普通高等教育 电气信息类 应用型规划教材

软件工程

夏小娜 编著

科学出版社

免费提供电子教案

普通高等教育电气信息类应用型规划教材

软 件 工 程

夏小娜 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书在软件工程知识域的组织方面充分参考了 IEEE 和 ACM 提出的“软件工程知识体系（SWEBOK）”基本框架，结合高校软件工程教与学的特点，跟随现代软件发展趋势，沿着结构化和面向对象两条行文线索，比较全面、系统地反映了软件工程的基础和发展，从理论与实践的视角介绍了软件工程的基本原理、概念和技术方法。全书共 13 章，在内容结构上可分为四篇：软件工程基础、软件定义、软件开发与维护和软件项目管理基础。本书内容新颖，通俗易懂，深入浅出，循序渐进，同时，在每章后面都有与之对应的习题，供读者复习巩固。

本书可作为高等院校“软件工程”课程的教材或教学参考书，也可供有一定实际经验的软件工作人员和需要开发应用软件的计算机用户阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

软件工程/夏小娜编著. —北京：科学出版社，2012

（普通高等教育电气信息类应用型规划教材）

ISBN 978-7-03-034242-3

Ⅰ.① 软… Ⅱ.①夏… 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（2012）第 088543 号

责任编辑：陈晓萍 / 责任校对：王万红

责任印制：吕春珉 / 封面设计：耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

骏走印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 8 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2012 年 8 月第一次印刷 印张：18

字数：406 000

定价：33.00 元

（如有印装质量问题，我社负责调换〈骏杰〉）

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62138978-8003

前　言

在当今这个时代，软件系统已变得无处不在，并成为人们生产、生活、休闲娱乐的重要方式。事实上，软件是计算机的灵魂，没有它，也不会有我们身边的手机、网络和各类智能家电，航天工程和宇宙探索更是遥不可及。而所有这些软件系统的描述、设计方法、开发过程和与此同时的管理手段就成了软件工程的基本思路和内容。

与其他传统工程学科相比，软件工程又是一个年轻且充满活力的研究领域。自 20 世纪 60 年代末以来，人们为克服“软件危机”在这一领域做了大量工作，逐渐形成了系统化的软件开发理论、技术和方法，也涌现了大量稳定和友好的软件实现工具，它们在软件的开发实践当中发挥了重要作用。目前，软件产业已发展成为国家基础性、先导性、战略性产业，成为信息产业、先进制造业和现代服务业的核心。

“软件工程”是高等院校计算机及相关专业教学计划中的一门核心专业课程。本书在知识结构的组织方面充分参考了 IEEE 和 ACM 提出的“软件工程知识体系（SWEBOK）”基本框架，全面、系统地反映了软件工程的全貌，从结构化和面向对象两个视角并行介绍了软件工程的原理、概念、技术方法和部分工具。本书内容既兼顾了传统实用的软件开发方法，又跟随现代软件工程的现状和发展前沿，结合具体案例加以介绍，其中，融入了作者在软件工程教学中对软件工程的理解与经验总结，以及软件工程学科方面的学术论证和课题研发心得，努力使之成为软件工程的原理、方法和应用紧密结合于一体的教材。

全书共 13 章，分为四篇。前两章构成本书的第 1 篇——软件工程学概述，分别介绍了软件工程学科的基本概念和计算机系统工程。第 3～5 章构成第 2 篇——软件定义，内容包括可行性研究、结构化需求分析和面向对象的需求分析过程。第 6～12 章构成第 3 篇——软件开发与维护，内容分化为体系结构设计、结构化总体设计、结构化详细设计、面向对象的软件设计方法、面向过程的软件实现、面向对象的软件实现和软件维护。第 13 章构成第 4 篇——软件项目管理，介绍了软件项目的基础管理手段。

本书主要供计算机专业高年级专、本科生和低年级硕士研究生作为软件工程课程的教材使用，其内容满足国家教育委员会颁布的计算机专业软件工程课程教学基本要求。同时，本书也适合于软件开发人员与软件项目管理人员的参考用书。在本专科的教学计划中，建议讲授安排 54～72 学时，实践 36 学时。对于软件工程专业的学生，建议采用第 1～13 章的自然顺序讲授，其中第 4～11 章可以分化成两套思路分别展开，即结构化方法和面向对象方法的分析与设计过程。已在本科阶段学过软件工程的硕士研究生，着重讲授面向对象的软件工程理念。

本书由夏小娜独自完成全部编写工作，部分内容曾在曲阜师范大学计算机学科的本

科生和硕士研究生教学中讲授和实践过。曲阜师范大学曹宝香教授对本书进行了认真细致的初审，并提出了许多中肯的修改意见。禹继国教授、倪建成副教授和高仲合教授也为书稿的顺利完成给予了多方面的指导。软件工程专业学生屈蕾、刘晓、张家铭、姜剑等同学完成了本书的理论应用与实践，所研发的软件作品及文档资料在系统友好健壮、资料规范和严谨方面获得了专家的高度认可。张云聪同学协助完成了本书的校对和排版工作。在此，作者向所有对本书编写和出版工作给予支持和帮助的人表示衷心的感谢。最后，感谢曲阜师范大学计算机科学学院院领导对作者编写此书的信任、鼓励和全力配合。

由于作者水平有限，时间仓促，书中疏漏、欠妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

夏小娜

2012 年 5 月

目　录

第1篇　软件工程学概述

第2篇　软 件 定 义

第3篇 软件开发与维护

第 4 篇 软件项目管理

第1篇　软件工程学概述

第1章　概　　述

本章的主要目标是介绍软件工程这门学科，读完本章，你将了解以下基本内容。

◇ 软件工程的相关基本概念：软件、软件危机、软件工程、软件生命周期、软件过程等，具体见下述部分介绍。

◇ 软件从业人员的道德和职业问题对软件工程产业的影响。

1.1　基本概念

当今世界的信息化进程，使得所有国家关于计算机系统的使用，愈来愈趋向复杂化、人性化和扁平化。而越来越多的产品在研发和使用过程中把计算机和控制软件以一定的方式结合起来，软件在整个计算机系统中的成本份额也越来越大。所以，以高性价的方式生产软件对于国家和世界经济的运作势在必行，也必不可少。

软件工程作为一门工程学科，它的主要目标就是驱使软件系统向高性价比发展。同时，基于软件自身的特性，注定了软件工程学科的实时动态性。软件不像硬件，它是抽象、不可触摸的，既不受物质材料和物理定律的制约，也没有机械的作业加工过程，更不接受半点硬件设备中可以容许的误差范围。软件的这些自身属性，首先可使软件工程方法学得到简化，毕竟它的面向对象目标是不受物理因素限制；再者，由于脱离了自然条件的约束，软件很容易变得极为复杂，而它的可理解性和健壮性，时刻需要接受新需求的挑战。

软件工程同时又是一门比较年轻的学科。“软件工程”这一概念是在 1968 年 NATO 会议上针对“软件危机”的议题提出。“软件危机”直接源于强大的第三代计算机硬件的问世，它的问世使计算机的应用不仅关注科学计算，而且广泛走进了生产和生活，由此产生的软件与原有软件系统相比在数量上更庞大、在性能上更全面。

构建这些软件系统的早期经验是：个人英雄主义、作坊式非正规的软件开发并不奏效。很多软件项目有时拖延时间，而且运作的实际投资远远超过项目预算，最后提交的软件不可靠、难以维护、被迫直接废弃的情况屡见不鲜，总之，投资很大，做得很差。软件开发陷入泥潭，结果是硬件成本不断降低，而软件成本却是快速增长。因而，必须

不断涌现出新的技术和方法控制大型软件系统固有的复杂性。

这些新技术和方法就构成了软件工程的一部分。但制作既满足用户要求，又能按期完成并且不超出项目预算的复杂软件仍然存在很多困难。许多软件项目仍存在很多难以调和的问题，这使得某些评论家（Pressman，1997 年）认为软件工程正处于漫长的艰难状态。

软件制作能力提高的同时，软件系统的复杂度也随之提高，IT 新技术的不断涌现对软件工程人员提出了更高的要求。而许多软件企业并不能有效地把软件工程技术落实到实处，存在的困难很多。但事情并不像预言家所说的那么糟糕，我们仍有完善的余地。

软件工程自 1968 年以来已得到了长足的发展，软件工程的发展已极大地完善了软件，从业人员关于软件开发活动的规范化也有了更深的了解，关于软件描述、设计和实现的有效方法也不再陌生，新的工具和管理模式大大降低了制作大型、复杂系统的工作量。

另外，面向对象、构件、Web 服务及云计算等的扩充和提高已成为现实，软件工程人员应该为自己所做出的成绩感到自豪。没有复杂的软件，我们就不能探索太空，也就没有因特网和现代的远程通信，各种数字化生活模式也就是天方夜谭，软件工程理念在它诞生以后的不长时间里取得了骄人的成绩。随着软件工程这门学科的成熟，它对 21 世纪人们的生产、生活、社会、经济等息息相关的各方面贡献将是不可估量的，我们有理由坚信这一点。

1.1.1 软件

1. 软件及组成

计算机软件是与计算机系统操作有关的程序（Program）、规程、规则及任何与之有关的文档和数据。软件包括两部分内容：一是机器可执行的程序及有关数据；二是机器不可执行的且与软件开发、运行、维护、使用和培训有关的所有文档资料。

1）程序

程序是用程序设计语言描述的、适合于计算机处理的语句序列，软件开发人员根据需求开发出来满足用户。程序设计语言编译器可以将程序翻译成一组机器可执行的指令，这组指令是由机器语言实现的程序，它将根据用户的需求，控制计算机硬件的运行，处理用户提供的或机器运行过程中产生的各类数据并输出结果。为了对程序设计语言进行机器自动翻译，人们必须限制程序设计语言的语汇范围（如标识符、字符集、关键字等），并用良好的形式规则精确地定义程序设计语言的语法和语义。

目前的程序设计语言有三种类型：机器语言和汇编语言、独立于机器的面向过程的语言以及独立于机器的面向问题的语言，后两种类型为高级语言。机器语言是中央处理器（CPU）指令集表示的符号语言，优秀的软件开发人员使用机器语言可以开发出开销较小的高质量程序。但用机器语言编写程序，编写效率低，程序难以阅读和调试，不利于软件的维护，也难以在不同 CPU 系统中推广使用。高级语言与机器无关，表达能力强，易阅读易修改，大大提高了软件开发效率。高级语言的编译器或解释器依赖于具体机器，它把高级语言程序转换为机器语言程序再运行。

到现在为止，世界上的程序设计语言有几百种，但广泛使用的高级语言不过十余种，例如：用于科学计算的 FORTRAN，用于事务处理的 COBOL，支持结构化程序设计的 PASCAL，支持现代软件开发的 C、ADA，支持面向对象设计方法的 C++、Java 等。

机器语言、汇编语言和高级语言经常被称为前三代的计算机语言或过程式语言。用这些语言进行程序设计，程序员必须指明信息的结构和程序的控制流程。面向问题的语言是第四代语言（4GL），也称为非过程式语言。不需要程序员指明程序实现的过程，只需给出问题和输入数据，并指出输出的形式，就可以得到所需结果，数据库查询语言（Structure Query Language，SQL）、报表语言、机床控制专用语言和电路设计专用语言等都是面向问题的语言。

2）文档

文档（Document）是一种数据媒体和其上所记录的数据。文档记录软件开发的活动和阶段成果，它具有永久性并可供人或机器阅读。它不仅用于专业人员和用户之间的通信和交流，而且还可以用于软件开发过程的管理和运行阶段的维护。为了提高软件开发的效率，提高软件产品的质量，许多国家对软件文档都制定了详尽、具体的规定，颁布了各种规范和标准。我国国家标准局也从 1988 年开始陆续颁布了《计算机软件开发规范》、《计算机软件需求说明编制指南》、《计算机软件测试文件编制规范》、《计算机软件配置管理计划规范》等，最新的计算机软件文档编制规范是 GB/T 8567—2006。

2. 软件的特点

软件是逻辑产品而不是物理产品，因此，软件在开发、生产、维护和使用等方面与硬件相比均存在明显的差异。

软件开发与硬件开发相比，更依赖于开发人员的业务素质、智力以及人员的组织、合作和管理。在大多数场合，软件的开发、设计几乎都是从头开始，开发成本和进度很难估计。软件在提交使用前，尽管经过了严格的测试和试用，但仍不能保证软件没有潜在的错误。而硬件生产可以从市场上买到几乎所有的材料、元器件，然后拿到工厂完成组装。经过严格测试、试验和试用后，硬件设计过程中的错误一般是能够排除的。

硬件试验成功之后，批量生产需要构建生产线，投入大量的人力、物力和财力。生产过程中还要进行产品的质量控制，对每个产品进行严格的检验。而软件开发成功后，只需对原版软件进行复制即可。但是，软件在使用过程中的维护工作比硬件复杂得多，也更难以把握。首先，软件在运行期间会暴露潜在的错误，这就要进行“纠错性维护”。其次，用户有时需要提高和完善软件的性能，必须对软件产品进行修改，进行“完善性维护”。再次，由于软件的长时间运行，为适应新的硬件和软件环境，也需要对产品进行修改，进行“适应性维护”。软件的内部逻辑关系复杂，在维护过程中还可能产生新的错误，从这些问题可以看出，软件产品在使用过程中的维护工作远比硬件复杂。

软件不会磨损和老化，只会退化。一个久经考验的优质软件可以长期使用下去，这一点硬件是做不到的。今天，几乎没有一个用户使用第一代的电子管计算机，但却有相当多的用户仍在使用 FORTRAN 语言。很多计算机用户在选择新机型时提出的一个重要条件往往是：原有的应用程序必须能在新机型的支撑环境下运行，并有较高的性价比，

软件的这一特性是一种支撑跨平台的自适应性，它构成了软件的一种特殊文化现象。

3. 软件的分类

计算机软件产业是一个年轻、充满活力和飞速发展的产业，但在软件的品种、质量和价格方面仍然满足不了人们日益增长的需要，不同类型的软件也不断涌现，大体分为以下几种类别。

1）系统软件

计算机系统软件是计算机管理自身资源（如 CPU、内存、外存等）、提高计算机的使用效率并为计算机用户提供各种服务的基础软件。它依赖于机器的指令系统、中断系统以及运算、控制、存储部件和外部设备。系统软件要为各类用户提供尽可能标准、方便的服务，尽量隐藏计算机系统的某些低级特征或实现细节。因此，系统软件是计算机系统的重要组成部分，它支持应用软件的开发和运行。系统软件包括操作系统、网络软件、各种语言的编译程序、数据库管理系统、文件编辑系统、系统检查与诊断软件等。

2）实时软件

监控、分析和控制现实世界发生的事件，以足够快的速度对输入信息并在规定的时间内做出反应，这类软件称为实时软件。它依赖于处理机系统的物理特性，如计算速度和精度、I/O 信息处理与中断响应方式、数据传输效率等。一般运用汇编语言、ADA 语言等开发实时软件，它所提供的服务是连续的，系统在规定的时间内必须处于能够响应的状态，这需要实时软件和计算机系统必须有很高的可靠性和安全性。

3）嵌入式软件

嵌入式计算机系统将计算机嵌入在某一系统中，使之成为该系统的重要组成部分，控制该系统的运行，进而实现一个特定的物理过程。用于嵌入式计算机系统的软件称为嵌入式软件。大型的嵌入式计算机系统软件可用于航空航天系统、指挥控制系统和武器系统等。小型的嵌入式计算机系统软件可用于工业的智能化产品之中，如汽车的刹车控制、空调机、洗衣机的自动控制装置等。嵌入式计算机系统一般都要和各种仪器、仪表、传感器连接在一起，因此，嵌入式软件必须具有实时的采集、处理和输出数据的能力，它广泛用于连续的动力学系统的控制与仿真。

4）科学与工程计算软件

科学与工程计算软件以数值算法为基础，对数值量进行处理和计算，例如，数值天气预报、弹道计算、石油勘探、地震数据处理、计算机系统仿真和计算机辅助设计等。这类软件大多数用 FORTRAN 语言实现，也有的运用 C 语言或 ADA 语言描述。这是使用最早、最广泛、最为成熟的一类软件。

5）事务处理软件

事务处理软件是指用于处理事务信息特别是商务信息的计算机软件。事务信息处理是软件最大的应用领域，它已由初期零散的、小规模的软件系统，如工资管理系统、人事档案管理系统等，发展成为管理信息系统（Management Information System，MIS），如全世界一体化的飞机订票系统、旅馆管理系统、作战指挥系统等。它们往往具有良好的人机界面环境，能有效地按照一定的格式要求生成各类统计报表，带有一定的演绎、

判断和决策能力，因此，需要交互式操作系统、计算机网络、数据库、文字/表格处理系统的支持。常用的语言有 COBOL、第四代语言等。

6）人工智能软件

人工智能软件是支持计算机系统产生人类某些智能的软件。它们采用诸如基于规则的演绎推理技术和算法，在很多场合需要知识库的支持。人工智能软件常用的计算机语言有 LISP 和 PROLOG 等。迄今为止，在专家系统、模式识别、自然语言理解、人工神经网络、程序验证、自动程序设计、机器人等领域开发了许多人工智能应用软件，用于诊断疾病、产品检测、自动定理证明、图像和语言的自动识别、语言翻译等。

7）个人计算机软件

个人计算机上使用的软件包括系统软件和应用软件两类。20 多年来，个人计算机的处理能力以数量级程度提高，以前在中小型计算机上运行的系统软件和应用软件，已大量移植到个人计算机上。在个人计算机开发了大量的文字处理软件、图形处理软件、报表处理软件、个人和商业的财务软件、数据库管理软件、网络软件、多媒体信息处理软件等。这类软件的最大特色是人机界面采用了多窗口技术、多媒体技术，使个人计算机具有了用文字、图形、图像、声音进行人机交互的能力，为个人计算机的普及创造了必要条件。

8）CASE 工具软件

计算机辅助软件工程（Computer-Aided Software Engineering，CASE）是指软件开发和管理人员在软件工具的帮助下进行软件产品的开发、维护以及开发过程的管理。CASE 工具软件一般为支撑软件生命周期中不同活动而研制，包括项目管理工具、需求分析工具、编程环境（集编辑器、编译器、链接器和调试器于一体）、软件测试工具等。CASE 工具集还可能包括代码生成器，即从系统模型和过程指南自动生成代码。为了方便工具之间交换信息，它们一般并不独立存在，而是以某种方式集成一个环境。支持分析和设计的 CASE，有时被称为高端 CASE，因为它支持的是软件过程的早期阶段。相比之下，那些支持实现和测试的工具，如调试器、程序分析系统、测试用例生成器和程序编辑器等，则被称为低端工具。

4. 软件的发展阶段

除去像 Ada Augusta Byron（1816—1851）早期的程序工作外，自 1946 年世界上第一台电子计算机问世以来，软件的发展可以划分为四个阶段。

第一阶段（20 世纪 50 年代初～60 年代初）是计算机系统开发的初期阶段。这时的通用计算机由于价格昂贵、体积大、功耗高、机器不稳定和需要专人维护等原因，只能放在公共的实验室内供大家使用。计算机系统中的多数软件是用户自行设计、使用和维护。软件规模小，文档不完整。软件开发的过程和中间结果一般保留在程序员的大脑里，软件的质量过多依赖程序员个人的“技艺”。软件开发不规范，生产率低，开发过程难以管理，开发计划形同虚设，时间一拖再拖，成本不断并难以估算和控制，软件质量得不到保证。然而，人们必须承认，这个时期依靠个人或几个人的聪明才智和程序设计技巧仍然开发了一批非常好的软件，如航空公司的飞机订票系统、用于国防的实时应用系统