

21世纪高等学校规划教材 | 软件工程



软件质量保证与测试 (第2版)

秦航 主编 杨强 副主编



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 软件工

软件质量保证与测试 (第2版)

秦航 主编 杨强 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面系统地讲述了软件质量保证与测试的概念、原理和典型的方法,并介绍了相关软件项目的管理技术。本书共 15 章,第 1 章是概述,第 2~8 章讲述了软件质量工程体系、软件质量度量和配置管理、软件可靠性度量和测试、软件质量标准、软件评审、软件全面质量管理、高质量编程,第 9~15 章分别讲述了软件测试、黑盒测试、白盒测试、基于缺陷模式的软件测试、集成测试、系统测试、测试管理。

本书条理清晰、语言流畅、通俗易懂,在内容组织上力求自然、合理、循序渐进,并提供了丰富的实例和实践要点,更好地把握了软件工程学科的特点,使读者更容易理解所学的理论知识,掌握软件质量保证与测试的应用之道。

本书可作为高等学校软件工程专业、计算机应用专业和相关专业的教材,成为软件质量保证工程师和软件测试工程师的良师益友,并可作为其他各类软件工程技术人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件质量保证与测试/秦航主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2017

(21 世纪高等学校规划教材·软件工程)

ISBN 978-7-302-46763-2

I. ①软… II. ①秦… III. ①软件质量—质量管理—高等学校—教材 ②软件开发—程序测试—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 048490 号

责任编辑:魏江江 王冰飞

封面设计:傅瑞学

责任校对:梁 毅

责任印制:刘海龙

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:25.25 字 数:613 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版 2017 年 8 月第 2 版 印 次:2017 年 8 月第 1 次印刷

印 数:14001~16000

定 价:49.50 元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和教学方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程(简称‘质量工程’)”,通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上;精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

(1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。

(6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。

(7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。

(8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail: weijj@tup.tsinghua.edu.cn

创新的动力源自人类不断升级的愿望和需求。

自1968年在德国的南部小城加尔米施召开的NATO会议上提出软件工程的概念以来,经过近50年的发展,软件产业已经成为当今世界投资回报比最高的产业之一。软件产业定义了商业创新,并正在潜移默化地改变人们赖以生存的星球的面貌。

新世纪的软件产业呈现出引人入胜的网络化、服务化、全球化的转变趋势。但与此同时,当今社会却每天都有关于火星探测器失踪、黑客获得数百万张信用卡号这样的软件问题或者安全缺陷的新闻报道,应用软件漏洞成为连接信任的“互联网+”时代的主要安全威胁。正如2005年普利策新闻奖的三届获奖者Thomas L. Friedman(托马斯·弗里德曼)在《世界是平的》一书中指出:世界,开始从垂直的价值创造模式(命令和控制)向日益水平化的价值创造模式(联系和合作)转变。在新常态下,对于软件质量保证和测试的探讨比以往任何时期更加急迫、更加重要。

预见未来最好的方式就是亲手创造未来。面对创新驱动,软件质量保证与测试概括地说是运用工程的思想、原理、理论、技术、工具来研究提高大规模软件系统质量,并改进测试方法的学科;具体地说,软件质量是软件与明确、隐含的定义需求相一致的程度,也是软件符合明确叙述的功能、性能需求,文档中明确描述的开发标准以及专业软件具有的隐含特征程度。

在新时期,为了增加软件产品的国际竞争力,软件质量已经成为经济发展的战略问题。在这一点上,美国著名质量大师约瑟夫·朱兰(Joseph M. Juran)就指出,20世纪是生产率的世纪,21世纪是质量的世纪,质量是和平占领市场最有效的武器。那么,随着质量管理的不断受关注、质量意识的不断创新,人们已经从单纯的质量检验发展到全面质量管理、能力成熟度模型、六西格玛质量管理、零缺陷管理,等等。新的理论、方法、体系使得质量改进过程得到了很大促进。

软件开发从分析、设计、制造、测试到发布、部署都会涉及质量保证。诚然,软件质量是软件企业的生命,完善的质量保证体系和严格的质量认证是提高软件企业生产能力和竞争能力的重要因素。一些有益的探索和实践包括敏捷建模、极限编程、软件驱动开发、团队软件过程,等等。整个软件组织始终围绕着软件质量管理的主题,高度的质量意识扎根于软件工程师和项目经理的灵魂深处,直至形成整个组织的质量文化。由此,作为软件组织员工的共同价值观的体现,质量文化正通过有效的软件质量管理模式、系统的软件质量工程体系发挥越来越重要的作用,并贯穿到软件开发、维护的整个生命周期。一直以来,计算机科学和软件工程都在寻求对软件本质更清晰的认识,试图以更加合理的方法、流程来开发软件,在保证高质量的前提下大量、快速地开发软件。

至繁归于至简。在全球化时代的大背景下,伴随软件质量保证而来的软件测试最终是利用测试工具按照测试方案、流程对产品进行功能、性能测试,甚至根据需要编写不同的测

测试工具设计、维护测试系统,对测试方案进行分析、评估,实现软件测试自动化。测试用例执行后需要跟踪故障,以确保开发的产品满足需求。当然,软件测试是软件质量保证的关键步骤,软件缺陷发现得越早,软件开发费用就越低。相应地,软件质量越高,软件发布后的维护费用就越低。软件工程实践表明,对软件思想有深刻理解的工程师通过软件测试可以大幅度提高软件质量。

本书从实践的角度对软件开发各阶段的质量保证和管理的思想、方法、活动、案例进行了详细描述,并系统介绍了软件测试的各种方法,从不同的角度探讨软件测试的本质及其内涵,通过应用在各个测试阶段来满足不同的应用系统测试需求。同时,本书用了较大篇幅详细介绍了怎样组建测试队伍、部署测试环境,以及测试用例设计、缺陷报告、测试项目管理等方面。

全书由秦航、杨强任主编。第1、7、15章由秦航编写,第8、10、11章由夏浩波编写,第2、4章由邱林编写,第5、14章由徐杏芳编写,第6、9章由包小军编写,第3、12章由吴中博编写,第13、14章由杨强编写。全书由秦航负责统稿。

本书可作为高等院校“软件质量保证与测试”相关课程的教材或教学参考书,也可供有一定实际经验的软件工程人员和需要开发应用程序的广大计算机用户阅读参考。由于作者水平有限,书中不当与错误之处在所难免,敬请读者和专家提出宝贵意见,以帮助作者不断地改进和完善。

作 者

2017年5月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 软件特征	1
1.1.1 软件分类	3
1.1.2 层次化软件工程	4
1.1.3 软件范型的转变	8
1.1.4 现代软件开发	9
1.2 软件质量	11
1.2.1 质量概念	12
1.2.2 质量运动	13
1.2.3 软件质量概念	14
1.2.4 评价体系与标准	16
1.3 软件测试与可靠性	17
1.3.1 软件测试的意义	18
1.3.2 软件测试的定义	21
1.3.3 软件测试的方法	23
1.3.4 软件缺陷的修复费用	26
1.4 工业时代的人才特点	27
1.4.1 软件人才的需求	27
1.4.2 软件测试员应具备的素质	31
1.5 小结	33
思考题	33
第 2 章 软件质量工程体系	34
2.1 软件质量控制的基本概念和方法	34
2.1.1 软件质量控制的基本概念	34
2.1.2 软件质量控制的基本方法	35
2.2 软件质量控制模型和技术	38
2.2.1 软件质量控制模型	38
2.2.2 软件质量控制模型参数	39
2.2.3 软件质量控制的实施过程	40
2.2.4 软件质量控制技术	41
2.3 软件质量保证体系	46

2.3.1 软件质量保证的内容	46
2.3.2 SQA 活动和实施	48
2.4 小结	51
思考题	51
第3章 软件质量度量和配置管理	52
3.1 度量和软件度量	52
3.1.1 度量	52
3.1.2 软件度量	53
3.1.3 作用	54
3.2 软件质量度量	55
3.2.1 软件质量和软件质量要素	55
3.2.2 影响软件质量的因素	55
3.2.3 质量保证模型	56
3.2.4 缺陷排除效率	58
3.3 软件过程度量	58
3.3.1 概念	58
3.3.2 常见问题	60
3.3.3 基于目标的方法	61
3.4 软件配置管理	63
3.4.1 目标	64
3.4.2 角色职责	64
3.4.3 过程描述	65
3.4.4 关键活动	67
3.4.5 VSS 的使用	70
3.5 小结	75
思考题	75
第4章 软件可靠性度量和测试	76
4.1 软件可靠性	76
4.1.1 软件可靠性的发展史	76
4.1.2 软件可靠性的定义	79
4.1.3 基本数学关系	80
4.1.4 影响因素	81
4.1.5 软件的差错、故障和失效	82
4.2 可靠性模型及其评价标准	83
4.2.1 软件可靠性模型	83
4.2.2 模型及其应用	86
4.2.3 软件可靠性模型评价准则	88

4.3 软件可靠性测试和评估	90
4.3.1 软件可靠性评测	90
4.3.2 具体实施过程	91
4.4 提高软件可靠性的方法和技术	92
4.4.1 建立以可靠性为核心的质量标准	92
4.4.2 选择开发方法	93
4.4.3 软件重用	94
4.4.4 使用开发管理工具	95
4.4.5 加强测试	95
4.4.6 容错设计	96
4.5 软件可靠性研究的主要问题	97
4.6 小结	97
思考题	98

第5章 软件质量标准

99

5.1 软件质量标准概述	99
5.1.1 国际标准	99
5.1.2 国家标准	100
5.1.3 行业标准	100
5.1.4 企业规范	100
5.1.5 项目规范	100
5.2 ISO 9001 和 9000-3 在软件中的应用	101
5.3 能力成熟度模型	102
5.3.1 CMM 质量思想	102
5.3.2 CMM 关键域	105
5.3.3 PSP 和 TSP	109
5.3.4 CMMI	111
5.3.5 CMM 中的质量框架	112
5.4 IEEE 软件工程标准	114
5.4.1 IEEE 730:2001 结构与内容	115
5.4.2 IEEE/EIA Std 12207 软件生命周期过程	116
5.4.3 IEEE Std 1012 验证与确认	117
5.4.4 IEEE Std 1028 评审	118
5.5 其他质量标准	118
5.5.1 ISO/IEC 15504-2:2003 软件过程评估标准	118
5.5.2 Tick IT	120
5.6 小结	121
思考题	121

第 6 章	软件评审	122
6.1	为什么需要软件评审	122
6.2	软件评审的角色和职能	123
6.3	评审的内容	125
6.3.1	管理评审	125
6.3.2	技术评审	127
6.3.3	文档评审	128
6.3.4	过程评审	129
6.4	评审的方法和技术	130
6.4.1	评审的方法	130
6.4.2	评审的技术	132
6.5	评审会议流程	132
6.5.1	准备评审会议	133
6.5.2	召开评审会议	134
6.5.3	跟踪和分析评审结果	136
6.6	小结	138
	思考题	138
第 7 章	软件全面质量管理	139
7.1	全面质量管理概述	139
7.1.1	发展阶段	139
7.1.2	相关问题	142
7.1.3	全面质量管理与 ISO 9000	143
7.1.4	全面质量管理与统计技术	144
7.2	6σ 项目管理	145
7.2.1	6σ 管理法简介	145
7.2.2	6σ 管理法与零缺陷	148
7.2.3	6σ 管理的特征	149
7.2.4	6σ 管理的优点	150
7.2.5	DPMO 与 6σ 的关系	152
7.2.6	人员组织结构	153
7.2.7	6σ 与其他管理工具的比较	154
7.3	质量功能展开设计	155
7.3.1	质量功能展开的概念	156
7.3.2	质量功能展开的分解模型	156
7.3.3	质量屋的构成	157
7.3.4	质量功能展开的特点	158
7.4	DFSS 流程及主要设计工具	158

7.4.1 DMAIC 与 DFSS 简介	159
7.4.2 DFSS 的重要性及其内涵	160
7.4.3 DFSS 与 DMAIC 的区别	161
7.4.4 DFSS 流程及主要设计工具	162
7.4.5 DFSS 的集成框架	164
7.4.6 注意问题	166
7.4.7 发展方向	167
7.5 小结	168
思考题	168
第 8 章 高质量编程	169
8.1 代码风格	169
8.1.1 程序的书写格式	171
8.1.2 Windows 程序命名规则	174
8.1.3 共性规则	176
8.1.4 表达式和基本语句	178
8.2 函数设计规则	182
8.2.1 函数外部特性的注释规则	182
8.2.2 参数规则	183
8.2.3 返回值的规则	184
8.2.4 函数内部的实现规则	185
8.3 提高程序质量的技术	186
8.3.1 内存管理规则	186
8.3.2 面向对象的设计规则	189
8.4 代码审查	199
8.4.1 代码审查的主要工作	200
8.4.2 代码审查的流程	200
8.4.3 Java 代码审查的常见错误	201
8.5 小结	205
思考题	205
第 9 章 软件测试	206
9.1 目的和原则	206
9.1.1 软件测试的目的	206
9.1.2 软件测试的原则	207
9.2 软件测试的种类	208
9.2.1 软件测试过程概述	208
9.2.2 单元测试	209
9.2.3 集成测试	213

9.2.4	系统测试	215
9.2.5	验收测试	219
9.2.6	回归测试	221
9.2.7	敏捷测试	224
9.3	软件测试与软件开发	226
9.3.1	整个软件开发生命周期	227
9.3.2	生命周期测试与 V 模型	227
9.3.3	软件测试 IDE 产品	229
9.4	软件测试的现状	230
9.4.1	软件测试的过去、现在和未来	230
9.4.2	产业现状	231
9.5	测试工具的选择	232
9.5.1	白盒测试工具	233
9.5.2	黑盒测试工具	234
9.5.3	测试设计和开发工具	234
9.5.4	测试执行和评估工具	234
9.5.5	测试管理工具	235
9.5.6	功能和成本	235
9.6	小结	236
	思考题	236

第 10 章 黑盒测试

237

10.1	等价类划分法	237
10.1.1	划分等价类	238
10.1.2	方法	239
10.1.3	设计测试用例	239
10.2	边界值分析法	242
10.2.1	边界条件	242
10.2.2	次边界条件	243
10.2.3	其他边界条件	244
10.2.4	边界值的选择方法	244
10.3	因果图法	244
10.3.1	因果图设计方法	245
10.3.2	因果图测试用例	246
10.4	功能图法	248
10.4.1	功能图设计方法	248
10.4.2	功能图法生成测试用例	249
10.5	比较与选择	249
10.6	黑盒测试工具	250

10.6.1 WinRunner 的使用	251
10.6.2 LoadRunner 的使用	255
10.6.3 QTP 的使用	259
10.7 小结	268
思考题	268
第 11 章 白盒测试	270
11.1 白盒测试的目的	270
11.2 控制流测试	272
11.2.1 语句覆盖	272
11.2.2 判定覆盖	273
11.2.3 条件覆盖	273
11.2.4 判定-条件覆盖	274
11.2.5 路径覆盖	275
11.2.6 几种常用逻辑覆盖的比较	276
11.2.7 循环测试	276
11.3 基本路径测试	277
11.3.1 程序的控制流图	277
11.3.2 程序结构的要求	278
11.3.3 举例	278
11.4 程序插装	280
11.5 程序变异测试	280
11.6 C++ Test 和白盒测试工具	281
11.6.1 C++ Test 的使用	281
11.6.2 白盒测试工具	282
11.7 软件缺陷分析	288
11.7.1 简介	288
11.7.2 软件缺陷的类别	288
11.7.3 软件缺陷的级别	289
11.7.4 软件缺陷产生的原因	289
11.7.5 软件缺陷的构成	290
11.8 小结	293
思考题	293
第 12 章 基于缺陷模式的软件测试	294
12.1 相关定义	294
12.1.1 软件缺陷的产生原因	295
12.1.2 减少缺陷的关键因素	296
12.1.3 软件缺陷的特征	297

12.2	软件缺陷的属性	298
12.3	软件缺陷的严重性和优先级	300
12.3.1	缺陷的严重性和优先级的关系	301
12.3.2	常见错误	301
12.3.3	表示和确定	302
12.4	软件缺陷管理和 CMM 的关系	303
12.4.1	初始级的缺陷管理	303
12.4.2	可重复级的缺陷管理	303
12.4.3	已定义级的缺陷管理	303
12.4.4	定量管理级的缺陷管理	304
12.4.5	持续优化级的缺陷管理	304
12.5	报告软件缺陷	305
12.5.1	报告软件缺陷的基本原则	305
12.5.2	IEEE 软件缺陷报告模板	306
12.6	软件缺陷管理	307
12.6.1	缺陷管理目标	307
12.6.2	人员职责	308
12.6.3	缺陷生命周期	308
12.6.4	缺陷管理系统	309
12.6.5	缺陷分析方法	312
12.6.6	缺陷分析指标	313
12.7	小结	316
	思考题	316
第 13 章	集成测试	317
13.1	集成测试的定义	317
13.1.1	区别	317
13.1.2	集成测试的主要任务	318
13.1.3	集成测试的层次与原则	318
13.2	集成测试策略	319
13.2.1	非渐增式集成	319
13.2.2	渐增式集成	320
13.2.3	其他集成测试策略	322
13.2.4	几种实施方案的比较	323
13.3	集成测试用例设计	324
13.4	集成测试的过程	325
13.4.1	计划阶段	325
13.4.2	设计实现阶段	326
13.4.3	执行评估阶段	326

13.5	面向对象的集成测试	326
13.5.1	对象交互	327
13.5.2	面向对象的集成测试的步骤	328
13.5.3	常用的测试技术	328
13.6	小结	329
	思考题	330
第 14 章	系统测试	331
14.1	系统测试的定义	331
14.2	系统测试的流程	332
14.3	系统测试的主要方法	333
14.3.1	性能测试	333
14.3.2	强度测试	335
14.3.3	安全性测试	335
14.3.4	兼容性测试	336
14.3.5	恢复测试	337
14.3.6	用户图形界面测试	338
14.3.7	安装测试	339
14.3.8	可靠性测试	340
14.3.9	配置测试	341
14.3.10	可用性测试	342
14.3.11	文档资料测试	344
14.3.12	网站测试	345
14.4	系统测试工具	348
14.4.1	系统测试工具的分类	348
14.4.2	TestDirector 的使用	350
14.5	小结	357
	思考题	357
第 15 章	测试管理	358
15.1	测试管理过程	358
15.1.1	测试的过程及组织	358
15.1.2	测试方法的应用	360
15.1.3	测试的人员组织	361
15.1.4	软件测试文件	361
15.2	建立软件测试管理体系	362
15.2.1	软件测试管理体系的组成和建立目的	363
15.2.2	软件测试项目组织结构的设计	366
15.2.3	测试管理者工作原则	368



15.3	测试文档的撰写	369
15.3.1	测试计划	370
15.3.2	测试规范	371
15.3.3	测试案例和测试报告	372
15.3.4	软件缺陷报告	373
15.4	调试的技巧	373
15.4.1	调试过程	374
15.4.2	心理因素	375
15.4.3	调试方法	375
15.5	软件测试自动化	376
15.5.1	实施理由	377
15.5.2	引入条件	377
15.5.3	不同阶段的优势	379
15.5.4	常用开发工具	380
15.6	小结	383
	思考题	383
	参考文献	384