

高等学校“十二五”规划教材·计算机软件工程系列

Software Quality Assurance and Testing Technology

软件质量保证与测试技术

◎ 主 编 刘 伟

◎ 副主编 王忠建 孟宇龙



案例教学 / 实用性强 / 质保测试 / 体系完整

删繁就简 / 通俗易懂 / 教学工程 / 全面适用



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校“十二五”规划教材·计算机软件工程系列

软件质量保证与测试技术

主 编 刘 伟
副主编 王忠建 孟宇龙

哈爾濱工業大學出版社

内容简介

本书内容包括软件质量保证和测试技术两部分。软件质量保证部分包括质量、质量保证与质量保证体系的基本概念、形成和运用。测试技术部分包括测试概念、黑盒测试与白盒测试、单元测试和集成测试设计与运用。为了学以致用,本书还提供了案例(电子版),以供学习参考。

本书可供高等学校软件工程专业本科高年级学生、研究生学习使用,也可供软件企业主管、项目经理、系统集成和软件开发工程师以及过程改进工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件质量保证与测试技术/刘伟主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2011.12

高等学校“十二五”规划教材·计算机软件工程系列
ISBN 978-7-5603-3370-0

I. ①软… II. ①刘… III. ①软件质量-测试技术
IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 164738 号

策划编辑 王桂芝 赵文斌

责任编辑 刘 瑶

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 471 千字

版 次 2011 年 12 月第 1 版 2011 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-3370-0

定 价 36.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

◎ 前言

Preface

一个不争的事实就是,软件工程已从一门实践课程演变成了一个重要学科,工程实践的带动作用具有不可忽视的作用。对软件设计、开发与实现的技术和方法,工程实践并不比专业学习要求更高,但是对于设计、开发与实现过程的监控和管理则不同,无论是深度还是广度,专业学习都明显落后于工程实践,没有一本体系完整、篇幅适中的专业参考书,要提高专业学习效果则会面临极大困难。为此,我们组织企业人士与高校教师共同编写了《软件质量保证与测试技术》一书。

本书作者根据多年研究成果和实践经验,依据编委会确定的范围进行了大纲设计,着重反映了近年来软件质量保证和测试评价领域技术和方法的最新发展。全书偏重实践,深浅适中,通俗易懂,力求使读者在完成设计、开发和实践的同时,学习到监控和管理这些过程的知识,为从事软件工程开发与管理工作的管理工作奠定基础。

本书由于篇幅所限,只对确定的 ISO、CMMI 和测试技术的基本内容进行了描述。全书分两编,第一编为软件质量保证,包括第 1~8 章,分别介绍了质量概念、软件质量、质量管理、软件质量标准体系、ISO 9001 软件质量保证体系标准、能力成熟度模型——CMMI 体系结构以及相关的建立实例;第二编为软件测试技术,包括第 9~14 章,分别介绍了软件测试基础、软件的静态和动态测试、软件测试设计、软件测试阶段、软件测试的自动化、软件测试管理与实践。

本书由中国石油大庆石化分公司刘伟、哈尔滨商业大学王忠建、哈尔滨工程大学孟宇龙、东北石油大学刘晰宇、张强共同编写。具体编写分工如下:第一编的第 1 章、部分插图、思考题以及收集录入的相应标准和文献由刘晰宇完成,第 2~8 章由刘伟编写;第二编的第 9 章和第 14 章由王忠建编写,第 10~13 章由孟宇龙编写;张强参与了书稿提纲设计阶段工作。本书配有案例集(电子版),案例集第一部分由刘伟编写,第二部分由王忠建、孟宇龙编写。全书由刘伟统稿。

本书形成过程中得到了哈尔滨工业大学王义和教授指导,同时得到了东北石油大学许少华教授、衣治安教授的真诚帮助,在此表示诚挚感谢。

由于作者水平有限,疏漏及不足之处在所难免,敬请读者提出宝贵意见,在此表示感谢。

需要本书案例集或电子课件的读者请登录 <http://www1.nepu.edu.cn/nepuss>。

编者
2011 年 8 月

高等学校“十二五”规划教材

计算机软件工程系列

编 审 委 员 会

名誉主任 丁哲学
主 任 王义和
副 主 任 王建华
编 委 (按姓氏笔画排序)

王霓虹	印桂生	许少华	任向民
衣治安	刘胜辉	苏中滨	张 伟
苏建民	李金宝	苏晓东	张淑丽
沈维政	金 英	胡 文	姜守旭
贾宗福	黄虎杰	董宇欣	

◎ 序

随着计算机工程的发展和社会对计算机工程人才需求的增长,软件工程专业的培养目标更加明确,特色更加突出。目前,国内多数高校软件工程专业的培养目标是以需求为导向,注重培养学生掌握软件工程基本理论、专业知识和基本技能,具备运用先进的工程化方法、技术和工具从事软件系统分析、设计、开发、维护和管理等工作能力,以及具备参与工程项目的实践能力、团队协作能力、技术创新能力和市场开拓能力,具有发展成软件行业高层次工程技术和企业管理人才的潜力,使学生成为适应社会主义市场经济和信息产业发展需要的“工程实用型”人才。

本系列教材针对软件工程专业“突出学生的软件开发能力和软件工程素质,培养从事软件项目开发和管理的高级工程技术人才”的培养目标,集9家软件学院(软件工程专业)的优秀作者和强势课程,本着“立足基础,注重实践应用;科学统筹,突出创新特色”的原则,精心策划编写。具体特色如下:

1. 紧密结合企业需求,多校优秀作者联合编写

本系列教材编写在充分进行企业需求、学生需要、教师授课方便等多方市场调研的基础上,采取了校企适度联合编写的做法,根据目前企业的普遍需要,结合在校学生的实际学习情况,校企作者共同研讨、确定课程的安排和相关教材内容,力求使学生在校学习过程中就能熟悉和掌握科学研究及工程实践中需要的理论知识和实践技能,以便适应就业及创业的需要,满足国家对软件工程人才的需要。

2. 多门课程系统规划,注重培养学生工程素质

本系列教材精心策划,从计算机基础课程→软件工程基础与主干课程→设计与实践课程,系统规划,统一编写。既考虑到每门课程的相对独立性、基础知识的完整性,又兼顾到相关课程之间的横向联系,避免知识点的简单重复,力求形成科学、完整的知识体系。

本系列教材中的《离散数学》、《数据库系统原理》、《算法设计与分析》等基础教材在引入概念和理论时,尽量使其贴近社会现实及软件工程等学科的技术和应用,力图将基本知识与软件工程学科的实际问题结合起来,在具备直观性的同时强调启发性,让学生理解所学的知识。

《软件工程导论》、《软件体系结构》、《软件质量保证与测试技术》、《软件项目管理》等软件工程主干课程以《软件工程导论》为线索,各课程间相辅相成,互相照应,系统地介绍了软件工程的整个学习过程。《数据结构应用设计》、《编译原理设计与实践》、《操作系统设计与实践》、《数据库系统设计与实践》等实践类教材以实验为主题,坚持理论内容以必需和够用为度,实验内容以新颖、实用为原则编写。通过一系列实验,培养学生的探究、分析问题的能力,激发学生的学习兴趣,充分调动学生的非智力因素,提高学生的实践能力。

相信本系列教材的出版,对于培养软件工程人才、推动我国计算机工程事业的发展必将起到积极作用。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '王义奇' (Wang Yiqi), written in a cursive style.

2011年7月

◎ 目 录

第一编 软件质量保证	1
第1章 质量概念	3
1.1 几个术语	3
1.2 质量专业定义	4
1.3 质量属性	5
1.4 产品质量的形成过程	6
本章小结	9
思考题	9
第2章 软件质量	10
2.1 软件质量的定义	10
2.2 影响软件产品质量的因素	11
本章小结	19
思考题	19
第3章 质量管理	20
3.1 质量管理的定义	20
3.2 经典质量管理的发展过程	20
3.3 早期软件质量管理方法	21
3.4 现代质量管理	23
3.5 质量控制与质量保证的区别和关系	23
3.6 ISO 9000 质量管理的基本内涵	24
3.7 软件过程的质量管理	24
3.8 软件测试的监控	35
3.9 软件评审监控	37
本章小结	39
思考题	39
第4章 软件质量标准体系	40
4.1 软件质量标准体系及分类	40
4.2 ISO 9001 质量保证体系	41
4.3 CMM 及 CMMI 能力成熟度模型	43
4.4 ISO 9001 与 CMM/CMMI 的关系	47



4.5 IEEE 软件工程标准	47
4.6 其他软件质量管理标准	47
本章小结	48
思考题	48
第5章 ISO 9001 软件质量保证体系标准	49
5.1 质量保证体系的定义和内涵	49
5.2 ISO 9000 族质量管理体系认证的意义	50
5.3 ISO 9000 族质量保证体系标准的内容	50
5.4 ISO 9000:2000 版标准族质量保证体系标准的组成	51
5.5 ISO 9001 标准的主要变化	51
5.6 2000 版标准的特点	53
5.7 ISO 9001 质量保证体系的八项原则	53
本章小结	60
思考题	60
第6章 软件质量保证体系——ISO 9001 建立实例	61
6.1 准备	61
6.2 质量体系文件的编制	63
6.3 质量方针	69
6.4 质量目标	70
6.5 软件生命周期及质量活动	71
6.6 过程检验与技术评审	74
6.7 软件配置管理	75
6.8 质量体系的试运行	75
6.9 质量体系的审核与评审	76
6.10 质量的认证过程	76
6.11 质量管理体系的维护——持续改进	78
6.12 软件质量控制技术的应用	79
本章小结	82
思考题	82
第7章 能力成熟度模型——CMMI 体系结构	83
7.1 CMMI 的形成和现状	83
7.2 CMMI 能力成熟度模型	84
7.3 过程域	86
7.4 CMMI 阶段式能力成熟度模型集成	95
7.5 CMMI 连续式能力成熟度模型集成	129
7.6 CMMI 实施与评估	169



7.7 CMMI V1.3 简介	173
7.8 CMMI 准则名词术语一览表	174
本章小结	176
思考题	176
第 8 章 软件作业体系——CMMI 体系建立实例	177
8.1 准备	177
8.2 软件作业体系文件编制	178
8.3 总方针	179
8.4 EPG 章程	180
8.5 项目生命期模型	180
8.6 项目立项	180
8.7 项目策划	180
8.8 项目监控	180
8.9 需求管理	181
8.10 需求开发	181
8.11 技术预研	181
8.12 系统设计	181
8.13 系统实现	182
8.14 系统测试	182
8.15 产品发布	182
8.16 质量保证	182
8.17 配置管理	182
8.18 CMMI 实施与评估	183
8.19 软件作业体系的维护——持续改进	187
本章小结	187
思考题	187
第二编 软件测试技术	189
第 9 章 软件测试基础概述	191
9.1 软件的含义	191
9.2 软件故障	192
9.3 软件开发的过程	193
9.4 软件测试的意义	194
9.5 软件测试的基本方法	195
本章小结	197
思考题	197

第 10 章 软件的静态测试和动态测试	198
10.1 静态测试	198
10.2 动态测试	201
本章小结	202
思考题	202
第 11 章 软件测试设计	203
11.1 控制流程图	203
11.2 白盒测试	205
11.3 黑盒测试	211
11.4 白盒测试和黑盒测试的比较	224
本章小结	224
思考题	224
第 12 章 软件测试阶段	225
12.1 软件测试的作用	225
12.2 单元测试	226
12.3 集成测试	229
12.4 系统测试	239
12.5 单元测试、集成测试和系统测试的区别	245
12.6 验收测试	246
本章小结	252
思考题	252
第 13 章 软件测试的自动化	253
13.1 自动化测试概述	253
13.2 测试工具的分类和选择	258
本章小结	260
思考题	260
第 14 章 软件测试管理与实践	261
14.1 测试组织管理	261
14.2 测试计划	266
14.3 测试用例设计	270
14.4 软件测试配置管理	276
14.5 测试经验总结	279
14.6 Bug 描述及其处理过程	286
本章小结	288
思考题	289
参考文献	290

第一编

软件质量保证



本编重点讨论质量、质量保证与质量保证体系的基本概念、形成和运用,帮助读者对于产品质量保证,特别是软件产品质量保证的概念、理论和方法有一个初步的认识,为深入钻研奠定基础。

第 1 章

质量概念

1.1 几个术语

首先来看这样一段场景。某顾客去商场购买一台计算机,先去多个柜台询问生产厂家、款式、功能和价格等情况,商场售货员一一给予解答。该顾客经过一番比质比价后确定购买某一款产品,之后一边开机测试性能,一边讨价还价,最终交款前还索取商场信誉卡或厂家保证书,谈一些后续服务保修事宜。该场景想必对于每位读者都不会陌生,这里的核心内容就是质量,就是顾客想获得满意的产品和商场的服务。

这里所说的满意程度就是质量,满意程度高说明质量好。质量可以通俗地理解为衡量产品或工作好坏的标准。从实例中可以看出,质量贯穿于顾客向商场购买计算机活动的始终。

为了后续对质量进行科学的定义,下面将有关概念抽取出来进行说明。

1. 客户

本例中的顾客是去商场买计算机的。顾客可以看做是外部客户的一部分,有时不加区分顾客和外部顾客。

客户,是(含潜在)接受产品或服务的组织和个人。通常认为,客户是组织为实现目的所需要的产品和过程而(未)影响到的人。客户分组织内和组织外两种。通常商场也可以成为厂家的顾客或客户。

2. 组织

本例中的厂家、商家是生产计算机并卖给客户的组织。这时,厂家、商场或两者至少有两人或两人以上分工协作从事计算机销售及生产活动。

组织,是“职责、权限和相互作用关系得到安排的一组人员和设施”。

3. 产品

本例中的产品是顾客要买的计算机。本例产品包括计算机硬件、软件以及后续服务。

产品,通常认为是过程的结果。组织生产和开发出来的硬件和软件就是产品,为顾客提供的服务也是产品。

4. 过程

本例中将原材料加工(生产)成计算机,设计开发出软件,为客户提供服务,这些活动就是过程。

过程可定义为“一组输入转化为输出的相互关联或作用的活动”。输入、输出和活动为过程的3个环节。对于软件开发过程常常有需求分析、设计、编码、测试等。对于软件监控过程

常常有评审、验证、确认等。

5. 服务

本例中商场(或是厂家)为客户提供的产品之外的活动就是服务,如送货、保修等。

服务,是向客户提供相应的技术支持、帮助和关心等行为。在多数情况下,软件服务时更多涉及软件开发流程、部署和维护问题的讨论。

下面将本章所举的例子用本标准质量词汇重新描述一遍,如下:

“某顾客(客户)去商场(组织)购买一台计算机(产品),先去多个柜台咨询生产厂家、款式、功能和价格等情况,商场售货员一一给予解答,(产品)比质比价一番(质量好),确定购买某一款产品后,一边开机测试性能和功能,一边讨价还价,最终交款前还索取商场信誉卡或厂家保证书,谈一些后续服务保修(有保障)事宜。”

经过抽象描述,上述例子缩写成一句话:“客户去组织买产品,测试产品质量好,服务有保障。”

1.2 质量专业定义

从上述实例可以看出质量的重要性,那么到底什么是质量,质量应如何定义呢?实际上,质量的定义多种多样,从早期的片面性说明式定义到目前的科学性定义越来越标准化和抽象化,这从一个侧面反映了质量定义和社会进步的同步发展关系。

1. 早期专家定义

在工业发展初期,也是质量概念形成初期,产品的技术和结构相对简单,符合性质量控制可以发挥把关作用。质量管理大师朱兰说:质量就是适用性,就是产品使用过程中满足客户要求程度。

而田口玄一将质量归纳为:把客户的质量要求分解转化为设计参数,形成预期目标值,最终生产出来低成本且性能稳定、可靠的“物美价廉”的产品。

2. ISO 8492 定义

国家标准化组织 ISO 在总结朱兰论述的基础上,于 1986 年发布的 ISO 8492 标准中对质量进行较为科学的定义:“质量是产品或服务所满足明示或暗示需求能力的特性和特征的集合”。

3. ISO 9000:2000 定义

在之后 2000 版发布的 ISO 9000 标准中,质量的定义则是一组固有特性满足要求的程度。这里“要求”是指明示和隐含的或必须履行的需求和期望。它给出一个广义的质量概念,对质量的最新认识,代表了世界对质量认识的进步。下面将对质量的定义作进一步解释,以便更好地理解质量的概念。

质量不仅是指产品质量,也可以指某项活动或过程的工作质量,还可以指质量管理体系运行的质量。质量是由一组固有特性组成,这些固有特性是指满足顾客和其他相关方要求的特性,并由其满足要求的程度加以表征。

质量特性可以是定性的或定量的,并通过产品、过程或体系设计和开发及其后的实现过程形成的属性。

满足要求就是说应满足明示的(如合同、规范、标准、技术、文件、图纸中明确规定的等)、隐含的(如组织的惯例、一般习惯等)或必须履行的(如法律、法规、行业规则等)需要和期望。

顾客和其他相关方对产品、过程或体系的质量要求是动态的、发展的和相对的。

ISO 9000 体系标准质量定义强调质量以客户为关注焦点,提供满足客户要求的产品,满足潜在客户需求和未来的需求与期望,以及强调持续改进。从某些方面来说,顾客才是组织存在的价值和意义。这就要求组织必须以顾客为关注焦点,组织应当理解顾客当前和未来的需求,满足顾客需求并争取超越顾客期望。

作为最终产品使用者的顾客在当前的经济发展水平和市场经济制度下,需求、期望具有个性化和多样化特点,识别、理解和确认顾客需求的复杂程度也越来越高。组织只有充分了解顾客需求,才能抓住顾客的心理。建立起对顾客、对市场的快速反应机制,尽最大能力提高顾客满意度,持续改进对顾客服务,才能为组织创造更高的利润,谋求组织的持续发展壮大。

4. IEEE 定义

IEEE(国际电子电工委员会)在《软件工程标准术语》中给出的质量定义与 ISO 9000:2000 较为接近,指出质量是系统、部件或过程满足客户、用户明确需求和期望的不同程度。

5. RUP 定义

在 RUP(统一过程模型)中的定义指出,质量是为满足或超出认定的一组需求;使用经过认可的评测方法和标准来评估;使用认定的流程来生产。

1.3 质量属性

讨论了质量定义后,我们来讨论质量(或产品质量)属性。一般认为质量具有广泛含义,从物理实体角度看,质量分内在、外观质量;从需求角度看,质量分客户、社会、成本和可测质量属性。

1.3.1 质量的使用价值属性

质量一般体现为产品的使用价值,包括内在质量和外观质量两个方面。内在质量是主要的、基本的,只有在保证内在特性的前提下,外观质量才有意义。

1. 产品的内在质量

产品的内在质量是指产品的内在属性,包括性能、寿命、可靠性、安全性和经济性 5 个方面。

(1)性能。性能是指产品具有适合用户要求的物理、化学或技术性能,如强度、化学成分、纯度、功率、转速等。

(2)寿命。寿命是指产品在正常情况下的使用期限,如房屋的使用年限,电灯、电视机显像管的使用时数,闪光灯的闪光次数等。

(3)可靠性。可靠性是指产品在规定的时间内和规定的条件下使用不发生故障的特性,如电视机使用无故障,钟表的走时精确等。

(4)安全性。安全性是指产品在使用过程中对人身及环境的安全保障程度,如热水器的安全性,啤酒瓶的防爆性,电器产品的导电安全性等。

(5)经济性。经济性是指产品经济寿命周期内的总费用的多少,如空调器、冰箱等家电产

品的耗电量,汽车的每百千米的耗油量等。

2. 产品的外观质量

产品的外观质量是指产品的外部属性,包括产品的光洁度、造型、色泽、包装等,如自行车的造型、色彩、光洁度等。

1.3.2 质量的客户需求属性

从需求角度讲,质量属性也可以概括为客户属性、社会属性、成本属性和可测性。

1. 客户属性

质量是相对客户而存在的。组织的客户和其他相关方可能对同一产品的功能提出不同的需求,也可能对同一产品的同一功能提出不同的需求;需求不同,质量要求也就不同,只有满足需求的产品才会被认为是质量合适的产品。这种相对性要求对质量的优劣要在同一等级基础上作比较。

2. 社会属性

质量多数情况体现的是一种理念,而不是某种具体方法。它与社会价值观有直接的关系。因为社会是不断发展、变化的,这种社会属性决定了质量具有一定的时效性,同时客户对产品或服务的需求和期望也是不断变化的,如原先被客户认为质量好的产品因为客户要求提高而不再受到客户的欢迎。因此,组织应不断地调整对质量的要求。

3. 成本属性

质量的成本属性也称为质量的经济性,在生产过程中,对质量要求越高,所投入的研发成本就越高。产品的质量越好,带给社会的损失就越小,从而为企业带来很好的经济效益;而产品或服务的质量越差,带给社会的损失就越大,从而会消耗较大的企业成本。企业与顾客都希望获得价廉物美的产品和服务。物有所值,就表明质量有经济性的表征。

4. 可测性

产品质量的好坏取决于相对特征的衡量,一般可以通过一定数据来描述,质量的可测性决定了质量的可控特性。质量特性有的能够定量,有的不能够定量,只能定性。在实际工作中,对于不可定量的特性将其转换成可定量的代用质量特性。

1.4 产品质量的形成过程

1.4.1 质量职能的概念

什么是质量职能?质量职能是指产品质量产生、形成和实现过程中全部活动的总和。质量职能所包括的各项活动,既有在企业内各部门所进行的,也有在企业外部的供应商、顾客中所进行的。所有这些活动,都对产品质量有贡献或影响作用。

质量职能分布在企业的产品质量产生、形成和实现过程中各个环节的主要职能部门中。质量管理所要解决的基本问题,就是要对分散在企业各部门的质量职能活动进行有效的计划、组织、协调、检查和监督,从而保证和提高产品质量。