

新世纪计算机及相关专业系列教材

软件测试

秦晓 编著

 科学出版社
www.sciencep.com

新世纪计算机及相关专业系列教材

软件测试

秦 晓 编著

清华大学出版社

清华大学出版社 北京 100084

（北京清华大学学研大厦A座）

ISBN 978-7-302-03088-3

I. 软… II. 秦… III. 应用软件—高等学校—教材 IV. TP311.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第183046号

责任编辑：王 芳
封面设计：王 芳

清华大学出版社

北京清华大学学研大厦A座

100084

http://www.tsinghua.com.cn

（北京清华大学学研大厦A座）

清华大学出版社 北京 100084

2002年1月第1版 1/16 800mm×1200mm

2002年1月第1次印刷 12.81

科学出版社

（北京清华大学学研大厦A座）

清华大学出版社 北京 100084

内 容 简 介

本书系统地讲述软件测试知识体系,即测试人员应掌握的四个层次的知识 and 技能(按由底向上的顺序):测试实施、测试设计技术、测试策略与方法、测试管理。本书从读者的实际需要出发,注重实用性、先进性、系统性和可读性,重点讲解实用、先进和成熟的测试技术与方法,以及一些国内外测试专家的经验和方法;提供了大量的实例、讨论题、典型案例分析和测试文档模板,各章后面还附有习题。

本书适合用作软件测试课程的教材和参考书;也可以作为从事软件项目的技术和管理人员的参考手册。

图书在版编目(CIP)数据

软件测试/秦晓编著. —北京:科学出版社, 2007

(新世纪计算机及相关专业系列教材)

ISBN 978-7-03-020683-1

I. 软… II. 秦… III. 应用软件-高等学校-教材 IV. TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 183046 号

责任编辑:陈晓萍/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 1 月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:1—3 000 字数:370 000

定价:23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8003

新世纪计算机及相关专业系列教材

编委会

顾问编委

施伯乐教授	复旦大学
何积丰教授	华东师范大学

主 任

白英彩教授	上海交通大学
-------	--------

秘 书 长

张昆藏教授	青岛大学
-------	------

编 委

刘 璟教授	南开大学
宋方敏教授	南京大学
何炎祥教授	武汉大学
余雪丽教授	太原理工大学
阮家栋教授	上海工程技术大学
顾训穰教授	上海大学
徐汀荣教授	苏州大学
曾 明教授	西安交通大学
曹元大教授	北京理工大学
曹文君教授	复旦大学
陶树平教授	同济大学
缪淮扣教授	上海大学
谢康林教授	上海交通大学

序 一

电子计算机（又称电脑）自 20 世纪中叶诞生以来，经历了一个只能由极少数人参与研制、应用的神秘阶段，长达 30 多年，直到 80 年代才逐渐进入普遍应用与普适教育阶段。这时的计算机应用已渗透到国民经济的各部门，进而又用于人们的工作、生活和娱乐等方面，这是计算机与通信技术、自动化技术和微电子技术密切结合的结果，并以网络形态迅速普及发展开来。与此同时，掀起了以信息技术（IT）为基础的信息经济时代。大致说来，IT 经历了三次浪潮，即以 1981 年个人计算机（PC）的推出乃至广泛应用的阶段为第一次浪潮；20 世纪 90 年代初期，Internet 被推向社会进入商用阶段，从而掀起了第二次 IT 浪潮；本世纪之初又掀起了以发展存储为中心的存储区域网（SAN）和网络附加存储系统（NAS），用以存储和保护海量昂贵数据为目标的第三次 IT 浪潮。这三次浪潮期间也恰逢我国改革开放时期，计算机是 IT 的重要子集，全国的计算机教育也得到蓬勃的发展，止于 1995 年，全国已有 137 所高校设有计算机系或专业，而到 2005 年，我国已发展到有 505 所高校具有计算机本科以上的计算机科学技术专业，其中部分高校还招收相应的硕士、博士研究生，说明最近的 10 年我国 IT 技术处于加速发展时期。针对这种情况，我国以往在计算机教育方面多沿用美国的 IEEE/ACM 组织的 CC1991/CC2001 计算机学科的课程计划，恐难以适应目前的发展状况。

21 世纪以来，更多的专家、学者认为，计算机科学技术的教学任务目标，以划分为培养“研究型”、“工程型”和“应用型”三个方面的人才为宜。这三方面不是上、中、下的层次关系，而是处于同一层面。只是各类型人才在培养数量上不同而已。“研究型”人才可能占极少数，“应用型”人才是大多数，而培养“应用型”人才的任务还可以根据各高校的自身情况和各行业的背景而细化。这种定位很重要，既涉及各高校的教学设施、教学队伍和生源情况，又涉及当下的人才市场需求情况。我们在科学出版社支持下成立的“新世纪计算机及相关专业系列教材”编委会，其宗旨就是以满足新形势下的计算机教育为己任。

我们认为，针对“研究型”人才的计算机教育，其课程设置应以程序设计基础、离散结构、数据结构、算法分析、计算机组成基础、计算机体系结构、操作系统、数据库原理、编译原理、软件工程、计算机网络等为核心课程。而培养“应用型”人才的计算机专业的课程设置，只选上述大部分的核心课程即可，代之以更靠近行业应用和更侧重实训性的课程，例如嵌入式系统、计算机网络通信、微机原理与接口、数字逻辑、人工智能、计算机图形学和信息系统工程等，也可以为面向某行业应用背景，开设相应的组合式的课程，其中包括一些对口的选修课和实训性课程。培养“工程型”人才则介于上述两者之间，在此不再赘述。

由于信息技术发展迅猛，其教育内容也日益增多，为使学生打好基础，并培养其实践能力以适应市场需要，精心设计课程设置计划是各院校的首要任务之一。本编委会以组织业内的知名教授、专家和学者精心编审出一批相应的教材为己任。

本套教材的出版工作于 2000 年正式启动,由上海交通大学左孝凌教授负责协调、组织工作。几年来,一批优秀教材陆续出版,在读者中反映良好。2004 年 8 月,左教授因病去世。编委会于 2005 年 1 月聘上海交通大学白英彩教授接任编委会主任,并增补青岛大学张昆藏教授为编委会秘书长,协助继续完善这套教材。我们诚恳希望各兄弟院校的能够参与、协助、承担和分享编委会的任务。

编委会

(白英彩执笔)

2006 年 5 月

序 二

20 年来, 计算机学科的发展日新月异, 促使现代科学在各个领域突飞猛进。目前, 计算机科学技术已应用在实时控制、信息处理、通信传输、企事业管理等领域, 成为人们工作、学习、生活必不可少的工具。计算机技术的发展瞬息万变, 具有以下三方面特点:

(一) 传统的工、理、文、医、商、农在计算机的应用方面都有着各自专业的需要, 例如, 经济、艺术、法律、管理、医学等各种学科都需要依赖于计算机技术的应用。除了各自领域的专业实践外, 应用计算机已是各个专业提高效率、发挥潜能、促进发展的必不可少的手段。因此现在很难用传统的工、理、文、医、商、农等去界定学科的分类。

(二) 计算机网络改变了计算机通信的时空距离。计算机应用的发展是与计算机网络的发展紧密相连的。从最初的局域网 (LAN) 到广域网 (WAN), 以至用一种新的方法将 LAN 和 WAN 互联起来, 即成为网际网 (Internetwork)。这种网际网的实验原型 Internetwork 通常缩写为 Internet。计算机网络将计算机互联起来, 从而使计算机之间可以交换信息, 而且这种信息交换可以在几分钟内就影响到世界各地。计算机网络的发展, 带动了计算机学科在很多领域的拓展。

(三) 现代计算机学科向综合性发展。计算技术发展伊始, 每种学科均以软硬件分类, 泾渭分明。但自网络发展以来, Internet 软件中的两部分变得特别重要和特别具有开创性, 即网际协议 (Internet Protocol, 简称 IP 协议) 和传输控制协议 (Transmission Control Protocol, 简称 TCP 协议)。这些协议是必不可少的软件系统。但是在网络系统中, 网络的互联必须依靠路由器、服务器、接口插座、调制解调器等硬件设施, 所以计算机网络很难归结为软件或硬件的单一体系。

随着计算机技术的发展, 计算机与通信、视频、声音等密不可分; 随着多媒体的发展和应用, 计算机科学已经愈来愈成为与数字传输、视频、声、光、电等综合的学科。

尽管计算机技术的发展如此神速、新异, 但像一切新学科的发展一样, 计算机教育水平仍滞后于计算机技术的发展。为了适应计算机教学改革的需要, 我们国内部分重点院校的教授、学者, 在科学出版社的积极鼓励和支持下, 成立了新世纪计算机及相关专业系列教材编委会。自 2000 年 10 月以来, 我们群策群力, 多次探讨了当前教育与技术进展之间的差距, 并且仔细研讨了美国 ACM/IEEE-CS 公布的 *Computing Curricula 2001* 的优点与不足, 结合我国计算机教育的实际情况, 提出了编著一套适用于计算机本科专业的励精图治的教材计划。这套教材的选题、定位乃至作者的遴选都得到了国内很多著名教授和学者的认同, 并且有很多选题争取到了由一些著名教授亲自参与编写。这套教材立意着重基础, 反映导向, 注重实践。

因此我们在基础课目方面, 首先列选了数据库原理、操作系统、编译程序原理、智能基础等基础教程。这些基础课教材都由一些国内著名学者执笔, 论述内容既注意打

好扎实基础,又注意要反映最新导向,高屋建瓴,使读者迅速接近最新领域。

同时,为了反映导向,我们抓住网络课程作为计算机专业学生的应用基础,编写了一本实用性极强的《计算机网络教程》。这本教材的编著思想是以基础-理论-应用为主线,通信是基础,协议是核心,互联是重点,应用是目标。

其次,为了拓展学生的网络应用本领,我们还安排了电子商务、多媒体应用以及 Web 数据库技术三门应用课程。电子商务和多媒体应用是计算机应用中最为热门的课程,也是拓展性极广的计算机应用领域,应用前景极为广阔。

Web 数据库技术是一种随着互联网技术发展起来的应用技术。它涉及网络、HTTP 协议、Script 语言、动态网页开发平台、远程数据访问技术等各种网络应用技术。目前国内外尚无适合教材,因此,编写适用的 Web 数据库技术教材,可以说是填补了应用领域的一个空白。

在研究美国公布的“计算 2001-CS 教程”中,我们仔细探讨了数据结构这一课程的变化。在“计算 1991 教程”中,数据结构内容明确放在算法与数据结构之中,而“2001-CS 教程”却无数据结构的课程名称,代之以程序设计基础 (Programming Fundamentals)。文件中提到了基本数据结构和抽象数据类型以及面向对象的程序设计等内容。从这里可以看出,数据结构是以程序设计基础作为研究对象的。另外该教程把算法与复杂性作为一个单独课程列出,这一方面说明算法是一种问题求解的策略;另一方面也说明基本算法及复杂性的讨论对于程序设计是多么重要。

为此在这套丛书中我们安排了一个软件课程系列,即开设从语言、数据结构、算法到软件工程的课程。首先我们从面向对象的 C++ 语言入手,进一步讲解语言学概论。主要内容是分析语法结构,掌握语言构成规律,读懂语言文本。任何计算机语言均可触类旁通,这种从结构规律来学会应用的方法,就是以不变应万变,因为从根本上说,尽管计算机语言千变万化,但万变不离其宗。在掌握语言的基础上,我们组编了数据结构,或者说是研究程序设计基础。然后是学习基本算法,也就是为了程序设计需要而进行问题求解,即进行常用算法讨论。为了使开发软件遵循工程管理方法,软件工程将是计算机专业学生学习规范软件开发的必不可少的训练课程。

我们筹组这套教材时,希望每本教材都有创意,能引起共鸣,能被关注、采纳、推广。但是我们也注意到,由于各个学校情况不同,各人观点不同,理解角度也有所不同,所以对教材的选用和编著,不易一致认同。不过我们希望这套教材能够反映当前学校动向,在促进学以致用等方面有所促进、有所推动,更希望兄弟院校的教师、学者能够积极使用,参与讨论,以使本套教材能够不断修改,日臻完善。

最后,我要感谢科学出版社的领导对本套教材的列选、报审、出版所给予的鼓励和支持。

左孝凌

前言

1998年初,我有机会参加了我的第一个软件测试项目,对软件测试的研究兴趣始于那时。未曾想自此与测试结下不解之缘。这些年来,除了一直承接测试项目外,陆续看了一些测试方面的经典著作,每当有新的测试书籍出版,都要买来阅读,开卷有益;还从网上搜索和收集了大量相关的技术资料,并时常造访一些与测试相关的专业网站和博客(Blog)。从2001年开始,我在6年内先后受邀为几十家单位讲授软件测试课程,或提供测试方面的咨询,有幸与各行各业、从事不同类型项目的测试人员进行面对面的交流,更清楚地理解大家的需求。

这些年来,测试相关技术一直在快速发展和进步,测试方面的知识内容也在不断增长和丰富。软件测试课程应该包含哪些内容,这些内容应该如何合理地组织起来?本书的答案就是采用软件测试知识体系这一组织框架,这个体系反映了测试人员应具备的知识结构,主要由四个知识领域组成(按由底向上的顺序):测试实施、测试设计技术、测试策略与方法、测试管理。本书从读者的实际需要出发,注重实用性、先进性、系统性和可读性,重点讲解实用、先进和成熟的测试技术与方法,以及一些国内外测试专家的经验和方法;提供了大量的实例、讨论题、典型案例分析和测试文档模板,各章后面还附有习题。

本书可以作为40学时的软件测试课程的教材和参考书。

致读者的建议

本书主要面向下列读者:①计算机专业或相关专业的大学高年级学生、研究生;②IT企业中从事软件项目或信息化项目的技术和管理人员;③在IT培训中心、国家部委或行业的培训中心参加软件测试或软件质量管理培训课程的人员;④企事业单位、政府部门、军队单位中从事信息化工作的人员;⑤任何关心软件测试、软件质量的人。

如果你是测试新手,建议先阅读第1章。第1章可以帮助你快速入门,理解测试的基本概念、工作目标及流程,熟悉常用的软件测试类型,学习测试专家的经验,了解测试知识体系。如果你即将承担系统测试实施工作,建议再阅读一下第3章的3.4节,这一节详细告诉你如何做系统测试。

测试质量在很大程度上取决于测试案例的质量,而后者又取决于测试设计者的技术能力、创造性和经验。第2章帮助读者掌握黑盒测试、白盒测试、灰盒测试和探查式测试等主要的测试设计技术,了解测试案例的编写方法及要求,提升自己的测试设计能力。

软件项目中可能需要进行单元测试、集成测试、系统测试和验收测试。这些测试的目标、工作依据和工作结果是什么?它们的具体工作内容和流程是什么?这就需要测试人员在策略和方法这一层次上提供解决方案。第3章为读者介绍相关的知识,使读者知道如何做。而第4章详细讲述一些常用的系统测试方法,包括性能/压力测试、易用性测试、配置和兼容性测试、安装和卸载测试等。

第5章为读者介绍测试自动化的基本知识,使读者了解各类测试工具及系统,掌握引进测试自动化的策略。

在阅读最后一章——第6章时,读者不妨设想自己是测试团队、测试部门或质量部门的管理者,或处于更高级的管理位置上,需要在较高的层次上思考和解决遇到的各种管理问题。这一章重点讲述测试管理者应掌握的解决管理问题的知识和技能。

致谢

在本书的写作过程中得到了许多同事、朋友和同行的鼓励、支持及帮助,作者谨此致以由衷的感谢。感谢我的同事左春、孙静、王裕国、谢中阳、张东、倪晓波、金青松、邢洪凯、顾挺、颜飞和刘嵩,以及研究生陈文海、杨志磊和李少波;感谢姚红专、苗立、唐小明、黄水生、曹玉红、施光伟、王东、姚文煌、黄汉宁和潘勇,以及不再一提名的其他人。

衷心感谢6年以来所有听过我的软件测试课程的学员,你们有着不同行业的、不同类型项目的测试经验和对测试实践的认识与思考,与你们的交流使我获益匪浅,正是你们驱动我在每次课程开讲前都把课件重新梳理和修订一遍,交出新版本。这些课件构成了本书的基础。

特别感谢白英彩教授和陈森芬教授,你们的及时鼓励和中肯意见对我非常重要。最后,感谢我的家人。

秦 晓

qin63@sina.com

2007年6月

目 录

1	软件测试概述	1
1.1	软件测试基本概念	1
1.1.1	软件产品	1
1.1.2	软件工作产品和测试件	2
1.1.3	软件质量	3
1.1.4	测试案例	4
1.1.5	软件缺陷	5
1.1.6	测试脚本和测试包	7
1.1.7	软件测试	7
1.2	软件测试的目标和必要性	8
1.2.1	软件测试的目标	8
1.2.2	软件测试的必要性	9
1.3	软件开发与软件测试	10
1.4	软件测试流程	12
1.5	软件测试类型	15
1.6	软件测试经验谈	17
1.7	软件测试知识体系	23
	习题一	25
2	测试设计技术	31
2.1	概述	31
2.2	黑盒测试	32
2.2.1	功能分析	34
2.2.2	风险分析	37
2.2.3	等价类划分	39
2.2.4	边界值分析	41
2.2.5	判定表	42
2.2.6	因果图	44
2.2.7	正交阵列	46
2.2.8	状态测试	48
2.3	白盒测试	48
2.3.1	代码覆盖	51
2.3.2	基本路径测试	53
2.3.3	循环测试	55
2.4	灰盒测试	

2.5	探查式测试	56
2.5.1	探查式测试概述	56
2.5.2	探查式测试的步骤	57
2.5.3	缺陷讨论会	59
2.5.4	攻击测试方法	60
2.6	测试案例与测试数据表	70
2.6.1	测试案例编写和记录	70
2.6.2	测试数据表	73
2.6.3	测试案例评审	75
	习题二	77
3	软件测试策略与方法	84
3.1	概述	84
3.2	单元测试	84
3.2.1	单元测试目标	84
3.2.2	单元测试内容	86
3.2.3	单元测试策略	87
3.2.4	单元测试流程	90
3.2.5	单元测试规划	91
3.2.6	单元测试设计	93
3.2.7	单元测试实施	101
3.2.8	单元测试经验谈	102
3.3	集成测试	104
3.3.1	集成测试目标及内容	104
3.3.2	集成测试流程	105
3.3.3	集成策略	106
3.3.4	分层式集成测试	108
3.4	系统测试	111
3.4.1	系统测试目标及内容	112
3.4.2	系统测试流程	113
3.4.3	系统测试规划	114
3.4.4	系统测试设计	123
3.4.5	系统测试实施	125
3.4.6	软件缺陷报告	125
3.4.7	缺陷跟踪和管理	131
3.4.8	每日构造	134
3.5	验收测试策略与方法	136
3.5.1	验收测试目标及内容	136
3.5.2	验收测试安排	137
3.5.3	验收测试流程	138

习题三	139
4 系统测试方法及实践	145
4.1 系统测试方法概述	145
4.2 性能测试和压力测试	145
4.2.1 引言	145
4.2.2 Web 应用模型	147
4.2.3 性能测量指标	147
4.2.4 测试流程	149
4.2.5 一个示例	153
4.3 易用性测试	157
4.3.1 易用性定义	157
4.3.2 易用性测试内容	157
4.3.3 易用性测试方法	161
4.4 配置和兼容性测试	167
4.4.1 引言	167
4.4.2 配置和兼容性测试范围	169
4.4.3 配置和兼容性测试过程	171
4.5 安装/卸载测试	172
4.5.1 安装/卸载程序分析	172
4.5.2 安装/卸载测试内容	174
习题四	175
5 测试自动化及测试工具	178
5.1 软件测试自动化	178
5.1.1 软件测试与软件测试自动化	178
5.1.2 软件测试自动化的优势与局限性	179
5.1.3 引进软件测试自动化的策略	180
5.2 自动测试脚本	182
5.2.1 开发流程	182
5.2.2 开发指南	182
5.3 软件测试工具	185
5.3.1 软件测试工具概览	185
5.3.2 软件测试管理工具	187
5.3.3 系统测试支持工具	188
习题五	189
6 软件测试管理	191
6.1 测试管理概述	192
6.1.1 测试管理的四个要素	192
6.1.2 测试团队的测试能力	194
6.1.3 常见问题或风险	194

6.2	测试计划及执行控制	196
6.2.1	测试管理目标	196
6.2.2	制订测试计划的步骤	197
6.2.3	测试计划的执行控制	199
6.3	测试人员及组织	200
6.3.1	人员招聘与人员流动	200
6.3.2	人员绩效问题	203
6.3.3	人员激励方法	204
6.3.4	人员培训与职业发展	208
6.3.5	建立测试组织	210
6.4	软件测试过程	214
6.4.1	测试过程概述	214
6.4.2	测试过程定义	216
6.4.3	测试过程实现	218
6.4.4	测试过程改进	219
6.5	软件测试配置管理	220
6.5.1	测试配置项的标识	220
6.5.2	测试配置项的控制	221
6.5.3	测试配置项的质量审计	222
6.5.4	测试配置项的状态报告	223
6.6	软件测试度量	223
6.6.1	必要性和目的	223
6.6.2	测试设计度量	223
6.6.3	测试实施度量	225
6.7	软件测试管理体系	226
习题六		227
习题参考答案		233
参考文献		234



软件测试概述

1.1 软件测试基本概念

本节将讲述与软件测试相关的几个基本概念：

- 软件产品 (Software Product)；
- 软件工作产品/测试件 (Software Work Product/Testware)；
- 软件质量 (Software Quality)；
- 测试案例 (Test Case)；
- 软件缺陷 (Software Defect)；
- 测试脚本/测试包 (Test Script/Test Package)；
- 软件测试 (Software Testing)。

这些概念是相互关联的。软件测试是以软件产品为主要对象，是保证软件质量的主要手段之一。软件测试主要包括两部分工作：测试设计和测试运行。测试设计是指设计测试件中的测试案例以及由测试案例构成的测试包，开发测试代码和测试脚本。这些工作是以需求规格说明书、软件设计说明书、代码、系统测试版本等软件工作产品为依据和参考的。测试运行是指执行测试案例、测试包、测试代码或测试脚本以发现软件缺陷。

1.1.1 软件产品

在当前信息化时代，软件产品在人们的现实生活和工作中得到了广泛的应用。我们可以列举各类软件产品的许多实例：操作系统 Microsoft Windows、文字处理软件 Microsoft Word、企业资源计划系统 (ERP)、政府部门的电子政务系统和数码相机中的控制软件等。

软件产品一般可以分为以下四类：

- 系统软件产品，例如操作系统 Microsoft Windows、数据库管理系统 Oracle、中间件产品等；
- 盒装应用软件产品，通常以纸盒包装形式进行销售，例如办公软件 Microsoft Office、杀毒软件等；
- 定制应用软件产品，一般指为一个企业或政府部门专门开发的信息系统；
- 嵌入式软件产品，例如家用电器中的控制软件、武器控制软件、医疗设备控制软件等。

Web 应用,一般是指在互联网上运行的各类网站,以及基于浏览器/服务器结构的应用系统。

这些产品都是由开发商在完成软件开发任务以后向用户交付的工作结果。为了保证质量,通常开发商在向用户交付工作结果前,都需要对所开发的软件产品进行测试。也就是说,软件测试是以所开发的软件产品为主要对象的。那么,有必要澄清下面的问题:什么是软件产品?一个软件产品一般由哪些部分组成?

软件产品是经过软件项目过程而获得的、需要交付客户/用户并投入运行的工作结果。下面的这个简单公式说明了一个软件产品的组成:

软件产品=程序+数据+文档

其中,程序一般包括主体程序——它为用户提供所承诺的产品功能,还可以有安装程序、卸载程序、网上自动更新程序等;数据一般是指保存于数据库系统和文件系统的相关内容;文档一般是指用户文档、联机帮助、其他文档。

由上可见,软件测试的范围不应限于软件产品的主体程序,还应该包括软件产品的其他程序,以及软件产品的数据和文档。

例如,如果需要测试文字处理软件 Microsoft Word,那么,经过分析,可以初步确定其测试范围:

- 1) 程序: Microsoft Word 的主体程序、安装程序、卸载程序。
- 2) 数据: 附带的文档模板,以及供插入用的特殊符号、剪贴画、图文集等数据。
- 3) 文档: 联机帮助、用户手册等文档。

又例如,在测试数码相机的软件时,不仅需要测试相机内嵌的控制软件,可能还需要测试相机附带的与个人计算机连接的软件、影集编辑软件和视频处理软件等。

1.1.2 软件工作产品和测试件

软件工作产品是一个不同于软件产品的概念,它是指在开发和维护软件产品的过程中产生的工作结果。一般有以下两个方面的软件工作产品。

(1) 技术方面

例如,需求规格说明书、软件设计说明书、程序代码、测试案例、缺陷报告、测试报告、用户文档、联机帮助、可运行程序。

(2) 管理方面

例如,项目计划、项目阶段计划、测试计划、项目状态报告。

软件工作产品既包括不一定交付用户的中间结果,也包括要交付用户的软件产品。准确地说,软件工作产品包含了软件产品。

测试件也称测试工作产品,是软件工作产品的一个组成部分,是软件测试工作中产生的工作结果。测试件既有技术方面的测试案例、测试数据、测试脚本、测试代码、缺陷报告和测试报告等,也有管理方面的测试计划、测试周期报告等。

1.1.3 软件质量

按照 ISO 9000:2000 中关于质量的定义 [GB/T 19000-2000, 2000], 软件质量是指软件产品的一组固有特性满足要求的程度。其中, 要求是指明示的、通常隐含的或必须履行的需求或期望。这里, 固有特性是指软件产品本身具有的特性, 而人为赋予的特性 (例如价格) 则不属于质量范畴。后面将讨论软件产品的质量特性。

要求可以是明示的, 也可以是隐含的。明示的要求可以用书面文件形式阐明。通常隐含的要求是指惯例或一般做法, 即不言而喻的需求或期望。例如, 在需求分析时用户虽然没有表达一些需求, 如易用性、灵活性方面的需求, 但并不能认为用户没有这些方面的需求。此外, 一些必须遵循的标准和规范可能成为必须履行的要求。

软件质量是动态变化的, 随着技术的发展和时间的推移, 对软件产品的要求将会提高或变化。例如, 在单机应用时代, 一台计算机不与其他计算机联网, 对安全性的要求相对低一些; 到了互联网时代, 黑客和病毒可以通过网络连接侵害用户的计算机, 用户不得不重视安全性问题, 对软件产品的安全性要求更高。又例如, 许多得到广泛应用的软件产品多次推出升级版本, 不断增强产品的功能和性能, 正是为了满足用户不断增长的对软件产品的要求。

软件质量也有其相对性, 不同的用户或组织因文化、经济和环境等条件不同, 会对软件产品提出不同的要求, 对不同的软件质量特性有不同的优先考虑次序。例如, 食品行业的两家同类型企业, 在业务流程、网络结构等方面很可能存在差异, 在实施企业资源计划系统 (ERP) 就需要根据这些差异进行定制, 以满足两个企业的不同需求。

此外, 在比较两个软件产品的质量优劣时, 应做到同级比较, 即不要把不同等级的产品进行比较。例如, 把每套几十万元的高端数据库产品与每套几千元的低端数据库产品进行比较是不合适的, 用户对它们有不同的需求和期望。

对软件质量的要求不仅应考虑客户方的利益, 也应考虑开发方的要求。从客户的角度, 主要关注软件产品的下列外部质量特性:

- 1) 正确性——是否能获得正确的输出 (正确的功能实现)。
- 2) 性能——响应时间、处理吞吐量、资源占用量、极限能力等指标是否达到要求。
- 3) 可靠性/稳定性——平均故障间隔时间、平均故障修复时间、数据准确度等指标是否达到要求。
- 4) 完整性/安全性——是否存在数据完整、信息安全方面的问题。
- 5) 易用性——用户使用的难易程度如何。
- 6) 灵活性——新增功能、升级的难易程度如何。
- 7) 互操作性——在与其他软件系统的集成以及数据交换方面是否满足要求。
- 8) 标准化——是否符合相关的国际/国家标准、行业标准、内部规范。
- 9) 兼容性——是否与用户的现行系统兼容。
- 10) 国际化——不同国家/地区的版本是否满足这些国家/地区的要求。

而从开发方内部考虑, 主要关注软件产品的下列内部质量特性: