



新世纪高职高专实用规划教材

● 计算机系列

软件工程

RUANJIAN GONGCHENG

张玲 丁莉 李娜 编著



清华大学出版社

新世纪高职高专实用规划教材 计算机系列

软 件 工 程

张玲 丁莉 李娜 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从现代专业软件开发的实际需要出发,全面、系统地介绍了如何运用软件工程的核心理念(一组方法、一些过程和一套工具)进行软件系统开发的全过程和实用技术。

全书共分三个部分。第1部分为软件工程概论,包括传统的软件工程、面向对象的软件工程和计算机辅助软件工程;第2部分为我国最著名的与UML兼容的建模工具PlayCASE的使用方法介绍;第3部分为项目开发,包括全程一体化统一建模过程、方法、要领,以及运用PlayCASE的实践案例介绍。书中还给出了未来软件工程展望的讨论。最后附有软件开发文档规范、建模术语和图标集。

本书是以高职高专学生和从事软件开发工作的专业技术人员为对象进行编写的,可作为大专(高职高专)院校开设“软件工程”课程的教材、学习PlayCASE工具软件的培训教材,也可作为工程技术人员进行软件开发与设计的工具和参考书。

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

软件工程/张玲,丁莉,李娜编著. —北京:清华大学出版社,2005.8
(新世纪高职高专实用规划教材 计算机系列)
ISBN 7-302-10294-5

I. 软… II. ①张…②丁…③李… III. 软件工程—高等学校:技术学校—教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第000674号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 王景先

文稿编辑: 宋延清

封面设计: 陈刘源

排版人员: 王 婷

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 19.25 字数: 467千字

版 次: 2005年3月第1版 2005年8月第2次印刷

书 号: ISBN 7-302-10294-5/TP·7013

印 数: 4001~6500

定 价: 25.00元

《新世纪高职高专实用规划教材》序

编写目的

目前,随着教育的不断深入,高等职业教育发展迅速,进入到一个新的历史阶段。学校规模之大,数量之众,专业设置之广,办学条件之好和招生人数之多,都大大超过了历史上任何一个时期。然而,作为高职院校核心建设项目之一的教材建设,却远远滞后于高等职业教育发展的步伐,以至于许多高职院校的学生缺乏适用的教材,这势必影响高职院校的教育质量,也不利于高职教育的进一步发展。

目前,高职教材建设面临着新的契机和挑战:

(1) 高等职业教育发展迅猛,相应教材在编写、出版等环节需要在保证质量的前提下加快步伐,跟上节奏。

(2) 新型人才的需求,对教材提出了更高的要求,即教材要充分体现科学性、先进性和实用性。

(3) 高职高专教育自身的特点是强调学生的实践能力和动手能力,教材的取材和内容设置必须满足不断发展的教学需求,突出理论和实践的紧密结合。

有鉴于此,清华大学出版社在相关主管部门的大力支持下,组织部分高等职业技术学院的优秀教师以及相关行业的工程师,推出了一系列切合当前教育改革需要的高质量的面向就业的职业技术实用型教材。

系列教材

本系列教材主要涵盖以下领域:

- 计算机基础及其应用
- 计算机网络
- 计算机图形图像处理与多媒体
- 电子商务
- 计算机编程
- 电子电工
- 机械
- 数控技术及模具设计
- 土木建筑
- 经济与管理
- 金融与保险

另外,系列教材还包括大学英语、大学语文、高等数学、大学物理、大学生心理健康等基础教材。所有教材都有相关的配套用书,如实训教材、辅导教材、习题集等。

教材特点

为了完善高等职业技术教育的教材体系，全面提高学生的动手能力、实践能力和职业技术素质，特意聘请有实践经验的高级工程师参与系列教材的编写，采用了一线工程技术人员与在校教师联合编写的模式，使课堂教学与实际操作紧密结合。本系列丛书的特点如下：

- (1) 打破以往教科书的编写套路，在兼顾基础知识的同时，强调实用性和可操作性。
- (2) 突出概念和应用，相关课程配有上机指导及习题，帮助读者对所学内容进行总结和提高。
- (3) 设计了“注意”、“提示”、“技巧”等带有醒目标记的特色段落，使读者更容易得到有益的提示与应用技巧。
- (4) 增加了全新的、实用的内容和知识点，并采取由浅入深、循序渐进、层次清楚、步骤详尽的写作方式，突出实践技能和动手能力。

读者定位

本系列教材针对职业教育，主要面向高职高专院校，同时也适用于同等学历的职业教育和继续教育。本丛书以三年制高职为主，同时也适用于两年制高职。

本系列教材的编写和出版是高职教育办学体制和运作机制改革的产物，在后期的推广使用过程中将紧紧跟随职业技术教育发展的步伐，不断吸取新型办学模式、课程改革的思路和方法，为促进职业培训和继续教育的社会需求奉献我们的力量。

我们希望，通过本系列教材的编写和推广应用，不仅有利于提高职业技术教育的整体水平，而且有助于加快改进职业技术教育的办学模式、课程体系和教学培训方法，形成具有特色的职业技术教育的新体系。

教材编委会

新世纪高职高专实用规划教材

计算机系列编委会

顾问 吴文虎

主编 边奠英

副主编 刘 璟 李兰友

委员 (以姓氏笔画为序)

王景先 王温君 刘光然 许洪杰

曲建民 迟丽华 李 平 汪 洋

林章波 张 炜 张 玲 赵家俊

高福成 傅连仲 韩 劼 喻 梅

詹青龙 魏则荣

本书序

从 20 世纪末到现在,世界正在进入信息时代。自计算机诞生以来,在短短几十年的光景里,它已从高深莫测的神秘事物逐渐变成各行各业的得力工具。计算机科学与技术既是一门单独的学问,又是一门与各行各业密不可分的通用技术。在当今世界,计算机技术已成为信息时代的支柱。各企、事业单位应用计算机技术完成工作,愈来愈得心应手。在这里软件技术起到了重大的作用,软件是计算机系统的灵魂。

我国的软件工程理论和实践起步较晚,市场上流行的此类图书多数是外国原文或翻译作品,为数不多的本土图书究其内容也大多是讲述国外的成型技术和 CASE(计算机辅助软件工程)工具。国家在这方面也给予了很大的重视和支持,在“十五”计划纲要中,“以信息化带动工业化”成为国家发展经济、调整产业结构、提升企业竞争力的基本战略。目前我国经济形态已从卖方市场转为买方市场,企业面临复杂多变、需求苛刻、竞争激烈的市场环境。传统企业特别是国有企业管理模式和运作方式已难以适应市场和社会经济进一步发展的需要,应用现代信息技术和新的管理思想及方法对企业管理进行根本的改革已经是大势所趋。抓好了信息化,就可以推动技术管理和人才素质的全面提高,从而以信息化带动工业化。

在这种背景下,我们经过长期的探索与实践,总结了国内外软件开发成功与失败的经验教训,继承了当今软件界杰出的理论和技术,综合了结构化与面向对象建模方法两大流派的优点,创造性地提出了一套“全程一体化精细建模”的软件开发思想,并在此基础上研制出了我国自己的建模工具——PlayCASE。该工具软件一问世就得到了我国业内人士的关注、肯定和支持,并在 1997 年获中国 PC 软件大奖赛同类产品惟一金奖。它是以全程一体化精细建模方法为核心研制开发的,其方法即将作为国家标准正式颁布实施。本书从理论和实践两个方面对全程一体化精细建模思想和 PlayCASE 这一工具进行了详尽而生动的讲述,比起在此之前涉及 PlayCASE 软件的工程类图书,本书具有以下特点:

(1) 更为系统地讲述了全程一体化精细建模思想、方法和要领。详细、深入地探讨了 PlayCASE 的使用和优越性。

(2) 通过开发实践案例,讲解全程一体化精细建模过程和 PlayCASE 工具在实际开发过程中的应用;更为形象和生动,使得学习者能够更快、更好地理解,进而掌握它们。

(3) 本书从整体上来看,讲述的知识体系完善。为初学者理解软件工程的基本思想和理论铺平了道路,为进一步理解和掌握全程一体化精细建模方法和 PlayCASE 作了大量而实际的前期工作。书中从软件工程的最基础理论着手详细讲授,从传统的软件工程、面向对象的软件工程到计算机辅助的软件工程的知识,最后导出更先进的软件开发技术——全程一体化精细建模工具和技术。在此基础上,本书还详略得当地介绍了世界上的各种软件过程模型和开发标准,读者还可以从中了解到当今世界软件工程的现状与未来的展望。书中知识量较多而又不失主导。

本书不论是在普及软件工程的基础理论方面,还是在讲授建模技术与工具的使用方面,都作出了很大的贡献,可以作为全程一体化精细建模方法不可多得的学习教材和 PlayCASE

工具软件的使用指导书。既适合软件工程的初学者，也适合从事信息化建设工作的各类企、事业单位和软件开发公司的人员。

中国科学院办公厅
中国科学院沈阳自动化研究所
高展

2004 年 12 月

前 言

20 世纪末信息技术革命席卷全球,在这场革命中,软件无疑扮演了极其重要的角色。软件产业作为一个独立形态的产业,正在全球经济中占据举足轻重的地位。而软件工程正是软件产业健康发展的关键因素之一。

软件工程从 1968 年诞生到现在,已进入到目前的第四代。它已具有很多优势,虽然仍存在某些弱点,但其经过多年培育、已经被更合理的期望所替代,软件工程正带着许多成就步入中年。在整个产业界,“软件工程师”已经替代了“程序员”成为更受欢迎的工作头衔。软件产业中已广泛而成功地采用了软件过程模型、软件工程方法以及软件开发工具。特别是由于各种信息系统在不同领域中被广泛应用从而带来日益增多的软件维护工作,使得越来越多的管理者和实践者认识到了用软件工程思想开发软件的重要性和必要性。

但是,目前很多个人和公司仍然在随意地开发软件,很多专业人员和学生尚不清楚现代软件开发方法。企业饱尝着现代信息化建设 IT 黑洞的困惑,工程拖期的现象十分严重,使得开发商拖没了利润,用户拖没了机遇,而最终生产出的软件竟然 80% 以上还存在不同程度的质量问题。如果我们不能用理智和科学的思维方式研究解决问题的方案并大胆实践,那么未来国内业界将会付出更为高昂的代价。

为了适应软件工程理论和技术的发展,在高职高专学生中,我们首次开设了软件工程实践课程。它不同于本科的《软件工程》课程,而是更多地突出培养高职高专层次的计算机软件应用型人才的特点,我们依据教育部制定的《高职高专教育基础课程教学的基本要求》和《高职高专教育专业人才培养目标与规格》的要求,本着“理论够用,注重实践”的原则,编制了能够反映最新软件工程技术的可实践性教材,内容包括:传统的软件工程、面向对象的软件工程和计算机辅助的软件工程,重点是介绍使用全程一体化建模工具 PlayCASE 实现软件开发、建模的方法。为了适合“软件蓝领”职业的需要,本教材还特别介绍了软件开发文档的编写和规范等内容。

本教材由张玲、丁莉和李娜编著,王星、徐楠、马永骏、李宏伟、杨洋、曹源、吕斌、童宁、林楠、刘婉凉等也参与了编写工作。在编写过程中,中科院沈阳自动化所给予了热情帮助,并为我们提供了宝贵的资料;在此表示衷心的感谢,正是由于他们的努力付出,才使本教材如期完成。

由于作者水平有限,本书肯定存在不少缺陷,必然要不断修改、不断完善。因此,对于任何修改意见,我们都是非常期望的。希望能够在本书出版后,收到更多的意见和建议,使之逐步走向成熟。

编著者
2005 年 1 月

目 录

第 1 章 软件工程概论	1	2.3 面向对象的基本概念与要素	46
1.1 软件综述	1	2.3.1 面向对象的基本概念	46
1.1.1 软件的发展	1	2.3.2 面向对象的要素	48
1.1.2 软件的定义	3	2.4 三种形式的模型	50
1.1.3 软件的特点	4	2.4.1 对象模型	50
1.1.4 软件的分类	6	2.4.2 动态模型	51
1.2 软件危机	8	2.4.3 功能模型	51
1.3 软件工程概念	9	2.4.4 三种模型的关系	51
1.4 软件生命周期	9	2.5 面向对象的分析	52
1.5 软件过程模型	13	2.5.1 面向对象分析的基本 过程	52
1.5.1 瀑布模型	13	2.5.2 标识对象	53
1.5.2 原型模型(快速原型)	14	2.5.3 标识结构	55
1.5.3 RAD 模型	16	2.5.4 标识主题	56
1.5.4 演化软件过程模型	18	2.5.5 定义属性	57
1.5.5 形式化方法模型	23	2.5.6 定义服务	58
1.5.6 第四代技术模型	23	2.6 面向对象的设计	58
1.6 软件工程标准	24	2.6.1 设计准则	58
1.6.1 软件工程标准的意义	25	2.6.2 从分析到设计	59
1.6.2 软件工程标准的分类	25	2.6.3 设计内容	59
1.6.3 软件工程标准的级别	27	2.7 面向对象的编程	63
1.6.4 中国的软件工程标准化 工作	28	2.7.1 面向对象语言的选择	63
1.6.5 软件质量认证	30	2.7.2 编程准则	64
1.7 软件开发文档	35	2.8 面向对象的测试	65
1.7.1 软件文档的作用和分类	35	2.8.1 面向对象分析的测试	65
1.7.2 对文档编制的质量要求	39	2.8.2 面向对象设计的测试	65
1.7.3 文档的管理和维护	40	2.8.3 面向对象编程的测试	66
1.8 习题	42	2.8.4 面向对象的单元测试	66
第 2 章 面向对象的软件工程	44	2.8.5 面向对象的集成测试	66
2.1 引言	44	2.8.6 面向对象的系统测试	67
2.2 面向对象方法的基本思想	45	2.9 面向对象的软件维护	67
		2.10 习题	68

第3章 计算机辅助软件工程及展望 70	5.2.6 拆分及合并组织结构 117
3.1 CASE 的概念..... 70	5.3 习题..... 118
3.2 CASE 的功能与分类..... 71	第6章 功能执行流程图的绘制 120
3.3 CASE 工具与分类..... 72	6.1 功能执行流程描述窗口..... 120
3.4 集成 CASE 环境..... 76	6.2 事件的绘制..... 122
3.5 UML 及建模工具..... 77	6.2.1 进入操作窗口..... 122
3.5.1 UML 简介..... 77	6.2.2 增、删、改事件..... 123
3.5.2 UML 建模工具..... 78	6.2.3 导入、导出事件..... 124
3.5.3 PlayCASE 建模工具..... 79	6.2.4 改变事件的接受、发送者..... 126
3.6 软件工程的未来..... 79	6.2.5 加入事件的指示线..... 127
3.6.1 变化的范围..... 80	6.3 PAD 图的绘制..... 128
3.6.2 使用的过程..... 81	6.3.1 加入 PAD 通道..... 128
3.6.3 信息的性质..... 81	6.3.2 编辑 PAD 通道..... 128
3.6.4 基本的计算技术..... 82	6.3.3 删除 PAD 通道..... 130
3.6.5 做工作的人..... 84	6.4 建立 PAD 的一个例子..... 130
3.7 习题..... 84	6.5 生成 PAD 伪代码..... 132
第4章 PlayCASE 建模工具简介 86	6.6 习题..... 133
4.1 PlayCASE 概述..... 86	第7章 协作流程图的绘制 134
4.2 PlayCASE 的特点与作用..... 89	7.1 协作流程描述窗口..... 134
4.2.1 PlayCASE 的特点..... 89	7.2 协作流程图的绘制..... 136
4.2.2 PlayCASE 的作用..... 90	7.2.1 进入操作窗口..... 136
4.3 建模标准与版本..... 92	7.2.2 增、删、改活动主体..... 137
4.4 PlayCASE 的系统要求与运行..... 93	7.2.3 增、删、改事件..... 140
4.4.1 系统要求..... 93	7.2.4 增、删、改活动条..... 142
4.4.2 PlayCASE 的运行..... 94	7.2.5 增、删、改过程..... 143
4.5 PlayCASE 窗口简介..... 95	7.2.6 整理事件和过程..... 145
4.5.1 PlayCASE 的主菜单..... 95	7.2.7 建立协作流程图的 一个例子..... 146
4.5.2 PlayCASE 的工具栏..... 97	7.3 习题..... 153
4.6 习题..... 98	第8章 信息表单内容与关系图的 绘制 154
第5章 组成结构树的绘制 100	8.1 信息表单内容与关系的描述 窗口..... 154
5.1 组成结构描述窗口..... 100	8.2 建立、删除信息表单分类目录..... 156
5.2 组成结构树的绘制..... 103	8.3 信息/表单内容图的绘制..... 157
5.2.1 进入操作窗口..... 103	8.3.1 进入操作窗口..... 157
5.2.2 编辑系统节点..... 104	8.3.2 绘制信息表单..... 158
5.2.3 编辑功能节点..... 109	
5.2.4 编辑数据节点..... 112	
5.2.5 删除及自动布局..... 115	

8.4 信息表单关系图的绘制.....161	10.2 业务建模图形..... 196
8.4.1 进入操作窗口.....161	10.2.1 描述组织分工的建模 图形..... 196
8.4.2 添加信息表单.....162	10.2.2 描述业务信息的建模 图形..... 200
8.4.3 建立计算链.....162	10.2.3 描述业务流程的建模 图形..... 202
8.4.4 建立组装链.....164	10.3 业务调查..... 205
8.5 使事件携带信息.....166	10.4 需求定义..... 209
8.5.1 携带、删除信息.....167	10.5 总体设计..... 210
8.5.2 在 PAD 图中加入信息 表单.....168	10.6 详细设计..... 211
8.5.3 建立、删除栏目与功能的 关系.....169	10.7 生成程序..... 212
8.6 习题.....171	10.8 PlayCASE 的应用要领..... 213
第 9 章 派生图及文档生成.....172	10.9 习题..... 213
9.1 岗位说明书的描述.....172	第 11 章 实践案例..... 215
9.1.1 操作对话框.....172	11.1 业务调查..... 215
9.1.2 岗位描述.....173	11.1.1 系统开发的目标..... 215
9.1.3 工作职责描述.....175	11.1.2 业务背景..... 215
9.1.4 生成 Word 文档.....176	11.2 系统设计..... 216
9.2 需求定义的功能定义说明.....176	11.2.1 总体设计..... 216
9.2.1 功能定义说明.....176	11.2.2 系统建模..... 217
9.2.2 定义功能的过程.....177	11.3 系统实现..... 250
9.3 数据流图的绘制.....178	11.4 习题..... 254
9.3.1 数据流图的描述.....178	附录 A 软件开发文档规范..... 255
9.3.2 数据流图的绘制.....178	A.1 可行性研究报告规范..... 255
9.4 数据接口图的绘制.....180	A.1.1 引言..... 255
9.5 事件接口图的绘制.....181	A.1.2 可行性研究的前提..... 255
9.6 技术文档的生成.....182	A.1.3 对现有系统的分析..... 256
9.7 习题.....186	A.1.4 所建议的系统的可行性 分析..... 257
第 10 章 全程一体化建模过程与 要领.....187	A.1.5 所建议系统经济可行性 分析..... 258
10.1 业务建模过程.....187	A.1.6 社会条件方面的可行性..... 259
10.1.1 业务流程设计.....187	A.1.7 结论意见..... 259
10.1.2 业务建模.....189	A.2 项目开发计划规范..... 259
10.1.3 业务模型集成关系.....192	A.2.1 引言..... 259
10.1.4 基本建模方法.....194	A.2.2 项目概述..... 260
10.1.5 建模的主要指标.....195	
10.1.6 建模的主要文档.....196	

A.2.3	实施计划.....	261	A.6	项目开发总结报告规范.....	271
A.2.4	人员组织及分工.....	261	A.6.1	引言.....	271
A.2.5	交付期限.....	261	A.6.2	实际开发结果.....	272
A.2.6	专题计划要点.....	261	A.6.3	开发工作评价.....	272
A.3	需求规格说明书规范.....	262	A.6.4	经验与教训.....	273
A.3.1	引言.....	262	A.7	用 Word 撰写文档规范.....	273
A.3.2	项目概述.....	262	A.7.1	封皮.....	273
A.3.3	功能需求.....	263	A.7.2	页眉页脚.....	273
A.3.4	外部接口需求.....	263	A.7.3	页面.....	273
A.3.5	性能需求.....	264	A.7.4	标题.....	273
A.3.6	软件属性需求.....	264	A.7.5	引用文献.....	274
A.3.7	其他需求.....	265	A.7.6	正文.....	274
A.3.8	数据描述.....	265	A.7.7	术语.....	274
A.3.9	附录.....	266	A.7.8	图表.....	274
A.4	概要设计说明书规范.....	266	A.7.9	参考文献.....	275
A.4.1	引言.....	266	A.7.10	附录.....	275
A.4.2	任务概述.....	266	A.7.11	索引.....	275
A.4.3	总体设计.....	267	A.7.12	目录.....	276
A.4.4	接口设计.....	267	A.7.13	文档管理.....	276
A.4.5	数据结构设计.....	267	A.7.14	文档编号规则.....	276
A.4.6	运行设计.....	268	附录 B	业务建模术语.....	278
A.4.7	出错处理设计.....	268	附录 C	建模符号.....	282
A.4.8	安全保密设计.....	268	附录 D	参考答案.....	285
A.4.9	维护设计.....	268	参考文献		290
A.5	详细设计说明书规范.....	268			
A.5.1	引言.....	269			
A.5.2	软件结构.....	269			
A.5.3	程序设计说明.....	270			

第 1 章 软件工程概论

教学提示：本章主要介绍软件工程学的基本概念和基本方法。包括软件、软件工程的定义；软件生命周期的概念、内容和原则；软件工程的几个典型的过程模型、软件工程的标准及软件开发文档等内容。学习完这些内容后，读者对软件工程学将会有有一个比较全面的了解。

教学目标：掌握软件工程学科的研究内容；了解软件生命周期的工作流程及各个阶段的主要任务；了解各种软件过程模型和特点；了解软件工程标准及软件开发文档，为日后的学习打下良好的基础。

1.1 软件综述

软件是一种产品，同时又是开发和运行产品的载体。作为一种产品，它实现了由计算机硬件体现的计算潜能。不管它是驻留在设备中，还是在主机中，软件都是一个信息处理工具，能够生产、管理、获取、修改、显示或转换信息。这些信息可以很简单，也可以很复杂。作为开发和运行产品的载体，软件是计算机工作和信息通信的基础，它也是创建和控制其他程序的基础，它还是衡量现代产品档次和服务水平的关键因素。它在工业、农业、交通、医药、通信、军事、产业化过程、娱乐、办公等方面的应用难以穷举，已成为 21 世纪各领域取得新进展的驱动力量。

所有这一切都已经改变了人们通常对于软件的认识。经过软件处理的数据会变得更加有用；而通过软件管理商业信息，可使商业竞争力更强。它不仅提供了通往全球信息网络的途径，而且也提供了以各种形式获取信息的手段。一个显而易见的事实是，软件是无所不在，且不允许出现任何差错的一种产品。

1.1.1 软件的发展

计算机软件作为一种驱动力量，它不仅是进行商业决策的引擎，而且也是解决现代科学研究和工程问题的基础。软件在 20 世纪后期发生了多次的变化。硬件性能的不断提高，计算机体系结构的不断演化，内存和硬盘容量的快速增加，以及大量输入输出设备的多种选择，均促进了更为成熟和更为复杂的基于计算机的软件系统的出现；如果一个系统是成功的，那么这种成熟性和复杂性能够产生出奇迹般的结果，但是与此同时，也给建造这些复杂系统的人员带来很多的问题。为了便于理清头绪，我们在讲述这些问题的时候，将按照软件发展历史的时间顺序划分 4 个阶段。

1. 程序设计阶段

计算机发展的早期阶段(20 世纪 50 年代初期至 60 年代中期)称为程序设计阶段。在这

个阶段中硬件已经通用化，而软件的生产却是个体化的。这时，由于程序规模小，几乎没有什么系统化的方法可以遵循。对软件的开发没有任何管理方法，一旦计划有变动或者成本有调整，程序员就手忙脚乱地开始弥补；但他们的努力一般不会徒劳。

当通用的硬件已经非常普遍的时候，软件却相反，它对每一类应用均需重新自行设计，应用范围很有限。软件产品还处在初级阶段，大多数软件均需要由使用它们的人员或组织自己开发，工作安排受人员制约，管理者必须保证：一旦发生了错误，软件设计人员必须到现场。这是因为在这种个人化的软件环境中，软件设计往往仅是人们头脑中的一种模糊想法，根本没有文档记录。

2. 程序系统阶段

计算机系统发展的第二阶段(20 世纪 60 年代中期到 70 年代末期)称为程序系统阶段。人们在多道程序设计和多用户系统中引入了人机交互的新概念。交互技术打开了计算机应用的新世界，使硬件和软件的配合达到了一个新的层次，实时系统和第一代数据库管理系统出现了。这个阶段还有一个特点就是软件产品的使用和“软件作坊”的出现。被开发的软件可以在较宽广的范围中应用，主机和微机上的程序能够有数百甚至上千的用户。来自工业界、政府和学术界的领导者们纷纷开始开发各类软件包，并得到了丰盛的回报。

随着计算机系统的增多，计算机软件库开始扩展。内部开发项目的源程序加长了上万行，而从外面购买的软件产品加上几千行新代码就可以了。但是一旦发现程序有错误，或用户需求和硬件环境发生变化，都需要修改软件，这些活动统称为软件维护。在软件维护上所花费的精力在以惊人的速度增长。更为严重的是，许多程序的个性化特性使得它们根本不能维护。当这种问题越来越明显时，“软件危机”就出现了。

3. 软件工程阶段

计算机系统发展的第三阶段始于 20 世纪 70 年代中期并跨越了近十年，被称为软件工程阶段。在这一阶段，以软件的产品化、系统化、工程化、标准化为特征的软件产业发展起来，打破了软件产品的个体化特征，有了可以遵循的软件工程化的设计原则、方法和标准。在分布式系统中，各台计算机同时执行某些功能，并与其他计算机通信，极大地提高了计算机系统的复杂性。广域网、局域网、高带宽数字通信以及对“即时”数据访问需求的增加，都对软件开发者提出了更高的要求。

第三阶段的主要特点是微处理器的出现和广泛应用。微处理器孕育了一系列的智能产品，从汽车到微波炉，从工业机器人到血液诊断设备。但是无论哪一个也没有个人计算机重要，在不到十年的时间里，计算机真正成为了大众化的东西。

4. 第四阶段

计算机发展的第四阶段将软件工程理论和方法的研究进一步推向深入，现代的软件工程朝着可视化、自动化和集成化的方向发展。在这一阶段中，人们已经不再着重于单台计算机和计算机程序，而是注意计算机和软件的综合影响。由复杂操作系统控制的强大的桌面机、广域和局域网络，配以先进的软件应用已成为标准。计算机体系结构迅速地从中集中的主机环境转变为分布的客户机/服务器环境。世界范围的信息网提供了一个基本结构，信息高速公路和网际空间连通已成为令人关注的热点问题。事实上，Internet 可以看作是能够

被所有单个用户访问的软件。

表 1.1 给出了计算机发展四个阶段的典型技术。

表 1.1 计算机发展四个阶段的典型技术

	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
典型技术	面向批处理 有限的分布 自定义软件	多用户 实时 数据库 软件产品	分布式系统 嵌入“智能” 低成本硬件	强大的桌面系统 面向对象技术 专家系统 人工神经网络 并行计算 网络计算机

现代计算机发展正朝着社会信息化和软件产业化方向发展，从技术的软件工程阶段过渡到社会信息化的计算机系统。随着第四阶段的发展，一些新技术开始涌现。面向对象技术将在许多领域中迅速地取代传统软件开发方法。虽然关于“第五代”计算机的预言仍是个未知数，但是软件开发的“第四代技术”确实改变了软件界开发计算机程序的方法。

在计算机发展的早期，计算机系统是采用面向硬件的管理方法来开发的。当时硬件是系统开发中最大的预算项，因此项目管理者把注意力集中在硬件上。为了控制硬件成本，管理者建立了规范控制和技术标准。他们要求在真正开始研制系统之前，首先进行详尽的分析和设计，然后通过度量研制过程，来寻找是否存在可以进一步改进的地方，他们坚持质量控制和质量保证，设立规程，从管理上下手求得生存和发展。简而言之，他们应用了控制、方法和工具，可以称之为硬件工程。那时软件只是事后考虑的问题。

在早期，程序设计被看作是一门“艺术”。几乎没有规范化的方法，程序员往往从试验和错误中积累经验。鉴于开发计算机软件的专业性和挑战性，使其披上了一层神秘的面纱，管理者很难清楚地了解它。软件世界呈现出一种完全无序的状态，可以说这是一个开发人员为所欲为的时代。

后来，计算机系统开发成本的分配发生了戏剧性的变化。软件成为最大的成本项。在近二十年里，管理者和很多开发人员都在不断地思考以下的问题：

- 为什么开发工作需要那么长时间？
- 为什么成本如此之高？
- 为什么不能在把软件交给客户之前就发现所有的错误？
- 为什么在软件开发过程中难以把握进度？

这些问题以及其他许多问题都表明了对软件及其开发方法到了必须关注的时候了，也正是这种关注最终导致了软件工程学的出现。

1.1.2 软件的定义

计算机系统是通过运行程序来实现各种不同应用的。我们把各种不同功能的程序，包括用户为自己的特定目的编写的程序、检查和诊断机器系统的程序、支持用户应用程序运行的系统程序、管理和控制机器系统资源的程序等，通常称为软件。它是计算机系统中与

硬件相互依存的另一部分，与硬件合为一体完成系统功能。软件定义范畴如下：

- 在运行中提供所希望的功能和性能的指令集(即程序)；
- 使程序能够正确运行的数据结构；
- 描述程序研制过程和方法所用的文档。

随着计算机应用的日益普及，软件变得越来越复杂，规模也越来越大，这就使得人与人、人与机器之间相互沟通，以保证软件开发与维护工作的顺利进行显得特别重要。因此，文档(即各种报告、说明、手册的总称)是不可缺少的。特别是在软件日益成为产品的今天，文档的作用就更加重要。

1.1.3 软件的特点

软件在整个计算机系统中是一个逻辑部件，而硬件是一个物理部件。因此，软件相对于硬件而言有许多特点。为了能全面、正确地理解计算机软件及软件工程的重要性，必须了解软件的特点。软件的特点可以归纳如下：

1. 抽象性

软件是一种逻辑实体，而不是具体的物理实体，因而它具有抽象性。这个特点使它与计算机硬件或其他工程对象有着明显的差别。人们可以把它记录在介质上，但却无法看到软件的形态，必须通过测试、分析、思考、判断去了解它的功能、性能及其他特性。

2. 可复制性

软件是通过人们的智力活动，把知识与技术转化成信息的一种产品，是在研制、开发中被创造出来的。一旦某一软件项目研制成功，以后就可以大量地复制同一内容的副本，即其研制成本远远大于其生产成本。软件故障往往在开发阶段出现的比比较大，所以要保证软件的质量，必须着重于软件开发过程，加强管理。

3. 不会磨损

在软件的运行和使用期间，没有硬件那样的机械磨损、老化问题。然而软件维护比硬件维护要复杂得多，与硬件的维修有着本质的差别，如图 1.1～图 1.3 所示，其中图 1.1 所示的是硬件的故障率随时间变化的曲线，图 1.2 所示的是在理想情况下软件故障率随时间变化的曲线，图 1.3 所示的是软件的实际故障率曲线。

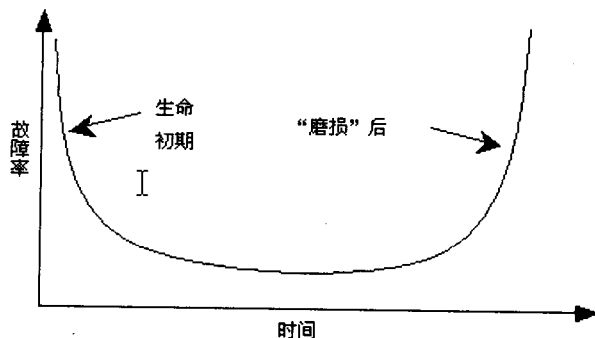


图 1.1 硬件的故障率随时间变化的曲线