

RUANJIAN ZHILIANG BAOZHENG
YU CESHI JISHU YANJIU

软件质量保证 与测试技术研究

张浩华 赵丽 王槐源 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

RUANJIAN ZHILIANG BAOZHENG
YU CESHU JISHU YANJIU

软件质量保证 与测试技术研究

张浩华 赵丽 王槐源 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是对软件质量保证与测试技术的研究,主要内容包括:软件质量概述,软件质量标准,软件质量控制、改进与度量,软件质量保证方法,软件质量保证技术,软件测试概述,软件测试策略,黑盒测试与白盒测试,国际化测试与本地化测试,测试计划与测试文档,软件调试与维护。本书力求做到逻辑严谨、结构合理、简明易懂。在编撰本书时,作者将软件质量保证与软件测试的新概念、新方法、新技术融入其中,在内容的安排上注重由易到难、深入浅出,方便理解与实践应用。本书可供软件企业主管、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,尤其可供软件测试产业从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

软件质量保证与测试技术研究 / 张浩华, 赵丽, 王槐源编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5170-2417-0

I. ①软… II. ①张… ②赵… ③王… III. ①软件质量—质量管理—研究②软件—测试—研究 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第199680号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨元泓 封面设计:崔 蕾

书 名	软件质量保证与测试技术研究
作 者	张浩华 赵 丽 王槐源 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(发行部)、82562819(万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京鑫海胜蓝数码科技有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 17印张 413千字
版 次	2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	60.00元



凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

软件产业是信息产业的核心和灵魂,具有高投入、高产出、无污染、低能耗的特点。作为一个国家的基础性、战略性产业,它体现着一个国家的综合实力。随着 Internet 的日益普及和广泛应用,全球软件产业呈现出网络化、服务化和全球化的发展趋势,人们对软件质量的要求也愈来愈高。但是软件规模的大型化和软件开发的复杂化同时也带来了一系列的软件质量问题,这直接导致了软件交付延期、开发成本增加,严重的甚至还威胁到人们的生命和社会安全。因此,处理好软件的质量问题一直都是所有软件开发人员工作的重心。正是在这一背景下,软件测试技术逐渐发展起来。

软件测试是软件开发过程中的重要环节,在提高软件质量方面具有不可替代的作用。我国的软件测试研究和应用起步较晚,在软件测试理论研究、软件质量保证等诸多方面都远远落后于一些发达国家。尤其是在软件测试工具方面,国外的产品几乎占据了垄断地位。软件质量保证与测试的新理论与新技术的不断发展,使得我国的软件测试从业人员面临着严峻的考验。软件测试人员不但要具备缜密的逻辑思维能力、全面的技术能力、勇于进取的创新能力,还要有较强的责任心和团队合作精神以及出色的沟通能力等专业素质。可见,软件测试产业从业人员应系统地学习并掌握软件质量保证与测试技术方面的相关知识。因此,《软件质量保证与测试技术研究》一书应运而生。

作为软件开发中的一个重要环节,软件测试已逐渐形成一门新的学科和产业。本书从软件质量保证与测试技术两个方面出发,深入、系统地对软件质量保证与测试技术进行研究。全书共 11 章。第 1~5 章为软件质量部分。第 1 章首先对质量、软件质量、软件质量保证进行了简单阐述;第 2 章讨论了软件质量标准的基本内容,并着重对 ISO 软件质量标准体系、软件能力成熟度模型 CMM 和 CMMI 进行了分析;第 3 章论述了软件质量控制、改进与度量的相关内容与方法;第 4 章为软件质量保证方法,包括软件开发环境的创建、软件生命过程的度量、软件质量的度量、软件开发的估算等内容;第 5 章重点对软件质量保证技术进行研究,包括文档编制、质量保证、验证、确认、联合评审、审计、问题解决、需求变更控制等内容。第 6~11 章为软件测试部分。第 6 章首先简单阐述了软件测试背景、软件测试基本内容、软件测试职业与人员的素质、软件测试过程模型、软件测试的发展现状及前景分析、软件质量保证与软件测试的关系等;第 7 章为软件测试策略,重点对单元测试、集成测试、系统测试、验收测试、测试后的调试等内容进行了探讨;第 8 章主要论述黑盒测试与白盒测试;第 9 章主要论述国际化测试与本地化测试;第 10 章主要论述测试计划与测试文档;第 11 章论述了软件调试与维护的相关内容。

本书力求做到逻辑严谨、结构合理、简明易懂。在编撰本书时,作者将软件质量保证与软件测试的新概念、新方法、新技术融入其中,在内容的安排上注重由易到难、深入浅出,方便理解与实践应用。本书的取材来源非常广泛,不但结合了作者近年来的研究成果和以往的实践经验,同时还参考了大量有价值的文献与资料,阅读和借鉴了大量的国内外相关专家学者的研

究成果,集中反映了近年来在软件质量保证与测试技术的最新发展,在此向有关作者表示衷心的感谢。

由于软件质量保证与测试技术是一门综合性很强的技术,学科面宽,相关技术发展日新月异,同时作者学识水平有限,因此,在内容的编撰和安排等方面难免存在不妥之处和错误,恳请各位专家同仁予以批评指正。

作者

2014年5月

目 录

前言	1
第 1 章 软件质量概述	1
1.1 质量的定义及重要性	1
1.2 软件质量的内容	7
1.3 软件质量保证概述	15
第 2 章 软件质量标准	20
2.1 软件质量标准概述	20
2.2 ISO 软件质量标准体系	22
2.3 软件能力成熟度模型 CMM	31
2.4 软件能力成熟度模型 CMMI	35
第 3 章 软件质量控制、改进与度量	44
3.1 软件质量控制、改进与度量概述	44
3.2 软件质量控制的方法	54
3.3 软件质量改进的方法	57
3.4 软件质量度量的方法	58
第 4 章 软件质量保证方法	63
4.1 软件开发环境的创建	63
4.2 软件过程质量的度量	66
4.3 软件产品质量的度量	71
4.4 软件开发的估算	83
第 5 章 软件质量保证技术	86
5.1 文档编制	86
5.2 质量保证	88
5.3 实施验证	91
5.4 确认	94
5.5 联合评审	95
5.6 审计	100
5.7 问题解决	102
5.8 需求变更控制	103
第 6 章 软件测试概述	108
6.1 软件测试背景	108

6.2	软件测试概述	111
6.3	软件测试职业与人员的素质	118
6.4	软件测试过程模型	120
6.5	软件测试的发展现状及前景分析	122
6.6	软件质量保证与软件测试的关系	125
第 7 章	软件测试策略	126
7.1	软件测试策略概述	126
7.2	单元测试	127
7.3	集成测试	133
7.4	确认测试	143
7.5	系统测试	148
7.6	验收测试	155
7.7	测试后的调试	160
第 8 章	黑盒测试与白盒测试	165
8.1	黑盒测试与白盒测试概述	165
8.2	黑盒测试技术	169
8.3	白盒测试技术	180
第 9 章	国际化测试与本地化测试	189
9.1	国际化测试与本地化测试概述	189
9.2	国际化测试	195
9.3	本地化测试	200
9.4	国际化测试与本地化测试的常用工具	208
第 10 章	测试计划与测试文档	210
10.1	测试计划与测试文档概述	210
10.2	软件测试计划	216
10.3	软件测试文档	230
第 11 章	软件调试与维护	241
11.1	软件调试	241
11.2	软件维护	245
11.3	软件再工程技术	262
参考文献	266

第 1 章 软件质量概述

1.1 质量的定义及重要性

1.1.1 质量的定义

质量是事物的本质特性之一,是质量管理的主要对象。全面、正确地理解质量的内涵,掌握质量的概念实质,对企业的经营决策和提高经济效益有重要意义。

ISO 9000 系列国际标准(2000 版)中质量的定义:“质量是一组固有特性满足要求的程度。”这里的“要求”是指明示的、通常隐含的或必须履行的需求或期望。这是一个广义的质量概念,代表了当前世界对于质量概念的最新认识,体现了在质量概念方面的进步。

IEEE 在《软件工程标准术语表》(Standard Glossary of Software Engineering Terminology)给出的质量定义为:“质量是系统、部件或过程满足客户和用户明确需要或期望的不同程度。”它与 ISO 9000:2000 中关于质量的定义非常接近。

在统一过程模型(Rational Unified Process, RUP)中,质量被定义为:“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。”该定义表明,质量不是简单地满足用户的需求,还得包含确定证明质量达标所使用的评测方法和标准,以及如何实施可管理、可重复使用的流程,以确保由此流程生产的产品已达到预期的质量水平。

从哲学角度说,量的积累才可能产生质的飞跃,量是过程的累积,不断增加并完善过程品,最终实现质的飞跃,当满足一定需求时,即达到基本的质量要求,而满足需求的程度即是我们所说的质量优劣。

1.1.2 质量形成的过程

质量形成于产品生产全过程,这里的“生产”是指社会化大生产,包括研制出场调研、产品开发、设计试制、生产技术准备、采购、生产制造、检验、销售和售后服务等过程全寿命周期的各个阶段。这一理论观点彻底清除了理论界曾提出的“产品质量是设计出来的”、“产品质量是制造出来的”、“产品质量是管理出来的”等片面说法,揭示了质量形成的真谛。

1. 质量形成的四个阶段

概括地说,整个质量形成的过程大致可划分为以下 4 个阶段。

(1) 由确定需求的结果所形成的质量要求——需求分析

在识别和确定明确的和隐含的需要之后,为了生产,首先要把需要转化为质量要求。质量要求是一组定性或定量产品质量特性的规定要求,一般用产品应具有的功能参数表示,例如,产品的性能、适用性、可靠性、维修性、安全性、环境、经济性和美学等,关键是要使质量要求恰到好处地、全面地反映需求。

(2)由产品设计的结果所形成的质量

设计阶段要把质量要求转化为生产者可以生产的产品,即要转化为生产者可以测定的代用特性,也就是产品的技术规范和标准。

(3)由与产品设计符合性的结果所形成的质量

由制造所形成的产品质量,是产品对设计的技术规范符合程度的特性综合,这样经过制造又进行了一次特性转化。

(4)由产品保障的结果所形成的质量——可修性

如有的产品其性能达到了顾客需求,但当出现故障时,其维修和备件供应困难,则说明产品的全部特性中反应满足需求的能力还相当不足。

2. 朱兰质量螺旋与质量环

(1)朱兰质量螺旋

美国质量管理专家朱兰(J. M. Juran)博士于 20 世纪 60 年代后期,首次提出的质量螺旋向人们揭示了产品质量有一个产生、形成和实现的过程,反映了产品质量形成的规律。这条质量螺旋曲线因此被称为“朱兰质量螺旋曲线”,如图 1-1 所示。

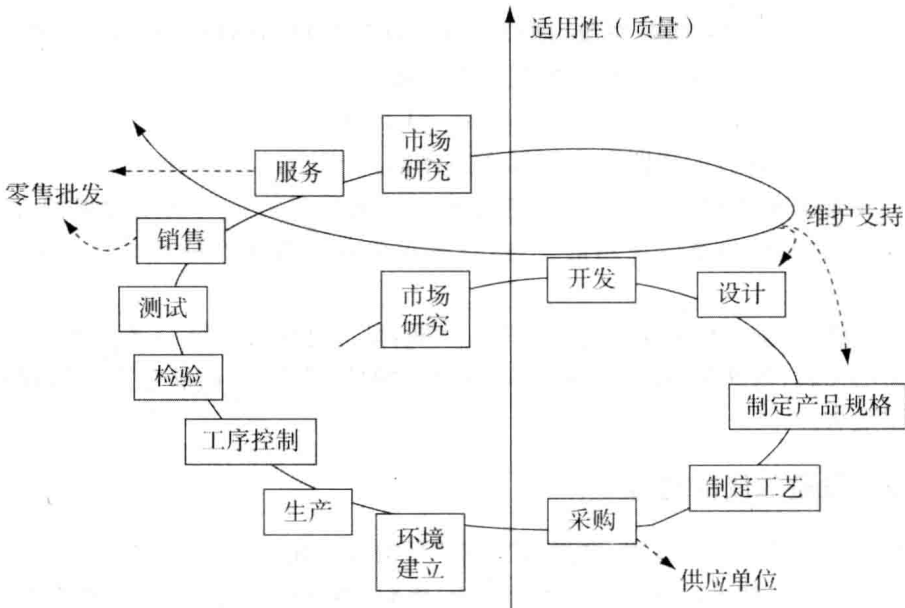


图 1-1 朱兰质量螺旋曲线

从图 1-1 可以看出,质量的形成经过很多环节,从市场研究开始,经过开发、设计、制定产品规格……销售、服务等,最终回到市场研究。朱兰博士通过质量螺旋曲线来阐述 5 个重要的理念。

①产品质量的形成贯穿整个产品生命周期,由 13 个环节组成,每一个环节都会影响到质量。所以在质量管理中,也要全过程管理,每一个环节都不能放过。

②所有活动都围绕质量这个唯一的核心理念进行,即围绕产品的适用性(适用性是朱兰质量理念的核心,虽然现在认为质量以客户为中心)进行。

③产品质量形成的过程,不只是组织内部所影响的过程,应当包括外部影响的过程,即生

产组织、内部销售组织、外部供应方、第三方销售商和客户等对产品质量形成过程的影响、控制和管理等,所以质量管理是一个社会系统的工程。

④产品质量形成中的这些环节,一环扣一环,是循环往复的过程,但不是简单的重复,而是像螺旋那样,不断上升、提高。

⑤所有的质量活动都由人完成,质量管理应该以人为主体。

(2)质量环

在 ISO 9000 质量标准中,采用另外一种方法来描述质量形成的过程——质量环,它是从识别需要到评定这些需要是否得到满足的各个阶段中,影响质量的相互作用活动的概念模式。硬件产品的质量环包括 12 个环节,如图 1-2 所示。

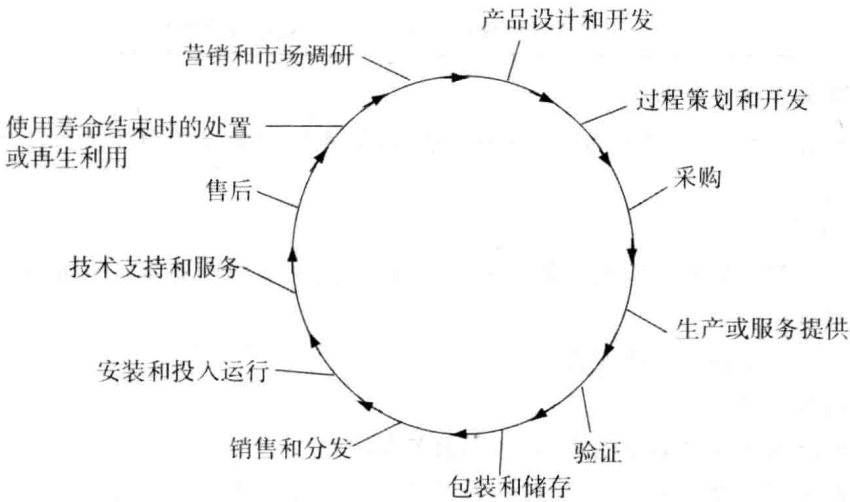


图 1-2 ISO 9000 质量环

其中,“使用寿命结束时的处置或再生利用”阶段主要是指那些如果任意放弃后对公民健康和安有不利作用的产品,如塑料制品、电池、核废料等,用后一定要回收或妥善处理。

虽然这里用平面闭合环表示,但并不是简单的重复循环,而是具有朱兰质量螺旋曲线和不断循环上升、质量不断改进的含义。对这两种质量形成过程描述方法做一个简单的对比,如表 1-1 所示。

表 1-1 两种质量形成过程描述方法的比较

序号	朱兰质量螺旋曲线	ISO 9000 质量环
1	市场研究	1. 营销和市场调研
2	开发/研制	2. 产品设计和开发
3	设计	
4	制定产品规格	
5	制定工艺	3. 过程策划和开发
6	采购	4. 采购
7	生产	5. 生产或服务提供
8	生产环境建立	
9	工序控制	
		7. 包装和储存

序号	朱兰质量螺旋曲线	ISO 9000 质量环
10	检验	6. 验证
11	测试	
12	销售	7. 包装和储存 8. 销售和分发
13	服务	9. 安装和投入运行 10. 技术支持和服务 11. 售后
14		12. 使用寿命结束时的处置或再生利用

3. 朱兰质量管理三步曲

质量的形成过程,从管理角度看,分为质量策划、质量控制和质量改进。这就是著名的朱兰质量管理三步曲。

(1) 质量策划

这是一个为实现质量目标做准备的过程,其最终结果是按照质量计划开展质量活动。该过程主要内容有:

- ① 必须从外部和内部认识顾客。
- ② 确定顾客的要求。
- ③ 开发出能满足顾客需要的产品(包括服务在内)。
- ④ 制订能满足顾客需求的质量目标,并以最低综合成本来实现。
- ⑤ 开发出能生产所需产品的生产程序。
- ⑥ 验证这个程序的能力,证明它在实施中能达到质量目标。

(2) 质量控制

这是在经营中达到质量目标的过程,其最终结果是按照质量计划开展经营活动。该过程主要内容有:

- ① 选择控制对象。
- ② 选择测量单位。
- ③ 规定测量方法。
- ④ 确定质量目标。
- ⑤ 测定实际质量特性。
- ⑥ 通过实践与标准的比较找出差异。
- ⑦ 根据差异采取措施。

(3) 质量改进

这是一个突破计划,并达到前所未有的质量水平的过程,其最终结果是以明显优于计划性能的质量水平进行经营活动。该过程主要内容有:

- ① 证明改进的需要。
- ② 确定改进的对象。

- ③实施改进,并对这些改进项目加以指导。
- ④组织诊断,寻找原因。
- ⑤提出改进方法。
- ⑥证明这些改进方法有效。
- ⑦提供控制手段,以保持其有效性。

1.1.3 质量概念的演变

随着经济的发展和社会的进步,人们对质量的需求不断提高,质量的概念也随着不断深入、发展,具有代表性的质量概念主要有“符合性质量”、“适用性质量”和“广义质量”。还有不少学者从其他的视角对质量的概念进行了研究。如日本质量管理专家田口玄一从质量波动和损失的角度提出:质量是指产品出厂后给社会带来的损失。

1. 符合性质量

符合性质量的判断依据是“标准”。符合标准的产品就是合格品。由于标准水平有高低、先进落后之分,有时将产品分为优等品、一等品和合格品。除此之外,产品的特性还有性能扩充为时间方面的质量,如可靠性、安全性等。符合性质量是一种静态的质量观,难以全面地反应顾客的要求,特别是隐含的需求和期望。

此外,在个性化需求日益增长的背景下,生产方式发生转变,不少学者提出了主观质量的概念,认为符合性质量观是一种客观的质量观,而顾客满意是以消费者为中心的主观的质量观。

2. 适用性质量

“适用性”是“指产品在使用时能成功地满足顾客要求的程度。”最早是由著名质量管理专家朱兰提出的。适用性质量概念的判断依据是顾客的要求。顾客的要求包括生理的、心理的和伦理等多方面。因此,适用性的内涵也是在不断地拓展和丰富。如日本质量管理专家狩野(KANO)教授依照顾客的要求和感受,提出了“基本型”、“期望型”和“魅力型”的质量。

3. 广义性质量

国际标准化组织定义质量是“一组固有特征性满足要求的程度”。这实际上提出了好的质量不仅要符合技术标准的要求(符合性),同时还必须满足顾客的要求(适用性),还要满足社会(环境、卫生等)、员工等相关方面的要求。质量评价的对象也从产品扩展到过程、体系等所有方面。所以,此概念是一个广义的质量观。

适用性的质量观与广义质量观,虽然都强调满足顾客的要求,但是两者的角度是不同的。前者是从组织(生产力)的视角来判断质量的优劣,并且主要是针对产品的。后者是以顾客及相关方的视角来评价质量,其内涵包括产品等多方面需求。

1.1.4 质量的重要性

20世纪是生产力的世纪,而21世纪是质量的世纪,质量必将成为新世纪的主题。事实越来越证明美国著名质量管理学家朱兰博士的这一论断的正确性。任何国家的产品和服务,必须达到世界级质量水平,如果达不到世界级质量水准,就难以在国际竞争中取胜,甚至难以在

国内站稳脚跟。

随着科学技术的快速发展、新技术的不断涌现,顾客对产品的质量会提出更多、更新及更严的要求;尤其是在买方市场的情况下,顾客对产品和服务质量的要求会更加挑剔;同时,生产厂家和商家的产品职责和服务职责也日益加重,社会对产品和服务在诸如环境保护、卫生、资源利用等方面的要求也愈多、愈严。国际上的质量竞争日趋激烈,人们已经认识到,产品的竞争是一场不用枪炮的战争,这场战争的主要武器就是产品质量。

总体来说,质量的重要性主要表现在以下几个方面。

(1)质量是构成社会财富的物质内容

没有质量就没有数量,也就没有经济价值。因此,企业的生产经营活动必须坚持质量第一,坚持产品的经济价值和使用价值的统一。

(2)质量是社会科学技术和文化水平的综合反映

要想提高我国的产品质量,必须从提高全民族的素质入手。而民族的素质,除了民族的精神、民族的优良传统外,主要取决于这个民族的科学技术和文化水平。纵观现代产品,无论是从设计、制造和使用,还是从其更新换代和发展,无一不是集中了现代科学技术、科学管理和文化发展的最新成果。

(3)质量是人民生活的保障

产品质量与人们的工作、生活息息相关,一旦产品质量出了问题,轻则造成经济损失,重则导致人员伤亡等不幸。因产品质量、工程质量、工作质量和服务质量不良而造成的燃烧、爆炸、建筑物倒塌、毒气泄漏及机毁人亡等恶性事故,给人们造成的灾难,更是令人触目惊心。这些血的沉痛教训,在现实生活中屡见不鲜。

(4)质量是企业的生命

产品质量好坏,决定着企业有无市场,决定着企业经济效益的高低,决定着企业能否在激烈的市场竞争中生存和发展。“以质量求生存,以品种求发展”已成为广大企业发展的战略目标。

(5)质量是产品打入国际市场的前提条件

人们常说,产品质量是产品进入现代国际市场的“通行证”、“敲门砖”。企业要想使产品打入国际市场,参加国际大循环,其前提条件就是要有过硬的产品质量、适宜的价格和约定的交货期。

(6)质量是国防实力的体现

武器装备直接用于国防建设,武器装备质量的好坏,既反映了军工企业设计和生产的水平以及我国军品开发的基础,又反映了部队的战斗力,体现了国防实力。武器装备质量直接关系到部队战斗力的形成和作战效能,尤其是在现代条件的高技术条件下的战争中,装备质量关系到战争的胜负,关系到指战员、战士和人民群众的生命安全,甚至关系到国家的存亡。现代战争的教训已经明确告诉人们,军工产品不仅要讲数量,更重要的是要讲质量。

从我国社会主义市场经济发展的趋势来说,各军工企业也要参与市场竞争,其竞争的有利工具仍然是产品的质量与可靠性。因此,军工企业只有加强质量管理,提高产品的质量和可靠性水平,才能在不断激烈竞争的市场中求得生存和发展。从世界发展形势来说,随着世界新格局的形成,军工企业就必须不断提高质量意识,转变质量观念,不断提高质量管理水平,只有这样才能生产出高质量和高可靠性的武器装备,从而提高部队的战斗力和增强国防实力。

1.2 软件质量的内容

1.2.1 软件质量的定义

什么是软件质量呢？有多种关于软件质量的定义。

美国国家标准协会(American National Standards Institute, ANSI)对软件质量的定义是：“软件质量是软件产品或服务特性的整体”。

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, 电气和电子工程师协会)对软件质量的定义包含四个方面内容：“软件产品具备满足给定需求特性及特征的总体的能力；软件拥有所期望的各种属性组合的程度；用户认为软件满足他们综合期望的程度；软件组合特性可以满足用户预期需求的程度。”

中华人民共和国国家标准(GB/T16260—1996)对软件质量的定义：“反映产品或服务满足明确或隐含需求能力的特征和特性的总和。软件质量特性是用以描述和评价软件产品质量的一组属性。一个软件质量特性可被细分成多级子特性。”

1.2.2 软件质量的特性

虽然软件质量具有质量的一些基本属性或特性，但其具体内涵是不同的。对软件系统的设计，不仅要考虑功能、性能和可靠性等的要求，而且在可靠性、安全性、性能、适用性等软件质量特性方面达到平衡也是非常重要的。

对于软件质量，3个基本属性“可说明性、有效性、易用性”或“功能、可靠性和性能”是不够的，这里给出了一个比较完整的软件质量属性组合：功能性(Functionality)，可用性(Usability)，可靠性(Reliability)，性能(Performance)，容量(Capacity)，可测量性(Scalability)，可维护性(Maintainability)，兼容性(Compatibility)，可扩展性(Extensibility)。其中的前5项软件质量属性对客户重要，后4项软件质量属性对软件开发组织重要。

1991年ISO发布的ISO/IEC 9126质量特性国际标准，将各种质量属性归纳为6个质量特性，即为功能性(Functionality)、可靠性(Reliability)、可使用性(Usability)、效率性(Efficiency)、可维护性(Maintainability)和可移植性(Portability)。见表1-2。

表 1-2 ISO/IEC 9126 中的质量特性

特 性	含 义
功能性	表示软件中所要求的功能的可用程度
可靠性	表示软件的可靠性程度
可用性	表示软件的可用性和软件用户判定软件易用的程度
效率性	表示软件的效率
可维护性	表示软件产品易于修正和维护的程度
可移植性	表示软件从某一环境轻松转移到另一环境

该组织共推荐了 21 个子特性,如适合性、准确性、互用性、依从性、安全性、成熟性、容错性、可恢复性、可理解性、易学习性、操作性、时间特性、资源特性、可分析性、可变更性、稳定性、可测试性、适应性、可安装性、一致性和可替换性,但不作为标准。

图 1-3 给出了上述各软件质量特性之间构成关系的一个扼要说明。软件质量是建立在用户要求的基础上的,因此,必须掌握好用户要求与开发过程中逐渐形成的质量特性之间的关系,即要加强用户需求同软件开发过程的有机联系。

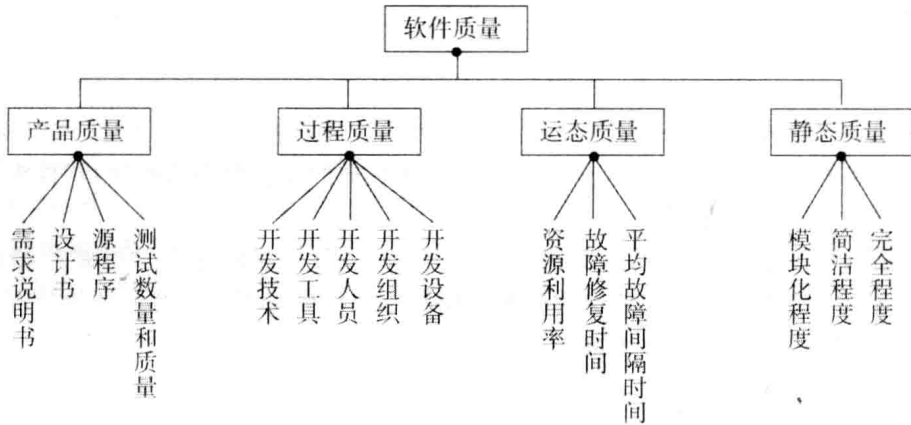


图 1-3 软件质量特性分类图

一般反映到需求规格上的用户要求都属于与功能及性能有关的运行特性,或与修改、变更及管理有关的维护特性。表 1-3 表示了这些用户要求与质量特性的关系。经过质量管理的软件开发过程正是逐步实现反映用户所要求的质量要求(Quality Requirements)的质量特性的过程。

表 1-3 用户要求与软件质量特性

用户要求	质量要求的定义	质量特性
功能	<ul style="list-style-type: none"> • 能否在有一定错误的情况下也不停止运行 • 软件故障发生的频率如何 • 故障期间的系统可以保存吗 • 使用方便吗 	完整性(Integrity) 可靠性(Reliability) 生存性(Survivability) 可用性(Usability)
性能	<ul style="list-style-type: none"> • 需要多少资源 • 是否符合需求规格 • 能否回避异常状况 • 是否容易与其他系统连接 	效率性(Efficiency) 正确性(Correctness) 安全性(Safety) 互操作性(Inter-operability)
修改变更	<ul style="list-style-type: none"> • 发现软件差错后是否容易修改 • 功能扩充是否简单 • 能否容易地变更使用中的软件 • 移植到其他系统中是否正确运行 • 可否在其他系统里再利用 	可维护性(Maintainability) 可扩充性(Expandability) 灵活性(Flexibility) 可移植性(Portability) 再利用性(Reusability)

续表

用户要求	质量要求的定义	质量特性
管理	<ul style="list-style-type: none"> • 检验性能是否简单 • 软件管理是否容易 	可检验性(Verifiability) 可管理性(Manageability)

1.2.3 软件质量的常见模型

从软件质量的定义得知软件质量是通过一定的属性集来表示其满足使用要求的程度,那么这些属性集包含的内容就显得很重要了。计算机界对软件质量的属性进行了较多的研究,得到了一些有效的质量模型,包括 McCall 质量模型、Boehm 质量模型、ISO/IEC 9126 质量模型。

1. McCall 软件质量模型

早期的 McCall 软件质量模型是 1977 年 McCall 和他的同事建立的,他们在这个模型中提出了影响质量因素的分类。图 1-4 所示为 McCall 模型的示意图,质量因素差异软件产品的 3 个重要方面,即产品运行(操作特性)、产品修订(承受可改变能力)、产品变迁(新环境适应能力)。

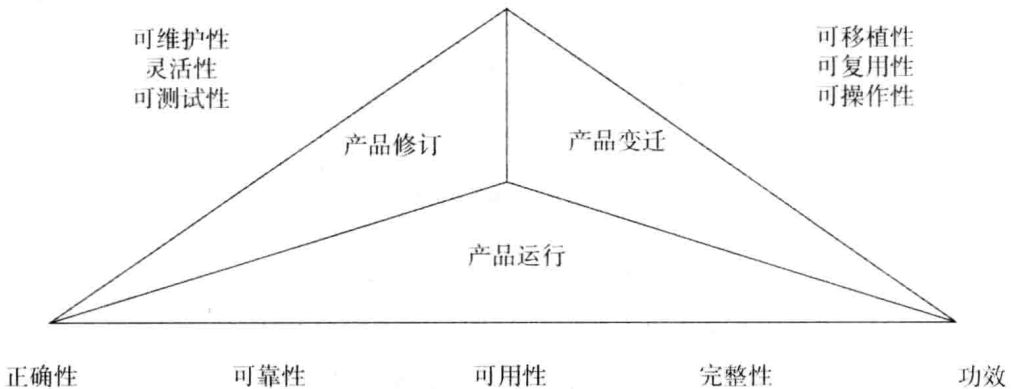


图 1-4 McCall 软件质量模型

2. Boehm 软件质量模型

1978 年 Boehm 和他的同事提出了分层结构的软件质量模型,除包含了用户期望和需要的概念,这一点与 McCall 质量模型相同之外,它还包括 McCall 质量模型中没有的硬件特性。Boehm 质量模型如图 1-5 所示。

Boehm 质量模型始于软件的整体效用,从系统交付后涉及不同类型的用户考虑。第一种用户是初始顾客,系统做了顾客所期望的事,顾客对系统非常满意;第二种用户是要将软件移植到其他软硬件系统下使用的客户;第三种用户是维护系统的程序员。以上这 3 种用户都希望系统是可靠有效的。因此,Boehm 质量模型反映了对软件质量的理解,即软件做了用户要它做的:有效地使用系统资源;易于用户学习和使用;易于测试与维护。

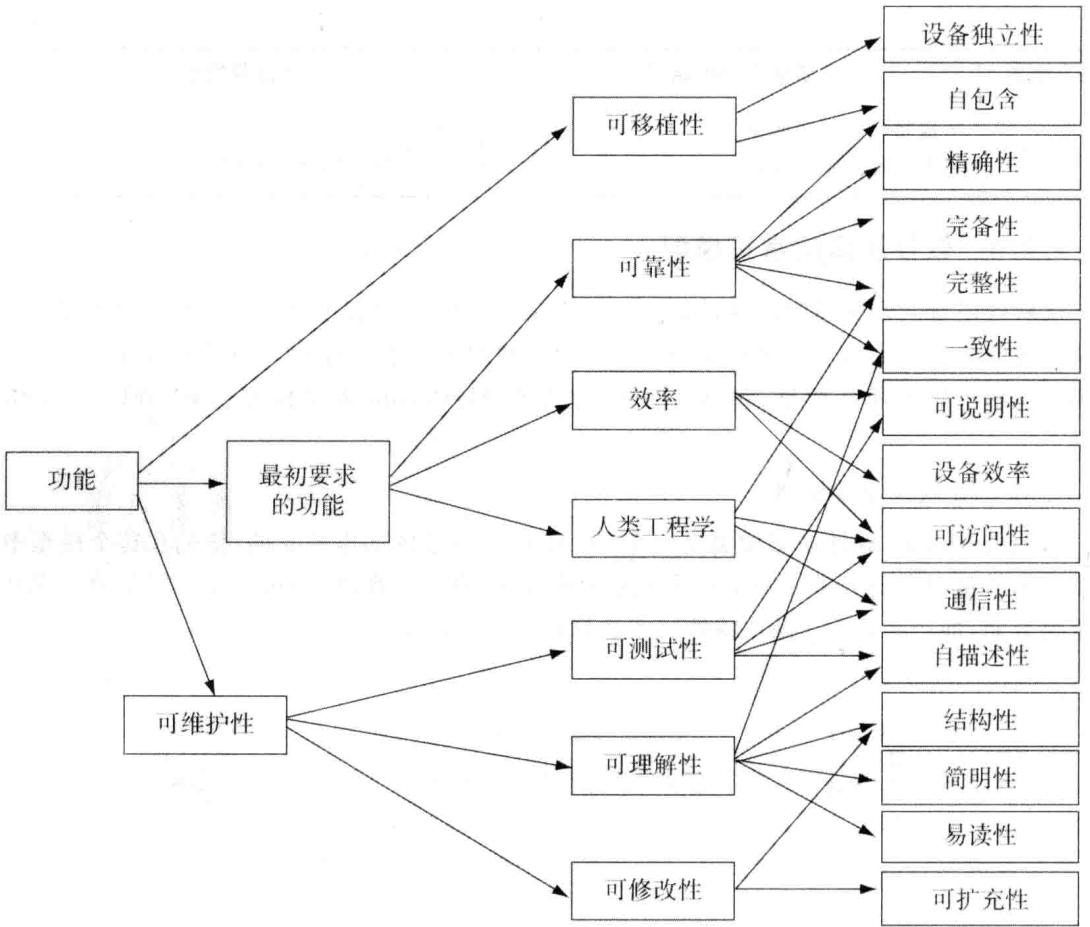


图 1-5 Boehm 质量模型

3. ISO/IEC 9126 软件质量模型

20 世纪 90 年代早期, 软件工程界试图将诸多的软件质量模型统一到一个模型中, 并把这个模型作为度量软件质量的一个国际标准。国际标准化组织和国际电工委员会共同成立的联合技术委员会(JTC1), 1991 年颁布了 ISO/IEC9126-1991 标准《软件产品评价——质量模型》的质量模型分为 3 个, 即内部质量模型、外部质量模型、使用中质量模型。外部和内部质量模型如图 1-6 所示, 使用中质量模型如图 1-7 所示。

各个模型包括的属性集大致相同, 但也有不同之处, 这说明, 软件质量的属性是依赖于人们的意志, 基于不同的时期, 不同的软件类型, 不同的应用领域, 软件质量的属性是不同的, 这也就是软件质量主观性的表现。