道,几乎所有的信息系统都是既包含过程又包含数据,过程与数据通常是并行地使用,所以常常需要对两种模型进行仔细地同步。对象建模的出现很好地解决了两者分离的问题。

面向对象技术将数据与操作过程封装于对象中,对象是系统分析与设计的主体。开发实际应用系统时,业务对象可以对应到企业中重要的真实事物,例如,客户、客户订购产品的订单等。每个对象既包括描述该对象的数据,也包括用来创建、读取、修改和删除该对象的过程。对象模型极大地改变了信息系统构件的内容,将“数据”和“过程”合并成了单一的“对象”,模型只专注于确定对象、构建对象及将合适的对象装配成有用的信息系统。

1.3 系统关联人员

系统由一组交互的部件组成。从部件构成的角度来看,信息系统包括硬件、软件、输入、输出、数据、人和过程,这些相互联系的部件在系统中一起作用。也就是说,人是系统组成的重要

部件之一。作为信息系统的重要参与者,涉及的关联人员有系统所有者、用户、分析设计人员、外部服务者及项目经理。

1.3.1 系统所有者

每一个信息系统,无论规模大小,都必然拥有一个或几个系统所有者。系统所有者一般来自管理阶层。对于大中型的信息系统,系统所有者通常是中层或高层经理;对于小型系统,系统所有者可能是中层经理或主管。

系统所有者一般只对系统结果感兴趣,即更关注系统的建造成本、系统给企业带来的价值利益。为了获得更好的价值和收益,从系统所有者的角度来看,也可以从降低研发费用、提高效率、优化决策、改善客户关系、减少错误、提高安全性、扩大系统容量等方面来提高系统的效益。

1.3.2 系统用户

信息系统中人数最多的信息工作者一般是系统用户。与系统所有者不同,系统用户不关心系统的成本和收益,他们只关心系统提供的功能是否易学易用。根据使用功能的不同,系统用户可分为内部系统用户和外部系统用户。

① 内部系统用户主要是指系统实际操作人员。例如,事务处理系统中的办事员和服务人员,他们通常处理大部分的日常事务,如处理订单、发货单、付款、录入数据及在商场销售产品等具体事务,系统中的大部分基础数据是由他们搜集或产生的。这些人员往往专注于信息系统的处理速度和处理事务的正确性。

管理信息系统中内部用户主要由业务专家或行业专家构成,主要进行高技术和专业化的工作。例如,律师、会计师、工程师、科学家、市场分析员、广告设计人员和统计员。他们的工作以公认的知识为基础,这些知识工作者更注重系统的数据分析能力及为产生解决方案的反馈能力。

决策支持系统中的内部用户是指部门主管、中层经理和高层经理,他们都是企业决策的制定者。为管理人员提供的信息系统往往注重信息获取能力。为了解决问题和制定决策,系统需保证管理者在恰当的时候获得应有的信息。

② 外部系统用户主要是指系统的直接或间接使用人员。如企业的顾客、企业的供应商及企业的合作伙伴,他们都是信息系统的直接使用用户。顾客可直接通过信息系统下订单或者执行销售业务;供应商可以直接同企业的信息系统进行交互,确定供货需求,然后自动生成订单;企业的合作公司如物业管理、网络管理等也可使用系统交互合作信息。所有这些外部系统用户最关注的是使用系统的服务操作是否简单易学、方便操作。

1.3.3 系统分析设计人员

系统分析员与系统设计员都代表信息系统的技术专家角色。创建信息系统时,对于小型组织或小型信息系统,系统分析人员和系统设计人员经常是同一组人员。但在大中型系统中,这两类角色通常由不同人员来承担。

系统分析员在系统开发团队中是属于中高级的基层管理者或领导者,一般应具备3方面的能力。首先,系统分析员应熟悉如何建立信息系统,即要求有很高水平的专业技术知识;其次,系统分析员应当熟悉所建造系统的工作业务,即要求具备解决复杂问题的业务知识与技能;第三,系统分析员应当熟悉客户及客户的工作方式,即要求具有丰富的客户知识和与客户沟通的技能。

系统分析员关注的是建造系统的各种事务之间的交互,如系统所有者、用户、设计人员和构造人员对要构造和使用的信息系统经常存在不同的观点,系统分析员就要有沟通这个障碍的能力。系统分析员需要同系统中的其他所有关联人员交互工作。对于系统所有者和用户来说,分析员确定并验证他们的业务问题和需求;对于系统设计人员和构造人员来说,分析员应确保技术方案实现了业务需求,并将技术方案集成到业务中。换句话说,系统分析员通过与其他管理人员的交互推动信息系统的开发。

系统设计人员是信息系统的技术专家。系统设计人员主要关注信息技术的选择和使用所选技术如何设计系统。如今的系统设计人员往往专注于某一项技术专业,常见的专业分类有数据库管理员(数据库技术专家,负责设计系统数据库及协调对系统数据库的修改)、网络架构师(网络技术和电信技术领域的专家,负责设计、安装、配置、优化及维护网络)、Web 架构师(为系统设计复杂 Web 站点的专家,包括 Internet 上的公共 Web 站点,企业内部的内部 Web 站点及私有的企业对企业 Web 站点)、图形艺术家(指图形技术专家,擅长设计具有吸引力的、易用的 PC 界面、Web 界面、手持设备界面及智能电话的界面等)、安全专家(指确保数据和网络安全的技术和方法的专家)、技术专家(指在系统中将使用特定应用技术的专家)等。

1.3.4 系统外部服务者

前面介绍的系统所有者、用户、分析设计人员都是应用信息系统的重要参与者,但还有一些外部服务者也是必不可少的参与人员,如业务顾问、系统顾问等。咨询顾问是重要的一类外部服务者,他们提供设计系统的方方面面的专业咨询。事实上绝大多数外部服务参与者都是签约的系统分析与设计人员,他们为特定的项目提供特殊的专业知识和经验。常见的外部服务参与者包括:技术工程师、销售工程师、系统顾问、签约程序员和系统集成人员等。

1.3.5 项目经理

现代信息系统开发中涉及的主要参与者包括系统所有者、系统用户、系统分析设计人员及系统外部服务者等,所有这些人员作为一个团队,只有大家一起努力才能构造出对企业有益的信息系统。项目经理就是这个团队的领导者,项目经理组织和指导团队其他人员按照事先确定的进度和预算实现计划的目标,确保系统的进度与质量。

项目经理具体定义和执行项目管理任务。一般情况下,大多数的项目经理由有经验的系统分析人员担任;但在有些系统项目中,项目经理也会从“系统所有者”挑选。项目管理是目前大型信息系统开发中不可缺少的功能部门,项目经理是系统开发的重要参与者,他们关注系统的项目组织结构、项目推进行度、项目协作与结果。无论从哪个角度来看,项目经理都是一个专业的角色,它需要专门的技能和经验。

1.4 系统发展的阶段理论

信息系统战略规划是实施信息系统建设的关键步骤。以合理的模型与方法作为指导是提高信息系统规划的重要基础。模型刻画了信息系统规划过程中的指导模式,而方法则描述了具体实施规划时的步骤。目前使用比较多的信息系统规划模型有诺兰的阶段模型、西诺特模型和米切模型。

1.4.1 诺兰的阶段模型

诺兰的阶段模型反映了信息系统的发展阶段,并使信息系统的各种特性与系统生长的不同阶段对应起来,从而成为信息系统战略规划工作的框架。根据这个模型,只要一个信息系统存在某些特性,便能知它处在哪一阶段,而这一理论的基本思路是一个组织的信息系统在能够转入下一阶段之前,必须首先经过系统生长的前几个阶段。因此,如果能够诊断出一个企业目前所处的成长阶段,就能够对它的规划提出一系列的限定条件和制定针对性的规划方案。

诺兰(R. L. Nolan)在1973年首次提出的信息系统发展阶段理论确定了信息系统生长的4个不同阶段,到1980年,诺兰又把该模型扩展成6个阶段,如图1.1所示。

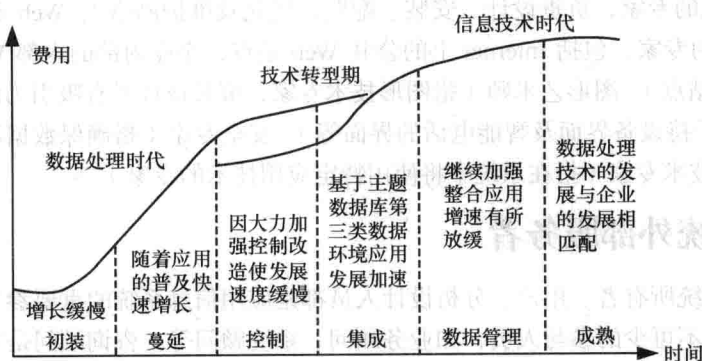


图 1.1 诺兰的6阶段模型

这是一种波浪式的发展历程,其中前三个阶段具有计算机数据处理时代的特征,后三个阶段显示出信息技术时代的特点,前后之间的“转折区间”是在整合期中,由于办公自动化机器的普及、终端用户计算环境的进展而导致了发展的非连续性,这种非连续性又称为“技术性断点”。

诺兰认为,任何组织由手工信息系统向以计算机为基础的信息系统发展时,都存在着一客观的发展道路和规律。数据处理的发展涉及技术的进步、应用的拓展、计划和控制策略的变化及用户的状况4个方面。诺兰强调,任何组织在实现以计算机为基础的信息系统时都必须从一个阶段发展到下一个阶段,不能实现跳跃式发展。

① 初装阶段。从企业购置第一台计算机开始,一般是在财务部门和统计部门应用。该阶段的特点是组织中只有少数人使用计算机,计算机是分散控制的,没有统一的规划。

组织引入了像管理“应收账款”和工资这样的数据处理系统,各个职能部门(如财务)的专家致力于发展他们自己的系统。人们对数据处理费用缺乏控制,信息系统的建立往往不讲究经济效益。用户对信息系统也是抱着敬而远之的态度。

② 蔓延阶段。随着计算机的应用初见成效,使用面迅速扩大,计算机的启用从企业少数部门扩展到各个部门,以至在对信息系统的管理和费用方面都产生了危机。在此阶段,计算机处理能力得到飞速发展,但在组织内部又出现大量数据冗余、数据不一致及数据无法共享等许多问题。

③ 控制阶段。组织开始制定管理方法,控制对计算机的随意使用,使得计算机的使用正规化、制度化,推行“成本-效益分析方法”,但这种控制可能影响一些潜在效益的实现。而且针对已开发的应用系统的不协调和数据冗余等问题,系统建立了统一的计划。

④ 集成阶段。经过控制阶段的全面分析,引入数据库技术;在建立数据通信网技术的条件下,数据处理系统进入一个高速发展阶段,建立了集中式的数据库和能够充分利用及管理组织各种信