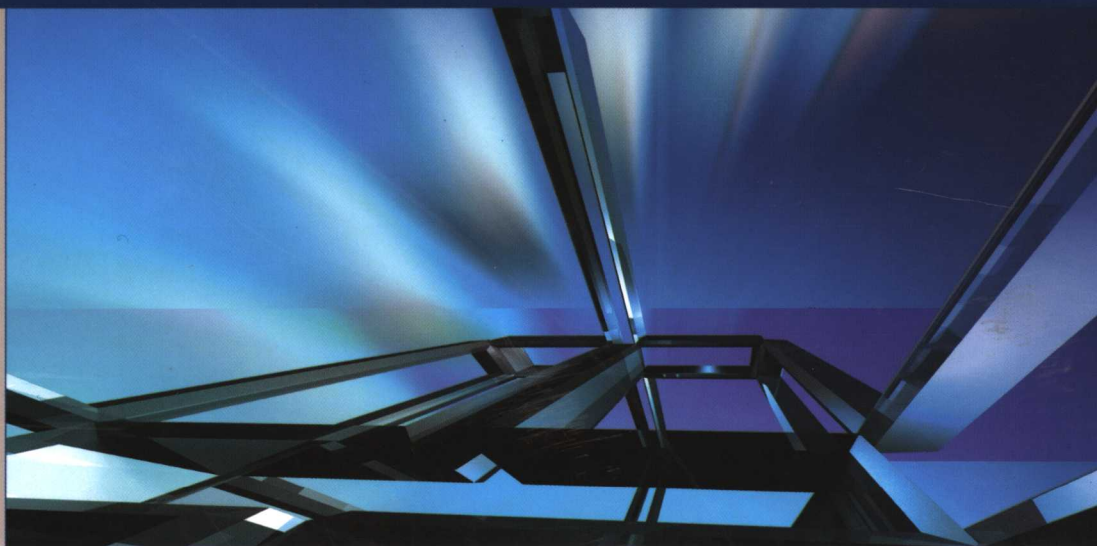




高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

**计算机软件技术专业**

主编 张晓蕾 蒋方纯



# 实用软件工程

李龙澍 编

免费提供

教学相关资料

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材  
计算机软件技术专业

# 实用软件工程

李龙澍 编

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

实用软件工程 / 李龙澍编. —北京: 人民邮电出版社, 2005.6

ISBN 7-115-13318-2

I. 实... II. 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 047456 号

### 内 容 提 要

本书以商场管理信息系统为线索, 以 Visual Basic 语言为背景, 系统讲述软件工程的基本原理和面向对象的软件开发方法, 内容包括软件工程和面向对象的基本概念、软件需求分析、类和对象的设计方法、用户界面设计、数据库设计、详细设计、编码、测试和维护、管理技术等。全书针对高职高专学生的特点, 将重点放在让读者掌握分析问题和解决问题的能力上, 力求将复杂的概念用简洁的语言描述出来, 让读者学完本书后会分析设计实际软件系统。

本书内容丰富、结构合理、语言流畅、通俗易懂、实用性强, 融趣味性于科学性于一体。本书作为高职高专计算机及相关专业软件工程课程的教材, 也适合作为非计算机专业本科生的选修课教材, 还可以供各类计算机软件开发人员学习使用。

高职高专计算机技能型紧缺人才培养规划教材

计算机软件技术专业

### 实用软件工程

- 
- ◆ 编 李龙澍
  - 责任编辑 潘春燕
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787 × 1092 1/16  
印张: 16.25  
字数: 379 千字 2005 年 6 月第 1 版  
印数: 5 001—7 000 册 2006 年 8 月北京第 3 次印刷

ISBN 7-115-13318-2/TP · 4616

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

# 高职高专计算机技能型紧缺人才培养

## 规划教材编委会

主 任 武马群

副主任 王泰峰 徐民鹰 王晓丹

编 委 (以姓氏笔画为序)

马 伟 安志远 向 伟 刘 兵 吴卫祖 吴宏雷  
余明辉 张晓蕾 张基宏 贺 平 柳 青 赵英杰  
施晓秋 姜 锐 耿 壮 郭 勇 曹 炜 蒋方纯  
潘春燕

## 丛书出版前言

目前,人才问题是制约我国软件产业发展的关键。为加大软件人才培养力度和提高软件人才培养质量,教育部继在2003年确定北京信息职业技术学院等35所高职院校试办示范性软件职业技术学院后,又同时根据《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》(教职成[2003]5号)的要求,组织制定了《两年制高等职业教育计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养指导方案》。示范性软件职业技术学院与计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养工作,均要求在较短的时间内培养出符合企业需要、具有核心技能的软件技术人才,因此,对目前高等职业教育的办学模式和人才培养方案等做较大的改进和全新的探索已经成为学校的当务之急。

据此,我们认为做一套符合上述一系列要求的切合学校实际的教学方案尤为重要。遵照教育部提出的以就业为导向,高等职业教育从专业为本向职业岗位和就业为本转变的指导思想,根据目前高等职业院校日益重视学生将来的就业岗位,注重培养毕业生的职业能力的现状,我们联合北京信息职业技术学院等几十所高职院校和普拉内特计算机技术(北京)有限公司、福建星网锐捷网络有限公司、北京索浪计算机有限公司等软件企业共同组建了计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养教学方案研究小组(以下简称研究小组)。研究小组对承担计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的79所院校的专业设置情况做了细致的调研,并调查了几十所高职院校计算机相关专业的学生就业情况以及目前软件企业的人才市场需求状况,确定首批开发目前在高职院校开设比较普遍的计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术和计算机应用技术等4个专业方向的教学方案。

同时,为贯彻教育部提出的要与软件企业合作开展计算机应用与软件技术专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的精神,使高等职业教育培养出的软件技术人才符合企业的需求,研究小组与许多软件企业的专家们进行了反复研讨,了解到目前高职院校的毕业生的实际动手能力和综合应用知识方面较弱,他们和企业需求的软件人才有着较大的差距,到企业后不能很快独当一面,企业需要投入一定的成本和时间进行项目培训。针对这种情况,研究小组在教学方案中增加了“综合项目实训”模块,以求强化学生的实际动手能力和综合应用前期所学知识的能力,探索将企业的岗前培训内容前移到学校的教学中的实验之路,以此增强毕业生的就业竞争力。

在上述工作的基础上,研究小组于2004年多次组织召开了包括企业专家、教育专家、学校任课教师在内的各种研讨会和方案论证会,对各个专业按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”一步步进行了认真的分析和研讨。

- 列出各专业的岗位群及核心技能。针对教育部提出的以就业为导向,根据目前高职高专院校日益关心学生将来的就业岗位的现状,在前期大量调研的基础上,首先提炼各个专业的岗位群。如对某专业的岗位群进行研究时,首先罗列此专业的各个岗位,以便能正确了解

每个岗位的职业能力，再根据职业能力进行有意义的合并，形成各个专业的岗位群，再对每个岗位群总结和归纳出其核心技能。

- 根据岗位群及核心技能做出教学方案。在岗位群及核心技能明确的前提下，列出此岗位应该掌握的知识点，再依据这些知识点推出应该学习的课程、学时数、课程之间的联系、开课顺序并进行必要的整合，最终形成一套科学完整的教学方案。

为配合学校对技能型紧缺人才的培养工作，在研究小组开发上述4个专业的教学方案的基础上，我们组织编写了这套包含计算机软件技术、计算机网络技术、计算机多媒体技术及计算机应用技术等4个专业的教材。本套教材具有以下特点。

- 注重专业整体策划的内涵。对各专业系列教材按照“岗位群→核心技能→知识点→课程设置→各课程应掌握的技能→各教材的内容”的思路组织开发教材。

- 按照“理论够用为度”的原则，对各个专业的基础课进行了按需重新整合。

- 各专业教材突出了实训的比例，注重案例教学。每本教材都配备了实验、实训的内容，部分专业的教材配备了综合项目实训，使学生通过模拟具体的软件开发项目了解软件企业的运行环境，体验软件的规范化、标准化、专业化和规模化的开发流程。

为了方便教学，我们免费为选用本套教材的老师提供部分专业的整体教学方案及教学相关资料。

- 所有教材的电子教案。
- 部分教材的习题答案。
- 部分教材中实例制作过程中用到的素材。
- 部分教材中实例的制作效果以及一些源程序代码。

本套教材以各个专业的岗位群为出发点，注重专业整体策划，试图通过对系列教材的整体构架，探索一条培养技能型紧缺人才的有效途径。

经过近两年的艰苦探索和工作，本套教材终于正式出版了，我们衷心希望，各位关心高等职业教育的读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正，提出修改意见，也热切盼望从事高等职业教育的教师以及软件企业的技术专家和我们联系，共同探讨计算机应用与软件技术专业的教学方案和教材编写等相关问题。来信请发至 [panchunyan@ptpress.com.cn](mailto:panchunyan@ptpress.com.cn)。

# 前 言

随着信息科学的发展，计算机应用的范围越来越广，计算机软件的社会需求量也越来越大。软件产业是信息产业的核心，软件产业化的一个重要方面是软件开发工程化，采用先进的工程化方法进行软件开发是实现软件产业化的关键技术手段。软件工程是用科学知识和技术原理来定义、开发和维护软件的一门学科。它应用工程的概念、原理、技术和方法，应用科学的开发技术和管理方法来开发软件。软件工程的目的是提高软件产品的质量和软件开发效率，减少软件维护的难度。

随着计算机软件系统规模的增大，经常会是多人合作开发一个软件系统，但这也引出了一系列问题：多人怎么分工协作？出现错误怎么改正？用户新的需求怎么加入？计算机硬件和操作系统更新了，软件怎么更新？为了解决软件开发中存在的问题，逐步形成了面向对象的方法学。在面向对象的方法学中，尽量模拟人类的习惯思维方式，使开发软件的方法尽可能与人类解决问题的方法一致，也就是把人类认识的完整事物，包括事物的属性和功能，在软件中作为一个不可分割的整体——对象，使描述事物的问题空间和模拟事物的对象空间，在结构上保持一致。

本书是作者在多年从事软件工程教学的基础上编写的，书中根据作者多年的教学经验，针对学生在学习遇到的问题，反复修正教学内容，总结启发式教学方法，力争让学生学得会、用得上。

本书的特点是：思路清晰，以商场管理信息系统为线索，重点放在让读者掌握分析问题和解决问题的能力上；通俗易懂，将复杂的概念用读者容易理解的简洁语言描述出来；由浅入深，从最简单的概念开始让读者逐步掌握面向对象软件开发的基本方法；重在实用，以 Visual Basic 语言为背景让读者学完本书后会分析、设计和实现软件系统。

本书是在李龙澍教授的规划和主持下完成的。参加初稿撰写工作的还有：徐怡（第 3 章）、庞开放（第 4 章和第 5 章）、华珊珊（第 6 章和第 10 章的 2、3 节）、叶红（第 7 章和第 9 章）、余斌（第 8 章）、杨涛（第 11 章）、杨为民（第 12 章），此外，叶红也参加了第 10 章的 2、3 节的编写工作，杨为民参加了本书的版面设计工作。最后全书经过李龙澍反复修改后定稿。安徽大学的程慧霞教授为本书提出了许多建设性的宝贵意见，安徽大学计算机科学与技术学院的教师和领导对本书的编写工作给予了有力支持，作者表示衷心感谢。

由于作者水平有限，难免出现一些疏漏和错误，殷切希望读者提出宝贵的批评建议和修改意见。

编 者

2005 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章</b>	<b>软件工程概述</b> .....	1
1.1	软件 .....	1
1.1.1	软件的发展过程 .....	1
1.1.2	什么是软件 .....	3
1.1.3	软件的分类 .....	4
1.2	软件危机 .....	6
1.2.1	软件危机的表现 .....	7
1.2.2	产生软件危机的原因 .....	8
1.2.3	解决软件危机的方法 .....	9
1.3	软件工程 .....	9
1.3.1	什么是软件工程 .....	9
1.3.2	软件的目标 .....	10
1.3.3	软件工程原则 .....	11
1.4	软件工程方法学 .....	11
1.4.1	软件生命周期方法学 .....	11
1.4.2	面向对象方法学 .....	13
1.5	软件过程 .....	13
1.5.1	瀑布模型 .....	13
1.5.2	快速原型模型 .....	14
1.5.3	螺旋模型 .....	15
1.6	小结 .....	16
	习题 .....	17
<b>第 2 章</b>	<b>面向对象技术基础</b> .....	19
2.1	面向对象概述 .....	19
2.1.1	传统软件开发方法存在的问题 .....	19
2.1.2	面向对象的基本概念 .....	20
2.2	对象 .....	22
2.2.1	一个对象实例 .....	22
2.2.2	对象的定义 .....	23
2.2.3	对象的特点 .....	23
2.3	面向对象方法学概述 .....	24
2.3.1	面向对象方法学的基本原则 .....	24



2.3.2	面向对象方法学的优点	25
2.3.3	典型的面向对象过程模型	26
2.4	对象模型	27
2.4.1	类的表示	27
2.4.2	类之间的关系	29
2.5	小结	30
	习题	31

<b>第3章</b>	<b>需求分析</b>	32
3.1	软件的可行性研究	32
3.1.1	可行性研究的任务	32
3.1.2	可行性研究的步骤	33
3.2	系统开发计划	34
3.2.1	系统开发计划的内容	34
3.2.2	系统开发计划复审	35
3.3	需求分析的任务	35
3.4	需求分析的方法	37
3.4.1	面向数据流的分析方法的思路	37
3.4.2	结构化分析方法的过程	37
3.5	数据流图	38
3.5.1	数据流图中的符号	38
3.5.2	设计数据流图的步骤	39
3.5.3	案例分析	40
3.5.4	数据流元素的命名	42
3.5.5	绘制数据流图应注意的问题	42
3.5.6	数据流图的用途	43
3.6	数据词典	44
3.6.1	数据词典的应用范围	44
3.6.2	数据词典的定义	44
3.6.3	数据词典的用途	46
3.6.4	数据词典的实现	46
3.7	需求分析过程	47
3.7.1	回溯分析方法	47
3.7.2	用户复查	48
3.7.3	细化数据流图	48
3.7.4	修正开发计划	48
3.7.5	书写文档	49
3.7.6	审查和复审	49
3.8	需求分析的其他工具	49

3.8.1	E-R 模型	49
3.8.2	层次方框图	50
3.8.3	IPO 图	51
3.8.4	Warnier 图	51
3.9	软件需求的验证	51
3.9.1	需求规格说明	51
3.9.2	验证软件需求正确性的原则	52
3.9.3	验证软件需求的方法	53
3.10	实例——商场管理信息系统需求分析	53
3.11	小结	54
	习题	55
<b>第 4 章</b>	<b>系统体系结构设计</b>	<b>56</b>
4.1	系统设计的核心内容	56
4.2	软件体系结构的概念	57
4.2.1	软件体系结构的兴起	57
4.2.2	软件体系结构的定义	58
4.3	软件体系结构的风格	59
4.3.1	软件体系结构的风格概述	59
4.3.2	两层客户机/服务器结构	60
4.3.3	三层客户机/服务器结构	62
4.4	软件体系结构设计	64
4.4.1	软件体系结构设计原则	64
4.4.2	体系结构的选择	66
4.4.3	技术选型	67
4.4.4	体系结构设计步骤	67
4.4.5	三层客户机/服务器结构的应用	68
4.5	模块设计	71
4.5.1	模块与模块化	71
4.5.2	模块设计原则	72
4.5.3	模块设计步骤	72
4.6	小结	73
	习题	73
<b>第 5 章</b>	<b>用户界面设计</b>	<b>74</b>
5.1	什么是好的用户界面	74
5.2	用户界面的风格分析	75
5.3	学生成绩管理系统用户界面设计	75
5.3.1	“学生成绩管理”菜单设计	75

5.3.2	“增加学生成绩”窗口设计	78
5.4	用户界面设计原则	80
5.5	用户界面设计步骤	87
5.6	用户界面设计的评价	89
5.7	小结	89
	习题	90
<b>第 6 章</b>	<b>数据库设计</b>	<b>91</b>
6.1	数据库设计的基本概念	91
6.1.1	数据库设计引论	91
6.1.2	数据库设计过程	92
6.2	数据库概念设计	93
6.2.1	E-R 数据模型	94
6.2.2	E-R 图	96
6.2.3	扩充 E-R 数据模型	97
6.2.4	局部概念结构设计	97
6.2.5	总体概念结构设计	98
6.3	逻辑结构设计	98
6.3.1	E-R 图到关系模型的转换	99
6.3.2	逻辑模式的规范化、调整 and 实现	101
6.4	物理结构设计	101
6.5	商场管理信息系统的数据库设计举例	101
6.5.1	概念设计	101
6.5.2	逻辑设计	103
6.6	小结	110
	习题	111
<b>第 7 章</b>	<b>类和对象的设计</b>	<b>112</b>
7.1	建立类和对象的模型	112
7.1.1	什么是模型	112
7.1.2	建模的目的	113
7.1.3	面向对象分析设计模型的一般形式	113
7.1.4	面向对象分析设计的一般原则	116
7.2	寻找系统中的类	117
7.2.1	列出需求说明中的名词	118
7.2.2	筛选出候选类	120
7.3	确定类或对象之间的关系	122
7.3.1	找出关联关系	122
7.3.2	组成关系	126

7.3.3 继承关系 .....	128
7.4 设计类的属性 .....	130
7.5 设计类的职责 .....	132
7.5.1 分析系统的交互行为 .....	132
7.5.2 将交互行为分配到类或对象 .....	134
7.6 小结 .....	138
习题 .....	138
<b>第 8 章 详细设计</b> .....	<b>140</b>
8.1 什么是详细设计 .....	140
8.2 结构化设计 .....	141
8.2.1 程序流程图 .....	141
8.2.2 盒图 .....	145
8.2.3 PAD .....	146
8.2.4 判定表 .....	148
8.2.5 判定树 .....	149
8.2.6 过程设计语言 .....	150
8.3 Jackson 设计方法 .....	151
8.3.1 Jackson 图 .....	151
8.3.2 Jackson 设计方法 .....	152
8.3.3 使用 Jackson 方法开发实例 .....	153
8.4 小结 .....	156
习题 .....	156
<b>第 9 章 协作与子系统</b> .....	<b>158</b>
9.1 协作 .....	158
9.1.1 什么是协作 .....	158
9.1.2 发现协作 .....	159
9.1.3 将协作记录到类图中 .....	160
9.1.4 检查协作 .....	160
9.2 子系统 .....	160
9.2.1 子系统的粒度 .....	161
9.2.2 子系统的交互 .....	161
9.2.3 子系统的组织方案 .....	162
9.2.4 子系统的连接 .....	163
9.3 人机交互子系统 .....	163
9.3.1 设计用户界面的原则 .....	164
9.3.2 设计人机交互子系统的策略 .....	165
9.4 数据管理子系统 .....	166

9.4.1	选择数据存储管理模式 .....	166
9.4.2	设计数据管理子系统 .....	167
9.5	问题域子系统 .....	169
9.5.1	需求变化 .....	169
9.5.2	重用已有的类 .....	169
9.5.3	设计组合类 .....	170
9.6	任务管理子系统 .....	170
9.6.1	分析并发性 .....	170
9.6.2	划分、设计任务管理子系统 .....	170
9.7	小结 .....	172
	习题 .....	172
<b>第 10 章</b>	<b>编码 .....</b>	<b>173</b>
10.1	程序设计风格 .....	173
10.1.1	代码的结构 .....	173
10.1.2	数据说明和语句构造 .....	174
10.1.3	结构化程序设计 .....	174
10.2	研制界面 .....	175
10.2.1	前台销售子系统 .....	175
10.2.2	财务管理子系统 .....	176
10.2.3	业务部门子系统 .....	178
10.2.4	库房管理子系统 .....	179
10.2.5	人事管理子系统 .....	181
10.3	代码分析与实现 .....	183
10.3.1	前台销售子系统 .....	183
10.3.2	业务管理子系统 .....	186
10.3.3	人事管理子系统 .....	187
10.3.4	库房管理和财务管理 .....	189
10.4	小结 .....	190
	习题 .....	190
<b>第 11 章</b>	<b>测试与维护 .....</b>	<b>191</b>
11.1	软件测试的步骤 .....	191
11.2	白盒测试和黑盒测试 .....	192
11.3	模块测试 .....	193
11.4	集成测试 .....	194
11.4.1	渐进式测试 .....	194
11.4.2	不同测试策略的比较 .....	196
11.5	验收测试 .....	197

11.6	测试方案设计	198
11.6.1	逻辑覆盖法	198
11.6.2	边界值分析法	201
11.6.3	等价划分法	201
11.6.4	错误推测法	204
11.7	调试方法与技术	204
11.7.1	调试方法	204
11.7.2	调试技术	206
11.8	测试工具	206
11.9	软件系统维护	207
11.9.1	软件系统维护的基本概念	208
11.9.2	软件系统维护的方式	209
11.9.3	软件系统维护的过程	210
11.9.4	软件系统可维护性度量	212
11.10	小结	214
	习题	215
<b>第 12 章</b>	<b>管理技术</b>	<b>216</b>
12.1	项目管理	216
12.1.1	什么是项目	216
12.1.2	什么是项目管理	217
12.1.3	项目管理的各个阶段	217
12.1.4	软件项目管理的任务、目标	219
12.2	人员组织	219
12.2.1	项目参与者	220
12.2.2	人员素质	220
12.2.3	软件项目组的结构	223
12.2.4	高效的项目开发组	223
12.3	成本估算	224
12.3.1	估算策略	224
12.3.2	常用的成本估算模式	225
12.4	进度计划	228
12.4.1	软件开发项目的并行性	228
12.4.2	阶段工作量的分配	229
12.4.3	项目开发的进度安排图	230
12.5	质量管理	231
12.5.1	软件质量	232
12.5.2	质量保证	234
12.6	小结	235

习题.....	236
<b>附录 A</b> 课程设计题目.....	237
<b>附录 B</b> 面向对象设计的常用符号.....	238
参考文献.....	241

在人类文明的发展史上,科学技术的进步一直是社会发展的巨大推动力。随着社会进步和科学技术的发展,特别是 1946 年世界上第一台电子计算机的诞生,标志着人类由工业化社会进入了信息化社会,以计算机产业和计算机应用服务业为支柱的信息产业,成了信息化社会的主要基础之一。

计算机系统由硬件和软件两部分组成,20 世纪 60 年代以来,由于新的微电子器件的出现,计算机硬件的性能和质量逐年提高,计算机硬件的价格大幅度下降,使得计算机的应用遍及到社会的各个领域和部门,成为人们日常工作和生活中不可缺少的工具。随着计算机应用的日益普及,人们对软件的需求量急剧增加。但是,计算机软件开发技术却远远没有跟上硬件技术的发展,使得软件开发的成本逐年剧增,更为严重的是,软件的质量没有可靠的保证。软件开发的速度与计算机普及的速度不相适应,软件的质量与应用的要求不相适应,软件开发技术已经成为影响计算机系统发展的“瓶颈”。

计算机软件开发早期形成的错误的开发方式,严重阻碍了计算机软件的开发,更为严重的是开发出的软件几乎无法维护,这导致了 20 世纪 60 年代软件危机的发生。60 年代后期,西方的计算机科学家开始认真研究解决软件危机的方法,提出借鉴工程界严密完整的工程设计思想来指导软件的开发与维护,从而在计算机科学领域形成了一门新的学科,称为软件工程。

### 1.1 软 件

本节讨论软件的发展过程,介绍有关软件的基本概念和软件的特点,从不同的角度分析、叙述软件分类。

#### 1.1.1 软件的发展过程

自从 1946 年世界上第一台计算机诞生,计算机软件就诞生了,随着计算机科学的发展,计算机软件经历了漫长的发展演变过程,具体分为以下 4 个时期。

(1) 从 1946 年到 20 世纪 60 年代初,是计算机软件发展的初期,一般称为程序设计时期,其主要特征是程序生产方式为个体手工方式。这个时期,人们最关心的是计算机硬件的发展,由于硬件价格昂贵、速度慢、存储器容量小,程序员只注意到如何缩短 CPU 时间,如何节省存储单元等程序设计技巧。工程技术人员为解决某个实际问题而自己编写程序,程序的规模很小,程序的开发者和使用者又往往是同一组人,无需向其他人做任何的交待和解释。这种个体化的软件开发环境,主要采用批处理技术,开发程序只是靠开发者头脑中的“腹稿”,



自己定义自己的软件。程序开发的结果，除了程序流程图和源程序清单可以留下来之外，没有任何其他形式的文档资料保留下来，开发出的程序根本无法维护。此时只有程序的概念，没有软件的概念。

在这个时期，由于计算机硬件体积大，存储器容量小，运算速度比较慢，为了解决计算机内存容量不够和运算速度太低的矛盾，十分重视编程技巧。这种过分追求编程技巧的程序，降低了程序的可读性，其他人很难读懂。

(2) 从 20 世纪 60 年代初期到 70 年代初期，是计算机软件发展的第二个时期，这个时期一般称为程序系统时期。这时计算机硬件有了较大的发展，存储量和运算速度有了极大的提高，随着中断技术的出现和人机交互设备的改进，为计算机应用领域的扩大提供了可能性，计算机由单一的科学计算，扩展到各种数据处理、实时工业控制等方面，出现了通用的数据库管理系统。这个时期的软件规模在不断增大，各个软件成分之间的关系也变得比较复杂，软件的通用性也比较强。

这个时期软件系统中程序的规模已经很大，有的软件中程序已达到几十万甚至上百万条语句，复杂程度已经远远超出一个人的智力跨度范围，程序的设计已不可能由一个人独立完成，而需要多人分工协作，软件的运行维护也需要多人参加。软件的开发方式由“个体生产”发展到了“软件作坊”。软件产品广泛销售，软件数量急剧增加，软件产业诞生了。

这个时期软件开发的主要特征表现为以下 3 个方面。

① 软件的开发方式由“个体生产”发展到“软件作坊”。

② 程序的运行、维护由多人承担。

③ 软件成为计算机系统中与硬件同等重要的组成部分，成为计算机系统的两大部件之一。

量变往往引起质变。由于软件规模的增大，在软件的开发过程中，所有分析设计人员、编程人员、测试人员、维护人员与用户之间，必须有一种共同理解的约定，硬件工程师和软件工程师之间也需要相互制约。可是“软件作坊”基本上沿用了软件发展早期所形成的个体化的开发方式，大型软件逻辑关系变得复杂，软件开发与维护难度增大；另一方面，随着硬件的发展和用户需求的变化，软件也必须得到修改，使得软件的开发与维护费用以惊人的速度增加。更为严重的是，由于程序的个体化开发特征，使得许多软件产品根本不能维护，最终导致出现了严重的“软件危机”，为了解决“软件危机”，诞生了软件工程学。

(3) 从 20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期，是计算机软件发展的第三个时期，一般称为软件工程时期。这个时期计算机硬件由集成电路计算机发展到大规模集成电路计算机，进一步发展到超大规模集成电路计算机，计算机也进一步普及，并且开辟了更为广泛的应用领域。这时软件产业已经兴起，软件作坊已经发展为软件公司，甚至是跨国公司。软件的开发不再是“个体化”或“手工作坊”式的开发方式，而是以工程化的思想为指导，用工程化的原则、方法和标准来开发和维护软件。软件开发的成功率大大提高，软件的质量也有了基本保证。其基本特征是软件已经产品化、系列化、标准化和工程化，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。随着网络技术的发展，可以将一个任务分解成多个子任务在多台计算机上同时运行，单机软件发展为分