

教育部软件工程学科课程体系研究课题组

China Software Engineering Curricula

中国软件工程学科教程

清华大学出版社



教育部软件工程学科课程体系研究课题组

China Software Engineering Curricula

中国软件工程学科教程

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本教程分析研究了最新的 IEEE-CS 与 ACM 联合开发的 SE 报告,并结合我国软件工程学科的发展现状和软件工程教育的具体情况,提出一个适应我国软件工程学科本科教学要求的参考计划。本教程以软件工程知识体系为核心,将知识要素汇集为结构合理且易于实现的学习单元,便于教学方法和资源的共享,并为教材建设提供一个基本框架。

在知识体系描述的基础上,本教程提出了包括初级课程、核心课程和附加课程的分层课程体系,初级课程和核心课程覆盖了知识体系的全部核心内容,附加课程可以随教育机构、学位计划和学生个人的不同而变化,以便发挥各教育机构的特长,培养出学生的个性。本教程共分 6 章:第 1 章介绍软件工程学科教育的形成与发展;第 2 章介绍软件工程学科,包括学科的定义、分支学科以及影响学科教育的其他因素;第 3 章介绍本科生的培养目标,包括基本要求、能力与技能;第 4 章介绍软件工程教育知识体系;第 5 章论述课程体系的总体结构和分级设计,并给出了若干教学计划模式;第 6 章定义和描述了本教程推荐的主要课程。附录中介绍了国内的教学情况。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

中国软件工程学科教程/教育部软件工程学科课程体系研究课题组编写. —北京:清华大学出版社, 2005.5

ISBN 7-302-09802-6

I. 中… II. 教… III. 软件工程—课程设计—教材 IV. TP311.5—41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 109994 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社总机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 丁 岭

印 装 者: 北京市清华园胶印厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 140×203 印张: 5.75 字数: 150 千字

版 次: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09802-6/TP·6763

印 数: 1~2000

定 价: 30.00 元

《软件工程课程体系研究》课题组

特邀顾问：张尧学

名誉主任：孙家广 杨芙清

成	员：	刘 强	骆 斌	陈 钟	苏渭珍
		姚淑珍	蒋建伟	臧斌宇	赵一鸣
		万金友	何钦铭	肖来元	李 彤
		刘乃琦	卢先和	丁 岭	

特邀专家：	周立柱	钱乐秋	麦中凡	陈道蓄
	陈松乔	吴超英	王立福	傅育熙
	梅 宏	孙艳春		

序

软件工程是一门正在迅速发展的交叉性学科，有关软件工程的新概念、新技术、新方法不断涌现。随着软件工程学科的日益成熟，原有的教学内容已经远远不能适应该学科的发展要求，因此研究和制定适合软件工程理论与实践发展的教学体系是十分重要的。

研究软件工程课程体系是高质量学科建设的基础，它可以保证软件工程教学更具先进性、目的性和系统性。在建立先进课程体系的基础上，实施高水平的教学计划、教材建设、课程教学和教学实践，从而培养出符合学科和社会发展需要的优秀软件工程专业人才。

《中国软件工程学科教程》是教育部“软件工程课程体系”项目的研究成果，由清华大学、南京大学、北京大学、上海交通大学、北京航空航天大学等院校的软件工程专家和教授们在跟踪分析 ACM 和 IEEE 提出的软件工程课程体系的基础上，并结合软件工程理论与技术的发展趋势编写而成。该教程初步确立了软件工程课程体系的整体框架，确定了该体系的基础内容和核心内容，相信它对国内大学的软件工程专业教学具有很大的参考价值和积极的推动作用。

中国工程院院士

2004 年 11 月

出版说明

近年来,特别是示范性软件学院成立以来,我国软件工程教育事业得到了很大的发展,学科建设逐步走向成熟,初步实现了与国际学科发展的接轨,软件工程教育实现了历史性的跨越。当前,我们既面临着千载难逢的良好机遇,同时也面临着前所未有的严峻挑战。信息社会不断增长的软件人才需求同教育供给(特别是优质专业教育)不足的矛盾,已成为软件工程教育发展面临的一个重要问题,解决问题的关键之一是需要不断的教学探索之中摸索出一个具有中国特色的软件工程教学思路和方法,形成一个正确的学科体系,在科学的课程体系的保证下使教学质量才能得到不断提高,使软件工程专业教育得到健康稳步发展。

教育部为此启动了“软件工程课程体系研究”项目(教育部高教司[2003]116号文件),目的是确立软件工程课程体系的框架,确定课程体系的基础及核心内容,并分析预测未来软件工程科学教育的发展趋势,实施精品教材建设。

在孙家广、杨芙清两位院士的积极组织和倡导下,组建了项目课题组。该课题组由两位院士作为主任,集合了清华大学、南京大学、北京大学、上海交通大学、北京航空航天大学、复旦大学、华中科技大学等高校的一线软件工程教育专家作为成员,并特别聘请了一批软件工程的专家学者作为特邀专家,深入分析ACM和IEEE发布的《Computing Curriculum-Software Engineering》,研究探讨我国软件工程学科的教育思想、课程体系以及教学计划等,并结合国内部分著名高校软件学院的教学成果,形成了《中国软件工程学科教程》。

本教程的目标是采用科学的方法,以国外学术界的研究成果

和软件工业界的良性建议为基础,构造软件工程教育知识体系的框架,建立良好的课程体系,使软件工程教学更具先进性、目的性和系统性,在传授基本知识的同时,实现培养学生基本技能、基本能力(含创新能力)、基本素质的要求,进而培养出符合学科和社会发展需要的优秀软件工程人才。

本书经过由课题组多次研讨,清华大学软件学院刘强老师承担了整个文稿的编写统稿工作,在编写过程中梅宏、王立福、麦中凡、吴超英、周立柱、钱乐秋、陈松乔、孙艳春等特邀专家提出了许多中肯的意见,在此对他们一并表示感谢。

感谢教育部高教司张尧学司长、理工处李茂国处长的指导,感谢上述院校对我们的大力支持。希望在软件工程教学一线的专家同仁根据自身的教学特点,提出宝贵意见(liuqiang@tsinghua.edu.cn)积极参与到项目研究之中,通过结合国内的软件工程教学特色来完善我们自己的课程体系研究成果。

清华大学出版社将同时启动课程的教材建设,根据各高校的专业特色,遴选一批成熟的专业基础课程、核心课程教材在近期出版,满足该领域的教材建设需要,打造具有中国特色的软件工程教材品牌,欢迎各高校踊跃申报(dingl@tup.tsinghua.edu.cn)。

对于本书的不足之处,欢迎不吝赐教。

编 者

2004 年 11 月

目 录

第 1 章	概述.....	1
1.1	IEEE-CS 与 ACM 倡导的软件工程专业教学计划	1
1.2	中国软件工程专业教学计划的研究	2
1.3	本教程的指导原则	3
1.3.1	软件工程的基础需要结合多个不同学科 的知识.....	3
1.3.2	学科教育应适应技术与应用的不断变化、 教育学的发展以及终身学习的要求.....	3
1.3.3	专业实践是软件工程本科教育的重要 组成部分.....	4
1.3.4	与国际研究接轨, 为本科教育的课程组织 提供重要的指导.....	4
1.4	本教程的结构.....	5
第 2 章	软件工程学科.....	6
2.1	软件工程学科的定义	6
2.2	软件工程学科与计算学科的关系	7
2.3	软件工程学科与工程学科的关系	8
2.3.1	工程的特征	9
2.3.2	工程设计	10
2.3.3	特定领域的软件工程	10
2.4	早期的软件工程教育	11
2.5	SWEBOK 与其他知识体系	12

第 3 章	本科生培养目标	14
3.1	基本要求	14
3.1.1	基础知识和技能	14
3.1.2	团队工作的能力	14
3.1.3	分析与解决问题的能力	14
3.1.4	谈判与沟通的能力	15
3.1.5	适应发展的能力	15
3.2	能力与技能	16
3.2.1	认知能力和技能	16
3.2.2	实践能力和技能	16
3.2.3	其他技能	17
第 4 章	软件工程教育知识体系	18
4.1	知识体系的结构	18
4.1.1	核心知识单元	18
4.1.2	知识单元的时间单位	19
4.1.3	课程的学时数	20
4.2	软件工程教育知识领域	20
4.3	知识体系	23
4.3.1	计算基础(CMP)	24
4.3.2	数学和工程基础(FND)	27
4.3.3	专业实践(PRF)	30
4.3.4	软件建模与分析(MAA)	31
4.3.5	软件设计(DES)	36
4.3.6	软件验证与确认(VAV)	40
4.3.7	软件演化(EVO)	43
4.3.8	软件过程(PRO)	44
4.3.9	软件质量(QUA)	46

4.3.10	软件管理(MGT)	49
4.3.11	系统与应用(SAS)	52
第 5 章	课程体系与教学计划	56
5.1	课程设计与实施原则	56
5.1.1	关于课程开发和教学的指导原则	56
5.1.2	课程建设的指导原则	57
5.1.3	贯穿课程教学全过程的特征和态度	61
5.1.4	软件工程教学的一般策略	66
5.2	课程编码方案	69
5.3	课程体系结构	70
5.4	课程分级	70
5.4.1	覆盖软件工程、计算机科学和数学的初级课程	71
5.4.2	软件工程核心课程	74
5.4.3	附加课程	76
5.5	国外典型教学计划模式	77
5.5.1	模式 1: 推荐的一般结构	78
5.5.2	模式 2: 在二年级开始 SE	78
5.5.3	模式 3: 不开设微积分和科学课程的模型	80
5.5.4	模式 4: 三学期制三年级开始 SE 课程	81
5.5.5	模式 5: 在 CS 课程中较早开设 SE 课程	82
5.6	我国可行的几种软件工程专业教学计划模式	82
5.6.1	模式 1: 侧重于计算机科学的课程设置方法	84
5.6.2	模式 2: 侧重于软件开发技术的课程设置方法	85
5.6.3	模式 3: 侧重于系统认识的课程设置方法	86
5.6.4	模式 4: 侧重于工程化理念的课程设置方法	87

第 6 章 推荐课程描述	89
6.1 计算机科学初级课程	89
6.1.1 CS101 程序设计基础	89
6.1.2 CS102 面向对象范型	91
6.1.3 CS103 数据结构和算法	93
6.2 计算机科学中级课程	95
6.2.1 CS220 计算机体系结构	95
6.2.2 CS226 操作系统和网络	96
6.2.3 CT270T 数据库	98
6.3 数学基础课程	99
6.3.1 CS105 离散结构 I	99
6.3.2 CS106 离散结构 II	101
6.3.3 MA271 计算的统计学和经验方法	102
6.4 非技术必修课程	104
6.4.1 NT272 工程经济学	104
6.4.2 NT181 团队激励和沟通	105
6.4.3 NT291 软件工程专业实践	106
6.5 SE+CS 初级课程：从一年级开始	108
6.5.1 SE101 软件工程与计算导论	108
6.5.2 SE102 软件工程与计算 II	110
6.6 软件工程核心课程	112
6.6.1 SE200 软件工程与计算 III	112
6.6.2 SE201 软件工程导论	113
6.6.3 SE211 软件构造	117
6.6.4 SE212 人机交互的软件工程方法	120
6.6.5 SE213 大型软件系统的设计和体系结构	122
6.6.6 SE221 软件测试	124
6.6.7 SE311 软件设计与体系结构	125

6.6.8	SE312 软件详细设计	127
6.6.9	SE313 软件工程的形式化方法	128
6.6.10	SE321 软件质量保证与测试	130
6.6.11	SE322 软件需求分析	132
6.6.12	SE323 软件项目管理	135
6.6.13	SE324 软件过程与管理	137
6.7	高级项目课程	139
6.8	非 IEEE CC-SE 定义的新设课程的简要描述	141
附录 A 软件工程教育知识体系简表		143
附录 B 计算机科学与技术学科知识体系简表		146
附录 C 南京大学软件工程专业本科生课程体系规划与核心 课程设置		149
附录 D 华中科技大学软件学院软件工程硕士培养方案		159
D.1	培养目标和要求	159
D.2	主要研究方向	159
D.3	培养方式及学习年限	160
D.4	课程设置及学分要求	161
D.5	软件工程实践与学位论文	162
D.6	学位论文评审与答辩、授予	163
D.7	软件工程硕士课程设置(40 学分)	164
D.8	专业认证一览表	166

第 1 章 概 述

2003 年 12 月,教育部设立“软件工程课程体系”研究项目(教育部高教司[2003] 116 号文件),其目的是通过研究确立我国软件工程教育体系的框架,确定课程体系的基础内容与核心内容,分析预测未来软件工程学科教育的发展趋势。

为了更好地开展软件工程学科的教学工作,由清华大学、南京大学、北京大学、上海交通大学、北京航空航天大学等若干所高等院校联合组织了“软件工程课程体系研究教程”课题组,深入分析 ACM(Association for Computing Machinery)和 IEEE(The Institute of Electrical and Electronics Engineers)发布的《Computing Curriculum- Software Engineering》,研究探讨我国软件工程学科的教育思想、课程体系、教学计划等,并结合国内部分著名高校软件学院的教学成果,形成了《中国软件工程学科教程》。

本教程的目标是采用科学的方法,以国外学术界的研究成果和软件工业界的良性建议为基础,构造软件工程教育知识体系的框架,建立良好的课程体系,使软件工程教学更具先进性、目的性和系统性,在传授基本知识的同时,实现培养基本技能、基本能力(含创新能力)、基本素质的要求,进而培养出符合学科和社会发展需要的优秀软件工程人才。

1.1 IEEE-CS 与 ACM 倡导的软件工程专业教学计划

1998 年,IEEE-CS 与 ACM 组建了计算学科教学计划 2001

(Computing Curricula 2001, 简称 CC2001) 联合工作组, 其任务是开发一套“符合近十年计算技术的最新发展和适应未来十年的持续发展”的计算教程。近十五年来, 计算(Computing)已经成为非常广泛的名称, 远远超越了计算机科学的边界, 包括了诸如计算机工程、软件工程、信息系统及其他许多独立学科, 人们很难用一个“专业”的教育涵盖所有内容。因此, 联合工作组继续研究开发计算教程的计算机科学部分, 并于 2001 年 12 月推出 CC2001-CS (CC2001 Computer Science volume) 的最终版本, 同时建议将项目的研究范围扩展到上述相关学科。2004 年 5 月, CCSE (Computing Curricula - Software Engineering) 最终版本推出, 成为 IEEE-CS 与 ACM 在软件工程学科教育上的第一个成就。

CCSE 描述了软件工程本科教育的知识体系(简称 SEEK), 提出了组织和设计软件工程课程体系的若干建议, 并给出了一些推荐课程的描述。

1.2 中国软件工程专业教学计划的研究

1999 年以前, 我国“计算机专业”分为计算机及应用和计算机软件两个专业, 1999 年开始, 根据宽口径人才培养的原则, 上述两个专业被合并为一个专业, 称为计算机科学与技术。

我国对计算机学科本科教学计划的研究开始于 20 世纪 50 年代, 参照 ACM 和 IEEE 的一系列教程, 陆续推出了计算机专业的《计算机学科教学计划 1987》(简称“87 教程”)、《计算机学科教学计划 1993》(简称“93 教程”)、《计算机学科教学计划 2000》(简称 CS-2000) 和《中国计算机科学与技术学科教程 2002》(简称 CCC2002), 对我国计算机教育事业的发展起到了良好的推动作用。

2001 年 12 月, 经国家教育部和国家计委联合发文(教高[2001] 6 号)批准, 全国首批 35 所示范性软件学院正式成立, 其目的是批量培养具有国际竞争能力的高层次、应用型、复合型软

件工程人才。2004年5月,在清华大学出版社的大力支持下,部分高校联合组织了“软件工程课程体系研究”课题组,希望对CCSE进行跟踪研究,借鉴其中的一些成功经验,并结合我国软件工程学科的发展现状和软件工程教育的具体情况,提出一个适应我国软件工程学科本科教学要求的参考计划。经过努力,推出了《中国软件工程学科教程》,希望它能够对我国的软件工程学科教育提供一定的参考,并计划按此要求组织出版一套与其主题思想一致的系列教材,由清华大学出版社出版。

1.3 本教程的指导原则

1.3.1 软件工程的基础需要结合多个不同学科的知识

计算是一个广泛的领域,它超越了任何一个计算学科的领域。本教程专注于软件工程教育相关的知识体系和教学方法,但在必要时也会共享或覆盖其他计算学科教程中的内容,并为软件工程与其他学科的交叉应用提供指导。

软件工程的基础建立在多个不同的学科之上。软件工程的本科学习不仅需要依赖计算机科学的理论和基础知识,同时也需要掌握诸如数学、工程学、项目管理及其他应用领域的概念。所有软件工程专业学生必须掌握该学科的基本技能和知识,具备理论与实践相结合的能力,认识抽象和建模的重要性,同时掌握计算学科以外的专用领域知识,做到能够支持该领域的软件开发,并充分意识到优秀设计的价值。

1.3.2 学科教育应适应技术与应用的不断变化、教育学的发展以及终身学习的要求

软件工程是一个迅速发展的新兴学科,该学科的快速变化和

专业化要求建立一种能够不断更新其课程体系中个别独立单元的评价过程。鉴于软件工程师对产业发展所担负的特殊专业职责，业界支持和促进对软件工程教学计划进行有效评价和鉴定是课程指导的一个不可或缺的重要方面。

同时，软件工程学科的迅速发展要求教育机构必须采取明确的策略以应对变化。例如，教育机构必须认识到在现有资源的条件下，从技术和教育学两方面同时保持良好发展势头的重要性。此外，软件工程教育还必须寻求使学生做好终身学习的准备，以便能够超越今天的技术，迎接未来的挑战。

1.3.3 专业实践是软件工程本科教育的重要组成部分

开发高质量的软件需要高素质的专业化训练人才，学生应当认识到专业实践对于培养职业化素质的重要性，并且清楚地了解缺乏这方面训练所引起的不良后果。软件工程专业实践包括诸如问题解决、管理、伦理与法律关系、书面与口头交流、团队协作以及跟踪快速变化的学科发展等多方面的问题及其相关活动。

1.3.4 与国际研究接轨，为本科教育的课程组织提供重要的指导

本教程分析研究了 IEEE-CS 与 ACM 联合开发的 CCSE，并结合我国软件工程学科的发展现状和软件工程教育的具体情况，提出一个适应我国软件工程学科本科教学要求的参考计划。

本教程以软件工程知识体系为核心，将知识要素汇集为结构合理且易于实现的学习单元，便于教学方法和资源的共享，并希望为教材出版提供一个基本框架。

在知识体系描述的基础上，本教程提出了包括初级课程、核心课程和附加课程的分层课程体系，初级课程和核心课程覆盖了

知识体系的全部核心内容，附加课程可以随教育机构、学位计划和学生个人的不同而变化，以便发挥各教育机构的特长，培养出学生的个性。

虽然阐明软件工程教育的宏观理念是非常重要的，但是任何课程的成功都高度依赖于具体实施，因此本教程必须探讨实施的策略和方法，为各教育机构建立课程体系提供可行的实施建议。

1.4 本教程的结构

本教程共分 6 章：第 1 章介绍软件工程学科教育的形成与发展；第 2 章介绍软件工程学科，包括学科的定义、分支学科以及影响学科教育的其他因素；第 3 章介绍本科生的培养目标，包括基本要求、能力与技能；第 4 章介绍软件工程教育知识体系；第 5 章论述课程体系的总体结构和分级设计，并给出了若干教学计划模式；第 6 章定义和描述了本教程推荐的主要课程。