

Software  
Testing

软件测试丛书

# 精通软件性能测试与 LoadRunner最佳实战

Proficient in Software Performance  
Testing and Loadrunner Best Practice

于涌 王磊 曹向志 高楼 于跃 编著

- 基于LoadRunner 11进行了详细讲解及脚本案例开发
- 3大完整性能测试案例及过程文档  
外包项目实施过程及各阶段详细项目文档、GIS系统性能测试案例、不同系统性能对比测试案例
- 脚本编写技术与操作技巧  
LoadRunner脚本编写技巧及注意事项、LoadRunner相关性能指标的分析、几十种性能问题和操作问题疑难解答
- 两大平台中4种性能指标的监控及多款著名监控工具使用
- Windows/Linux（进程、CPU、内存、磁盘I/O）性能监控方法及性能指标说明，Spotlight on Oracle、Spotlight on Unix和Nmon监控工具的使用及监控指标说明与操作技巧
- 10余种测试协议及第三方工具应用详解  
HTTP、Socket、JVuser、RTE、.NET、FTP、SMTP、FLEX、Real、Web Services、AJAX 等协议应用案例及EdgeSight使用说明
- 前端性能改进方法与4种前端性能测试工具使用
- 300多分钟的讲座视频、源程序和完整项目案例文档

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

  
300分钟视频  
全部源程序

Software  
Testing

软件测试丛书

TP311.56  
1139

113038109

# 精通软件性能测试与 LoadRunner最佳实战

Proficient in Software Performance  
Testing and Loadrunner Best Practice

于涌 王磊 曹向志 高楼 于跃 编著



TP311.56  
1139  
P



北航 C1644014

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

精通软件性能测试与LoadRunner最佳实战 / 于涌等  
编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2013.6  
ISBN 978-7-115-31533-5

I. ①精… II. ①于… III. ①性能试验—软件工具  
IV. ①TP311.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第067948号

## 内 容 提 要

本书在介绍软件性能测试概念的基础上, 结合对实际测试案例的剖析, 重点讲解了性能测试实战技术、LoadRunner 工具的使用技巧和实践工作中的问题解答。

全书分为 15 章, 内容从测试项目实战需求出发, 讲述了软件测试的分类以及测试的流程等, 还重点讲述了性能测试技术和 LoadRunner 11.0 工具应用的实战知识。为了有效地解决工作中遇到的问题, 将实践中经常遇到的问题进行总结汇总成几十个解决方案。详细的项目案例、完整的性能测试方案、计划、用例设计、性能总结及相关交付文档为您做好实际项目测试提供了很好的帮助, 基于 LoadRunner 和第三方工具对象的开发为您进行性能测试锦上添花, 相信通过阅读本书一定会对您进行性能测试理论学习和实践大有裨益。

本书图文并茂, 通俗易懂, 适合性能测试设计人员、性能测试开发人员、性能测试分析人员、项目经理和测试组长参考学习。

- 
- ◆ 编 著 于 涌 王 磊 曹向志 高 楼 于 跃  
责任编辑 张 涛  
责任印制 程彦红 杨林杰
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 47.5  
字数: 1170 千字  
印数: 1-3 500 册
- 2013 年 6 月第 1 版  
2013 年 6 月北京第 1 次印刷

---

定价: 99.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

# 前 言

随着计算机行业的蓬勃发展和用户要求不断的提高,现行的应用软件已经变得功能越来越强大,系统也越来越复杂,软件用户关注的内容不再仅仅是功能实现的正确性,系统的性能表现也同样是用户关注的重点,而性能测试是测试系统性能的主要手段,所以它是软件测试的重中之重。另外,性能测试通常和应用程序、操作系统、数据库服务器、中间件服务器、网络设备等有关,定位问题也很难,如何能够快速、有效地定位并解决性能问题,无疑是性能测试人员面临的一个重要任务。为了帮助测试人员能够快速掌握软件测试基础、性能测试技术及性能测试工具的实战应用,笔者精心编写了本书。

本书从测试项目实战需求出发,讲述了软件测试的分类以及测试的流程等,还重点讲述了性能测试技术和 LoadRunner 11.0 工具应用的实战知识。为了有效地解决工作中遇到的问题,将实践中经常遇到的问题进行总结汇总成几十个解决方案。详细的项目案例、完整的性能测试方案、计划、用例设计、性能总结及相关交付文档为您做好实际项目测试提供了很好的帮助,基于 LoadRunner 和第三方工具对象的开发为您进行性能测试锦上添花。

## 关于本书

作者前两本书《软件性能测试与 LoadRunner 实战》和《精通软件性能测试与 LoadRunner 实战》面市后,受到广大软件测试和开发人员的关注与好评,然而,在前两本书中讲述的性能测试工具以 LoadRunner 8.0 版本为主,目前 LoadRunner 最新版本为 LoadRunner 11.0,考虑其较 LoadRunner 8.0 操作方法和功能有较大变化,故本书以 LoadRunner 11.0 版本作为讲解内容。同时,有很多热心的读者也针对该书提出了一些好的建议,故本书是在前两本书的基础上,针对读者提出的所有问题,进行了修改、完善。但值得强调的是,本书不是上本书内容的简单增减,是在丰富了内容并充分考虑不同层次读者需求的基础上,添加了更多的性能测试实战知识,如 LoadRunner 11.0 工具使用技巧、性能瓶颈分析方法、Nmon、Spotlight 性能监控工具、CITRIX 性能测试工具 EdgeSight、性能指标分析、前端性能测试、前端性能测试工具开发、FLEX、CITRIX、WebServices 等多种协议的脚本开发,基于 LoadRunner 的场景控制器开发等,从而使得本书无论是在结构和内容上都更加系统化、完整化,实用性非常强,希望通过我的努力,能开阔您在性能测试方面的视野,同时能提升实际工作能力。

## 内容介绍

本书的目的是为从事软件测试、性能测试及 LoadRunner 工具应用的读者答疑解惑,并结合案例讲解了性能测试中的实战技术。

在第 1 章中,介绍了软件测试的现状以及发展前景、软件测试相关概念、软件生命周期、软件测试定义与分类、软件开发与软件测试的关系,以及软件测试流程和自动化测试的意义等内容。

在第 2 章中,介绍了性能测试的基本过程,以及“性能测试需求分析”、“性能测试计划”、“性能测试用例”、“测试脚本编写”、“测试场景设计”、“测试场景运行”、“场景运行监控”、“运行结果分析”、“系统性能

调优”、“性能测试总结”的内容与注意事项。

在第3章中，介绍了典型的性能测试场景、性能测试的概念以及分类，详细介绍了工具及其样例程序的安装过程，重点介绍了工具的运行机制及组成部分，同时结合生动的生活场景深入浅出地解释了工具中集合点、事务、检查点、思考时间等重要概念。

在第4章中，以一个Web样例程序作为实例，将工具的VuGen、Controller、Analysis三者有机地结合起来，把集合点、事务、检查点、参数化等技术的应用集中在此实例得以体现，讲述了一个小的性能测试需求提出、需求分析、脚本编写、完善、数据准备、场景设计、监控、执行、分析的完整过程。

在第5章中，介绍了LoadRunner脚本语言和C语言开发、LoadRunner重要的关联问题、关联技术应用、动态链接库函数调用、特殊函数的应用注意事项、自定义函数应用和IP欺骗技术等。这部分是从事测试脚本开发的基础，建议读者认真阅读。

在第6章中，介绍了协议的类型、协议理解误区、协议选择的方法，同时以C/S、B/S两种构架的应用作为实例，详细讲解了协议的选择和脚本的录制；介绍了参数化的方法及其应用技巧、数据分配方式和更新方法。并对脚本录制、负载（场景设计、执行）、结果分析、断点设置、单步跟踪、日志输出等调试技术进行了详细讲解。还对工具产生的相关指标的由来进行了系统的分析，并解释相关图表的用途和拐点分析方法等。

在第7章中，结合笔者工作经验、学员以及网上论坛经常提出的问题，总结了关于工具设置、工具使用、结果分析等问题的解决方案，旨在起到举一反三的作用，指导读者实际应用于工作当中。

在第8章中，结合主流的Windows操作系统和Linux操作系统介绍了如何监控进程、CPU、内存、磁盘I/O等性能，并结合系统提供的工具以及第三方的工具告诉读者，如何去应用它们监控测试中的相关项目，重点讲解了Nmon和Spotlight工具及其相关指标的含义等。

在第9章中，详细地介绍了外包性能测试项目的实施完整过程与其项目性能测试的实施过程，以及“性能测试计划”、“性能测试用例”、“测试脚本编写”、“测试场景设计”、“测试场景运行”、“场景运行监控”、“运行结果分析”、“系统性能调优”、“性能测试总结”等文档内容的编写和实施过程中各环节的注意事项。

在第10章和第11章中，以讲解完整的GIS项目和系统实现框架性能对比两个测试案例为线索，全面介绍了LoadRunner在性能测试中的应用过程。具体包括模型建立、性能测试用例设计、工具的引入、脚本代码的编写、场景设计、性能结果分析等重要环节，培养读者独立进行项目测试的能力。

在第12章中，介绍了前端性能测试的一些知识和前端性能测试分析工具HttpWatch、DynaTrace Ajax、FireBug、YSlow的使用方法和案例分析。

在第13章中，介绍了Java、FTP、SMTP、Sockets、RTE、AJAX TruClient、Flex、Real、Web Services等协议的实际应用和注意事项，同时还介绍了EdgeSlight等其他性能测试工具的应用。

在第14章中，介绍了如何利用高级语言进行性能测试辅助工具的开发，介绍了Windows计划和LoadRunner控制台命令结合的性能测试方法完成性能测试任务的思想，并借助Delphi实现，同时还介绍了如何在高级语言中应用第三方工具提供的插件，并结合HttpWatch插件，展示了如何完成一个前端性能测试小工具。

在第15章中，介绍了如何结合企业的特点量体裁衣定制性能测试策略及在性能测试时经常会用到的一些计算公式。

附录部分（见光盘）提供了一些测试模板文件，具体包括：测试计划、测试总结、测试日志、功能测试

用例及性能测试用例等模板、样例文档。

## 本书阅读建议

本书图文并茂、通俗易懂，同时在配书光盘中提供了样例程序、脚本代码和相应教学视频。希望读者在阅读本书的同时，能够边看边实践，深入理解脚本，这样可以提高学习效率，尽快将实战知识应用于项目的性能测试中。

## 本书行文约定

本书遵循如下行文约定。

符号和术语	含 义	示 例
>	表示按此层次结构，主要应用于菜单项	如：菜单项【Edit】>【Find】
“ ”	表示使用者键入双引号中的文字或引用的系统界面中的术语/表达	如：在“Update value on”列表中选择一个数据更新方式
【 】	代表屏幕对象名（菜单名或按钮）	如：菜单项【Edit】>【Find】 单击【OK】按钮
【重点提示】	知识点总结内容	(1) 事务必须是成对出现，即一个事务有事务开始，必然要求也有事务结束 (2) ……

## 谁适合阅读本书

- 从事性能测试工作的初级、中级和高级测试人员；
- 希望了解性能测试工具 LoadRunner 的初级、中级、高级测试人员、项目主管和项目经理；
- 希望解决 LoadRunner 应用过程中遇到问题的性能测试设计、执行、分析等相关人员；
- 测试组长、测试经理、质量保证工程师、软件过程改进人员。

## 本书作者

于涌，毕业于北京大学计算机专业，具有 13 年软件开发和软件测试方面的工作经验，先后担任程序员、高级程序员、测试分析师、高级测试经理、测试总监等职务，拥有多年的软件开发、软件测试项目实践和教学经验，尤其擅长自动化测试、工具应用、单元测试等方面的工作，曾为多个软件公司提供软件测试知识、软件性能测试、性能测试工具 LoadRunner、功能测试工具 QTP、WinRunner、Jmeter 等内容的培训工作，曾在《程序员》杂志上发表过多篇文章。

## 网上答疑

如果读者在阅读过程中发现本书有什么错误，欢迎与作者联系，以便作者及时纠正。本书的勘误、更新信息、答疑信息都可以从作者的博客——测试者家园 (<http://tester2test.blog.51cto.com>) 上获得。读者有疑问，也可以访问作者的博客直接留言，作者也会在博客中公布本书中涉及的一些演示工具相关下载信息。如果您在阅读本书过程中，发现错误或者疑问您也可以和本书编辑联系，联系邮箱为 [zhangtao@ptpress.com.cn](mailto:zhangtao@ptpress.com.cn)。

## 致谢

本书内容是建立在前人研究成果的基础上。因此，在本书完成之际，我对那些为本书提供帮助的网络作者、图书作者、读者和朋友表示衷心的感谢。作者非常高兴地通过邮件、博客、QQ 等多种渠道知道，目前已经有很多高校使用《精通软件性能测试与 LoadRunner 实战》作为性能测试课程的教材，这令我非常骄傲和自豪，我衷心希望通过高校老师和我的共同努力，增强学生的综合能力，使得理论学习和实际工作应用齐

头并进，让毕业生尽快融入社会工作并成为企业的中坚力量。

在本书编写过程中，很多测试同行为本书的编写提供了很多宝贵建议；我的学员们和网友提供了很多写作素材和资料，特别是我的好友高楼（7点测试网站创建人）为本书的创作提供了宝贵的建议，并撰写了系统性能测试案例章节。同时参加编写的还有于跃、滕加庄、于家、高亚南、张书铭、高桂兰、唐君、唐超、武志新、岳玉清、于来河等，在此一并表示感谢。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 软件测试概述</b> .....	1	2.11 性能测试总结 .....	53
1.1 软件测试基础 .....	2	<b>第 3 章 性能测试与 LoadRunner</b>	
1.2 软件相关概念解析 .....	3	<b>相关概念</b> .....	55
1.3 软件测试的定义 .....	4	3.1 性能测试的基本概念 .....	56
1.4 软件测试的分类 .....	5	3.1.1 典型的性能测试场景 .....	56
1.4.1 黑盒测试、白盒测试		3.1.2 性能测试的概念	
与灰盒测试 .....	5	及其分类 .....	56
1.4.2 静态测试与动态测试 .....	7	3.1.3 性能测试工具的引入 .....	57
1.4.3 单元测试、集成测试、		3.2 LoadRunner 及样例程序	
系统测试与验收测试 .....	9	安装过程 .....	57
1.4.4 其他测试 .....	14	3.2.1 Windows 版本的	
1.5 软件开发与软件测试的关系 .....	16	安装过程 .....	58
1.5.1 常见的几种软件开发		3.2.2 许可协议的应用 .....	60
模式 .....	16	3.2.3 工具样例程序的	
1.5.2 测试与开发各阶段的		安装过程 .....	61
关系 .....	19	3.3 运行机制和主要组成部分 .....	62
1.5.3 测试的经济学观念 .....	20	3.4 LoadRunner 相关概念解析 .....	63
1.6 软件测试流程 .....	20	3.4.1 集合点 .....	63
1.6.1 测试计划 .....	21	3.4.2 事务 .....	65
1.6.2 测试设计 .....	22	3.4.3 检查点 .....	66
1.6.3 测试执行 .....	31	3.4.4 思考时间 .....	68
1.6.4 测试总结 .....	34	<b>第 4 章 应用 LoadRunner 进行</b>	
1.7 测试自动化的意义 .....	41	<b>性能测试示例</b> .....	71
<b>第 2 章 性能测试过程概述</b> .....	43	4.1 实例讲解脚本的录制、	
2.1 性能测试的基本过程 .....	44	场景设计、结果分析过程 .....	72
2.2 性能测试需求分析 .....	45	4.1.1 LoadRunner 测试	
2.3 性能测试计划 .....	45	过程模型 .....	72
2.4 性能测试用例 .....	46	4.1.2 实例讲解 Web 应用	
2.5 测试脚本编写 .....	48	程序的应用 .....	72
2.6 测试场景设计 .....	49	4.1.3 脚本处理部分 .....	73
2.7 测试场景运行 .....	50	4.1.4 负载处理部分 .....	84
2.8 场景运行监控 .....	51	4.1.5 系统性能改进意见 .....	89
2.9 运行结果分析 .....	51	<b>第 5 章 脚本语言编写基础</b> .....	91
2.10 系统性能调优 .....	52	5.1 认识 LoadRunner 脚本语言 .....	92



5.2	C 语言基础	93	6.4.5	详解表数据参数类型	186
5.2.1	数据类型	93	6.4.6	内部数据参数类型	188
5.2.2	C 语言语句分类	99	6.5	调试技术	191
5.2.3	基础知识	108	6.5.1	断点设置	191
5.3	关联的应用	137	6.5.2	单步跟踪	192
5.3.1	什么是关联	137	6.5.3	日志输出	192
5.3.2	如何做关联	138	6.6	Controller 应用介绍	193
5.3.3	关联函数详解	143	6.7	场景设置描述	194
5.3.4	实例讲解简单关联的应用	145	6.7.1	面向目标的场景设计	195
5.3.5	实例讲解较复杂关联的应用	147	6.7.2	基于手动的场景设计	198
5.4	动态链接库函数的调用	151	6.8	负载生成器	214
5.5	特殊函数应用注意事项	152	6.9	IP Wizard 的应用	218
5.6	自定义函数应用	156	6.10	负载选项设置详解	221
5.6.1	自定义函数仅应用于本脚本的实例	156	6.11	性能指标监控	223
5.6.2	自定义函数的复用实例	158	6.12	Analysis 应用介绍	228
5.7	IP 欺骗的应用	159	6.13	结果目录文件结构	229
<b>第 6 章</b>	<b>深度解析 LoadRunner 11.0</b>		6.14	Analysis Summary 分析	230
	功能应用	163	6.15	关于事务相关信息部分内容	231
6.1	VuGen 应用介绍	164	6.15.1	关于分析概要事务相关信息问题提出	231
6.2	协议的选择	164	6.15.2	关于结果概要事务相关信息问题分析	231
6.2.1	Vuser 类型	165	6.15.3	关于结果概要事务脚本设计及其相关设置	232
6.2.2	协议选择	167	6.15.4	如何解决结果概要信息不计入思考时间问题	234
6.3	脚本的创建过程	171	6.15.5	如何知道每个虚拟用户负载时的取值	235
6.3.1	协议理解的误区	173	6.15.6	如何将数据导出到 Excel 文件中	239
6.3.2	B/S 架构应用程序脚本的实例应用	173	6.15.7	如何对导出的数据进行筛选	240
6.3.3	C/S 架构应用程序脚本的实例应用	177	6.15.8	如何对结果数据进行有效的分析	241
6.4	脚本的参数化	182	6.16	关于吞吐量相关信息部分内容	244
6.4.1	参数化的方法及其技巧	183	6.16.1	关于概要分析吞吐量等相关信息问题提出	244
6.4.2	数据分配方法	184			
6.4.3	数据更新方式	185			
6.4.4	实例讲解数据分配和数据更新方式的应用	186			

- 6.16.2 关于概要分析吞吐量等  
相关信息问题分析..... 245
- 6.16.3 关于概要分析吞吐量等  
相关内容设计与  
实现..... 246
- 6.17 执行结果分析过程..... 248
  - 6.17.1 合并图的应用..... 250
  - 6.17.2 合并图的 3 种方式..... 250
  - 6.17.3 自动关联的应用..... 251
  - 6.17.4 交叉结果的应用..... 253
  - 6.17.5 性能测试模型..... 254
  - 6.17.6 性能瓶颈定位——  
拐点分析法..... 255
  - 6.17.7 分析相关选项  
设置讲解..... 256
- 6.18 主要图表分析..... 258
  - 6.18.1 虚拟用户相关图表..... 258
  - 6.18.2 事务相关图表..... 259
  - 6.18.3 错误相关图表..... 263
  - 6.18.4 Web 资源相关图表..... 265
  - 6.18.5 网页诊断相关图表..... 272
  - 6.18.6 系统资源相关图表..... 278
- 第 7 章 LoadRunner 常见问题解答..... 283**
  - 7.1 如何突破参数的百条  
显示限制..... 284
  - 7.2 如何突破 Controller 可用  
脚本 50 条限制..... 285
  - 7.3 如何解决数据库查询结果  
过大导致录制失败..... 286
  - 7.4 如何调整经常用到的相关  
协议脚本模板..... 286
  - 7.5 如何将 Connect() 中的密文  
改为明文..... 288
  - 7.6 如何添加并运用附加变量..... 289
  - 7.7 如何解决脚本中的乱码问题..... 291
  - 7.8 如何在录制时加入  
自定义标头..... 293
  - 7.9 线程和进程运行方式  
有何不同..... 294
  - 7.10 如何实现脚本分步录制..... 297
  - 7.11 如何在脚本中应用  
常量和数组..... 297
  - 7.12 VuGen 中支持哪些  
步骤类型..... 299
  - 7.13 如何处理 ASP.NET 中的  
ViewState..... 299
  - 7.14 如何理解 Return 的返回值..... 304
  - 7.15 如何解决负载均衡将压力  
作用到一台机器..... 305
  - 7.16 如何对 Apache 服务器上的  
资源使用情况进行监控..... 307
  - 7.17 如何在脚本中加入  
DOS 命令..... 308
  - 7.18 如何下载并保存文件  
到本地..... 308
  - 7.19 如何理解常用图表的含义..... 311
  - 7.20 基于目标和手动场景测试  
有何联系和不同..... 313
  - 7.21 如何在命令行下启动  
Controller..... 316
  - 7.22 如何解决由于设置引起  
的运行失败问题..... 316
  - 7.23 如何实现对服务器系统  
资源的监控..... 317
  - 7.24 如何实现对数据服务器  
的监控..... 322
  - 7.25 如何实现对 Web 应用程序  
服务器资源监控..... 324
  - 7.26 如何在 Analysis 图表中  
添加分析注释..... 326
  - 7.27 如何确定登录达到响应  
时间为 3 秒的指标..... 329
  - 7.28 如何使用自动关联对测试  
结果进行分析..... 331
  - 7.29 如何根据分析结果判断  
性能有所改善..... 332
  - 7.30 如何对图表进行合并,  
定位系统瓶颈..... 334

7.31	如何应用 Java Vuser 验证 算法的执行效率	335	7.53	如何知道脚本对应路径 下文件含义	375
7.32	如何用程序控制网站的 访问次数	339	7.54	如何结合企业特点进行 性能测试	387
7.33	几种不同超时的处理方法	343	7.55	如何应用性能测试 常用计算公式	389
7.34	如何才能将日期类型数据 参数化到脚本中	344	7.56	如何掌握“拐点”分析方法	392
7.35	如何自定义请求, 并判断 返回数据的正确性	348	7.57	如何发现性能测试的规律	392
7.36	LoadRunner 如何运行 WinRunner 脚本	350	7.58	如何编写性能测试用例	393
7.37	LoadRunner 如何利用 已有文本数据	353	7.59	如何对 mysql 数据库 进行查询操作	396
7.38	如何能够产生样例 程序的 Session	355	7.60	为何无法与 Load Generator 通信	399
7.39	如何能够实现 Ping IP 的功能	357	<b>第 8 章 性能监控方法和性能监控 工具应用</b>		401
7.40	如何在 Vugen 中自定义 工具条按钮	358	8.1	概述	402
7.41	如何在 Vugen 中 Tools 菜单中添加菜单项	360	8.2	进程相关指标和监控技术	402
7.42	如何在 Vugen 中给菜单项 定义快捷键	361	8.2.1	Windows 操作系统 任务、进程介绍	402
7.43	为什么结果导出时会 出现异常	362	8.2.2	Windows 操作系统 任务、进程监控技术	402
7.44	如何增大网页细分图显示的 URLS 长度	362	8.2.3	Windows 操作系统 任务、进程关闭技术	407
7.45	如何设置登录的 用户名和口令	363	8.2.4	Linux 操作系统任务、 进程监控技术介绍	410
7.46	如何在执行迭代时 退出脚本	365	8.2.5	Linux 操作系统进程 监控技术	411
7.47	如何使用键盘快捷键	366	8.2.6	Linux 操作系统进程 终止技术	414
7.48	如何手动转换字符串编码	367	8.3	CPU 相关指标和监控技术	416
7.49	如何理解结果目录文件结构	368	8.3.1	CPU 相关指标监控 技术介绍	416
7.50	如何监控 Tomcat	369	8.3.2	Windows 操作系统中 CPU 相关指标监控技术	417
7.51	如何在 UNIX 系统下用 命令行运行脚本	374	8.3.3	Linux 操作系统中 CPU 相关指标监控技术	420
7.52	如何使用 C 函数进行 脚本跟踪	374	8.4	内存相关指标和监控技术	424
			8.4.1	内存相关指标监控 技术介绍	425

8.4.2	Windows 操作系统中内存 相关指标监控技术	425	9.5.5	验收测试方案的 “引言”部分	481
8.4.3	Linux 操作系统中内存 相关指标监控技术	431	9.5.6	验收测试方案的 “系统介绍”部分	482
8.5	磁盘 I/O 相关指标和 监控技术	434	9.5.7	验收测试方案的 “测试目标和标准” 部分	483
8.5.1	磁盘 I/O 相关指标 监控技术介绍	434	9.5.8	验收测试方案的 “测试需求分析” 部分	483
8.5.2	Windows 操作系统 磁盘 I/O 相关指标 监控技术	436	9.5.9	验收测试方案的 “测试策略”部分	484
8.5.3	Linux 操作系统磁盘 I/O 相关指标监控技术	445	9.5.10	验收测试方案的 “项目实施阶段” 部分	488
8.6	Nmon 工具	448	9.5.11	验收测试方案的“测试 实施安排”部分	493
8.6.1	Nmon 工具介绍	448	9.5.12	验收测试方案的 “测试计划”部分	493
8.6.2	Nmon 工具使用讲解	448	9.5.13	验收测试方案的 “质量保证”部分	495
8.7	Spotlight 工具	458	9.5.14	验收测试方案的 “缺陷管理”部分	499
8.7.1	Spotlight 工具介绍	458	9.5.15	验收测试方案的 “项目沟通”部分	501
8.7.2	Spotlight on Oracle	458	9.5.16	验收测试方案的 “工作产品”部分	501
8.7.3	Spotlight on Unix	467	9.6	验收测试实施过程及性能 测试计划编写	502
<b>第 9 章</b>	<b>性能测试项目实施过程及 文档写作</b>	473	9.6.1	性能测试计划	502
9.1	基于不同用户群的 性能测试	474	9.6.2	性能测试计划索引 目录结构	503
9.2	验收测试通常提交的成果物	474	9.6.3	性能测试计划的 “简介”部分	504
9.3	验收测试项目完整实施 过程介绍	476	9.6.4	性能测试计划的 “测试业务及性能 需求”部分	505
9.4	项目预算和项目立项	476	9.6.5	性能测试计划的 “测试环境”部分	506
9.4.1	项目预算和 项目立项	476			
9.4.2	项目预算相关内容 及样表展示	476			
9.5	项目准备阶段及验收 测试方案编写	477			
9.5.1	项目人员入场	477			
9.5.2	项目调研	478			
9.5.3	验收测试方案	478			
9.5.4	验收测试方案索引 目录结构	478			

9.6.6	性能测试计划的 “测试策略”部分	506	9.8.6	项目管理相关表格	547
9.6.7	性能测试计划的 “命名规范”部分	509	9.9	项目验收相关文档编写	549
9.6.8	性能测试计划的 “用例设计”部分	511	9.9.1	验收申请	550
9.6.9	性能测试计划的 “场景设计”部分	512	9.9.2	工作量确认	550
9.6.10	性能测试计划的“测试 数据准备”部分	513	<b>第 10 章</b>	<b>系统性能测试案例——</b>	
9.6.11	性能测试计划的 “计划安排”部分	513	GIS 项目	551	
9.6.12	性能测试计划的 “局限条件”部分	514	10.1	GIS 系统性能测试	552
9.6.13	性能测试计划的 “风险评估”部分	514	10.1.1	项目性能测试需求 的分析	552
9.6.14	性能测试计划的 “交付产品”部分	514	10.1.2	确定性能测试 考察指标	554
9.7	验收测试实施过程	515	10.1.3	模型建立	556
9.7.1	性能测试脚本设计	515	10.1.4	集合点的说明	557
9.7.2	性能测试脚本 数据准备	521	10.1.5	性能测试用例设计	558
9.7.3	性能测试场景设计	521	10.1.6	工具的引入	560
9.7.4	性能测试场景监控 与场景执行	523	10.1.7	脚本代码	560
9.7.5	性能测试结果分析	528	10.1.8	场景设计	562
9.7.6	性能调优	529	10.1.9	测试环境	562
9.8	验收测试总结及其性能 测试总结的编写	530	10.1.10	场景执行	563
9.8.1	某单位某系统验收 测试结论	530	10.2	性能结果分析	564
9.8.2	某单位某系统验收 测试交付清单	531	<b>第 11 章</b>	<b>性能测试案例——</b>	
9.8.3	某单位某系统验收 测试报告	531	系统实现框架对比	573	
9.8.4	某单位某系统验收 测试性能测试报告	539	11.1	第一部分 方案设计	574
9.8.5	功能/性能测试缺陷 遗留评审确认表格	547	11.1.1	项目性能测试 需求分析	574
			11.1.2	性能测试需求	574
			11.1.3	系统架构	575
			11.1.4	性能测试策略	575
			11.1.5	测试资源	576
			11.1.6	测试监控	578
			11.1.7	里程碑计划	580
			11.1.8	测试准则	580
			11.1.9	测试风险	581
			11.2	第二部分 测试执行	581
			11.2.1	脚本编写	581
			11.2.2	测试过程	584
			11.3	第三部分 测试报告	586
			11.3.1	性能对比结论摘要	586
			11.3.2	问题分析	587

11.3.3	测试结果对比	588	13.3	Foxmail 邮件的发送脚本	632
11.3.4	性能对比结论	592	13.4	详解.NET 2008 插件在 开发环境中的应用	635
<b>第 12 章</b>	<b>Web 前端性能测试</b>		13.5	Windows Sockets 协议 脚本应用	639
	工具应用	595	13.6	Terminal Emulation (RTE) 协议脚本应用	646
12.1	前端性能测试	596	13.7	Citrix 协议脚本应用	652
12.2	HttpWatch 工具	596	13.7.1	Citrix 简单介绍	652
12.2.1	HttpWatch 简介	596	13.7.2	Citrix 相关配置说明	653
12.2.2	HttpWatch 工具使用	597	13.8	EdgeSight	656
12.3	DynaTrace Ajax 工具	605	13.8.1	EdgeSight 简单介绍	657
12.3.1	DynaTrace Ajax 简介	605	13.8.2	EdgeSight 基本使用	657
12.3.2	DynaTrace Ajax 工具使用	605	13.9	数据库相关协议应用	662
12.4	FireBug 工具	610	13.9.1	工具支持哪些数据库 相关协议	662
12.4.1	FireBug 简介	610	13.9.2	数据库函数说明	663
12.4.2	Firebug 工具使用	611	13.9.3	数据库脚本关联	666
12.5	YSlow 工具	613	13.10	AJAX TruClient 协议应用	667
12.5.1	YSlow 简介	613	13.10.1	AJAX 简介	667
12.5.2	YSlow 工具使用	613	13.10.2	AJAX TruClient 脚本	668
12.6	前端性能改进	614	13.10.3	AJAX (Click and Script) 脚本	672
12.6.1	减少请求数量	614	13.11	Flex 协议脚本应用	675
12.6.2	应用缓存技术	617	13.11.1	Flex 简介	675
12.6.3	CDN 技术	620	13.11.2	Flex 脚本	676
12.6.4	减少 DNS 解析时间	621	13.11.3	Flex 脚本关联	677
12.6.5	压缩内容 (Gzip Components)	621	13.12	Real 协议脚本应用	678
12.6.6	其他方法	622	13.12.1	Real 简介	678
<b>第 13 章</b>	<b>不同协议脚本应用实例讲解</b>	625	13.12.2	Real 脚本	679
13.1	一种特殊的数据库性能 测试方法	626	13.13	Web Services 协议 脚本应用	681
13.1.1	数据库集群项目 背景介绍	626	13.13.1	Web Services 简介	681
13.1.2	批处理方式 解决方案	627	13.13.2	Delphi Web Services 样例程序	684
13.2	手工编写 FTP 脚本	629	13.13.3	Web Services 脚本	692
13.2.1	手工编写脚本 的策略	629			
13.2.2	实例讲解手工 编写 FTP 脚本	629			
13.2.3	脚本编写注意事项	631			

<b>第 14 章 利用高级语言开发性能测试辅助工具</b> ..... 697	
14.1 LoadRunner 场景运行控制器介绍..... 698	
14.2 LoadRunner 场景运行控制器源代码..... 700	
14.2.1 场景运行控制器首界面源代码..... 701	
14.2.2 场景运行控制器源代码..... 702	
14.2.3 系统设置源代码..... 709	
14.2.4 作品相关源代码..... 710	
14.3 前端性能测试自动化介绍..... 715	
14.4 HttpWatch 前端性能测试自动化脚本..... 716	
14.5 高级语言调用 HttpWatch 完成前端性能测试..... 721	
<b>第 15 章 性能测试应用策略及性能指标计算</b> ..... 725	
15.1 性能测试在企业中的应用——量体裁衣..... 726	
15.1.1 性能测试介绍..... 726	
15.1.2 性能测试在软件企业的应用..... 727	
15.1.3 总结..... 729	
15.2 开发环境下的性能测试..... 730	
15.2.1 负库存现象..... 730	
15.2.2 插件的应用..... 730	
15.2.3 总结..... 734	
15.3 性能测试场景的选择及其用例设计、执行策略..... 735	
15.3.1 性能测试用例的设计方法..... 735	
15.3.2 实例讲解性能测试用例的设计..... 737	
15.3.3 性能测试执行..... 740	
15.3.4 性能测试的分析..... 741	
15.3.5 系统的调优..... 741	
15.4 性能测试常用计算公式汇总..... 742	
15.4.1 吞吐量计算公式..... 742	
15.4.2 并发数量计算公式..... 743	
15.4.3 思考时间计算公式..... 744	
<b>参考文献</b> ..... 746	

## 第 1 章

# 软件测试概述



## 1.1 软件测试基础

本书的主要内容是关于软件性能测试相关理论和工具应用方面的知识，但考虑到有很多阅读本书的读者刚开始从事测试工作，这里用一章的内容，对软件测试的基础内容进行了概括性的介绍，如果您已经熟悉了这些基本知识可以略过此章，直接阅读后续章节。

### 1. 朝阳行业——软件测试

随着软件行业的蓬勃发展，市场竞争也越来越激烈，软件质量越来越受到软件企业的重视。软件测试是软件质量的重要保证，关于软件质量标准和认证，国内虽然制定了有限的软件技术标准，但无法从根本上对软件这种特殊商品实施有效的质量监督和认证。在国际上通行的做法是，软件的质量标准和认证工作由独立的软件测试机构来完成。但由于我国这方面起步较晚，以及这方面教育培养的不足，从而在测试行业形成了测试人才缺口巨大的现象，许多单位以优厚的薪金也很难找到有丰富工作经验的人才，人才的短缺严重制约了我国软件测试行业的发展，所以，软件测试人员越来越被看好，地位也越来越高，现已成为 IT 技术中的热门行业。

### 2. 软件测试发展现状

随着计算机和通信技术近十年来的蓬勃发展，国家的进一步改革开放，不仅有很多国内软件公司投身 IT 行业，如联想、用友、华为等；国外也有很多软件大公司将研发机构设在中国，如微软、IBM、西门子等知名企业。国内软件业和国外相比，最大的差异就在：对质量和质量控制方面投入不够。特别是软件的测试领域，与国外相比，国内软件产品的质量掌控体系和标准都是模糊的。因此，加强软件测试理论和实践内容的学习就显得尤其必要，它是提高软件质量水平的重要手段。现在，基于市场需求量大、理论和实践需要结合的特点，一些大学开设了此专业，同时社会上也应运而生了许多专业的测试培训机构，可以预测，在未来的几年中软件测试人才会越来越多。

### 3. 软件测试背景

软件产品是人脑高度的智力化劳动的结晶。由于软件系统的规模和复杂性日益增长，软件系统的开发人员少则几人，多则几千人，甚至上万人。在编写代码和沟通协作过程中难免会出现这样或者那样的问题，出现的问题将直接导致软件中存在缺陷。以下是 3 例软件缺陷和故障的分析，借此来说明由于这些缺陷和故障而引起的严重损失。

案例一：爱国者导弹防御系统把“枪口”对准了自己人。

美国爱国者导弹系统首次应用于海湾战争中，以对抗伊拉克的飞毛腿导弹系统。尽管爱国者导弹防御系统在这次战争中屡建功勋，多次成功拦截飞毛腿导弹；但也有几次在对抗的时候失利，其中有一枚爱国者导弹在沙特阿拉伯的多哈美国军营爆炸给自己造成了严重的伤害。事后，分析专家得出事故的原因是，爱国者导弹防御系统中一款软件系统的缺陷造成了这次重大的事故，它是一个很小的系统时钟错误，但积累可能延时 14 小时，从而造成跟踪系统失去准确度。在那次的多哈袭击战斗中，导弹系统的重要时刻被延时 100 多个小时，所以事故发生了。

案例二：美国迪士尼公司的狮子王游戏软件的兼容性问题。

1994 年，美国迪士尼公司发布面向少年儿童的多媒体游戏软件——“狮子王动画故事书”。