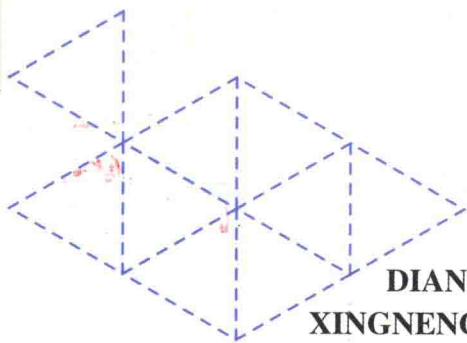
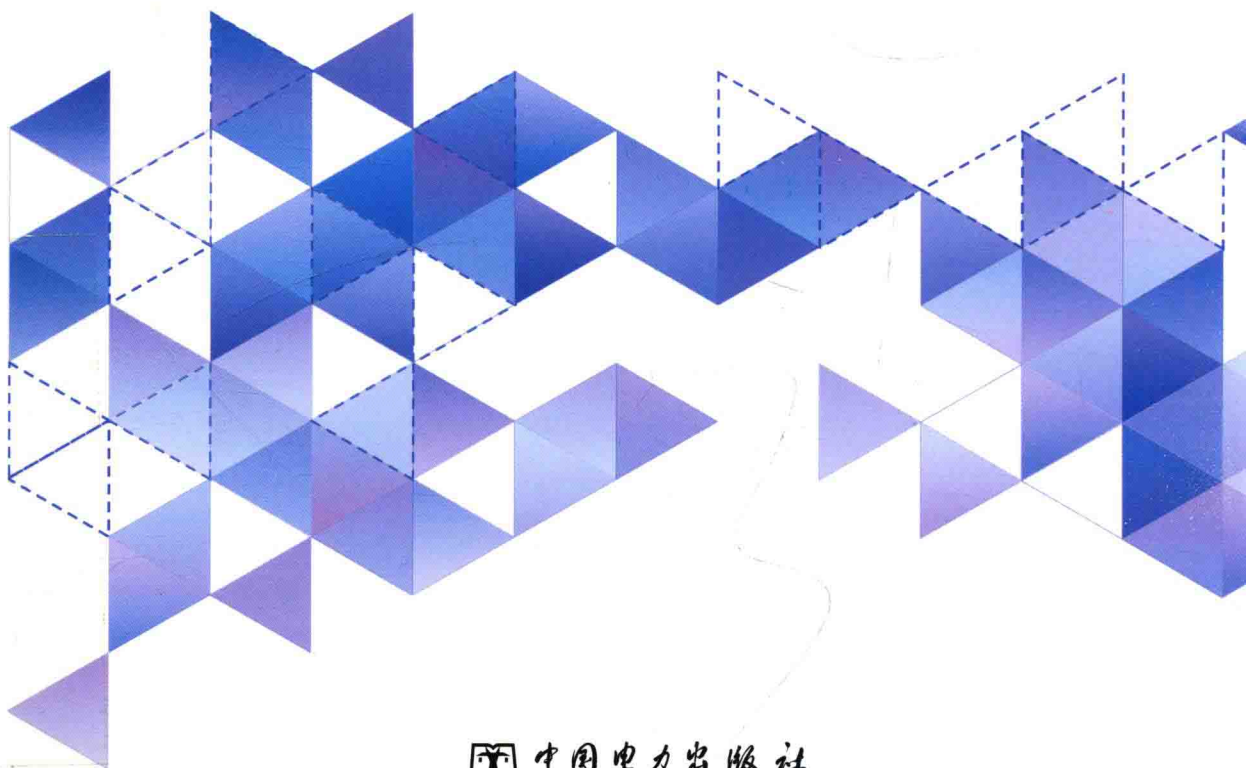




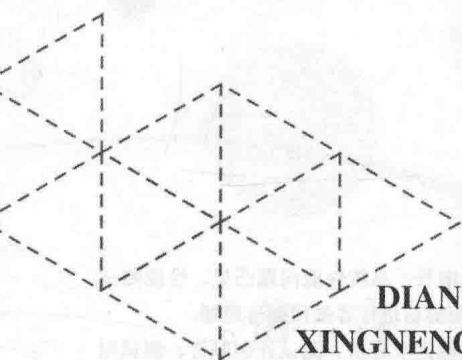
DIANLI SHENGCHAN GUANLI XITONG
XINGNENG CESHU YU ZHENDUAN JISHU

电力生产管理系统 性能测试与诊断技术

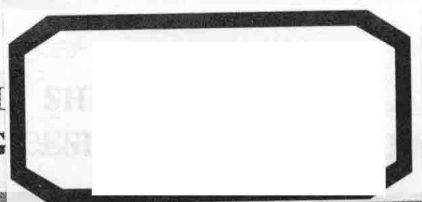
江泽鑫 李闯 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



DIANLI
XINGNENG



XITONG
SHU

电力生产管理系统 性能测试与诊断技术

江泽鑫 李闯 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

随着信息化系统、互联网以及移动互联网的普及,应用系统访问量成倍增长,系统性能问题凸显。性能测试可以发现程序问题、数据设计问题、软件架构设计问题、系统性能瓶颈,从而提前进行容量预测与规划。

本书针对电力生产管理系统,讲解了系统性能测试的基本过程(包括性能需求分析、测试计划制订、测试用例设计与脚本实现、测试执行、测试报告等),性能测试工具在电力生产管理系统中的应用,以及性能诊断分析技术的应用。

本书可供电力企业信息专业的技术人员使用,也可供广大信息技术爱好者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力生产管理系统性能测试与诊断技术 / 江泽鑫, 李闯主编. —北京: 中国电力出版社, 2017.3
ISBN 978-7-5198-0306-3

I. ①电… II. ①江…②李 III. ①电力工业—工业企业管理—生产管理—管理信息系统—测试 IV. ①F407.616.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 011174 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 刘 薇 (LiuWei@sgcc.com.cn)

责任校对: 太兴华

装帧设计: 张俊霞 赵姗姗

责任印制: 邹树群

印 刷: 三河市百盛印装有限公司

版 次: 2017 年 3 月第一版

印 次: 2017 年 3 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 8.5

字 数: 175 千字

印 数: 0001—1000 册

定 价: 35.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换



前 言

由于智能电网的发展，电网自动化系统功能需求越来越强大，导致主站系统不断地新建、扩容或改造以适应业务发展的需要；但是随着系统规模的扩大，系统用户（如调度员、运维人员）与系统的交互数据越来越丰富，主站系统内部复杂，常导致主站系统性能下降，用户体验不好，严重影响系统的可靠性和可用性。

针对该问题的传统解决办法是以投资换性能，加大基础软硬件的增量投入，但是这样存在两方面的问题：一是系统潜在的资源使用不当隐患始终不能解决，影响系统的可靠性；二是持续投资巨大，不能充分盘活存量资产、挖掘潜能，导致企业投入产出比不理想，效率下降。

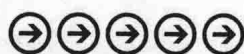
本书着重以电力生产管理系统的性能测试与诊断入手，在不增加基础软硬件投资的前提下，大幅提高系统的性能，保障系统可靠性，实现“以投资换性能”到“以技术换性能”的转型。

本书共四个章节。第一章介绍软件性能的背景意义和软件性能的评价体系。第二章系统化地介绍软件测试的过程。第三章介绍性能测试工具在电力生产管理系统中的应用，以实际例子介绍基于 LoadRunner 工具的测试方法。第四章介绍软件性能诊断方法。

本书在编写过程中，主要引用作者多年的工作实践和研究内容，此外还参考了一些国内外优秀资料，在此对这些资料的作者表示由衷的感谢。

作者

2017 年 2 月



目 录

前言

1 概述	1
1.1 对软件系统进行性能测试的作用及意义	1
1.1.1 软件系统性能问题带来的影响	1
1.1.2 软件系统性能测试的作用	1
1.1.3 电力生产管理系统业务特点	2
1.1.4 电力生产信息系统性能测试诊断意义	2
1.1.5 电力生产管理系统性能要求	3
1.2 软件系统的性能评价	3
1.2.1 影响软件性能的要素	3
1.2.2 性能测试术语	5
1.2.3 性能测试方法	6
1.2.4 性能测试的人员要求	8
2 性能测试的基本过程	10
2.1 性能需求分析	10
2.1.1 业务模型分析	10
2.1.2 性能指标调研	12
2.2 性能测试计划制订	14
2.2.1 性能测试方案设计	14
2.2.2 编写性能测试计划	16
2.3 性能测试用例设计与脚本实现	22
2.3.1 性能测试工具应用	22
2.3.2 性能测试脚本设计	26
2.3.3 性能测试数据准备	28
2.4 性能测试执行	33
2.4.1 执行性能测试场景	33

2.4.2	并发压力调度	34
2.4.3	性能监控与测试结果记录	35
2.5	性能测试报告	39
2.5.1	性能测试结果分析	39
2.5.2	性能问题诊断分析	41
2.5.3	编写性能测试报告	43

3 性能测试工具在电力生产管理系统中的应用 44

3.1	LoadRunner 工具基础	44
3.1.1	LoadRunner 简介	44
3.1.2	LoadRunner 支持的协议	45
3.1.3	LoadRunner 的安装部署	46
3.2	性能测试脚本设计	50
3.2.1	录制脚本	50
3.2.2	插入检查点	55
3.2.3	参数化	56
3.2.4	事务的定义	60
3.2.5	关联处理	61
3.2.6	电网生产管理系统性能测试脚本设计案例	65
3.3	性能测试场景设计	66
3.3.1	性能测试场景类型	66
3.3.2	压力负载机的调度	72
3.3.3	电网生产管理系统性能测试场景设计案例	73

4 性能诊断分析技术的应用 74

4.1	性能监控	74
4.1.1	性能测试指标监控	74
4.1.2	服务器资源监控	78
4.2	性能测试分析报告	115
4.2.1	性能测试结果分析	115
4.2.2	性能问题诊断分析	119
4.2.3	电网生产管理系统的性能测试分析	125

概 述

1.1 对软件系统进行性能测试的作用及意义

1.1.1 软件系统性能问题带来的影响

随着信息化系统、互联网以及移动互联网的普及，导致应用系统的访问量成倍增长，系统压力越来越大，性能问题凸显严重。如图 1-1 所示。

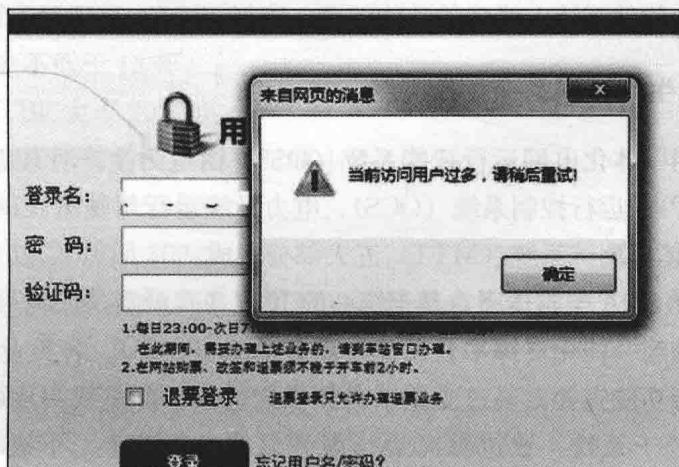


图 1-1 软件系统性能问题

人们对网络信息系统的依赖性越来越高，软件系统的性能问题往往导致广泛的受众面影响。对于工作和生活中息息相关的 IT 服务，要求提供更快、更高效的服务品质，对软件系统的性能提出了更高的要求。

1.1.2 软件系统性能测试的作用

软件系统上线运行后，随着用户量和数据量的急速增加，加之软件系统设计的缺陷，往往导致性能问题在运行一段时间后集中爆发，用户投诉不断，运维人员不堪重负。

此时最直接的办法是在现有基础上添加更多的硬件资源，例如采购更多的服务器，增加更多的 CPU、内存等资源。但是这种方法起到的作用往往只是短期治标效应，起不到长远的治本作用。

究其原因，通常是由于软件系统上线前的性能测试不足导致的。性能测试能帮助研发团队发现至少以下问题（如图 1-2 所示）：

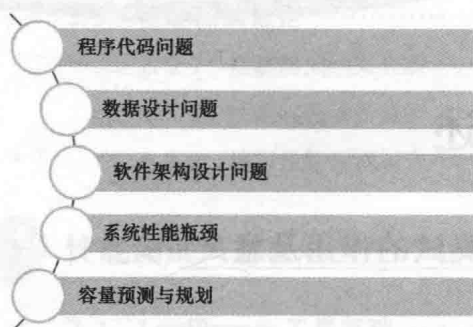


图 1-2 性能测试的作用

(1) 程序代码的性能问题，例如内存泄漏问题。

(2) 数据库设计的性能问题，例如不合理的表结构设计、索引设计、SQL 语句设计等。

(3) 软件架构设计在性能上的不合理之处，例如缓存问题。

(4) 现有资源的系统吞吐量、平均事务响应时间、最大用户并发量等问题。

(5) 从测试环境的性能表现预估上线后生产环境的性能表现，进行容量规划。

因此，在上线之前应尽早进行性能测试，辅以性能诊断分析，促进性能优化，性能测试的作用是减少软件系统上线后的性能问题，降低风险。

1.1.3 电力生产管理系统业务特点

南方电网公司一体化电网运行智能系统（OS2）由电力生产管理系统（OMS）、基础资源平台（BRP）、运行控制系统（OCS）、电力系统运行驾驶舱（POC）或变电运行驾驶舱（SOC）、镜像测试系统（MTT）五大部分组成。

OS2 系统遵循 SOA 架构体系，基于统一的 ICT 基础设施，在统一的模型及服务接口标准基础上，构建一体化支撑平台及运行服务总线（OSB）。各类业务功能以此为基础开展建设或进行功能完善。通过支撑平台和横向运行服务总线集成各级主站/厂站内的功能模块、业务子系统，通过纵向运行服务总线实现与上、下级相关业务系统的互联。

OMS 系统功能主要包括并网管理、运行风险管理、运行计划管理、运行控制管理、运行评价管理、二次系统管理、计算分析服务和基础信息服务几大部分。系统主体部署在安全Ⅲ区，由数据库服务器、文件服务器、数据交换服务器、横向总线服务器、纵向总线服务器、Web 发布服务器、磁盘阵列、负载均衡设备、安全防护设备等组成。一般一个省级 OMS 系统包括数十台 4 路 8 核或 10 核的 x86 服务器。

OMS 系统数据库、文件和功能采用分布式部署方式，各级系统部署本级的数据和服务，跨级纵向访问通过 OSB 总线采用 JMS 或 WebService 服务方式交互。OMS 功能模块主要包括三类：①流程类，大量涉及与其他系统交互操作，如操作票、网络发令；②报表类，如运行评价；③信息发布/查询类，如调度日志。

1.1.4 电力生产信息系统性能测试诊断意义

随着智能电网的发展，电网自动化系统功能需求越来越强大，主站系统不断的新

建、扩容或改造以适应业务发展的需要；但随着系统规模的扩大，系统用户（如调度员、运维人员等）与系统的交互数据越来越丰富，主站系统内部复杂，常导致主站系统性能下降，用户体验不好，严重影响系统的可靠性和可用性。

传统解决办法是以投资换性能，加大基础软硬件增量投入，但是这样存在两方面问题：①系统潜在的资源使用不当隐患始终不能解决，影响系统可靠性；②持续投资巨大，未能充分盘活存量资产，挖掘潜能，导致企业投入产出比不高，效益下降。

电力生产管理系统性能测试、诊断和优化的意义是在不增加基础软硬件投资的前提下，大幅提高系统的性能，保障系统可靠性，实现“以投资换性能”到“以技术换性能”的转型。

1.1.5 电力生产管理系统性能要求

OMS 系统性能的要求一般包括几个方面：

- (1) 数据可用性，要求存储并查询不低于 5 年的历史数据。
- (2) 功能/服务可用率，要求不低于 99.999%。
- (3) 系统寿命不低于 12 年。
- (4) 设备 MTBF 大于 20000h。
- (5) 设备冗余无扰动切换且切换时间小于 1s。
- (6) 系统在线用户量大于 2000。
- (7) 系统用户并发访问 200 个。
- (8) 页面响应速度要求静态页面小于 2s，简单查询页面小于 3s，复杂页面响应小于 5s。

此外，由于电力生产管理系统涉及工业控制管理，对数据的一致性和抗抵赖性要求极高，对流程表单丢失、内容不一致等情况是无法接受的。

1.2 软件系统的性能评价

1.2.1 影响软件性能的要害

1.2.1.1 用户规模

目前很多大型软件系统都需要支持大量用户的访问和数据查询，用户规模对软件系统的性能表现起到很关键的作用，如图 1-3 所示。

软件系统开发过程中，往往偏向于对功能正确性的验证，忽略了对性能的验证，软件上线后一段时间内能正常工作，但是随着业务量的增长、用户访问规模的增加，软件系统逐渐出现难以应付的现象，最终导致用户访问速度缓慢，影响用户体验和可用性。

1.2.1.2 系统资源

硬件是决定一套系统性能的关键因素之一，主要包括服务器的 CPU、内存、磁盘 IO。如果系统并发用户数增大而内存不足，会导致 CPU 和磁盘使用压力。在高性能的

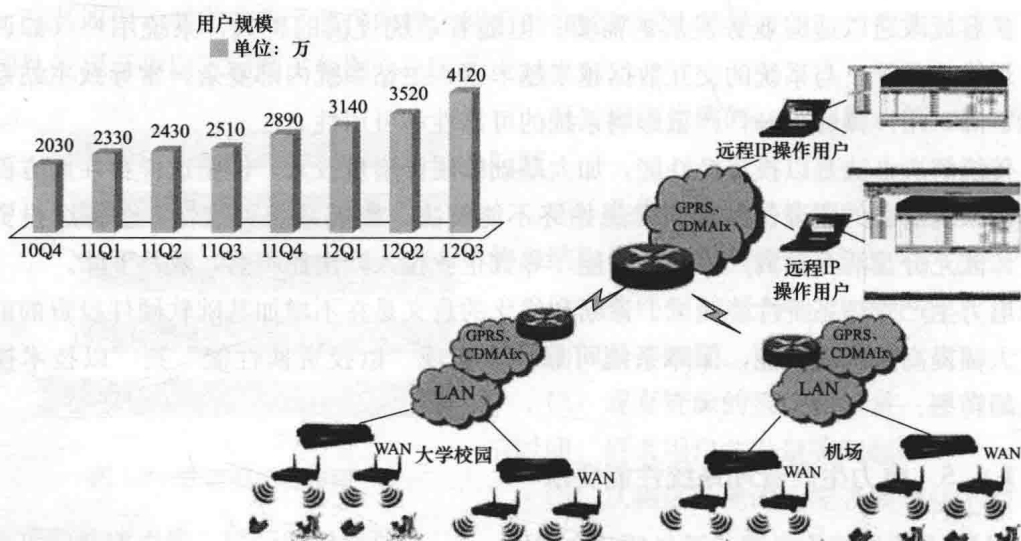


图 1-3 用户规模对软件系统的性能作用

服务器配置情况下，可以大大提高系统性能，在单实例服务器配置的硬件条件无法满足现有性能需求的情况下，可以考虑使用多台服务器以集群模式部署，配备负载均衡服务器进行负载均衡处理。

但是软件系统能使用的硬件资源是有限的。虽然采用虚拟化可以更充分、更动态地调节和利用硬件资源，但是如果软件系统本身存在性能问题的话，再多的资源也会被耗尽，例如，如果软件存在内存泄漏问题的话，再多的内存资源也会被慢慢耗尽。

1.2.1.3 软件架构设计

影响软件性能的要害有很多，在需求阶段就应该对软件性能进行分析，在设计阶段要充分考虑软件架构设计（如图 1-4 所示）对性能的影响，在测试阶段要充分验证软件的性能表现是否满足需求。

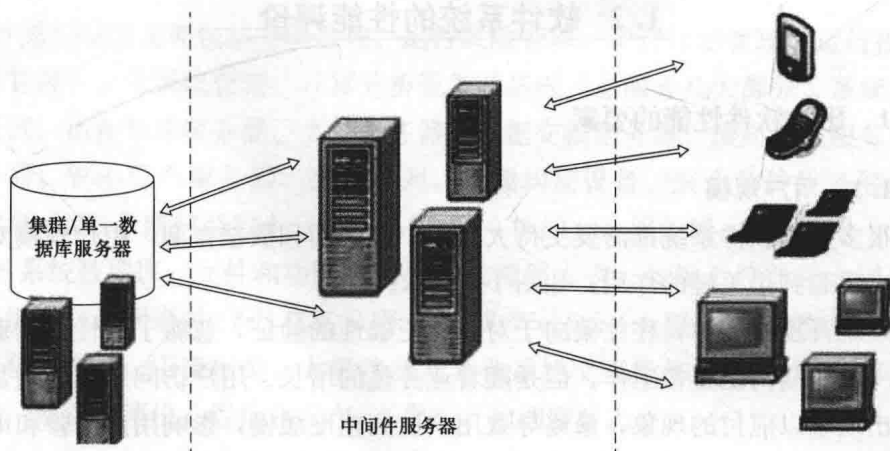


图 1-4 软件架构设计

在一个系统的设计阶段，其中任何一个环节存在设计不当之处，都可能导致系统的

性能下降，稳定性、可靠性、可扩展性差等问题。系统设计包含软件设计、数据库设计和硬件设计。软件设计包括软件系统架构设计，软件代码编写；数据库设计包括数据库类型选择和根据数据库类型的所有数据库对象的设计；硬件设计包括存储结构设计，硬件性能选择和冗余设计。

1.2.2 性能测试术语

1.2.2.1 响应时间

图 1-5 为系统响应过程描述。

响应时间=客户端呈现数据时间+网络传输时间+系统响应时间

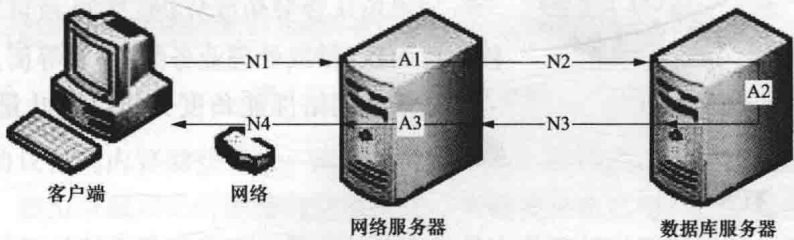


图 1-5 系统响应过程

性能测试工具 LoadRunner 中一般通过事务（Transaction）进行响应时间的统计，事务是一组度量函数，分为起始事务（start transaction）、结束事务（end transaction）。可以根据实际情况来封装系统业务交易、定义事务，在进行压力测试后分析事务的响应时间。LoadRunner 的结果分析中的响应时间可分为最大响应时间、平均响应时间、最小响应时间、标准差响应时间、90%响应时间。

响应时间受很多因素的影响，例如，网络带宽、用户数、提交事务请求数和事务类型等。响应时间越快，单位时间内处理的请求数就会越多。

事务：由业务或用户定义的事件单元。

事务响应时间：从事务开始到事务完成耗费的时间。

平均事务响应时间：单位时间内收集到的事务响应时间的平均值。

1.2.2.2 并发用户数

用户通过客户端（如网络浏览器或 JAVA 程序）与应用程序进行交互。用户对应用服务器发送请求，这时用户的会话处于活动状态，这些用户就是在线用户；如果有多个类似的用户请求同时访问应用服务器，这就是并发用户，如图 1-6 所示。

并发用户数不同于在线用户数。并发一般是指多个人同时进行某一个业务交易的动作行为。所以在调研并发用户数时需要根据实际用户对业务操作的行为模式进行调研，区分业务模式。例如，对于很多企业系统，根据人员职责权限不同，业务操作频率也不一样，如普通员工是主要的系统操作者，出现并发量的可能性最大，而组长、部门经理、总经理等操作人数逐级递减，但是操作的数据量也有可能逐级递增，操作的业务类型也有所改变。这时就需要注意设计性能场景时对并发用户数的配比。

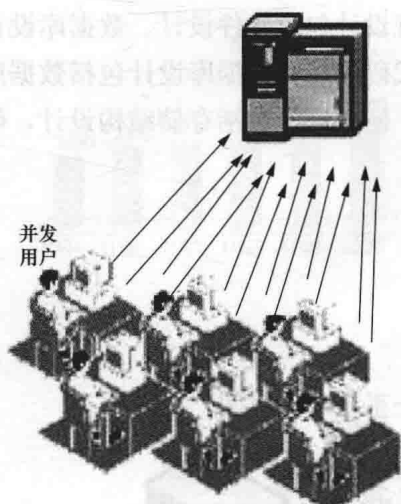


图 1-6 并发用户

1.2.2.3 吞吐量

吞吐量指单位时间内系统处理的客户请求的数量。系统的吞吐量就像码头每天能处理多少货物的进出一样。

应用系统的吞吐量是多种因素作用的结果，其中包括用户请求数、用户请求交易特性和数据量大小，以及应用实例和数据库的性能。

吞吐量用来衡量服务器承受的压力，根据不同的方式、角度分析，表达的吞吐量意义不同。

如果单从业务角度分析，吞吐量可以用请求数/秒、页面数/秒或处理业务数/小时等衡量。

如果从网络性能角度分析，吞吐量可以用字节数/秒衡量。

1.2.2.4 TPS

TPS 指每秒钟系统能够处理的交易或事务的数量。它是衡量系统处理能力的重要指标，也是 LoadRunner 中重要的性能参数指标。

1.2.2.5 点击率

点击率指每秒钟用户向网络服务器提交的 HTTP 请求数。这个指标是网络应用特有的一个指标：网络应用是请求—响应模式，用户发出一次申请，服务器就要处理一次，所以点击是网络应用能够处理交易的最小单位。如果把每次点击定义为一次交易，点击率和 TPS 就是一个概念。不难看出，点击率越大，对服务器的压力也越大。

1.2.3 性能测试方法

1.2.3.1 网络通信协议的分析与模拟

现在的大型软件系统基本上都是基于网络架构的，因此，系统性能测试离不开对网络的基本认识。

利用通信线路将分散在不同地方、具有独立功能的计算机连接起来，并按照一定的通信规则实现这些计算机之间资源与数据的共享，这样的—个计算机集合体便称为计算机网络，它们之间的通信离不开网络通信协议。

现在的网络都采用分层方式进行工作，应用层、表示层、会话层、传输层被归为高层，而网络层、数据链路层、物理层被归为底层。高层负责主机之间的数据传输，底层负责网络数据传输。当前通用的网络层次标准有 OSI 和 TCP/IP 两种。OSI 是理论标准，TCP/IP 是工业标准。

性能测试工具 LoadRunner 的工作原理是：利用通信协议模拟传输客户端对服务端发送数据对测试对象进行测试。

利用协议分析工具（如 WireShark），能对客户端与服务器端之间的通信过程进行

捕获分析，这类似于性能测试工具 LoadRunner 的测试过程，如图 1-7 所示。

Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1 0.000000	192.168.1.37	239.255.255.250	SSDP	175	M-SEARCH * HTTP/1.1
2 0.000004	192.168.1.37	239.255.255.250	SSDP	174	M-SEARCH * HTTP/1.1
3 0.000006	192.168.1.37	239.255.255.250	SSDP	179	M-SEARCH * HTTP/1.1
4 0.000008	192.168.1.37	239.255.255.250	SSDP	143	M-SEARCH * HTTP/1.1
5 0.000010	192.168.1.37	239.255.255.250	SSDP	143	M-SEARCH * HTTP/1.1
6 0.390276	universa_17:53:9f	broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 192.168.1.1
7 0.407610	Universa_17:53:9f	Broadcast	ARP	60	192.168.1.1 is at 00:10:00:00:00:00
8 0.467295	opticalA_04:75:a2	universa_17:53:9f	PPP comp	42	compressed data
9 1.091805	192.168.1.1	192.168.1.1	UDP	95	Source port: 123123 Destination port: 123123
10 1.313615	universa_17:53:9f	opticalA_04:75:a2	PPP LCP	60	Echo Request
11 1.315119	OpticalA_04:75:a2	Universa_17:53:9f	PPP LCP	30	Echo Reply
12 1.423662	universa_17:53:9f	broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 192.168.1.1
13 1.436418	Universa_17:53:9f	Broadcast	ARP	60	192.168.1.1 is at 00:10:00:00:00:00
14 2.451243	universa_17:53:9f	broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 192.168.1.1
15 2.464213	Universa_17:53:9f	Broadcast	ARP	60	192.168.1.1 is at 00:10:00:00:00:00
16 3.480282	universa_17:53:9f	broadcast	ARP	60	Gratuitous ARP for 192.168.1.1
17 3.496276	Universa_17:53:9f	Broadcast	ARP	60	192.168.1.1 is at 00:10:00:00:00:00
18 4.156004	192.168.1.118	255.255.255.255	UDP	63	Source port: nssdp Destination port: nssdp

图 1-7 通信过程捕获分析

把网络协议包的内容捕获下来，形成自动化脚本，再回放，这样相同的协议包就会发往服务器，模拟录制脚本时所做的应用操作，从而达到模拟用户行为操作的目的。

1.2.3.2 大量虚拟用户的模拟

如果性能测试工具仅仅能模拟一个用户的行为操作，是根本无法反映现实世界中软件系统的使用模式的，现实世界中，大量的用户会以相同的或有差异的模式，并发或有先后顺序地访问软件系统。

为了模拟大量用户的访问，性能测试工具需要采用多线程或多进程的方式执行脚本。LoadRunner 的 Controller 模块就是用来完成这样的工作的，如图 1-8 所示。

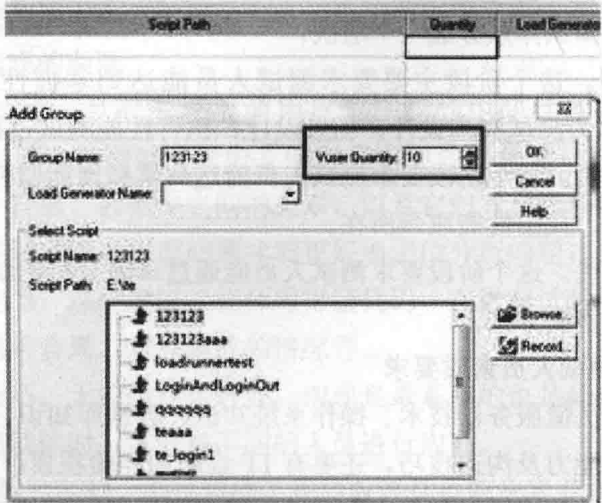


图 1-8 LoadRunner 的 Controller 模块

1.2.3.3 性能监控与数据收集方法

在执行性能测试过程中，需要进行适当的性能监控和系统性能数据收集、记录，如图 1-9 所示，工具通常通过调用操作系统的性能监控接口或命令来实施性能监控，例如

Windows 的 Perfmon、Linux \ Unix 的 ps、top 等 shell 命令。

对于中间件、数据库等服务器的性能指标，通常通过调用这些服务器提供的监控接口来实现，例如对中间件的监控可以通过 JVM 的监控接口获取堆栈内存信息、垃圾回收信息、线程执行信息等。

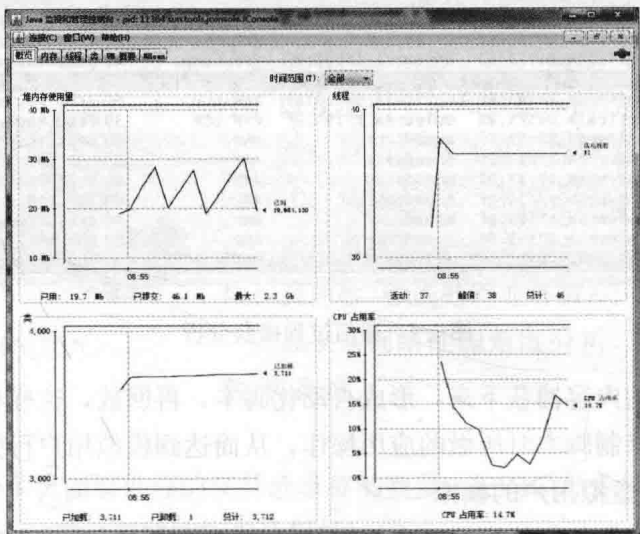


图 1-9 性能监控

1.2.4 性能测试的人员要求

1.2.4.1 性能测试知识领域

图 1-10 是作者总结多年性能测试经验提炼的性能测试技术人员必须掌握的知识体系图。作者将性能测试知识体系分成三个层次：

第一层次：能测。这个阶段主要要求测试人员能达到掌握性能测试工具（例如 LoadRunner）进行压力测试脚本设计、场景设计，执行性能测试过程的基本要求。

第二层次：会分析。这个阶段要求测试人员能达到掌握性能监控和诊断分析工具进行性能问题诊断分析、找出性能瓶颈所在。

第三层次：懂调优。这个阶段要求测试人员能通过诊断分析的结果，结合相关经验提出性能优化建议和解决方案。

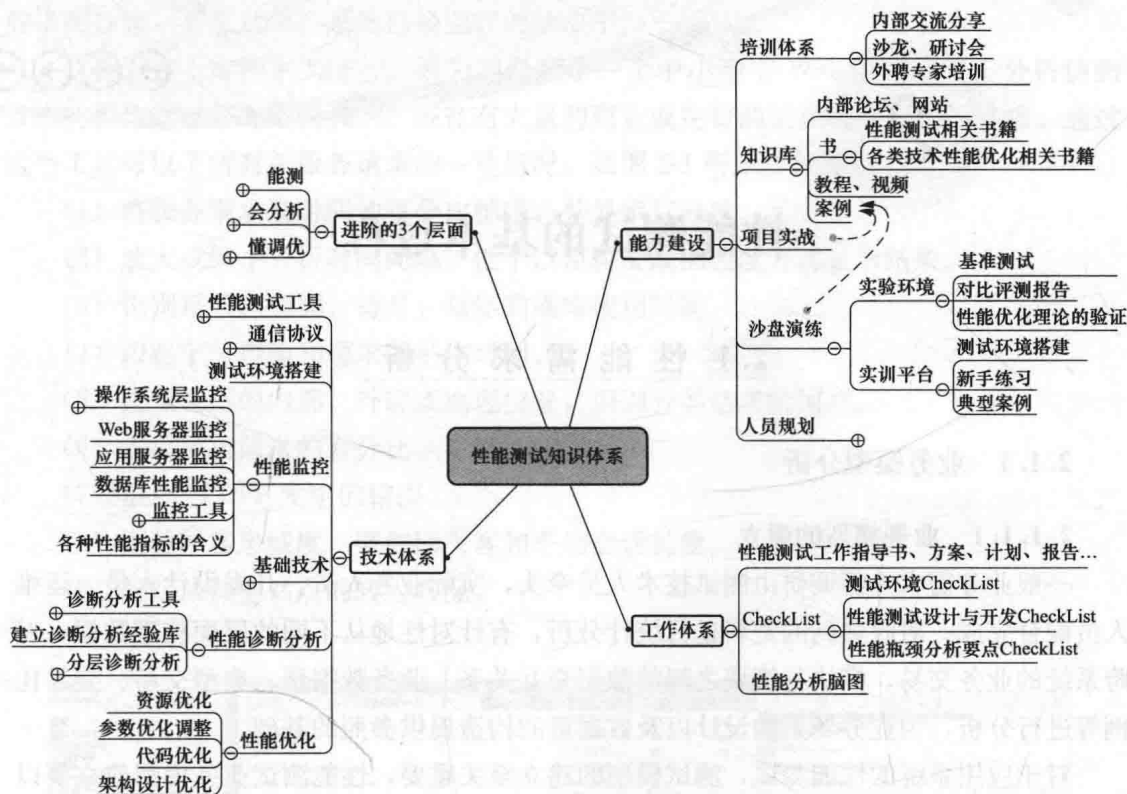
1.2.4.2 性能测试人员素质要求

要求性能测试人员懂服务器技术、操作系统知识、数据库知识、中间件知识、网络基础知识，具备编程能力及沟通技巧，还要有 IT 素质和经验积累。

(1) 懂得搭建测试环境。对各类操作系统原理有所了解，例如 Windows、Linux 之类的系统工作原理、系统参数调整、系统监控命令等。

(2) 具备网络基础知识。了解各类协议，以及 TCP/IP、DNS、DHCP、WINS、路由/交换机/网路集线器及其工作原理。

(3) 懂服务器技术。了解存储设备、CPU 使用的数量及其内存的大小、磁盘空间



大小，能区分普通 PC 机和小型 HP UNIX 机器等。

(4) 了解数据库知识。知道数据库使用原理，性能测试诊断分析数据库性能问题时，能够综合考虑缓冲池大小、数据结构、锁争用和应用程序需求间的复杂关联，然后在这些基础上判断出现的问题。

(5) 懂中间件技术。目前市场上使用比较广泛的中间件软件分别有 Weblogic、Websphere、Tomcat 等，在测试过程中了解这些中间件的用途，这些中间件与应用程序、操作系统、硬件设施、数据库之间的关系，以及它们本身的参数配置。只有了解了这些基础知识，在测试过程中出现问题才能更好地定位分析问题，并加以解决。

(6) 具备编程能力。性能测试工程师看得懂代码，在做测试时可以了解开发设计人员对函数方法调用是否合理、对象释放的情况等。

(7) 具备沟通技巧。无论做什么行业，沟通是最基础的也是最重要的。测试过程中碰到疑问或者测试出缺陷时，需要跟不同的人员进行沟通。

(8) 具备 IT 素质和经验。一个软件工程师应该具备职业素养和专业修养。IT 行业是技术不断变化的行业，对于性能测试人员来说，在性能测试过程中涉及的知识面广，要想能够胜任不同阶段的工作，需要不断地自主学习，要有快速获取行业技术信息的能力。

性能测试的基本过程

2.1 性能需求分析

2.1.1 业务模型分析

2.1.1.1 业务模型的建立

一般业务需求分析调研由测试技术人员牵头, 实际业务人员、开发设计人员、运维人员配合完成。对收集到的资料进行统计分析, 有针对性地不同的层面梳理数据, 对跨系统的业务交易、模块与模块之间的数据交互关系、业务数据量、典型交易、交易比例等进行分析, 为业务场景的设计以及数据量的构造提供参照的基础。

对于应用系统的性能测试, 测试模型的建立至关重要, 性能测试业务模型建立要以实际生产环境系统的业务操作模式为标准依据, 只有模型符合实际的生产业务操作, 性能测试的结果才能真实有效地反映将来上线的生产系统的实际性能情况。根据长期的性能测试经验, 应用系统的性能测试模型可从下面两个角度考虑和分析:

(1) 业务模型建立。全面分析应用系统上线后频繁使用的交易。月底、季度末或年底会批量处理哪些交易, 这些是实际生产系统所面临的性能压力的来源和类别。对于已经上生产线使用一段时的系统, 可以通过分析数据库历史交易数据, 来确定各种业务交易数据量在整个系统压力所占比例, 如确定前台应用子系统的业务类别和并发比例, 后台批处理业务的数据规模和类别等。业务模型建立的最终目的是建立一个模拟生产应用系统实际运行场景的业务模型。

(2) 了解系统业务背景、服务对象。该业务系统面向的服务对象是哪些? 如果是使用中的系统或者需要改造的系统, 那目前该系统注册用户数是多少? 在线用户数是多少? 各类交易的用户数是多少? 系统各类用户的操作行为习惯是怎样的? 一般何时登录系统? 何时集中处理哪些类型的业务交易?

测试场景的设计对性能测试结果有决定性的影响, 场景的设计需要和业务应用的分析结合起来, 最好和业务人员配合一起做性能用例设计和分析, 这样, 性能测试策略的设计、压力测试得出的结果才比较符合实际应用场景。

2.1.1.2 业务数据的分析

设计测试案例和测试场景, 编写一个典型用户负载脚本的困难之处在于: 如何发现用户是怎么使用应用系统的。为了得到一个合理的、可靠的结果, 首先应该是分析系统

的访问日志，当然这是在系统已经上线的前提下。

这项工作不推荐手工进行，因为即便对于一个中小型的 Web 应用，人工分析访问日志的工作量也是非常巨大的。现在有大量的商业或免费的工具可分析访问日志。通过这些工具可以了解有关服务请求的一些情况，如图 2-1 所示，例如：

- (1) 将服务请求按时间的百分比排序，并显示百分比。
- (2) 放大或缩小分析时间间隔，便于以粗粒度或细粒度方式显示结果。
- (3) 识别每天、每周、每月、每年的高峰使用时间。
- (4) 跟踪字节传输和请求的平均时间。
- (5) 按照应用的内部、外部或地理位置，识别分类请求的用户。
- (6) 汇总成功请求的百分比。
- (7) 汇总 HTTP 发生的错误。
- (8) 汇总顾客忠诚度，譬如回头客和平均会话长度。
- (9) 跟踪从其他站点的转入情况。

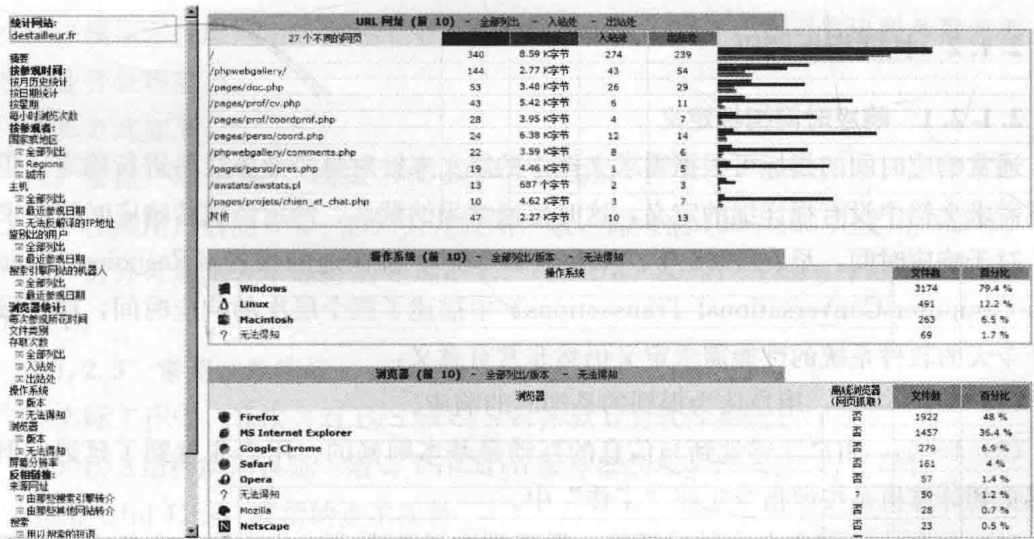


图 2-1 访问分析日志

无论选择哪种软件分析访问日志，重要的是应该做这些分析工作并且把这些信息作为编写性能测试脚本的基础。有时访问日志的作用是有限的，在某些情况下不能提供足够的信息。例如前端应用只使用一个 URL 发出请求，而通过在请求中嵌入不同的参数区分业务功能。在这种情况下，就需要高级一些的工具根据不同的请求参数监测应用的使用情况和划分业务功能。

访问日志只能提供部分解决办法，接下来需要对应用系统本身有更深入的理解。例如，当发出一个特定的服务请求时，应该知道其不同的选项所控制的相应行为。这些信息的最好来源是应用系统的用例（Use Case）和负责该功能的架构设计人员。这