

让复杂变成简单，
让简单成为行动！



性能测试 从零开始

——LoadRunner入门与提升

主 编 柳 胜 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

169
51 testing
软件测试网作品系列

性能测试 从零开始

——LoadRunner入门与提升

51Testing软件测试网 组编 柳 胜 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

LoadRunner 是一个内涵丰富、功能强大的性能测试工具,这是许多专业人士选择它的原因。初学者面对许多的性能测试概念和 LoadRunner 专业术语,常常感到无所适从,这是因为 LoadRunner 作为软件性能测试的实现者,涉及了软件测试及软件体系架构众多方面的知识。可以说,学习 LoadRunner 是理解和学习软件性能测试的非常好的切入点。

本书作为 LoadRunner 的入门教材,其宗旨是将性能测试的要点、LoadRunner 术语一一罗列并分析,并通过对 LoadRunner 的介绍,深入浅出地把这些概念和知识点展现给读者。通过学习本书,可以学会使用 LoadRunner 做性能测试。第 1~7 章,奠定性能测试和 LoadRunner 的理论基础,其中第 4 章讲述了 LoadRunner 脚本语言基础。第 8~10 章,通过实际案例来活学活用,总结和提取最佳性能测试实践,并介绍 LoadRunner 的使用技巧。第 11 章是性能量化分析模型,能够指导用户在性能测试过程中从定性到定量分析的转变。第 12 章对当前最前沿的性能测试框架做了一个前瞻分析,为有志于在性能测试领域深造的朋友提供参考思路。

本书可作为刚进入性能测试领域的测试工程师的入门参考书,对已经有一定工作经验的朋友来说,也是一本整理思路、融会贯通的总结笔记。

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

性能测试从零开始: LoadRunner 入门与提升 / 柳胜编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.3
(测试实践丛书)

ISBN 978-7-121-12732-8

I. ①性… II. ①柳… 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 (2010) 第 264253 号

责任编辑: 李 冰

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

装 订:

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: 787×980 1/16 印张: 23 字数: 351 千字

印 次: 2011 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 50.00 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。

什么是软件性能测试？

为什么要做软件性能测试？

如何做软件性能测试？

如果你碰到这三个问题，或者对它们还不太清楚，那么这本书对您来说是一个很好的机会去获得这些问题的答案，本书作者柳胜将和您一起畅游软件性能测试的思海。

《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)

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)

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 霁 (ISO 内审员, 积累了丰富的测试和管理工作经验, 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)

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)

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)

袁艳丽 (高级人力资源管理师, 具有丰富的计算机培训经验, 曾编写教材《系统建模与仿真》, 并参与了大连实德等多家企业的大型信息化软件实施和测试工作)

编辑部成员: 张晓晓 张燕青

前 言

以工具为切入点，剖析性能测试相关理念；以 LoadRunner 为基础，逐步进阶性能测试实战技能。这是本书上一版到现在始终贯彻的写作风格和宗旨。事实上，广大读者已经通过市场证明我们当时的坚持是正确的，首版一售而光，加印，又售罄，这也是对我们努力工作最大的肯定和鼓励。

从上一版到现在三年的时间里，图书在帮助越来越多的读者进入性能测试领域的同时，包括读者在内的业界同行们也在创造着中国软件性能测试的历史。三年前，性能测试以验证软件系统是否达到相关性能指标为主要目的，而现在，性能测试不仅要找出瓶颈，还要诊断它为什么会存在，甚至进一步预测系统上线后可能在何种情景下会出现性能拐点。这些变化标志着性能测试从定性分析进入到定量分析的时代。同时，定量分析也对我们性能测试人员提出了更高的要求，度量的定义，度量的采集到度量数据的分析，无不深入到被测系统的各个节点的每个层次。这些都需要人员扎实的基本功和广博的知识体系。可以说，LoadRunner 工具层面已经不能满足我们一个高质量、高效率性能测试方案的需求。

面对这些变化和 demand，基于上一版内容，本书新增两个较大的篇幅。第 11 章《定量分析及诊断——建立性能度量模型》和第 12 章《测试也开发——自开发性能测试框架》，如果说第 11 章是当前业界高质量性能测试方法策略的总结和归纳，那么第 12 章就是站在业界前沿对性能测试远景的一个前瞻和探索。这两章对于有志于在性能测试领域深造的朋友更具针对性的指导。

同时，在本书出版的同时作者也将和读者建立更多方式的交流渠道。读者可以通过访问作者的个人博客论坛，继续在线下保持长久的联系，获得更多的资源。包括作者定期发布的脚本程序、实战案例、免费框架、相关文档等。

本书的编写背景

LoadRunner 是一个内涵丰富、功能强大的性能测试工具，这是许多专业人士

选择它的原因。初学者面对许多的性能测试概念和 LoadRunner 专业术语，常常感到无所适从，这是因为 LoadRunner 作为软件性能测试的实现者，涉及了软件测试及软件体系架构众多方面的知识。可以说，学习 LoadRunner 是理解和学习软件性能测试的非常好的切入点。

本书既有深厚的性能测试理论的系统完整性，又有非常现实的实践指导意义，还可作为刚进入性能测试领域的测试工程师的入门参考书籍；对已经有一定工作经验的朋友来说，也是一本整理思路、融会贯通的总结笔记。

本书的特色：让复杂变成简单，让简单成为行动

本书的风格为思路清晰，通俗易懂，形象生动，其目的是能让读者迅速理解如下概念。

1. 什么是软件性能测试

一场庞大的性能测试演出正在进行，这里没有瞩目的男女主角，都是成千上万涌动的群众演员（并发用户）；没有华丽绚烂的剧本，只有细致缜密的情节安排（性能测试场景）；演至跌宕起伏之处无人喝彩，落幕又意味着新一场演出的开幕（分析调优）。这不是一出梦幻浪漫的咏叹调，更像是一场对百姓平凡生活的写实剧。

只是，这场写实剧还缺少一个最重要的灵魂角色——总导演，那么，你准备好了吗？

2. 什么是 LoadRunner

性能测试的庞大演出要能够顺利完成，需要众多的资源，有经验丰富的演员（图灵考验），能够处乱不惊（食客问题），要有逼真的道具（IP 虚拟欺骗），要有宽大的舞台（负载生成器），最重要的是还要保持团队精神和良好的组织纪律（场景创建和监控），并且善于总结和改进（analysis 分析器）。

以上括号内的解决方案均由 LoadRunner 厂商提供友情赞助。

3. 本书的思路地图

性能测试中需要明确的问题	本书的答案
软件的性能测试对于你意味着什么	用户眼里的性能（第 1 章） 开发人员眼里的性能（第 1 章） 测试人员眼里的性能（第 1 章） 性能测试策略揭秘（第 1 章）
怎样迅速有效地规划和开展一个性能测试	性能测试最佳实践（GAMEA 模型）（第 1 章） 善其事利其器——工具的选择（第 1 章）
为什么是 LoadRunner	性能测试到 LoadRunner 的映射（第 2 章） LoadRunner 三大高手的联袂演出场景（第 3 章）
怎样使用 LoadRunner 实现你的性能测试目标	脚本语言基础（第 4 章） 玩转 LoadRunner 三大高手（第 5 章 VU、第 6 章 Controller、第 7 章 Analysis）
有没有 LoadRunner 案例可以参考	基于 SMTP 协议的 VU 脚本开发实战（第 8 章） 大型系统性能测试 GAMEA 模型实战（第 9 章） LoadRunner 高级应用技巧（第 10 章）
怎样规划高质量的性能测试	性能测试度量模型（第 11 章）
Loadrunner 已不能满足要求，怎么办	自开发性能测试框架（第 12 章）

4. 你能从本书得到什么

本书旨在培养新一代软件性能测试导演，使你具备如下良好的导演素质：

- 具有领导的能力，表现为能够自如掌控 LoadRunner。
- 具有全局的视角，表现为能够使用 GAME 模型迅速规划并开展一场演出，并且使其顺利完成，达到最好的效果。
- 具有实干的精神，表现为理论与实践相结合，本书有很多的实际案例供你借鉴参考。

关于本书作者

柳胜，硕士研究生专业即为软件性能测试自动化方向，有 8 年的测试工作经验，愿意通过 51Testing 平台将一些经验和体会与测试同行分享，助你成功即是我成功。

目 录

CONTENTS

性能测试从零开始

第 1 章 软件性能测试	1
1.1 什么是软件的性能	1
1.1.1 软件	1
1.1.2 软件性能的产生	4
1.1.3 功能与性能的关系	4
1.1.4 用户眼里的软件性能	6
1.1.5 软件人员眼里的软件性能	12
1.2 软件性能测试	16
1.2.1 性能测试在软件测试的周期位置	16
1.2.2 性能测试策略揭秘	20
1.3 如何做性能测试	23
1.3.1 Goal（定义目标）	26
1.3.2 Analysis（分析）	28
1.3.3 Metrics（度量）	29
1.3.4 Execution（执行）	30
1.3.5 Adjust（调整）	31
1.4 性能测试工具的评估和选择	32
1.4.1 测试预算 VS 工具价格	33
1.4.2 协议、开发技术、平台、中间件 VS 工具的支持	33
1.4.3 工具可使用的复杂程度 VS 项目计划的影响	34
第 2 章 第一次亲密接触 LoadRunner	35
2.1 从性能测试到 LoadRunner 的映射	35
2.2 LoadRunner 工作原理	38

目 录

CONTENTS

LoadRunner 入门与提升

2.3 安装 LoadRunner	41
2.4 揭开 License 的神秘面纱	42
第 3 章 走近 LoadRunner	44
3.1 LoadRunner 的运行原理	45
3.1.1 LoadRunner 三大高手	45
3.1.2 三大高手联手的一场性能测试盛大演出	48
3.2 LoadRunner 的录制原理	50
3.2.1 网络协议与 LoadRunner 的 Vuser	50
3.2.2 选择 LoadRunner Protocol 的两大定律	55
3.2.3 LoadRunner 录制技术	56
第 4 章 LoadRunner 脚本语言基础	62
4.1 C 语言与 LoadRunner 脚本	66
4.1.1 看不见的 main	67
4.1.2 全局变量与局部变量	71
4.1.3 在 LoadRunner 脚本里灵活使用 C 语言	74
4.1.4 高级——用户自定义函数	78
4.2 通用 VU 函数	81
4.2.1 事务和事务控制函数	82
4.2.2 命令行分析函数	83
4.2.3 系统信息函数	83
4.2.4 字符串函数	83
4.2.5 消息函数	84
4.2.6 运行时 (run-time) 函数	84

目 录

CONTENTS

性能测试从零开始

4.3	协议相关函数	85
4.3.1	HTTP 协议原理	85
4.3.2	HTTP 在 LoadRunner 的实现	86
第 5 章	VU——用户行为的模拟器	89
5.1	图灵试验与 LoadRunner VU 模拟奥秘	90
5.1.1	图灵试验场景	90
5.1.2	LoadRunner 模拟揭秘	91
5.2	录制脚本	94
5.2.1	选择协议	94
5.2.2	规划脚本结构	96
5.2.3	HTTP Vuser 中的 URL mode 和 HTML mode	96
5.2.4	查看日志	99
5.3	回放脚本	101
5.4	关联	102
5.4.1	录制前 Correlation (关联)	103
5.4.2	录制后关联	106
5.4.3	手动关联	109
5.5	脚本视图和树视图	113
5.5.1	树视图 (Tree View)	113
5.5.2	脚本视图 (Script View)	114
5.5.3	理解 Snapshot	115
5.6	事务、同步点和思考时间	115
5.6.1	Transaction (事务)	115
5.6.2	Rendezvous Point (同步点)	118

目 录

CONTENTS

LoadRunner 入门与提升

5.6.3	注释	119
5.6.4	Think Time (思考时间)	119
5.7	数据驱动——参数化 (Parameters)	121
5.7.1	为什么需要参数化	121
5.7.2	参数的创建	123
5.7.3	定义参数的属性	130
5.7.4	高级——从已存在的数据库中导入参数数据	136
5.8	检查点 (Check point)	142
5.8.1	为什么需要检查点	142
5.8.2	检查点实施之一: ContentCheck 定义	144
5.8.3	检查点实施之二: 检查函数	144
5.8.4	检查点设置技巧	147
5.9	高级——多 Action	147
5.10	高级——脚本错误处理机制	150
5.11	高级——脚本调试技巧	152
5.11.1	动态运行 (Animated run)	
	与非动态运行 (Non-Animated run)	152
5.11.2	日志设置	153
5.12	高级——编写脚本的最佳实践	156
5.13	VU 脚本运行成功后	157
第 6 章	Controller——性能测试的指挥中心	158
6.1	得到细化后的性能需求	159
6.2	设计性能测试场景	162
6.2.1	创建手工场景	164

目 录

CONTENTS

性能测试从零开始

6.2.2	百分比模式创建手工场景	173
6.2.3	创建面向目标场景	174
6.2.4	多 IP 的实现原理以及模拟	180
6.3	运行场景	183
6.3.1	场景控制	183
6.3.2	执行期间查看场景	191
6.3.3	监视场景	196
6.3.4	高级——用户自定义数据采集点	201
6.3.5	主要的计数器	203
6.3.6	实例——分析实时监视图表	211
6.4	场景运行后	213
6.5	高级——如何合理规划性能测试拓扑	213
6.5.1	选择最优的测试机配置	215
6.5.2	客户端 CPU 瓶颈估算	216
6.5.3	客户端网络瓶颈估算	217
6.5.4	客户端内存瓶颈估算	219
6.5.5	总评估	221
第 7 章 Analysis——寻找系统瓶颈的得力助手		222
7.1	Analysis 报告概要 (Summary)	223
7.1.1	概要部分	223
7.1.2	统计部分	224
7.1.3	事务统计	225
7.1.4	HTTP 响应统计	227

目 录

CONTENTS

LoadRunner 入门与提升

7.2	Analysis 标准图	227
7.2.1	Vuser 图	227
7.2.2	事务图	228
7.2.3	网页细分图	230
7.3	交叉结果和合并图	233
7.3.1	叠加	235
7.3.2	平铺	236
7.3.3	关联	236
7.4	生成测试报告	237
7.4.1	创建 HTML 格式报告	237
7.4.2	创建 Word 格式报告	238
7.4.3	高级——数据点报告	239
第 8 章 欲善其事先利其器——VU 脚本开发实战 240		
8.1	邮件服务 SMTP/IMAP 协议介绍	241
8.1.1	电子邮件的工作原理	241
8.1.2	SMTP 协议介绍	241
8.1.3	POP3 协议介绍	243
8.1.4	IMAP 协议介绍	244
8.2	VU 的 SMTP Vuser 对 SMTP 协议的封装及实现	244
8.2.1	使用 SMTP Vuser 录制 Outlook 2003 发送邮件	247
8.2.2	对 SMTP Vuser 录制生成的脚本进行分析	251
8.2.3	回放 SMTP Vuser 脚本并分析网络日志	253
8.3	VU Java Vuser 自开发 SMTP 程序	255

目 录

CONTENTS

性能测试从零开始

8.3.1 VU 创建 Java 模板虚拟用户	255
8.3.2 设置 Java 环境	257
8.3.3 在 Java Vuser 中开发 SMTP 发送 mail 脚本	258
8.3.4 参数化增强脚本	260

第 9 章 学以致用——一步一步做 Web 系统性能

测试	264
9.1 软件系统背景及架构设计介绍	264
9.2 性能要求和性能指标分析 (Goal 阶段)	267
9.2.1 性能指标	267
9.2.2 业务模型分析和需求细化	268
9.3 性能测试方案和用例设计 (Analysis 阶段)	268
9.4 性能测试各种度量的建立 (Metrics 阶段)	273
9.4.1 性能脚本的生成	273
9.4.2 定义用户行为	274
9.4.3 场景的设置与运行	274
9.4.4 计数器的设置与性能数据收集	276
9.5 运行场景, 得到测试结果和相关数据 (Execution 阶段)	277
9.5.1 脚本的开发	277
9.5.2 数据的生成	278
9.5.3 并发登录测试	279
9.5.4 负载测试	279
9.6 分析测试瓶颈 (Adjust 阶段)	280
9.6.1 并发测试结果分析	280

目 录

CONTENTS

LoadRunner 入门与提升

9.6.2	交易流程测试结果分析及性能评价	281
9.6.3	查询流程测试结果分析	281
第 10 章 循序渐进——进阶 LoadRunner 高手 282		
10.1	性能测试用例的设计策略	282
10.1.1	“普遍撒网，重点查看”的原则	282
10.1.2	保证数据的有效性	284
10.2	LoadRunner 高级功能的使用——Web Click Vuser	286
10.2.1	Web Click Vuser 的产生背景	286
10.2.2	Web Click Vuser 与传统 Vuser 的差别	286
10.2.3	使用 Web Click Vuser	286
第 11 章 定量分析及诊断——建立性能度量模型 291		
11.1	实现性能度量的准备工作	292
11.1.1	性能度量	292
11.1.2	度量方式	294
11.2	案例实践——性能测试第一阶段 Ajax 页面	
	基准性能分析	298
11.2.1	页面基准分析目标	298
11.2.2	分析所使用的工具	299
11.2.3	术语揭示	299
11.2.4	基准测试案例设计及运行	300
11.2.5	结果分析	305
11.2.6	优化建议	306
11.2.7	预测	306

目 录

CONTENTS

性能测试从零开始

11.3 案例实践：性能测试第二阶段 Ajax 系统负载测试	307
11.3.1 本轮测试目的	307
11.3.2 测试场景规划	307
11.3.3 负载测试案例分析	309
11.3.4 性能结果量化分析	312
11.4 总结	315
第 12 章 测试也开发——自开发性能测试框架	316
12.1 性能测试框架架构设计	317
12.1.1 技术考虑的准备	317
12.1.2 Automation Center 性能测试框架设计实例	319
12.1.3 定义 XML 格式的性能测试任务文件	325
12.1.4 Automation Center 性能测试调度运行	329
12.1.5 性能测试报告诊断系统	330
12.2 核心技术及具体实现方法	332
12.2.1 性能测试数据源格式定义	332
12.2.2 测试程序与性能测试框架的接口实现	336
12.2.3 测试任务克隆技术	339
12.2.4 多任务通信技术	340
12.2.5 Observer 性能监控技术	341
12.2.6 基于 XSL 技术的性能测试报告构建	344
12.3 总结	346
附录 A 有关 LoadRunner 的常见问题解答	347