

性能测试的专业工具书，
软件测试工程师的良师益友。

性能测试 进阶指南

——LoadRunner 11实战

51 Testing软件测试网 组编
陈 霁 编著

性能测试进阶指南

——LoadRunner 11实战

51 Testing软件测试网 组编

陈 霁 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是一本基于 HP LoadRunner 11 工具的指导用书,从性能测试原理到工具使用再到项目实施,全面介绍了性能测试的各个方面,其内容基本主线说明如下。

第一步(了解理论):磨刀不误砍柴工,打下基础;第二步(掌握工具):深入介绍 LoadRunner 11 工具三大部分(Virtual User Generator、Controller、Analysis)如何实现用户行为的模拟、性能指标的监控、负载的生成及后期的数据分析;第三步(项目实施):理论联系实际,介绍性能测试项目实施的流程和性能测试部门的组织管理;第四步(进阶提升):对一些当下流行的或比较特殊的协议和开发技巧通过真实案例进行介绍。

本书结合了很多工作中的实际案例,图文并茂,既适合渴望了解性能测试的新人,也适合对性能测试有一定认识和经验的中、高级测试工程师。同时,本书也可以作为高校开展性能测试课程的参考教材,让在校学生能对性能测试的本质和价值有一定的认识。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

性能测试进阶指南:LoadRunner 11 实战 / 陈霁编著; 51Testing 软件测试网组编.

北京:电子工业出版社,2012.6

(测试实践丛书)

ISBN 978-7-121-16739-3

I. ①性... II. ①陈... ②5... III. ①性能试验—软件工具, LoadRunner IV. ①TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 065650 号

策划编辑:李 冰

责任编辑:葛 娜

文字编辑:赵树刚

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:40.5 字数:1037 千字

印 次:2012 年 6 月第 1 次印刷

印 数:3500 册 定价:79.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

《51Testing 软件测试网作品系列》

编辑委员会名单

编 委:

王 威（具有多年软件开发经验和软件测试工作经验，对产品测试的方法和管理流程有深刻的认识，51Testing 软件测试培训高级讲师）

王 琰（具有丰富的通信终端产品的测试以及管理工作经验，51Testing 软件测试培训高级讲师）

朴春龙（Mercury 认证 CPC，自动化测试专家，51Testing 软件测试培训高级讲师）

邓 强（具有丰富的软件系统测试工作经验，对功能性测试、自动化测试、性能测试及测试框架均有深入的研究，51Testing 软件测试培训高级讲师）

周 峰（信息产业部认证系统分析员，51Testing 软件测试培训高级讲师）

周春江（具有多年通信协议和通信终端设备的测试工作经验，51Testing 软件测试培训高级讲师）

徐林林（熟悉大型应用软件的开发和测试流程；熟悉性能测试流程、方法和工具（如 LoadRunner 等），51Testing 软件测试培训高级讲师）

商 莉（多年从事软件开发、软件测试及质量保证方面的管理工作，51Testing 软件测试培训高级讲师）

宋 锋（具有多年软件开发和软件测试工作经验，以及丰富的项目实战经验，51Testing 软件测试培训高级讲师）

宋光照（具有深厚的开源软件测试实践经验，擅长嵌入式测试，51Testing 软件测试培训高级讲师）

刘德宝（具有多年软件测试及培训经验，参与门户网站、移动 BOSS 等多个大型软件测试项目，在自动化测试技术方面具有丰富项目经验，51Testing 软件测试培训高级讲师）

编辑部成员：张晓晓 张燕青

序

2012 年 1 月 8 日至 2 月 10 日，全球最大规模的“迁徙活动”浩浩荡荡地展开，www.12306.cn 成了全球最炙手可热的网站，每天高达数十亿次的点击量，平均刷新 500 次才能买到一张票。“一票难求”成了大量期盼回家过年的人最头疼的大事。

虽然铁道部一再想尽办法动足脑筋，可是网络购票难的问题始终没有解决。能从网上购买到一张回家的车票，真的是一件难如登天的事情。

为什么车票如此难买，网站如此难登？我觉得从本质上而言是设计者在最初乐观地估计了网站的访问量，致使网站的性能指标完全无法应对真实的用户需求。简而言之一句话：性能测试没有达标。

这次春运网上购票暴露出来的问题再次向我们敲响了警钟，如何有效地开展性能测试，如何有效地将性能测试融入到百姓的生活中去，是众多企业、众多测试从业者毕生追求的目标。

作为一名测试工程师，性能测试也是我所关注和关心的问题。如何发掘系统潜在的性能瓶颈，如何准确地定位瓶颈的所在位置，如何进一步提高系统的性能指标，也是我在不断学习和提高的。

在学习的过程中，一本好的教材往往可以起到融会贯通、醍醐灌顶的作用。虽然古语有云“师傅领进门，修行靠个人”。可是领进门这个工作，真的不容小觑，少走冤枉路，往往可以起到事半功倍的作用。一些好的方法，一些有用的经验总结，一些具体的工程实践，可以帮助我们更好地深入理解性能测试的内涵，从而不断地完善自己。

本书就是这样一把“利器”，由浅入深，从理论联系到实际，一步步深入地向我们剖析了性能测试的内涵。工具的使用只是一个开始，真正地了解系统的结构、协议、数据库等各方面的内容，才能让我们更好地完成作为一名性能测试工程师应尽的职责，从而成长为一名优秀的性能测试工程师。

“序”话不多，马上展开我们精彩的性能测试之旅吧。



永远支持你的老婆

沈蕾鸣

2012 年 1 月 28 日

前言

性能测试并不是一个很新的名词，但自从 LoadRunner 进入国内并流行起来，带动了性能测试的潮流，一时间测试人员的口边已经离不开这个 HP 的性能测试神器。如果你不会使用它进行性能测试，出门都不好意思和同行打招呼，似乎掌握了该工具就成为了测试的资深专家。可以说性能测试的流行从某些角度也反映了国内软件测试技术的进步，从过去的手工化功能测试逐步开始涉及通过编程的方式对系统进行功能测试，从而进一步地开展性能测试。

为什么写这本书

在游戏中身为一个 DPS 总是不断地在天赋、装备属性、输出手法、站位、技能优先级等问题上反复琢磨调优，力争成为该职业的高手。在不同的论坛会参考别人的推荐来选择 BIS（最优配置装备）、合适的天赋、最佳的重铸属性，熟悉和计算各种技能的优先级，在战斗的过程中动态监控各种 BUFF 和 DEBUFF 来让自己的核心技能能够在最合理的时间爆发并且获得最大利益。当每次实战时都能看到自己的 DPS 牢牢地处于榜首，那种感觉是妙不可言的。与职业玩家的互相交流，探讨心得可以更好地选择不同技能应对不同的战斗，性能测试及调优就这样在游戏中淋漓尽致地闪耀着光芒。当去指导朋友如何玩好这复杂的职业时，需要使用很多策略来让他了解游戏的逻辑本质，掌握技能的意义及优先级排列，并在战斗中合理应用。

而另一方面对于软件来说，性能测试、调优又是如此雷同而又复杂。看过很多性能测试方面的书，也在论坛上不断地解决各种问题，但总会发现新手问题反复发，高手问题无人解的问题，而企业中的各种问题也大同小异，仔细一看其实在很多书中都有介绍。在上一本《性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战》中介绍了 LoadRunner 9.1，后两年中并没有看到市面上有关 LoadRunner 11 的图书，而这两年中自己也有很多新的理解和对于部分章节描述的补充，在老婆的鼓励和支持下这本书就诞生了。限于作者的经验和水平，书中的不足和纰漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

疑问和建议可以访问笔者的 BLOG：<http://www.51testing.com/?104>

本书面向的读者

本书并不是完全为初学者设计的，因为性能测试本来就不是一个新人能够涉及的内容，想要掌握性能测试需要多年的测试基础及广泛的知识面。这里需要读者具备一定的动态页面开发基础及 Linux 系统和数据库基本操作能力。

对于一个刚刚涉及性能测试的朋友来说，这本书可以解答你遇到的所有问题，虽然刚开始看会稍显吃力，但随着逐步的深入会越来越轻松。对于已入门的朋友，在简单地了解性能测试基础及 LoadRunner 的实现原理后，本书的深度会让你进一步看透一些朦胧的东西。而对于高手

来说，项目的实施策略、扩展工具的辅助及特殊的脚本开发可以帮助你进一步扩展思路。

相对于上一本《性能测试进阶指南》来说本书做了大量篇幅的修改，强化了很多细节的知识，将部分基础知识进行了精简。对于基础较差的入门级读者，建议先阅读笔者的一本《性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战》以熟悉基础知识，从而降低阅读中的困难。

本书作者

陈霁，51Testing 论坛中 ID 为云层，集上海人和四川人的优缺点于一身，常常被朋友指责为典型处女座。自认公司内皮肤最白，经常被学员笑称“云版”或“棉花糖”老师，现任 51Testing 高级讲师，主攻性能测试。

2001 年至 2004 年在多家软件公司任职测试工程师，在底层摸爬滚打多年，对各种类型的软件测试都有所涉及。

2004 年至 2007 年在 Gameloft 上海部曾任测试经理、SQA 及 SCM。

2007 年中加入 51Testing 任职高级讲师，负责软件测试培训、咨询、企业应用解决方案等工作。

本书结构

本书分为 8 章、5 个，其内容如下表所示。

篇	章 节	内 容 介 绍
基 础 篇	第 1 章	性能测试基础，主要是为初学的朋友介绍简单的性能测试原理及相关知识
工 具 篇	第 2 章	LoadRunner 综述，全面介绍了 LoadRunner 工具的组成、安装及性能测试协议基础
	第 3 章	用户行为模拟，详细介绍了如何录制用户行为生成脚本并进行脚本开发，实现完美的用户行为模拟
	第 4 章	负载生成及监控 Controller，使用该工具实现场景设计及系统监控
	第 5 章	数据收集分析 Analysis，如何使用该工具对场景负载后的数据进行整理分析
实 战 篇	第 6 章	性能测试实战，通过对流行系统进行一次真实的性能测试，全面介绍在工作中如何进行性能测试的需求分析、测试设计、脚本开发、环境搭建及各种性能分析的方法
	第 7 章	性能测试组织，介绍企业中性能测试团队及版本控制自动化性能测试策略
	第 8 章	高级脚本开发，除了介绍常见的 AJAX、Windows Sockets 以外，还提供了基于开心网、Flex、Web Service、Sliverlight、Java Vuser、.Net Vuser、SMTP/POP 等比较特殊的开发案例
附 录	附录 A	常见 HTTP 请求返回简介
	附录 B	几款性能测试工具入门速成
	附录 C	常见 LoadRunner 问题索引
	附录 D	常见性能测试工具
	附录 E	常用文档模板
	附录 F	基于 XAMPP 测试环境搭建

从本书能收获什么

对于读者来说,通过本书的学习可以完全掌握 LoadRunner 11 的各种功能,并了解性能测试的实施过程,做到理论联系实际。本书中所有的例子都可以在本地或者权威网站进行实践,包括项目实践的所有内容也可在本地完成,从而真正实现自学成才。虽然本书是介绍如何使用 LoadRunner 这一性能测试工具来进行性能测试的,但是书中还穿插了大量的辅助工具,从而弥补了 LoadRunner 自身工具的不足;在实战阶段提供了详尽的性能需求分析方法、测试数据构造方式、性能测试分析方法及性能测试团队构建方式,让菜鸟迅速成长为高手。

致谢

测试做久了总习惯挑别人毛病或者具备一点完美主义精神,看了很多论坛上的提问和市面上的书籍后,我自信地认为能写本“比别人好点的书”。当开始执笔时,一本“完美”的书一直压迫得我喘不过气来,经过多次辗转,最终这个相对“完美”的版本没有胎死腹中,这里不得不感谢那些在这些年中和我互相学习分享知识的朋友。

对我来说最幸福的事情是在进入高中时拥有了一台小小的学习机,当第一次接触到键盘,第一次编写 BASIC 小程序时仿佛失了魂,按照现在的说法也就是“宅”了。这里要感谢我的父母,他们并没有阻止我沉迷于计算机之中,从而让我找到了自己的兴趣,并进一步将兴趣转化为了职业。

第一次接触软件测试是在 2001 年,作为一名刚毕业、自我感觉良好的大学生,我只身来到了上海。四处碰壁后“委身”于一家软件公司任职测试工程师,就这样误打误撞地进入软件测试行业,多亏当时面试我的原 IBM 测试经理田芳女士给了我这样的机会。“师傅领进门,修行靠个人”,待我明白这个道理并奋发努力后,在 Wang Sheng 和 Steven Ye 的栽培下我逐渐成为了独当一面的测试经理。

加入 51Testing 对我来说是个不小的转变,作为原 Etang 的 SQA 和 Gameloft 的测试经理,游戏测试及管理 and 软件测试还有一条不小的鸿沟,而性能测试以前并不是我的主攻方向,期间受到 Sincky、海龙、老朴、徐林林的细心指点,使我对性能测试的理解逐步加深,也逐渐接过了性能测试培训的教鞭。

在本书的编写过程中,宋锋、徐林林、田威峰、刘德宝、邓强等老师都在各个方面给予了我很多支持。为了给我更多的闭关写书的时间,小师妹和师弟不得不帮忙顶了很多课

程，在此表示感谢。网上的很多朋友给了我很多知识点和参考案例，这里需要感谢一下 QQ 群中的 Fin、Mike、土匪、千里、友船、一个人、Yettie 等几大版主和热心网友帮助我完成了 Beta 版本的测试工作，并在校稿中做了很多的工作，包括内容的收集、评审和整理，在此表示感谢。

参与本书编写的人员有王威、王琰、朴春龙、邓强、周峰、周春江、徐林林、商莉、宋锋、宋光照、刘德宝、李波等。

最后还是要感谢一下亲爱的老婆，写书这段时间让你多费心了，这是一本为你而写的书。

陈 霁

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

基础篇

第 1 章 性能测试基础 1

1.1 性能测试工程师的标准及挑战 1

1.1.1 性能测试工程师的考评指标 1

1.1.2 性能测试工程师的挑战 3

1.2 性能测试基础 4

1.2.1 性能定义 4

1.2.2 性能指标 13

1.2.3 单机与网络性能测试 14

1.2.4 性能测试的流程 15

1.2.5 性能测试招聘要求 15

1.2.6 性能测试学习阶段 16

1.3 性能分析与调优 17

1.3.1 性能分析及调优原理 19

1.3.2 常见系统性能瓶颈 27

1.3.3 性能测试的注意事项 35

1.4 小结 36

工具篇

第 2 章 LoadRunner 综述 37

2.1 LoadRunner 简介 37

2.2 LoadRunner 工具组成 40

2.3 性能测试原理 40

2.4 自动化测试工具和性能测试工具的区别 42

2.5 协议分析 42

2.5.1 HTTP 详细介绍 43

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

2.5.2	HTTP 报文结构	43
2.5.3	HTTP 请求	44
2.5.4	HTTP 应答	45
2.5.5	HTTP 捕获	46
2.5.6	HTTP 回放	48
2.6	安装	49
2.6.1	在 Windows 下安装 LoadRunner	52
2.6.2	安装 Load Generator	53
2.6.3	附加组件	56
2.6.4	LoadRunner License	57
2.7	LoadRunner 性能测试操作流程预览	58
2.8	小结	61
 第 3 章 用户行为模拟		62
3.1	VuGen 界面介绍	63
3.1.1	Tree 图形化模式	63
3.1.2	脚本模式	65
3.1.3	Output Window	65
3.2	录制用户行为	66
3.2.1	录制流程	66
3.2.2	协议选择	66
3.2.3	录制选项	67
3.2.4	开始录制	96
3.2.5	插入命令	96
3.2.6	结束录制	96
3.2.7	回放验证	97
3.2.8	录制回放常见问题	98
3.3	脚本开发	99

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

3.3.1	Action 简介	99
3.3.2	脚本如何注释	100
3.3.3	语言规则	100
3.3.4	如何使用模板	101
3.3.5	脚本的导入导出	102
3.3.6	脚本调试	103
3.4	通用选项 (General Options)	103
3.4.1	Parameterization 标签	104
3.4.2	Replay 标签	104
3.4.3	Environment 标签	105
3.4.4	Display 标签	106
3.4.5	Correlation 标签	107
3.5	运行设置 (Run-Time Setting)	107
3.5.1	Run Logic	108
3.5.2	Pacing	114
3.5.3	Log	115
3.5.4	Think Time	116
3.5.5	Additional attributes	117
3.5.6	Miscellaneous	118
3.5.7	Speed Simulation	119
3.5.8	Browser Emulation	119
3.5.9	Preferences	120
3.5.10	Download Filters	121
3.5.11	Data Format Extensions	122
3.6	参数化	122
3.6.1	参数化的操作	123
3.6.2	Parameter List 界面介绍	127
3.6.3	VuGen 中的参数	129

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

3.6.4	Controller 中的参数	135
3.6.5	同行取值 (Same line as)	140
3.6.6	参数类型	141
3.6.7	数据向导 (Data Wizard)	146
3.6.8	参数和变量	149
3.7	关联	161
3.7.1	关联原理	161
3.7.2	自动关联	166
3.7.3	手动关联	170
3.7.4	一边录制一边关联	171
3.7.5	关联函数 web_reg_save_param_ex 详解	172
3.7.6	关联函数 web_reg_save_param_regexp 详解	183
3.7.7	关联函数 web_reg_save_param_xpath 详解	185
3.7.8	关联函数的高级使用	187
3.8	检查点	196
3.8.1	文本检查点	198
3.8.2	自动检查点	199
3.8.3	图片检查点	200
3.9	事务	201
3.9.1	响应时间	201
3.9.2	添加事务	203
3.9.3	事务时间	205
3.9.4	手工事务	208
3.10	集合点	211
3.11	小结	213
第 4 章 负载生成及监控 Controller		214
4.1	设计场景	214

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

4.1.1 新建场景	214
4.1.2 负载生成器管理	225
4.1.3 用户管理	228
4.1.4 运行设置	228
4.1.5 IP 虚拟	229
4.1.6 场景运行原理	231
4.1.7 Service Level Agreement (服务品质保障)	233
4.2 系统监控	236
4.2.1 Scenario Groups (场景用户状态)	236
4.2.2 Scenario Status (场景运行状态)	238
4.2.3 计数器原理	238
4.2.4 计数器管理	240
4.2.5 SiteScope	247
4.3 场景运行	248
4.4 QTP 脚本在场景中的运行	249
4.5 场景数据	250
4.6 小结	251
第 5 章 数据收集分析 Analysis	252
5.1 新建 Analysis 分析	252
5.2 Analysis Summary	253
5.2.1 Analysis Summary (场景的摘要)	253
5.2.2 Statistics Summary (场景状态的统计说明)	253
5.2.3 5 Worst Transaction (SLA 失败事务)	254
5.2.4 Scenario Behavior Over Time (场景行为综述)	254
5.2.5 Transaction Summary (事务摘要)	254
5.2.6 HTTP Responses Summary (HTTP 响应摘要)	256
5.3 Graphs (数据图)	256

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

5.3.1	Vusers (虚拟用户状态)	258
5.3.2	Errors (错误统计)	259
5.3.3	Transactions (事务)	259
5.3.4	Web Resources (网页资源信息)	262
5.3.5	Web Page Diagnostics (网页分析)	264
5.3.6	Network Monitor (网络监控)	269
5.3.7	Resources (资源监控)	270
5.4	图设置与操作	280
5.4.1	Merge Graphs (合并图)	281
5.4.2	Auto Correlate (自动定位瓶颈)	283
5.5	Transaction Report (事务报告)	286
5.6	SLA Report (系统阈值监控报告)	286
5.7	External Monitor (外部监控数据导入)	287
5.8	Cross with result (跨脚本横向比较)	289
5.9	生成测试报告	289
5.9.1	New Report (新建报告)	289
5.9.2	Report Templates (报告模板)	291
5.9.3	HTML 报告	292
5.10	小结	292

实战篇

第 6 章 性能测试实战 294

6.1	计划测试	295
6.1.1	分析系统阶段	295
6.1.2	定义测试目标	301
6.1.3	明确定义概念	321
6.1.4	编写性能测试计划	322

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

6.1.5 编写性能测试方案	326
6.1.6 编写性能测试用例	330
6.2 搭建测试环境	331
6.2.1 测试平台评估	331
6.2.2 数据生成	332
6.2.3 测试环境搭建手册	340
6.3 创建脚本	347
6.3.1 用户注册	347
6.3.2 用户查询	349
6.3.3 用户看帖	350
6.3.4 用户回帖	351
6.4 创建场景	359
6.4.1 场景设计	360
6.4.2 负载监控	361
6.5 运行场景	367
6.5.1 场景运行 Checklist	367
6.5.2 场景运行记录	368
6.6 分析性能数据	369
6.6.1 性能调优原理	369
6.6.2 前端性能分析	375
6.6.3 后端性能分析	382
6.7 性能测试报告	404
6.7.1 平台对比性能测试报告	406
6.7.2 Phpwind85 性能分析报告	414
6.7.3 DiscuzX2 VS Phpwind85 性能对比报告	436
6.7.4 Phpwind85 验收指标性能测试报告	446
6.7.5 Phpwind85 压力测试报告	450
6.8 小结	454

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 11 实战

第 7 章 性能测试组织	455
7.1 性能测试团队	455
7.2 性能测试流程分工	456
7.3 配置管理	457
7.4 性能测试自动化	463
7.5 小结	467
第 8 章 高级脚本开发	469
8.1 AJAX	469
8.1.1 使用 HTTP/HTML 模式开发 AJAX 脚本	472
8.1.2 使用 Click and Script 模式开发 AJAX 脚本	477
8.1.3 使用 TruClient 模式开发 AJAX 脚本	480
8.2 本地动态 JS Session	482
8.3 基于域权限的登录	492
8.4 Flex	494
8.5 Silverlight	508
8.6 Web Service	514
8.6.1 基于 WSDL 的调用	514
8.6.2 基于 SOAP 的调用	518
8.6.3 基于 HTTP 的调用	521
8.6.4 基于 Windows Sockets 的调用	524
8.6.5 扩展 Oracle 数据库性能测试	527
8.7 Windows Sockets	531
8.8 E-mail (SMTP/POP3)	539
8.9 FTP/HTTP 混合协议	545
8.10 .NET Vuser	549