

# 软件开发中的测试技术\*

邢青松,吴静,陈青

(盐城工学院 机械系,江苏 盐城 224003)

**摘要:**在分析了软件测试重要性的基础上,提出了软件测试的五大原则,指出软件测试的内容和步骤应基于软件生命周期的全过程,并就测试方法、测试策略的合理选择进行了阐述。通过对测试时间、测试成本和可靠度的关系的分析,给出了软件最佳测试时间的确定方法,并对测试工作的可靠性评价进行了探讨。

**关键词:**软件测试;策略;测试时间;可靠性

**分类号:**TP311

**文献标识码:**B

**文章编号:**1008-5092(2000)03-0031-03

## 1 软件测试的重要性

众所周知,任何一个产品从设计、生产到出厂之前都必须经过严格的检测,只有质量符合要求的产品才是合格的。软件系统作为软件开发设计人员研制出来的产品,同样必须通过严格的质量检测。然而,在软件产品的开发中却存在着“重研制、轻测试”的倾向。其结果是:花费了大量的人力财力开发出来的软件产品可靠性差、维护费用高,甚至无法运行。这不仅给用户带来损失,而且影响到公司的信誉。事实上,软件测试是软件开发中的重要环节,是软件产品的质量保障。但是,由于软件产品的独特性,即看不见、摸不着的特点,使得软件产品的测试不仅复杂而且困难。据统计,在软件开发中用于软件测试的人力物力是极其庞大的,所需成本约占软件系统生命周期支出费用的30%至50%。显然,软件测试的复杂性、重要性是不言而喻的。

## 2 软件测试的一般原则

软件测试的一般原则是测试工作的指导方针,是测试工作顺利进行和实现测试目标的重要保障。软件测试的一般原则主要包括:

### 2.1 全面性

为了提高测试的覆盖程度,在测试中要注意

多种测试方法和策略的综合运用,掌握好一般测试和重点测试、直接测试和间接测试、单元测试和系统测试、人工测试和自动测试等的结合。除了要测试用户需要的内容,还要测试用户不需要的“副产品”,以便检查这些不需要的内容是否占用很大的内存,是否与需要内容矛盾,防止用户使用时带着很大的包袱运行。

### 2.2 合理性

是指测试计划、方案、方法、手段等是否合理可行,是否有利于测试目标的顺利实现和测试效率的提高。

### 2.3 客观性

测试人员不应带着任何主观臆断或偏见,或试图证明系统是有效的或正确的。测试的真正目的是发现系统中存在的问题,然后加以解决。另外,程序开发者不应主持该程序的测试。

### 2.4 针对性

为了尽可能多地发现程序中的问题,应根据测试内容和具体情况合理地选择测试策略和测试方法,有针对地设计测试用例,对各种错误类型和容易出错的地方重点进行测试。

### 2.5 计划性

测试工作往往具有任务重、时间紧、程序复杂等特点,因此为确保测试工作的顺利进行,在测试之前应制定一个详实可行的测试计划。测试计划

\* 收稿日期:1999-10-04

作者简介:邢青松(1965-),男,江苏东台市人,讲师。

应包括测试目标、内容、条件、步骤、进度、用例和评价准则等。

### 3 软件测试的主要内容

测试内容与系统开发过程是相互联系的,因此,测试内容应当面向产品生命周期的全过程。图 1 是测试内容与软件开发过程的关系图。从图中可以看出软件的测试一般包括模块测试、集成测试、确认测试、系统测试、验收测试和安装测试等内容<sup>[1]</sup>。

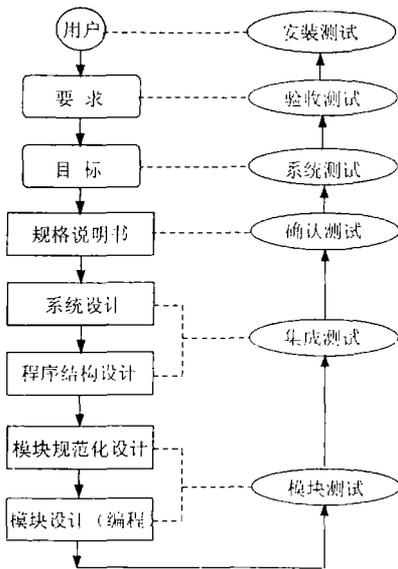


图 1 测试内容与软件开发过程的关系

Fig.1 The relationship between testing content and developing procedure of software

模块是软件设计最基本的组成单元。模块测试是软件测试的最基本内容。常采用白盒法设计单元测试用例检测程序中的错误,保证模块设计的正确性。在完成每个模块的单元测试之后,可以按照设计给出的结构图,把它们联系起来,进行针对软件整体构造和设计的集成测试,以检验与软件设计相关的程序结构问题,检查模块接口间的错误。在集成测试完成后,各模块接口没有错误并满足软件设计要求的基础上,还要依据开发之初制定的确认准则进行确认测试。用确认测试用例测试程序,将期望值与结果进行比较,测试软件是否满足功能、性能等方面的规格需求。在完成确认测试之后,还要对整个系统进行综合测试,即对各个系统或分系统间的接口正确性的检查和对系统的功能、性能的测试,以验证该系统是否满足原设计目标的要求。系统测试是软件测试中最关键的测试。系统测试完成后,还要进行验收测

试和安装测试。验收测试是在实际生产环境下,让系统试运行一定的时间,确定开发的软件能否达到原来规定的验收标准,这包括对有关文档资料的审查验收和对程序测试的验收。安装测试的目的是找出软件在安装过程中出现的错误。如程序间的信息流是否畅通,运行是否正常,是否缺少程序模块;系统的各种配置是否合理;有数据库、图形库和程序库时,这些库与程序是否匹配等等。

### 4 软件测试的策略

为了提高测试效率、实现测试目标,检验开发的软件是否符合规格说明书的要求,结合实际情况采用不同的测试策略是非常重要的。不同的测试方法、测试用例、测试工具的合理运用体现了不同的测试策略。常用的测试策略主要有:静态方法与动态方法、黑盒法与白盒法、随机测试与穷举测试、人工测试与自动测试等。不同的策略表明了不同的出发点、不同的思路和所采用的不同的手段与方法,因此在实际测试中往往不能指望用一种策略来解决所有问题,而应当是多种策略的综合。如在测试中广泛采用的白盒法与黑盒法,其出发点就是完全对立的,不能指望用一个完全代替另一个。

白盒法是根据程序的内部逻辑来设计测试用例的一种测试方法。其测试用例的设计主要是要考虑对测试内容的覆盖程序。这种方法由于只考虑了程序的内部结构,而不考虑其外部特性,若程序结构本身有问题,如程序逻辑错误或遗漏,则是无法发现的。在模块测试中大都采用此法。

黑盒法是基于规格说明书的测试。这种方法完全不考虑系统或程序的内部结构和特性,而是根据程序外部特性进行测试的。测试者仅仅关心系统或程序的输入状态和输出结果。因此,若规格说明书规定有误或外部特性本身有问题,则黑盒法是发现不了的。这种方法主要用于确认测试或系统测试。

综上所述,不论是白盒法,还是黑盒法,虽然每一种方法都提供了一些实用的测试内容,但没有那一种方法能够产生一组完善的测试内容。因此,根据实际情况合理地选择测试的策略是至关重要的。合理的测试策略往往基于以下几方面的要求<sup>[2-3]</sup>:

- (1) 测试计划、测试内容应能满足覆盖准则的要求,否则必须增加测试内容;

(2) 若功能说明中含有输入条件的组合,应从因果图开始;

(3) 无论何时都可使用边值分析法,分析输入和输出的边界;

(4) 用猜错技巧可增加一些测试内容;

(5) 按测试集审查系统或程序的逻辑;

(6) 应注意多种测试方法和测试工具的综合运用和测试效率的提高。

## 5 软件测试时间的确定

软件测试时间的确定是软件测试中一个十分重要的问题,因为测试时间的长短不仅影响到软件产品的可靠性及其质量的度量,而且对软件产品的开发成本影响很大。

图2是测试时间与软件可靠度和成本的关系曲线。 $C_1(R)$ 是测试成本曲线,随着测试时间的增加,软件可靠度 $R$ 的提高,测试成本相应地增加; $C_2(R)$ 是维修成本曲线,随着测试时间的增加,软件可靠度 $R$ 的提高,软件维修成本将会下降; $C(R) = C_1(R) + C_2(R)$ ,是软件测试与维修两方面的综合成本,显然存在一个综合成本最低的最佳测试时间 $T^*$ ,也即存在一个综合成本最低的最佳软件可靠度 $R^*$ 。根据图上关系,我们可以将软件产品的测试过程分为三个阶段:显效测试区( $0 < R \leq R^*$ )、常效测试区( $R^* < R \leq R_1$ )和冗余测试区( $R_1 < R \leq 1$ )。在显效测试阶段,不需要很多的测试时间和测试费用就可以找出软件中的大多数错误,从而大大降低了软件在运行中所需的维修费用,并可以基本保证软件产品的正常运动。在常效测试区,重点是通过各种测试方法、测试策略、测试工具的综合运用,发现软件内部较深层次的错误和隐患,目的是以测试时间和综合成本的适量增加来换取软件产品高的可靠性和用户的满意度。这在市场竞争激烈的今天显得尤为重要,也是极其值得的。但是当测试时间达到某一时值 $T_1$ 时,即使增加测试时间,软件可靠度的增加亦甚微,但测试成本的增加却极快,这是不可取的。我们不妨将这一区域称为冗余测试区。因此对软件产品的有效测试主要集中在前两个测试区域。

由此可见,一个软件产品的实际有效测试时间(也是其最佳投放时间)的确定,应综合考虑可靠度和成本两个方面的要求,通过建立以可靠度

指标为约束条件的成本函数来优化确定。

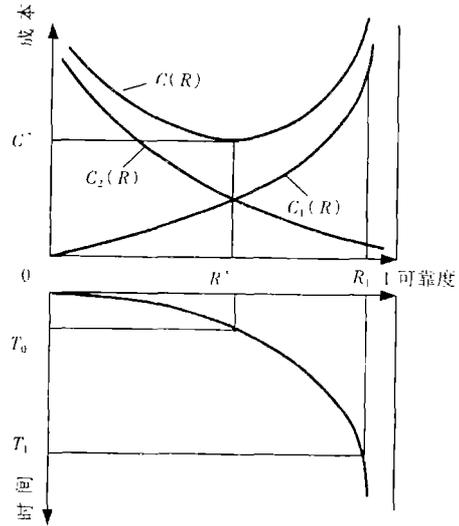


图2 软件可靠度与成本、测试时间的关系

Fig. 2 The relationship between reliability and cost and testing time of software

## 6 软件测试的可靠性评价

测试是保证软件产品质量的重要手段。软件测试工作本身的质量如何,对软件产品的质量必将产生直接的影响。对测试工作的评价实际上就是测试的可靠性问题。软件测试的可靠性是指测试工作的完整性和有效性。因此,对测试的评价应从测试的组织(测试原则、测试规范、工作纪律、人员配置、重视程度、准备工作、组织措施)、测试的规划(测试目标、测试计划、测试内容、测试程序、测试步骤)、测试的实施(测试策略、测试方法、测试用例、测试工具)和测试的结果(测试时间、测试效率、测试记录、检错率、运行无故障率)等整个测试过程的各个环节进行全面评价。其中对测试方法的评价最为重要。下面给出测试方法可靠性的评价准则:若某一个测试方法被采用后,被测程序的主要功能、性能和逻辑结构都受到了检验,并能发现其中的主要隐错,在消除这些隐错后,残留的隐错极少,则可以说这种方法的可靠性较高;若用一种测试方法 $M$ 能找出的错误都能用另一种测试方法 $N$ 来找出,则测试方法 $N$ 比 $M$ 更有效、更可靠<sup>[4]</sup>。

## 7 结束语

软件测试技术与软件开发技术是软件工程的两大基石,它们之间相互促进、共同发展、缺一不可。由于软件产品的特殊性和复(下转第40页)

系统易发生故障,难以全面推广。鉴于此,澳大利亚、挪威、丹麦、日本等国正在开发这方面的气力输送装置。

这类装置开发成功后,可取代能耗高、效率低的悬浮气力输送设备。因为能实现连续输送,能源消耗将降低,从而也可保证水泥生产的主机长

期稳定运行,水泥的产、质量也将提高。高浓度气力输送是输送设备发展的趋势,而稳流仓式泵是实现高浓度气力输送的关键技术之一。

本课题被列为国家“九五”攻关项目,属于前沿课题。一旦突破,将为高浓度气力输送设备的开发奠定基础并提供理论依据。

**参考文献:**

- [1] 黄标.气力输送[M].上海:上海科学技术出版社,1984.
- [2] Zimmer G F.Cassiers Engineering and Industrial Mang[M].1919.
- [3] Zimmer G F.Chem Age[M].1920,11.
- [4] 翟旭东.两米直径的流化式双仓泵[J].水泥,1980,(1):14~17.
- [5] 唐来永,熊长庆.带流化式中间仓的单仓泵和双仓泵等效[J].水泥,1978,(5):5~8.
- [6] 金芹初.对单仓泵输送水泥存在问题的浅议[J].水泥,1983,(8):21~24.
- [7] 白增辰.CP20型单仓泵的使用维修[J].水泥,1989,(3):11~13.
- [8] 王世忱.单仓泵的改进经验[J].水泥,1980,(7):9~11.
- [9] 省能型空气输送系统[J].孙家治译.建材技术(水泥),1979,(1):57~59.
- [10] 白礼懋.水泥厂工艺设计实用手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1997.

## A Summary of Pneumatic Transport Equipment

LUO Ju-hua<sup>1</sup>, ZHANG Ying<sup>2</sup>

(1. Department of Material Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC; 2. Department of Construction Engineering of Yancheng Institute of technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

**Abstract:** This paper discusses the application and research of pneumatic transport equipment-blow tank, the author introduces a new pneumatic transport unit with continuous material supply, in accordance with weakness of blow tank, a string of three blow tanks with stable flow, which consisted of a string of three blow tanks, has the advantages of continuous material supply, even flow of solids and minor pulsation. It is suitable for dense phase pneumatic transportation, and for dilute density pneumatic conveying as well.

**Keywords:** pneumatic transport; blow tank; stable flow

(上接第 33 页)杂性,软件测试的理论还不完善,测试的可靠度、效率还需要进一步提高。因此,一方面要提高人们对软件测试的认识和重视程度,

另一方面要加强有关测试理论、测试方法的研究和测试工具的研制。

**参考文献:**

- [1] 李芳芸,些跃廷.CIMS 环境下——集成化管理信息系统的分析、设计与实施.北京:清华大学出版社,1996.
- [2] 何克清.计算机软件工程学[M].武汉:武汉大学出版社,1983.
- [3] G. J. Myers. 计算机软件测试技巧[M].北京:清华大学出版社,1985.
- [4] 郑人杰.计算机软件测试技术[M].北京:清华大学出版社,1992.

## Testing Techniques in Software Developing

XIN Qing - song, WU Jin, CHEN Qing

(Department of Mechanical Engineering of Yancheng Institute of Technology, Jiangsu Yancheng 224003, PRC)

**Abstract:** This paper analyzes importance of software testing, advances its five basic principles, and discusses reasonable selection of testing tactics. It is pointed out that the content and steps of software testing base on its whole living cycle. By analysis about testing time and cost and reliability of software, the authors propose the method which determines optimal testing time. In the end, reliability! of testing work is explored valuably.

**Keywords:** software testing; tactics; testing time; reliability