软件开发与测试丛书

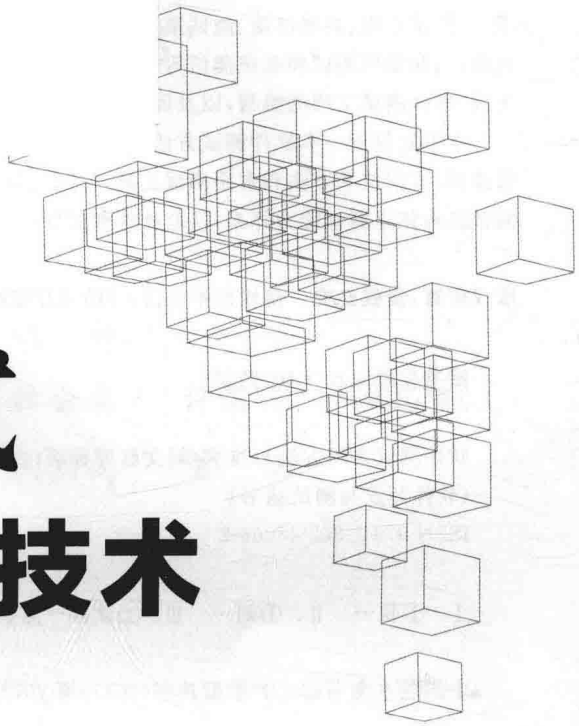
软件测试实用方法与技术

北京跟踪与通信技术研究所

刘文红　张卫祥　司倩然　齐玉华　陈青　马贤颖　杜会森　编著

清华大学出版社

软件开发与测试丛书



软件测试
实用方法与技术

刘文红　张卫祥　司倩然　齐玉华　陈青　马贤颖　赵云森　编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了软件测试的方法与技术。书中结合实例，详细介绍了动态测试和静态测试中的典型技术方法，比较了各种方法的不同之处并分析了它们的优缺点；紧扣软件测试实际和标准规范要求，从测试原则、测试环境、测试策略、测试内容、测试方法、测试过程等不同方面分别介绍了单元测试、集成测试、配置项测试和系统测试等不同测试级别中实用的测试方法与技术；此外还介绍了常用的软件测试工具，软件测试文档的编写，以及回归测试、面向对象软件测试、FPGA 测试等专门测试。

本书定位于一本软件测试方法和技术的实用指南，适用于软件从业人员了解软件测试的基础知识、一般流程、实用技术方法和常用测试工具，帮助软件从业人员提高技术能力和过程能力水平，也适用于软件测试机构建立测试能力体系，规范软件测试管理。

图书在版编目(CIP)数据

软件测试实用方法与技术/刘文红等编著. —北京：清华大学出版社，2017
(软件开发与测试丛书)
ISBN 978-7-302-48066-2

Ⅰ. ①软…　Ⅱ. ①刘…　Ⅲ. ①软件—测试　Ⅳ. ①TP311.55

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 207759 号

责任编辑：石　磊
封面设计：常雪影
责任校对：赵丽敏
责任印制：宋　林

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**邮　　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质量反馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
印 装 者：三河市金元印装有限公司
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　　张**：19.75　　**字　　数**：480 千字
版　　次：2017 年 8 月第 1 版　　**印　　次**：2017 年 8 月第1次印刷
印　　数：1～3000
定　　价：69.00 元

产品编号：072908-01

“软件开发与测试丛书”
编审委员会

“软件开发与测试”丛书序

为应对“软件危机”的挑战，人们在20世纪60年代末提出借鉴传统行业在质量管理方面的经验，用工程化的思想来管理软件，以提高复杂软件系统的质量和开发效率，即软件工程化。40多年以来，软件已广泛应用到各个工程领域乃至生活的各个方面，极大地提高了社会信息化水平，软件工程也早已深入人心。

质量是产品的生命，对软件尤其如此。软件的直观性远不及硬件，软件的质量管理相对困难得多；但与传统行业类似，大型复杂软件的质量在很大程度上取决于软件过程质量。质量评估是质量管理的关键，没有科学的评估标准和方法，就无从有效地管理质量，软件评测是质量评估的最有效和最重要的手段之一。

北京跟踪与通信技术研究所软件评测中心是从事软件评测与工程化管理的专业机构，是在我国大力发展航天事业的背景下，为保障载人航天工程软件质量，经原国防科工委批准，国内最早成立的第三方软件评测与工程化管理的技术实体组织之一。自成立以来，软件评测中心出色地完成了以载人航天工程、探月工程为代表的数百项重大工程关键软件评测项目，自主研发了测试仿真软件系统、测试辅助设计工具、评测项目与过程管理软件等一系列软件测试工具，为主制订了GB/T 15532—2008《计算机软件测试规范》、GB/T 9386—2008《计算机软件测试文档编制规范》、GJB 141《军用软件测试指南》等软件测试标准，深入研究了软件测试自动化、缺陷分析与预测、可信性分析与评估、测试用例复用等软件测试技术，在嵌入式软件、非嵌入式软件和可编程逻辑器件软件等不同类型软件测试领域，积累了丰富的测试经验和强大的技术实力。

为进一步促进技术积累和对外交流，北京跟踪与通信技术研究所组织编写了本套丛书。本丛书是软件评测中心多年来技术经验的结晶，致力于以资深软件从业者和工程一线技术人员的视角，融会贯通软件工程特别是软件测试、质量评估与过程管理等领域相关的知识、技术和方法。本丛书的特色是重点突出、实用性强，每本书针对不同方向，着重介绍实践中常用的、好用的技术内容，并配以相应的范例、模板、算法或工具，具有很高的参考价值。

本丛书将为具有一定知识基础和工作经验、想要实现快速进阶的从业者提供一套内容丰富的实践指南。对于要对工作经验较少的初入职人员进行技术培训、快速提高其动手能力的单位或机构，本丛书也是一套难得的参考资料。

丛书编审委员会

2015年5月6日

前言

软件测试是保障软件质量的重要手段，是构建高可信软件的关键环节。随着软件应用的日益广泛，人们对软件测试重要性的认识越来越深刻。20 世纪 80 年代以来，特别是在最近一二十年间，软件测试无论是作为一项技术、一门学科还是作为一个行业，都得到了快速蓬勃的发展。

本书定位于一本软件测试方法和技术的实用指南，紧扣软件测试实际和标准规范要求，结合行业内软件测试现状，系统地介绍软件测试相关的知识、方法、技术和软件工具，给出较为详细的软件测试过程技术文档模板。

本书旨在帮助软件从业人员了解软件测试的基础知识、一般流程、实用技术方法和常用测试工具，提高技术能力和过程能力水平，以及帮助软件测试机构建立测试能力体系，规范软件测试过程管理。

本书是作者多年从事软件测试工程实践和技术方法研究的经验总结，与其他公开教材相比，主要特色有：实用性强，本书紧扣软件测试实际和标准规范要求，着重介绍测试实践中常用和好用的知识、技术和方法；视角特殊，本书从第三方测评的角度，系统地阐述适用于工程实践的测试方法和技术，反映行业实际需求和技术发展动态。

本书共有 12 章，可分为 5 大部分。

第一部分（第 1 章）是软件测试概述，简要介绍软件测试发展历程、软件测试典型定义、软件测试一般原则、常用软件测试模型、常见软件测试级别与测试类型、软件测试相关的标准规范等基本内容。

第二部分（第 2、3 章）是软件测试技术，结合程序实例，分别介绍静态测试技术和动态测试技术，并对典型技术进行比较分析。

第三部分（第 4～7 章）按照不同的测试级别，从测试原则、测试环境、测试策略、测试内容、测试方法、测试过程等方面分别介绍单元测试、集成测试、配置项测试和系统测试中的实用测试方法与技术。

第四部分（第 8～10 章）以独立章节分别介绍回归测试、面向对象软件测试和 FPGA 测试等专门测试类别中的实用测试方法与技术。

第五部分（第 11、12 章）主要内容是测试实践，第 11 章分别介绍了在静态测试、动态测试和测试管理中常用的软件工具。第 12 章着重介绍测试策划、测试设计、测试实施和测试总结等测试过程中常用的技术文档，给出通用技术文档模板。

软件测试包含大量相关的活动，有些是技术性的，有些是管理性的，还有些是相互交织的。例如，单元测试、集成测试、配置项测试、系统测试、回归测试中测试用例、测试数据和测试期望结果的设计是典型的技术性活动；人员计划、成本预算以及配置管理、项目监控中的大部分内容是典型的管理性活动。如前所述，本书偏重于讲述软件测试的技术性活动，软件

测试的管理性活动将在本套丛书的另一本书《软件测试管理》中重点介绍。

本书第1～3章由张卫祥编写，第4～7章和第12章由刘文红编写，第8章由陈青编写，第9章由齐玉华编写，第10章由司倩然编写，第11章由马贤颖和司倩然编写。全书由刘文红、杜会森统稿。赵辉、张卫民、杨宝明、李国华、牛胜芬等专家审阅了初稿并提出了许多宝贵意见。

在本书编写过程中，得到了北京跟踪与通信技术研究所，特别是软件评测中心的大力支持，还得到了编者同事、朋友和家人的关心与帮助，在此一并表示感谢！

由于水平有限，本书肯定还存在不少问题，敬请大家批评指正。

编　者

2017年4月

目 录

CHAPTER 1 第1章

软件测试概述

随着科学技术的迅速发展，人类已经进入信息社会。信息的获取、处理、交流和决策都需要大量的软件，软件成为了人们工作和生活中不可或缺的工具。软件的应用日益广泛，软件的质量受到人们越来越多的关注。特别是在航空航天、金融保险、交通通信、工业控制等重要领域，软件一旦失效将造成重大损失，因此对软件质量提出了更高的要求。

1996年6月，阿丽亚娜5(ARIANE 5)火箭在历时十年研制后的首次发射中，由于软件故障造成火箭升空40s后即发生爆炸，直接经济损失达到5亿美元，还使得耗资80亿美元的开发计划推迟了近3年。2003年5月，俄罗斯TMA1号宇宙飞船，由于软件错误导致导航系统故障，造成飞船从国际空间站返回地面时与飞行控制中心失去联系长达11min，飞船最终降落在与预定降落点偏差460多千米的地方。2003年8月，由于FirstEnergy公司电力监测与控制管理系统的预警服务出现软件错误，导致多个重要设备出现故障，而操作员在一个小时后才得到控制站的指示，造成美国及加拿大部分地区史上最大停电事故。

软件测试是保障软件质量的重要手段，是构建高可信软件的关键环节。随着人们对软件测试重要性的认识越来越深刻，软件测试阶段在整个软件开发周期中所占的比重日益增大。统计数据表明，软件测试占软件开发总成本的比例一般达到50%以上。现在有些软件开发机构将40%以上的研制力量投入到软件测试之中；对于某些性命攸关的软件，其测试费用甚至高达所有其他软件工程阶段费用总和的3～5倍。尽管人们在软件开发过程中也采用形式化方法描述和证明软件规约，并采用程序正确性证明、模型检验等方法保证软件质量，但是这些方法都存在一定的局限性，尚未达到广泛实用阶段。软件测试在今后较长时间内仍将是保证软件质量的重要手段。

1.1 软件测试简史

人们对软件测试的认识是逐步发展起来的，如图1-1所示。在20世纪50年代，计算机技术发展初期，软件规模都很小，复杂度相对较低，软件错误大部分在开发人员的调试阶段就发现解决了，软件测试被定义为“程序员为了在他们的程序中找到bug所做的事情”。在这个阶段，测试和调试是等同的，都是由开发人员自己完成。

在20世纪60年代早期，软件测试与调试区分开来，测试主要在程序编写后进行。人们开始考虑以遍历代码的可能路径或可能的输入变量的方式，对软件进行“彻底”的测试。现

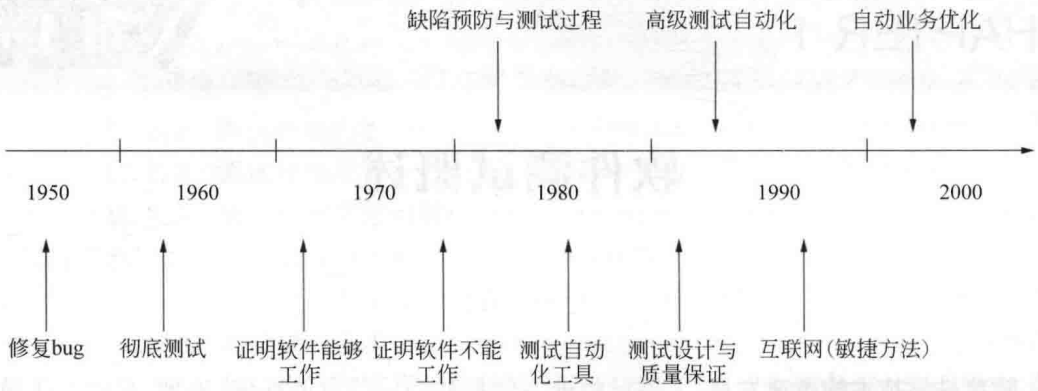


图 1-1 软件测试的发展

在我们知道，由于程序的输入域太大、有太多可能的输入路径以及设计和规约等问题很难测试，完全彻底地测试一个程序是不可能的。

在 20 世纪 70 年代早期，随着软件开发的成熟，人们开始提出软件开发的工程化思想，软件测试得到发展，软件测试的地位得到确认。软件测试被定义为“证明一个程序的正确性而要做的事情”，即证明软件能够工作。这期间提出的“正确性证明技术”，建议在软件分析、设计和实现过程中通过证明的方式进行软件正确性验证，在理论上很有前途，但在实践中过于耗时、效率极低。

在 20 世纪 70 年代后期，测试被定义为带着找到错误的意图执行程序的过程，而不是证明程序能够运行的过程。与上一观点相反，这种观点强调了好的测试用例能够有更大几率去发现尚未发现的错误，成功的测试是发现了尚未发现的错误的测试。

20 世纪 80 年代，随着软件行业的飞速发展，软件测试的理论和技术得到了快速的发展，人们开始把软件测试作为软件质量保证的重要手段，认识到软件测试不是一次性在开发后期完成的，软件测试也不再仅限于程序本身，软件测试的定义被扩展到缺陷预防，软件测试活动被扩充到对需求、设计、编码、测试等整个软件开发生存周期的过程控制中。IEEE 对软件测试定义为“使用人工或自动的手段来运行或测定某个软件系统的过程，其目的在于检验它是否满足规定的需求或弄清楚预期结果与实际结果之间的差别”，并发布了软件测试文档的国际标准。

在 20 世纪 80 年代中期，自动化测试工具出现了。相比于手动测试，自动化测试工具的引入大幅提高了测试的效率和质量。测试工具起初还是相当原始的，不具有高级脚本语言工具。

在 20 世纪 90 年代早期，从质量保证的观点，测试的含义被定义为“策划、设计、建造、维护和执行测试及测试环境”，软件测试的过程应是受管理的，其自身也存在一个生存周期。更多的录制/回放测试工具提供了丰富的脚本语言和报告功能，测试管理工具可帮助管理从测试需求分析和设计到测试脚本和缺陷的所有内容，也有一些商用的性能工具来测试系统的性能，能够进行压力和负载测试等。

在 20 世纪 90 年代中期，人们仍认为测试应是一个贯穿整个软件开发生存周期的过程，但是随着互联网的流行，软件的生存周期模型和开发模式发生了很大的变化，使得软件测试变得越来越困难。测试有时在没有明确预先定义所有测试方向的情况下进行，这