软件工程

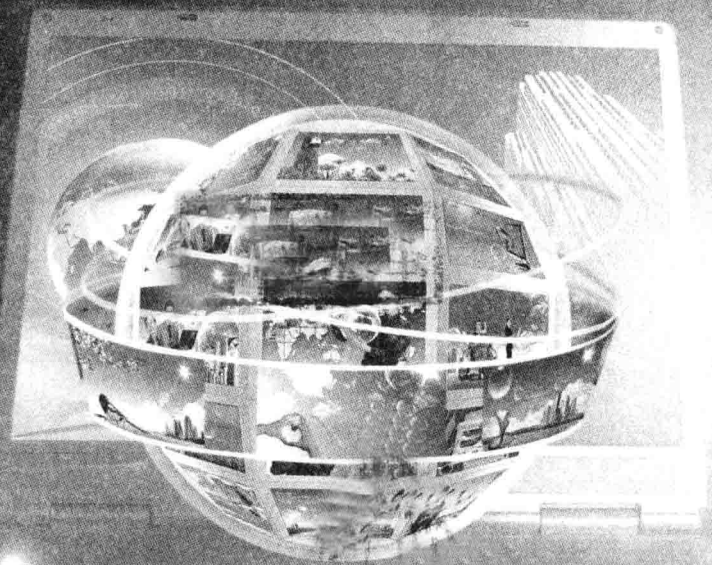
原理及应用

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

软件工程

原理及应用

主　编　张永恒　艾晓燕
副主编　刘红霞　杨　斐　吴敏宁　张　慧



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以软件生命周期为主线，比较全面地反映了软件工程的全貌，兼顾了传统的、实用的软件开发方法，又介绍了比较新的技术方法。本书主要内容包括：软件相关的基本概念，可行性研究与软件项目开发计划，软件需求分析，软件设计原理与方法研究，软件实现探析，面向对象的分析、设计与实现，软件测试与维护。另外还对软件复用与构件技术、软件质量与质量保证技术、软件工程项目管理的有关内容以及软件开发工具与开发环境等内容深入探究。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程原理及应用 / 张永恒，艾晓燕主编. -- 北京 ：中国水利水电出版社，2013.4

ISBN 978-7-5170-0729-6

Ⅰ. ①软… Ⅱ. ①张… ②艾… Ⅲ. ①软件工程 Ⅳ. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 065395 号

策划编辑：杨庆川 责任编辑：杨元泓 封面设计：王菊红

书　　名	软件工程原理及应用
作　　者	主　编　张永恒　艾晓燕
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址：www.waterpub.com.cn E-mail：mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn 电话：(010)68367658(发行部)、82562819(万水)
经　　售	北京科水图书销售中心(零售) 电话：(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排　　版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印　　刷	三河市天润建兴印务有限公司
规　　格	185mm×260mm　16 开本　26.25 印张　672 千字
版　　次	2013 年 5 月第 1 版　2013 年 5 月第 1 次印刷
定　　价	78.00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

前　言

信息技术的快速发展给人类社会带来了深刻的变革。信息化建设的发展和信息技术的应用水平体现了一个国家的综合实力，可以说是决定21世纪国际竞争地位的战略性重大举措。软件是信息化的核心，软件产业是增长最快的朝阳产业，是高投入、高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件的开发维护与管理能力及先进的软件技术直接影响到国家信息化建设的发展和信息技术的应用水平，软件工程的应用水平已成为促进软件产业健康发展的关键。

进入21世纪，软件工程技术迅速发展，逐渐成熟，成为计算机科学中的一个重要分支。为了不断提高软件开发维护与管理的水平，必须学习、研究和应用软件工程的基本理论与技术，才能使我国的软件产业在国际竞争中占有一席之地。

本书以软件生命周期为主线，比较全面地反映了软件工程的全貌，既兼顾了传统的、实用的软件开发方法，又介绍了比较新的技术方法。另外，考虑到软件工程的“工程”特性，除了技术外，本书还对软件工程项目管理进行了研究。本书有两个特点：一是内容新颖，反映了当前软件开发和管理的最新技术；二是实用性强，对实际的软件开发工作起一定的指导作用。

全书共分11章。第1章主要论述了软件、软件危机、软件工程等基本概念，并介绍了软件生命周期及软件过程模型；第2、3章分别从可行性研究与软件需求分析两个方面进行了讨论；第4章主要论述了软件设计的基本概念与原则、概要设计与详细设计的任务和方法，并重点讨论了结构化设计方法和面向数据结构的设计方法；第5章对软件实现进行了探析；第6章首先论述了面向对象方法学的基本概念，然后分别从面向对象的分析、设计和实现三个方面进行了较为详细的研究；第7章介绍了软件测试的基本概念，讲解了软件测试的方法与策略、软件调试及面向对象的测试，最后对软件维护进行了研究；第8、9章分别对软件复用与构件技术、软件质量与质量保证技术进行了较为详细的探讨；第10章主要讲述了软件项目管理的有关内容，包括进度计划与管理、成本管理、风险管理、团队建设与管理等多方面的内容；第11章对软件开发工具与开发环境进行了探析。

全书由张永恒、艾晓燕担任主编，刘红霞、杨斐、吴敏宁、张慧担任副主编，并由张永恒、艾晓燕负责统稿。具体分工如下：

第8章、第10章：张永恒（榆林学院）；

第1章、第4章、第11章：艾晓燕（榆林学院）；

第6章：刘红霞（榆林学院）；

第2章、第9章：杨斐（榆林学院）；

第3章、第7章第4节～第6节：吴敏宁（榆林学院）；

第5章、第7章第1节～第3节：张慧（榆林学院）。

本书在编写过程中，参考了大量有价值的文献与资料，吸取了许多人的宝贵经验，在此向这些文献的作者表示敬意。由于现代软件工程是一门迅速发展的学科，新知识、新方法、新技术不断涌现，加之编者自身水平有限，书中难免有错误和疏漏之处，敬请广大读者和专家给予批评指正。

编　者

2013 年 3 月

目 录

第1章 概 述

1.1 软件及软件危机

1.1.1 软件

软件是信息化的核心，信息、物资和能源已经成为人类生存和发展的重要保障，信息技术的快速发展为人类社会带来了深刻的变革。软件产业关系到国家信息化和经济发展、文化与系统安全，体现了一个国家的综合实力。

1. 软件的定义

软件是计算机系统运行的指令、数据和资料的集合，包括计算机程序、数据及其相关文档的完整集合，如图 1-1 所示。

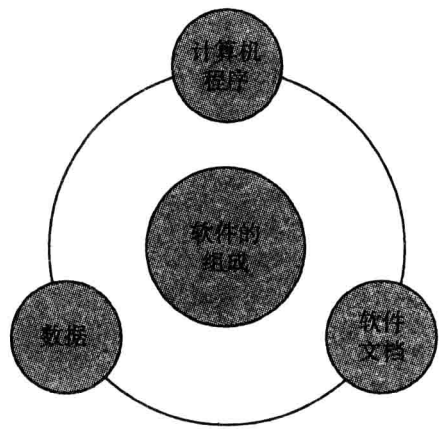


图 1-1 软件的组成

其中，计算机程序是人们为了完成特定的功能而编制的一组指令集；数据是使程序能处理的具有一定数据结构的信息；软件文档(Document)是与程序开发、维护和使用有关的图文材料，如软件开发计划书、需求规格说明书、设计说明书、测试分析报告和用户手册等。

国内外一些专家认为：软件包括程序及开发、使用、维护程序所需的文档，由应用程序、系统程序、面向用户的文档及面向开发者的文档构成，即软件＝程序＋文档。

软件(Software)更为全面准确的定义应当包括程序、数据、相关文档的完整集合和完善的售后服务，即软件＝程序＋数据＋文档＋服务。

有时软件也称为信息系统，它是指由一系列相互联系的部件(程序模块)组成，为实现某个目标对信息进行输入、处理、存储、输出、反馈和控制的集合，分为操作系统和应用系统等。一般实例介绍的信息系统主要是指应用系统，即应用软件。

2. 软件的特点

软件与硬件有完全不同的特征，主要表现在如下几个方面：

(1)软件是逻辑产品，更多地带有个人智慧因素。软件难以大规模、工厂化地生产，其产品数量及其质量在相当长的时期内还得依赖少数技术人员的才智。软件的开发效率受到很大限制。

(2)软件不会磨损。软件不同于硬件设备，它不会磨损，但会随着适应性以及计算机技术进步的变化而被修改或者被淘汰。

(3)软件的成本高。软件的成本主要体现在人力成本方面，在很多情况下，软件的投入远远超过硬件的投入，开发或者购买软件的花费很高。

(4)软件维护困难。软件开发过程的进展时间长，情况复杂，软件质量也较难评估，软件维护意味着修改原来的设计，使得软件的维护很困难甚至无法维护。

(5)软件对硬件的依赖性很强。硬件是计算机系统的物质基础，由于技术的进步，硬件的发展很快，为了适应硬件的变化，必然要求软件随之变化，然而软件生产周期长，开发难度大，这就使得软件难以及时跟上硬件的应用，往往是出现了新的硬件产品，却没有相应的软件与之配合。因此，许多软件必须不断地升级、修改或者维护。

(6)软件对运行环境的变化敏感。软件对运行环境的变化也很敏感，特别是对与之协作的软件或者支撑它运行的软件平台的变化很敏感，其他软件一个很小的改变往往会引起软件的一系列改变。

以上特点使得软件开发进展情况较难衡量，软件开发质量难以评价，从而使得产品的生产管理、过程控制及质量保证都相当困难。

3. 软件的分类

随着软件技术的不断发展，支持人们日常学习、工作的软件产品的种类和数量都已经很多。由于人们对软件关心的侧重点不同，对软件的分类也很难有一个科学、统一的标准。但对软件的类型进行必要的划分，根据不同类型的工程对象采用不同的开发和维护方法是很有价值的，因此，有必要从不同的角度讨论计算机软件的分类情况。

(1)按照软件功能分类

按照功能的不同,可以把软件划分为系统软件、支撑软件和应用软件。

①系统软件:是与计算机硬件结合最紧密的软件,它在计算机系统中必不可少,可以协调各个物理部件的工作,同时服务于其他上层软件。操作系统就是最典型的系统软件,它负责管理系统的资源,并为上层软件的运行提供了必备的接口和条件。

②支撑软件:是工具性软件,它一方面可以协调用户进行软件开发,另一方面还能对应用软件进行维护。我们常用的文本编辑器、绘图软件、数据库管理系统和 CASE 工具系统等都属于支撑软件。

③应用软件:是为特定的领域或服务开发的针对性较强的软件。它的种类极其繁多,应用范围最为广泛,是直接服务于用户的软件。例如,地理信息系统软件、航空售票软件、教务管理系统软件和信息管理系统等。

(2)按照软件规模分类

按照软件开发所需要的人力、时间及软件的规模大小,可以把软件划分为微型、小型、中型、大型和超大型这 5 种类型,如表 1-1 所示。

表 1-1　软件规模的分类

类别	开发人员	研制期限	源程序行数
微型	1 名	1～4 周	小于 500 行
小型	1～2 名	1～6 月	500～5000 行
中型	2～5 名	1～2 年	5000～50000 行
大型	5～20 名	2～3 年	50000～100000 行
超大型	20 名以上	3 年以上	10 万行以上

现在微型软件和小型软件较少,绝大部分是大中型软件。随着软件产品规模的不断增大,类别指标也可能会发生变化。

(3)按照软件工作方式分类

按软件工作方式的不同,可将软件划分为实时处理软件、分时软件、交互式软件和批处理软件。

①实时处理软件。实时处理软件是一些监测、过程控制及实时信息处理软件,其特点是对外界变化的反应及处理有严格的时间限定。当事件或数据产生时,需要立即进行处理,并及时反馈信号,在控制对象所能接受的延时内实施控制。

②分时软件。分时软件允许许多个联机用户同时使用计算机,系统通过将处理机时间轮流分配给各联机用户的分时技术,使各用户都感到自己在独立占有计算机,而不是共享资源。分时软件通常应具有较强的交互性,并能够在用户所能接受的等待时间内,及时响应用户的请求。

③交互式软件。交互式软件是指能够实现人机交互的软件,即用户可根据需要选择功能,软件可根据选择触发相应操作。交互式软件一般要提供用户界面,良好的界面设计可以为用户使用带来极大的方便。

④批处理软件。批处理软件可将一组作业或一批数据以成批的方式输入，并按一定的顺序逐个自动处理。该类软件具有很强的处理能力。

(4)按照软件服务对象的范围分类

按软件服务对象的范围，可将软件分为面向部分客户的项目软件和面向市场的产品软件。

①项目软件：也称定制软件，是受某个特定客户(或少数客户)的委托，由软件开发机构在合同的约束下开发出来的软件。

②产品软件：是面向市场需求，由软件开发机构开发出来后直接提供给市场，或是为千百个用户服务的软件，如办公处理软件、财务处理软件和一些常用的工具软件等。

(5)按照软件使用的频度分类

按使用的频度，可将软件分为使用频度低的软件，如用于人口普查、工业普查的软件；以及使用频度高的软件，如银行的财务管理软件等。

(6)按照软件可靠性的要求分类

有些软件对可靠性的要求相对较低，软件在工作中偶尔出现故障也不会造成不良影响。但也有一些软件对可靠性要求非常高，一旦发生问题就可能造成严重的经济损失或人身伤害。因此，这类软件特别强调软件的质量。

1.1.2 软件危机

软件危机(Software Crisis)是指在计算机软件开发和维护时所遇到的一系列问题。软件危机主要包含两方面的问题：一是如何开发软件以满足社会对软件日益增长的需求；二是如何维护数量不断增长的已有软件。

1. 软件危机的主要表现

具体来说，软件危机主要有以下一些表现：

(1)对软件开发成本和进度的估计常常不准确

开发成本超出预算，实际进度比预定计划一再拖延的现象并不罕见。这种现象降低了软件开发组织的信誉。而为了赶进度和节约成本所采取的一些权宜之计又往往损害了软件产品的质量，从而不可避免地会引起用户的不满。

(2)用户对“已完成”系统不满意的现象经常发生

软件开发人员在对用户需求未做深入了解，甚至对所要解决的问题还没有确切认识的情况下，就匆忙设计、编写程序。软件开发人员和用户之间的信息交流往往很不充分，这样必然会导致最终的产品不符合用户的实际需要。

(3)软件产品的质量往往靠不住

软件产品的质量在软件完成前很难明显看出，而且质量保证是贯穿于软件开发的整个过程的，如果审查、复查和测试等工作没有坚持不懈地应用在软件开发过程中，都可能导致软件发生质量问题。

(4)软件常常是不可维护的

很多程序中的错误很难改正,为了适应新的硬件环境,要想根据用户的需要在原有程序中增加一些新的功能也很难。人们仍然在重复开发类似的或基本类似的软件,开发“可重用的软件”成为人们努力追求的目标。

(5)软件通常没有适当的文档资料

计算机软件不仅仅是程序,还应该有一整套文档资料。这些文档资料应该是在软件开发过程中产生出来的,而且应该是“最新式的”(即和程序代码完全一致的)。软件开发组织的管理人员可以使用这些文档资料作为“里程碑”来管理和评价软件开发工程的进展状况;软件开发人员可以利用它们作为通信工具,在软件开发过程中准确地交流信息;对软件维护人员而言,这些文档资料更是至关重要必不可少的。缺乏必要的文档资料或者文档资料不合格,必然给软件开发和维护带来许多严重的困难和问题。

(6)软件成本在计算机系统总成本中所占的比例逐年上升

由于微电子学技术的进步和生产自动化程度不断提高,硬件成本逐年下降,然而软件开发需要大量人力,软件成本随着通货膨胀以及软件规模和数量的不断扩大而持续上升。

(7)软件开发生产率的提高赶不上硬件的发展和人们需求的增长

开发生产率提高的速度既跟不上硬件的发展速度,也远远跟不上计算机应用迅速普及深入的趋势。软件产品“供不应求”的现象使人类不能充分利用现代计算机硬件提供的巨大潜力。

2. 软件危机产生的原因

产生软件危机的原因是复杂的,但基本可以分成两类,一类与软件的特点有关,另一类与软件开发和维护的方法不正确有关。

软件作为一种逻辑产品,在写出程序代码并在计算机上试运行之前,软件开发过程的进展情况较难衡量,软件开发的质量也较难评价,所以管理和控制软件开发的过程相当困难,也较难维护。

同时,软件规模庞大,而程序复杂程度与代码长度不成正比,代码长度增加10倍,其程序复杂度的增加却远远超过10倍。如多人合作开发的大型软件系统,如果在开发和维护中采用了错误的方法或技术,或者一些错误的思想没有被及时认识到,都可能导致开发失败,而这种失败往往不可逆转。

3. 软件危机的解决途径

为了克服软件危机,一方面需要对程序设计方法、程序的正确性和软件的可靠性等问题进行研究;另一方面,也需要对软件的编制、测试、维护和管理的方法进行研究,从而产生了程序设计方法学。

此外,面对“软件危机”,人们调查研究了软件生产的实际情况,逐步感到采用工程化的方法从事软件系统的研究和维护的必要性,于是与程序设计方法学密切相关的软件工程应运而生。软件工程的主要研究对象是大型软件。软件工程研究的内容主要包括:软件质量保证和质量评价;软件研制和维护的方法、工具、文档;用户界面的设计以及软件管理等。软件工程的最终目的是摆脱手工生产软件的状况,逐步实现软件研制和维护的自动化。

软件危机的解决途径可归纳如下。

(1)人们在认真地研究和分析了软件危机背后的真正原因之后,得出了"人们面临的不光是技术问题,更重要的是管理问题。管理不善必然导致失败"的结论,开始探索用工程的方法进行软件生产的可能性,即用现代工程的概念、原理、技术和方法进行计算机软件的开发、管理和维护。于是,计算机科学技术的一个新领域——软件工程诞生了。

(2)在软件开发过程中人们开始研制和使用软件工具,用以辅助进行软件项目管理与技术生产,人们还将软件生命周期各阶段使用的软件工具有机地集合成为一个整体,形成能够连续支持软件开发与维护全过程的集成化软件支撑环境,从早期从管理和技术两方面解决软件危机问题。

(3)人工智能与软件工程的结合成为20世纪80年代末期活跃的研究领域。基于程序变换、自动生成和可重用软件等软件新技术的研究也已取得一定的进展,把程序设计自动化的进程向前推进一步。在软件工程理论的指导下,发达国家已经建立起较为完备的软件工业化生产体系,形成了强大的软件生产能力。软件标准化与可重复性得到了工业界的高度重视,在避免重复劳动,缓解软件危机方面起到了重要作用。

1.2 软件工程的概念

软件工程这一概念,主要是针对20世纪60年代的"软件危机"而提出的,自这一概念提出以来,围绕软件项目开展了有关开发模型、方法以及支持工作的研究。

1.2.1 软件工程的定义

1968年,北大西洋公约组织(NATO)在联邦德国召开的一次会议上首次提出了"软件工程(Software Engineering)"术语,并专门讨论了软件危机问题。因此,这次会议被看作是软件发展史上一个重要的里程碑。

随着软件技术的发展,软件工程的定义也在不断完善,其基本思想仍是强调在软件开发过程中利用工程化准则。Boehm曾经为软件工程下的定义为:"运用现代科学技术知识来设计并构造计算机程序及为开发、运行和维护这些程序所必需的相关文件资料"。1983年,IEEE在《IEEE软件工程标准术语》中所下的定义为:软件工程是开发、运行、维护和修复软件的系统方法。其中"软件"的定义为:计算机程序、方法、规则、相关的文档资料及在计事机上运行时所必需的数据。1990年,IEEE又将定义更改为:对软件开发、运作、维护的系统化的、有规范的、可定量的方法之应用,即对软件的工程化应用。

国家标准GB/T 11457—1995《软件工程术语》的定义为:软件工程是软件开发、运行、维护和引退的系统方法。因而,软件工程是指导计算机软件开发和维护的工程学科。软件工程采用工程的概念、原理、技术和方法来开发、维护和管理软件。

软件工程实际是:采用工程的概念、原理、技术和方法来计划、开发、维护与管理软件,把经过实践检验正确的管理技术和最佳的技术方法相结合,以经济的手段获得在计算机上运行的可靠

软件的一系列方法，即工程原理＋技术方法＋管理技术。

经过几十年的发展，软件工程已经成为一门独立的学科，称为软件工程学(Software Engineering Science)。《计算机科学技术百科全书》中对软件工程的定义是：软件工程是应用计算机科学技术、数学和管理学的原理，运用工程科学的理论、方法和技术，研究和指导软件开发和演化的一门交叉学科。可从以下4个方面理解其概念。

(1)运用计算机科学技术、数学和管理科学的一般原理

软件工程学科建立在计算机科学技术中的软件学科基础之上，要运用到数学和管理学的一般原理。计算机科学技术学科的大量理论、方法和技术既是软件工程学科的基础，又是软件工程学科的内容。软件工程要运用数学的理论和方法来构造软件模型和算法；运用管理科学的思想和方法指导软件的项目、资源、质量、成本等管理工作。

(2)采用工程学的思想和方法

经过几十年的发展，人们已经认识到软件是工程产品，而非工艺制品。因此，软件开发应该是工程，而不是纯艺术。软件工程学科的建立和大量软件工程项目的有效开发已经充分说明了这一问题。当然，软件的独特性决定了软件开发的工程化，比机械、纺织、化工、建筑等传统工程要更复杂、更困难。实际上，软件的工程化水平尚未成熟。在软件开发过程中，人的能力、技巧、水平等个体差异仍然在很大程度上决定着所开发软件的质量，软件开发还不能完全摆脱人的个体差异和手工方式的制约。

既然软件开发是工程，人们就需要用工程的方法来组织软件开发。所谓工程就是应用自然科学的基本原理，结合在生产实践过程所积累的技术经验而形成和发展起来的，并为具体的领域服务的应用型学科。一般工程学科要探讨和解决的问题有：工程原理、工程对象、工程过程、工程方法、工程技术、工程组织和管理、工程质量等。把工程学的理论和方法应用到软件开发之中，就形成了软件工程学科。

(3)目的是提高效率、保证质量、降级成本

软件工程学科的目的是有效地组织软件开发过程，提高软件开发的效率，保证开发软件的质量，尽量降低软件开发的成本。如何组织软件开发过程，以达到提高效率、保证开发质量、降低开发成本的目的，这就是软件工程学要研究和探讨的问题。

(4)充分考虑软件的特性

软件工程是一门工程型学科，它具有一般工程学科的共性，又具有智能性、抽象性、复杂性、演化性等特性，软件的这些特性增加了人们认识软件的难度，同时也增加了软件开发的难度。软件这些特性，使软件工程学科较之于一般工程性学科有其独特性。

1.2.2 软件工程的目标和原则

1. 软件工程的目标

软件工程是一门工程性学科，其目的是采用各种技术上和管理上的手段组织实施软件项目，成功地建造软件系统。项目成功的几个主要目标是：①付出较低的开发成本，在规定的时限内获