

全国普通高等教育“十一五”规划教材

软件工程

RUAN JIAN GONG CHENG

主 编 宋开旭 冷淑君 邢 跃
副主编 于 春 周建敏 管建军

引用软件工程新技术
理论与实践相结合
培养学生的专业技能



天津科学技术出版社

软件工程

主 编 宋开旭 冷淑君 邢 跃
副主编 于 春 周建敏 管建军



天津科学技术出版社

内 容 提 要

本书是全国普通高等教育“十一五”规划教材。

本书着重从理论和实用的角度讲述了软件工程的基本概念、原理和方法,系统地介绍了目前较成熟的、广泛使用的软件工程技术。

本书的主要内容包括软件工程概述、可行性研究和需求分析、概要设计、详细设计、面向对象的方法、统一建模语言 UML、软件的编码与测试、软件的维护和项目管理、软件开发实例(图书馆管理信息系统),在附录中还介绍了软件开发文档的写作规范。本书每章后面都有小结供读者复习总结,并配有大量习题供读者选用。

本书可作为大学本科、高职高专等普通高等院校相关专业的教材,也可以作为成人教育、各类计算机培训班以及从事计算机软件开发和应用的科技人员的参考资料。

本教材提供了丰富的多媒体学习资源,可登录 <http://ibb.hongen.com/> 进行查阅和学习。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程 / 宋开旭等编著. —天津:天津科学技术出版社, 2009

ISBN 978-7-5308-4149-5

I. 软… II. 宋… III. 软件工程—高等学校 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 200751 号

责任编辑:杨庆华

责任印制:白彦生

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话 (022) 23332398 (022) 23332393

网址: www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

河北新华印刷一厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 20 字数 496 000

2009 年 2 月第 1 版

定价:33.00 元

为普及计算机技术做贡献

张孝文 书

原清华大学校长

丛书序言

在教育部的倡导下，为了把计算机教育的优秀教材及时推荐给广大从事计算机教学的老师和学生，我们组织成立了“全国‘十一五’规划教材编委会”。根据教育部对编写“十一五”规划教材的质量要求，在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的前提下，编委会编写了本套教材。

为满足教育部对编写“十一五”规划教材的质量要求，我们首先提出了严格的质量要求和编写规范，要求做到“三新”，即体系新、内容新、方法新；同时把每一本教材都做成既有文字教材，又有电子教材，既有教科书，又有辅助教材，成为真正意义上的“立体化”教学。本套教材是编委会经过对近百所高等院校和上百家知名企业的调研后，组织全国近百所院校的骨干教师和数十位不同领域的工程师在广泛交流和研讨的基础上编写的。教材的编者都是来自从事计算机教学的一线教师和就职于各知名企业的工程师，以及长期从事知名多媒体电脑教学软件——《开天辟地》《万事无忧》《畅通无阻》和《巧夺天工》等教学研究和开发的电脑专家，具有非常丰富的教学和实践经验，为满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变，以及社会对高等院校应用型人才培养的要求提供了有利的保障。

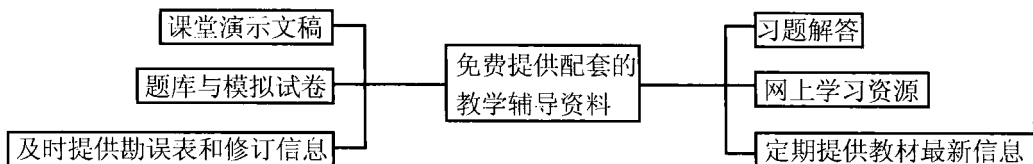
以下是本系列教材的主要特点。

(1) 突出应用技术，全面针对实际应用。在选材上，根据实际应用的需要，坚决舍弃现在用不上、将来也用不到的内容。在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，而注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。

(2) 教材采用“任务驱动”的编写方式，采取“提出问题——介绍解决问题的方法——归纳总结，培养寻找答案的思维方法”的模式。以实际问题引导出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性和操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(3) 在教材内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，突出重点，运用口语化的语言，通俗易懂，讲求效率，内容经过多次提炼和升华，突出学习规律和学习技巧，是思维化的直接体现。另外，我们还同步提供相关的配套教辅书，如课堂内外的学习辅导、实验指导、综合培训、课程设计指导等。

(4) 提供立体化服务。



为方便教学，我们将为选用本系列教材的老师免费提供 PowerPoint 电子教案、Flash 课件、习题解答、题库和模拟试卷等，并及时提供教材的前沿信息，使教材向多元化、多媒体化发展，最大限度地满足广大教师进行多媒体教学的需要。此外，还免费提供相关教材中所有程序的源代码或教学素材，以提高教学效率。

选用本书作教材的任课老师可以拨打电话 010-58858208 或通过洪恩在线的教材素材专区 (<http://pcbook.hongen.com>) 下载或发邮件到 pcbook@goldhuman.com 信箱免费索取 PowerPoint 电子教案、Flash 课件、习题解答、题库或模拟试卷等相关资料。

总之，本套教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的老师和数十位软件工程师的经验和智慧。脚踏实地、精益求精；科教兴国、行胜于言。洪恩软件永远与您在一起。我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

编委会

2009 年 2 月

系列教材编委会名单

主 任：池宇峰

副主任：李宏明 姜天鹏 卢志勇 潘全春

委 员：（以下排名按姓氏拼音字母的先后顺序为序）

管建军 隽青龙 冷淑君 李 瑜 李晓松

刘泽云 马 鑫 宋开旭 苏勇历 邢 跃

许 鹏 于 春 张相红 张月岭 周建敏

前 言

软件工程是研究软件开发和软件管理的一门工程科学,是计算机科学与技术及软件工程相关专业的骨干课程。软件工程采用工程的概念、原理、技术和方法,将良好的技术和正确的管理结合起来开发软件。

本书的核心内容是软件的开发流程和项目管理,共分 12 章。

第 1 章介绍了软件、软件危机和软件工程的基本概念;软件的生存周期;软件的开发模型(瀑布模型、快速原型模型、增量模型、喷泉模型和螺旋模型)以及常用的软件开发工具。

第 2~10 章按照 IT 企业软件开发的工作思路和步骤,从微观上依次介绍了软件的需求分析、概要设计、详细设计、软件建模、软件实现、软件测试、软件维护和软件管理的具体内容。书中还详细介绍了面向对象方法的基本概念、开发方法(Booch 方法、Coad 方法、OMT 方法)、面向对象的分析和设计;统一建模语言 UML;软件项目开发和管理的等内容。

第 11 章介绍了读者容易理解的软件开发实例——图书馆管理信息系统,使读者对软件开发的全过程有一个感性的认识。

第 12 章编排了 5 个软件工程课程设计题目,以此培养读者综合运用专业知识的能力,训练和提高软件开发技能,同时培养读者的合作意识和团队精神。

附录中介绍了软件开发文档和管理文档编写的参考指南。

本书的特点如下:

(1) 内容新颖、使用,语言流畅,易于理解。

(2) 引入了软件工程较新的技术,如面向对象设计、统一建模语言 UML、估算软件开发工作量的 COCOMO 模型、软件重用技术等。

(3) 每章列出了教学要求和小结,配有精选的适量例题和习题,便于读者对内容的学习和理解。

软件工程在程序设计语言、数据结构、数据库原理与应用等专业课之后,毕业实习、毕业设计之前开设。

本书由宋开旭、冷淑君、邢跃担任主编,由于春、周建敏、管建军担任副主编。其中第 1 章和第 8 章由于春编写;第 2 章由许鹏编写;第 3 章、第 4 章和第 7 章由周建敏编写;第 5 章和第 12 章由管建军编写;第 6 章和第 9 章由冷淑君编写;第 10 章和第 11 章由邢跃编写。参加本书编写和审校等工作的还有李瑜。

编 者

2009 年 2 月

目 录

第 1 章 软件工程概述	1
1.1 软件	1
1.1.1 软件的定义	2
1.1.2 软件的特点	2
1.1.3 软件的产生与发展	3
1.2 软件危机	5
1.2.1 软件危机的产生	5
1.2.2 软件危机的表现与原因	5
1.3 软件工程	6
1.3.1 软件工程的定义	6
1.3.2 软件工程的目标	7
1.3.3 软件工程的原则	7
1.4 软件生存周期	8
1.5 软件开发模型	9
1.5.1 瀑布模型 (Waterfall Model)	10
1.5.2 快速原型模型 (Rapid Prototype Model)	11
1.5.3 增量模型 (Incremental Model)	12
1.5.4 喷泉模型 (Fountain Model)	13
1.5.5 螺旋模型 (Spiral Model)	14
1.6 软件开发工具与软件开发环境	16
1.6.1 软件开发工具	16
1.6.2 软件开发环境	16
1.6.3 软件开发工具简介	18
实例分析	20
本章小结	21
习题 1	21
第 2 章 可行性研究和需求分析	24
2.1 软件的可行性研究	24
2.1.1 可行性研究的任务	24
2.1.2 可行性研究步骤	25

2.1.3 成本/效益分析	27
2.1.4 可行性研究的文档.....	28
2.2 需求分析.....	29
2.2.1 需求分析的重要性.....	29
2.2.2 需求分析的任务.....	29
2.2.3 需求分析的步骤.....	30
2.3 系统流程图.....	31
2.4 数据流图.....	33
2.4.1 数据流图的基础知识.....	33
2.4.2 设计数据流图的步骤.....	35
2.4.3 数据流图的用途.....	37
2.4.4 需要注意的问题.....	37
2.5 数据字典.....	40
2.5.1 数据字典的内容及格式.....	40
2.5.2 数据字典的用途.....	42
2.5.3 数据字典的实现.....	42
实例分析	43
本章小结	45
习题 2	45
第 3 章 概要设计.....	49
3.1 概要设计的任务.....	49
3.1.1 概要设计的任务.....	49
3.1.2 概要设计说明书的主要内容.....	50
3.2 设计过程.....	51
3.3 设计原理.....	52
3.3.1 模块化	52
3.3.2 抽象与逐步求精.....	53
3.3.3 信息隐蔽	55
3.3.4 模块独立性	55
3.4 描绘软件结构的图形工具.....	60
3.4.1 软件结构图	60
3.4.2 层次图	63
3.5 启发规则.....	64

3.6 面向数据流的设计方法	67
3.6.1 变换分析	67
3.6.2 事务分析	69
3.6.3 设计优化	71
实例分析	71
本章小结	77
习题 3	77
第 4 章 详细设计	80
4.1 详细设计的任务与原则	80
4.1.1 详细设计的任务	80
4.1.2 详细设计的原则	81
4.2 结构化程序设计	82
4.2.1 结构化设计技术的概念	82
4.2.2 结构化程序设计的原则	83
4.3 过程设计的工具	83
4.3.1 程序流程图 PFC	83
4.3.2 盒图 N-S	84
4.3.3 问题分析图 PAD	86
4.3.4 过程设计语言 PDL	87
4.3.5 判定表 (Decision Table)	89
4.3.6 判定树	91
4.4 用户界面设计	91
4.4.1 用户界面应具备的特性及设计分析、设计过程	91
4.4.2 用户界面的风格	93
4.4.3 用户界面的基本类型	94
4.4.4 用户界面设计指南	95
4.5 面向数据结构的设计方法	96
4.5.1 Jackson 方法简介	96
4.5.2 Jackson 方法的设计过程	98
4.5.3 使用 Jackson 方法应注意的问题	101
实例分析	101
本章小结	103
习题 4	103

第 5 章 面向对象的方法 106

5.1 面向对象方法概述..... 106

5.1.1 传统软件工程方法存在的问题..... 106

5.1.2 面向对象方法的优点..... 107

5.1.3 面向对象方法的基本概念..... 108

5.1.4 面向对象方法的内容..... 111

5.1.5 面向对象的开发方法..... 112

5.2 面向对象分析..... 113

5.2.1 面向对象分析的基本过程及原则..... 114

5.2.2 确定对象 117

5.2.3 确定结构 118

5.2.4 确立主题 119

5.2.5 确定属性 119

5.2.6 确定服务和消息..... 120

5.3 面向对象设计..... 120

5.3.1 面向对象设计的准则..... 121

5.3.2 面向对象设计的内容..... 122

5.3.3 人机交互子系统的设计..... 123

5.3.4 问题域子系统的设计..... 124

5.3.5 任务管理子系统的设计..... 125

5.3.6 数据管理子系统的设计..... 126

5.4 面向对象实现..... 127

5.4.1 面向对象编程..... 127

5.4.2 面向对象测试..... 128

实例分析 130

本章小结 133

习题 5 135

第 6 章 统一建模语言 UML 138

6.1 UML 概述..... 138

6.1.1 UML 的产生和发展..... 138

6.1.2 UML 的组成..... 139

6.1.3 UML 的主要特点..... 140

6.1.4 UML 的应用..... 140

6.2 通用模型元素.....	141
6.2.1 模型元素.....	141
6.2.2 约束.....	142
6.2.3 依赖关系.....	142
6.2.4 细化.....	143
6.2.5 注释.....	143
6.3 UML 的静态建模机制.....	144
6.3.1 用例图.....	144
6.3.2 类图和对象图.....	147
6.3.3 包.....	152
6.3.4 构件图.....	153
6.3.5 配置图.....	154
6.4 UML 的动态建模机制.....	155
6.4.1 消息.....	155
6.4.2 顺序图.....	156
6.4.3 协作图.....	157
6.4.4 状态图.....	157
6.4.5 活动图.....	159
6.5 UML 软件开发过程.....	162
实例分析.....	164
本章小结.....	168
习题 6.....	169
第 7 章 程序编码.....	172
7.1 编码.....	172
7.2 程序设计风格.....	173
7.3 编码风格中应注意的几个问题.....	175
实例分析.....	182
本章小结.....	184
习题 7.....	184
第 8 章 软件测试.....	187
8.1 软件测试基础.....	187
8.1.1 软件测试的目的.....	187
8.1.2 软件测试的特点和原则.....	188

8.1.3 软件测试的基本步骤.....	189
8.1.4 静态分析与动态测试.....	189
8.2 白盒测试技术.....	190
8.2.1 逻辑覆盖	190
8.2.2 基本路径测试.....	194
8.2.3 循环测试	196
8.2.4 白盒测试法的步骤.....	197
8.3 黑盒测试技术.....	197
8.3.1 等价分类法	198
8.3.2 边界值分析法.....	200
8.3.3 错误推测法	201
8.3.4 因果图法	201
8.3.5 综合策略	204
8.4 软件测试过程.....	205
8.4.1 单元测试	205
8.4.2 集成测试	207
8.4.3 确认测试	208
8.4.4 系统测试	209
8.5 调试	210
8.5.1 调试的目的	210
8.5.2 调试方法	210
8.5.3 调试原则	211
实例分析	212
本章小结	215
习题 8	215

第 9 章 软件维护.....218

9.1 软件维护的基本概念.....	218
9.1.1 软件维护的定义.....	218
9.1.2 软件维护的分类及策略.....	219
9.2 软件维护的特点.....	220
9.3 软件维护过程.....	222
9.3.1 维护组织	222
9.3.2 维护工作的流程.....	223

9.3.3 维护技术.....	224
9.4 提高可维护性的方法.....	224
9.5 软件再工程.....	227
实例分析.....	229
本章小结.....	231
习题 9.....	232
第 10 章 软件项目管理.....	234
10.1 软件项目管理概述.....	234
10.2 进度计划.....	236
10.2.1 进度安排的方法.....	237
10.2.2 制定开发进度计划.....	238
10.3 成本估算.....	239
10.3.1 软件开发成本估计方法.....	239
10.3.2 成本估算模型.....	240
10.4 人员组织.....	241
10.5 质量保证.....	243
10.6 能力成熟度模型.....	245
10.6.1 CMM 概述.....	245
10.6.2 CMM 的 5 个级别划分.....	245
10.6.3 关键过程域.....	247
10.6.4 应用软件过程评估.....	248
实例分析.....	248
本章小结.....	249
习题 10.....	250
第 11 章 综合应用.....	252
11.1 “图书馆管理信息系统”的立项背景.....	252
11.2 可行性研究.....	253
11.2.1 现有系统存在的问题.....	253
11.2.2 新系统的功能.....	254
11.2.3 软件开发环境.....	254
11.2.4 可行性分析.....	255
11.3 需求分析.....	256
11.3.1 需求分析概述.....	256

11.3.2 组织结构调查.....	256
11.3.3 系统用户分析.....	257
11.3.4 UML 用例图建模.....	257
11.3.5 数据流图.....	258
11.3.6 数据字典.....	260
11.3.7 IPO 图.....	264
11.3.8 用户其他需求.....	264
11.4 概要设计.....	265
11.4.1 系统结构设计.....	265
11.4.2 数据库设计.....	266
11.5 详细设计.....	272
11.5.1 登录模块详细设计.....	272
11.5.2 读者管理子系统详细设计.....	273
11.6 系统实现.....	279
11.6.1 登录窗体.....	279
11.6.2 读者管理.....	280
11.7 系统测试.....	283
11.7.1 功能测试.....	283
11.7.2 系统测试.....	285
11.7.3 测试结论.....	285
本章小结	285
习题 11.....	286
第 12 章 软件工程课程设计指导	288
12.1 软件工程课程设计目的.....	288
12.2 软件工程课程设计的要求.....	289
12.3 课程设计实施步骤.....	289
12.4 课程设计指导.....	289
12.4.1 课程设计内容.....	290
12.4.2 实验安排	291
12.5 课程设计题目.....	295
附录：软件开发文档指南	298

第1章 软件工程概述

教学要求

掌握：

- 软件工程的定义、目标和原则
- 软件生存周期的概念、各个阶段应解决的问题及相应的输出
- 常见的软件开发方法

了解：

- 软件的定义、特点
- 软件危机产生的原因及解决的途径
- 几种常见的软件开发模型
- 两种常用的软件开发工具

1946 年世界上第一台电子计算机的诞生，标志着人类由工业化社会进入了信息化社会，以计算机产业和计算机应用服务业为支柱的信息工业，成了信息化社会的主要基础之一。而软件又是信息化的核心，软件产业是增长最快的朝阳产业，是高投入/高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业关系到国家经济发展和文化安全，体现了国家的综合实力，是决定 21 世纪国际竞争地位的战略性的产业。

随着计算机的日益普及，软件系统的规模和复杂度与日俱增，软件技术面临着新的挑战。大型复杂软件的开发是一项特殊的工程，不仅与传统工程一样，需要按照工程化的方法去组织、管理软件的开发，而且软件开发更具特殊性、复杂性。软件工程是在克服 20 世纪 60 年代末出现的“软件危机”的过程中逐渐形成与发展的。自 1968 年在北大西洋公约组织(NATO)举行软件可靠性的学术会议上正式提出软件工程 (Software Engineering, SE) 的概念以来，在 40 年的时间里，软件工程在理论和实践两方面都取得了长足的进步。

1.1 软件

软件是一种产品，同时又是开发和运行产品的载体。不管它是驻留在设备中，还是在主机中，软件是一个信息转换器，能够产生、管理、获取、修改、显示或转换信息。这些信息可以很简单，如一个 bit，也可以很复杂，如多媒体信息。作为开发运行产品的载体，软件是计算机工作、信息通信的基础，也是创建和控制其他程序的基础。

信息是 21 世纪最重要的产品，软件充分体现了这一点。软件处理数据，使得这些数据更为有用；软件管理商业信息，增强了商业竞争力；软件提供了通往全球信息网络的途径，

也提供了以各种形式获取信息的手段。

1.1.1 软件的定义

“软件”一词是 20 世纪 60 年代出现的，它的定义是：计算机程序及其说明程序的各种文档。其中，“程序”是对计算任务的处理对象和处理规则的描述，即按既定算法，用某种语言规定的指令或语句编写的指令或语句的集合；“文档”是有关计算机程序功能、设计、编制、使用的文字或图形资料。软件与硬件一起构成完整的计算机系统，它们相互依存、缺一不可，计算机系统通过运行程序来实现各种不同的应用。

1.1.2 软件的特点

在计算机系统中，软件是一个逻辑部件，而硬件是一个物理部件。因此，软件相对硬件而言有以下特点。

（1）软件是一种逻辑产品，它与物质产品有很大的区别

硬件是看得见、摸得着的，而软件产品是看不见、摸不着的，具有无形性。它是脑力劳动的结晶，以程序和文档的形式出现，保存在计算机存储器的磁盘和光盘介质上。软件正确与否，要在机器上运行才能知道，只有通过机器的执行才能体现它的功能和作用。

（2）软件与硬件的生产方式不同

软件产品的生产过程是研制，软件产品的成本主要体现在软件的开发和研制上。软件是通过人们的智力活动，把知识与技术转化成信息的一种产品，是在研制、开发中被创造出来的。一旦某一软件项目研制成功，以后就可以大量地复制同一内容的副本，即其研制成本远远大于其生产成本。软件故障往往是在开发时产生而在测试时没有发现的问题。所以要保证软件的质量，必须着重于软件开发过程，加强管理和减少故障。

（3）软件与硬件的维护不同

在软件的运行和使用期间，没有硬件那样的机械磨损、老化问题。软件维护比硬件维护要复杂得多，与硬件的维护有着本质的区别。图 1-1 和图 1-2 所示的是硬件和软件故障率随时间变化的曲线。

图 1-1 给出了硬件的故障率曲线，它是一个 U 形曲线（即浴盆曲线），说明硬件随着使用时间的增加，故障率急剧上升。

图 1-2 所描述的是软件故障率曲线，它没有 U 形曲线的右半翼，表明软件随着使用时间的增加，故障率降低，软件不存在磨损和老化问题，然而却存在退化问题。这是软件开发时的需求环境、软硬件环境在不断变化，必须多次修改软件，而修改软件则不可避免地会引入新的错误，导致软件的故障率升高，从而使得软件可靠性下降。当修改的成本变得难以接受时，软件就会被抛弃。