



# 软件性能测试与 LoadRunner 实战教程

## Software Performance Testing and LoadRunner in Practice

于涌 编著

- 内容全面：从性能测试基础到测试实战，使您能够快速掌握性能测试相关理论和LoadRunner工具使用
- 多架构样例程序：基于B/S、C/S架构的样例程序，从安装、程序分析到生成脚本，帮助读者循序渐进掌握脚本开发
- 学习、求职两不误：章节习题及经典面试题，帮助读者掌握各个知识点的精髓、了解著名企业面试秘籍及答题技巧
- 脚本编写技术与操作技巧：LoadRunner脚本编写技巧及注意事项、LoadRunner相关性能指标的由来、60个经典性能问题疑难解答
- 基于新版的LoadRunner工具，图文并茂地讲解了工具使用及脚本案例
- 光盘中附送性能测试和工具应用视频及脚本代码、各章节的教学幻灯片



Software  
Testing

软件测试丛书

# 软件性能测试与 LoadRunner实战教程

Software Performance Testing and  
LoadRunner in Practice

于涌 编著

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

软件性能测试与LoadRunner实战教程 / 于涌编著

— 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 11

ISBN 978-7-115-37064-8

I. ①软… II. ①于… III. ①软件工具—测试—教材  
IV. ①TP311.56

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第221273号

## 内 容 提 要

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。书中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读者做好实际项目提供了强大的参考和方向引导,同时为了满足培训机构及初学者的需要,在本书的各个章节都配有练习和实际面试题。

本书适合测试初学者、测试人员、测试经理以及开发人员学习,也适合作为大专院校相关专业师生的学习用书,以及培训机构的教材。

---

◆ 编 著 于 涌

责任编辑 张 涛

责任印制 彭志环 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 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: 31.25

字数: 763千字

印数: 1-3 500册

2014年11月第1版

2014年11月北京第1次印刷

---

定价: 69.00元(附光盘)

读者服务热线: (010) 81055410 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

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, 现行应用软件的功能已经变得越来越强大, 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, 因此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, 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, 作者精心编写了本书。

本书从测试项目实战需求出发, 介绍了软件测试的分类、测试的流程、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用户做好实际项目提供了强大的参考, 同时结合目前很多高校、培训机构及初学者的需要, 在本书的各个章节都配有章节练习和实际面试题, 相信本书一定会对读者的性能测试实践大有裨益, 也为日后走上工作岗位打下良好的基础。

## 关于本书

作者以前编写的:《软件性能测试与 LoadRunner 实战》、《精通软件性能测试与 LoadRunner 实战》和《精通软件性能测试与 loadrunner 最佳实战》3 部作品面市后, 受到广大软件测试从业者及很多高校和培训机构的关注与好评, 在此向支持作者的机构和读者表示衷心的感谢。本书以 LoadRunner 11.0 版本为讲解内容。采纳了读者对该书提出的一些好的建议, 本书在实战的基础上增加了章节练习、面试题以及综合性的考题等内容, 对读者提出的所有问题进行了修改、完善。本书在结构和内容上都非常系统化、完整化, 实用性非常强, 希望通过作者的努力, 能开阔读者在性能测试方面的视野, 提升实际工作能力。

## 内容介绍

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

第 1 章介绍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、软件测试的定义与分类、软件开发与软件测试的关系、性能指标及相关计算公式等内容。

第 2 章介绍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。

第 3 章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讲解工具中集合点、事务、检查点、思考时间等重要概念。

第 4 章深度解析 LoadRunner 11.0 相关功能应用, 对 LoadRunner 11.0 工具的 VuGen、Controller、Analysis 应用的相关功能、设置的含义及应用方法等内容进行了深入讲解。

第 5 章以一个 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。介绍了一个小的性能测试的需求提出、需求分析、脚本编写和完善、数据准备、场景设计、监控、执行、分析的完整过程。

第 6 章介绍了 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、特殊函数应用的注意事项、自定义函数应用等。这部分是软件测试脚本开发的基础，建议读者认真阅读。

第 7 章结合笔者工作经验、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，旨在举一反三，指导读者实际应用于工作当中。

第 8 章详细介绍了外包性能测试项目及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”等及其文档的编写和实施过程中各环节的注意事项。

第 9 章提供软件性能测试综合模拟试题、LoadRunner 英文性能测试的面试题目、常考的智力面试题和找测试工作的策略等丰富内容。

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、功能测试和性能测试用例等模板、样例文档，以及各章的 PPT 和练习脚本等内容。

## 本书阅读建议

本书图文结合，通俗易懂，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，尽快将本书介绍的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、测试总监等职位。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

如果读者在阅读本书过程中发现有什么错误，欢迎与作者联系，以便作者及时纠正。本书的勘误、更新、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，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作者之前写作的书籍作为性能测试课程的教材，这令我非常骄傲和自豪。本书配有各章节的 PPT 课件和章节练习、综合练习等丰富内容，适合作为高校及培训机构性能测试相关课程的教材。我衷心希望通过高校老师和我的共同努力，不断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，我的学员和网友提供了很多写作素材和资料。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。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 性能测试基础及性能指标概述</b> ..... 1	<b>第 2 章 性能测试过程概述</b> ..... 15
1.1 典型的性能测试场景 ..... 2	2.1 性能测试的基本过程 ..... 16
1.2 不同群体眼中的性能测试 ..... 2	2.2 性能测试需求分析 ..... 16
1.2.1 系统用户群体眼中的性能测试 ..... 2	2.3 性能测试计划 ..... 17
1.2.2 软件开发群体眼中的性能测试 ..... 3	2.4 性能测试用例 ..... 18
1.2.3 系统维护群体眼中的性能测试 ..... 3	2.5 测试脚本编写 ..... 20
1.3 功能测试与性能测试的关系 ..... 4	2.6 测试场景设计 ..... 20
1.4 性能测试的概念及其分类 ..... 4	2.7 测试场景运行 ..... 22
1.4.1 性能测试 ..... 4	2.8 场景运行监控 ..... 23
1.4.2 负载测试 ..... 4	2.9 运行结果分析 ..... 23
1.4.3 压力测试 ..... 5	2.10 系统性能调优 ..... 24
1.4.4 配置测试 ..... 5	2.11 性能测试总结 ..... 24
1.4.5 并发测试 ..... 5	2.12 本章小结 ..... 25
1.4.6 容量测试 ..... 5	2.13 本章习题及经典面试题 ..... 25
1.4.7 可靠性测试 ..... 5	2.14 本章习题及经典面试题答案 ..... 26
1.4.8 失败测试 ..... 6	<b>第 3 章 LoadRunner 相关概念及样例程序的安装过程</b> ..... 29
1.5 性能指标及相关计算公式 ..... 6	3.1 LoadRunner 及样例程序安装过程 ..... 30
1.5.1 吞吐量计算公式 ..... 6	3.1.1 Windows 版本的安装过程 ..... 30
1.5.2 并发数量计算公式 ..... 6	3.1.2 许可协议的应用 ..... 33
1.5.3 思考时间计算公式 ..... 8	3.1.3 B/S 样例程序的使用 ..... 34
1.5.4 响应时间 ..... 8	3.1.4 C/S 样例程序的安装过程与使用 ..... 34
1.5.5 点击数 ..... 9	3.2 运行机制和主要组成部分 ..... 37
1.5.6 性能计数器 ..... 9	3.3 LoadRunner 相关概念解析 ..... 38
1.5.7 资源利用率 ..... 10	3.3.1 集合点 ..... 38
1.5.8 网络吞吐量 ..... 10	3.3.2 事务 ..... 40
1.5.9 错误率 ..... 10	3.3.3 检查点 ..... 41
1.5.10 系统稳定性 ..... 11	3.3.4 思考时间 ..... 44
1.6 本章小结 ..... 11	3.3.5 关联 ..... 46
1.7 本章习题及经典面试题 ..... 11	3.4 本章小结 ..... 47
1.8 本章习题及经典面试题答案 ..... 12	

3.5	本章习题及经典面试题	48	4.8	Controller 应用介绍	97
3.6	本章习题及经典面试题答案	48	4.9	场景设置描述	97
<b>第4章 深度解析 LoadRunner 11.0 相关功能应用</b>		51	4.9.1	面向目标的场景设计	98
4.1	无工具情况下的性能测试	52	4.9.2	面向目标的场景设计的 5种目标类型	99
4.2	性能测试工具 LoadRunner 的 工作原理	52	4.9.3	基于手动的场景设计	101
4.3	VuGen 应用介绍	54	4.9.4	计划方式和运行模式	104
4.4	协议的类型及选择方法	54	4.9.5	全局计划和交互 计划图	105
4.4.1	Vuser 类型	55	4.9.6	服务水平协议 (SLA)	110
4.4.2	协议选择	57	4.10	负载生成器	118
4.4.3	单协议选择方法及脚本 展示	58	4.11	IP Wizard 的应用	121
4.4.4	多协议选择方法及脚本 展示	58	4.12	负载选项设置详解	124
4.4.5	建立多个 Action	60	4.13	性能指标监控	126
4.5	脚本的创建过程	62	4.13.1	性能计数器	127
4.5.1	协议理解的误区	63	4.13.2	添加性能计数器 指标	127
4.5.2	B/S 架构应用程序脚本 的应用实例	64	4.13.3	性能计数器指标的 采集与图表输出	129
4.5.3	C/S 架构应用程序脚本 的应用实例	67	4.14	Analysis 应用介绍	131
4.6	脚本的参数化	73	4.15	结果目录文件结构	132
4.6.1	参数化的方法及其技巧	74	4.16	Analysis Summary 分析	133
4.6.2	数据分配方法	75	4.17	事务相关信息部分内容	134
4.6.3	数据更新方式	75	4.17.1	分析概要事务相关 信息问题的提出	134
4.6.4	数据分配和数据更新方式 的应用实例	76	4.17.2	结果概要事务相关信息 问题的分析	134
4.6.5	表数据参数类型	77	4.17.3	结果概要事务脚本设计 及其相关设置	135
4.6.6	内部数据参数类型	79	4.17.4	如何解决结果概要信息 不计入思考时间 问题	137
4.6.7	Excel 类型数据文件数据 获取	81	4.17.5	如何知道每个虚拟用户 负载时的取值	139
4.7	调试技术	86	4.17.6	将数据导出到 Excel 文件中	142
4.7.1	断点设置	86	4.17.7	对导出的数据进行 筛选	143
4.7.2	单步跟踪	89			
4.7.3	日志输出	90			
4.7.4	脚本编译	92			
4.7.5	脚本注释	94			



4.17.8 对结果数据进行有效的分析	144	5.2 本章小结	206
4.18 吞吐量相关信息	147	5.3 本章习题及经典面试试题	206
4.18.1 概要分析吞吐量等相关信息问题的提出	147	5.4 本章习题及经典面试试题答案	208
4.18.2 概要分析吞吐量等相关信息问题的分析	148	<b>第6章 脚本语言编写基础及关联技术应用</b>	209
4.18.3 概要分析吞吐量等相关内容的设计与实现	149	6.1 认识 LoadRunner 脚本语言	210
4.19 执行结果分析过程	151	6.2 C 语言基础	211
4.19.1 合并图的应用	152	6.2.1 数据类型	211
4.19.2 合并图的3种方式	153	6.2.2 C 语言语句分类	216
4.19.3 自动关联的应用	154	6.2.3 基础知识	225
4.19.4 交叉结果的应用	156	6.3 关联的应用	251
4.19.5 性能测试模型	157	6.3.1 什么是关联	252
4.19.6 性能瓶颈定位——拐点分析法	158	6.3.2 自动关联	253
4.19.7 分析相关选项设置	159	6.3.3 手动关联	255
4.20 主要图表分析	161	6.3.4 关联规则	257
4.20.1 虚拟用户相关图表	161	6.3.5 关联函数详解	260
4.20.2 事务相关图表	162	6.3.6 简单关联的应用实例	262
4.20.3 错误相关图表	166	6.3.7 较复杂关联的应用实例	264
4.20.4 Web 资源相关图表	168	6.4 动态链接库函数的调用	267
4.20.5 网页诊断相关图表	175	6.5 特殊函数应用注意事项	269
4.20.6 系统资源相关图表	181	6.6 自定义函数应用	272
4.21 本章小结	184	6.6.1 自定义函数仅应用于本脚本的实例	272
4.22 本章习题及经典面试试题	184	6.6.2 自定义函数的复用实例	274
4.23 本章习题及经典面试试题答案	185	6.7 本章小结	275
<b>第5章 实例讲解脚本的录制、场景设计、结果分析过程</b>	187	6.8 本章习题及经典面试试题	275
5.1 脚本的录制、场景设计、结果分析	188	6.9 本章习题及经典面试试题答案	277
5.1.1 LoadRunner 测试过程模型	188	<b>第7章 性能测试及 LoadRunner 应用常见问题解答</b>	283
5.1.2 Web 应用程序的应用	188	7.1 如何突破参数的百条显示限制	284
5.1.3 脚本处理	189	7.2 如何突破 Controller 可用脚本 50 条限制	284
5.1.4 负载处理部分	199	7.3 如何解决数据库查询结果过大	
5.1.5 系统性能改进意见	205		

- 导致的录制失败 ..... 285
- 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 ..... 287
- 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 ..... 290
- 7.8 如何在录制时加入自定义标头 ..... 292
- 7.9 线程和进程运行方式有何不同 ..... 293
- 7.10 如何实现脚本分步录制 ..... 295
- 7.11 如何在脚本中应用常量和数组 ..... 296
- 7.12 VuGen 中支持哪些步骤类型 ..... 297
- 7.13 如何处理 ASP.NET 中的 ViewState ..... 298
- 7.14 如何理解 Return 的返回值 ..... 302
- 7.15 如何解决负载均衡将压力作用到一台机器 ..... 304
- 7.16 如何对 Apache 服务器上的资源使用情况进行监控 ..... 305
- 7.17 如何在脚本中加入 DOS 命令 ..... 306
- 7.18 如何下载并保存文件到本地 ..... 307
- 7.19 如何理解常用图表的含义 ..... 310
- 7.20 基于目标和手动场景测试有何联系和不同 ..... 311
- 7.21 如何在命令行下启动 Controller ..... 313
- 7.22 如何解决由于设置引起的运行失败问题 ..... 314
- 7.23 如何实现对服务器系统资源的监控 ..... 315
- 7.24 如何实现对数据服务器的监控 ..... 319
- 7.25 如何实现对 Web 应用程序服务器资源的监控 ..... 321
- 7.26 如何在 Analysis 图表中添加分析注释 ..... 324
- 7.27 如何确定登录达到响应时间为 3s 的指标 ..... 326
- 7.28 如何使用自动关联对测试结果进行分析 ..... 328
- 7.29 如何根据分析结果判断性能有所改善 ..... 330
- 7.30 如何对图表进行合并, 定位系统瓶颈 ..... 331
- 7.31 如何应用 Java Vuser 验证算法的执行效率 ..... 332
- 7.32 如何用程序控制网站的访问次数 ..... 335
- 7.33 几种不同超时的处理方法 ..... 339
- 7.34 如何将日期类型数据参数化到脚本中 ..... 340
- 7.35 如何自定义请求, 并判断返回数据的正确性 ..... 344
- 7.36 LoadRunner 如何运行 WinRunner 脚本 ..... 346
- 7.37 LoadRunner 如何利用已有文本数据 ..... 349
- 7.38 如何能够产生样例程序的 Session ..... 350
- 7.39 如何实现 ping IP 的功能 ..... 352
- 7.40 如何在 Vugen 中自定义工具条按钮 ..... 353
- 7.41 如何在 Vugen 中的 Tools 菜单中添加菜单项 ..... 354
- 7.42 如何在 Vugen 中定义菜单项的快捷键 ..... 356
- 7.43 为什么结果导出时会出现异常 ..... 356
- 7.44 如何增大网页细分图显示的 URL 长度 ..... 357
- 7.45 如何设置登录的用户名和口令 ..... 358

7.46	如何在执行迭代时退出脚本…	359	8.5.3	验收测试方案 ……	402
7.47	如何使用键盘快捷键 ……	360	8.5.4	验收测试方案索引目录 结构 ……	402
7.48	如何手动转换字符串编码 ……	361	8.5.5	验收测试方案的引言 部分 ……	405
7.49	如何理解结果目录文件结构…	362	8.5.6	验收测试方案的系统 简介部分 ……	406
7.50	如何监控 Tomcat ……	363	8.5.7	验收测试方案的测试 目标和标准部分 ……	406
7.51	如何在 UNIX 系统下用命令行 运行脚本 ……	367	8.5.8	验收测试方案的测试 需求分析部分 ……	407
7.52	如何使用 C 函数进行脚本 跟踪 ……	368	8.5.9	验收测试方案的测试 策略部分 ……	408
7.53	如何知道脚本对应路径下 文件的含义 ……	369	8.5.10	验收测试方案的项目 实施阶段部分 ……	412
7.54	如何结合企业特点进行性能 测试 ……	379	8.5.11	验收测试方案的“测试 实施安排”部分 ……	416
7.55	如何应用性能测试常用计算 公式 ……	381	8.5.12	验收测试方案的“测试 计划”部分 ……	417
7.56	如何掌握“拐点”分析方法…	384	8.5.13	验收测试方案的“质量 保证”部分 ……	418
7.57	如何发现性能测试的规律 ……	384	8.5.14	验收测试方案的缺陷 管理部分 ……	422
7.58	如何编写性能测试用例 ……	385	8.5.15	验收测试方案的“项目 沟通”部分 ……	423
7.59	如何对 MySQL 数据库进行 查询操作 ……	388	8.5.16	验收测试方案的“工作 产品”部分 ……	424
7.60	为何无法与 Load Generator 通信 ……	390	8.6	验收测试实施过程及性能测试 计划编写 ……	424
7.61	本章小结 ……	391	8.6.1	性能测试计划 ……	425
7.62	本章习题及经典面试题 ……	392	8.6.2	性能测试计划索引 目录结构 ……	425
7.63	本章习题及经典面试题 答案 ……	393	8.6.3	性能测试计划的“简介” 部分 ……	426
<b>第 8 章</b>	<b>性能测试项目实施过程及文档 写作 ……</b>	<b>397</b>	8.6.4	性能测试计划的“测试业 务及性能需求”部分 ……	428
8.1	基于不同用户群的性能测试…	398	8.6.5	性能测试计划的“测试 环境”部分 ……	428
8.2	验收测试通常提交的成果物…	398	8.6.6	性能测试计划的“测试策	
8.3	验收测试项目的完整过程 ……	399			
8.4	项目预算和项目立项 ……	400			
8.4.1	项目预算和项目立项 ……	400			
8.4.2	项目预算相关内容及 样表 ……	400			
8.5	项目准备阶段及验收测试 方案编写 ……	401			
8.5.1	项目人员入场 ……	401			
8.5.2	项目调研 ……	402			

略”部分	429	8.8.4 某单位某系统验收测试性能测试报告	456
8.6.7 性能测试计划的“命名规范”部分	431	8.8.5 功能/性能测试缺陷遗留评审确认表格	463
8.6.8 性能测试计划的“用例设计”部分	433	8.8.6 项目管理相关表格	463
8.6.9 性能测试计划的“场景设计”部分	434	8.9 项目验收相关文档编写	465
8.6.10 性能测试计划的“测试数据准备”部分	434	8.9.1 验收申请	466
8.6.11 性能测试计划的“计划安排”部分	435	8.9.2 工作量确认	466
8.6.12 性能测试计划的“局限条件”部分	435	8.10 本章小结	466
8.6.13 性能测试计划的“风险评估”部分	435	8.11 本章习题及经典面试题	466
8.6.14 性能测试计划的“交付产品”部分	436	8.12 本章习题及经典面试题答案	467
8.7 验收测试实施过程	436	<b>第9章 性能测试经典面试题及面试技巧</b>	469
8.7.1 性能测试脚本设计	436	9.1 软件性能测试综合模拟试题	470
8.7.2 性能测试脚本数据准备	439	9.2 LoadRunner 英文性能测试的面试题	472
8.7.3 性能测试场景设计	440	9.3 经常被问到的智力面试题目	474
8.7.4 性能测试场景监控与场景执行	442	9.3.1 百枚金币问题	474
8.7.5 性能测试结果分析	446	9.3.2 污染药丸问题	474
8.7.6 性能调优	447	9.3.3 三人住宿问题	474
8.8 验收测试总结及其性能测试总结的编写	448	9.3.4 小鸟飞行距离问题	475
8.8.1 某单位某系统验收测试结论	448	9.3.5 烧香问题	475
8.8.2 某单位某系统验收测试交付清单	449	9.3.6 分金条问题	475
8.8.3 某单位某系统验收测试报告	449	9.3.7 过桥问题	475
		9.3.8 三个灯泡问题	476
		9.4 找测试工作的策略	476
		9.4.1 找工作前需要做些什么	476
		9.4.2 面试时该做些什么	479
		9.4.3 面试后该做的事情	482
		9.5 软件性能测试综合模拟试题答案	483

Chapter

# 1

## 第1章

# 性能测试基础及性能指标概述

## 1.1 典型的性能测试场景

随着互联网的蓬勃发展，软件的性能测试已经越来越受到软件开发商、用户的重视。一个软件前期用户较少，随着用户的逐步增长，以及宣传力度的加强，软件的用户可能会成几倍、几十倍，甚至几百倍数量级增长，如果不经过性能测试，通常软件系统在该情况下都会崩溃，所以性能测试是非常重要的。那么通常在什么情况下需要引入性能测试呢？

下面是需要进行性能测试的一些场景。

- 用户提出性能测试需求。例如，首页响应时间在3秒内，主要的业务操作时间小于10秒，支持300用户在线操作等相关语言描述。

- 某个产品要发布了，需要对全市的用户进行集中培训。通常在进行培训时，老师讲解完成一个业务以后，被培训用户会按照老师讲解的实例同步操作前面讲过的业务操作。这样存在用户并发的的问题，在培训之前需要考虑被培训用户的人数，在场景设计中酌情设置并发用户数量。

- 同一系统可以采用两种构架：Java、.Net，决定用哪个。同样的系统用不同的语言、框架实现效果也会有所不同。为了使系统的性能更好，在系统实现前期，可以考虑设计一个小的 Demo，设计同样的场景，实际考察不同语言、不同框架之间的性能差异，然后选择性能好的语言、框架开发软件产品。

- 编码完成，总觉得某部分存在性能问题，但又说不清楚到底是什么地方存在性能瓶颈。一个优秀软件系统需要开发、测试以及数据管理员、系统管理员等角色协同工作才能完成。开发人员遇到性能问题以后会提出需求，性能测试人员需要设计相应的场景，分析系统瓶颈，定位出问题以后，将分析后的测试结果和意见反馈给开发等相关人员，然后开发等相关人员做相应调整，再次进行同环境、同场景的测试，直到使系统能够达到预期的目标为止。

- 一个门户网站能够支持多少用户并发操作（注册、写博客、看照片、灌水等）。门户网站应该是经得起考验的。门户网站栏目众多，在进行性能测试时，应该考虑实际用户应用的场景，将注册用户、写博客、看照片、看新闻等用户操作设计成相应的场景。根据预期的用户量设计相应用户的并发量，同时一个好的网站由于随着用户数的逐渐增长以及推广的深入，访问量可能会成几何倍数增长。考虑门户网站这些方面的特点，在进行性能测试时也需要考虑可靠性测试、失败测试和安全性测试等。

## 1.2 不同群体眼中的性能测试

### 1.2.1 系统用户群体眼中的性能测试

软件系统从早期的单机系统、客户端\服务器系统到现在被广泛应用的分布式系统，在满足用户强大功能需求的同时，在其系统的架构和实现等方面也变得更加复杂。系统功能越来越庞大，系统实现越来越复杂，系统用户越来越多，但是系统用户对系统的要求却变得越来越高，通常系统用户在软件性能方面最关注的2个方面是耗费成本和处理能力。耗费成本：

系统的运行环境，即软、硬件配置要求不是很高，购买成本较低，间接其实意味着系统在运行时使用较少的 CPU、内存、网络等资源。处理能力：系统的业务处理能力，包括单位时间内处理的业务数量、每个业务处理的时间、能支持多少用户同时做业务、系统能否长时间稳定提供服务等，这也就是后续将会介绍性能指标方面的一些内容，这些内容也是最直接和最真实的系统用户感受。

系统用户只关注软件系统的性能表现和整个系统耗费的软、硬件成本，而不关注软、硬件系统的部署和内部实现的问题。这里需要指出的是，随着 Ajax（异步 JavaScript 和 XML）等技术的广泛应用，其客户端展现的数据有可能会少部分数据返回之后就立刻将数据呈现在用户面前，这样无疑会带给用户良好的性能感受，但是从中也会发现有时看到的响应时间在一定程度上有一些的主观色彩。

## 1.2.2 软件开发群体眼中的性能测试

作为软件开发群体，他们是系统产品的缔造者，如果把软件系统看成一个孩子的话，那么软件开发群体无疑就是这个“孩子”的“父母”，每个孩子的父母无疑都希望自己的孩子既聪明、漂亮，又健康。作为软件来讲，“健康”体现在系统能够持续稳定的运行；“聪明”体现在系统的性能表现良好，业务响应速度准确、快速；“漂亮”则体现在系统的功能强大，易用性、兼容性等方面突出，这样的“孩子”相信一定会人见人爱。结合性能测试方面来看，业务操作正常、系统响应快速、稳定运行是开发人员最关注的内容。要想设计出一款好的软件系统并不容易，它不仅需要好的架构师从架构设计方面具有良好的规划和选择，还要具有丰富经验的设计人员在应用程序和数据库的结构设计、算法实现等方面都充分考虑整个系统的执行效率和可扩展性，避免设计和实现过程中产生错误和漏洞。通常，采用那种架构和技术，其性能也就注定了只能在一定的范围内变动，如果选择失误，则软件系统必将在性能方面有缺陷。此外，数据库的设计、存储过程、SQL 语句等的执行效率、程序代码、算法的执行效率等也直接影响到系统的性能表现，丰富的工作经验也会对系统性能稳定性和执行效率有较大的帮助。

软件开发群体更注重系统的框架设计、程序设计、数据库设计、代码和 SQL 语句等的执行效率，这也是系统良好性能的根本所在。

## 1.2.3 系统维护群体眼中的性能测试

系统维护人员更注重应用服务器、数据库服务器等软硬件的配置及网络硬件设备配置、拓扑结构等方面的内容，通过更换、调整软硬件及网络结构的配置能否使得系统性能更好。网络的拓扑结构及网络通信传输介质、方式等会影响到网络部分的性能，负载均衡无疑也是改善性能的一种很重要的方式。像具有内存、CPU、高速硬盘等硬件设备的服务器，无疑会给系统带来一定范围的性能提升。此外，操作系统、数据库、中间件等软件的本体和对应色设置也是很重要的内容。在作者经历的一些项目中，除了处理网络结构、硬件设备差异等原因引起的性能测试问题外，有相当数量的重要原因就是操作系统、数据库、中间件等的配置不合理而引起的性能问题。例如，由于数据库网络连接数和操作系统终端连接数设置得过小等原因，引起的性能瓶颈。关于常见的性能指标、相关指标的含义和阈值等内容和性能

测试过程涉及的一些专业术语，将在后续章节进行介绍，这里不赘述。

## 1.3 功能测试与性能测试的关系

很难说是功能测试重要，还是性能测试重要，一款优秀的软件产品，无疑是在功能上正确实现了用户需要的业务功能，且操作方便、交互界面良好，在性能方面表现为及时、快速地响应了所有用户的业务操作请求，所以经过严格的功能测试和性能测试是一款成功软件产品的重要环节。功能测试和性能测试密不可分的，没有实现正确业务功能的软件产品做性能测试是没有意义的，一款软件产品即使业务功能实现了，但是业务处理能力低下，也必将被淘汰。

经常会听到很多人问一个问题：是先做功能测试，还是先做性能测试呢？其实这个问题很简单，这要看做性能测试的目标是什么。如果要测试的是一款软件产品，通常情况下，是在每个大版本的功能测试完成后，进行性能测试。因为只有保证正确实现了用户要求的功能后，做性能测试才会有意义。功能实现不正确，就意味着后续势必要重新进行代码或数据等方面的修改，每一次代码、数据等方面的变更都有可能对系统性能造成影响，所以必须了解每个大版本完成后，相关的功能和性能表现是否符合预期。但是，在有些情况下，性能测试工作必须提前，如同一系统可以采用两种构架：Java、.Net，决定用哪个。同样的系统用不同的语言、框架实现效果也会有所不同。为了系统的性能更好，在系统实现前期，可以考虑设计一个小的 Demo，满足系统的关键性功能即可，界面和功能不需要做得完美，设计同样的场景，实际考察不同语言、不同框架之间的性能差异，然后选择性能好的语言、框架开发软件产品。在上述情况下，既可缩短选型的时间，又保证有效地了解后续产品的性能情况。

综上所述，功能测试和性能测试是相辅相成的，对于一款优秀的软件产品来讲，它们是不可缺少的两个重要测试环节，但根据不同目标的性能测试情况，要因地制宜，结合实际需求，选择合适的时间点进行，减少不必要的人力、物力浪费，实现利益最大化。

## 1.4 性能测试的概念及其分类

### 1.4.1 性能测试

系统的性能是一个很大的概念，覆盖面非常广泛，软件系统的性能包括执行效率、资源占用、系统稳定性、安全性、兼容性、可靠性、可扩展性等。性能测试是为描述测试对象与性能相关的特征并对其进行评价而实施和执行的一类测试。性能测试主要通过自动化的测试工具模拟多种正常、峰值以及异常负载条件来对系统的各项性能指标进行测试。通常把性能测试、负载测试、压力测试等统称为性能测试。

### 1.4.2 负载测试

负载测试是通过逐步增加系统负载，测试系统性能的变化，并最终确定在满足系统性能指标的前提下，系统所能够承受的最大负载量的测试。简而言之，负载测试是通过逐步加压



的方式来确定系统的处理能力和能够承受的各项阈值。例如，通过逐步加压得到“响应时间不超过 10 秒”、“服务器平均 CPU 利用率低于 85%”等指标的阈值。

### 1.4.3 压力测试

压力测试是通过逐步增加系统负载，测试系统性能的变化，并最终确定在什么负载条件下系统性能处于失效状态来获得系统能提供的最大服务级别的测试。压力测试是逐步增加负载，使系统某些资源达到饱和甚至失效。

### 1.4.4 配置测试

配置测试主要是通过对被测试软件的软硬件配置的测试，找到系统各项资源的最优分配原则。配置测试能充分利用有限的软硬件资源，发挥系统的最佳处理能力，同时可以将其与其他性能测试类型联合应用，从而为系统调优提供重要依据。

### 1.4.5 并发测试

并发测试是测试多个用户同时访问同一个应用、同一个模块或者数据记录时是否存在死锁或者其他性能问题，所以几乎所有的性能测试都会涉及一些并发测试。因为并发测试对时间的要求比较苛刻，通常并发用户的模拟都是借助于工具，采用多线程或多进程方式来模拟多个虚拟用户的并发性操作。在后续介绍 LoadRunner 工具时，有一个集合点的概念，它就是用来模拟并发的，可以在 VuGen 中设置集合点，在 Controller 中设置其对应的策略来模拟用例设计的场景。

### 1.4.6 容量测试

容量测试是在一定的软、硬件条件下，在数据库中构造不同数量级的记录数量，通过运行一种或多种业务场景，在一定虚拟用户数量的情况下，获取不同数量级别的性能指标，从而得到数据库能够处理的最大会话能力、最大容量等。系统可处理同时在线的最大用户数，通常和数据库有关。

### 1.4.7 可靠性测试

可靠性测试是通过给系统加载一定的业务压力（如 CPU 资源在 70%~90% 的使用率）的情况下，运行一段时间，检查系统是否稳定。因为运行时间较长，所以通常可以测试出系统是否有内存泄露等问题。

在实际的性能测试过程中，也许用户经常会碰到要求 7×24 小时，稳定运行的系统性能测试需求，对于这种稳定性要求较高的系统，可靠性测试尤为重要，但通常一次可靠性测试不可能执行 1 年时间，因此在多数情况下，可靠性测试是执行一段时间，如 24 小时、3×24 小时或 7×24 小时来模拟长时间运行，通过长时间运行的相关监控和结果来判断能否满足需