

郑人杰 编著

实用软件工程

科学出版社重庆分社

实 用 软 件 工 程

郑人杰 编著

科学技术文献出版社重庆分社

期 限 表

请于下列日期前将书还回

实 用 软 件 工 程

郑 人 杰 编 著

责任编辑 林云梯

科学技术文献出版社重庆分社

出 版 行
发 行

重庆市市中区胜利路132号

全 国 各 地 新 华 书 店 经 销

重 庆 新 华 印 刷 厂 印 刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：10.25 字数：23万

1990年2月第1版

1990年2月第1次印刷

科技新书目：211—333

印数：1—3000

ISBN7-5023-1120-3/TP·30 定价：3.60元

7P311
10

0346850

内 容 简 介

软件工程是近年发展起来的计算机技术新学科。本书是作者在清华大学讲授“软件工程概论”课的讲义基础上编写而成的。从软件的开发、维护和软件管理等方面系统地阐述了软件工程的基本概念和常用的方法。全书以易懂和实用为原则，各章节尽可能结合实例讲述，书后附有软件项目文档的编写大纲。

本书可作为高等学校计算机有关专业的教材或教学参考书，也可供计算机软件人员或计算机用户阅读。

前 言

软件工程是一门年轻的学科，至今不过20年的历史。近年来，随着计算机技术的迅速发展，并且向社会生活各个领域广泛渗透，计算机软件的作用显得更加突出。如果我们把硬件比作人的躯体，软件比作人的智力和思维，那么软件的开发对计算机来说就如同人的智力开发。计算机的能力怎样，硬件研制工作为它规定了最基本的“体质”条件，然而，它所蕴藏的巨大潜力能不能得到充分发掘，则完全取决于我们用多少软件以及用什么样的软件把它装备起来。20年来，我们对软件有了更加深刻的认识。“软件就是程序”、“软件是人们可以任意发挥创造性的艺术品”等陈旧观点已被抛弃，以工程学的观点和技术为指导发展起来的软件工程已经成为软件产业的重要支柱。

七十年代末国外大学开始设置软件工程方面的课程。国外一些新教材对我们很有启发。结合1982年以来与国外合作进行软件开发的实践，对软件生命期某些阶段的工作有了一些体会。1984年起，我们为计算机专业本科生开了这门课，同时应一些企事业单位的要求，协助他们培训软件人员，或是系统讲课，或是专题讲座。本书以历次讲课的讲稿为基础，吸取了国外有关教材的内容，编写而成。由于这门课内容以软件开发为主，比较实用，学习中如能与软件开发的实践相结合，必能取得较好的效果。

本书第一章是全书的序言，介绍了软件工程的基本概念。第二章至第六章是软件开发部分，它包含了软件工程最主要

的内容,适合于40学时以内的教学之用。如感时间仍不够用,可选用其中的一部分内容。第七章至第九章可供学生课外自学。一般说来,全书内容大约需要80学时讲完。实践证明,面对大学本科学生,在课堂上讲授第八章(软件管理)效果常常是不理想的。原因在于软件管理知识的学习需要以软件开发的实践作为基础,但这一点正是他们欠缺的。因此,软件管理不容易引起他们的兴趣。然而,对于在实际工作岗位上工作的软件人员来说,情况则有很大的不同,他们从工作中深深感到,不仅需要掌握软件技术方面的知识,也需要掌握软件管理方面的知识。为使本课程的学习取得较好的效果,配合讲课让学生完成些课外练习是十分必要的。有的部分可布置些作业,例如,要求通过作业掌握需求分析方法、设计方法及测试方法。如果条件允许,最好能组织学生在课外完成一个完整的开发项目。即使题目小些,或是把在其它课程中,已作过的课题按软件工程的方法重新完成,作为课程设计,必定会取得良好的教学效果。

本书最后给出了文档编制的参考提纲,这是参照即将公布的国家标准改写的,希望对于软件工程项目有一些参考价值。

本书编写过程中得到了南京大学徐洁磐教授的热情支持和鼓励,杭州电子学院吴世昌教授仔细审阅了全部书稿,提出了不少有益的建议,在此一并表示衷心的感谢。

虽然主观上希望把这本教材编得好些,但编者水平所限,加之时间紧促,不仅有些内容未能写入,而且对材料研究得也不够深入。对于书中的错误或不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

一九八八年十二月

计算机科学与技术丛书编委会成员

名誉主任	邹海明	华中工学院
主任	徐洁磐	南京大学
副主任	王攻本	北京大学
	左孝凌	上海交通大学
委员	(以姓氏笔划为序)	
	庄心谷	西北电讯工程学院
	李 勇	国防科技大学
	李盘林	大连工学院
	陈 禹	中国人民大学
	陈增武	浙江大学
	郑人杰	清华大学
	周冠雄	华中工学院
	杨文龙	北京航空学院
	杨祥金	南京工学院
	胡铭曾	哈尔滨工业大学
	洪声贵	辽宁大学
	袁开榜	重庆大学
	徐君毅	复旦大学
	董继润	山东大学
秘 书	朱树春	南京大学

序 言

计算机科学与技术丛书是由计算机教育学会主编的，它以推广和普及计算机应用、培训计算机人才为其主要目标。

丛书以三个面向为宗旨。面向基础，为大专院校提供教材，为工程技术人员提供更新知识、扩大知识面的参考书；面向应用，为各行业从事计算机应用的工程技术人员提供实用的设计和编程范例，以资借鉴；面向提高，介绍计算机技术发展的新动向，以便及时了解其国内外最新技术。

丛书编委会认为，本丛书力求做到：理论联系实际，既有一定的基础理论知识，又有应用理论解决实际问题的方法和实例，普及与提高相结合，有一定的先进技术，又着眼于为当前应用服务，以满足各层次人员学习和运用计算机的需要。

本丛书力求做到内容新颖，重点突出，科学性强，条理清楚，叙述严谨，简单易懂，以适应自学的要求。

参加本丛书编写的作者，都是在计算机教学、科研、开发与应用第一线工作的同志。既有一定的理论基础，又有丰富的实践经验。相信本丛书会得到广大读者的欢迎。我们真诚地希望广大读者对丛书提出批评和监督，以利我们改进工作，更好地为读者服务。

计算机科学与技术丛书

编委会

目 录

第一章 软件工程概述	(1)
1.1 软件的特点及分类	(1)
1.2 软件的发展和软件危机	(9)
1.3 软件开发工程化和软件生存期	(13)
1.4 软件工程项目的目标	(20)
第二章 软件需求分析	(23)
2.1 需求分析阶段的任务	(23)
2.2 软件需求分析的原则	(30)
2.3 分析员和用户的责任	(31)
2.4 软件规格说明书	(32)
2.5 结构化分析方法	(34)
2.6 数据流图	(34)
2.7 数据词典	(43)
2.8 数据流图和数据词典应用实例	(46)
2.9 判定表和判定树	(49)
2.10 面向数据结构的分析方法	(54)
2.11 结构化数据系统开发	(55)
2.12 Jackson系统开发.....	(63)
2.13 结构化分析与设计方法	(69)
第三章 软件设计	(74)
3.1 软件设计阶段的任务	(74)
3.2 程序结构与结构图	(77)

3.3	程序内部的联系	(89)
3.4	结构化设计方法	(100)
第四章	详细设计的表达	(111)
4.1	程序流程图	(112)
4.2	N-S图	(117)
4.3	PAD图	(121)
4.4	PDL语言	(123)
4.5	HIPO图	(133)
4.6	选用详细设计表达工具的原则	(138)
第五章	结构化程序设计与程序设计风格	(139)
5.1	对源程序的质量要求	(140)
5.2	结构化程序设计	(141)
5.3	程序设计风格	(151)
第六章	软件测试	(165)
6.1	软件测试的基本概念	(166)
6.2	测试用例的设计	(180)
6.3	软件测试策略	(202)
第七章	软件维护	(218)
7.1	什么是软件维护	(218)
7.2	维护工作存在的问题及其分析	(223)
7.3	可维护性及其度量	(226)
7.4	软件维护的管理	(233)
第八章	软件管理	(237)
8.1	软件项目的特点和软件管理的职能	(238)
8.2	制定计划	(245)
8.3	建立组织	(254)
8.4	配备人员	(260)

8.5	指导与检验	(262)
8.6	软件配置管理	(266)
8.7	软件成本估算	(275)
第九章	软件工程标准和软件产品文档编制	(284)
9.1	什么是软件工程标准化	(285)
9.2	软件工程标准化的意义	(289)
9.3	软件工程标准的制定与推行	(289)
9.4	软件工程标准的层次	(291)
9.5	我国的软件工程标准化工作	(293)
9.6	文档的作用和分类	(294)
9.7	文档编制的质量要求	(300)
9.8	文档的管理和维护	(302)
附录:	文档编写纲要	(303)
主要参考文献		(316)

第一章 软件工程概述

在近代技术发展的历史上，工程学科的进步一直是产业发展的巨大推动力。传统的工程学科走过的道路已为人们所熟知，水利工程、建筑工程、机械工程、电力工程等对于工农业、商业、交通业的影响是极为明显的。人类在认识和征服大自然的长征中继续前进，近年来人们开始对气象工程、生物工程、计算机工程有了新的认识。然而，对于工程学这个家族中的另一新成员——软件工程却很不熟悉。其实，这并不是因为它的地位无关紧要，恰恰相反，它对软件产业的形成和发展起着决定性的推动作用。我们说它在计算机系统的发展和应用中至关重要，说它在人类进入信息化社会时成为新兴信息产业的支柱，绝不过分，更非无稽之谈。人们对软件工程不了解，其根本原因是对软件本身认识不清。本章将对软件的特点、软件工程的形成及软件生命期等概念给出简要的介绍，以期使读者从中得到对软件工程最起码的理解。

1.1 软件的特点及分类

“软件”这一名词六十年代初从国外传来，当时许多人说不清它的确切含意。software一词确是soft和ware两字组合而成。有人译为“软制品”，也有人译为“软体”。现在我们都统一称它为软件。对它的一种公认的解释认为，软件由三部分组成：程序、数据和文档。即按事先设计的功能和性能要

求执行的指令序列，使程序能正常加工信息所需要的数据以及描述程序操作及使用的资料。尽管这个说法并不是计算机软件的精确定义，然而却有助于让我们把它和扩充了含意的广义软件相区别。因为指明某一行业生产技术、管理制度等的所谓广义软件，今天已经进入我们的社会生活。

为了能全面、正确地理解计算机和软件，有必要让我们来分析一下软件的特点。

(1) 计算机软件是一种逻辑实体，而不是物理实体。因而它具有抽象性。这个特点使它和计算机硬件或是其它工程对象有着明显的差别。我们可以把它记录在纸面上，保存在计算机的存储器内部，也可以保留在磁盘、磁带上，但我们却无法看到软件本身的形态。

(2) 计算机软件在研制、开发活动中被创造出来，但它不能按传统的“生产”含意加以理解。尽管软件开发和硬件制造之间也有着某些相似的步骤，但硬件制造过程中质量因素一直是至关重要的问题，而软件的情况却有很大的不同。软件的研制需要花费很大力气，一旦研制出来，大批生产几乎不花什么成本，是件非常容易做的事，其中的质量因素也比较容易掌握。正是由于这个特点，软件的复制太简单了。于是出现了软件的保护问题。为了使软件研制的复杂劳动受到社会的承认和尊重，必须从技术上和法律上采取有力的措施，对于任意复制软件的行为加以严格的限制。

虽然近年来国内外也都有建立“软件工厂”的说法，但软件工厂毕竟只是为软件开发手段或开发环境创造更加优越的条件，以利于高效地开发软件，并不意味着按硬件生产的模式生产软件。

(3) 软件在长期运行和使用中没有磨损、老化、用旧等

问题。任何机械、电子设备在运行和使用中，其失效率大都遵循U型曲线(即所谓“浴缸曲线”)。那是因为刚一投入使用时各部件尚未做到灵活运转，常常容易出问题。经一段运行，便可以稳定下来。而当设备已经历相当时期的运转，便会出现磨损、老化等问题，会使失效率突然提高。这意味着已经到达寿命的终点，即将报废了。软件情况与此不同，它没有

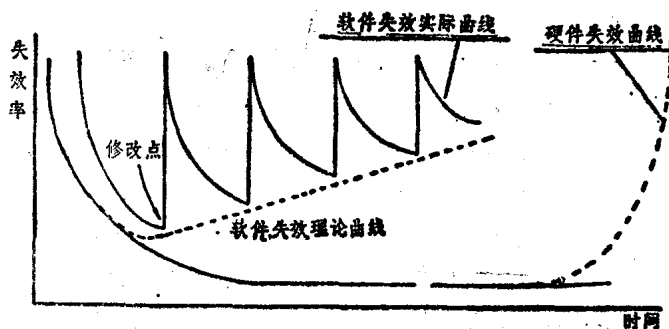


图1.1 软硬件失效率曲线对比

U型曲线的右半翼，因为它不存在磨损和老化问题。然而软件在投入使用以后，可能要作修改，每次修改都会引起失效率的提高(参看图 1.1)。事实上，软件在投入运行以后，由于发现错误，为适应运行环境或是需要对其功能加以扩充，都需要对软件进行修改。我们把这种修改称作软件维护。其实，这和硬件的维护有着本质的差别。

(4) 软件的开发和运行常常受到计算机系统的限制，对计算机系统有着不同程度的依赖性。软件不能完全摆脱硬件单独活动。在开发和运行中必须以硬件提供的条件为依据。有的软件这种依赖性大些，常常为某个型号计算机所专用，

这对使用将带来许多不方便。有的软件依赖于某个操作系统。为解除这种依赖性，在软件开发中提出了软件移植的问题。并且把软件的可移植性作为衡量软件质量的因素之一。

(5) 软件的开发至今尚未完全摆脱手工艺的开发方式。软件产品大多是“定做的”，很少能做到利用现成的部件组装成所需的软件。近年来软件技术虽然取得了不少进展，提出了许多新的开发方法，比如充分利用现成软件的复用技术、自动生成技术，也研制了一些有效的软件开发工具或软件开发环境，但在软件项目中采用的比率仍然很低。传统的手工艺开发方式仍然占据统治地位。开发的效率自然受到很大的限制。对于软件人员来说，开发工作是一种高强度的脑力劳动，没有哪一个软件人员认为，这是一项轻松的工作。

(6) 软件本身是复杂的。有人认为，人类能够创造的最复杂的产物是计算机软件。软件的复杂性可能来自它所反映的实际问题的复杂性，比如，它所反映的自然规律，或是人类社会事务，都具有一定的复杂性；另一方面，也可能来自程序逻辑结构的复杂性。例如，一个系统软件要能处理各种

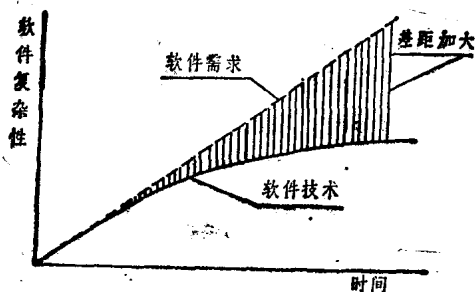


图1.2 软件技术的发展落后于需求

可能出现的情况。软件开发，特别是应用软件的开发常常涉及到其它领域的专门知识，这对软件人员提出了很高的要求。软件的复杂性与软件技术的发展不相适应的状况越来越明显。图1.2示出软件技术的发展落后于复杂的软件需求，并且随着时间的推移，这个差距日益加大。

(7) 软件是相当昂贵的。软件的研制工作需要投入大量的、复杂的、高强度脑力劳动，它的成本自然是较高的。问题不仅于此，值得注意的是硬软件的成本近三十年来发生了戏剧性的变化。无论研制也好，或是向厂家购买也好，在五十年代末，软件的开销大约占总开销的百分之十几，大部分成本要花在硬件上，但今天这个比例要完全颠倒过来，软件的开销大大超过硬件的开销(参看图1.3)。美国

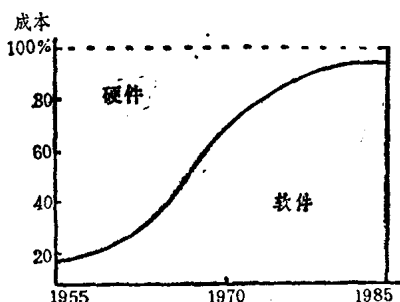


图1.3 计算机系统硬、软件成本比例的变化

每年投入软件开发的经费要有几百亿美元。然而，也并非在所有软件开发上的花费都是成功的。

(8) 相当多的软件工作涉及到社会因素。类似于企业管理类型的软件自然是不言而喻的。许多软件的开发和运行涉及机构、体制及管理方式等问题，甚至涉及到人们的观念和人们的心理。对于这些人的因素重视得不够，常常是软件工作遇到的问题之一。即使是对软件的看法不同也会有很大影响，比如，由于主管部门对正在开发的软件不够理解，因而得不到应有的重视和必要的支持，造成人力和资金上的困难，

它直接影响到项目的成败。

以上讨论的是区别于计算机硬件或是其它工程对象,各种软件的共同特点。究竟软件有哪些类型?事实上,要给计算机软件做出科学的分类是很难的,但鉴于不同类型的工程对象,对其进行开发和维护有着不同的要求和处理方法,因此仍然需要对软件的类型给出必要的划分。既然找不到一个统一的严格分类标准,我们从不同的方面去分类是比较符合实际情况的。

(1) 按软件的功能划分:一种通常的分法是三类,即系统软件、支撑软件和应用软件。

系统软件 能使计算机系统的各个部件、相关的软件和数据协调、高效地工作。例如,操作系统、数据库管理系统、驱动程序以及通讯处理程序等。系统软件的工作通常伴随着:频繁地与硬件来往、大量地为用户服务、资源的共享与复杂的进程管理,以及复杂数据结构的处理。系统软件是计算机系统必不可少的一个组成部分。

支撑软件 是协助用户开发软件的软件,包括帮助程序人员开发软件产品,也包括帮助管理人员控制开发的进程。表1.1给出了一些支撑软件的实例。

应用软件 能帮助人完成特定领域的工作。现在已经举不出哪个国民经济部门完全不用计算机。为这些计算机应用领域服务的应用软件种类繁多。其中商用信息处理所占比例是最大的一类,工程和科学计算软件大多属于数值计算问题。值得一提的是,除去那些大量应用的传统领域以外,近年来一些新的应用领域如异军突起,十分引人注目。比如,计算机辅助设计(CAD)、系统模拟、智能产品嵌入软件(如汽车油耗控制、仪表盘数字显示、刹车系统),以及人工智能软