



高等院校计算机技术与应用系列规划教材

The Technical Basics

of Engineering

Applied

Software Development

The Technical Basics

of Engineering

Applied

Software Development

工程应用软件开发技术

The Technical Basics

of Engineering

Applied

Software Development

The Technical Basics

of Engineering

Applied

Software Development

蔡 娥 许跃敏 编著

齐治昌 主审



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

高等院校计算机技术与应用系列规划教材

工程应用软件开发技术

蔡 娥 许跃敏 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程应用软件开发技术 / 蔡娥, 许跃敏编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2008.10

ISBN 978-7-308-06205-3

I. 工… II. ①蔡…②许… III. 软件开发 IV. TP311.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 154276 号

工程应用软件开发技术

蔡 娥 许跃敏 编著

策 划 希 言
责任编辑 黄娟琴
文字编辑 许佳颖
封面设计 氧化光阴
出版发行 浙江大学出版社
(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)
(网址: <http://www.zjupress.com>
<http://www.press.zju.edu.cn>)
电话: 0571-88925592, 88273066 (传真)
排 版 杭州中大图文设计有限公司
印 刷 杭州浙大同力教育彩印有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20
字 数 402 千
版 次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷
印 数 0001-3000
书 号 ISBN 978-7-308-06205-3
定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571) 88925591

高等院校计算机技术与应用系列

规划教材编委会

顾问

李国杰 中国工程院院士,中国科学院计算技术研究所所长,浙江大学计算机学院院长

主任

潘云鹤 中国工程院常务副院长,院士,计算机专家

副主任

陈 纯 浙江大学计算机学院常务副院长、软件学院院长,教授,浙江省首批特级专家

卢湘鸿 北京语言大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任,秘书长

冯博琴 西安交通大学计算机教学实验中心主任,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会副主任委员,全国高校第一届国家级教学名师

何钦铭 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员

委员(按姓氏笔画排列)

马斌荣 首都医科大学教授,2006—2010 年教育部高等学校医药类计算机基础课程教学指导分委员会副主任,北京市有突出贡献专家

石教英 浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室学术委员会委员,浙江大学计算机学院教授,中国图像图形学会副理事长

刘甘娜 大连海事大学计算机学院教授,原教育部非计算机专业计算机课程教学指导分委员会委员

庄越挺 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员

- 许端清 浙江大学计算机学院教授
- 宋方敏 南京大学计算机系副主任,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张长海 吉林大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校理工类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 张 森 浙江大学教授,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任,全国高等院校计算机基础教育研究会副理事长
- 邹逢兴 国防科技大学教授,全国高校第一届国家级教学名师
- 陈志刚 中南大学信息学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 陈根才 浙江大学计算机学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校农林类计算机基础课程教学指导分委员会委员
- 陈 越 浙江大学软件学院副院长,教授,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会软件工程专业教学指导分委员会委员
- 岳丽华 中国科学技术大学教授,中国计算机学会数据库专委会委员,2006—2010 年教育部高等学校计算机科学与技术专业教学指导分委员会委员
- 耿卫东 浙江大学计算机学院教授,CAD&CG 国家重点实验室副主任,教育部高等学校文科计算机基础教学指导委员会副主任
- 鲁东明 浙江大学计算机学院教授,浙江大学网络与信息中心主任

序 言

在人类进入信息社会的 21 世纪,信息作为重要的开发性资源,与材料、能源共同构成了社会物质生活的三大资源。信息产业的发展水平已成为衡量一个国家现代化水平与综合国力的重要标志。随着各行各业信息化进程的不断加速,计算机应用技术作为信息产业基石的地位和作用得到普遍重视。一方面,高等教育中,以计算机技术为核心的信息技术已成为很多专业课教学内容的有机组成部分,计算机应用能力成为衡量大学生业务素质与能力的标志之一;另一方面,初等教育中信息技术课程的普及,使高校新生的计算机基本知识起点有所提高。因此,高校中的计算机基础教学课程如何有别于计算机专业课程,体现分层、分类的特点,突出不同专业对计算机应用需求的多样性,已成为高校计算机基础教学改革的重要内容。

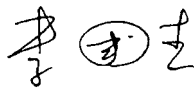
浙江大学出版社及时把握时机,根据 2005 年教育部“非计算机专业计算机基础课程指导分委员会”发布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的几点意见”以及“高等学校非计算机专业计算机基础课程教学基本要求”,针对“大学计算机基础”、“计算机程序设计基础”、“计算机硬件技术基础”、“数据库技术及应用”、“多媒体技术及应用”、“网络技术与应用”六门核心课程,组织编写了大学计算机基础教学的系列教材。

该系列教材编委会由国内计算机领域的院士与知名专家、教授组成,并且邀请了部分全国知名的计算机教育领域专家担任主审。浙江大学计算机学院各专业课程负责人、知名教授与博导牵头,组织有丰富教学经验和教材编写经验的教师参与了对教材大纲以及教材的编写工作。

该系列教材注重基本概念的介绍,在教材的整体框架设计上强调针对不同专业群体,体现不同专业类别的需求,突出计算机基础教学的应用性。同时,充分考虑了不同层次学校在人才培养目标上的差异,针对各门课程设计了面向不同对象的教材。除主教材外,还配有必要的配套实验教材、问题解答。教材内容丰富,体例新颖,通俗易懂,反映了作者们对大学计算机基础教学的最新探索与研究成果。

希望该系列教材的出版能有力地推动高校计算机基础教学课程内容的改革与发展,推动大学计算机基础教学的探索和创新,为计算机基础教学带来新的活力。

中国工程院院士
中国科学院计算技术研究所所长
浙江大学计算机学院院长



前 言

如果没有软件,对人类社会及其生活方式产生深刻影响的计算机就无法体现出价值。显然,非计算机类技术人员是行业软件“使用者”的主体,那么,他们与软件“生产者”的主体有什么关系?事实证明,由于涉及行业背景知识,应用软件的开发不能完全依赖计算机专业技术人员,必须有各个行业专业技术人员的参与。只有这样,才能开发出真正适用的软件产品,才能真正使用好、维护好这些专业软件。

编者* 从事工程应用软件开发工作近 20 年,以下几点感触颇深。

(1) 行业应用软件开发人才缺口非常大,特别是缺少具备一定工程专业知识的软件开发人员。

(2) 专业技术人员大多不了解软件开发过程,与软件开发人员沟通困难。

(3) 虽然针对计算机专业的教材很多,但太深、太专,缺少实用的工程应用软件开发教材。

(4) 高校学生对软件开发非常热忱,但学习过程盲目,因此,往往是学了一大堆计算机类课程,却未必能开发出功能要求低、维护性能好的软件。

(5) 目前,高校普遍没有针对理工科学生开设类似软件的开发课程,仅有一点语言基础的学生根本不具备软件开发的能力,无法开发领域应用软件。

(6) 技术人员在工作中自学获得软件开发的基本技能非常困难。

高校是培养各类技术人才的基地,非常有必要在学校加强学生软件开发技能的训练,培养学生利用计算机解决本专业领域问题的能力,这也是高等教育界必须面对的课题。从全国范围看,目前这方面的教学研究、教学计划、课程设置和教材编写几乎是空白。

编者认为,与面向工科学生开设的高等数学和普通物理等公共基础课程类似,工程应用软件开发技术有必要从计算机专业课程中分离出来,结合工程型、应用型软件的特点以及一般理工科学生的基础,构建自己的教学体系,成为面向非计算机类理工科学生的公共基础课程。

有鉴于此,编者结合自己多年来实际应用软件开发的经验以及对计算机类课程的学习

* 编者之一是机械专业毕业生,从本科高年级(1989 年)就开始参与专业应用软件的开发工作,并对此产生浓厚兴趣。硕士期间选修了近 30 个学分的计算机类课程,硕士论文的主要任务也是开发一个专业软件,但是依然没有建立起软件开发的总体框架,直到博士期间参与国家“九五”攻关项目后,才将这些孤立的知识点初步融会贯通,前后历时约 10 年。

习体会,首先在浙江大学过程装备与控制工程专业面向研究生和本科生开设“工程应用软件开发技术”课程,并编写了配套讲义。经过五年的教学实践,不断探索、尝试和总结,教学内容逐渐稳定,讲义日臻完善,形成了比较完善的教学体系,在培养非计算机专业学生的软件开发基础能力上取得了明显的效果。

本书在讲义的基础上整理而成。内容经过反复推敲,具有如下特点:

(1) 从工程应用软件开发的角度来组织和整理计算机知识。应用软件开发除了行业知识外,涉及大量计算机知识,如软件工程、数据结构、计算机语言和数据库技术等,它们的每一方面都是计算机类学生知识体系结构上的一环,有对应的课程和教材,但非计算机专业学生没有足够的时间、精力逐一学习。本书从实用的角度出发,精选了工程应用软件开发必备的各门知识的基础,只求“够用”,不求“精深”、“全面”,但并非这些课程的“缩写版”。

(2) 本书在讲述技术内容的过程中,重点强调软件开发各个过程的“思想”,引导读者始终从系统分析员、软件使用者的角度来学习软件开发技术,而不仅从程序员的角度来考虑问题。

(3) 本书内容丰富,但并非各个知识点的简单拼凑,每一类知识点都围绕“工程应用软件开发”这一主题展开,章节间既有相对的独立性,又有深刻的联系。高校可以根据自己的教学目的,选择其中的某些内容。

(4) 本书在介绍编程语言时,对内容进行了大胆的取舍,不同于编程语言书籍的缩写版。本书以应用最广的 C/C++ 语言为例,重点讲述语言学习中的难点和易混淆的知识点,强调良好的编程习惯;基本略过语法、结构等编程书籍必讲和读者容易掌握的内容。

(5) 本书提供的 3 个工程实例,都来源于编者开发完成的工程应用软件。书中的实例力求贴近实际应用,深入浅出,便于读者理解和应用。

本书可以作为各类高校非计算机专业学习软件开发技术的教学用书,以及有志从事行业软件开发的技术人员的参考用书;也可以作为专业软件维护和管理人员的参考书。

本书由蔡娥和许跃敏合作编写。编写过程中,浙江大学有关师生提出了许多建议和意见,在此深表感谢。同时,也特别感谢浙江大学出版社领导和编辑的大力支持。

限于作者水平,本书错漏之处在所难免,旨在抛砖引玉;非常希望得到使用本书的老师和读者的指正。编者邮件地址为 cecaie@zju.edu.cn,欢迎交流。

编 者

2008 年 1 月于求是园

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 引 言	2
1.2 软件开发的基本概念	3
1.2.1 信息与数据	3
1.2.2 软 件	3
1.2.3 软件的特点	5
1.2.4 软件工程	6
1.2.5 软件开发必备的计算机基础	6
1.3 软件开发及发展史	7
1.3.1 过程化技术阶段	8
1.3.2 过程结构化技术阶段	9
1.3.3 数据结构化技术阶段	9
1.3.4 面向对象技术阶段	10
1.3.5 研究软件开发技术的目的	11
1.4 软件开发编程语言	12
1.4.1 低级语言	12
1.4.2 中级语言	12
1.4.3 高级语言	13
第 2 章 软件工程	17
2.1 软件工程的基本概念	18
2.1.1 软件危机	18
2.1.2 软件工程	19
2.1.3 软件质量	19
2.1.4 软件的生命周期	20
2.1.5 软件开发模型	20
2.1.6 软件管理与软件过程改进	21
2.2 可行性分析与计划	23
2.2.1 软件系统定义	23
2.2.2 可行性分析	23

2.2.3 软件计划	24
2.3 需求分析	24
2.3.1 需求分析的重要性	24
2.3.2 需求分析的任务	26
2.3.3 需求分析方法	27
2.3.4 需求分析产生的文档	29
2.3.5 需求分析工作心得	30
2.4 交互设计	30
2.5 概要设计	31
2.6 详细设计	32
2.7 软件编程	33
2.8 软件测试	35
2.8.1 软件测试的目的	36
2.8.2 测试过程	37
2.8.3 软件测试经验谈	38
2.9 软件维护	38
2.10 软件文档	40
2.10.1 文档的重要性	41
2.10.2 文档的种类和内容	41
2.10.3 文档的质量要求	42
2.10.4 文档的管理	42
参考文献	43
思考题	43
第3章 数据结构基础	44
3.1 数据结构基本概念	45
3.1.1 数据结构	45
3.1.2 数据模型	47
3.1.3 数据结构分类	48
3.1.4 数据结构表达语言	50
3.2 线性结构	50
3.2.1 线性结构定义	50
3.2.2 用顺序结构实现线性结构	51
3.2.3 用链式结构实现线性表	55
3.3 线性结构应用	61
3.3.1 一元多项式	61
3.3.2 栈	61
3.3.3 队 列	64

3.3.4 数 组	67
3.3.5 特殊矩阵的存储压缩	67
3.4 树结构与二叉树	69
3.4.1 树的定义	70
3.4.2 树的实现	71
3.4.3 树的遍历	76
3.4.4 二叉树	77
3.5 图结构	78
3.5.1 图的定义	79
3.5.2 图的实现	80
3.5.3 图的遍历	83
3.5.4 图的应用	86
3.6 数据结构心得	87
参考文献	88
思考题	88
第4章 C语言深入讨论	91
4.1 C语言与编程语言	92
4.2 数据类型	92
4.3 变 量	95
4.3.1 深入理解变量	95
4.3.2 变量的生命周期和变量名的作用范围	96
4.3.3 动态变量与非动态变量	97
4.4 指针与指针变量	100
4.4.1 理解指针与指针变量	100
4.4.2 指针变量指向动态变量空间	102
4.4.3 多重指针	103
4.4.4 指针的运算	104
4.4.5 指针的作用	105
4.4.6 指针与引用	105
4.4.7 指针与内存错误	107
4.5 位运算的应用	113
4.5.1 是与非的状态标志	113
4.5.2 标识属性的多种状态	114
4.6 复合数据类型——数据结构	116
4.6.1 数 组	116
4.6.2 结构体	119
4.6.3 联 合	121

4.6.4 枚 举	122
4.6.5 类型定义	122
4.7 常 量	123
4.8 表达式与基本语句	126
4.9 函 数	128
4.9.1 理解函数	128
4.9.2 函数的形参与实参结合	131
4.9.3 指向函数的指针	132
4.9.4 函数设计准则	133
4.9.5 良好的编程习惯	133
4.10 文件结构	140
4.10.1 头文件的结构	140
4.10.2 定义文件的结构	141
4.10.3 目录结构	142
参考文献	142
思考题	142
第 5 章 面向对象技术	144
5.1 引 言	145
5.2 面向对象基本概念	145
5.2.1 理解对象	145
5.2.2 理解面向对象	147
5.2.3 理解类	148
5.2.4 抽象对象与抽象类	149
5.2.5 面向对象技术	150
5.2.6 面向对象技术的目标	150
5.3 结构化技术与面向对象技术比较	151
5.4 面向对象的三个特性	155
5.4.1 封装性	155
5.4.2 继承性	156
5.4.3 多态性	157
5.4.4 面向对象技术的优越性	158
参考文献	159
思考题	160
第 6 章 C++ 语言	161
6.1 C++ 语言与 C 语言	162
6.1.1 C++ 简史	162

6.1.2 C 语言与 C++ 语言的比较	162
6.2 类	163
6.2.1 类的声明	164
6.2.2 类的定义	164
6.2.3 成员隐蔽性	167
6.2.4 类成员变量	167
6.2.5 类成员函数	168
6.2.6 类实例对象的创建与取消	179
6.2.7 函数原型认定	181
6.2.8 对象的成员引用	183
6.2.9 类小结	184
6.3 层次性与继承性的实现	185
6.3.1 继承性定义	185
6.3.2 派生类对象的内存分配	186
6.3.3 派生类对象的指针引用	187
6.3.4 构造函数和析构函数的继承性问题	188
6.4 动态性与多态性的实现	188
6.4.1 虚函数	189
6.4.2 抽象类与实例类	191
6.4.3 动态绑定(动态联编)	192
6.4.4 多态性	192
6.4.5 虚函数、多态性的作用	193
6.4.6 重载、覆盖与隐藏的比较	193
6.5 其他技术	196
6.5.1 消息传递	196
6.5.2 运算符重载	196
6.6 面向对象的 C++ 语言开发简述	199
6.6.1 面向对象的 C++ 数据结构设计	199
6.6.2 面向抽象对象的软件系统开发	200
参考文献	202
思考题	202
第 7 章 数据库技术基础	203
7.1 数据库概述	204
7.1.1 为什么要学习数据库	204
7.1.2 数据管理技术的发展历程	205
7.1.3 数据库的基本概念	206
7.1.4 数据库的体系结构	209

7.2 数据模型及分类	211
7.2.1 数据模型的概念	211
7.2.2 数据模型的层次性	211
7.2.3 实体联系模型	213
7.2.4 数据库分类	217
7.3 关系模型与关系数据库理论	219
7.3.1 关系模型	219
7.3.2 从 E-R 图导出关系模型	223
7.3.3 关系数据库理论	224
7.4 关系数据库 SQL 语言	225
7.4.1 SQL 语言概述	225
7.4.2 SQL 语言的功能	225
7.4.3 视 图	232
7.4.4 嵌入式 SQL	232
7.4.5 SQL 在数据库设计中的应用	233
7.5 数据库管理系统	234
7.5.1 数据库管理系统的主要功能	234
7.5.2 数据库管理系统的工作原理	234
7.5.3 数据库管理系统的组成	235
7.5.4 数据库管理系统的安全措施和完整性约束	239
7.6 数据库系统设计	239
7.7 工程数据库	242
7.8 分布式数据库	243
7.9 常用的数据库管理系统与应用软件开发语言简介	244
7.9.1 常用的数据库管理系统	244
7.9.2 常用的应用软件开发环境	245
7.10 数据库小结	246
思考题	247
参考文献	247
第 8 章 工程应用软件开发实例	248
8.1 工程计算系统实训——锅炉热力计算系统	249
8.1.1 问题的提出	249
8.1.2 需求分析	251
8.1.3 系统设计	252
8.1.4 系统实现	254
8.1.5 热力计算系统小结	257
8.2 通用性与专用性的统一——部件设计	258

8.2.1 问题的提出	258
8.2.2 需求分析	258
8.2.3 系统设计	259
8.2.4 系统实现	261
8.2.5 部件设计系统小结	264
8.3 数据库系统——石化企业设备管理系统	264
8.3.1 问题的提出	264
8.3.2 需求分析	265
8.3.3 系统设计	270
8.3.4 系统实现	274
8.3.5 设备管理系统小结	278
8.4 小 结	278
参考文献	279
思考题	279
附录 1 软件分类示例	280
附录 2 锅炉热力计算系统类设计	284

第 1 章

绪 论

软件开发与我们有什么关系？软件只能由计算机专业的技术人员开发吗？

什么是软件？程序就是软件吗？

软件只要实现预期的功能就万事大吉了吗？

非计算机专业人员开发领域应用软件，应该具备怎样的计算机知识结构？

软件开发经历哪几个阶段？各有什么特点？

软件编程语言各有什么特色？

本章将回答上述问题。

首先，我们将阐述计算机要处理的对象——信息与数据，深刻理解软件、软件工程、软件可维护性等基本概念，介绍软件开发技术的发展历史；然后，简要介绍一些计算机高级语言的大致情况。软件虽然不完全是程序，但是软件的功能却必须通过编程来实现。编程语言之于程序员，就如枪支之于军人。通过本章学习，读者可对软件开发技术的基本概念和历史有一个概貌性的了解。

1.1 引言

只要打开计算机,就必然要与软件打交道。那么软件开发与我们有什么关系呢?人们总是想当然地认为,软件运行于计算机上,自然应该由计算机专业的技术人员来开发。这种看法是错误的,至少是片面的。

计算机作为一个工具,为各行各业提供了很大便利,提高了效率,促进了行业技术的快速发展;但大多数行业应用并不直接与计算机技术相关。例如,服装领域的面料、款式设计,工程领域的产品设计、制造和分析,企业的人事、财务管理等。每个行业有各自的知识系统结构,不同行业的应用软件通常不通用,必须专门开发。显然,由于专业知识所限,这些应用软件的开发不可能完全由计算机专业的技术人员承担。

作为非计算机的专业技术人员,即使不作为专业软件开发的主体,也要参与到专业软件开发的过程中来,这样才能使开发出来的软件合乎专业要求。事实上,很多专业软件并不是由专门的软件开发公司开发出来的,比如大型 CAD/CAM/CAE 软件大多是一些大型企业为了自身的产品设计需要而研制的,这使这些公司逐渐发展为独立的信息系统公司。如 I-DEAS 由美国航空及宇航局(NASA)开发、UG 由美国麦道(MD)公司开发、CATIA 由法国达索(Dassault)公司开发等。

这就给我们一个启示:非计算机专业的学生,完全可以并且应该承担起行业应用软件开发的重任。

那么怎样做才能具备工程应用软件开发的基本能力呢?

软件离不开编程,而几乎每个专业的学生都至少学过一门计算机语言类的课程。那么,有了这个基础,是否就可以担当起专业软件开发的重任?答案同样是否定的。

首先,必须明白,软件开发是一项系统工程,必须具备软件工程、数据结构、数据库、软件设计思想等计算机基础知识,还要精通至少一门编程语言,才具备开发专业软件的基本能力。这些基础知识,都是计算机专业的必修课。

其次,还要明白,学习上述课程只是工程应用软件开发的必要条件,而不是充分条件。通常这些课程都是面向计算机专业的学生而开设的,非计算机专业的学生即使有时间和精力选修了这些课程,依然不能建立起工程应用软件开发体系结构。原因很简单,正如所有专业的学生都学习高等数学课程,但文科类学生的高等数学与工科类的高等数学不同,和数学专业的高等数学(数学分析)更存在差异。于是,工科类专业开设了类似“工程数学”类的课程,将工程中最常用的数学知识提炼出来强化学习。所以,非计算机专业学生学习软件开发技术也必定与计算机专业的学生有所区别,我们只需把工程应用软件开发所必需的计算机相关知识提炼出来学习,而不需要在某个方向过深地钻研。

本书从软件开发的角,结合实例着重讲述数据结构、软件开发技术、计算机编程语言和数据库方面的必备知识要点。