



性能测试 进阶指南

——LoadRunner 9.1实战

51Testing软件测试网 组编 陈霖 牛霜霞 龚永鑫 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

测试实践丛书

51 testing

软件测试网作品系列

性能测试 进阶指南

——LoadRunner 9.1实战

51Testing软件测试网 组编 陈霁 牛霜霞 龚永鑫 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

本书作为国内唯一一本基于 HP LoadRunner 9.10 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 工具三大部分(Virtual User Generator、Controller、Analysis)分别是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进行真实案例的介绍。

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 9.1 实战 / 51Testing 软件测试网组编;陈甯,牛霜霞,龚永鑫编著.
北京:电子工业出版社,2009.12
(测试实践丛书)
ISBN 978-7-121-09821-5

I. 性… II. ①5… ②陈… ③牛… ④龚… III. 性能试验—软件工具, LoadRunner—指南 IV. TP311.56-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 201977 号

责任编辑:李 冰

文字编辑:江 立

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:28 字数:660 千字

印 次:2009 年 12 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:52.00 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 zlts@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（具备多年软件开发经验和软件测试工作经验，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）

王海龙（Mercury 认证 CPC，对自动化测试有深入的研究和丰富的实战经验，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）

吴晓红（具备多年的软件测试工作经验，对测试技术与测试流程及测试管理有丰富的经验及深刻的认识，51Testing 软件测试培训高级讲师）

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

陈文广（谙熟软件测试流程，擅长自动化测试和性能测试，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（具备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）

编辑部成员：张晓晓 蒋玉鹂

序

系统规模持续增大，用户数量呈几何级数增长，因性能缺陷导致的事故往往影响范围更广，对企业信誉和品牌造成的负面冲击更加严重。日本证交所事故、北京奥运票务系统事故、上海福利彩票系统事故、上海“7-18”私车牌照拍卖系统事故……

这些事故时刻都在为系统的性能问题敲响警钟，因此如何有效开展性能测试成为众多企业、众多测试从业者关注的目标。

正在准备从事和已经从事性能测试的工程师都在努力地通过各种渠道提高自己的性能测试技能。在这种情况下，一本好书、一堂好课、一场同行间的切磋、一次论坛的PK，都能够帮助大家改进性能测试流程、方法、技术和实践。而且性能测试也被越来越多的企业高层管理人员所关注，企业在性能测试投入力度上也在不断加强。

我和云层老师经常在一起探讨性能测试方法、技术、发展等话题，并不断改进我们的授课内容和授课方式，力图向我们的客户传递最实用的性能测试技能。云层老师花费近一年时间，结合性能测试、实战经验和丰富的教学经验，完成了这本测试力作。图书内容力求实用、系统、易学，尽最大努力符合企业的实际需要。本书既可以作为初学者的入门书籍，也可以作为性能工程师的案头资料。

性能测试实践性极强，理论联系实际才是王道，建议读者在认真阅读本书的同时反复练习，达到成功完成实际性能测试项目的目的，成长为优秀的性能测试工程师。

闲话少“序”，翻过此页，精彩内容马上开始。

王海龙

2009年10月3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，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开发编程的方式对系统进行功能测试，而现在进一步地开展性能测试。

为什么写这本书

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。仔细一看很多书都有介绍，但是要么高深莫测要么缺乏实用性，而且出现了一年多的 LoadRunner 9.x 系列版本没有任何一本书来进行全面的介绍。在培训中，每次解决各种问题的同时都感到一点点厌倦，从而考虑把遇到的各种问题整理出来，随着整理过程的深入，我渐渐发现内容不少，而在朋友和同事的指引下，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。

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。

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，会越发轻松。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，工具的介绍和后面的脚本开发可以帮助你进一步扩展思路。

本书作者

陈霖，51Testing 论坛中 ID 为云层，集上海人和四川人的优缺点于一身。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 任职高级讲师一职，负责软件测试相关培训的授课工作。

牛霜霞，西安电子科技大学控制理论与控制工程专业硕士，ISO 及 CNAS 内审员，河南电力试验研究院高级工程师。具有多年从事软件开发、软件测试及质量管理工作的经验，负责过多个大型项目的设计、开发、测试及维护工作。

龚永鑫，计算机、通信工程双专业。曾在国内知名 IT 公司从事多年大型系统的研发工作，对复杂系统的性能瓶颈定位和规避有着独特的视角。后加盟中国移动从事 IT 系统运营管理工作，所设计的信息管理系统、卫星地面站监控系统、变更管理平台多次获得省部级和通信协会科技创新奖项，作为核心设计人员设计的业务运营支撑系统，已是中国移动六个省份核心生产系统。

本书由陈霁、牛霜霞、龚永鑫共同编写，其中陈霁负责第 1 章至第 7 章的编写工作，牛霜霞负责第 1 章、第 2 章、第 5 章、第 7 章部分内容及附录部分（共计约 5 万字）的编写工作，龚永鑫参与部分章节的修改、编写工作。

本书的结构

本书分为 7 章，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
	第 2 章	综述，全面介绍了 LoadRunner 工具的组成、安装及性能测试协议基础
工具篇	第 3 章	性能测试用户行为模拟工具 VuGen，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	性能测试负载生成工具 Controller，使用该工具实现场景设计及系统监控
	第 5 章	性能测试分析工具 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 Discuz 论坛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	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、SMTP/POP 等比较特殊的开发案例

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 9.1 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，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一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，作为一个刚毕业、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，而在不如意的那段时间里飞雨给了我很多鼓励和人生规划上的指导。

加入 51Testing 对我来说是个不小的转变，作为原 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。而海龙作为我的老师，本书的很多思想流程也是继承于他，正是因为海龙“忙”而我“闲”，才会由我代笔完成了本书所有的编写工作。

在本书的编写过程中，周春江、宋锋、吴晓红、陈文广等老师都在各个方面给予了我很多支持。最后还要感谢可爱的学员们，在我授课的过程中给了我不少有用的建议和灵感。而学员 Lucia、井淼、牛敏、方闻、小虫虫帮助我完成了 Beta 和 RC1 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。

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

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 4

1.2.2 性能指标 13

1.2.3 性能分析及调优 14

1.2.4 单机软件性能与网络架构软件性能 18

1.2.5 性能测试的流程 18

1.2.6 性能测试的注意要点 19

1.2.7 性能测试招聘要求 20

小结 21

第 2 章 LoadRunner 综述 22

2.1 LoadRunner 简介 22

2.2 LoadRunner 工具组成 25

2.3 性能测试原理 25

2.4 自动化测试工具和性能测试工具的区别 27

2.5 协议分析 27

2.5.1 HTTP 详细介绍 27

2.5.2 HTTP 报文结构 29

2.5.3 HTTP 请求 30

2.5.4 HTTP 应答 31

2.5.5 HTTP 捕获 32

2.5.6 HTTP 回放 33

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

2.6 安装	34
2.6.1 在 Windows 下安装 LoadRunner	36
2.6.2 安装 Load Generator	36
2.6.3 附加组件	40
2.6.4 LoadRunner License	40
2.6.5 测试环境的安装	41
2.7 LoadRunner 性能测试操作流程预览	42
小结	44
第 3 章 用户行为模拟	46
3.1 VuGen 界面介绍	47
3.1.1 Tree 图形化模式	47
3.1.2 脚本模式	48
3.1.3 Output Window	48
3.2 录制用户行为	48
3.2.1 录制流程	48
3.2.2 协议选择	48
3.2.3 录制选项	50
3.2.4 开始录制	63
3.2.5 插入命令	63
3.2.6 结束录制	63
3.2.7 回放验证	64
3.2.8 录制回放常见问题	65
3.3 脚本开发	66
3.3.1 Action 简介	66
3.3.2 脚本如何注释	66
3.3.3 语言规则	67
3.3.4 如何使用模板	68

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

3.3.5 脚本的导入导出	69
3.3.6 脚本调试	69
3.4 通用选项 (General Options)	70
3.4.1 Parameterization 标签	70
3.4.2 Replay 标签	71
3.5 运行设置 (Run-Time Setting)	74
3.5.1 Run Logic	74
3.5.2 Pacing	78
3.5.3 Log	78
3.5.4 Think Time	80
3.5.5 Additional attributes	81
3.5.6 Miscellaneous	82
3.5.7 Speed simulation	83
3.5.8 Browser Emulation	83
3.5.9 Preferences	84
3.6 参数化	85
3.6.1 参数化的操作	86
3.6.2 Parameter List 界面介绍	91
3.6.3 VuGen 中的参数	93
3.6.4 Controller 中的参数	100
3.6.5 同行取值 (Same line as)	105
3.6.6 参数模拟 (Simulate Parameter)	106
3.6.7 参数类型	106
3.6.8 数据向导 (Data Wizard)	114
3.6.9 参数和变量	117
3.7 关联	122
3.7.1 关联原理	122
3.7.2 自动关联	128

目 录

CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

3.7.3 手动关联	131
3.7.4 一边录制一边关联	132
3.7.5 关联函数 web_reg_save_param 详解	134
3.7.6 关联函数的高级使用	143
3.8 检查点	149
3.8.1 文本检查点	151
3.8.2 自动检查点	153
3.8.3 图片检查点	154
3.9 事务	154
3.9.1 响应时间	154
3.9.2 添加事务	157
3.9.3 事务时间	160
3.9.4 手工事务	162
3.10 集合点	165
小结	167
第 4 章 负载生成及监控 Controller	168
4.1 设计场景	168
4.1.1 新建场景	168
4.1.2 负载生成器管理	179
4.1.3 用户管理	181
4.1.4 运行设置	181
4.1.5 IP 虚拟	183
4.1.6 场景运行原理	185
4.1.7 Service Level Agreement (服务品质保障)	186
4.2 系统监控	188
4.2.1 Scenario Groups (场景用户状态)	189
4.2.2 Scenario Status (场景运行状态)	190

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

4.2.3 计数器原理	190
4.2.4 计数器管理	192
4.2.5 SiteScope	197
4.3 场景运行	199
4.4 QTP 脚本在场景中的运行	199
4.5 场景数据	200
小结	201
第 5 章 数据收集分析 Analysis	202
5.1 新建 Analysis 分析	202
5.2 Analysis Summary	203
5.2.1 Analysis Summary (场景的摘要)	203
5.2.2 Statistics Summary (场景状态的统计说明)	203
5.2.3 5 Worst Transaction (SLA 失败事务)	204
5.2.4 Scenario Behavior Over Time (场景行为综述)	204
5.2.5 Transaction Summary (事务摘要)	205
5.2.6 Service Level Agreement Legend (SLA 图标说明)	206
5.2.7 HTTP Responses Summary (HTTP 响应摘要)	206
5.3 Graphs (数据图)	207
5.3.1 Vusers (虚拟用户状态)	208
5.3.2 Errors (错误统计)	209
5.3.3 Transactions (事务)	210
5.3.4 Web Resources (网页资源信息)	212
5.3.5 Web Page Diagnostics (网页分析)	214
5.3.6 Network Monitor (网络监控)	218
5.3.7 Resources (资源监控)	219
5.4 图设置与操作	230

目 录

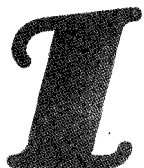
CONTENTS

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

5.4.1 Merge Graphs (合并图)	230
5.4.2 Auto Correlate (自动定位瓶颈)	232
5.5 Transaction Report (事务报告)	235
5.6 SLA Report (系统阈值监控报告)	237
5.7 External Monitor (外部监控数据导入)	238
5.8 Cross with result (跨脚本横向比较)	240
5.9 生成测试报告	240
5.9.1 创建 HTML 报告	241
5.9.2 创建 Word 报告	241
5.9.3 创建水晶报表	241
小结	243
第 6 章 性能测试实战	244
6.1 性能测试流程	244
6.1.1 计划测试	244
6.1.2 创建脚本	278
6.1.3 创建场景	292
6.1.4 运行场景	296
6.1.5 分析性能数据	297
6.1.6 性能测试报告	321
6.2 性能测试组织	343
6.2.1 性能测试团队	343
6.2.2 性能测试流程分工	345
6.2.3 配置管理	346
6.2.4 性能测试自动化	349
小结	352

性能测试进阶指南——LoadRunner 9.1 实战

第 7 章 高级脚本开发	353
7.1 AJAX	353
7.2 开心网咬人游戏	364
7.3 基于域权限的登录	375
7.4 FLEX	376
7.5 Windows Sockets	386
7.6 E-mail (SMTP/POP3)	395
附录 A 常见 HTTP 请求返回简介	403
附录 B LoadRunner 9.5 简介	406
附录 C 常见 LoadRunner 问题索引	407
附录 D 常见性能测试工具	409
附录 E 常用文档模板	417
参考资料	432



第 1 章

性能测试基础

软件测试逐步成为软件开发过程中一个必不可少的环节，随着功能测试的必要性被认可，自动化测试和性能测试也逐步崭露头角。

我们经常会抱怨浏览网页慢、下载文件慢，其实这都是属于性能问题。用户在得益于功能方面的质量提升后，开始对性能有了新的认识和要求，而性能测试并不像功能测试那样可以“低门槛”进行。性能测试的本质是通过编写一个程序去测试另外一个程序，而正是有了这个相对的“高门槛”，性能测试便成了一个“高薪”、“高技术含量”的工作，新人在看到高手指点江山（性能测试）时，充满了羡慕的眼神，摩拳擦掌准备进入这个行业。

在开始从事性能测试工作之前，我们先来看看这个职位的考核标准和面临的挑战。

1.1 性能测试工程师的标准及挑战

当你掌握了性能测试的基本技能，接着就需要找到一家合适的企业，通过劳动换取经济上的回报，那么通常公司如何去招聘一个性能测试工程师，并如何进行绩效考评呢？即性能测试工程师应该达到的工作目标到底是什么？

1.1.1 性能测试工程师的考评指标

在介绍性能测试之前，我们回想一下功能测试的考评和工作内容。如果你是一名功能测试经理，该如何考评你的员工呢？

当软件测试刚刚进入中国时，我们对测试的理解是通过模拟用户执行，发现用户可能遇到的问题，而缺陷的数目成了考评的唯一指标。

例如 PM（Project Manager）规定，每个测试人员每天都要发现 10 个以上的缺陷，否

则说明他在工作态度和工作能力上有一定的缺陷。

综上，作为一名功能测试工程师，其考评要求可以归结为一条，那就是测试通过的软件不会被用户发现严重的缺陷。

而现在，软件测试逐渐正名，我们对测试的理解从证明软件没有错误变为证明软件具备一定的质量，而功能测试工程师的考评标准也随之发生了变化。

功能测试工程师的考评指标主要有以下几点：

1. 缺陷数目

缺陷的数目虽然不能作为主要的考评指标，但是从某一个角度也说明了测试工程师发现问题的能力。在成熟的软件开发公司中，我们能够通过历史数据生成的缺陷质量模型准确预估缺陷数目。如果你发现的缺陷数量明显低于预估，则说明你的工作可能存在一定问题。

2. 缺陷质量

有量没有质是不行的，由于计件制的压迫，测试人员往往为了达到数目上的指标而凑缺陷，数目是够了，但是所提的缺陷都是鸡毛蒜皮的事情，缺陷的危害等级和优先级都较低，那么对软件质量的提升效果会相对较差。

在缺陷的质量中包含两个概念：

- 缺陷的严重等级和优先级
- 对缺陷的描述

3. 工作态度

测试工作是一个很容易“偷懒”的工作，是需要个人积极主动、追求完美的工作，对于测试工程师，只有具备善于交流、积极主动、“视公为私”的态度才能对被测对象负责。

4. 工作效率

在较短的时间内是否能够高质量完成上级布置任务的能力。

5. 文档编写

过去所谓的软件测试工程师只是软件测试执行工程师，现在被称为 **Tester**。现在测试工程师还需要进行测试计划、测试方案及用例等文档的编写工作。

6. 团队协作能力

7. 其他相关技能

性能测试在国内刚刚开始流行。一个公司招聘性能测试工程师的主要目的是通过对产品进行专业的性能测试，获得一份性能测试评估报告，从而向用户证明本产品能够满足预期的性能需求。

随着性能测试职位的逐渐成熟，对这个职位的要求也越来越严格，性能测试的目的不仅仅是为了获得当前系统的性能评估，而是希望进一步通过性能测试发现系统性能瓶颈并修复性能问题。而性能问题的修复成本一般相对较高，如何使用最低的成本换取最高的性能，从而在性价比上找到黄金分割点，将是性能调优的重点。

性能测试工程师的考评指标会包括以下内容：

1. 是否能够独立开发脚本

能否使用一种或多种性能测试工具完成用户行为的模拟脚本开发工作。

2. 能否对需求进行性能分析并获得性能需求

任何测试都是基于需求的。作为一名性能测试工程师，需要具备一定的性能需求分析