

软件测试过程模型研究

刘凯¹ 梁欣² 张俊萍³

(航天器在轨故障诊断与维修重点实验室 西安 710043)¹ (西安卫星测控中心 西安 710043)²
(63870 部队 陕西 华阴 714200)³

摘要 在对现有模型进行系统研究的基础上,提出了一种新的软件测试过程模型——并行“与”模型,并详细描述了各阶段的具体活动。该模型贴切地描绘出软件测试活动的复杂关系,充分体现出了软件测试活动与开发活动之间的层次性、并行性、时序性和迭代性。

关键词 V 模型, X 模型, W 模型, H 模型, 并行“与”模型

中图分类号 TP311 **文献标识码** A

Research upon Software Testing Process Model

LIU Kai¹ LIANG Xin² ZHANG Jun-ping³

(Laboratory of Spacecraft in Orbit Fault Diagnosis and Maintenance, Xi'an 710043, China)¹
(Xi'an Satellite Control Center, Xi'an 710043, China)² (63870 Army, Huayin, Shaanxi 714200, China)³

Abstract Based on systematic analysis on the characteristics of traditional models, a new model of software testing process called parallel YU model was put forward, and the corresponding activities were laid out clearly. Parallel YU model describes clearly the complicit relationship among software testing activities, hierarchy, parallelism, time sequence and iterations between software developing activities and testing activities.

Keywords V model, X model, W model, H model, Parallel YU model

软件测试过程模型是用于指导软件测试过程如何开展的理论模型,模型的优劣直接影响着测试的质量,因此正确选取过程模型是一个关键问题。随着人们对软件测试过程认识的不断深入,传统的软件测试过程模型如 V 模型、W 模型等在复杂的软件测试活动面前越来越不适用。文中在对现有多种软件测试过程模型如 V 模型、X 模型、W 模型、H 模型等进行深入分析的基础上,提出一种新的软件测试过程模型——并行“与”模型,以期更好地指导软件测试,提高软件测试的效率和质量。

1 理想软件测试过程模型应满足的设计原则

由于一个好的软件测试过程模型能够在软件测试过程中发挥巨大的作用,因此合理地设计一个软件测试过程模型是保证软件测试顺利进行的重要因素。为使软件测试过程更加合理,一个理想的软件测试模型应该符合以下几条原则:

- 1) 模型要明确软件测试过程的目的,覆盖软件测试周期的全过程,尽可能全面地指导发现软件存在的缺陷,在提高软件测试效率和质量的同时尽可能地降低测试成本;
- 2) 模型要能够切实、有效地指导软件测试实施,明确软件测试过程中每项具体工作的开始执行时间和结束时间;
- 3) 模型要体现出客户、软件设计人员以及测试人员之间的交互,当软件需求发生变更时要能够及时调整测试活动;
- 4) 模型要有反馈机制,这样在软件测试执行过程中能够

及时发现并修正错误,通过循环往复的“测试—调试—修改”来提高测试的质量;

- 5) 模型要能够有效管理软件测试过程,明确已交接内容、新的交接以及交接内容变更的负责人员,明确因测试延迟带来的损失;
- 6) 鼓励测试人员在进行测试设计时充分利用不同来源的综合信息,在获得新的信息源时允许对测试进行重新设计;
- 7) 模型应充分考虑程序代码早发布、常发布的特点,对每一次代码的提交、滞后、变更能够做出适当反应,允许对仍处于开发、尚未集成的元素进行及时测试;
- 8) 在实际软件测试中,要考虑到项目滞后所带来的不良影响,采取措施保证软件测试的正常进行^[1]。

2 对现有主要软件测试过程模型的分析

2.1 V 模型

V 模型是最具有代表性的测试模型,它是于 20 世纪 80 年代由 Paul Rook 提出的较早的测试模型^[2]。V 模型是软件开发瀑布模型的扩展,根据瀑布模型的阶段(需求——规格说明——概要设计——详细设计——编码实现)来划分,清楚地标明了对每一个阶段进行针对性测试的不同级别,如图 1 所示。V 模型图中,箭头代表了时间方向,左边下降的是开发过程的各阶段,与此相对应的是右边上升部分,即测试过程的各个阶段^[3]。

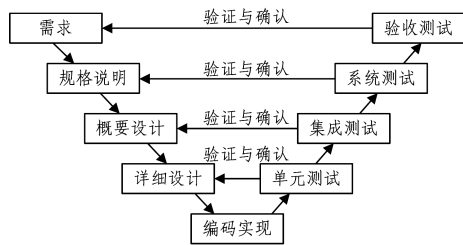


图 1 软件测试 V 模型

V 模型指出,单元和集成测试是验证程序设计,开发人员和测试组应检测程序的执行是否满足软件设计的要求;系统测试应当验证系统设计,检测系统功能、性能的质量特性是否达到系统设计的指标;验收测试由测试人员和用户共同完成,追溯软件需求说明书进行测试,以确定软件的实现是否满足用户需求或合同的要求^[4-5]。

V 模型揭示了软件测试活动分层和分阶段的本质特性,其下述特性使得该模型长时间处于主导地位:

- 1)模型划分简单,易于理解。
- 2)模型明确地标明了测试过程中存在的不同测试级别。
- 3)模型中的层次关系清楚地刻画出各个开发活动与测试活动之间的相互关系,同一层次上的开发活动是对应测试活动的基础,如系统测试是基于规格说明阶段的结果完成的。

4)模型清晰的时序关系展示出软件生命周期中各测试活动的的时间和次序。软件开发活动中,需求分析、概要设计、详细设计和编码实现等开发活动随时间而进行,而相应的测试活动——验收测试、系统测试、集成测试、单元测试开展的次序正好相反。需求最早进行,但相应的验收测试最后才执行;代码最后开发,但相应的单元测试率先被实施^[6]。

随着人们对软件测试理解的不断深入,V 模型也日益展现出许多局限性。

1)V 模型将测试作为在编码之后的一个阶段,而实际上软件测试是贯穿整个软件开发过程完成的,容易导致前期隐藏的问题到后期测试时才能被发现,修改错误的代价很大^[7]。

2)V 模型把软件的开发和测试活动视为一系列串行的活动,每个测试阶段在充分完成后才能进入下一个阶段,而这些活动在实际项目中往往是交叉进行的,无法严格区分,也不存在严格的次序关系。

3)V 模型中阶段之间缺乏反馈,一旦某项活动完成,缺乏反馈机制允许返回修改^[8],而实际项目中各层次的测试(单元测试、集成测试、系统测试、验收测试)均存在一定程度的反复和迭代。

2.2 W 模型

针对 V 模型未体现早期测试、尽早测试和不断测试的不足,W 模型对 V 模型进行了改进,提出了一个由 2 个 V 字型模型组成、基于 V&V 原理的模型。如图 2 所示,实线 V 代表软件开发过程,虚线 V 则代表软件测试过程。W 模型的左半部分强调了必须在开发过程早期就启动测试,一些可执行的测试任务应尽早实施,而限于测试计划的设计工作,如系统各组件接口的测试用例应尽早设计;W 模型的右半部分描述了编码完成后的各个测试阶段——单元测试、集成测试、系统测试及验收测试,并强调了测试、调试和修改等任务的相互紧

密作用^[9]。W 模型相对于 V 模型更加科学,具体体现在以下两个方面。

1)W 模型强调测试伴随着整个软件开发周期,而且测试的对象不仅仅是程序,需求、功能和设计同样需要测试^[10]。也就是说,只要相应的开发活动完成就可以开始测试,测试与开发是同步进行的,有利于尽早地发现问题。以需求为例,需求分析一完成就可以对需求进行测试,而不必等到最后才进行针对需求的验收测试。

2)W 模型体现了尽早测试和不断测试的原则^[11],有利于尽早、全面地发现问题,及时了解项目难度和测试风险,及早制定应对措施,从而减少了总体测试时间,加快了测试项目的进度。

但面对复杂多变的软件开发活动,W 模型也是有局限性的,主要表现在:

1)W 模型和 V 模型都将软件的开发视为需求、设计、编码等一系列串行的活动,同样,软件测试和开发也保持着一种线性的前后关系,需要有严格的指令表示上一阶段完全结束,才可以正式开始下一个阶段,这样就无法支持迭代以及变更调整^[12]。

2)尽管 W 模型考虑了测试、调试和修改之间的关系,但是这些工作只考虑到开发活动和测试活动之间的并行性,而未考虑到不同的测试阶段之间也存在着迭代关系^[13]。

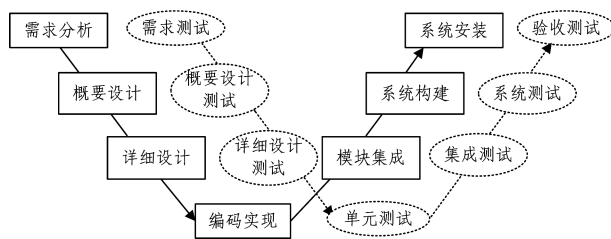


图 2 软件测试 W 模型

2.3 H 模型

为了体现不同测试活动的反复触发、迭代的关系以及时间上的交叉性,专家提出了 H 模型,如图 3 所示。H 模型将测试活动完全独立出来,从而形成了一个完全独立的由测试准备活动和测试执行活动组成的流程。图 3 中的其他流程可以是任意开发流程,如设计流程和编码流程。H 模型演示了在整个生产周期中某个层次上的一次测试“微循环”^[14],只要测试条件成熟了,测试准备活动完成了,测试执行活动就可以进行了。

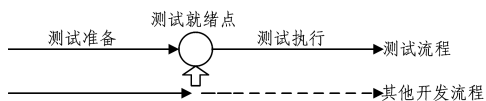


图 3 软件测试 H 模型

与前文提到的模型相比,H 模型的特点主要体现在以下几方面:

1)H 模型指出软件测试是一个独立的流程,贯穿软件产品的整个生命周期,与其他流程并发进行。

2)H 模型指出软件测试要尽早准备,尽早执行。

3)H 模型中,软件测试是根据被测物的不同而分层次进行的。不同层次的测试活动可以是按照某个次序先后进行的,但也可能是反复的,只要某个测试达到准备就绪点,测试执行活动就可以开展^[14]。

2.4 X模型

X模型的提出源于Marick对V模型的若干质疑:1)V模型无法引导项目全过程,如频繁重复的集成等;2)一个模型不应规定那些与当前公认的实践不一致的行为,如V模型基于一套必须按照一定顺序严格排列的开发步骤,而这与实际实践不完全相符;3)应在执行测试前进行测试设计^[14]。该思想后来被Robin F·Goldsmith引用并重新组织,从而形成了X模型,如图4所示。

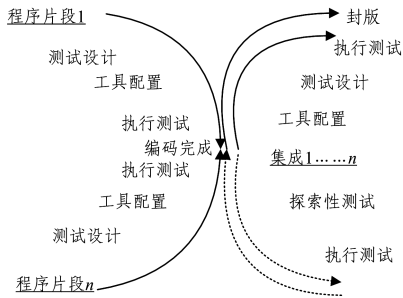


图4 软件测试X模型

图4中,X模型的左部分描述了针对单独的程序片段进行的相互分离的编码和测试,然后通过频繁的交接将众多的程序片段集成为可执行的程序(右上半部分),继而对这些可执行程序进行测试。通过集成测试的成品可以进行封版并提交给用户,也可以作为一部分等待更大规模或更大范围的集成。多根并行的曲线表示变更可以在各个部分发生。X模型还定位了如“我这么测一下结果会怎么样?”的探索性测试(右下方),这是一类未事先计划的特殊类型的测试,往往能帮助有经验的测试人员在测试计划之外发现更多的软件错误,是X模型的一大亮点^[15]。X模型包含了测试设计的步骤,主张在测试之前掌握相关知识时进行设计,且在手头有交付内容时进行测试。

X模型及其探索性测试主要是为了避免把大量时间花费在编写测试文档上,从而为实际测试争取时间,但也容易使测试人员忽视测试计划等文档的编写。

2.5 其他模型

除了上述几种常见模型外,还有许多其他模型,如前置测试模型等。前置测试模型体现了开发与测试的结合,要求对每一个交付内容进行测试。另外,有许多学者对传统测试模型进行了改进,如文献[1]结合软件开发的实际需求,提出了一种“跑道”模型,强调了客户、设计人员和测试人员之间互动的必要性;文献[16]在W模型的基础上,结合机载设备软件研制需经历多个周期的特点,设计了一种“Y模型”;文献[17]结合领域分析和软件测试复用研究,提出了一种基于复用技术的软件测试模型,解决了测试人员经验不足的问题;文献[18]将探索式测试与传统脚本测试相结合,提出了“脚本-会

话测试模型”。这些模型都针对其他模型的一些缺点提出了修正意见,但其本身仍存在一些不足。

3 并行“与”模型

在借鉴现有模型的先进设计理念的基础上,本文结合实际软件测试管理需求构造出一种新的软件测试过程模型——并行“与”模型,如图5所示。

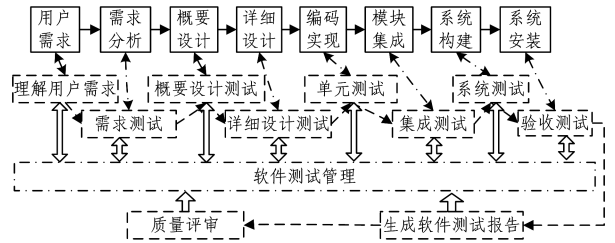


图5 软件测试并行“与”模型

图5的模型展示出了软件开发活动与测试活动在时序和层次上的并行关系,通过软件测试管理活动促进测试活动之间的迭代与反复,形似一个中文的“与”字,因此将其取名并行“与”模型。

与传统模型相比,该模型充分体现了软件测试与开发活动间的层次性、并行性、时序性和迭代性,具体体现在:

1)模型形象地体现出了软件开发和测试活动的层次性及相互之间的并行关系。图5中实线部分描绘的是软件开发流程,虚线部分展示出软件测试流程。软件测试流程贯穿软件的整个生命周期,与开发流程并发进行,但在时间上软件测试活动略滞后于相应的软件开发活动。

2)模型体现出了“软件测试活动并非严格串行”的特点。从模型中软件测试活动框的重叠上能够体现出,在生成软件测试报告之前的软件测试活动间均是相互叠加的,如在需求测试阶段可以超前进行概要设计测试工作,充分体现出软件测试要尽早准备、尽早执行的原则,以提高测试效率,加快测试进度。

3)模型体现出了“验收测试—生成软件测试报告—质量评审”这三个阶段的严格串行关系,这是与实际项目实践相符的,在验收测试完全结束后才能生成软件测试报告,然后进行质量评审。

4)模型充分体现出“软件测试是一个反复迭代的过程”,贯穿软件测试过程开展软件测试管理,有助于测试活动的迭代与反复,形成了若干测试小循环。

4 并行“与”模型活动分析

结合实际测试经验,对并行“与”模型中软件开发与测试各阶段的具体活动进行详细阐述,以促进对模型的理解,如表1所列。

表1 并行“与”模型中各阶段的具体活动

开发阶段	开发活动	测试阶段	测试活动
用户需求	通过与用户不断沟通和交流,了解用户需求	理解用户需求	参与开发方与用户的讨论,不断深入理解用户需求
需求分析	1. 完成需求规格说明书,包括系统功能需求、性能需求、系统总体流程和每个功能的活动描述以及操作使用方式描述 2. 完成系统界面设计 3. 完成需求评审	需求测试	1. 参与需求分析和讨论,根据开发需求整理测试需求,完成系统测试计划 2. 参与需求评审,对不合理的需求、规范等提出改进意见 3. 参与项目的重要分析会议 4. 检查文档是否完善

(续表)

开发阶段	开发活动	测试阶段	测试活动
概要设计	1. 完成概要设计书,包括开发使用的基础类和类的逻辑关系 2. 完成数据库逻辑设计 3. 完成概要设计评审	概要设计测试	1. 完成集成测试计划,包括集成测试用例 2. 对设计不合理的地方和架构性能提出改进意见 3. 参与项目的重要技术性会议 4. 检查文档是否完善 5. 参与评审
详细设计	1. 完成详细设计说明书,包括类所用方法的具体描述 2. 完成数据库设计,包括数据字段、类型等定义 3. 完成详细设计评审	详细设计测试	1. 完成单元测试计划,包括测试用例 2. 参与项目的重要技术性会议 3. 检查文档是否完善 4. 参与评审
编码实现	1. 完成各个模块的编码 2. 修复 BUG	单元测试	1. 完成单元测试 2. 为集成测试做准备 3. 参与项目的重要技术性会议 4. 检查文档是否完善 5. 参与评审
模块集成	1. 完成各个模块的集成 2. 修复 BUG	集成测试	1. 完成集成测试和回归测试 2. 提交测试记录和报告 3. 帮助开发人员重现或定位 BUG 4. 参与项目的重要技术性会议 5. 检查文档是否完善
系统构建	1. 完成系统的集成 2. 修复 BUG	系统测试	1. 完成系统测试和回归测试 2. 提交测试记录和报告 3. 帮助开发人员重现或定位 BUG 4. 参与项目的重要技术性会议 5. 检查文档是否完善 6. 参与评审,内部验收 7. 对系统是否可以发布提出意见
系统安装	1. 完成系统的安装 2. 修复 BUG	验收测试	1. 完成验收测试和回归测试 2. 提交测试记录和报告 3. 帮助开发人员重现或定位 BUG 4. 参与项目的重要技术性会议 5. 检查文档是否完善 6. 参与评审 7. 对系统是否可以发布提出意见
—	—	生成软件测试报告	提交软件测试记录和报告
—	—	质量评审	1. 对软件进行质量评审,提出改进意见 2. 对系统是否可以发布提出意见
—	—	软件测试管理	1. 协调测试工作实施 2. 合理调配测试人员 3. 安排测试培训 4. 对测试缺陷进行跟踪

结束语 本文结合实际测试经验,通过对已有模型的深入分析后提出了一种新的软件测试过程模型——并行“与”模型,并对并行“与”模型各阶段的具体活动进行了详细分析。与传统模型相比,该模型使软件测试与开发活动间的层次性、并行性、时序性和迭代性得以充分体现,有利于提高软件测试效率,有效加快软件测试进度,有力保障软件测试过程高质量地按计划实施。

参 考 文 献

- [1] 周童,方彦军. 一种新的软件测试过程模型——“跑道”模型[J]. 计算机测量与控制,2015,23(10):3347-3349.
- [2] 王树义,南建国,黄雷. 航空软件测试过程模型应用研究[J]. 计算机测量与控制,2013,21(6):1443-1445.
- [3] 石磊. 关于软件测试模型的探讨[J]. 网络安全技术与应用,2004(10):188-189.
- [4] 曹德胜,王燕兴. 一种新的软件测试过程模型[J]. 华北科技学院学报,2006,3(2):72-74.
- [5] 张华龙,袁兆山. 软件测试过程模型的研究与应用[J]. 计算机时代,2008(8):41-43.
- [6] 周学海,陈蓓蓓. 软件测试过程模型的改进——并行 V 模型[J]. 计算机工程与应用,2005,41(24):125-128.
- [7] 霍宵华,刘喻. 面向军用软件研制工程化管理的一种新型软件测试模型[J]. 通信导航与指挥自动化(网络环境),2013(4):45-48.
- [8] 陈静. 软件测试过程模型和管理理念探讨[J]. 舰船电子对抗,2007,30(4):99-101.
- [9] 陈良臣,张朔. 综合网管系统软件测试模型的研究与实现[J]. 计算机与数字工程,2014,42(4):632-636.
- [10] 孟祥丰. 软件测试模型及其改进方案[J]. 电子设计工程,2012,20(23):38-40.
- [11] 谢静思. 软件测试与软件测试模型[J]. 计算机光盘软件与应用,2011(4):105.
- [12] 余久久,张佑生. 软件测试改进模型研究进展[J]. 计算机应用与软件,2012,29(11):201-207.
- [13] 王建强,杨欣,张鼎周. 指挥信息系统软件测试模型构建与应用[J]. 指挥信息系统与技术,2013,4(4):85-90.
- [14] 李龙,张翠,刘文贞,等. 对软件测试川模型的初步研究[J]. 电子技术与软件工程,2016(13):85-86.
- [15] 吴悦,张春海. 改进的软件测试模型——“并”模型[J]. 微型机与应用(软件与算法),2017,36(14):14-15.
- [16] 白焱,王勇,王冠,等. 一种机载软件测试过程模型的设计[J]. 计算机测量与控制,2012,20(7):1815-1817.
- [17] 赵建平,赵建辉,刘晓阳,等. 基于软件复用技术的海上测控软件测试模型[J]. 兵工自动化,2011,30(2):91-93.
- [18] 柳溪,马康,刘智. 融合探索性与脚本方法的第三方软件测试模型及其应用[J]. 信息化研究,2013,39(6):43-48.