



全国工程硕士学位教育指导委员会推荐教材

Software Quality Assurance
Testing and Evaluating

软件质量保证、测试与评价

杨根兴 蔡立志 陈昊鹏 蒋建伟 编著

Yang Genxing Cai Lizhi Chen Haopeng Jiang Jianwei

<http://www.tup.com>



清华大学出版社

全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材

TP311.5/212

2007

Software Quality Assurance
Testing and Evaluating

软件质量保证、测试与评价

杨根兴 蔡立志 陈昊鹏 蒋建伟 编著

Yang Genxing Cai Lizhi Chen Haopeng Jiang Jianwei

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以规范和应用为视角,系统地涵盖了最新的软件工程的相关标准和规范、软件质量模型与产品评价、软件质量保证与过程改进、软件配置与风险管理、测试过程与测试用例设计、测试自动化与系统性能调优、软件缺陷管理、软件估算和度量等内容,为软件质量保证和软件测试人员提供了一套实用有效的技术和方法。通过本书的学习,读者可以有效提高软件质量保证和软件测试与评价的实践能力。

本书作为“十一五”全国工程硕士研究生教育核心教材,并可供从事软件质量保证、软件测试、软件工程管理的专业技术人员使用,也可作为高校计算机专业师生的参考用书。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

软件质量保证、测试与评价/杨根兴等编著. —北京:清华大学出版社,2007.12

(全国工程硕士专业学位教育指导委员会推荐教材)

ISBN 978-7-302-15827-1

I. 软… II. 杨… III. 软件质量—质量管理 IV. TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 115361 号

责任编辑:丁 岭 李玮琪

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:31.5 字 数:683 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版 印 次:2007 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:46.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:023885-01

序

软件质量具有功能性、可靠性、易用性、效率、维护性和可移植性 6 个特性,可从软件的内部质量、外部质量和使用质量三个视角去考量。软件质量保证就是要求把质量嵌入到软件开发生命周期全过程中,以保证软件的“生产”质量;软件测试是软件质量保证的一个关键手段,又是软件产品发布前的最终检验;对软件产品质量的评价是以量化的方式说明软件质量的程度。因此,软件质量保证、测试与评价三方面的内容是一个相互关联的体系。鉴于此,并在上海实施了“软件质量专业技术职业资格”的培训与资格考试专家组的工作基础上,由于杨根兴教授长期从事软件质量保证、测试与评价研究和实践工作,因此,以他为主编写此书确可担当。该书主要特点如下。

1. 创新与继承相结合

软件质量随着软件工程学科的不断发展和推陈出新,该书内容既论述了行之有效的质量保证方法和技术,也在实践经验基础上总结出一些重要内容,如风险管理、软件缺陷管理、测试用例的复用和面向应用的测试等。

2. 规范与整体相结合

通过对 GB/T 16260、8566、17544、CMU/SEI CMMI 等国家和国际标准的学习和研究,运用了这些标准中相关概念和过程的规范描述。既具有标准的依从性,又有从软件质量保证和软件测试两个方面较为深入和详细地进行了阐述,形成了一个较为完整的体系。

3. 技术与管理相结合

软件质量保证的实践活动大多需在软件企业中进行,虽然技术十分重要,而管理也非常重要。该书内容既论述技术和方法,也阐述了软件测试管理的内容和方法。在软件质量保证中,管理同样会出效益,也会出质量。

4. 理论与实践相结合

任何理论的存在,必有其实践背景。软件质量从重要性来讲,实践经验是第一位的。该

书从不同的侧面反映了我国在软件质量方面的研究成果和实践经验,使之理论和实践均能兼顾和融合。

以我毕生研究软件质量的经验,软件质量的保证与测试、评价是一大难题,特别是要提出一套符合中国文化理念的方法有待时日,尚需不断努力。因此,我们必须培养更多的软件质量保证和软件测试人才,共同努力,为中国软件产业的发展作出积极的贡献。

该书的出版,将会有益于读者掌握一门重要的技艺,有益于推动软件质量保证与测试业的研究、教学、实践的进一步发展,有益于助推我国软件业的发展。

朱三元

2007年9月于上海

前言

软件质量问题是一个热点问题,因为它涉及软件开发的进度、成本和上市的时间。随着计算机硬件成本的急速下降和网络应用的快速发展,软件应用的需求呈爆炸趋势,随之而来的软件质量问题日益突出。正如美国关键软件问题研究的著名专家 Capers 所指出的:“软件对于现代世界是如此重要,寻找降低失败概率并提高成功概率的途径,对于所有大型企业来说都是很有价值的。”

从 20 世纪 90 年代至今,一个显著特点是提高软件质量、降低开发成本和缩短开发周期成为软件业界关注的焦点,软件过程改进成为软件工程学科的一个主流方向。

有人问,“为什么我们一直在努力,但软件质量却徘徊不前?”可以用联想集团总裁柳传志的话作一个精辟的诠释:“光说不练是假把式,光练不说是傻把式,又练又说是真把式。”软件工程研究产生了丰硕的成果,为每一个软件组织提供了可以借鉴使用的有效方法,问题是看人们如何去使用,是真用还是假用。

本书从提高软件质量的过程改进和测试与评价两个主要途径出发,以规范和应用为视角,讨论了软件过程质量保证、软件测试与评价的相关技术和方法。集中反映了近年来在软件质量保证和测试评价领域技术与方法的最新发展,以作者近年来参与制订和修改的 GB/T 8566、16260、17544、18905 等国家标准为指南,结合作者近年来在软件质量保证和软件测试领域的研究成果和取得的相关经验,比较系统地介绍了相关技术和有效的方法。全书分为 16 章,内容包括:第 1 章绪论;第 2 章软件质量模型与质量属性;第 3 章软件生命周期与过程体系;第 4 章软件质量保证技术;第 5 章软件配置管理;第 6 章软件风险管理;第 7 章软件测试过程与技术;第 8 章软件测试样式和测试用例;第 9 章软件验收测试;第 10 章软件测试自动化技术;第 11 章软件性能测试;第 12 章面向应用的测试技术;第 13 章软件缺陷管理技术;第 14 章软件估算和度量;第 15 章软件产品评价和第 16 章软件过程改进。

本书的完成,除了以下说明的之外,均由杨根兴执笔完成。本书的合作者,蔡立志博士(高级工程师)执笔完成了第 10、11 章和第 13 章的内容,陈昊鹏博士后执笔完成了第 12 章。另外在编写过程中,冯惠(高级工程师)和王凌对本书第 15 章的编写作出了贡献,沈备军、李婷和李雪静对本书第 3、4、14 章的编写作出了贡献。杨根兴负责了对全书的统稿。

在本书完成之际,特别要感谢我国软件工程界的前辈朱三元研究员,他严谨的治学精神

和渊博的知识,给予了作者全面的指导。

感谢上海市人事局、上海市科学技术委员会和上海市质量技术监督局从2003年起在上海实施的“软件质量专业技术职业资格”的培训与资格考试,以及发布的《上海市软件质量专业技术职业资格暂行规定(沪人[2003]106号文)》,为作者提供了积累经验和实践的机会。感谢上海交通大学软件学院、上海计算机软件技术开发中心、上海市计算机软件评测重点实验室给予的大力支持。

这是一本实践性比较强的书。本书的取材来源非常广泛,除了作者自身的研究成果和实践经验以外,还来自众多的专家、企业的研究成果和经验,以及在网站上公开发表的内容。作者除了对在本书参考文献中列出的作者表示衷心感谢以外,还要对可能未列出的作者表示感谢。

关于本书使用的建议:如果作为软件质量保证课程的使用,可以选择第1、2、3、4、5、6、14、15和16章的内容;如果作为软件测试与验证课程的使用,可以选择第1、2、6、7、8、9、10、11、12和13章的内容。

本书难免存在许多不足和不当之处,希望读者批评指正。

杨根兴

2007年9月

目 录

第 1 章 绪论 /1

1.1 软件复用技术	1
1.2 软件过程改进和能力成熟度模型	2
1.3 软件测试技术	2
1.4 软件评价技术	4
1.5 软件质量相关标准	5
1.6 基于知识复用的软件测评相关技术	6
1.7 软件质量面临的任务	7

第 2 章 软件质量模型与使用 /10

2.1 软件质量	10
2.2 软件质量标准	13
2.2.1 外部质量和内部质量模型	14
2.2.2 使用质量的质量模型	19
2.3 软件产品质量模型的应用	20
2.3.1 使用的建议	20
2.3.2 质量模型的 GDQA 应用框架	22
2.3.3 软件质量度量的基本基和扩展基	23
2.3.4 举例：中间件软件的基本基和扩展基	25

第 3 章 软件生存周期与过程体系 /33

3.1 软件生存周期模型概念	33
3.2 过程标准	34
3.2.1 GB/T 8566《信息技术 软件生存周期过程》	35
3.2.2 CMM/CMMI、ISO/IEC 15504 和 SJ/T 11234 与 11235 标准	41

Copyright

3.2.3	ISO 9001 和 ISO 9000—3 标准	46
3.2.4	CMM 与 ISO 9000 标准体系的比较	51

第 4 章 软件质量保证技术 /53

4.1	文档编制	53
4.1.1	文档编制过程	53
4.1.2	文档编制中的考虑因素	55
4.2	质量保证	56
4.2.1	质量保证计划	57
4.2.2	产品保证	59
4.2.3	过程保证	60
4.3	验证	63
4.3.1	验证的过程	63
4.3.2	验证的任务	64
4.4	确认	68
4.5	联合评审	72
4.5.1	项目管理评审	72
4.5.2	技术评审	73
4.5.3	评审的方法	73
4.5.4	评审举例——项目计划评审	77
4.6	审计	79
4.6.1	审计的对象与分类	80
4.6.2	审计的过程与方法	81
4.7	问题解决	81
4.8	需求变更控制	83
4.8.1	需求不确定性与解决途径	83
4.8.2	需求变更管理过程	86
4.8.3	需求跟踪管理	89

第 5 章 软件配置管理 /91

5.1	软件配置管理概念	91
5.2	配置控制委员会	92
5.3	配置管理过程	93
5.3.1	编制配置管理计划	94

5.3.2	配置标识	96
5.3.3	配置控制——变更控制程序	98
5.3.4	配置状态统计	103
5.3.5	配置评价	104
5.3.6	发布管理和交付	105
第6章 风险管理 /107		
6.1	风险管理概念	107
6.2	风险管理过程	109
6.2.1	风险管理过程模型	109
6.2.2	风险管理策划	110
6.2.3	项目风险档案	112
6.2.4	风险分析与评估	114
6.2.5	风险处理	119
6.2.6	风险监视与过程评价	120
第7章 软件测试过程与技术 /121		
7.1	软件测试概念与模型	121
7.1.1	软件测试概念	121
7.1.2	软件测试过程模型	124
7.2	软件测试过程	133
7.2.1	软件测试生命周期	134
7.2.2	软件测试计划	138
7.3	测试状态与管理	144
7.3.1	测试完成的准则	144
7.3.2	测试过程工程化	145
7.3.3	测试项目管理	149
7.4	测试度量与测试过程改进	151
7.4.1	测试过程中常用的度量	152
7.4.2	建立测试度量程序	155
第8章 软件测试样式和测试用例 /158		
8.1	测试样式与测试用例	158
8.2	可复用的测试用例模式	161

8.2.1	测试用例构件	165
8.2.2	测试用例分类与描述	165
8.3	测试用例设计	168
8.3.1	黑盒测试用例设计	170
8.3.2	白盒测试用例设计	177

第9章 软件验收测试 /185

9.1	验收测试的组织和管理	185
9.2	验收测试的技术要求	187
9.3	验收测试的方法与内容	188
9.3.1	功能性测试内容要求	188
9.3.2	可靠性测试内容要求	189
9.3.3	易用性测试内容要求	190
9.3.4	效率测试内容要求	191
9.3.5	维护性测试内容要求	192
9.3.6	可移植性测试内容要求	192
9.3.7	软件配置审核	193
9.4	验收测试环境	195
9.4.1	验收测试环境搭建	195
9.4.2	验收测试工具的选择	197
9.5	验收测试过程	198
9.5.1	验收测试策划	198
9.5.2	验收测试设计和实现	199
9.5.3	验收测试执行	200
9.5.4	测试总结	201
9.6	非正式验收测试	202

第10章 软件测试自动化技术 /203

10.1	自动化测试概述	203
10.1.1	自动化测试的概念	204
10.1.2	自动化测试的目标	205
10.2	自动化测试工具及其使用	206
10.2.1	自动化测试工具	206
10.2.2	测试工具的选择	208

10.2.3	自动化工具的使用时机	210
10.3	GUI 自动化测试	211
10.3.1	GUI 自动化测试相关技术	211
10.3.2	GUI 自动化测试的一般流程	219
10.3.3	GUI 多机测试问题	224
10.4	单元和集成自动测试框架	231
10.4.1	单元测试	231
10.4.2	JUnit 单元测试框架	232
10.4.3	TestNG 测试框架	236
10.4.4	FIT 集成测试框架	238

第 11 章 软件性能测试技术 /244

11.1	性能测试概述	244
11.1.1	性能测试目的	245
11.1.2	性能测试时机	246
11.1.3	性能测试类型	246
11.2	软件生命周期各阶段性能考虑要点	247
11.2.1	在需求分析阶段充分关注负载需求	247
11.2.2	在设计阶段保证性能指标	248
11.2.3	在运行阶段监控负载压力性能	249
11.3	性能测试流程	249
11.4	性能测试策略	251
11.4.1	负载策略	251
11.4.2	网络策略	254
11.4.3	业务选择策略	255
11.5	性能脚本开发和调试	259
11.5.1	SilkPerformer 脚本框架	259
11.5.2	测试脚本开发的基本流程	261
11.5.3	测试脚本的修正	264
11.5.4	脚本的调试技巧	271
11.6	性能测试实施和监控	276
11.6.1	测试数据的准备	276
11.6.2	测试场景的设置	277
11.6.3	场景监控	278
11.7	测试结果及分析	282

11.7.1	测试结果	282
11.7.2	通过排序得到问题关键所在	284
11.7.3	对找出的关键事务进行进一步分析	286
11.7.4	利用其他辅助工具深入分析性能问题	287
11.8	性能测试执行过程中的几个要点	289
11.8.1	系统配置的描述	289
11.8.2	测试计划的制订和测试的执行	290
11.9	性能测试案例	290

第 12 章 面向应用的测试技术

/297

12.1	基于模型的测试	297
12.1.1	基于模型测试概述	297
12.1.2	建立模型的方法	299
12.1.3	基于模型测试的测试生成工具简介	304
12.1.4	基于模型的测试与程序验证	308
12.1.5	基于模型测试的实例	312
12.2	基于中间件的软件系统的测试	317
12.2.1	基于中间件的软件系统相关概念	317
12.2.2	基于中间件的软件系统测试的概念	322
12.2.3	基于中间件的软件系统的测试策略	323
12.2.4	基于中间件的软件系统的测试方法	324
12.2.5	基于中间件的软件系统的测试案例	326
12.3	SOA 测试	330
12.3.1	SOA 概念	330
12.3.2	SOA 测试的概念与内容	336
12.3.3	SOA 开发测试工具支持	337
12.3.4	SOA 测试的方法	338

第 13 章 软件缺陷管理技术

/343

13.1	软件缺陷的描述	343
13.1.1	软件缺陷的基本描述	343
13.1.2	软件缺陷的关键属性	345
13.2	软件缺陷的相关信息	346
13.2.1	软件缺陷报告	346

13.2.2	缺陷的隔离和再现	347
13.2.3	缺陷的分类和分析	347
13.3	软件缺陷的生命周期	349
13.3.1	缺陷的生命周期	349
13.3.2	缺陷评审	351
13.3.3	缺陷追踪的管理	352
13.4	软件缺陷追踪系统	353
13.4.1	缺陷追踪系统的目标和作用	353
13.4.2	缺陷追踪系统	354
13.4.3	缺陷追踪系统 Mantis 举例	354
13.5	软件缺陷分析和统计	357
13.5.1	缺陷分布分析	357
13.5.2	从缺陷跟踪数据库中抽取度量	359
13.6	回归测试	360
13.6.1	回归测试的必要性	360
13.6.2	回归测试的对象	361
13.6.3	回归测试的基本策略	361
13.6.4	面向对象软件的依赖性分析	363
13.6.5	回归测试用例库的维护	364
13.6.6	回归测试的组织和实施	364
 第 14 章 软件估算和度量 /367		
14.1	软件估算方法	367
14.1.1	WBS 工作分解结构方法	367
14.1.2	软件功能规模测量标准与应用	370
14.1.3	基于经验的估算方法	377
14.2	软件价格估算	380
14.2.1	开发工作量	380
14.2.2	开发费用	381
14.2.3	最终公式	382
14.3	软件度量的概念和原则	382
14.3.1	度量定义和分类	383
14.3.2	度量规则	384
14.4	度量模型	385
14.4.1	FCM 产品质量模型	385

14.4.2	GQM 度量模型	385
14.5	度量过程	387
14.6	软件度量方法	390
14.6.1	过程与改进的主观度量	390
14.6.2	项目进度度量	391
14.6.3	里程碑度量	392
14.6.4	软件可靠性和缺陷度量	393
14.6.5	客户满意度度量	399
14.6.6	软件度量中的 10 个陷阱	400

第 15 章 软件产品评价 /405

15.1	软件产品评价的概念	405
15.1.1	软件产品评价的定义	406
15.1.2	评价级别	406
15.2	软件产品评价的通用模型	407
15.2.1	确立评价需求	408
15.2.2	规定评价	411
15.2.3	设计评价	412
15.2.4	执行评价	413
15.3	评价者用的评价过程	413
15.3.1	评价者进行评价的相关概念	413
15.3.2	评价过程的实施	416
15.4	产品评价实例	420
15.4.1	确立评价需求	420
15.4.2	规定评价规格说明	421
15.4.3	设计评价	422
15.4.4	执行评价	423
15.4.5	编写评价报告	424
15.5	评价的策划和管理	424
15.5.1	一般考虑和支持机构的主要任务	424
15.5.2	评价的管理支持	425

第 16 章 软件过程改进 /427

16.1	CMMI 模型的基本概念	427
------	--------------------	-----

16.1.1	CMMI 模型部件	428
16.1.2	CMMI 评估模型的剪裁准则	429
16.2	CMMI 体系的建立	431
16.2.1	CMMI 体系的策划	431
16.2.2	CMMI 体系的建立过程	437
16.2.3	过程体系文件举例	442
16.2.4	软件过程实施	449
16.3	软件过程评估	453
16.3.1	SCAMPI 方法的概念	454
16.3.2	CMMI 评估	457
16.4	软件过程改进	465
16.4.1	软件过程改进模型	465
16.4.2	软件过程改进的实施	466
16.5	六西格玛质量模型的相关概念	469
附录 A 本书主要参考技术标准		/477
附录 B 本书主要参考文献		/478
附录 C 相关测试网站		/484

第 1 章

绪 论

计算机软件是计算机应用的核心,其质量的好坏关系到计算机应用系统的成败。国际标准化组织(ISO)把质量定义为:“反映实体(可单独描述和研究的事物,如活动、过程、产品、组织、体系或人,以及它们各项的任何组合)满足明确和隐含需要能力的特性总和。”软件的质量与传统制造业的产品质量是不同的,这是由软件自身的特点所决定的。由于软件具有(1)抽象性:存储在介质上的信息;(2)复杂性:软件内部结构复杂,软件是人类创造的最为复杂的实体;(3)多样性:没有完全相同的软件;(4)易变性:软件在开发过程中以及交付使用后常常会由于各种原因而修改;(5)软件的需求难于把握等特点,使软件质量的研究成为软件界始终关注的焦点。软件质量主要涉及软件开发所采用的技术、软件开发人员的能力、对软件开发过程的质量控制和软件开发所受限的时间与成本等因素。关键软件(Critical Software)对软件提出了更高的质量要求,对于一些重要领域的用户,因为这些软件的作用对于国家、社会都是极其重要的,任何软件的质量问题都会造成严重后果。特别是对于表明软件能否正常、稳定工作的可靠性等质量特性要求特别高。在软件的生产方式开始向全球化、规模化、工业化转变的今天,软件业界通过寻求软件生产的技术更新、软件过程的改进与成熟度的提高和软件测评技术的改进 3 个方面的突破,来保证软件质量和生产率。

1.1 软件复用技术

20 世纪 60 年代开始的软件危机导致软件生产技术的革命。从以模块化为特征的结构化程序设计到面向对象的程序设计,给解决软件危机带来了曙光。之后,分布式网络计算使软件在功能规模和复杂度上急剧增长,给软件开发提出了许多新的难题,使软件开发仍处于高风险状态。因此,从 20 世纪 90 年代开始,由于爆炸性的软件需求推进了对软件复用理论和技术的研究,软件复用技术成为技术上解决质量问题的重要手段。大家可以重温一下软