全国计算机等级考试三级教程

——软件测试技术

（2017年版）

教育部考试中心

高等教育出版社

全国计算机等级考试三级教程

——软件测试技术

（2017年版）

Quanguo Jisuanji Dengji Kaoshi Sanji Jiaocheng

——Ruanjian Ceshi Jishu

教育部考试中心

主编　殷人昆

参编　张　路　何智涛　金茂忠

高等教育出版社·北京

内容提要

本书根据教育部考试中心制订的《全国计算机等级考试三级软件测试技术考试大纲（2013年版）》编写而成。主要内容包括软件测试的基本概念、软件测试技术、软件测试过程和管理方法，此外，本书还讨论了软件自动化测试技术及有关工具，介绍了我国软件测试的现行标准和测试文档规范，最后结合软件测试过程管理平台QESuite和软件分析与测试工具QESAT/C介绍了软件测试工程的实践经验。

本书内容丰富翔实，理论和实践并重，实用性强，不仅可供报考全国计算机等级考试三级软件测试技术的考生使用，而且可用作普通高等学校计算机与软件工程专业的教材，也可作为软件测试人员实用的培训教材和技术参考书。

图书在版编目（CIP）数据

全国计算机等级考试三级教程：2017年版．软件测试技术／教育部考试中心编．--北京：高等教育出版社，2016.10

ISBN 978-7-04-046563-1

Ⅰ．①全… Ⅱ．①教… Ⅲ．①电子计算机-水平考试-教材②软件-测试-水平考试-教材 Ⅳ．①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第235169号

策划编辑 何新权　　责任编辑 柳秀丽　　封面设计 王 琰　　版式设计 童 丹

责任校对 胡美萍　　责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社
社　　址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印　　刷 河北鹏盛贤印刷有限公司
开　　本 787mm×1092mm 1/16
印　　张 25.25
字　　数 610千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网　　址 http://www.hep.edu.cn
http://www.hep.com.cn
网上订购 http://www.hepmall.com.cn
http://www.hepmall.com
http://www.hepmall.cn

版　　次 2016年10月第1版
印　　次 2016年10月第1次印刷
定　　价 60.00元

物料号 46563-00

积极发展全国计算机等级考试 为培养计算机应用专门人才、促进信息 产业发展作出贡献

（序）

中国科协副主席　中国系统仿真学会理事长
第五届全国计算机等级考试委员会主任委员
赵沁平

当今，人类正在步入一个以智力资源的占有和配置，知识生产、分配和使用为最重要因素的知识经济时代，也就是小平同志提出的“科学技术是第一生产力”的时代。世界各国的竞争已成为以经济为基础、以科技（特别是高科技）为先导的综合国力的竞争。在高科技中，信息科学技术是知识高度密集、学科高度综合、具有科学与技术融合特征的学科。它直接渗透到经济、文化和社会的各个领域，迅速改变着人们的工作、生活和社会的结构，是当代发展知识经济的支柱之一。

在信息科学技术中，计算机硬件及通信设施是载体，计算机软件是核心。软件是人类知识的固化，是知识经济的基本表征，软件已成为信息时代的新型“物理设施”。人类抽象的经验、知识正逐步由软件予以精确地体现。在信息时代，软件是信息化的核心，国民经济和国防建设、社会发展、人民生活都离不开软件，软件无处不在。软件产业是增长快速的朝阳产业，是具有高附加值、高投入高产出、无污染、低能耗的绿色产业。软件产业的发展将推动知识经济的进程，促进从注重量的增长向注重质的提高方向发展。软件产业是关系到国家经济安全和文化安全，体现国家综合实力，决定21世纪国际竞争地位的战略性产业。

为了适应知识经济发展的需要，大力促进信息产业的发展，需要在全民中普及计算机的基本知识，培养一批又一批能熟练运用计算机和软件技术的各行各业的应用型人才。

1994年，国家教委（现教育部）推出了全国计算机等级考试，这是一种专门评价应试人员对计算机软硬件实际掌握能力的考试。它不限制报考人员的学历和年龄，从而为培养各行业计算机应用人才开辟了一条广阔的道路。

1994年是推出全国计算机等级考试的第一年，当年参加考试的有1万余人，2012年报考人数已达549万人。截至2013年年底，全国计算机等级考试共开考38次，考生人数累计达5 422万人，有2 067万人获得了各级计算机等级证书。

事实说明，鼓励社会各阶层人士通过各种途径掌握计算机应用技术，并通过等级考试对他们的能力予以科学、公正、权威性的认证，是一种比较好的、有效的计算机应用人才培养途径，符合我国的具体国情。等级考试同时也为用人部门录用和考核人员提供了一种测评手段。从有关公司对等级考试所作的社会抽样调查结果看，不论是管理人员还是应试人员，对该项考试的内容和

形式都给予了充分肯定。

计算机技术日新月异。全国计算机等级考试大纲顺应技术发展和社会需求的变化,从2010年开始对新版考试大纲进行调研和修订,在考试体系、考试内容、考试形式等方面都做了较大调整,希望等级考试更能反映当前计算机技术的应用实际,使培养计算机应用人才的工作更健康地向前发展。

全国计算机等级考试取得了良好的效果,这有赖于各有关单位专家在等级考试的大纲编写、试题设计、阅卷评分及效果分析等多项工作中付出的大量心血和辛勤劳动,他们为这项工作的开展作出了重要的贡献。我们在此向他们表示衷心的感谢!

我们相信,在21世纪知识经济和加快发展信息产业的形势下,在教育部考试中心的精心组织领导下,在全国各有关专家的大力配合下,全国计算机等级考试一定会以"激励引导成才,科学评价用才,服务社会选材"为目标,服务考生和社会,为我国培养计算机应用专门人才的事业作出更大的贡献。

前　言

软件产品的质量是软件企业生存和发展的关键，而软件测试是保证软件产品质量的控制、管理和检测最重要的手段。随着软件功能需求的日益复杂和软件规模的日趋庞大，软件测试技术的重要性也更显突出。由于软件产品在开发过程中不可避免地会产生缺陷和不足，所以软件测试的深度与广度，将决定软件产品乃至软件企业的前途和命运。

据有关统计数据，目前我国软件从业人员缺口在40万人以上，如果按照软件开发工程师与测试工程师的常规比例计算（后者至少是前者的一倍以上），我国对软件测试工程师的需求量将达数十万人，而在未来5～10年中，我国软件企业对软件质量保证和软件测试人员的需求数量将继续增大，因此，软件测试工程师已成为我国软件产业最紧缺的人才之一。

为了适应国内急需培养大量合格的软件测试人才的需要，教育部考试中心推出了计算机等级考试三级软件测试技术考试科目，一方面向社会普及和推广计算机软件测试的专业知识和应用技能；另一方面，提供软件测试技术知识和应用能力水平之证明，为用人单位录用和考核软件测试技术人员提供一个客观依据。

本书主要内容包括软件测试的基本概念、软件测试技术、软件测试过程和管理方法。此外，本书还讨论了软件自动化测试技术及有关工具，介绍了我国软件测试的现行标准和测试文档规范，最后结合软件测试过程管理平台QESuite和软件分析与测试工具QESAT/C介绍了软件测试工程的实践经验。QESuite和QESAT软件可从http://pan.baidu.com/s/1hrSwhxi下载。

参加本书编写的人员有：殷人昆（第1～7章），张路（第8～10章），何智涛（第12、13、15章），金茂忠（第14、15章）。

鉴于编者水平和编写时间仓促，书中难免有疏漏、不当之处，敬请读者提出宝贵意见，以便修订时改进。

编者

目　录

第1章　软件测试的基本概念

1.1　软件质量的概念

软件质量，是贯穿软件生命周期的一个极为重要的问题，是软件开发过程中所使用的各种开发技术和验证方法的最终体现。因此，在软件生命周期中要特别重视质量的保证，以生成高质量的软件产品。

1.1.1　软件质量的定义

关于软件质量，软件工程界经历了长时间讨论，提出过不少好的定义。

1990年，Norman、Robin等在 *Software Quality Assurance and Measurement: a Worldwide Perspective* 中进一步提出：软件质量是“表征软件产品满足明确的和隐含的需求的能力的特性或特征的集合”。它除了关注“明确的需求”外，还扩展到了“隐含的需求”。

1994年，国际标准化组织公布的国际标准 ISO 8402 综合定义软件的质量为“反映实体满足明确的和隐含的需求的能力的特性的总和”。此处，实体是“可以单独描述和研究的事物，如产品、活动、过程、组织和体系等”。

综上所述，软件质量是产品、组织和体系或过程的一组固有特性，反映它们满足顾客和其他相关方面要求的程度。我国的国家标准 GB/T 11457—2006《软件工程术语》定义软件的质量为：

（1）软件产品中能满足给定需要的性质和特性的总体。例如，符合规格说明。

（2）软件具有所期望的各种属性的组合程度。

（3）顾客和用户觉得软件满足其综合期望的程度。

（4）确定软件在使用中将满足顾客预期要求的程度。

1.1.2　软件质量的属性

为满足软件产品的各项精确定义的功能、性能需求，符合文档化的开发标准，需要相应地给出或设计一些质量特性及其组合。如果这些质量特性及其组合都能在产品中得到满足，则这个软件产品质量就是高的。

软件产品应满足客户的功能需求，这是首要的。性能需求包括处理和响应时间。约束条件则表示外部硬件、可用存储或其他现有系统对软件的限制。功能、性能和约束必须在一起进行评价。当性能限制不同时，为实现同样的功能，开发工作量可能相差一个数量级。如果功能保持相同而性能可变，则开发软件需要的工作量和成本将有显著的差异。

软件产品还应具备一定的可扩展性和灵活性，以适应一定程度的需求变化。一个质量优秀的软件应该能够在一定程度上适应这种变化，并保持软件的稳定。

另外,软件产品应能够有效处理例外或异常情况。实践表明,实现主体功能的工作量其实不大,真正的工作量都在处理各种异常。所以,一个软件如果具有足够的容错能力和纠错能力,能够承受各种非法情况的冲击,这个软件就是高质量的。

因此,软件质量实际上是各种特性的复杂组合。它随着应用软件的不同而不同,随着用户提出的质量要求不同而不同。讨论一个软件的质量,应归结到定义软件的质量属性,即其质量特性。定义一个软件的质量,就等价于为该软件定义一系列质量属性。

1.1.3 软件质量模型

人们通常把影响软件质量的特性用软件质量模型来描述。已有多种有关软件质量模型的方案。它们共同的特点是:把软件质量特性(质量属性)定义成分层模型。最基本的称为基本质量特性,它可以由一些子质量特性定义和度量。这些子质量特性在必要时又可由它的一些子质量特性定义和度量。典型的是 ISO 的软件质量模型。

按照 ISO/IEC 9126-1:2001(对应国家标准 GB/T 16260.1—2006),软件质量模型分为内部质量模型、外部质量模型和使用质量模型。内部质量和外部质量规定了 6 个质量特性,它们可以进一步细分为子特性。当软件作为整个计算机系统的一部分时,这些子特性作为内部质量特性,其结果从外部显现出来。该模型没有进一步对子特性细化,而更低层的子特性可以由各使用单位视实际情况制定。

外部质量表征软件产品在规定条件下使用时满足规定的和隐含的要求的程度。外部质量是从外部看软件产品的全部特性。外部质量需求包括对用户质量要求进行分析综合后得到的需求(包括使用质量需求),在开发期间应当转换为内部质量需求,并且在评价产品时应作为评价准则使用。内部质量表征软件产品在规定条件下使用时,决定其满足规定的和隐含的要求的能力的产品属性的全体。内部质量是从内部看软件产品的全部特性。内部质量需求包括静态和动态的模型、其他文档和源代码等,可用做不同开发阶段的确认指标,也可以用于开发期间定义开发策略以及评价和验证的准则。外部质量和内部质量的质量模型如图 1.1 所示。

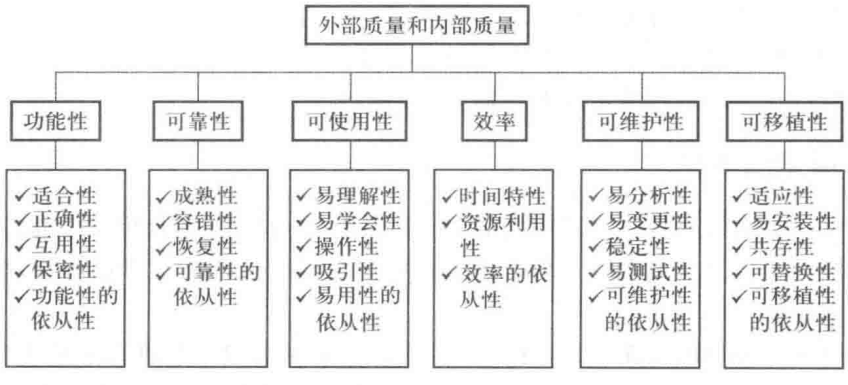

图 1.1 外部质量和内部质量的质量模型

对软件的每一个质量特性和影响质量特性的子特性的定义如表 1.1 和表 1.2 所示。对于每个特性和子特性,软件的能力由可测量的一组内部属性决定,它们可以根据包含该软件的计算机

系统提供该能力的程度从外部来测量。

表 1.1 表征外部质量的质量特性

特性	说明
功能性	当软件在指定条件下使用时,软件产品提供明确的和隐含要求的功能的能力
可靠性	在指定条件下使用时,软件产品维持规定的性能水平的能力
可使用性	在指定条件下使用时,软件产品被理解、学习、使用和吸引用户的能力
效率	在规定条件下,相对于所用资源的数量,软件产品可提供适当性能的能力
可维护性	软件产品纠正错误、改进功能或适应环境、需求和功能规格说明的变化可被修改的能力
可移植性	软件产品从一种环境迁移到另外一种环境的能力

表 1.2 表征内部质量的质量子特性

特性		说明
功能性	适合性	软件产品为指定的任务和用户目标提供一组合适的功能的能力
	准确性	软件产品提供具有满足精度要求的正确的或相符的结果或效果的能力
	互用性	软件产品与一个或更多指定的(相关)系统进行交互的能力
	安全保密性	保护软件产品的信息和数据的能力,以使未经授权的人员或系统不能阅读或修改这些信息和数据,而不拒绝经过授权的人员或系统对它们的访问
	功能性的依从性	软件产品遵循与功能性相关的标准、约定或法规,以及类似规定的能力
可靠性	成熟性	避免软件产品因其内部故障而失效的能力
	容错性	在软件内部存在故障或其使用方式违反接口规定时,软件产品维持其绩效的能力
	易恢复性	在失效发生的情况下重建软件产品规定的绩效水平并恢复受直接影响的数据的能力
	可靠性的依从性	软件产品遵循与可靠性相关的标准、约定或法规的能力
易用性	易理解性	让用户理解软件是否合适及如何能将软件用于特定任务和使用条件的能力
	易学性	让用户学会使用软件产品的能力
	易操作性	让用户能操作和控制软件产品的能力
	吸引性	软件产品吸引用户的能力(如外观)
	易用性的依从性	软件产品遵循与易用性相关的标准、约定、风格指南或法规的能力
效率	时间特性	软件产品在规定条件下执行其功能时满足适当的响应和处理时间以及吞吐率的能力
	资源利用性	软件产品在规定条件下执行其功能时有效利用合适数量和类型的资源的能力
	效率的依从性	软件产品遵循与效率相关的标准或约定的能力

续表

特性		说明
可维护性	易分析性	软件产品诊断软件中的缺陷或失效原因或识别待修改部分的能力
	易改变性	软件产品使指定的修改可以被实现的能力
	稳定性	软件产品避免由于软件被修改而造成意外结果的能力
	易测试性	软件产品使已修改软件能被确认的能力
	可维护性的依从性	软件产品遵循与可维护性相关的标准或约定的能力
可移植性	适应性	软件产品无须采用额外的活动或手段就可以适应不同指定环境的能力(包括内部容量的可伸缩性)
	易安装性	软件产品在指定环境中被安装的能力
	共存性	软件产品在公共环境中同与其共享公共资源的其他独立软件共存的能力
	易替换性	软件产品在同样环境下替换另一个相同用途的指定软件产品的能力(包括版本兼容性)
	可移植性的依从性	软件产品遵循与可移植性相关的标准或约定的能力

使用质量是软件产品在规定的使用环境中,规定的用户能实现规定目标的要求,并具有有效性、生产率、安全性和满意度的能力。使用质量是从软件所处的环境的角度,用软件在这个环境中的使用绩效来测量的,而不是依靠软件本身的特性来测量的。

使用质量的质量模型如图1.2所示。使用质量的质量特性分为4种:有效性、生产率、安全性和满意度。它们的定义如表1.3所示。

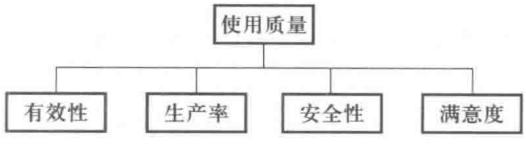

图1.2 使用质量的质量模型

表1.3 使用质量的质量特性

特性	说明
有效性	软件产品在指定的上下文环境下,让用户能达到与准确性和完备性相关的规定目标的能力
生产率	软件产品在指定的上下文环境下,让用户为达到有效性目标而消耗适当数量资源的能力。其中,资源包括工作时间、人员工作量、耗材和资金
安全性	软件产品在指定的上下文环境下,达到对人类、业务、软件、财产或环境造成损害的可接受风险水平的能力。风险常常是由于功能性(包括安全保密性)、可靠性、易用性或可维护性中的缺陷导致的
满意度	软件产品在指定的上下文环境下让用户满意的能力(用户使用的反馈意见)

1.1.4 软件质量的度量

软件的生存周期可以划分为3个大的阶段。在软件需求定义阶段要根据用户的质量要求定义软件的质量要求;在软件产品开发阶段要使得软件产品具有要求的质量;在软件运行和维护阶段要测量软件是否达到了用户的质量要求并维护软件的性能水平。

用户质量要求可以用使用质量度量、外部质量度量表达,有时也可以用内部质量度量来表达。用这些度量表达的要求将作为产品确认的准则。

外部质量要求从外部规定要求的质量水平,外部质量要求用做各开发阶段的确认目标,在《质量要求规格说明》中用外部质量度量规定,并且应当转换为内部质量要求。

内部质量要求从内部的观点规定要求的质量级别,用于说明中间产品的特性。内部质量要求可以用做各开发阶段的确认目标,也可以用于定义开发策略和开发期间评价和验证的准则。

内部质量要求用内部度量数据定量地规定,它们之间的关系如图1.3所示。

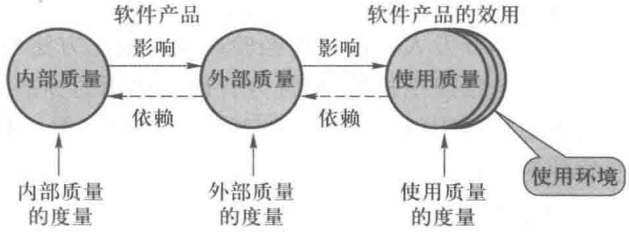

图1.3 度量类型之间的关系

(1) 外部度量:在测试和使用软件产品的过程中通过观察该软件产品的系统行为、执行对该软件产品系统行为的测量而导出度量的结果,从而评价软件产品的质量。

(2) 内部度量:在设计和编码过程中,对于中间产品(如规格说明或源代码),通过分析该产品的静态性质来测量其内部质量特性或指示其外部质量特性。进行内部度量的主要目的是为了确保获得所需的外部质量和使用质量。用户、评价人员、测试人员和开发人员可以在产品可执行之前通过内部度量来评价软件产品的质量。

(3) 内部度量和外部度量之间的关系:当定义了软件产品的质量需求之后,首先把表征这些质量需求的软件质量特性和质量子特性列举出来,然后确定适当的外部度量和接受范围来量化满足用户要求的质量(确认)准则,定义和规定与外部度量有密切联系的内部质量特性。接下来,在开发过程中将这些内部质量特性纳入产品开发中来,并在开发期间使用这些质量特性来验证中间产品是否满足内部质量的规格说明。

(4) 使用质量的度量:使用质量的度量主要用于测量软件产品在特定的使用环境下满足特定用户达到特定目标所要求的有效性、生产率、安全性和满意度的程度。使用质量是从用户角度对软件产品提出的质量要求,它是根据软件使用的绩效而不是软件自身的特性来测量的。使用质量是面向用户的内部和外部质量的组合效果。

使用质量与其他软件产品质量特性之间的关系取决于用户的类型。

① 对最终用户来说使用质量主要是功能性、可靠性、易用性和效率的结果。

② 对维护软件的人员来说使用质量是可维护性的结果。

③ 对移植软件的人员来说使用质量是可移植性的结果。

1.1.5 影响软件质量的主要因素

一般地,影响软件产品质量的要素有3个:开发软件产品的组织、开发过程以及开发过程中所使用的方法和技术。有人称这3个要素构成了软件产品质量的铁三角,缺一不可。换句话说,就是在适当的成本与进度条件下,一个有能力的开发组织通过规范化的开发过程,使用先进的、有效的开发工具、技术和方法并使它们得以正确的实施,才能保证在软件开发过程中引入的缺陷更少,更多且更早地发现并纠正已引入的差错,从而使软件产品的质量得到保证。

从具体的开发角度来说,有很多开发因素决定着软件产品的质量,即决定着引入软件中的差错的多少。这些因素列举如下。

(1) 开发方法和工具:包括设计、编码、测试和维护方法;设计、编码、测试、维护工具以及需求跟踪工具;进程和状态报告及缺陷跟踪;设计和代码走查;正式评审。

(2) 开发人员的训练水平:即开发人员的开发经验以及结构化方法的经验。

(3) 软件开发的组织形式:包括组织机构、指导方针以及使用的标准。

(4) 文档的提供:包括在源代码中的文档和软件开发所需的文档,即配置管理计划、质量保证计划、软件开发计划及软件测试计划。

(5) 复杂性:即结构和功能的复杂性。

(6) 环境:终端用户的实际使用环境以及对环境建模的难易程度。具体的环境因素包括:软件、硬件与人之间的接口;用户的培训;输入数据的确认。

(7) 现有的软件原型:包括在概念构想、需求分析和设计阶段所创建的原型。

(8) 需求的转换和可跟踪性。

(9) 测试方法:包括独立的验证和确认(V&V)技术;责任分配;专职的开发、测试和编码;不独立的测试。

(10) 维护活动(文件、标准和方法)。

(11) 计划和资源。

(12) 更高级的语言。

(13) 现有的类似软件。

(14) 影响软件的质量属性:包括可维护性、可复用性、安全性、容错性、保密性、精度、灵活性、性能、用户友好性等。

1.2 软件测试的概念

1.2.1 软件测试的定义与目的

关于软件测试,1990年IEEE在其IEEE 610.12标准中给出的较正式的定义为:

(1) 在规定条件下运行系统或构件的过程——在此过程中观察和记录结果,并对系统或构件的某些方面给出评价。