

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

软件工程原理与应用

曾强聪 赵歆 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



软件工程原理与应用

曾强聪 赵歆 编著

TP311.5/20196

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

软件工程是一门实用性很强的工程方法学,是软件开发者开发维护软件时的作业指南。

本书较好地体现了软件工程的实用性,不仅有较完整的软件工程知识体系,有对工程概念、规则的生动说明,并有很好的基于案例的工程方法应用,且有与工程实践相适应的基于软件生存周期的内容编排。

全书共 17 章,其中第 1~3 章介绍软件工程基础知识,包含概述、过程模式、项目管理等内容;第 4~15 章介绍主流的结构化、面向对象方法,包含系统工程、需求分析、概要设计、结构化建模、面向对象建模、数据库设计、界面设计、算法设计、软件测试、软件维护等内容;第 16 章介绍了一些有代表性的非主流方法;第 17 章是一个有较完整 UML 建模描述并已基于 Java、C++ 完全编码实现的工程案例。

本书语言精简、通俗易懂、便于自学,而且教学资源较完备。书中案例都是基于软件工具(Rose、Visio、PowerDesigner)进行建模描述,并基于 Java、C++ 进行了一定程度的编码验证,可作为教学或自学资源供读者参考(可与出版社或作者联系获取)。

本书可作为高校相关专业本科生、研究生教材,也可作为软件开发人员的技术参考书,并可供广大读者自学软件工程方法。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件工程原理与应用/曾强聪,赵歆编著. —北京:清华大学出版社,2011.7

(21 世纪高等学校规划教材·软件工程)

ISBN 978-7-302-25408-9

I. ①软… II. ①曾… ②赵… III. ①软件工程 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 073122 号

责任编辑:闫红梅 薛 阳

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市漂源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.5 字 数:473 千字

版 次:2011 年 7 月第 1 版 印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50 元

产品编号:041860-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学

周立柱 教授

章 征 教授

王建民 教授

冯建华 教授

刘 强 副教授

北京大学

杨冬青 教授

陈 钟 教授

陈立军 副教授

北京航空航天大学

马殿富 教授

吴超英 副教授

姚淑珍 教授

中国人民大学

王 珊 教授

孟小峰 教授

陈 红 教授

北京师范大学

周明全 教授

北京交通大学

阮秋琦 教授

赵 宏 教授

北京信息工程学院

孟庆昌 教授

北京科技大学

杨炳儒 教授

石油大学

陈 明 教授

天津大学

艾德才 教授

复旦大学

吴立德 教授

吴百锋 教授

杨卫东 副教授

同济大学

苗夺谦 教授

徐 安 教授

华东理工大学

邵志清 教授

华东师范大学

杨宗源 教授

应吉康 教授

东华大学

乐嘉锦 教授

孙 莉 副教授

浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
扬州大学	李 云	教授
南京大学	骆 斌	教授
	黄 强	副教授
南京航空航天大学	黄志球	教授
	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	王宜怀	教授
	陈建明	副教授
江苏大学	鲍可进	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	叶俊民	教授
	郑世珏	教授
	陈 利	教授
江汉大学	颜 彬	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	邹北骥	教授
中南大学	刘卫国	教授
湖南大学	林亚平	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
长安大学	巨永锋	教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
仰恩大学	张思民	教授
云南大学	刘惟一	教授
电子科技大学	刘乃琦	教授
	罗 蕾	教授
成都理工大学	蔡 淮	教授
	于 春	讲师
西南交通大学	曾华燊	教授

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与计算机应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

清华大学出版社经过二十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人: 魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn



前言

软件工程是一门实用性很强的工程方法学,是软件开发者——软件项目负责人、软件分析师、软件设计师、程序员、测试员开发维护软件时的作业指南。

20 世纪 60 年代,软件开发遭遇到了危机困境——开发成本进度难以控制,产品不能满足用户需求,程序容易出错、难于维护。诸多危机现象引发了软件开发者的心理恐慌。软件工程即诞生于这样的背景之下,其谋求对软件开发维护能有方法上的指导,规则上的约束,以使得面对有待开发的复杂软件系统,开发者能更具预见力与信心。

软件工程影响着软件产业的发展。软件工程研究如何有效地提高软件产业的生产率,以及如何更高效地生产出更高质量的软件产品。实际上,软件工程人才已越来越受到软件业界重视。可以看到的是,软件工程师代替了早期程序员,成为软件开发中的技术骨干。然而,需要注意的是,不只是软件工程师需要具备软件工程知识与技能,而是所有参与软件开发的人——技术人员、管理人员、产品客户,都应该具备一定的软件工程知识与技能,由此才能保证软件工程规范方法顺利实施于工程项目并产生真正的工程实效。

软件工程在随着软件的产业化发展而进步,并随着其有成效的工程应用而不断完善。应该说,目前的软件工程已是计算机科学领域中的一个重要分支,已有了结构化、面向对象等比较成熟的工程方法学体系,并已有了对技术、管理、经济的比较全面的工程方法支持。然而直至今天,它还仍处于成长发展之中,仍然非常年轻。因此,摆在学习者面前的就不仅是学习继承,还必然面临更加深入的工程探索。

本书是为高校计算机专业本科、研究生学习软件工程而写的,然而本书也可作为软件开发人员的技术参考书,或用做软件工程自学读本。本书的创作宗旨是,知识性、工程实用性、一定的前沿探索性。全书共 17 章,其中第 1~3 章为软件工程方法基础知识,用于预备性学习,如:积累必要的工程知识,提出项目问题,组织适宜于工程实践的项目学习团队;第 4~15 章为主流的结构化、面向对象方法,其基于软件生存周期进行内容编排,以方便开展工程实践,主要内容有系统工程、需求分析、概要设计、结构化建模、面向对象建模、数据库设计、界面设计、算法设计、软件测试、软件维护;第 16 章介绍了一些有代表性的非主流工程方法,内容有敏捷工程方法、净室工程方法、Z 语言形式化说明,它们是对主流方法的补充,并有一定的理论探索价值;第 17 章则是一个有较完整 UML 建模描述并已基于 Java、C++ 完全编码实现的工程案例,可供学习者做课程设计参考。

本书的重点是软件分析与设计,并主要体现为分析设计建模。对于分析设计建模,本书有以下方面的教学考虑,其应该有利于学习者更好地把握建模方法。

其一,学习建模不能仅限于识别图形元素或看懂图表,还应该学会如何基于一定的流程,并通过一定的建模方法,对软件问题进行模型演变,由此使软件问题求解。因此,本书中无论结构化建模或是面向对象建模,都有较好的基于案例的由分析到设计的全过程推演,以反映软件系统构建的严密性。

其二,结构化分析中的数据流细化建模一直是一个学习难点,其实它也是一个实际建模中的应用难点,即不知该如何进行功能细化。对此,本书基于业务树实现功能逐级分解,可使这个难点得以较好处理。显然,其具有教学意义,同时也有一定的工程参考价值。

其三,结构化方法中基于数据流的程序结构映射,许多人认为实用性不大,主要是认为其与实际程序结构并不一致。对此,本书基于结构优化,而将映射结构转变为实际程序结构,由此使结构化程序建模更具有说服力。

其四,统一开发过程中的面向对象建模是基于用例驱动的,由此可使对系统的业务分析,能延伸到系统的结构设计、过程设计、界面设计、安装部署。然而,以往的大多数教科书,仅局限于纲领性说明,而并无实际建模演示,因此也就看不到用例驱动的实际价值。对此,本书有较好的基于案例的用例驱动建模过程说明,如分析中基于用例的活动建模,设计中基于用例的类结构建模、对象协作建模,诸多案例无不体现出用例驱动的价值。

一个不应成为问题的问题是,软件工程是教条式理论吗?显然,它不是!虽然它被置于一个很高层次的理论地位,但它却不是教条。然而,却有可能出现教条式学习。解决这个问题的办法是,不要去想如何记住其方法规则,而要去想如何用好活用其方法规则。

实际上,软件工程有很强的工程实践性,其一系列的方法规则就建立于工程实践基础上。无疑,这个实践性必然会对软件工程教学有所要求。对此,作者的理解就是有用、能用、实用。显然,经过软件开发者长期实践与努力探索而获得的工程方法,肯定是有用的,值得认真学习。然而,有用还只能体现出软件工程的知识特性,若要使这些知识转化为学习者的能力,则必须能用。通常的看法是,案例教学有利于培养学习者能力。本书提供了较丰富的案例,其目的就在于培养学习者能力,以使书中知识能够被学习者用起来。软件工程教学还要求实用,可用来解决实际问题。对此,可采取项目方式进行工程实践,其有利于知识与实际应用的结合,由此可使软件工程学习具备实用性。

本书篇幅不长,但却已涉及软件工程的方方面面,内容并不少。也因此,如要完成本书全部内容教学,则必须要有足够的教学课时。一般需要安排 50~60 理论教学课时。

下面是对本书各章的教学要求与理论课时分配,可供实际教学参考。

- 第 1 章 软件工程概述(4 课时)教学要求:了解软件工程的工作对象、发展背景、内容、目标。该章还介绍了三个常用的软件工具(Microsoft Visio、PowerDesigner、Rational Rose),后续章节中的模型即由这些工具创建。
- 第 2 章 软件开发过程模式(2 课时)教学要求:了解软件生存周期,搞清楚软件开发过程,熟悉几种常用的软件过程模式的特点与用途。
- 第 3 章 软件项目管理(4 课时)教学要求:了解项目管理内容(对项目的管理、对项目成果的管理),搞清楚如何制定项目计划,并学习使用甘特图、任务网络图(由 Microsoft Project 创建)制定项目计划。可在该章启动项目实践,涉及建立项目组,建立项目评价机制,以使学习者对项目管理有更直观的认识。
- 第 4 章 计算机系统工程(2 课时)教学要求:熟悉如何从全局的计算机系统角度考察软件问题,熟悉如何对软件项目做可行性分析。该章还涉及系统初步建模,其中的系统框架图、系统流程图,可由 Microsoft Visio 中的基本流程图创建。
- 第 5 章 需求分析(2 课时)教学要求:了解需求分析任务及过程,并熟悉如何获取业务需求、建立业务模型、进行需求验证。可通过 Microsoft Visio 中的组织图创建

业务树,通过 Rational Rose 创建业务用例、业务活动。

- 第 6 章 结构化分析建模(4 课时)教学要求:搞清楚为什么要建立分析建模,应该从哪些方面建立结构化分析模型,并学习使用相关图形语言建立结构化分析模型。可通过 PowerDesigner 创建实体联系图,通过 Microsoft Visio 创建数据流图,通过 Rational Rose 创建事件状态图。
- 第 7 章 基于 UML 的面向对象分析建模(4 课时)教学要求:搞清楚应该从哪些方面建立面向对象分析模型,学习使用 UML 建立面向对象分析模型。可通过 Rational Rose 进行面向对象分析建模。
- 第 8 章 概要设计(2 课时)教学要求:了解概要设计任务及过程,熟悉系统构架、数据结构、程序结构等概要设计内容。
- 第 9 章 结构化设计建模(4 课时)教学要求:熟悉结构化设计建模工具,学习如何基于数据流进行程序结构映射,如何对程序结构进行优化。该章中的程序结构图由 Microsoft Visio 创建。
- 第 10 章 基于 UML 的面向对象设计建模(6 课时)教学要求:搞清楚面向对象设计建模内容,学习使用 UML 建立面向对象设计模型(逻辑结构、动态过程、物理装配与部署)。可通过 Rational Rose 进行设计建模。
- 第 11 章 数据库设计(2 课时)教学要求:熟悉数据库体系结构,搞清楚数据库设计内容及要求,包括结构设计、访问设计。可通过 PowerDesigner 设计数据库。
- 第 12 章 用户界面设计(2 课时)教学要求:了解界面设计特点、界面类型、界面功能,熟悉界面设计方法。可通过 Rational Rose 中的状态图建立界面行为模型。
- 第 13 章 算法设计与编码(4 课时)教学要求:熟悉几种常用的算法设计工具,学习使用 Jackson 方法设计程序算法,对算法复杂度评估、程序编码等有所了解。
- 第 14 章 软件测试(4 课时)教学要求:了解软件测试方法、任务,学习设计测试用例,熟悉面向对象测试、程序调试、测试工具。
- 第 15 章 软件维护(2 课时)教学要求:了解软件维护分类、软件可维护性,熟悉如何维护软件,如何对老系统做再工程改造。
- 第 16 章 非主流工程方法(4 课时)教学要求:了解敏捷工程方法、净室工程方法、Z 语言形式化规格说明。可通过与主流方法的比较而进行问题讨论。
- 第 17 章 软件工程案例(2 课时)教学要求:熟悉该工程案例,并参考其进行课程设计,以达到对软件工程较全面的并具实用的把握。

通常情况下,还需要考虑安排 10~20 教学课时,进行软件工程项目实践。当然,工程项目实践特别耗时,因此一般是作为实践作业由学生在教学课时以外自主开展,然而教师的组织、指导与评价则仍必不可少。工程项目实践最好是分段进行,可考虑分为以下 4 段:项目任务启动、软件系统分析、软件系统设计、项目评价。

还需要注意的是,基于项目的工程实践的成效,特别依赖于教师的精心组织。对此的建议是,三人一组进行项目实践,并以组为单位进行整体评价,但各成员应有特定任务,以方便对各成员做个体评价。这种模式的好处是,既可考察团队协作,又可体现个人成就。由于是团队合作,学习者大多有较高的工程实践热情,因此也就有较低的无效实践风险,能产生较好的实践效果。实际上,本书作者一直基于这种模式开展教学实践。

在本书创作过程中作者阅读了大量的图书文献。可以说,正是依靠这些极具价值的图书文献;作者的认识才更加深刻,创作思路才更加敏捷。这些图书文献已在书后参考文献中列出,读者在阅读本书之时,也可参读这些书籍而开阔视野。

本书由曾强聪教授执笔创作,赵歆承担了部分案例设计,并提出了很好的与教材相适应的教学模式建议,曾令江则承担了第17章工程案例的编程实现。

无疑,本书的创作是一件非常耗费心力的事情。首先是结构,它应该是严谨的。接着是语言,其应该既规范又流畅,以便于阅读,并能尽量吸引学习者去阅读。再接下来就是取舍内容、定义概念、描述方法、设计案例,等等。实际上,本书中的每一个细节都经过反复推敲,因为毕竟是教科书,很担心因工作疏忽而给学习者带来误导。

然而不得不说明的是,毕竟作者学识水平与时间都是有限的,因此本书难免仍有很多缺点与不足,对此特请广大读者批评指正,以使本书再版时能够不断完善。值得庆幸的是,软件工程仍在不断发展,因此本书的再版与完善也就是一件很自然的事情。

书稿完成后还邀请了王四春、熊署初教授,以及周新民、徐雪松、曹伟、刘震、周纳、罗毅辉、丁启华、王雷、杨文东等,就本书的结构、内容及教学模式等进行了专门研讨。无疑,这对提高本书质量是有益的。因此,特在此向他们表示感谢!

编 者(zqc001@163.com)

2011年3月

目 录

第 1 章 软件工程概述	1
1.1 软件	1
1.1.1 软件特点	1
1.1.2 软件分类	3
1.1.3 软件的产业化发展	5
1.2 软件危机	6
1.2.1 危机现象	6
1.2.2 原因分析	6
1.3 软件工程	8
1.3.1 软件工程定义	8
1.3.2 软件工程技术	8
1.3.3 软件工程管理	10
1.3.4 软件工程目标	12
1.4 主流工程方法学	12
1.4.1 结构化方法学	12
1.4.2 面向对象方法学	13
1.5 常用软件工具	15
1.5.1 Visio	15
1.5.2 PowerDesigner	16
1.5.3 Rational Rose	16
小结	18
习题	19
第 2 章 软件开发过程模式	20
2.1 软件生存周期	20
2.1.1 软件定义期	20
2.1.2 软件开发期	22
2.1.3 软件运行与维护期	23
2.2 瀑布模式	23
2.2.1 瀑布模式的特点	23
2.2.2 瀑布模式中的信息反馈	24
2.2.3 瀑布模式的作用	25

2.3 原型进化模式	25
2.3.1 软件原型	25
2.3.2 原型进化过程	26
2.4 增量模式	27
2.4.1 增量开发过程	27
2.4.2 增量模式的优越性	28
2.5 螺旋模式	28
2.6 迭代模式	29
2.7 组件复用模式	30
小结	31
习题	32

第3章 软件项目管理	33
3.1 开发团队	33
3.1.1 软件开发机构	33
3.1.2 软件项目组	34
3.1.3 项目组管理机制	35
3.2 项目计划	37
3.2.1 任务分配	37
3.2.2 进度计划	37
3.2.3 项目开发计划书	39
3.3 项目成本估算	40
3.3.1 程序代码行成本估算	41
3.3.2 软件功能点成本估算	42
3.3.3 基于软件过程的成本估算	45
3.4 风险管理	46
3.4.1 风险类别	46
3.4.2 风险识别	47
3.4.3 风险评估	48
3.4.4 风险防范	49
3.5 软件文档管理	50
3.5.1 文档概念	50
3.5.2 文档分类	51
3.5.3 软件文档与软件生命周期之间的关系	51
3.5.4 文档的使用者	52
3.5.5 文档编码	53
3.5.6 文档格式	53
3.6 软件配置管理	55
3.6.1 软件配置概念	55

3.6.2	配置规划	55
3.6.3	软件变更控制	57
3.6.4	软件版本控制	57
3.7	软件质量管理	58
3.7.1	质量标准	58
3.7.2	质量计划	59
3.7.3	质量保证	59
3.7.4	质量指标	60
小结		61
习题		62
第4章	计算机系统工程	64
4.1	计算机体系结构	64
4.1.1	计算机系统特征	64
4.1.2	体系结构	65
4.2	系统前期分析	67
4.2.1	前期分析建模	67
4.2.2	系统结构建模	68
4.2.3	系统工作过程建模	69
4.3	项目可行性分析	70
4.3.1	可行性分析意义	70
4.3.2	评估内容	71
4.3.3	评估报告	72
小结		73
习题		74
第5章	需求分析	75
5.1	分析任务与过程	75
5.1.1	需求问题	75
5.1.2	分析任务	76
5.1.3	任务承担者	76
5.1.4	分析过程	77
5.2	获取用户需求	78
5.2.1	识别用户	78
5.2.2	从调查中收集用户需求	80
5.2.3	建立需求规约	82
5.3	业务需求建模	84
5.3.1	业务树图	84
5.3.2	业务用例图	84

5.3.3 业务活动图	85
5.4 需求验证	86
5.4.1 通过原型进行需求验证	86
5.4.2 通过评审进行需求验证	87
5.5 需求规格说明书	87
小结	88
习题	89
第6章 结构化分析建模	90
6.1 分析建模作用	90
6.2 数据建模	91
6.2.1 实体及其关系	91
6.2.2 传统 ER 图	92
6.2.3 基于工具的 ER 建模	92
6.2.4 建模举例	93
6.3 功能建模	95
6.3.1 数据流图	95
6.3.2 数据流细化	96
6.3.3 建模举例	97
6.4 行为建模	99
6.4.1 状态转换图	99
6.4.2 建模举例	100
6.5 数据字典	101
6.5.1 数据定义	102
6.5.2 功能定义	104
6.5.3 行为定义	104
小结	105
习题	106
第7章 基于 UML 的面向对象分析建模	109
7.1 面向对象建模方法	109
7.1.1 面向对象建模研究	109
7.1.2 UML 建模	110
7.2 用例建模	113
7.2.1 图形元素	113
7.2.2 参与者关系	114
7.2.3 用例关系	114
7.2.4 建模举例	115
7.3 活动建模	117

7.3.1 图形元素	117
7.3.2 业务级活动建模	118
7.3.3 用例级活动建模	119
7.4 类分析建模	120
7.4.1 实体类	120
7.4.2 实体类关系	121
7.4.3 建模举例	123
小结	124
习题	125
第8章 概要设计	127
8.1 设计任务与过程	127
8.1.1 设计任务	127
8.1.2 设计过程	128
8.2 系统构架	129
8.2.1 软件系统支持环境	129
8.2.2 软件系统体系结构	130
8.2.3 软件系统体系风格	131
8.3 数据结构	133
8.3.1 程序数据	133
8.3.2 数据库	134
8.4 程序结构	136
8.4.1 程序模块	136
8.4.2 模块独立性	138
8.4.3 结构化程序结构	143
8.4.4 面向对象程序结构	143
8.5 概要设计说明书	145
小结	146
习题	147
第9章 结构化设计建模	149
9.1 建模语言	149
9.1.1 程序结构图	149
9.1.2 HIPO图	150
9.1.3 框架伪码	151
9.2 基于数据流的结构映射	152
9.2.1 变换流映射	152
9.2.2 事务流映射	154
9.2.3 混合流映射	154

9.3	程序结构优化	156
9.4	设计举例	159
	小结	164
	习题	165
第 10 章	基于 UML 的面向对象程序设计	166
10.1	面向对象设计方法	166
10.1.1	两种设计方法的比较	166
10.1.2	UML 设计建模	168
10.2	逻辑结构设计	169
10.2.1	系统构架	169
10.2.2	类体	170
10.2.3	接口	174
10.2.4	程序逻辑结构	176
10.3	动态过程设计	181
10.3.1	协作图	181
10.3.2	时序图	183
10.3.3	状态图	184
10.4	物理装配与部署	186
10.4.1	程序构件图	186
10.4.2	系统部署图	188
	小结	189
	习题	190
第 11 章	数据库设计	193
11.1	数据库体系结构	193
11.1.1	基本体系结构	193
11.1.2	基于数据库服务器的数据库系统	195
11.1.3	数据库分布应用	196
11.1.4	SQL	196
11.2	数据库结构设计	197
11.2.1	数据表	197
11.2.2	数据表关联	197
11.2.3	数据索引	197
11.2.4	数据完整性	198
11.2.5	数据表结构优化	200
11.3	数据库访问设计	201
11.3.1	数据视图	201
11.3.2	存储过程	201