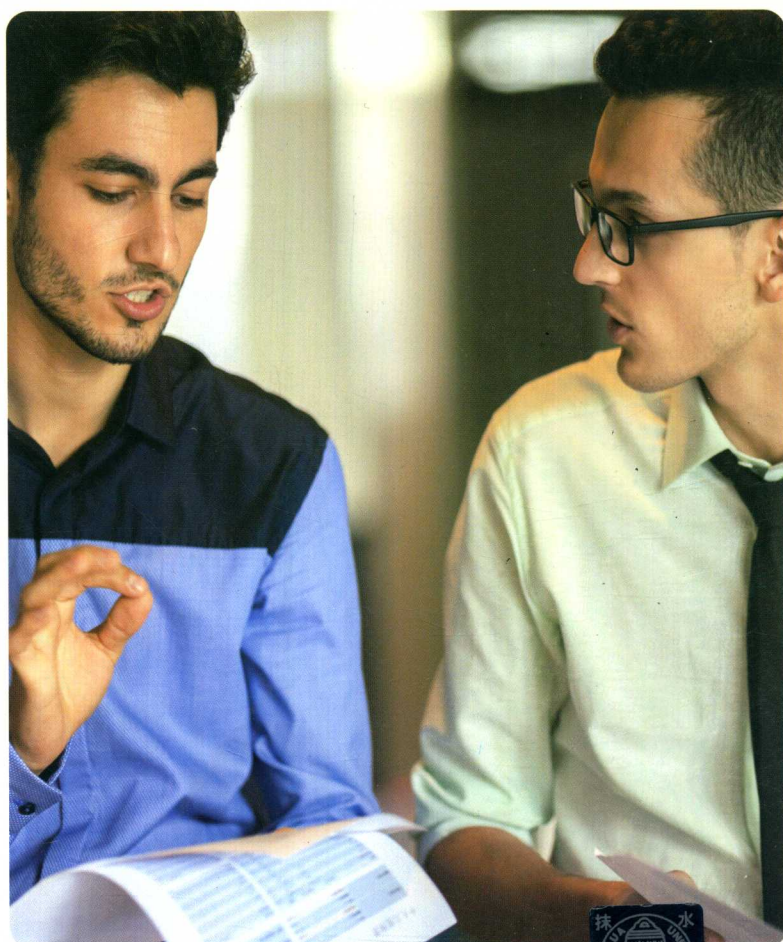


软件功能测试 及工具应用

于学军 罗 毅 杨莹莹 编著



清华大学出版社

惠普国际软件人才高等

软件功能测试及工具应用

于学军 罗 毅 杨莹莹 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是 UFT 测试的实用指南,展示了 HP 在功能测试,尤其是自动化测试领域的造诣。本书分为理论篇、工具初级功能篇和工具高级功能篇,第 1 章至第 3 章是关于功能测试的理论知识,第 4 章至第 18 章介绍 UFT 工具的使用,其中第 4 章到第 11 章是工具的初级功能介绍,第 12 章至第 18 章是工具的高级功能介绍。理论篇的内容包含功能测试的测试过程,例如需求分析、测试方法等,以及由功能测试引入自动化测试的测试方案、流程、策略等。工具篇的内容由浅入深,从 UFT 的安装开始,再介绍其软件界面,帮助文档的查看等。随后介绍了 UFT 入门的最佳实践方法——录制与回放。然后逐渐深入到 UFT 的工作机制中,介绍对象库、关键字视图、检查点、参数化、操作模块等知识。接下来的内容加深到将 UFT 应用到实际项目中常用到的知识,即专家视图、VBScript 基础等。在实际项目中还会用到的描述性编程、Web 和 Web Service 的测试也添加到了本书中,最后将新引入的移动端的自动化测试以及现代应用测试策略加入本书,让读者能对 UFT 以及功能测试,尤其是自动化测试有更全面的了解。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

软件功能测试及工具应用/于学军,罗毅,杨莹莹 编著. —北京:清华大学出版社,2014 (2015.8重印)
(惠普国际软件人才高等教育系列丛书)

ISBN 978-7-302-38099-3

I. ①软… II. ①于… ②罗… ③杨… III. ①软件—测试—高等学校—教材 IV. ①TP311.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 218560 号

责任编辑:王 军 李维杰

封面设计:牛艳敏

版式设计:思创景点

责任校对:邱晓玉

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:26.25

字 数:655 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 2 次印刷

印 数:2701~4960

定 价:51.00 元

产品编号:061439-01

前言

最近几年，测试工具取得了长足的进步，逐步得到应用和普及，在软件测试领域发挥着应有的作用。各软件企业也纷纷展开自动化测试项目，自动化测试工具作为开展自动化测试项目不可或缺的一部分，是每个实施自动化测试的测试团队需要认真选择和合理应用的一项内容。

UFT 是这些工具中的佼佼者，被誉为软件测试人员的“倚天剑”，拥有先进的关键字驱动测试能力，以及强大的测试脚本开发能力，关键在于测试人员如何使用它。

很多软件企业耗费巨资购买了这些自动化测试工具，但是没有得到合理的使用，被测试人员搁置在一旁，究其原因是没有充分认识自动化测试的价值，缺乏必要的自动化测试理论培训和测试工具的使用培训。

UFT 是使用 VBScript 脚本语言的自动化测试工具。UFT 也是一种录制回放工具，能录制我们对被测软件的操作时间并且回放出来。UFT 是基于对象的工具，可以将被测应用的每个元素识别为对象并提供相应操作方法。所有以上这些特点使 UFT 看起来像一个非常易用的测试工具，关于录制回放的认识也使人们错误地认为使用 UFT 并不需要开发技能。但是如果需要创建实用的自动化测试框架，就要将 UFT 看作开发工具而不是测试工具，本书将更多展示 UFT 如何作为开发工具而不仅是测试工具的一面。

本书在讲解自动化测试开发以及 UFT 使用过程之前，加入了功能测试的理论知识，让读者能了解到自动化测试与功能测试的关系，并且更能理解自动化测试在实际项目中的使用。通过详细的图表与说明，让读者便于理解，并且可以自己进行尝试，非常适合教学以及研究自动化测试技术的初学者。

目 录

第 I 篇 理论篇

第 1 章 软件功能测试概论	3
1.1 软件功能需求	3
1.2 软件功能测试需求分析	3
1.2.1 测试需求的特性	4
1.2.2 测试需求分析过程	4
1.3 等价类划分法	11
1.3.1 等价类划分法	11
1.3.2 等价类划分法的测试运用	13
1.4 边界值分析法	15
1.4.1 边界值分析法	15
1.4.2 边界值分析法的测试运用	16
1.5 因果图法	18
1.5.1 因果图法的原理	18
1.5.2 因果图法的测试运用	19
1.6 场景法	21
1.6.1 场景法的原理	21
1.6.2 场景法的测试运用	22
习题与思考题	25
第 2 章 软件功能测试过程	27
2.1 功能测试前期准备	27
2.1.1 功能测试工具的类型	28
2.1.2 功能测试工具的选型	29
2.2 功能测试计划制定	30
2.3 测试设计与开发	31
2.4 测试执行与缺陷跟踪	34
习题与思考题	37
第 3 章 功能测试自动化	39
3.1 功能测试自动化要点	39

3.1.1 何时开始使用自动化测试	39
3.1.2 如何开展自动化测试	40
3.1.3 自动化测试项目的流程	42
3.1.4 自动化测试方案的制定	43
3.1.5 自动化脚本的设计方法	43
3.2 软件自动化测试工具	45
3.2.1 自动化测试工具选型	45
3.2.2 自动化测试工具的原理	46
3.3 自动化测试框架	49
3.3.1 自动化测试框架思想	50
3.3.2 自动化测试框架的内容	50
习题与思考题	51

第 II 篇 工具初级功能篇

第 4 章 HP UFT 简介	55
4.1 UFT 工具简介	55
4.1.1 UFT 安装的环境部署	55
4.1.2 UFT 的安装步骤	56
4.2 UFT 插件管理	60
4.3 初识 UFT	61
4.3.1 UFT 的帮助文档	61
4.3.2 UFT 的视频教程	61
4.3.3 UFT 的样例程序	63
4.3.4 UFT 的启动与界面认识	64
习题与思考题	65
第 5 章 脚本的录制与回放	67
5.1 UFT 的视图	67
5.1.1 关键字视图简介	67
5.1.2 专家视图简介	68
5.2 UFT 测试的基本流程	70

5.3	UFT 录制与脚本编辑	70	7.3.3	定义对象库 (Object Repository)	130
5.3.1	创建测试脚本	70	7.3.4	定义函数库	130
5.3.2	录制模式的切换	75	7.3.5	编写脚本实现业务流程	130
5.3.3	测试脚本的回放	77		习题与思考题	130
5.3.4	保存测试脚本	80			
5.3.5	导出与导入测试脚本	81	第 8 章	检查点	137
5.3.6	维护测试步骤	81	8.1	检查点的定义	137
5.3.7	结果分析	83	8.2	标准检查点	138
	习题与思考题	85	8.2.1	标准检查点的定义	138
第 6 章	测试对象管理	87	8.2.2	添加标准检查点	139
6.1	初识测试对象	87	8.2.3	标准检查点的属性	140
6.1.1	对象的概念	87	8.2.4	利用标准检查点检查特殊 对象	142
6.1.2	UFT 对象识别	88	8.3	文本检查点	150
6.1.3	对象的属性	91	8.3.1	文本检查点的定义	150
6.2	UFT 对象库	93	8.3.2	添加文本检查点	150
6.2.1	对象库的基本概念	93	8.3.3	文本检查点的属性设置	152
6.2.2	对象库的操作	94	8.3.4	文本区域检查点	153
6.2.3	编辑与修改对象属性	100	8.4	位图检查点	155
6.2.4	共享对象库	101	8.4.1	位图检查点的定义	155
	习题与思考题	105	8.4.2	添加位图检查点	155
第 7 章	关键字驱动测试	111	8.5	数据库检查点	158
7.1	关键字驱动测试概念	111	8.5.1	数据库检查点的定义	158
7.1.1	关键字驱动测试定义	111	8.5.2	添加数据库检查点	159
7.1.2	关键字驱动测试的原理与 特点	112	8.5.3	数据库检查点的属性	164
7.2	关键字驱动测试过程	113	8.6	可访问性检查点	168
7.2.1	关键字测试步骤生成	113	8.6.1	可访问性检查点的定义	168
7.2.2	条件语句	120	8.6.2	添加可访问性检查点	168
7.2.3	循环语句	122	8.7	XML 检查点	170
7.2.4	脚本调试	124	8.7.1	XML 检查点的定义	170
7.2.5	测试报告	125	8.7.2	添加 XML 检查点	170
7.3	关键字驱动方法的应用过程 实例	128	8.8	自定义检查点	172
7.3.1	关键字驱动	128	8.8.1	UFT 内嵌检查点的问题	172
7.3.2	定义 Action 和 Test Flow	129	8.8.2	UFT 自定义检查点	172
			8.8.3	Reporter.ReportEvent 方法	174
				习题与思考题	174

第 9 章 参数化	187
9.1 初识参数化	187
9.2 参数化测试步骤	188
9.3 同步点	189
9.4 参数化类型方法	190
9.4.1 数据表参数化	190
9.4.2 Action 测试输入的参数化	193
9.4.3 环境变量参数化	197
9.4.4 随机数参数化	202
9.5 使用数据驱动器来参数化测试	203
9.5.1 数据驱动器的使用方法	203
9.5.2 数据驱动向导	204
习题与思考题	205
第 10 章 操作模块	215
10.1 Call to New Action	215
10.2 Call to Copy of Action	220
10.3 Call to Existing Action	220
10.4 操作中利用本地和全局数据表	222
10.5 Action 的缺失	224
10.6 Action 中的输入和输出参数	225
习题与思考题	226
第 11 章 UFT 与 ALM 的集成	231
11.1 ALM 简介	231
11.2 BPT 工作流程	232
11.3 ALM 与 UFT 的集成方法	233
11.3.1 UFT 与 ALM 的连接	233
11.3.2 UFT 资源在 ALM 中的存放	234
11.3.3 ALM 路径	235
11.3.4 ALM 中的相对路径	236
11.3.5 QCUtl 对象	236
11.3.6 环境变量文件与 ALM	237
习题与思考题	237

第III篇 工具高级功能篇

第 12 章 UFT 的 EXP 视图介绍	243
12.1 UFT 关键字视图与专家视图	243
12.1.1 UFT 关键字视图	243
12.1.2 UFT 专家视图	245
12.2 使用 UFT 专家视图	246
12.2.1 专家视图的必要性	246
12.2.2 UFT 专家视图的基本语法	247
12.2.3 在专家视图中编辑测试脚本的方法	248
12.2.4 专家视图中的对象库编程	252
12.2.5 自动识别和完成 VBScript 语法	256
12.2.6 UFT 专家视图方法大全	257
习题与思考题	263
第 13 章 VBScript 基础	267
13.1 VBScript 简介	267
13.2 VBScript 语法基础	267
13.2.1 数据类型	268
13.2.2 VBScript 变量	269
13.2.3 常数	271
13.2.4 VBScript 运算符	272
13.2.5 条件语句	273
13.2.6 循环语句(Looping 语句)	275
13.2.7 VBScript 过程	278
13.3 使用正则表达式	280
13.3.1 正则表达式语法	281
13.3.2 建立正则表达式	284
13.4 VBScript 编码约定	286
13.4.1 常量命名规则	286
13.4.2 变量命名规则	286
13.4.3 代码注释	288
13.5 VBScript 在项目中的使用	289
13.5.1 动态对象识别方法	289

13.5.2 UFT 异常处理	289
习题与思考题	293
第 14 章 描述性编程	301
14.1 描述性编程概述	301
14.2 何时使用描述性编程	303
14.3 描述性编程的使用	304
14.3.1 直接描述性编程	304
14.3.2 Description 描述性编程	310
14.4 ChildObjects 方法	312
习题与思考题	313
第 15 章 Web 应用功能测试	317
15.1 Web 对象	317
15.1.1 Browser 对象	317
15.1.2 Browser 对象测试方法	317
15.2 Page 对象	320
15.3 WebEdit 对象	322
15.3.1 Check 方法	322
15.3.2 CaptureBitmap 方法	322
15.4 WebButton 对象	323
15.5 WebCheckBox 对象	323
15.6 WebTable 对象的测试	325
15.7 使用 HTML DOM	327
15.7.1 何时适合使用 HTML DOM	327
15.7.2 常用 DOM 属性、集合和 方法	327
15.7.3 举例说明常用属性、集合和 方法的使用	328
15.8 Web 应用测试案例分析	331
15.8.1 案例背景介绍	331
15.8.2 案例功能测试策略	331
15.8.3 案例测试设计	331
15.8.4 案例测试过程与结果 分析	331
习题与思考题	338

第 16 章 Web Service 的功能测试 应用	339
16.1 SOA 架构概述	339
16.1.1 SOA 架构基础	339
16.1.2 SOA 术语介绍	340
16.2 Web Service 的测试需求	343
16.3 惠普 Web Service 测试解决 方案	344
16.3.1 Unified Functional Test	344
16.3.2 Web Service 测试	345
16.3.3 惠普 Service Test	345
16.3.4 惠普 Service Test 安装	345
16.4 惠普 UFT 对 Web Service 测试的 支持	351
16.4.1 将 Service 导入到 Unified Functional Testing 中	351
16.4.2 在惠普 Service Test 中定义 Service 的测试步骤	352
16.4.3 数据驱动一个 Service 测试	352
16.5 Web Service 测试案例分析	353
16.5.1 案例背景介绍	353
16.5.2 案例测试设计	353
16.5.3 案例测试过程与结果 分析	354
习题与思考题	358
第 17 章 移动应用的功能测试	363
17.1 移动应用测试需求	363
17.1.1 移动应用的类别	364
17.1.2 提高移动应用性能的 重要性	364
17.1.3 测试移动应用的挑战	365
17.1.4 桌面端网络应用和移动 应用的差别	366
17.1.5 移动测试基础和最佳 实践	367

17.2 基于 IOS 的移动应用功能	第 18 章 现代应用的测试策略
测试案例分析	393
17.2.1 Insight Object	393
17.2.2 案例背景介绍	393
17.2.3 自动化测试脚本开发	395
17.2.4 脚本示例一: Google	396
MAP	398
17.2.5 脚本示例二: 发短信	398
17.3 基于 Android 的移动应用功能	18.1 云平台功能测试策略
测试案例分析	393
17.3.1 案例背景介绍	393
17.3.2 案例功能性测试策略	395
17.3.3 案例测试设计	396
17.3.4 案例测试过程和结果	398
分析	398
17.4 Mobile 插件	18.2 协同测试功能测试策略
17.4.1 HP UFT Mobile	398
17.4.2 HP UFT Mobile 安装	398
17.4.3 开始使用 HP UFT	398
Mobile	398
习题与思考题	403
	附录 A
	405
	附录 B
	407
	参考文献
	409

第 I 篇 理论篇

软件测试的思想和技术已经成为所有软件开发者必备的知识。本篇主要介绍软件系统功能测试的一些主题内容。本篇的思路将围绕功能测试过程、功能测试方法、功能测试自动化三个方面进行介绍。

第 1 章 软件功能测试概论

第 2 章 软件功能测试过程

第 3 章 功能测试自动化

第1章 软件功能测试概论

1.1 软件功能需求

在软件开发过程中，第一个重要的环节就是要进行系统的需求分析。软件需求工程是系统工程和软件设计工程之间的桥梁，同时也是软件质量保证的关键要素。

1997 年 IEEE 在《软件工程标准词汇表》中对需求所做的定义为：

① 用户为解决某一问题或为达到某个目标所需要的条件或能力。

② 系统或系统部件为满足合同、标准、规格说明或其他正式的强制性文档所必须具有的条件或能力。

③ 对在①和②中所描述的条件或能力的文档化说明。

软件需求包括 3 个不同的层次：业务需求、用户需求、系统需求。

业务需求反映了组织或客户高层次的目标需求。业务需求主要来自于项目的投资人、购买产品的客户、实际用户的管理者、市场营销部门或产品策划部门。业务需求描述了组织的愿望(Vision)，即为什么要开发系统，以及系统的业务范围、业务对象、客户、特性、价值和各种特性的优先级别等。通常它们记录在项目范围文档中。

用户需求描述了他们要求系统必须完成的任务，即用户对系统的目标要求。用户需求通常只涉及系统的外部可现行为，不涉及系统的内部特性。需要注意的是，用户需要(User Needs)和用户需求不同。用户需要是用户真正需要的东西，用户需求是用户对其需要的一种陈述，但这种陈述可能与它们的需要不一致。用户需求一般采用自然语言和图形相结合的方式描述。

系统需求包括功能需求与非功能需求。功能需求定义了开发者应提供的软件功能或服务，但不涉及这些功能和服务的实现；非功能需求则是对功能需求的补充，包括对系统的各种限制和用户对系统的质量要求。

1.2 软件功能测试需求分析

测试需求主要解决“测什么”的问题，即指明被测对象中什么需要测试。测试需要明确测试需求(What)，才能决定怎么测试(How)，测试时间(When)及需要多少人(Who)。

作为测试人员，对需求的理解和分析是必不可少的，需求理解的好坏直接影响测试最终的好坏。同时，测试需求分析是开发测试用例的依据，有助于保证测试的质量与进度，测试需求是衡量测试覆盖率的重要指标。

因此，对于测试人员来说理解需求是测试工作的首要任务。

测试需求分析要了解测试的规模、复杂程度、可能的风险。对于测试人员，理解需求主要由如下几个方面对需求进行理解：

- ① 流程理解：站在测试人员的角度，理解需求时首先应该理解清楚的是系统的流程，流程是系统的主线，如果流程不畅通，会影响后期的进一步分析；
- ② 功能理解：在流程通畅的前提下就要进行具体功能理解，主要是系统包含哪些主要功能，每个功能的期望值是什么；
- ③ 界面美观性的需求理解：一个有完备功能的系统是可用的，但使用时间长了大家会感到厌倦，因为页面的美观程度较差会使用户整体感官差，时间长了就会出现厌倦情绪；另外，系统给人的第一印象是很重要的；
- ④ 易用性的需求理解：系统能满足用户需求，但过于复杂的操作步骤或与用户经常使用的操作步骤相左，用户操作起来很不顺手，时间长了用户会觉得某个功能操作很难用、别扭，这就需要需求分析时在系统功能分析完成后考虑系统功能的易用性。

测试需求通常是以软件开发需求为基础进行分析，通过对开发需求的细化和分解，形成可测试的内容。测试需求应全部覆盖已定义的业务流程，以及功能和非功能方面的需求。

1.2.1 测试需求的特性

通过分析所制定的测试需求需要满足一定的特性要求：

- ① 制定的测试需求项必须是可核实的。即，它们必须有可观察、可评测的结果，无法核实的需求不是测试需求；
- ② 测试需求应指明满足需求的正常的前置条件，同时也要指明不满足需求时的出错条件；
- ③ 测试需求不涉及具体的测试数据，测试数据设计是测试设计环节应解决的内容。

1.2.2 测试需求分析过程

测试需求分析过程包括需求采集、需求分析和需求评审三个环节，如图 1-1 所示。其中测试需求采集的输入是需求规格说明书，测试需求分析的输入是测试要点分析、功能交互分析、质量特性分析和测试类型分析，而需求评审的输入是测试需求。测试需求分析的输出包括：原始测试需求表、测试需求跟踪矩阵和评审结论。

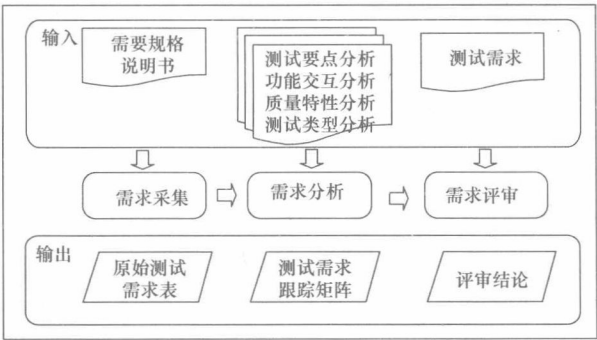


图 1-1 软件测试需求分析过程

需求采集的过程是将软件开发需求中的那些具有可测试性的需求或特性提取出来，形成原始测试需求。

可测试性是指提取的这些需求或特性必须存在可以明确预知的结果，可以用某种方法对这个明确的结果进行判断、验证，验证是否符合文档中的要求。

需求采集的方法一般通过列表的形式对软件开发需求进行梳理，形成原始测试需求列表，列表的内容包括需求标识，原始测试需求描述、信息来源等。其中，将与每一条软件需求对应的开发文档及章节号作为软件需求标识；使用软件需求的简述作为原始测试需求描述；使用软件需求获取的来源信息作为信息来源。

在提取的原始测试需求中，可能存在重复和冗余，在提取原始测试需求过程中，可以通过以下方法整理原始测试需求：

- ① 删除：删除原始测试需求表中重复的、冗余的含有包含关系的原始测试需求描述；
- ② 细化：对太简略的原始测试需求描述进行细化；
- ③ 合并：如果有类似的原始测试需求，在整理时需要对其进行合并。

测试需求的采集示例如表 1-1 所示：

表 1-1 软件测试需求采集示例

“人力资源管理系统”原始测试需求表			
序号	软件需求标识		信息来源
1	3.1.1 基本信息管理	增加员工信息	人力资源管理系统业务需求说明书
		删除员工信息	GB/T 17544-1998
2	3.2.2 时间特性要求		人力资源管理系统业务需求说明书
3	隐含需求：在使用中操作错误的易恢复性		GB/T 17544-1989

在进行相关测试需求信息收集后，下一个环节就是进行测试需求的分析。测试需求分析的流程包括测试要点分析、质量特性分析以及测试类型分析三个环节，如图 1-2 所示。

通过图 1-2 可知，测试需求分析的过程具体来讲包括如下三个环节：

- ① 测试需求分析首先要对原始测试需求列表中列出的每一条开发需求，形成可测试的分层描述的测试要点；
- ② 对所形成的每一条测试要点，从 GB/T 16260.1-2006 《软件工程产品质量第 1 部分：质量模型》中定义的软件内部/外部质量模型来确定软件产品的质量需求；

- ③ 对步骤②所确定的质量需求，分别确定测试执行时需要实施的测试类型；
- ④ 建立测试需求跟踪矩阵，对测试需求进行管理。

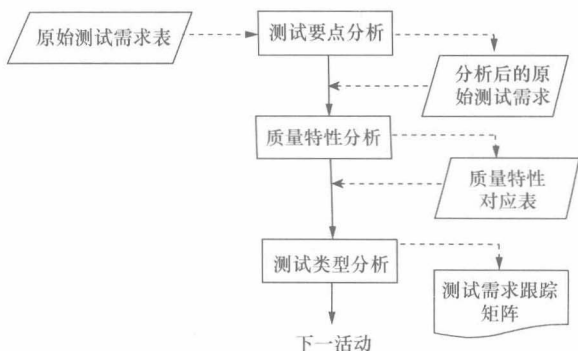


图 1-2 测试需求分析过程

以下具体说明测试需求分析过程的几项活动：

1. 测试要点分析

测试要点是对原始测试需求表中每一条开发需求的细化和分解，形成的可测试的分层描述，具体的流程如图 1-3 所示。

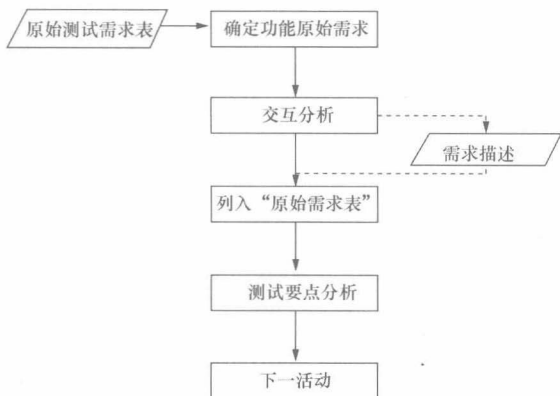


图 1-3 功能交互分析过程

对开发需求的细化和分解具体包括：

- ① 通过分析每条开发需求描述中的输入、输出、处理、限制、约束等，给出对应的验证内容；
- ② 通过分析各个功能模块之间的业务顺序，以及各个功能模块之间传递的信息和数量(功能交互分析)，对存在功能交互的功能项，给出对应的验证内容。

在进行细化和分解时还要考虑：

- ① 需求的完整性：经过分解获得的需求必须能够充分覆盖软件需求的各种特征(包括隐含的特性)，每个需求必须可以独立完成有意义的功能和功能组合，可以进行单独测试；
- ② 需求的规模：每个最低层次的需求能够使用数量相当的测试用例来实现，也即测试的粒度是均匀的。

2. 质量特性分析

GB/T16260.1 所定义的质量特性包括：

① 功能性：具体包括适应性和准确性。其中适应性指的是软件产品为指定的任务和用户目标提供一组功能的能力；准确性指的是软件产品提供具有所需精度的正确性及相符结果或效果的能力。

② 可靠性：具体指的是系统的容错性，即在软件出现故障或违反其制定接口的情况下，软件产品维持规定的性能级别的能力。

③ 易用性：包括易理解性和易操作性。其中易理解性指的是软件产品使用户能理解软件是否合适以及如何能将软件用于特定任务和使用条件的能力；易操作性指的是软件产品使用户能理解和操作它的能力。

分析质量特性的示例如表 1-2 所示：

表 1-2 质量特性分析示例

原始需求描述	标识	测试要点	质量特性
一条完整的培训信息包括培训的主题、证书、内容、起止时间、费用、地点、机构，其中培训的主题、内容、起止时间、费用、机构为必填项。培训的起始时间不能晚于截止时间，培训费用精确到元角分。每个输入项的数据规格在数据字典中可以得到	1	输入符合字典要求的信息后执行保存，检查保存是否成功	功能性/适合性
	2	检查每个输入项的数据长度是否遵循数据字典的要求	功能性/适应性 可靠性/容错性
	3	检查每个输入项的数据类型是否遵循数据字典的要求	功能性/适应性 可靠性/容错性
	4	检查“培训费用”是否满足规定的精度要求	功能性/准确性
	5	检查在培训的起止时间早晚于截止时间时，所增加的记录是否保存成功	功能性/适合性
	6	检查“培训主题”、“培训内容”、“起止时间”、“培训费用”、“培训机构”是否为必填项	功能性/适合性
	7	验证系统对数据重复的检查	功能性/适合性
	8	针对页面中的文字、表单、图片、表格等元素，检查每个页面各元素的位置是否协调，各元素的颜色是否协调，各元素的大小比例是否协调	易用性/易操作性
	9	页面信息内容是否显示完整	易用性/易操作性
	10	检查是否有功能标识，功能标识是否准确、清晰	易用性/易理解性
	11	最大化、最小化、还原、切换、移动窗口时是否能正常显示的页面	易用性/易操作性

不同的质量特性可以确定出不同的测试内容，这些测试内容可以通过不同的测试类型来实施。

3. 确定测试类型

根据质量特性的定义，以及各测试类型的测试内容，可以分析出质量特性与测试类型的对应关系。表 1-3 所示是质量特性和功能测试类型的对应关系。除功能测试外，其他

测试类型包括：安全性测试、接口测试、容量测试、完整性测试、结构测试、负载测试、疲劳强度测试、压力测试、恢复性测试、安装性测试、兼容性测试。

其中：

- ① 功能测试：侧重于验证测试目标，确保提供所需的服务、方法或用例。针对不同测试目标(包括单元、集成单元、应用程序和系统)实施和执行测试；
- ② 完整性测试：侧重于评估测试目标的健壮性(防止故障)、语言、语法和资源用途的技术一致性。针对不同测试目标(包括单元和集成单元)实施并执行测试；
- ③ 容量测试：侧重于验证测试目标处理大数据量的能力，可以是输入和输出或数据库中驻留的数据；
- ④ 安全性测试：侧重于确保测试目标数据只供预定好的那些参与者访问；
- ⑤ 接口测试：侧重于验证测试目标的数据接口的正确性以及对其设计的遵循性；
- ⑥ 结构测试：侧重于评估测试目标对其设计和形式的遵循性。通常，对支持 Web 的应用程序执行此测试，以确保测试所有链接，显示合适的内容和未孤立任何内容。

为了增加表 1-3 的可理解性，本教材只针对功能测试部分进行对应。

表 1-3 质量子特性和测试类型的对应关系基准

质量特性分类	质量子特性分类测试内容	对应测试类型
功能性	适应性方面	功能测试
	准确性方面	
	互操作性方面	
	安全保密性方面	
	功能性依从方面	
可靠性	成熟性方面	
	容错性方面	
	易恢复性方面	
	可靠性依从方面	
易用性	易理解性方面	
	易学性方面	
	易操作性方面	
	吸引力方面	
	易用性依从方面	
效率	时间特性方面	
	资源利用方面	
	效率依从性方面	
维护性	易分析性方面	
	易改变性方面	
	稳定性方面	
	易测试性方面	
	维护性依从方面	