信息科学与技术丛书 程序设计系列

LoadRunner

和软件项目性能测试

刘群策 编著

- 性能测试的各阶段
- LoadRunner 的安装和部署
- 使用 LoadRunner
- 协议脚本录制和编写
- 大型项目性能测试示例

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

信息科学与技术丛书
程序设计系列

LoadRunner 和软件项目性能测试

刘群策　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书是为性能测试人员设计、准备、执行和分析性能测试而编写的，既包含了一套行之有效的性能测试流程，又包含了领先的自动化性能测试工具 LoadRunner 的使用方法。

本书主要分为两个部分——流程方法篇和技术实现篇。流程方法篇分别从知识准备、测试设计、测试准备、测试执行和结果分析阶段，介绍了性能测试相关的理论知识和流程方法，包括考虑要点和可用的文档模板等。技术实现篇结合一个具体的 Web 应用系统，介绍了如何使用 LoadRunner 一步步地按照流程进行操作，包括录制脚本、脚本增强、场景配置执行和分析结果，对测试流程、方法进行了实际的验证，最后还介绍了其他协议的录制，并且通过一个实际大型项目的测试案例来帮助读者更好地理解本书内容。

本书可以作为性能测试流程、方法和 LoadRunner 工具使用的参考书。

本书适合质量经理、技术经理、测试管理人员和性能测试人员等读者阅读，也可作为大、中院校软件专业或培训机构性能测试相关的辅导书。

图书在版编目（CIP）数据

LoadRunner 和软件项目性能测试/刘群策编著. —北京：机械工业出版社，2007.9
（信息科学与技术丛书．程序设计系列）
ISBN 978-7-111-22345-0

Ⅰ. L… Ⅱ. 刘… Ⅲ. 性能试验－软件工具，LoadRunner Ⅳ. TP311.56

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 142176 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）
策 划：丁 诚
责任编辑：车 忱
责任印制：杨 曦
三河市宏达印刷有限公司印刷
2008 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·16.5 印张·406 千字
0001—5000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-22345-0
定价：25.00 元

凡购本图书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294
购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643
编辑热线电话：（010）88379739
封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息科学与技术的迅速发展，人类每时每刻都会面对层出不穷的新技术、新概念。毫无疑问，在节奏越来越快的工作和生活中，人们需要通过阅读和学习大量信息丰富、具备实践指导意义在图书，来获取新知识和新技能，从而不断提高自身素质，紧跟信息化时代发展的步伐。

众所周知，在计算机硬件方面，高性价比的解决方案和新型技术的应用一直备受青睐；在软件技术方面，随着计算机软件的规模和复杂性与日俱增，软件技术受到不断挑战，人们一直在为寻求更先进的软件技术而奋斗不止。目前，计算机在社会生活中日益普及，随着因特网延伸到人类世界的层层面面，掌握计算机网络技术和理论已成为大众的文化需求。由于信息科学与技术在电工、电子、通信、工业控制、智能建筑、工业产品设计与制造等专业领域中已经得到充分、广泛的应用，所以这些专业领域中的研究人员和工程技术人员越来越迫切需要汲取自身领域信息化所带来的新理念和新方法。

针对人们对了解和掌握新知识、新技能的热切期待，以及由此促成的人们对语言简洁、内容充实、融合实践经验的图书迫切需要的现状，机械工业出版社适时推出了“信息科学与技术丛书”。这套丛书涉及计算机软件、硬件、网络、工程应用等内容，注重理论与实践相结合，内容实用，层次分明，语言流畅，是信息科学与技术领域专业人员不可或缺的图书。

现今，信息科学与技术的发展可谓一日千里，机械工业出版社欢迎从事信息技术方面工作的科研人员、工程技术人员积极参与我们的工作，为推进我国的信息化建设作出贡献。

机械工业出版社

序

当群策请我来为本书作序时，我就想，怎样才能通俗易懂地把这本书的意义解析清楚呢？我马上想到了近期国内股市异常火爆的发展，以及和这种发展相关的几则银行基金系统性能出现问题的消息。对大多数人来说，这些消息只不过是饭后谈资，以说明当前股市的热度，但是对我们从事 IT 的专业人员来说，却是一个头痛而又熟识的挑战：如何保证我们开发的关键应用跑得又快又好，能够控制风险，确保公司的关键业务平稳运行？这些消息给了本书一个很好的注脚。本书介绍的性能测试方法，经验和工具从很大程度上会帮助用户避免类似的尴尬，或者更准确地说，是灾难（肯定有人要对此负责），从而让企业获益匪浅。

作者所服务的惠普公司是业务科技优化（Business Technology Optimization，BTO）领域的领导者。业务科技优化能够确保投入每一分投资、占用的每份资源以及部署的每种应用都能帮助企业实现不俗业绩，通过优化 IT 的技术成果，实现业务成果的优化。

惠普公司将业务科技优化软件产品分为多个优化中心（optimization center），构成业内最全面的 IT 管理软件套件。惠普性能中心（HP Performance Center）就是其中之一，它能够帮助性能测试人员根据业务需求分析和验证应用性能，同时降低与应用部署和升级相关的风险。

惠普 LoadRunner 软件是惠普性能中心的重要组成部分，是当今全球最广泛使用的一种测试解决方案。它使用定制生成的虚拟用户，支持对应用系统负载的形成，诊断问题，并按计划实现部署。这种结合了最终用户、系统层和代码层综合信息的方式极大地缩短了问题解决的时间。因此在 IDC 近年统计的全球自动化性能测试市场分析报告中，LoadRunner 占有 77%的市场份额，充分说明了它是自动化性能测试领域当之无愧的领导者和首选产品。LoadRunner 也因此几乎成了性能测试的代名词。

LoadRunner 深受广大国内用户的喜爱和肯定，在国内得到了广泛的使用，很多大型的金融、电信、政府等行业客户、开发商和集成商，都选择了 LoadRunner 作为性能测试的主要工具，利用 LoadRunner 进行日常的性能测试和分析工作。国内也有很多 LoadRunner 方面的技术和解决方案专家，他们活跃在各行各业的测试工作中，为中国软件的质量管理贡献着自己的力量。

随着 LoadRunner 在国内的普遍使用，陆续会有一些初学者投入到 LoadRunner 的使用中，LoadRunner 的熟悉者也希望能够对性能测试整个流程进行总结和系统了解，本书正是基于这些读者的需求，一方面为初学者提供了 LoadRunner 的具体使用指南，另一方面，总结了一套行之有效的、经过多项大型性能测试项目检验的性能测试流程，希望能够为渴望在性能测试领域“更上一层楼”的相关技术人员和管理人员提供参考。

我相信，本书一定能给那些初学者和渴望“进阶”的性能测试工作人员带来惊喜。不论读者是质量经理还是技术经理，是测试管理人员还是性能测试人员，都能够从此书中发现对自己有帮助的知识和技巧。因为本书不仅是一本简单的指南，更包含着作者在长期相关技术支持和服务实施工作中总结的经验和技巧，同时也涉及了很多相关书籍没有提及的部分技术。例如 LoadRunner 的 Socket 协议录制和端口映射技术，更是通过一个大型的性能测试项目实例，让读者能够很好地学习并掌握前面提及的性能测试流程。

在此，我感谢机械工业出版社辛勤、严谨的工作保证了本书的顺利出版和发行，使质量管理和软件测试业界同仁能够看到如此的一本好书，为 LoadRunner 在国内的广泛普及和有效使用提供了更多的参考和学习资源。

衷心希望此书能够得到广大读者的喜爱。

中国惠普有限公司软件部技术总监

蔡礼洪　博士

前　言

随着应用软件的性能和其商业价值的关系越来越紧密，性能测试也越发受到重视。目前，各大企业和软件开发商都逐渐认识到性能测试的作用，有的甚至建立了专门的部门和组织，对开发或者外包的项目进行性能测试，为产品验收和产品上线提供性能参考。

但是，在完成应用系统性能测试的过程中，究竟该遵循什么样的流程和方法？如何界定性能测试的范围？怎样的性能测试才是一次成功完成的性能测试呢？面对大型项目的测试，很多测试人员都会产生这样的疑问。

笔者长期从事测试工具的技术支持和服务实施工作，参与过很多大型项目的性能测试。在测试过程中，笔者发现目前国内在性能测试方面实战经验不足，而且有关这方面的参考书籍也很少，即便有，也只是局限于理论，不能很好地指导实际的性能测试工作，更不能将性能测试和自动化测试工具很好地结合起来，导致测试工作者往往不知道如何利用先进的测试工具，进行有效的性能测试工作。

笔者基于对自动化性能测试工具 LoadRunner 的掌握，结合自己在大型测试项目中积累的经验，从如何着手准备项目的性能测试开始，到如何利用 LoadRunner 执行测试以及测试后期如何分析，一步步地阐述了如何规划测试和使用 LoadRunner 实现测试，希望能为测试领域的同仁提供一定的帮助。

本书适用的读者

本书包括了性能测试的具体流程和检验方法，可以帮助质量经理和技术经理在实际的质量把关中做到心中有数，对开发测试团队、外包开发商和测试商，提出合理的验收标准。

本书为测试管理人员提供了可以参考的性能测试规划和实施步骤，测试管理人员可以依照本书提出的各阶段工作，结合企业内部的特点，适当地进行裁剪，从而制定出一套规范的性能测试流程。

本书介绍了 LoadRunner 脚本录制中常用的知识和技巧，可以帮助性能测试人员熟悉 LoadRunner 的常用操作，快速掌握录制脚本的知识和性能测试过程中的常用方法和步骤，提高他们的脚本制作、测试执行和结果分析能力。

本书适用的项目类型

本书主要以 Web 应用为例，但是提供的测试过程规划和考虑也同样适用于其他各类系统，所不同的只是脚本部分需要参考 LoadRunner 的相关协议的脚本录制帮助。

致谢

在本书写作过程中得到多方面的帮助，指导和支持。首先感谢机械工业出版社给了我出版的机会；其次感谢我深爱的妻子，是她给我不断的鼓励，并且作为第一个读者，提出了很多修改和完善的建议；最后要感谢那些曾经和正在和我一起奋斗的同事们和朋友们，每次想起你们的笑容，总会让我觉得精神为之一振，希望一起能够为测试事业做出一份贡献。

鉴于笔者才疏学浅，书中难免有疏漏和错误，欢迎读者批评指正。

本书中涉及的自动化性能测试工具 LoadRunner 是惠普公司的软件产品。

本书中在 LoadRunner 产品的安装和使用说明中参考了以下相关文档：

《LoadRunner 安装指南》；《LoadRunner 虚拟用户生成器用户指南》；《LoadRunner 控制器用户使用指南》；《LoadRunner 监控器用户使用指南》；《LoadRunner 分析器用户使用指南》。

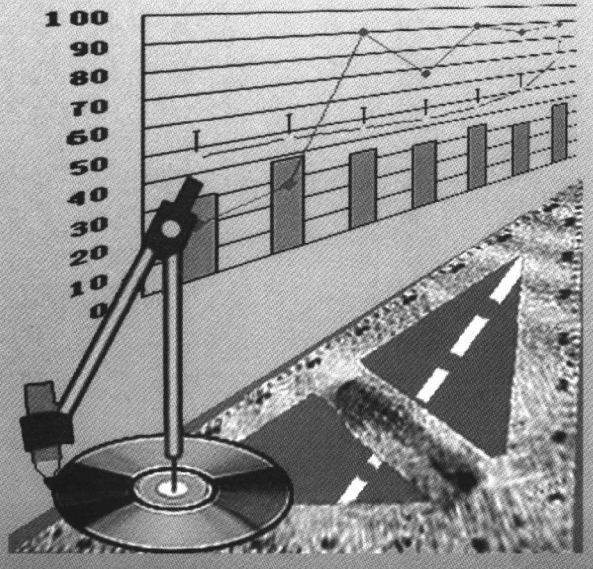
编　者

目　录

第1篇

流程方法篇

* 准备知识
* 测试设计阶段
* 测试准备阶段
* 测试执行阶段
* 测试分析阶段
* 测试后期准备任务表



第1章 准备知识

1.1 性能测试

作为一名测试管理人员或者测试人员，可能会遇到这样的情况：某一天领导或者项目组的开发人员找到你，说“希望你们对某某系统做一下性能测试”，然后就没有更进一步的需求可提供了，一切等待你来决定测试什么，怎么测试和输出什么结果。他们可以这样含糊地提出需求，但是作为专业的测试人员的你，却需要对性能测试有确切的了解。

那么，什么是性能测试呢？

性能测试目前没有确切的定义，一般认为，性能测试就是一个测试过程，指的是在一定约束条件下（指定的软件、硬件和网络环境等）确定系统所能承受的最大负载压力。通过性能测试，可以实现以下一个或者几个目标：

- 判定软件是否满足预期的性能需求（如果设计时有性能需求并且性能需求合理）。
- 判定软件的性能表现。
- 寻找软件可能存在的性能问题，定位性能瓶颈并解决问题。

我们来分析一下以上的定义，首先，性能测试是一个测试过程，应该符合软件测试的规范，即应该有测试需求和测试案例，应该有生成缺陷及缺陷修复后进行回归测试的过程。性能测试要实现的目标我们可以认为就是测试需求；要实施性能测试，就需要从被测系统中提取出典型交易，按照一定的比例和模型来执行测试，这就是测试案例，通过测试案例可以针对不同的目标来获得系统性能的反映。其次，性能测试是一个过程，应该具有一套行之有效的流程，能够使测试人员按照这种流程一步步有条不紊地进行下去，知道什么阶段做什么，该怎么做，风险在哪里，该如何规避，这样才能充分发挥测试人员的作用，做好性能测试。

本书讨论的主要还是后一部分，即性能测试的工作流程。

我们一般将性能测试用于以下场合：

1. 确定应用响应时间

用来衡量典型交易的事务响应时间，从而为判断该产品性能是否符合业务需求中的性能要求部分提供参考。

(1) 确定合理的配置参数

性能测试配合调优过程，从而确定优化的系统配置参数，为上线提供最佳配置建议。我们知道，操作系统、数据库、应用服务器等的参数配置，是影响应用性能的主要因素，例如对于应用服务器 WebLogic Server 来说，它的线程数不同，处理的能力也会不同，会直接影响应用的性能。而线程数分配得太多，也会占用 CPU 和系统内存。所以要通过测试，确定线程数的最优配置，为应用上线提供配置建议。

（2）系统验收

对开发的系统进行性能测试，帮助进行系统验收。目前有些企业已经组建了内部的测试中心，专门负责这一工作。因为这一类企业可能并不会直接开发很多应用，大部分应用还是采取外包给开发公司的方式，虽然开发公司交付应用系统时也会提交性能报告，但性能报告的真实性和有效性很难验证。往往是应用上线以后，才发现性能表现不令人满意，所以企业才考虑建立自己的测试中心，主要来进行系统验收，了解应用的性能情况。

（3）回归性测试

调优以后，进行性能回归性测试，判断性能是否有所改善。这里所指的调优可以针对应用开发，也可以针对操作系统、数据库、应用服务器等软件产品的参数配置。

（4）验证系统的可靠性

通过一定时间内持续的压力加载，对系统进行可靠性测试。

（5）系统容量规划

通过反映一定硬件条件下的性能表现，利用类推或者经验计算，能够帮助确定达到性能目标需要的硬件配置。有的企业已经开始这样的经验和数据积累，即记录应用类型和一般的性能表现，为以后应用测试和上线提供硬件选择依据。例如记录 OA 系统，如果是基于 Web 界面的，服务器是两颗 CPU，在线用户 50 人，浏览内部发文时响应时间平均在 8s，那么以后进行类似的应用开发，需要进行硬件规划时，如果是响应时间需要在 8s 内，就可以大致推断出 CPU 应该在两颗或者以上，再根据这个来准备测试环境的硬件，节省时间。

2. 性能瓶颈定位

通过监控得到的系统资源情况，与响应时间等同步分析，利用多图合并，多次结果交叉，自动关联等手段，能够进行一定程度上的性能瓶颈分析和定位。

3. 产品评估/选型

通过性能测试，了解和比较软硬件性能，帮助进行产品评估和选型。

关于产品评估和选型，如果是硬件，需要注意的是自动化性能测试工具本身一般不会提供现成的脚本或者测试包，使用者不要考虑只要通过使用自动化性能测试工具就能评判硬件的性能，还需要使用者去构建应用，从测试相同应用和相同软件配置在不同的硬件基础上的不同性能表现，来反映硬件的性能指标，例如我们熟知的衡量服务器 Web 特性的 SPECweb96 测试和衡量服务器和客户端构筑的整体系统的性能的 TPCC 基准测试等。

1.1.1 性能测试的必要性

目前，许多企业内部的项目开发组已经能够充分理解并掌握项目管理的相关知识，并且应用到实际的开发中去，他们会规范设计，规范编码，通过合乎规范的单元测试来控制代码质量，他们也会学习并且应用先进的架构和模式到设计的系统中去，以提高系统架构的灵活性和可扩展性，同时也会从设计上考虑到未来的性能。但是要明确的一点是，再好的架构设计和开发流程控制，都不能肯定开发出的系统没有性能问题，因为整个系统的性能不是 1 + 1 = 2 这么简单，不是说每段代码，每个模块的性能很好，那么集成以后整个系统的性能就很好。整个系统的性能，必须要通过在集成的环境中的测试才能近似真实的反映，对于那些将功能划分为多个项目，每个项目单独开发，然后集成在一起以后实现交易的项目群，更是如此。

有的管理者可能还有另外一个误解，就是“我的应用使用的都是先进的中间件和数据库，这些产品性能很好，我的架构和代码质量又很好，所以性能一定也会很好，没必要进行性能测试”。诚然，先进的中间件已经在性能上做了很多优化，能够很好地支持大并发量连接，或者优化了数据库的访问操作等，但是我们要知道，不同的应用是需要不同的架构的，没有绝对好的架构，只有适合的架构，架构先进不代表适合开发的应用和使用的中间件，同时，中间件或者数据库配置参数的不同，也会对最终整个应用的性能有影响，如何确认架构是适合当前应用的？如何确认中间件和数据库的配置参数是最优的，并且推算出生产环境下的参数？这些一方面需要开发人员根据经验来推断，另一方面只有通过性能测试，配合开发人员才能确定。

如图 1-1 所示表明了一个应用系统的基本架构。

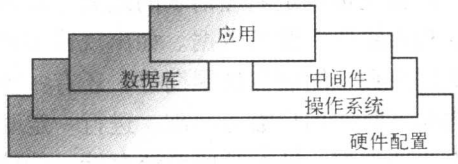


图 1-1 应用系统的基本架构

可以看出，应用处于最上端，往往性能表现由硬件配置、操作系统、中间件和数据库整体来决定，即便是应用开发没有任何问题，可任何一个环节都有可能造成性能瓶颈，而造成性能瓶颈的原因往往可能只是一个参数的设置。所以，通过性能测试，了解应用系统的性能表现，同时调节各个环节的参数配置，找出最佳参数配置，为系统上线提供一定的参考，是很有必要的。

1.1.2 性能测试的分类

1. 并发性能测试

并发性能测试的过程是一个负载测试和压力测试的过程，即逐渐增加负载，直到系统的瓶颈或者不能接收的性能点，通过综合分析交易执行指标和资源监控指标来确定系统并发性能的过程。

负载测试（Load Testing）是确定在各种工作负载下系统的性能，目标是测试当负载逐渐增加时，系统组成部分的相应输出项，例如通过量、响应时间、CPU 负载、内存使用等来决定系统的性能。负载测试是一个分析软件应用程序和支撑架构、模拟真实环境的使用，从而来确定能够接受的性能过程。

压力测试（Stress Testing）是通过确定一个系统的瓶颈或者不能接受的性能点，来获得系统能提供的最大服务级别的测试。通俗地说，压力测试是为了发现在什么条件下系统的性能会变得不可接受。

并发性能测试的目的主要体现在三个方面：以真实的业务为依据，选择有代表性的、关键的业务操作设计测试案例，以评价系统的当前性能；当扩展应用程序的功能或者新的应用程序将要被部署时，负载测试会帮助确定系统是否还能够处理期望的用户负载，以预测系统的未来性能；通过模拟成百上千个用户，重复执行和运行测试，可以确认性能瓶颈并优化和

调整应用，目的在于寻找到瓶颈问题。

当一家企业自己组织力量或委托第三方软件公司代为开发一套应用系统的时候，尤其是系统以后在生产环境中实际使用起来，用户往往会产生疑问，这套系统能不能承受大量的并发用户同时访问，它究竟每秒钟能够处理多少笔关键性交易？这类问题最常见于采用联机事务处理（OLTP）方式的数据库应用、Web浏览和视频点播等系统。这种问题的解决就要借助于科学的软件性能测试手段和先进的性能测试工具。

2. 疲劳强度与大数据量测试

疲劳测试是采用系统稳定运行情况下能够支持的最大并发用户数，持续执行一段时间业务，通过综合分析交易执行指标和资源监控指标来确定系统处理最大工作量强度性能的过程。

疲劳强度测试可以采用工具自动化的方式进行测试，也可以手工编写程序测试。

一般情况下，以服务器能够正常稳定响应请求的最大并发用户数进行一定时间的疲劳测试，获取交易执行指标数据和系统资源监控数据。如出现错误导致测试不能成功执行，则及时调整测试指标，例如降低用户数、缩短测试周期等。还有一种疲劳测试是对当前系统性能的评估，以系统正常业务情况下并发用户数为基础，进行一定时间的疲劳测试。

大数据量测试可以分为两种类型：针对某些系统存储、传输、统计、查询等业务进行大数据量的独立数据量测试；与压力性能测试、负载性能测试、疲劳性能测试相结合的综合数据量测试方案。大数据量测试的关键是测试数据的准备，可以依靠工具准备测试数据。

1.1.3 性能测试的手段

性能测试主要的手段包括手动测试和使用自动化测试工具。在许多项目中，开发人员为了进行性能测试，自己也会编写程序，从客户端对服务器端进行压力加载，这也可以看作是一定程度上的自动化性能测试，但自动化程度相对简单。下文讨论的自动化性能测试工具不仅仅包括压力加载功能，同时也提供测试过程中的实时监控和一定的分析能力。

1. 手动测试

传统的或手动的测试方法只提供不完全的性能测试解决方案。例如，客户可以构建一个许多用户同时使用系统的环境，手动测试整个系统。每个用户使用一台计算机并向系统提交输入内容。然而，这种手动测试方法有下列缺陷：

- 昂贵，需要大量的人员和设备。
- 复杂，尤其是使多个测试人员协调和同步。
- 需要高度严密的组织，尤其是有针对性地记录并分析结果。
- 手动测试的可重复性是有限的。

2. 自动化测试工具

自动化测试工具解决方案着眼于解决手动性能测试的缺陷，自动化测试工具的优点和特性包括：

- 自动化测试工具通过使用虚拟用户代替实际用户来减少人员要求。这些虚拟用户模拟实际用户的行为，运行实际的应用程序。
- 因为一台计算机上可以运行许多虚拟用户，因此自动化测试工具减少了对硬件的要求。
- 自动化测试工具使客户可以从一个单一的控制点简单有效地控制所有的虚拟用户，因此可以使测试灵活地按照计划进行。