

# Technology and Practice of Software Testing

# 软件测试技术与实践

滕玮 钱萍 刘镇 主编



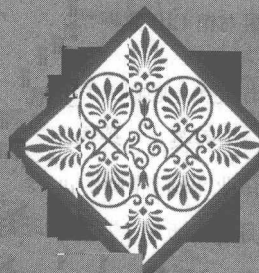
机械工业出版社  
China Machine Press

普通高等院校计算机课程规划教材

# Technology and Practice of Software Testing

# 软件测试技术与实践

滕玮 钱萍 刘镇 主编



机械工业出版社  
China Machine Press

本书较全面地介绍了软件测试原理与常用软件测试工具的实践应用，内容包括：软件测试概述、软件测试准备知识、测试计划和缺陷跟踪纠正、测试的组织与管理、软件测试方法、测试用例的设计、软件测试流程、自动化测试基础以及常用测试工具，重点介绍了QuickTest Professional 测试工具。最后，给出了一个测试案例和一个实践练习。

本书可以作为普通高等院校计算机应用及相关专业本科“软件测试技术与实践”课程的教材或教学参考书，亦可作为软件测试人员的技术参考书。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

## 图书在版编目（CIP）数据

软件测试技术与实践/滕玮等主编. —北京：机械工业出版社，2012.8  
（普通高等院校计算机课程规划教材）

ISBN 978-7-111-39347-4

I. 软… II. 滕… III. 软件-测试-高等学校-教材 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 179207 号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：朱秀英 余洁

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

185mm×260mm·16 印张

标准书号：ISBN 978-7-111-39347-4

定价：29.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：(010) 88378991；88361066

购书热线：(010) 68326294；88379649；68995259

投稿热线：(010) 88379604

读者信箱：hzsj@hzbook.com

# 前言

近年来,随着计算机技术的进步,以软件系统为核心的计算机应用已经渗透到各行各业,在国民经济、国防领域以及人们的日常生活中发挥着越来越重要的作用。因此,当今社会对高质量软件的需求也越来越迫切。但是,随着软件规模的不断增长,软件质量问题逐渐成为制约计算机发展和应用的瓶颈之一。

实现软件质量保证的重要手段就是软件测试,软件测试在软件质量控制上的地位不可替代。在软件产业发达的国家,软件测试占到整个开发工作量的 40%,测试的费用占到项目总费用的 30%~40%。企业中软件测试工程师与开发工程师的配比多为 1:1 以上。软件测试研究的结果表明:软件中存在的问题越早发现,其软件开发费用就越低,在编码后修改软件缺陷的成本是编码前的 10 倍,在产品交付后修改软件缺陷的成本是交付前的 10 倍;软件质量越高,软件发布后的维护费用就越低。实践表明,通过严格的软件测试,不仅可以将软件缺陷的数目至少降低 75%,而且能够获得高达 350% 的软件投资回报率。

我国的软件企业已经开始认识到,软件测试的广度和深度决定了中国软件企业的命运。我国软件评测企业大幅度增加,目前有 2000 多家,各个行业、各省、发达地区都建立了软件评测中心;软件从业人员已达 10 多万人,产业产值已经达到上百亿元。一名合格的软件测试工程师必须要经过严格的系统化职业教育和培训,其作为产品出货前的把关人,没有专业的技术水准、不具备高度的工作责任心和自信心是完全无法胜任的。目前,我国软件从业人员的缺口高达 40 万之多,而其中仅软件测试人才的缺口就超过 20 万,在未来 5~10 年中这一数字还将继续增大。

2007 年,教育部等部门出台的《关于进一步加强国家重点领域紧缺人才培养工作的意见》,将软件测试等确定为 12 个国家重点领域紧缺人才培养专业。高校承担着人才培养的重任,高校教师有义务为国家提供实践应用能力强的的人才。在这一前提下,本书从理论到实践,较全面地介绍了软件测试技术所涉及的基本理论和应用实践。

本书共分为 12 章。第 1、2 章为软件测试理论概述部分;第 3~7 章较全面地介绍了软件测试技术所涉及的相关理论及测试各阶段的技术与方法;第 8~12 章主要介绍了软件测试的重要测试工具的使用方法与测试实践过程。各章主要内容如下:

第 1 章为软件测试概述,主要介绍了软件测试产生的背景、现状和前景,软件测试的必要性及其代价,软件测试的定义,最后简单介绍了软件的开发与测试。

第 2 章为软件测试准备知识,介绍了软件测试环境的组成与搭建,软件工程的相关概念和理论(如软件质量、能力成熟度模型 CMM、软件生命周期及软件的管理),软件测试的目的、原则、规律和种类,并从软件生命周期出发,描述了软件开发与测试的关系和相关技术,最后归纳了软件测试阶段涉及的主要测试文档。

第 3 章为测试计划和缺陷跟踪纠正,主要介绍了测试计划的意义、目标和内容,软件测试的预规划、测试规划、后规划、V 模型和 W 模型及测试计划文档,缺陷发现、缺陷管理流程、缺陷更正、缺陷预防以及缺陷报告文档。

第 4 章为测试的组织与管理,主要介绍了测试团队的组织、测试人员的管理与选择以及测试

心理学，建立测试实验室的必要性和影响测试实验室决策的因素以及测试实验室的建立。

第5章为软件测试方法，从软件测试复杂性与经济性出发，主要介绍了软件测试的静态测试与动态测试、黑盒测试与白盒测试、人工测试与自动化测试以及软件测试的策略等。

第6章为测试用例的设计，主要介绍了设计测试用例的原则、目的及作用，设计测试用例的方法（包括测试用例设计的主要活动及测试用例设计技术，即白盒测试法、黑盒测试法等），测试用例文档书写方法。

第7章为软件测试流程，主要介绍了软件测试生命周期、软件测试的流程、测试工具的选择、测试环境的开发、测试评估，并给出了测试报告的模板。

第8章为自动化测试基础与 QuickTest Professional 测试工具，主要介绍了自动化测试的含义、意义和局限性等，简要介绍了测试工具 QuickTest Professional 及其测试流程。

第9章为 QuickTest Professional 测试工具，主要介绍了 QuickTest Professional 测试工具的基本功能和详细的使用方法。

第10章为其他常用测试工具，主要介绍了一些常用的软件测试工具：Robot 测试工具、WinRunner 测试工具、LoadRunner 测试工具、JUnit 测试工具，简单介绍了它们的作用和功能，并给出运用这些测试工具进行相关测试的简单实例。

第11章为测试案例研究，主要通过一个实际的测试案例，讨论自动化测试过程。

第12章为实践练习，提供了一个实际的 Web 项目，让读者进行自动化测试的实践练习。此章可以作为软件测试课程的实验题目或课程设计。

本教材的第1、2章由刘镇编写，第3~7章由滕玮编写，第8~12章由钱萍编写，最后由滕玮负责统稿和定稿。在本教材编写过程中，江苏科技大学的领导及同仁给予了热情的关怀和指导。南京大学徐洁磐教授对本书的初稿进行了审查，提出了许多宝贵的意见，对本书最终的定稿做出了非常重要的贡献。编者在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，对教材内容的取舍把握可能不够准确，书中难免会出现一些错误，恳请各界同仁和广大读者批评指正。

编 者

# 教学建议

| 教学章节                                        | 教学要求                                                                                                                             | 课时 |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 第 1 章<br>软件测试概述                             | 了解软件测试产生的背景、现状和前景<br>了解软件测试的必要性及其代价<br>掌握软件测试的定义<br>掌握软件产品的组成、程序 bug 的定义与分类、软件测试的基本分类<br>了解软件测试人员应具备的素质                          | 2  |
| 第 2 章<br>软件测试准备知识                           | 了解软件测试的常用操作系统、数据库和缺陷管理系统<br>掌握软件质量的概念、特性和衡量标准<br>掌握能力成熟度模型 CMM、软件生命周期<br>了解软件项目管理的主要内容<br>了解软件测试的目的、原则和规律<br>掌握软件测试的种类、软件测试与开发过程 | 4  |
| 第 3 章<br>测试计划和缺陷跟踪纠正                        | 了解测试计划的意义和目标<br>掌握测试计划的三个阶段：预规划、测试规划和后规划<br>掌握 V 模型和 W 模型<br>掌握测试计划文档的撰写                                                         | 2  |
|                                             | 掌握缺陷的概念、缺陷生命周期和管理流程<br>掌握缺陷更正和预防的方法和步骤<br>掌握缺陷报告文档的撰写                                                                            | 2  |
| 第 4 章<br>测试的组织与管理                           | 了解测试团队的组织<br>掌握测试团队的组成及其人员的管理与选择<br>了解测试心理学<br>掌握测试实验室的建立步骤                                                                      | 2  |
| 第 5 章<br>软件测试方法                             | 了解软件测试的复杂性与经济性<br>掌握软件测试方法                                                                                                       | 2  |
|                                             | 掌握软件测试的主要策略：单元测试、集成测试、系统测试和验收测试                                                                                                  | 4  |
|                                             | 了解面向对象软件测试和 Web 测试技术                                                                                                             | 2  |
| 第 6 章<br>测试用例的设计                            | 掌握用例的定义<br>了解设计测试用例的原则和作用<br>掌握测试用例设计的主要活动、测试用例设计技术<br>掌握测试用例文档的撰写                                                               | 4  |
| 第 7 章<br>软件测试流程                             | 掌握软件测试生命周期<br>掌握软件测试流程<br>了解测试工具选择的方法、测试环境的开发<br>了解测试评估<br>掌握测试报告文档的撰写                                                           | 2  |
| 第 8 章<br>自动化测试基础与 QuickTest Professional 简介 | 了解自动化测试的含义、优点和局限性<br>了解 QuickTest Professional 及其测试流程                                                                            | 2  |

(续)

| 教学章节                               | 教学要求                                                                                                                                | 课时    |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 第9章<br>QuickTest Professional 测试工具 | 熟悉 QuickTest Professional (QTP) 主窗口<br>熟悉 Mercury Tours 示例网站<br>掌握 QTP 的基本操作                                                        | 6~8   |
| 第10章<br>其他常用测试工具                   | 了解 Robot 测试工具的功能、特点和使用方法<br>了解 WinRunner 测试工具的测试模式、测试过程、功能和使用方法<br>了解 LoadRunner 测试工具的组成、工作原理、测试过程和使用方法<br>了解 JUnit 测试工具的特性、优点和使用方法 | 4     |
| 第11章<br>测试案例研究                     | 通过一个实际案例,掌握自动化测试流程及方法                                                                                                               | 4     |
| 第12章<br>实践练习                       | 提供了一个实际的 Web 项目,让读者进行自动化测试的实践练习                                                                                                     | 32~40 |

说明:

- 1) 建议教学分为软件测试基本知识模块(第1~7章)和实践教学模块(第8~11章),其中基本知识模块建议教学学时为26学时,实践教学建议学时为16~18学时,不同学校可以根据各自的教学要求和计划学时数对教学内容进行取舍。
- 2) 建议第8~11章的课堂教学全部在多媒体机房内完成,实现“讲-练”结合。
- 3) 建议第12章作为一个综合性实训,学时为32~40学时。

# 目 录

前言

教学建议

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 第1章 软件测试概述 .....                | 1  |
| 1.1 软件测试产生的背景 .....             | 1  |
| 1.2 软件测试的现状和前景 .....            | 3  |
| 1.2.1 软件测试行业的过去、<br>现在与未来 ..... | 3  |
| 1.2.2 国内软件测试行业 .....            | 5  |
| 1.2.3 微软的成功案例 .....             | 7  |
| 1.2.4 软件测试人员的职业方向 .....         | 7  |
| 1.3 软件测试简介 .....                | 8  |
| 1.3.1 软件测试的必要性及其代价 .....        | 8  |
| 1.3.2 软件测试的定义 .....             | 9  |
| 1.4 软件开发与测试 .....               | 10 |
| 1.4.1 软件产品组成 .....              | 10 |
| 1.4.2 程序 bug 的定义和分类 .....       | 10 |
| 1.4.3 软件测试的基本分类 .....           | 12 |
| 1.4.4 软件测试人员应具备的素质 .....        | 13 |
| 本章小结 .....                      | 14 |
| 练习题 .....                       | 14 |
| 第2章 软件测试准备知识 .....              | 15 |
| 2.1 软件测试环境 .....                | 15 |
| 2.1.1 常用操作系统 .....              | 16 |
| 2.1.2 常用数据库 .....               | 19 |
| 2.1.3 缺陷管理系统——缺陷管理<br>数据库 ..... | 23 |
| 2.2 软件工程简介 .....                | 26 |
| 2.2.1 软件质量 .....                | 26 |
| 2.2.2 能力成熟度模型 .....             | 27 |
| 2.2.3 软件生命周期 .....              | 29 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.2.4 软件项目管理 .....     | 31 |
| 2.3 软件测试 .....         | 33 |
| 2.3.1 软件测试的目的 .....    | 33 |
| 2.3.2 软件测试的原则 .....    | 34 |
| 2.3.3 软件测试的规律 .....    | 35 |
| 2.3.4 软件测试的种类 .....    | 36 |
| 2.3.5 软件测试与开发 .....    | 37 |
| 2.3.6 测试文档 .....       | 39 |
| 本章小结 .....             | 41 |
| 练习题 .....              | 41 |
| 第3章 测试计划和缺陷跟踪纠正 .....  | 42 |
| 3.1 测试计划的意义 .....      | 42 |
| 3.2 测试计划的目标 .....      | 43 |
| 3.3 测试计划的内容 .....      | 43 |
| 3.3.1 预规划 .....        | 43 |
| 3.3.2 测试规划 .....       | 44 |
| 3.3.3 后规划 .....        | 46 |
| 3.3.4 V 模型和 W 模型 ..... | 47 |
| 3.3.5 测试计划文档 .....     | 49 |
| 3.4 缺陷跟踪和纠正 .....      | 53 |
| 3.4.1 缺陷发现 .....       | 53 |
| 3.4.2 缺陷管理流程 .....     | 55 |
| 3.4.3 缺陷更正 .....       | 57 |
| 3.4.4 缺陷预防 .....       | 58 |
| 3.4.5 缺陷报告文档 .....     | 59 |
| 本章小结 .....             | 63 |
| 练习题 .....              | 63 |
| 第4章 测试的组织与管理 .....     | 65 |
| 4.1 测试团队的组织 .....      | 65 |
| 4.2 测试人员的管理与选择 .....   | 67 |
| 4.3 测试心理学 .....        | 69 |

|                                   |     |                                              |     |
|-----------------------------------|-----|----------------------------------------------|-----|
| 4.4 测试实验室 .....                   | 74  | 7.6 测试报告文档 .....                             | 154 |
| 4.4.1 测试环境 .....                  | 74  | 本章小结 .....                                   | 156 |
| 4.4.2 测试实验室的建立 .....              | 75  | 练习题 .....                                    | 157 |
| 本章小结 .....                        | 77  | <b>第8章 自动化测试基础与 QuickTest Professional</b>   |     |
| 练习题 .....                         | 78  | 简介 .....                                     | 158 |
| <b>第5章 软件测试方法</b> .....           | 79  | 8.1 软件测试自动化基础 .....                          | 158 |
| 5.1 软件测试复杂性与经济性 .....             | 79  | 8.1.1 自动化测试的含义 .....                         | 158 |
| 5.2 软件测试方法 .....                  | 80  | 8.1.2 自动化测试的优点 .....                         | 158 |
| 5.2.1 静态测试与动态测试 .....             | 80  | 8.1.3 自动化测试的局限性 .....                        | 160 |
| 5.2.2 黑盒测试、白盒测试与<br>ALAC 测试 ..... | 81  | 8.2 QuickTest Professional 简介 .....          | 161 |
| 5.2.3 人工测试与自动化测试 .....            | 83  | 8.2.1 QuickTest Professional 测试<br>流程 .....  | 161 |
| 5.3 软件测试的策略 .....                 | 85  | 8.2.2 QuickTest Professional 工作<br>原理 .....  | 162 |
| 5.3.1 单元测试 .....                  | 86  | 8.2.3 QuickTest Professional 安装 .....        | 162 |
| 5.3.2 集成测试 .....                  | 94  | 8.2.4 QuickTest Professional 优点 .....        | 163 |
| 5.3.3 系统测试 .....                  | 100 | 本章小结 .....                                   | 164 |
| 5.3.4 验收测试 .....                  | 102 | 练习题 .....                                    | 164 |
| 5.3.5 面向对象软件测试 .....              | 103 | <b>第9章 QuickTest Professional 测试工具</b> ..... | 165 |
| 5.3.6 Web 测试 .....                | 113 | 9.1 QuickTest Professional 主窗口 .....         | 165 |
| 本章小结 .....                        | 121 | 9.2 Mercury Tours 示例网站 .....                 | 167 |
| 练习题 .....                         | 121 | 9.3 录制测试 .....                               | 168 |
| <b>第6章 测试用例的设计</b> .....          | 123 | 9.4 运行并分析测试 .....                            | 170 |
| 6.1 设计测试用例的原则 .....               | 123 | 9.5 创建检查点 .....                              | 172 |
| 6.2 设计测试用例的作用 .....               | 124 | 9.6 参数化测试 .....                              | 180 |
| 6.3 设计测试用例的方法 .....               | 125 | 9.7 创建输出值 .....                              | 183 |
| 6.3.1 测试用例设计的主要活动 .....           | 126 | 9.8 使用正则表达式 .....                            | 186 |
| 6.3.2 记录测试用例设计 .....              | 127 | 9.9 多操作 .....                                | 188 |
| 6.3.3 测试用例设计技术 .....              | 128 | 本章小结 .....                                   | 194 |
| 6.4 测试用例文档 .....                  | 133 | 练习题 .....                                    | 194 |
| 本章小结 .....                        | 138 | <b>第10章 其他常用测试工具</b> .....                   | 195 |
| 练习题 .....                         | 138 | 10.1 Robot 测试工具 .....                        | 195 |
| <b>第7章 软件测试流程</b> .....           | 140 | 10.1.1 Robot 简介 .....                        | 195 |
| 7.1 软件测试生命周期 .....                | 140 | 10.1.2 Robot 测试实例 .....                      | 198 |
| 7.2 软件测试流程介绍 .....                | 141 | 10.2 WinRunner 测试工具 .....                    | 200 |
| 7.3 测试工具的选择 .....                 | 149 | 10.2.1 WinRunner 简介 .....                    | 200 |
| 7.4 测试环境的开发 .....                 | 152 | 10.2.2 WinRunner 测试实例 .....                  | 205 |
| 7.5 测试评估 .....                    | 153 | 10.3 LoadRunner 测试工具 .....                   | 209 |
|                                   |     | 10.3.1 LoadRunner 简介 .....                   | 209 |
|                                   |     | 10.3.2 LoadRunner 测试实例 .....                 | 212 |

|                          |     |                        |     |
|--------------------------|-----|------------------------|-----|
| 10.4 JUnit 测试工具.....     | 226 | 11.6 缺陷跟踪与管理 .....     | 239 |
| 10.4.1 JUnit 简介 .....    | 226 | 11.7 测试报告的生成 .....     | 241 |
| 10.4.2 JUnit 测试实例 .....  | 227 | 本章小结 .....             | 241 |
| 本章小结 .....               | 230 | 练习题 .....              | 241 |
| 练习题 .....                | 231 | <b>第12章 实践练习</b> ..... | 242 |
| <b>第11章 测试案例研究</b> ..... | 232 | 12.1 被测项目介绍 .....      | 242 |
| 11.1 测试案例问题描述 .....      | 232 | 12.2 测试过程设计 .....      | 242 |
| 11.2 测试计划设计 .....        | 233 | 12.3 测试报告生成 .....      | 243 |
| 11.3 设计测试用例 .....        | 233 | 本章小结 .....             | 243 |
| 11.4 确定测试方法与选择测试工具 ..... | 234 | 练习题 .....              | 243 |
| 11.5 执行软件测试 .....        | 235 | <b>参考文献</b> .....      | 244 |

# 软件测试概述

随着计算机应用领域的不断扩大，软件产品已经渗透到人类生活的各个环节，软件开发组织越来越认识到软件质量的重要性。软件测试是软件工程中必不可少的一个环节，它作为发现软件中错误和缺陷的一种主要手段，已经引起了软件产品用户和软件开发人员越来越多的关注。但是人们对软件项目的测试工作常常存在一些认识上的误区。

作为本书的第 1 章，将简要介绍软件测试技术产生的背景、现状等，并给出软件测试的定义、基本分类，最后简要介绍软件产品的开发与测试等内容。

本章要点：

- 什么是软件测试。
- 什么是软件缺陷。
- 软件测试的基本分类。

## 1.1 软件测试产生的背景

计算机技术是现代科学技术的结晶，计算机应用是信息时代的主要特征。信息技术的飞速发展，使软件产品应用到了社会的各个领域，软件产品的质量自然成为人们共同关注的焦点。不论软件的生产者还是软件的使用者，都生存在竞争的环境中，软件开发商为了在激烈的竞争中占有软件市场，必须把产品质量作为企业的重要目标之一；用户为了提高工作效率、保证自己的业务顺利进行，当然希望选用优质的软件。但用户在使用各类软件的时候，经常会遇到一些意想不到的问题，例如，Windows 操作系统中提供的计算器进行如下操作： $45,567 + 2,453$ ，却将算式中的“,”当成小数点即“.”来处理，而不是把“,”作为数字的分隔符来处理，显然结果相差甚远。另外，还有一些专业性很强的软件，使用一段时间后，必须由专业人员对其进行系统维护，否则，将不能正常使用。这些现象都说明了质量不佳的软件产品不仅会使开发商的维护费用和用户的使用成本大幅增加，还可能造成一系列不良的后果。尤其是在一些关键性的应用（如民航订票系统、银行结算系统、证券交易系统、自动飞行控制软件、军事防御和核电站安全系统等）中，如果使用质量有问题的软件，还可能造成灾难性的后果，甚至危及生命。在历史上，有一些经典的软件错误导致了严重后果的案例，而正是这些案例，催生了软件测试这个行业的产生和发展，下面我们一起回顾其中的两个案例：

### 1) Disney 的狮子王。

1994 年的秋天，Disney 为孩子们发布了它的第一个多媒体 CD-ROM 游戏——狮子王动画书。虽然在这个市场上其他公司已经涉足多年，但是狮子王是 Disney 进入这个市场的第一次尝试。为了赢得市场，Disney 不惜花费大量资金为这款产品做广告和推广活动。这些活动无疑是成功的，

这款游戏成了那个假期孩子们必买的游戏。然而，发生了什么？12月26号，圣诞节的第二天，Disney的客户支持电话开始响个不停，很快，电话支持人员就淹没在了家长们的抱怨声中——他们的孩子由于无法运行游戏而开始哭个不停。接着大量的报道出现在了报纸和电视新闻上。事后的调查发现，Disney没有在市面上的众多PC平台上测试这款软件，软件只能在类似开发人员开发软件的平台上运行，而不能在大多数普通人所使用的平台上运行。现在我们很明确地知道了，Disney没有做配置测试。

### 2) 爱国者导弹防御系统。

美国爱国者导弹防御系统是里根总统星球大战计划的一部分。第一次使用这个系统是在海湾战争中，用来对付伊拉克的飞毛腿导弹。虽然有很多吹捧这个系统成功的故事，它却没能防住所有的导弹，包括在沙特达兰炸死28名美军的一枚。专家发现问题出现在软件错误上，系统时钟一个很小的记时错误经过了14小时的积累，最终导致了跟踪系统不再精确，在达兰的那次袭击中，系统已经运行了100小时。

这个案例说明，在生命攸关的系统中，一个小小的错误会导致相当严重的后果。造成上述现象的主要原因是在开发的过程中，软件测试不全面，甚至根本就没进行测试。

软件测试技术是在下列背景下产生的：

1) 程序规模的爆炸式增长：最初的程序只需要几行或几十行类机器语言代码，当代软件程序代码行数可达到百万数量级甚至更高。随着程序结构和算法复杂度的几何数级增长，如何确定程序的正确性和可用性成为一个急需解决的问题。

2) 在程序与用户需求间寻找平衡点：“程序”这个词从字面上讲指的是计算机编码指令的次序，也就是我们平时所说的代码，但是程序只是我们开发内容的一部分。在一个真正的商业环境中我们开发的不是程序，而是产品。在我们提供的产品中包括可运行的程序，同时还包括另一部分，就是相关的文档。这些文档包括：

- 用户文档：对用户来说，是程序、用户手册、安装说明等。
- 开发文档：对企业来说，是源代码、设计文档、业务建模、技术经验总结等。
- 管理文档：包括开发过程的时间和人员安排计划，便于企业改进开发过程等。

强调文档的重要性，不仅仅因为它是脑力劳动的输出，更重要的是因为它是经验重用和项目管理的手段，是走上工程之路的基础。优秀的软件产品需要在程序自身的技术内涵和用户特定领域的需求间找到平衡点。

3) 解决程序员和售后服务人员的需求：使程序员能够更专心于解决程序的算法效率，集中精力解决软件产品中存在的问题。售后服务人员拿到的程序再也不是那些“一触即死”的定时炸弹。

4) 软件测试技术将推动软件工程的发展：软件危机曾经是软件界甚至整个计算机界最热门的话题。为了解决这场危机，软件从业人员、专家和学者做出了大量的努力。现在人们已经逐步认识到所谓的软件危机实际上仅是一种状况，那就是软件中有错误，正是这些错误导致了软件开发在成本、进度和质量上的失控。有错是软件的属性，而且是无法改变的，因为软件是由人来完成的，所有由人做的工作都不会是完美无缺的。问题在于我们如何去避免错误的产生和消除已经产生的错误，使程序中的错误密度达到尽可能低的程度。给软件带来缺陷的原因很多，具体地说，主要有以下几点：

- 交流不够、交流上有误解或者根本不进行交流。在进行软件开发时，没有做充分的需求分

析，即在不清楚该做什么或不该做什么的（应用）细节的情况下进行软件设计。

- 软件复杂性。图形用户界面（GUI）、客户/服务器结构、分布式应用、数据通信、超大关系型数据库以及庞大的系统规模，使得软件及系统的复杂性呈指数增长，没有现代软件开发经验的人很难理解它。
- 程序设计错误。像所有的人一样，程序员也会出错。
- 需求变化。需求变化的影响是多方面的，客户可能不了解需求变化带来的影响，也可能了解但又不得不那么做。需求变化的后果可能是系统的重新设计，设计人员日程的重新安排，已经完成的工作要重做或者完全抛弃，对其他项目产生影响，硬件需求要因此改变，等等。如果有许多小的改变或者一次大的改变，项目各部分之间已知或未知的依赖性可能会相互影响而导致更多问题的出现，需求改变带来的复杂性可能导致错误，还可能影响工程参与者的积极性。
- 时间压力。软件项目的日程表很难做到准确，很多时候需要预计和猜测。当最终期限迫近和关键时刻到来之际，错误也就跟着来了。
- 自负的人更喜欢说：“没问题。”

要解决上述问题，即保证软件的质量，提高产品的可靠性和有效性，在开发的过程中必须对软件进行测试，而且要尽早测试、经常测试、充分测试和全面测试。软件测试的发展为程序的外形、结构、输入和输出的规约和标准化提供了参考。

对软件测试更大的误解是，将其当做软件行业中不重要的工作。产生这个错误想法的主要原因是，为数不少的公司仍然在没有任何实际测试过程的条件下开发软件。他们还不知道需要各种级别的软件测试员来保证公司制作出优秀的软件，即使知道，也不具备测试的条件和能力。软件无处不在，然而，软件是人编写出来的，所以不完美，必须进行软件测试，找出软件缺陷，尽可能早一些，且竭尽全力使其得以修复。

软件测试通常是使用人工或自动手段来运行或测定某个系统的过程，其目的在于检验它是否满足规定的需求或是弄清预期结果与实际结果之间的差别，即检验程序的正确性、可靠性和有效性。

## 1.2 软件测试的现状和前景

### 1.2.1 软件测试行业的过去、现在与未来

软件测试是伴随着软件的产生而产生的。早在 20 世纪 50 年代，图灵就曾给出程序测试的原始定义：测试是正确性确认的实验方法的一种极端形式。20 世纪 60 年代（软件工程建立前），软件规模很小、复杂程度低，软件开发的过程混乱无序，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错误，常常由开发人员自己完成这部分工作；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为表明程序正确而进行测试。1972 年，在北卡罗来纳大学举行了首届软件测试正式会议。1975 年，John Good Enough 和 Susan Gerhart 在 IEEE 上发表了《测试数据选择的原理》一文，软件测试被确定为一种研究方向。1979 年，Glenford Myers 的《软件测试的艺术》<sup>①</sup>对测试做了定义：测试是为发现错

① 本书中文版已由机械工业出版社引进出版，书号：7-111-17319-8，定价：22.00 元。——编辑注

误而执行的一个程序或者系统的过程。

到了 20 世纪 80 年代初期,软件和 IT 行业进入了大发展时期,软件趋向大型化、高复杂度,软件的质量越来越重要,“质量”的号角开始吹响。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。软件测试的定义发生了改变,测试不单纯是一个发现错误的过程,而且包含软件质量评价的内容,将测试作为软件质量保证(SQA)的主要职能。1983 年, 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。

这一时期,软件测试已有了行业标准。1983 年, IEEE 提出的软件工程术语中给出了软件测试的定义,并明确指出: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,由专门人才和专家来承担。

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,这样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,要对今天的软件系统进行充分的测试,工具还是必不可少的。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,让测试人员从繁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。而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,这些都有严格的版权限制且价格较为昂贵,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的使用。幸运的是,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。

此外,1996 年提出了测试能力成熟度模型(Testing Capability Maturity Model, TCMM)、测试支持度模型(Testability Support Model, TSM)、测试成熟度模型(Testing Maturity Model, TMM)。到了 2002 年, Rick 和 Stefan 在《系统的软件测试》一书中对软件测试做了进一步定义:测试是为了度量和提高被测软件的质量,对测试软件进行工程设计、实施和维护的整个生命周期过程。

随着软件市场的日益成熟,产品交付标准变得更加严格。软件测试工程师承担产品功能、性能、可靠性、易用性等全方位的测试,保证产品质量,满足用户需求,保证企业信誉。软件测

试的必要性已经完全为业内决策人士所接受。软件产品的质量管理已成为企业生存与发展的核心。

据了解,在软件业发达的国家,软件测试早已成为软件开发的一个有机组成部分,在整个软件开发周期中占有相当大的比重。IBM公司以能力(功能)、可用性、性能、可靠性、可安装性、可维护性、文档/信息、服务以及整体的适用性等指标来评价客户对产品的满意程度。惠普公司以产品的功能性、可用性、可靠性、性能和服务能力等类别进行评价。据相关数据显示,国外优秀的软件开发机构把40%的工作量花在软件测试上,软件测试费用占软件开发总费用的30%~50%,对于一些要求高可靠性、高安全性的软件,测试费用则是整个软件项目开发费用的3~5倍。在软件公布之前通常要进行Beta测试和易用性测试。EIU(英国经济学家商情组织)调研结果显示,整个亚太区仍有42%的被调查者表示从未使用过自动测试,只有13%的被调查者认为其完全使用了自动测试。

随着中国IT行业的发展和软件市场的成熟,人们对软件作用的期望值也越来越高,软件的质量、性能、可靠性等方面正逐渐成为人们关注的焦点。几乎每个中大型IT企业的产品在发布前都需要大量的质量控制、测试和文档工作。目前,中国软件产业在产品功能和性能测试领域都存在着严重不足,中国软件企业已开始认识到,软件测试的广度和深度决定了中国软件企业的前途和命运。

随着软件工程技术的发展和软件设计规模的增大,软件测试在软件开发过程中的作用显得尤为重要。目前,软件测试技术的研究领域虽然取得了一些成果,但对具体的开发环境下开发的特定领域的软件系统应采用怎样的测试方法进行全面、完整的测试,仍没有具体的标准可以遵循。软件测试在我国还是一个较新的研究课题,在软件提交给用户之前,完成对软件产品科学、公正、全面、系统的测试,在保证质量的前提下,不但可以帮助企业降低软件产品的测试费用,缩短开发周期,省去使用后维护的烦恼,而且可以帮助企业为广大用户提供放心、信得过的软件产品。

### 1.2.2 国内软件测试行业

近年来,国内应用软件系统的发展非常迅速,但是离国际先进水平仍然有不小的差距,无论是在软件开发方面还是在产品输出方面,都相差甚远。最主要的原因是软件工程的要领和实施不到位,而在软件工程的实施过程中,软件测试又是重中之重。

我国的软件测试技术研究起步于“六五”期间,主要是随着软件工程的研究而逐步发展起来的。随着我国软件产业的蓬勃发展以及对软件质量的重视,软件测试也越来越被软件企业所重视,正在逐步成为一个新兴的产业。从目前来看,可主要从4个方面来分析我国测试行业的现状。

#### 1. 软件测试的重要性和规范性不断提高

国家各部委、各行业正在通过测试来规范软件行业的健康发展,把不符合行业标准的软件挡在门外,对行业信息化的健康发展起到了很好的促进作用。在信息产业部关于计算机系统集成资质以及信息工程监理单位资质的认证中,软件测试能力已经被定为评价公司技术能力的一项重要指标。2001年,信息产业部发布的部长5号令实行了软件产品登记制度,规定凡是在我国境内销售的产品必须到信息产业部备案登记,而且要经过登记测试。同年,国家质检总局和信息产业

部每年都通过测试对软件产品进行质量监督抽查。国家人事部和信息产业部 2003 年关于职业资格认证中第一次在我国有了“软件评测师”的称号，这是国家对于软件测试职业的高度重视与认可。

## 2. 从手工向自动化测试方式的转变

传统的项目测试还是以手工为主，测试人员根据需求规格说明书的要求，与测试对象进行“人机对话”。大量的手工测试增加了项目人力成本和沟通成本、效率低、差错率高，随着软件业的不断发展及软件规模的扩大，客户对软件的质量要求越来越高，针对企业的网络应用环境需要支持大量用户和复杂的软硬件应用环境，测试的工作量也越来越大，自动化测试及管理已经成为项目测试的一大趋势。

自动化测试通过测试工具和其他手段，按照测试工程师的预定计划对软件产品进行自动测试，它能够完成许多手工无法完成或者难以实现的测试工作，更好地利用资源，将繁琐的任务赋予自动化方式，从而提高准确性和测试人员的积极性。正确、合理地实施自动化测试，能够快速、全面地对软件进行测试，从而提高软件质量、节省经费，缩短产品发布周期。

## 3. 测试人员需求逐步增大，素质不断提高

中国软件业每年新增约 20 万测试岗位就业机会，而企业、学校培养出的测试人才却不足需求量的 1/10，这种测试人才需求与供给间的差距仍在拉大。软件测试工程师是目前 IT 行业极端短缺的人才。国内企业要想在国际市场上立足，就必须重视软件质量，而作为软件质量的把关者——软件测试工程师日渐“走俏”。

我国最初只有用友、联想、华为等大企业才有专门的软件测试岗位和测试人才。国家信息产业部发布的最新报告显示，目前我国软件人才缺口高达 40 万。即使按照软件开发工程师与测试工程师 1:1 的岗位比例计算，我国对于软件测试工程师的需求也有数十万之众，而目前，我国软件开发工程师与测试工程师的岗位比例为 6:1，远远低于国际水平。预计在未来 10 年内，我国 IT 企业对软件测试人才的需求还将继续增大。

随着 IT 业的迅猛发展，软件外包服务已成为继互联网和网络游戏后的第五次全球浪潮。目前在国内 120 万软件从业人员中，真正能担当软件测试职位的不超过 5 万，而目前高等教育中专业的软件测试教育近于空白，独立开设软件测试课程的高校非常少，这就形成测试人才紧缺、需求不断增大的现象。据分析，目前国内软件测试的人才需求缺口超过 20 万人。因此软件企业开始加强和重视测试人员的选拔、培养和知识培训。一方面，对测试人员的素质和要求逐步提高，测试人员不仅应掌握相关计算机知识背景、软件工程基本知识，熟悉项目编程语言，熟悉项目技术架构及需求内容，而且要有工作责任感、独立分析能力及团队精神等；另一方面，软件企业为测试人员提供进一步的知识培训机会，以应对各种项目的复杂情况。

## 4. 测试服务体系初步形成

随着用户对软件质量的要求越来越高，信息系统验收不再走过场，而要通过第三方测试机构的严格测试来判定。“以测代评”正在成为我国科技项目择优支持的一项重要举措，比如国家“863”计划对数据库管理系统、操作系统、办公软件等项目的经费支持，都是通过第三方测试机构科学客观的测试结果来决定。

随着第三方测试机构的蓬勃发展，在全国各地新成立的软件测试机构达 10 多家，测试服务

体系已经基本确立起来,但是国家级的只有3家:中国软件评测中心(CCID, [www.cstc.org.cn](http://www.cstc.org.cn))、中国赛宝实验室软件评测中心(广州)([www.scstlab.com](http://www.scstlab.com))和CESI中文信息技术产品认证中心(<http://www.cesi.ac.cn>)。

### 1.2.3 微软的成功案例

Windows 2000 的开发过程中,除了1700多名开发人员外,其内部的测试人员就有3200人。开发和测试人员之比大约为3:5。很多专家认为,这才是一个成熟的软件产品在制造过程中人员的合理比例。

在IE 4.0开发期间,微软为了打败Netscape而汇集了一流的开发人员和测试人员。

### 1.2.4 软件测试人员的职业方向

为了保证软件质量,从项目开始测试人员就要介入,要了解客户需求,参与项目评审,把握测试要点。如果测试人员数量少,软件质量是得不到保证的。因此测试行业的确需要大量人才。在国外,软件测试工程师和架构师处于同一等级,道理很简单,测试是为了发现更多的隐藏bug才存在的一种职业,要发现bug首先就要知道别人的逻辑是否正确,代码要看得懂,这样才找得出bug。换句话说,测试人员的技术层次应该凌驾于底层的PG之上。

测试工程师一般分为以下几个等级:测试工程师、高级测试工程师和资深测试工程师。在具体工作过程中,测试工程师的工作是利用测试工具按照测试方案和流程对产品进行功能和性能测试,甚至根据需要编写不同的测试工具,设计和维护测试系统,对测试方案可能出现的问题进行分析和评估。

软件产品的质量控制与质量管理正逐渐成为软件企业生存与发展的核心。软件产品在发布前所需要的质量控制、测试和文档等工作,必须依靠拥有娴熟技术的专业软件人才来完成。软件测试工程师就是这样的一个企业重头角色。随着软件产业的发展,市场对软件质量的要求不断提高,软件测试不断受到重视。对软件测试工程师而言,必须具有高度的工作责任心和自信心。任何严格的测试必须是一种实事求是的测试,因为它关系到一个产品的质量问题的,而测试工程师则是产品出货前的把关人,所以,没有专业的技术水准是无法胜任这项工作的。同时,由于测试工作一般由多个测试工程师共同完成,并且测试部门一般要与其他部门的人员进行较多的沟通,所以要求测试工程师不但要有较强的技术能力而且要有较强的沟通能力。

业内人士分析,测试工程师的需求主要集中在沿海发达城市,其中北京和上海的需求量分别占到33%和29%。民企需求量最大,占19%,外商独资欧美类企业需求排列第二,占15%。目前的现状是:一方面企业对高质量的测试工程师需求量越来越大,另一方面国内原来对测试工程师的职业重视程度不够,使许多人不了解测试工程师具体是从事什么工作。这使得许多IT公司只能通过在实际工作中利用淘汰的方式对测试工程师进行筛选,因此国内在短期将出现测试工程师严重短缺的现象。

软件测试的必要性已经完全为业内决策人士所接受。这是因为软件行业已经发展到了与其他主要行业相当的规模。软件测试是目前就业的最好选择,具有“地位高”、“待遇高”的“双高”称号,前景光明;就业门槛低,人才需求量大,可以经过短期职业培训而进入这个行业。软件测试和硬件测试在实现上没有真正意义上的区别,在虚拟空间上的实现也不是软件测试独有的特