



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

全新推出第**2**版

# 软件测试设计与实施

主 编 蒋方纯

(第2版)



COMPUTER



教材预览、申请样书



微信公众号: pup6book



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定

# 软件测试设计与实施 (第2版)

主 编 蒋方纯



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书基于工作过程的教学思想,以学生可能的就业岗位所面对的“软件产品”为载体,将“软件测试”学习领域分为7种学习情境:单机软件测试的设计与实施、网络软件测试的设计与实施、游戏软件测试的设计与实施、数据仓库软件测试的设计与实施、软件安全测试的设计与实施、嵌入式软件测试的设计与实施、开源软件测试的设计与实施。同时,本书兼顾了职业资格证书、研究学习和虚拟实训、有关软件测试的国内标准和国际标准等内容,为学习者继续深入学习和职业发展奠定基础。

本书的特点是帮助学习者架构软件测试理论与实践基础,重点突出不同软件产品的测试设计与实施,同时兼顾学习者的职业发展与深入学习。本书不仅适合作为高职高专软件测试课程教材,也可作为软件测试人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

软件测试设计与实施/蒋方纯主编. —2版. —北京:北京大学出版社,20159

ISBN 978-7-301-24682-5

I. ①软… II. ①蒋… III. ①软件—测试—高等职业教育—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第198762号

- |       |                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------|
| 书 名   | 软件测试设计与实施(第2版)                                                  |
| 著作责任者 | 蒋方纯 主编                                                          |
| 责任编辑  | 蔡华兵                                                             |
| 标准书号  | ISBN 978-7-301-24682-5                                          |
| 出版发行  | 北京大学出版社                                                         |
| 地 址   | 北京市海淀区成府路205号 100871                                            |
| 网 址   | <a href="http://www.pup.cn">http://www.pup.cn</a> 新浪微博:@北京大学出版社 |
| 电子信箱  | <a href="mailto:pup_6@163.com">pup_6@163.com</a>                |
| 电 话   | 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667                          |
| 印 刷 者 | 北京富生印刷厂                                                         |
| 经 销 者 | 新华书店                                                            |
|       | 787毫米×1092毫米 16开本 18印张 413千字                                    |
|       | 2014年6月第1版                                                      |
|       | 2015年9月第2版 2015年9月第1次印刷                                         |
| 定 价   | 36.00元                                                          |

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:010-62752024 电子信箱:fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话:010-62756370

# 前言

在软件业发达的国家,软件测试不仅早已成为软件开发的一个有机组成部分,而且在整个软件开发的系统工程中占据着相当大的比重。与此同步的是,软件测试市场已成为软件产业中的一个独特市场,凡是软件开发企业或是设有软件开发部门的公司,都有专门的软件测试单位,其中软件测试人员的数量相当于软件开发工程师的四分之三。所以软件测试及产业的发展离不开软件测试人员的教育与培训。

## 关于本课程

软件测试课程是软件技术、游戏软件等相关专业的一门专业必修课,在整个课程体系中,是培养学生测试与编程能力的重要课程。本课程主要讲授软件测试的基本原理与原则、测试的各种基本知识、测试的基本流程及测试工具的使用。使学生了解不同软件测试工作的定位和责任,掌握将软件工程的测试工程方法论运用到不同的软件测试中。

基本理论方面,要求学生在学习掌握软件测试基础理论、测试技术、测试方法,以及将其应用到软件测试中的知识。

基本技能方面,要求学生能够运用软件测试工程方法的知识,创建软件测试组织、计划、任务和方法,熟练掌握项目生命周期文件、相关测试文档的编写与测试工具的使用技能,以及为软件生成完全而有效的测试用例。

职业素质方面,从文化和哲学的角度,使学生认识软件测试对软件最后发布所做的贡献,培养学生在软件开发和生产的不同阶段应具有的不同角色和责任。

## 关于本书

本书基于工作过程的教学思想,以学生可能的就业岗位所面对的“软件产品”为载体,将“软件测试”学习领域分为7种学习情境:第4章为单机软件测试的设计与实施、第5章为网络软件测试的设计与实施、第6章为游戏软件测试的设计与实施、第7章为数据仓库软件测试的设计与实施、第8章为软件安全测试的设计与实施、第9章为嵌入式软件测试的设计与实施、第10章为开源软件测试的设计与实施。上述7个教学情境中的案例,分别选取自下列作者的著作,并在此基础上进行编写而成,它们是:赵斌编著的《软件测试技术经典教程》;佟伟光主编的《软件测试》;周学毛等翻译的国外教材《游戏测试精要》;兰雨晴等翻译的国外参考书《软件测试的有效方法》;康一梅等编著的《嵌入式软件测试》等,在此表示衷心感谢。

同时,本书兼顾了知识的系统性,第1章为软件测试基础知识,第2章为软件测试设计与实施,第3章为软件测试的实施与管理,奠定学生学习的理论基础与实践基础。

本书的第11章,讲解了职业资格证书、研究学习和虚拟实训、有关软件测试的国内标准和国际标准等内容,为学生的深入学习和职业发展奠定基础。

## 如何使用本书

本书第1章、第2章、第3章讲授内容的推荐学时数为18~22学时,然后可以根据当地产业与行业的特点,选取第4章至第10章的内容进行讲授与实践,每章讲授与训练内容推荐学时数为12~18学时,第11章为拓展学习内容,推荐讲授学时数为6~10学时。

本书将校内教师与企业技术人员、课程教学与真实案例、虚拟实训与职业发展有机结合起来,帮助学生架构软件测试理论与实践基础,重点突出不同软件产品的测试设计与实施,同时兼顾学生的职业发展与深入学习。所以在每章后面的习题中,并没有沿用传统的习题方式,重复教材中讲述的概念、方法等知识,而是分为两个方面,一方面是知识的拓展与练习,另一方面是能力的拓展与训练,强调到企业去调研、到网上去查找、在小组间讨论、知识的总结与比较、技能的综合与灵活运用等。

#### 本书配套资源

本书的课程网站为 <http://jpkc.sziit.edu.cn/software/www/st/index.html>, 上面有相应的教学资源供教材选用者使用。通过教材与网站的结合,本书实现了从“教材”向“学材”的转变,因为学习者可以将本书与本书的课程网站结合起来,进行自主学习与自主管理。

本书是广东省高等学校学科与专业建设专项资金项目“现代职业教育体系构建策略与产业结构调整升级中的人才需求研究”(2012WYXM\_0069)、广东省高等教育改革项目《高职软件教育课程体系改革研究》的建设成果之一,也是全国教育科学“十二五”规划教育部重点课题“非物质文化遗产校园传承研究”(DLA110302)子课题“校园非物质文化遗产成果展示策略研究”(FY7Q006)的建设成果之一。

#### 本书编写队伍

全书由蒋方纯主编,负责编写大纲与统稿,并编写第1、2、3、7章,陆云帆编写第4、5、6章,诸振家编写第8、9、10章,第11章由陆云帆与诸振家共同编写。在此要感谢深圳信息职业技术学院的领导与有关老师,赛宝认证中心的有关技术人员,全国服务外包岗位专业考试中心,深圳市计算机行业协会,以及有关参考书籍、网站的作者对本书的完成给予的支持与帮助。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,联系电子邮箱 [jiangfc@sziit.com.cn](mailto:jiangfc@sziit.com.cn)。

编者  
2015年1月

# 目 录

|                                      |    |                           |    |
|--------------------------------------|----|---------------------------|----|
| 第 1 章 软件测试基础知识 .....                 | 1  | 2.2.1 制订测试计划的原则 .....     | 34 |
| 1.1 软件及软件测试的发展 .....                 | 2  | 2.2.2 制订测试计划可能面对的问题 ..... | 34 |
| 1.1.1 软件的定义 .....                    | 2  | 2.2.3 测试计划的标准 .....       | 35 |
| 1.1.2 软件与软件测试的发展 .....               | 3  | 2.2.4 制订测试计划 .....        | 35 |
| 1.1.3 软件测试的现状与发展趋势 .....             | 5  | 2.3 软件测试环境 .....          | 41 |
| 1.2 软件分类及测试要求 .....                  | 7  | 2.3.1 什么是测试环境 .....       | 41 |
| 1.3 软件测试定义 .....                     | 8  | 2.3.2 软件环境的分类 .....       | 41 |
| 1.3.1 软件测试的定义 .....                  | 8  | 2.3.3 怎样搭建测试环境 .....      | 42 |
| 1.3.2 软件测试的目的 .....                  | 9  | 2.3.4 测试环境的维护和管理 .....    | 43 |
| 1.3.3 软件测试的原则 .....                  | 10 | 2.4 软件测试用例 .....          | 44 |
| 1.4 软件缺陷 .....                       | 11 | 2.4.1 什么是测试用例 .....       | 44 |
| 1.4.1 软件缺陷的定义 .....                  | 11 | 2.4.2 编写测试用例的注意事项 .....   | 46 |
| 1.4.2 软件缺陷产生的原因 .....                | 12 | 2.4.3 测试用例的组织和跟踪 .....    | 47 |
| 1.4.3 软件缺陷与测试的关系 .....               | 13 | 2.4.4 测试用例案例 .....        | 49 |
| 1.5 软件测试分类 .....                     | 14 | 本章小结 .....                | 51 |
| 1.5.1 黑盒测试和白盒测试 .....                | 14 | 能力拓展与训练 .....             | 51 |
| 1.5.2 静态测试和动态测试 .....                | 15 | 第 3 章 软件测试实施与管理 .....     | 52 |
| 1.5.3 单元测试、集成测试、确认测试、系统测试和验收测试 ..... | 15 | 3.1 软件缺陷管理 .....          | 53 |
| 1.5.4 功能测试和性能测试 .....                | 17 | 3.1.1 软件缺陷的属性 .....       | 53 |
| 1.5.5 回归测试、冒烟测试、随机测试 .....           | 18 | 3.1.2 软件缺陷报告 .....        | 57 |
| 1.5.6 不同软件测试分类之间的关系 .....            | 18 | 3.1.3 缺陷处理流程 .....        | 60 |
| 1.6 软件测试过程模型 .....                   | 18 | 3.1.4 缺陷的跟踪和管理 .....      | 62 |
| 1.7 软件测试岗位 .....                     | 21 | 3.1.5 常用缺陷管理工具 .....      | 64 |
| 1.7.1 软件测试部门的组织结构 .....              | 21 | 3.2 软件测试管理 .....          | 66 |
| 1.7.2 软件测试团队 .....                   | 23 | 3.2.1 建立测试管理体系 .....      | 66 |
| 1.7.3 软件测试人员的基本素质与技能 .....           | 23 | 3.2.2 软件测试管理的基本内容 .....   | 68 |
| 1.7.4 软件测试人员的职业发展 .....              | 27 | 3.2.3 软件测试管理原则 .....      | 68 |
| 本章小结 .....                           | 27 | 3.2.4 常用软件测试管理工具 .....    | 69 |
| 知识拓展与练习 .....                        | 28 | 3.3 软件测试工具 .....          | 71 |
| 第 2 章 软件测试设计与实施 .....                | 30 | 3.3.1 软件测试工具分类 .....      | 71 |
| 2.1 软件测试流程 .....                     | 31 | 3.3.2 常用软件测试工具 .....      | 73 |
| 2.2 软件测试计划 .....                     | 34 | 3.3.3 如何选择软件测试工具 .....    | 74 |
|                                      |    | 3.4 软件测试文档 .....          | 75 |
|                                      |    | 3.4.1 软件测试文档的作用 .....     | 75 |

|                               |            |                               |            |
|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| 3.4.2 软件测试文档的类型 .....         | 76         | 5.7.2 黑盒功能测试工具                |            |
| 3.4.3 主要软件测试文档 .....          | 77         | ——WinRunner .....             | 129        |
| 本章小结 .....                    | 80         | 5.7.3 在项目中应用 .....            | 132        |
| 能力拓展与训练 .....                 | 80         | 5.8 文档测试 .....                | 133        |
| <b>第4章 单机软件测试的设计与实施 .....</b> | <b>81</b>  | 本章小结 .....                    | 134        |
| 4.1 单机软件案例分析 .....            | 82         | 能力拓展与训练 .....                 | 135        |
| 4.1.1 项目及被测软件简介 .....         | 82         | <b>第6章 游戏软件测试的设计与实施 .....</b> | <b>136</b> |
| 4.1.2 测试目的与要求 .....           | 82         | 6.1 组合测试 .....                | 137        |
| 4.2 测试知识扩展 .....              | 83         | 6.1.1 问题的提出 .....             | 137        |
| 4.2.1 已学相关知识回顾 .....          | 83         | 6.1.2 组合测试的概念 .....           | 137        |
| 4.2.2 黑盒测试技术 .....            | 83         | 6.1.3 组合测试表格的生成 .....         | 138        |
| 4.2.3 黑盒测试技术的综合运用 .....       | 85         | 6.1.4 组合测试的分析 .....           | 141        |
| 4.2.4 白盒测试技术 .....            | 87         | 6.2 TFD 的要素 .....             | 142        |
| 4.3 软件测试计划 .....              | 88         | 6.3 TFD 设计活动 .....            | 144        |
| 4.4 软件测试的实施 .....             | 93         | 6.4 一个 TFD 的例子 .....          | 145        |
| 4.5 测试总结 .....                | 95         | 6.5 数据词典 .....                | 151        |
| 本章小结 .....                    | 98         | 6.6 TFD 路径 .....              | 153        |
| 知识拓展与练习 .....                 | 99         | 6.7 由路径创建测试案例 .....           | 157        |
| 能力拓展与训练 .....                 | 99         | 6.8 使用 TFD 或不使用 TFD .....     | 159        |
| <b>第5章 网络软件测试的设计与实施 .....</b> | <b>100</b> | 本章小结 .....                    | 160        |
| 5.1 被测软件项目介绍 .....            | 101        | 能力拓展与训练 .....                 | 160        |
| 5.1.1 被测软件项目背景 .....          | 101        | <b>第7章 数据仓库软件测试的</b>          |            |
| 5.1.2 门诊挂号子系统介绍 .....         | 102        | <b>设计与实施 .....</b>            | <b>161</b> |
| 5.1.3 门诊挂号子系统的功能              |            | 7.1 数据仓库测试项目概述 .....          | 162        |
| 需求分析 .....                    | 102        | 7.2 数据仓库知识学习 .....            | 163        |
| 5.1.4 门诊挂号子系统的性能及             |            | 7.3 数据仓库测试工作流程 .....          | 167        |
| 可用性要求 .....                   | 104        | 7.4 数据仓库测试实施 .....            | 167        |
| 5.2 测试计划 .....                | 105        | 7.5 有关工作表 .....               | 171        |
| 5.3 HIS 测试过程概述 .....          | 109        | 本章小结 .....                    | 183        |
| 5.4 测试用例设计 .....              | 111        | 知识拓展与练习 .....                 | 183        |
| 5.4.1 门诊挂号子系统测试大纲             |            | 能力拓展与训练 .....                 | 183        |
| (表 5-9) .....                 | 112        | <b>第8章 软件安全测试的设计与实施 .....</b> | <b>184</b> |
| 5.4.2 其他可用性测试检查标准 .....       | 113        | 8.1 软件安全测试 .....              | 185        |
| 5.4.3 功能测试用例 .....            | 114        | 8.2 软件安全测试项目概述 .....          | 188        |
| 5.4.4 性能测试用例 .....            | 123        | 8.3 软件安全测试的实施 .....           | 190        |
| 5.5 缺陷报告 .....                | 123        | 8.4 总结 .....                  | 196        |
| 5.6 测试结果总结分析 .....            | 125        | 本章小结 .....                    | 197        |
| 5.7 软件测试自动化工具 .....           | 129        | 知识拓展与练习 .....                 | 198        |
| 5.7.1 黑盒测试工具介绍 .....          | 129        | 能力拓展与训练 .....                 | 198        |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| <b>第 9 章 嵌入式软件测试的设计与实施</b> .....        | 199 |
| 9.1 嵌入式系统及测试 .....                      | 200 |
| 9.2 嵌入式软件测试 .....                       | 203 |
| 9.3 嵌入式软件测试环境 .....                     | 209 |
| 9.3.1 嵌入式软件测试环境综述 .....                 | 210 |
| 9.3.2 嵌入式软件测试环境的建立 ...                  | 212 |
| 9.3.3 嵌入式软件测试环境建立实例 .....               | 213 |
| 9.4 嵌入式软件的特殊测试技术 .....                  | 216 |
| 9.4.1 状态转换测试 .....                      | 216 |
| 9.4.2 控制流测试 .....                       | 219 |
| 9.5 嵌入式软件测试工具 .....                     | 222 |
| 9.5.1 Logiscope.....                    | 222 |
| 9.5.2 CodeTest.....                     | 224 |
| 9.5.3 CRESTS/ATAT.....                  | 225 |
| 9.5.4 TestManager .....                 | 227 |
| 本章小结 .....                              | 228 |
| 知识拓展与练习 .....                           | 228 |
| 能力拓展与训练 .....                           | 228 |
| <b>第 10 章 开源软件测试的设计与实施</b> ....         | 229 |
| 10.1 开源代码的有关概念 .....                    | 230 |
| 10.2 开源软件测试模型 .....                     | 232 |
| 10.2.1 开源软件测试模型概述 .....                 | 232 |
| 10.2.2 测试环境 .....                       | 233 |
| 10.2.3 产品元素 .....                       | 234 |
| 10.2.4 质量准则 .....                       | 236 |
| 10.2.5 测试技术选择 .....                     | 237 |
| 10.2.6 通用测试技术 .....                     | 237 |
| 10.3 开源软件测试模型常用工具 .....                 | 239 |
| 10.4 JUnit 工具简介 .....                   | 239 |
| 10.5 Selenium 工具 .....                  | 243 |
| 本章小结 .....                              | 250 |
| 知识拓展与练习 .....                           | 250 |
| 能力拓展与训练 .....                           | 250 |
| <b>第 11 章 软件测试拓展知识</b> .....            | 251 |
| 11.1 ISTQB 职业资格证书 .....                 | 252 |
| 11.1.1 证书介绍 .....                       | 252 |
| 11.1.2 ISTQB 软件测试初级认证大纲 .....           | 253 |
| 11.1.3 ISTQB 软件测试高级认证大纲 .....           | 254 |
| 11.2 服务外包岗位专业考试 .....                   | 254 |
| 11.2.1 证书介绍 .....                       | 254 |
| 11.2.2 信息技术外包(ITO)——软件外包测试工程师考试大纲 ..... | 255 |
| 11.2.3 信息技术外包(ITO)——软件外包测试经理考试大纲 .....  | 256 |
| 11.3 软件测试的拓展学习与研究学习 .....               | 258 |
| 11.3.1 软件测试理论中的阴阳学说 .....               | 258 |
| 11.3.2 游戏软件测试模式选择与测试估计研究 .....          | 258 |
| 11.3.3 基于净室软件工程的游戏软件测试技术与分析 .....       | 259 |
| 11.4 软件测试虚拟实训 .....                     | 259 |
| 11.4.1 虚拟实训 .....                       | 259 |
| 11.4.2 传统实训存在的主要问题 .....                | 260 |
| 11.4.3 虚拟实验室 .....                      | 260 |
| 11.4.4 虚拟实验室国内外现状 .....                 | 261 |
| 11.4.5 虚拟实训室的功能特点 .....                 | 261 |
| 11.4.6 虚拟实验室的构建使用与管理 .....              | 262 |
| 11.4.7 虚拟现实技术 .....                     | 263 |
| 11.4.8 虚拟企业简介 .....                     | 266 |
| 11.4.9 虚拟企业软件的开发语言与运行环境 .....           | 267 |
| 11.5 常用计算机软件测试标准 .....                  | 268 |
| 11.6 GB/T 15532—2008 计算机软件测试规范 .....    | 268 |
| 11.7 GB/T 9386—2008 计算机软件测试文档编制规范 ..... | 269 |
| 11.8 IEEE 美国电气和电子工程师协会简介 .....          | 271 |
| 11.9 IEEE 829—1998 软件测试文档编制标准 .....     | 271 |
| 本章小结 .....                              | 273 |
| 知识拓展与练习 .....                           | 274 |
| 能力拓展与训练 .....                           | 274 |
| <b>参考文献</b> .....                       | 275 |

# 第1章

## 软件测试基础知识



### 教学目标

本章讲授软件测试所必需的基础知识，为后续软件测试的实施奠定最基本的理论基础。通过本章的学习：

- (1) 重点掌握软件测试的标准概念及常用的软件测试技术与方法，能够理解各种软件测试技术与方法的适用场合及相互之间的关系，并在进行不同软件测试时恰当地选择测试技术与方法。
- (2) 掌握软件测试过程模型，并能够将常用的软件测试模型应用到软件测试中。
- (3) 掌握缺陷的标准定义及产生缺陷的原因。
- (4) 了解软件测试工作岗位，以及软件测试人员的基本素质与技能要求。



### 教学要素

| 知识点                                                             | 技能点                                    | 资 源                              |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| 软件分别按功能、用户、产品、开发规模分类的类型                                         | 实现上述不同分类的软件测试要求                        | 教案、演示文稿、课程录像、漫画解释、教学案例、实训项目、拓展资源 |
| 软件测试的 IEEE 定义；黑盒测试、白盒测试；静态测试、动态测试；单元测试、集成测试、系统测试、验收测试；功能测试、性能测试 | 掌握不同软件测试方法之间的关系；在进行不同软件测试时恰当地选择测试技术与方法 |                                  |
| 软件测试过程的 V 模型、W 模型、H 模型                                          | 运用不同的测试模型或将它们进行组合，应用到不同的软件测试过程中        |                                  |
| 软件测试部门的组织结构、软件测试团队的人员组成                                         | 了解软件测试团队中不同岗位的职责与要求，了解软件测试人员的基本素质与技能   |                                  |

## 1.1 软件及软件测试的发展

计算机在 1946 年出现,软件开发到现在已有 60 多年的历史,在软件逐步发展的过程中,诞生了软件测试技术。

### 1.1.1 软件的定义

软件的定义并不是固定不变的,不同的国家和组织出于各自的理解与利益,产生了不同的软件定义。同时,随着软件产业的不断发展,软件与传统产业的融合日益加深,传统的软件概念和定义也在随着时代的发展而发生变化,以适应软件产业自身发展的需要。

软件可以从多方面去理解,如从学科方面理解,或从软件系统方面理解。下面介绍国际组织、国外和我国对软件的定义,最后给出从软件测试角度对软件的理解与概念定义。

1978 年世界知识产权组织 WIPO(World Intellectual Property Organization)发表的《保护计算机软件示范条例》中将计算机软件的概念阐述为:“计算机软件包括程序、程序说明和程序使用指导三项内容。”

美国电子电气工程师协会 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)定义:软件是计算机程序及其说明程序的各种文档。

美国在 1980 年修改的《著作权法》中的第 101 条将计算机程序定义为“是一组旨在直接或间接用于计算机以取得一定结果的语句或指令”。此后,又通过联邦法院的判例,把源程序、目标程序、固化在只读存储器中的程序、系统程序和应用程序都归为计算机程序,并纳入《著作权法》的保护范围。该法并未对计算机软件作出一个明确的定义。而根据微软计算机百科词典的解释:软件是指计算机程序或能够使硬件工作的指令。

欧盟 1991 年所颁布的计算机程序保护指令中指出:计算机软件包括先前准备的程序设计资料和计算机程序。

日本在 1985 年颁布的《著作权法修改草案》中对计算机程序作出了如下的定义:“能使计算机完成某种功能的一组指令”,并明确规定,计算机程序“不包括为完成程序作品而使用的程序语言、规则和方法。”其中,程序语言是表达程序所用的文字、符号或文字和符号的组合。日本没有把文档包括在计算机软件之内。

印度把软件称为“IT 软件”,指以计算机可读形式记录的,通过被归类为“IT 产品”的自动数据处理机进行处理并向用户提供交互性服务的所有指令、数据、声音和图像,包括原码或目标码表达的任何形式。印度对软件定义的突破源于其软件产业发展需要,源于其深厚的软件外包背景。印度的软件外包很大一部分是业务流程外包 BPO(Business Process Outsourcing)的内容,印度本土称为 ITES(IT-Enabled Services),即基于 IT 的服务,其涉及的内容很宽泛,印度的软件产业对于软件服务外包的依存度很大,所以在定义软件概念时充分考虑了整个软件产业的需求。

我国的学术界一直遵循程序加文档的定义方法,学术界公认的权威软件定义来自国际电工委员会 IEC(International Electro technical Commission)制定的国际标准中的定义,“软件是与数据处理系统的操作有关的计算机程序、过程、规则和有关的文件集的总和”。我国的软件概念的界定也要根据我国软件产业的特点,把握国际软件产业的发展趋势,进行概念的创新和突破。

通常认为软件就是程序加文档,这也是软件概念的经典定义。从软件测试的角度来看,可以将软件定义为:软件=程序+数据(库)+文档+服务。后面对软件测试的学习与实践将围绕着软件所包含的程序、数据(库)、文档和服务这几个方面进行。

### 1.1.2 软件与软件测试的发展

第一个编写软件的人是英国数学家奥古斯塔·艾达·洛夫莱斯(Augusta Ada LoveLace),她在 1836 年开始尝试为查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)的机械式计算机写软件。尽管他们的努力失败了,但他们的名字永远载入了计算机发展的史册。20 世纪 60 年代美国大学里开始出现授予计算机专业的学位,教授学生编写软件。

计算机软件发展历史可以分成三个阶段:从 1955 年到 1965 年的开创阶段,从 1965 年到 1985 年的稳定阶段,从 1985 年到现在的发展阶段。计算机软件发展历史可以从不同的角度划分,但上述的划分方法可以更好地帮助理解软件测试的形成与发展。

1955 年到 1965 年,运算速度越来越快、价格越来越便宜的新计算机不断涌现,软件工作人员需要针对不同计算机不断写出新的软件,这种变化速度令编写软件人员应接不暇。1965 年到 1985 年,此阶段由于计算机硬件变化节奏缓慢一些,属于较平稳的年代,随着计算机软件的平稳发展,确立了软件在市場中的重要地位,软件成为商品并逐渐变得被人们理解和接受。1985 年到现在,这个阶段是软件发展过程中最重要的时期。因为 PC 和 workstation 以半年更新一代的令人目不暇接的速度,势不可挡地入侵小型机、中型机甚至大型机领域,从而使计算机无处不在,计算机走出了象牙塔,走进了平常百姓家庭,走进了普通人的办公室。在家里、办公室、银行、邮局等生活工作的周围,处处可见计算机的应用成果。

软件测试是伴随着软件的发展而产生的。早期的软件开发过程中,软件规模都很小、复杂程度低,软件开发的过程混乱无序、相当随意,测试的含义比较狭窄,开发人员将测试等同于“调试”,目的是纠正软件中已经知道的故障,常常由开发人员自己完成这部分的工作。对测试的投入极少,测试介入也晚,常常是等到形成代码,产品已经基本完成时才进行软件测试。

直到 1957 年,软件测试作为一种发现软件缺陷的活动才开始与调试区别开来。由于一直存在着“为了让我们看到产品在工作,就得将测试工作往后推一点”的思想,潜意识里对测试的目的就理解为“使自己确信产品能工作”。测试活动始终后于开发的活动,测试通常被作为软件生命周期中最后一项活动而进行。当时也缺乏有效的测试方法,主要依靠“错误推测 Error Guessing”来寻找软件中的缺陷。因此,大量软件交付后,仍存在很多问题,软件产品的质量无法保证。

到了 20 世纪 70 年代,这个阶段开发的软件仍然不复杂,但人们已经开始思考软件开发流程的问题,尽管对“软件测试”的真正含义还缺乏共识,但这一词条已经频繁出现,一些软件测试的探索者们建议在软件生命周期的开始阶段就根据需求制订测试计划,这时也涌现出一批软件测试的宗师, Bill Hetzel 博士就是其中的领导者。1972 年,软件测试领域的先驱 Bill Hetzel 博士(代表论著《The Complete Guide to Software Testing》)在美国的北卡罗来纳大学组织了历史上第一次正式的关于软件测试的会议。1973 年,他首先给软件测试下了一个这样的定义:“就是建立一种信心,认为程序能够按预期的设想运行(Establish confidence that a program does what it is supposed to do)”。后来在 1983 年他又将定义修订为:“评价一个程序和系统的特性或能力,并确定它是否达到预期的结果。软件测试就是以此为目的的任何行为(Any activities aimed at evaluating an attribute or capability of a program or system)”。定义中的“设想”和“预期的结果”

其实就是现在所说的用户需求或功能设计。他还把软件的质量定义为“符合要求”。他的思想的核心观点是：测试方法是试图验证软件是“工作的”，所谓“工作的”就是指软件的功能是按照预先的设计执行的，以正向思维，针对软件系统的所有功能点，逐个验证其正确性。软件测试业界把这种方法看作是软件测试的第一类方法。

尽管如此，这一种方法还是受到很多业界权威的质疑和挑战。代表人物是 Glenford J. Myers(代表论著《*The Art of Software Testing*》)。他认为测试不应该着眼于验证软件是工作的，相反应该首先认定软件是有错误的，然后用逆向思维去发现尽可能多的错误。他还从人的心理学的角度论证，如果将“验证软件是工作的”作为测试的目的，非常不利于测试人员发现软件的错误。于是他于1979年提出了他对软件测试的定义：“测试是为发现错误而执行的一个程序或者系统的过程(The process of executing a program or system with the intent of finding errors)”。这个定义也被业界所认可，经常被引用。除此之外，Myers还给出了与测试相关的三个重要观点：测试是为了证明程序有错，而不是证明程序无错误；一个好的测试用例在于它能发现至今未发现的错误；一个成功的测试是发现了至今未发现的错误的测试。这就是软件测试的第二类方法，简单地说就是验证软件是“不工作的”，或者说是有错误的。Myers认为，一个成功的测试必须是发现 Bug 的测试，不然就没有价值。Myers提出的“测试的目的是证伪”这一概念，推翻了过去“为表明软件正确而进行测试”的错误认识，为软件测试的发展指出了方向，软件测试的理论、方法在之后得到了长足的发展。第二类软件测试方法在业界也很流行，受到很多学术界专家的支持。

到了20世纪80年代初期，软件和IT行业进入了大发展，软件趋向大型化、高度复杂化，软件的质量越来越重要。这个时候，一些软件测试的基础理论和实用技术开始形成，并且人们开始为软件开发设计了各种流程和管理方法，软件开发的方式也逐渐由混乱无序的开发过程过渡到结构化的开发过程，以结构化分析与设计、结构化评审、结构化程序设计以及结构化测试为特征。人们还将“质量”的概念融入其中，软件测试定义发生了改变，测试不单纯是一个发现错误的过程，而且将测试作为软件质量保证(SQA)的主要职能，包含软件质量评价的内容，Bill Hetzel在《软件测试完全指南》(《*Complete Guide of Software Testing*》)一书中指出：“测试是以评价一个程序或者系统属性为目标的任何一种活动。测试是对软件质量的度量”。这个定义至今仍被引用。软件开发人员和测试人员开始坐在一起探讨软件工程和测试问题。软件测试已有了行业标准(IEEE/ANSI)，1983年IEEE提出的软件工程术语中给软件测试下了定义，软件测试的目的是为了检验软件系统是否满足需求。它再也不是一个一次性的，而且只是开发后期的活动，而是与整个开发流程融合成一体。软件测试已成为一个专业，需要运用专门的方法和手段，需要专门人才和专家来承担。

随着软件产业界对软件过程的不断研究，并伴随着过程成熟度模型 CMM(Capability Maturity Model)的提出，许多研究机构和测试服务机构从不同角度出发提出有关软件测试方面的能力成熟度模型，作为 SEI-CMM 的有效补充，比较有代表性的包括美国国防部提出的 CMM 软件评估和测试 KPA 建议；Gelper 博士提出一个测试支持模型(Testing Support Model, TSM)来评估测试小组所处环境对于他们的支持程度；Burgess/Drabick I.T.I.公司提出的测试能力成熟度模型(Testing Capability Maturity Model, TCMM)则提供了与 CMM 完全一样的 5 级模型；Burnstein 博士提出了测试成熟度模型(Testing Maturity Model, TMM)，依据 CMM 的框架提出测试的 5 个不同级别，关注测试的成熟度模型，它描述了测试过程，是项目测试部分得到良好计划和控制的基础。

进入 20 世纪 90 年代,软件行业开始迅猛发展,软件的规模变得非常大,在一些大型软件开发过程中,测试活动需要花费大量的时间和成本,而当时测试的手段几乎完全都是手工测试,测试的效率非常低;并且随着软件复杂度的提高,出现了很多通过手工方式无法完成测试的情况,尽管在一些大型软件的开发过程中,人们尝试编写了一些小程序来辅助测试,但是这还是不能满足大多数软件项目的统一需要。于是,很多测试实践者开始尝试开发商业的测试工具来支持测试,辅助测试人员完成某一类型或某一领域内的测试工作,从而测试工具逐渐盛行起来。人们普遍意识到,工具不仅仅是有用的,而且要对今天的软件系统进行充分测试,工具是必不可少的。测试工具可以进行部分测试设计、实现、执行和比较的工作。通过运用测试工具,可以达到提高测试效率的目的。测试工具的发展,大大提高了软件测试的自动化程度,让测试人员从烦琐和重复的测试活动中解脱出来,专心从事有意义的测试设计等活动。采用自动比较技术,还可以自动完成测试用例执行结果的判断,从而避免人工比对存在的疏漏问题。设计良好的自动化测试,在某些情况下可以实现“夜间测试”和“无人测试”。在大多数情况下,软件测试自动化可以减少开支,增加有限时间内可执行的测试,在执行相同数量测试时节约测试时间。

测试工具的选择和推广也越来越受到重视。在软件测试工具平台方面,商业化的软件测试工具已经很多,如捕获/回放工具、Web 测试工具、性能测试工具、测试管理工具、代码测试工具等等,这些工具都有严格的版权限制且价格较为昂贵而无法自由使用,当然,一些软件测试工具开发商对于某些测试工具提供了 Beta 测试版本以供用户有限次数使用。在开放源码社区中也出现了许多软件测试工具,已得到广泛应用且相当成熟和完善。

综上所述,软件与软件测试的发展,可以简单地概括为表 1-1。

表 1-1 软件开发与软件测试的关系

| 年 代<br>特 点 | 20 世纪 70 年代及以前 | 20 世纪 80 年代 | 20 世纪 90 年代后 |
|------------|----------------|-------------|--------------|
| 软件规模       | 小              | 适中          | 超大           |
| 软件复杂性      | 低              | 中等          | 高            |
| 开发队伍规模     | 小              | 中等          | 大            |
| 开发方法及标准    | 个别             | 适中          | 复杂           |
| 测试重要性认识    | 很少             | 有些          | 重要           |
| 测试方法及标准    | 个别             | 早期          | 正在形成         |
| 独立测试组织     | 很少             | 有些          | 许多           |
| 测试从业人员     | 很少             | 很少          | 许多           |

### 1.1.3 软件测试的现状与发展趋势

在软件业较发达的国家,从投入的人力和时间上来看,软件测试都受到软件公司的极大重视。相比较而言,国内的软件测试还属于起步阶段,缺乏专业的第三方软件测试公司。

#### 1. 国外现状

在软件业发达的国家,软件测试不仅早已成为软件开发的一个有机组成部分,而且在整个软件开发的系统工程中占据着相当大的比重。以美国的软件开发和生产的平均资金投入为例,

通常是：“需求分析”和“规划确定”各占3%，“设计”占5%，“编程”占7%，“测试”占15%，“投产和维护”占67%。测试在软件开发中的地位，由此可见一斑。

与此同步的是，软件测试市场已成为软件产业中的一个独特市场。在美国硅谷地区，凡是软件开发企业或是设有软件开发部门的公司，都有专门的软件测试单位，其中软件测试人员的数量相当于软件开发工程师的四分之三。在这些公司或部门中，负责软件测试的质量保证的经理职位与软件开发主管往往是平行的。据了解，在软件产业发展较快的印度，软件测试在软件企业中同样拥有举足轻重的地位。

## 2. 国内现状

目前，国内软件测试市场发展比较缓慢，国内市场中的软件开发公司比比皆是，但是软件测试公司则是凤毛麟角。

为什么国内的软件测试市场发展会比较缓慢，到现在企业才开始关注软件测试呢？主要原因是企业对软件测试的重要性理解不够。很多人认为程序能运行基本上就已经成功了，没有必要成立专门的测试部门或设立测试岗位。

另一方面，软件开发企业在为软件开发支付费用后，就不希望再为软件的测试支付新的成本，而项目甲方则往往认为开发合格的软件是软件开发企业的责任。即使有些项目的开发方或委托方有意对软件进行第三方测试，也会考虑到在测试过程中往往需要软件开发商提供源代码，担心其知识产权遭到侵犯。这是软件测试市场无法长大的又一个重要原因。此外，软件开发企业严重缺乏专业测试力量也是因素之一。

## 3. 发展趋势

国际的测试领域已基本成熟，而国内的测试领域才刚刚开始。如何更好地将软件项目管理和软件质量保障结合起来，让项目管理带动软件测试业的发展和成熟，应该是项目管理中不可缺少的一部分。

## 4. 面临的挑战

近几年软件测试取得了较大的发展，但仍落后于软件开发的发展水平，使得软件测试面临着很大的挑战。

(1) 软件测试理论不成熟的挑战。软件测试行业的兴起将会很大程度取决于测试理论的成熟度，目前软件测试过程中还存在一些问题没有定论或没有明确的定论，如软件测试的终止标准、如何评价测试价值等。

(2) 测试技术有待提高的挑战。目前国内软件测试技术比较落后，手工测试比重较大，自动化的性能测试、白盒测试、代码测试、安全测试等都处于初级阶段，软件测试的质量、进度、成本和风险都未得到有效的保证和控制。

(3) 软件测试人才缺乏的挑战。我国软件产业已经获得了长足的进步，但软件测试人才的缺乏很大程度上制约了软件产业的发展，因此加紧建立和健全软件测试人才培养体系面临着挑战。

(4) 软件测试工程师素质的挑战。软件测试工程师的综合素质的高低体现在：责任心、综合技术素质、学习能力、解决问题的能力以及对软件业发展趋势的了解。软件测试团队规模会越来越大，能否形成以核心人物为支柱的强有力的测试团队成为其发展的关键。

## 1.2 软件分类及测试要求

从不同角度可以将软件分为不同的种类，不同种类的软件，其测试要求和侧重点也各不相同。

### 1. 按功能分类及测试要求

按功能划分可将软件分为四类：固件、系统软件、中间件和应用软件。

固件(Firm Ware)就是直接写在芯片组或集成电路里的一段程序。其原来的定义是指具有软件功能的硬件，早期的这类器件一般是存有软件的 ROM 或 EPROM，这些硬件中保存的程序无法被用户直接读出或修改。目前固件有了新的定义，它是最贴近计算机硬件的一些小的软件，可以看做是一个系统中最低层、最基础的工作软件。固件中软件的测试都是由计算机设计厂家，根据设计及硬件情况来完成其中固化的软件测试工作，一般的用户很少需要进行该类软件的测试工作。

系统软件能直接操作底层硬件，并为上层软件提供支撑，如操作系统、硬件驱动程序等。系统软件和硬件共同提供一个平台，管理和优化计算机硬件资源的分配与使用。这类软件的测试需要结合底层硬件来完成。

中间件是在应用软件和平台之间建立一种桥梁，常见的中间件包括数据库和互联网服务器等。这类软件除进行一些一般软件共同需要的测试外，一般都有专门的测试方法和工具。

应用软件能为用户提供某种特定的应用服务，如办公软件、通信软件、行业软件、游戏软件等。这类软件是大部分公司测试的重点，本书也主要是讨论这类软件的测试设计与实施。

### 2. 按用户分类及测试要求

按用户分类可将软件分为产品软件和项目软件。

产品软件的目标是大众用户，而非特殊用户群体，如微软公司的 Office 软件，就是产品软件。这类软件的测试相对困难一些，因为最终用户所使用的计算机硬件和软件差别很大，测试时应做好硬件配置测试和软件兼容性测试。

项目软件针对某类特殊使用人群而开发，调查表明，国内 80%以上的软件都属于项目软件。对于这类软件而言，测试的重点应放在满足核心用户的关键需求上。

### 3. 按开发规模分类及测试要求

按开发规模分类可将软件分为小型软件、中型软件和大型软件。

小型软件是指软件开发的参与人数在 10 人以下，开发时间在 1 到 4 个月之间的软件。测试工作通常由开发人员兼任。

中型软件是指软件开发的参与人数在 10 人到 100 人之间，开发时间在 1 年以下的软件。测试工作要由专门的测试小组或团队来完成。

大型软件是指软件开发的参与人数在 100 人以上，开发时间在 1 年以上的软件。测试工作由专门的测试部门或专门的测试公司来完成。

### 4. 按软件产品分类及测试要求

按软件产品分类可将软件分为单机软件、网络软件、嵌入式软件、游戏软件、开源软件、数据库应用系统软件等。

这些软件的测试要求也各不相同,如单机软件可能要进行黑盒、白盒测试,动态、静态测试;网络软件主要进行单元、集成、系统、验收测试,以及压力测试、负载测试等;嵌入式软件除一般的测试外,最主要还是要进行软硬件集成测试;游戏软件常常进行参数组合测试、执行路径测试等。

## 1.3 软件测试定义

本节主要讲解软件测试定义的理解与分析,软件测试目的与软件质量的衡量,软件测试原则,为软件测试的设计与实施奠定基础。

### 1.3.1 软件测试的定义

软件测试的标准定义如下:软件测试是指使用人工和自动手段来运行或测试某个系统的过程,目的在于检验其是否满足规定的需要或弄清楚预期结果与实际结果之间的差别。

该定义是美国电子电气工程师协会 IEEE 软件工程(1983)的标准术语,也是对软件测试概括得较为全面的一个定义。该定义反映了软件测试的重点与难点,可以从以下五个方面进行理解与分析。

#### 1. 过程

“运行或测试某个系统的过程”明确说明了软件测试是一个过程,而且是一个持续的过程,而非一个时间点上发生的动作。因此,软件测试与软件开发一样需要过程管理,即需要制订良好的测试计划,根据计划做好测试前的准备工作,如测试环境的搭建、测试用例的设计、测试工具的准备等,应按照计划要求执行测试和记录发现的缺陷,最终对测试结果进行分析。

#### 2. 动态与静态

从“运行或测试”可以看出,软件测试往往需要实际执行软件系统,那么要解决的一个问题就是如何设计被测软件动态执行的过程,使得测试能最大可能地提示软件缺陷,同时减少动态执行占用的人力和物力资源。这是设计测试用例(即特定的数据集)的目标。“测试某个系统”则包含了对软件系统的静态检查,如对代码和文档的检查,静态检查不需要动态运动程序,可以在一定程度上降低测试的工作量。

#### 3. 手工与自动

“使用人工和自动手段”阐明了软件测试的现状是:手工测试与自动化测试并存。多数公司仍广泛采用手工测试方法,如测试计划的制订、测试用例的设计等。对于那些自动化程度很高的测试工作,如测试用例的执行、测试用例结果的分析检查、代码质量的度量、测试过程的管理等,可通过自动化测试工具辅助测试人员完成部分测试工作。但测试工具只能是辅助测试,不可能替代人工测试,像制订测试计划这类需要高度创造力的工作是无法用测试工具来完成的。更重要的是,自动化测试工具背后是公司或项目组所采用的管理思想、所使用的测试方法,抛开这些去学习测试工具是没有任何意义的。

#### 4. 满足需要

“软件测试的目的在于检验其是否满足规定的需要”,明确指出了测试的最终目的、测试的

依据以及判断缺陷的根据。在测试过程中,只要发现不满足规定的需要,就认为是缺陷。那么,应该满足谁的需要?以什么形式来规定这些需要?软件测试的最终目的是满足用户需要,这里的用户是指最终用户还是客户,或是包含其他人群?用户的需要如何来规定?答案当然是写在需求规格说明书中,那么,确保需求规格说明书的先期验证是确保最终的软件产品符合用户需求的关键,也是最重要的测试工作之一。

## 5. 预期

“目的在于弄清楚预期结果与实际结果之间的差别”清晰地指出:测试必须能确定所观察到的程序执行输出是否可以接受,否则测试工作就是无用的。那么,预期结果从何而来,实际结果的载体是什么?预期结果与实际结果之间的差别预示着什么?答案是测试用例与软件缺陷。在测试用例中定义软件的预期输出结果(可以是整个系统的输出,也可以是某个函数的输出),执行测试用例获取软件的实际执行结果,测试用例的实际结果与预期结果之间的这种差异只要在用户可以接受的范围之内,就不应看做是缺陷。因此,软件测试追求的是“足够(Enough)”,而不是“最好(Best)”。在测试的过程中,应明确地将软件允许接受的差异规定下来,以免浪费时间和精力。

总之,从标准定义中可以看出,软件测试需要进行过程管理,软件测试包含动态测试和静态测试,软件测试分人工测试和自动化测试,软件测试的主要工作是设计测试用例、执行测试用例、分析测试用例,也是发现缺陷、记录缺陷和关闭缺陷的过程。

IEEE 标准 610.12(1990)给出了两个更为规范、约束的测试定义。

- (1) 在特定的条件下运行系统或构件,观察或记录结果,对系统的某个方面做出评价。
- (2) 分析某个软件项以发现现存的和要求的条件之差别(即错误)并评价此软件项的特性。

IEEE 610.12 标准的定义并不要求运行程序作为测试过程的一部分,静态验证的一些方法可作为测试手段。定义(1)被称为动态测试,而定义(2)被称为静态测试。软件是由文档、数据以及程序等部分组成的,软件测试应该对于软件形成过程的文档、数据,以及程序进行测试。定义(2)的技术可以应用于非程序部分的测试。

软件测试是软件开发过程的重要组成部分,用来确认一个程序的品质或性能是否符合开发之前所提出的一些要求。软件测试是在软件投入运行前,对软件需求分析、设计规格说明和编码的最终评审,是软件质量保证的关键步骤。

软件测试是为了发现错误而执行程序的过程。软件测试在软件生命周期中要横跨其中的两个阶段。

(1) 通常在编写完每一个模块之后就对它进行必要的测试(称为单元测试)。编码和单元测试属于软件生存期中的同一个阶段。

(2) 在结束这个阶段后对软件系统还要进行各种综合测试,这是软件生存期的另一个独立阶段,即测试阶段。

有资料表明,60%以上的软件错误并不是程序错误,而是软件需求和软件设计错误。错误地理解用户需求,即使开发技术完美、优良,但开发出来的产品却不是正确的产品。因此,做好软件需求和软件设计阶段的质量保证工作也是非常重要的。

## 1.3.2 软件测试的目的

Myers 这样来描述软件测试的目的:“测试是程序的执行过程,目的在于发现错误;一个