

21 世纪计算机专业大专系列教材

实用软件工程基础

李大友 主编

陈 明 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书主要介绍了软件工程学及应用的有关内容,主要包括可行性研究、需求分析、概要设计、详细设计、编码、测试、维护等。为了保持教材内容的先进性,本书也包含了面向对象软件工程学方面的内容。本书的附录介绍了软件文档的书写规范。

本书可作为高等院校计算机专业大专层次的教材,也可作为非计算机专业本科的教材,还可作为从事软件开发与应用的工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

定价: 74.00 元

书 名: 实用软件工程基础

作 者: 李大友 主编 陈 明 编著

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

[http:// www .tup .tsinghua .edu .cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

责任编辑: 范素珍

印 刷 者: 北京昌平环球印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 18.5 字数: 422 千字

版 次: 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-05546-7/ TP · 3269

印 数: 0001 ~ 6000

定 价: 25.00 元

《21 世纪计算机专业大专系列教材》

编辑委员会名单

主 编 李大友

编 委 (排名不分先后)

刘乐善 (华中理工大学)

刘惠珍 (北京工业大学)

陈 明 (石油大学)

邵学才 (北京工业大学)

蒋本珊 (北京理工大学)

匙彦斌 (天津大学)

葛本修 (北京航空航天大学)

彭 波 (中国农业大学)

徐孝凯 (中央广播电视大学)

策划编辑 范素珍

序

这套教材为 21 世纪高等学校计算机专业大专系列教材。

我们从 1995 年开始组织《计算机专业大专系列教材》。当时根据中国计算机学会教育委员会与全国高等学校计算机教育研究会联合推荐的《计算机学科教学计划 1993》的要求,组织了《计算机组成原理》等 13 本教材,并由清华大学出版社出版。这套教材出版后,受到了高等学校师生的广泛欢迎和好评。

在组织上述教材的时候,主要是按《计算机学科教学计划 1993》的要求进行的。而 1993 教学计划主要是参照美国 IEEE 和 ACM《计算机学科教学计划 1991》并结合我国高等教育当时的实际情况制定的,反映的是 20 世纪 80 年代末计算机学科的发展状况。

计算机学科是一个飞速发展的新兴学科,发展速度之快可谓一日千里。近 10 年来,计算机学科已发展成为一个独立学科,计算机本身向高度集成化、网络化和多媒体化迅速发展。但从另一个方面来看,高等学校的计算机教育一直滞后于计算机学科的发展,特别是教材建设,由于受时间和软硬条件的限制,更是落后于现实需要,而大专层次的教材建设问题尤其严重。为了改变这种状况,高等学校的教育工作者和专家教授们应当仁不让地投入必要的时间和精力来完成这一历史使命。

为组织好这套教材,我们认真地研究了全国高等学校计算机专业教学指导委员会和中国计算机学会教育委员会联合推荐的《计算机学科教学计划 2000》和美国 IEEE 和 ACM 两个学会最新公布的《计算机学科教学计划 2001》。这两个教学计划都是在总结了从《计算机学科教学计划 1991》到现在计算机学科十年来发展的主要成果的基础上诞生的。它们所提供的指导思想和学科所涵盖的内容,不仅适合于大学本科,也适合大学专科的需求,关键在于要对其内容的取舍进行认真的研究。

在我国的《计算机学科教学计划 1993》和美国 IEEE 和 ACM 两个学会提出的《计算机学科教学计划 1991》中,根据当时的情况,只提出了 9 个主科目。而在《计算机学科教学计划 2001》中,根据学科的最新发展状况,提出了 14 个主科目,其中 13 个主科目又为核心主科目。这 14 个主科目是:算法与分析(AL)、体系结构(AR)、离散结构(DS)、计算机科学(CN)、图形学与可视化计算(GV)、网络计算(NC)、人机交互(HC)、信息管理(IM)、智能系统(IS)、操作系统(OS)、程序设计基础(PF)、程序设计语言(PL)、软件工程(SE)、社会、道德、法律和专业问题(SP),其中除 CN 为非核心主科目外,其他 13 个主科目均为核心主科目。

将美国 IEEE 和 ACM 的教学计划 2001 与 1991 计划进行比较可看出:在 1991 计划中,离散结构只是作为数学基础提出,未被列为主科目;而在 2001 计划中,不但列为主科

目,而且为核心主科目。可见,已将离散结构提升为本学科的基础。

在 1991 计划中,未提及网络计算,而在 2001 计划中,不但提出,而且被列为核心主科目,以适应网络技术飞速发展的需求。

图形学与可视化计算也是为适应发展需求新增的内容,并且列为主科目。

除此之外,2001 计划在下述 5 个方面做了增加或调整:

将程序设计语言引论调整为程序设计基础和程序设计语言两个核心主科目,显然,加强了对程序设计的要求。

将人-机通信调整为人机交互,反映了人-机通信的实质是人机交互。在图形界面迅速发展的今天,人机交互理论和方法的研究和应用变得十分重要。

将人工智能与机器人学调整为智能系统,拓宽了对智能系统的要求。

将数据库与信息检索调整为信息管理,因为后者不仅概括了前者,而且反映了数据库与信息检索的实质是信息管理。

将数值与符号计算调整为计算科学,更具有概括性。

总之,上述变化不仅更好地反映了计算机学科的发展现状,而且使 2001 教学计划具有更强的科学性和实用性。

由于这套系列教材主要面向的对象是计算机专业三年制大专(高职)学生,其培养目标也应属于高级技术人才的层次。他们既要有一定的理论基础(较本科弱),又要更强调实用性,要有明确的应用方向。我们将应用方向定位在信息管理和计算机网络两个方向。这两个应用方向占计算机应用总计的 90% 以上。

在系列教材的内容取舍上,2001 教学计划的 14 门主科目中,我们概括了除智能系统、计算科学和社会、道德、法律和专业问题之外的其他 11 个主科目。在每个主科目中,我们都以其中的基本概念、基本理论和基本方法作为主线组织教材,使学生既能掌握基本的基础理论和方法,又能为他们进一步深造打下必要的基础;在信息管理和计算机网络技术两个应用方向上,他们的应用能力将得到加强。

根据上述指导思想,初步确定组织 20 本左右的教材供各高校选用。这些教材包括:《离散数学》、《计算机应用基础》、《计算机组织与结构》、《微机系统与接口技术》、《计算机网络与通信》、《网络管理技术基础》、《计算机网络系统集成技术》、《数据结构》、《操作系统原理》、《实用软件工程基础》、《数据库原理与应用》、《管理信息系统原理与应用》、《办公自动化实用技术》、《多媒体技术及其应用》、《Internet 技术及其应用》、《计算机维护技术》、《C 语言程序设计》、《Java 语言程序设计》、《C++ 语言程序设计》、《VB 语言程序设计》、《计算机英语》等。

系列教材并不是教学计划,由于各高校情况不同,培养方向的侧重面也不一样,因此教学计划也不会雷同。教材按系列组织,力图能够反映计算机学科大专层次的总体要求,同时采用大拼盘结构,各校可根据自身情况选择使用。例如,语言类教材,我们就准备了多本,各校可选择其中的一本或两本,其他依此类推。

这套教材均由高等学校具有丰富教学实践经验的老师编写。所编教材体系结构严谨、层次清晰、概念准确、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。相信一定能够得到专科院校计算机专业师生的欢迎。

全国高等学校计算机教育研究会副理事长
课程与教材建设委员会主任

李大友

2001.6

前 言

为了摆脱软件危机,诞生了软件工程学。从1969年提出软件工程概念以来,历经30多年飞速的发展,软件工程学逐渐成熟,现已成为计算机科学与技术领域中的一门重要的学科。软件工程学的目标是以解决软件生产的质量与效率问题为宗旨,研究一套科学的工程方法,以及与此相应的方便的软件工具系统,用来指导和帮助软件的开发与研究工作的,在软件的开发与研究中起到重要的技术保障与促进作用。

本书分为9章,较系统地介绍了软件工程学的内容,主要包括:

- 第1章 软件工程概述
- 第2章 可行性研究
- 第3章 需求分析
- 第4章 概要设计
- 第5章 详细设计
- 第6章 面向对象的分析和设计方法
- 第7章 编码
- 第8章 软件质量与质量保证
- 第9章 项目计划与管理

本书在内容上较为系统,在结构上为积木式。注重基本概念的解释和方法的说明,各章后都附有内容小结、习题,便于复习和尽快地掌握所学的内容。

本书可作为计算机专业大专层次的教材,也可作为非计算机专业本科的教材,还可作为从事软件开发与应用的工程技术人员的参考书。

由于作者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请批评指正。

陈 明

2001.9 于北京

目 录

第 1 章	软件工程概述	1
1.1	软件	1
1.1.1	软件的发展.....	1
1.1.2	软件定义.....	2
1.1.3	软件的特点.....	3
1.1.4	软件分类.....	4
1.2	软件工程概念	7
1.2.1	软件危机与软件工程定义.....	7
1.2.2	软件工程的基本内容与目标	11
1.2.3	软件工程的原则	11
1.3	软件生存周期与软件开发模型.....	12
1.3.1	软件生存周期	12
1.3.2	软件开发模型	14
	小结	20
	习题	20
第 2 章	可行性研究	21
2.1	可行性研究的任务.....	21
2.2	可行性研究的步骤.....	22
2.3	系统流程图.....	24
2.4	成本效益分析.....	25
2.4.1	成本估计	26
2.4.2	费用估计	27
2.4.3	几种度量效益的方法	28
	小结	29
	习题	30
第 3 章	需求分析	31
3.1	需求分析的任务与步骤.....	31
3.1.1	需求分析的任务	31
3.1.2	需求分析的步骤	33
3.1.3	需求分析的原则	36
3.2	需求分析的方法.....	37

3 2 1	面向数据流的需求分析方法	39
3 2 2	数据流图	39
3 2 3	数据字典	45
3 3	图形工具.....	51
3 3 1	层次方框图	51
3 3 2	Warnier 图	51
3 3 3	IPO 图	52
3 4	需求规格说明与评审.....	53
3 4 1	需求规格说明的主要内容	53
3 4 2	需求分析的评审	54
3 4 3	需求分析评审的方法	55
小结	.....	56
习题	.....	56
第 4 章	概要设计	57
4 1	概要设计的任务与步骤.....	57
4 1 1	概要设计的任务	57
4 1 2	概要设计的过程	58
4 2	软件设计的概念与原则.....	60
4 2 1	模块化	60
4 2 2	抽象与逐步求精	61
4 2 3	信息隐蔽和局部化	63
4 2 4	模块独立性	63
4 2 5	结构设计原则	68
4 3	面向数据流的设计方法.....	71
4 3 1	基本概念	72
4 3 2	系统结构图的组成	73
4 3 3	变换分析	75
4 3 4	事务分析	79
4 3 5	设计优化	80
4 4	面向数据结构的分析设计方法.....	81
4 4 1	Jackson 系统开发方法	81
4 4 2	Warnier 方法	90
4 5	概要设计文档评审.....	92
小结	.....	93
习题	.....	93

第 5 章	详细设计	95
5.1	详细设计的任务与原则	95
5.1.1	详细设计的任务	95
5.1.2	详细设计的原则	95
5.2	详细设计的方法	96
5.2.1	程序流程图	96
5.2.2	N-S 图	98
5.2.3	PAD 图	100
5.2.4	PDL(过程设计语言)	102
5.2.5	HIPO 图	103
5.2.6	详细设计工具的选择	104
5.3	详细设计规格说明与复审	105
5.3.1	详细设计说明	105
5.3.2	设计复审	107
	小结	107
	习题	107
第 6 章	面向对象的分析和设计方法	109
6.1	面向对象方法的基本概念和特征	109
6.1.1	面向对象方法概述	109
6.1.2	面向对象的软件工程	111
6.1.3	面向对象的基本概念和特征	115
6.2	面向对象的分析	123
6.2.1	面向对象分析的基本过程及原则	123
6.2.2	确定对象、类	128
6.2.3	确定属性	131
6.2.4	定义服务	132
6.2.5	对象间通信	135
6.3	面向对象设计	142
6.3.1	面向对象设计的基本概念	142
6.3.2	面向对象设计的方法	144
6.4	UML 方法	146
6.4.1	UML 的发展	147
6.4.2	UML 的表示法	150
6.4.3	UML 软件开发过程概述	165
	小结	167
	习题	167

第7章	编码	169
7.1	程序设计语言	169
7.1.1	程序设计语言的分类	169
7.1.2	程序设计语言的特点	171
7.1.3	程序设计语言的选择	174
7.2	编码风格	175
7.2.1	源程序文档化	176
7.2.2	数据说明	178
7.2.3	语句结构	178
7.2.4	输入输出	180
7.3	程序效率	181
7.3.1	有关程序效率的几条准则	181
7.3.2	算法对效率的影响	181
7.3.3	影响存储器效率的因素	182
7.3.4	影响输入输出的因素	182
7.4	编程安全	182
7.4.1	冗余程序设计	183
7.4.2	防错程序设计	183
7.5	面向对象程序设计步骤	184
	小结	185
	习题	185
第8章	软件质量与质量保证	187
8.1	软件质量的定义	187
8.2	影响软件质量的因素	187
8.3	软件质量保证策略	189
8.4	软件质量保证活动	190
8.5	软件评审	191
8.5.1	设计质量的评审内容	191
8.5.2	程序质量的评审内容	196
8.6	软件质量保证的标准	198
8.7	结构化的软件测试	199
8.7.1	软件测试的概念和原则	200
8.7.2	软件测试技术	202
8.7.3	测试的步骤	207
8.7.4	软件纠错技术	211
8.8	面向对象的软件测试	212
8.8.1	面向对象分析和面向对象设计的模型测试	213

8.8.2	面向对象的测试策略.....	215
8.8.3	面向对象软件测试用例设计.....	216
8.9	软件测试计划与测试分析报告	218
8.10	软件维护	220
8.10.1	软件维护的定义、分类与特点	220
8.10.2	软件维护的步骤及组织.....	222
8.10.3	软件的可维护性.....	226
8.10.4	软件维护的副作用.....	227
8.10.5	逆向工程和再生工程.....	228
小结	.....	230
习题	.....	230
第9章	项目计划与管理.....	231
9.1	软件项目特点、管理的特殊性 & 软件管理功能.....	231
9.1.1	软件项目的特点.....	231
9.1.2	软件管理的功能.....	232
9.1.3	确定软件项目的工作范围.....	232
9.2	确定软件开发所需的资源	233
9.2.1	人力资源.....	233
9.2.2	硬件.....	233
9.2.3	软件.....	234
9.3	人员的计划和组织	234
9.4	成本估计及控制	235
9.4.1	软件开发成本估计方法.....	236
9.4.2	专家判定技术.....	236
9.4.3	成本估算模型.....	237
9.5	进度计划	239
9.5.1	软件工作的特殊性.....	239
9.5.2	各阶段工作量的分配.....	240
9.5.3	制定开发进度.....	240
9.6	软件配置管理	241
9.6.1	基线.....	242
9.6.2	软件配置项.....	242
9.6.3	软件配置管理过程.....	244
9.7	软件管理方案	247
小结	.....	248
习题	.....	248

附录 1	可行性研究报告规范	250
附录 2	项目开发计划规范	255
附录 3	需求规格说明书规范	258
附录 4	概要设计说明书规范	264
附录 5	详细设计说明书规范	268
附录 6	项目开发总结报告规范	271
附录 7	用 Word 撰写文档规范	274
参考文献	.....	279

第 1 章 软件工程概述

1.1 软 件

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,它表达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,软件是一个信息转换器,能够产生、管理、获取、修改、显示或转换信息。这些信息可以很简单,如一个 bit,也可以很复杂,如多媒体信息。作为开发运行产品的载体,软件是计算机工作和信息通信的基础,也是创建和控制其他程序的基础。

信息是 21 世纪最重要的产品,软件充分地体现了这一点。软件处理数据,使得这些数据更为有用。软件管理商业信息增强了商业竞争力,它不仅提供了通往全球信息的途径,而且提供了以各种形式获取信息的手段。

1.1.1 软件的发展

1. 程序设计阶段

在计算机发展早期阶段(20 世纪 50 年代初期至 60 年代中期)为程序设计阶段。在这个阶段,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遵循。对软件的开发没有任何管理方法,一旦计划推迟了或者成本提高了,程序员才开始弥补。在通用的硬件已经非常普遍的时候,软件却相反,对每一类应用均需自行再设计,应用范围很有限。软件产品处在初级阶段,大多数软件都是由使用者自己开发。例如,书写软件,使其运行,如果它有问题,需要解决等,都是在个人化的软件环境下实施的。设计往往仅是人们头脑中的一种模糊想法,而文档就根本不存在。

2. 程序系统阶段

计算机系统发展的第二阶段(60 年代中期到 70 年代末期)为程序系统阶段。多道程序设计和多用户系统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,以及硬件和软件配合的新层次,实时系统和第一代数据库管理系统相继出现。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。

在软件的使用中,当发现错误时需要纠正程序源代码;当用户需求发生变化时需要修改;当硬件环境变化时需要适应,这些活动统称为软件维护。在软件维护上所花费的精力和消耗资源的速度是惊人的。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。“软件危机”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 年代中期并经历了近 10 年,称为软件工程阶段。在这一阶段,以软件的产品化、系列化、工程化、标准化为特征的软件产业发展起来了,打破了软件生产的个体化特征,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功能。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。

4. 第四阶段

计算机发展的第四阶段已经不再是着重于单台计算机和计算机程序,而是面向计算机和软件的综合影响。由复杂的操作系统控制的强大的桌面机、广域网络和局域网络,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 可以看作是能够被单个用户访问的软件。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。随着第四阶段的进展,一些新技术开始涌现。面向对象技术将在许多领域中迅速取代传统软件开发方法。

表 1.1 给出了四个阶段典型技术的比较。

表 1.1 四个阶段典型技术

阶 段	第一阶段	第二阶段	第三阶段	第四阶段
典型技术	<ul style="list-style-type: none">· 面向批处理· 有限的分布· 自定义软件	<ul style="list-style-type: none">· 多用户· 实时· 数据库· 软件产品	<ul style="list-style-type: none">· 分布式系统· 嵌入“智能”· 低成本硬件· 消费者的影响	<ul style="list-style-type: none">· 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

1.1.2 软件定义

计算机系统通过运行程序来实现各种不同的应用。通常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。软件定义如下:

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

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、人与机器间相互沟通,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。软件的特点可归纳如下:

(1) 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,而必须通过测试、分析、思考、判断去了解它的功能、性能及其他特性。

(2) 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。软件故障往往是在开发时产生而在测试时没有被发现的问题。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) 在软件的运行和使用期间,没有硬件那样的机械磨损和老化问题。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,参阅图 1.1、图 1.2 和图 1.3。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。

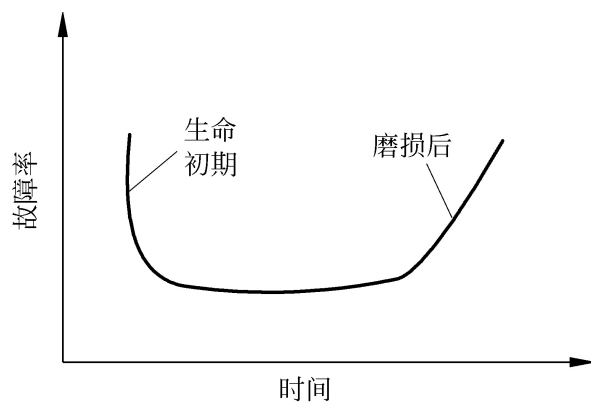


图 1.1 硬件的故障率随时间变化的曲线

(4) 软件的开发和运行经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关系。在软件的开发和运行中必须以硬件提供的条件为基础。为了解除这种依赖,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) 传统的手工开发方式使软件开发的效率受到很大的限制。因此,应促进软件技术进展,提出和采用新的开发方法。例如,近年来出现的充分利用现有软件的复用技术、自动生成技术和其他一些有效的软件开发工具或软件开发环境,既方便了软件开发的质

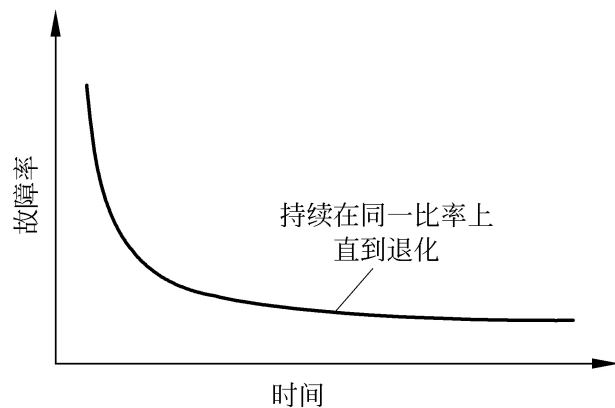


图 1.2 理想情况下的软件故障率随时间变化的曲线

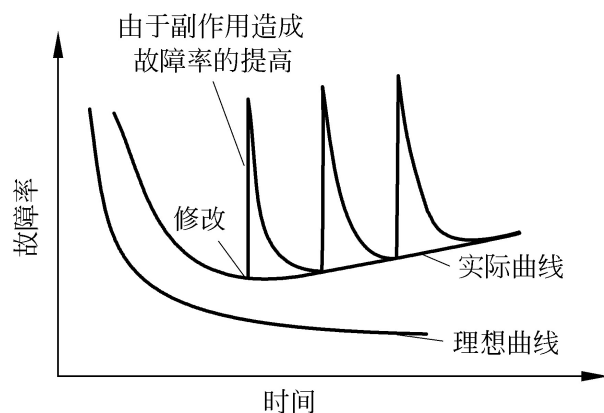


图 1.3 软件的实际故障率曲线

(6) 软件的开发费用越来越高,成本相当昂贵。软件的研制工作需要投入大量的、复杂的、高强度的脑力劳动,需要较高的成本。

(7) 软件的开发是一个复杂的过程,例如,银行管理系统涉及到安全等问题,因而管理是软件开发过程中必不可少的内容。

1.1.4 软件分类

在工作和学习中,经常接触到各式各样的软件。这些数量众多的软件究竟分为哪些类型,这就要考虑对计算机软件进行分类的依据。但事实上,由于人们与软件的关系各不相同且所关心软件的侧重点也不相同,所以难以给出计算机软件一个科学的、统一的严格分类标准。但对软件的类型进行必要的划分对于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,因此有必要从不同角度讨论对计算机软件分类。

1. 基于软件的功能划分

(1) 系统软件:与计算机硬件紧密配合,使计算机各个部件与相关软件及数据协调、高效工作的软件,例如,操作系统、数据库管理系统等。系统软件在工作时频繁地与硬件交往,以便为用户服务,共享系统资源,在这中间伴随着复杂的进程管理和数据结构的处理。系统软件是计算机系统必不可少的一个重要组成部分。

(2) 支撑软件:协助用户开发软件的工具性软件,包括帮助程序人员开发软件产品的