

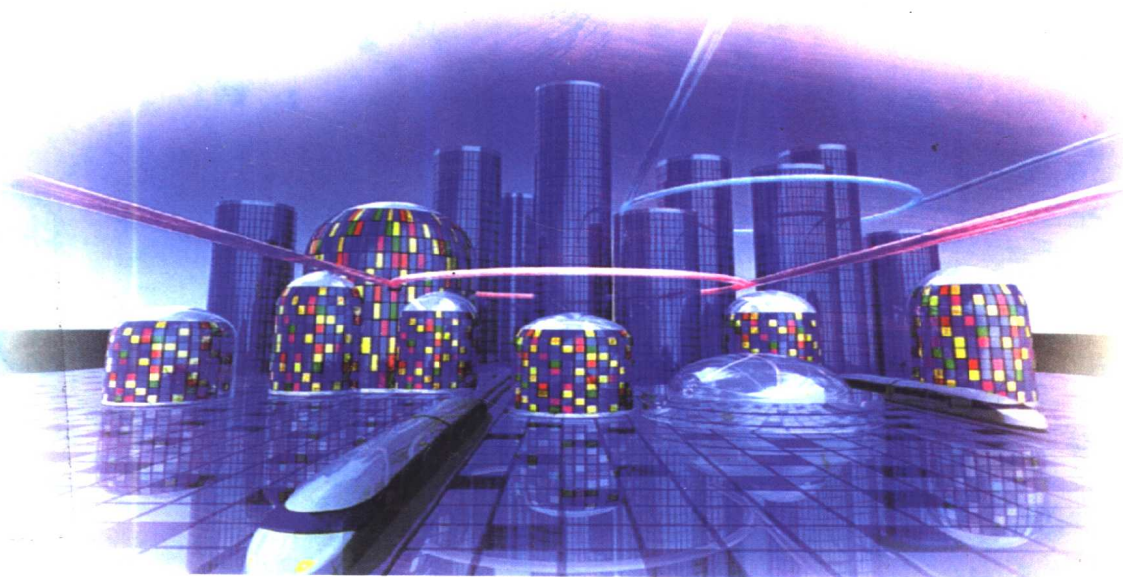
面向 **21** 世纪计算机专业本科系列教材



软件工程

徐仁佐 主编

6



华中科技大学出版社

HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

面向21世纪计算机专业本科系列教材

软 件 工 程

主 编 徐仁佐

编 者 徐仁佐 叶俊民

华中科技大学出版社
(华中理工大学出版社)

图书在版编目(CIP)数据

软件工程/徐仁佐 主编

武汉:华中科技大学出版社,2001年1月

ISBN 7-5609-2363-1

I. 软…

II. ①徐… ②叶…

III. 软件工程-高等学校-教材

IV. TP311.5

软件工程

徐仁佐 主编

责任编辑:沈旭日
责任校对:王崇军

封面设计:刘 卉
责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

经 销:新华书店湖北发行所

录 版:华中科技大学惠友科技文印中心
印 刷:湖北省新华印刷厂

开本:787×960 1/16

印张:23.5

字数:365 000

版次:2001年1月第1版

印次:2001年1月第1次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5609-2363-1/TP·419

定价:27.00元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是“面向21世纪计算机专业本科系列教材”之一，是紧扣“计算机学科教学计划2000”进行编写的，是系统、全面地介绍软件工程的思想、技术和方法的最新教科书。

本书分软件工程技术与软件工程管理两部分。软件工程技术部分包括软件工程概述，软件需求分析，软件复用，软件测试，软件维护与软件再工程，软件工具与软件开发环境等内容；软件工程管理部分包括软件质量管理（含软件可靠性与软件容错技术），软件文档与软件工程标准化，软件项目、配置及人员组织管理，软件知识产权保护等内容；最后介绍当前国际上软件工程研究的新方向。

本书可作为计算机专业本科生的软件工程教材，也可作为广大软件产业及IT产业从业人员的软件工程参考工具书。

面向21世纪计算机教材出版指导委员会

主任 陈火旺（中国科学院院士，国防科技大学教授、博士生导师）
沈绪榜（中国科学院院士，华中理工大学教授、博士生导师）
邹寿彬（华中理工大学副校长、教授、博士生导师）

委员 （以姓氏笔画为序）

王长胤（空军雷达学院教授、博士生导师）
韦 敏（华中理工大学出版社社长、副教授）
卢开澄（清华大学教授、博士生导师）
卢正鼎（华中理工大学教授、博士生导师）
张 峰（华中理工大学出版社总编辑、教授）
何炎祥（武汉大学教授、博士生导师）
苏锦祥（郑州大学教授、博士生导师）

秘书 沈旭日（华中理工大学出版社副编审）

面向21世纪计算机专业本科系列教材编委会

主任 何炎祥（武汉大学教授、博士生导师）
卢正鼎（华中理工大学教授、博士生导师）

委员 （以姓氏笔画为序）

卢炎生（华中理工大学教授、博士生导师）
肖德宝（华中师范大学教授、博士生导师）
陈 珉（武汉测绘科技大学教授）
张 峰（华中理工大学出版社总编辑、教授）
贺贵明（武汉水利电力大学教授、博士生导师）
姜新祺（华中理工大学出版社副总编辑、副编审）
熊前兴（武汉交通科技大学教授、博士生导师）

秘书 沈旭日（华中理工大学出版社副编审）



总 序

自1946年世界上第一台电子数字计算机ENIAC诞生以来，计算机硬件系统经过了电子管、晶体管、小规模集成电路和大规模集成电路等几个阶段，正遵循着摩尔定律高速地发展：1998年，速度最快的个人PC微处理器是Intel 450MHz的Xeon，1999年速度最快的已达800MHz；1997年2.1GB的磁盘容量已经很不错了，1999年则已突破10GB……软件方面，无论是操作系统、数据库系统，还是编程语言、应用软件，更是频繁地更新换代，令人眼花缭乱。

与此同时，作为计算机与通信技术结合的产物——计算机网络得到了迅速发展，特别是Internet技术的广泛应用，使得计算机网络的规模越来越大，网上主机数目一直保持每3年增长10倍的速率，Internet上的数据流量则保持着平均每半年就翻一番的增长速率，信息网络已交叉纵横整个世界，将偌大的世界连成了一个“地球村”。

计算机技术日新月异的进步，对现有的计算机专业的教学模式提出了挑战，同时也带来了前所未有的机遇。深化面向21世纪的教学改革，寻求一条行之有效的途径，培养跨世纪的高素质的科技人才，已是当务之急。如果说教学内容、课程体系的改革是教学改革的重点和难点，那么，教材建设则是其不可或缺的重要组成部分。华中理工大学出版社敏锐地抓住了这一点，在其倡议和组织下，我们经过研究、讨论和对教学经验进行总结，规划了

这套“面向21世纪计算机教材”。为了满足各级各类学校人才培养的需要，这套教材计划包括计算机专业类教材和非计算机专业类教材，从层次上则可划分为研究生层次、本科生层次、高职高专层次、中职中专层次、中小学层次等若干个子系列，将陆续分批出版。

当今世界，信息革命方兴未艾，知识经济已见端倪，教育观念正面临从注重以知识为主体向以能力为主体的转变。我们在对教材进行规划和评审时，尤其注重把提高学生素质、培养学生的应用能力和创新能力作为首要的评价标准，同时注意教材的特色和教学的实用性，反映最新的教学和科研成果，体现时代特征。

限于水平和经验，这批教材的编写、出版还存在不足，希望使用教材的学校、教师和学生以及其他读者积极提出批评意见，以便我们及时更新、修订，以满足读者要求。

面向21世纪计算机教材出版指导委员会主任

陈火旺（中国科学院院士，国防科技大学教授）

沈绪榜（中国科学院院士，华中理工大学教授）

邹寿彬（华中理工大学教授，副校长）

2000年2月10日

人们已普遍认识到：21世纪是信息时代，以计算机为核心的信息技术是21世纪科技发展的大趋势。那么，作为计算机专业人才培养基地的大学计算机专业，如何适应这种发展，培养出符合时代要求、具有创新能力的人才呢？这是近年来计算机教育界讨论的热门话题，也是我们长期思考并努力探索的课题。

教材是人才培养的基础。在华中理工大学出版社的倡议和委托下，我们自1998年下半年起就开始讨论、筹划编写一套适应21世纪人才培养需要的计算机本科专业系列教材。在此基础上，我们组织了武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉测绘科技大学、武汉水利电力大学、武汉交通科技大学等院校的部分教师共同编写了这套“面向21世纪计算机系列教材”，以期总结我们在教学内容和课程体系改革方面的体会和做法，在适应21世纪的教材建设方面作出自己的努力。

值得欣慰的是，在教材的编写过程中，全国计算机专业教学指导委员会、中国计算机学会教育委员会联合推出了“计算机学科教学计划2000”（简称“2000教程”），这就更增强了我们编好这套教材的信心。在编写过程中，我们吸收了其中与我们内容相异的新内容。因此，也完全可以说，这套教材是与“2000教程”完全配套的教材。

我们这套系列教材的编写计划分为两个阶段：第一阶段，在2000年内出版“2000教程”中所涉及的所有专业课和部分专业基础课教材；第二阶段，在2000年以后出版与这套教材相配套的实践课和实验课教材，以及教学辅导书。

我们希冀这套教材具有以下特点：

1. 基础性和先进性相结合。与其他学科相比，计算机学科的一个显著特点就是知识内容更新更快，这对教学内容的选取、课程知识结构的构建提出了挑战。基于大学教育应努力实现知识、能力、素质三者辩证统一的目标，我们把编写的重点放在基础知识、基本技能和基本方法上，希望提高学生的理论素养和分析问题、解决问题的能力；与此同时，注重介绍最新的技术和方法，以拓展学生的知识面，激发他们学习的积极性和创新意识。

识。

2. 理论性与应用性相结合。理论是规律的表现形式,良好的理论素养是应用的前提,而掌握理论的目的就是应用。在教材的编写过程中,我们注意了理论的系统性,在讲深讲透主要知识的基础上,各门课程知识点的选取做到尽量广一些;融理论性和应用性于一体,在阐述理论的同时,尤其注意理论方法的讲授,以培养学生应用理论和技术的能力。此外,精心设计了比较多的习题,以加强应用能力和创造能力的培养。

3. 时代性和实用性相结合。力求精简旧的知识点,增加新的知识点,使整个知识建立在“高”、“新”平台上,体现教材的时代特征。但是,并不片面追求“高”、“新”,而是实事求是地充分考虑一般高校目前所拥有的教学设备、师资条件,注重教材的实用性。我们以为,教材建设不可能毕其功于一役,而必须根据学科的发展和客观环境以及条件的变化不断努力和改进。需要说明的是,与“2000教程”相比,我们根据人的认识规律和教学安排的需要,将有些课程进行了划分或合并,以便于教师根据需要灵活安排。

4. 科学性与通俗性相结合。概念原理、新技术的阐述力求准确、精练;写作风格上尽量通俗易懂、深入浅出、图文并茂,增加可读性,便于学生自学。

如果说科学技术快速发展是21世纪的一个重要特征的话,那么,教学改革将是21世纪教育工作永恒的主题,是需要不断探索的课题。我们要达到以上目标,还需要不断地努力实践和完善。欢迎使用这套教材的教师、学生和其他读者提出宝贵意见。

最后,衷心感谢参加这套教材编写的所有作者所贡献的成果和辛勤的汗水,对为这套教材的编写提供支持的有关学校、院系的领导和老师表示诚挚的谢忱!感谢华中理工大学出版社为本系列教材的出版所付出的艰辛和努力!

面向21世纪计算机专业本科系列教材编委会主任

何炎祥 (武汉大学教授)

卢正鼎 (华中理工大学教授)

1999年11月20日

前 言

科学技术的发展日新月异，将人类社会带入了信息化时代的21世纪。以计算机技术为基础的信息科学在人类经济和社会生活的各个领域得到了极为广泛的应用，其发展水平已成为衡量国家经济与科技实力的重要标志。而计算机技术的发展，又依赖于计算机硬件技术和计算机软件技术的发展以及它们之间的相互促进。软件工程是以工程的方法来研究计算机软件开发方法的科学，因此，从广义上讲，一切有利于提高软件生产效率、改进软件质量的科学方法，都属软件工程研究的范围。但是，这些方法必须经过软件工程实践的检验，而且检验是十分严格的。

软件工程虽然是一门年轻的学科，但是，近年来在计算机领域中的地位却显得越来越重要，不仅大型软件开发的项目离不开它，就是一般的甚至小型的软件开发项目也必须运用它的概念、原则和方法。从事软件产业的各类人员：软件分析人员，软件设计、实现、测试、维护人员，以及软件管理人员，都应该很好地掌握软件工程知识，才能适应岗位工作的要求。特别在当前软件产业已经被中央、各地方政府和有关部门确定为国民经济中新的经济增长点的形势下，软件工程更加受到重视。同时，事实也一再表明，不掌握软件工程知识，不按照软件工程的要求去做软件项目，提供给用户的软件产品只能是低质量的、可靠性低的、难以维护的，这样的软件给国民经济所造成的损失，将是难以估计的。

软件工程是一门工程，它除了本身拥有的技术以外，还包括了适应其自身需要的管理方法和管理体制。本书作为介绍软件工程方面的计算机专业本科生用的教材，因此，也就包括了软件工程技术和软件工程管理两部分的内容。授课教师可以根据具体情况和教学的具体要求，进行适当的取舍。

本书第一部分介绍软件工程技术，包括软件工程生命周期各阶段采用的软件开发技术、软件开发工具和环境，其内容的取舍、详略主要根据计算机专业本科生在校期间学习其他课程所涉及的内容而定。例如，软件测试技术，因其他课程涉及不多，本书就叙述得多些。本书第二部分介绍软件工程管理，主要包括软件质量管理、文档管理、软件工程标准化、软件项目、配置及人员组织管理，以及知识产权保护。对非计算机软件专业大学本科，此部分可不作太多的要求，在实际授课时，可根据具体情况取

舍。

根据编委会的指导性意见，本书应反映软件工程的新进展。由于这一领域的进展十分迅速，领域范围又很广，但书的容量又有限，欲充分反映本领域的新进展，是一个十分困难的任务。经过反复的考虑，我们决定选用ICSE97的一段材料作为附录，纲领性地简介软件工程的新进展。该材料是英文的，作为计算机本科学生，阅读起来不应该有问题。

由于本人的学识、水平所限，错误及不当之处在所难免，敬请广大读者和同行批评指正，以利今后的改进和提高！

华中师范大学副教授叶俊民编写了本书的第4章软件测试，其余由徐仁佐编写。此外，本书各章内容和习题的确定与选取，都包含了徐仁佐的研究生周瑞、杨晓青、肖英柏、向剑文的辛勤劳动，在此向他们表示感谢。

在本书编写期间，得到国内同行的大力支持，特别是清华大学郑人杰教授的指导性意见，使我们能如期完成编写任务。华中理工大学出版社全体领导和工作人员为这套教材的出版发行付出了辛勤的劳动。值此向他们一并表示衷心感谢！

徐仁佐

2000年5月于珞珈山

目 录

第 1 章 软件工程概述	(1)
1.1 软件危机	(1)
1.1.1 软件发展远远落后于硬件	(2)
1.1.2 早期出现的软件危机	(2)
1.1.3 软件本身问题严重	(3)
1.2 软件工程	(4)
1.2.1 软件工程的定义	(4)
1.2.2 软件工程项目的目标	(5)
1.3 软件生存期	(6)
1.3.1 软件生存期	(6)
1.3.2 软件生存期模型	(7)
1.3.3 软件生存期过程	(12)
习题一	(14)
第 2 章 软件需求分析	(16)
2.1 分析员和用户	(16)
2.2 软件需求分析任务	(17)
2.3 软件需求分析过程	(18)
2.4 软件需求分析原则	(23)
2.5 软件需求分析方法	(24)
2.6 软件需求分析工具	(26)
2.6.1 SADT	(27)
2.6.2 PSL/PSA	(29)
2.7 在需求难以确定时的对策	(30)
2.7.1 需求工程和确定需求的困难	(30)
2.7.2 面对确定需求的困难应采取的对策	(31)
习题二	(32)

第 3 章 软件复用技术	(33)
3.1 软件复用技术的概述	(33)
3.1.1 软件复用技术的实际效益	(33)
3.1.2 软件复用技术的发展概况	(34)
3.2 软件开发过程	(35)
3.2.1 以往的软件开发技术	(35)
3.2.2 软件复用需要改变软件开发过程	(36)
3.2.3 领域工程和应用系统工程	(38)
3.3 构件技术	(40)
3.3.1 应用系统和应用系统族	(40)
3.3.2 应用系统软件	(40)
3.3.3 构件系统	(41)
3.4 分层式体系结构	(44)
3.4.1 软件体系结构	(44)
3.4.2 软件体系结构的重要性	(45)
3.4.3 分层式体系结构	(46)
3.5 实施软件复用技术	(48)
3.5.1 实施软件复用单位的组织结构	(48)
3.5.2 渐进、系统地采用软件复用技术	(49)
3.5.3 实施复用技术的要求	(53)
习题三	(54)
第 4 章 软件测试	(55)
4.1 软件测试基础	(55)
4.1.1 什么是软件测试	(55)
4.1.2 软件测试的目的和原则	(56)
4.1.3 软件测试的对象	(56)
4.1.4 测试信息流	(57)
4.1.5 软件测试与软件开发各阶段的关系	(58)
4.2 黑盒、白盒测试	(59)
4.2.1 白盒测试的测试用例设计	(60)
4.2.2 黑盒测试的测试用例设计	(72)
4.2.3 其他的测试方法	(79)

4.3	软件测试的策略	(92)
4.3.1	单元测试	(93)
4.3.2	组装测试	(96)
4.3.3	确认测试	(104)
4.3.4	系统测试	(105)
4.3.5	测试的步骤及相应的测试种类	(107)
4.4	程序的静态分析方法	(108)
4.4.1	对程序的静态分析	(109)
4.4.2	人工测试	(111)
4.5	软件测试工具	(113)
4.5.1	静态分析工具	(113)
4.5.2	动态测试工具	(114)
4.5.3	测试数据自动生成工具	(117)
4.5.4	模块测试台	(119)
4.5.5	测试合成环境	(120)
	习题四	(123)
第 5 章	软件维护与软件再工程	(127)
5.1	软件维护的概念	(127)
5.1.1	软件维护的含义	(127)
5.1.2	影响软件维护工作量的因素	(129)
5.1.3	软件维护的策略	(130)
5.1.4	软件维护成本	(131)
5.2	软件维护活动	(132)
5.2.1	软件维护机构	(132)
5.2.2	软件维护申请报告	(133)
5.2.3	软件维护工作流程	(133)
5.2.4	软件维护档案记录	(135)
5.2.5	软件维护评价	(135)
5.3	软件维护的实施	(135)
5.3.1	分析和理解程序	(136)
5.3.2	修改程序	(137)
5.3.3	重新验证程序	(140)
5.4	软件可维护性	(142)

5.4.1	软件可维护性的定义.....	(142)
5.4.2	软件可维护性的度量.....	(143)
5.4.3	提高软件可维护性的方法.....	(145)
5.5	软件再工程.....	(153)
5.5.1	什么是软件再工程.....	(153)
5.5.2	为什么要实施软件再工程.....	(156)
5.5.3	软件再工程技术.....	(158)
5.5.4	软件再工程的风险.....	(162)
习题五		(163)
第 6 章	软件工具与软件开发环境.....	(166)
6.1	软件工具.....	(166)
6.1.1	软件开发工具.....	(167)
6.1.2	软件维护工具.....	(173)
6.1.3	软件管理和软件支持工具.....	(174)
6.2	软件开发环境.....	(175)
6.2.1	集成型软件开发环境.....	(176)
6.2.2	ECMA/NIST 集成型软件开发环境参考模型.....	(179)
6.2.3	PCTE: 可移植公共工具环境.....	(183)
习题六		(183)
第 7 章	软件质量及管理.....	(185)
7.1	影响软件质量的因素.....	(185)
7.2	国际标准和国家标准规定的软件质量特性.....	(188)
7.3	软件质量保证.....	(191)
7.3.1	软件质量保证的主要任务.....	(191)
7.3.2	软件质量保证与检验.....	(192)
7.3.3	软件质量保证体系.....	(194)
7.3.4	软件的技术评审.....	(197)
7.4	软件可靠性.....	(207)
7.4.1	软件生存期与软件寿命的关系.....	(207)
7.4.2	软件可靠性的定义.....	(209)
7.4.3	软件可靠性的理论依据.....	(212)
7.4.4	软件可靠性数据.....	(214)

7.4.5 软件可靠性模型	(218)
7.5 软件容错技术	(229)
7.5.1 什么是容错软件	(229)
7.5.2 容错的一般方法	(230)
7.5.3 容错软件的设计过程	(233)
7.5.4 软件的容错系统结构	(234)
7.6 软件过程改进	(237)
7.6.1 软件过程改进的含义和现有的方案	(237)
7.6.2 软件过程改进模式	(239)
习题七	(240)
第 8 章 软件文档与软件工程标准化	(241)
8.1 软件文档	(241)
8.2 软件工程标准化	(246)
8.2.1 软件工程标准分类	(248)
8.2.2 ISO 9000 国际标准简介	(250)
8.2.3 ISO 9000 标准的贯彻	(254)
习题八	(256)
第 9 章 软件过程能力评估	(258)
9.1 软件过程能力成熟度模型 CMM	(258)
9.1.1 SEI CMM 1.1 模型简介	(258)
9.1.2 软件过程能力成熟度的 5 个等级	(260)
9.1.3 关键过程域及其关键实践	(264)
9.2 CMM 的应用	(269)
9.2.1 软件过程评估和软件能力评价	(269)
9.2.2 其他应用	(271)
习题九	(273)
第 10 章 软件项目、配置及人员组织管理	(274)
10.1 软件项目管理	(274)
10.1.1 软件项目计划	(274)
10.1.2 软件开发成本估算	(282)
10.1.3 风险分析	(290)
10.1.4 进度安排	(295)

10.1.5	软件项目管理	(302)
10.2	软件配置管理	(306)
10.2.1	变更管理	(309)
10.2.2	版本控制和系统建立	(313)
10.2.3	配置审核与配置状态报告	(317)
10.3	软件人员组织与管理	(319)
10.3.1	项目组的组织结构	(319)
10.3.2	人员配备	(322)
10.3.3	指导与检验	(324)
10.3.4	软件产业从业人员的职业道德	(325)
习题十		(330)
第 11 章	软件知识产权保护	(332)
11.1	软件知识产权保护的要点	(332)
11.1.1	计算机软件是知识产品	(332)
11.1.2	计算机软件著作权的主体	(333)
11.1.3	计算机软件著作权的客体	(334)
11.1.4	计算机软件著作权的权利内容	(335)
11.1.5	计算机软件著作权归属	(336)
11.1.6	计算机软件著作权的行使	(337)
11.2	软件专利权利的限制	(338)
11.2.1	计算机程序可获专利权的条件	(338)
11.2.2	计算机软件著作权登记管理	(338)
11.3	计算机软件著作权侵权与法律保护	(340)
11.3.1	计算机软件著作权的侵权行为	(340)
11.3.2	法律保护	(340)
11.3.3	解决软件著作权纠纷的途径	(341)
11.4	计算机软件的商业秘密与反不正当竞争	(342)
11.5	现代企业制度中的知识产权保护	(345)
习题十一		(345)
附录一	软件工程进展简介	(347)
附录二	英文词汇索引	(351)
参考文献		(353)