

全国高职高专规划教材

软件工程 基础教程

Fundamentals of
Software Engineering

方志刚 主编
张银南 副主编



科学出版社
www.sciencep.com



全国高职高专规划教材

软件工程基础教程

方志刚 主 编

张银南 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了软件工程的由来及其基本概念、软件生存周期模型、软件分析、软件设计、软件实现、软件测试、软件维护、软件管理等内容,并安排专门的篇幅重点介绍了数据分析与设计和用户界面设计的相关内容。本书可作为计算机专业本、专科学生的教材,也可以作为从事软件开发的工程技术人员和管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

软件工程基础教程/方志刚主编,张银南副主编. —北京:科学出版社, 2003

(全国高职高专规划教材)

ISBN 7-03-012000-0

I.软... II.①方...②张... III.软件工程—教程 IV.TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 066125 号

策划编辑:李振格/责任编辑:丁波

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2003年8月第一次印刷 印张:13 1/2

印数:1—5 000 字数:299 000

定价:19.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

全国高职高专规划教材编委会名单

主任 俞瑞钊

副主任 陈庆章 蒋联海 周必水 刘加海

委员 (以姓氏笔画为序)

王雷 王筱慧 方 程 方锦明 卢菊洪 代绍庆

吕何新 朱 炜 刘向荣 江爱民 江锦祥 孙光弟

李天真 李永平 李良财 李明钧 李益明 余根墀

汪志达 沈凤池 沈安衢 张 元 张学辉 张锦祥

张德发 陈月波 陈晓燕 邵应珍 范剑波 欧阳江林

周国民 周建阳 赵小明 胡海影 秦学礼 徐文杰

凌 彦 曹哲新 戚海燕 龚祥国 章剑林 蒋黎红

董方武 鲁俊生 谢 川 谢晓飞 楼 丰 楼程伟

鞠洪尧

秘书长 熊盛新

本书编写人员名单

主 编 方志刚

副主编 张银南

撰稿人 杨学明 陈晓燕

前 言

本书是软件工程的初级教程，在内容安排上注重对软件工程基本概念的阐述，基本上不涉及一些深入的课题和软件工程的研究进展，同时也没有将重点放在具有很强技术性的方法和工具等内容上。建议在学习本课程的过程中，将重点放在对基本概念的理解以及对软件工程基本内容和基本过程的掌握上。至于软件开发过程中涉及到的具体方法、技术和工具等，作者可以在程序设计语言、软件开发方法、数据库应用等相关课程中加强学习和实践。而有关软件工程研究的最新成果，其本身一直处于不断变化的过程之中，相信读者在今后的学习和工作中通过自己的努力可以不断地充实自己的知识结构和视野。

本书在编写过程中针对实际软件开发的需要和软件技术的发展趋势，对数据结构设计和用户界面设计以专门的章节进行介绍，以供读者根据需要加以参考，同时也是为了强调这两个主题对于实际软件开发中的重要意义。首先，数据结构设计是软件工程中整个设计过程中的第一个（有人认为是最重要的一个）方面，它对程序结构和过程复杂性都有影响，对软件质量的影响是深远的。考虑到计算机软件的许多相关课程（如数据结构、数据库技术等）都或多或少地涉及数据结构和数据库设计方面的主题，所以本书对数据结构设计的介绍主要是宏观的和概念性的，并不过多涉及细节问题，以免有较大的重复。其次，随着计算机应用和使用人群的广泛普及，计算机用户界面越来越重要，无论如何强调它的重要性都不为过。考虑到目前关于计算机用户界面（软件用户界面）设计的课程和教材还不太普及，同时它又是一个发展迅速的领域，所以本书以较大的篇幅进行相关内容的介绍，不仅希望带给读者一些实用的用户界面设计知识，也希望通过介绍一些人机交互和用户界面方面的前瞻性内容使读者开阔视野。

本书共由 10 章组成，除前面提到的数据分析与设计和用户界面设计作为独立章节安排之外，每章均为软件工程的基本内容。第 1 章绪论，介绍软件工程的由来及其基本概念。第 2 章软件生存周期，描述软件开发总的过程的理论模型，主要介绍软件生命周期的瀑布模型。第 3 章软件分析，介绍系统分析、可行性分析、软件开发计划、需求分析、结构化分析等内容。第 4 章软件设计，包括总体设计和详细设计两个阶段，介绍软件设计基本原理、软件设计基本方法、结构化设计方法。第 5 章数据分析与设计，介绍数据需求分析、数据模型、抽象数据类型、实体联系方法以及数据库设计等内容。第 6 章用户界面设计，介绍人机交互和用户界面的基本概念、用户界面发展简史、用户界面设计原则、图形用户界面设计等内容。第 7 章软件实现，介绍程序设计语言的选择、程序设计方法、程序设计风格、结构化程序设计方法等内容。第 8 章软件测试，介绍软件测试过程、白盒测试、黑盒测试、软件调试等内容。第 9 章软件维护，可维护性的概念、软件维护分类和软件维护的实施、逆向工程与再工程等内容。第 10 章软件管理，介绍成本估算、风险分析、进度安排、软件项目的组织、软件质量保证等基本内容。

本书第1章和第6章由方志刚编写，第3章、第4章和第7章由张银南编写，第2章和第10章由杨学明编写，第7章和第8章由陈晓燕编写，第5章由方志刚和张银南共同编写，本书最后由方志刚统稿。由于时间较紧以及作者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请批评指正。

编者

2003年6月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 软件发展简史	1
1.1.1 什么是软件	1
1.1.2 软件的分类	2
1.1.3 软件技术的发展	3
1.1.4 软件开发技术的发展	3
1.2 软件危机	4
1.2.1 什么是软件危机	4
1.2.2 软件危机的形成原因	5
1.2.3 软件危机的解决方法	6
1.3 软件工程	6
1.3.1 什么是软件工程	6
1.3.2 软件工程的基本原理	7
1.3.3 软件工程的基本内容	8
1.4 关于本书	9
习题	9
第 2 章 软件生存周期	10
2.1 软件工程过程	10
2.1.1 什么是软件工程过程	10
2.1.2 软件过程模型	11
2.1.3 过程建造技术	12
2.2 软件生存周期	12
2.2.1 软件定义	12
2.2.2 软件开发	14
2.2.3 软件使用、维护和退役	16
2.3 软件生存周期瀑布模型	17
2.4 软件生存周期原型模型	18
2.5 软件生存周期其他模型	19
2.5.1 螺旋模型	19
2.5.2 喷泉模型	19
2.5.3 智能模型	20
习题	20

第 3 章 软件分析	21
3.1 系统分析.....	21
3.1.1 系统分析的目标.....	21
3.1.2 系统分析的过程.....	22
3.2 可行性分析.....	22
3.2.1 可行性研究的任务.....	22
3.2.2 可行性研究的步骤.....	23
3.2.3 系统流程图.....	23
3.2.4 成本/效益分析.....	24
3.3 软件开发计划.....	26
3.3.1 软件开发计划的内容.....	26
3.3.2 进度安排.....	26
3.4 需求分析.....	27
3.4.1 需求分析的任务.....	27
3.4.2 需求分析的过程.....	28
3.4.3 需求分析的原则.....	28
3.4.4 需求分析的方法.....	29
3.4.5 需求分析的工具.....	29
3.5 结构化分析.....	30
3.5.1 工作内容和任务.....	30
3.5.2 数据流图.....	31
3.5.3 数据字典.....	35
3.5.4 加工逻辑描述工具.....	36
3.6 面向对象分析.....	37
3.6.1 面向对象方法的基本概念和基本特征.....	37
3.6.2 面向对象分析的基本过程.....	40
3.6.3 面向对象的模型.....	41
3.6.4 目前流行的 OOA 方法概述.....	43
习题.....	46
第 4 章 软件设计	48
4.1 软件设计的任务.....	48
4.2 总体设计.....	48
4.2.1 软件总体设计的基本任务.....	48
4.2.2 总体设计的过程.....	49
4.2.3 总体设计的图形工具.....	50
4.3 软件设计的基本原理.....	52
4.3.1 模块化设计.....	52
4.3.2 抽象化.....	52
4.3.3 信息隐蔽.....	53

4.3.4	模块独立性.....	53
4.3.5	自顶向下逐步细化.....	55
4.3.6	启发式规则.....	55
4.4	软件设计方法.....	55
4.4.1	软件设计方法概述.....	55
4.4.2	数据结构设计.....	56
4.4.3	用户界面设计.....	56
4.5	详细设计.....	57
4.5.1	详细设计的任务.....	57
4.5.2	详细设计的工具.....	57
4.5.3	面向数据结构的设计方法.....	61
4.6	结构化设计.....	63
4.6.1	SD 方法概述.....	63
4.6.2	数据流图的类型.....	63
4.6.3	SD 方法的步骤.....	64
4.6.4	变换分析.....	65
4.6.5	事务分析.....	66
4.6.6	软件模块结构的改进和设计优化.....	67
4.7	面向对象设计.....	68
4.7.1	面向对象设计的方法.....	68
4.7.2	面向对象设计的准则和启发规则.....	69
4.7.3	Coad-Yourdon 的面向对象方法.....	70
	习题.....	71
第 5 章	数据分析与设计	72
5.1	数据需求分析.....	72
5.1.1	什么是数据需求分析.....	72
5.1.2	数据结构的基本概念.....	72
5.1.3	数据需求分析的基本任务.....	74
5.2	数据设计.....	74
5.2.1	什么是数据设计.....	74
5.2.2	数据设计的基本原则.....	75
5.3	抽象数据类型.....	76
5.3.1	什么是抽象数据类型.....	76
5.3.2	抽象数据类型的定义与实现.....	77
5.3.3	抽象数据类型的优点.....	78
5.4	实体联系方法.....	79
5.4.1	实体联系模型.....	79
5.4.2	实体联系图.....	80
5.5	数据库设计.....	80

5.5.1	数据库系统的三级模式结构.....	80
5.5.2	数据库设计的内容.....	81
5.5.3	E-R 模型向关系数据模型的转换.....	82
5.5.4	标准范式与数据规范化.....	83
5.5.5	面向对象的数据库技术.....	83
习题	84
第 6 章	用户界面设计	85
6.1	人机交互与用户界面.....	85
6.1.1	什么是人机交互.....	85
6.1.2	什么是用户界面.....	85
6.1.3	用户界面管理系统.....	86
6.1.4	人机交互与人机工程学.....	87
6.1.5	人机交互的发展历史.....	90
6.2	用户界面设计原则.....	95
6.2.1	用户界面设计基本准则.....	95
6.2.2	屏幕设计与色彩.....	96
6.2.3	响应时间与显示速度.....	98
6.2.4	联机帮助与用户手册.....	100
6.2.5	错误提示与处理.....	103
6.3	图形用户界面设计.....	105
6.3.1	图形用户界面的基本构成.....	105
6.3.2	多窗口界面设计.....	105
6.3.3	菜单界面设计.....	107
6.3.4	对话框设计.....	108
6.3.5	直接操纵界面设计.....	110
6.4	人机交互技术新进展.....	111
6.4.1	交互设备新进展.....	111
6.4.2	多通道用户界面.....	115
6.4.3	虚拟现实技术.....	118
6.4.4	听觉界面与可听化.....	119
6.4.5	自适应和智能用户界面.....	126
6.4.6	理想人机交互模式.....	127
习题	128
第 7 章	软件实现	129
7.1	程序设计语言.....	129
7.1.1	程序设计语言的特性.....	129
7.1.2	程序设计语言的分类.....	129
7.1.3	程序设计语言的特点.....	131
7.1.4	程序设计语言的选择.....	131

7.2	程序设计方法.....	132
7.2.1	程序设计方法简介.....	132
7.2.2	程序设计和程序编码.....	132
7.2.3	编码工具.....	132
7.3	程序设计风格.....	132
7.3.1	代码文档化.....	133
7.3.2	数据说明.....	133
7.3.3	语句构造.....	134
7.3.4	输入/输出.....	134
7.3.5	效率.....	134
7.4	结构化程序设计.....	135
7.4.1	结构化程序设计的原则.....	135
7.4.2	结构化程序设计的方法.....	136
7.5	面向对象程序设计.....	137
7.5.1	面向对象编程概念.....	137
7.5.2	面向对象语言的技术特点.....	138
7.5.3	面向对象编程语言.....	138
	习题.....	139
第 8 章	软件测试	140
8.1	软件测试过程.....	140
8.1.1	什么是软件测试.....	140
8.1.2	软件测试的目标.....	141
8.1.3	软件测试的基本原则.....	141
8.1.4	软件测试的过程.....	142
8.2	软件测试的分类.....	143
8.2.1	单元测试.....	143
8.2.2	组装测试.....	145
8.2.3	确认测试.....	148
8.2.4	系统测试.....	150
8.2.5	软件测试技术.....	150
8.3	白盒测试.....	152
8.3.1	逻辑覆盖.....	152
8.3.2	测试设计实例.....	155
8.4	黑盒测试.....	158
8.4.1	等价类划分.....	158
8.4.2	边界值分析.....	160
8.4.3	错误推测.....	161
8.4.4	综合策略.....	162
8.5	软件调试.....	163

8.5.1	调试方法.....	163
8.5.2	调试策略.....	164
	习题.....	165
第 9 章	软件维护	167
9.1	可维护性.....	167
9.1.1	什么是可维护性.....	167
9.1.2	影响可维护性的因素.....	167
9.1.3	若干量化的测度.....	168
9.1.4	保证可维护性的复审.....	168
9.2	软件维护分类.....	168
9.2.1	改正性维护.....	169
9.2.2	适应性维护.....	169
9.2.3	完善性维护.....	169
9.2.4	预防性维护.....	169
9.3	软件维护实施.....	170
9.3.1	软件维护的步骤.....	170
9.3.2	软件维护的组织.....	173
9.3.3	维护文档与编写.....	174
9.4	逆向工程与再工程.....	175
9.4.1	恢复信息的级别.....	175
9.4.2	恢复信息的方法.....	176
	习题.....	177
第 10 章	软件管理	178
10.1	软件项目管理过程.....	178
10.1.1	什么是软件项目管理.....	178
10.1.2	启动一个项目.....	178
10.1.3	制定项目计划.....	178
10.1.4	计划的追踪和控制.....	179
10.1.5	评审和评价计划的完成程度.....	179
10.1.6	编写管理文档.....	179
10.2	成本估算.....	179
10.2.1	软件开发成本估算方法.....	179
10.2.2	专家判定技术.....	180
10.3	风险分析.....	181
10.3.1	风险识别.....	181
10.3.2	风险估计.....	183
10.3.3	风险评价.....	184
10.3.4	风险驾驭和监控.....	185
10.4	进度安排.....	186

10.4.1	软件开发小组人数与软件生产率.....	187
10.4.2	任务的确定与并行性.....	187
10.4.3	制定开发进度计划.....	188
10.4.4	进度安排的方法.....	188
10.4.5	项目的追踪和控制.....	190
10.5	软件项目的组织.....	191
10.5.1	项目任务的划分.....	191
10.5.2	软件项目组织的建立.....	191
10.5.3	人员配备.....	194
10.5.4	指导与检验.....	195
10.6	软件质量保证.....	197
10.6.1	什么是软件质量保证.....	197
10.6.2	软件质量保证(SQA)活动.....	197
10.6.3	质量保证与检验.....	198
10.6.4	软件质量认证.....	199
	习题.....	201
	主要参考文献.....	202

第 1 章 绪 论

本章要点

软件危机的概念、软件危机形成的原因、软件工程的观念。

本章难点

软件危机形成的原因、软件工程的含义。

1.1 软件发展简史

1.1.1 什么是软件

什么是软件？有人说软件就是计算机程序，开发软件就是编写程序。还有人会说软件就是计算机程序和说明书。这种看法对不对呢？

计算机系统是通过运行程序来实现各种不同应用功能的。各种不同功能的程序，包括用于特定目的的程序、支持这些程序运行的系统程序（如操作系统）、管理和控制计算机系统的资源的程序、检查和诊断计算机系统的程序等，统称为软件。软件是计算机系统中与硬件相对应、又相互依存的另一部分，与硬件合二为一共同完成系统的功能。软件是一种产品，作为一种产品，它表达了由计算机硬件体现的计算潜能。不管是驻留在设备中，还是在主机中，软件是一个信息转换器，能产生、管理、获取、修改、显示和转换信息。

21 世纪是信息社会。在农业社会，人类的生存资源主要是土地，个体的农业劳动和手工业劳动是社会生产的基本形式。在工业社会，人类的生存资源主要是资本，大规模的机械化和电气化是工业生产的主要形式。在信息社会，人类的主要生存资源是信息，以所谓 3C 即 Communication（通信）、Control（控制）、Computer（计算机）为社会生产的主要形式。信息是 21 世纪最重要的资源，软件处理信息，并使得这些信息更为有用，对工业生产、商业运作、个人生活等方方面面发挥着巨大作用。当今人类已经离不开软件。

软件可以有如下定义：计算机程序及其说明程序的各种文档的集合。在该定义中，“程序”是对计算任务的处理对象和处理规则的描述，是在运行中能提供所希望的功能和性能的指令集及相应的数据结构。“文档”是有关计算机程序功能、设计、编制、使用的文字资料或图形资料，供用户参考的是使用说明书，供开发人员和维护人员参考的是设计技术资料。概括地说，软件=程序+文档。

随着计算机应用的日益普及，软件变得越来越复杂，规模越来越大，这使得人与

人、人与计算机之间的沟通，保证软件开发与维护工作的顺利进行显得特别重要。因此，文档是必不可少的，仅有程序是不能称之为软件的。

1.1.2 软件分类

无论从用户使用软件的角度，还是从软件开发的角，都有必要对软件系统进行分类。但要给出一个科学的、统一的、严格的软件分类标准是比较困难的。以下从不同角度对软件进行基本的划分。

① 根据软件的功能可以将软件划分为：系统软件、支撑软件、应用软件。系统软件是与计算机硬件紧密结合，以使计算机各部件与相关软件和数据协调、高效工作的软件，如操作系统、数据库管理系统等。支撑软件是协助用户开发软件的工具型软件，如文本编辑程序、编译程序、连接程序、程序库系统等。应用软件是为特定领域服务而开发的软件，种类繁多，遍及人类生活的方方面面，如计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)、系统仿真、专家系统、办公自动化、计算机辅助教学(CAI)等。

② 根据软件的工作方式可以将软件划分为：实时软件、分时软件、交互式软件、批处理软件。实时软件是在事件和数据产生时，立即处理，及时反馈信号，控制需要监测和控制过程的软件，主要包括数据采集、分析、输出三个部分，其处理时间是严格限定的，如果超出这一限制就有可能造成事故。分时软件是多个联机用户同时使用一台计算机的软件，系统把处理机时间划分为时间片，轮流分给各联机用户，各用户都感到只有自己在使用计算机。批处理软件是把一组作业或一批数据已成批的方式一次运行，按顺序逐个处理的软件，用户不能在线干预。

③ 根据软件的规模可以将软件划分为：微型软件、小型软件、中型软件、大型软件、超大型软件、极大型软件。微型软件是指一个人在几天之内可以完成的、不超过 500 行源代码且仅供个人专用的软件，通常不需要严格的测试，也不需要说明书的完整的文档资料。小型软件是指一个人在半年之内可以完成的不超过 2000 行源代码的程序，一般没有与其他程序的接口。中型软件是指 5 人以内在一年的时间里可以完成的 5000~50000 行源代码的程序。大型软件是指 5~10 人在两年时间里可以完成的 5 万~10 万行源代码的程序，它规模庞大，开发过程中往往会出现事先无法预料的不测事件。超大型软件是指 100~1000 人在四、五年时间里可以完成的具有 100 万行源代码的程序，往往划分成若干子项目，每个子项目都是大型软件。极大型软件是指 2000~5000 人在 10 年的时间里可以完成的 1000 万行源代码的程序，往往用于军事、航空航天等领域。

④ 根据软件服务对象的范围可以将软件划分为：定制软件、产品软件。定制软件是接受特定用户(或少数用户)委托，在合同的约束下开发出来的软件。产品软件是指软件开发组织(公司)直接为市场或众多用户服务而开发的软件。

⑤ 根据应用领域可以将软件划分为：操作系统、数据库管理系统、软件开发系统、办公软件(包括字处理软件、电子表格软件等)、财务软件、网络工具软件、图形图像处理软件、多媒体软件、游戏软件、家庭教育软件等。

⑥ 根据软件的收费方式可以将软件划分为：商品化软件、共享软件、免费软件(自由软件)。商品化软件是完全以盈利为目的而开发的软件产品，用户必须完全付费才可以获得其使用权。所谓共享软件往往是业余软件开发者开发的软件，放在因特网上供用

户下载,单用户必须为此适当付费,一般费用要低于商品化软件。免费软件与共享软件类似,但不要求用户付费。

1.1.3 软件技术的发展

从第一台计算机问世以来,为满足日益增长的需求,每次硬件技术的突破都为软件技术新发展提供了更为广阔的空间,开拓了广阔的应用领域。计算机的应用领域从单纯的科学计算发展到军事、经济、科学、文化以及社会生活的各个方面,进而要求计算机的运算速度不断提高,存储容量不断扩大、体积不断缩小。而计算机数量的聚增使得软件系统从简单到复杂,从小型到大型,从封闭式自动化孤岛到网络化的开放式系统。

1.1.4 软件开发技术的发展

计算机刚刚诞生时主要用于科学和工程的数值计算,如今已迅速普及应用到社会生活的每个角落,大量应用属于非数值计算。软件从最初作为硬件的附属品,发展到成为计算机系统不可或缺的组成部分。软件产业的发展成为远远超过硬件产业,业已成为信息产业的支柱产业。

计算机诞生以来,软件开发技术在观念、目标等方面发生了很大的变化。总体上看大致经历了如下三个阶段。

① 个体手工劳动阶段(20世纪50年代初期~60年代中期)。计算机发展早期,软件的生产方式主要是个体手工劳动的方式,这一阶段称作程序设计阶段。这一时期硬件系统价格昂贵、运行速度慢、存储容量小、可靠性差。程序员使用机器语言或汇编语言,怀着极大的热情,将编写程序视作艺术创作,将开发出来的软件视为艺术品。开发程序的目标之一是追求编程技巧和程序的运行效率,同时缺少文档,往往导致所开发出来的程序难读、难懂、难修改。当然,由于此时程序规模很小,程序开发似乎还不需要采用系统化的方法进行管理。一旦出了问题,诸如计划推迟、超过成本预算,或软件出现错误,程序员才开始弥补。

② “软件作坊”阶段(20世纪60年代中期~70年代末期)。由于计算机应用领域的不断扩大,软件需求不断增长,软件变得越来越复杂,设计者不得不组织为合作组织采用分工合作的方式开发程序,即作坊式的软件开发模式,这一阶段称为程序系统阶段。这一时期硬件速度、存储容量以及可靠性有了明显提高,价格明显降低,计算机应用迅速普及,软件需求迅猛增加。程序员采用高级程序设计语言编写程序,虽然有所分工,但仍然依靠个人技巧,开发人员无规范约束,又缺乏软件理论方法,开发技术也没有新的突破。开发人员的素质和落后的开发技术不适应规模日益增长的、越来越复杂的软件系统的开发。软件错误严重,维护费用巨大,更为严重的是,如此开发出来的软件根本就不能维护。最终,“软件危机”出现了。

③ 软件工程阶段(20世纪70年中期~现在)。面对软件开发所遇到的严重问题,1968年由北大西洋公约组织(NATO)在前联邦德国格密斯(Garmish)举行的国际学术会议上正式提出并使用了“软件工程”的概念,软件工程阶段开始了。这一时期硬件向超高速、大容量、微型化、网络化、智能化方向发展。软件应用渗透到人类生活的每个角落,软件的种类空前繁荣,软件的结构空前复杂、规模空前庞大,软件以产品化、系列化、