

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程

软件工程 (第三版)

李代平等编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程



软件工程
(第三版)
藏书章

李代平等编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

软件工程是指导计算机软件开发的工程科学技术,本书是在《软件工程》(第2版)的基础上,根据使用该教材的教师和读者的意见,对原书在结构和内容上做了很多调整和修改,第3版增强了结构化和面向对象方法的理论基础。全书共分为4个部分,第一部分(第1~3章)是基础理论,第二部分(第4~6章)是结构化方法,第三部分(第7~16章)是面向对象方法与实现,第四部分(第17~20章)是质量与工程管理。本书对每章概念都进行了严格的论述,每个概念都有相应的例子解释,同时每章都配有习题,使读者巩固所学知识。

本书可作为高等学校计算机专业本科生和研究生教材,也可作为工程技术人员的参考用书。

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/李代平等编著. —3版. —北京:清华大学出版社,2011.8

(21世纪高等学校规划教材·软件工程)

ISBN 978-7-302-23499-9

I. ①软… II. ①李… III. ①软件工程 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第157175号

责任编辑:付弘宇 李玮琪

责任校对:焦丽丽

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 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:35 字 数:832千字

版 次:2011年8月第3版 印 次:2011年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.50元

产品编号:037364-01

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	覃征	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	张功莹	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
中国矿业大学	张 艳	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	潘小焘	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	曾华桑	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。

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·财经管理与应用。
- (7) 21世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21世纪高等学校规划教材·物联网。

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

第3版前言

1. 写作背景

软件工程是指导计算机软件开发工程科学技术。软件工程的观念、原理、技术与方法已成为计算机科学与技术范畴的一项重要内容。用软件工程的观念进行软件设计与开发的先进性是众所周知的，它在计算机科学技术领域占据无可争议的主流地位。作为软件技术人员，接受软件工程的观念并不难，但是要真正理解、掌握和运用这门先进的技术并完整地进行系统开发，是有一定难度的。鉴于此，编者编写了这本关于软件工程专业分析、设计和实施的教材，以使更多同行受益。

几年前，编者编写的《软件工程(第2版)》备受老师和读者欢迎。为更好地反映最近几年软件工程领域的发展现状，编者根据普通高等教育“十二五”国家级规划教材的指导精神，总结近年来教学和科研的经验，在第2版基础上做了调整和增删，形成了这本教材。主要从下述4个方面进行了精心修改；删掉了一些较陈旧或较次要的内容；增加了一些较新颖或较重要的内容；用UML的符号与符号重新改定了有关面向对象方法学的内容；结构上也进行了必要的调整。

2. 本书结构

本书由以下四部分组成：

第一部分基础理论，包括第1~3章。

第二部分结构化方法，包括第4~6章。

第三部分面向对象方法与实现，包括第7~16章。

第四部分质量与工程管理，包括第17~20章。

3. 本书特点

本书对各章的符号都进行了严格的论述，每一个符号都有相应的例子解释，同时各章都配有习题。编者还编写了与本书配套的《软件工程习题与解答》，帮助读者巩固所学知识。

4. 适用范围

软件工程是软件系统开发课程的教科书，适合开设有软件工程课程的大学高年级和低年级研究生作为教材，也可作为工程技术人员的

参考用书。

在选修本课程之前,读者应该具有计算机的基础知识,掌握数据结构和数据库技术。另外,如果具有算法语言的编程经验,会有助于深入理解系统开发过程。

5. 编写方法

本书是编者根据近十年来对软件工程学、面向对象方法等的教学与研究,以及编者负责或参与几十项软件开发项目的实践经验,并结合软件开发新技术编写而成。根据编者的教学经验,读者学习一门新技术的时候,教材是非常重要的。因此,编者在修订的时候,对于部分章节和内容做了更新和修改。

6. 如何使用本书

根据实际情况,在教授时建议安排 54~60 学时。教师可以按照自己的风格和喜好删除章节,也可以根据教学目标灵活调整章节顺序。另外,前面带 * 的部分为选学内容。

- 第 1 章 绪论(2 学时)
- 第 2 章 基本理论(2 学时)
- 第 3 章 可行性研究(2 学时)
- 第 4 章 需求分析与* 体系结构(4 学时)
- 第 5 章 总体设计(4 学时)
- 第 6 章 软件详细设计(4 学时)
- 第 7 章 面向对象方法概论(4 学时)
- 第 8 章 模型(2 学时)
- 第 9 章 对象分析(4 学时)
- 第 10 章 关系分析(4 学时)
- 第 11 章 控制驱动部分的设计(4 学时)
- 第 12 章 问题域部分设计(4 学时)
- 第 13 章 用户界面设计(2/4 学时)
- 第 14 章 数据库及其接口设计(2 学时)
- 第 15 章 形式化方法(0/4 学时)
- 第 16 章 软件实现(2 学时)
- 第 17 章 软件质量(2 学时)
- 第 18 章 软件测试(2 学时)
- 第 19 章 软件维护(2 学时)
- 第 20 章 软件项目管理与计划(2 学时)

编 者

2011 年 1 月
于广州小谷围岛

第2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1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的新兴学科,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 and 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

第1部分 基础理论

第1章 绪论	3
1.1 软件概述	3
1.1.1 什么是计算机软件	4
1.1.2 软件的特点	4
1.1.3 软件分类	5
1.1.4 软件的发展	7
1.1.5 软件危机	8
1.2 软件工程	10
1.2.1 软件工程与方法学	10
1.2.2 软件工程的基本原理	12
1.2.3 软件工程的目标	13
1.2.4 软件的内容	15
1.2.5 软件的原则	15
1.2.6 软件工程面临的问题	17
小结	17
综合练习一	18
第2章 基本理论	19
2.1 软件工程过程	19
2.2 软件生命周期	20
2.2.1 软件分析时期	21
2.2.2 软件设计时期	22
2.2.3 编码与测试时期	23
2.2.4 运行与维护时期	23
2.3 软件生命周期模型	24
2.3.1 软件生命周期模型的概念	24
2.3.2 瀑布模型	24
2.3.3 原型模型	26
2.3.4 增量模型	27

2.3.5	螺旋模型	28
2.3.6	喷泉模型	30
2.3.7	基于知识的模型	30
2.3.8	变换模型	31
2.4	软件开发方法	32
2.4.1	结构化方法	32
2.4.2	Jackson 方法	32
2.4.3	维也纳开发方法	33
2.4.4	面向对象的开发方法	33
2.5	软件工具与开发	34
2.5.1	软件工具箱	34
2.5.2	软件开发环境	34
2.5.3	计算机辅助软件工程	34
小结	35
综合练习二	35
第3章	可行性研究	37
3.1	可行性研究任务与步骤	37
3.1.1	研究任务	38
3.1.2	研究步骤	41
3.2	系统分析	42
3.2.1	系统分析员	42
3.2.2	面临的问题域	43
3.2.3	通信技术	44
3.3	分析原理	45
3.3.1	信息域	46
3.3.2	建立模型	47
3.3.3	分解	47
3.4	系统模型与模拟	48
3.4.1	系统模型	48
3.4.2	系统建模和模拟	49
3.5	成本-效益分析	50
3.6	可行性研究的文档	52
3.7	项目开发计划	53
3.7.1	方案选择	53
3.7.2	制定项目开发计划	54
小结	54
综合练习三	54

第 2 部分 结构化方法

第 4 章 需求分析与体系结构	59
4.1 需求分析	59
4.1.1 需求分析的特点	60
4.1.2 需求分析的原则	60
4.1.3 需求分析的任务	61
4.1.4 需求分析的方法	62
4.2 结构化分析	63
4.2.1 自顶向下逐层分解	64
4.2.2 结构化分析步骤	65
4.3 系统流程图	66
4.4 数据流图	67
4.4.1 基本图形符号	68
4.4.2 画数据流图	69
4.4.3 结构化分析方法的应用	71
4.5 数据字典	76
4.5.1 内容及格式	76
4.5.2 数据字典的实现	78
* 4.6 从需求到体系结构	79
* 4.7 RTRSM 的基本元素	82
4.7.1 状态转换图	83
4.7.2 模板	84
4.7.3 规则集	85
* 4.8 RTRSM 到体系结构的转换步骤	85
4.8.1 描述系统的功能单元(组件)	86
4.8.2 描述连接件	87
4.8.3 描述软件的配置	88
* 4.9 基于软件体系结构开发方法	88
4.9.1 软件体系结构的开发过程	88
4.9.2 分布式对象技术	89
4.9.3 体系结构与分布式对象结合方法	89
* 4.10 软件体系结构求精方法	91
4.10.1 行为替代的体系结构求精方法	92
4.10.2 基于风格的体系结构求精方法	92
4.10.3 构件体系结构求精方法	93
4.10.4 形式化方法与 Z 语言	94
4.10.5 UML 和 Z 结合的求精方法	97

* 4.11	一种新的软件体系结构设计方法	100
4.11.1	体系结构需求和软件体系结构	100
4.11.2	新的软件体系结构设计过程	103
	小结	104
	综合练习四	105
第 5 章	总体设计	107
5.1	软件设计的重要性	107
5.2	设计过程	108
5.3	软件总体设计	109
5.4	设计基本原理	111
5.4.1	抽象	111
5.4.2	细化	111
5.4.3	模块化	112
5.4.4	软件体系结构	113
5.4.5	程序结构	114
5.4.6	数据结构	115
5.4.7	软件过程	116
5.5	体系结构设计	117
5.5.1	软件结构图	117
5.5.2	模块的大小	119
5.5.3	扇出和扇入与深度和宽度	119
5.5.4	模块的耦合	120
5.5.5	模块的内聚	122
5.5.6	结构设计的一般准则	124
5.5.7	模块的作用域与控制域	125
5.6	结构化设计	126
5.6.1	数据流的类型	126
5.6.2	过程步骤	127
5.6.3	变换分析设计	128
5.6.4	事务分析设计	130
5.6.5	混合流设计	131
5.6.6	结构化设计方法应用示例	132
5.6.7	设计的后期处理	134
5.7	软件结构优化	134
5.7.1	软件结构设计优化准则	134
5.7.2	软件结构的 HIPO 图	136
	小结	136
	综合练习五	136