

21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

软件工程（第二版）

P

叶俊民 编著

S

E

清华大学出版社



21世纪高等学校计算机**专业**实用规划教材

软件工程（第二版）

叶俊民 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

软件工程是计算机专业的一门非常重要的学科,它的研究范围包括技术、方法、工具和管理等许多方面。

本书共 12 章,介绍软件工程的背景和基础知识,软件项目管理的方法和技术,软件分析、设计的技术,人机交互的设计,软件构件的设计技术,面向对象的概念和分析、设计方法,软件的测试和维护的基础知识。

本书可作为计算机专业的本科生、研究生、专科生和专升本的教材,也适合从事研发工作的软件工作者和广大计算机用户参考或自学。

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/叶俊民编著. —2 版. —北京:清华大学出版社,2010.9

(21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材)

ISBN 978-7-302-22919-3

I. ①软… II. ①叶… 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(2010)第 101099 号

责任编辑:魏江江 赵晓宁

责任校对:焦丽丽

责任印制:孟凡玉

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 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.5 字 数:490 千字

版 次:2005 年 6 月第 1 版 2010 年 9 月第 2 版 印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:9001~12000

定 价:29.50 元

产品编号:028950-01

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
上海大学	陆 铭	副教授
东华大学	乐嘉锦	教授

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

本系列教材立足于计算机专业课程领域,以专业基础课为主、专业课为辅,横向满足高校多层次教学的需要。在规划过程中体现了如下一些基本原则和特点。

(1) 反映计算机学科的最新发展,总结近年来计算机专业教学的最新成果。内容先进,充分吸收国外先进成果和理念。

(2) 反映教学需要,促进教学发展。教材要适应多样化的教学需要,正确把握教学内容和课程体系的改革方向,融合先进的教学思想、方法和手段,体现科学性、先进性和系统性,强调对学生实践能力的培养,为学生知识、能力、素质协调发展创造条件。

(3) 实施精品战略,突出重点,保证质量。规划教材把重点放在公共基础课和专业基础课的教材建设上;特别注意选择并安排一部分原来基础比较好的优秀教材或讲义修订再版,逐步形成精品教材;提倡并鼓励编写体现教学质量和教学改革成果的教材。

(4) 主张一纲多本,合理配套。专业基础课和专业课教材配套,同一门课程有针对不同层次、面向不同应用的多本具有各自内容特点的教材。处理好教材统一性与多样化,基本教材与辅助教材、教学参考书,文字教材与软件教材的关系,实现教材系列资源配套。

(5) 依靠专家,择优选用。在制定教材规划时要依靠各课程专家在调查研究本课程教

材建设现状的基础上提出规划选题。在落实主编人选时,要引入竞争机制,通过申报、评审确定主题。书稿完成后要真实行审稿程序,确保出书质量。

繁荣教材出版事业,提高教材质量的关键是教师。建立一支高水平教材编写梯队才能保证教材的编写质量和建设力度,希望有志于教材建设的教师能够加入到我们的编写队伍中来。

21 世纪高等学校计算机专业实用规划教材

联系人:魏江江 weijj@tup.tsinghua.edu.cn

第二版前言

近年来,软件工程领域研究和工程实践方面的快速发展,以及从本教材第一版使用以来我们从各个方面得到的使用反馈,使得我们意识到有必要更新《软件工程》这本教材。第二版的修正思路是,考虑到本教材作为软件工程及相近专业的导论性教材,第二版结构与第一版结构是一致的,除了修改第一版教材中的错误和不恰当的表达之外,第二版教材还适度引入了部分本领域较新但成熟的成果。在写作过程中,我们参考国内外大量著作,特别是重点参考并引用了 B. Bruegge 和 A. H. Douitoit 所著的 *Object-Oriented Software Engineering: Using UML, Patterns, and Java™* 第二版和第三版中的部分内容,在此特向该书作者表示感谢;同时,我们还要对本书参考和引用著作的作者表示感谢。

本书修正工作主要是对文字部分重新进行了梳理,修正了前一版文字和图中出现的疏漏和错误,删掉了一些较陈旧的或重复性的内容,对于一些需要给予更多澄清和解释的概念和内容进行了补充,具体修改的内容表现如下:

- (1) 重新修订了面向对象方法学的结构和内容,涉及书中的第 8~10 章。
- (2) 修改了第一版中出现的部分实例,使得这些实例与教材内容更加配套。
- (3) 在第 2 章中增加了“2.4 项目计划实例”。
- (4) 在第 4 章中增加了“4.2.5 软件体系结构”。
- (5) 在第 10 章中增加了“10.3.4 基于设计模式的设计活动”。
- (6) 考虑书的篇幅及重点,本版删除了原第 11.1.4 节、原第 11.4.2 节中的因果图和原来的 11.6 节(面向对象的软件测试);同时增加了软件测试工具介绍和实例(第 11.7 节)。
- (7) 对于第 12 章的结构进行了微调,对软件维护工作的特点、决定软件可维护性的因素等内容进行了补充。
- (8) 本书删掉了原来版本中的附件内容。

本书第 1 和第 6 章由周伟编写;第 2、第 3 和第 5 章由李蓉编写;第 4、第 7 章及第 11.1 节由李敏编写;第 8~11 章由叶俊民编写;第 12 章由杨艳编写。全书由叶俊民统稿。

第二版教材在内容取舍上力度不大,主要还是希望在有限的课时中,在本科教材中体现本领域里最经典思想和内容,因为这些内容经得起时间和实践的考验。

因为水平有限,敬请广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们在进一步的修订中改善本书。

编者
2010 年 6 月

第一版前言

随着软件业的迅速发展,对软件需求量的不断扩大,人们认识到软件开发需要有专门理论的指导,因此软件工程学作为一门研究软件开发与维护普遍原理和技术的工程学科,从20世纪60年代末起迅速发展起来,现在已成为计算机科学中的一个重要分支,并且一直是一个非常活跃的研究领域。严格遵循软件工程的方法,可以大大提高软件的开发效率和成功率,减少软件开发和维护中的问题。

软件工程学是计算机专业的一门非常重要的学科,它的研究范围非常广泛,包括技术、方法、工具和管理等许多方面。它又是一门迅速发展新兴学科,有很多新的技术和方法。因此本书不可能包括软件工程的全部研究内容。本书着重从实用角度讲述软件工程的基本原理、概念和技术方法。希望对软件工程的初学者和相关的从业人员有所帮助。

本书共12章。第1章介绍软件工程的背景和基础知识。第2章介绍软件项目管理的方法和技术。第3~第5章讨论了软件分析、设计的技术。第6章着重介绍了人机交互的设计。第7章讨论了软件构件的设计技术。第8~第10章研究面向对象的概念和分析、设计方法。第11、第12章介绍了软件的测试和维护的基础知识。附录中给出了常用的UML记号和软件工程文档写作框架。

本书注重基础知识的介绍,为读者打好基础。例如,第1章站在系统工程的角度,较全面地介绍了软件工程的基本概念和过程线索。第2章介绍了初步的软件项目管理思想。第3和第4章详细讨论了结构化分析、设计方法,本章采用了丰富的实例说明,通俗易懂。第5章中讨论了软件体系结构的设计。第6章介绍了人机交互界面设计初步。第7章介绍了现在流行的软件构件的设计。在介绍面向对象的开发方法时,着重介绍了怎样用现在流行的统一建模语言(UML)来描述系统,这涉及第8~第10章。第11章介绍了软件测试的初步内容。

全书的总体设计和统稿工作由叶俊民负责,第1章由周伟、李敏和叶俊民编写;第2章由李蓉和叶俊民编写;第3章由李蓉编写;第4章由李敏编写;第5章由叶俊民和李蓉编写;第6章由周伟编写;第7章由赵良和李敏编写;第8和第9章由叶俊民编写;第10章由叶俊民和李敏编写;第11章由朱凯编写;第12章由赵良编写;附录A和附录B由李蓉编写。

本书在编写过程参考了大量国内外有价值的资料,这些资料在参考文献中已经列出,特别应该提到的是,在这些参考书籍中,《实用软件工程》(郑人杰,殷人昆,陶永雷)、《软件工程导论》(张海藩)、《软件工程——方法·工具和实践》(冯玉玲,赵保华)、《软件工程》(齐治昌,谭庆平,宁洪)和 *Object-Oriented Software Engineering: Using UML, Patterns, and Java™* (Second Edition, B. Bruegge, A. H. Douitoit) 等对本书的组织和编写影响较大,这些

优秀书籍中的大部分曾作为我们为本专科学生授课所选用的教材。通过研读这些教材,我们学到了很多知识,开阔了眼界。在此特别向这些作者致以崇高的敬意。

与本教材配套的电子教案将于本书正式出版后,向使用本教材的单位与个人提供,如有需要可与出版社和作者联系。

本书的作者都是长期在高校从事软件教学的教师,有丰富的教学经验和科研开发能力。本书的资料是由教师们多次讲授“软件工程导论”课程的讲义改编的,并增加了大量的新资料。书中的文字通俗易懂、概念清晰、深入浅出、实例丰富、实用性强。在此对所有工作人员表示衷心的感谢。

本书适用于计算机专业的本科生、研究生、专科生和专升本学生使用,也适合从事研发工作的软件工作者和广大计算机用户参考或自学。

由于作者水平有限,书中难免会有错误,恳请读者批评指正。作者的联系方式是:jmye@mail.ccnu.edu.cn。

编 者

2006年元月于桂子山

目 录

第 1 章 软件工程基础	1
1.1 计算机系统工程	1
1.1.1 硬件与硬件工程	2
1.1.2 软件与软件工程	3
1.1.3 人机工程	4
1.1.4 数据库工程	4
1.1.5 网络工程	5
1.2 软件工程	5
1.2.1 软件	5
1.2.2 软件工程的概念	8
1.2.3 软件生命周期	12
1.2.4 软件开发模型	13
1.3 软件生命周期模型	13
1.3.1 软件生命周期模型基础	13
1.3.2 瀑布模型	13
1.3.3 原型模型	14
1.3.4 螺旋模型	15
1.3.5 基于四代技术模型	16
1.3.6 喷泉模型	17
1.3.7 增量模型	18
1.4 软件开发方法	19
1.4.1 结构化方法	19
1.4.2 面向数据结构方法	20
1.4.3 面向对象方法	21
1.4.4 原型法	21
1.5 软件工程环境	22
1.5.1 软件工程环境的定义	22
1.5.2 软件开发环境的特点	22
1.6 小结	23
习题 1	24

第 2 章 软件项目管理基础	25
2.1 软件项目管理概述	25
2.2 软件项目管理基本概念	28
2.2.1 任务和活动	28
2.2.2 工作产品,工作包和角色	28
2.2.3 工作分解结构	29
2.2.4 任务模型	29
2.2.5 技能矩阵	30
2.2.6 组织	31
2.2.7 呈现组织结构	31
2.2.8 软件项目管理计划	32
2.3 项目管理活动	32
2.3.1 计划项目	32
2.3.2 组织项目	34
2.3.3 控制项目	36
2.3.4 终结项目	39
2.4 项目计划案例	39
2.4.1 项目描述	39
2.4.2 初期项目计划	39
2.4.3 详细项目计划	40
2.4.4 用项目管理软件制定项目计划	41
2.5 小结	43
习题 2	43
第 3 章 软件需求分析基础	45
3.1 需求分析的概念和原则	45
3.1.1 需求获取	46
3.1.2 需求分析	46
3.1.3 分析的原则	49
3.1.4 需求规格说明	51
3.1.5 评审	53
3.2 软件需求分析基础:以结构化分析方法为例	54
3.2.1 数据流图	55
3.2.2 数据字典	60
3.2.3 实体-关系图(E-R 图)	62
3.2.4 状态转换图	63
3.3 小结	66
习题 3	67

第 4 章 软件设计基础	68
4.1 软件设计的目标和任务	68
4.2 软件设计的基本概念	69
4.2.1 模块与模块化	69
4.2.2 抽象与逐步求精	71
4.2.3 信息隐藏	71
4.2.4 模块独立性	71
4.2.5 软件体系结构	77
4.3 软件设计原则	79
4.4 软件程序结构的启发式设计准则与优化	80
4.5 设计规格说明书与评审	82
4.5.1 软件设计规格说明书	83
4.5.2 设计复审	83
4.6 小结	84
习题 4	85
第 5 章 软件体系结构设计	86
5.1 软件体系结构	86
5.1.1 软件体系结构的概念	87
5.1.2 软件体系结构的重要性	87
5.2 数据体系结构设计	88
5.3 软件体系结构风格	88
5.4 软件体系结构中的技术	97
5.4.1 软件体系结构的开发技术	97
5.4.2 软件分治策略	100
5.4.3 软件可变性和依赖性管理	101
5.4.4 集成策略	101
5.5 将需求映射到软件体系结构——结构化方法实例	101
5.5.1 变换流	102
5.5.2 事务流	103
5.6 面向数据流方法设计过程	104
5.6.1 变换映射	105
5.6.2 事务映射	109
5.6.3 设计求精后的文档撰写与评审	112
5.7 小结	113
习题 5	113

第 6 章 人机交互界面设计	115
6.1 人机界面设计的历史、现状和未来.....	115
6.1.1 人机界面设计的历史.....	116
6.1.2 人机界面的现状.....	116
6.1.3 人机界面的未来.....	117
6.2 人类因素	118
6.2.1 人类感知基础.....	118
6.2.2 用户技巧.....	118
6.2.3 任务与用户的特殊要求.....	119
6.3 人机界面风格	120
6.4 人机界面设计过程	120
6.4.1 界面设计的模型.....	120
6.4.2 任务分析与建模.....	121
6.4.3 界面设计的一般问题.....	121
6.4.4 构造界面原型.....	124
6.4.5 界面设计的评估.....	125
6.5 人机界面设计的原则与标准	126
6.5.1 界面设计原则.....	126
6.5.2 界面设计标准.....	127
6.6 小结	127
习题 6	127
第 7 章 构件级设计	128
7.1 构件级设计的任务	128
7.2 构件级设计的工具	128
7.2.1 图形描述工具.....	129
7.2.2 判定表工具.....	132
7.2.3 伪代码工具.....	132
7.3 程序设计语言的特性	133
7.3.1 心理特性.....	133
7.3.2 工程特性.....	134
7.4 程序设计语言的基本机制	134
7.5 程序设计风格	135
7.5.1 命名.....	135
7.5.2 表达式和语句.....	136
7.5.3 程序注释.....	136
7.5.4 输入与输出.....	137
7.6 程序设计语言的选择	137

7.6.1	程序设计语言的分类	137
7.6.2	程序设计语言的选择	140
7.6.3	程序设计支持环境	141
7.7	小结	141
	习题 7	142
第 8 章	面向对象中的概念、记号和过程	143
8.1	面向对象中的概念	143
8.1.1	项目参与者和角色	144
8.1.2	系统和模型	144
8.1.3	工作产品	145
8.1.4	活动、任务和资源	145
8.1.5	功能需求和非功能需求	146
8.1.6	记号、方法和方法学	146
8.1.7	对象概念	146
8.1.8	类及其他概念	147
8.2	面向对象建模中的记号	152
8.2.1	用例图	154
8.2.2	类图	157
8.2.3	交互图	157
8.2.4	状态图	157
8.2.5	活动图	160
8.2.6	部署图	160
8.3	面向对象软件开发过程	161
8.3.1	需求获取过程	161
8.3.2	需求分析过程	161
8.3.3	系统设计过程	162
8.3.4	对象设计过程	163
8.3.5	实现过程	163
8.3.6	测试过程	163
8.4	小结	163
	习题 8	164
第 9 章	面向对象的需求获取与分析方法	165
9.1	需求获取方法	166
9.1.1	需求获取概述	167
9.1.2	需求获取中的活动	170
9.1.3	需求获取中的管理方法	179
9.2	需求分析方法	181

9.2.1	需求分析概述	182
9.2.2	需求分析中的管理方法	193
9.3	小结	194
	习题 9	194
第 10 章	面向对象设计方法	196
10.1	系统设计方法	196
10.1.1	系统设计概述	197
10.1.2	系统设计中的概念	198
10.1.3	系统设计活动	200
10.2	系统设计中的设计目标实现	205
10.2.1	系统设计中的目标	205
10.2.2	系统设计活动概述	206
10.2.3	满足设计目标的系统设计活动	207
10.2.4	系统设计文档管理	214
10.3	对象设计方法	216
10.3.1	对象设计概述	217
10.3.2	软件重用中的概念	218
10.3.3	基于设计模式的设计活动	221
10.4	对象设计中的接口设计方法	223
10.4.1	接口规格说明概述	224
10.4.2	接口规格说明概念	225
10.4.3	接口规格说明活动	228
10.4.4	对象设计文档管理	230
10.5	小结	232
	习题 10	233
第 11 章	软件测试	235
11.1	软件测试概述	235
11.1.1	软件测试的意义	235
11.1.2	基本概念	235
11.1.3	软件测试的定义、目的、原则和研究对象	236
11.2	软件审查活动概述	239
11.2.1	审查过程	239
11.2.2	审查过程实施	241
11.3	软件质量度量	241
11.3.1	实施软件度量程序的策略	241
11.3.2	软件质量度量框架	241
11.3.3	有助于软件确认活动的度量	242

11.4	基本测试方法	245
11.4.1	静态测试	245
11.4.2	动态测试	252
11.4.3	测试用例设计	263
11.5	软件测试策略	268
11.5.1	单元测试	269
11.5.2	集成测试	271
11.5.3	确认测试	274
11.5.4	系统测试	275
11.5.5	验收测试	275
11.5.6	其他测试种类	276
11.5.7	排错	279
11.6	小结	282
	习题 11	282
第 12 章	软件维护	287
12.1	软件维护概述	287
12.1.1	软件维护及其特点	287
12.1.2	软件维护的类型	288
12.1.3	软件维护的成本	289
12.2	软件维护过程	290
12.3	软件的可维护性	293
12.3.1	决定软件可维护性的因素	293
12.3.2	软件可维护性的度量	294
12.3.3	提高软件可维护性的方法	295
12.4	程序修改的步骤	298
12.5	软件再工程	301
12.5.1	什么是软件再工程	301
12.5.2	软件再工程过程	301
12.5.3	软件再工程的方法	304
12.6	小结	304
	习题 12	304
	参考文献	306