



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21世纪大学本科
计算机专业系列教材

钱乐秋 赵文耘 牛军钰 编著

软件工程 (第2版)

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

- 根据教育部“高等学校计算机科学与技术专业规范”组织编写
- 与美国 ACM 和 IEEE CS *Computing Curricula* 最新进展同步
- 上海市精品课程主讲教材



清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

上海市精品课程主讲教材

21世纪大学本科计算机专业系列教材

软件工程

(第2版)

钱乐秋 赵文耘 牛军钰 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了软件工程的观念、原理、过程及主要方法,内容上覆盖了 ACM 和 IEEE 最新制定的 Computing Curricula 中有关软件工程的主要知识点。本书在介绍软件工程的基本概念和基本原理的基础上,重点介绍软件开发方法和技术,包括经典的和常用的方法,如结构化方法、面向数据结构方法和面向对象方法,以及一些软件工程的新技术和新方法,如 UML 2.0、基于构件的开发、敏捷软件开发、Web 工程、CMM 和 CMMI 等。此外,本书尽量采用国标、ISO 标准及《计算机科学技术百科全书》对专业术语的名称及其语义解释,必要时,术语名称会同时给出其他习惯称谓。

本书适合作为高等学校计算机科学与技术学科、软件工程学科各专业的教材,也可作为软件开发人员的参考书。

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 / 钱乐秋, 赵文耘, 牛军钰编著. --2 版. --北京: 清华大学出版社, 2013. 8

21 世纪大学本科计算机专业系列教材

ISBN 978-7-302-32876-6

I. ①软… II. ①钱… ②赵… ③牛… III. ①软件工程—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 136387 号

责任编辑:张瑞庆

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:宋林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.75 字 数:598 千字

版 次:2007 年 3 月第 1 版 2013 年 8 月第 2 版 印 次:2013 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.50 元

产品编号:054314-01

21 世纪大学本科计算机专业系列教材编委会

主 任：李晓明

副 主 任：蒋宗礼 卢先和

委 员：(按姓氏笔画为序)

马华东 马殿富 王志英 王晓东 宁 洪

刘 辰 孙茂松 李仁发 李文新 杨 波

吴朝晖 何炎祥 宋方敏 张 莉 金 海

周兴社 孟祥旭 袁晓洁 钱乐秋 黄国兴

曾 明 廖明宏

秘 书：张瑞庆

第2版前言

FOREWORD

随着计算机科学技术和网络技术的飞速发展,计算机应用已渗透到科研、教育、生活、娱乐等各个方面,软件工程也逐渐成为软件产业和信息产业的支撑学科,为成功开发高质量软件起到了重要的作用。

软件工程是高等学校软件工程学科和计算机科学与技术学科各专业的一门重要的专业基础课程,本书的内容覆盖了 ACM 和 IEEE 最新制定的“计算教程”知识体系中有关软件工程的主要知识单元和知识点,并根据国内计算机教育和产业的现状,在介绍软件工程的基本概念和基本理论的基础上,既介绍传统的经典方法,又介绍当今软件工程的最新技术和方法,旨在通过本书的学习使读者具有一定的软件开发能力。

近年来各种敏捷开发方法受到业界的广泛关注,不少软件企业开始采用敏捷开发方法并取得良好的效果。另外,这些年来发布了不少与系统和软件工程相关的国际标准和国家标准,特别是软件生存周期过程和软件产品质量模型都与旧标准有很大的不同。据此,本书对第1版教材主要作如下修改:①将原书1.5节“敏捷软件开发”改成一章,介绍了敏捷软件开发的基本思想以及3种主要敏捷开发方法。②对原书中涉及国际标准和国家标准的内容进行更新,反映最新标准的内容。考虑到中国国情,有些标准以介绍最新的国家标准为主,同时对最新的国际标准作简单的介绍。③将原面向对象分析与设计拆成两章(面向对象方法基础,面向对象建模),并增加了一个实例。④对Web工程整章进行了改写。⑤对全书一些不妥之处进行了修订。

本书共分16章。第1章介绍软件工程的基本概念、软件过程(包括CMM/CMMI)、软件过程模型和CASE工具与环境;第2章至第4章分别对系统工程、需求工程和设计工程作简单介绍,并介绍它们所包含的活动;第5章至第10章主要介绍软件需求分析和设计的方法,包括面向数据流的方法、面向数据结构的方法、面向对象的方法、基于构件的开发方法和敏捷软件开发方法;第11章介绍人机界面的设计;第12章介绍程序设计语言和编码;第13章介绍软件测试技术;第14章介绍Web工程;第15章介绍软件维护和再工程;第16章介绍软件项目管理,包括软件项目管理过程、软件度量、项目估算、项目进度管理、风险管理、项目组织、质量管理和配置管理等。

钱乐秋教授编写了本书的第1、2、7、8、13章,并负责全书的统稿;赵文耘教授编写了第5、6、9、16章;牛军钰副教授编写了第3、4、11、12、14、15章;张刚博士编写了第10章。

本书在编写过程中得到了教育部计算机科学与技术教学指导委员会、清华大学出版社以及复旦大学计算机科学技术学院的领导和老师们的大力支持,在此一并向他们表示衷心的感谢。在此还要特别感谢北京大学李晓明教授和清华大学出版社的张瑞庆编审,本书的顺利出版与他们的信任和支持是分不开的。

编者
2013年4月

第 1 版前言

FOREWORD

自 1968 年首次提出“软件工程”的概念以来,软件工程得到了很大的发展,新的方法、技术、模型不断涌现,为成功开发高质量软件起到了重要的作用。随着计算机科学技术的飞速发展,软件工程已经成为计算机科学与技术学科的重要学科方向。

软件工程是高等学校计算机科学与技术学科各专业的一门重要的专业基础课程,本书在介绍软件工程的基本概念和基本理论的基础上,重点介绍软件开发的方法和技术,旨在通过本书的学习使读者具有一定的软件开发能力。

本书的内容覆盖了 ACM 和 IEEE 最新制定的“计算教程 2005”(简称 CC2005)知识体系中有关软件工程的主要知识单元和知识点,并根据国内计算机教育和产业的现状,既介绍传统的经典方法,又介绍当今软件工程的最新技术和方法,如基于构件的开发方法、敏捷开发方法、UML、Web 工程等。

本书共分 14 章。第 1 章介绍软件工程的基本概念、软件过程(包括 CMM/CMMI)、软件过程模型、敏捷软件开发和 CASE 工具与环境;第 2 章至第 4 章分别对系统工程、需求工程和设计工程作简要介绍,并介绍它们所包含的活动;第 5 章至第 8 章主要介绍软件需求分析和设计的方法,包括面向数据流的方法、面向数据结构的方法、面向对象的方法和基于构件的开发方法;第 9 章介绍人机界面的设计;第 10 章介绍程序设计语言和编码;第 11 章介绍软件测试技术;第 12 章介绍 Web 工程,包括 Web 工程过程、Web 分析、Web 设计和 Web 测试;第 13 章介绍软件维护和再工程;第 14 章介绍软件项目管理,包括软件项目管理过程、软件度量、项目估算、项目进度管理、风险管理、项目组织、质量管理和配置管理等。

钱乐秋教授编写了本书的第 1、2、7、11 章,并负责全书的统稿;赵文耘教授编写了第 5、6、8、14 章;牛军钰副教授编写了第 3、4、9、10、12、13 章。

国防科学技术大学齐治昌教授认真审阅了全部书稿,并提出了许多中肯的修改意见。本书在编写过程中得到了教育部计算机科学与技术教学指导委员会、清华大学出版社以及复旦大学信息学院、计算机科学与工程系的领导和老师们的大力支持,在此一并向他们表示衷心的感谢。

在此要特别感谢北京大学李晓明教授和清华大学出版社的编辑,没有他们的信任和鼓励,就没有本书的问世。

编 者

2007 年 1 月



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 21世纪大学本科计算机专业系列教材

近期出版书目

- 计算概论(第2版)
- 计算概论——程序设计阅读题解
- 计算机导论(第2版)
- 计算机导论教学指导与习题解答
- 计算机伦理学
- 程序设计导引及在线实践
- 程序设计基础(第2版)
- 程序设计基础习题解析与实验指导
- 程序设计基础(C语言)
- 程序设计基础(C语言)实验指导
- 离散数学(第2版)
- 离散数学习题解答与学习指导(第2版)
- 数据结构(STL 框架)
- 算法设计与分析
- 算法设计与分析(第2版)
- 算法设计与分析习题解答(第2版)
- C++ 程序设计(第2版)
- Java 程序设计
- 面向对象程序设计(第2版)
- 形式语言与自动机理论(第3版)
- 形式语言与自动机理论教学参考书(第3版)
- 数字电子技术基础
- 数字逻辑
- FPGA 数字逻辑设计
- 计算机组成原理(第3版)
- 计算机组成原理教师用书(第3版)
- 计算机组成原理学习指导与习题解析(第3版)
- 微机原理与接口技术
- 微型计算机系统与接口(第2版)
- 计算机组成与系统结构
- 计算机组成与体系结构习题解答与教学指导
- 计算机组成与体系结构(第2版)
- 计算机系统结构教程
- 计算机系统结构学习指导与题解
- 计算机操作系统(第2版)
- 计算机操作系统学习指导与习题解答
- 编译原理
- 软件工程
- 计算机图形学
- 计算机网络(第3版)
- 计算机网络教师用书(第3版)
- 计算机网络实验指导书(第3版)
- 计算机网络习题解析与同步练习
- 计算机网络软件编程指导书
- 人工智能
- 多媒体技术原理及应用(第2版)
- 计算机网络工程(第2版)
- 计算机网络工程实验教程
- 信息安全原理及应用

目 录

CONTENTS

第 1 章 概论	1
1.1 计算机软件	1
1.1.1 软件的发展	1
1.1.2 软件的特点	2
1.1.3 软件分类	3
1.1.4 软件语言	3
1.2 软件工程	5
1.2.1 软件工程定义	5
1.2.2 软件工程框架	6
1.2.3 软件生存周期	6
1.3 软件过程	7
1.3.1 软件生存周期过程	8
1.3.2 能力成熟度模型 CMM	11
1.3.3 能力成熟度模型集成 CMMI	13
1.4 软件过程模型	16
1.4.1 瀑布模型	16
1.4.2 演化模型	17
1.4.3 增量模型	18
1.4.4 原型模型	18
1.4.5 螺旋模型	20
1.4.6 喷泉模型	21
1.4.7 基于构件的开发模型	21
1.4.8 形式化方法模型	22
1.5 CASE 工具与环境	23
1.5.1 软件工具	23
1.5.2 软件开发环境	25
1.6 小结	26
习题	26

第2章 系统工程	27
2.1 基于计算机的系统	27
2.2 系统工程的任务	28
2.3 可行性分析	29
2.3.1 经济可行性	29
2.3.2 技术可行性	31
2.3.3 法律可行性	31
2.3.4 方案的选择和折衷	31
2.4 小结	32
习题	32
第3章 需求工程	33
3.1 需求工程概述	33
3.2 需求获取	35
3.2.1 软件需求	35
3.2.2 需求获取方法与策略	36
3.3 需求分析、协商与建模	40
3.3.1 需求分析原则	40
3.3.2 信息域	40
3.3.3 需求协商	41
3.3.4 需求建模	41
3.4 需求规约与验证	42
3.4.1 需求规约的原则	42
3.4.2 需求规约	42
3.4.3 需求验证	44
3.5 需求管理	44
3.6 小结	45
习题	45
第4章 设计工程	46
4.1 软件设计工程概述	46
4.2 软件设计原则	48
4.2.1 抽象与逐步求精	49
4.2.2 模块化	49
4.2.3 信息隐藏	50
4.2.4 功能独立	51
4.3 软件体系结构设计	53
4.3.1 体系结构发展过程	53

4.3.2	软件体系结构的风格	54
4.3.3	评估可选的体系结构	56
4.4	部件级设计技术	57
4.4.1	结构化程序设计方法	58
4.4.2	图形表示法	58
4.4.3	判定表	61
4.4.4	设计性语言 PDL	62
4.5	设计规约与设计评审	63
4.5.1	设计规约	63
4.5.2	设计评审	64
4.6	小结	65
	习题	65
第 5 章	结构化分析与设计	67
5.1	结构化分析方法概述	67
5.2	数据流图	69
5.2.1	数据流图的图形表示	69
5.2.2	分层数据流图的画法	72
5.3	分层数据流图的审查	76
5.3.1	分层数据流图的一致性和完整性	77
5.3.2	构造分层 DFD 时需要注意的问题	80
5.3.3	分解的程度	82
5.4	数据字典	82
5.4.1	字典条目的种类及描述符号	82
5.4.2	字典条目	83
5.4.3	字典条目实例	87
5.4.4	数据字典的实现	88
5.5	描述基本加工的小说明	88
5.5.1	结构化语言	89
5.5.2	判定表	90
5.5.3	判定树	91
5.6	结构化设计概述	91
5.6.1	结构图	92
5.6.2	启发式设计策略	94
5.6.3	结构化设计的步骤	96
5.7	数据流图到软件体系结构的映射	97
5.7.1	信息流	97
5.7.2	数据流图映射到结构图的步骤	98
5.7.3	变换分析	98

5.7.4	事务分析.....	101
5.7.5	分层 DFD 的映射	102
5.8	初始结构图的改进	104
5.8.1	结构图改进实例.....	104
5.8.2	结构图改进技巧.....	106
5.9	小结	108
	习题.....	108
第 6 章	面向数据结构的分析与设计	110
6.1	JSP 方法	110
6.1.1	数据结构与程序结构的表示.....	110
6.1.2	JSP 方法的分析和设计步骤.....	114
6.2	JSD 方法简介	118
6.3	小结	119
	习题.....	119
第 7 章	面向对象方法基础	120
7.1	面向对象的基本概念	121
7.2	面向对象分析和设计过程	124
7.2.1	面向对象分析过程.....	124
7.2.2	面向对象设计过程.....	126
7.2.3	设计模式.....	128
7.3	UML 概述	129
7.3.1	UML 发展历史	129
7.3.2	UML 简介	130
7.3.3	视图.....	131
7.3.4	图.....	133
7.4	小结	136
	习题.....	136
第 8 章	面向对象建模	137
8.1	用况建模	137
8.1.1	用况建模步骤.....	137
8.1.2	确定执行者.....	138
8.1.3	确定用况.....	139
8.1.4	用况描述.....	140
8.1.5	用况图中的关系.....	142
8.1.6	案例说明.....	143
8.1.7	用况建模实例.....	144

8.2	静态建模	147
8.2.1	类图和对象图	148
8.2.2	CRC 技术	148
8.2.3	类之间的关系	153
8.2.4	静态建模实例	161
8.3	动态建模	163
8.3.1	状态机图	163
8.3.2	活动图	170
8.3.3	顺序图	172
8.3.4	通信图	176
8.3.5	动态建模实例	178
8.4	物理体系结构建模	179
8.4.1	构件图	180
8.4.2	部署图	181
8.5	小结	182
	习题	182
第 9 章	基于构件的软件开发	184
9.1	基于构件的软件开发概述	184
9.1.1	构件	184
9.1.2	基于构件的软件开发过程	187
9.1.3	CBSD 对质量、生产率和成本的影响	189
9.2	建造可复用构件	190
9.2.1	对可复用构件的要求	190
9.2.2	创建领域构件的设计框架	191
9.2.3	可变性分析	191
9.2.4	可变性机制	192
9.3	应用系统工程	194
9.3.1	基于 CBSD 的应用系统分析和设计	194
9.3.2	构件的鉴定、特化和组装	195
9.4	构件的管理	196
9.4.1	构件的分类描述	196
9.4.2	构件库管理系统	197
9.5	小结	198
	习题	198
第 10 章	敏捷软件开发	199
10.1	敏捷软件开发方法概述	199
10.1.1	敏捷宣言	199

10.1.2	精益思想	201
10.1.3	敏捷方法综述	202
10.2	Scrum 方法	203
10.2.1	Scrum 简介	203
10.2.2	Scrum 团队	205
10.2.3	需求管理	205
10.2.4	基于时间盒的迭代	206
10.2.5	回顾会议	209
10.3	极限编程方法	210
10.3.1	极限编程简介	210
10.3.2	价值观和原则	211
10.3.3	实践	212
10.4	看板方法	217
10.4.1	看板方法简介	217
10.4.2	看板方法的规则	218
10.4.3	看板方法和 Scrum 的比较	219
10.5	小结	220
	习题	220
第 11 章	人机界面设计	221
11.1	人的因素	221
11.1.1	人对感知过程的认识	221
11.1.2	用户的技能和行为方式	222
11.1.3	人体测量学对设计的影响	222
11.2	人机界面风格	224
11.3	人机界面分析与建模	227
11.3.1	人机界面设计过程	227
11.3.2	人机界面设计中涉及的模型	228
11.3.3	任务分析的途径与方法	228
11.4	界面设计活动	229
11.4.1	定义界面对象和动作	229
11.4.2	设计问题	230
11.4.3	黄金原则	231
11.5	实现工具	233
11.6	设计评估	233
11.7	小结	235
	习题	235

第 12 章 程序设计语言和编码	236
12.1 程序设计语言	236
12.1.1 程序设计语言的基本成分	236
12.1.2 程序设计语言的特性	238
12.1.3 程序设计语言的分类	239
12.1.4 程序设计语言的选择	240
12.2 程序设计风格	241
12.2.1 源程序文档化	241
12.2.2 数据说明	244
12.2.3 语句结构	244
12.2.4 输入和输出	246
12.3 小结	246
习题	246
第 13 章 软件测试	247
13.1 软件测试基础	247
13.1.1 软件测试的目的	247
13.1.2 软件测试的基本原则	248
13.1.3 白盒测试和黑盒测试	249
13.2 白盒测试	249
13.2.1 逻辑覆盖测试	249
13.2.2 逻辑表达式错误敏感的测试	254
13.2.3 基本路径测试	255
13.2.4 数据流测试	257
13.2.5 循环测试	258
13.3 黑盒测试	259
13.3.1 等价类划分	259
13.3.2 边界值分析	262
13.3.3 比较测试	263
13.3.4 错误猜测	263
13.3.5 因果图	263
13.4 测试策略	267
13.4.1 V 模型	267
13.4.2 单元测试	268
13.4.3 集成测试	269
13.4.4 确认测试	272
13.4.5 系统测试	273

13.5	面向对象测试	274
13.5.1	面向对象语境对测试的影响	274
13.5.2	面向对象测试策略	275
13.5.3	面向对象测试用例设计	276
13.6	测试完成标准	276
13.7	调试	277
13.7.1	调试过程	277
13.7.2	调试方法	277
13.7.3	纠正错误	278
13.8	小结	279
	习题	279
第 14 章	Web 工程	281
14.1	WebApp 的属性和类型	281
14.1.1	WebApp 的属性	281
14.1.2	WebApp 的类型	283
14.2	Web 工程过程	284
14.2.1	过程框架	284
14.2.2	改善框架	285
14.2.3	Web 工程的最佳实践	285
14.2.4	方法和工具	285
14.3	WebApp 建模	286
14.3.1	WebApp 需求建模	286
14.3.2	WebApp 设计建模	288
14.4	WebApp 质量管理	293
14.4.1	WebApp 质量维度	293
14.4.2	WebApp 的测试	294
14.4.3	WebApp 配置管理	295
14.5	小结	296
	习题	296
第 15 章	软件维护与再工程	297
15.1	软件维护	297
15.1.1	软件维护的概念	297
15.1.2	软件维护的过程	300
15.1.3	软件可维护性	302
15.2	再工程技术	305
15.2.1	再工程的概念	305
15.2.2	业务过程再工程	305

15.2.3	软件再工程过程	306
15.2.4	逆向工程	308
15.3	小结	309
	习题	309
第 16 章	软件项目管理	310
16.1	软件项目管理概述	310
16.1.1	软件项目管理的关注点	310
16.1.2	软件项目管理的内容	313
16.2	软件度量	316
16.2.1	面向规模的度量	317
16.2.2	面向功能的度量	318
16.2.3	软件质量模型	321
16.2.4	程序复杂性度量	327
16.2.5	软件可靠性度量	329
16.3	软件项目估算	330
16.3.1	代码行、功能点和工作量估算	330
16.3.2	IBM 估算模型	331
16.3.3	CoCoMo 模型	332
16.3.4	Putnam 模型	334
16.3.5	软件可靠性估算	335
16.4	项目进度管理	336
16.4.1	人员与工作量之间的关系	337
16.4.2	任务的分解与并行	337
16.4.3	任务工作量的确定	338
16.4.4	进度安排	339
16.5	风险管理	344
16.5.1	风险标识	344
16.5.2	风险预测	345
16.5.3	风险评估	345
16.5.4	风险管理和监控	346
16.6	软件项目的组织	348
16.6.1	组织结构的模式	348
16.6.2	程序设计小组的组织形式	348
16.6.3	人员配备	350
16.7	软件质量管理	351
16.7.1	软件质量保证	352
16.7.2	软件评审	353