

计算机科学与技术系列教材

# 软件工程

主 编 李伟波 刘永祥 王庆春  
副主编 蒋 华 魏文才 陈伟亚 包 琼



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

TP311.5  
123

计算机科学与技术系列教材

# 软件工程

主 编 李伟波 刘永祥 王庆春  
副主编 蒋 华 魏文才 陈伟亚 包 琼  
参 编 刘 军 朱细平

江苏工业学院图书馆  
藏书章

武汉大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

软件工程/李伟波,刘永祥,王庆春主编. —武汉: 武汉大学出版社,  
2006. 1

(计算机科学与技术系列教材)

ISBN 7-307-04832-9

I. 软… II. ①李… ②刘… ③王… III. 软件工程—教材  
IV. TP311. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 134617 号

责任编辑: 黄金文 史新奎      责任校对: 黄添生      版式设计: 支笛

---

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北省黄冈日报社印刷厂

开本: 787×980 1/16      印张: 29      字数: 596 千字

版次: 2006 年 1 月第 1 版      2006 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04832-9/TP·184      定价: 39.00 元

---

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售  
部门联系调换。

# 计算机科学与技术系列教材

## 编 委 会

主 任:何炎祥,武汉大学计算机学院院长,教授

副 主 任:康立山,中国地质大学(武汉)计算机学院院长,教授

陆际光,中南民族大学计算机科学学院院长,教授

编 委:(以姓氏笔画为序)

王江晴,中南民族大学计算机科学学院副院长,教授

王春枝,湖北工业大学计算机学院副院长,教授

牛冀平,黄冈师范学院计算机系主任,副教授

石曙东,湖北师范学院计算机科学与技术系主任,教授

朱 英,桂林电子工业学院计算机系副教授

孙扬波,湖北中医学院信息技术系信息管理与信息系统教研室

主任

刘腾红,中南财经政法大学信息学院副院长,教授

陈少平,中南民族大学电信学院副院长,教授

杜友福,长江大学计算机科学学院院长,教授

陆 迟,江汉大学数学与计算机科学学院计算机系主任,副教授

闵华松,武汉科技大学计算机科学与技术学院副院长,副教授

陈佛敏,咸宁学院信息工程学院计算机系主任,副教授

陈建新,孝感学院计算机科学系主任,副教授

李禹生,武汉工业学院计算机与信息工程系副主任,教授

李晓林,武汉工程大学计算机科学与工程学院副院长,副教授

张涣国,武汉大学计算机学院教授

余敦辉,湖北大学数学与计算机科学学院计算机系副主任

肖 微,湖北警官学院信息技术系副教授

钟 珞,武汉理工大学计算机科学与技术学院院长,教授

钟阿林,三峡大学电气信息学院计算机系主任

姜洪溪,襄樊学院电气信息工程系副主任,副教授

桂 超,湖北经济学院计算机与电子科学系副主任,副教授

黄求根,武汉科技学院计算机科学学院院长,教授

阎 菲,湖北汽车工业学院计算中心主任,副教授

韩元杰,桂林电子工业学院计算机系教授

谢坤武,湖北民族学院信息工程学院计算机系主任,副教授

戴光明,中国地质大学(武汉)计算机学院副院长,教授

魏中海,华中农业大学理学院计算机系副教授

执行编委:黄金文,武汉大学出版社副编审



## 内容提要

---

本书系统地介绍了软件工程的**概念、原理、方法和技术**。全书共 12 章，第 1 章至第 5 章按生命周期模型顺序介绍软件开发计划、需求分析、设计、编码和测试；第 6 章至第 8 章介绍面向对象的方法及 UML 建模语言；第 9 章介绍软件维护；第 10 章介绍软件质量、软件工程标准化、ISO 9000 标准及质量认证；第 11 章介绍软件项目管理和软件能力成熟度模型 CMM；第 12 章介绍常用的软件工程工具与软件开发环境。

本书在介绍传统理论体系的基础上，融入当前软件工程的最新发展和技术，深入浅出，循序渐进。为方便教学，每章都有学习目的与要求、小结及习题。

本书可作为高等院校软件工程课程的教材或教学参考书，也可作为软件工程管理者和技术人员的参考书。



## 前

## 言

软件工程是指导计算机软件开发和维护的一门工程学科,强调采用工程的概念、原理、技术和方法来开发与维护软件。软件工程的最终目的是以较少的成本获得易理解、易维护、可靠性高、符合用户需要的软件产品。软件工程主要研究一套符合软件产品开发特点的工程方法,包括软件设计与维护方法、软件工具与环境、软件工程标准与规范、软件开发技术与管理技术,等等。随着计算机技术的飞速发展和软件项目的复杂多样化,软件工程的理论和方法也在不断地更新和进步。本书力求在介绍传统理论体系的基础上,融入当前软件工程的最新发展和实用技术方法,希望能够使读者对软件工程知识有一个全面系统的了解,为今后的工作奠定坚实的理论基础和实践基础。

本书共12章,第1章至第5章按生命周期模型详细介绍软件开发计划、需求分析、设计、编码和测试各个阶段的基本概念,工作内容和工作方法;第6章至第8章系统地介绍面向对象技术的基本概念,并结合UML语言详细介绍了面向对象的分析与设计、面向对象的实现过程;第9章介绍软件维护和软件再工程技术的相关概念,以及如何运用软件维护的方法来提高软件自身的可维护性、可复用性。如何运用软件再工程技术来降低软件的风险,推动软件维护的发展;第10章主要介绍软件质量的相关概念,给出了软件质量的评价和度量方法,并介绍了软件质量保证体系、软件工程标准化、ISO 9000标准及质量认证;第11章介绍软件项目管理,主要包括软件组织、风险管理、文档管理、进度安排和控制、配置管理,讨论了软件估算技术,并简单介绍了软件能力成熟度模型CMM;第12章着重介绍常用的软件工程工具与软件开发环境,包括Rational Rose、Visual Source Safe和Project 2000。

为方便教学,每章都附有学习目的与要求、小结及习题。另外还将出版与本书配套的教学辅导材料:软件工程课件(光盘)、软件工程实验与习题。

本书由武汉工程大学、中国地质大学、桂林电子工业学院、湖北省孝感学院、湖北经济学院等相关同志通力合作完成。本书的第1章由魏文才编写;第2章由刘永祥编写;第3、4章由蒋华编写;第5章由包琼编写;第6、9章由王庆春编写;第7、8章由刘军编写;第10章由李伟波编写,并负责统稿;第11章由陈伟亚编写;第12章由朱细平编写。研究生程婷婷、柳俊、袁翰、孙海凤对书中实例和图表做了大量的工作。

由于时间和水平所限,书中的不足之处,请各位读者批评指正,欢迎反馈用书



信息。

本书在编写过程中。参考了大量相关书籍和资料，并得到武汉大学出版社的大力支持，在此一并表示感谢！

编 者

2005 年 10 月

# 目 录

|                   |          |
|-------------------|----------|
| <b>第1章 软件工程概述</b> | <b>1</b> |
| 1.1 软件            | 1        |
| 1.1.1 软件的概念       | 1        |
| 1.1.2 软件的分类       | 4        |
| 1.1.3 软件的发展与软件危机  | 6        |
| 1.2 软件工程          | 8        |
| 1.2.1 软件工程的定义     | 9        |
| 1.2.2 软件工程的基本原理   | 10       |
| 1.2.3 软件工程的目标     | 11       |
| 1.2.4 软件项目开发原则    | 11       |
| 1.3 软件过程与软件生存周期   | 12       |
| 1.3.1 软件过程        | 12       |
| 1.3.2 软件生存周期      | 13       |
| 1.4 软件过程模型        | 14       |
| 1.4.1 瀑布模型        | 14       |
| 1.4.2 快速原型模型      | 15       |
| 1.4.3 螺旋模型        | 17       |
| 1.4.4 增量模型        | 19       |
| 1.4.5 喷泉模型        | 19       |
| 1.4.6 智能模型        | 20       |
| 1.4.7 构件组装模型      | 20       |
| 1.4.8 统一过程模型      | 21       |
| 1.4.9 基于第4代技术的模型  | 24       |
| 1.5 软件开发方法简述      | 25       |
| 1.5.1 结构化方法       | 25       |
| 1.5.2 面向数据结构的方法   | 27       |
| 1.5.3 面向对象的方法     | 27       |
| 小结                | 28       |
| 习题                | 28       |



|                         |        |
|-------------------------|--------|
| <b>第2章 可行性研究与项目开发计划</b> | 31     |
| 2.1 可行性研究               | 31     |
| 2.1.1 可行性研究的任务          | 32     |
| 2.1.2 可行性研究的步骤          | 33     |
| 2.1.3 可行性研究报告的内容        | 36     |
| 2.2 系统流程图               | 37     |
| 2.2.1 系统流程图符号           | 38     |
| 2.2.2 系统流程图举例           | 39     |
| 2.2.3 系统流程图分层           | 39     |
| 2.3 项目开发计划              | 40     |
| 2.3.1 计划的制定             | 40     |
| 2.3.2 计划的复审             | 51     |
| 2.4 成本/效益分析             | 53     |
| 2.4.1 成本估算              | 54     |
| 2.4.2 成本/效益分析的方法        | 57     |
| 小结                      | 59     |
| 习题                      | 60     |
| 附录 可行性研究报告              | 62     |
| <br><b>第3章 需求分析与建模</b>  | <br>66 |
| 3.1 需求分析                | 66     |
| 3.1.1 需求分析的任务           | 67     |
| 3.1.2 需求分析的原则           | 68     |
| 3.1.3 需求分析的步骤           | 70     |
| 3.1.4 获取需求的方法           | 72     |
| 3.2 结构化分析与建模            | 73     |
| 3.2.1 结构化分析方法的基本思想      | 73     |
| 3.2.2 数据流建模             | 74     |
| 3.2.3 实体联系建模            | 77     |
| 3.2.4 功能建模              | 84     |
| 3.2.5 IDEFIX 数据建模       | 91     |
| 3.2.6 行为建模              | 96     |
| 3.2.7 数据词典              | 99     |
| 3.2.8 加工逻辑说明            | 100    |
| 3.3 验证软件需求              | 102    |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 3.3.1 需求规格说明书的主要内容 .....   | 102        |
| 3.3.2 编写需求规格说明书的注意事项 ..... | 104        |
| 3.3.3 软件需求的正确性 .....       | 105        |
| 3.3.4 验证软件需求的方法 .....      | 107        |
| 小结 .....                   | 109        |
| 习题 .....                   | 109        |
| <b>第4章 软件设计</b> .....      | <b>111</b> |
| 4.1 软件设计的基本概念和原理 .....     | 111        |
| 4.1.1 模块化设计 .....          | 111        |
| 4.1.2 抽象 .....             | 113        |
| 4.1.3 求精 .....             | 114        |
| 4.1.4 信息隐藏 .....           | 115        |
| 4.1.5 模块独立性 .....          | 116        |
| 4.2 总体设计 .....             | 118        |
| 4.2.1 总体设计的任务和过程 .....     | 119        |
| 4.2.2 总体设计的原则 .....        | 120        |
| 4.2.3 总体设计中可采用的图形工具 .....  | 123        |
| 4.2.4 面向数据流的设计方法 .....     | 127        |
| 4.3 详细设计 .....             | 132        |
| 4.3.1 详细设计的目标与任务 .....     | 132        |
| 4.3.2 过程设计的常用工具 .....      | 134        |
| 4.3.3 面向数据结构的设计方法 .....    | 139        |
| 4.3.4 人机界面设计 .....         | 149        |
| 4.4 设计说明书编写 .....          | 154        |
| 4.4.1 总体设计说明书 .....        | 154        |
| 4.4.2 详细设计说明书 .....        | 156        |
| 小结 .....                   | 158        |
| 习题 .....                   | 159        |
| <b>第5章 软件实现</b> .....      | <b>161</b> |
| 5.1 软件编码 .....             | 161        |
| 5.1.1 程序设计语言的选择 .....      | 161        |
| 5.1.2 编程的风格 .....          | 162        |
| 5.2 软件测试 .....             | 165        |
| 5.2.1 软件测试的目的 .....        | 165        |



|                    |     |
|--------------------|-----|
| 5.2.2 软件测试的原则      | 165 |
| 5.2.3 软件测试的方法      | 168 |
| 5.2.4 软件测试的步骤      | 168 |
| 5.3 软件测试用例的设计      | 169 |
| 5.3.1 白盒测试技术       | 170 |
| 5.3.2 黑盒测试技术       | 175 |
| 5.3.3 综合测试策略       | 182 |
| 5.4 软件测试过程         | 183 |
| 5.4.1 单元测试         | 183 |
| 5.4.2 集成测试         | 186 |
| 5.4.3 确认测试         | 190 |
| 5.4.4 系统测试         | 192 |
| 5.5 软件调试           | 193 |
| 5.5.1 调试与测试的区别     | 193 |
| 5.5.2 调试技术         | 194 |
| 5.6 测试计划与测试报告      | 196 |
| 5.6.1 测试计划         | 196 |
| 5.6.2 测试报告         | 198 |
| 小结                 | 199 |
| 习题                 | 200 |
| <br>               |     |
| 第6章 面向对象方法学概述      | 202 |
| 6.1 面向对象方法学及特点     | 202 |
| 6.1.1 面向对象方法学的概念   | 202 |
| 6.1.2 面向对象方法学的基本特点 | 204 |
| 6.1.3 面向对象的软件工程    | 206 |
| 6.2 面向对象的概念        | 208 |
| 6.2.1 类与对象         | 208 |
| 6.2.2 其他概念         | 211 |
| 6.3 面向对象的建模        | 214 |
| 6.3.1 对象模型         | 215 |
| 6.3.2 动态模型         | 222 |
| 6.3.3 功能模型         | 223 |
| 6.3.4 三种模型之间的关系    | 226 |
| 6.4 统一建模语言         | 227 |
| 6.4.1 UML建模的基本要素   | 227 |



|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| 6.4.2 UML 图形 .....            | 231        |
| 6.4.3 UML 建模过程 .....          | 238        |
| 小结 .....                      | 239        |
| 习题 .....                      | 240        |
| <br>                          |            |
| <b>第 7 章 面向对象的分析与设计 .....</b> | <b>241</b> |
| 7.1 面向对象的分析 .....             | 241        |
| 7.1.1 面向对象分析的目标和任务 .....      | 242        |
| 7.1.2 面向对象分析的过程 .....         | 243        |
| 7.2 用例分析 .....                | 247        |
| 7.3 建立对象模型 .....              | 254        |
| 7.4 建立动态模型 .....              | 262        |
| 7.4.1 画顺序图 .....              | 262        |
| 7.4.2 画协作图 .....              | 264        |
| 7.4.3 画状态图 .....              | 265        |
| 7.4.4 画活动图 .....              | 268        |
| 7.5 建立功能模型 .....              | 271        |
| 7.6 面向对象的设计 .....             | 273        |
| 7.6.1 面向对象设计的目标和模型 .....      | 273        |
| 7.6.2 问题域子系统设计 .....          | 274        |
| 7.6.3 人机交互子系统设计 .....         | 276        |
| 7.6.4 任务管理系统 .....            | 278        |
| 7.6.5 数据管理系统设计 .....          | 280        |
| 小结 .....                      | 280        |
| 习题 .....                      | 281        |
| <br>                          |            |
| <b>第 8 章 面向对象的实现 .....</b>    | <b>282</b> |
| 8.1 编码 .....                  | 282        |
| 8.1.1 面向对象程序设计语言的特点 .....     | 282        |
| 8.1.2 面向对象语言 .....            | 283        |
| 8.1.3 面向对象程序设计语言的选择 .....     | 286        |
| 8.1.4 编码的风格与准则 .....          | 286        |
| 8.1.5 类的实现 .....              | 288        |
| 8.2 测试过程 .....                | 291        |
| 8.2.1 测试策略 .....              | 291        |
| 8.2.2 单元测试 .....              | 292        |



|                        |     |
|------------------------|-----|
| 8.2.3 集成测试 .....       | 292 |
| 8.2.4 确认测试 .....       | 293 |
| 8.3 测试用例设计 .....       | 293 |
| 8.3.1 从用例中生成测试用例 ..... | 294 |
| 8.3.2 测试类的方法 .....     | 299 |
| 8.3.3 集成测试的方法 .....    | 302 |
| 小结 .....               | 304 |
| 习题 .....               | 305 |

## 第9章 软件维护 .....

307

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 9.1 软件维护的概念 .....       | 307 |
| 9.1.1 软件维护的类型及策略 .....  | 307 |
| 9.1.2 软件维护的内容及方法 .....  | 309 |
| 9.1.3 软件维护的特点 .....     | 310 |
| 9.2 软件维护的实施 .....       | 313 |
| 9.2.1 软件维护机构 .....      | 313 |
| 9.2.2 维护实施 .....        | 314 |
| 9.2.3 维护文档 .....        | 317 |
| 9.2.4 评价维护活动 .....      | 318 |
| 9.3 软件可维护性 .....        | 318 |
| 9.3.1 影响可维护性的因素 .....   | 318 |
| 9.3.2 软件可维护性的定量度量 ..... | 319 |
| 9.3.3 提高可维护性的方法 .....   | 320 |
| 9.3.4 可维护性复审 .....      | 321 |
| 9.4 软件再工程技术 .....       | 322 |
| 9.4.1 软件再工程过程 .....     | 322 |
| 9.4.2 软件再工程分析 .....     | 325 |
| 小结 .....                | 326 |
| 习题 .....                | 327 |

## 第10章 软件质量与软件工程标准化 .....

328

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 10.1 软件质量概念 .....      | 328 |
| 10.1.1 质量定义 .....      | 328 |
| 10.1.2 质量度量和评价指标 ..... | 330 |
| 10.1.3 质量评价模型 .....    | 332 |
| 10.2 软件质量保证 .....      | 339 |



|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 10.2.1 质量控制与质量保证 .....       | 339        |
| 10.2.2 质量保证活动 .....          | 340        |
| 10.2.3 质量保证体系 .....          | 342        |
| 10.3 软件可靠性与复杂性 .....         | 344        |
| 10.3.1 可靠性 .....             | 344        |
| 10.3.2 可靠性的评价指标 .....        | 345        |
| 10.3.3 系统的稳态可用性计算 .....      | 347        |
| 10.3.4 平均无故障运行时间的估算 .....    | 348        |
| 10.3.5 复杂性 .....             | 349        |
| 10.3.6 提高软件可靠性的方法 .....      | 352        |
| 10.4 软件工程标准化 .....           | 355        |
| 10.4.1 软件工程标准化的意义 .....      | 355        |
| 10.4.2 软件工程标准的制定与推行 .....    | 358        |
| 10.4.3 软件工程标准化的层次 .....      | 359        |
| 10.4.4 我国的软件工程标准化工作 .....    | 360        |
| 10.5 ISO 9000 标准及质量认证 .....  | 362        |
| 10.5.1 ISO 9000 标准简介 .....   | 362        |
| 10.5.2 ISO 9000 系列标准内容 ..... | 363        |
| 10.5.3 质量认证 .....            | 363        |
| 小结 .....                     | 365        |
| 习题 .....                     | 366        |
| <br>                         |            |
| <b>第 11 章 软件项目管理 .....</b>   | <b>367</b> |
| 11.1 项目管理概念 .....            | 367        |
| 11.1.1 项目管理的特点 .....         | 367        |
| 11.1.2 项目管理的主要任务 .....       | 368        |
| 11.2 风险管理 .....              | 368        |
| 11.2.1 风险类型 .....            | 369        |
| 11.2.2 风险识别 .....            | 370        |
| 11.2.3 风险评估 .....            | 373        |
| 11.2.4 风险应对策略 .....          | 374        |
| 11.3 软件项目组织 .....            | 377        |
| 11.4 估算技术 .....              | 378        |
| 11.4.1 常用估算技术 .....          | 378        |
| 11.4.2 IBM 模型 .....          | 380        |
| 11.4.3 Putnam 模型 .....       | 380        |



|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 11.4.4 COCOMO 模型 .....           | 381 |
| 11.5 文档管理 .....                  | 384 |
| 11.5.1 文档编制目的 .....              | 384 |
| 11.5.2 文档编制内容 .....              | 384 |
| 11.5.3 提高文档编制的质量 .....           | 385 |
| 11.5.4 文档的管理和维护 .....            | 386 |
| 11.6 进度计划与控制 .....               | 387 |
| 11.6.1 工期估算 .....                | 387 |
| 11.6.2 项目分解 .....                | 388 |
| 11.6.3 进度安排 .....                | 392 |
| 11.6.4 进度跟踪与控制 .....             | 398 |
| 11.7 配置管理 .....                  | 400 |
| 11.7.1 软件配置 .....                | 401 |
| 11.7.2 配置标识与版本控制 .....           | 402 |
| 11.7.3 变更控制与配置审核 .....           | 403 |
| 11.8 软件能力成熟度模型 CMM .....         | 407 |
| 11.8.1 CMM 级别 .....              | 407 |
| 11.8.2 CMM 的内部结构和进化过程 .....      | 409 |
| 11.8.3 利用 CMM 进行成熟度评估 .....      | 412 |
| 11.8.4 CMM 与 ISO 9000 系列标准 ..... | 412 |
| 11.8.5 我国的软件评估体系 SPCA .....      | 413 |
| 小结 .....                         | 414 |
| 习题 .....                         | 415 |
| <br>                             |     |
| 第 12 章 软件开发工具与环境 .....           | 416 |
| 12.1 软件开发工具和环境 .....             | 416 |
| 12.1.1 软件开发工具概念 .....            | 416 |
| 12.1.2 软件开发环境的概念 .....           | 417 |
| 12.1.3 软件开发工具的发展 .....           | 417 |
| 12.1.4 软件开发工具的分类 .....           | 419 |
| 12.2 计算机辅助软件工程 (CASE) .....      | 421 |
| 12.2.1 CASE 的概念 .....            | 422 |
| 12.2.2 CASE 的发展 .....            | 422 |
| 12.2.3 构造 CASE 的积木块 .....        | 422 |
| 12.2.4 I-CASE 环境 .....           | 423 |
| 12.2.5 I-CASE 中心库 .....          | 425 |



|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 12.3 常用软件开发工具 .....                | 427     |
| 12.3.1 Rational Rose .....         | 428     |
| 12.3.2 Visual SourceSafe 6.0 ..... | 436     |
| 12.3.3 Project 2000 .....          | 440     |
| 小结 .....                           | 443     |
| 习题 .....                           | 443     |
| <br>参考文献 .....                     | <br>445 |